

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 2日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500876

研究課題名（和文） モーションキャプチャと3D立体表示ディスプレイを併用した舞踊教育支援法の開発

研究課題名（英文） Developing Supporting Method for Dancing Education Jointly Using Motion Capture System and 3-dimensional stereoscopic vision

研究代表者

渡部 信一（Watabe Shinichi）

東北大学・大学院教育情報学研究部・教授

研究者番号：50210969

研究成果の概要（和文）：

様々な舞踊教育の現場において、モーションキャプチャシステムと3D立体表示ディスプレイを教育活用のために活用することにより、その教育効果を確認することを目的として研究を行った。その成果として、モーションキャプチャが舞踊の上達に効果があることが明らかとなった。神楽の師匠と弟子たちにインタビュー調査、および一般人200名を対象にアンケート調査を行った。その結果、明るさやはっきり見えること重要であることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

We did this study to confirm the educational effect of applying the motion capture system and the 3-dimensional stereoscopic vision in various dancing education scenes. As a result, it became clear that motion capture system is quite effective in improving dancing skills. We did the interviews with masters and disciples of Kagura dancing and collected surveys from 200 ordinary people. As a result, it became apparent that brightness and clear appearance are very important.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：モーションキャプチャ、3D立体表示、教育活用・舞踊

## 1. 研究開始当初の背景

これまで研究代表者はモーションキャプチャなどの最先端デジタルテクノロジーを活用することにより舞踊の熟達の支援を試みている。

学習者にとっては、熟達者の踊りを見て「自分とどう違うのか」や「自分の修正点」

に気がつくことは難しい。これは学習者にとって、実際の踊りは情報が多すぎるため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ためだと考えられた。

しかし、モーションキャプチャを用いれば、人の動きを点や線等の「情報を削った形」で表すことが可能である。学習者にとっては情

報を少なくすることで見るべきポイントが明確になるため、修正点に気がつくことができる。つまり、学ばなければならない情報が少なくなることが学習者にとってはメリットになると考えられた。さらに、情報を削ったことにより得た「気づき」や「理解」をもとに情報を増やすことによって、より深い「気づき」や「理解」を得ることが可能になると考えられた。つまり、情報を加工することが舞踊の熟達に役立つと思われた。

しかしながら、これまでのモーションキャプチャはシステムが大規模であり、計測まで時間がかかる等の問題もあった。そこで、本研究では、これまでのモーションキャプチャの方式とは違う慣性センサ式モーションキャプチャを活用しようと考えた。慣性センサ式モーションキャプチャは、身体に慣性センサをつけることで動作を計測するシステムで、これまでのモーションキャプチャに比べ場所や衣服の制約が少なく、簡単に計測できるシステムであり舞踊の学習に役立つのではないかと思われた。

さらに、2010年は3D元年とも言われたように、立体視映像が一般的なものになった年であった。それ以前は、立体視映像はテーマパークのアトラクションや博物館等でしか見ることができないものであった。その映像作製には、映像やプログラミングに対する高度な技術やCGに関する深い知識が必要であった。しかし、家庭用3Dテレビやパソコン、ゲーム機が次々発売され、急速な普及が予想された。また、市販のCGソフトを用いて簡単に立体視用のCGを作製できるようになっており、今後は学校など様々な教育現場での活用も期待された。

そこで本研究では、これら2つの新しいテクノロジーを舞踊の教育に活用しようと試みた。

## 2. 研究の目的

本研究では、2つの先端的テクノロジーである慣性センサ式モーションキャプチャと3D立体表示ディスプレイを活用することにより、その教育の効果を明らかにすること。さらにこの結果から、教育現場において複数のデジタルテクノロジーを併用して活用することの効果を検討することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 手続き

