

## AR 技術による原爆ドームの实地投影装置の開発

西村 則久

安田女子大学

坂口 琢哉

安田女子大学

山下 明博

安田女子大学

広島大学平和科学研究センター客員研究員

## Field Projection Device of Atomic Bomb Dome by Augmented Reality

Norihisa NISHIMURA

Yasuda Women's University

Takuya SAKAGUCHI

Yasuda Women's University

Akihiro YAMASHITA

Yasuda Women's University

Affiliated Researcher, Institute for Peace Science, Hiroshima University

### Abstract

We developed a projection device with Head Mounted Display through which visitors to Atomic Bomb Dome can see the 3D image of what the dome used to be before the dropping of the bomb. This wearable device, based on the technology of augmented reality (AR), enables wearers to have a clear understanding of the effect of the bomb by showing the difference before and after the catastrophe, because the 3D image of Hiroshima

prefectural products museum is projected exactly where Atomic Bomb Dome is seen in the wearer's field of view.

This development was carried out in the wake of our field interview for foreign visitors. Many hoped that they would learn about Hiroshima prefectural products museum and some suggested that we build its life-size replica just beside the dome. Since building it physically is out of the question, we struck on the idea of building it virtually utilizing AR technology.

Technically, our device is composed of a Head Mounted Display available on the market and an original application we programmed. The difficulty of the development lay in the way of programming and installing the original software because its built-in installer could install only a few official applications for the hardware and therefore it might not execute any other original applications. Even if it could, controlling built-in hardware devices, a camera in this particular case, was not guaranteed. Through trial and error we found a way to install our software and execute it. Controlling the camera was also successful.

## 1. はじめに

広島県広島市には、1945年に投下された原爆により破壊された「原爆ドーム」と呼ばれる建物がある。原爆の惨禍をできるだけ多くの人に伝え、核兵器使用という過ちを二度と起こさないための試みの一つとして、原爆ドームは、70年以上にわたり保存されてきた。そして、1996年に世界遺産に登録されたこの建物を見るために、年間1000万人を超える観光客が広島を訪れる。

筆者たちが所属する安田女子大学では、最新のAR技術を用い、原爆ドームを訪れた観光客に、原爆ドームの被爆前の映像を、透過型ヘッドマウントディスプレイにより投影する装置を開発した。本論文は、その装置の開発および意義について論じたものである。

## 2. 原爆ドーム

### 2.1 原爆ドームの由来

広島県広島市中区大手町1丁目10には、1996年12月5日に世界遺産として登録された、原爆ドーム(Atomic Bomb Dome)という建物が存在する。この建物は、広島へ投下された原爆により破壊された、「広島県産業奨励館」の残骸であり、頂上のドーム型の円蓋鉄骨の形から、いつしか「原爆ドーム」と呼ばれるようになったものである。

図1に、現在の原爆ドームの外観を示す。



図1 現在の原爆ドーム外観（筆者撮影）

原爆ドームの元となった「広島県産業奨励館」は、ヤン・レッツェルが設計し、1915年8月5日に開館した「広島県物産陳列館」<sup>1)</sup>が改称されたものである。図2に、ヤン・レッツェルが描いた広島県物産陳列館の正面図を示す<sup>2)</sup>。

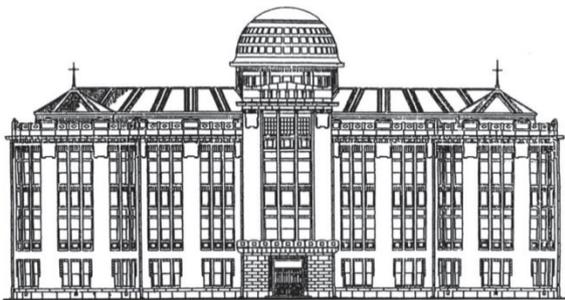


図2 広島県物産陳列館正面図

（出典：ヤン・レッツェル，広島市提供）

開館後30年目の1945年8月6日、2機の観測機とともに広島上空に飛来した、アメリカの戦略爆撃機B29 エノラ・ゲイ（Enola Gay）号は、8時14分17秒、広島市中心部に位置する相生橋<sup>あいおい</sup>を照準点として、高度9600mからウラニウム原子爆弾「リトルボーイ（Little Boy）」

