

デジタルアーカイブに基づく情報コンテンツの 開発と効果的な情報発信に関する研究

林 武 文

Research on the development of information content based
on digital archives and effective information dissemination

HAYASHI Takefumi

With the aim of effectively disseminating images from digital archives, we developed three types of viewing content that display the murals in the stone chamber of the Takamatsu Tumulus in a 3D virtual space. Images of the murals at the time of excavation and those at the time of construction reproduced by researchers were used as textures on the CG model, making it possible to switch between the two periods. In this content, users can view the murals while moving around the stone chamber using a head-mounted display (HMD). Here, we developed the systems and tested the effectiveness of each. Type 1 is a system in which a communicator operates the controller to explain the murals. Type 2 is an exhibition system in which the commentary is played in the HMD and the display proceeds automatically for viewing in an unmanned exhibition space, and Type 3 is a website VR system, which can be viewed with a smartphone or a brief HMD device. Each of these systems was exhibited at events inside and outside the university, including the open campus, and their effectiveness was verified through questionnaire surveys and Web analysis. As a result, we confirmed that VR is effective for learning history by providing users with experiences that arouse their interest and by allowing them to switch between objects from different periods from various viewpoints.

キーワード：デジタルアーカイブ、情報コンテンツ、バーチャルリアリティ、
高松塚古墳

はじめに

美術品や工芸品のような文化財や書物や古写真などの資料をデジタル化し、デジタルアーカイブとしての保存と公開を行う取り組みが進められている。¹⁾ 文部科学省のデジタルアーカイブ

1) 中山香一郎, 山崎千代乃: 文化財の計測データ取得と公開, 情報メディア学会誌 Vol.64, No.6, pp.770-773, 2010.

ブ推進の報告書²⁾によると「文化財のデジタル化の試みは文化的資料の保存や文化の継承となるだけでなく、観光や教育、商用化といった2次利用において更なる付加価値が付く」とされている。デジタルアーカイブにおいては、単に画像データを公開するだけでなく、それを2次利用することにより、アーカイブの有効活用がなされるとともに、アーカイブの存在そのものを広く発信する上でも有効であると考えられる。

近年では、3次元計測技術とVR（バーチャルリアリティ）のような3次元データの表示技術の急速な進歩により、3次元データを対象としたデジタルアーカイブ構築も可能となりつつある。等身大の3次元空間を用いてデータを表示することにより、普段訪れたり立ち入ることが困難な遺跡内部のような研究対象を共有することが可能となる。また、視点位置を変えて観察することにより新しい発見をもたらす可能性も有している。

本研究では、このような3次元空間を用いたデジタルアーカイブの提示とコンテンツの2次利用も含め有効な体験方法を明らかにすることを目的に、関西大学博物館が保有する高松塚古墳の画像や資料を用いてVRコンテンツを開発した。³⁾本報告では、コンテンツ開発の内容と情報発信を通じた評価について述べる。

高松塚古墳は、奈良県高市郡明日香村に7世紀に建造された古墳で、直径23m（下段）及び18m（上段）、高さ5mの二段式の円墳である。石室内にはそれぞれの方角に神（四神）と男子群像や女子群像が極彩色で描かれている。被葬者については明らかになっていない。1972年に奈良県立橿原考古学研究所が発掘調査の依頼を受け、関西大学と龍谷大学の研究者・学生グループによって同年3月21日に極彩色の壁画が発見された。⁴⁾壁画は、「考古学史上最大の発見」として注目を集め、1973年に高松塚古墳は国の特別史跡に、また極彩色壁画は1974年に国宝に指定された。その後、カビによる壁画の侵食が進んだため、2007年には石室を解体して取り出され、保全措置が講じられるとともに、長期に渡る修復作業が継続された。その結果、2020年3月に修復が終了し、古墳外の展示施設にて公開が開始されたが、石室内の壁画として鑑賞することは不可能となっている。⁵⁾

そこで、本研究では、発掘当時の壁画の高精細写真と復元された建造時の壁画画像を基に、VR技術によって石室内の壁画を鑑賞するコンテンツを開発した。コンテンツは、その目的によって次の3種類を開発した。すなわち、①インタラクティブなVR体験コンテンツ、②自動的にシーンが更新され解説音声流れるVRムービーコンテンツ、③Webブラウザとスマートフォ

