

# パントマイムの動作分析と 3DCG アニメーションによる再表現の研究

梅崎卓哉\*1・角 和博\*2・穂屋下 茂\*1・清水きよし\*3・若井雅幸\*4  
Email: a0424@cc.saga-u.ac.jp

- \*1: 佐賀大学全学教育機構
- \*2: 佐賀大学教育学部
- \*3: 青二塾パントマイム講師
- \*4: 株式会社クレッセント

◎Key Words 表現, 動作, パントマイム, モーションキャプチャー, 3DCG アニメーション

## 1. はじめに

人の動作を複数の赤外線カメラで測定してコンピューターに取り込み生身の人間の動きを3次元グラフィックスでリアルに再現するモーションキャプチャーは、人間工学的な用途におけるデータの収集やシミュレーションのほか、スポーツや格闘ゲームなどのコンピューターグラフィックス映像の作成によく利用されている。一方、パントマイムは、無言劇や大道芸という古いイメージもあるが、その本質は、「自分の内なる独自性」を発見し、表現することにより、記憶と想像力によって自分の身体動作の可能性を引き出し、表現することにある。そのようなパントマイムの魅力は、今後教育実践においても増々必要となってくる。これまでモーションキャプチャーのデータを用いた様々なパフォーマンスの分析<sup>1) 2)</sup>はあるが、パントマイムの本格的な動作分析の研究<sup>3)</sup>は数少ない。

そこで本研究では、パントマイムの動きをモーションキャプチャーで捉えて、動きを解析することによって人の動きの本質を調べ、教育の改善に役立てられないかと本研究を始めた。本稿では、世界的に高い評価を得ている清水きよし氏のパントマイム作品の動きをモーションキャプチャーで捉え、デジタルデータ化して、さらにそのデータを様々なキャラクターをもつ人物の3DCGアニメーションに置き換えてみるなどの一連の操作を試みた結果について報告する。

## 2. パントマイムと身体表現と分析

パントマイムは古代ギリシアの pantomimos に由来し、仮面舞踏のような演目の一つで「全てを真似る人」、「役者」を意味していた。16世紀のヨーロッパで広まったイタリアのコメディア・デラルテを経て道化芝居としてのパントマイムは19世紀後半までに徐々に衰退し、代わって身体技法としてのパントマイムをエティエンヌ・ドゥクルー、ジャン＝ルイ・バロー、マルセル・マルソーなどが広めていく。ドゥクルーは、科学的分析に基づき分節的な身体動作によって意味を表わすと同時に生命そのものを表わそうとした。このドゥクルーの人間の動作によって内面の変化を表現するパントマイムの科学的な分析手法は、現代のモーションキャプチャーによる動作分析までつながっている<sup>4)</sup>。

例えばマルセル・マルソーは、ピエロを現代化したビッ

プという役柄を創造して黙劇専門の劇団を組織し、『暁に死す』(1948)や『外套(がいとう)』(1951)などのマイム劇と『風に向かって歩く』『蝶(ちょう)を追う』『青年, 壮年, 老年そして死』などの「様式のマイム」と名づけられた小品を上演した。清水氏は、1968年から70年にかけて日本マイム研究所にてパリでドゥクルー、バロー、マルソーから直にコーポレルマイムを学んだ佐々木博康氏に師事している。コーポレルマイムとは、身体を6つの部位(頭, 首, 胸, 腹, 骨盤, 踵)と1つの機能(重心)に分け、3方向(縦, 横, 斜め)の多様な組み合わせた身体動作をリズムカルに連続することで、様々な心理状態や行動を表現する演劇手法の一つである。一人の俳優は、自分の年齢とは無関係にあらゆる年代の人間を身体の動きだけで表現する。清水氏の代表作である『幻の蝶』の中には、野原で蝶を追う少年などが登場する。それらを巧みに演じ分ける清水氏の動きからは、様々な人物の動きの要素を抽出できる。

本研究では、モーションキャプチャーを用いてパントマイムを演じる清水氏の動作を360度のあらゆる角度からの動きの変化として数値化して分析する。



図1 モーションスーツの着用

### 3. 動きのデータ化

#### 3.1 光学式モーションキャプチャー

モーションキャプチャーは、現実の人物や物体の動きをデジタル的に記録する技術である。記録された情報は、スポーツ及びスポーツ医療の分野における選手たちの身体の動きのデータ収集などに利用されたり、映画などのコンピュータアニメーションおよびゲームなどにおけるキャラクターの人間らしい動きの再現に利用されたりする。キャプチャー技術には光学式、機械式、磁気式などがある。光学式は、物体に装着するマーカーとこれを検出するトラッカーを組み合わせてキャプチャーするため、同じ方式であればマーカーの数が精度の一因となる。