を投下した。原爆は、広島県産業奨励館の中心から南東約160mの地点の上空約580mで爆発した<sup>3)</sup>。

原爆の放出エネルギーの約50%は爆風に、約35%は熱線に使われ、残りの約15%が放射線に割り当てられるといわれている。爆発直後、爆発点の最高温度は、摂氏約数百万度に達し、火球が形成された。その火球から発せられた熱線により、爆心地の温度は、摂氏3000～4000度に達した。このため、広島県産業奨励館のドームを形成していた銅は蒸発し消滅した。

また、爆風により、爆心地から500m以内では、強固な鉄骨建造物さえ破壊され、木造家屋の倒壊は2km以遠にまで及んだ<sup>4)</sup>。

そのような状況の中、爆心地近傍においては、鉄筋コンクリート造の広島県産業奨励館（約160m）、燃料会館（約170m）、帝国銀行広島支店（約360m）、広島銀行広島支店（約370m）、および、本川国民学校校舎（約410m）が、甚大な被害を被りつつも倒壊を免れた。

原爆ドームは、原爆の惨禍を現在まで伝える記念碑としての役割を果たしている建物であるといえる。

## 2.2 原爆ドームの保存

第二次世界大戦後の日本の復興に伴い、被爆した原爆ドーム以外の建物は、次第に姿を消していく運命にあった。そのような中、原爆ドームについては、保存するか、取り壊すかで意見が分かれていた。原爆ドーム保存派は、原爆ドームが、原爆の惨禍を後世にまで伝える記念碑的な存在であり、保存して後世に伝えるべきであると主張した。他方、原爆ドーム撤去派は、原爆ドームが危険な建造物であり、かつ、被爆の悲惨な体験を思い起こさせることから取り壊すべきであると主張した。

1953年には、原爆ドームは広島県から広島市に譲渡され、被爆後の原形のまま保存されていたが、1962年には、老朽化が進み危険な状態となったため、金網により、原爆ドーム内側への立ち入りが禁止された。

その後、1966年には、広島市議会が原爆ドームの保存を要望する決議を行い、市民から約6600万円の募金を集め、補修のための保存工事が1967年に行われた<sup>5)</sup>。

### 2.3 世界遺産への登録

1992年9月30日、日本は、ユネスコ(UNESCO)<sup>6)</sup>の世界遺産条約<sup>7)</sup>を、125番目の国家として締結した。「世界遺産」とは、世界遺産条約に基づいて作成される「世界遺産一覧表」に記載されている物件のことで、建造物や遺跡などの「文化遺産」、自然地域などの「自然遺産」、文化と自然の両方の要素を兼ね備えた「複合遺産」の3種類がある。2015年7月現在、1031件(文化遺産802件、自然遺産197件、複合遺産32件)の世界遺産が記載されており、このうち日本の世界遺産は19件(文化遺産15件、自然遺産4件)あり、<sup>8)</sup>。その中に、「原爆ドーム」が含まれる。

もともと、世界遺産として登録されるためには、国内法で法的に保護されている遺産であることが前提条件である。しかし、1992年の時点で国は、「原爆ドームは国内法(文化財保護法)の保護を受けていないので世界遺産に推薦する要件を備えていない。また、文化財に指定するには歴史が浅すぎる。」という見解を示し、世界遺産への推薦には否定的な立場を取っていた。

しかし、1993年に「原爆ドームの世界遺産化をすすめる会」が結成され、原爆ドームを世界遺産に登録申請することを求める国会請願の

ための全国的な署名運動が展開された。そして、最終的に約165万人の署名を集めるに至り、この国会請願は衆参両議院で採択された。

国は、これらの運動を受けて、1995年に史跡指定の基準を変更し、近代の文化遺産も保護できるよう、第二次世界大戦終結頃までの政治、経済、文化、社会等あらゆる分野における重要な遺跡を史跡に指定できるようにした<sup>9)</sup>。そして、この改正により、同年6月、原爆ドームが史跡に指定されることとなった。これにより、原爆ドームは国内法で法的に保護されている遺産ということになり、国は、同年9月、世界遺産として登録するようユネスコに推薦を行った。その結果、1996年、メキシコで開催された世界遺産委員会において、原爆ドームの世界遺産登録が決定した。

