

地域の魅力を発信する球面投影コンテンツの開発と評価

井浦 崇^{*1} 平尾 修悟^{*2}

要 旨

全天球カメラで撮影した360度パノラマ動画像を球殻の内面に投影し、観察者が映像を操作しながら鑑賞することが可能な球体ディスプレイシステムを開発した。本システムに、ドローンを利用した空撮映像を投影し、地域の自然や歴史・文化などの魅力を発信する全天球映像コンテンツとして国内外での展示を行った。ディスプレイシステムは、様々な展示環境に適合させるために、市販の機材を組み合わせて構成し、汎用性と可搬性に優れた安価なシステムを実現した。従来の投影システムと比較した印象評価実験と様々な展示の実践を通して、本システムとコンテンツの有効性を検証した。

キーワード：全天球映像，球面ディスプレイ，メディアアートコンテンツ，地域振興

A Study on a Spherical Projection Work for Regional Activation

Takashi IURA, Shugo HIRAO

Abstract

A novel and affordable spherical projection display system was developed to present 360-degree panoramic moving image that were taken by using a whole sky camera. The proposed system entirely comprised of commercially available parts, so spherical displays of various sizes could be developed while maintaining versatility and portability. The validity of the system was demonstrated through experiments comparing the prior system. Using the system, the media artwork was constructed to introduce the nature and culture of the Kansai Region. We have exhibited the artwork several times domestically and internationally and have obtained many opinions concerning the effectiveness of the system.

Keywords: Whole Sky Movie, Spherical Display, Media Artwork, Regional Activation

*¹ 関西大学総合情報学部 *² 株式会社ソニックジャム

1. はじめに

近年、民生用ビデオカメラにおける技術の進歩は著しく、中でも RICOH 社の THETA をはじめとした全天球カメラは大きな注目を集めた。全天球映像の普及に伴い、撮影された映像の表示方法についても様々な手法が開発されている。例えば、マウス操作により映像の視点変更が可能なパノラマムービーが2015年より YouTube や Facebook で利用可能となった。また、HMD やスマートフォンを利用した没入型のコンテンツが様々な Web サイトで公開されている。これらは、平面ディスプレイを用いて全天球映像を表示する方法として有用であるが、個人レベルでの使用に限られている場合が多い。

一方、全天球映像を、複数視点から同時に鑑賞ができる展示用コンテンツとして利用する場合には球体または球面状のスクリーンを用いた球面投影が有効であり、球面ディスプレイの研究開発も進められている。比較的大型のディスプレイとしては、周囲から数台のプロジェクタを用いて球面に投影する手法^[1]や、有機 EL パネルを球形に配置する手法^[2]などがある。これらは大型の球体に表示を行うため、高解像度の映像出力が求められ、表示する映像コンテンツも限られてしまう。中規模なものとしては、Arc Science Simulations 社の「Omni Globe」のように球の内部から特殊なレンズや鏡を用いて光を屈折させ、球体面に投影する手法^{[3][4]}などが考案されている。しかし、このような方式によるコンテンツの構築には、高額な機材を必要とし、投影パーツが固定された専用機であること等から、展示場所や用途が限定されてしまう。このように、全天球映像の撮影自体は容易となりつつあるものの、表現手法については、個人レベルでの鑑賞に限られるものが多く、複数の視点から鑑賞することのできる表現手法については相応の会場施設や高額な機材が必要となることなど課題が残されている。

本稿では全天球映像を展示して複数で鑑賞するための球体ディスプレイシステムの提案と、それを用いた全天球映像コンテンツの開発および評価について述べる。開発したコンテンツにはドローンを利用した空撮映像を用いることにより、鑑賞者に提示された映像自体への興味や、映像から地域の魅力の発見を促すことを目指した。



図1 コンテンツ展示の様子^[5]