舞踊教育を行っている教育現場2つを選定した。1つは、ミュージカル俳優を養成する養成所、もう1つは日本古来の伝統芸能である神楽の保存団体である。

そこで主に初級者用として指導されている舞踊をジャイロ式モーションキャプチャにより測定した。計測したのは、講師・師匠

および数名の学生・弟子のデータである。

その後、モーションキャプチャにより取り出された全身動作のデータを3DCGのキャラクターに流し込み舞踊を再現した。

再現したCGを講師・師匠やフィードバックし、舞踊の学習に役立つのか意見を聞いた。また、実際に舞踊や神楽の練習にそのCG映像を活用してもらい効果を確かめた。

さらに、師匠の舞踊を立体視映像化し、立体視映像とこれまでの2D映像とを比較し、教育活用の可能性を検討した。

### (2) 慣性センサ式モーションキャプチャについて

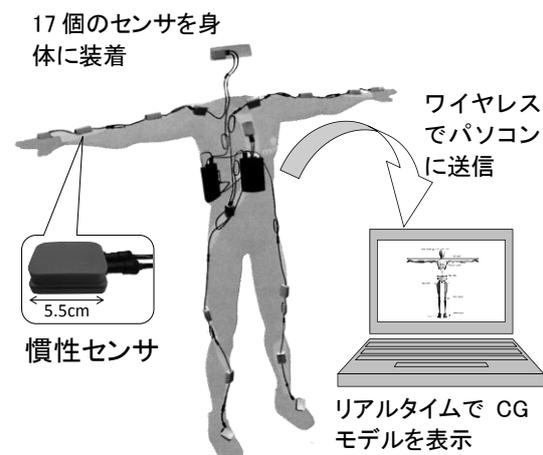


図1 Xsense MVNの様子

本研究では、本研究では慣性センサ式モーションキャプチャであるXsense MVNを用いた。MVNは身体に17個の慣性センサを装着することで動作を計測する(図1)。また計測した動作をほぼリアルタイムでCGアニメーションとして映し出すことが可能である。映画等でよく用いられる光学式モーションキャプチャに比べ、精度は低いものの、人体の動きを外部から撮影する装置が必要ないので屋外で計測できるなど場所を選ばない。またシステムも小規模であるという特徴がある。センサを取り付けられれば、上に服を着ることも可能である。

### (2) 3D立体視のシステムについて

本研究では、3D眼鏡を採用したプロジェクタ用および裸眼立体視モニター用の教育コンテンツを作製した。

#### ① 3D眼鏡を使用したプロジェクタ方式

本研究では、フレームシーケンシャル方式を採用したNVIDIA製・GEFORCE 3DVISIONの3D眼鏡用の立体視映像を製作し、ソリッドレイ研究所製・Sight3Dプロジェクタで3D映像を映し出した(図2)。

フレームシーケンシャル方式による立体視

は家庭用 3D テレビ等でも用いられ、現在最も一般に普及している方式である。本研究で用いた映像は 120fps のフレームレートで、左右両眼向けにそれぞれ 60fps で 2つの映像を交互に映し出している。右眼用、左眼用の映像にはズレ（視差）が設けられているため、立体的な映像を感じることができる。

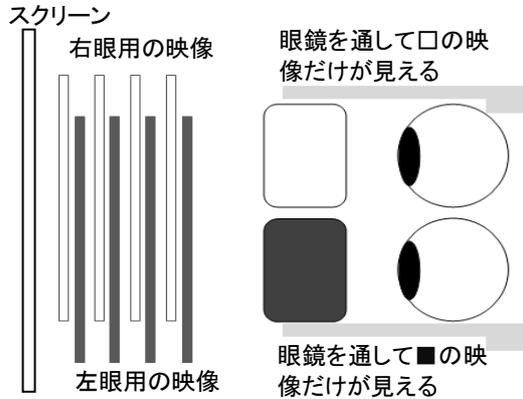


図2 3D眼鏡を使用したプロジェクタ方式

②裸眼立体視モニター方式

現在、3D眼鏡をかけず裸眼で立体視可能なモニターの研究・開発が行われており、画面サイズが小さいモニターは一般にも普及し始めている。将来的には、一般家庭にも大画面の 3D モニターが普及し始めると予想される。

本研究では、パララックスバリア方式（視差バリア方式）を採用したニューサイトジャパン社の 42 MultiView AD3 用に CG を作製した。これは、モニターに特殊なフィルタを張ることにより、左眼用、右眼用の異なる視野の映像を提示し、裸眼でも立体視可能なシステムである。本システムは、8 視点の映像を映し出すことで 120 度の視野を確保している（図 3）。モニター画面のサイズは 42 インチである。

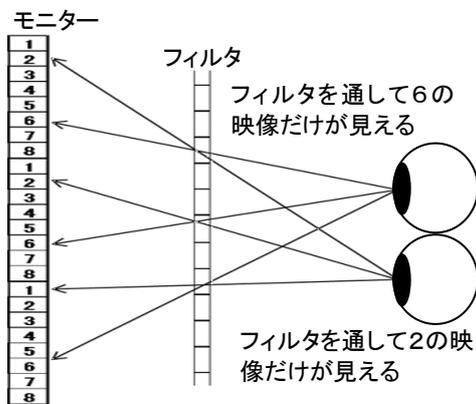


図3 裸眼立体視モニター方式

4. 研究成果

(1)慣性センサ式モーションキャプチャを舞踊に活用した場合の教育的な効果

ここでは、主として神楽の練習にモーションキャプチャを使った場合の効果について述べる。

モーションキャプチャによる CG 映像を見て、弟子に三番叟という舞の練習を師匠立会いのもとで行った。練習では、膝の角度、腰の曲げ方についてどうすればよいのかの確認が中心となった。三番叟は激しい動きをする舞であるが、老人の動きを表現している舞でもある。したがって躍動感ある動きの中にも老人が舞っているように踊らなければならない。そこで、弟子は「腰をもう少し曲げて、膝を前に出して…」と言いながら、自分のポーズを CG で視点を変えながら確認していた。師匠も、「それ以上曲げると腰が丸くなってしまってダメだ、それくらいでよい」といった助言を行っていた。