2) 内閣府知的財産戦略推進事務局：我が国におけるデジタルアーカイブ推進の方向性（2017）〈https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/digitalarchive_kyougikai/houkokusho.pdf〉（アクセス日：2021-03-29）。

3) 奥村茜，寺田楽，林武文：高松塚古墳VR体験コンテンツの開発，関西大学なにわ大阪研究センター紀要，Vol.3，pp.9-21（2021）。

4) 森岡秀人，網干善教，高松塚古墳：明日香人の華麗な世界を映す壁画（大塚初重監修 日本の古代遺跡を掘る6），読売新聞社（1995）。

5) 国営飛鳥歴史公園：高松塚古墳〈<https://www.asuka-park.go.jp/area/takamatsuzuka/tumulus/>〉（アクセス日：2021-9-30）。

ンで鑑賞が可能な Web3D コンテンツである。コンテンツは学内外のイベントや商業施設で展示を行い、アンケート調査により有効性を確認した。

1. 高松塚古墳 VR 体験コンテンツの開発

1.1 コンテンツ開発の目的

VR を用いて情報を提示することにより、日常では訪れることが出来ない場所を様々な視点から探索することが可能となる。本体験コンテンツは、オープンキャンパスをはじめとする大学のイベントで、受験生や一般の来場者に向けた啓発と情報発信を目的に開発された。現在では解体され壁画のみが博物館で鑑賞可能となっている、高松塚古墳の石室内部と壁画を対象としており、体験者は MHD を装着し、ゲームコントローラによって内部を自由に移動して鑑賞する。古墳が発掘された当時の石室に加えて、建造時の姿も再現するために、関西大学の考古学研究者によって作成された壁画の再現画像を切り替えて表示可能とした。コンテンツは、考古学を専攻する学生が体験者と対話的に解説を行った。アンケート調査により有効性を確認するとともに、効果的な情報発信の方法について検討した。

1.2 コンテンツ開発に用いた資料

関西大学博物館⁶⁾より、保有する発掘時に撮影された壁画の高解像度画像、石室の寸法図、関西大学の研究者らによって復元された建造時の壁画の復元画像、各壁画の解説文書、発掘当時の写真、および陶版によるレプリカの資料⁷⁾の提供を受けた。これらを元に、3次元CGの石室内部を制作した。図1に、壁画のテクスチャとして用いた発掘当時の女子群像の画像と復元された絵画の画像を示す。



図1 発掘時の女子群像西壁の絵（左）と復元図（右）⁷⁾

6) 関西大学博物館：ホームページ〈<http://www.kansai-u.ac.jp/Museum/>〉（アクセス日：2021-9-30）。

7) 関西大学博物館：高松塚古墳壁画再現展示室，関西大学博物館パンフレット（2008）〈<https://www.kansai-u.ac.jp/Museum/kohun/index.html>〉（アクセス日：2021-9-30）。

1.3 石室のモデリング

石室のモデリングは、3次元CGソフト3dsmaxにより行った。石室形状は、横1.035m、奥行き2.655m、高さ1.134mのほぼ立方体の形状であるが、盗掘時に南壁に開けられ発掘調査時にはここから内部に入った盗掘口のみモデリングを行い、ゲームエンジンUnity上で質感とインタラクションの設定を行った(図2)。壁画のテクスチャは、発掘時に撮影された実写画像と建造時の状態の復元画像を用いた。それぞれのマッピング画像を基に面の傾きの分布を表すHeight Mapを作成し、Unityのシェーダにおいてディスプレイースメントマッピングを施すことにより、壁のザラツキ感を再現した。壁の面の平滑度や光沢感に関しては、実物を計測したデータが得られなかったため、関西大学博物館によって再現された陶板製のレプリカ⁷⁾を参考にして、シェーダのパラメータを調節した(図3)。

