

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月6日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01195

研究課題名(和文) フレームレス超高解像度映像による東京オリンピックの博物館資料化

研究課題名(英文) Museum materialization of Tokyo Olympics by frameless super high resolution image

研究代表者

尾久土 正己 (Okuyodo, 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) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、オリンピックなどのスポーツイベントを、フレームレスの全方位超高解像度の映像で記録するものである。従来の平面映像では注目した選手だけを撮影していたが、本研究では、フィールド内のすべての選手だけでなく、観覧席に集まった観衆や、有形文化財としてのスタジアムなど、競技が行われている空間のすべてを記録する。8KカメラやVRカメラを用いたシステムを構築し、様々な競技種目を撮影した。その結果、フレームレス映像の課題を明らかにするとともに、実用化の目処をつけた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術面では、半球のドームスクリーンに投影するドーム映像とヘッドマウントディスプレイで視聴する全球のVR映像を比較した結果、同じ映像でも注視行動が大きく違うこと、また、そこから感じる映像的效果にも大きな差があることが明らかになった。また、社会的には、本研究の成果が内閣府の「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PJ「新・超臨場体験映像システム」に採用されるなど、オリンピック後のレガシーの1つとして期待されている。

研究成果の概要(英文)：This study is to develop a system to record sports events such as the Olympics in a frameless omnidirectional super high resolution image. In the conventional flat image, the camera captures only a specific player in the field. In this study, we record all the space, including not only all the players in the field, but also the audience and the stadium buildings. We built a system using an 8K camera and VR cameras and recorded various competition events. As a result, we clarified the problem of frameless video and put the prospect of practical use.

研究分野：観光情報学、科学教育

キーワード：ドーム映像 ヴァーチャル・リアリティ スポーツ映像

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

研究代表者の尾久土は、1997年から世界各地で起こる皆既日食をインターネットを使って生中継するプロジェクトに携わっていたが、そのときに映像で見る皆既日食と現場で見る皆既日食との間に大きなギャップがあることに気づいた。従来のテレビやインターネットで提供される映像は欠けていく太陽だけをアップで撮影していたが、現地では太陽だけでなく、急激に変化する周囲の様子も同時に視野に入っていた。そこで、魚眼レンズをつけたカメラで4Kのドーム(全天)映像を撮影し、プラネタリウムのドームスクリーンに生中継する試みを行ったところ、プラネタリウムで鑑賞した被験者はこれまで現地でしか見ることができなかった周囲の変化に気づくことができた。その後、日食以外の様々な有形無形の被写体を撮影、投影している中で民俗芸能が通常注目すべき演者だけでなく周囲の有形の文化財や観客なども含めて記録・投影できていることから、博物館資料としての価値が高いことに気づいた。人間が演じる祭などの民俗芸能はスポーツに通じるものがあることから、2020年に開催が決定した東京オリンピックを360度のフレームレスな映像で記録、投影することで、臨場感のある映像として記録することを着想した。4K映像もハイビジョン映像と比べると圧倒的な高画質であるが、広いドームスクリーンでは解像度が足りず、被写体によっては通常のハイビジョンの平面映像に劣る効果しか得られないこともあった。2009年の皆既日食の中継の頃は4K映像が最先端の映像システムであったが、研究開始当初の2016年には2020年のオリンピックを目指して、8Kの映像システムの実用化が始まっていたので、3年間の研究期間のうちにより高精細な8Kのドーム映像を使うことができる目処が立っていた。

### 2. 研究の目的

皆既日食や民俗芸能などのドーム映像化で、これまでの平面映像では視野の外に切り捨てられていた周囲の光景を丸ごと記録・投影することで高い臨場感を持つだけでなく、博物館資料としても高い価値があることを指摘していた。そこで、本研究では、オリンピックなどのスポーツイベントを、注目すべきプレイや特定の選手だけを記録する一般的な映像ではなく、フィールド内のすべての選手、審判、フィールド外の控え選手やコーチなど関係者、観覧席に集まった観衆の応援や服装などの風俗、さらには有形文化財としてのスタジアムなど、ゲームが行われている空間にあるすべてをフレームレスの全方位超高解像度の映像で記録するシステムを開発し、その技術的課題を解決することにした。そして、このシステムを3カ年で完成させ実用化することで、2020年の東京オリンピックを無形文化財として丸ごと後世へ伝えることを目標とした。スピードと解像度に高いレベルが求められるスポーツを対象にすることで、祭りや芸能などあらゆる無形文化財の詳細な記録にも利用できる。次世代の博物館資料としてその活用まで議論し、展開することも目的とした。