2. 球面投影システムの開発

2.1 球体型ディスプレイシステム

本研究では球体型のディスプレイとして、市販のプロジェクタ、魚眼レンズ、半透明の球殻を用い、球殻の開口部から入射したプロジェクタの光束を魚眼レンズで拡散させて内側から映像を投影する方式を採用した。原理的に同じ方式としては、湯村らによる「Personal Cosmos」^[6]やBenkoらによる「Sphere」^[7]のような地球儀状の球体ディスプレイがある。前者は直径25cm程度の球体を使用しており、正距方位図法による地図データを投影したデジタル地球儀としての用途として制作された^[8]。後者も直径60cmの球体ディスプレイであるが、赤外線によるタッチ入力が可能であり、複数人でのマルチタッチによるインタフェースシステムとして提案されている。これらはいずれも球体の下面を支え、下方から投影する方式である（以下、「下面支持型」（図2左）とする）。本研究では、ドローンを用いたフライスルー型の空撮映像を効果的に表示することに主眼を置き、球体の背面を支持し、側方から内面に投影する設計とした（以下、「背面支持型」（図2右）とする）。上下に支持の無い球体ディスプレイを空間に突き出した形で設置することにより、展示会場では球体が空間に浮遊したように見え、下面支持型にはない視覚的な効果が得られるものとなった。さらに投影口と魚眼レンズがディスプレイの背面に位置するため、その周辺で顕著となる投影像の歪みを鑑賞者に感じさせないという利点がある。これらのメリットについては、後述する印象評価実験で、先行手法の下面支持型との比較を行い、有効性を確認した。

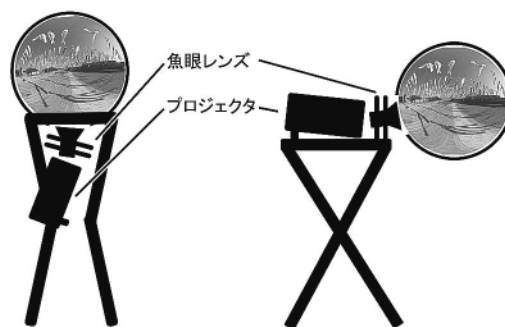


図2 下面支持型（左）と背面支持型（右）

2.2 全天球映像の取得と投影変換

球体ディスプレイへ内側から投影を行うには、魚眼レンズによってプロジェクタの投射光を拡散させる。この際、魚眼レンズの特性を考慮し、映像に座標変換処理（投影変換）を施して

投影像を生成する必要がある。Benko らの Sphere では、球体の大きさを考慮したリアルタイムでの画像処理が行われており、球面に歪みのない投影を可能としているが、その詳細な変換方法については記載がなされていない。また、湯村らの Personal Cosmos では正距方位図法による地図データを予め用意しておく必要があり、動画像の利用やインタラクションによるリアルタイム投影変換を施すことは困難である。

本研究では、鑑賞者の直接操作による映像の回転を実装するため、ゲームエンジン Unity を用いて映像の投影変換を行った。具体的には、RICOH 社の全天球カメラ THETA で撮影した全天球映像を、法線ベクトルが内側を向いた球体オブジェクトにムービーテクスチャとしてマッピングし（図3左）、Unity のカメラで映像を取得した（図3右）。THETA から取得した映像は RICOH 社から配布されている変換ソフトで正距円筒図法に変換し、ムービーテクスチャとして用いた。

Unity を用いた投影変換によって、インタラクションの実装や、投影する映像の差し替えが容易となるため、プログラム開発の負荷を軽減し、またコンテンツとしての汎用性を向上させることが出来る。一方で、この投影変換の手法で得られる映像は、外周に近づくにつれて引き伸ばされたものとなる。これにより本手法で全天球映像を球体全面に正確にマッピングして投影することは難しく、魚眼レンズ付近で映像の歪みが増大する。本研究では、正面付近から見た際の映像の整合性と、インタラクションの自然さを考慮した上で、Unity カメラのパラメータを決定した。その方法については、2.4節（図8）で示すような経緯線を球体に投影し、球面上の経緯線の歪みを確認しながら、特に投影像の北極点と南極点がディスプレイとなる球殻の北極点、南極点とそれぞれ一致するようにカメラのパラメータを調整した。またインタラクションの自然さについては、球体に表示されている映像が球体ディスプレイの形状に沿って回転しているように見えるかという点に着目して同様にパラメータの調整を行なった。

上述の手順で決定したカメラのパラメータは、カメラから球体オブジェクト表面までの距離と球体オブジェクトの半径の比率 1 : 7、カメラの画角110度となった（図4）。後述する印象評価実験では、ここで決定したパラメータを用いて実験を行ったところ、映像の歪みや違和感を感じた被験者は10%程度という結果となり、値の妥当性を確認することができた。

