

原著論文

高速度 AI カメラによるグループ競技ダンスの同調評価

田河 琴音¹⁾, 川野 常夫²⁾, 松尾 英治³⁾¹⁾ 摂南大学理工学部, ²⁾ 摂南大学, ³⁾ 松尾電機エンジニアリング

Evaluation of Motion Synchronization for Competitive Group Dance Using High Speed AI CAMERA

Kotone TAGAWA¹⁾, Tsuneo KAWANO²⁾, Eiji MATSUO³⁾¹⁾Faculty of Science and Engineering, Setsunan University²⁾Setsunan University³⁾MATSUO Electric Engineering Co.Ltd.

Abstract: The purpose of this study is to evaluate quantitatively the motion synchronization for competitive group dance with a degree of synchrony defined in this study. The dance motions are captured without restraining the dancers using a high-speed AI CAMERA developed in a series of our study. The AI CAMERA is able to recognize human skeletons from only video images in 260 fps and get 2D coordinates of every dancer's body joint points. Firstly, two kinds of experiments are carried out: (a)the dancers have trained well predetermined dance motions, (b)the dancers follow the leader's motion without any rehearsal. The group dances consisting of three dancers are captured for tens of seconds with the AI CAMERA. Secondly, the degrees of synchrony of head, right upper arm, body, and right thigh are calculated based on the interpersonal correlations of their angles. Thirdly, the dances are qualitatively evaluated by experienced dancers and unexperienced audiences viewing the recorded videos. The relationship between the qualitative evaluations and the degrees of synchrony provided quantitatively has been investigated. Finally, usefulness of the AI CAMERA and the degrees of synchrony developed in this study has been evaluated with the questionnaire method. As the results of this study, the degrees of synchrony for group dances are suggested to substitute the qualitative evaluations and the AI CAMERA is very useful for the exercise of group dances in order to develop their dance skills.

Keywords: group dance, dance evaluation, experienced dancers, degree of synchrony, and AI CAMERA

キーワード: グループダンス、ダンス評価、熟練ダンサー、同調度、AI カメラ

1. はじめに

文部科学省により 2008 年に中学校保健体育においてダンスが必修とされ[1]、日本の小中学校や多くの日本人にとってダンスは身近なものとなっている。ストリートダンス協会(大阪市)によると、日本の推計競技人口は 2025 年には 1100 万人程度まで拡大すると見込まれており[2]、今やダンスは野球やバレーボールなどのスポーツに並ぶほどの人気となっている[3]。ダンスについての研究は数多くなされており、Koch ら[4]の研究ではダンスによるセラピーはうつ病を回復させ、QoL (Quality of Life)、対人スキルや認知スキルなどの能力を向上させる効果があるという結果が得られたことから、ダンスを踊ることは健康面においても有用と言える。

ダンスにはストリートダンス、ジャズダンス、モダンダンス、ヒ

ップホップ、バレエなど、古典的なものから近代的なもの、世界各国のダンスや社交ダンス、競技ダンスなどがありジャンルも様々である。さらに 1 人で演技を行う場面のみならず、複数人で連携してダンスを踊ることもある。複数人でダンスを踊るとき、動きが揃うことによって美しさや一体感、感動を生み出すダンスとなる。ここで動きが揃うということは必ずしも動きが同じであるということを意味しない。例えば 2 人が左右反対に動いても、左右対称に乱れなく揃っていれば美しい。複数人のダンスの主な表現方法には、「ユニゾン」、「カノン」、「シンメトリー」といったものがあり、文部科学省のダンスの指導手引きなどで取り上げられている[5]~[7]。ユニゾンは全体で一斉に同じ動きをする表現、カノンは集団の動きを少しずつずらす表現、シンメトリーは複数のダンサーが左右対称の動きをする表現である。一般にグループダンスは、このようにいくつかの表現方法を組み合わせて構成されている。

Reddish ら[8]による研究では、目標の共有と動きの同調性には深い関係があり、これらが結びつくことによって協力性が高まることが明らかとなっていることから、動きを同調させること

2024 年 3 月 1 日受理. (2024 年 3 月 16 スマートライフ学会 2024 年大会にて発表)

著者照会先: 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8

摂南大学 理工学部 田河琴音

Email: kotone.tagawa@setsunan.ac.jp

表 1 AI によるマーカレス姿勢推定技術を用いた主な関連研究の比較

著者 (発表年)	対象ダンス	ダンス表現の対象	撮影方法 (fps)	姿勢推定AIモデル	同調度の評価法
稲田ら(2018)[14]	複数人ダンス	ユニゾン	動画 (30fps)	OpenPose	動き出しのタイミングのずれを座標値で評価
稲田ら(2018)[15]	複数人ダンス	ユニゾン	一般的なカメラ (30fps)	OpenPose	全ダンサーの各関節角度の中央値から基準モデルを求め、それとの差で評価
Broadwellら(2021)[16]	グループダンス (K-POP)	ユニゾン	一般的なカメラ (25fps)	PifPaf	n 人の2人ずつの組について、フレームごとの座標の差の平均と標準偏差で評価
Zhouら(2022)[17]	複数人のシンクロダンス	ユニゾン	一般的なカメラ (30fps)	AlphaPose	体の各パーツの方向ベクトルのダンサー間のずれと単位時間あたりの動きのずれで評価
Menzelら(2023)[18]	ジャンプスタイルダンス	-	スマートフォン (30, 60fps)	OpenPose	1人のダンサーを自動的に追従し、バックミュージックとどれだけ同調しているかを評価
Okugawaら(2019)[19]	(集団のパレード)	ユニゾン	一般的なカメラ (30fps)	OpenPose	左腕の4か所の角度について2人のデータ間の相関係数で評価
本研究	グループ競技ダンス	ユニゾン, カノン, シンメトリー	高速度カメラ (260fps)	PoseNet	2人ずつの組について、セグメント角度のダンサー間の補正相関係数をロジスティック関数により100点満点に換算

