

クラシックバレエにおけるダンサーの動きと拍音の同期性 Synchronization of dancers' movements and music beats in classical ballet

脇山拓也[†], 鏑木悠里奈[‡], 水村（久埜）真由美^{*}, 阪口 豊[†]

Takuya Wakiyama, Yurina Tsubaki, Mayumi Kuno-Mizumura, Yutaka Sakaguchi

[†]電気通信大学, [‡]国立スポーツ科学センター, ^{*}お茶の水女子大学

University of Electrical-Communications, Japan Institute of Sports Sciences, Ochanomizu University

w2430144@gl.cc.uec.ac.jp

概要

ダンサーが音楽の拍に対して身体の動きをどのように合わせているかを明らかにするために、クラシックバレエの4種類の基本動作（ジュッテ、タンデュ、シャンジュマン、パッセ）について、ダンサーの身体動作と音楽の拍（メトロノーム音）との時間的な関係性を分析した。その結果、多くのダンサーに共通して拍音と同期した運動特徴点がある一方で必ずしもすべてのダンサーが同じ特徴点と同期していないこと、動作の違いによって拍音と同期させる特徴点が異なることが明らかになった。

キーワード：ダンス、クラシックバレエ、音楽性、同期性

1. 序論

クラシックバレエをはじめとするダンスにおける「音楽性 (musicality)」には、①身体の動きを通じた表現内容が音楽の表現内容と適合しているか、②身体の動きが音楽のリズムと同期しているか、という二つの側面があると考えられる。この研究では後者の側面に焦点を当て、ダンサーの動きと音楽の拍の時間的な関係性について検討する。

ダンサーの動きのタイミングが音楽の拍にあっているかどうかはダンスの巧拙の印象に強い影響を与えるが、このような「観客から見た音楽と踊りの同期性」とは別に、ダンサーが音楽の拍に対し自身の身体の動きをどのように合わせているかという問題がある。クラシックバレエのパフォーマンスでは通常、ダンサーの動きは演出家の指示によって決められるが、ここではそのような指示がなく、ダンサーが自然だと思うタイミングで自由に踊る状況での音楽の拍と身体の動きの関係性を検討する。このような自然な状況でのダンサー

のタイミングの取り方は、ヒトが音楽や音に合わせて身体を動かす際の脳情報処理の基本的特性を反映しているはずであり、クラシックバレエの動きを題材としてそれを検討することが本研究の大きな目的である（ただし、個々のダンサーがそれまでに受けてきた指導内容に影響を受けていることは否定できない）。

身体動作と音楽の同期性に関する先行研究として、ラジオ体操での動作と拍の時間的な関係性を調べた研究[1]、マーチング（行進動作）における拍と動作の関係性に関する研究[2]、ジャズダンスにおける拍と身体動作の極点の関係性に関する研究[3]のほか多数の報告があり、動きの終端点や極点、動きの最速点、床反力の極大点などが拍と一致していることが指摘されている。本研究では、クラシックバレエの基本動作4種類を題材として、同様の特性が観察されるかどうかを実験的に検討した。

2. 実験方法

本研究では、10名の女性バレエダンサー（プロ2名、アマチュア8名）にメトロノーム音（動作により60 bpmまたは80 bpm）に合わせて9種類の基本動作を行ってもらい、その際の身体動作をモーションキャプチャ装置と床反力計により記録した。本実験はお茶の水女子大学の倫理審査委員会の承認を受けて実施され、データ解析についても電気通信大学の倫理審査委員会の承認を受けた。ここでは、計測した9種類の動作のうち、脚の左右動作が主である2種類と、体幹や脚の上下動作が主である2種類について解析を行った。以下に、題材とした4種類の動作について簡単に紹介する。

1. ジュッテ (jete)

両足のかかとをつけて趾先を外側に開いて立った姿勢（1番ポジション）から片脚（実験では右脚）を真横

に伸ばして(右股関節を膝伸展位で外転して)空中に浮かせ、そのあと元の姿勢にもどる。

2. タンデュ (tendu)