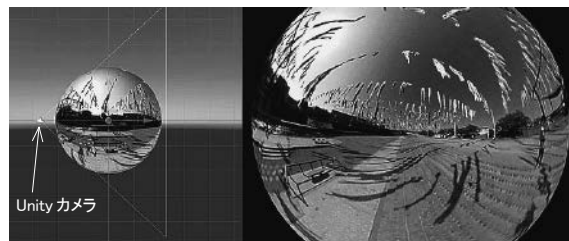


図3 Unity 上の球体オブジェクトへのマッピング（左）と Unity カメラによって取得される映像（右）

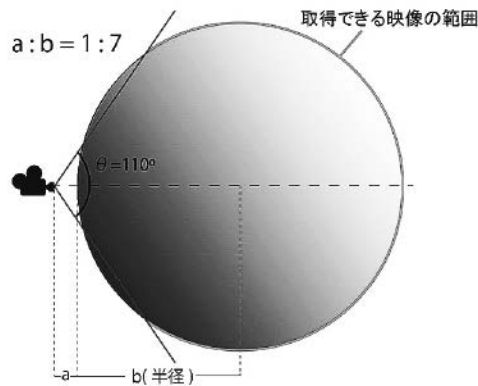


図4 Unit 4 上の球体オブジェクトとカメラのパラメータ

2.3 投影システム

2.3.1 魚眼レンズ

光を球面全体に拡散させるための魚眼レンズは、Raynox社のDCR-CF 187PROを使用した。全方向185度の超広角な魚眼撮影用のカメラレンズであり、プロジェクタからの投影光をレンズの中心軸に対し92.5度の方向まで拡散させることが可能である。球体ディスプレイの開口部に魚眼レンズを設置すると、1台のプロジェクタで球体全体に投影することが可能になる(図5)。

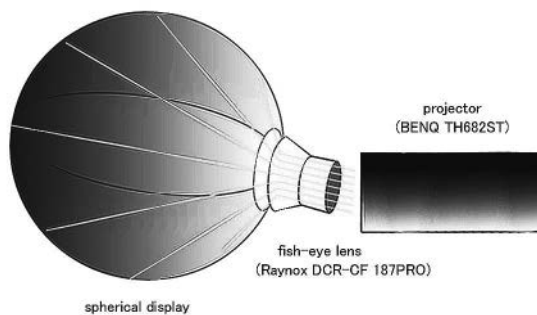


図5 プロジェクタと魚眼レンズの配置関係

2.3.2 プロジェクタ

魚眼レンズのカメラ接続部の寸法(直径57.6mm)と投射口の寸法(直径58.7mm)がほぼ同じである単焦点プロジェクタ BENQ社 TH682ST(解像度1920×1080)を使用した。

2.3.3 球体ディスプレイ

ディスプレイの素材と大きさについては、展示の目的や会場の環境に合わせて以下の3種類を制作した。

1) 和紙製ディスプレイ

市販の照明器具の中からイサムノグチのAKARI(株式会社オゼキ製、直径55cm)を使用した(図1)。AKARIは和紙と竹ひごから成る提灯型の電気傘であり、球に近い形で非常に軽量である。また、畳むと厚さ数センチメートルとなるため、可搬性にも優れている。ただし、和紙の透過率が低いため、展示において会場の明るさを抑える必要があった。

2) アクリル製ディスプレイ

耐久性とより高い視認性が要求されるデジタルサイネージ用途に向け、真球に近いアクリル製の球体ディスプレイとして、株式会社小林プラスチック工芸のアクリルドーム(直径30cmおよび50cm)を使用した。AKARIに比べ透過率が高いため、明るい会場であっても映像を視認することが可能であった。

乳白色のアクリルドームへ投影を行なった際、投影面にAKARIでは見られなかった集光線が出現した(図6左)。この原因は、光沢のあるアクリルドーム内では投射光の反射成分が特定箇所に集まるためと考えられる。そこで、球体内面の反射を抑えるアンチグレア処理を施すことにより、この集光現象を解消することができた(図6右)。

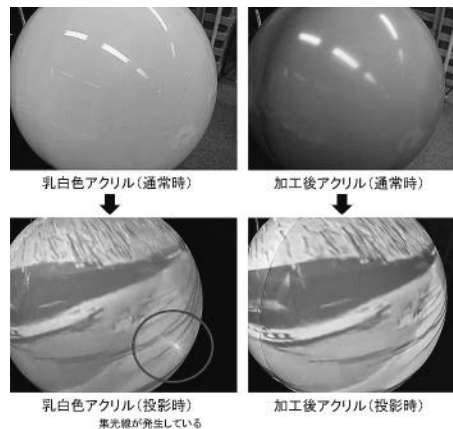


図6 乳白色アクリルとアンチグレア処理を施したアクリル

3) 半球状大型ディスプレイ

鑑賞者の視野を覆うような没入型の大型半球ディスプレイとして、Paper Dome社のダンボール製ドーム型スクリーンBasic VR(直径約2.8m)を使用した。大型スクリーン用に、画像の解像度を上げる必要がある。ここでは4Kカメラ(GoPro Hero 4)による高解像度の空撮映像を投影した(図7)。