の重要性は高いと言える。ダンスの大会やコンテスト[9]などでも、審査項目の中にチーム力や表現力、技術力があり、ダンサー同士の動き方や同調度が評価の対象となるため、動きを揃えてダンスの完成度を上げる必要性は高く、ダンサーにとっては客観的にダンスを評価できるシステムが必要であると考えられる。

本研究では 3 人で踊るグループダンスを対象として、独自に開発した高速度 AI カメラを用いて各ダンサーの関節点を取得し、規則正しい振付で踊った際に、互いの動作がどれだけ揃っているかを同調度という指標を用いて点数化する手法を新たに提案する。次いで実際にグループダンスの実験を行って、提案した手法によって動作の一致度を評価することが可能か、この手法を用いることでダンス技術の向上に繋がるかなどを検討し、またダンス鑑賞者による「動作のメリハリ」、「美しさ」などの定性的評価と同調度による定量的評価の関係を明らかにする。

なお、本研究の実験を行うにあたって、摂南大学・人を対象とする研究倫理審査を受け承認を得ている(承認番号 2023-077)。

2. 関連研究

近年、モーションキャプチャ等を使用してダンスの評価を行う研究が多く発表されている。飯野ら[10]はストリートダンス (HIP HOP) の動作分析から指導システムの構築を目的として、関節の空間的な累積移動量に注目し、カメラ 18 台からなるモーションキャプチャ Vicon8i を用いて初級者、中級者と上級者の移動量の差から動作に重要な部位の検出を行った。田中ら[11]は、同様の光学式モーションキャプチャを用いて関節点座標を取得し、ストリートダンスの指導者と学習者をスティック

ピクチャで重ね描きしたり、顔の向きと比較などを行ったりして、ダンスの上達を支援するシステムの構築を試みた。平澤ら[12]は 1 人のブレイクダンスを対象とし、加速度センサを組み込んだ靴から得られたデータを利用し、深層学習によってダンサーや指導者のダンス動作を分類し、フィードバックするシステムの開発を目指した。

しかしながらダンス大会やコンテストにおいて、大掛かりなモーションキャプチャや複数のカメラ、ダンサーに装着するセンサなどを用いることは現実的でないため、簡便に関節点の座標を取得できる技術が望まれる。

大越ら[13]はダンサーを拘束せず簡便に座標を取得できるマーカレスモーションキャプチャ Azure Kinect を用いて、グループダンスを対象に人体の 3 次元座標を取得し、ダンサー間の各部の単位方向ベクトルの差や関節の移動速度の差を可視化し、ダンスの練習を支援する手法を提案した。しかし、撮影距離に制限があり、フレームレートも最大 30fps であるため、このモーションキャプチャは現実の舞台での素早いダンス動作には適さないと考えられる。また、1 人で踊るブレイクダンス以外の上記のグループダンスの研究では、ダンスの表現として全体で一斉に同じ動きをするユニゾンのみを対象としている。

他方、昨今は AI(人工知能)技術を用いることでビデオ映像から人の姿勢や骨格認識が可能な AI ソフトが多数提案され、リアルなダンスの評価に応用した多くの研究がある。その中でも AI によるマーカレス姿勢推定技術を、複数人のダンスの同調度評価に応用した主な研究を、本研究を含めて表1に示す。稲田ら[14]は姿勢推定 AI モデルの OpenPose を用いて複数人のダンスにおける動き出しのタイミングのずれを座標値で評価している。さらに同著者ら[15]は同じく OpenPose を用いて、全ダンサーの各関節角度の中央値から基準モデルを求

め、それとの差で同調度の評価を行っている。Broadwell ら [16]はグループダンス(K-POP)を対象に、AI モデルの PifPaf を用いて複数人の 2 人ずつの組について、フレームごとの座標の差の平均と標準偏差で同調度の評価を行っている。Zhou ら[17]は複数人のシンクロダンスを対象に、AI モデルの AlphaPose を用いて体の各パーツの方向ベクトルのダンサー間のずれと単位時間あたりの動きのずれで同調度の評価を行っている。Menzel ら[18]はその場で飛び跳ねるジャンプスタイルダンスを対象に、OpenPose を用いて 1 人のダンサーを自動的に追従し、バックミュージックとどれだけ同調しているかを評価している。Okugawa ら[19]は、ダンスではないが軍隊のパレードを対象に、OpenPose を用いて左腕の 4 か所の角度について 2 人のデータ間の相関係数(-1~+1)で同調度を評価している。パレードではユニゾン以外は許されないため、2 人の腕の振りがシンメトリーになる場合の同調度は最も低い-1 としている。このように表 1 に示す研究はバックミュージックとの同調度を扱った Menzel らの研究以外、ダンスの表現対象はユニゾンのみであり、それぞれ提案されている同調度の評価方法では、カノンやシンメトリーの評価はできない。

