

# オンラインライブパフォーマンス視聴のための一体感を促進する衣服型ウェアラブルデバイス

安保友香梨<sup>1</sup> 松井 遼太<sup>2</sup> 柳沢 豊<sup>2</sup> 竹川 佳成<sup>1</sup> 平田 圭二<sup>1</sup>

**概要:** 本研究ではオンラインライブパフォーマンスにおける一体感の向上を促進する、衣服型ウェアラブルデバイス「ONE Parka」を開発した。近年、ライブエンタテインメントの需要は増加傾向にある。しかしながら、オンライン開催のイベントでは演者と観客間の体感的なコミュニケーションが取りにくいこと等の原因で、イベントに対する満足度が低いことが明らかになっている。そこで、我々の研究グループは満足度が低い直接的な原因は一体感を感じられないことであると推測した。本研究は一体感を促進することで、オンラインライブパフォーマンスの満足度を向上させることを目的としている。はじめに一体感という言葉の構成する要素を定義し、デバイスの提案において適切なアプローチ方法を模索した。その一つである「盛り上がりの認知」に着目し、心拍数と振動によるフィードバックを可能にする「ONE Parka」のプロトタイプを開発した。検証実験では、被験者 11 名にプロトタイプを着用した状態で、PV 動画を視聴してもらったあと、アンケートに回答してもらった。その結果、振動は盛り上がりの認知に効果的であることが明らかになった。

## 1. 背景

近年、ライブエンタテインメントの需要が増加している。ぴあ総研の調査 [5] により、ライブエンタテインメントの市場規模（音楽ライブ、パフォーマンスイベントの推計チケット販売額合計）は年々増加していたが、2020 年は前年比 82.4 % 減少していることが明らかとなっている。これは、新型コロナウイルスの影響により、多くのイベントが中止、延期になっていたことが大きな原因の一つである。その影響に伴い、音楽ライブのオンライン化も普及しているがその満足度は低い [1]。同調査によると、音楽ライブ配信を視聴して、何が一番不満であるかという質問に対して、「コールアンドレスポンスとか皆で一緒に歌ったりする空気感がない」、「音楽番組や DVD など映像作品と変わらない」、「回線状況によっては途中で映像が途切れたり音が止まったり、映像と音が合わなくなることがある」、「集中しづらい」などの回答が確認された。そこで、我々の研究グループは音楽ライブパフォーマンスにおける一体感に着目した。本研究の目的は一体感の促進によって、オンラインライブパフォーマンスの視聴者の満足度を向上させることである。提案システムでは、視聴者同士、または、視聴者と演者間の一体感を得る視聴者向けデバイスの設計と実装

をめざす。

「一体感」という言葉は曖昧な表現であるために、主観的な表現になる場合がある。そのため、本研究における「一体感」という言葉を「周囲との言動の一致」「他の観客や演者との時間の共有」「盛り上がりの認知」「没入感」という 4 つの要素によって構成されているものと定義した。本研究では、これらの要素のうち「盛り上がりの認知」「没入感」の 2 つの要素をピックアップし、振動によるアプローチで 2 つの要素を満たす衣服型ウェアラブルデバイス「ONE Parka」を提案する。

本論文では ONE Parka の概念実証 (Proof-of-concept) について議論する。ONE Parka は伝振動スピーカを用いて盛り上がりを振動としてフィードバックする。ONE Parka のプロトタイプを用いた検証実験を行うことで、提案したアプローチ方法が一体感、および盛り上がりの認知を促進するものとして妥当であるか調査する。

## 2. 先行事例

### 2.1 音楽と振動について

これまでの事例として、音楽の振動を直接伝えるデバイスの事例がいくつかある。その先行事例の一部として音の振動を身体に直接伝えることでライブハウスのような臨場感を体感できるネックレス型のデバイス「Hapbeat」[4]、音楽を光と振動により視覚と触覚で楽しむことができる風船

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学

<sup>2</sup> mplusplus Co., Ltd.

