

# 仮想と現実を融合した屋外展示物鑑賞ビューアの開発

○中 村 隆 敏

Development of an Outdoor Exhibition Viewer Combining Virtual and Reality

Takatoshi NAKAMURA

## 要 旨

本研究は、屋内展示環境において学習者の自由度を狭める完全な視覚没入型 VR ではなく、屋外展示において移動しながら実際の実写映像と CG を合成し、現実世界に仮想世界をマッピングする仮想と現実を融合した MR による屋外展示物鑑賞ビューアの開発である。近年、博物館や科学館等における体験型学習の方策として、仮想と現実を融合した学習支援教材が普及してきた。没入型教材や学習情報支援として一定の成果を納めているが、屋内における教材が多数を占め、屋外における教材はまだ少ない。そこで、本研究では、屋外展示の回遊において体験型学習展示教材の質的向上と専用鑑賞ビューアによる実写映像と CG 映像をハイブリッドに体感できる学習教材の開発を目指す。これにより、現実空間情報と仮想空間情報を融合させ、しかも映像として違和感なく過去と現在の学習対象を学びながら体験できる質的に高いコンテンツとなる。

## Abstract

It is necessary to improve the quality of hands-on learning materials. We will develop mobile MR learning materials that allow you to experience live action video and CG video in a hybrid manner. The learner can learn the past and present learning objects by fusing the real space information and the virtual space information.

**【キーワード】** VR, MR, デジタルアーカイブ、屋外展示、教材開発

**【Keywords】** VR, MR, Digital Archive, Outdoor Exhibition, Teaching Material Development

## 1. はじめに

デジタルアーカイブ (Digital Archive) の重要な対象物はこれまでの屋内の史料や資料から屋外

の建造物、遺跡等、有形なものについて対象が拡がっている。文化財をデジタル化することで VR (Virtual Reality) は構築された活用部分に焦点化することが可能である。また、質の高いコンテ

ンツは美術館や博物館等のミュージアムコンテンツとしても活用されている。アーカイブから活用への橋渡しとして仮想と現実を融合していく新たなコンテンツが期待されている。

本研究は世界遺産や遺跡、史跡、古墳、城跡、窯跡等の国内に現存する歴史的、文化的な価値を持つ屋外における学習資産展示場において、移動しながら現実空間情報と仮想空間情報を融合させ、学習対象を学びながら体験する屋外展示物鑑賞ビューアの開発研究である。

展示物鑑賞ビューアについて、現在多く使用されているデバイスは、タブレットやスマートフォン等のモバイル端末である。そのアプリケーションとしてAR (Augmented Reality) が主流であり、手軽さに加えカメラスルーの実際の画面とCGが合成されることによる現実と仮想世界の混成が体験型コンテンツとして注目されている部分だろう。ただし、それはあくまでも端末モニター上だけの表示世界であり、没入感や統合的なリアリティは低い状態である。

本研究における屋外展示物補完ビューアはHMD (Head Mount Display) を主としており、全視野をCGで満たすVRではなく、装着されたカメラからの現実世界とCGによる仮想世界により緊密に融合された新たな体験を導き出すような環境開発である。その際に使用されるビューワーについては、位置情報を基に現実の映像とCGの映像を違和感なく融合しながら表示できるMR (Mixed Reality) 対応のゴーグルを用いるものとする。

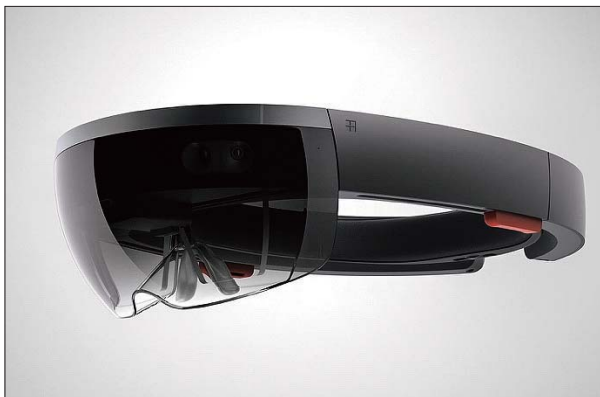


図1 MR ゴーグル (Microsoft 社, HoloLens)

