

クラシックバレエの巧さ判断を左右する運動学的要素 —白鳥の羽ばたきを例にとって—

細井 厚[†] 小島 鼓児郎[†] 河野 由[‡] 水村 (久埜) 真由美* 阪口 豊[†]

[†]電気通信大学 情報理工学域・大学院情報理工学研究科 〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

[‡]国立スポーツ科学センター スポーツ研究部 〒115-0056 東京都北区西が丘 3-15-1

*お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: [†] {a.hosoi, ojima-kojiro, yutaka.sakaguchi}@uec.ac.jp,

[‡] julie.427.t@gmail.com * mizumura.mayumi@ocha.ac.jp

あらまし ダンス演技の「巧さ」の印象に影響を与える身体操作メカニズムを明らかにすることを目的として、白鳥の羽ばたき動作を題材としてビデオ映像に基づく印象評価とその評価の基づく身体運動解析を行った。具体的には、印象評価の検討から3つの因子を抽出して、身体運動計測のデータに基いて各因子の違いを生み出す身体運動の違いを検証した。そのうえで、優れたダンサーが筋骨格構造の物理的制約の下でどのように身体を操作しているかを考察した。

キーワード ダンス, 審美性, 巧さ, 印象評価, 身体運動解析, 身体操作

Movement features affecting judgement of proficiency of classic ballet dancing —An analysis of flapping movement of white swan—

Atsushi HOSOI[†] Kojiro OJIMA[†] Yui KAWANO[‡] Mayumi KUNO-MIZUMURA* Yutaka SAKAGUCHI[†]

[†] Univ. of Electro-Communications, (Grad.) Sch. of Info. & Eng., 1-5-1, Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182-8585 Japan

[‡] Japan Institute of Sports Sciences, 3-15-1, Nishigaoka, Kita-ku, Tokyo 115-0056, Japan

[‡] Ochanomizu University, Grad. Sch. Of Humanities and Science, 2-1-1 Otsuka Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610, Japan

E-mail: [†] {a.hosoi, ojima-kojiro, yutaka.sakaguchi}@uec.ac.jp,

[‡] julie.427.t@gmail.com * mizumura.mayumi@ocha.ac.jp

Abstract Aiming to determine the mechanism of body manipulation affecting the “proficiency impression” of dance performance, we performed the impression evaluation based on video picture of the “flapping movement of the white swan” and the evaluation were based on as a subject analyzed the flap movement of the swan. Specifically, we extracted three factors of proficiency impression and analyzed body movement related to each factor based on motion capture data. Based on this analysis, we considered how good dancers manipulated their body under the physical constraints of musculo-skeletal system to bring proficient performance.

Keywords Dance, Aesthetics, Proficiency, Impression Evaluation, Motion Analysis, Body Manipulation

1. はじめに

クラシックバレエを始めとするダンス芸術において、ダンサーは身体運動を媒体として観客に表現を伝え、観客は身体運動の視覚情報（音楽も含めれば聴覚情報も）からそれを読み取る。観客がダンスの専門家でなくても、ダンサーの表現内容や意図が伝わることから、このようなコミュニケーションの過程には、音声におけるオノマトペと同様に、多くの人間に共通する知覚や判断に関わる普遍的なルールが埋め込まれていると考えられる。

このようなダンスにおける情報伝達に関して、本研究では、動きの「美しさ (aesthetics)」「巧さ (proficiency)」

ともいべき要素に着目する。ここで扱う内容は、個人の主観的な好み (preference) や専門家にしか評価できない技術的熟練度 (technical proficiency) ではなく、万人が「このダンサーは巧い」と感じられるような演技の「良さ」「安定感」などを総合した感覚である。これは、「芸術的美しさ」を実現する上での必要条件となるようなダンサーの身体操作能力を反映した感覚ともいえる（「踊りは嫌いだけどダンサーは巧い」ということはある）。本研究では、このような「巧さ」の知覚や判断を決定づける動きの特徴について議論する。