型の音楽デバイス「SOUND HUG」[6]が挙げられる。これらの事例から、振動には音楽の視聴体験を促進する効果があることが確認できる。そこで、本研究では音楽の振動で他の視聴者の盛り上がりを表現することで、盛り上がりの認知を促進できると仮説を立てた。

## 2.2 盛り上がりの測定方法について

視聴者の盛り上がりの推定方法について、これまでに様々な事例がある。三ツ木ら[7]の研究では、音楽視聴時において脳波と皮膚電気活動から、被験者の盛り上がりと感情をどの程度推定することができるのか検証した。その結果、興味や感情に対して脳波計と皮膚電気活動センサーを使用することで、分析が可能であることが明らかとなった。渡邊[8]の研究では、無意識に身体に現れる発汗や心拍数などの情報が、雰囲気客観的に計測する指標になると仮説を立て検証した。この研究において、身体に現れる発汗や心拍数などの情報を「表出しているけれど気付かれていない情報」として、潜在アンビエント・サーフェス(IAS)情報と名付けている。検証では被験者の動きを妨げないような小型のセンサーを用いて、試合会場にいる選手、観客、応援団、コーチの心拍や心電の波形を取得し分析した。この検証では、良い試合内容の時は応援団と観客間のIAS情報、監督やコーチと選手間のIAS情報が同期していたが、悪い試合内容の時はIAS情報が同期していないという結果が得られた。この結果から、高いパフォーマンスが発揮されている際は、IAS情報が同期していることが明らかとなった。渡邊ら[9]の研究では、簡易な触覚デバイスを利用して晴眼者と視覚障がい者がスポーツ観戦の盛り上がり共有する試みについて検討した。触覚デバイスは、2つのボールとそれらを結ぶチューブからなり、それらを別の人が握り使用する。片方のボールを強く握りボールの空気をもう一方へ送ることで、生々しい触感を生じさせ、実践的に盛り上がり共有するという仕組みである。検証では、握るパターンや早さにより、喜びや躍動感、緊張感、興奮などの状態の共有に成功した。

このような事例から、盛り上がりの推定方法は様々であることが確認できる。本研究では、先行事例を参考にした心拍などの生体情報による指標や、スライダや触覚デバイスなどを利用した視聴者による盛り上がりの表現によって、盛り上がりの推定を行う。

## 3. 事前調査

本研究では、ライブパフォーマンスにおける一体感ほどのような状況で生まれ、得られるものであるかを調査するためにアンケートを実施した。調査した内容は、一体感についての印象調査と、一体感を構成している要素の一つの「盛り上がりの認知」についてである。アンケートはGoogleフォームを使用し、回答者は無作為に抽出した10

代から60代の男女379名であった。一体感については278件、盛り上がりの認知については101件の回答を得た。

### 3.1 一体感について

一体感についての調査における質問項目を表1に記す。

#### 3.1.1 結果

表1における質問2の回答結果を図1に示す。質問1に関して、82%が「はい」と回答した。質問2に関して、最も高い項目は、63%が選択していた「会場の盛り上がりを感じた時」であった。回答者のうちオンラインライブに参加経験のある142名に対して、質問3を回答してもらった。その結果、32%が「はい」と回答した。質問3で「はい」と答えた回答者に対して、質問4に回答してもらった結果、「コメントの投稿速度が速く盛り上がっている瞬間」「チャットで一斉に叫ぶとき」「打ち込んだコメントが会場で瞬時に表示されたとき」などのコメント機能による認知や「パフォーマーがかけ声をかけてくれた時」「アーティストからのファンへのメッセージを聞いたとき」などの、アーティストによる要因などの回答を得た。質問5に関して、最も高い項目は、82%の人が選択していた「周りの人全員」であった。また、「会場の演出」や「パフォーマー」という項目も半数以上の回答者が選択していた。

#### 3.1.2 考察

質問1では82%の回答者が一体感を得ていたのに対し、質問3では32%と回答に差が見られた。このことから、オンラインライブパフォーマンスでは一体感を得るのは困難であることが確認できる。質問2に関しては「会場の盛り上がりを感じた時」という項目への回答が多いことから、一体感を感じる要素として、盛り上がりの認知が有効であると推測できる。質問4の自由記述では、オンラインライブパフォーマンスにおいても、チャット機能などの形で参加者が他の視聴者が盛り上がっている様子を認知することで一体感を得ていることが確認された。このことから、本研究で言及している盛り上がりの認知が一体感を促進させるという点は、オンラインライブパフォーマンスにおいても有効であると推測できる。質問5から、一体感を感じるためにはパフォーマーや他の参加者による要因と、没入感などの状況による要因が必要であると考察する。

### 3.2 盛り上がりについて

一体感についての調査における質問項目を表2に記す。

#### 3.2.1 結果

表2における質問3の回答結果を図2に示す。質問1に関して、全ての回答者が「ある」と回答した。質問2に関して、回答者のうち69%が「同じライブに参加している会場の観客全員」を選択していた。質問3に関して、「声の大きさ」が76%、「熱気」が75%、「身振り手振りなどの行動」が70%の回答者が選択していた。「振動」を選択