本研究ではグループ競技ダンスを対象とし、ユニゾン、カノン、シンメトリーのいずれの表現方法についても同調度評価ができるように定式化を行う。すなわち、2 人ずつの組について、セグメント角度のダンサー間の相関係数を求める際に、ユニゾン、カノン、シンメトリーの各表現に応じた補正を行う。さらに各ダンサー間の中程度の相関の点数差が明確に出るようにロジスティック関数を用いて 100 点満点に換算する。撮影方法は素早い動きのダンスでも解析できるように 260fps の高速度カメラを用いる。AI モデルには、開発が容易でモバイル端末でも動くように GPU でなく CPU で動く軽量化された PoseNet[21]を用いる。

3. 高速度 AI カメラ

著者らはこれまでに、人の動作解析を行うシステムとして AI カメラを開発してきた[20]。このカメラでは AI 技術に基づいてビデオ映像から人体の関節点を認識し、10inch のディスプレイ

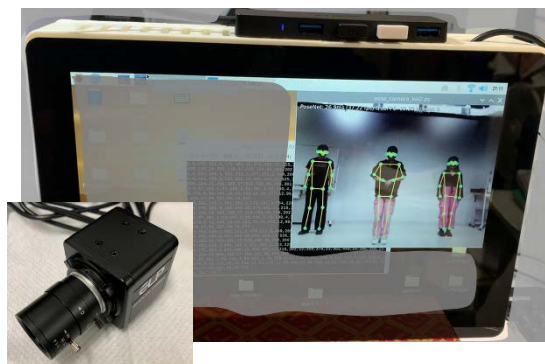


図 1. 高速度 AI カメラ

に骨格線を表示することが可能である。AI カメラは Raspberry PI 4Model B (CPU:1.5GHz ARM Cortex-A72 4 コア RAM:4GB)と、Google Coral Edge TPU USB Accelerator を搭載しており、Coral Accelerator で動作するように改造された PoseNet[21]を用いて骨格線を認識している。解像度は 640x480 となっており、本研究では新たに USB タイプの高速度カメラ(ELP-USBFH D08S-MFV)を接続することで、最大 260fps での動作撮影が可能となった。

図 1 に開発してきた AI カメラによって骨格認識をしている様子と、使用した高速度カメラを示す。リアルタイムで撮影している映像または録画したビデオ映像から、AI が鼻、首、右肩、右肘、右手首、左肩、左肘、左手首、右股関節、右膝、右足首、左股関節、左膝、左足首、右目、左目、右耳、左耳の計 18 点の二次元座標を取得するため、本 AI カメラは従来のモーションキャプチャのような複数台のカメラやセンサの用意、さらにはマーカー付きの装具を身につけるといった必要がなく、被験者に対する拘束が極めて少ないモーションキャプチャであると言える。本研究ではこの高速度 AI カメラによってダンスを撮影し、ダンサーの関節点座標を取得することにより動作解析を行う。

4. 同調度の算出方法

複数人で行うダンスの評価方法として、本研究では同調度という指標を提案する。高速度 AI カメラによって撮影された動画から取得した関節点座標データを用いて、骨格モデルにおける各セグメントの角度変化から同調度の値を計算する。本研究で評価対象としたセグメントは図 2 に示す右上腕、頭、胴、右大腿とした。頭のセグメントは鼻と首の座標を、右上腕のセグメントは右肩と右肘の座標を、胴のセグメントは首と骨盤中央(右股関節と左股関節を結ぶセグメントの midpoint)、右大腿のセグメントは右股関節と右膝の座標を用いた。これらのセグメントと x 軸(水平軸)とのなす角をそのセグメントの角度とし、セグメントをベクトルと見立て、x 軸との内積を求める式から角度を算出する。こうしてダンス時における時々刻々のセグメント角度を求め、複数人のダンサー同士で一定時間内の対応する角度間に相関があるかを調べ、その相関が高ければ同調度は高いと言える。

