

# 堺アルフォンス・ミュシャ館をテーマとした バーチャルミュージアムの開発

加藤 愛 岩崎 崇朗 林 武文

要 旨：本研究では、堺アルフォンス・ミュシャ館に所蔵されている作品をVR上で鑑賞するバーチャルミュージアムの開発を行った。また、開発したコンテンツがVR上で美術品を鑑賞する方法として有効であるかを確認するため、アルフォンス・ミュシャに関する講演会や100名程度に対して本コンテンツ体験後にアンケート調査を行った。

キーワード：VR、VRミュージアム、VR酔い、アルフォンス・ミュシャ、地域振興

## 1. はじめに

近年、バーチャル・リアリティ（VR）技術はゲームなどのエンターテインメントだけでなく、防災教育や観光など様々な分野で活用されつつある<sup>[1][2]</sup>。その中で、ミュージアム分野においてVR技術などを含むデジタル技術の活用が注目が寄せられるようになった。

1990年代の欧米にてミュージアムの役割が再検討をされ始めたことをきっかけに、デジタル技術とミュージアムの融合に関する研究が増加し、2006年には日本において文部科学省がデジタルミュージアム構想を立ち上げた<sup>[3]</sup>。それ以降もデジタルミュージアムに関連するコンテンツやシステムが開発されているが、デジタルミュージアムにおけるVR活用は現地に行かなければ体験することができないシステムが多い<sup>[4]</sup>。これによって、コロナなどの感染症や自身の体質や病気の問題で外出が困難な人や、物理的距離があることで時間や費用が掛かり訪れることを躊躇する人は体験を行うことが困難であると考えられる。

日本にあるミュージアムの一つ「堺アルフォンス・ミュシャ館（ミュシャ館）」は、アールヌーヴォの芸術家であるアルフォンス・ミュシャの作品に特化した収蔵と企画展示を行う博物館である<sup>[5]</sup>。収蔵点数500点は国内最大であり、代表的な作品も含まれているにも関わらず博物館の規模や地域性といった点で知名度は高くない。このことから、本研究ではミュシャ館に収蔵されている作品をバーチャルミュージアムの中で展示し、現地に訪れなくとも体験者が時間や距離に縛られず体験することが可能なVRコンテンツの制作を行うこととした。本コンテンツでは、ミュシャ館を外部からでも体感できるよう実際の状態を再現した。また、本研究の結果ミュシャ館の知名度が上がり、現地を訪れる人が増えれば地域振興に繋がると考えた。

コンテンツの形式については、機材を保有していれば没入感があり狭い場所でも体験可能なヘッドマウントディスプレイ（HMD）を用いたウォークスルー型のVRミュージアムとした。開発過程

では、展示室の3Dモデリングを行うことによって会場の内装を制作した。近年、VRミュージアムは360°パノラマ画像を利用したコンテンツが多くみられるが<sup>[6]</sup>、この場合移動可能な場所が限られており臨場感が味わえないと考えた。さらに、企画展などにおける作品の入れ替えにも対応ができない。これらの理由から、作品の入れ替えがスムーズに行うことが可能な3Dモデリングによる制作を選択した。

また、本コンテンツのVRミュージアムという形式が体験者にとって楽しめるものかを調査するため2回に渡って展示を行い、コンテンツ体験後にアンケート調査を実施することで有効性を評価した。

## 2. コンテンツ開発

### 2.1 開発方法

開発するVRミュージアムは、実在する博物館をステージとしてHMDを用いて展示を行うというコンセプトである。したがって、本開発ではミュシャ館の4階展示フロアを基に第一展示室・第二展示室・エレベーターホールや廊下を舞台としたVRミュージアムを制作した。以下にコンテンツの開発方法を記述する。

#### (1) 手書きの図面のCADデータ化

実物を再現するために、ミュシャ館4階の手書き設計図(図1、図2)を基にCADソフトJw\_cadを用いて展示会場の枠組みを作成した。

#### (2) 展示会場の3Dモデル化

前述したCADデータを基に、3DCGソフトMayaと3dsMaxを用いて展示会場の壁を作成した(図3)。その後、作成したデータをゲームエンジンUnityにインポートし、床や天井を張り付けることで基本的な土台の作成を行った。

