

# デジタルゲームの開発技法を活用した学術仮想展示の構築

## ——「デジタル・パブリックヒューマニティーズ」の実現に向けて

斎藤 進也 (立命館大学映像学部准教授)

E-mail [saitos@fc.ritsumei.ac.jp](mailto:saitos@fc.ritsumei.ac.jp)

### 要旨

本稿は、デジタルゲームの開発技法を活用した学術仮想展示の構築方法論と、その実践報告である。これは、「デジタル・パブリックヒューマニティーズ」の実現に向け、研究成果を広く社会に開く新しい知の共有メソッドとして、仮想展示の可能性を開拓するものである。本研究は、博物館等が大規模な予算を投じて制作する仮想展示とは異なり、一般的な学術実践に適用可能で柔軟なメソッドを構築することを志向する。実践として、立命館大学アート・リサーチセンターの「京都ストリート文化アーカイブの構築とそのメタバース展開」プロジェクトにおける取り組みを報告する。

### Abstract

This paper presents a methodological framework and practical report on constructing academic virtual exhibitions by applying digital game development techniques. Aimed at advancing “Digital Public Humanities,” the study explores virtual exhibitions as a new method for sharing academic knowledge and opening research outcomes to wider publics. Unlike large-scale virtual exhibitions produced by major museums with substantial budgets, this research seeks to develop a flexible and accessible methodology applicable to ordinary academic practices. As a case study, the paper reports on the initiatives undertaken within the Ritsumeikan University Art Research Center’s project, “Construction of the Kyoto Street Culture Archive and Its Metaverse Deployment.”

## 1. 背景

人文社会科学の領域では、多種多様な資料を対象としたデジタルアーカイブの構築が進められてきた。そして現在、重要性を増しているのは、アーカイブの「活用論」である。すなわち、研究成果としてのアーカイブをいかに広く社会に届けるかという点に課題が移りつつある。立命館大学アート・リサーチセンター（以下、ARC）においても、「デジタル・パブリックヒューマニティーズ」という理念のもと、学術知を公的空間へと開く新たな仕組みの構築が模索されている。このような文脈において、本研究が注目するのが「仮想展示 (virtual exhibition)」である。ここでの仮想展示とは、デジタル技術によって構築された3次元的な展示空間を通じ、資料や研究成果を体験的に提示する方法のことを指す。仮想展示は、物理的な距離や時間の制約を超え、世界中の人々が同一のコンテンツにアクセスできるという利点を持つ。さらに、デジタルメディア特有の表現的柔軟性により、展示内容を動的に再構成したり、理解を助ける視覚的効果の追加等を自由に行うことができる。

本研究では、こうした仮想展示をアーカイブ活用の次段階として位置づけ、デジタルアーカイブの社会的展開を推進するための方法論として再考する。とりわけ、ゲームエンジン<sup>1)</sup>を応用することで、学術展示を単なる閲覧体験から、対話や探索を含む能動的な体験へと拡張することを目指す。

## 2. 仮想展示の現在

### 2-1. 博物館・美術館分野における仮想展示の展開

博物館や美術館における仮想展示は、インターネットの普及に伴い様々な取り組みがなされてきたが、とりわけ新型コロナウイルス感染症の拡大を契機に、博物館におけるデジタルトランスフォーメーション (DX) が注目され、多様な実践が試みられるようになった。2020年の感染症拡大に伴う休館期間中、森美術館ではオンライン展覧解説に 4,000 人が参加し、ルーブル美術館ではオンライン 3D ガイドサイトに 40 日間でのべ 840 万件のアクセスがあった<sup>2)</sup>。制度的な側面においても、2022 年の博物館法改正では、博物館資料のデジタルアーカイブ化を基盤とした地域や社会への貢献が謳われており、資料のデジタル化やオンライン展示、VR

を活用した体験型展示の可能性を模索することの重要性が指摘されている<sup>3)</sup>。文化庁も「博物館 DX の推進に関する基本的な考え方」において、博物館分野における効率的な資料管理・保存や多様な鑑賞体験の提供が十分に進んでいないという課題を指摘している<sup>4)</sup>。こうした指摘がある一方で、Google Arts & Culture を通じた世界各国の美術館、博物館のバーチャルツアーや、国立科学博物館による「かはく VR」<sup>5)</sup>のような3DVR 技術を用いたデジタルツイン型の展示など、多様な形態の仮想展示が実現されている。