屋外展示環境においてMRは、鑑賞者の意識もしくはその感覚を仮想の空間に没入させることによって、疑似体験を提供できる。そのリアリティを高めるために、鑑賞者の感覚と仮想空間の連関を深め精度を高めることが重要となる (図1)。

## 2. 目的と背景

### 2.1 デジタルアーカイブと仮想技術

デジタルアーカイブのアプリケーションとして文化財を対象としたバーチャル考古学が進められている。実際の文化財に触れることなく、多様なシミュレーションが行え、その結果を分析、検討することで研究者への共有と共同研究に繋がっている。遺跡の発掘シミュレーション、文化財修復のスキルアップ等で活用されている。文化財を仮想技術で視聴するビューアとして実装するには、対象や環境をモデル化する必要がある。

特にデジタルアーカイブとして構築するモデルは学術的な正確性、考古学的検証が重要とされる。スキャンニングは3次元スキャナを用いる場合も多いが、近年は色や質感の再現性もあり、デジタルカメラや大型の遺跡の場合はドローンを使用する場合もある。また、伝統芸能保持者や地域伝承民舞等、無形文化財アーカイブの場合は、人物の動きを3次的に測定するモーションキャプチャシステムを使用する場合もある。感性工学的アプローチにより、「動き」のデータによる人の心理的、視覚的な解明に関わることができる。

また、3DCGアニメーションとしてモーションデータを転用していくことで、デジタルアーカイブの新たな活用方法を示すことができる。今後、このような活用は、医療、福祉、教育、エンターテイメント等あらゆる分野で進んでいこう。デジタルデータだからこそ、共有、転用、改変、位相が可能になることであり、文化資産を保存することと活用することの視座を求められることになるだろう。

デジタルアーカイブデータを中心に仮想現実と

現実世界の融合の観点からすると、CGの精度が没入感に影響することを勘案し、鑑賞者が納得できる映像の質保証をビューアのデータ処理能力再現性とどのようにトレードオフしていくのが課題とも言える。さらに、視聴覚のみでなく触覚、味覚等、五感情報を没入感や臨場感を高める方策として積極的に導入していきたい。

## 2.2 鑑賞型屋外展示コンテンツ

本研究においては、屋外展示物への仮想と現実の融合コンテンツを開発するが、デジタルアーカイブとして正確性だけに特化せず、屋内ミュージアムコンテンツと同様にナラティブ（物語性）な芸術性を持ち、学習者を飽きさせない質的に高度な鑑賞型学習コンテンツが必要だと考える。多様な背景を持つ鑑賞者が単に高品質な文化財の再現性を目的としている訳ではないので、背景の歴史や文化的な文脈、エピソード等、演出を適度に加えながら感動的に体験できるコンテンツが必要とされるだろう。

「鑑賞」とは、芸術的なもの、あるいは美的な事象を自らの感覚や思考で捉えていくものであり、学習という面からすればアグレッシブな行為だといえる。情操や感情を基にした知的欲求は学習度が高く、継続性が高い。

これらの欲求を満たすための映像制作は、技術部分のみでなく、むしろ技術以外、芸術的感性やデザイン能力が必要と考える。鑑賞型コンテンツを制作するには、学習スキームを提案し、最新のICT技術面に長け、コンテンツの質とユーザビリティ、芸術的なセンスやデザインを理解するディレクターの存在が重要となる。仮想と現実を融合した体験が可能なMRを用いて芸術的構成面と技術的構成面を持ったサンプルモデルを構築する。

本研究は、生涯学習者のための文化的、歴史的な有形の屋外文化財学習に対し、デジタル表現により時間と空間を融合させ、学習者が多様な遺産・遺跡・文化財を辿りながら自らの見識を高める形式知から実践知への支援教材になり得る。知

識のみでなく、現場を巡り五感を澄ましながら更にMRによる仮想空間も加えた量的にも質的にも高度な知に触れることを推奨できるコンテンツとなり得る。

今後、仮想コンテンツは、高解像度、3DCG、アニメーション等を活用した魅力的なコンテンツを企画し、完成度を高めるディレクターの存在が不可欠であり、本研究はその素養を実践的に開発することで、鑑賞型教材制作ディレクター育成のためリソース作成にも寄与する。