#### (3) ミュージアムの内装の制作

Unityを用いて3Dモデル化した展示会場に対して、ミュシャ館の学芸員が提案したデザイン案を基に作品の配置を行った。本コンテンツでは、アルフォンス・ミュシャが制作した絵画から彫刻や装飾品まで幅広い種類を取り扱い、あわせて約50点の作品を使用する。また、展示品を明るく見せる際、HMD上では同時に表示できるライトに限りがあった。したがって、Unityの基本機能であるライトを設置するのではなく展示品自体にベイク処理を施すことによって、作品が明るく見えるよう設定した。その他にも、実際の天井や壁・床に似たテクスチャの設定や、絵画を飾る際に必要なマットや額縁の作成・作品のキャプションの自動配置、椅子などの適切な家具の設置などを行った。(図4、図5)

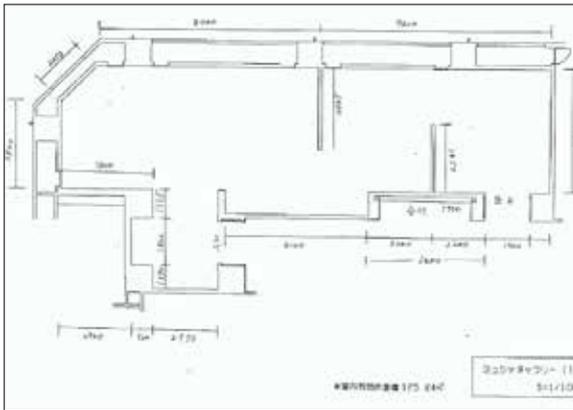


図1 第1展示室の図面

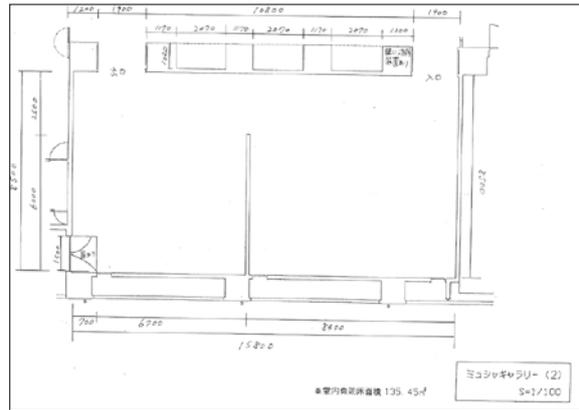


図2 第2展示室の図面

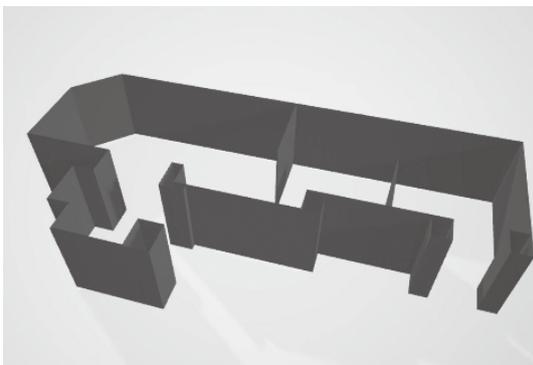


図3 展示会場の壁

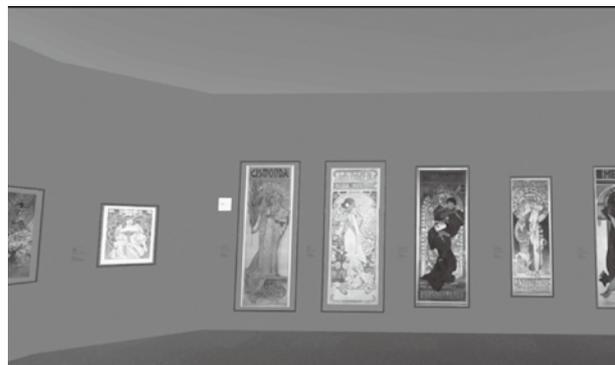


図4 VR映像の第1展示室①



図5 VR映像の第1展示室②

## 2.2 コンテンツの動作

開発した展示会場は、HMD 機器の Meta Quest2 を装着して体験することが可能である。展示会場内を移動する際には、Meta Quest2 付属のコントローラーを使用する。また、初期位置はミュシャ館4階の受付カウンターの前であり、右コントローラーのBボタンを押すことによって初期位置に戻る設定とした。(図6)