## 2-2. 学術分野における仮想展示の取り組み

一方で、学術研究の成果発信において仮想展示を積極的に導入する取り組みは、博物館分野ほど一般化していない。学術領域では論文や専門書、学会発表といった伝統的な形式が中心にあり、仮想展示という形式は研究発信の周縁的な手法に留まってきた。

ただ一部に、研究成果としての知を学術コミュニティの内部に閉じ込めるのではなく、広く社会に開き、一般の人々との対話を通じて新たな知識創造を促そうとする事例も見られる。

ハーバード大学の「Digital Giza」は、1904 年から1947 年のギザ発掘調査記録を含む膨大な考古学的資料をデジタル化し、15 万件以上のアイテムを無料公開している。3D 画像、学術論文、発掘日記などが相互参照可能で、約 20 の墓がバーチャルリアリティで再現されており、学術的意義を有しつつ一般市民との対話を可能にする実践例となっている<sup>6)</sup>。

モナッシュ大学を中心とした「Virtual Angkor」プロジェクトでは、考古学者、歴史家、バーチャル歴史専門家が連携し、中世カンボジアのアンコールを仮想的に構築している。特筆すべきは、12 世紀のアンコールワットを舞台に 25,000 人のエージェントが 24 時間にわたって循環するリアルタイムシミュレーションを実現した点である<sup>7)</sup>。

UCLA が主導する「Digital Karnak」は、古代エジプトのカルナック神殿群の空間構造と時代的変遷を精緻に 3D モデル化したプロジェクトである。ユーザーは時間軸を操作する UI を用いて異なる時代の建築構成を比較でき、考古学的知識を直感的に理解できる<sup>8)</sup>。

さらに、ノースカロライナ州立大学の「Virtual Paul's Cross Project」は、視覚中心の仮想展示とは異なるアプローチを提示している。1622 年のジョン・ダンの説教を空間構造と音響環境の双方から再現し、聴衆の立ち位置によって聞こえ方が変化する聴覚的仮想展示を実現している<sup>9)</sup>。

## 2-3. 本研究の位置付け

前節で見た代表的な学術主導の仮想展示は、いずれも大規模な国際共同研究を基盤とし、多額の資金、長期的な体制整備に支えられた「大型仮想展示」のモ

デルケースといえる。しかし、このような開発体制を小規模、中規模の研究プロジェクトに適用することは現実的ではない。個人研究や研究室単位の取り組みでは、技術的・経済的な制約により実現が不可能であろう。よって、仮想展示の実践を広範な学術領域に普及させるには、より柔軟かつ軽量な方法論の模索が不可欠といえる。

本研究では、ゲームエンジンを活用し、個人や研究室単位で活用可能な学術仮想展示手法の構築を探究する。ゲームエンジンはインタラクティブ 3DCG の制作に優れるだけでなく、非商用利用であれば基本的に無償で使用できる点も大きな利点である。近年ではゲームエンジンの非ゲーム活用が注目されており、学術領域でもデータ視覚化やシミュレーション、実験用 CG の作成など、多様な実践にその応用が広がりつつある。

## 3. 本研究の目的と進め方

本研究は、ARC における「京都ストリート文化アーカイブの構築とそのメタバース展開」プロジェクト<sup>10)</sup>での実践を通じて、ゲームエンジンを活用した学術仮想展示の方法論を経験的に検証するものである。ゲーム開発で培われた空間設計、キャラクターデザイン、視覚効果などの技法は、人文系アーカイブの仮想展示に応用可能である。本研究では、資料収集やアーカイブ構築といった人文学研究の実作業を自ら行いながら、それらをゲーム開発技法によって効果的に可視化、体験化する方法を探究する。

