

能の型付資料に基づく所作単元の分析と 舞の3Dアニメーション合成

岩月正見[†] 山中玲子^{††} 大塚将太[†]
中司由起子^{††} 柳瀬千穂^{†††}

能の舞は、型付と呼ばれる資料に記述された所作単元の時系列的な組み合わせにより動作が決められる。本研究では、モーションキャプチャにより収録した所作単元から、一連の舞に組み込まれても必ず演じられるコア部分を抽出し、これらを時系列的に配置することにより、能の舞を3Dアニメーションとして合成する手法を提案する。

Analysis of Movement Units and Synthesis of 3D Dance Animations Based on Katatsuke(Traditional Notation) in Noh Theater

Masami Iwatsuki[†], Reiko Yamanaka^{††},
Shota Ohtsuka[†], Yukiko Nakatsuka^{††} and Chiho Yanase^{†††}

Noh dances are composed of temporal sequences of movement units described in documents called "Katatsuke." This paper presents an approach for synthesizing Noh dances as 3D animations by extracting core parts performed at any time if the parts are integrated into a Noh dance, and aligning them in time series.

1. はじめに

室町時代に大成された能楽は、台本・音楽・演技・装束・舞台、すべてに独自の様式を備えた日本の誇る舞台芸術であるとともに、現代に生きる世界の演劇の重要な一つでもあり、600年間一度も途切れることなく上演され、技芸の伝承も行われてきた。技芸の伝承は口伝によることも多いが、音声や映像を記録できるようになるまで、実際にどう演出しどう動くかという知識を綿々と伝えてきたのが、型付資料である。つまり、型付は、能という演劇の核となる部分を担ってきたといえる。しかしながら、型付を能楽の研究資料として使いこなすのはむずかしいとされてきた。現在演じられている能の所作(型)については、横道により精密な分類がなされており[1]、型付に記された所作の復元もある程度は可能だが、所作と所作の間をどうつなぐのか、型付に記述されない部分に関しては、専門の能役者の経験則や勘に頼らざるをえず、客観的に記述することはできなかった。したがって、従来の能楽研究では、「(書かれていないため)理解不能」の部分を残しながら、解読できる部分だけを、個々の作品の作品研究や演出研究に利用してきたというのが実情である[2]。

そこで我々は、文理融合型の研究プロジェクトとして能楽とロボット工学を専門とする研究者が共同して、能の伝承に重要な役割を果たしてきた型付資料の「記述のあり方」や「読み解き方」を客観的に解明し、能の本質を究明する新しい切り口を見出すことを目的とした研究に着手した。本研究ではまず、動作解析やCG制作等、工学系の知見や技術を導入することにより、型付に記述されている所作の系列のみから能の舞をどこまで正確に自動合成できるかという問題を解明する。これにより、能の動きを形式的にルール化して客観的に記述できる部分とそうでない部分を明確にし、型付のみから解読できる動きの臨界といえる部分までを抽出する。本稿では、そのために必要な型付の動作分析と能の舞の3Dアニメーションを合成する手法について述べる。

本稿ではまず、能の一部を紋付袴姿で舞う略式上演形態である「仕舞」が、「型」と呼ばれる所作単元を時系列的に組み合わせることで演じられることに着目し[3]。モーションキャプチャにより収録した基本的な「型」から、一連の舞に組み込まれても必ず演じられるコア動作部分を抽出する方法について解説する。つぎに、抽出されたコア動作部分を、型付の記述に従い、CGアニメーションツールを用いて時系列的に配置することにより、仕舞を3Dアニメーションとして合成する手法を提案する。また、これらの成果に基づいて、初心者でも簡単に、型付資料から仕舞を3Dアニメー

[†] 法政大学大学院デザイン工学研究科
Graduate School of Engineering and Design, Hosei University

^{††} 法政大学能楽研究所
Noh Theater Research Institute, Hosei University

^{†††} 法政大学大学院人文科学研究科
Graduate School of Humanities, Hosei University

ションとして合成し、任意の視点からその動作を確認できる試作ツールについても触れる。最後に、今後の課題について述べる。

2. 型付に基づく仕舞の解釈

本章では、型付資料がどのような記述の仕方によって仕舞の演じ方を決めているのかについて解説する。

2.1 型付資料

能の所作の記述は、原則として、「型」と呼ばれる所作単元を、それが演じられる舞台上の場所や方向などと合わせて記すことによって行われる[2]。その最もわかりやすい形として、現行観世流の仕舞の型付がある。代表的な仕舞の1つである「熊野」の型付を図1に示す[4]。謡曲詞章の右に朱で記されている箇所が所作単元の指定であり、「立」、「正へ出」、「サシ込」、「開」等の所作単元の時系列的な組み合わせからなっている。