図6 VR内の初期位置

### 2.3 コンテンツの公開

本コンテンツは2か所で公開された。1か所目は、アルフォンス・ミュシャに関する講演会である。本講演会は2022年11月19日に関西大学東京センターにて開催され<sup>[7]</sup>、ミュシャ館の学芸員による講演が主体であり、その他の時間で講演会の参加者がVRミュージアムを体験した。(図7)

2か所目はミュシャ館での企画展示である。本展示は、2022年12月3日から2023年4月2日まで行われた年間シリーズ展「ミュシャLabo」の第3弾「ミュシャ×メディア」という企画であり<sup>[8]</sup>、その一部としてVR体験ブースを設置し訪問者が体験を行った。



図7 東京講演会

## 3. コンテンツの評価方法

本コンテンツについての評価を行うため、VRミュージアムの体験者に対してアンケート調査を行った。なお、アンケート調査の内容は調査場所や提示条件の違いがあったため、東京センターでの講演会（東京講演会）・ミュシャ館の企画展示の前半（ミュシャ館①）・後半（ミュシャ館②）の3種類で内容を変更した。以下では、この3種類に関して質問内容を記述する。

### 3.1 東京講演会

質問1から質問4及び質問6はコンテンツ以外に関する質問項目であり、「はい」か「いいえ」の二択式回答とした。また、質問5-1から5-4はコンテンツについての質問項目であり、1：「そう思わない」～5：「そう思う」の5段階で回答を行う形式である。以下にアンケート項目を記述する。

- 質問1 : 今までに VR を体験したことはありますか。
- 質問2 : 「堺アルフォンス・ミュシャ館」を訪問したことはありますか。
- 質問3 : (質問2 「はい」と回答した方に対して) 実際のミュシャ館をモデルにしているとわかりましたか。
- 質問4 : (質問2 「いいえ」と回答した方に対して) 実際のミュシャ館を訪問してみたくなりましたか。
- 質問5-1 : 酔いや目の疲れなどの疲労感はありましたか。
- 質問5-2 : コントローラーでの移動や身体を動かして方向を変えることに違和感はありましたか。
- 質問5-3 : 壁や天井の圧迫感はありましたか。
- 質問5-4 : 全体的に満足感は得られましたか。
- 質問6 : 次回作があれば体験してみたいと思いますか。
- 質問7 : 今回の VR 体験について率直な感想をお聞かせください。その他、気が付いたことがあればご自由にお書きください。

### 3.2 ミュシャ館①

ミュシャ館にて行った VR 体験であるため、上記で記述した本博物館への訪問歴を問う質問2と質問4は除外した。なお、本コンテンツはミュシャ館を VR 上で再現するというコンセプトを持つため、再現に関する質問3は除外せずにアンケート調査を行った。

### 3.3 ミュシャ館②

前項にて記述したものに、コンテンツに関する質問にて2つの項目を追加した。1つ目は展示作品の種類や量について1:「少ない」～5:「多い」とし、2つ目は質感について1:「悪い」～5:「良い」とする。また、3章1節にて記述した質問5-1については、「酔い」と「目の疲れ」を分け、1:「感じなかった」～5:「感じた」とする質問項目とした。

## 4. 提示条件

VR ミュージアムの体験について、研究当初は座位姿勢で Meta Quest2 の歩行における標準速度 (OVR Player Controller のデフォルト値) での体験を想定していた。しかし、東京講演会にてアンケート調査を行った結果、体験者の殆どに VR 酔いの症状が見られた。その中には、ひどい酔いを感じて体験を中断した体験者も存在した。

本コンテンツはミュシャ館での長期的な展示も行われる予定であったため、体験者が快適に VR ミュージアムの体験を行えるように改善をする必要があった。したがって、ミュシャ館での展示時には東京講演会と異なる提示条件を設定した。なお、上記の条件についてはアンケート調査にて分類した東京講演会・ミュシャ館①・ミュシャ館②の3種類にて条件の変更を行った。変更する点については、VR 酔いに関する先行研究で挙げられた「感覚不一致説」を基に、体験者の体勢と移動速度・移動方向の条件を設定した<sup>[9]</sup>。

東京講演会では回転椅子に座位姿勢を取り移動速度は Meta Quest2 の標準速度 (1.10m/s) とし、移動方向に自由度を持たせた条件とした。ミュシャ館①では起立した状態とし、移動速度や移動方

