

熟達ラテンダンサーの体肢間協調がもたらす美しい動作の軌跡

Beautiful movement trajectory brought about by the body coordination of a skilled Latin American dancer

初田 響子[†], 野中 哲士, 清水 大地[‡]
Kyoko Hatsuda, Tetsushi Nonaka, Daichi Shimizu

[†] 神戸大学人間発達環境学研究科

Kobe University, Graduate School of Human Development and Environment
kyoko.htsd@gmail.com

概要

熟達したダンサーの美しい動作はどのような動作なのだろうか。本研究は動作の軌跡が重視されるラテンダンスの Cuban Motion を対象に、熟達ダンサーの美しい動作特徴の同定を目的として定量的検討を行った。熟達ダンサーと非熟達ダンサーとの動作を比較した結果、熟達ダンサーは動作の主要部位である Hip の軌跡を、Heel と他の部位を左右方向へ巧みに協調させてなめらかに描いていることがわかった。一方でこの Hip の軌跡の対称性については、熟達者の中でも左右対称著しく非対称の2方向に分岐することが示唆された。

キーワード：熟達、動作の軌跡、体肢間協調、美しさ、ラテンダンス

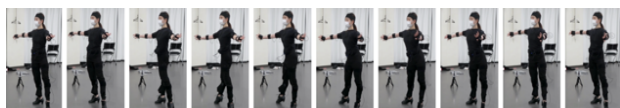
1. 序論

ダンスは古来より宗教儀式や社交の手段、エンターテインメントなど、幅広い目的・形態によるヒトの文化活動として親しまれている（片岡, 1991）。ダンスは身体を用いた視覚的かつ動的な表現形態であり、美しいダンス表現は多くの人に感動を与える。では、熟達したダンサーの美しい動作はどのような動作なのだろうか。これまでのダンス動作と評価に関する研究では、肯定的に評価される動作の要素として、難易度が高いと評価者が感じる動作（Cross ら, 2011）や、空間的に大きく行われる動作（Calvo-Merino ら, 2008）、なめらかな動作（Bronner & Shippen, 2015）、速度が安定した動作（佐藤, 2014 博士論文）といった点が挙げられてきた。一方、ある動作がどのような軌跡を描くのか、といった動作軌跡の形状については、ダンス表現の印象に大きく寄与するにもかかわらず、これまで十分に検討されてはいない。そういった動作の軌跡が重要視されるダンス表現の一つとして、ペアダンスの一種であるラテンダンス、そして領域の最も中枢となる動作である Cuban Motion が挙げられる。Cuban Motion は背骨を中

心に腰を回転させる（BallroomDancers.com, 2024）ラテンダンスに欠かせない動作である。Cuban Motion は指導および実践において、主要な動作部位である Hip の軌跡により定義（Marco ら, 2004）されている。この動作はラテンダンス特有の美しさや妖艶さ、力強さの表現を特徴づける動作であり、特にルンバ種目では、あらゆるステップが Cuban Motion を伴って踊られる。では、美しい Cuban Motion はどのような軌跡を描くのだろうか。先行研究では、スタティックな視覚刺激に対する美しさや嗜好性の判定には、対称性が関与することが示唆されてきた。これまでの研究では、絵やデザイン等の静物（Jacobsen, T & Höfel, L, 2003; Jacobsen et al., 2006）、点群などの単純な視覚パターン（McManus, 1980; Wagemans, 1997; Ramachandran & Hirstein, 1999）、身体部位や顔の特徴（Di Dio, Macaluso, & Rizzolatti, 2007; Rhodes, 2006; Thornhill & Gangestad, 1994）において、対称性を持つ視覚刺激が美的嗜好性や魅力を予測する因子になることがわかっている。ダンスの文脈においても、Orgs ら（2013）は、空間的対称性が最大になる姿勢に対する美的評価が高かったことを示唆している。つまり、視覚的かつ動的な表現形態であるダンスにおいても対称的な動作が好まれる可能性があると考えられる。