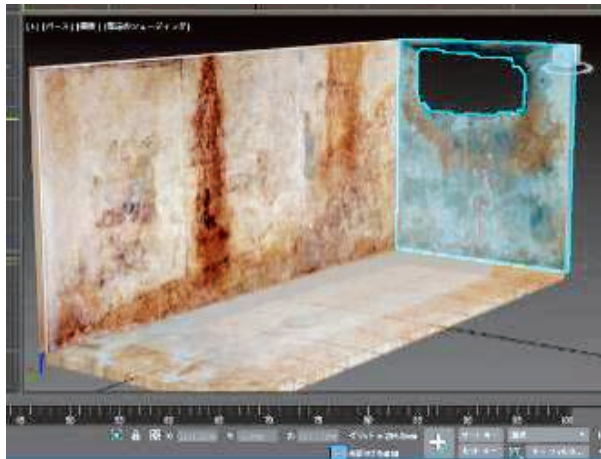


図2 石室と盗掘口のモデリング



図3 発掘時の石室内部

建造時の復元画像に関しては、コンテンツの中で切り替えて表示することにより、発掘時と建造時で古墳内部の状態を比較して鑑賞できるようにした。建造時は白色のしっくい塗の壁に極彩色の壁画が描かれていた（図4）。建造当時の壁の平滑度については知ることが不可能であるため、発掘時の画像を基に窪みや汚れを判断して再構築した Height Map を用いた。光源は、局所的に空間を照らす点光源のみとした。また、光源の色は、当時の発掘者の記録を参考にして、青白いものとした。

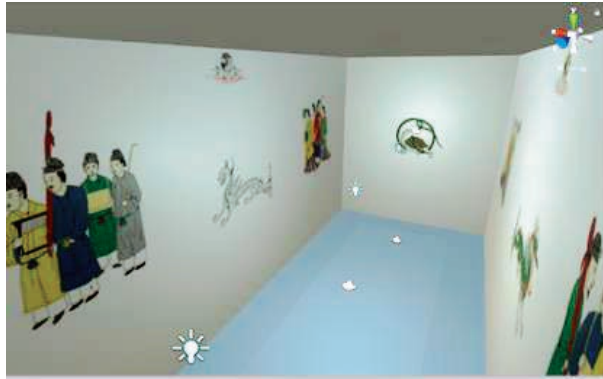


図4 建造時の石室内部

1.4 コンテンツの開発と表示方法

コンテンツの体験には HMD（Oculus Rift CV1 および S）とゲームコントローラ（Microsoft Xbox コントローラ）を用い、3自由度のヘッドトラッキングにより石室の中に立つ体験者が周囲を見回しながら石室内を移動して壁画を鑑賞出来るようにした。HMD に用いた Oculus Rift は、ユーザーの並進変位を付属の赤外線カメラで取得するルームトラッキング機能とポインティングデバイス（Oculus Touch）による操作機能も有しているが、HMD を装着した鑑賞者が展示会場で自由に移動すると周囲との接触の危険を伴うこと、解説者が鑑賞者の立ち位置をコントロールしながら解説する場合があることを考慮に入れ、並進方向の移動はゲームコントローラを用いることにした。

システムの状態遷移図を図5に示す。タイトルを示す初期画面（図6）に続き、高松塚古墳石室の発掘時の内部に立つ状態となる。鑑賞者は、コントローラのスティック操作で石室内を移動して壁画を鑑賞する。コントローラの A ボタンと B ボタンで、発掘時の壁画の画像と建造時の復元画像を切り替えて、両者を比較しながら観覧することができる。さらに、Y ボタンにより、壁画名と簡単な解説を字幕表示する機能も実装した（図7）。ここでの表示は、壁画の特徴を分かり易くするために、発掘時の画像と建造時の復元画像を 50% で混合させて表示している（図11）。

