

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K01141

研究課題名(和文) 8KVR映像を使った有形・無形資料の博物館展示法の開発とその効果の検証

研究課題名(英文) Development of a museum exhibition method for tangible and intangible materials using 8KVR images and verification of its effectiveness

研究代表者

尾久土 正己 (Okuyudo, Masami)

和歌山大学・観光学部・教授

研究者番号：90362855

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、有形・無形の博物館資料のVR化とその効果を検証するために、東京オリンピックのスポーツ映像を全国各地のプラネタリウムのドームスクリーンに上映するためのシステムを構築し、ドーム映像の持つ臨場感を評価したものである。その結果、臨場感はドームスクリーンの傾きによる違いがないこと、ドーム径の差による大きな違いがないことが明らかになった。スクリーン照度については、照度が高いほど臨場感評価が高く、リアリティ・空間性の評価も高いことが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、同一の映像コンテンツを全国各地のプラネタリウム館に配信・上映することで、ドームスクリーンのどのスペックが臨場感に影響を与えるかを明らかにすることができた。また、本研究は、内閣府が推進する「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けた科学技術イノベーションの取組に関するタスクフォース」の9つのプロジェクトの1つである「新・臨場体験映像システム」の一環として実施したが、今回の成果はプラネタリウム館を多目的なVRシアターにするというオリンピックのレガシーにすることができた。

研究成果の概要(英文)：In order to verify the VR of tangible and intangible museum materials and its effectiveness, this study constructed a system to show sports footage of the Tokyo Olympics in planetariums around Japan and evaluated the sense of realism provided by the dome images. The results showed that there was no difference in the sense of presence due to the inclination of the dome screen and no significant difference due to the difference in dome diameter. Regarding screen illumination, it was found that the higher the illumination, the higher the evaluation of realism and the higher the evaluation of reality and spatiality.

研究分野：観光学

キーワード：VR ドーム映像 スポーツ映像 オリンピック 博物館資料 プラネタリウム

1. 研究開始当初の背景

映像の高精細化はこれまでも博物館資料の記録、展示に貢献してきた。例えば、ハイビジョン(2K)映像の登場によって、これまで映画フィルムでしか記録できなかった有形・無形の資料を簡単に記録できるだけでなく、大画面のハイビジョンシアターを通して市民に迫力ある展示を実現している。2020年オリンピック・パラリンピック東京大会を機に、ハイビジョンの縦横4倍の解像度を持つスーパーハイビジョン(8K)が開発され、2018年12月に本放送が始まっている。また8Kより先に実用化された4K映像は多くの博物館の現場で利用されている。これら4Kや8K映像を使った博物館資料の記録や展示が実験的に始まっており、高い解像度と広い色域などがもたらす圧倒的な高画質により、被写体によっては本物と見間違えるような映像が公開されている。

このように、映像の高精細化は博物館資料の記録と展示に大いに貢献してきている。一方でVRも、その表示装置として使われる頭部に装着するヘッドマウントディスプレイ(HMD)は、従来は軍事や先端の研究施設でのみ利用されてきたが、近年、急速に低価格化し、ゲーム愛好家を中心に普及し始めている。PlayStationなどのゲーム機やOculusのような専用機だけでなく、千円～数千円のVRゴーグルに普段使っているスマートフォンを装着するだけで、数年前には最先端技術であったHMDがいとも簡単に手に入れることができるようになってきている。しかし、これらを展示室で活用するとすると、現状では多くの課題がある。VR映像が子供の眼に悪影響を与えるため使用に年齢制限があること、さらにVR映像独特の映像酔いがあることなど映像そのものに健康面の課題がある。また、個々の頭部への装着が必要なことから、一度に視聴できる人数の少なさや、展示室でのスタッフのサポートが必要になるなど、当面の間、常設展示に使える状況ではない。これに対して、我々が行っているプラネタリウムのドームスクリーンにVR映像(ドーム映像)を投影する方法では、身体への負荷は少なく一度に大勢の人たちが映像を視聴できる。