本研究では、CLセンターのスタジオ（約85㎡）に設置された光学式のモーションキャプチャー装置を利用した<sup>5)</sup>（図1）。反射マーカー（全身59カ所：図2）を付けて、撮影および計測空間周囲に12台のカメラを常設している。またマーカーが隠れる場合はソフトウェア的に自動補正が行われる。

このモーションキャプチャー装置では、標準として53種類のマーカー位置が決まっている。今回のパントマイムの撮影では、指の動きも捉えるために6個のマーカー（両指：親・人指・子）を追加して59個で実施した。マーカー位置の内訳は、頭(5)、肩(2+2=4)、胸(2)、背中(2)、上腕(1+1=2)、肘(2+2=4)、前腕(1+1=2)、手首(2+2=4)、手(2+2=4)、指(3+3=6)、腰(6)、腿(1+1=2)、膝(2+2=4)、脛(1+1=2)、足首(1+1=2)、足(4+4=8)となり、合計59個である。

#### 3.2 データ化

パントマイムのデータ化にあたっては、モーションキャプチャー装置にて撮影・生成した3次元データを、2種類のファイル形式(C3D/FBX)として出力した。前者<sup>6)</sup>は、反射マーカー情報のファイル形式で、公開仕様の2008年版がある。また後者<sup>7)</sup>は今回利用した3DCGツール間の標準ファイル形式であり、共にバイナリ形式である。

データ化の作業は、以下のように実施した。

- ・モーションキャプチャー撮影前の準備・確認：装置のキャリブレーション、撮影用スーツの着用・反射マーカー取り付け・確認



図5 モーションキャプチャー後の動作確認



図2 反射マーカーの取り付け



図3 演技者のROM(Range Of Motion)撮影



図4 パントマイム作品の撮影

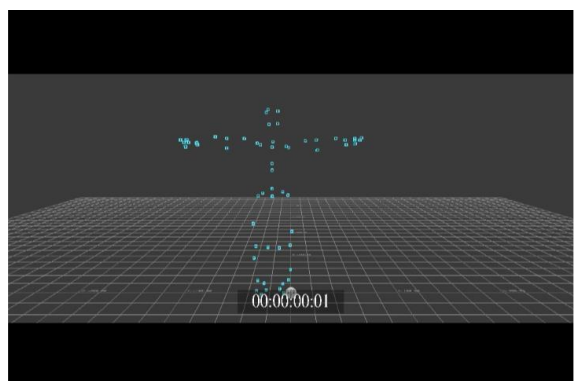


図6 MotionBuilderの入力データ（マーカー：C3D）表示

- ・撮影： 演技者のROM(Range Of Motion)撮影（長短の2種類）（図3），パントマイム作品の撮影（図4）
- ・撮影データの編集： データのラベル付け，一部の欠損データ補完，誤認識の修正やノイズ除去等（図5）
- ・パイプライン処理による2種類のモーションデータ生成およびファイル出力（図6，図7）

以上により，出力したモーションデータファイルを利用して，パントマイムの3DCG化（図8）やデータベース化を実施することとなる。

#### 4. 3DCG ツールを利用した表現

ここでは，前節で取得した2種類のファイルのうち，演技者の動きがスケルトン化されたデータであるFBX形式ファイル（図7参照）を利用して，3DCG化を行う。

利用するAutoDesk/MotionBuilder<sup>®</sup>ツール（以降：MB）では，ヘルプ内のチュートリアルにある「キャラクターアニメーションをリターゲットする」等の関連ページを参考にした。またリターゲットする人体モデルは，Reallusion/iClone7<sup>®</sup>に付属するCharacterCreator2<sup>10</sup>ツール（以降：CC2）提供の標準モデルやAutodesk/Maya<sup>11</sup>ツール（以降：MA）から提供されるサンプルHIK(Human Inverse Kinematics)モデル等を使った。