### 2.4 負の世界遺産としての原爆ドーム

なお、日本国内の19件の世界遺産の中で、原爆ドームは、「負の世界遺産<sup>10)</sup>」と称されることがある。これは、世界遺産のうち、人類が犯した悲惨な出来事を伝え、そうした悲劇を二度と起こさないための戒めとなる物件を指す<sup>11)</sup>、日本国内での用語である。ユネスコは、公式に「負の世界遺産」という分類を行っているわけではなく、明確な定義は存在しない。しかし、ユネスコの世界遺産登録基準(6)を含む、あるいは、(6)のみが適用されて登録されている場合、「負の世界遺産」と呼ばれることが多い。

ユネスコの世界遺産登録基準(6)とは、以下の条文である。

「顕著で普遍的な意義を有する出来事、現存する伝統、思想、信仰または芸術的、文学的作品と直接にまたは明白に関連するもの<sup>12)</sup>」

通常、世界遺産の登録に際しては、世界遺産登録基準(6)は、他の基準と組み合わせて用いるのが望ましいと世界遺産委員会は考えている節がある。しかし、セネガルのゴレ島(奴隷貿易の拠点となった島)、ポーランドのアウシュヴィッツ収容所(ナチス・ドイツがユダヤ人を虐殺した強制収容所)、ボスニア・ヘルツェゴビナのモスタル旧市街の古い橋の地区(旧ユーゴにおける民族・宗教対立によって破壊された橋)、そして、日本の原爆ドームは、世界遺産登録基準(6)のみにより登録されている。

原爆ドームが世界遺産に登録される議論の中で、世界遺産登録基準(6)のみで登録されようとしたことに対し、アメリカ合衆国は戦争遺跡を世界遺産に含めること自体に否定的な見解を示し、委員会は紛糾した。そのため、原爆ドームの世界遺産登録は、あくまでも平和希求の象徴としての評価に基づいており、「戦争」との関連は直接的に示されていないことになっている<sup>13)</sup>。

### 3.原爆の惨禍の伝承

#### 3.1 原爆の惨禍を伝える試み

広島においては、原爆の惨禍をできるだけ多くの人に伝え、核兵器の使用という過ちを二度と起こさないための試みが数多く行われてきた。広島平和祈念公園の整備、広島平和祈念資料館の設置、原爆死没者慰霊塔の設置、毎年8月6日の広島平和記念式典の開催、被爆者による被爆体験の証言、そして、原爆ドームの保存等、原爆の惨禍を後世に伝え、恒久平和への道を探る取り組みは枚挙にいとまがない。

そして、実際に、国内外から多くの観光客や修学旅行生が広島を訪れている。2013年に広島

を訪れた一般観光客は1069万人、修学旅行生は30万5千人、外国人観光客は65万7千人に達した<sup>14)</sup>。

しかし、筆者たちが外国人観光客に聞き取り調査を行ったところ、原爆投下前の爆心地付近がもともと公園であり、被害が少なくなったと誤解している人や、原爆ドームの被爆前の建物の姿を知らない人が数多く存在した。これは、観光客に、原爆の惨禍が正しく伝わっていない事例であると考えられる。

#### 3.2 3DCGによる原爆ドームの被爆前の姿の再現

安田女子大学では、2015年、最新の3D造形技術を使い、広島を訪れる観光客に、原爆ドームの被爆前の建物の姿を知ってもらう取り組みを行った。

具体的には、3DCG<sup>15)</sup>技術を用い、「広島県産業奨励館」および「原爆ドーム」のデジタルデータを作成し、そのデータに基づき、3Dプリンタにより200分の1の縮尺のプラスチック製の模型を造形した。そして、実際に原爆ドームを見学している外国人観光客に、両者の模型に触れてもらい、原爆により、建物がどのように破壊され、残骸が残ったかを知ってもらうことにした。