表 1 一体感についての調査

	質問内容	回答形式
質問 1	音楽ライブパフォーマンスで一体感を得たことがあるか	はい いいえ
質問 2	どのような瞬間に感じたか	複数選択
質問 3	オンラインライブで一体感を得たことがあるか	はい いいえ
質問 4	質問 3 において、どのような瞬間に感じたのか	自由記述
質問 5	一体感は誰/何によって得られると考えるか	複数選択

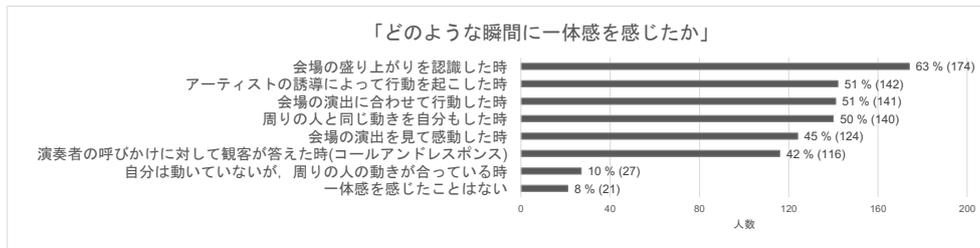


図 1 質問 2 選択肢と回答結果

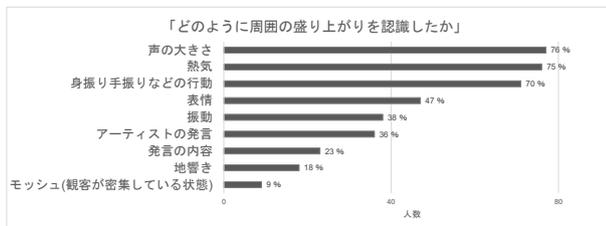


図 2 質問 3 回答結果

していた回答者は 38 % と半分以下の結果であった。質問 4 に関して、62 % が「感じた」、29 % が「どちらかと言えば感じた」と回答していた。質問 5 に関して、84 % が「はい」、16 % が「いいえ」と回答した。質問 6 に関して、最も高い項目は、66 % の人が回答していた「一緒に参加している知人」であり、半数以上である項目は「同じライブに参加している観客全員」が 58 %、「アーティスト」が 52 % であった。質問 7 に関して、87 % が「はい」、13 % が「いいえ」と回答した。質問 8 に関して、最も高い項目は 64 % の人が回答していた「アーティスト」という回答であり、半数以上である項目は「同じライブに参加している観客全員」が 61 %、「一緒に参加している知人」が 52 % であった。質問 9 に関して、全体の 34 % が「6」、43 % が「7」と回答しており、平均値は 6 であった。

### 3.2.2 考察

質問 1 の結果から、ライブパフォーマンスに参加したことのある回答者全員が、他人の盛り上がりを知覚したことがあると判明した。質問 4、質問 9 の回答結果と合わせると、91 % の回答者が実際に盛り上がりを知覚した際に一体感を感じており、一体感への影響の平均値が高いことから盛り上がりの認知が一体感の向上に効果的であり、盛り上がり一体感に関連があることを確認できた。質問 2、質

問 3 の結果から、オンラインライブの参加者は、近くにいる人の表情や発言を聞いて周囲の盛り上がりを確認するよりは、不特定多数の観客の盛り上がり「声の大きさ」や「熱気」、「身振り手振りなどの行動」で認識している場合が多いことが確認できる。本研究で扱う「振動」という項目に関しては 38 % とやや低めであり、振動することが直接盛り上がりの認識に繋がることは少ないと推測した。そのため、本研究では実験の際に、振動が遠隔視聴者の盛り上がり直接表現していることを認識してもらうために、あらかじめ被験者に振動の変動と視聴者の盛り上がりとの関係について示唆することとする。質問 5、質問 7 の回答結果から、盛り上がりの共有について肯定的に感じている人が多数いることが確認できた。質問 6 と質問 8 について、自分の盛り上がり共有したいと感じるのは順に「一緒に参加している知人」「同じライブに参加している観客全員」「アーティスト」であったのに対し、共有してもらいたいと感じるのは順に「アーティスト」「同じライブに参加している観客全員」「一緒に参加している知人」であり、共有したい人と共有されたい人は、別であることが確認できた。今回の実験では盛り上がり推定対象として、この質問 6 と質問 8 のどちらも 2 番目の項目であった「同じライブに参加している観客全員」を採用する。