具体的には、クラシックバレエの有名な演目である「白鳥の湖」の「白鳥の羽ばたき動作」を題材として、

技能レベルの異なる被験者から取得したビデオ映像の印象調査に基づき身体動作解析を行い、巧さの判断(知覚)に影響を与える身体動作の因子を抽出する。さらに、それがヒトも筋骨格的制約の下でいかなる身体操作によってもたらされているかを検討する。

2. ダンスの技能と美しさの評価

バレエ動作の運動学的特性についてはさまざまな研究があり、バレエ動作の物理学的原理[1]のほか、ダンサーの動作を運動学的計測によって調べた報告が数多くある[2-3]。しかし、このような研究での検討内容は、熟練者の身体運動に見られる姿勢・運動(関節角度など)の特徴であって、そのような姿勢・運動がダンスを鑑賞している観察者の知覚や印象に与える影響を検討するものではない。

一方、ダンスの美しさの知覚には、姿勢や体格、フォーム、実行可能性、対称性などが影響することが指摘されている[4,5]。また、バレエダンサーの優劣を判断するコンクールでは、ダンス専門家が各々の基準[6]に基づいて評点を与えるが、近年ではコンクールでの評点向上を目的とした指導システム構築の試み[7]もなされている。このようなダンスの評価には、専門家にしか判断できない技術的要素がある一方で、上位入賞者と非入賞者のあいだには一般人が見ても容易に判断できる違いがあることも事実である。そして、このような万人にわかる違いは、ダンスに関する専門知識ではなく、ヒトがもつ基本的な知覚特性によってもたらされると考えられる。本研究で着目する踊りの「巧さ」とはまさにこのような普遍的な知覚特性に基づくものであり、この性質を調べることで美しさや巧さの知覚・判断のメカニズムが理解できると考えている。

なお、身体動作の美しさと技能の関係性については、ダンス以外にも太極拳を題材にした検討[8]があり、身体重心の動きの滑らかさや動きの周波数が因子として挙げられている。この研究が示すように、技能の高さと動きの美しさのあいだには一定の関係性がある。

3. 実験方法

3.1. 実験データ

本解析で用いた身体運動データは著者の一人である河野が先行研究[9]において取得したものである。運動計測の対象は12名の成人女性であり、3名ずつ以下の4つのグループに分類される。

- A: 職業家として踊るプロのバレエダンサー(プロ)
- B: バレエコンクールにおいて入賞経験のあるアマチュアダンサー(上級者)
- C: バレエコンクールにおいて入賞経験のないアマチュアダンサー(中級者)
- D: バレエ経験のない学生(未経験者)

なお、未経験者以外の被験者はすべて10年以上の

バレエ経験を有していた。

運動計測の対象とした動作は、バレエ作品「白鳥の湖」においてダンサーが頻繁に行う白鳥が羽ばたく動作である。ここでは、脚は動かさずに上肢のみを使って羽ばたき動作を行う動作を対象とした。なお、バレエ団に所属しているプロダンサーにはこの動作を演じる機会が多い反面、アマチュアダンサーにはその機会が少ないことを指摘しておく。

計測では、音楽は使わずに106BPMのテンポでメトロノームを鳴らし、4拍で羽ばたき動作1周期というペースで4周期分データを収録した。未経験者には事前に演技された作品映像を観察してもらい、映像の動作を模倣するように指示した。

被験者の動作は、上肢と体幹に合計33個の反射マーカを貼付し、モーションキャプチャ装置(Vicon Motion Systems カメラ8台、フレームレート250 Hz)を用いて計測したほか、ビデオカメラ(Coolpix S60、フレームレート30 Hz)を用いて撮影した。