向は東京講演会と同じ条件とした。ミュシャ館②はミュシャ館①と同じく起立した状態で、移動速度は標準よりも遅く（0.87m/s）、移動方向は顔を向けている方向のみに進む制限を設定した。

## 5. コンテンツの評価結果

コンテンツの評価結果は、2択式の質問項目や自由記述を3種類のアンケートごとにまとめ、最後に5段階回答の質問項目の結果をまとめる。なお、VRコンテンツの利用年齢に関するガイドラインに基づき13歳未満は体験に参加しなかった<sup>[10]</sup>。

### 5.1 東京講演会（2択式と自由記述）

本アンケート調査には23名（うち21名が有効回答、34歳から60歳、女性10名、男性7名）が参加した。

質問1のVR体験の有無については71%が経験ありと回答し、質問2のミュシャ館への訪問歴については43%が訪問歴ありと回答した。質問3のミュシャ館の再現度や質問4のミュシャ館への訪問意欲については、全員「はい」と回答した。質問6の次回作の体験意欲については86%が「はい」と回答した。質問7の自由記述では「VR酔い」に関する記述を行った体験者は10名、「解像度の低さ」の記述は2名、「体験時間」に関する記述は2名、「彫刻作品の立体感の低さ」の記述は3名、その他に「没入感・臨場感」や「作品量の満足感」「鏡の映り込み」「展示会場の殺風景さ」などの意見が寄せられた。

### 5.2 ミュシャ館①（2択式と自由記述）

本アンケート調査には24名（うち24名が有効回答、17歳から76歳、女性16名、男性8名）が参加した。

質問1のVR体験の有無については58%が経験ありと回答し、質問2のミュシャ館の再現度は全員が「はい」と回答した。質問6の次回作の体験意欲については、91%が「はい」と回答した。質問7の自由記述では「操作性」に関する記述を行った体験者は4名、その他に「キャプションが見えない」や「コンテンツが少ない」「VR酔いの発生」などの意見が寄せられた。

### 5.3 ミュシャ館②（2択式と自由記述）

本アンケート調査には58名（うち52名が有効回答、14歳から63歳、女性32名、男性17名）が参加した。

質問1のVR体験の有無については、49%が経験ありと回答し、質問2のミュシャ館の再現度は92%が「はい」と回答した。質問6の次回作の体験意欲については、92%が「はい」と回答した。質問7の自由記述の項目では「楽しかった、面白かった」など肯定的な回答は9名、「操作性の困難さ」に関する記述は6名「移動操作の拡張」の記述は6名、「ピント調整の困難さ」の記述は6名、操作説明が分かりづらい」と回答した体験者は3名、その他「テクスチャの荒さ・画質の悪さ」や「立体感あり」などの意見が寄せられた。

### 5.4 5段階回答の質問項目

本節では5段階回答を行った質問項目について、3種類のアンケートの中で共通する項目ごとで

スコアの平均値の比較を行った。結果の分析は、テューキー・クレーマー法による一元配置の分散分析を用いた。テューキー・クレーマー法とは、各群のデータ数が異なる場合に3つのデータ群相互の母平均の有意差を調べる多重比較法である。

(1) 「疲労感」又は「酔い」について

東京講演会とミュシャ館①では疲労感、ミュシャ館②では酔いの項目で質問を行った結果を比較した。図8に質問5-1に対する結果の箱ひげ図を示す。東京講演会と比較するとミュシャ館①・ミュシャ館②でのスコアの平均値が低下する、すなわち酔いが改善される傾向を示した。東京講演会とミュシャ館①では $P=0.0481$ であり有意水準5%で有意な差が見られ、東京講演会とミュシャ館②では $P<0.001$ であり有意水準1%で有意な差が見られた。一方で、ミュシャ館①とミュシャ館②では $P=0.5389$ と有意な差は見られなかった。

(2) 操作の違和感について

図9に質問5-2に対する結果の箱ひげ図を示す。東京講演会とミュシャ館①では $P=0.7564$ 、東京講演会とミュシャ館②では $P=0.2017$ 、ミュシャ館①とミュシャ館②では $P=0.6133$ であるため、有意な差は見られない。

(3) 圧迫感について

図10に質問5-3に対する結果の箱ひげ図を示す。東京講演会とミュシャ館①では $P=0.9972$ 、東京講演会とミュシャ館②では $P=0.9996$ 、ミュシャ館①とミュシャ館②では $P=0.9926$ であるため、有意な差は見られない。