図7 BasicVRを用いた球面投影 [11.12]

2.4 球体への投影精度の検討

本投影システムにおける全天球映像の投影精度について検証を行った。方法は、ディスプレイとなる球体（直径50cmのアクリル球）に15度ごとの経緯線の球面投影画像を投影し、球体の赤道における経線間隔および子午線上における緯線間隔（大円距離）を巻尺で測定した。

経緯線の球面投影画像としては、本システムで用いたUnityの投影変換によって得られる画像（図8上）の他に、より精度の高い投影図として、湯村ら [6.8] が用いた正距方位図法で描かれた図（図8下）についても比較対象として計測を行なった。

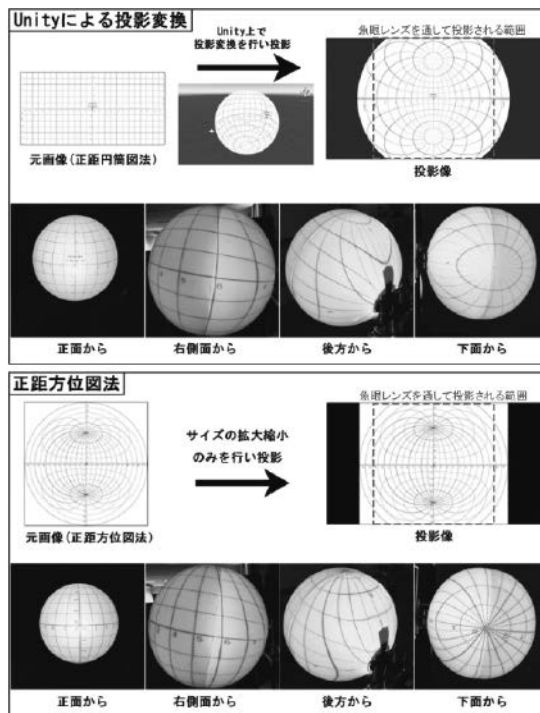


図8 Unityによる投影変換（上）と正距方位図法（下）を用いた際の投影精度の検証実験

経緯線の画像には、中心から15度ごとに上下左右方向に0～12までの緯経線番号を付与しており、正面中央を0（経度0度，緯度0度）としたとき，この対蹠点は12（経度180度，緯度180度）となる。また，理想的な投影では，赤道，子午線上の中心角15度の大円距離（理想値）は，直径50cmの球の場合， $6.54\text{cm} (=50\pi/24)$ となる。

Unityによる投影図は，2.2節（図4）で述べた条件を用いているため，取得出来る経緯線の範囲は，0～8番（中心角 $\pm 120^\circ$ ）である。また，正距方位図法による投影図に関しては，投影像の北極点と南極点がディスプレイの北極点，南極点とそれぞれ一致するように投影される範囲を調整したところ，経緯線の範囲は，0～9番となった。ただし，実際の計測で9番がディスプレイの投射口に入った場合には，8番までの計測を行った。

経線および緯線間の距離の計測結果を図9に示す。Unityによる投影では，赤道上，子午線上ともに ± 75 度範囲（経線番号5，緯線番号5）までは実測値と理想値の差が1cm以下となり，比較的小さな歪で投影がなされている（図10）。しかしこの範囲を超えると投影の歪みが増大し，120度（経線番号8）を超える範囲は球体の後方（魚眼レンズ付近）へ収束してしまう。

一方，正距方位図法は，投影変換の誤差はUnityと比較した場合には少なく，より精度の高い投影がなされているもののUnityと同様に75度範囲より外では誤差が増大し，120度範囲（経緯線番号8）より外では魚眼レンズ位置に収束する。

このように，Unityを用いた投影変換の精度は必ずしも高くないが，正面付近から見た際には，周辺に向けて映像の整合性が保たれているため，3章で述べる被験者による評価実験にお

