

振りに応じた音と光を提示するジャズダンス支援システムの提案

伊藤 淳子^{1,a)} 畑 璃伶¹ 宗森 純^{1,b)}

概要: 中学校の保健体育においてダンスが必修科目となるなど、日常的にダンスに触れる機会が増加した。これに伴い、パフォーマンスに応じてインタラクティブに変化を起こすことが可能なシステムが使用されるようになってきている。しかし、これらは音を出すために体を動かすものや、振付やCGによる表現が主である。本研究では、音楽から得られた感覚を、身体を動かすことのほか手拍子などの音も使って表現するジャズダンスを対象とし、ユーザの自由な動きに合わせてシステム画面の色と音を変化させるシステムを提案する。手首に Android Wear を装着し、取得した加速度の値から音を決定し、振りに応じて音を出す。実験の結果、システムの利用がパフォーマンスの満足感や盛り上がりを向上させることがわかった。

キーワード: ジャズダンス, パフォーマンス, 振り, 加速度, 音, 光

1. はじめに

中学校保健体育においてダンスが必修科目となり、ダンスは身近なものになりつつある。ダンスでは音楽をもとに振付を構成していくことが一般的であり、ダンスの授業を経験している大学生が持つダンスのイメージも「楽しい」のほかに「音楽」「リズム」「体」などの語句が挙がる [1]。また、ダンスに対して楽しさを覚える要因には「自由に考え、創作すること」や「音楽(リズム)に合わせること」「振付を考えること」などがあり、単にあらかじめ決められたおりに体を動かすことだけではなく、音楽と合わせて自由に表現を行える点に魅力を感じていることがわかる [2]。

このような背景のもと、ダンスパフォーマンスを振付とBGM以外の手段で演出しようとする試みが進んでいる。足元の動きと光を融合させた ORPHE[3] というシューズは、9軸モーションセンサーを内蔵したスマートフットウェアであり、足の動きに応じた光や音の変化を楽しむことが可能である。このほかにも、加速度センサーを取り付けた靴で、動きに応じて音や光を表現するシステムが提案されている [4][5]。これらはヒップホップなどのストリートダンスなどには適しているが、裸足で踊ることが多く、手や腕の動きを中心としたジャズダンスには使用しづらい。また、音を鳴らすための条件を満たそうとして、パフォーマンス

が制限されるおそれがある。

本研究では腕時計型のセンサーを手首に装着し、取得した加速度の値をもとに音と光を変化可能なジャズダンス支援システムを提案する。ユーザ自身の手拍子などのほかに、ユーザの自由な動きに合わせて音と腕時計型センサーが表示する光の色を変化させ、パフォーマンスを演出する。このシステムを通じて、ダンスの楽しさの向上をはかる。

2. ダンスパフォーマンス支援に関する既存システム

2.1 ダンスパフォーマンスの演出支援

ダンスやそのパフォーマンスを支援する研究には、振付の考案の支援、ダンス学習の支援、ダンスを楽しむための演出の支援などがある。ここでは特に、ダンスパフォーマンスの演出に焦点をあてる。

藤本らは、ストリートダンスで重要視されるステップに着目している [4]。靴に加速度センサーを取り付けて各種のステップを検出し、ステップにあらかじめ割り当てた音を鳴らすことにより、ダンスと音楽それぞれによる表現をパフォーマンスに生かそうとしている。しかし、本研究で対象とするジャズダンスでは手拍子などの音や、腕や脚、体の曲げ伸ばしなど、体の様々な部分を使ってパフォーマンスを行う。また、ジャズダンスは裸足で踊ることも多く、靴と一体化したシステムは適用が難しい。

Paradiso らがダンスのパフォーマンスのために設計したスニーカーは、圧力や加速度など 16 種のセンサーデータを取

¹ 和歌山大学 Wakayama University 930, Sakaedani, Wakayama 640-8510, Japan

a) itou@sys.wakayama-u.ac.jp

b) munemori@sys.wakayama-u.ac.jp

得し、リアルタイムに音楽に変換する [5]. このシステムも靴型のデバイスであることからジャズダンスで使うには不向きであるほか、細かいステップや体重移動が求められるため、ダンスパフォーマンスに集中できない可能性がある.