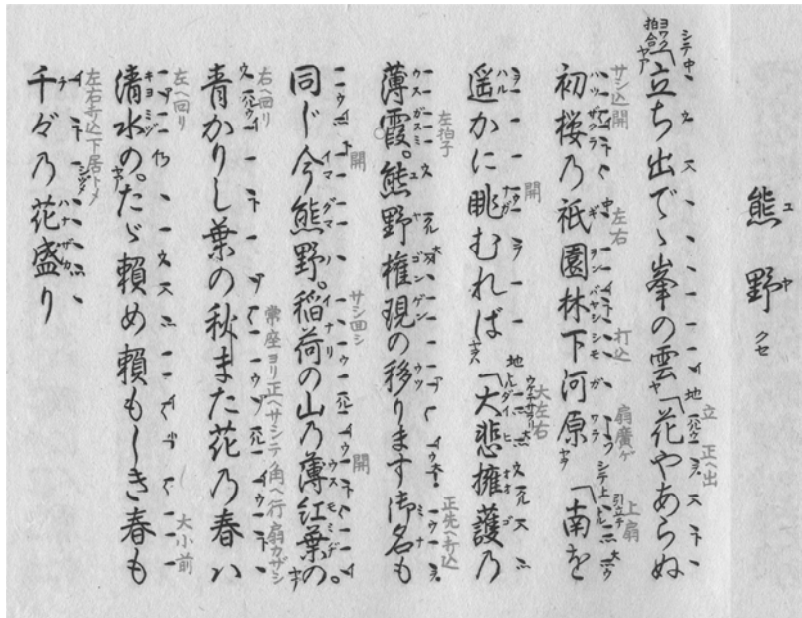


図1 型付資料「熊野」(文献4)より引用)

2.2 能舞台

能の本舞台は、三間(約6m)四方の正方形で、図2図2 能舞台のように、縦横それぞれ3等分して9つのマスに区切って立ち位置を捉え、それぞれの位置に名称が与えられている[3]。図1の型付の中にみられる「正先へ」や「常座ヨリ」という記述が、この能舞台の位置を指定しており、「正へ」や「左へ」という記述が動く方向を指示している。

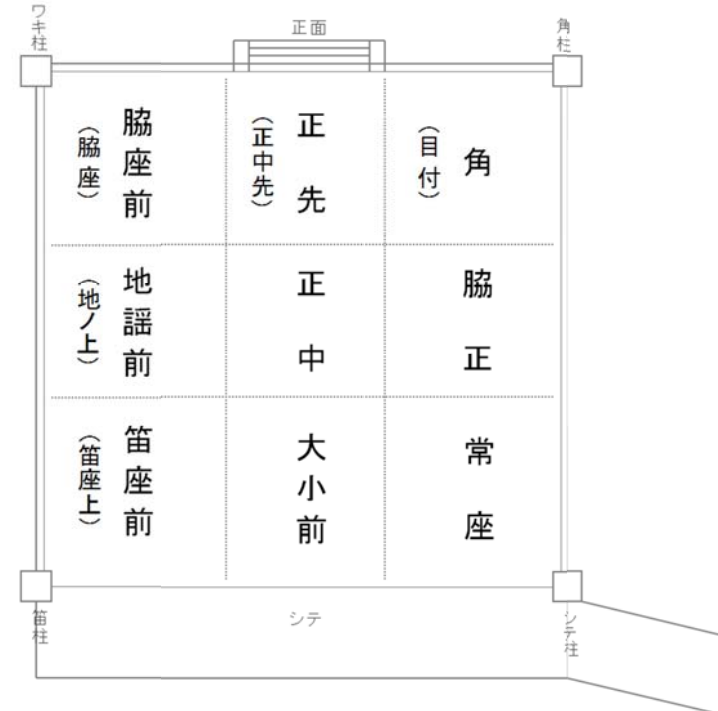


図2 能舞台

2.3 仕舞の構成

図1からわかるように、仕舞「熊野」は、下記のような所作単元の時系列からなっている。

立→正へ出サシ込→開→左右→打込→扇広げ→「上扇→開→大左右→左拍子→正先へ打込」→開→サシ回シ→開→右へ回り→常座ヨリ正へサシテ→角へ行→扇カザシ→左へ回り→大小前左右→打込下居トメ

ここで、太下線が本舞台上の場所を、2重下線が動きの向きを指示している。また、「上扇→開→大左右→左拍子→正先へ打込」の一連の型を「上げ扇大左右」としている。このように、仕舞は、図3に示すような所作単元の時系列によって図式化できる、この記述に従って演じたときの舞台上の軌跡を前後半の2つに分割して描いたものを図4に示す[5].

