

# XR を用いた観客参加型ライブパフォーマンスの可能性

伏田昌弘<sup>†1</sup> 平林真実<sup>†2</sup>

**概要:** MR/AR/VR により現実世界と仮想世界を繋いだ多人数参加型の音楽体験を可能にするアプリケーション「Avatar Jockey」を用いた体験型展示を行った。そこで体験者に回答して貰ったアンケート結果から、XR を用いた観客参加型ライブパフォーマンスはパフォーマンスとして成立するのか、また観客は参加性を感じ楽しむことができるのか、といった可能性について考察する。

## 1. はじめに

音楽体験には、コンサートホールで歌や楽器演奏を座って鑑賞する体験、ライブハウスでバンド演奏を聴きながらスタンディングで体を揺らす体験、Jazz バーで楽器経験者がセッションに参加し演奏する体験、クラブで DJ がかける曲で踊り盛り上がる体験等がある。また、VR デバイスが安価になり手に入りやすくなった昨今、仮想空間上でも VRChat のクラブワールド「GHOSTCLUB」が登場し仮想空間のクラブでの音楽体験も広まりつつある。これらの音楽体験に共通しているのは多くの鑑賞者の中で一緒に音を体で感じる体験ということではあるが演者から鑑賞者への一方通行の体験であり演者と鑑賞者の間で音を使ったやりとりが乏しいことである。そこに問題意識を持ち、XR を用いたインタラクティブな表現システムである Avatar Jockey を用い、音楽経験が少ない鑑賞者でも演者の演奏に参加する様な音楽体験ができないかを考える。Avatar Jockey とは複数人で現実空間と仮想空間を共有し、音源となる Avatar を配置・操作する事で音楽的なパフォーマンスを行う XR(Cross Reality)アプリケーションである。本論文で、Avatar Jockey の体験展示を通して様々な人に体験してもらった結果から XR を用いた観客参加型ライブパフォーマンスの可能性を探る。

## 2. 先行事例・関連研究

### 2.1 XR で音楽体験を拡張している先行事例

Lawrence Lim らは拡張現実感(AR)を用いて、ユーザーが実空間に音源となる楽器を配置し、各楽器の音を再生し楽曲を鑑賞するアプリを開発。体験者は空間内を移動したり音の定位を変えたりして音楽体験を編集できる[1]。Miyagawa らは、ヘッドマウントディスプレイを用いた複合現実感(MR)で実空間に音源を自由に配置し立体音響の音楽空間をデザインできるアプリを提案[2]。多人数参加型のオーディオビジュアルアート体験である「Encounters」は参加者が物理的な物体に向かって仮想の弾丸やビームを

発射すると、物理的な音とそれに対応する仮想の視覚効果が発生する[3]。VR 環境における非言語コミュニケーションで音楽ライブの一体感をサポートする KSA2[4]。

### 2.2 現実と仮想を繋いだ先行事例

拡張現実感(AR)と仮想現実(VR)を用い、離れた場所にいるユーザーがあたかも物理的に同じ街にいるかのように一緒に歩くことができる、新しい街歩きシステム GIBSON[5]がある。森ビル株式会社と株式会社 NTT ドコモは、森ビルが「お台場 ヴィーナスフォート」を舞台に、現実の景観とデジタルコンテンツを融合させた XR 空間上で、遠隔地からも現地にいるかのようにショッピングやフィールドゲームの体験を可能とする実証実験を行った[6]。ライゾマティクスの「border2021」では、現実と仮想が交差する空間を自動運転の車椅子で HMD を装着し体験する[7]。

## 3. システムの概要

### 3.1 Avatar Jockey について

「Avatar Jockey」は、HoloLens2, iPhone/iPad, Meta Quest Pro を用いて、MR/AR/VR による現実世界と仮想世界を共有した多人数参加型のインタラクティブな音楽体験を可能にしたアプリケーションである[8]。具体的には、Avatar 自体を楽器として空間に自由に配置し、立体音響の音楽空間を複数人で共有しながらリアルタイムに構築することができるアプリケーションである。Avatar は 15 種類あり各 Avatar には Drum/Bass 等の loop 音源が付与されている。音源は小節の頭で合うように制御しており、リズムがずれる事はない。Avatar を操作し音楽的なパフォーマンスをする演者を「Avatar Jockey」(略称 AJ)と定義する(図 1 参照)。AJ は空間に自由に Avatar を出現させ配置し動かすことで音楽空間を作ることができる。(図 2 参照)。