2015年7月11日、実際に原爆ドーム前で、多くの外国人観光客に2つの模型に触れてもらった。彼らからは、2つの模型を比較することにより原爆ドームがどれほど欠損したのかを正確に知ることができた、ドーム部分の断面が円形でなく楕円形であったことを初めて知った、欠損の状態から原爆が地表近くではなく空中斜め上で爆発したことが解った、実際の広島県産業奨励館が建っていた頃のことをもっと知りたいといった意見を得ることができた。

図 3 に、3D プリンタにより造形した広島県産業奨励館の模型を、図 4 に、3DCG ソフトウェアで設計した広島県産業奨励館のデータを、図 5 に、3DCG ソフトウェアで作成した広島県産業奨励館の映像を示す。

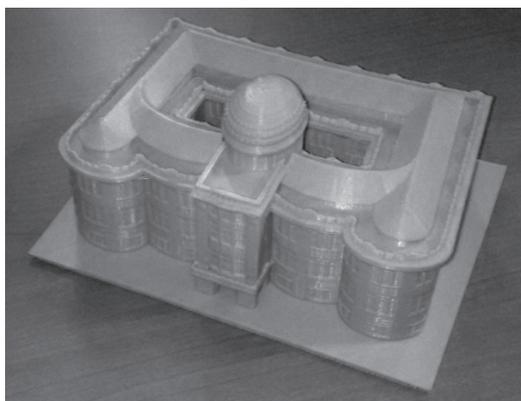


図 3 3D プリンタにより造形した  
広島県産業奨励館の模型（筆者作成）

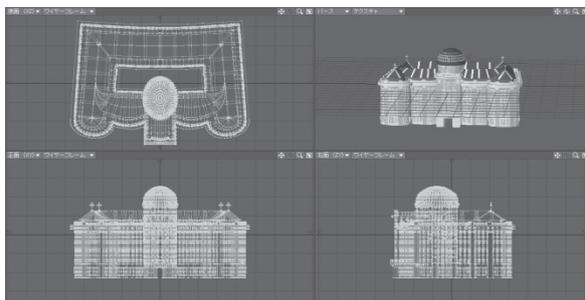


図 4 3DCG ソフトウェアで設計した  
広島県産業奨励館のデータ（筆者作成）

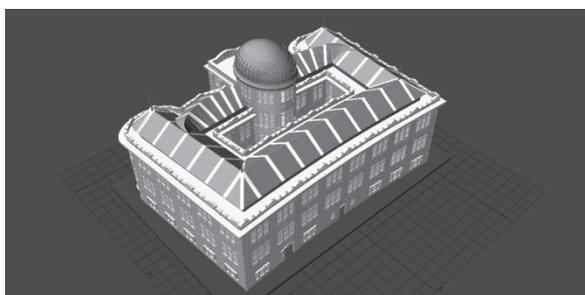


図 5 3DCG ソフトウェアで作成した  
広島県産業奨励館の映像（筆者作成）

#### 4. AR 技術を使った原爆ドームの現地撮影装置のハードウェア

##### 4.1 AR 技術による原爆ドームの現地撮影装置

2015 年 7 月、実際に原爆ドーム前で、外国人観光客に、広島県産業奨励館の模型に触れてもらった際に得た意見の中で、実際の広島県産業奨励館が建っていた頃のことをもっと知りたい、そのためには、比較のために、広島県産業奨励館のレプリカを実物大で隣に建ててはどうかという意見が多かったことには驚かされた。確かに、原爆の惨禍を多くの観光客に知ってもらうという意味においては、広島県産業奨励館のレプリカは有効な手段である。しかし、そのためには、それを設置するための敷地や多額の費用が必要であり、すぐには実現不可能であるとする。

そこで筆者たちは、3D プリンタの技術と同様に、最新の AR 技術を使った現地撮影装置を開発することにより、実物大の広島県産業奨励館を、原爆ドームを見学に来た外国人観光客や修学旅行生に見てもらい取り組みを行うことにした。