YAMAHA が 1996 年に製品化した miburi は、肩、肘、手首にセンサを取りつけ、身振りによりリズムや楽器音を演奏することができるシステムである [6]. このシステムでは仮想的に打楽器を演奏することができるが、装着しなければならぬセンサが多く、また、あくまで演奏を行うためのシステムであるため、ダンスのように位置を自由に移動しながら体を動かすことには向いていない.

武川らは、小型ワイヤレスモーションセンサを枕やバトン、腕時計などの小道具に組み込み、コンテンポラリーダンスのパフォーマンスに合わせて CG をインタラクティブに変化させるシステムを提案している [7]. ストーリー性のあるダンスの中で各小道具を使用しながら、振りの大きさにあわせて背景に表示される CG を変化させるなどの演出効果を実現している. このシステムでは、観客は演者と CG とのコラボレーションを楽しむことが可能であるが、演者自身は背景全体でどのような効果が発生しているかを踊りながら確認することが難しい.

小林らはダンスバトルを対象として、演者だけでなく審査員や時間などの要素も取り入れたパフォーマンスの演出を行っている [8]. 演者の動きや持ち時間の残り、ジャッジの心拍数に応じて、帽子型デバイスに取り付けられた LED が点灯する. LED は帽子のつばに付けられており、演者自身がどのように光っているかを随時確認することができる. ただ、頭部の動きと点灯パターンについては検討の途中である. 本研究では、常時注視しているわけではないが、視界には入るため点灯の様子が概ね確認可能であるというアイデアを取り入れる.

2.2 既存システムの課題と本研究の位置づけ

従来の研究では、音を出力するためには一定の姿勢や動きを取る必要があり、ダンスの自由なパフォーマンスと組み合わせることが難しい. また、若者の間で広く普及しているストリートダンスでは、リズムを取りながら身体を上下に動かす動きやそれに合わせた様々なステップが基本となるが、ジャズダンスはこれと異なり、腕と脚、体全体を大きく使って美しさや振りの切れ味を表現する. 複数のデバイスやセンサを体に装着した状態では、そのようなパフォーマンスを実現できない可能性がある. したがって、可能な限り軽量かつ少ないデバイスで、ジャズダンスにおける特徴的な動きを検出できなければならない.

演出の方法としては、コンテンポラリーダンスやダンスバトルにおいて様々な試みがなされている. これらの研究では、動きに合わせて音や光を出力する方法がとられている. しかし、システムで使用する前に映像の作りこみが必

要である場合、日常的にダンスの中で使用することは難しい. また、映像や光を演者自身が楽しめるような工夫が必要である.

本研究ではジャズダンスを支援の対象とし、手軽に使用可能なセンサによって振付を把握する. センサにより取得した加速度の値をもとに音と光を変化させ、演者自身がどのような変化が起きているのかを把握しつつ、演出の一部として制御できるように試みる.

3. 腕の加速度を用いたジャズダンス支援システムの開発

3.1 設計方針と具体的手法

前章で述べたように、ジャズダンスは楽曲や音に合わせて自由に腕や脚を含めた体全体を使ってパフォーマンスを行う. そのため、ユーザの自由な動きを妨げずに体の動きを取得し、振付に反映させる必要がある. そのため、以下の2点について考慮する.

(1) 腕の振りの取得

膝の曲げ伸ばしで体を大きく上下、左右移動させる動きや、腕の大きくしなやかな振りが特徴であるジャズダンスにおいて、有線型のデバイスや重い装置はパフォーマンスの負担になる. また、裸足で踊ることも多いことから、靴などにデバイスを組み合わせてステップを計測することも難しい. このため、本研究では腕の振りに着目する. 腕時計型の端末を使うことにより、ダンスパフォーマンスへの影響を極力少なくするとともに、腕の振りによる加速度を利用して動きの大きさや激しさを取得する.

