

上肢関節の角度変化パターンと 舞踊の印象の関係についての一検討

A Study on the Relationship

between Angle Change Patterns of Upper Limb Joints and Dance Impressions

門屋遥¹ 松田浩一¹

Haruka KADOYA¹, Koichi MATSUDA¹

¹ 岩手県立大学大学院

¹Iwate Prefectural University

Abstract: In this study, we employed simulations to investigate how changing the velocity of the joint angle of the upper limb affects the impression of dance movement. Multiple motions with different arm raising motions were created, and the resulting impressions were compared through interviews with dance instructors. Our methodology involved manipulating the interpolation curve (Bezier curve) to vary the speed of the upper limb raising motion. The findings revealed that a broad spectrum of impression differences was generated by manipulating the interpolation curve.

1 はじめに

地域で伝承が続いている固有の伝統舞踊は、主に指導者からの口伝により継承されている。指導については、共通の指導方法が明確に決まっていないことも多く、指導者によって、指導内容やその表現方法が異なる。これにより学習者は、指導者が使う感覚的な言葉を解釈し、踊り方を習得していく必要がある。そのような背景から、伝統舞踊全体を俯瞰すると、踊り手によって様々な個性が表れる事が許容され、踊り方に絶対的な正解は存在しないという特徴がみられる。しかし、初学者にとっては、感覚的な言葉を聞いて、具体的な踊り方を想像するのは難しいため、上達の妨げになることがある。そこで、指導者が使う感覚的な言葉の本質や、『良い』とされる踊りの要素を明らかにする為に、情報技術を用いた踊りの分析が試みられるようになった。

石川ら[1]は、沖縄の民族舞踊「カチャーシー」を対象に、下肢の動きの変化で印象の違いを生み出すことが可能であると明らかにした。また、丸茂ら[2]は、日本舞踊を対象に、『しっとりとした女らしい印象』を与える足の運び方を定量的に示した。

本研究で扱う「盛岡さんさ踊り」についても、鎌田ら[3]は腰部の加速度を用いて比較・評価の検討を行っている。しかし、盛岡さんさ踊りでは、下半身の動きだけではなく、腕の動きも踊り全体の印象に

大きく寄与する。例えば、盛岡さんさ踊りの代表的な演目「七夕くずし」の中でも、特に重要な部分である「ハラハラ動作」は腕を大きく動かす振付である(図1)。

そこで尾関ら[4]は、手の甲の動きの角加速度をヒストグラムで比較し、踊り手による『柔らかさ』の印象の違いが、ヒストグラムの形状で表せる可能性を示唆した。しかし、違うことは分かるものの、ヒストグラムの形状と具体的な印象の違いの判別には至っていない。これは、モーションキャプチャで取得する人の動きにおける「腕の動かし方」に含まれる要素には、関節間の連動、可動域の広さ、関節の捻りなど、考慮すべき要素が多数含まれている事が



図1 ハラハラ動作を踊る踊り手。各画像の左下の番号は時系列を示す。左手をお腹の前で構え、小さくジャンプしながら、右手を3回叩く。

原因であると推測される。

そこで、筆者ら[5]は、動きの要素を絞り印象の違いを検討するアプローチ方法を提案した。最小限の要素しか含まないダンスモーションを作成し、上腕・前腕に数値的な制御により動作の変化を与え、その変化と印象の差を結びつける試みである。

3D CG アニメーション作成ソフトウェア MikuMikuDance (以下「MMD」)では、最小限の動作のキーフレームを与え、間のキーフレームを Bezier 曲線の制御により自動補間することができる。キーフレーム間を、直線と曲線の2パターンで補間した場合、曲線を用いた方は緩急を感じる、という専門家の評価を得ることができ、印象の変化を作り出すことが可能なことが確認された。しかし、実際には、様々な角度変化のパターンが考えられるが、角度変化の違いが印象にどのように影響するのか、網羅的に調査されていない。