3.2. 予備的検討1: 未経験者による巧さの判断

筆者のうち本研究に着手するまでクラシックバレエを鑑賞した経験がなかった2名が、事前知識なく12名の演技のビデオ映像を観察し、演技の巧さを順位付けしたところ、表1の結果が得られた。この結果からわかるように、2名が判断した順位付けはバレエの技能経験とほぼ一致していたことから、少なくともこの動作に関しては、バレエ演技に関する事前知識がなくても技能の優劣を判断できるといえる。

3.3. 予備的検討2: 印象を左右した因子の検討

次に、前節の順位付けの際に判断の手がかりとなった因子について、上記2名を含む3名の筆者で検討した。以下では、この検討の中で3名が共通して明確に感じた三つの因子を取り上げる。

1. 腕のフォーム: 評価の高い演技者は、腕が形作る身体のフォームが羽ばたく羽の形状をうまく表現しているのに対し、評価の低い演技者はそうではない。具体的には、評価の高い演技では羽の形の美しさや力強さなどが感じられるのに対し、評価の低い演技では腕がほぼ一直線で上方向と下方向の動きが同じであり、体操のような印象を生み出している。

2: 動きのめりはり: 評価の高い演技者は、腕が動く速さが一様ではなくめりはりがあって、力強さが感じられるのに対し、評価の低い演技者は動きが一様でつまらない印象を受ける。

表1 筆者2名による演技者の順位付け

	順序
A	A1>A3>A2=B1>B2>B3=C1>C2>C3=D1>D2>D3
B	A1>A2>A3>B1=B2>B3>C1=C3>C2>D1=D2>D3

3 : 身体 of 安定感 : 一部の演技者は、羽ばたき動作の中で身体が揺らぎ、不安定な印象を受ける。

図1は腕のフォームの違いを表す一例で、評価の違いが大きかった2人の姿勢を表している。評価が高い演技者(A1)は、腕を上げる局面では肘や手の関節を下方向に曲げる一方、腕を下げる局面では逆に上方向に曲げている。これに対して、評価が低い演技者(D3)ではいずれの局面でも腕がほぼ直線状になっている。

4. 実験結果

4.1. 身体運動の解析

次に、前節で取り上げた因子がいかなる身体運動軌道の違いにより生み出されているかを分析する。さらに、そのような身体運動の違いがいかなる身体操作の違いから生まれるかを検討する。