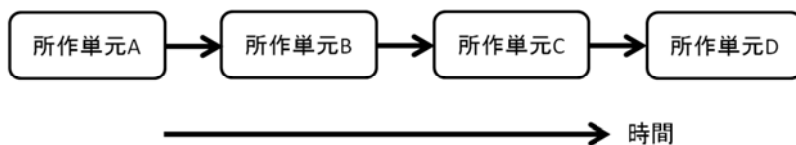


図3 仕舞の時系列

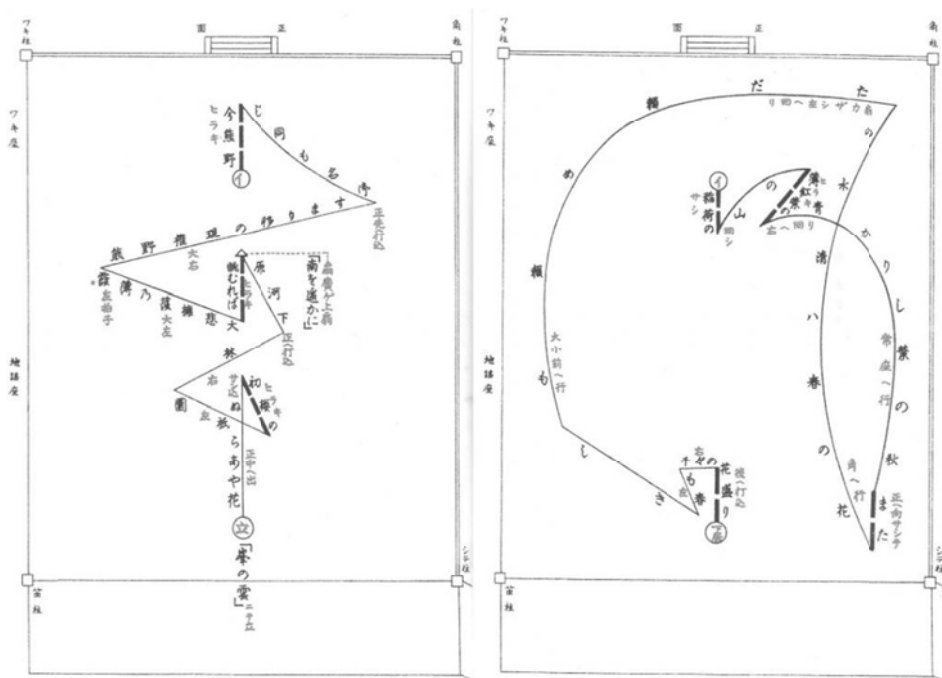


図4 仕舞「熊野」の舞台上の軌跡 (文献5)より引用)

3. 3Dアニメーション合成のための所作単元の分析

本章では、型付資料から3Dアニメーションを合成するために必要な所作単元を分析し、舞の中で必ず演じられる所作単元のコア動作部分を抽出する方法について述べる。

3.1 3次元モーションキャプチャによる所作単元の収録

型付を構成する所作単元は、1つ1つの型として、観世流能楽師の馬野正基氏が舞ったものを3次元モーションキャプチャ VICON[6]を用いて収録した。その様子を図5に示す。モーションキャプチャが有効な動作範囲は、図5中の床面に張られたテープの枠内であり、2.5m×2.7mの面積しかなく、能舞台の6m四方の正方形と比較すると、面積比にして1/5に満たない。



図5 モーションキャプチャの様子

3.2 所作単元のコア動作部の抽出

VICONによって収録されるモーションデータは、専用のボディースーツに張られたマーカー群の3次元的な軌跡すなわち体表面の動きであり、これらのデータを、後に3Dアニメーションとして復元できるボーンと呼ばれるリンク構造のデータに変換するためには、それぞれのデータ間での位置調整を行う必要がある。そのため、VICONによるデータ収録では、1つの動作ごとに、必ず両手を広げた初期姿勢を行った後に、所作単元すなわち1つの型の動作に入る。また、型の動作の多くは、腰に力を入れあご

