

ONE Parker：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の提案

安保友香梨¹ 竹川 佳成¹ 柳沢 豊² 松井 遼太^{2,1} 平田 圭二¹

概要：本論文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ために、視聴者の盛り上がり振動としてフィードバックする衣服型ウェアラブルデバイス「ONE Parker」の提案とそのプロトタイプの評価について述べる。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が、オンライン開催のイベントでは演者、観客の体感的なコミュニケーションが取りにくいことなどが原因で、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。そこで本研究は、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、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。始めに、一体感という言葉が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 Parker」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のち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 [4]。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]。原因として、現在のオンラインライブパフォーマンスでは「オフラインでの会場で行われるようなファンサービスや合の手などの演者と観客のコミュニケーションができない」、「配信される映像をただ視聴するだけの視聴者にとって、録画された動画を見るのと差が感じられない」、「配信側もリアルタイムの視聴者の動向を見ることができない」などの問題があると推測される。

そこで、本研究では音楽ライブにおける一体感に着目し、オンラインライブパフォーマンスを対象とした、視聴者同士、または視聴者と演者間の一体感を得ることのできる視聴者向けデバイスの設計と実装を目的とする。

「一体感」という言葉は曖昧な表現であるために、主観的

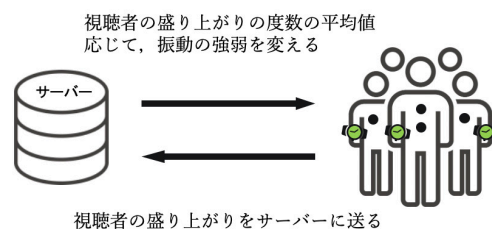


図 1 システム構成

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」「楽しむことへの抵抗感を払拭できる没入感（以下、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、この要素のうち「盛り上がりの認知」をピックアップし、振動によるアプローチで要素を満たす衣服型ウェアラブルデバイス「ONE Parker」を提案する。

本論文では ONE Parker の概念実証 (Proof-of-concept) について議論する。ONE Parker は伝振動スピーカーを用いて盛り上がり振動としてフィードバックする。ONE Parker 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。

¹ 公立はこだて未来大学

² mplusplus Co., Ltd.



図 2 伝振動スピーカー (左) 使用アンプ (右)



図 3 プロトタイプイメージ

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。そのうちの一つである Hapbeat[3] は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である。SOUND HUG[5] は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型の音楽デバイスである。このような事例から、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することができるのではないかと推測する。

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 [6] 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を行った。その結果、興味や感情に対して脳波計と EDA 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 [7] 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、雰囲気客観的に測る指標になると仮説を立て検証を行った。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る際は、IAS 情報が同期していることが明らかとなった。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されている。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、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。そして、視聴者間、または視聴者と演者間で盛り上がりを共有体験をすることで、盛り上がりの認知を向上することができると思う。

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についての調査アンケートを実施した。調査した内容は、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、回答者は無作為に選んだ 10 代から 60 代の男女 101 名の回答を得た。「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。「盛り上がり認識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性があることが確認できた。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 Parker

以上に記述した関連研究や事前調査を踏まえ、本研究では音楽の振動で他者の盛り上がりを全身で感じられるような衣服型ウェアラブルデバイス「ONE Parker」を提案し、そのプロトタイプを開発した。

4.1 提案システム

ONE Parker は上記のような盛り上がりの推定方法から、遠隔視聴者の盛り上がりを数値として認識し、リアルタイムで取得した値に応じてその盛り上がりを振動によって視聴者全体にフィードバックするシステムである (図 1)。フィードバックでは、取得した視聴者の盛り上がりの数値の平均値に応じて振動の強弱に変化をつけることで視聴者の盛り上がりを疑似的に表現する。これにより視聴者はオンラインライブパフォーマンスの盛り上がりを体感することが可能になる。

4.2 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（図 2 左）をパーカーの 6 箇所（図 3）に設置し、一つのアンプ（図 2 右）によって音楽の振動を操作した。実験ではこの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を促進することができるか検証する。

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 [2] を参考に、盛り上がりのタイミングをリアルタイム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、実験を行ってもらった。今回は以下の条件を変えた 3 つの評価実験を実施した。