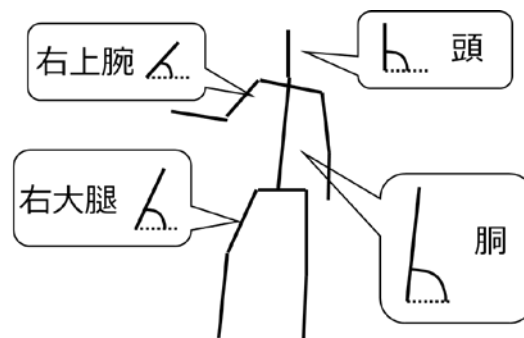


図 2. 骨格モデルにおけるセグメント角度

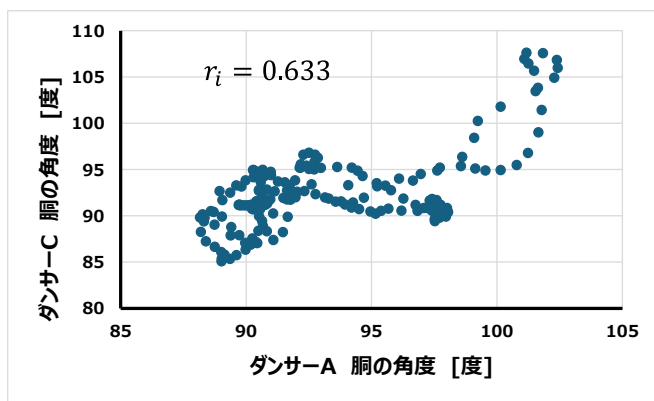


図 3. 2 人のダンサーによる角度変化と相関係数の例

図 3 に 2 人のダンサーによる角度変化と相関係数の例を示す。これはダンス中の映像 200 コマ分(約 1 秒間)の 2 人のそれぞれの胴の角度をプロットしたものである。このとき両者の相関係数は 0.633 となり比較的高い相関を示している。図は約 1 秒間の相関であるが、1 コマごとの相関を求めるためにダンス開始後 200 コマ分の相関係数を求め、映像の 1 コマずつを進めてセグメント i の 200 コマ分ずつの相関係数 r_i を算出する。ここで、ダンス表現のユニゾン、カノン、シンメトリーのそれぞれの区間に応じて相関係数に $k_{i,b}$ を掛けて補正を行う。 $k_{i,b}$ はセグメント i の b 拍目を補正する係数である。グループダンスは、何拍目の振り付けをどのようにするかによって構成されるため、セグメント i の b 拍目がどの表現であるかによって係数 $k_{i,b}$ の値を変更する。

図 4 にダンスの表現方法と 2 人のあるセグメントの角度変化の概念図を示す。2 人が同じ動きをするユニゾンでは、2 人の角度データが同調すれば理想的には図(a)に示すように右斜め上方向に並び、相関係数は最大値の 1.00 となる。したがってユニゾンの場合は、 $k_{i,b} = 1$ とする。次に 2 人が左右対称に動くシンメトリーでは、理想的には図(b)に示すようにデータは右斜め下方向に並び、相関係数は最小値の -1.00 となる。これを最大の評価に補正するため $k_{i,b} = -1$ とする。2 人の動きを少しずつずらすカノンでは、例えば 1 人が先に回転を始め、もう 1 人が遅れて後を追うように動くとデータは図(c)の○マーカーのように並び、図では、例えばダンサー A の 93° に対してダンサー B は 3 拍遅れて 93° となっている。そこでダンサー A のデータと 3 拍先のダンサー B のデータを組み合わせると図(c)の▲マーカーのように並び、相関係数は理想的に 1.00 となる。したがって、カノンの区間ではデータの組み合わせを補正して相関係数を求める。係数は $k_{i,b} = 1$ とする。

次に同調度の定義として、本研究では次の式(1)を用いた。

$$S_i = \frac{100}{1 + e^{-A(k_{i,b}r_i - 0.4)}} \quad (1)$$

ここで、 S_i はダンスの 1 コマごとのセグメント i の同調度、 A は定数で 11 とした。ダンスの 1 コマごとの相関係数 r_i が同調の程

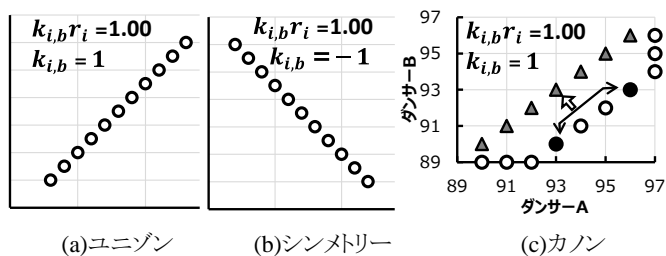


図 4. ダンスの表現方法と角度変化の概念図 (2 人のダンサーの場合)

度を表すものであるが、感覚的にわかりやすくするため式(1)で 100 点満点に換算している。また、式(1)はロジスティック関数であり、補正後の相関係数 $k_{i,b}r_i$ と同調度 S_i の関係をグラフに表すと図 5 のようになる。グループダンスにおいては各ダンサー間に中程度の相関が多くみられるため、その部分の点数差が明確に出るようにした。

3 人における同調度については、200 コマから求めたダンサー A と B、ダンサー A と C、ダンサー B と C それぞれの相関係数を平均することで、200 コマ分の 3 人の相関係数とし、同調度の計算に用いた。

5. 同調度算出アプリケーション

本研究では Microsoft Visual Studio 2022 を用いて、C#にて同調度算出アプリケーションを作成した。作成したアプリケーションの画面を図 6 に示す。このアプリケーションでは 2 人または 3 人の場合において、頭、右上腕(腕と表記)、胴、右大腿(脚と表記)の 4 か所における同調度を算出することが可能である。まず①では動作解析の対象となるダンサーの人数を選択する。今回は 3 人のダンサーを評価するため、3 人にチェックが入っている。次に②のイラスト表示ボタンをクリックすると、骨格のイラストが 2 人または 3 人分表示される。③のデータ読み込みボタンをクリックすることで、高速度 AI カメラによって取得した関節点座標の csv ファイルを読み込む。④の計算開始のボタンをクリックすると読み込んだ座標から計算を行い、同調度の値を表示することが可能となっている。