しかし、現状のVR映像は利用している元映像が360度全体の視野で4K映像であり、分解能を視力換算にすれば0.2という粗い映像に過ぎず、画質的に不十分であり、現実とVR映像の差が歴然としている。ところが8K映像がVRに利用されるようになると、視力換算で分解像は0.4に向上する。実用化は先の話であるが、16K映像になると視力換算で0.8になり、運転免許の視力基準である0.7を超え、人の視力相当のVR映像が実現する。撮影カメラとしてはすでに8Kを超えるVRカメラが市販されているだけでなく、まだ市販はされていないが20Kを超える静止画カメラがキヤノンによって開発されており、我々もすでに共同研究を通じて利用している。プラネタリウムでは、8K解像度(半球で4Kドーム)や16K解像度(半球で8K)の設備が国内外に公開されており、そこにVR映像を投影すれば人の視力相当のVR映像を再現できる準備は整い始めている。そこで、本研究では、有形・無形の博物館資料を8Kないしは8Kを超えるVRカメラやドームスクリーンを使って記録、投影することで人の視力相当の究極のVR映像を使った博物館展示の実現を当初の目的とした。

2. 研究の目的

本研究の基盤となる我々のドーム映像の技術とその応用は、内閣府が推進する「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けた科学技術イノベーションの取組に関するタスクフォース」の9つのプロジェクトの1つ「新・臨場体験映像システム」に採択されている。そこで、本研究は東京オリンピックを実験フィールドにして、スポーツ競技を全国各地のプラネタリウムのドームスクリーンで上映するための、撮影、配信、投影のシステムを構築すること、また、それらの映像を多くの市民に観戦してもらうことで、ドーム映像の持つ臨場感を評価することにした。準備を進めていく中で、オリンピック独特の様々な制限や限界があることが明らかになってきた。撮影した映像はすべて国際オリンピック委員会IOCが権利を持つこと、競技会場での撮影や映像信号の送出にはIOCが管轄するオリンピック放送機構OBSのもとで行うため、使用できる機材はスポンサー企業のものに限られることになった。そのため、当初の8KVR映像での実験ができなくなり4KVRでの実験になってしまった。

同様のドームスクリーンを使った同様の実験は、代表研究者である尾久土らが2009年に奄美大島で起こった皆既日食を4KVRの映像として本州のドームシアターに生中継する研究を行っているが、今回はオリンピックという多くの人々が関心を持つイベントをフィールドにしたことで、全国各地の多くの自治体が投影先として協力することになった。プラネタリウムはテレビモニターや映画館などと違って、館によってドームの大きさ・傾き、解像度、スクリーンの照度、座席の配置など、まちまちである。これらのスペックの違うプラネタリウムで実験することで、VR映像を上映するために適したスペックを明らかにするという新しい目的を立てることができた。また、撮影・上映する競技種目によって、フィールドの範囲や選手などの動きも異なってくる。競技会場は有形の文化財とも言えることから、様々な有形・無形の被写体の組み合わせをもった映像で評価実験ができることになったため、VR映像に適した被写体を明らかにするという目的も立てることになった。

3. 研究の方法

(1) システムの構築

VR 映像を多眼のカメラから合成する際には、個々のカメラ間に視差が生じる。スポーツのように被写体である選手が動く場合、画像のつなぎ目でずれが生じる。今回は上映先がプラネタリウム館のドームスクリーンであることから、魚眼レンズを装着した民生用の 4K 解像度のミラーレス一眼カメラを用いた。伝送する際の映像フォーマットはテレビ放送で使用する 16:9 のもっとも一般的な 4K 映像を採用した。この形式を使うことで、特別なシステムを構築する必要がなくなる。また、全国各地のプラネタリウム館に映像を配信することを考えるにあたって、コスト面、運用の容易さ、安定性を考え、専用線ではなく、民生用のベストエフォートの光回線を用いた。