### 3.2 システム構成

MR 空間のアンカーをクラウドで共有できる Azure Spatial Anchors を使い HoloLens と iOS デバイスの座標原点を合わせた。オンラインゲームの実装で使われる Photon を使用し

†1 東京コンピュータサービス株式会社

†2 情報科学芸術大学院大学 メディア表現研究科

Avatar の位置情報をリアルタイムに共有した.音の再生情報と Avatar の動作はデバイス間で IoT 向けの軽量通信プロトコル MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) で状態を送信し同期させた(図 3 参照).



図1 Avatar Jockey (MR)

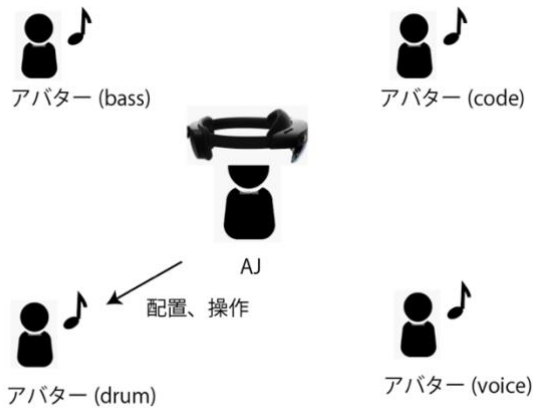


図2 Avatar Jockey 操作イメージ (MR)

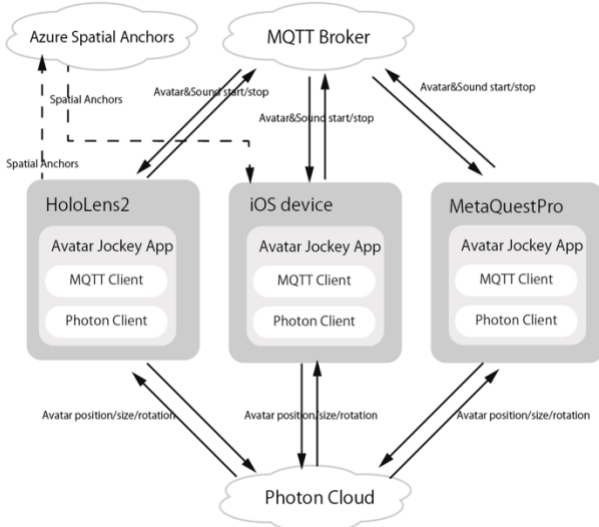


図3 システム図

### 3.3 操作方法

Avatar Jockey の操作方法について記述する. HoloLens2 版では, エアタップすることで音源となる Avatar を出現させ

操作する. Avatar の種類は, エアタップする手の位置座標で決定している. 縦方向に楽器の種類が 5 種類. 下から, Drum, Bass, Chord, Melody, Voice となっている(図 4 参照). 横方向に楽器のフレーズ 3 種類が配置されている. 今どの楽器のどのフレーズを選択しているかは視界の中央に表示される. VR 版ではモーションコントローラーのトリガーボタンを押すことでエアタップと同等の操作ができる. Avatar の大きさを両手でつまんだ状態 (VR 版では両方のモーションコントローラーのトリガーボタンを押し続ける) で両手を広げたり狭めたりすることで変えることができ, Avatar の大きさは音源のボリュームに対応している.



図4 UI

### 3.4 ワンショット音源を使ったインタラクション

iPhone/iPad をタップすると, ワンショット音源となる Cube が仮想空間と現実空間に出力され, HoloLens2 や MetaQuestPro の参加者がそれに触れると音が鳴る. このインタラクションの設計としては, iPhone/iPad の参加者が HoloLens2 や MetaQuestPro の参加者の位置を確認し, その近くに Cube を投入することで HoloLens2 や Meta Quest Pro の参加者が Cube を使った演奏をすることを期待するといったものである. また, Cube に触れると仮想空間と現実空間で音が鳴り現実空間にある LED ポールが光る.



