

伝統舞踊のモーションデータを用いた簡易振付作成システム

萩原智大¹ 曾我麻佐子¹

概要: 無形文化財である伝統舞踊は、これまで映像での保存が中心で、3次元的な記録は少なかった。本研究では、モーションデータを用いて伝統舞踊の振付を記録・再現する簡易振付作成システムを開発した。振付を作成するためのモーションデータは、事前に舞踏家の実演によりモーションキャプチャシステムと LeapMotion で取得したものである。腕や手などの体の部位ごとの動作に分割し、体の部位ごとや時系列で舞踊動作を組み合わせることで舞踊の振付を作成することができる。各舞踊動作の開始姿勢と終了姿勢を定義しているため、伝統的な舞踊の振付を簡単に作成することができる。琉球舞踊のモーションデータを用いて、本システムによる琉球舞踊の演目の再現を試みた。また、応用例として、作成したモーションを AR 舍利容器システムに搭載し、博物館での文化財展示支援に活用した。

キーワード: 伝統舞踊, 振付, モーション, CG

A Simple Choreography Creation System Using Motion Data of Traditional Dances

TOMOHIRO HAGIHARA^{†1} ASAKO SOGA^{†1}

Abstract: Traditional dances, which are intangible cultural assets, have been preserved mainly in the form of video, and there are few three-dimensional archives. In this study, we developed a simple authoring system that uses motion data to record and reproduce the choreographies of traditional dances. The motion data used to create the choreographies were acquired from professional dancers in advance with motion capture systems and a Leap Motion controller. Dance motion clips of body parts such as arms and hands are provided, and dance choreographies can be created by combining motion clips both by human body part and in chronological order. The start and end poses of each motion clip are defined, which allows users to create traditional dances easily. We tried to recreate a traditional Ryukyu dance piece by using the proposed system with motion data from Ryukyu dancing. As an additional application, we used the created motions in the AR Sarira casket system to support an exhibit of cultural assets at museums.

Keywords: Traditional Dance, Motion, CG

1. はじめに

近年、モーションキャプチャ技術の発達により、舞踊などの人体動作のモーションデータもデジタルアーカイブやデータベースに蓄積されるようになった。そのため、人体動作のモーションデータを使用したコンテンツも広まっている。モーションデータを用いた祭事の再現や伝統舞踊の振付創作支援などの研究も行われており、例えば、モーションデータを使用して舞踊や舞楽の振付を再現する研究として、和歌山県の丹生都比売神社において催されていた舞楽曼荼羅供をデジタルアーカイブとして保存する研究[1]や京都の祇園祭の囃子方の動作をキャプチャしデジタル化した研究[2]がある。

筆者らは、モーションキャプチャシステムで収録した舞踊動作を基本動作に分節化してアーカイブ化し、それらを組み合わせて再構成することで振付を作成するシステムの開発を継続的に行っている。これまでに、バレエの基本動作を時系列に組み合わせることでレッスン用の振付を作成または自動生成するシステム[3]、身体部位動作を組み合わせることで新たな振付の創作を支援するシステム[4]の開発を行

っている。本研究では、伝統舞踊の振付の記録と再現を目的とし、様式化された基本動作を時系列および身体部位単位に組み合わせることで、振付を手軽に作成できるシステムを開発した。

基本動作を組み合わせることで振付を作成する既存研究として、舞踊符による身体動作記述システム[5]や能の仕舞のアニメーション合成システム[6]がある。本システムは、これまでに開発したバレエの振付システムのコンセプトを日本の伝統舞踊である琉球舞踊に適用し、各基本動作の開始姿勢と終了姿勢を定義することで、様式化された舞踊を手軽に作成できるようにした。さらに、日本の伝統舞踊で重要となる手指動作と和服の表現に対応し、手指動作の合成と和服の舞人モデルによる CG アニメーション表示を可能にした。様式に合った動作を手軽に作成し、CG アニメーションで確認できるツールを提供することで、モーションデータを用いたデジタルコンテンツの制作が容易になり、様々な応用分野での活用が期待できる。