(2) 振付への反映

演者は踊っている最中は自身の体やステージの背景を注視することはない. そのため、踊っている本人も知覚でき、観客にも伝わるパフォーマンスの演出が求められる. このことから、視覚を必要としない音を演出として利用する. 腕の振りの加速度に応じて出力する音を決定し、BGM を流すためのスピーカーとは別のスピーカーから出力して音を重ねる. 補足的な演出として、常時確認できないものの、腕時計型センサの表面を光らせて、パフォーマンスに応じて連続的に色を変化させる.

3.2 システム構成

提案システムは、スマートフォン、腕時計型センサ、スピーカーで構成される. 構成図を図 1 に示す. 本研究においては、スマートフォンに Nexus5 を、腕時計型センサに LG G watch R を、スピーカーにティーズネットワーク社の H3-RA を使用した.

演者は腕時計型センサを手首につけてパフォーマンスを行う. 腕時計型センサは加速度データを取得し、スマートフォンに送信する. スマートフォン内で動作するアプリが加速度データをもとに振りの大きさを判別し、音と光の種

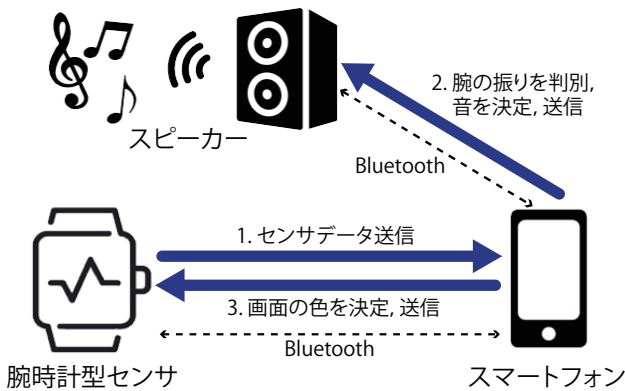


図 1 システム構成

類を決定して、スピーカーから音を鳴らすとともに時計型センサの画面の色を変化させる。スマートフォンは腕時計型センサとスピーカーと Bluetooth で通信する。手首の加速度の値はリアルタイムに取得可能であるため、音や画面の色の変化も腕の動きに連動可能である。

3.3 加速度データの処理

腕時計型センサより得られる加速度データにより、腕の振りを分類する。ジャズダンスの基本的な動きに基づき、手首を小さく振ったとき、腕を軽く振ったとき、腕を大きく振ったときの 3 種類の判別を行う。腕時計型センサを手首につけて上記の振りをを行った際に得られた加速度の例を図 2 に示す。上から順に手首の振り、腕の軽い振り、腕の大きな振りの際の加速度である。赤色、緑色、青色の線は順に x 軸、y 軸、z 軸方向の値であり、横軸は時間 (s)、縦軸は加速度 (m/s^2) である。

センサを装着したまま腕の振りを数度行ってデータを取得し、振りの判別を行うための閾値を表 1 のように定めた。表中の数字は加速度であり、単位は m/s^2 である。それぞれのパターンに応じてスピーカーから流す音を決定する。パターン 2 については、3 種類の条件のうちいずれかが当てはまれば該当するものとする。たとえば、x 軸方向の加速度が 0、y 軸方向の加速度が -5、z 軸方向の加速度が 10 のとき、いずれのパターンにも当てはまらないため音はならないが、y 軸と z 軸の数値が変わらないまま x 軸方向の加速度が -6 を下回ると、パターン 2 に当てはまるため、パターン 2 に応じた音を出力する。

腕時計型センサの画面に表示する光の色は、各軸における加速度をもとに以下の式を使用して連続的に変化させる。この式では、腕を素早く動かした際には明度が高い、あるいは低い色に、ゆっくり動かした際には中程度の明度の色になる。式中の a は各軸における加速度を表す。式の a に x 軸方向の加速度を代入して算出された i の値を RGB の r の値とする。同様に、y 軸方向の加速度を代入して算出された i を g とし、z 軸方向の加速度を代入して算出さ