図5 Cube と LED ポールのインタラクション

## 4. 仮想空間と現実空間のインタラクション

### 4.1 デジタルツイン

Avatar Jockey を使用する会場を事前に 3D スキャンカメラである「Matterport Pro2」で撮影しデジタルツインを作成する. このデータを用いて仮想空間を構築し VR 版の Avatar Jockey アプリケーションに組み込む. VR 版の体験者はデジタルツイン空間で体験する(図 6 参照).



図6 会場(左：リアル、右：デジタルツイン)

## 4.2 AR/MR と VR の空間共有

現実空間から HoloLens2, iPhone/iPad で体験者は参加し、仮想空間からは MetaQuestPro で参加する。現実空間と仮想空間は位置を共有し、参加者同士はお互いを Avatar として認識し合う。参加者同士のリアクションは、手を振る等の腕の動きでとることができる。(図7参照)

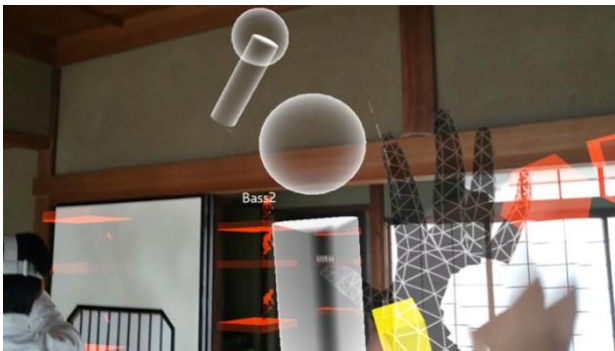


図7 VR 参加者を Avatar として認識

## 4.3 仮想空間から現実空間へのインタラクション

3.4 で説明した様に、現実空間から iPad で参加している参加者が iPad をタップすると音源となる Cube が空間に出力される。この Cube は仮想空間にも同様に出力され、仮想空間の参加者がこの Cube に触れると仮想空間と現実空間で音が鳴り現実空間にある LED ポールが光る。これは、音楽ライブ中に演出として仮想空間からリアルタイムに現実空間に影響を与えることができ、現実空間と仮想空間を繋いだインタラクションである。

## 5. 体験展示

2022/11/16-18 幕張メッセで行われた「Inter BEE 2022」内の「INTER BEE IGNITION × DCEXPO」で Avtar Jockey の体験展示を行った。

### 5.1 体験方法

HoloLens2(MR),MetaQuestPro(VR),iPad(AR)を用いて体験する 6m×3m のスペースを作った(図8参照)。2人1組(場合によっては3人1組)で20分の体験時間を設定した。まず説明員が iPad と HoloLens2 を使って体験説明を行ったのち、VR と MR を10分ずつ交代で体験してもらった(図9,10参照)。体験者には体験後簡単なアンケートを実施した。

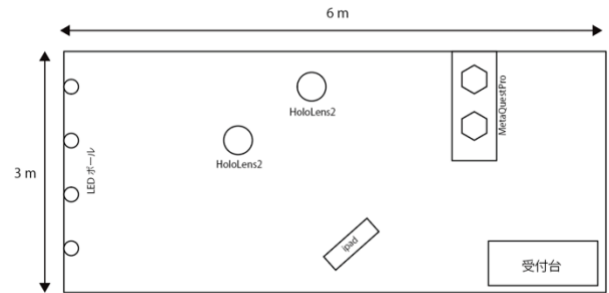


図8 展示レイアウト



図9 体験の様子 (MR)

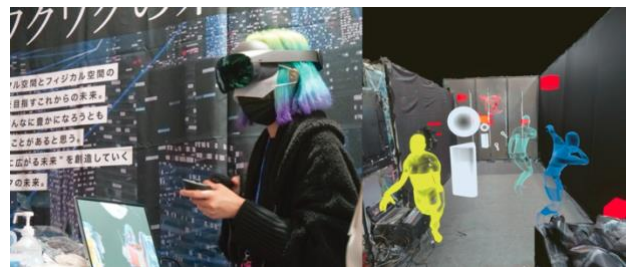


図10 体験の様子 (VR)