プラネタリウムはドームスクリーンに専用のプラネタリウム装置で点像の星々を投射するものであるが、近年は星座絵や天文学のシミュレーション映像を投射できるように、プロジェクターでドームスクリーン全面に映像が投射できるようになっている。一方で、各施設や装置を製造したメーカーによって、そのシステムは標準化されていない。しかし、正方形に内接した視野角 180 度の魚眼映像(ドームマスター形式)の映像であれば、投射できるようになっている。そこで、本実証実験に参加したプラネタリウム施設は、それぞれが設置しているプラネタリウムシステムのメーカーの協力の下、16:9 の 4K 映像の上下に内接する魚眼映像をドームマスター形式に切り出し、投射できるシステムを追加した。

(2) 実証実験

撮影と配信は、東京 2020 組織委員会、上映はプラネタリウムを管轄する各自治体、上映館での評価実験は我々和歌山大学のチームが担当することで、先に述べたオリンピック映像に関する権利等の問題に対処した。なお、研究代表者の尾久土は組織委員会のアドバイザーとして、実験全体に関与した。撮影や伝送などのシステム、対象コンテンツについての詳細情報などは、東京 2020 組織委員会が公開している実施報告書 および技術レポート を参考にさせていただきたい。

実験は当初、2020 年夏に実施する予定で準備していたが、コロナ禍の中、オリンピックが延期されたために、1 年後の 2021 年夏に実施した。当初の予定では 10 の自治体と日本科学未来館の 11 箇所で開催する予定であったが、コロナ禍の中の大会が無観客になったことから、大勢が集まるライブビューイング形式のイベントに対する世間の声を考慮して、3 つの自治体が上映を中止した。表 1 は実験に参加した施設とそのドームスクリーンのスペックである。

上映日時は 2021 年 7 月 27 日～8 月 8 日、コンテンツには生中継とオンデマンド(VOD)により配信されたものがあり、生中継はのべ 11 本、VOD はのべ 44 本であった。結果的に、一般客として 851 名、関係者として 118 名の合計 969 名が本実証実験に参加した。参加者には図 1 のチラシを配布し、実験の概要を紹介するとともに、スマートフォンを使ったアンケートに協力してもらった。

表 1 実証実験の上映施設とドームスクリーンのスペック

実施場所		ドーム(スクリーン)		
プラネタリウム	自治体	タイプ	直径	照度
葛飾区郷土と天文の博物館	葛飾区	傾斜	中	低
府中市郷土の森博物館	府中市	水平	大	低
飯田市美術博物館	飯田市	水平	小	高
福井市自然史博物館分館	福井市	水平	中	中
つくばエキスポセンター	つくば市	傾斜	大	低
福岡市科学館	福岡市	水平	大	低
いしがき島 星海プラネタリウム	石垣市	傾斜	小	中
日本科学未来館	-	傾斜	中	高



図 1 実証実験の概要とアンケートへの協力依頼のチラシ

4. 研究成果

本研究はオリンピックの競技映像を全国各地のプラネタリウムのドームスクリーンで上映するためのシステムを構築し、ドーム映像の持つ臨場感を評価するものであるが、システムの構築については、これまでの専用機器や専用回線を使った実験 に対して、本研究では撮影、配信、

上映に民生用機器や商用回線、プラネタリウム各館の上映システムを使うなど実用レベルのシステム構成を提案し、実験を行ったが大きなトラブルなく上映を行うことができた。また、上映館ごとに異なるドームスクリーンの傾き、ドーム径、スクリーン照度間における臨場感の違いについて調査した。その結果、臨場感はドームスクリーンの傾き（水平／傾斜）で違いがないこと、ドーム径の差も大きな違いがないことが明らかになった。スクリーン照度については、照度が高い上映館ほど臨場感評価が高く、リアリティ・空間性の評価も高いことが明らかになった。なお、コンテンツの違い（生中継かVODか、競技の違い）や、実験参加者のコンテンツに対する興味関心の違いによる影響については、引き続き解析を続けている。

<引用文献>

小川勝久、尾久土正己、2.5 億画素-超高解像度イメージング技術を用いた超高精細ドーム映像 - HMD-LESS 実写-高臨場感 Virtual Reality -、映像情報メディア学会技術報、2(38)、2019、3-5