をひいた基本姿勢である「カマエ」で始まり、所作単元の動作の後、再び「カマエ」で終わるため、図6のように、収録したデータから前後の不要な部分を取り除き、どんな場合でも所作を演ずるときには必ず舞う部分を抽出する必要がある。このような部分を所作単元のコア動作部分と呼ぶことにし、後述するアニメーション合成を行いながら何度も繰り返し検証し、最適なコア動作部を抽出している。この結果得られた主な所作単元のコア動作部の切り出しタイミングとそのときの身体の状態を示したリストを表1 コア動作抽出表に示す[7]。この表からわかるように、ほとんどの場合、コア動作の初めと終わり、手足の動きに着目して切り出されていることがわかる。

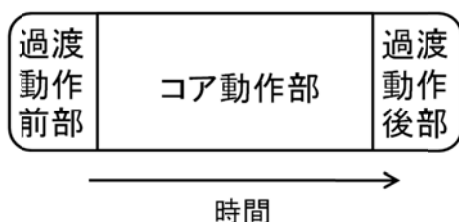


図6 コア動作部の抽出

表1 コア動作抽出表

型	時刻(秒)				コメント			
	型始め	コア始め	コア終わり	型終わり	型始め	コア始め	コア終わり	型終わり
正先へ打込	3.09	4.87	11.52	11.52	右手右足が動き始めたとき	右手が動き始めたとき	右手と右足が止まったとき	
後へ打込	4.52	5.86	9.38	9.38	右手が動き始めたとき	右手が前に動き始めたとき	右手右足が止まったとき	
右ウケ	3.58	3.58	7.61	9.59	左足が動き始めたとき		体が完全に右を向いて止まったとき	右足を引き揃え終わったとき
下へトリサシ込	3.49	3.49	6.55	6.55	左足が動き始めたとき		右足が止まったとき	
サシ込	3.85	3.85	6.97	6.97	左足が動き始めたとき		右足と右手が止まったとき	
扇広げ	4.57	4.57	5.83	5.83	扇を開き始めたとき	扇を開ききったとき		
角へ行	2.43	3.91	8.68	8.68	左足が動き始めたとき	向きをかえて右足が動き始めたとき	左足が止まったとき	
角トリ	8.42	9.26	12.83	12.83	左足が動き始めたとき	左足が止まったとき	左足が止まったとき	

4. 3D アニメーションの合成

本章では、前章で抽出したコア動作部を、市販の3Dアニメーション作成ツール「MotionBuilder」[8]を用いて時系列的に配置し、所作単元の開始・終了位置や向きに対して3段階の補正を行うことにより、仕舞全体をほぼ忠実に再現できることを示す。

4.1 連続する2つの所作単元の接続

所作単元のコア動作部（以下、単に所作単元と呼ぶ）のモーションデータは、キャプチャ時の初期姿勢の位置から決定される原点を基準にして、絶対座標により動作が収録されているため、それぞれの所作単元によって始点と終点の位置が異なっている。したがって、単純に所作単元を連続的に再生するだけでは、所作単元が切り替わる時点で姿勢が急激に変化してしまい、不自然な動きになってしまう。そこで連続する2つの所作単元を自然につなぐためには、前の所作単元の終点と、後ろの所作単元の始点の位置を合わせる必要がある。アニメーションツールには、ピボットと呼ばれる2つのモーションの位置合わせの基点を指定することにより、異なる動作を滑らかにつなぐ機能がある。ここでは、この機能を用いて、前後の所作単元で、床により体重をかけている方の足首の関節をピボットに指定して位置合わせを行っている。その処理の一例を図7に示す。また、足首の関節部分を拡大したものを図8に示す。