「ライブに参加している時に周囲の人の盛り上がりを感じたことがあるか」という質問に対して、全ての回答者が「ある」と回答した。「盛り上がりを知覚した際に一体感を感じたか」という質問に対して、62.4 % が「感じた」、28.7 % が「どちらかと言えば感じた」と回答していたため、盛り上がり一体感に関連があることを確認できた。また、「他人の盛り上がりを感じたいと思うか」という質問に対して、87.1 % が「思う」、12.9 % が「思わない」と回

表 2 盛り上がりについての調査

	質問内容	回答形式
質問 1	音楽ライブにおいて周囲の盛り上がりを感じたことがあるか	はい いいえ
質問 2	質問 1 において、誰の盛り上がりを感じたか	複数選択
質問 3	質問 1 において、どのように周囲の盛り上がりを認識したか	複数選択
質問 4	盛り上がりを認識した時、一体感を感じたか	単一回答
質問 5	自分の盛り上がりを共有したいと思うか	はい いいえ
質問 6	質問 5 において誰と共有したいか	複数選択
質問 7	他人の盛り上がりを共有したいと思うか	はい いいえ
質問 8	質問 7 において誰と共有したいか	複数選択
質問 9	盛り上がりを認識することはどのくらい一体感に影響があると思うか	1: 影響がない - 7: 影響がある

答した。このことから、盛り上がりの認識は一体感の向上に効果的であり、盛り上がりの共有について肯定的に感じている人が多数いることが確認できた。

#### 4. ONE Parka

以上の先行研究や事前調査から、振動が視聴体験を促進すること、音楽の盛り上がりの認知が一体感を促進できること、多数の人が盛り上がりの共有に肯定的であること、ライブパフォーマンスではほとんど全員が盛り上がりを様々な形で認識していることなどが明らかになった。この結果を踏まえ、本研究では盛り上がりを推定し、デバイスの振動の変動により、盛り上がりの認知が可能になる「ONE Parka」を提案し、そのプロトタイプを開発した。この提案デバイス「ONE Parka」は、先行研究の落合ら [11] が開発した「LIVE JACKET」や CUTE CIRCUIT [2] が開発した「The Sound Shirt」を参考に振動を触覚刺激からより効果的に伝えることができる衣服型のウェアラブルデバイスを採用した。本研究が提案する衣服型ウェアラブルデバイス「ONE Parka」は、オンラインライブパフォーマンスに参加している視聴者を対象としている。提案デバイスは、オンラインライブパフォーマンスを視聴中の対象者に対し、遠隔視聴者の盛り上がりを認識してもらうために、音楽の振動を用いることで遠隔視聴者の盛り上がりを表現する。盛り上がりを認識させることにより、オンラインにおいて感じる事が困難な一体感を促進し、オンラインライブパフォーマンスにおける視聴者の満足度を向上させることをめざしている。

##### 4.1 要件

ONE Parka の開発における要件を以下に列挙する。

- (1) 盛り上がりの表現ができること：利用者には他の視聴者の盛り上がりを認識することで、一体感を促進してもらう。そのため、視聴者の盛り上がりを利用者にフィードバックする必要がある。

- (2) 盛り上がりの推定ができること：オンラインライブパフォーマンスの視聴者の盛り上がりを実タイムで推定する必要がある。
- (3) 耐久性があること：ウェアラブルデバイスが脆弱であると、着脱の際に付属品が壊れる場合があり、使用感に大きく影響する可能性がある。
- (4) 視聴を妨げないこと：視聴を害する原因がある場合、満足度が低下する可能性がある。そのため、利用者が視聴画面に集中して利用できるように配慮する必要がある。

##### 4.2 盛り上がりの表現手段の検討

盛り上がりの表現手段として、ディスプレイ、VR、効果音、光、振動が挙げられる。これらの手段が、要件を満たしているかどうかを以下で説明する。

###### ディスプレイ

ディスプレイでの表現方法としては、盛り上がりの様子の表示、数値や文字での表示、演出効果での表現などが挙げられる。ディスプレイでの表現は視覚的に情報が入りやすく、盛り上がりの認知がしやすい。その一方、視聴している画面にパフォーマンス以外の要素が入り込むことは視聴の妨げになる場合があり、要件 4 を満たさない。

###### VR

VR での表現方法としては、映像での臨場感の演出、ディスプレイと同じく盛り上がりの様子の表示、数値や文字での表示、演出効果での表現などが挙げられる。VR での表現は視覚的に情報が入りやすく、盛り上がりの認知がしやすい。また、臨場感が生まれ、本当の会場にいるような感覚を得ることができる。その一方、ライブパフォーマンスのような長時間の視聴では、疲労感が感じる場合があり、集中して視聴することが難しい。この場合、要件 4 を満たさない。