また、上記の動作のなめらかさや対称性を考えた際に、そのような熟達した動作が全身によってどのように実現されているのか、という点も疑問として湧いてくるだろう。熟達した身体技能に関する動作研究においては、熟達者に一貫した体肢間協調のパターンが現れることが示されている。ベリーダンスにおける随意的な腰の回転運動に関する研究では、水平面上での骨盤の回転と体幹上部の回転が、一貫して逆位相のパターンで協調することが示された（Toumillon & Siegler, 2021）。また、Chang ら（2020）はラテンダンスのチャチャ種目の基本動作において、熟達度が上がるにつれて、首や肩、股関節などの主要な関節角度の振幅の総和はスキルの関数として増加し、体肢間協調の程度

図1 実験課題の連続写真



が強まることを報告した。

以上の議論より、熟達した Cuban Motion は、なめらかさ、左右対称性、動作速度の安定性を有しており、さらに体肢間協調の高い動作であるという仮説が導かれた。本研究は熟達したダンス表現の動作の様相に迫る新たなアプローチとして、動作の軌跡と速度の関係および体肢間協調に着目し、異なる技術水準のダンサー間の動作を定量的に比較する。

今回は動作の軌跡と体肢間協調の分析に関して、結果を取り上げ、考察を行った。今後は、動作の軌跡と速度の関係に関する分析も実施し、検討を行う予定である。なお、本稿は初田ら (2023) のデータを用いて異なる観点から分析を行ったものである。

2. 方法

参加者: 本研究にはラテンダンスにおけるプロフェッショナルダンサー (プロ) 6名 (P1~P6) アマチュアダンサー (アマ) 6名 (A1~A6) が参加した。なお、奇数番号が付されている参加者は男性、偶数番号が付されている参加者は女性を示している。多忙なプロへの研究協力依頼が困難であったため、限定されたサンプルサイズでの実施となった。プロは認定ダンス教師資格を有する、あるいは公式競技でプロラテンの部に出場している現役選手であることを条件とした。アマは1年以上のラテンダンス経験があり、プロに該当しない者とした。今回の参加者について、プロの平均年齢は 41.17 ± 11.88 歳、平均経験年数は 16.17 ± 7.99 年であり、アマの平均年齢は 21.00 歳、経験年数は 3.00 年 (アマは全員神戸大学競技ダンス部の同級生) であった。さまざまな熟達例を検討するため、多様なプロの協力を得た。P3, P4 はダンス指導を中心として活動しており、ダンス上の男女の役割を交代して踊る機会、生徒の前で基本動作の手本を披露する機会の多い熟達例であった。P5 は主にダンスショーを中心として活動しており、女性をリードして踊ることに特化している熟達例であった。参加者は、神戸大学大学院人間発達環境学研究科人間倫理委員会より承認を得た説明書を熟読した上で同意書に署名した。

機材: 動作計測は慣性式モーションキャプチャ (Shadow Motion Capture System ; Motion Workshop 社) の 17 個のセンサにより記録した (サンプリング周波数 100Hz)。

Mocap に OptiTrack Camera (V120: Trio) を同期させ、三次元空間構成を行った。また、映像記録にはビデオカ

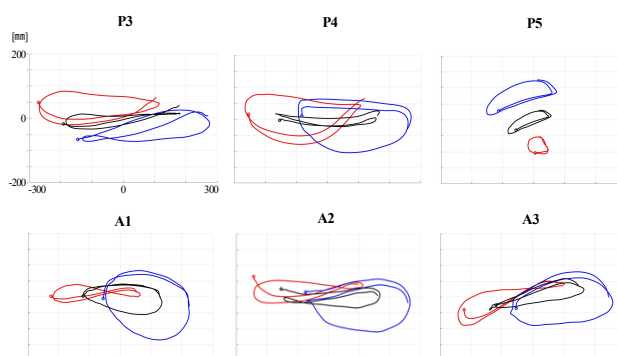
メラを用いた (SONY, FDR-AX45)。参加者は上記のモーションキャプチャのウェアラブルセンサと、本人が普段使用しているダンスシューズを着用した。普段のダンス練習場と近似した環境を再現するため、鏡で自分の動作を確認できる環境で計測を行った。音楽は全試行において同じルンバの曲 (“Fields of Gold (Rumba)” Watazu, 2018, 96BPM) を用いた。