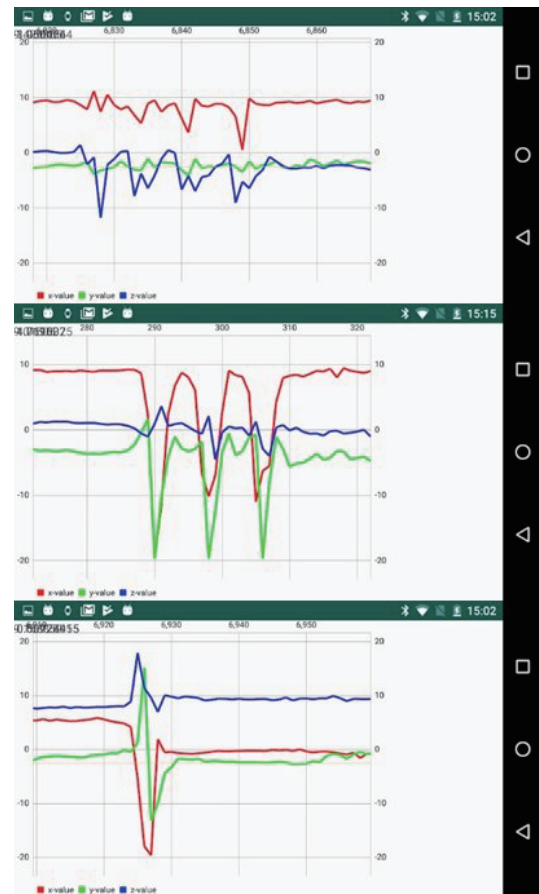


図 2 加速度のグラフ

表 1 腕の振りごとの加速度の閾値

腕の振り	x 軸	y 軸	z 軸
パターン 1 手首を小さく振ったとき	$0 < x < 12$		$z < -10$
パターン 2 腕を軽く振ったとき	$x < -6$ $-5 < x < -19$	$-6 < y < 0$ $y < -16$	$8 < z < 12$ $z < -12$
パターン 3 腕を大きく振ったとき	$-19 < x$	$19 < y$	

れた i を b とする。これらの各 r, g, b の値を、画面に表示する際の輝度値とする。実際に画面が光っている様子を図 3 に示す。

$$a = \begin{cases} -9.8 & a \leq -9.8 \\ a & -9.8 < a < 9.8 \\ 9.8 & 9.8 \leq a \end{cases}$$

$$i = \frac{a + 9.8}{9.8 \times 2} \times 255$$

4. 実験と考察

4.1 予備実験

4.1.1 実験内容

表 1 の値は著者個人の腕の振りをもとに決定した。この

表 3 腕の振りとシステムに関する評価

項目	評価値					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
(1) 手の動きと音に遅れはなかった	0	0	3	6	1	4	4
(2) 操作は易しかった	0	0	3	2	5	4	5
(3) 実際にダンスで使うことができる	0	2	0	5	3	4	4
(4) センサの装着に負担を感じなかった	0	0	0	3	7	5	5

1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらともいえない, 4: 同意する, 5: 強く同意する



図 3 腕の振りによる画面の色の変化

表 2 音源と腕の振りとの組み合わせ

	パターン1	パターン2	パターン3
ドラム A	ハイハット	タム	シンバル
ドラム B	シンバル	タム	ハイハット
ドラム C	シンバル	ハイハット	タム

ため、他のユーザの腕の振りの感覚と合っているのか、また、各パターンにおいてスピーカーから出力される音の大きさが妥当であるのか、システムがパフォーマンスの妨げにならないかの3点について検証する。

被験者はダンス経験者の大学生10名であり、内訳は男性が2名、女性が8名である。また、ジャズダンス経験者は3名、未経験者は7名である。予備実験で使用する音源は、ドラムの「タム」「ハイハット」「シンバル」の3種類である*1。これらの音を表2の通り振りのパターンに割り当てる。被験者は腕時計型センサを装着し、決まった振付でドラムA~Cについて1度ずつ、計3度のパフォーマンスを行う。ドラムA, B, Cの使用順序についてはカウンターバランスを取る。