本研究では、上肢関節の速度変化の仕方を変えた時、印象がどのように変わるのか、網羅的に検討する。

2 方法

2.1 補間曲線操作

MMD は、モーションキャプチャといった人間の踊り手のデータを必要とせず、画面上の操作で各フレームにおける各関節の位置や角度を調整することで、一からダンスモーションを作成できるソフトウェアである。MMD でダンスモーションを作成するには大きく分けて、①ポーズとキーフレームの指定と、②補間曲線操作の2工程が必要である。

まず、任意のフレームでポーズを指定し、キーフレームを設定する。ポーズは、3D モデルの任意の関節の角度を指定できる。

次に、二つのキーフレームの間の補間曲線を調整する。この機能によって、全フレームを作成する必要が無く、二つのキーフレームの間の補間(中割り)が自動的に行われる。中割りがされることで、一つめのキーフレームのポーズから、二つめのキーフレームのポーズまでが滑らかに繋がり、アニメーションが生成される。以上でアニメーションは完成するが、補間曲線を調整すると、一つめのキーフレームから二つめのキーフレームまでの、時間当たりの変化量を自由に設定できる。

補間曲線は二つの制御点により制御される3次 Bezier 曲線である。補間曲線は二つの制御点によって形が決まるので、取りうる形は無数にある。そこで本研究では、制御点を置く場所を、始端制御点 C_1

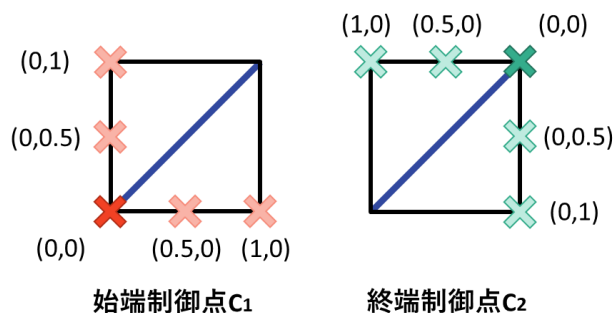


図 2 始端制御点 C_1 と終端制御点 C_2 の取る位置

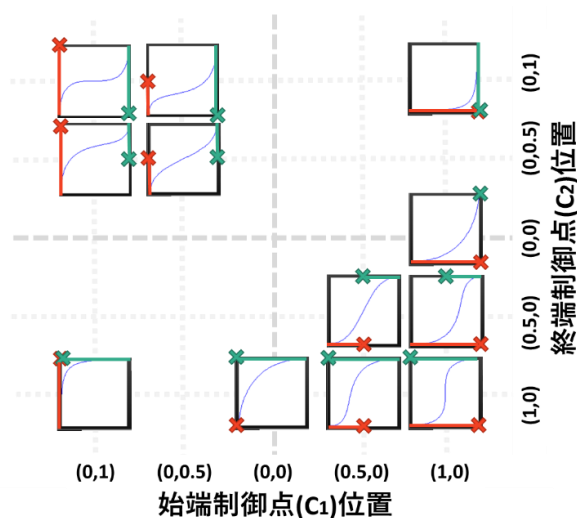


図 3 制御点位置に対応した補間曲線の形

と終端制御点 C_2 で、それぞれ図 2 の×印に示す5箇所ずつとした。本稿では、以降、始端制御点 C_1 は左下を原点とし、右横を x 軸の正方向、上を y 軸の正方向とし、原点からの相対位置により $C_1(x, y)$ と表す。また、終端制御点 C_2 は、右上を原点とし、左横を x 軸正方向、下を y 軸正方向とし、原点からの相対位置により $C_2(x, y)$ と表記する(ここで、 $0 \leq x, y \leq 1$)。