課題: 実演課題は Cuban Motion を応用した最小のフィガー (ダンスステップ) である Cuban Rocks (CR) とした (図 1 参照)。本実験で扱った CR は、足による移動を行わずに左右方向へ Cuban Motion を行う動作である。本研究の参加者はこの動作をすでに習得しており、実践においても使用している動作であった。各課題 5 試行ずつ計測を行った。1 試行は 8 小節分 (18.5 秒程度) とした。実演に際し、Cuban Motion に依らない上肢などの動作により生じる体幹部への影響を最小限に抑えるため、肘はダンスにおける自然な状態で常に上げておくこと、首や頭の角度を不必要に変えないことを参加者に指示した。

データ処理・統計処理: 本研究は欠損データを含む参加者 (A5, P1, P2, P6) のデータを除外して分析を行った。数値処理には MATLAB, R を用いた。前処理として、3 次のバターワースローパスフィルター (カットオフ周波数 = 10Hz) により平滑化し、Mokka (Motion kinematic & kinetic analyzer) 上で 1 小節分の動作ごとに区切りをマークした。

動作の軌跡特徴である左右対称性となめらかさについては、形状類似度と円形度を用いて定量化を行った。軌跡の形状は凸包 (The MathWorks, 2023; n.d., 2022) により同定した。形状類似度については、プロクラステス

図 2 水平面上における CR の Hip の中心と R&L Hip の軌跡



図の横軸は左右方向、縦軸は前後方向の動作を示している。赤線が R Hip, 青線が L Hip, 黒線が Hip の中心を示している。図は代表の 1 試行における 1 周期分の軌跡。ページ数制限の都合により、アマは代表の 3 人分のデータである。

解析（高桑, 2021; The MathWorks, 2020）を用いた。今回は、主要な部位である左右の Hip の形状の重心を同一座標上に重ね、軌跡上の点群の二乗誤差が最小となるよう図形を回転させて基準化した。サイズの基準化は行わなかった。また、形状類似度については、直感的な理解を促すため、それらの点群の二乗誤差の和を逆数にして指標として用いた。

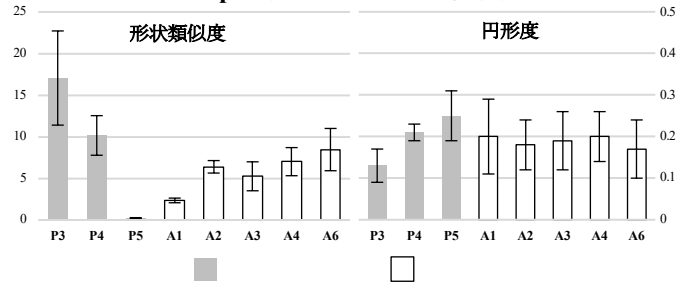
体肢間協調の分析においては、Chest, R Shoulder, L Shoulder, R Hip, L Hip, R Leg, L Leg, R Heel, L Heel の 9 部位の時系列データについての相互相関分析を行った。さらに上記 2 つの動作分析結果の関連性を検討すべく、線形混合モデルによる検討を行った。

3. 結果

最初に水平面上の Hip の軌跡の結果を報告する（図 2）。水平面上の R および L Hip の軌跡は、プロ・アマともそれぞれ楕円形を描いている。どの参加者も Pelvis は主に左右方向へ移動している。一方で、プロの方がアマよりも Pelvis の前後への移動が小さい様子が観察される。また、R&L Hips の軌跡について、アマと P5 は L Hip が R Hip よりも前後に大きく動いている様子、P5 が特に顕著にその傾向を示す様子が観察された。P3 と P4 は R Hip と L Hip が概ね左右対称形の軌跡となっていることが観察される。

