



# オンラインでの文化財 VR 体験における マルチモーダル演出の評価

Evaluation of User Experience by Online VR Tourism with Multimodal Expressions

青柳菜々子<sup>1)</sup>, 鷲見輝久<sup>1)</sup>, 河合隆史<sup>1)</sup>, 内山悠一<sup>2)</sup>, 武暁桐<sup>2)</sup>

Nanako AOYAGI, Heruhisa SUMI, Takashi KAWAI, Yuichi UCHIYAMA, and Xiaotong WU

1) 早稲田大学 基幹理工学部 (〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1, nanako-aoyagi@ruri.waseda.jp)

2) 凸版印刷株式会社 文化事業推進本部 (〒112-8531 東京都文京区水道 1-3-3, yuichi.uchiyaama@toppan.co.jp)

**概要:** 本研究では、マルチモーダル演出がオンラインでの VR 体験にどのような影響を与えるか、実験的に検討した。具体的に、唐招提寺を題材とした VR コンテンツを用い、マルチモーダル演出としてお香、音響効果、ライブ解説を取り入れた。また、各参加者の自宅や職場などリモート環境下で実験を実施した。結果から、演出の有無によるユーザ体験の変化について考察を行った。

**キーワード:** 文化財 VR, マルチモーダル演出, オンライン体験

## 1. 研究背景

文化庁による「令和 3 年度先端技術を活用した日本文化の魅力発信事業」では、「先端技術を活用して国指定等文化財の魅力発信する取組」を対象に支援が行われている[1]。バーチャルリアリティ (VR) は、その中でも主要な技術であり、文化財の魅力発信に広く応用されている。これまで筆者らは、文化財 VR 体験における文化情報の伝達に着目し、実験的な検討を行ってきた[2-3]。これらは大型スクリーンで鑑賞する多人数参加型の VR シアターが対象であり、実験では VR 空間内で VR シアターを再現し、体験中や体験前後の参加者の客観・主観指標の測定・解析を行った[2-3]。

一方、現在のコロナ禍では、観光や文化情報のオンライン化が推進されている。例えば、国土交通省の「観光白書 令和 3 年版」では、新たな旅行スタイルの一つとしてオンラインツアーを挙げている[4]。そこで、本研究ではこうした動向を踏まえ、文化財 VR のオンライン体験に着目した。

オンラインで VR を体験するにあたり、次の二つを課題として設定した。一つは、体験の質を向上させる演出を付与することである。従来のシアター型の VR と比較し、オンライン型の VR では再生環境に制限があるため、臨場感や没入感などが乏しくなる可能性がある。二つは、多様な視聴環境でのユーザ体験を評価することである。オンラインでは参加者が異なる場所や視聴環境で同時に体験することから、従来の実験とは異なるアプローチが必要と考

えた。本研究ではこれらの課題に対して、以下の方針を立てて実験を行った。まず、臨場感などを増進させる手法として、お香や音響効果、ライブ解説といったマルチモーダル演出を用いた。そして、多様な視聴環境での有効性を検討するために、オンラインミーティングソフトを用いた質問画面の実装や参加者による生体計測などを試みた。

## 2. 目的

マルチモーダル演出を用いたオンライン文化財 VR のユーザ体験を、実験的に検討することを目的とした。

## 3. 実験内容

### 3.1 実験刺激

実験刺激は、奈良県の唐招提寺を題材としたオンライン VR コンテンツである。図 1 に VR コンテンツの例を示した。



図 1: VR コンテンツの例 (VR 作品『唐招提寺』  
制作・著作: 凸版印刷株式会社/TBS 協力・唐招提寺)

本コンテンツは3パートで構成されており、オンラインミーティングソフト（Zoom ミーティング、Zoom Video Communications）を用いて提示した。

### 3.1.1 パート1

パート1は、鑑真和上の生涯に関する解説である。「東征伝絵巻」や鑑真和上の坐像などを通して鑑真和上の生い立ちを学ぶコンテンツを提示した。

### 3.1.2 パート2

パート2は、唐招提寺へのオンライン拝観である。VRで再現された唐招提寺の境内を巡りながら、礼堂などの各建造物について解説を聞くコンテンツを提示した。

### 3.1.3 パート3

パート3は、唐招提寺金堂についての解説である。隅鬼や金堂内部などに関する解説を交えながら、VRで再現された金堂を鑑賞するコンテンツを提示した。

## 3.2 マルチモーダル演出

各パートにおけるマルチモーダル演出として、お香、音響効果、ライブ解説を取り入れた。なお、本研究においてマルチモーダルとは、オンラインVR体験の臨場感を増進するために、複数の感覚情報を活用することを意味している。