本研究では、以上を用いて生成できる、12個の補間曲線(図3)を対象に検証をした。

2.2 補間曲線操作を適用する箇所

ハラハラ動作の腕の動きは、3回の下げ動作と2回の上げ動作から構成される。

本研究では、上げ動作にあたる図4に示す箇所について、補間曲線を変更し、速度変化の仕方を変更する(上腕の上げ動作は13~23フレーム目の間と29~39フレーム目の間。前腕の上げ動作は16~26フレーム目の間と32~42フレーム目の間)。

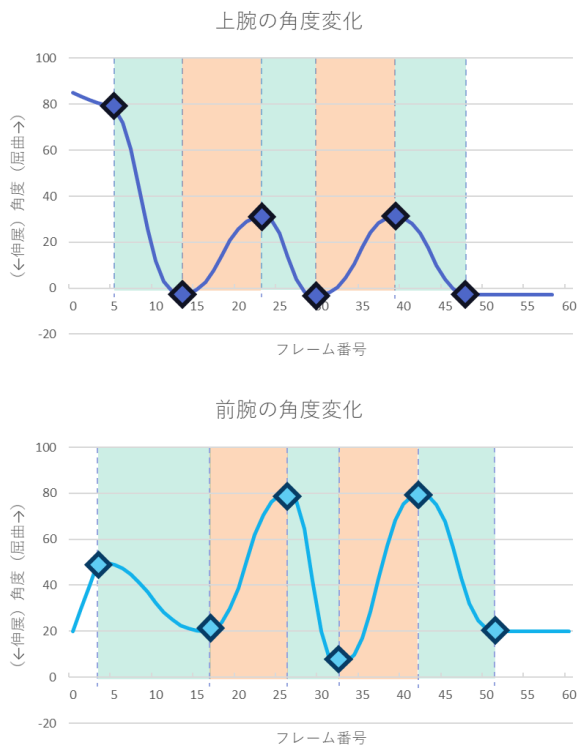


図 4 上腕と前腕の下げ動作（橙部）と上げ動作（緑部）の範囲。菱形のマークはキーフレームを表す。

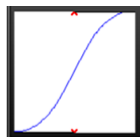


図 5 下げ動作に適用した補間曲線

また、3 回の下げ動作については、図 5 に示す補間曲線 ($C_1(0.5,0), C_2(0.5,0)$) で補間した。

なお、上腕の上下のタイミングと、前腕の上下のタイミングには遅延があり、その大きさは 3 フレームである（ダンスモーションは 30fps で作成）。

なお、本研究では、上腕部および前腕部の屈曲・伸展に関わる 1 軸のみの角度を変更してキーフレームを設定している。

2.3 印象の評価

本研究では、舞踊の印象の評価を、舞踊講師へのヒアリングにより行った。作成したモーションデータをアニメーション映像にし、それぞれのモーションデータから受ける印象を聞き取った。