1番ポジションから片脚(実験では右脚)の趾先を床の上を滑らせるようにして身体の真横へ擦りだし(右股関節を膝伸展位で外転し)、趾先が離地する直前から逆転させて元の姿勢にもどる。

3. シャンジュマン (changement)

趾先を外側に向け脚を交差させた姿勢(5番ポジション)から軽く膝をまげて(ドゥミ・プリエ)。鉛直方向に跳躍し、飛んでいる間に両脚を前後に交換して5番ポジションで着地する。

4. パッセ (passe)

5番ポジションから、片脚の趾先を他方の脚に沿わせながら膝関節が最大屈曲位となるまで持ち上げ(ルティレ)、続いて趾先を同様に下ろし5番ポジションにもどる。他方の足はその動作に合わせて趾先立ちになる。この動作を上げる脚を交互に入れ替えて繰り返す。

3. データ解析

身体運動データ(サンプリング周波数 250 Hz)は遮断周波数 50 Hz の4次ローパスフィルタを用いて平滑化したのち数値微分により速度や加速度を算出した。また、録音したメトロノーム音(以下「拍音」と記す)を分析して拍のタイミングを抽出した。そして、身体の主要部分に貼付したマーカの位置・速度・加速度や床反力垂直方向成分(以下、これらを「特微量」と呼ぶ)の時間変化を解析し、拍音との時間関係を観察した。

次に、それぞれの動作に対し、ダンサーが身体感覚的に捉えられるイベント(例えば、床への着地点、床の踏切力の最大点、脚や足の動きの始点や終点、脚や足の動きの最速点など)に対応する特微量の変化点(例えば、床反力の最大点、マーカの動きの最速点など)の時刻(以下「特徴時刻」と呼ぶ)を試行ごとに求めた。各被験者に対して同じ処理を行い、全被験者における特徴時刻の分布を分析した。なお、特徴時刻は最も近い拍音時刻を原点とする相対時刻により求めた。

4. 実験結果

紙面の都合上、ここでは、脚の左右方向の動作であるジュッテとタンデュに関する結果を中心に説明する。

4.1 ジュッテ(jete)

先に述べたように、ジュッテは右脚を外側に広げて

戻す動きを繰り返す動作であるので、右のくるぶし(外果)に貼付したマーカの動きに着目して解析を行った(かかとや中足骨、ひざに貼付したマーカもほぼ同様の特性を示した)。そのうえで、①外果位置の最大時刻(脚の動きの最外点)、②外果の外向き速度の最大時刻(脚を外側に開く速度が最大になる点)、③外果の内向き速度の最大時刻(脚を閉じる速度が最大になる点)、④外果速度が負から0になる時刻(脚を閉じた点)、⑤外果速度が0から立ち上がる時刻(脚を開き始める点)を特徴時刻として用いた。ここでの位置、速度はすべて水平方向成分であり、被験者からみて右向きを正としている。

図1に示した三つのパネルは、上から順番に、被験者1名(プロダンサー)の外果位置、速度、加速度の時間変化を表したもので、10回繰り返し分のデータを重ねて表示している。横軸の原点は拍音の時刻で、横軸の幅は1回の動作時間(1s)である。図中の赤点が外果最外点①、マゼンタ点は外向き速度最大点②、シアン点は内向き速度最大点③、青点は脚を閉じた点④、緑点は脚を開き始めた点⑤を表している。この図からわかるように、外向き速度最大点②が拍音のタイミングとほぼ一致しており、このダンサーが足を外向きに最も速く動かす点を拍音に合わせていることを示唆している。

図2は、以上の5つの特徴時刻をすべての被験者についてまとめたもので、図中の黒点は試行ごとの特徴点時刻、赤点は被験者ごとの中央値を示している。この図より、図1に示した被験者だけでなく、すべての被験