###### 効果音

音楽の視聴の際に聞こえる音では、効果音であるのか、

楽曲の音であるのかが判断しにくいいため、要件1を満たさない場合がある。同時に、音楽の視聴において効果音は音楽を聞こえにくくする要因となり、要件4を満たさない。  
光

先行研究として、オンラインライブやライブ映像、MVなどに連動する、持ち運びが可能なステージ演出デバイスがある[10]。光による表現方法では、視覚的なアプローチで盛り上がりを実現することができる。その一方、ライブパフォーマンスの映像を視聴する上で、演出以外の光は視聴の妨げになる場合があり、要件4を満たさない。

#### 振動

振動による表現では、盛り上がりの様子を振動の変動によって表現する。振動は触覚による表現方法であり、視覚的にも聴覚的にも妨げになることがない。強すぎる振動は視聴の妨げになる場合があるが、振動は調節ができるため、この問題は解決できる。

これらの理由を考慮し、本研究では要件を満たしている振動による表現方法を採用する。

#### 4.3 盛り上がりの推定手段の検討

盛り上がりの推定手段の指標として、参考文献で紹介したような、脳波、感情、心拍数、発汗などの様々な情報が挙げられる。現時点では、どの手段が最善であるかを客観的な数値で判断することが困難であるため、手段を定めず、盛り上がりの推定方法に関しては、詳しい検討が必要となる。

#### 4.4 ワークフロー

図3に示すように、ONE Parkaは上述した盛り上がりの推定方法にもとづき、実時間で遠隔視聴者の盛り上がり数値化(以下、盛上度と呼ぶ)し、盛上度をサーバにアップロードする。サーバ上で遠隔視聴者の盛上度を集約し、平均盛上度を算出し、振動強度に変換する。サーバはクライアント(ONE Parkaに内蔵されているマイコンモジュール)に振動強度を送信する。マイコンモジュールは受信した振動強度にもとづき、ONE Parkaに内蔵された伝振動スピーカを制御する。

#### 4.5 プロトタイプ

プロトタイプではTafuOn社が開発した約35gの小型の伝振動スピーカをパーカの背中部分4箇所、腕部分2箇所の計6箇所に設置し、一つのBukang Technology社のデジタルアンプ「Lepai LP-2020A+」に直接繋げることによって音楽の振動を操作した。装着場所に関して、パーカ型で装着のしやすさを重視し、背中部分、腕部分に装着している。着用時に伝振動スピーカが外れることを防ぐために、伝振動スピーカを使用したパーカの布地の裏に装着し、着用者にはメッシュ生地越しに伝振動スピーカが触れるよう

にした。実験では開発したプロトタイプを使用し、振動によって盛り上がりの認知の促進が可能か検証する

## 5. 評価実験

### 5.1 実験方法

実装したプロトタイプの有用性を検証するために、没入感や盛り上がりという評価指標をもとに、評価実験を実施した。被験者は大学生および大学院生11名で女性5名、男性6名である。今回のプロトタイプでは心拍を測定する機能は実装していない。そのため、検証実験ではFarboodの先行研究[3]を参考に、盛り上がりのタイミングを実時間で遠隔視聴者に、ダイヤル操作で表現してもらった。被験者には同じPV動画を遠隔で視聴している観客の心拍数から盛り上がりを検知し、振動としてフィードバックしていると伝えた。実験では被験者の好きなアーティストを事前調査し、そのアーティストの2曲分のPV動画を使用した。被験者にプロトタイプを着用してもらい、実験内容の説明をしたのち、実験を実施した。本実験では以下の3つの条件による評価を実施した。

#### 条件1 振動なし

- 振動提示なし
- 同タイミングで同じPV動画を視聴している遠隔視聴者が存在すると教示

#### 条件2 振動提示による音楽のリズムの強調

- 振動提示あり
- 振動の出力の変化なし
- 同タイミングで同じPV動画を視聴している遠隔視聴者が存在すると教示

#### 条件3 振動提示による周囲の盛り上がりの強調

- 振動提示あり
- 盛上度により、振動の出力に強弱の変化あり
- 同タイミングで同じPV動画を視聴している遠隔視聴者が存在すると教示
- 上記の遠隔視聴者の盛上度を振動の強弱に反映していると教示