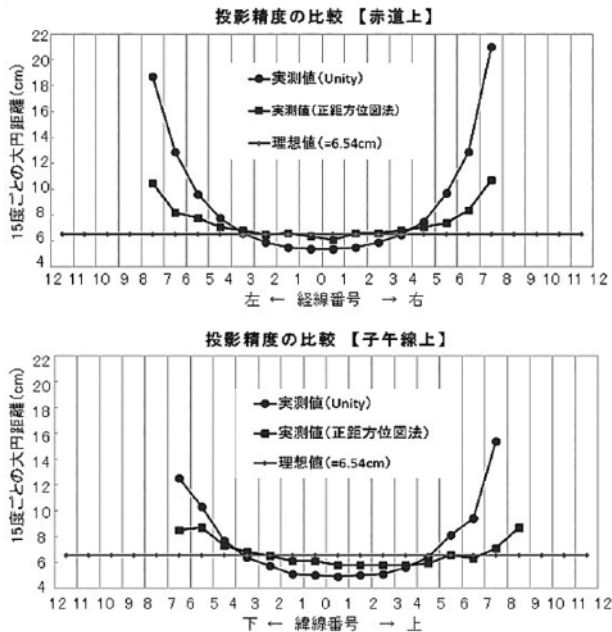


図9 計測結果

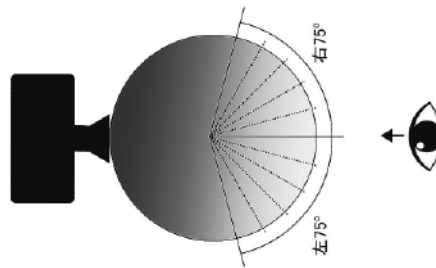


図10 投影精度の高い範囲

いて、実際に全天球映像を投影した時の歪の影響について検討することにした。

2.5 インタラクション

本研究では、展示会場に応じたディスプレイの素材とサイズの変換性や可搬性を考慮し、ディスプレイ自体ではなく外部センサによる入力方式を選択した。具体的には、手指に特化したモーションセンサ Leap Motion を用い、Swipe 動作（手の平の前後左右の移動）の移動量に応じて、Unity 上でムービーテクスチャをマッピングした球体オブジェクトを回転させた。

インタラクションの操作性については、3.2節に述べるインタフェースの評価実験により、自然な操作となるよう検証を重ねた。またこの結果を踏まえて、天地が反転してしまった場合などに、センサ上で手を握る動作をすることでスムーズに映像の傾きを元に戻す機能を追加した。

3. 評価実験

3.1 全天球コンテンツの印象評価

3.1.1 実験方法

フライスルー型の全天球空撮映像を投影するコンテンツとして、本研究で提案する背面支持型が従来の下面支持型に対してどれほど有効なものであるか検証するため、印象評価実験を行った。下面支持型を A パターン、背面支持型を B パターンとし、被験者には両パターンの違いについては明示せずに提示した。実験前にコンテンツの概要と操作方法についての説明を行い、続いて「高槻市こいのぼりフェスタ」の全天球空撮映像を投影した（図11）。

実験の試行内容と手順については以下の通りである。

1. 被験者は A, B パターンいずれかを自由に鑑賞する（1分）。
2. 続いて被験者はもう一方を自由に鑑賞する（1分）。
3. 以下に示すアンケート Q1～Q3 に回答する

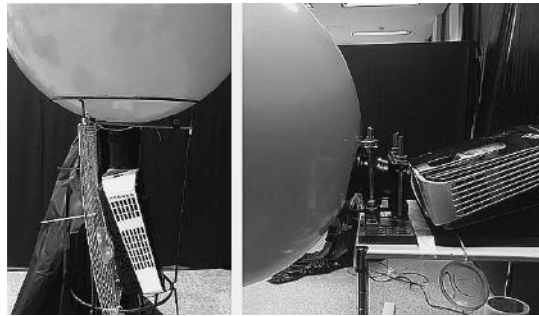


図11 ディスプレイとプロジェクタの支持機構
(左:Aパターン下面支持型 右:Bパターン背面支持型)

Q1：どちらの球体がより見やすいと感じましたか？

(A, B, どちらもそうだった, どちらもそうではなかったからいずれかひとつを選択)

Q2：球体は浮いているように見えましたか？

(1 そう思わない～5 そう思う の5段階でA, Bそれぞれに回答)

Q3：投影されている映像に歪みや違和感などを感じましたか

(1 そう思わない～5 そう思う の5段階でA, Bそれぞれに回答)

Aパターン, Bパターンの鑑賞順序を, 被験者毎にランダムに変えることにより, 結果に順序効果が生じないようにした.