石室内の床には、棺が置かれていた位置を示す白い透明の板でマークがされており、棺に横

たわる遺体の視点からのシーンに切り替えることもできる。

体験中には、映像がHMDと外部の大型ディスプレイの両方に映るようにしてHMDを体験しない来場者にも内容が分かるようにした(図8)。

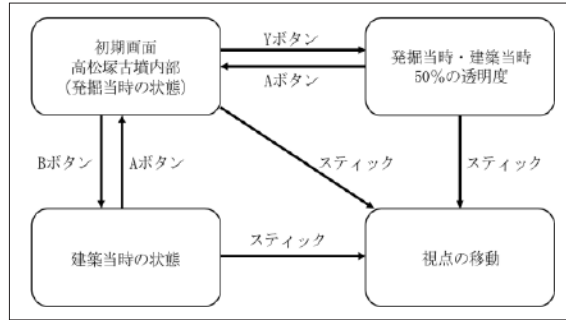


図5 システムの状態遷移図



図6 システムのタイトル画面

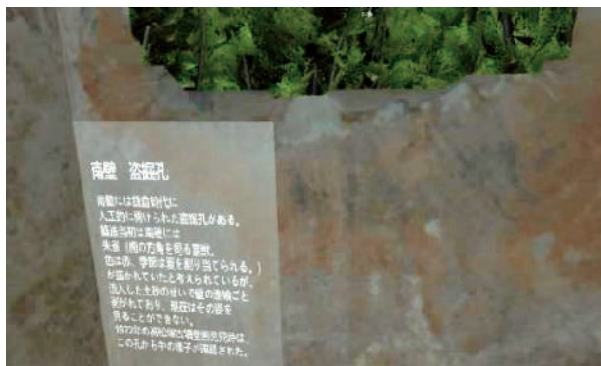


図7 解説の表示

1.5 コンテンツの公開

コンテンツは、2018年3月～2019年12月の間に、大学のオープンキャンパスや学内イベントで展示を行った。展示方法は、来場者がVRを体験している間、傍らで考古学研究室の学生がコントローラで立ち位置を操作しながら解説を行った（図8）。展示の年月日とイベント名、場所、体験人数を表1に示す。なお、2020年度以降は、新型コロナウイルス感染症の蔓延防止のため多くのイベントが中止となった上に、HMDを装着する接触型の本展示は出展を自粛したため、展示を行っていない。



図8 オープンキャンパスでの展示

表1 コンテンツを出展したイベントと体験人数

| 年度 | 日時 | イベント名 | 場所 | 人数 |
|------|---------------------------------|---|----------------------------|----|
| 2018 | 2018.8.4（土）、5（日） 10：00～16：00 | サマーキャンパス 関大は東アジアの研究にめっちゃ強い | 新関大会館北棟1階ホール | 67 |
| | 2018.9.24（月・休） 12：00～16：30 | 関大フェスティバル in 東海 KU-ORCAS 東アジア研究の世界的拠点 をめぐして | 名古屋マリオットアソシア ホテル16階ホワイエ | 98 |
| | 2019.3.23（土） 10：00～16：00 | フレッシュキャンパス | 新関大会館北棟1階ホール | 50 |
| 2019 | 2019.8.3（土）、4（日） 10：30～16：00 | サマーキャンパス | 新関大会館北棟1階ホール | 83 |
| | 2019.9.29（日） 12：00～16：30 | 関大フェスティバル in 中国 | 広島コンベンションホール | 40 |

*2020年度および2021年度はコロナ感染防止のため未出展

1.6 コンテンツの評価

1.6.1 アンケート調査

展示会場の来場者に対し、コンテンツを体験後にアンケート調査を実施した。実施イベントは、2018年8/4（土）、8/5（日）のサマーキャンパスであり、受験生と高校生67名がアンケートに回答した。アンケートの項目中で、本コンテンツに関係する質問は以下の通りであった。

Q4-1. 高松塚古墳（奈良県高市郡明日香村）についてご存じでしたか？（はい、いいえの2択）

Q4-2. 今までにVR体験（映像・ゲーム）をしたことがありましたか？（はい、いいえの2択）

Q4-3. コンテンツは見やすかったですか？（5段階で評価）

Q4-4. VR体験をして当遺産について興味を持ちましたか？（5段階で評価）

Q4-5. VRを通して、当コンテンツの内容は分かりやすかったですか？（5段階で評価）

Q4-6. 自由記述

1.6.2 結果および考察

Q4-1の高松塚古墳に対する認知度は、「はい」と「いいえ」の割合で50%ずつであった。またQ4-2のVRの経験は「はい」が20%、「いいえ」が80%で、2018年の時点では未経験者数が経験者数を大きく上回った。5段階で評価を行ったQ4-3～Q4-5の結果を図9に円グラフで示す。「大変良い」（5段階中の5）もしくは「まあ良い」（5段階中の4）と答えた回答者の割合は、それぞれ、92%、92%、97%であり、高評価であったことを示している。