### 3.2.1 お香

パート1からパート3にかけてお香を使用した。お香は、唐招提寺で実際に使用されている塗香であり、手などにすり広げることで香りが提示される。唐招提寺ゆかりの香りが、現地を連想させる嗅覚の刺激体験となることを意図している。実験で使用する塗香は、後述の生体センサ、モバイル端末とともに事前に参加者へ配付した。

### 3.2.2 音響効果

パート2では、音響効果としてASMRを意図した環境音を取り入れた。ASMR（Autonomous Sensory Meridian Response）とは、五感に働きかけるような心地の良い音に対する反応である。映像の内容に合わせて砂利の音や読経などを加えることで、現地を連想させる聴覚の刺激体験となることを意図している。

### 3.2.3 ライブ解説

パート3では、ライブ解説を取り入れた。唐招提寺副執事長（当時）の石田太一氏が奈良県の唐招提寺からライブ解説を行った。現地からのライブ解説は、リアルタイムのインタラクションによる臨場感の増進を意図している。

## 3.3 実験手順

実験参加者は計29名の男女であり、自宅または職場（職場 大部屋：2名、職場 個室：3名、自宅 リビング：4名、自宅 個室：20名）のリモート環境からパソコンを用いてオンラインVRコンテンツに参加した。参加者は演出ありと演出なしの両方の条件について、パート1からパート3を体験した。体験の順番については、順序効果を考慮し、半数ずつ演出の有無の体験順序を逆にした。全参加者に対して、各パート終了時に7件法でのアンケートに対して回答を求めた。また、演出の有無で5名ずつ、合計10

名の脈波を測定した。図2に本実験のイメージを示した。

## 3.4 評価指標

### 3.4.1 客観指標

心拍数を取得するための客観指標として、脈波測定を行った。参加者には、生体センサ（Bitalino用PUL(脈波・反射式)センサ）と脈波を記録するためのアプリケーション（OpenSignals Mobile, PLUX - Wireless Biosignals S.A.）をインストールしたモバイル端末（Galaxy S7 edge）、操作マニュアルを事前に配付した。センサの装着や脈波の測定は、操作マニュアルおよび実験実施時の教示に従い、参加者自身が行った。

### 3.4.2 主観指標

各パート終了時に、分かりやすさ、親しみやすさ、臨場感、落ち着き、興味深さ、存在感、没入感について7件法の評定尺度法を用いて回答を求めた。質問画面は、オンラインミーティングソフト（Zoom ミーティング、Zoom Video Communications）内の投票機能を用いて実装した。

## 4. 実験結果

### 4.1 客観指標

実験参加者の脈波測定の開始時刻とアンケートへの投票時刻を基準に各パートの開始時刻を設定した。また、心拍数を算出する時間は各パート7分間で統一した。

各パートの平均心拍数について、順序効果は認められなかったため、演出（なし、あり）とパート（パート1、パート2、パート3）を要因とする二元配置分散分析を行った。分析は、全てのパートで脈波を測定することのできた8名のデータを使用した。各パートの平均心拍数を図3に示した。



図 2: オンライン実験のイメージ

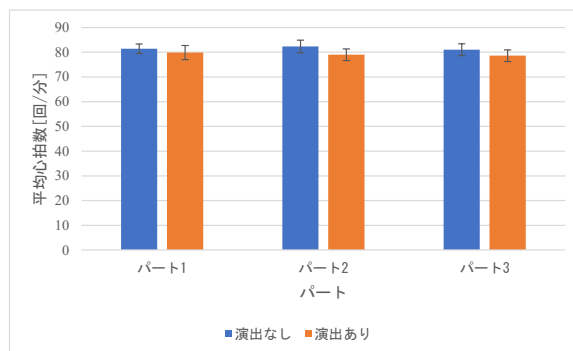


図 3: 各パートの平均心拍数

なお、効果量は、Cohen による効果量の目安を参照した [5]。結果から、演出の主効果に有意差 ( $p = .0213$ ,  $\eta_2 = .0340$ ) が認められたが、パートの主効果および交互作用は認められなかった。

さらに、各パートの 1 分ごとの平均心拍数について、順序効果は認められなかったため、演出（なし、あり）と時間（1 分、2 分、3 分、4 分、5 分、6 分、7 分）を要因とする二元配置分散分析を行った。各パートでの心拍数の移動平均を図 4～6 に示した。

パート 1 では、脈波を測定できた 8 名のデータを使用した。演出と時間の交互作用は有意傾向が見られた ( $p = .0610$ ,  $\eta_2 = .0159$ )。単純主効果では、演出あり条件で時間の単純主効果が有意となった ( $p = .0007$ ,  $\eta_2 = .0352$ )。多重比較では 1 分と 4 分 ( $p = .0098$ )、1 分と 5 分 ( $p = .0022$ ) の組み合わせで平均心拍数が有意に低下した。