CC2およびMB/MAでの作業概要は，

- ・リターゲットされるCC2キャラクター(no animation)をFBX形式でエクスポート出力する(CC2)
- ・リターゲットする対象スケルトン情報のFBXファイルをMBに読み込む(MB)
- ・読み込んだスケルトンをHIKモデルとしてキャラクターライズし，FBX形式で出力する(MB)
- ・新規でリターゲットされるCC2キャラクターを読み込み，同様にキャラクターライズする(MB)
- ・上記にマージする形で，リターゲット対象のスケルトンを読み込む(MB)
- ・CC2キャラクターにリターゲット対象のスケルトンを連動させてアニメーションを確認する(MB)

実施したパントマイム8作品（表1）のうち半分が，途中のアニメーションシーンで手が腰や足などと交差して破損する現象が発生した。これは，パントマイム動作の再現に利用した人体モデルのスケルトン構造や体形が違っていることが影響しているようである。そこで，以下のようなCC2キャラクターの体形に対して，破損が発生しなくなるまで調整を繰り返し行った（図9）。

- ・CC2キャラクターのスケルトンをROMスケルトンに合わせて再キャラクターライズする(MB)
- ・再度リターゲットしてアニメーション動作を確認する(MB)

上記の調整作業の終了後は，

- ・MBで履歴等のクリーニング後，MAへデータ送信する(MB)
- ・MAでもアニメーション動作を確認する(MA)

実施にあたって利用したノートPCはWindowsノートPCでその仕様を表2に示す。また，MotionBuilder，MayaおよびiClone7.2の役割を表3に示す。

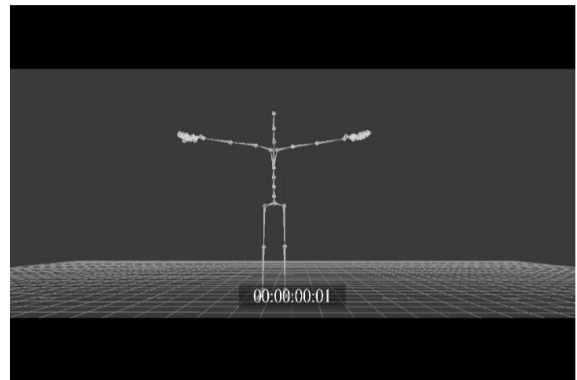


図7 MotionBuilderの入力データ（スケルトン：FBX）表示

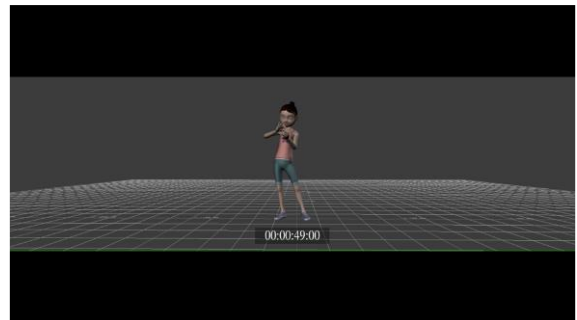


図8 キャラクタでの動作確認

表1 今回収録した清水きよし氏作品

箱をあげる	shimizu_liftup
バーベル	shimizu_barbell
翼	shimizu_tsubasa
バルーン	shimizu_baloon
壁	shimizu_wall
綱引き	shimizu_tsunahiki
押す	shimizu_push
歩く	shimizu_walk



図9 MB上でのスケルトンの調整

表2 Windows ノートPCの仕様

OS: Windows10Pro/64bits
メモリ: 16GB
SSD: 500GB
グラフィック専用メモリ: 6GB
ディスプレイ: 15インチ



表3 各3DCG編集ツールの役割

MotionBuilder	: モーションデータの取り込み、 キャラクターアニメーション動作の編集・確認
Maya	: キャラクター作成・キャラクターアニメーションの編集・確認
iClone7.2/CharacterCreator2	: キャラクター作成

## 5. 考察と展望

モーションキャプチャーの撮影で得られた数値データは、通常の撮影と再生だけでは定性的にしか捉えられない動作と表現の関係をデジタルな表現として観測できる。このとき実写の映像と3次元データにもとづく3DCGアニメーションを比較することで、観衆に感動を与えるポイントを客観的に記述し、動作の要素単位に取り出せると、動作と感情的変化の関係をすることもできる。