練習前と練習後で腰の傾きを比較したところ、全体的に腰を曲げて踊るようになっており、CG を見て気づいたことが生かされていた（図 4）。

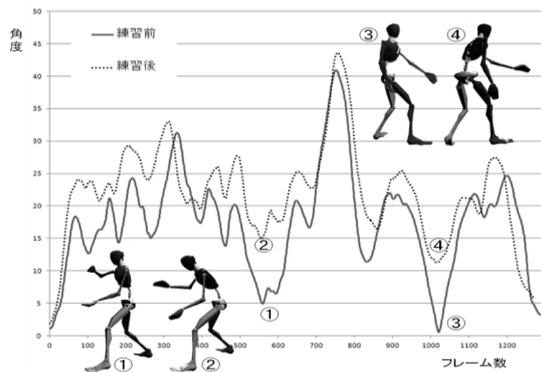


図4 舞踊の変化

神楽の練習には人体の骨格を簡単に表現した CG を使用した。そのため、弟子は「手足の位置や角度がわかりやすくなった」と述べていた。また、自分自身をビデオや鏡で見るのと違い、「細かい部分を意識するようになる」と述べていた。これは、これまでの研究で明らかとなっていたように、モーションキャプチャを用いて情報を削ったことによる新たな気づきであったと思われる。

しかし、それだけではなく「細かい部分を意識するようになる」ことで、普段は「なんとなく、こんなものかな程度で腰を曲げて踊っていたが、モーションキャプチャを活用した練習では、おじいさんに見えるような腰の曲がり方とはどのようなものだろうかを考え、他人から見てどう見えるかについて確認した」という。つまりモーションキャプチャ

を用いたことで自分を客観的に見た場合どう見えるかについて確認できるようになったのである。

本研究では、モーションキャプチャを実際の舞踊の練習に活用した。その結果、これまでの研究で示唆されていた通り情報を削ることによる気づきがあり、実際のその気づきが上達に役立つことが明らかとなった。また、学習者はモーションキャプチャにより情報を削ることで、客観的な視点を持つことができるようになると考えられた。

また、ミュージカル俳優養成所での舞踊の練習でも、学生らに神楽の場合と同じように新しい気づきがあり、その結果が表れていた。

## (2) 立体視映像の教育活用の可能性

### ① 立体視映像の可能性

調査の結果、立体視映像が教育への興味関心を高めたり、理解を深めたりすることに役立つことが示唆された。特に、2D 映像ではイメージしたり理解することが難しい分野における立体視映像の活用が期待される。特に「没入感がある」「リアルである」という感覚が教育に役立つという意見もあった。

同様に、神楽の継承においても立体感が役に立つことが示唆された。立体視映像のもたらす立体感・没入感が教育に活用する場合のポイントとなると推察される。

### ② 立体視映像の2方式の比較

高校生約 200 名に対する調査では、「3D 眼鏡をかけた方がよい」と答えた人が多かった。この理由としては「よりリアルで没入感が強い」という意見が多かった。「眼鏡をかけることで勉強モードに入ることができる」という意見もあり、3D 眼鏡をかけることにより自分が映像の空間内に飛びこめる印象を持つとも考えられる。反面、裸眼立体視は「こちらの空間に立体映像がやってくる感じ」という意見のように、立体感はあるものの没入感は高くない。教育に活用する場合、没入感をより出したい場合は 3D 眼鏡を活用した方がよいと考えられる。

一方、「眼鏡をかけることが面倒である」という意見も多かった。神楽の練習に立体視映像を使おうと考えた場合、立体視映像を見るために眼鏡をかけ、練習するときにはずして踊ることは現実的ではない。実際、神楽を学ぶ人たちは全員が裸眼立体視を選んだ。一般的な教育場面における活用でも、没入感より立体感が得られればよい場合、例えば数学の立体図形等での活用や、眼鏡をかけることで不自由が生じる場合は裸眼立体視がよいと思われる。

本研究での調査では、3D 眼鏡を活用したプロジェクトと裸眼立体視可能なモニターの二方式で立体視映像を映し出した。プロジェクト映像はモニター映像に比べて暗い印象

を受ける。この明るさについても神楽の師匠・子どもたちは二つの方式を比べる際に問題としていた。画面の明るさや鮮明さも大きな影響を及ぼすと思われた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

① 渡部信一：超デジタル時代における「学び」とテクノロジーの新たな関係、コンピュータ利用教育学会誌「コンピュータ & エデュケーション」、10-15, 2012 (査読有り)