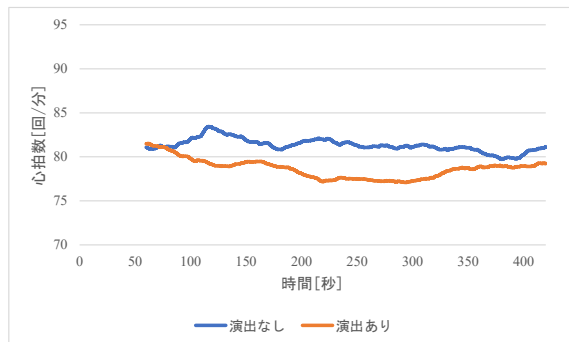


図 4: パート 1 での心拍数の移動平均

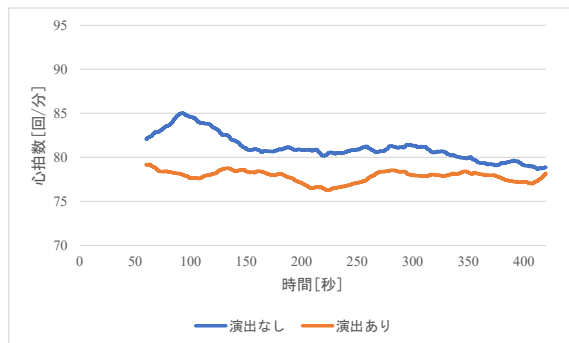


図 5: パート 2 での心拍数の移動平均

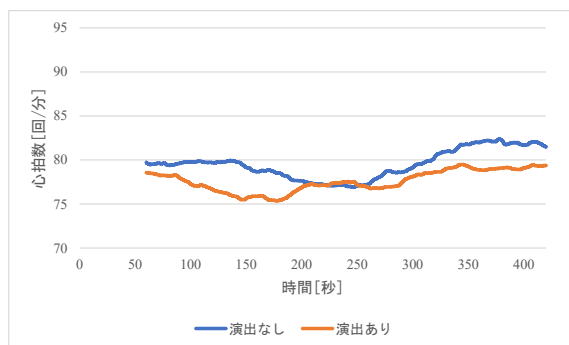


図 6: パート 3 での心拍数の移動平均

パート 2 では、脈波を測定できた 9 名のデータを使用した。演出の主効果が有意傾向を示した ( $p = .0678$ ,  $\eta_2 = .0341$ )。

パート 3 は、脈波を測定できた 10 名のデータを使用した。時間の主効果に有意傾向が見られた ( $p = .0636$ ,  $\eta_2 = .0318$ )。多重比較では 4 分と 6 分 ( $p = .0116$ )、4 分と 7 分 ( $p = .0240$ ) の組み合わせで心拍数が有意に上昇した。

#### 4.2 主観指標

分析は、全ての項目で回答を得られた 27 名のデータを使用した。7 項目のうち、臨場感、存在感、没入感に対する平均評定を図 7～9 に示した。順序効果は認められなかったため、各項目での演出の有無について、t 検定を行った。