## 4. 「京都ストリート文化アーカイブの構築とそのメタバース展開」プロジェクトの取組み

### 4-1. 学術仮想展示の基本方針

本プロジェクトでは、以下の 3 つの課題を設定した。第1に、現実空間での展示と仮想空間での展示を相互補完的に運用する DX (デジタルトランスフォーメーション) モデルの確立を目指す。第2に、ゲームとメタバースが融合した環境における展示の実現である。エンターテインメントとして成立している大規模プラットフォームを学術展示の場として活用することで、学術性と娯楽性を両立させた新たな知識発信のモデルを検討する。第3に、AI キャラクターによる案内役と代理プレゼンテーション機能の開発である。仮想展示空間内で自律的に行動し、研究成果を伝達するシステムの構築を試みる。

これらの課題に取り組むにあたり、本研究では研究の実作業(資料の収集、調査、アーカイブの構築)を自ら行いながら、ゲームエンジンを活用してそれらを可視化、体験化する場として仮想展示を実装していく。この過程は、人文学、情報科学、デザイン制作を融合させた開発プロセスの実現を目指すものといえる。

## 4-2. 実践① 資料展示 DX の構築

### 4-2-1. 現実空間展示と仮想空間展示の相互補完的運用

本プロジェクトでは、2018年、2019年および2024年にARCで開催された「手描き映画ポスターと看板の世界」展を題材として、現実展示と仮想展示を相互補完的に運用する枠組みの構築を試みる。具体的には、展示会場の構造や資料配置を3次元空間上に再現し、展示デザインをテンプレート化(図1)することで、展示準備および展示後の活用の双方を支援することを目指した。

このテンプレート化は二つの利点をもつ。第1に、現実展示の計画段階において、資料の配置や照明、鑑賞動線を仮想空間上で事前に検証でき、従来は現地調整に依存していた作業を事前のデジタル・シミュレーションに置き換えることが可能となる。第2に、展示終了後には、同じ3次元空間を用いてバーチャル展として再公開できるため、展示の可視性と持続性を確保できる。特に、来場が困難な利用者や海外の研究者に対して、現実展示の構造を保持したままアクセスを提供できる利点は大きい。

このように、現実空間の展示と仮想空間の展示を循環させるモデルは、資料の保存、公開、利用を一体的に扱うための基盤となり、今後のアーカイブ型展示の標準的な運用形態になり得ると考えられる。

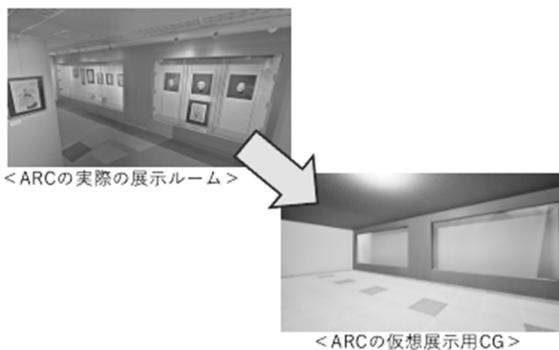


図1 ARC 展示ルームのテンプレート化

### 4-2-2. ゲームエンジンと360度イメージを活用する試み

本プロジェクトでは、現実空間と仮想空間を往還させるDX的アプローチの一環として、3DCG空間の内部に360度イメージ、テキスト、写真、年表などの複数の情報レイヤーを統合し、調査現場の多層的情報を包括的に格納するための「縁起空間」システムの開発を進めてきた<sup>11)</sup>。縁起空間は、現場全体を俯瞰する360度イメージの中に、個別の建物や場所の360度イメージをノードとして配置し、それぞれに関連資料(年表、地図、画像、フィールドノート)をリンクさせることで、現場の歴史的、文化的構造を立体的に把握できる仕

組みを提供する(図2)。さらに、VR出力にも対応しており、ヘッドマウントディスプレイを用いることで、利用者は現場を歩き回るような身体的感覚を伴った閲覧体験を得ることができる。

この縁起空間の枠組みは、大学キャンパスをアドベンチャーゲームとして構築する試みにも応用された。立命館大学衣笠キャンパスを舞台に、プレイヤーが構内を巡りながら、研究機関や研究者の取り組みに触れつつゲームが進行する構造である<sup>12)</sup>。また、このゲーム制作プロセス自体を参加型とし、学生がキャンパス内でフィールドワークを行い、教職員への取材を経て得た資料を縁起空間へ格納し、それをもとにアドベンチャーゲームのステージを構築する取り組みも実施した。これは、現実と仮想を連動させながらDX型コンテンツを創出するという、制作プロセスそのものを学びの場とする試みといえる。