4.1.2 予備実験の結果

予備実験において実施した5段階評価によるアンケートの結果を表3に示す。項目(2)「操作は易しかった」および項目(4)「センサの装着に負担を感じなかった」という質問に対しては、表3に示す通り高い評価が得られたことから、パフォーマンス中に操作に気を取られるなどして妨げになることはないことが確かめられた。

項目(1)「手の動きと音に遅れはなかった」および項目

*1 タムを響きの短いドラム音、ハイハットを響きの短い金属音、シンバルを響きの長い金属音としている。音はシンバル、タム、ハイハットの順に大きく聞こえる。

表 4 ジャズダンス経験者による評価

項目	評価値				
	1	2	3	4	5
(1)	0	0	0	2	1
(2)	0	0	1	2	0
(3)	0	0	0	2	1
(4)	0	0	0	2	1

(3)「実際にダンスで使うことができる」については、ジャズダンス経験者と未経験者として評価が分かれた。ジャズダンス経験者の評価のみを抜き出した結果を表4に示す。経験者と未経験者との回答に対して Wilcoxon の順位和検定を行ったところ、項目(1)については $p = 0.09$ と有意傾向が見られた。また、有意差は認められなかったが、項目(3)に対して経験者は同意すると回答しており、同意しないと回答した被験者は2名とも未経験者であった。この結果は、ジャズダンスにおける手首や腕の力の入れ方や振りをもとに閾値を決定していたため、それらを修得できていない未経験者の被験者にとっては音が鳴らないなど反応しないことが多かったためと推測される。実際、未経験者からは、自由記述回答において「音が鳴らないときがあった」「音を鳴らすことに集中しすぎて脚の動きがおろそかになってしまう」などの意見が得られた。一方で、経験者からは「自分の動きが音で表れるので、音を鳴らすのが気持ちいい」などの肯定的な評価が得られた。

ドラム音と腕の振りのパターンとの組み合わせに関しては、10名中9名が、ドラムAを最も心地よいと回答した。残りの1名はドラムBを選択していた。腕の振りの大きさや速さに応じて、音の響きが長く大きくなる方が好まれる傾向が見て取れた。

以上の結果から、ジャズダンス経験者にとっては、振りに応じて音が鳴る提案システムはパフォーマンスを妨げず、また、パフォーマンスを心地よいものにできる可能性があることがわかった。

4.2 比較実験

4.2.1 実験の目的

予備実験より、システムがパフォーマンスの負担にならないことや、腕の振りと言との対応に違和感がないことが確かめられた。この結果をもとに、予備実験で使用したドラム音以外の音や光によるパフォーマンスへの演出につい

表 5 比較する音源の種類

	パターン1	パターン2	パターン3
ドラム音	ハイハット	タム	シンバル
動作音	揉む	素早く動く	吹っ飛ぶ
ゲーム音	ピコピコハンマー	パンチ	ピストル



図 4 実験中の被験者の様子

での検証を行う。

4.2.2 実験環境と実験手順

被験者は 20 代のジャズダンス経験者 10 名である。全員女性であり、大学生 8 名のほか、社会人 2 名を含む。被験者は腕時計型センサを装着して 30 秒程度自由にジャズダンスを踊る。

予備実験では、3 種のドラム音と腕の振りのパターンとを組み合わせた。比較実験では、ドラム音のほか、かわいらしい動作音 3 種、ゲーム音 3 種を使用し、いずれの音源がジャズダンスを演出する上で心地よくできるかを確かめる。比較する音源の種類を表 5 にまとめる。使用順については、カウンターバランスを考慮する。また、この中で最も心地よいと判断された音源を使用して、腕時計型センサの画面を光らせる演出を加える。各実験の終了後にアンケート調査を行う。図 4 はシステムを使用した実験時の様子である。図 4 右の演者は左腕に腕時計型センサを装着しており、腕の振りに合わせて青色の光が表示されている。