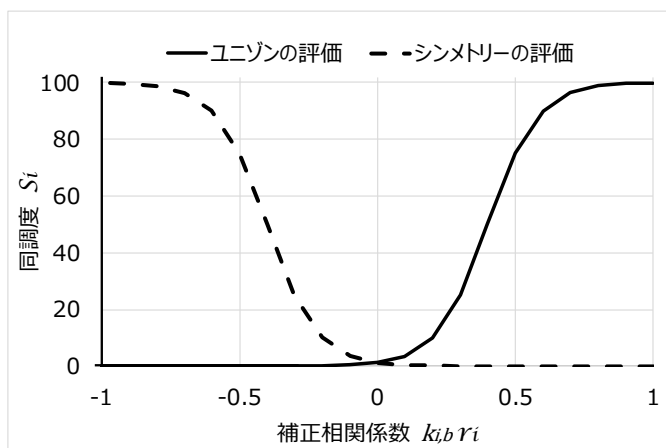


図 5. 相関係数と同調度の対応

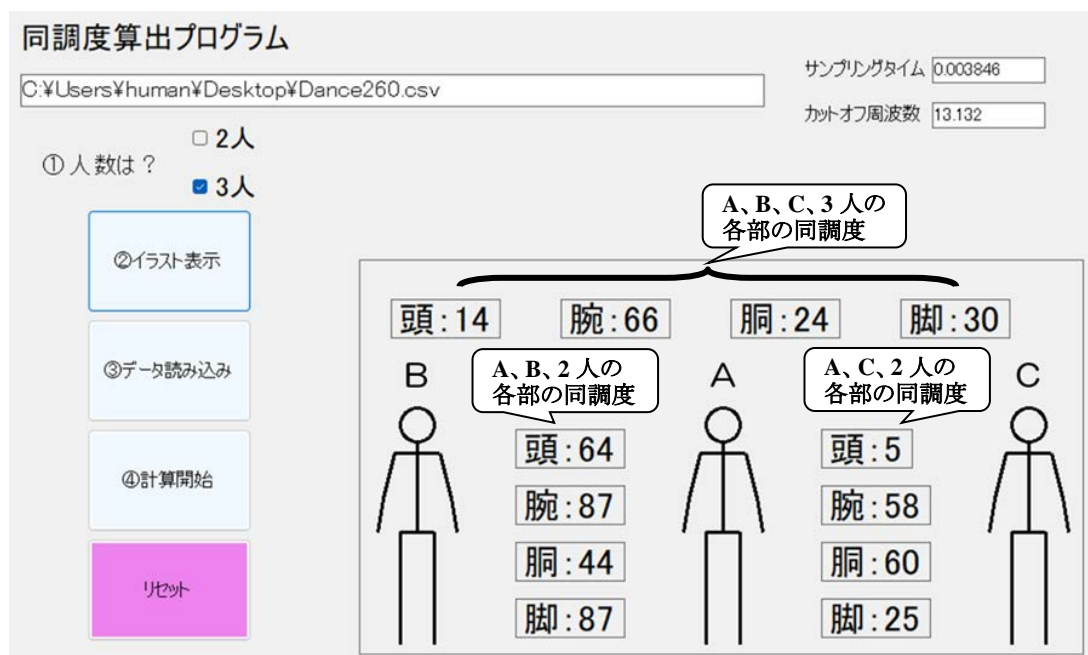


図 6. 同調度算出アプリケーション画面

なお AI が取得した座標にはばらつきがあるため、ローパスフィルタリング処理を行う必要がある。ローパスフィルタリング処理に用いるサンプリングタイムとカットオフ周波数をアプリケーション上で入力することができ、本研究ではサンプリングタイムは 260fps の逆数として 0.003846[s]、カットオフ周波数は周波数解析により 13.132[Hz]と定めた。

アプリケーションによる同調度算出の手順は、(1)動画から AI による関節点認識と座標取得、(2)取得した座標データの読み込み、(3)計算、(4)表示からなり、操作は単純であり、本研究で行った実験ではダンス動作撮影後約 5 分で同調度による点数を表示することが可能であった。図 6 に示している例ではダンサー A と B、ダンサー A と C、およびダンサー 3 人のそれぞれの組について頭、腕、胴、脚における同調度 S_i のダンス全体の平均値を示している。ダンサー A と B の同調度は A の骨格線と B の骨格線との間に表示される。ダンサー A と C についても同様である。3 人全体の同調度は、A、B、C の骨格線の上に表示される。なお 2 人の動作を解析する場合は、2 人の骨格線が表示され、ダンサー A と B の 4 部位における同調度が算出される。リセットボタンをクリックすることで、表示されていた同調度がリセットされ、続けて解析することが可能である。

6. 同調度によるダンス評価実験

6.1 実験概要

ダンス経験が 2 年以上 10 年以下の学生ダンサーを集め、延べ 9 名で 3 人組グループを 3 組作成した。実験の流れとして、ダンサーにダンスを踊ってもらい、高速度 AI カメラとビデオカメラでダンスを撮影する。次にビデオカメラで撮影したダン

ス映像をダンスを行った 3 人にそれぞれ確認してもらい、ダンス経験者の目線から質問紙を用いて定性的評価を行ってもらう。さらにダンス経験のない第三者 6 名に録画したダンス動画を鑑賞してもらい、同様の質問紙にて定性的にダンス評価を行ってもらう。ダンス評価は、中心にいるダンサー A を基準として、ダンサー A と B、ダンサー A と C、および 3 人全体のそれぞれについて回答してもらった。定性的なダンス評価では次の 6 項目について、5 段階 (1~5 点) 評価とした。これらの質問項目は、ダンス経験者とダンス未経験者からダンスを評価するのに適切だと思う項目についてヒアリングを行い決定した。

- 1: 動きにメリハリがあったか?
- 2: 動きがなめらかだったか?
- 3: 動きに迫力があったか?
- 4: 美しいダンスだったか?
- 5: 各組のダンサーは同じように動いていたか?
(ダンサー A と B、ダンサー A と C、ダンサー 3 人の各組について)
- 6: 総合的に見て、よいダンスだったか?

次に、高速度 AI カメラによる同調度評価の有用性を評価するため、先の実験によって算出した同調度の点数を各ダンサーに確認してもらった後、次の 3 項目について 5 段階で回答してもらった。

- 1: 同調度はダンスの評価に役立つと思うか?
- 2: 同調度はダンスの熟達に役立つと思うか?
- 3: 同調度の評価は、自分の感覚と合っているか?