3.1.2 結果および考察

男性6名, 女性7名の合計13名の大学生(19歳から22歳 平均20.5歳)が被験者として実験に参加した. アンケートの結果を図12に示す.

Q1の回答では, Aパターン(下面支持型)の方が見やすいという回答23%に対し, Bパターン(本システムの背面支持型)の方が見やすいという回答が62%と大きな差が生じた. さらにQ3の回答から, 映像の歪みや違和感においても, Bパターンでは歪みを感じた被験者は少なく, 球体の背面から投影を行う背面支持型の投影システムが本コンテンツにおいて有効であることがわかる. これらの結果は, 背面支持型では, 投影点(魚眼レンズ付近)の大きな歪みが鑑賞者からは見え難く, 一方で下面支持型では, それに気づき違和感を感じたということが考えられる. また今回の実験では, 球体に投影されている映像の投影精度は2.3.4節で述べた通り正面から見て ± 75 度以降の範囲(図10)では著しく低下する傾向にある. しかし, Bパターンで歪みや違和感を感じなかった被験者が84%(感じなかった15%, あまり感じなかった69%)と非常に多く, 正面付近から鑑賞する際には, 変換誤差の影響は大きくないと考えられる.

またQ2の回答からは, Bパターンでは69%の被験者が球体に浮遊感を感じており(Aパターンは23%), 背面支持型の投影システム特有の視覚効果をもたらされることも分かった. アン

アンケート中の自由記述では、球体の下面に投影されている映像を鑑賞できる点が浮遊感に大きな影響をあたえているといった感想も見られた。

アンケートの結果から、背面支持型の投影システムが空撮によるフライスルー型全地球映像の投影に適しており、先行手法では得られなかった装置自体の視覚的効果によって、コンテンツとしての有効性を高めていることを確認することができた。

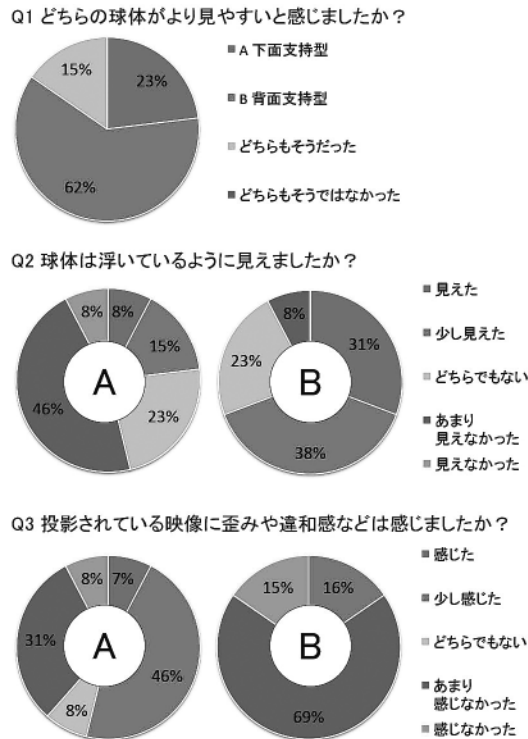


図12 アンケートQ1～Q3の結果

3.2 インタフェースの評価実験

3.2.1 実験方法

背面支持型の投影システムにおいて、直感的なインタラクションを実現するため、Leap Motion によるインタフェースの操作感とシステム全体の印象について評価実験を行った。実験の試行内容は以下の通りである。

1. 操作方法を教示せず、被験者の反応を観察する（1分）。
2. 操作方法を教示し、手本の動作を簡単に示した後、被験者は自由に操作する（1分）。
3. インタラクションによる映像の動きを2.の場合と反転させ、被験者は自由に操作する（1分）。

試行1では、実際の展示会でスタッフが常に待機できないことを想定し、操作方法の解説なしに鑑賞者がどの程度まで操作を理解できるかについて調べた。教示後の試行2と3で、シス

テムの応答やその速さ，また直感的な回転方向についての検証を行った．ここでは被験者から見て手の動きと球面の回転方向が同じ場合を「Aパターン」，被験者から見て手の動きとは逆方向へ投射映像が回転する場合を「Bパターン」として，被験者ごとに体験の順序を変えて提示を行った（図13）．また被験者には両パターンの違いについて明示せず実験を行い，体験終了後にアンケート調査を行った．設問項目は以下の通りである．