4.2.3 音源に関する実験結果と考察

被験者に対して実施した 5 段階のリッカートスケールによるアンケート結果を表 6 に示す。表中の数値は 5 が「強く同意する」、1 が「全く同意しない」に相当する。

はじめに、音源の種類について考察する。アンケートにおいて、3 種の音源の中で踊っているときに最も心地よかったと感じた音源について回答を依頼したところ、ドラム音が 5 名、動作音が 4 名、ゲーム音が 1 名であった。また、表 6 の項目 (1)~(3) の結果より、実験において使用した音源のうち、最も心地よく感じる音源はドラム音であることがわかった。ドラム音を高く評価していた被験者は「疾走感があってテンションが上がる音だった」「音と合っている

と感じた」と、パフォーマンスとの関連性について触れていた。動作音については「音の種類が可愛かった」「音がたくさん鳴った」などと、パフォーマンスと合っていたという意見は少なく、システムに慣れてきて音を鳴らしやすくなったことや音そのものへ感想が主であった。ゲーム音については、剣を切っているような音が心地よかったという意見が得られた。これらの意見が得られた理由は、ジャズダンスを踊る際に BGM として流れる楽曲とドラム音との親和性が高く、普段のパフォーマンスに合わせやすい音であったためと考えられる。パフォーマンスの内容や BGM によっては、この実験では評価が低かったものの、ゲーム音が適する可能性も示唆された。

4.2.4 光に関する実験結果と考察

次に、腕時計型センサの画面色の変化について考察する。表 6 の項目 (4) では、10 名中 9 名が光がある方がよいと回答した。評価の理由については「楽しい気持ちになった」「光っている方が踊っている感覚が強くなった」「盛り上がる」「団体が踊るときに綺麗そう」など、演者としての楽しみが増えたことやパフォーマンスの見せ方が工夫できることについての意見が多かった。また、他の被験者がシステムを利用して踊っているところを見て、観客として楽しんでいる様子も見受けられた。この実験においては演者 1 名を対象としていたが、複数名の演者がパフォーマンスをする際の演出や、観客の立場における楽しみ方に対しても応用できる可能性がある。

4.2.5 システムの負担に関する実験結果と考察

予備実験においては、操作のしやすさやセンサの装着による負担の少なさに関しては高い評価が得られていた。比較実験ではさらに光の演出が加わっているが、表 6 の項目 (6)「操作はしやすかった」、(8)「センサの装着に負担を感じなかった」、(9)「動きは制限されなかった」に示すように、ほとんどの場合でパフォーマンスの負担にはならないという結果が得られた。負担を感じたと回答した 1 名は、腕時計型センサが重かったという意見を記述していた。比較実験の被験者は全員女性であり、体格によってはダンスに影響を与える可能性がある。

一方で、音を出そうとすることや光の色を変えようとして無理な動きをする様子は観察されなかった。あくまでユーザ自身のパフォーマンスの範囲内で演出を楽しんでおり、音にさらに光が加わった場合においても、システムがパフォーマンスを妨げることはないと考えられる。

4.2.6 ダンスと効果とのタイミングに関する考察

最後に、腕の振りのタイミングとシステムによる演出とのタイミングに関して考察する。予備実験では、ジャズダンス未経験者による評価が低い値を取る一方で経験者の評価が高い項目があった。この実験においては被験者 10 名全員がジャズダンス経験者であり、表 6 に示す通り、予備実験と近い結果が得られた。具体的には、項目 (5)「手の動

表 6 提案システムの機能に関する評価

項目	評価値					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
(1) ドラム音は心地よかった	0	0	0	8	2	4	4
(2) 動作音は心地よかった	0	0	5	1	4	3	3
(3) ゲーム音は心地よかった	0	1	3	6	0	4	4
(4) 光がある場合はない場合と比べて良かった	0	0	1	5	4	4	4
(5) 手の動きと音のタイミングは合っていた	0	0	1	8	1	4	4
(6) 操作は易しかった	0	0	1	2	7	5	5
(7) 実際にダンスで使うことができる	0	0	2	5	3	4	4
(8) センサの装着に負担を感じなかった	0	1	0	4	5	4	5
(9) 動きは制限されなかった	0	1	0	3	6	5	5
(10) システムをもう一度利用したい	0	1	1	6	2	4	4