このように前後の所作単元を接続していくことにより、仕舞「熊野」の型付資料に基づいて、舞全体を合成したアニメーションの腰の部分の軌跡を、図4と同様に前半の2つに分解して描いたものを図9に示す。ここで、図中の点線は、後退している軌跡を表している。図9と図4を比較するとわかるように、単純に前後の所作単元の位置合わせを行った場合、前半部分は、図4と比べてこじんまりとしているものの、ほぼ同じ軌跡を描いている。これは、図4の表現が読者にわかりやすいように誇張して軌跡を描いているため、このような違いが生じたと思われる。しかしながら、後半部分については本来の舞の軌跡からはかけ離れたものになってしまっており、最後の所作「下居」の段階で、舞台の反対側を向いて終わっていることがわかる。これは、所作単元を収録する際は、狭いキャプチャ動作範囲の中で、前後の所作や舞台の位置関係を意識せずに演じているため、1つ1つの所作単元の終了時の向きが少しずつずれていき、最終的に180度ずれてしまったと考えられる。また、ここでは、「常座ヨリ」、「大小前」や「正へ」などの場所や方向が指示されている箇所をまったく考慮していないことも大きなずれの要因になっている。

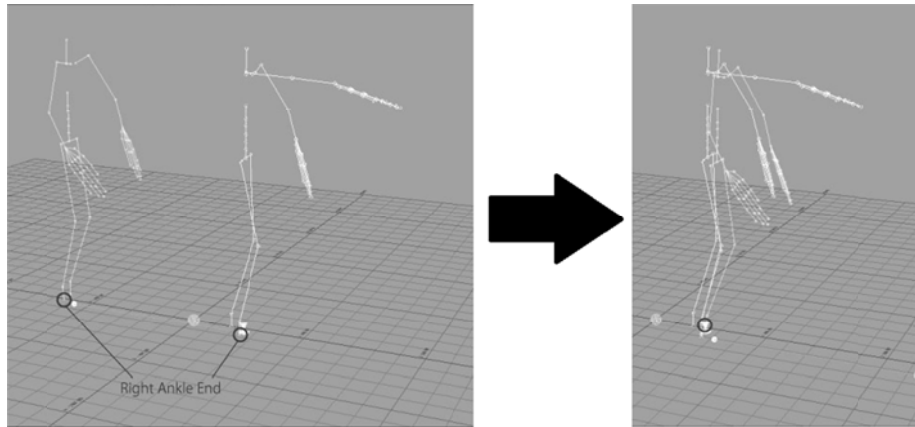


図7 右足首による2つ所作単元の位置合わせによる合成

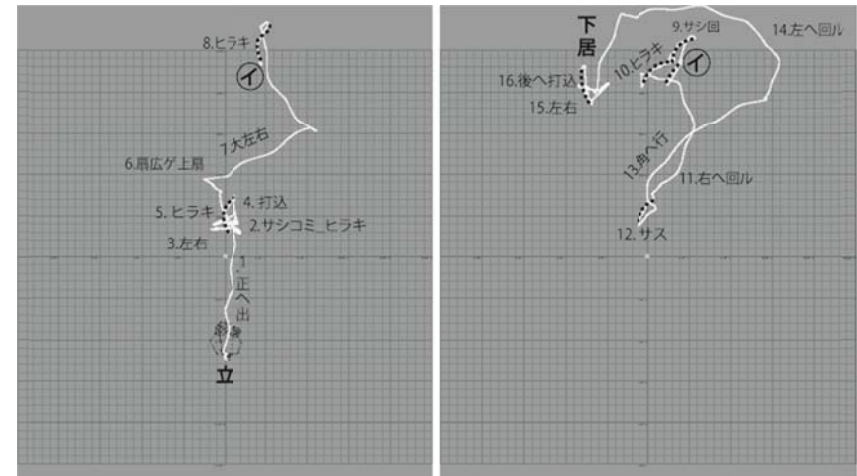


図9 前後の所作単元の接続のみによる仕舞「熊野」の軌跡

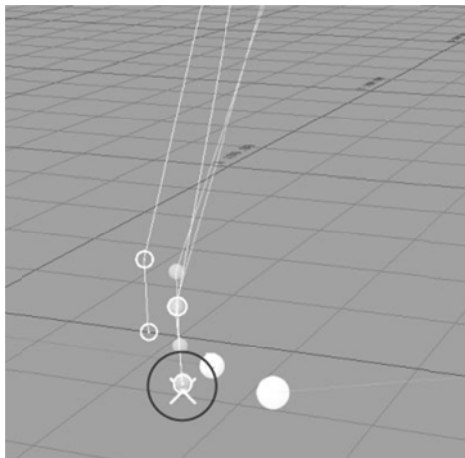


図8 足首の関節位置が一致している様子

4.2 所作単元の開始姿勢の向きの補正

前節で考察したように、前後の所作単元の接続のみによる合成では、所作単元の位置や方向を考慮していないため、実際の軌跡とは大きくずれてしまうことになる。能の舞は、舞台正面を常に意識して演じられており、特に1つ1つの所作単元の開始姿勢が舞全体の方向感を決定している。そこでまず、開始姿勢の方向性だけに着目して補正を行う。前節では、前後の所作単元の右足首を位置と向きとも一致させるように位置合わせを行う例を示したが、ここでは、図10のように、位置のみを合わせ、前の所作単元の終了姿勢あるいは後の所作単元の開始姿勢の向きが舞台正面を向いていない場合は、正面を向くように配置する。このような変更に対してアニメーションツールの自動補間機能を利用すれば、2つ所作単元の間動作は、軸足周りに回転しているように自然な形で滑らかにつながる。

仕舞「熊野」に対して、以下の5つの所作単元の開始姿勢の向きを修正したときの軌跡を図11に示す。

1. 「右へ回り」：動作終了時に正面へ向くように補正
2. 「正へ出サシ込」：徐々に少し斜め右へ移動してしまうのでまっすぐに歩くように補正
3. 「正先へ打込」：動作開始時に正面を向くように補正
4. 「左へ回り」：動作終了時に右を向くように補正
5. 「左右」：動作終了時に正面を向くように補正

ここで、上記4の「左へ回り」だけ、後続の「左右」との連続動作に無駄をなくすため、終了時に右を向くように補正する必要がある。図11から、「下居」の終了姿勢の向きが舞台正面を向いて終わっていることがわかる。しかしながら、この場合も、「常座ヨリ」や「大小前」などの位置の指示を考慮しておらず、また、狭いキャプチャ動作範囲で収録したデータを使っているため、大きな移動を伴う「回ル」などの動きが不十分であることから、後半部分の軌跡で大きなずれが生じている。