## 2.3 MR（複合現実感）と教材コンテンツ

MRは、仮想空間を現実空間に重ね合わせて見せることで、現実の世界の中の関心領域を増幅・強調させ、それを違和感なく体験することが出来る技術である。HMDやメガネ型透過グラスにカメラを装着し、現実世界も撮影しながら仮想空間と融合する。従ってCGの質的に高度な表現力と高精細の視聴デバイスにより融合度が比例する。現実の世界と過去の映像を混同させて、本来実在しない人物や事象が実時間・実空間に存在しているかのように錯覚させるシステムであり、カメラ付きHMDには、現在の実映像と同じ場所で撮影した過去映像とを織り交ぜながら表示する。屋外環境において今後、これらの技術が汎用的になり、現実空間と仮想空間の境をなくしながら体験できるコンテンツを目指していく。

MRは、現在VR環境と現実環境を体験型学習コンテンツとして仮想表現技術を用いた手法が増えている。主に完全没入型体験が可能なVRと現実世界に仮想世界を拡張するARが活用される。

ARは現実環境にCGによりVR環境を重畳して表現するもので、実環境とVR環境の位置計測の正確さや時間的な遅れが課題と言える。

また、拡張VRは現実の物や人等、物体を実時間でモデル化しVR環境に統合することで、高度なインタラクションを可能とする。近年は、より処理速度やセンシングの性能が向上し、現実環境とVR環境の関係性により表示精度やデバイスのあり方も多様化している。それに伴い複合現実感

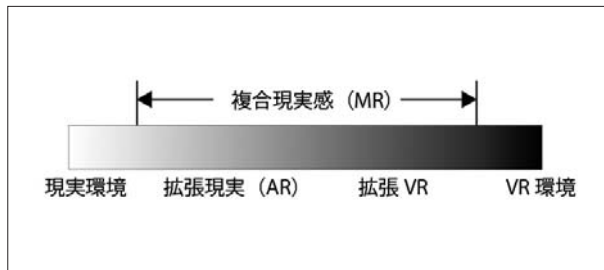


図2 複合現実感のスペクトル

のスペクトルも多様で包括的な概念として表現されている（図2）。今後は、更に発展的な現実世界と仮想世界を高精度に融合させたMRを用いた学習コンテンツが期待されている。

VRは視野全てがCGによる仮想空間であり没入感が高い。ARはあくまでも現実世界の拡張としてCGを重ね合わせる。デメリットとしては、VRは完全に視覚を防いでしまう為、屋外で活用する際は立ち止まってしまい活動的ではない。現実空間と仮想空間を融合できるMRの手法であれば、現実の映像と仮想の映像が融合しているため、無理なく移動と視聴がシームレスにできる。遺産や遺跡、窯跡等で現存物を当時の状況に再現し、リアルなサイズ感でその場に存在するかのような、記憶に残るダイナミックな再現を体感する教材の開発が可能となる。

MRは屋外も含めたモバイル使用として意識されており、その意味で教材として開発を行う本研究はその先駆けとして重要な意味を持つ。学習者目線で考えれば、リピート率やインバウンドを目的とした海外からの観光客対象の新しい展示コンテンツのあり方としても重要な指針を示すことになるだろう。

### 3. 開発内容

#### 3.1 コンセプト及び企画デザイン

仮想現実関連技術はゲームや映画、遊戯施設のアトラクション等の屋内娯楽分野への応用が著しい。その上で、デジタルアーカイブとしての学術的な正確性、鑑賞型コンテンツとしての娯楽性も加味しながら鑑賞者が感動できるような演出方法も参照していく。MRにおいて技術的な環境構築

の検討と、教材作成におけるコンセプトや企画デザインが重要となる。

それに見合うよう、屋外向けモバイル型の教材コンテンツの実装を可能にする技術的、かつ、開発企画デザインの知見を調査し情報を収集する。その結果、デバイスの選択と環境構築を検証し、現実空間と仮想空間の融合性および屋外学習用モバイル型MR教材の有効性をサンプルコンテンツとして実装することで、その実証と形成的評価を行う。