本稿では、琉球舞踊のモーションアーカイブ化と CG モデル、振付作成システムについて報告する。また、本シス

¹ 龍谷大学大学院理工学研究科
Ryukoku University Graduate School of Science and Technology

テムを用いて日本の伝統舞踊の記述・再現が可能かどうかを検証するため、琉球舞踊のモーションデータのアーカイブを用いて古典舞踊の振付再現を試みる。さらに、モーションデータを用いたコンテンツ応用として、システムで作成した振付を舍利容器の展示支援システムに導入し、実際の博物館展示で活用した例について報告する。

2. モーションデータとモデル

2.1 モーションデータの収録

琉球舞踊では、全身に加えて、手指に特徴的な動きがあり、モーションデータはそれぞれ別の手法で収録した。身体データの収録には、光学式モーションキャプチャシステム OptiTrack を用いて取得した。本研究では、体に装着する反射マーカ 34 個とトラッキング用の赤外線カメラ 8 台を使用し、100fps で計測した。また、女踊りには指の所作が重要な動作があり、光学式モーションキャプチャシステムでは、指の動作は収録できないため、非接触ハンドトラッキングセンサである LeapMotion により 120fps で計測した。舞踏家の女性 2 名で、2 回に分けて行い、男踊りと女踊りの基本動作を 60 種類計測した。

2.2 モーションデータ加工

モーションキャプチャシステムにより取得されたモーションデータは、マーカの点群として取得される。OptiTrack 専用の編集ソフトである Motive で、時系列である計測点の 3 次元の位置情報からなる TRC (Trace) 形式に変換する。その後、人体の関節角度データである BVH (Biovision Hierarchy) 形式のデータに変換する。また、収録した点群は 100fps だが、30fps で出力した。

非接触ハンドトラッキングセンサで取得した手指の動作は、指の骨格がある T ポーズの人体の骨格が BVH 形式で出力されるため、Motionbuilder を用いて余分なフレーム部分を取り除く。その後、身体データのモーションと統合する指の関節の名前を同じにし、同じシーンに追加することでモーションが入っていなかった関節が上書きされ、身体と指が動く舞踊動作ができる。CG モデルへの割り当てでは、キャラクタ付けで身体セグメントに加えて、掌と各指の関節などの 40 個のセグメントに分け、指のどの関節部分に属するか決定することによって、指のモーションを割り当てている。

2.3 舞人モデル

琉球舞踊の古典舞踊である女踊りの衣装を参考に 3DCG の舞人モデルを作成した。舞人モデルを図 1 に示す。髪型は、長髪で髷がついており、鉢巻を巻き、着物は、赤いびんがた衣装で、袖は長くした。舞人モデルの身体骨格構造を図 2 に示す。また、舞人モデルの指の骨格構造を図 3 に示す。舞人モデルの骨格には、関節が頭に 1 個、首に 1