さらに縁起空間のモデルは、京都の街並みを対象とした時代横断的な可視化へと拡張されている。図3は、現在の京都の360度イメージと、複数の年代における京都の街並みのCGモデルをUnreal Engine上に取り込み、同一地点に重ね合わせることで、異なる歴史的時間を切り替えて比較できる仕組みである。現在は、この時代レイヤー切替機能を基盤として、「遊べるアーカイブ」としてのタイムトリップ型アドベンチャーゲームの構想を進めている。ARCや関連プロジェクトが保有する古写真、劇場資料、街区模型データ等をAI画像処理により再構成し、ゲームエンジンへインポートしてステージを生成することで、利用者が異なる時代を行き来しながら資料を探索できる環境を実現しようとするものである。



図2 「縁起空間」システムの概要

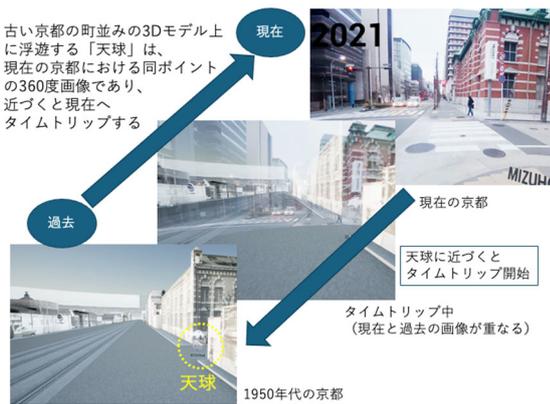


図3 同一地点における時代の切り替え

### 4-3. 実践② Fortnite/UEFN を用いたメタバース展示の構築

近年、VRChat や Cluster といった VR 型のメタバース空間が注目を集めているが、本研究ではデジタルゲームとの接続性を重視し、世界的に人気を誇る「Fortnite」を活用した仮想展示環境の構築を進めている。Fortnite はバトルロイヤルゲームとしての側面が広く知られている一方で、トラビス・スコット、アリアナ・グランデ、レディー・ガガらによるバーチャルコンサートをはじめ、国際的な仮想イベントの開催地として機能しており、メタバースとしての潜在力を有している。本研究では、この Fortnite 上に独自の「島」<sup>13)</sup>を構築し、本プロジェクトで構築したアーカイブを世界に向けて発信する取り組みを行っている。

Fortnite を採用する利点は大きく二つある。第1に、Unreal Engine 由来の高い表現力と安定したサーバー環境により、大規模で没入感の高い展示空間を構築できる点である。また、UEFN (Unreal Editor for Fortnite)を用いれば、大規模商用タイトルに比肩する照明設計、物理演算、環境演出を研究者自身が設定でき、研究室レベルでも高品質な展示を作り上げることが可能となる。第2に、Fortnite が世界的なプレイヤーベースを有するプラットフォームであるため、既存の利用者層を巻き込み、これまで学術展示に接点のなかった幅広い層にアーカイブを届けられる可能性がある。

そして本プロジェクトでは、現実の展示空間に近い閲覧環境と、仮想空間ならではの情報表示環境を併設し、その相互補完性を検証する試みを行っている。具体的には、図4に示すように展示空間には〈ギャラリーモード〉と〈インフォグラフィックモード〉の2モードを実装し、ユーザーが随時切り替えながら閲覧できる仕組みを導入した。

〈ギャラリーモード〉では、実際の美術館等の展示空間を模した3次元環境を構築し、来訪者が現実の展示と同様の感覚で作品を鑑賞できるように設計している。このモードの利点は、現実の展示空間に準じた構造であるため、ユーザーの操作や移動が自然であり、初心者でも迷うことなく閲覧しやすい点である。一方で、〈イ

ンフォグラフィックモード〉ではデジタル環境ならではの表現手法を活かし、作品情報、関連資料、時系列の変遷を示すタイムライン、他資料との関係を可視化する図表など、複数の情報を3次元空間上にレイヤーとして展開する。このモードでは、通常は捉えにくい資料間の文脈や構造を多角的に把握でき、従来の展示手法では再現が難しかった関係性の可視化を実現する。