#### 3.2 サンプルコンテンツとインタラクション

現実の世界と仮想の映像を融合させて、本来実在しない人物や事象、事物が実時間及び実空間に存在し、現実時間・空間と過去空間あるいは虚構の空間の間を往還しながら、現実世界が代替されていく中で豊かに学べる環境構築を行っていく。

さらに、鑑賞者が移動しながら展示物への関心を示す行動にインタラクティブに反応し、仮想空間上で時代設定に応じたリアルな人物ナビゲーターが現実空間展示物の解説を行うAIインターフェースを開発する。それに伴い、鑑賞者の知的好奇心と要望に沿った教材コンテンツとして、今は朽ち果てた遺跡がリアリティを持った建造物として上書きされていく。

鑑賞者とのインタラクションのため、現実空間を認識するためのカメラとマイクを設置したHMDを視聴デバイスとし、そこに位置情報と学習内容に即した3DCGを上書きし現実空間と仮想空間を融合できるサンプル教材コンテンツの開発準備を進める。第一段階は屋内専用モーションキャプチャスタジオにおいて、モーションキャプチャと連動させたセンシングと3DCG表示の融合検証を行うため事前に教材設計や興味関心に応じた資料準備、ビデオ映像やCGの素材作成を行う。

次に、屋外学習用モバイル型MRサンプル教材の実装を目指し、形成的評価を加えながら実際に屋外展示環境下でサンプルコンテンツを使ってもらい、MRが屋外環境の学習コンテンツ提示方



策として有効であることを実証する。屋外で使用する際の視聴については、歩きながら展示資料を見て回ることを想定し、視聴環境の危険度やふらつき、酔いやすさ等の検証も行っていく。

屋外モバイル型MRデバイスの環境構築と位置情報センシングの最適化として技術的な検証は屋外において位置情報を取得しリアルタイムにCGを上書きしていく必要がある。

鑑賞者が保持するHMDのモーションキャプチャ用センシングを近距離及び遠距離において取得する技術的な最適化を検証する。視聴対象資料の現実映像とCGの仮想映像が違和感なく融合するにはHMDの位置情報を明示するにはGPSないしマーカ等のセンシングが重要である。屋外の利用については位置精度の面で今後、GPS利用の優位性が高いものとする。

#### 4. 考察と課題

本来、MRは屋外も含めたモバイル使用として意識されており、その意味で屋外も含めた教材として開発を行う本研究はその先駆けとして重要な意味を持つ。学習者目線と考えれば、リピート率やインバウンドを目的とした海外からの観光客対象の新しい展示コンテンツのあり方としても重要な指針を示すことになるだろう。

2015年に佐賀県の三重津海軍所が明治日本の産業革命遺産として世界遺産に登録され。しかし、ほとんどの現物資料は埋め戻され、遺産自体の可視化が喫緊の課題である。当初よりVRによる屋外での資料提示は検討されたが簡易的に特定の場所のみで視聴できた。しかし、VRは完全に視覚を防いでしまうので屋外で活用する際は立ち止まってしまい活動的ではない。現実空間と仮想空間を融合できるMRの手法であれば、現実の映像と仮想の映像が融合しているため、無理なく移動と視聴がシームレスにできる。遺産や遺跡、窯跡等で現存物を当時の状況に再現し、リアルなサイズ感でその場に存在するかのような、記憶に残るダイナミックな再現を体感する教材が実現でき

るだろう。

MRの開発は環境構築とコンテンツ設計と実装である。本学にはモーションキャプチャシステム、MR開発の設備があり、これまでもモーションキャプチャによる動作解析、VRゲーム開発等の研究実績があるため研究環境は整っている。実証実験対象として三重津海軍所を実証フィールドとして検討中である(図3)。

現在、国内外のMRコンテンツ開発研究は屋内で活用するものを主に広がっており、視聴方法やデバイス、センシング環境も多種多様である。しかし、屋外で活用することに特化したデバイスやセンシング、環境構築の研究は少ない。また、屋内展示教材に対し、屋外展示における仮想と現実の融合による質的に高度な教材開発研究はまだない。理由としては、防水や日光対策等の過酷な条件、移動距離の増大等、屋外展示環境におけるセンシング等、情報空間の整備とデバイスの開発が技術的に統一されておらず、コンテンツ開発への遅れに繋がっていることが挙げられる。