### 5.2 体験者の属性について

3日間体験展示を行い体験者数は合計100人だった。体験者の属性は20代男性が24%と1番多く、次に40代男性が18%となった(図11参照)。男女比率は男性75%、女性25%だった。VR/MR デバイスの所持と経験については、VR デバイスを持っている人が25%でMR デバイスを持っている人が3%。VR 初体験の人が41%でMR 初体験の人が75%(図12参照)。VR デバイス経験有の人が54%でMR デバイス経験有の人が18%だった。VR 経験者数がMR 経験者数の3倍だった。

### 5.3 体験後のアンケート(質問)

「① VR/MR/AR どの体験に興味を持ちましたか？(複数回答)」という質問に対し、「MR」が72人、「VR」が56人となった(図13参照)。「② ①を選んだ理由は何ですか？(複数回答)」という質問に対し、「体験の面白さ」が90人

だった(図 14 参照)。①②の回答は、MR 未経験者が多かったからだと推測できる。また、「③ 音楽体験に XR を持ち込むことは有効とご思いますか?」という質問に対し、「とてもそう思う」(54%)、「そう思う」(46%)という結果になり、「どちらとも言えない」、「そうは思わない」という回答は 0 だった(図 15 参照)。この結果から、XR を使ったインタラクティブな音楽体験にポジティブであることがわかる。「④ 音楽経験を教えてください(複数回答)」という質問に対し、「無し」(47%)、「バンド」(33%)という結果だった(図 16 参照)。最後に「⑤ Avatar Jockey についてご感想があればお聞かせください」という自由記述の質問の回答をいくつかあげる。「VR,MR,AR が同期プレイ可能な点が良かった。」「MR と VR,また物理的な電飾が共有されている点が非常に面白かった」等、共有への関心がいくつかあった。また、「MR の方が動かすのが難しかった。」「MR の操作性を上げてほしい。」といった MR デバイスの操作性の指摘ももらった。これらの改善は今後の課題である。