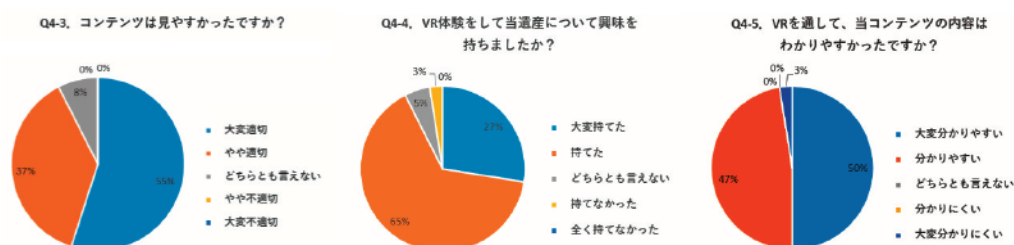


図9 Q4-3～Q4-5の結果

Q4-6の自由記述では、「VRを初めて体験して面白かった」「楽しかった」などVR体験に関するもの、「様々な視点から見る事ができた」「立体的な空間の中で臨場感が味わえた」「実際に古墳に向かずとも手軽に見ることが出来た」などVRの特性に関するもの、「分かり易かった」「今までで初めてのことも知れた」などコンテンツそのものの効果に関するもの「1対1での解説が良かった」「説明がとても丁寧でわかりやすい」など説明員に対する感想など、ほぼ肯定的な感想が得られた。また、問題点としては「目が痛い」という感想もあった。

アンケートの結果からは、VRを用いた本コンテンツは、会場において来場者の注意を集め、

体験者には高松塚古墳に対する興味を抱かせる点で十分な効果があることが確認出来た。2018年度のオープンキャンパスでは、HMDの順番を待つ行列が出来るほど人気があり、VRの未経験者が半数いたこともあって、VR技術そのものに対する興味も加わった結果であると考えられる。

アンケートの自由記述には、考古学分野の学生が1対1で遺跡を案内する方式を評価したコメントが複数寄せられた。考古学に興味のある受験生にとっては、同じ分野の学修者と直接交流する貴重な機会であり、より興味を喚起する体験になったと考えている。ただし、パソコンとヘッドセットは1組しかなく、説明者も2名の学生が交代で務めたが、これ以上、コンテンツを増やすことは困難であった。そこで、次章で述べる無人展示のためのVRムービーコンテンツの開発を検討した。

2. VRムービーコンテンツの開発

2.1 コンテンツ開発の目的

本格的な没入型HMDを装着してヘッドトラッキングによる全周囲の仮想空間を提示することは、体験者が受ける影響や経験としては有意義ではあるが、2018年度に開発したコンテンツはそのための人手によるオペレーションと解説を必要としていた。そこで2019年度には、HMDを装着するだけで自動的に映像と音声の解説が流れ、体験者は解説を聴きながら遺跡の中を探索するVRムービー型のコンテンツを開発した。コンテンツは、オープンキャンパスで出展するとともに、商業施設であるグランフロント大阪ナレッジキャピタルにおける無人展示に用いた。体験者に対してアンケート調査を行い、2018年度の有人型のコンテンツとの比較において評価を行った。

2.2 コンテンツの開発と表示方法

コンテンツの状態遷移図を図10に示す。無人の施設で来場者が自らHMDを装着して視聴することを想定しているため、シーンと音声解説が自動的に進行し、鑑賞終了後に最初に戻る再生ループを繰り返すようにした。壁画の解説者が不在のため、コンテンツ鑑賞中の音声解説機能、壁画名と字幕表示機能は必須となる。字幕の解説文は、2018年度のVRコンテンツで解説者が説明する内容に準拠しており、考古学の専門家の監修を受けた。テキストUIは字幕が終了するまで位置が固定されるため、閲覧するすべての壁画に文字が重ならないように下寄りの位置に配置した。(図11)。解説の表示は、UnityのTimeline機能を用い、時間経過とともに順番に解説と字幕が表示されるようにした。2018年度のコンテンツと同様に、体験中には映像がHMDとディスプレイの両方に映るようにしてHMDを体験しない来場者にも内容が分かるようにした。

本コンテンツでは、コントローラを使用せず、北壁画の「玄武」から時計回りに東壁の「青

龍」「日像」「男子群像」、南壁の「朱雀」、北壁の「白虎」「女子群像」、天井の「星縮図」の順番で音声による解説が行われる。一つの説明が終わるごとに方向転換の指示音声流れ、これに合わせて閲覧者が体の向きを変えることですべて閲覧することが可能になる。閲覧中は、発掘時と建造時の壁画が自動的に切り替わる。また、すべての解説が終了すると、自由に閲覧するために 20 秒間無音状態になり、経過後、再度最初から音声解説が流れる。