##### 4.2 原爆ドームの現地撮影装置開発の必要性

AR (Augmented Reality) は、拡張現実と訳され、人が知覚する現実環境をコンピュータにより拡張する技術とされる。

例えば、原爆ドームの前で、透過型ヘッドマウントディスプレイと呼ばれるメガネをかけた人間が、視線を原爆ドームに移したときに、そのメガネに、70 年前の広島県産業奨励館が重なって表示される。このように、人間の視覚が拡張される技術を用いて、原爆ドームの現地撮影装置を開発することにした。

#### 4.3 実地投影装置の当初開発計画

実際の実地投影装置に、広島県産業奨励館の画像を重ね合わせるために、実地投影システムを開発した。

開発当初、必要な機器を購入するにあたり、中心的機器である透過型ヘッドマウントディスプレイ以外に、使用する可能性のある機器をリストアップした。

開発当初時点での、実地投影装置のハードウェア構成は、接続用ケーブル、電源等を除き、以下の4点である。

- (1) 透過型ヘッドマウントディスプレイ 本体 (EPSON 社 MOVERIO BT-200AV)
- (2) BT-200AV 付属コントローラー
- (3) Miracast<sup>16</sup>端末 (EPSON 社 EHDMC10)
- (4) タブレット PC (ヒューレット・パカード社 ProSlate8 K7X62AA#ABJ)

図6に、このシステムの中心的機器である、MOBERIO BT-200AV (本体および付属コントローラー)を示す。



図6 MOBERIO BT-200AV

(出典：EPSON ホームページ <http://www.epson.jp/products/moverio/bt200/>)

また、図7に映像を受信するための Miracast 端末 (EPSON EHDMC10) を、図8に PC タブレットを示す。



図7 EPSON EHDMC10

(出典：EPSON ホームページ <http://www.epson.jp/products/moverio/bt200/>)



図8 タブレット PC HP 社 ProSlate8

(出典：HP <http://h50146.www5.hp.com/product/business/pc/tablet/slate8/>)

さらに、図9に、開発当初の4つの実地投影装置ハードウェア接続図を示す。



図9 開発当初の実地投影装置のハードウェア接続図 (筆者作成)

透過型ヘッドマウントディスプレイの原理は、ディスプレイにケーブルで直接接続された付属コントローラーの中の画面、もしくは、付属の Miracast 端末を介した別の PC・スマホ・タブレット等の画面を表示するというものである。開発当初、透過型ヘッドマウントディスプレイとコントローラーは有線で接続し、タブレット PC に表示される映像は、タブレット PC に有線で接続した Miracast 端末経由で、Wi-Fi 通信により透過型ヘッドマウントディスプレイにミラーリング表示されるようにした。

付属コントローラーは、外見はスマホと類似しているが、スマホには必ず存在する液晶スクリーンが存在せず、3つのボタンと指で操作する、Android という OS を内蔵した機器である。

開発当初のシステムは、Miracast 端末の電源を屋外で行う実地テストで確保することができないという問題点を抱えていた。それは、Miracast 端末がバッテリーを内蔵していないためである。また、Miracast の無線接続に時間がかかるうえ失敗することが多いという問題点が存在した。

#### 4.4 実地投影装置の第一次改良

その後、ChromeCast<sup>17)</sup>の追加および PC タブレットと Miracast 端末間の無線化を行うことにより、実地投影装置の第一次改良を行った。

図 10 に、ChromeCast 追加後の実地投影装置のハードウェア接続図を示す。



図 10 ChromeCast 追加後の実地投影装置のハードウェア接続図

開発当初は、タブレット PC と Miracast 端末を有線で接続していた。そのため、可搬性に劣るという問題が存在した。

この問題を解決するために、タブレット PC を Miracast 端末に無線接続することにした。また、無線接続の手段として Chromecast を Miracast 端末の HDMI 入力用コネクタに差し込む方式を採用した。ただし、タブレット PC と Chromecast との通信に Wi-Fi 環境が必要となるため、別途、Wi-Fi ルーターが必要となった。