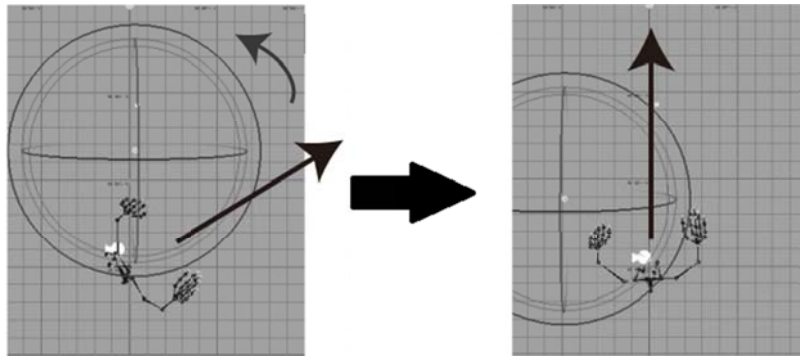


図10 後の所作単元の開始姿勢の向きの補正による合成

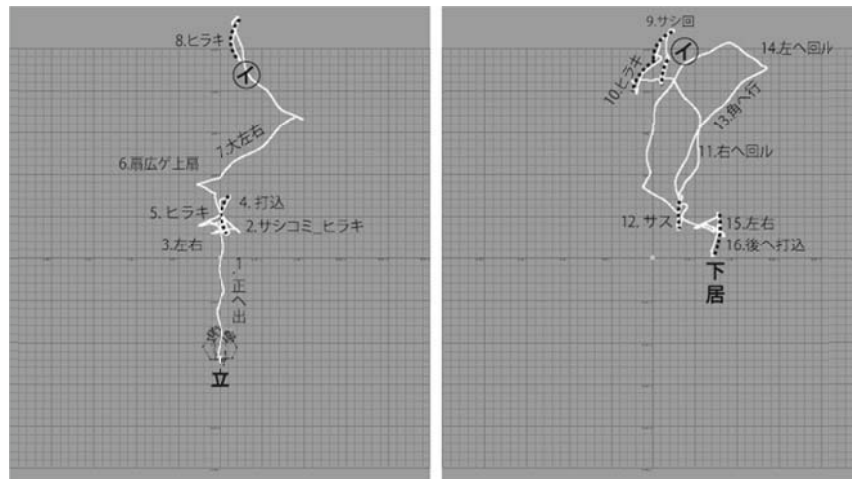


図11 後の所作単元の開始姿勢の向きに補正による仕舞「熊野」の軌跡

4.3 位置の指示に基づく所作単元の軌道補正

これまでの補正では、所作単元の位置姿勢のみを合わせており、型付の位置の指示に従って、その動きそのものを補正していなかった。そこで、ここでは、舞台上の位置指示により、所作単元の軌道自体すなわちモーションの位置データを変更するような補正を行う。仕舞「熊野」の型付中の「角へ行」という所作単元の軌道補正を行った例を図12に示す。アニメーションツールには、キーフレーム法と呼ばれる機能が実装されており、必ず含まれるべきキャラクターの動作の変化ポイントをタイムライン上にキーとして指定することにより、このキーフレーム間の動作を自動補間してくれる。この機能を利用して、「角へ行」という所作単元の「角へ」という指示に従って、キャラクター全体を移動させ、そのポイントをキーフレームとして所作単元の終了位置に指定することにより、滑らかな軌道を自動生成している。このような補正処理を、「熊野」の型付に記述されている「常座ヨリ」、「角へ」および「大小前」という位置の指示に対して行ったときの軌跡を図13に示す。ただし、この図からは身体の動きはわからないが、この場合、強制的にキャラクターの位置を移動して、軌道を引き延ばすような形で修正しているため、足が床面に着いた状態でも移動してしまい、床を滑るような不自然な動きとなってしまふ。しかしながら、初心者には仕舞全体の動きを正確にとらえてもらうという観点からは、自然な動きを犠牲にしても、このような軌道補正を行った方がよいと考えている。