(4) 満足感について

図11に質問5-4に対する結果の箱ひげ図を示す。東京講演会とミュシャ館①では $P=0.7097$ 、東京講演会とミュシャ館②では $P=0.5370$ 、ミュシャ館①とミュシャ館②では $P=0.9855$ であるため、有意な差は見られない。

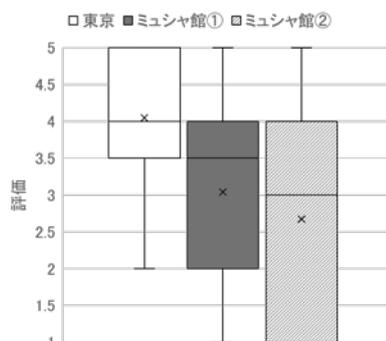


図8 疲労感・酔いについて

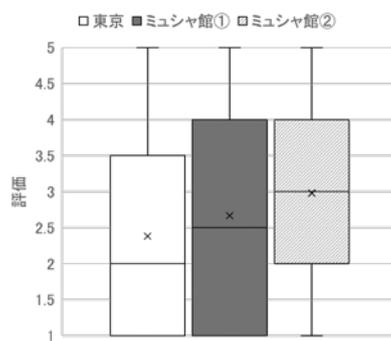


図9 操作の違和感について

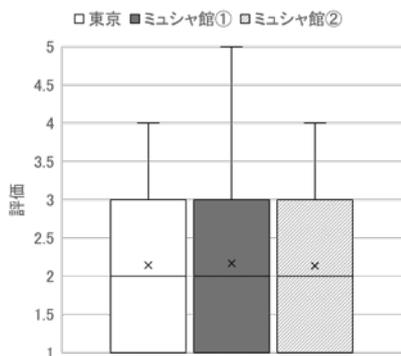


図10 圧迫感について

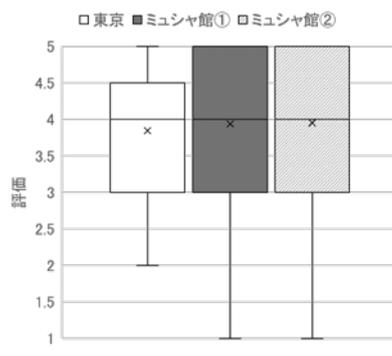


図11 満足感について

## 6. 考察

前章にて記述した調査結果を基に、本章ではコンテンツ全体に対するアンケート調査の結果とVR酔いに分けて考察を行う。

### 6.1 全体に対するアンケート結果の考察

第一に、本コンテンツがミュシャ館を再現している点については、東京で行われた講演会だけでなく、ミュシャ館内の展示においても再現していることが体験者に伝えられていることが分かる。

次に操作感については、東京講演会ではスコアの平均は2.38であり全体的な評価も違和感が少ないとの回答が多かったにも関わらず、ミュシャ館②ではスコアの平均が2.98と数値が増加し全体的な評価も違和感があるとの回答が増加した。これについては、移動速度と移動方向の制限を設けたことによる操作間の差異及びVR経験者の割合の差が要因として挙げられる。また、ミュシャ館での展示ではスタッフによる体験時の支援がなかったこともあり、自由記述でも述べられているように操作の説明表示だけでは理解が困難であった可能性も挙げられる。

一方で、圧迫感や満足感に関しては全体を通して肯定的な評価が得られた。また、自由記述の中でも「楽しかった」という意見が多数見られ、次回作があれば体験したいという項目については80%以上が体験したいと回答した。

したがって、本コンテンツについては操作性の難しさや展示作品の画質の悪さなどが見られるものの、VRミュージアムとして体験者が楽しめるものであったと考えられる。

### 6.2 VR酔いに関する考察

第一に、VR酔いとは「VR環境を体験することにより映像酔いと同様の体調不良を生じる状態」であり、一般的な症状にめまいや倦怠感・眠気・頭痛・胃部不快感・冷や汗・吐き気などが挙げられる<sup>[9]</sup>。

本研究のアンケート調査においても、「疲労感」あるいは「酔い」という項目を用いて、コンテンツを通したVR酔いの発症を確認した。ここでは、VRミュージアムの体験者に対して3種類の提示条件で体験をさせ、その結果を基にVR酔いの発症に違いがあったかを調査した。