3 結果

3.1 作成したモーション

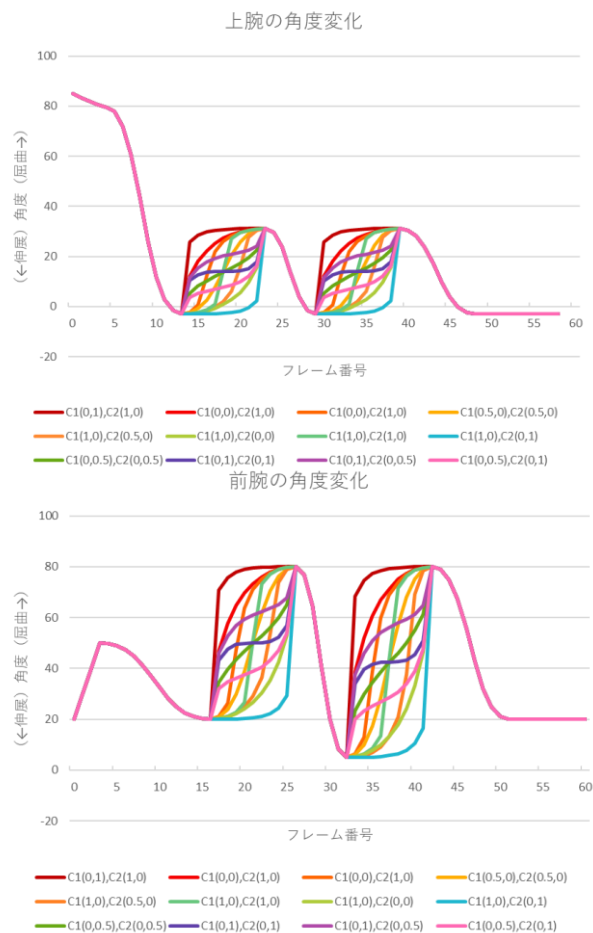


図 6 作成したモーションの上腕（上）と前腕（下）の角度変化

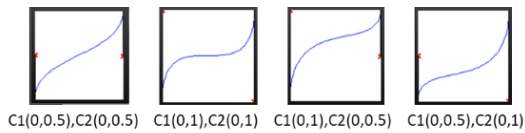
作成したダンスモーションの上腕と前腕の角度変化を図 6 に示す。

3.2 モーションから感じる印象

それぞれの作成したモーションから得られる印象は、舞踊講師へのヒアリングで、『呼吸と合っている印象』と『呼吸と合っていない印象』に二分できた。

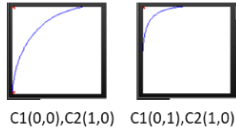
3.2.1 『呼吸と合っていない印象』

モーションデータの補間曲線は、適用された補間曲線の形（速度変化の仕方）から、3 グループに分類できた（図 7）。



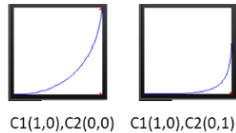
C1(0,0.5),C2(0,0.5) C1(0,1),C2(0,1) C1(0,1),C2(0,0.5) C1(0,0.5),C2(0,1)

A. 速度が「速い・遅い・速い」と変化するグループ



C1(0,0),C2(1,0) C1(0,1),C2(1,0)

B. 速度が最初は速く、次第に減速するグループ



C1(1,0),C2(0,0) C1(1,0),C2(0,1)

C. 速度が最初は遅く、次第に加速するグループ

図7 『呼吸と合っていない印象』のグループ

- A. 速度が「速い・遅い・速い」と変化するグループ
- B. 速度が最初は速く、次第に減速するグループ
- C. 速度が最初は遅く、次第に加速するグループ

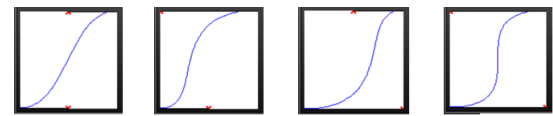
モーションデータの補間曲線に共通する事は、始端制御点または終端制御点またはその両方から縦に曲線が伸びている事である。関節の角度変化の方向が逆方向に転じる直前や直後に、速度の極大値を迎える事が『呼吸と合っていない印象』を作っていると考えられる。

3.2.2 『呼吸と合っている印象』

モーションデータの補間曲線を、図8に示す。これらは速度変化の仕方が共通しており、速度が「遅い・速い・遅い」の順番で変化する。このため、速度が遅い・速い・遅い、の順番で変化する動きが、『呼吸と合っている』という印象を作る要素であることと考えられる。

また、4つのモーションの間で比較すると、印象に細かな差がある事が分かった。図9には14, 16, 18, 20, 22, 24 フレーム目での各モーションの様子を示す。

- D. 『柔らかい印象』を感じるモーション (C1(0.5,0),C2(0.5,0))
- E. 『軽い印象』を感じるモーション (C1(0.5,0),C2(1,0))
- F. 『重い印象』を感じるモーション (C1(1,0),C2(0.5,0))
- G. 『外的な力で上がっている印象』を感じるモー