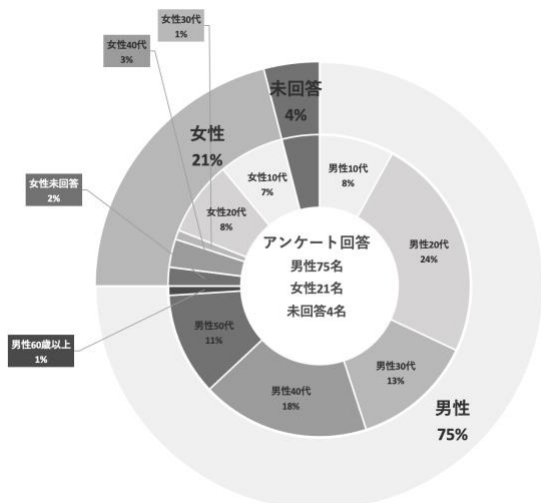


図11 体験者の年齢, 性別

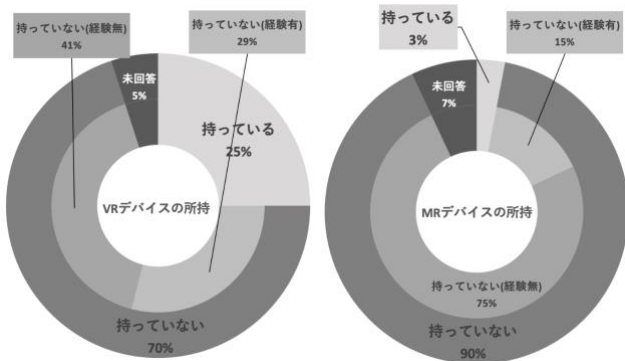


図12 VR・MR の所持・経験

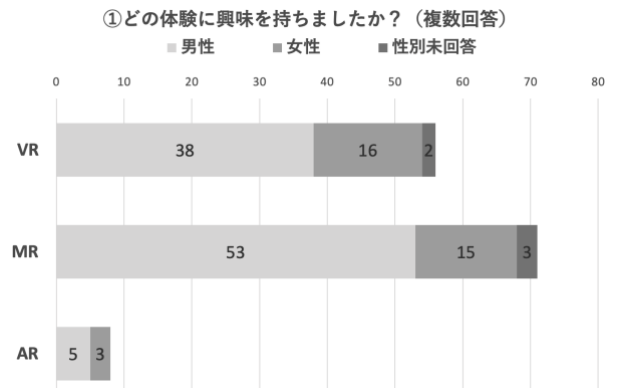


図13 アンケート結果①

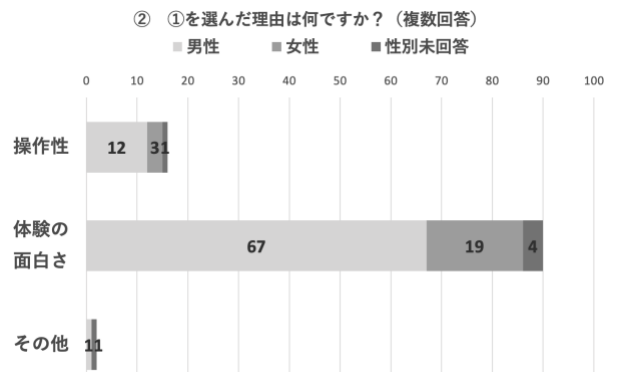


図14 アンケート結果②

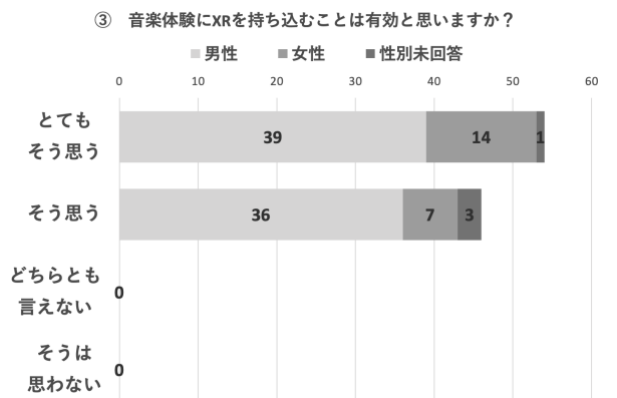


図15 アンケート結果③

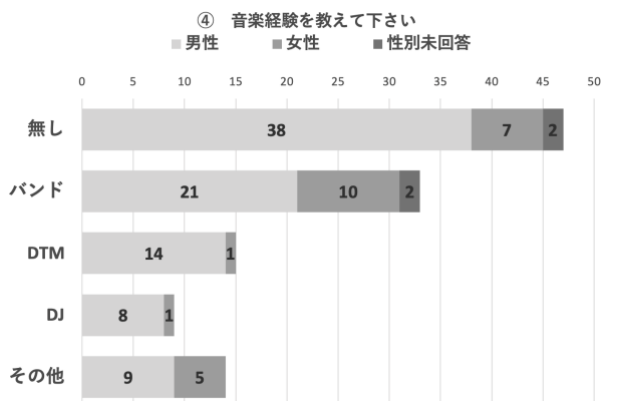


図16 アンケート結果④



## 6. 考察

### 6.1 XR を用いた音楽体験について

体験展示のアンケート結果から、年齢・性別・音楽経験の有無、VR/MR デバイスの経験有無に関わらず音楽体験にXR を持ち込むことに対してポジティブな回答を得ることができた。操作性の悪さやデバイス装着の煩わしさがあるにも関わらず体験者全員がポジティブであったことには驚きである。Avatar Jockey を使った複数人での音楽体験が音楽として成立せず不快であればこのような結果にならなかったと推測する。

### 6.2 セッションについて

現実空間同士の参加者、もしくは現実空間と仮想空間の参加者は、体験展示においてお互いの存在を認識しながらAvatar を配置したり Cube を触ったりし演奏していた。ただ操作に慣れるにはもう少し時間が必要で出したい音を自由に出している感じではなかった。狙った音ではないにしても自分が出した音が他の参加者が出した音と馴染む感じは体験してもらえ、広い意味でセッションしたと考える。また立体音響の音楽空間なので、HoloLens2 での参加者は空間を歩きながら、空いているスペースを探しAvatar を配置する傾向があった。