DVカメラ等で収録した実写映像は、撮ったその角度しか観ることはできない。しかし、モーションキャプチャーで採った数値データを基に再現する3Dアニメーションは、360°の空間のあらゆる角度から観ることが可能になり、パントマイムや演劇等の動作による感情表現の詳細な変化を知ることができる。今後もモーションキャプチャーによるパントマイムのデータを用いて3DCGアニメーションを作成して、観衆に感動を与える表現の数値的な分析を行う上で、また拠点研修等でも利用できる形で、基本動作(手を挙げる、歩く、走る、跳ぶなど)及び特殊動作のデータベースを構築し、モーションデータの確認・再利用を可能にする予定である。

本研究において清水氏は、自身が年齢も身体各部の比率も異なる少年の動きをすときに、どのような動きが観客に少年のイメージを与えるのかを解明することを期待している。これは身体各部の比率が清水氏と同じ3Dアニメーションと少年の身体各部の平均的な比率の3Dアニメーションを用いて同様の動きをした場合の動きのずれを数値化することができる。これはアニメーションのキャラクターが実際の人間とは異なる身体比率で表現されていることとも関連してくる可能性がある。

## 6. まとめ

世界的に高い評価を得ている清水きよし氏のパントマイム作品の動きをモーションキャプチャーで捉え、デジタルデータ化して、さらにそのデータを様々なキャラクターをもつ人物の3DCGアニメーションに置き換えてみるなどの一連の操作を試みた。モーションデータの3DCG化では、以下のような知見を得た。

- ・モーションキャプチャー後のパイプライン処理前のデータ確認及びデータ編集が重要である。
- ・パントマイムのモーションにより、キャラクターのスケルトン構造や体形の調整が必要である。
- ・キャラクター側で体形等を調整したが、モーションを調整した場合も確認する必要がある。
- ・各ツール間でZ軸の向きやモデルのスケールに違いがある。

## 謝辞

本研究を進めるに当り多大のご協力をいただいた、中村隆敏教授、永溪晃二助教、古賀崇朗助教、および米満潔教務補佐員を始めとするクリエイティブ・ラーニングセンターの教員・職員の皆様にこの場を借りてあらためて感謝の意を表す。また、MayaやiCloneの研修等でご教授いただいた株式会社Tooの坂本照次郎氏と木村翔太氏に感謝の意を表す。なお、本実践研究の一部は、教育関係共同実施分「全国の大学間連携によるICT活用教育の拡充と教育改革の推進」により行った。

## 参考文献

- 1) 阪田 真己子,丸茂 祐佳,八村広三郎,小島 一成,吉村 ミツ: 日本舞踊における身体動作の感性情報処理の試み - motion capture システムを利用した計測と分析-, 情報処理学会研究報告人文科学とコンピュータ (CH), 7(2003-CH-061), 2004, 49-56
- 2) 鶴田 清也,崔雄,八村広三郎:没入型仮想環境における3DCGキャラクターアニメーションの表示手法,情報処理学会研究報告,2006-EC-3(14), 2006,91-96
- 3) 彼末 一之:パントマイムの演技動作と観客の視覚的な認知の関係について, 早稲田大学  
[https://www.waseda.jp/tokorozawa/kg/doc/50\\_ronbun/2015/5012A036\\_abs.pdf](https://www.waseda.jp/tokorozawa/kg/doc/50_ronbun/2015/5012A036_abs.pdf)
- 4) エティエンヌ ドゥクルー著, 小野 暢子訳: マイムの言葉ー思考する身体, ブリュック, 1998
- 5) クレッシェント社の資料・Vicon Blade3 Tutorial およびワークフロー
- 6) C3D.ORG のサイトページ: <https://www.c3d.org/>
- 7) FBX の概要ページ:  
<https://www.autodesk.com/products/fbx/overview>
- 8) MotionBuilder2018 のオンラインヘルプ:  
<http://help.autodesk.com/view/MOBPRO/2018/JPN/>
- 9) iClone7 のオンラインマニュアル:  
[http://manual.reallusion.com/iClone\\_7/ENU/Pro/](http://manual.reallusion.com/iClone_7/ENU/Pro/)
- 10) CharacterCreator2 のオンラインマニュアル:  
[http://manual.reallusion.com/Character\\_Creator\\_2/ENU/2.0/](http://manual.reallusion.com/Character_Creator_2/ENU/2.0/)
- 11) Maya2018 のオンラインヘルプ:  
<http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2018/JPN/>