本実験では実験条件として、条件 1「事前にグループ内で振付を共有し、3 人による約 1 週間の練習期間を設ける」、条

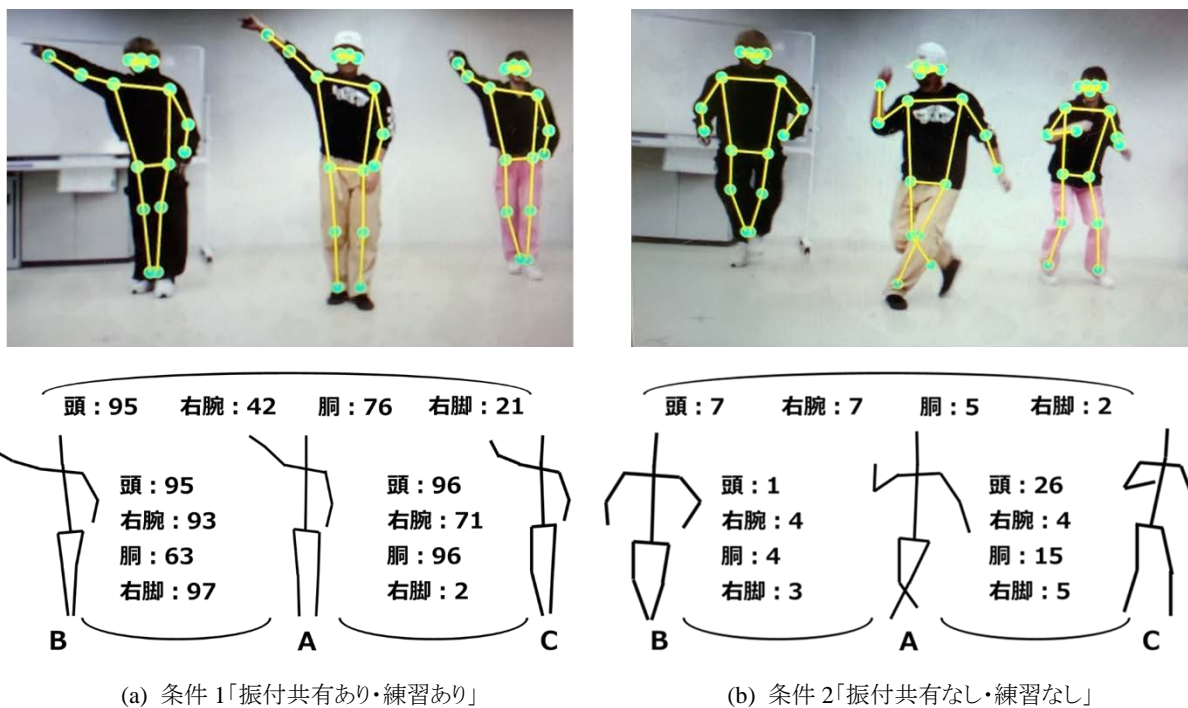


図 7. 同調度によるダンス評価の結果

条件 2「ダンサー A のみが振付を把握した状態で、ダンサー B とダンサー C はリハーサルなしでリーダーの振付に合わせて踊る」という 2 種類の条件を設けた。条件 1 では競技ダンスとしてコンテストに出る意識をもって臨んでもらうことを伝え、振付の種類はダンサーに任せることとした。条件 2 ではダンサー A の動きをよく見て、可能な限り動きを合わせることを意識してダンスに臨んでもらうよう、事前にダンサー達に伝えた。どちらの条件においてもダンス時間は約 15 秒間で、一定のテンポ(1 分間に四分音符が 100 個入る速さ)で踊ってもらった。

6.2 同調度によるダンス評価

図 7 に、算出された動作全体の同調度の一例を示す。図(a) は条件 1「振付共有あり・練習あり」でのダンサー A と B、ダンサー A と C、およびダンサー 3 人における頭、腕、胴、脚の同調度を示しており、図(b)は条件 2「振付共有なし・練習なし」での結果となっている。図 7 に示している骨格線は、参考のために動作中の瞬間的な姿勢を骨格線で描いたものである。図(a)の条件 1「振付共有あり・練習あり」の結果ではダンサー AB 間では頭、腕、脚の同調度が高くなった。ダンサー AC 間では頭、胴において同調度の値が大きくなったが、脚の同調度が低いため、ダンサー C は右膝や右骨盤の動かし方など、脚の振付について今後練習が必要であると言える。3 人全体でみると、腕と脚の動かし方を練習し改善すべきであることがわかる。図(b)の条件 2「振付共有なし・練習なし」では、ダンサー AB 間、ダンサー AC 間、ダンサー ABC 間全てにおいて点数が低く、動きが同調していないことが骨格線と点数の両方から判断できる。条件 2 ではダンサー A がどのような振付でダンスを踊る

かについてダンサー B と C は把握できていないため、それぞれが同調しないのは明白であり、本研究で開発した AI カメラと同調度算出アプリはそのことを忠実に評価できていることがわかる。