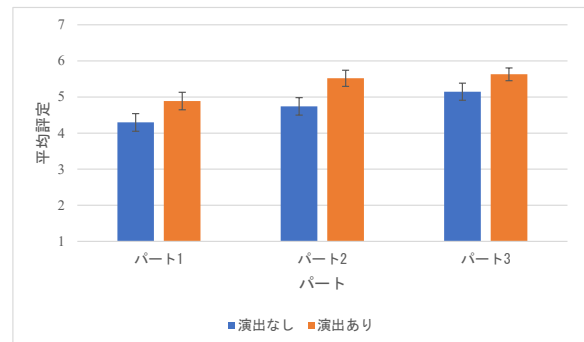


図 7: 「臨場感を感じる」に対する平均評定

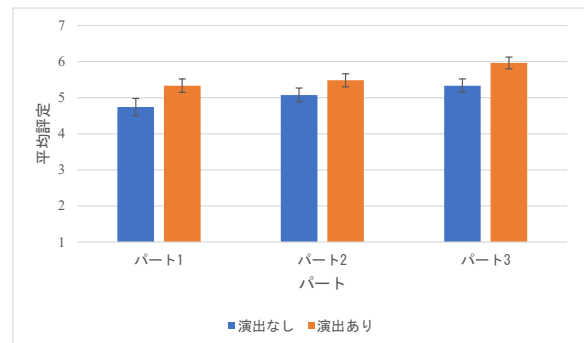


図 8: 「存在感を感じる」に対する平均評定

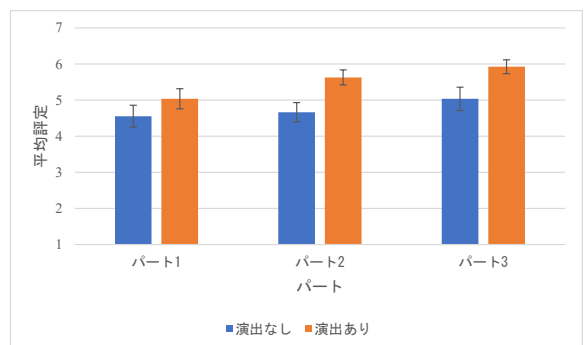


図 9: 「没入感を感じる」に対する平均評定

パート1では、臨場感 ( $p = .0128, d = .4711$ ) と、存在感 ( $p = .0234, d = .5376$ )、没入感 ( $p = .0205, d = .3174$ ) について、演出の有無における平均評定に有意差が認められた。

パート2では、パート1で有意差が認められた臨場感 ( $p = .0098, d = .6437$ )、存在感 ( $p = .0314, d = .4214$ )、没入感 ( $p = .0006, d = .7749$ ) に加え、親しみやすさ ( $p = .0033, d = .6437$ )、落ち着き ( $p = .0039, d = .6925$ ) について、演出の有無における平均評定に有意差が認められた。

パート3では、分かりやすさ ( $p < .001, d = .8876$ )、親しみやすさ ( $p < .001, d = .9099$ )、臨場感 ( $p = .0451, d = .4420$ )、興味深さ ( $p = .0011, d = .9429$ )、存在感 ( $p = .0003, d = .6927$ )、没入感 ( $p = .0043, d = .6448$ ) の6項目について、演出の有無における平均評定に有意差が認められた。

## 5. 考察

### 5.1 パート1

パート1では、演出あり条件の序盤から中盤にかけて心拍数が有意に低下した。また、主観指標でも演出の有無で臨場感や存在感、没入感に有意差が認められたことから、パート1ではお香による嗅覚刺激がユーザ体験に影響を与えたと考えられる。

### 5.2 パート2

パート2では、演出ありの条件で心拍数に有意傾向が認められた。主観指標でも、パート1で差のあった項目に加え、親しみやすさや落ち着きに有意差が認められた。これらのことから、パート2ではお香による演出に環境音などの音響効果加わることで、安静化方向の変化が生じた可能性がある。

### 5.3 パート3

パート3では、後半に心拍数の上昇傾向が見られた。主観指標でも、パート2の落ち着きに対して、分かりやすさと興味深さに有意差が認められたことから、人物によるライブ解説が理解や関心を深め、活性化方向の変化が生じた可能性がある。

## 6. まとめ

本研究では、マルチモーダル演出がオンラインでのVR体験にどのような影響を与えるか、実験的に検討した。

唐招提寺を題材としたVRコンテンツに、お香、音響効果、ライブ解説をマルチモーダル演出として取り入れ、リモート環境下で実験を実施した。

結果から、本研究で取り入れたマルチモーダル演出は、オンラインでの文化財VR体験における客観・主観的な変化の影響源になり得ると考えられた。同時に、リモート環境下においても一定の傾向が認められたことは、本研究で用いた評価手法の有効性を示唆している。

今後は、その他の演出手法や評価指標の検討と共に、登場人物とのインタラクションなどに着目した取り組みを行っていきたいと考えている。

## 参考文献

- [1] 文化庁. “1 事業概要”. 令和3年度先端技術を活用した日本文化の魅力発信事業（文化資源活用事業費補助金）募集案内. 2021, p. 1-2. [https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/joseishien/nihonbunka\\_miryoku/pdf/92892001\\_01.pdf](https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/joseishien/nihonbunka_miryoku/pdf/92892001_01.pdf), (参照 2021-07-17).
- [2] 土居巧果, 河合隆史, 中村直靖, 黒田敏康, 内山悠一. シネマチックVRにおける文化財の表現手法が興味・関心に及ぼす影響. 第23回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集 (2018年9月). 2018, 34D-5, <http://conference.vrsj.org/ac2018/program2018/pdf/34D-5.pdf>, (参照 2021-07-13).
- [3] 土居巧果, 河合隆史, 中村直靖, 黒田敏康, 内山悠一. 文化財VRコンテンツの鑑賞が類似文化の受容や印象に及ぼす影響. 第24回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集 (2019年9月). 2019, 1D-07, <http://conference.vrsj.org/ac2019/program/common/doc/pdf/1D-07.pdf>, (参照 2021-07-13).
- [4] 国土交通省. “第II部 第1章 第2節 新型コロナウイルス感染症がもたらした観光のトレンドの変化”. 観光白書 令和3年版. 2021, p. 54-68. <https://www.mlit.go.jp/statistics/content/001408960.pdf>, (参照 2021-07-12).
- [5] Jacob Cohen. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed., Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1988, 567p.