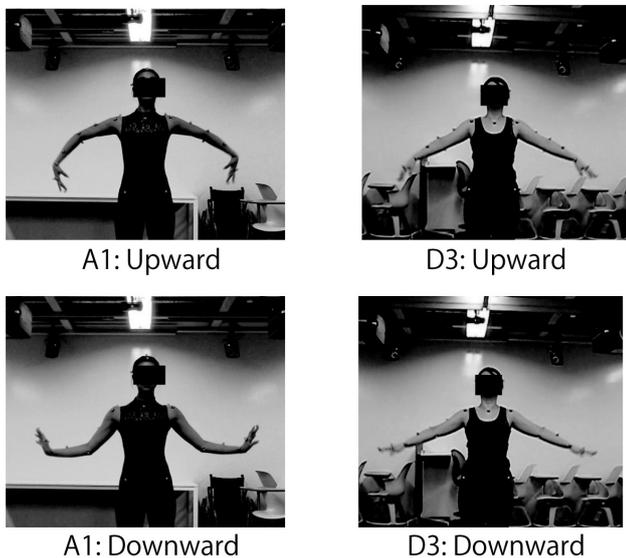


図1 評価の高い演技者と評価の低い演技者の例

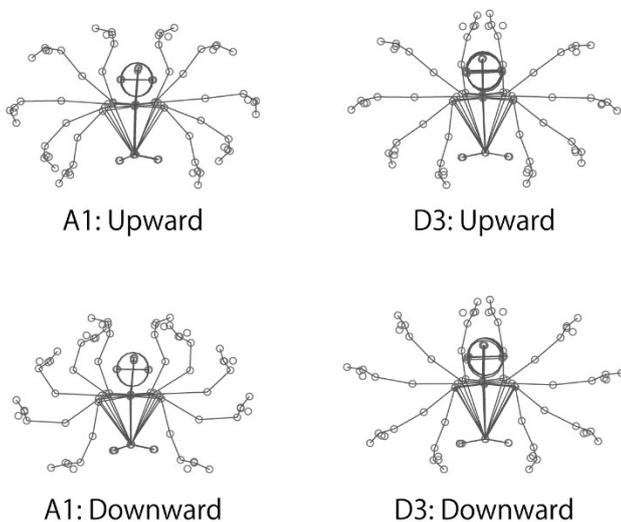


図2 腕の軌道の違い

なお、演技者の動きにはそれぞれ固有の特徴があり、同程度の熟練度であっても身体軌道は異なることを踏まえ、本研究では身体軌道やその特徴量をダンサー間で平均処理することなく個別に解析を行う。

4.2. 腕のフォーム

上述したように、羽を模した腕が作り出すフォームは鑑賞者の印象に大きな影響を表す。図2は、図1に示した特徴的な演技者2名の腕の動きを上行時と下降時にわけて stick figure により示したものである。この図からもわかるように、評価が高かった演技者 A1 では上行時と下降時で腕の姿勢が異なるのに対し、評価の低かった演技者 D1 では腕が上行時・下降時ともにほぼ直線的になっている。それに付随して、前者の手先軌道は後者と比較して水平方向に圧縮され、手先が身体から離れる距離が短くなっている[9]。

次に、このようなフォームの違いがいかなる身体操作の違いから生じているかを検討する。図3は演技者 A1, D1 の肘関節と手関節の屈曲伸張角度(実線)の時間変化を手の高さ(破線)とともに示したものである。一見してわかることは、演技者 D1 の肘関節の運動が腕の上下運動と同位相であるのに対し、演技者 A1 の肘関節の動きは腕の上下運動よりも位相が遅れ、上下運動1周期のあいだに2周期分の運動を含んでいることである。特に、A1は上行中の肘の屈曲を抑えているが、これが羽を大きく見せる効果を生んでいると考えられる。また、手関節については、A1は掌屈・背屈の程度が大きく掌屈・背屈を維持している時間が長いことが特徴的である。このような独特な関節操作が羽のフォームの印象を生み出す根源であると考えられる。

図4は肘(実線)の前後方向位置の変化を示したものである。演技者 A1 では腕が下に降りているときに肘が後方に動くが、これは次に述べる肩の回旋運動によるものであると考えられる。一方、演技者 D1 ではむしろ肘が前方に動いており、肩の回旋がおきていないことを表している。

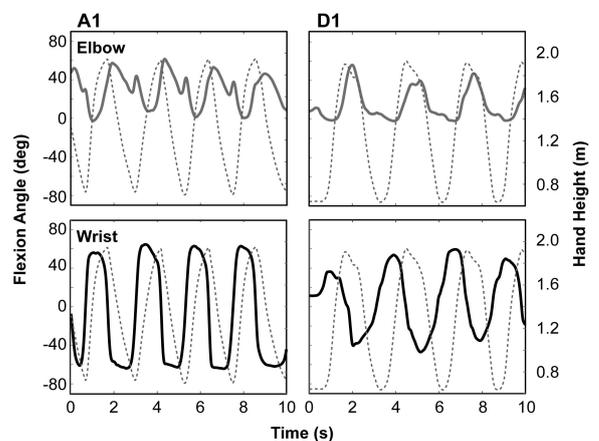


図3 関節角軌道の違い

先に、評価の高いダンサーでは上行時と下降時で肘を曲げる向きが逆になっていることを指摘した。肘関節は屈曲伸展の1自由度しかなく、多少の過伸展を除き最大で180度までしか伸展できないことを考えると、上行時と下降時で肘の曲がり逆向きにするには、肩関節の回旋運動を行う必要がある。図5は4人の演技者について肩関節の回旋角度（実線）を手の高さ（破線）とともに示したものである。経験者A1, B1, C1では腕の上下運動に同期して肩の回旋運動が生じているのに対し、未経験者D3ではそれが生じていないことがわかる。ただし、同じ未経験者でもD1, D2では回