### 3. 研究の方法

(1)本研究を行うためには、8Kのドーム映像の撮影と投影のシステムを開発、あるいは導入する必要がある。そこで、撮影側と投影側でそれぞれ検討を行った。撮影側では、魚眼レンズと8Kカメラを使う単眼システムと、複数4Kカメラを使ってそれらの映像を合成することで8Kドーム映像を生成する複眼システムが考えられる。単眼システムは、ステッチ(映像のつなぎ合わせ)作業が不要なことが長所であるが、8Kカメラが非常に高価であること、8Kの解像度に耐えうる魚眼レンズが市販されておらず特注しないといけないためカメラ以上に高価になることが短所である。一方で複眼システムはカメラやレンズは市販のものが使える長所があるが、ステッチ作業に負荷(特にリアルタイムの処理の場合)が高いこと、個々のカメラの位置が異なることからくる視差が生じることが短所である。そこで、単眼システムについては、他の大型の予算やメーカーの協力を期待することにした。一方の複眼システムは視差を最低限にするために、超小型のカメラを購入し複眼カメラを自作することにした。投影側についても、撮影側と同じ課題があるが、プラネタリウム館としては8K級の解像度の施設が営業を始めていたため、必要に応じて、施設を借りることにした。

(2)システムの準備と並行して、スポーツのドーム映像の撮影を行った。様々な競技団体の協力を得て、練習や試合の場にカメラを設置し、カメラ位置や機材の撮影パラメーターの検討を行った。その中で、スポーツのドーム映像には、大きく分けて2つのカメラ位置とそこから生まれる目的があることが明らかになった。1つは、観客席からの映像であり、ドームスクリーンに投影すると周囲の観客と一緒にアリーナやスタジアムで観戦している感覚を味わうことができるものである。もう1つが選手の競技や演技の間近にカメラを置くことで、普段の映像では見ることができない迫力のある映像になる。この2種類の映像に分けて、様々な競技種目の映像を撮影し、ドームスクリーンに投影し、評価を行った。評価には一般人だけでなく、競技関係者にもコメントをしてもらった。また、オリンピック後の展開も考えて、スポーツ映像以外にも様々な有形無形の被写体を撮影した。

(3)東京オリンピックでの採用が目標であるために、東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会(以下、組織委員会)を始めとする団体に接触し、撮影の許諾など実現のための調整を行うことにした。

#### 4. 研究成果

(1)撮影システムについては、単眼システムは別予算で8Kカメラと魚眼レンズを導入することができた。複眼システムについては、この3年間の間にヴァーチャル・リアリティ(VR)機器が急速に普及、発展したことで市販の複眼カメラが次々と発売され、8Kや8Kを超えるVRカメラを入手できるようになった。VRカメラの場合、2:1や16:9の長方形の一般的な映像フォーマットに全球的映像を展開したエクイレクタングラー(equirectangular)形式(正距円筒図法)で映像が記録される。一方で、ドームスクリーンを使う従来のプラネタリウムの投影システムは1:1の正方形に内接する半球の魚眼映像のドームマスター形式を採用している。そこで全球的エクイレクタングラー映像から任意の半球映像を切り出し、ドームマスター形式に変換すればドームスクリーンに投影することができる。そこで、導入した8K単眼システム以外に、市販の様々なVRカメラを購入し、スポーツ映像の撮影を行うことにした。投影側については、8Kクラスの解像度を持つメーカーの実験ドームや各地のプラネタリウム館を借りて投影実験を行った。

(2)各種競技団体の協力のもと、各種スポーツ(陸上競技、バスケットボール、バレーボール、卓球、野球、ウェイトリフティング、スポーツクライミング、体操競技など)を撮影した。球技に関しては、アリーナやスタジアムの観客席から撮影し、その他の競技では選手の間近にカメラを設置して撮影した。観客席でのカメラ位置では、フィールドに一番近い最前列よりも、中段付近の位置にカメラを置くことで視界の前方にも観客が写ることで、観衆の中に囲まれて会場の中で観戦している感覚が生じることがわかった(図1)。一方で、選手の間近の位置では、競技によってカメラが置ける場所に制限があり、ドーム映像に適したものと、適さないものがあった。今回撮影した競技でもっとも適していたものはスポーツクライミングであった。また、体操競技もカメラの真上を選手が横切るような位置に置くことができれば、迫力のある映像を撮影することができた(図2)。なお、ドーム映像に適しているかなどの評価については、競技団体等の協力を得て行った。一方で、客観的な評価は、映像の権利問題が生じない、スポーツ以外の様々な映像を用いて、ドーム映像と平面映像、さらには全球的VR映像を比較した。ドーム映像に関しては教育効果で言えば、導入時に効果があり、興味関心を持ったあとは、注目すべき被写体にフォーカスをした平面映像が効果が高いことがわかった。また、ドーム映像とVR映像との比較では、視聴行動に明らかな違いが認められ、その詳細に関しては引き続き研究を続けている。



図1 観客席からの映像(野球)