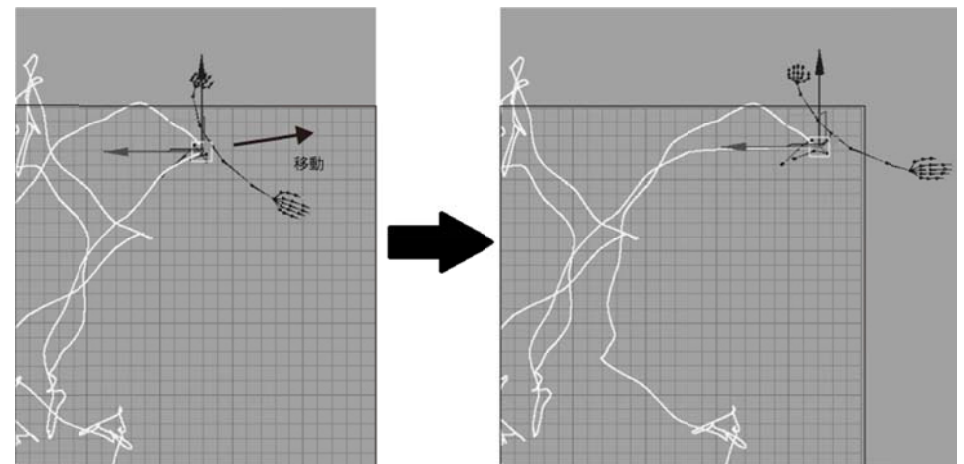


図12 所作単元の位置変更による軌道補正

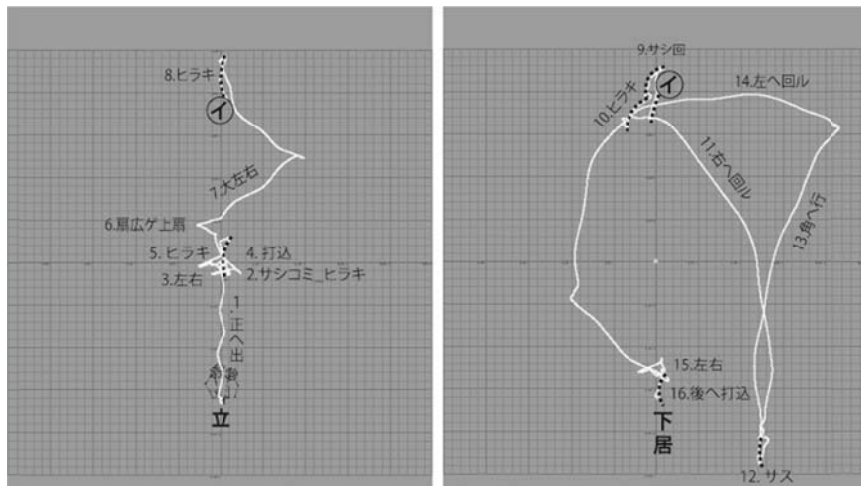


図 13 位置指示に従った軌道補正による仕舞「熊野」の軌跡

5. 仕舞の 3D アニメーション合成ビューア

前章では、市販のアニメーションツールを用いて、型付資料から仕舞を合成する手法を提案したが、この目的のために、一般のユーザが、このようなプロが使う高価なソフトウェアを購入し、操作を取得することなど期待できない。そこで、我々は、型付に記された所作単元モーションのデータベースから順に引用するだけで、PC 上に仕舞が 3D アニメーションとして復元できるツールを試作している。この 3D アニメーション合成ビューアを図 14 に示す。現状では、前章で述べたような補正機能の一部しか実装できておらず、操作性も良くないが、所作単元の腰位置による接続、位置と向きとの補正、2つの所作の滑らかな融合機能などを有しており、仕舞全体の動きのニュアンスを把握するためには有効であると考えている。今後は、さらに精度を高め、誰もが自由に能の所作を組み合わせて簡単に 3D アニメーションとして復元できるようなツールの完成を目指す予定である。



図 14 仕舞の 3D アニメーション自動合成ビューア（試作品）

6. おわりに

本稿では、そのために必要な型付の動作分析と能の舞の 3D アニメーションを合成する手法を提案した。まず、モーションキャプチャにより収録した所作単元データから、一連の舞に組み込まれても必ず演じられるコア動作部分を抽出する方法について解説した。つぎに、このコア動作部分を、型付の記述に従って時系列的に配置し、アニメーションツールの機能を用いて、所作単元の開始・終了位置や向きに対して 3 段階の補正を行うことにより、仕舞を 3D アニメーションとしてほぼ忠実に復元できることを示した。

しかしながら、4.3 節で述べたように、「回ル」などの大きな移動を伴う所作に対してキーフレーム割当により強制的に所作単元の軌道修正を行うと、足が床面の上を滑るような物理的に不可能な動きになってしまう。この問題に対しては、まず、6m 四

方の能舞台と同程度の大きさの動作範囲でモーションキャプチャを行って、本来の動きを収録することにより、大幅に改善できるのではないかと考えられる。キャプチャ動作範囲をどうしても大きく取れない場合は、1つの所作単元を、複数の動作に分割して演じてもらい、アニメーションツールのブレンド機能を使って、1つの所作単元を作成してもよいであろう。