旋運動が生じていたことから、この違いは羽ばたきを演技する身体操作の工夫の有無によるもので、熟練によって身につく技能とは異なると考えられる。

なお、河野、水村は先行研究[9,10]において「経験者は未経験者に比べて肩関節や前腕の回旋運動が大きい」ことを指摘しているが、回旋運動の有無が演技の印象に与える効果は上述したとおりである。

4.3. 腕の動きのメリハリ

本節では、腕のメリハリの印象を定める身体運動の特徴について検討する。

まず、図6は演技者全員の手先の高さの相変化を示したものである。図の横軸は手の上下方向位置、縦軸は上下方向速度を表している。相図上で身体の状態は時計回りに変化し、上半分が上行部分、下半分が下降部分にあたる。軌道が対称的でないことを意味している。評価が高かった演技者A1を含め、多くの演技者で上半分が左側にふくらみ、下半分が右側で膨らんでいるが、これは上行時、下降時ともに初期に早く加速しその後ゆっくりと減速していることを意味しており、これが動きのメリハリ感を生んでいると考えられる（その様子は図5に点線で示した手先の高さの時間変化からも読み取れる）。なお、このような特徴は未経験者D3や経験者B3, C2では見られなかったが、未経験者であってもD1, D2では見られたことから、この要素もまたバレエ経験を反映した特性ではないと考えられる。

4.4. 身体の安定性

第三に、演技中の身体の安定性を評価するため、体幹の水平面内の動きを分析した。

図7は、骨盤に取り付けた三つのマーカ（左右の上前腸骨棘と両上行腸骨棘中点）の水平面内の動きを各グループ2名ずつ示したものである。骨盤の動きは習熟度グループ間では明確な違いがなく、同じ習熟度グループ内でも個人間の違いが大きい。また、図8に示すように、三つの骨盤マーカの平均位置の水平面内軌道長は習熟度を反映していない。この軌道長は、ビデオによる印象評価で不安定な印象を受けた2名（C1, C3）以上にプロ演技者A3の方が長いことから、この指標は不安定な印象に直結していないといえる。

揺らぎが大きくても不安定な印象を与える演技者とそうでない演技者がいる理由を検討するため、胸骨頭に貼付したマーカの左右方向位置と手先の高さの時間関係を調べた。図9は不安定な印象を与えたC1, C3と軌道長の長かったA3, D2について両者の関係性を示したもので、横軸が手先の高さ、縦軸が胸骨頭の左右方向位置である。この図を見るとわかるように、A3, D2では胸部が左右方向に大きく動くのは手先が頂上付近にあるときで、手先が上行・下降している最中は