条件 1 振動なし

振動がない状況で PV 動画を視聴してもらう。

条件 2 振動提示による音楽のリズムの強調

音楽の重低音に合わせて振動する。振動の出力に変化を与えない。

条件 3 振動提示による周囲の盛り上がりの強調 音楽の重低音に合わせて振動する。心拍数から盛り上がりを検知していると被験者に伝えたのち、手動で振動の出力に強弱の変化をつける。典型的な盛り上がりが強くなった箇所として、楽曲中のサビなどがあげられる。一方、盛り上がりが弱くなった箇所として、楽曲中の A メロなどがあげられる。

順序効果による差異を抑えるためにこの 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 1）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 2）を回答してもらった。表 2 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 4 にそれぞれ示す。図 4 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

一体感を感じた度合いについて図 4 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 4 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 4 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 ($Z = 2.25, .01 < p < .05$)、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 4 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 4 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 4 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

表 1 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

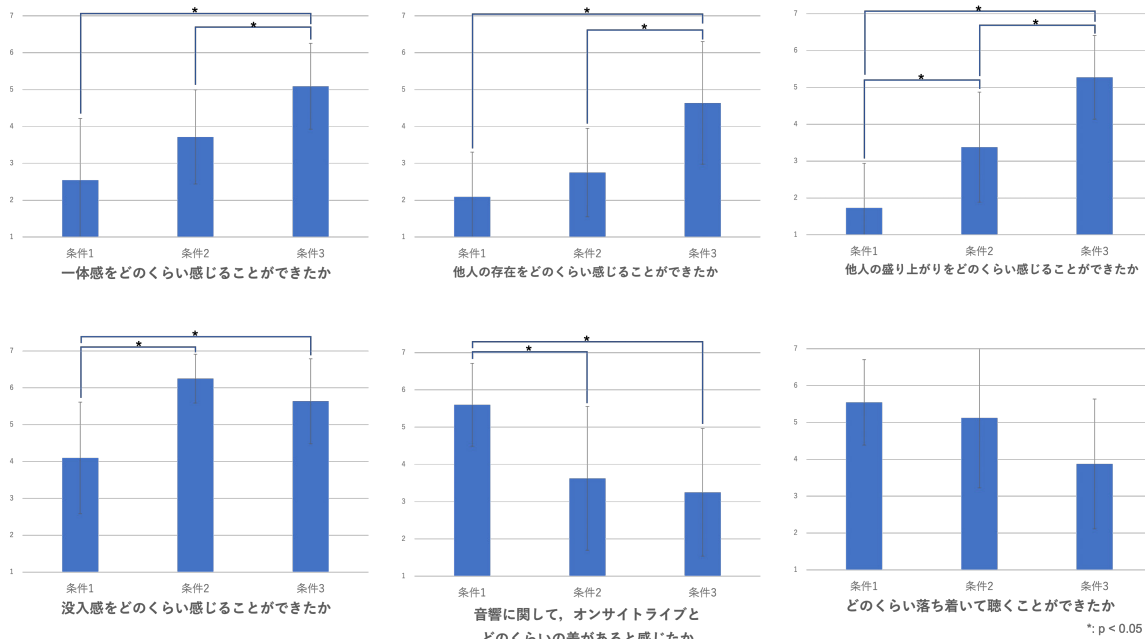


図 4 アンケート結果

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感じることが可能であ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

り盛り上がりを感じることでも一体感の促進に影響を与えられるということが確認された。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が考えられる。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、オンサイト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ということが確認された。視聴の際の落ち着きの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。実験後の印象調査の視聴の楽しさの項目から、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。

表 2 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

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みで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 Parker 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、本研究は JSPS 科研費 19H04157 の助成を受けたものです。

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). 情報取得 2021/10/26.
- [2] Farbood, M. M.: A Quantitative, Parametric Model of Musical Tension, Ph.d. dissertation, Massachusetts Institute of Technology (2006).
- [3] Hapbeat 合同会社: Haobeat, <https://hapbeat.com>. 情報取得 2021/11/9.
- [4] 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). 情報取得 2021/10/26.
- [5] ピクシーダストテクノロジーズ株式会社: SOUND HUG, <https://pixiedusttech.com/soundhug/>. 情報取得 2021/11/9.
- [6] 萌三ツ木, 一貴丸山: 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).
- [7] 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).