### 6.3 XR を用いた観客参加型ライブパフォーマンスの可能性

問題意識として提示した現在ある音楽体験の多くが演者から鑑賞者への一方通行の体験であり演者と鑑賞者の間で音を使ったやりとりが乏しく参加性が薄いという問題に対し、Avatar Jockey を使えばAJ のパフォーマンス限定ではあるが参加者の音楽経験を問わず演者の演奏に音を使って参加する体験ができる可能性があると考えた。今回の体験展示では演者がおらず全員が鑑賞者という位置付けではあるが、体験者同士お互いが出した音を聞きながら音を出すという体験をしてもらった。体験後の感想としては、「MR と VR、また物理的な電飾が共有されている点が非常に面白かった」、「VR、MR、XR が同期プレイ可能な点が良かった」といったものがあり、複数人が参加して音楽体験を共有出来るという点でポジティブな反応をもらった。Avatar Jockey に習熟した演者が質の高いパフォーマンスを行い、そのパフォーマンスに対して現実空間と仮想空間から観客が演奏に参加する体験は、今回の体験展示より質が上がると思われるので観客参加型ライブパフォーマンスとして成立すると推測する。

## 7. まとめと今後の展望

XR を用いた観客参加型ライブパフォーマンスの可能性について考えた。Avatar Jockey の仕組みで出せる音源は15種類と限定的なので表現の幅を広げる為に改良が必要である。また、観客の演奏に個性が反映される仕組みを入れ、

一度限りのライブ空間を作れるアプリケーションにする必要がある。誰がやっても同じだと一回性に乏しくライブ体験とは言いにくい。ただ観客に自由度を持たせすぎると音が溢れ演者が狙ったパフォーマンスになりにくいと想像できるので、演者と観客でアプリケーションの機能を分ける等の対応が必要である。今回は体験展示で1回あたり2,3人の体験だったが、次回は実際にライブパフォーマンスを行い、観客にはVR/AR/MRのデバイスで参加してもらい、観客参加型ライブパフォーマンスが成立するかを検証したい。

### 参考文献

- [1] Shoki Miyagawa, Yuki Koyama, Jun Kato, Masataka Goto, and Shigeo Morishima. Placing music in space: A study on music appreciation with spatial mapping. In Proceedings of the 2018 ACM Conference Companion Publication on Designing Interactive Systems, DIS '18 Companion, page 39–43, New York, NY, USA, 2018. Association for Computing Machinery.
- [2] Lawrence Lim, Wei-Yee Goh, Mara Downing, and Misha Sra. A Spatial Music Listening Experience in Augmented Reality, page 23–25. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2021.
- [3] Ryu Nakagawa and Ken Sonobe. 2020. Encounters 2.0: A Multi participant Audiovisual Art Experience with XR. In Proceedings of SIGGRAPH 2020 Immersive Pavilion (No.17) ACM.
- [4] Kaneko, T., Tarumi, H., Kataoka, K., Kubochi, Y., Yamashita, D., Nakai, T., and Yamaguchi, R.: Supporting the Sense of Unity between Remote Audiences in VR-Based Remote Live Music Support System KSA2, Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR2018), IEEE, pp.124-127 (2018)
- [5] Seiichiro Takeuchi, Kyoko Hashiguchi, Yuki Homma, Kent Kajitani, Shingo Meguro. GIBSON: AR/VR synchronized city walking system. In SIGGRAPH Asia 2021 XR(SA '21) (No.9) ACM.
- [6] お台場ヴィーナスフォートでインタラクティブなXR体験提供の実証実験  
[https://www.mori.co.jp/company/press/release/2021/07/20\\_210706150000004206.html](https://www.mori.co.jp/company/press/release/2021/07/20_210706150000004206.html)
- [7] border 2021  
<https://www.youtube.com/watch?v=4w3yr4XP3Y4>
- [8] 伏田 昌弘, 平林 真実 : Avatar Jockey を用いた現実空間と仮想空間を繋いだ表現システムの試作 インタラクション2022