Q1：〈Aパターン〉手と球体の動きが連動しているように感じた

（1 そう思わない～5 そう思う）．

またその理由について回転の速さを5段階評価（1 遅すぎる～5 速すぎる）

Q2：〈Bパターン〉手と球体の動きが連動しているように感じた

（1 そう思わない～5 そう思う）．

またその理由について回転の速さを5段階評価（1 遅すぎる～5 速すぎる）

Q3：投影された映像に対して興味が湧いた（1 そう思わない～5 そう思う）．

また，どのような興味が湧いたか（項目選択式）

Q4：はじめに（操作方法の説明前に）コンテンツを鑑賞・体験した第一印象（自由記述）

Q5：実験を通しての感想（自由記述）

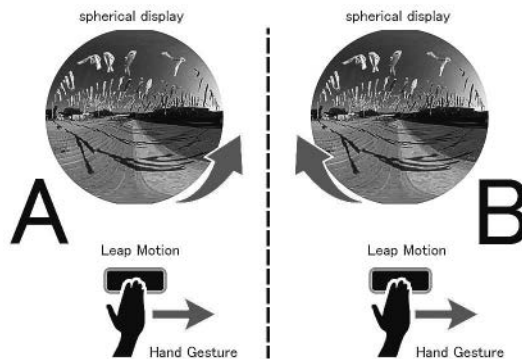


図13 各パターンにおける手の動きと映像の回転方向

3.2.2 結果および考察

男性9名，女性10名の合計19名の大学生および大学院生（20歳から32歳 平均21.2歳）が被験者として実験に参加した．総じて，操作方法について教示なしの状態では，「第一印象としてどのようにして見て良いのかわからない」という感想が多く，球体に触れる，さするなどの行動が多々見られた．外部センサとして配置していたLeapMotionの操作方法を明示していなかったため，予備知識のない状態で映像を動かすに至った被験者はほとんどいなかった．システムの操作性に関するアンケートQ1～Q3の結果を図14に示す．

今回の評価実験では，AパターンBパターンと分けて実験を行ったが，映像の動きが反転してい

ることに気がついた被験者は19人中3人と少数であった。具体的な変化に気がついていない状況での回答であったため、より直感的な操作について検証できたと言える。Q1とQ2の、手の動作と同方向へ球体が回転するAパターンでは68.4%の被験者が（そう思う26.3%・すこし思う42.1%）連動感を感じていたため（Bパターンでは47.4%）、後述する展示ではAパターンを採用することにした。回転の速さについては、AパターンとBパターンともに「ちょうどよい」「少し速い」「少し遅い」の合計が9割近くとなり、本実験での回転スピードを適正值としてシステムに採用した。

Q3の映像に対する興味についての質問には、70%を超える被験者が、興味が湧いた（そう思う44.5%・すこし思う27.8%）と回答しており、本投影システムを利用したコンテンツが、映像自体への興味が促すものとして効果があることを示している。

今回表示した映像はTHETA m15で撮影した映像であり、1台のプロジェクタから球面に投影するため、解像度が著しく落ちてしまう。Q4の第一印象や、Q5の感想の中には、「もっと綺麗な画質で見たい」という回答が多く得られ、この課題点を解決することにより本投影システムの有効性は大きく向上すると期待できる。

その他にも、映像を操作をする中で過度の回転操作により、映像の天地が反転する事例が幾つか見られた。実際の展示では、2.5節に述べた映像の傾きを元に戻す機能を追加した。これにより、スムーズに見やすい角度へ戻すことができるようになり、本コンテンツを鑑賞する上で不可欠な機能となった。