図 3 は先ほど述べた R Hip と L Hip の軌跡の形状に関する分析結果である。形状類似度は P3, P4 が高く、P5 は突出して低かった。P3 と P4 は仮説を支持する結果であったが、P5 は仮説とは逆の結果であった。アマは、プロを上記のように 2 グループに分けたとき、どれも中間程度の値をとっていた。P3 と P4 において形状類似度が共通して高かった背景としては、その 2 名がダンスにおけるペアであるために、動作の特性が共通した可能性が考えられる。また、P5 において左右の Hip の軌跡の形状類似度が顕著に低かったのは、女性をリードすることに特化していることに起因している

図 3 左右の Hip の軌跡における形状類似度と円形度

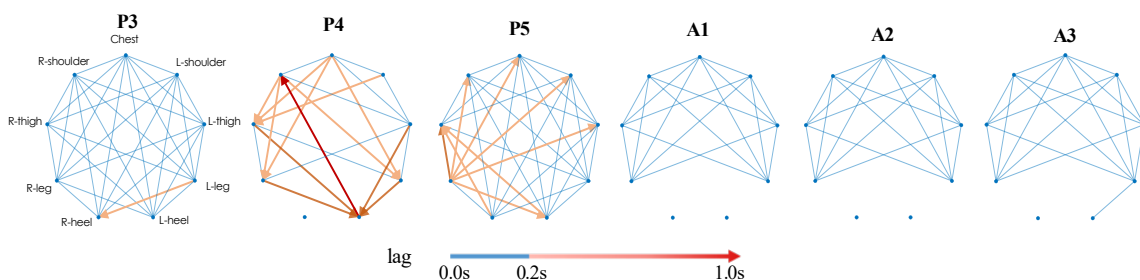


図中の形状類似度は、左右の Hip の軌跡の形状について、プロクラステス解析により算出された数値の逆数を用いたものである。つまり、数値が高い方が左右の Hip の形状は似ていたことを示す。円形度は左右それぞれの Hip の円形度解析により算出された。数値が高い方が Hip の軌跡は丸みを帯びていたことを示す。

考えられた。ラテンダンスはペアで踊るダンスであり、相手とホールドを組むとき、相手の正面に立つのではなく、互いの右半身のみが正面になるように立つ（半身左にずらして立つ）。そのとき、右側よりも左側の方がスペースを広く使えることが、左の方が動作の軌跡が大きくなった背景である可能性がある。今回の課題はソロでの実施であったが、P5 はペアでホールドする際の身体の使い方の傾向が定着しており、今回のソロ動作においてもそのままの傾向が表れた可能性がある。この傾向はアマにも見られ、アマは今後、相手と踊ることに比重を置いて技能水準を高めていった場合、P5 のような傾向を示しうるだろう。円形度については、P5 の円形度が高いが、全体としてプロとアマの間に大きな傾向は観察されなかった。

CR の左右方向への動作について、全身の体肢間協調の関係を可視化するために、Bashan ら（2012）の指標間協調の図を参考に協調ネットワークを作図した（図 4）。相関係数が 0.7 以上であった身体部位間を抽出した。そこから偶然に生じうる体肢間協調を除外するために、参加者内で試行間をシャッフルしたバーチャルデータ群の相関係数を抽出し、それらの 95%信頼区間よりも実際のデータの値が高い線のみを青線として描画した。また、相関係数が 0.7 以上かつラグ値が 0.20 秒以上であった部位間を、先行している部位を始点とし