1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらともいえない, 4: 同意する, 5: 強く同意する

きと音のタイミングは合っていた」について、9名が同意すると回答した。また、項目(7)「実際にダンスで使うことができる」についても、同意しないと回答した被験者はいなかった。どちらでもないと回答した被験者のうち1名は、前項で述べたセンサが重いと感じていた被験者であった。

以上のことから、腕の振りとは、出力されるタイミング、音の種類、画面の色については違和感がなく受け入れられており、パフォーマンスの楽しみの一つとして取り入れることが可能であることが明らかになった。しかしながら、ユーザによってはセンサの重さなどにより長時間使用してのパフォーマンスは難しく、装置の軽量化が求められることがわかった。

5. おわりに

本研究では、ダンスのパフォーマンスに応じてインタラクティブに変化を起こすシステムとして、腕の振りにより音と光の色が変化するジャズダンス支援システムを提案した。手首に装着した時計型センサにより腕の加速度を取得して、3種の腕の動きを音に変換する。加えて、加速度に応じてシステム画面の色を変化させる。ジャズダンス経験者を被験者として実験を行った結果、以下のことが明らかになった。

大きく素早い動きをするほど、余韻が長く大きな音が出力されることがパフォーマンスを心地よくさせるとともに、システム画面の光の変化により観客だけでなく演者としても演出として楽しむことができた。これらの機能はパフォーマンスそのものを妨げることはなかった。

今後の展望として、システムの軽量化や、団体のダンスパフォーマンスへの応用が考えられる。団体ダンスパフォーマンスでは、画面の色の変化を利用しての光とダンスが融合した新たな表現方法や、音を利用してのダンスバトルのようなセッション演奏などが挙げられる。また、提案システムでは腕の振りのみを使用したが、脚部の体重移動や頭部や胴の動作など、パフォーマンスに利用されている動き

はほかにも存在する。これらの動きをユーザの負担なく演出に取り入れる方法についても検討する必要がある。

参考文献

- [1] 朴京眞, 平山素子, 寺山由美, 関子美和, 米澤麻佑子: ダンスの授業を選択した大学生のもつダンスのイメージのテキストマイニング分析: 大学体育におけるダンス授業のあり方の検討; 大学体育研究, Vol.39, pp.29-44, (2017).
- [2] 内山須美子, 阿久津隼佑: ダンス学習の楽しさに関するテキストマイニングによる分析; 白鷗大学教育学部論集, Vol.8, No.1, pp.89-114, (2014).
- [3] no new folk studio: スマートフットウェア「Orphe (オルフェ)」, 一般発売を9月9日に開始! (オンライン), 入手先 (<https://prtmes.jp/main/html/rd/p/000000001.000020411.html>) (2020-12-20).
- [4] 藤本実, 藤田直生, 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦: ウェアラブルダンス演奏システムの設計と実装; 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.12, pp.2900-2909, (2009).
- [5] Paradiso, J., Hsiao, K. Y., Hu, E.: Interactive Music for Instrumented Dancing Shoes; Proceedings of the 1999 International Computer Music Conference (ICMC), pp.453-456, (1999).
- [6] YAMAHA: Miburi S3, 入手先 (<https://www.yamaha.com/ja/about/innovation/collection/detail/0047/411.html>) (2020-12-20).
- [7] 武川貴史, 支倉孝光, 寺内翼, 古里春菜, 細井一成, 児玉幸子: 小型ワイヤレスモーションセンサを小道具に組み込んだインタラクティブパフォーマンスシステムによるダンスパフォーマンスの構築; エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2018 論文集, Vol.2018, pp.153 - 158, (2018).
- [8] 小林真弓, 沖真帆, 塚田浩二: ダンスバトルを盛り上げるウェアラブルデバイスの提案; 第21回情報処理学会シンポジウム インタラクション 2017 論文集, pp.2-504-2, pp.460-463 (2017).