

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月31日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21601003

研究課題名（和文）超高精細動画を使った皆既日食の全周デジタルミュージアム

研究課題名（英文）Digital dome museum of solar eclipse using super high definition movie

研究代表者

尾久土 正己（OKYUDO MASAMI）

和歌山大学・観光学部・教授

研究者番号：90362855

研究成果の概要（和文）：皆既日食では太陽が月に完全に隠されることで、太陽だけでなく、観測地の周辺環境が劇的に変化するが、これまではその様子は現地で観察しないと体験できないとされていた。そこで、超高精細カメラとデジタルプラネタリウムを使った皆既日食のデジタルミュージアムを構築し、ドームに皆既日食の光景を再現した。その結果、現地でしか感じることができなかった月の影の通過をドーム内で視聴した被験者の多くが認識することができた。

研究成果の概要（英文）：When a total solar eclipse happens, the surrounding environment at observing site will change dramatically. However, the situation could not be experienced unless we attended there. Then we construct a digital dome museum of the total solar eclipse using a super high definition camera and a digital planetarium system, and reproduced scenery of the eclipse on the dome screen. As a result, almost subjects recognized passage of the shadow of the moon which was able to be felt only at the site.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	300,000	90,000	390,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：博物館学・博物館学

キーワード：デジタルミュージアム、ドーム映像、日食

1. 研究開始当初の背景

皆既日食は古代から人々に自然の神秘性を感じさせる天体現象であるとともに、地球・月・太陽の3天体が一直線に並ぶ現象であり、これらの位置関係を学習する上で最適な教材になる。しかし、特定の地点においては数百年の一度しか起きない珍しい現象であることから、これまで通常の教材として扱われてこなかった。インターネットの発展によって、簡単に生中継ができるようになり、

日食を遠隔地の教室で楽しめるようになってきたが、一方で皆既日食については、現地で観測した者にしか、その醍醐味は理解できないと言われてきた。それは、これまでの日食映像は欠けていく太陽と、皆既中に見ることができるコロナにフォーカスした映像であり、観測地が月の影に入ることによって起きる周囲の劇的な環境変化を伝えてこなかったからである。この環境変化は太陽の方向だけでなく全方向で起こり、観測地で空を見

上げると月の影（本影錐）が頭の上を西から東に通り過ぎる様子を見ることができる。この月の影に入るといふ感覚は、日食を光の差す方向、つまり太陽→月→地球と宇宙からの視点で認識することに等しく、3天体の動きを地球からの視点でなく、俯瞰できる貴重な体験になる。そこで、月の影が移動する様子を再現できる日食のデジタルミュージアムを構築することにした。

2. 研究の目的

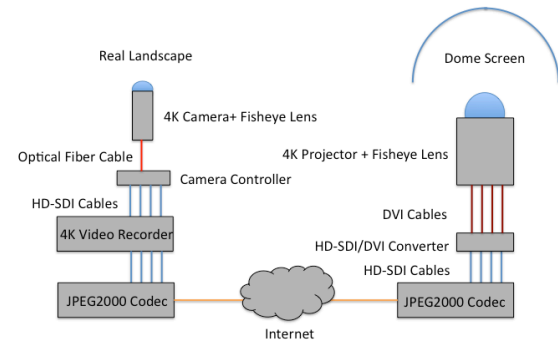
空を含む観測地の周囲の変化を記録するためには、魚眼レンズをつけたカメラがあれば可能である。また、ドームスクリーン全体に映像を投影するには、デジタル式のプラネタリウムがあれば可能である。しかし、例えば水平解像度が 1080 本のハイビジョンカメラを使ったとしても、視野角 180 度の魚眼レンズでは、1 本あたりの角度分解能は 10 分角に過ぎず、人間の視力で換算すると 0.1 にすぎない。また、周囲の光景の必要性を説いているもののコロナをまとった太陽を同時に記録したい。太陽の視直径は 30 分角であり、ハイビジョンカメラでは 3 ピクセルにしかない。そこで、現在、業務用を含めて入手可能な最高の超高精細カメラである 4K カメラを採用することにした。カメラの解像度に合わせて、投影するプロジェクターにも 4K プロジェクターを採用し、専用の魚眼レンズを取り付けることで、撮影した映像をそのままドームスクリーンに投影できるようにした。このことは、十分な帯域の回線さえ用意できれば、超高精細の全周映像をドームスクリーンにリアルタイムに投影できることを意味している。