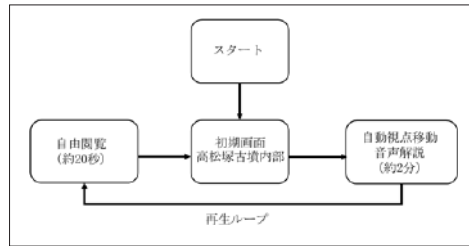


図 10 システムの状態遷移図



図 11 壁画名と解説字幕が表示されている様子

2.3 コンテンツの公開

2019年3月5日から5月19日の間、グランフロント大阪ナレッジキャピタル The Lab 2階の展示スペースにおける常設展示（図 12）と、2019年8月24日に関西大学高槻キャンパスで開催された総合情報学部オープンキャンパスにて展示を行った。両展示において、10代から70代の計202名がコンテンツを体験した。

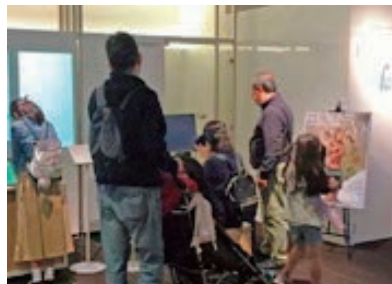


図 12 ナレッジキャピタル The Lab での展示

2.3 コンテンツの評価

2018年度に開発したコンテンツと比較するために、2019/3/23、8/3、8/4 にそれぞれ関西大学千里山キャンパスで開催されたオープンキャンパスの展示と本コンテンツの展示で同じ項目のアンケートを実施し、両者の比較を行った。アンケートの目的として、コンテンツの満足度に対し、① AタイプとBタイプの比較、②高松塚古墳の知識の有無の影響、③ VR経験の有無の影響の3点について調べた。アンケートの項目は、年齢・性別に加えて以下のQ1～Q7の通りであった。

- Q1. 高松塚古墳についてご存じでしたか
- Q2. 高松塚古墳は関西大学が発掘したことはご存じでしたか
- Q3. いままで VR 体験をしたことがありましたか
- Q4. コンテンツは見やすかったですか
- Q5. VR 体験を通して当遺産に興味をもちましたか
- Q6. コンテンツの内容はわかりやすかったですか
- Q7. 自由記述

コンテンツ体験者は、Q1 から Q3 に関しては「はい」か「いいえ」のいずれかを回答し、Q4 から Q6 に関しては5段階（1：悪い～5：良い）で回答した。ここでは、コンテンツの効果について検討するために、特に Q4～Q6 に注目して分析を行った。

2.4 結果および考察

便宜上、2018年度に開発した解説者を伴う VR コンテンツを「Aタイプ」、VR ムービーにより無人で展示を行う本コンテンツを「Bタイプ」と呼ぶ。

Aタイプでは10代から60代の計133名がコンテンツを体験し、Bタイプでは10代から70代の計202名がコンテンツを体験した。両者の比較において年齢層と人数を合わせるために年代を高校生に絞り、Aタイプ、Bタイプそれぞれ67名ずつをランダムに抽出し、以下の3項目について検証を行った。

- ① AタイプとBタイプでは、どちらの方がより体験者の興味を促すのか
- ② 高松塚古墳の知識の有無によってコンテンツの満足度に差は出るのか
- ③ VR経験の有無によってコンテンツの満足度に差は出るのか

ここでは、検証項目①に関してのみ結果を示す。②と③の分析に関しては、文献⁸⁾に示している。タイプ別に評価点の平均値と標準偏差をエラーバーで示したグラフを図13に示す。

8) 前掲3).

Q4～Q6のいずれもAタイプの方が高い得点となった。AタイプとBタイプにおける各質問項目の評価点の平均値の差の有意性についてt検定を行ったところ、Q4 ($t=0.00050$, $p<0.05$)、Q5 ($t=4.0\times 10^{-13}$, $p<0.05$)、Q6 ($t=0.039$, $p<0.05$)であり、どの項目においても有意水準5% ($p<0.05$) で有意な差がみられた。これらの結果から、高校生の場合、Aタイプの方がよりコンテンツが分かり易く、体験者の興味を促すことがわかった。

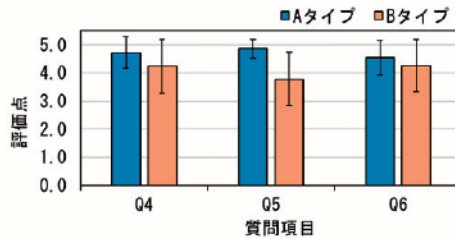


図13 Q4～Q6の評価点の平均値

検証項目②に関しては、Q1の回答によって体験者を分け、Q4～Q6の回答別に評価点の平均値を比較したところ、高松塚古墳を知らない者が自動音声・字幕のコンテンツを体験すると、高松塚古墳を知る者との理解の差が生まれることが分かった。すなわち、自動音声による解説は、質問をすることが出来ないため、元々の知識量によって理解度・満足度に差が出ることが示された。