これにより、可搬性がかなり向上した。

#### 4.5 実地投影装置の第二次改良

第一次改良後、透過型ヘッドマウントディスプレイについての知見が次第に深まってきた。そして、透過型ヘッドマウントディスプレイの付属コントローラー上で、独自のソフトウェアを実行できそうな方法を考案した。そこで、ソフトウェアの改良を行うことにより、実地投影装置の第二次改良を行った。

図 11 に、第二次改良後の実地投影装置のハードウェア接続図を示す。



図 11 第二次改良後の実地投影装置のハードウェア接続図

第二次改良は、オリジナルのソフトウェアを自作することで、劇的にハードウェア構成を簡略化したものである。

もともと、付属コントローラー上で目的を達成するソフトウェアを実行することが可能に

なれば、最も単純なハードウェア構成で目的とする装置を試作できることはわかっていた。しかし、付属コントローラーは Android 端末であり、通常の Android 端末でソフトウェアをインストールする際に使用する Google Play が存在しないため、メーカーが開発したソフトウェアのみ実行可能と考えられていた。付属コントローラーには、MOVERIO Apps Market というアプリケーションがあるが、このアプリケーションでインストールできるソフトウェアは非常に限られている。そのため、自作のソフトウェアをダウンロードすることは難しいと考えていた。

しかし、Android のソフトウェアをインストールする際のパッケージである apk 形式ファイルをインターネット上に置き、その URL を端末のブラウザでアクセスするという、意外で単純な方法を使用することにより、端末の設定変更などを行う必要は存在したが、自作ソフトウェアをダウンロード・インストールできるようになった。

## 5. AR 技術を使った原爆ドームの現地撮影装置のソフトウェア

### 5.1 原爆ドームの現地撮影装置のソフトウェア概要

本装置のソフトウェア構成は、MOVERIO に内蔵されている OS である Android と、自作アプリケーションである。

自作アプリケーションは本装置の要となるソフトウェアであり、その機能は MOVERIO の内蔵カメラでとらえた風景を分析し、透過ディスプレイ内の適切な位置に産業奨励館の 3D 画像を表示するというものである。これにより、

MOVERIO を装着した人の視界には、実視している原爆ドームと重なる位置に産業奨励館の像が浮かび上がることになる。

### 5.2 自作アプリケーションの開発

自作アプリケーションを開発した方法を述べる。

開発マシンの OS は Windows で、アプリケーションをビルド（構築）するための開発環境には、ユニティ・テクノロジーズ社の Unity および Google 社の Android Studio を用いた。Unity は三次元グラフィックスの表示を強力にサポートした開発環境であり、Windows をはじめとする様々なプラットフォームのアプリケーションを同一のプロジェクトからビルドすることができる。Android のアプリケーションをビルドするためには PC に Android Studio がインストールされていないが、ビルドの操作は Unity だけで可能であり、Android Studio を起動させる必要はない。

AR 技術においては、実際の風景の中で、メーカーという目標を使用して、仮想的な映像を投影する。実視のマーカを検出するためには、Qualcomm 社の Vuforia を用いた。Vuforia のサイト (<https://www.qualcomm.com/products/vuforia>) では、マーカ画像 (JPEG ファイル) をアップロードすると、そのマーカを検出するプログラムをダウンロードできるようになっている。ダウンロードしたプログラムを Unity でインポートすれば、カメラのビュー内でマーカを探し、検出時に Unity のデザイン画面上にある 3D 画像を表示するプログラムとなる。また、Vuforia にはマーカを予め用意していなくとも、その場で撮影した画像を即マーカとして利用できる機能が付帯されている。特に屋外では、天候や時間帯によって視界が大

大きく異なるため、その中からマーカを検出することが難しい場合もあるが、この機能を用いて常に撮影時の環境に合わせたマーカを用意することで、AR の高い認識率を保つことができる。