C1(0.5,0),C2(0.5,0) C1(0.5,0),C2(1,0) C1(1,0),C2(0.5,1) C1(1,0),C2(1,0)

図8 『呼吸と合っている印象』のグループ

ション(C1(1,0),C2(1,0))

四つのモーションに表れる印象の差について、舞踊講師に詳細にヒアリングを行った。

『柔らかい』と感じるモーション (D) は、4つのモーションと比べると、『軽さ』『重さ』は感じづらい。また『外的な力で上がっている』印象も無く、体幹から繋がる自然な力で動いているように感じられる。」との評価を得た。

『軽い』と感じるモーション (E) は4つのモーションの中で比較的是やく腕が上部に到達する。逆に『重い』と感じるモーション (F) は比較的遅く到達する。腕が上部に到達するまでののはやさ、印象に差を与えたことについて、舞踊講師にヒアリングを行ったところ、「重心が上側にある時間が長い、下側にある時間が長いかの違いで、『軽さ・重さ』の違いが生じる。」との回答を得た。

『外的な力で上がっている』ような印象を感じるモーション (G) は、4つのモーションの中で、時間当たりの変化量の最大値が最も大きい。舞踊講師はこのモーションについて、「まるでパネの力で上げられているような感じ。間が直線的で抑揚が無い。」と評した。適用された補間曲線の形を比較すると、『外的な力で上がっている』ような印象を感じるモーション (G) は、垂直に近いような線が表れており、瞬間的に上肢関節の角度が変化している箇所が存在する。瞬間的に上肢関節の角度が変化している箇所は、『呼吸と合っていない印象』のモーションにも多数見られた。

4 おわりに

本研究では、上肢関節の速度変化の仕方を変えた時、印象がどのように変わるのか、網羅的に検証した。手法として、補間曲線操作を行い、腕を上げる動作に関する箇所に変化を与え、複数のモーションを作成し、舞踊講師のヒアリングによって印象の比較を行った。検証の結果、速度が「遅い・速い・遅い」で変化する補間曲線を適用した時『呼吸と合っている印象』、それ以外では『呼吸と合っていない印象』を感じられた。また、『呼吸と合っている印象』