図 4 左右方向への体肢間協調ネットワーク



て赤色の矢印で示した。矢印の濃淡はラグの長さを反映している。図を見ると、プロはHeelと他の部位間に強い相関が多く見られるのに対し、アマはHeelと他の部位間に強い相関が見られなかった。また、プロは、ラグを伴った相関関係にある身体部位が多く見られた。以上の結果より、Cuban Motionの熟達においては、Heelと他の身体部位の協調が関連している可能性が示唆された。領域の知識と紐づけて解釈すると、この協調は、ダンススキルの一つである脚部全体のターンアウト（外転）を効果的に用いることで生じている可能性が考えられる。

	Estimate	Std. Error	P value
Intercept	0.26	2.99	0.93
P5/他	-15.05	2.11	0.005
プロ/アマ	7.49	3.18	0.02
CcrHeel	8.25	4.00	0.04

表1 左右のHipの軌跡の形状類似度における線形混合モデルの結果(参加者8, 項目40)

最後にHipの軌跡と、Heelと他の部位の協調の関連を検討するため、線形混合モデルによる分析を行った。

表1は目的変数を左右のHipの軌跡の形状類似度、固定効果をP5/他、プロ/アマ、Heelと他の部位の協調の平均(CcrHeel)、ランダム効果を参加者として線形混合モデルを行った結果である。P5は他の参加者に比べ、顕著に形状類似度が低かった。プロの方がアマよりも形状類似度が高かった。Heelとの協調が高い方が、左右の形状類似度が高かった。形状類似度とCcrHeelに正の関係が見られ、P3とP4はHeelと全身の協調を巧みに用いて骨盤の軌跡を左右対称に描いていると考えられる。

表2 左右のHipの軌跡の円形度における線形混合モデルの結果(参加者8, 項目40)

	Estimate	Std. Error	P value
Intercept	0.14	0.03	<0.001
P5/他	0.08	0.02	0.05
プロ/アマ	0.07	0.03	0.03
R/L	0.13	0.01	<0.001
CcrHeel	-0.02	0.05	0.59
プロ/アマ×R/L	-0.17	0.01	<0.001

表2は目的変数を左右のHipの軌跡の円形度、固定

効果をP5/他、プロ/アマ、右/左、Heelsと他の部位の協調の平均、プロ/アマ×右/左、ランダム効果を参加者として線形混合モデルを行った結果である。P5は他の参加者に比べ、円形度が高かった。プロがアマよりも円形度が高かったのは、動作のなめらかさを反映していると考えられる。左の方が右より円形度が高かったのは、先述したように、左の方が動作の自由度が上がったことが理由として考えられる。プロ/アマとR/Lの交互作用については、アマの方は左の方が右よりも円形度が高いが、プロは明確な左右差は見られなかった。

4. 考察

結果から次の知見が得られた。まず、プロではHeelと他の部位を左右方向へ協調させることでなめらかなCuban Motionを行っていたこと、骨盤の軌跡の円形度が高かったことが共通して見られた。一方で、ダンスの印象に寄与するHipの軌跡の対称性は、プロ内で2方向に分岐(P3, P4/P5)した。この結果は、プロは全身協調や軌跡のなめらかさなどに見られる身体の使い方は共通するが、ダンスにおいて表現する軌跡の方向性が2つに分岐する可能性を示唆するものである。非対称となる軌跡については、相手との美しい造形、つまりペアダンスとして非対称な2人の動作を組み合わせた際に、対称的で美しい動作となるよう動作を調整・制御している可能性が考えられる。

現在、時間の特性を含むカウントと動作の軌跡との関係について分析を行っている。分析結果と本稿の内容から、動作表現と時系列との関連を検討予定である。

謝辞

本研究は、JST次世代研究者挑戦的研究プログラムJPMJSP2148の支援を受けたものです。

主要参考文献

- Bronner, S., & Shippen, J. (2015). Biomechanical metrics of aesthetic perception in dance. *Experimental brain research*, 233(12), 3565–3581.
- Orgs, Guido & Haggard, Patrick. (2012). Learning to like it: aesthetic perception of choreographic patterns. *Cognitive Processing*. 13. S28-S29.