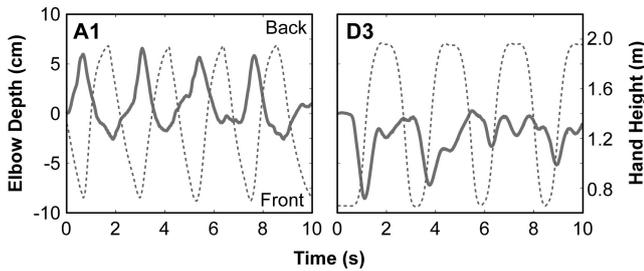


図4 肘の位置の違い

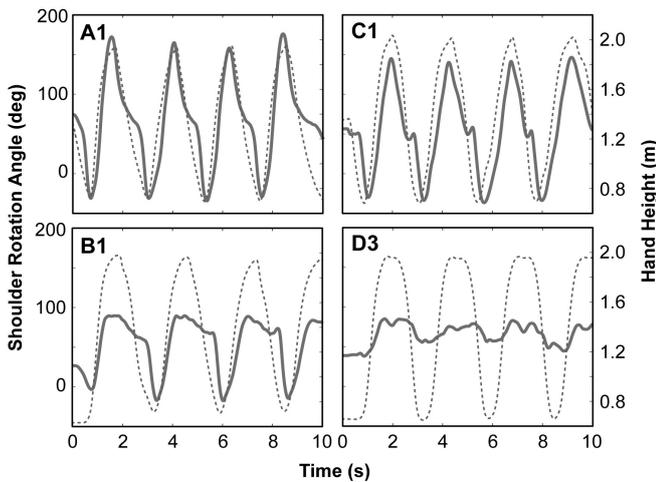


図5 肩関節の回旋運動の違い

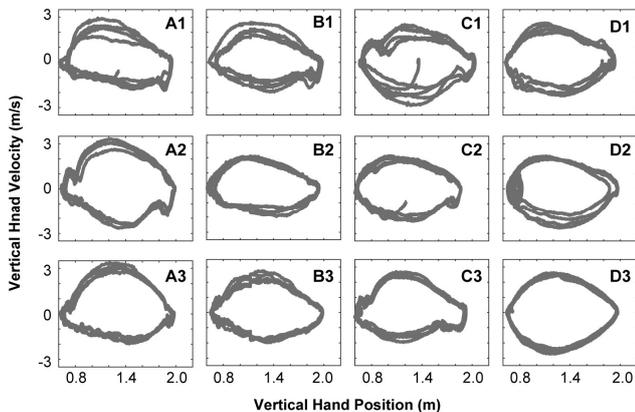


図6 手の高さの相変化

一定かあるいは滑らかに変化している。これに対し、不安定な印象を与えた演技者 C1 では、矢印で示したように、胸部の動きが腕の上下運動の途中で不意に生じていることがわかる。また、演技者 C3 においても、運動の途中で階段状に胸の位置が変化している。

このことから、身体の動きの不安定な印象は、体幹部が腕の動作を無関係に不用意に動くことによってもたらされることが推察される。逆にいえば、体幹の動きと腕の動きが協調した形でなめらかに変化していれば、体幹の動きそのものは不安定な印象を与えないことが考えられる。