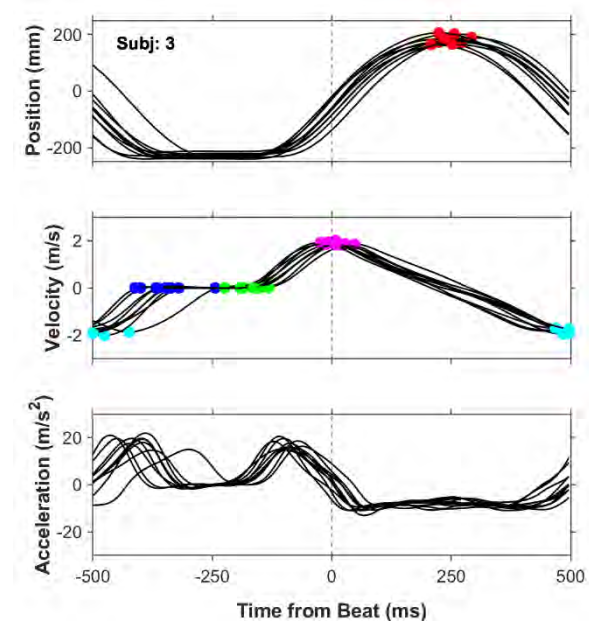


図1 ジュッテにおける右外果の動きの例

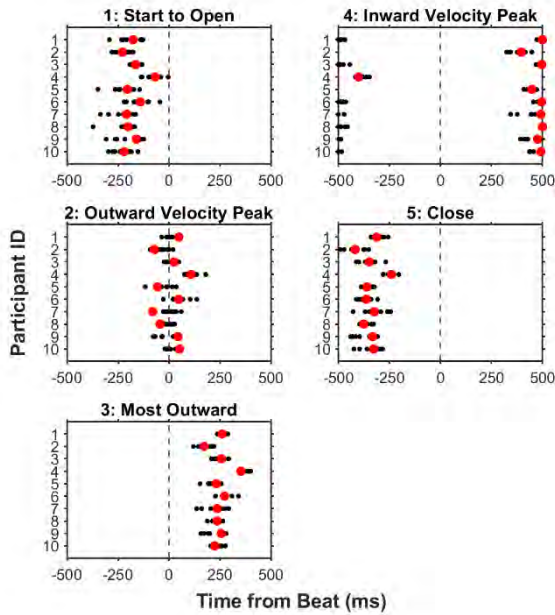


図2 ジュッテにおける特徴時刻のまとめ

者について、外向き速度最大点（パネル2）が拍音とほぼ一致することが読み取れる。さらに、この図からもう一つ読み取れることは、すべての被験者について、内向き速度最大点（パネル4）が拍音から半拍ずれたタイミング（裏拍）と一致していることである。一方で、足の最外点のタイミング、脚を開き始めるタイミングや脚を閉じるタイミングはいずれも拍音とずれていた。

以上まとめると、ジュッテの動作において、ダンサーは足の動きの最外点・極点（股関節を最大に外転する点）ではなく、足を外向きに動かす速度の最大点を拍音に合わせていること、また、足を内側に動かす速度が最大になる点を裏拍に合わせていることが明らかになった。

4.2. タンデュ (tendu)

タンデュも、ジュッテと同様に右脚を外側に開いて戻す動きを繰り返す動作であるので、右外果に貼付したマーカの動きに着目して解析を行った。

図3の3つのパネルは、図1と同様に、被験者1名（プロダンサー）の右外果の位置、速度、加速度の時間変化を10試行分まとめて表示したものである。図1と比較するとわかるように、タンデュの動きのタイミングはジュッテの動きのタイミングと大きく異なっている。特に、ジュッテでは脚を閉じた姿勢で静止する時間帯があって外側に振り切る点は一瞬であるのに対し、タンデュでは脚を閉じるのは一瞬で、脚や足を外側に広げた姿勢で静止している時間帯がある。このことか