6.3 質問紙による評価と同調度による評価

経験のあるダンサーまたはダンス未経験の第三者による質問紙を用いたダンス評価では、6 項目の点数を合計し、ダンサー一人または第三者間で平均値を求めた。同調度による点数は 4 部位の合計点を、そのダンスの得点とした。図 8 は同調度による点数とダンス経験のあるダンサー自身によるダンス評価の関係を図(a)に、ダンス未経験の第三者によるダンス評価との関係を図(b)に示したものである。どちらも条件 1 ではダンサーまたは第三者による評価が高くなるにつれて同調度も高くなり、条件 2 では条件 1 に比べて双方の評価が低くなる傾向が出た。条件 1 と条件 2 の結果全体でのダンス評価平均値と同調度合計点における相関係数は、図(a)では 0.374 ($p=0.02$)、図(b)では 0.334 ($p=0.05$)となり、ギルフォードの基準によれば弱い正の相関があることになる。このことはダンスのメリハリや美しさ、同調などの定性的評価が、本研究で提案した同調度による定量的評価でおおよそ代替できることを意味している。

質問項目ごとのダンサーまたは第三者によるダンス評価と、動作全体の同調度による点数との相関係数をまとめたものを表 2 に示す。全ての項目において相関係数が 0.4 以上 ($p<0.02$ 、中程度の相関)となり、同調度によってダンスの美しさやなめらかさといった感覚を定量的に表すことが可能であることが示唆された。

表 2. 質問項目別にみた定性的評価と同調度の相関係数

	ダンサー	第三者
動きにメリハリがあったか？	0.418	0.405
動きがなめらかだったか？	0.456	0.497
動きに迫力があつたか？	0.437	0.407
美しいダンスだったか？	0.495	0.414
2人または3人は同じように動いていたか？	0.479	0.553
総合的に見て、よいダンスだったか？	0.402	0.493

6.4 同調度の有用性

本研究で提案した AI カメラによる同調度の有用性に関するダンサーの評価を表 3 に示す。評価は 5 段階(1~5 点)で行い、質問ごとに平均点を求めた。3 つの質問項目全てにおいて 4 点台と極めて高い評価となり、同調度はダンスの評価、熟達に有用であること、またダンサーの感覚と合っていることが示された。さらに自由記述欄では「(同調の程度を)数字で可視化してくれる点が良かった」、「(練習において)より早くダンスの動きを揃えることができ、動きの精度と完成度が上がると思う」、「ダンスの大会に出る場合に役立つと思う」などの肯定的な意見が多くみられた。以上より、本研究で提案した同調度はダンス評価に有用であると言える。

7. おわりに

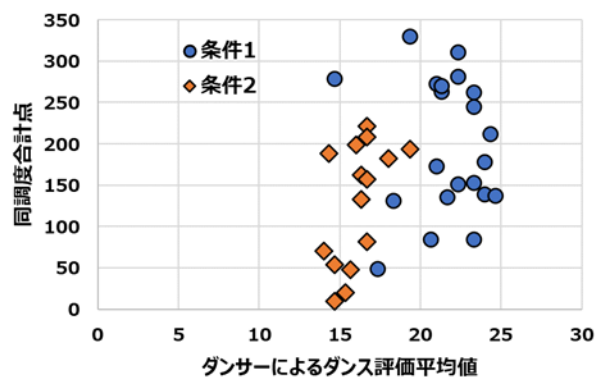
本研究ではグループ競技ダンスを対象とし、ユニゾン、カノン、シンメトリーのような表現方法について同調度を評価するための定式化を行った。次いで、複数人によるグループ競技ダンスの良し悪しの点数化を目指して実験を行い、ダンスの定性的評価と同調度による定量的評価の比較を行った。著者らが開発した高速度 AI カメラと同調度算出アプリケーションを用いて、3 人組グループ 3 組に対してダンス評価を行った結果、グループを構成する各ダンサー間の同調の程度を忠実に点数で表現できることがわかった。さらにダンサー自身とダンス経験のない第三者に対して質問紙によるダンスの定性的評価を行った結果、人間による定性的評価と同調度による定量的評価には正の相関が認められ、人間が感じる「美しさ」や「メリハリ」、「なめらかさ」といった感覚を同調度によって定量的に表せる可能性が示唆された。また提案した AI カメラによる同調度の有用性についても極めて肯定的な意見が得られ、同調度はグループダンスの練習や上達に有用であることが明らかとなった。今後はユニゾン、カノン、シンメトリーのような表現方法が組み合わせられたダンスを対象として実験を行うとともに、技術レベルや年齢層の異なるダンサーを対象に n 数を増やし、結果の一般化を目指す。

参考文献

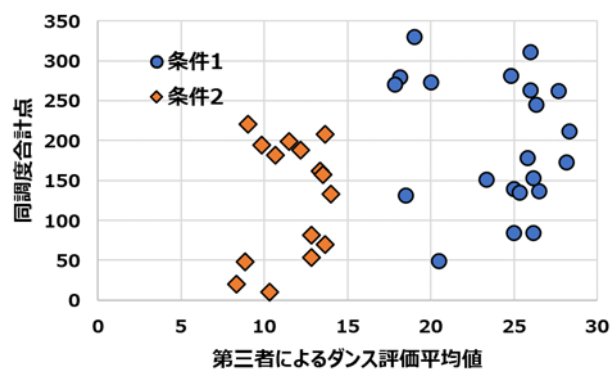
[1] 武道・ダンス必修化: 文部科学省 (mext.go.jp) https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/jyujitsu/13308

表 3. 同調度の有用性

	平均点
ダンスの評価に役立つと思うか？	4.75
ダンスの熟達に役立つと思うか？	4.5
評価は、自分の感覚と合っているか？	4.25



(a) ダンサー自身による評価



(b) 未経験の第三者による評価

図 8. 質問紙による評価と同調度による評価の関係

82.htm (参照日 2024 年 2 月 27 日).