そこで、我々は 2009 年 7 月 22 日に屋久島から奄美大島にかけて起こる皆既日食で観測地の上を通過する月の影と、それによって引き起こされる周囲の環境の劇的な変化をプラネタリウムドームで再現できるかどうか撮影から投影までのシステムを含む全周デジタルミュージアムを構築した。なお、このデジタルミュージアムの開発と設置には 2008 年度の特別教育研究経費を用いた。このデジタルミュージアムを使うことによって、ドーム内の被験者がこれまで皆既日食が起こっている観測地でしか体験できなかった環境の変化を体験できるか実証実験することにした。

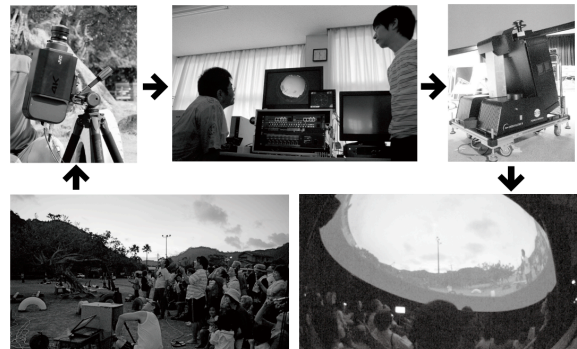
3. 研究の方法

下の図は今回の実験のために構築した撮影から伝送、そして投影までのシステムを含む全周デジタルミュージアムの概念図である。4K 映像を伝送するには 6Gbps といった超広帯域の回線が必要であるが、奄美大島と本州の間に用意することができず、JPEG2000 の

コーデックを用いることにした。これによって 100Mbps といった一般的な帯域の回線で伝送することができるようになった。



皆既日食の観測は奄美大島の北部にある屋仁小学校で行った。上図では、観測地と投影ドームは 1 組であるが、本州に伝送された映像データはマルチキャストされ、和歌山大学の投影システムを設置した京都のけいはんなプラザだけでなく、大阪の ABC ホール、大阪市立科学館、茨城のつくばエキスポセンターへも伝送され、ドームスクリーンに投影された。なお、つくばエキスポセンターでは 4K プロジェクターが用意できなかったために、2K (ハイビジョン) にダウンコンバートした映像を投影した。下の写真は、映像の伝送方向である矢印の順に観測地である屋仁小学校での光景、魚眼レンズを装着した 4K カメラ、小学校内の中継センター、けいはんなプラザの魚眼レンズを装着した 4K プロジェクター、そしてドームスクリーン上に投影された映像のスナップショットである。

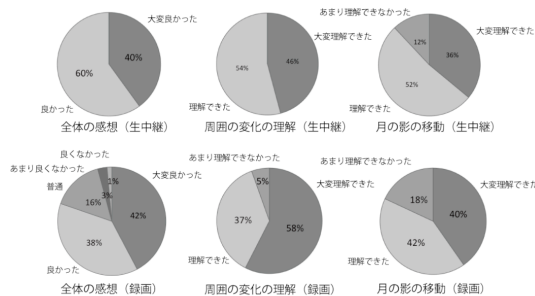


当日は生憎、薄曇りになり皆既中の太陽コロナを観測、撮影することはできなかった。しかし、西から東に上空を通り抜ける月の影やそれによって引き起こされる急激な光景の変化を捉え、ドームスクリーンで再現することに成功した。

4. 研究成果

当日の実験はメディアを通じて大きく報道されたために多くの市民が参加を希望したが、けいはんなプラザに設置したドームの収容人数が 30 人と少なかったために、抽選

で人数を絞り、生中継に 29 人、直後に繰り返し行う録画投影には 97 人が参加した。映像を視聴後、アンケート調査を行い被験者が日食によって引き起こされた周囲の変化や月の影の移動を認識できたか質問した。下の図は、その結果の抜粋である。上段が生中継、下段が録画で、それぞれ左から全体の感想、周囲の変化の理解、月の影の移動の理解である。生中継では、全員がこの実験に満足し、周囲の変化を理解した。また、ほとんどの被験者が月の影の移動を理解した。一方、録画での実験でも生中継とほぼ同じ結果になったが、満足度を示す全体の感想は少し評価が下がっていた。これは、生中継では現地とリアルタイムにつながっているという臨場感があること、また、結果がどうなるかわからない生中継に比べて、録画であるが故の結果（晴れなかったこと）が判明した映像であったことなどが影響したと考える。いずれにせよ、本実験で構築した皆既日食の全周デジタルミュージアムによって、これまで現地では体験することができなかった周囲の劇的な変化と月の影の移動を認識することができることを実証した。