ら、タンデュの解析では、①外果速度が正から0になる時刻（脚を開いて静止する点：図中緑点）、②外果速度が0から離れ負へ転じる時刻（脚を閉じ始める点：青点）、③外果の外向き速度の最大時刻（脚を外側に動かす速度の最大点：マゼンタ点）、④外果の内向き速度の最大時刻（脚を内側に動かす速度の最大点：シアン点）、⑤外果位置の最小時刻（脚を閉じる点：赤点）を特徴時刻とした。

この図から、外果速度が正から0になる点①が拍音のタイミングとほぼ一致していることがわかるが、このことは、このダンサーが脚を外側に広げて静止するタイミングを拍音に合わせていることを示している。一方で、この図を丁寧に観察すると、動作のタイミングが試行によって二つのパターンに分類されることも読み取れる。このことは、同じダンサーであっても、動きのタイミングは一意に決まるわけではなく、複数のタイミングの候補が存在することを示唆している。

図4は5つの特徴時刻を10名の被験者についてまとめたものである。この図からわかるように、多くの被験者において、外果の最外点到達時刻（パネル3）、つまり、脚を外に開く動作の終点が拍音と同期する傾向がみられた。一方で、少数の被験者（#5, #9）は拍音より早めに脚を外側に動かす動作を終えて静止した状態で拍音を迎えていた。また、ジュッテと同様に、内向き速度最大点（パネル5）が拍音と半拍ずれたタイミング（裏拍）と概ね一致していることも明らかになった。

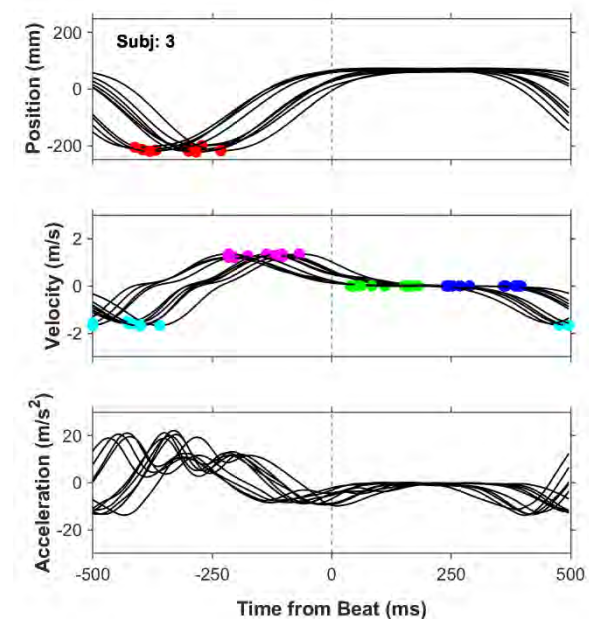


図3 タンデュにおける右外果の動きの例

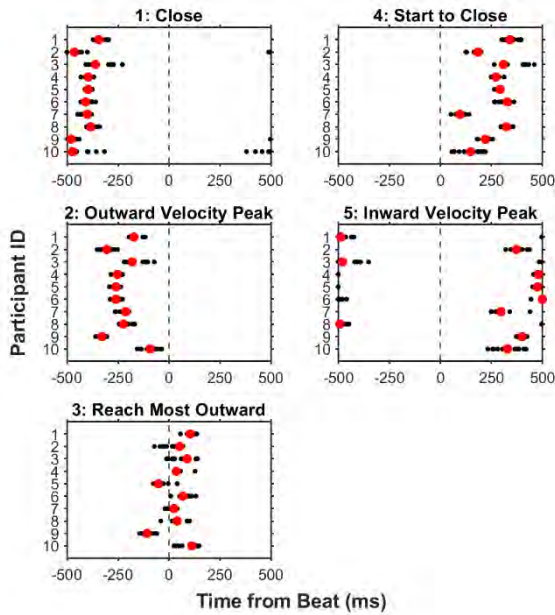


図4 タンデュにおける特徴時刻のまとめ

このように、タンデュの動作において、ダンサーは脚を外側に開き終える点を拍音に合わせていること、また、脚を内側に閉じる速度が最大になる点を裏拍に合わせていることが明らかになった。