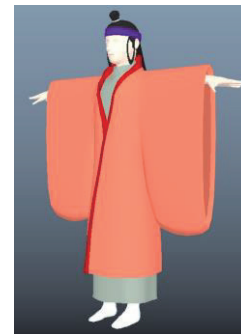


図 1 舞人モデル

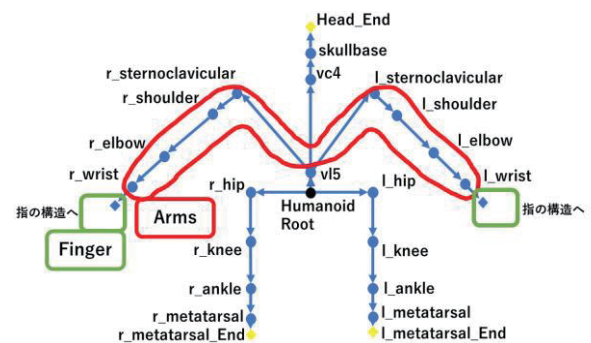


図 2 舞人モデルの身体骨格構造

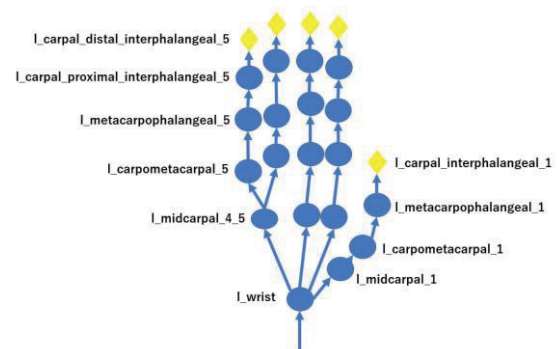


図 3 指の骨格構造

個、両腕に 4 個、両手に 36 個、両足に 8 個、背骨に 1 個、腰に 1 個の合計 52 個あり、腰の関節が HumanoidRoot となっている。

琉球舞踊で使用されている袖の動きの再現のために舞人モデルの着物の袖に布のクロスシミュレーションを設定した。琉球舞踊で用いられる衣装の袖は、袖を振るとなびく、絹のような性質がある。クロスシミュレーションは Unity で販売されているアセットである MagicaCloth[7]を使用した。クロスシミュレーションの設定は、シミュレーションをつけるメッシュの頂点を指定し、パラメータを設定することで布の性質を再現する。パラメータの設定として、空気抵抗を大きくし、頂点間の距離と回転角度に制限を設けた。また、身体に袖が当たるように両足の太ももと脛に円柱のコライダーを追加した。

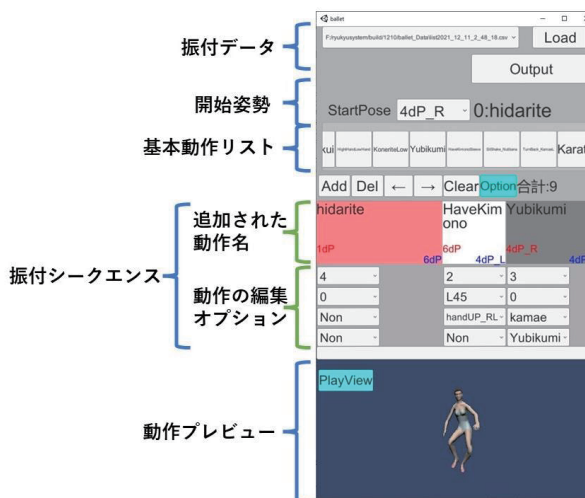


図4 振付作成画面



図5 振付再生画面



図6 腕と指の動作の差し替え例

指の動作の追加が可能となっており、変更したい動作名の下のオプションで変更できる。画面上部の Output ボタンで作成した振付シーケンスを CSV 形式で保存することができ、保存した振付シーケンスは図4の振付データにある Load ボタンによって読み込むことができる。

振付シーケンス作成後、振付再生画面に切り替える。振付再生画面を図5に示す。図5の左部では振付シーケンスに含まれている基本動作の符号が表示されており、再生したい符号を選択すると、その動作から振付が再生される。図5の画面右上のスライダーでは bpm を変更可能であり、再生速度の変更が可能となっており、60bpm が1倍速で、数値を増加させると再生速度が速くなる。CGモデル変更ボタンにより舞人のCGモデルの変更も可能となっており、初期状態が赤い着物の舞人で、緑の着物の舞人とバレエダンサーに切り替えることができる。また、図5上部の視点操作により、初期状態の視点は舞人モデルを正面から映しているが、左側と右側、背後、上から映す視点変更も可能となっている。

3. 振付作成システム

3.1 概要

舞踊動作を身体部位ごとに時系列順に組み合わせることで舞踊の振付を簡易的に作成するシステムを開発した。動作開発環境としては、Unity2019.3.2f1を使用し、タブレット上で動作するシステムとなっている。今回は、身体部位として腕と指の動作を組み合わせることが可能である。図2の赤枠に腕の骨格を示す。腕と指の動作を差し替えられることでシステム上に存在しないモーションを作り出すことができ、様々な種類の振付を再現することが可能となっている。また、前動作の終了姿勢と後動作の開始姿勢を同じにすることで基本動作を自然につながる振付が作成できる。

3.2 GUI と機能

本システムでは、振付作成画面で振付を作成する。振付作成画面を図4に示す。図4の基本動作リストから基本動作を時系列順に選択していくことで振付シーケンスの作成が可能である。振付シーケンスに追加した動作は、それぞれ拍数の変更と身体方向の変更、腕の動作の差し替え、