広島県産業奨励館の 3D 画像は、3DCG の LightWave というソフトウェアで作成した。そして、LightWave で出力した OBJ 形式ファイルを読み込み、位置・サイズ・方向をマウス操作で調節した。マーカには原爆ドームの静止画を用いた。

## 6. AR 技術を使った原爆ドームの現地撮影装置の現地テスト

### 6.1 原爆ドームの現地撮影装置のソフトウェア概要

筆者たちは、2015 年 11 月から 12 月にかけて、数回にわたり、現地撮影装置の実機を携え、原爆ドームの現地において現地テストを実施した。

現地テストを行うと、いくつかの問題が浮上した。特に、開発当初のシステムは、Miracast 端末がバッテリーを内蔵していないため、屋外では電源を確保することができないという問題点を抱えていた。また、Miracast の無線接続に時間がかかるうえ失敗することが多かった。

そこで、現地テストで浮上した問題点を改善しながら、第一次改良、第二次改良を行った。その中で、最も有意義であったのは、透過型ヘッドマウントディスプレイについての知見が次第に深まり、透過型ヘッドマウントディスプレイの付属コントローラー上で、独自のソフトウェアを実行できる手法を考案したことである。

その結果、図 12 のように、原爆ドームが見えている位置で、現地撮影装置の透過型ヘッドマウントディスプレイを装着して原爆ドームを見ると、図 13 のように、マーカとして動作した原爆ドームの映像の上に、広島県産業奨励館の 3DCG 映像が重なって見えるようになった。(図 12、図 13 は、透過型ヘッドマウントディスプレイに投影される映像そのものではなく、見やすいようにパソコン上で作成したイメージである。)



図 12 現地撮影装置による原爆ドームの映像（動作前）（筆者作成）



図 13 現地撮影装置による広島県産業奨励館の映像（動作後）（筆者作成）

また、マーカとしての原爆ドームは、見る方向が変わっても有効である。図 14 は、図 11 よりも北の位置から、現地撮影装置の透過型ヘッドマウントディスプレイを装着して原爆ドームを見た映像を示す。(図 14 は、透過型ヘッドマウントディスプレイに投影される映像そのものではなく、見やすいようにパソコン上で作成したイメージである。)

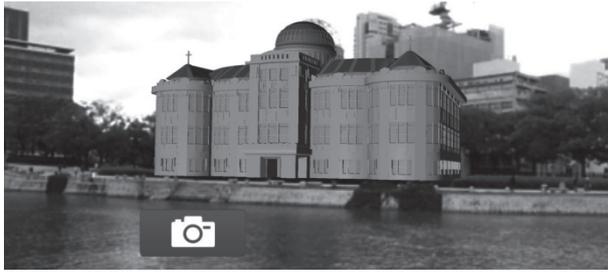


図 14 実地投影装置による広島県産業奨励館の 3DCG 映像（別角度）（筆者作成）

現地で、実際に AR 技術を使った実地投影装置を装着してもらったところ、現存する原爆ドームをどの方向から見ても、70 年前の広島県産業奨励館が方向も正確に重なって見えることに対し、高い評価を得ることができた。

## 7. 結論

今回、筆者たちは、原爆ドームをマーカーとし、現地において、透過型ヘッドマウントディスプレイを装着することにより広島県産業奨励館を投影した映像を見ることが出来る実地投影装置を開発した。

広島を訪れる観光客に対し、被爆前の原爆ドームの姿である広島県産業奨励館を見てもらうことができるこの装置は、現在は 1 台しか存在しないため、わずかの人にしか見てもらうことができないが、台数を増やし、定常的に原爆ドームの周辺で貸し出すことにより、多くの人々に、原爆の惨禍を正確に伝えることのできる可能性を有している。筆者たちの聞き取り調査でもわかるように、原爆ドームを見に来る外国人観光客の大半は、原爆ドームの被爆前の建物の姿を知らない。原爆の惨禍を後世に伝えるために保存され、平和希求の象徴として世界遺産に登録された原爆ドームの役割を補強し、よ