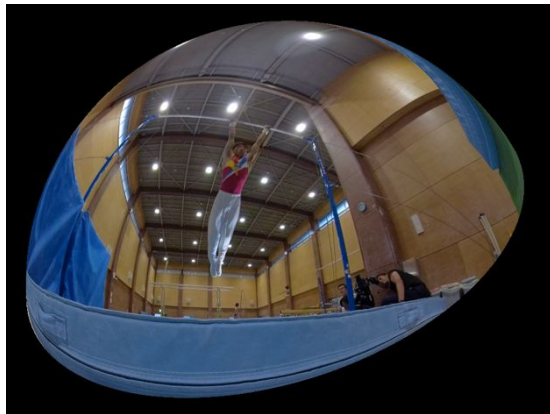


図2 選手の間近からの映像(鉄棒)

(3)本研究の成果をもとに、東京オリンピックのドーム映像での記録や投影(できれば、内外のプラネタリウム館への生中継)が実現するよう、様々な団体と接触をした。その際、代表者の尾久土がWGのリーダーを務める超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム(URCF)の枠組みを活用した。その結果、内閣府の「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PJ「新・超臨場体験映像システム」に採用され、オリンピック後のレガシーの1つとして期待されている。ただし、実際のオリンピック大会での採用は映像関係の権利問題が残っており、研究終了時点では組織委員会との調整が終わっておらず、実施が確定していない。

#### <引用文献>

- 尾久土 正己、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、Vol. 63, No. 10, 2009, pp. 1385-1389  
<https://doi.org/10.3169/itej.63.1385>  
吉住 千亜紀、尾久土 正己、村松 武、飯田市の文化資源を活用した全天周映像番組、観光学、No. 13, , 2015, pp. 21-26  
<https://doi.org/10.19002/AA12438820.13.21>  
内閣府、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

<https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/olyparatf/sassi/index.html>

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4件)

尾久土 正己、プラネタリウムの新しい利用に向けて、映像情報メディア学会誌、査読無、Vol.73、No.3、2019、pp. 475-480

大井田 かおり、吉住 千亜紀、中辻 晴香、尾久土 正己、フロー理論に基づく外国語学習:360度ドーム映像を使った第二外国語学習、教育メディア研究、査読有、Vol.25、No.1、2018、pp.1-18

[https://doi.org/10.24458/jaems.25.1\\_1](https://doi.org/10.24458/jaems.25.1_1)

大井田 かおり、中辻 晴香、吉住 千亜紀、尾久土 正己、観光対象にいただくイメージ評価の試論：SD法からの考察、観光学、査読有、No.18、2018、pp.1-9

<http://dx.doi.org/10.19002/AA12438820.18.1>

大井田 かおり、吉住 千亜紀、中辻 晴香、尾久土 正己、360度ドーム映像の臨場感を利用した異文化学習～360バーチャルリアリティ映像による視聴覚教育の可能性～、日本教育メディア学会研究会論集、査読無、No.42、2017、pp.43-50

〔学会発表〕(計 10件)

大井田 かおり、中辻 晴香、尾久土 正己、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、観光情報学会第16回全国大会、2019

西野晴香、尾久土正己、プラネタリウム解説の特徴分析、全国プラネタリウム大会2019・福岡、2019

尾久土 正己、プラネタリウムからドームシアターへ～観光やスポーツの臨場感体験を～、デジタルコンテンツ地域活性化セミナー（総務省）招待講演、2018

大井田 かおり、中辻 晴香、河野 千春、尾久土 正己、360度観光映像としてのドーム映像とHMD映像による視点比較、観光情報学会第18回研究発表会、2018

[http://www.sti-jpn.org/sites/default/files/proc/sti\\_proc\\_res\\_ws\\_18th.pdf](http://www.sti-jpn.org/sites/default/files/proc/sti_proc_res_ws_18th.pdf)

尾久土 正己、新・臨場体験映像システム：プラネタリウムからドームシアターへ～スポーツや観光を全国各地で臨場体験、科学技術・イノベーションカンファレンス（内閣府）招待講演、2018

Okyudo, M., Dome Picture for Tourism and Sports, FSV Dome Fest, 招待講演、2018

尾久土 正己、スーパードームシアターで文化の超臨場感コミュニケーションを、平成29年度第1回情報通信講演会（電波協力会）招待講演、2017

尾久土 正己、中辻 晴香、坂本 修一、鈴木 陽一、超高精細全天映像と超高精細全天音声を使った超臨場感空間の再現、平成28年度共同プロジェクト研究発表会（東北大学電気通信研究所）2017

Okyudo M., Takahashi, M., Nakatsuji, H., Kigawa, T., Yoshizumi, C., Master shots for the dome screen, The 7th IFSV DomeFest, 2017

尾久土 正己、吉住 千亜紀、碓間 晴香、小川 勝久、菅井 崇、魚眼レンズによる全天周実写撮影について、ドーム映像制作ワークショップ、招待講演、2016

## 6. 研究組織

(1) 研究分担者 なし

(2) 研究協力者 なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。