順序効果による差異を抑えるために、上記3つの評価実験をランダムに実施した。各実験終了後、7段階のリッカート尺度を使ったアンケート(表3)に回答してもらったのち、最後に全体を通しての感想や印象についてのアンケート(表4)に回答してもらった。表4については、視聴体験に関する観点を細分化し、各観点において強く印象に残る方を三者択一の形式で回答してもらった。

### 5.2 結果

アンケート結果を図6にそれぞれ示す。図6は一つの質問内容につき、条件ごとの評価結果を示す。

#### 質問1



図 3 ワークフロー

表 3 質問項目

質問番号	質問内容	回答
1	一体感をどのくらい感じる事ができたか	1: 感じない - 7: 感じた
2	他人の存在をどのくらい感じる事ができたか	1: 感じない - 7: 感じた
3	他人の盛り上がりをどのくらい感じる事ができたのか	1: 感じない - 7: 感じた
4	没入感をどのくらい感じる事ができたのか	1: 感じない - 7: 感じた
5	音響に関して、オンサイトライブとどのくらいの差があると感じたか	1: 差がない - 7: 差がある
6	どのくらい落ち着いて聴く事ができたか	1: できない - 7: できた



図 4 開発したプロトタイプ



図 5 実験風景

一体感を感じた度合いについて図 6 左上に示す。条件 3, 条件 2, 条件 1 の順に平均値が高い結果が得られた。Wilcoxon の順位和検定を適用したところ、条件 1 と条件 2 間 ( $Z = 1.45, p > .05$ ) には有意差は認められず、条件 1 と条件 3 間 ( $Z = 3.07, p < .01$ )、条件 2 と条件 3 間 ( $Z = 2.13, .01 < p < .05$ ) それぞれに有意差が認められた。

#### 質問 2

他人の存在を感じた度合いについて図 6 上部中央に示す。条件 3 の平均値が最も高く、条件 1 の平均値が最も低

かった。Wilcoxon の順位和検定を適用したところ、条件 1 と条件 2 間 ( $Z = 1.37, p > .05$ ) には有意差は認められず、条件 1 と条件 3 間 ( $Z = 2.80, p < .01$ )、条件 2 と条件 3 間 ( $Z = 2.27, .01 < p < .05$ ) それぞれに有意差が認められた。

#### 質問 3

他人の盛り上がりを感じた度合いについて図 6 右上に示す。平均値が最も高い条件 3 と、最も低い条件 1 の間に大きな値の差が見られた。Wilcoxon の順位和検定を適用したところ、条件 1 と条件 2 間 ( $Z = 2.25, .01 < p < .05$ ),

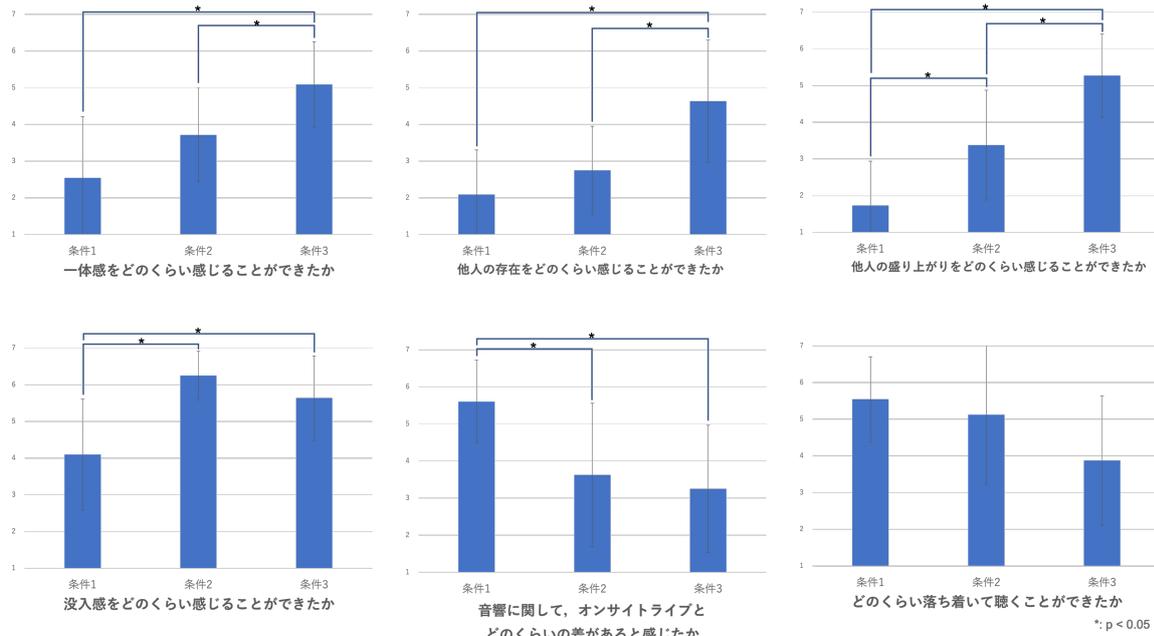


図 6 アンケート結果

表 4 質問:「最も強く印象に残った手法を選択してください」に対する回答結果 (人数)