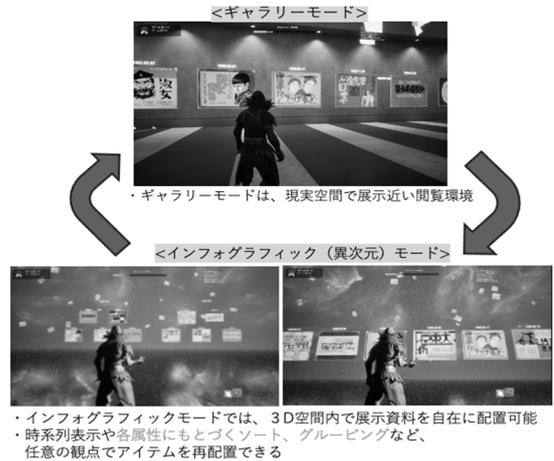


図4 Fortnite 上の展示におけるモード切り替え

### 4-4. 実践③ 独自 AI キャラクターの開発

本プロジェクトでは、仮想展示空間における学術知の提示を、案内、対話、発表を含む体験へと拡張するため、独自 AI キャラクターの実装を進めている。AI キャラクターは、仮想展示内で「案内役」と「代理プレゼンテーション」の二つの役割を担うことを目的としている。また、本研究がゲーム制作技法の応用として展開されている点を踏まえ、展示空間に適度なエンターテインメント性を付与するキャラクター造形も重視している。

AI キャラクターには、【移動モード】、【対話モード】、【プレゼンモード】の三種類の動作モードを設定した。【移動モード】では、キャラクターが仮想空間内を自律的に巡回し、来訪者を展示物に誘導する案内役として振る舞う。【対話モード】では、利用者の興味関心に応じた閲覧経路の提案や簡易的な質疑応答が可能であり、個別の理解支援を行うナビゲーション機能を果たす。【プレゼンモード】では、任意の PowerPoint や動画データを読み込み、キャラクターが研究者に代わって発表を行う代理プレゼンテーションが可能となる。スライドの再生とスクリプトの読み上げに加え、将来的には生成系 AI との連携により柔軟な応答を行う対話型プレゼン環境への発展も視野に入れている。

外観デザインにおいては、SF 的で未来的な印象を持たせつつ、空間内を移動する姿に楽しさを感じさせる造形とアニメーションを目指した(図5)。また、【移動モード】から【プレゼンモード】への移行時には形状が変化するアニメーションを実装し、プレゼン時にはスライドを映す可変サイズのモニターを展開するなど、機

デジタルゲームの開発技法を活用した学術仮想展示の構築  
——「デジタル・パブリックヒューマニティーズ」の実現に向けて

能と演出の統合を図った。

代理プレゼンテーション機能は、特に学術領域において大きな意義をもつ。オンラインゲームの実装ノウハウを応用することで、研究発表を仮想空間上で 24 時間 365 日公開し続けることが可能となり、学会発表が特定の会期に限定されるという従来の時間的制約を超えて、常時アクセス可能なプレゼンテーション環境を実現する。将来的には、メタバース上に多数の実験的研究者と AI キャラクターが常駐し、自律的に研究紹介や交流を行う学術空間の構築も構想している。

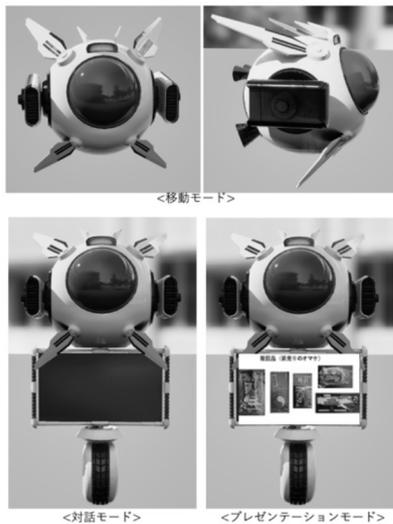


図 5 AI キャラクターの各モード

## 5. 課題と展望

本研究は、ゲームエンジンを活用した学術仮想展示の可能性を提示してきた。現状、確認されている主要な課題として、以下の4点があげられる。

第1に、本研究ではゲームエンジンを使用することで個人や研究室単位での成果発信の可能性を模索しているが、3D 空間構築やアニメーション制御などには一定の技術的習熟が求められる。一般的な研究者が学習や実装に充てられる時間には現実的な制約があることから、テンプレートを用意するなど、専門知識への依存度を低減する方法を検討する必要がある。