② 佐藤克美・渡部信一：超デジタル時代における民俗芸能の継承～八戸法霊神楽を事例として～、東北大学大学院教育情報学研究部・教育部教育情報学研究、第 11 号, 41-50, 2012 (査読有り), URL: <http://ir.library.tohoku.ac.jp/re/bitstream/10097/54492/1/1348-1983-2012-11-41.pdf>

③ 渡部信一：「しみ込み型の学び」を取り戻す、こどもと体育、No. 154, 公文書院, 22-25, 2011 (査読無し), URL: <http://www.kobun.co.jp/dataroom/magazine/dl/taiiku154.pdf>

④ 佐藤克美・海賀孝明・渡部信一：神楽継承教材としての立体視 CG の評価、日本教育工学会論文誌, 35 (Suppl.), 145-148, 2011 (査読有り)

⑤ 佐藤克美・沼倉弘幸・海賀孝明・渡部信一：舞踊教育におけるモーションキャプチャ活用に関する研究、東北大学大学院教育情報学研究部・教育部教育情報学研究、No. 9, 1-9, 2011 (査読有り), URL: <http://hdl.handle.net/10097/48894>

⑥ 渡部信一：「身体を使った学び」の復権、『こどもと体育』, No. 153, 公文書院, 18-21, 2010 (査読無し)

⑦ 佐藤克美・海賀孝明・渡部信一：舞踊の熟達化を支援するためのモーションキャプチャ活用、日本教育工学会論文誌, 34 (Suppl.), 133-136, 2010 (査読有り)

⑧ 渡部信一：高度情報化時代における「教育」再考—認知科学における「学び」論からのアプローチ—, 教育学研究, 77 (4), 14-26, 2010 (査読有り)

[学会発表] (計 9 件)

① Katsumi Sato・Yoko Usui・Shinichi Watabe：The Value to Dance Practice of CG Derived from Motion Capture, Siggraph Asia2012, 2012 年 11 月 29 日～30 日, Singapore Expo, Singapore

② 薄井洋子・佐藤克美・渡部信一：舞踊の学習を目的とした効果的な CG の検討, 情報処

理学会, 人文科学とコンピュータシンポジウム「じんもんこん 2012」論文集, 253-258. 2012年11月17日~2012年11月18日, 北海道大学

- ③佐藤克美・薄井洋子・渡部信一：神楽の継承支援を目的としたリアルタイムCGの活用, 第28回日本教育工学会全国大会発表論文集, 971-972, 2012年9月17日, 長崎大学
- ④薄井洋子・佐藤克美・渡部信一：モーションキャプチャを活用した舞踊学習における効果的なCGアニメーション, 第28回日本教育工学会全国大会発表論文集, 975-976, 2012年9月17日, 長崎大学
- ⑤Katsumi Sato・Yoko Usui・Takaaki Kaiga・Shinichi Watabe：The evaluation of 3D stereoscopic vision for learning "Kagra". Siggraph Asia2011, 2011年12月13日, Hong Kong Convention & Exhibition Centre, Hong Kong
- ⑥佐藤克美・薄井洋子・渡部信一：CG活用が神楽の学びに与える影響, 第27回日本教育工学会全国大会発表論文集, 901-902, 2011年9月19日, 首都大学東京
- ⑦薄井洋子・佐藤克美・渡部信一：モーションキャプチャによる振り返りCGを活用した舞踊の学習, 第27回日本教育工学会全国大会発表論文集, pp903-904, 2011年9月19日, 首都大学東京
- ⑧佐藤克美・海賀孝明・渡部信一：モーションキャプチャと神社CGを組み合わせた神楽継承支援の試み, 第26回日本教育工学会全国大会発表論文集, pp941-942, 2010年9月20日, 金城学院大学
- ⑨渡部信一・佐藤克美：3D立体視映像の教育活用の可能性, 第26回日本教育工学会全国大会発表論文集, pp943-944, 2010年9月20日, 金城学院大学

[図書] (計3件)

- ①渡部信一：超デジタル時代の「学び」—よいかげんな知の復権をめざして—, 新曜社, 247ページ, 2012
- ②渡部信一 監修：高度情報化時代の“学び”と教育, 東北大学大学院教育情報学研究部編, 東北大学出版会, 334ページ, 2011
- ③佐藤克美・渡部信一：モーションキャプチャを活用した教育. 渡部信一監修, 東北大学大学院教育情報学研究部編, 高度情報化時代の“学び”と教育, 東北大学出版会, 15章, pp291-311, 2011

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡部 信一 (Shinichi Watabe)

東北大学・大学院教育情報学研究部・教授  
研究者番号：50210969

(2) 研究分担者  
なし ( )

研究者番号：

(3) 連携研究者  
なし ( )

研究者番号：