尾久土正、4K 映像システムを使った皆既日食の全天投影、映像情報メディア学会誌、63(10)、2009、1385-1389

東京 2020 大会組織委員会イノベーション推進室（2021）「未来のスポーツ観戦プロジェクト」～ 臨場感 LIVE ビューイング（ドーム映像）～ 実施報告書、<https://www.tokyo2020.jp/image/upload/production/実施報告書.pdf>、2022 年 6 月 10 日閲覧

小柴恵一（2022）電子情報通信学会誌 8 月号別冊（掲載予定）

Keiichi KOSHIBA, Kenji YAMAMOTO, Eiji ITO, Masami OKYUDO, Immersive Sport Live Viewing Using Dome Screens, Proceedings of The International Display Workshops, Vol.28, 2021, 468-471

小柴恵一、山本健詞、伊藤央二、尾久土正己、ドーム形状とスクリーン照度の違いから見たドーム映像の臨場感 メガスポーツイベントのドーム映像上映を事例として、観光学、2022（投稿中）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 西野 晴香, 大井田 かおり, 尾久土 正己	4. 巻 25
2. 論文標題 プラネタリウムの生解説の特徴分析と分類	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 観光学	6. 最初と最後の頁 83-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19002/AA12438820.25.83	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 尾久土正己	4. 巻 73(3)
2. 論文標題 プラネタリウムの新しい利用に向けて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会誌	6. 最初と最後の頁 475-480
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大井田かおり, 中辻晴香, 河野千春, 尾久土正己	4. 巻 31(2)
2. 論文標題 同一映像をドーム映像またはHMD映像としてバーチャル観光に用いた場合のそれぞれの効果的使用についての一考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 観光研究	6. 最初と最後の頁 47-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 3件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 K. Koshiba, K. Yamamoto, E. Ito, M. Okyudo
2. 発表標題 Immersive Sport Live Viewing Using Dome Screens
3. 学会等名 The 28th International Display Workshops (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Koshiba, K. Yamamoto, E. Ito, M. Okyudo
2. 発表標題 Practical experiments of Immersive Dome Sport Live Viewing
3. 学会等名 The12th international Conference on 3D Systems and Applications (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小柴 恵一, 山本 健詞, 伊藤 央二, 尾久土 正己
2. 発表標題 メガスポーツイベントにおけるドーム映像配信
3. 学会等名 高臨場感ディスプレイフォーラム 2021 映像情報メディア学会技術報告
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾久土正己
2. 発表標題 テクノロジーが変える観光の未来
3. 学会等名 【TOKYO2020】第1回Webinar (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富田晃彦、尾久土正己
2. 発表標題 2020年6月21日の日食中継とその国際連携
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会2020、G-04 地球惑星科学のアウトリーチ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤田幸輝・尾久土正己
2. 発表標題 アストロツーリズムを通じた持続可能なまちづくりの取り組み
3. 学会等名 2020年日本天文教育普及研究会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 尾久土正己・小形正嗣
2. 発表標題 次世代型XR観光映像～究極のXRで観光はどうなるか？
3. 学会等名 日本国際観光映像祭（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西野晴香、尾久土正己
2. 発表標題 プラネタリウム解説の特徴分析
3. 学会等名 全国プラネタリウム大会2019・福岡（日本プラネタリウム協議会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小川勝久、尾久土正己
2. 発表標題 2.5 億画素-超高解像度イメージング技術を用いた超高精細ドーム映像 - HMD-LESS 実写-高臨場感Virtual Reality -
3. 学会等名 高臨場感ディスプレイフォーラム（映像情報メディア学会）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本道雄、小形正嗣、尾久土正己
2. 発表標題 3D CGデータのVR展開を用いたドームシアターコンテンツの制作とプレビューシステムの開発
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大井田かおり、中辻晴香、河野千春、尾久土正己
2. 発表標題 360度観光映像としてのドーム映像とHMD映像による印象比較
3. 学会等名 観光情報学会第16回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北川陽菜、尾久土正己、大井田かおり
2. 発表標題 展示法の違いによる印象の変化
3. 学会等名 第64回プリマーテス研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------