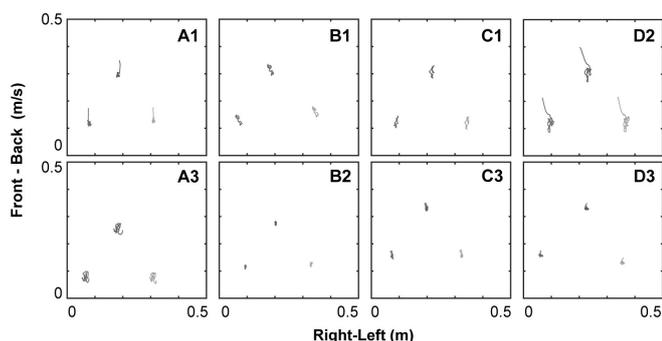


図 7 骨盤の水平面内の動き

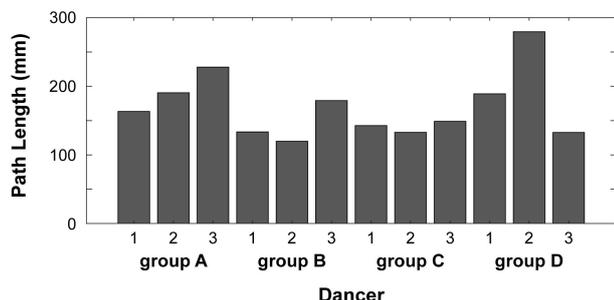


図 8 骨盤の軌道長

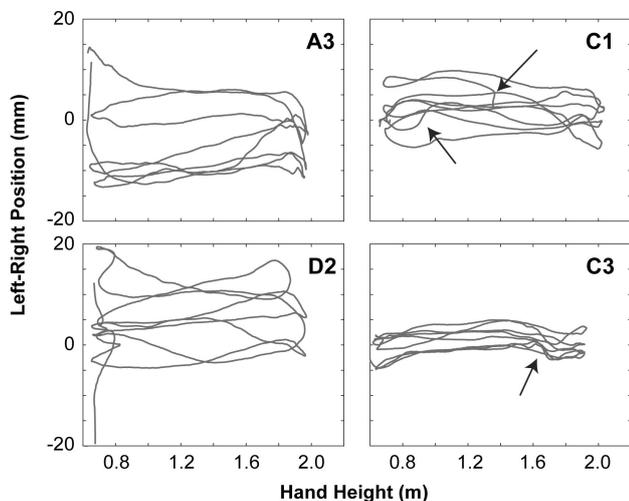


図 9 胸部の左右方向と腕の動きの関係性

なお、未経験者の演技が不安定な印象を与えなかった理由として、動きの振幅が小さい(図 3, 5 を参照)など身体操作として難度が高くない動きをしていたため体幹が揺らぎにくかったことが考えられる。逆にいえば、「白鳥を演じる」という特別な身体操作をする際に体幹の安定性を保てるかどうかダンサーの身体技能の違いが表れるのではないかと考えられる。

5. むすび

本研究では、ダンサーの身体運動解析を通じて演技の「巧さ」の印象に影響する因子について検討し、それがどのような身体操作(身体の遣い方)によってもたらされるかを検討した。これにより、身体運動の違いが踊りの印象に影響を与えるメカニズムの一端を明らかにした。本研究で指摘した身体動作の特徴が本当に観察者の印象に与える因子であるかどうかを確定するには、身体動作を系統的に操作して観察者に提示し、観察者の印象が予想どおりに変わるかを検証する必要がある。

なお、本研究の一部は、科学研究費補助金挑戦的研究(萌芽)18K19823 の補助を受けた。

文 献

- [1] ローズ, K. (蘆田, 佐野, 小田訳) (2005): やさしいダンスの物理学—ダンサーの動きは、なぜ美しいのか, 大修館書店.
- [2] Bronner, S., and Ojofeitomi, S. (2011) Pelvis and hip three-dimensional Kinematics in grand battement movement. *Journal of Dance Medicine & Science*, 15(1): 23–30.
- [3] Bronner, S. (2012) Differences in segmental Coordination and postural control in multi-joint dance movement développé arabesque. *Journal of Dance Medicine & Science*, 16(1): 26–35.
- [4] Bronner, S., and Shippen, J. (2015) Biomechanical metrics of aesthetic perception in dance. *Exp Brain res*, 233: 3565–3581.
- [5] Pickard, A. (2013). Ballet body belief: perceptions of an ideal ballet body from young ballet dancers. *Research in Dance Education*, 14(1), 3–19.
- [6] Prix de Lausanne (2019) Awards and Scholarships: Evaluation criteria, <https://www.prixdelausanne.org/competition/awards and scholarships/#tab2>.
- [7] Nomura, R., Yanagisawa, K., and Amasaka, K. (2015) Artistic Evaluation in Classical Ballet, *Journal of Sports and Physical Education*, 2(3): 34–43.
- [8] Zamparo, P., Zorzi, E., Marcantoni, S., & Cesari, P. (2015). Is Beauty in the Eyes of the Beholder? Aesthetic Quality versus Technical Skill in Movement Evaluation of Tai Chi. *PLOS ONE*, 10(6), e0128357.
- [9] 河野: バレエ動作の運動学的特性と知覚特性との関係性: 審美性に着目して, お茶の水女子大学, 博士学位論文, 2020.
- [10] Kawano, Y. & Kuno-Mizumura, M. (2019). Intra- and Inter-individual Movement Variability of Upper Limb Movements of Ballet Dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 34(3), 132–140.