3.3 舞踊動作作成

本システムでは、システムに含まれていない舞踊動作は身体動作から腕と指の動作を差し替えることによって作成することができる。基本動作から腕と指の動作を差し替えた例を図6に示す。例では、手を上げて右へ踏み出す「足つき」動作であるが、「かまえ」の腕の動作と「ほかけ」の指の動作を差し替えた。身体モーションには、頭と腕と脚の部位動作が含まれているため、腕の動作は別の動作を差し替えており、指の動作は新しく追加している。振付シーケンスに追加した身体動作は、動作の編集オプションで拍数の変更、身体方向の変更が可能となっている。拍数は1拍から8拍と16拍を選択して変更でき、身体方向は、左右にそれぞれ45度ずつ180度まで変更可能となっている。ベースとなる身体モーションの再生速度を再生時間が1拍になるよう標準化して振付シーケンスに追加している。拍数を変更すると、拍数に応じて再生速度が変化する。身体動作に腕と指の動作を差し替えると、腕と指の動作も身体の拍数に合わせて再生速度が正規化されるため、身体動作と再生時間が異なっていたとしても同じ再生時間になる。



図7 振付作成システムを用いて作成した琉球古典舞踊組曲「諸屯」のアニメーション再生の様子

表1 CSV形式のデータ

| | | | | |
|---------------------------------------|---|-----|-------|--------|
| houkou_RL;1dP:1dP_L45 | 3 | 0 | Non | Non |
| hougakuasi_2;1dP:4S_R_0 | 2 | L45 | Non | Non |
| SitChirikeishi_Nutibana;4S_R:knee_R45 | 4 | 0 | kamae | Non |
| tirike-si_sit;knee:4dP_L_L45 | 5 | 0 | Non | hokake |

3.4 基本動作の接続

振付シークエンスに追加されたモーションは、時系列順に再生され、前モーションの終了姿勢と後モーションの開始姿勢を合わせることで、違和感なく動作をつなぐことができる。表示されている開始姿勢の基本動作を選択することができ、開始姿勢を変更するとその姿勢の基本動作が表示される。また、基本動作を選択すると、その動作の終了姿勢が開始姿勢となる動作が候補として表示され、基本動作が自然につながる振付が容易に作成可能となっている。また、前動作が終了する前の約0.5秒と後動作の開始から約0.5秒のモーションがブレンドされて切り替わる。動作間のブレンドは、身体モーションに加えて差し替えた腕と指のモーションにも適応しているため、全身の動作を違和感なく切り替えることが可能となっている。

3.5 振付の保存

作成した振付は、時系列順に符号化されてCSV形式で記録される。動作の符号化はバレエのステップコード[3]を参考にした。記録されたCSV形式のデータ例を表1に示す。記録される情報は、5列で構成されており、1列目から動作の符号、拍数、変更された身体方向、腕の動作、指の動作となっている。動作の符号は、ローマ字表記の動作名と開始姿勢、終了姿勢、動作終了時の身体方向を符号化している。拍数は整数で表記し、変更された身体方向は右へ回転している場合は回転角度の前にR、左の場合はLを表記している。腕の動作と指の動作は、それぞれローマ字表記の動作名としている。

4. 古典作品の再現

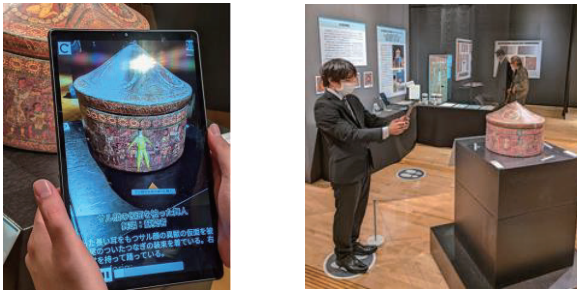
4.1 諸屯

本システムを用いて既存作品をどの程度再現できるか検証することと再現できない動作やシステムの改変点を明らかにすることを目的とし、琉球舞踊の古典作品であり女踊りの1つである琉球古典舞踊組曲「諸屯」の振付の再現を試みた。「諸屯」は、主に体の向きと歩み、膝の曲げの動作により、女性の失恋で悶々ともだえる様子を表現している。振付作成システムを用いて「諸屯」のアニメーションを再生している様子を図7に示す。1つ目は、「すくい手」の動作である。2つ目は、斜めを向く動作に手を挙げる腕の動作を差し替えた動作である。3つ目は、「こねり手」の動作に「こねり手」の指の動作を追加した動作である。4つ目は、「すり足」の動作に着物を持つ腕の動作に差し替えた動作である。この振付は、プロの舞踏家による実演動画を見ながら作成した。基本動作から身体のモーションを選択し、腕の動作を差し替え、腕の動作に合わせた指の動作を追加することで実際の踊りに近い動作を作成した。また、本来、「諸屯」では、時間ではなく歌われている歌詞に合わせて1つの動作の時間が決められるが、振付再現では、実際の動作の時間から、拍数を選択することによって再現している。振付の時間は8分19秒となっており、合計で48個の動作を振付シークエンスに追加した。そのうち、腕動作を組み合わせた動作は27個、指動作を組み合わせた動作は3個であった。