奄美大島では晴天時の皆既日食の光景を撮影できなかったために、2010年7月11日の皆既日食でも全周映像の撮影に挑戦した。この日食は南太平洋を通り、いくつかの島を通過したが、十分な回線は確保できなかったために、中継は行わずに撮影だけを行った。観測はHAO環礁で行ったが、皆既前に雲が増え、20秒程度、コロナをまとった太陽を雲の切れ間から見ることはできたが、満足度のいく晴天時の光景を撮影することはできなかった。次回の皆既日食は2012年11月13日にオーストラリア北東部で起こるために、現在観測のための準備を行なっている。

皆既日食用に構築した全周デジタルミュージアムは、高い臨場感を持っており、日食以外でも高い効果があると考え、観光地や祭などの無形文化財のデジタルミュージアム化の研究にも着手している。そのような中、2011年3月11日の東日本大地震が起こり、被災地を記録し、その光景を再現する手法として本デジタルミュージアムが有効であることがわかり、定期的に被災地に入り、復興

していく街並みを記録し、防災教育や復興まちづくりで活用しようと研究中である。この研究については、分担者の吉住が代表者になり2012年度からの新たな科研費の補助を得ている。下の写真は、釜石港で陸に乗り上げた貨物船とつなみで破壊された街並みの全周映像の一コマである。



なお、本実験は超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム(URCF)の実験プロジェクトとして、多くの会員の協力のもと行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計7件)

- ① 吉住千亜紀、尾久土正己、教養科目「宇宙プロジェクトマネジメント入門」における観光デジタルドームシアターの活用、和歌山大学宇宙教育研究所紀要、査読無、No. 1、2012、pp 29-34.
- ② 油谷暁、垣内正年、香取啓志、尾久土正己、猪俣敦夫、藤川和利、砂原秀樹、眞鍋佳嗣、千原國宏、4K 超高精細映像のための伝送手法の確立、コンピュータソフトウェア、査読有、Vol. 28、No. 4、2011、pp. 318-332.
- ③ 尾久土正己、超高精細全天映像で観光から宇宙まで(特集「深い感性」)、感性工学、査読無、Vol. 10、No. 3、2011、pp. 149-150.
- ④ 尾久土正己、吉住千亜紀、超臨場感技術の応用～全天映像システム(特集 超臨場感技術)、映像情報メディア学会誌、査読無、vol. 65、No. 5、2011、pp. 620-624.
- ⑤ 吉住千亜紀、尾久土正己、観光デジタルドームシアターシステムの構築とその実践、観光学(和歌山大学観光学会)、査読無、2010、No. 3、pp. 31-36.
- ⑥ 尾久土正己、荒川佳樹、佐藤正人、藤井竜也、白井大介、徳永正巳、西垣順二、大場省介、香取啓志、吉住千亜紀、荻原文恵、

渡辺健次、4K 全天映像を使った皆既日食の超臨場感中継、Internet Conference 2009 論文集、査読有、2009、pp. 91-99.

- ⑦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、査読無、Vol. 63、No. 10、2009、pp. 1385-1389.

[学会発表] (計 6 件)

- ①尾久土正己、肉眼分解能でプラネタリウムがインターネットにつながるとき…、第 11 回デジタルプラネタリウムワークショップ、2012. 2. 20、相模原市立博物館
- ②吉住千亜紀、尾久土正己、被災地の全天実写動画の防災教育への活用、天文分野における被災地/避難先での活動～今後に向けて (国立天文台)、2011. 11. 3、奥州宇宙遊学館
- ③吉住千亜紀、尾久土正己、プラネタリウムにおける全天周実写動画の活用例 1、全国プラネタリウム大会・琵琶湖 2011 (日本プラネタリウム協議会)、2011. 6. 1-3、ラフォーレ琵琶湖
- ④尾久土正己、塚田晃司、吉住千亜紀、プラネタリウムにおける全天周実写動画の活用例 2～東日本大震災の被災地の全周映像～、全国プラネタリウム大会・琵琶湖 2011 (日本プラネタリウム協議会)、2011. 6. 1-3、ラフォーレ琵琶湖
- ⑤吉住千亜紀、尾久土正己、萩原文恵、デジタルドームシアターで見る皆既日食、日本天文学会 2010 年春季年会 (Y28a)、2010. 3. 24-27、広島大学
- ⑥尾久土正己、皆既日食伝送実験の概要とその教育効果、2009 年映像情報メディア学会冬季大会集録 (CD-ROM, S2-1-1)、2009. 12. 16-17、芝浦工業大学

[その他]

ホームページ等

<http://www.wakayama-u.ac.jp/~okyudo>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾久土 正己 (OKYUDO MASAMI)
和歌山大学・観光学部・教授
研究者番号：90362855

(2) 研究分担者

吉住 千亜紀 (YOSHIKUMI CHIAKI)
和歌山大学・宇宙教育研究所・特任助教
研究者番号：70516442