また、項目③に関しては、Q3の回答によって体験者を分け、Q4～Q6の回答別に評価点の平均値を比較したところ、VR経験の有無ではコンテンツの満足度に差が出ないことが分かった。

自由記述・コメントに関しては、Aタイプについては、「VRで古墳の内部を見るという貴重な経験ができてとてもよかった。」、「壁それぞれは写真などで見たことがあったが、VRだと同時に上下左右が見えるので、どういう意図を持った配置なのかとリアルな感覚で分かりやすかった。」など、肯定的なコメントが多く見られた。

Bタイプについては、アンケートの自由記述欄の他に、展示期間中に常駐した説明員（コミュニケーター）を通して評価コメントを95得た。特徴的なコメントとして、「解説がついているのでわかりやすかった」、「本当の古墳の中にいるみたい」、「VRは初めてだったが、臨場感がすごく感じられてびっくりした」というものがあった。こちらも全体を通して肯定的な意見が多かったが、「体験中に向きを変えるため、コードが絡まりやすかった」、「視点が高いため、浮いているような感覚になる」、「説明文が読みにくい、見づらい」といった、改善・要望に関する意見も見られた。

3. Web 版の VR コンテンツの開発

3.1 コンテンツの目的

2020 年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により、HMD を用いたコンテンツ展示が困難になったため、Web3D 技術を用いた簡易 VR コンテンツを開発した。コンテンツの開発には、HTML と JavaScript で WebVR を構築できるフレームワーク A-frame⁹⁾ を用いた。本コンテンツは Web ブラウザ上で動作するため、OS に依存せず、両眼立体視とスマートフォンの姿勢センサによるヘッドトラッキングを可能としている。

3.2 コンテンツの開発

A-frame では、3 次元座標系を用いた VR 空間の構築が可能であるが、スマートフォンで観察する場合には、CPU の処理能力が問題となる。そこで、3 次元 CG ソフトによりプリレンダリングした 360° パノラマ画像を用いることにした。A-frame ではパノラマ画像を背景として表示するため、1 枚のパノラマ画像で直接ズームアップすることが難しい。したがって、カメラの位置を変えて書き出した画像をそれぞれ別のページに用意し、アイコンの操作によってページをリンクさせることでズーム機能を実装した。

スマートフォンによる簡易 VR 向けに、コントローラやポインティングデバイスに代わる視線ナビゲーション（Gaze Navigation）を採用した。すなわち、画面中央の視点を表すカーソル（図 14 の画面中央の小さな丸印）をメニューや矢印のアイコンに合わせて 1 秒間静止すると次の状態に移行するようにした。



図 14 スマートフォンで見た場合のタイトル画面

3.3 コンテンツの閲覧方法

操作の流れは、Web サイトの QR コードを読み込むと図 14 に示すタイトル画面が表示される。

9) Supermedium: A-FRAME, A web framework for building 3D/AR/VR experiences. <<https://aframe.io/>> (アクセス日：2021-9-30).

メニュー選択により、古墳の発掘当時およびの建造当時の壁画の状態を自己所有のスマートフォンで閲覧できる。画面右下のメガネのアイコンを選択すると VR モードのステレオ表示（図 15）となり、ハコスコや Google Cardboard のような両眼立体視用の簡易 VR ビューアで体験可能となる。体験中のシーンでは、ズームイン・アウトによる前進・後退、壁画の解説、音声解説のアイコン、ホームアイコンの選択が可能である（図 16、17）。



図 15 ステレオ表示（VR モード）



図 16 石室内に配置されたアイコンと視線カーソル



図 17 文字解説の表示と音声再生アイコン

本コンテンツは、2021年4月7日に、関西大学アジア・オープン・リサーチセンター（KU-ORCAS）のホームページ¹⁰⁾にて公開された。ここでは、スマートフォン用のサイト（視線ナビゲーションによる操作）とパソコン用のサイト（マウスによる操作）の両方にリンクが張られている。