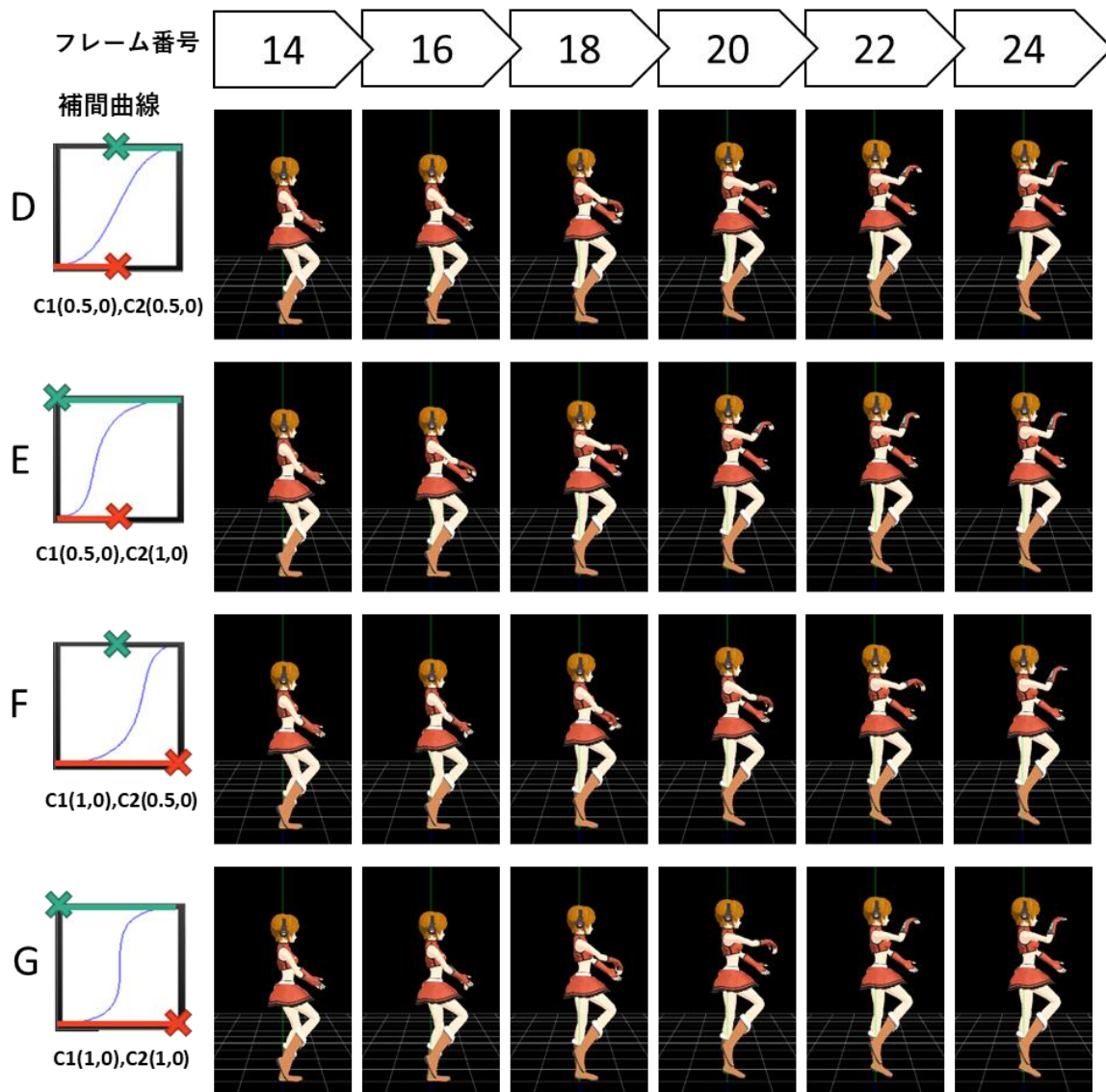


図9 『呼吸と合っている印象』のグループの14, 16, 18, 20, 22, 24フレーム目での様子

のモーションの中でも、『柔らかい』『軽い』『重い』『外的な力で上がっている感じ』という印象の差も見られた。このことから、補間曲線操作によって腕を上げる動作に速度の変化を与えた時、印象に幅広い差が生じる事が分かった。

謝辞

本研究を行うにあたり、舞踊の知識や指導者としての評価方法についての情報を提供して頂いた、一般社団法人わらび座講師清家久美子氏に深く感謝致します。なお、本研究の一部は JSPS 科研費 JP20K03152 の助成による。

参考文献

[1] 石川美乃, 神里志穂子, 星野聖: 舞踊における身体運

動の特徴抽出と印象との関連性: 下肢運動に関する検討, 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 25, No. 29, pp. 79-84 (2001).

[2] 丸茂祐佳, 吉村ミツ, 小島一成, 八村広三郎: 日本舞踊の基礎動作「オクリ」に現れる女らしさの特徴解析, 舞踊学, Vol. 2004, No. 27, pp. 26-331 (2004).

[3] 鎌田裕嗣, 松田浩一, 菊地直樹, "腰部の加速度情報を用いたさんさ踊りの「上手さ」の比較・評価に関する一検討", 情報処理学会第 79 回全国大会, 1ZF-09 (2017).

[4] 尾関溪, 松田浩一: 角速度に着目したさんさ踊りの手の動きの柔らかさの分析法に関する一検討, 人工知能学会, 身体知研究会第 32 回研究会, pp. 8-15, (2020).