4.3 シャンジュマン

跳躍動作であるシャンジュマンについては、体幹の上下動を表す頸椎 C7 の動き、前後交換する両脚の動きを表す外果の動き、および、着地や離地、踏切力を反映した床反力に着目して解析を行った。

具体的なデータは示さないが、この動作では、床に着地するタイミングや左右外果の前後位置の差が最大となるタイミングが拍音と近接している被験者が多かった。一方、被験者間の違いが大きく、拍音と一致する特徴点が不明である被験者も見られた。全般的には、着地点と着地後の床反力ピーク点のあいだの区間に拍音が含まれるケースが多かったことから、ダンサーは着地に伴う何らかの身体感覚手がかりを拍音に同期させていることが推察される。

4.4 パッセ

この動作は、片脚を交互に上下動させながらつま先立ちによって身体全体を上下動させるものであることから、体幹の上下動を反映した C7 と、両脚の上下動を反映した外果の動きに着目して解析を行った。

この動作についても被験者間の違いが大きかったが、多くのダンサーでは、つま先立ちの状態から下り始めて体幹が最下点に達するまでの区間に拍音が含まれて

いた。その一方で、逆に、脚を上げる動作が拍音に近接しているダンサーも少数見られた。

5. まとめと考察

本研究では、クラシックバレエにおける基本動作を題材として、拍音と同期している運動特徴点を分析した。その結果、拍音と同期している運動特徴点は、先行研究で指摘されていた「動きの終端点」や「動きの最速点」、「床反力の最大点」と一致していた一方で、拍音と一致する運動特徴点は動作に依存して異なっていた。

具体的には、ジュッテとタンデュの動作はいずれも 1 番ポジションから片脚を外側に動かす（股関節を外転する）動きであるが、両者の動作タイミングは大きく異なり、拍音と一致する運動特徴点も異なっていた。ジュッテでは脚を内側に閉じた姿勢で静止する時間があり、そこから脚を外側に振り出したのち速度最大になる点が拍音と一致していた。これに対し、タンデュにおいては脚を最外点に置いた姿勢で静止する時間があり、その静止姿勢に到達するタイミングが拍音とほぼ一致していた。このように、二つの動作では拍音と同期する運動特徴点が明確に異なっていた一方で、脚が最外点から内側へ向かう動きの速度最大点のタイミングは二つの動作でほぼ一致しており、それは拍音から半拍分ずれた裏拍のタイミングであった。

以上まとめると、ダンサーが拍音に同期させる運動特徴点は、先行研究で指摘されていた音と同期する運動特徴点と一致していたことから、ダンスにおいてもヒトが音のタイミングに同期させやすい一般的な運動特徴点が共有されていると考えられる。そして、ダンサーは音と同期させやすいそのような運動特徴点の候補の中から踊りの特性に合わせて特徴点を選び、拍音に同期させていることが考えられる。

文献

- [1] Takehara A, Uehara T, and Sakaguchi Y. Audiovisual synchrony perception in observing human motion to music. PLOS ONE, 14(8): e0221584, 2019.
- [2] 新山王, 村尾, 南, 小川. 音楽ビートと運動ビートのタイムラグについて—マーチングステップの熟達者と未経験者の相違について—, 情報処理学会研究報告[音楽情報科学], No. 40, pp. 79-84, 2002.
- [3] 杉本, 平山, 間瀬. ジャズダンスにおける音楽ビートと運動ビートの同期性における分析. 人工知能学会全国大会論文集第 26 号, 101-OS-6-1, 2012.