4.2 結果と考察

振付作成システムを用いて「諸屯」の振付を作成した結果、48の動作中39個で全体の81%であった。再現した振付は、脚の動作は再現できたが、腕の一部の動作を再現することができなかった。再現できなかった腕の動きとして、片腕を頭に当て、他方の腕を斜め前に出す動作や腕を体の前へもっていき肘を曲げ、腕を上げる動作などがあつた。

「諸屯」では、立ち止まった状態で主に腕を動かすことや、腕の構えをとり続けることが必要となった。しかし、



(a) 実行画面 (b) 展示の様子

図 8 展示システムを使用している様子

本システムでは腕の差し替え動作が少なかったことや、腕の差し替え動作は腕を構えるモーションのため、同じ腕の差し替え動作を連続で選択すると、1度腕を下ろして構え直す動作となったため、腕を構え続けさせることができなかった。

また、「諸屯」は1つ30秒以上の動作が多くあったが、長い動作を再現するためには同じ動作を2つ以上追加する必要があり、再現しきれなかった。また、前動作と後動作の終了と開始の0.5秒ブレンドしているため、作成した振付の再生時間は8分1秒となり、実際の振付の時間と比較して18秒短くなった。

これらの問題の解決策として、腕を構え始める動作と構えた後の固定ポーズの2種類追加ことで腕の動作の問題は解決すると考えられる。また、動作の切り替わりで動作がブレンドされることを考慮して、現在の拍数は60bpmなので1拍1秒であるが、そこから1秒増やすことで、動作の前後で0.5秒ブレンドされたとしても全体の振付の時間は変わらないと考えられる。

本システムを使用して8分19秒の振付を再現した場合、動画を見る時間も必要であったが、1時間程度で再現することができた。そのため、本システムを使用すると手軽で効率的に振付が作成できることが分かった。再現の忠実さに関しては、脚の動作はおおむね忠実に再現することができたが、腕の差し替え動作の種類が少ないことが問題となった。

5. コンテンツ応用

モーションデータを用いたコンテンツ応用として、システムで作成した振付を舍利容器の展示支援コンテンツに導入し、実際の博物館展示で活用した。文化財に描かれた絵の中には踊りを表現したものがあるが、実物の絵のみではどのような踊りであるか知ることはできない。そこで、歴史資料や動画を参考に本システムで振付を作成し、CGアニメーションとして提示することを試みた。

5.1 AR 舍利容器

展示支援コンテンツとして「AR 舍利容器」を制作し、龍谷ミュージアムで2日間展示を行った。AR 舍利容器は、釈迦



(a) 左衽(序) (b) サル仮面(序) (c) 黒仮面(破)

図 9 「蘇幕者」のアニメーションの様子

の遺骨を納めるために作られたといわれている舍利容器のレプリカにタブレットをかざすと舞人の3DCGアニメーションを重ねて見ることができる。AR (Augmented Reality) 技術を利用して舞人の画像をあらかじめ登録しておき、その画像を認識するとタブレットで映したカメラ映像の上に3DCGアニメーションや解説を表示する。AR 舍利容器を使用している様子を図8に示す。図8(a)は、実際に博物館でシステムを使用した実行画面である。図8(b)は、博物館での展示の様子である。

舞人の動きは、西域から中国をへて日本に伝わった舞楽「蘇幕者」の映像を参考にし、3人の異なる舞人のCGアニメーションを作成した。その中の1人である「サル顔の異獣の仮面を被る舞人」の振付を、琉球舞踊のモーションアーカイブと振付作成システムを用いて作成した。作成した振付は36秒であり、11個の基本動作を使用した。舞人のCGアニメーションの例を図9に示す。図9(a)は、「左衽の上衣を着た舞人」であり、「序」の振付を踊っている。図9(b)は、サルの仮面をかぶったモデルであり、「序」の振付を踊っている。図9(c)は、「黒い顔の異獣の仮面を被る舞人」であり「序」の後に踊られる振付である「破」を踊っている。「黒い顔の異獣の仮面を被る舞人」と「左衽の上衣を着た舞人」の振付には、「蘇幕者」の映像を参考に動きを実演し、モーションキャプチャで収録したものを割り当てた。