[2] 躍動ダンス市場 日本のダンサー85 倍に, 日本経済新聞, (掲載日 2023 年 7 月 5 日).

[3] 人気高まるストリートダンス :https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/201912/201912_12_jp.html (参照日 2024 年 2 月 27 日)

[4] S.C. Koch, R.F. Riege, K. Tisborn, J. Biondo, L. Martin, and A. Beelmann.: Effects of dance movement therapy and dance on health-related psychological outcomes. A meta-analysis update., *Frontiers in psychology*, 10, 1806, pp.1-28 (2019).

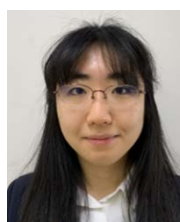
[5] 文部科学省: 学校体育実技指導資料第 9 集「表現運動系及びダンス指導の手引」, 付録(1), pp.227-228(2013).

[6] 文部科学省: 高等学校 保健体育(科目体育)[入学年次], ダンス「創作ダンス」【思考力, 判断力, 表現力等 編】, https://www.mext.go.jp/sports/content/20210128-spt_sseisaku02-000010856_10.pptx, (2021) (参照日 2024 年 9 月 2 日).

[7] 丸山実花: 多様性の時代になぜユニゾンを踊るのか

- 第 73 回ダンスコンクールの記録 —, お茶の水女子大学附属高等学校研究紀要, 69 号, pp.99-104(2024).
- [8] P. Reddish, R. Fischer, and J. Bulbulia: Let's dance together: Synchrony, shared intentionality and cooperation, PLOS ONE, 8(8), e71182, pp.1-13 (2013).
- [9] 一般社団法人ダンス協会: 全国ダンスコンテスト-オールジャンル-2024, <https://kids-hop.com/dancecontest/> (参照日 2024 年 2 月 27 日).
- [10] 飯野友里恵, 森谷友昭, 高橋時市郎: ストリートダンス動作の分析とダンス指導への応用, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.35, No.14, pp.49-52 (2011).
- [11] 田中佑典, 齊藤剛: モーションキャプチャを用いたダンス上達支援システムの開発, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集 2013.1, pp.225-226 (2013).
- [12] 平澤直之, 清水大地: 深層学習を利用したブレイクダンスにおける動作の判別・可視化システムの開発とその応用, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI)2018.4, pp.1-4 (2018).
- [13] 大越瑠衣子, 藤田秀之, 大森匡, 新谷隆彦: グループダンス練習支援のための時空間的なダンスモーション可視化, 第 22 回情報科学技術フォーラム講演論文集, pp.347-352 (2023).
- [14] 稲田健太郎, 石川孝明, 渡辺裕: OpenPose を用いた複数人のダンスの一致度評価, 情報処理学会第 80 回全国大会講演論文集, 2018(1), pp.257-258 (2018).
- [15] 稲田健太郎, 石川孝明, 渡辺裕: OpenPose を用いた複数ダンサーの姿勢評価の基礎検討, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.42, No.44, pp.21-23 (2018).
- [16] P. Broadwell, and T.R. Tangherlini: Comparative K-Pop Choreography Analysis through Deep-Learning Pose Estimation across a Large Video Corpus, Digital Humanities Quarterly; Providence, Vol.15, No.1 (2021).
- [17] Z. Zhou, A. Xu, and K. Yatani: Syncup: Vision-based practice support for synchronized dancing. Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, Vol.5, No.3, Article 143, pp.1-25 (2021).
- [18] M. Menzel, J.P. Tauscher, and M.A. Magnor: On the Beat: Analysing and Evaluating Synchronicity in Dance Performance, Proceedings published by Eurographics – The European Association for Computer Graphics, In Vision, Modeling, and Visualization, pp.89-96 (2023).
- [19] Y. Okugawa, M. Kubo, H. Sato, and B.D. Viet: Evaluation for the Synchronization of the Parade with OpenPose, Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, Vol.6, No.3, pp.162-166 (2019).
- [20] 田河琴音, 川野常夫, 松尾英治: AI カメラを用いた動作同調評価による介護現場の熟練者と初学者の比較, スマートライフ学会 2023 年大会発表論文集, pp.57-61 (2023).
- [21] G. Papandreou, T. Zhu, C. Chen, S. Gidaris, J. Tompson, and K. Murphy: PersonLab: Person pose estimation and instance segmentation with a bottom-up, part-based, geometric embedding model, Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV), pp.269-286 (2018).

著者紹介



田河 琴音 (正会員)

2023 摂南大学大学院博士前期課程修了、修士(工学)。2024 摂南大学特任講師、現在に至る。人間工学、看護・介護動作解析、VR、AI の応用などの研究に従事。スマートライフ学会、日本人間工学会などの会員。認定人間工学準専門家。



川野 常夫 (正会員)

1982 神戸大学大学院博士後期課程修了、学術博士。神戸大学助手などを経て、1991 摂南大学助教授、2001 同 教授、現在に至る。人間工学、生体力学、生体計測などの研究に従事。スマートライフ学会 理事、日本人間工学会 代議員、精密工学会 フェロー、日本工学アカデミーなどの会員。



松尾 英治

1982 神戸大学大学院修士課程修了、工学修士。1982 三菱電機株式会社入社、2021 松尾電機エンジニアリング株式会社社長、現在に至る。ソフトウェア開発、電子回路設計、クラウド型 IoT システムの開発、画像の AI 認識などの研究に従事。