結果として、座位姿勢で移動速度が速いVRミュージアムを体験した東京講演会に比べて、起立姿勢でVRミュージアムを体験したミュシャ館①は酔いの症状を抑えられたことが確認できた。また、東京講演会よりも起立状態で移動速度が遅く、移動方向の制限を設けたミュシャ館②が最も酔いが少ないことが確認できた。

したがって、VR映像を視聴する際に体験者がそれに適した体勢（起立した状態）を取るのみでも酔いは軽減され、さらに提示される視覚情報の変化を制限することによって格段にVR酔いが改善されることが判明した。

## 7. まとめと今後の課題

本研究では、堺アルフォンス・ミュシャ館の3Dモデルと収蔵作品の画像を用いてVRミュージアムを構築し、2回の公開を行った。公開時のコンテンツ体験者に対するアンケート調査により、本コンテンツの有効性を確認できた。今後本コンテンツを様々な機会で開催することによって、堺

アルフォンス・ミュシャ館の知名度が上がり地域振興に貢献できると考える。また、本研究を通して主に3つの事柄が今後の課題として挙げられる。

1つ目は、VR酔いの原因の追究である。4章にて述べたように、VR酔いは視覚情報と身体情報の不一致で起こることが多く、本コンテンツにおける酔いの要因も同じものと考えられる。しかし、改善後のVR体験でも酔いが見られるため、再度VR酔いの原因を追究する必要があると考える。

2つ目は、コンテンツの品質の向上である。体験者の自由記述にも述べられているように、展示品の画質の荒さが見られるため、今後改良の余地があると思われる。

3つ目は、立体作品の3DCGモデル化である。本コンテンツにも展示されていた彫像「ラ・ナチュラル」や「蛇のプレスレット」の立体化を希望する意見が多く見られた。今後のVRミュージアムの可能性を広げるためにも彫刻の3次元モデル化は必須となると考えられることから課題の一つとして挙げる。

## 謝辞

本研究は2022年度関西大学と堺市の地域連携事業より支援を受けた。ミュージアムの図面と所蔵作品データの提供を受けた「堺アルフォンス・ミュシャ館」の関係者各位に感謝の意を表する。

## 参考文献

- [1] 板宮朋基：「VR/ARによるシミュレーション結果の可視化から体験化、経験化へ：防災教育等への応用」、日臨麻会誌、Vol.49、No.1、pp.109-114（2021）
- [2] 崎山皓平、佐久間康富：「観光コンテンツにおけるCGVRの実態と利用者の評価からいた可能性と課題に関する研究」、日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集、Vol.20、pp.73-76（2022）
- [3] 文部科学省：「資料4 デジタル・ミュージアムの実現に向けた研究開発の推進」、〈[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/006/shiryo/\\_icsFiles/afieldfile/2012/07/30/1323379\\_4\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/006/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2012/07/30/1323379_4_1.pdf)〉（2023.6.13アクセス）
- [4] 鳴海拓志：「デジタルミュージアムにおけるVR/ARの利用」、人工知能学会誌、Vol.31、No.6、pp.794-799（2016）
- [5] 堺アルフォンス・ミュシャ館：「堺アルフォンス・ミュシャ館（堺市立文化館）」、〈<https://muchasakai-bunshin.com/>〉（2023.6.15アクセス）
- [6] 国立科学博物館：「おうちで体験！かはくVR」、〈<https://www.kahaku.go.jp/VR/>〉（2023.6.13アクセス）
- [7] 堺アルフォンス・ミュシャ館：「アルフォンス・ミュシャ 東京駅に出現！講演及びVR体験イベント @関西大学東京センター」、〈<https://muchasakai-bunshin.com/event/tokyomucha2022-lec-1/>〉（2023.6.13アクセス）
- [8] 堺アルフォンス・ミュシャ館：「ミュシャLabo #03「ミュシャ×メディア」」、〈[https://muchasakai-bunshin.com/event/mucha2022\\_labo3/](https://muchasakai-bunshin.com/event/mucha2022_labo3/)〉（2023.6.13アクセス）
- [9] 氏家弘裕：「映像酔い、VR酔いの発生メカニズムと生体影響評価」、VR/AR技術における感覚の提示、拡張技術と最新応用例、技術情報協会、pp.20-33（2021）
- [10] エンターテインメントXR協会：「VRコンテンツのご利用年齢に関するガイドライン」、〈<https://extra.or.jp/pdf/guidelines.pdf>〉（2023.6.13アクセス）