5.2 評価と結果

振付作成システムで作成したデジタルコンテンツの有用性を検証するため、AR 舍利容器を体験した来館者を対象にアンケート調査を行った。回答者は2日間で51人であった。

「CGアニメーションによって舞人の動きについて理解を深めることができましたか?」という項目に対し、未回答2名を除き全員が肯定的と回答したため、モーションデータを用いたCGアニメーションで舞人の動きを表現するという展示支援のコンセプトは有用であると考えられる。また、モーションキャプチャシステムで収録したモーションと振付作成システムで再現した振付モーションを比較するため、「どの舞人の動きが最もイメージに合っていましたか?」という質問を用意し、「①左衽の上衣を着た舞人」、「②サル顔の仮面を被った舞人」、「③黒い顔の仮面を被っ

た舞人」,「④わからない」の4択で回答してもらった。振付作成システムで再現した振付は②の舞人であり,②と回答した人は最多の16人,残りは,①が5人,③が14人,④は15人であった。これより,本システムを用いて再現した振付が最も「蘇幕者」のイメージに合っている結果となったが,わからないという回答も多く,明確な違いは確認できなかった。

演舞作成システムの試作,情報処理学会インタラクシオン
2021 論文集, pp.676-677 (2021)

6. おわりに

本研究では,琉球舞踊を対象として,振付の再現と作成を行えるシステムを開発した。本システムでは,身体と腕,指の動作を組み合わせて動作を作成し,時系列順に組み合わせることで振付の作成ができる。CGモデルは,琉球舞踊の古典舞踊である女踊りの衣装を参考に作成し,クロスシミュレーションによって袖を本物に近づけた。

しかし,腕の動作の種類や動作間の補間手法など,舞踊の振付を忠実に再現するために検討する課題は多くある。今後は,忠実に琉球舞踊の振付を再現し,作成した琉球舞踊の振付を龍潭池で行われていた祭事の演舞作成システムに導入することや琉球舞踊以外の舞踊の振付の再現,扇などの小道具の追加を考えている。琉球舞踊の振付を用いたコンテンツの応用として,作成した振付を祭事の演舞作成システム[9]に組み込み,祭事を再現することも考えている。

謝辞 モーションデータ収録にご協力いただいたジュリア・メカラー氏,福島千枝氏,田原大輔氏に謝意を表す。なお,本研究の一部は,JSPS 科研費 20K12568 の助成によるものである。

参考文献

- [1] 吉川耕平,小島一成,八村広三郎:天野舞楽曼荼羅供におけるデジタルアーカイブとその応用,じんもんこん 2019 論文集, pp.37-42(2019)
- [2] 八村広三郎:無形文化遺産のデジタルアーカイブ,バイオメカニズム 22(0), pp.1-12(2014)
- [3] 曾我麻佐子,海野敏,安田孝美,横井茂樹,3DCGによるバエ振付のための体系的符号化と創作支援システム,芸術科学会論文誌, vol.3, no.1, pp.96-107, Mar. 2004
- [4] 曾我麻佐子,海野敏,平山素子,動作合成システムとタブレット端末を用いた現代舞踊の創作支援,情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON), vol.2, no.2, pp.10-19, Aug. 2014
- [5] 湯川崇,海賀孝明,長瀬一男,玉本英夫:“舞踊符による身体動作記述システム”,情処学論, 41, 10, pp.2873-2880 (2000)
- [6] 岩月正見,尾下真樹,山中玲子,中司由起子,関健志:能の型付資料に基づく仕舞のアニメーション自動合成システム,第11回情報科学技術フォーラム,第4分冊 pp.27-34 (2012)
- [7] Magica Cloth (2021/12/21)
<https://magicasoft.jp/magica-cloth/>
- [8] 谷向響,曾我麻佐子,岡田至弘:モーションデータとARを用いた舍利容器のインタラクティブコンテンツ,映情学技法, vol. 42, no. 6, ME2018-46, pp.7-8(2018)
- [9] 萩原智大,曾我麻佐子:ARヘッドセットを用いた琉球舞踊の