観点	振動なし	振動あり	どちらも同じ
視聴の楽しさ	0	9	2
1 曲目の楽しさ	0	10	1
2 曲目の楽しさ	0	9	2
視聴の煩わしさ	2	3	6
不快さ	1	2	8
アーティストとの一体感	0	8	3
他の観客との一体感	1	7	3
自身の盛り上がり	0	9	2
他の観客の盛り上がり	0	6	5

条件 1 と条件 3 間 ( $Z = 3.73, p < .01$ ), 条件 2 と条件 3 間 ( $Z = 2.44, .01 < p < .05$ ) それぞれに有意差が認められた。

質問 4

没入感を感じた度合いについて図 6 左下に示す。条件 2 の平均値が最も高く、条件 2 と条件 3 の平均値には大きな差はなかった。Wilcoxon の順位和検定を適用したところ、条件 1 と条件 2 間 ( $Z = 2.54, .01 < p < .05$ ), 条件 1 と条件 3 間 ( $Z = 2.15, .01 < p < .05$ ) それぞれに有意差が認められ、条件 2 と条件 3 間 ( $Z = 1.01, p > .05$ ) には有意差は認められなかった。

質問 5

音響に関して、オンサイトライブとの差を感じた度合いについて図 6 下部中央に示す。条件 1 の平均値が最も高く、条件 2 と条件 3 の平均値には大きな差はなかった。Wilcoxon の順位和検定を適用したところ、条件 1 と条件 2 間 ( $Z = 2.07, .01 < p < .05$ ), 条件 1 と条件 3 間 ( $Z = 2.61, p < .01$ ) それぞれに有意差が認められ、条件 2 と条

件 3 間 ( $Z = 0.27, p > .05$ ) には有意差は認められなかった。

質問 6

落ち着いて聴くことができた度合いについて図 6 右下に示す。条件 2 の平均値が最も高く、条件 2 と条件 3 の平均値には大きな差はなかった。Wilcoxon の順位和検定を適用したところ、条件 1 と条件 2 間 ( $Z = 0.18, p > .05$ ), 条件 1 と条件 3 間 ( $Z = 1.75, p > .05$ ), 条件 2 と条件 3 間 ( $Z = 1.18, p > .05$ ) それぞれ有意差は認められなかった。

実験後の印象

実験後の印象の結果を表 4 に示す。視聴の楽しさ、1 曲目の楽しさ、2 曲目の楽しさという 3 つの「楽しさ」の項目において「振動なし」を回答している被験者はいなかった。視聴の煩わしさ、不快さの項目において、「どちらも同じ」と回答している被験者が多く、「振動あり」より「振動なし」の方が低い結果が得られた。一体感の項目において、「振動あり」を回答している被験者が半数以上であった。盛り上がりの項目において、自身の盛り上がりを感じ

た被験者が多数であった。

### 5.3 考察

他人の盛り上がりを感じた度合いについて、盛り上がりの認知に振動というアプローチ方法は効果的であると考察する。また、条件3と条件2に有意差が認められたことから、振動の強弱による盛り上がりを認知できることが確認された。また、一体感について、条件3がそのほか2つの条件より平均値が高いことから、振動の強弱によって盛り上がりを認知することでも一体感の促進に影響を与えられることが確認された。

没入感を感じた度合いについて、条件1よりも、そのほか2つの条件の平均値の方がそれぞれ高いことから、振動は没入感を促進することが示唆された。しかしながら、条件3より条件2の方が平均値がやや高いことから、振動の強弱は没入感を妨げる場合があることも考えられる。音響についての度合いについて、振動がない条件1と振動がある条件2と条件3に差が見られたことから、オンラインライブの音響を感じる要素の一つとして振動が大きな影響を与えることが確認された。視聴の際の落ち着いた度合いについて差がなかったこと、実験後の印象調査の「煩わしさ」、「不快さ」の項目の結果から、振動自体や振動の強弱が、視聴の妨げにはほとんどならないことが確認された。一方、印象調査の視聴の楽しさの項目からは、振動を伴う音楽の視聴体験は視聴者の満足度を向上させることに効果的であると推測できた。