図3 世界遺産三重津海軍所跡

#### 5. おわりに

本研究は世界遺産や遺跡、史跡、古墳、城跡、窯跡等の国内に現存する歴史的、文化的な価値を持つ屋外における学習資産展示物を移動しながら鑑賞する専用HMDビューアの開発である。これは、MR環境として現実空間情報と仮想空間情報を融合させ、映像と音声で違和感なく過去と現在を結びつけ、学習対象を学びながら体験する教材

である。

国内においては縄文、弥生時代から繋がる古墳や壁画、文化歴史的に重要とされた神社、仏閣跡地や城跡、さらに世界遺産や遺跡、史跡、戦争遺産に指定される建造物跡地が相当数に上る。また、陶磁器窯跡や紡績工場跡などが再開発で街並みに変わってしまい跡形そのものがなくなった貴重な過去の遺跡も多い。このような屋外展示教材は、事前の学習情報を持つか現地へ赴き設置パネル等の解説情報を得る等の形態しか持ちえなかった。

生涯学習において、屋外の現実空間で五感を活用し本物を確認することは大切なことである。しかし、赴いた行為のみで終わってしまい、観光情報以上の学習情報を得ることができていない現状もある。本研究は屋外遺産遺跡の空間情報として足りない部分をCGで補完し、リアルタイムに当時の姿を再現し、鑑賞者が動くことに追随する。

屋外展示環境においてMR,SRは、鑑賞者の意識もしくはその感覚を仮想の空間に没入させることによって、疑似体験を提供できる。そのリアリティーを高めるために、鑑賞者の感覚と仮想空間の連関を深め精度を高めることが重要となる。

時間や空間を超え、あたかもそこにいるかのような経験をもたらすことができればリピート率も高くなり、更に学習の深化や動機付けになるだろう。

筆者は従前、伝統工芸職人の技能習得支援教材を研究してきた。ロクロ作業の多視点映像や職人目線の立体視映像、3Dプリンタを用いた触感再現のロクロ実物模型、VRによる陶磁器絵付け再現教材等である。これらは、職人の技術という伝統的な無形の文化財を後世に残すための暗黙知から形式知への転移作業でもあった。

本研究は、生涯学習者のための文化的、歴史的な有形の屋外文化財学習に対し、デジタル表現により時間と空間を融合させ、学習者が多様な遺産・遺跡・文化財を辿りながら自らの見識を高める形式知から実践知への支援教材になり得る。知識のみでなく、現場を巡り五感を澄ましながらかるにMRによる仮想空間も加えた量的にも質的に

も高度な知に触れることで実践知としての磨きをかけることを実証したい。

## 謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)(No. 19K03033)の援助による。

また、本稿で紹介した様々なシステムの導入にあたり、研修や、また設備を用いた研究の際には多くの方々に協力して頂いた。協力して頂いた方々にこの場を借りて感謝の意を示す。

## 参考文献

- 1) 阪田真己子、丸茂祐佳、八村広三郎、小島一成、吉村ミツ：日本舞踊における身体動作の感性情報処理の試み - motion capture システムを利用した計測と分析 -、情報処理学会研究報告人文科学とコンピュータ、Vol. 7, pp. 49-56, (2004).
- 2) VR 原論人とテクノロジーの新しいリアル：服部桂、翔泳社、(2019).
- 3) バーチャルリアリティ学：箱暲（監修）、佐藤誠（監修）、廣瀬通孝（監修）、日本バーチャルリアリティ学会（編集）、コロナ社、(2010).
- 4) VR は脳をどう変えるか？仮想現実の心理学：Jeremy Bailenson（原著）、ジェレミーベイレンソン（著）、倉田幸信（翻訳）、文藝春秋社、(2018).
- 5) フューチャー・プレゼンス仮想現実の未来がとり戻す「つながり」と「親密さ」：ピータールービン（著）、高崎拓哉（翻訳）、ハーバーコリンズ・ジャパン社、(2019).
- 6) アルゴリズムフェアネス (2020) 尾原和啓、KADOKAWA、(2020).