第2に、仮想展示では資料の著作権や肖像権、二次利用の問題が複雑になる。とりわけメタバース環境への公開は、第三者による利用可能性を前提に慎重な設計が求められ、公開形態と権利処理を統合的に検討する必要がある。

第3に、ユーザビリティとアクセシビリティの確保も課題であり、操作負荷の低減、多言語対応、障がい者向け支援機能、音声ガイド等の実装について考えていく必要がある。

第4に、仮想展示の学術的価値をどのように評価するかという枠組みについても検討が必要である。アクセス

数や閲覧時間といった一般的指標のみでは不十分であり、理解促進、知識構造の把握、研究者と市民の相互作用といった、学術展示独自の評価指標の構築が求められる。

以上の課題認識を踏まえ、今後の展望を述べる。まず、ゲームエンジンを用いた制作手法の標準化を進めることで、研究室や個人といった小規模な単位においても仮想展示の実装が可能となり、研究成果の社会的発信を拡張できると考える。そして、メタバース空間を介した国際的な学術発信や、AI キャラクターによる 24 時間稼働型の研究紹介システムなど、新たな公共的知の循環モデルを構想していきたい。

### [注]

- 1) ゲームエンジンとは、デジタルゲームを開発するためのソフトウェアである。代表的なものとして Unity や Unreal Engine があげられる。
- 2) 「ネットがアートの展示場に VR などデジタル活用進むコロナ時代のミュージアム(中)」日本経済新聞、2020年6月9日 2:00 [会員限定記事](最終閲覧日:2025年11月15日) <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO60099010Y0A600C2BC8000/>
- 3) 戸塚史織(2025)「ミュージアム DX の課題と展望：第129回国際 ARC セミナー(中尾智行氏)レビュー」立命館大学アート・リサーチセンター、『アート・リサーチ』、25、pp.29-33.
- 4) 文化庁「博物館 DX の推進に関する基本的な考え方」(最終閲覧日:2025年11月15日) [https://www.bunka.go.jp/seisaku/bijutsukan\\_hakubutsukan/94126601.html](https://www.bunka.go.jp/seisaku/bijutsukan_hakubutsukan/94126601.html)
- 5) 中島徹(2023)『『かにはく VR』の開発の経緯とさまざまな活用、3DVR 技術で展示をアーカイブすることの意味』『デジタルアーカイブ学会誌』7(2)、pp.86-89.
- 6) Harvard University. *Digital Giza Project*. Accessed November 15, 2025. <http://giza.fas.harvard.edu/>
- 7) Chandler, T., & Clulow, A. (2020). *Modeling Virtual Angkor: An evolutionary approach to a single urban space*. IEEE Computer Graphics and Applications, 40(3), 9-16. <https://doi.org/10.1109/MCG.2020.2982444>.
- 8) Spencer, N. (2009). *Review of Digital Karnak*. *Internet Archaeology*, 27. <https://doi.org/10.11141/ia.27.6>
- 9) North Carolina State University. *Virtual Paul's Cross Project*. Accessed 15 Nov. 2025. <https://vpcross.chass.ncsu.edu/>

- 10) 映画館やライブハウスなど、京都の表現文化に関わる資料の収集、アーカイブ構築を行うプロジェクトである。ゲーム開発のノウハウを活用した独自のアーカイブの閲覧環境の構築も行っている。
- 11) 斎藤進也(2019)「VR タイムライン・システム「縁起空間」の設計と社会実装ビジョン：アーカイブの可視化からエンターテインメント活用まで」立命館大学アート・リサーチセンター、『アート・リサーチ』、19、pp.41-50.
- 12) 斎藤進也(2019)「『コミュニティ・ゲーム』のための情報基盤の構築とその運用：地域情報で創る次世代エンターテインメント」立命館地域情報研究所、『地域情報研究』、8、pp.36-50.
- 13) 「島 (Island)」とは、制作者が自由にデザインし、ゲームルール、オブジェクト、インタラクションを構築できる Fortnite 上の仮想空間を指す。