## 6. 今後の展望

今回のプロトタイプでは振動での盛り上がりの認知は妥当であるか検証し、その有用性を確認できた。今後の課題として、振動を用いたより効果的なアプローチを検討する。一つめに今回は腕と背中の中のみの装着であった伝振動スピーカーの位置を、より適切な位置に装着するために、装着部位による変化を検証する。次に、今回未実装であった心拍の測定システムを実装し、被験者の心拍の変動を分析する。次に曲調や曲のジャンル、音楽のタイミング、音の大きさによる音楽体験の違いを検証する。現在は視聴者同士の盛り上がりを認知するシステムを提案したが、今後は演者との一体感を促進するシステムも検討する。また、没入感も振動により促進することが明らかになったため、没入感という部分にも焦点を当て、臨場感を演出するためのVRの導入も検討する。

## 7. まとめ

本研究では、オンラインライブパフォーマンスの一体感を向上するために、その要素の一つである「盛り上がりの認知」に着目し、この要素を促進するシステムを提案した。実験ではONE Parkaのプロトタイプを用いて、オンライ

ンライブパフォーマンスにおける音楽視聴の際、振動を伴う視聴が盛り上がりの認知の促進に効果的であるか調査した。振動と、その振動の強弱の有無の異なる3つの条件で音楽を視聴してもらい、その印象を評価してもらった。その結果、3つの条件に有意差が認められ、振動の強弱が他の視聴者の盛り上がりに合わせて変化をすることで、盛り上がりを認知できたという結果が得られた。

今後の課題として、一体感を構成する要素の一部である、「盛り上がりの認知」と「没入感」を促進するための、より効果的な方法を模索する。具体的には、振動の位置を変えることによる印象の変化の検証、曲の種類による印象の変化の検証、VRの導入などを検討している。

**謝辞** 本研究に取り組むにあたり、助言をくださった寺井あすか准教授に感謝致します。また、本研究の一部は、JST CREST (JPMJCR18A3)、JSPS 科研費 19H04157の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] Bitfan(株式会社 SKIYAKI), LiveFans(株式会社 SKIYAKI LIVEPRODUCTION): 音楽ライブ配信についての意識調査レポート, <https://skiyaki.com/contents/339428> (2020). 最終アクセス 2021/10/26.
- [2] cutecircuit: The Sound Shirt, <http://cutecircuit.com/soundshirt/> (2019). 最終アクセス 2021/12/24.
- [3] Farbood, M. M.: A Quantitative, Parametric Model of Musical Tension, Ph.d. dissertation, Massachusetts Institute of Technology (2006).
- [4] Hapbeat 合同会社: Haobeat, <https://hapbeat.com>. 最終アクセス 2021/11/9.
- [5] ぴあ総研: 2019年のライブ・エンタテインメント市場, <https://corporate.pia.jp/csr/pia-soken/#news> (2020). 最終アクセス 2021/10/26.
- [6] ピクシーダストテクノロジーズ株式会社: SOUND HUG, <https://pixiedusttech.com/soundhug/>. 最終アクセス 2021/11/9.
- [7] 三ツ木萌, 丸山一貴: 脳波と皮膚電気活動を用いた観客の盛り上がり推定の試み, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol. 2021, pp. 370-374 (2021).
- [8] 渡邊克己: 潜在アンビエント・サーフェス情報の解読と活用による知的情報処理システムの構築, Jatnews, 科学技術振興機構 (2020).
- [9] 渡邊淳司, 藍耕平, 吉田知史, 野見希, 駒掲, 林阿希子: 空気伝送触感コミュニケーションを利用したスポーツ観戦の盛り上がり共有: WOW BALL としての検討, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 25, No. 4, pp. 311-314 (2020).
- [10] 柳沢豊, 小野圭介, 上田健太郎, 出田伶, 吉池俊貴, 藤本実: Immersive Online Live System: ライブ配信動画に同期した演出が可能なLED点灯制御システム, 情報処理学会研究報告(デジタルコンテンツクリエイション研究会 2021-DCC-28), Vol. 2021-DCC-28, No. 2, pp. 1-5 (2021).
- [11] 落合陽一, GO, T. B. C., 博報堂: LIVE JACKET, <https://www.hakuhodo.co.jp/news/info/38600/> (2017). 最終アクセス 2021/12/24.