3.4 コンテンツの評価

アクセスログの解析結果から求めた4月7日から6月23日までの本Webページへのアクセス数を図18に示す。4/7の公開直後に約100件の訪問があり、4/12にSNSで周知した結果、4/14に訪問数が160件に増加したが、その後時間とともに減少し、5月以降は平均で1日あたり5件以下となった。また、これらのアクセス中で、下の階層のページを閲覧しなかった離脱率は、13～15%程度であった。

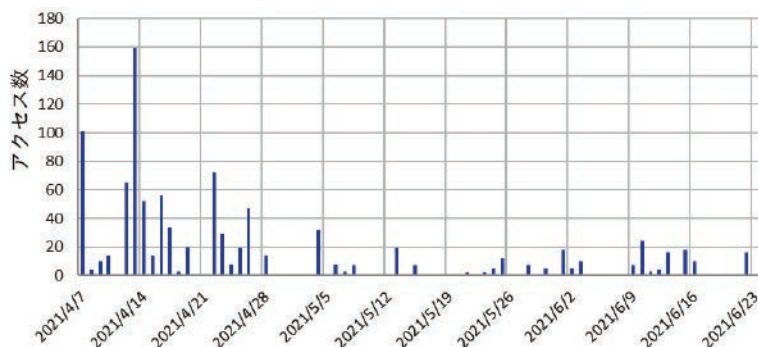


図18 Web ページへのアクセス数

この期間の閲覧総数は972件（下位の階層まで閲覧した総数は582件）であったが、4/1に公開されたKU-ORCASの成果報告動画は3ヶ月弱で視聴回数が150件程度であったことを考えると、Web3Dサイトに対して若干の反響があったと言える。なお、PC用のサイトの閲覧総数は374件、スマートフォン用のサイトは154件であり、PC用のサイトの方が閲覧されたことも分かった。これは、サイトの閲覧をPCから行う閲覧者が多いためであり、研究分野の関係者からのアクセスが多いことが推測される。KU-ORCASのWebサイトの目的が、研究成果の発信と研究用のデジタルアーカイブの公開であることを考えると妥当な結果ということが出来る。また、スマートフォンベースの簡易VRでは、Oculus Riftのような高精細で没入感の高い表示が期待できないため、¹¹⁾ PCでの提示に留まる閲覧者が多かったとも考えられる。

10) 関西大学アジア・オープン・リサーチセンター（KU-ORCAS）：Webサイト（2017-）〈<http://www.ku-orcas.kansai-u.ac.jp/>〉（アクセス日：2021-9-30）。

11) 林武文，高野智幸：VRを視聴するデバイスとしてのHMDの現状と展望（360度VR映像の視聴），映像情報メディア学会誌，Vol. 73，No. 1，pp.20-24（2019）。

Web ベースのコンテンツでは、コンテンツの存在自体を他の手段で広報する必要がある。本コンテンツを受験生や一般向けに公開していくには、オンラインのオープンキャンパスや模擬授業等で利用するなど別の情報発信が必要である。

4. まとめ

本研究では、関西大学博物館が保有する高松塚古墳の画像や資料を用いて VR コンテンツを開発し、学内外のイベントや商業施設での展示と Web サイトでの公開を通じてコンテンツの有効性の検証と効果的な情報発信の方法について検討を行った。

アンケート結果の分析から、VR コンテンツは体験者の注意を惹き、興味を喚起する上で有効であることを確認した。また、自動的にシーンが更新され解説音声流れる VR ムービーよりも、人手による解説を伴う VR 体験コンテンツの方が、より満足感を得られることを示した。さらに、Web ブラウザとスマートフォンで鑑賞が可能な Web3D コンテンツを開発し、アクセスログの解析から評価を行った。Web ベースのコンテンツでは、コンテンツの存在自体を他の手段で広報する必要があることが示された。

最近では、VR-Chat や Cluster などバーチャル SNS の技術が向上し、インターネット上で VR 空間を共有することが可能となった。このようなプラットフォームを用いてコンテンツを開発することにより、普段立ち入ることが困難な遺跡内部の空間を共有し、研究や教育に用いることも可能となると考えらえる。

謝辞

高松塚古墳壁画の画像データの提供と貴重なご意見を賜った関西大学文学部 米田文孝教授、発掘当時の資料や復元画像の提供とコンテンツの指針を示して下さった関西大学博物館 山口卓也学芸員、コンテンツの外部への公表と評価においてご支援を賜った関西大学アジア・オープン・リサーチセンター (KU-ORCAS) の関係各位に感謝の意を表します。