また、型を連続的に配置するだけで舞の3Dアニメーションを自動合成できるツールについては、尾下により提案されている「半自動動作合成システム」の手法を用いることで実現できると考えている[9]。この手法は、時間軸上に並べられた動作を自動的に合成して自然な動作を生成することが可能で、動作を自然に合成するためには重心がかかっている足の動きが重要であることに注目し、入力された動作を解析し、動作の中で足が地面についている範囲を検出することで、合成の方法やタイミングを自動的に決定している。また、舞台のA地点からB地点まで歩きながら、例えば扇を広げるなどの所作を行うといった、下半身の移動の動作と上半身の所作単元の動作を組み合わせることもできる。今後は、3Dアニメーション合成ビューアにこれらの機能を実装し、型付資料のみから舞の合成をほぼ自動的に行えるようなツールを開発していきたい。

謝辞 本研究の一部は、科研費(21652023)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 横道萬里雄: 講座能・狂言別巻『能楽図説』岩波書店(1992)
- 2) 山中玲子: 能楽型付の記述ルールの研究(1), 能楽研究所紀要第34号, pp.69-94(2009)
- 3) 野村四郎: 仕舞入門講座, 檜書店(2010)
- 4) 観世左近: 観世流仕舞形付, 檜書店(1951).
- 5) 観世左近: 観世流仕舞入門形付, 檜書店(2003)
- 6) 3次元動作分析システム・モーションキャプチャ VICON, URL: <http://www.vicon.com/>
- 7) 中司由起子: 型付における「回る」— 能楽型付の記述ルールの研究(2), 能楽研究所紀要第34号, pp.25-41(2010)
- 8) Autodesk MotionBuilder, リアルタイム3Dキャラクターアニメーションソフトウェア, URL: <http://www.autodesk.co.jp/adsk/servlet/pc/index?id=14972950&siteID=1169823>
- 9) Masaki Oshita: Smart Motion Synthesis, Computer Graphics Forum, Vol. 27, No 7, pp.1901-1918, Blackwell Publishing(2008)