り正確に観光客に伝えるには、3D プリンタによるプラスチック製の模型を造形して直接触れてもらったり、透過型ヘッドマウントディスプレイで広島県産業奨励館を投影した映像を直接見てもらったりといった、最新の 3D 技術を駆使することも有効な手段の一つであることが明らかになったと考える。

## 註

- 1) 「広島県産業奨励館」は、建築当時は「広島県物産陳列館」という名称であり、チェコ人の建築家ヤン・レッツェル（Jan Letzel）により設計され、広島県産製品の販路開拓の拠点として、1915 年 8 月 5 日に開館した建物であった。その後、1921 年には、「広島県立商品陳列所」と改称し、さらに、1933 年には、最終的に「広島県産業奨励館」と改称した。
- 2) 広島市より、3 次元模型制作のために提供を受けた。
- 3) 岸田裕之（編）（1999）、「原爆被爆」、『広島県の歴史』、東京：山川出版社、pp.286-287 参照。
- 4) 前掲書 岸田裕之（編）（1999）pp.287-290 参照。
- 5) 広島市ホームページ「原爆ドーム」  
<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/dome/contents/1005000000003/index.html> 参照。
- 6) UNESCO（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization）は、国際連合の経済社会理事会の下に、1946 年 11 月 4 日に設置された、教育、科学、文化の発展と推進を目的とする専門機関であり、日本では国際連合教育科学文化機関と称される。
- 7) 「世界遺産条約」、正式名「世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約（Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage）」は、第 17 回

- UNESCO 総会において、1972 年 11 月 16 日に採択された国際条約である。条文では、文化遺産および自然遺産の危機に関する認識および保護の重要性を説き、締約国は、全人類に普遍的な価値を持つ遺産の保護・保存における国際的援助体制の確立および将来の世代への伝達を行う義務を負うものとしている。また、世界遺産一覧表の作成、世界遺産委員会の設置、世界遺産基金の設立を明記している。
- 8) 外務省ホームページ「国際機関を通じた協力：世界遺産」  
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/culture/kyoryoku/unesco/isan/world/>参照。
- 9) 文化庁文化財保護部（1995）、「近代の遺跡の保護について」、『月刊文化財』1995 年 4 月号，東京：文化庁，p.38 参照。
- 10) 「負の世界遺産」は、日本国内でのみ使用される用語であり、世界遺産の中で、人類が犯した悲惨な出来事を伝え、そうした悲劇を二度と起こさないための戒めとなる物件を指す。UNESCO は、そのような分類を行っていない。世界遺産検定事務局（2010）、「世界遺産検定公式ガイド 300」，東京：毎日コミュニケーションズ，p.42 参照。
- 11) 青柳正規監修（2003）、『ビジュアルワイド世界遺産』，東京：小学館，p.63 参照。
- 12) 世界遺産アカデミー（2010）、『世界遺産検定公式ガイド 300』，東京：毎日コミュニケーションズ，p.43 参照。
- 13) 稲葉信子（2011）、「『負の世界遺産』という言葉から考えること」、『世界遺産年報 2011』，東京：講談社参照。
- 14) 広島市ホームページ・経済観光局観光政策部観光企画担当制作「平成 26 年（2014 年）広島市観光客数について」  
<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/1433981530424/index.html> 参照。
- 15) 「3DCG」とは、3次元コンピュータグラフィックスのことである。xyz の 3 軸空間上に、仮想的にデータを作成し、そこから静止画や動画を生成することのできる技術である。
- 16) 「Miracast」とは、Wi-Fi Alliance によって仕様が決定された、1対1の無線通信によるディスプレイ伝送技術である。PC タブレット上の映像を、ディスプレイ上にミラーリング表示する能力を有する。Miracast 接続は、Wi-Fi Direct を介して行われるため、標準的な Wi-Fi ネットワーク経由でイーサネット接続を行うことはできない。
- 17) 「ChromeCast 端末」とは、Google 社が提供している、ディスプレイ伝送のための端末である。PC タブレットやスマホ上の動画を、ディスプレイ上にミラーリング表示する機能を持つ。非常に小型であり、テレビの HDMI 端末に差し込むだけで、ミラーリングを実現できる。