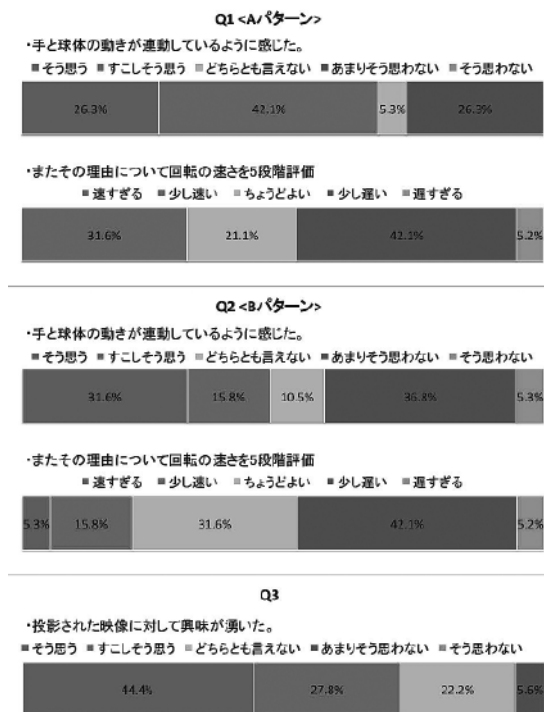


図14 アンケートQ1～Q3の結果

4. コンテンツの制作と展示

4.1 全天球映像コンテンツの制作

本研究で開発した投影システムを用い、地域の自然や歴史・文化などの魅力を発信する全天球映像コンテンツを制作した。映像の撮影にはドローンを用いた空撮を行い、地域の魅力的な風景を空から俯瞰することができる全天球映像を編集した。撮影地は大学キャンパスが所在する高槻市と堺市とした。

全天球カメラ THETA m15は本体の映り込みを防ぐために、ドローン (SORAZU M4-Lite, ブルーイノベーション製) の前方に突き出した棒状のアタッチメントに装着した。撮影対象は、高槻市の「さくら公園」「こいのぼりフェスタ」「摂津峡の紅葉」「今城塚古墳」、堺市の「大山古墳」(仁徳天皇陵古墳) であり、「大山古墳」「今城塚古墳」ではGoPro Hero 4による広角4K撮影も併せて行なった。

4.2 コンテンツの展示

高槻市との連携事業では、地域振興に向けた情報発信のプロジェクト「360° frontier」として、開発したコンテンツを用いてさまざまな場所で高槻市の魅力をアピールした^[9]。中でもオーストリアで開催されたArsElectronica Festival 2015では、本コンテンツを通して、桜やこいのぼりなどの日本の風景を海外へ発信することができた(図1)^[5]。本投影システムを利用した全天球映像コンテンツの展示では、目線に配置された球体に映る映像に足を止められ、眺める来場者が多く見られた。また来場者が映像を自由に回転操作することにより、投影された風景に一層興味を持たせることができた。

グランフロント大阪ナレッジキャピタルで行われた展示では、来場者へインタビュー調査を行った結果、116件の評価コメント中の約88%が肯定的なコメントと新しいアイデアや大学・地域の印象向上に関するものであった^[10]。

さらに、関西大学総合情報学部主催のAMD展^[11]や「360° frontier」特設展^[12]では、BasicVRを使用し、没入感のあるコンテンツとして展示を行った(図7)。「大山古墳」「今城塚古墳」のコンテンツでは、各古墳の迫力や魅力を新たな視点から発信したことで、来場者から特に好評を得ることができた^[13]。

さまざまな会場で展示を行い、環境に合わせてコンテンツの展示手法を選択できることの有効性を確認できた。またデジタルサイネージなど高い視認性が要求される用途において効果的な表現手法となることが期待される。

一方で、インタラクションについては、来場者が操作説明を示したピクトグラムを見るか、スタッフから操作説明を受けるまでは気がつかない場合も少なくなかった。全天球コンテンツにおけるより直感的なインタラクションの実装が必要であり、これについては他のセンサデバ

イスや入力手法を検討したい。

5. まとめ

本研究では、全天球映像を展示において複数の視点から共有することを目的に、球体ディスプレイシステムを開発し、ドローンによる空撮を利用した全天球映像コンテンツを制作した。また、評価実験と様々な形態での展示を通して、制作したコンテンツの有効性について検証した。

ディスプレイシステムは、市販のプロジェクタ、魚眼レンズ、球殻状のディスプレイ部材を用い、可変性と可搬性を実現した。また投影システムの配置を背面支持型とすることにより、魚眼レンズ付近で生じる投影像の歪みを鑑賞者に感じさせず、さらに従来の下面支持型にはなかった球体への浮遊感を演出することが可能となった。全天球映像の投影変換にUnityを用いるにより、外部センサ入力によるインタラクションの実装も容易となった。Unityによる投影変換は球体背面部での誤差が増大するが、印象評価実験では8割以上の被験者が歪みや違和感なくコンテンツを体験できたと回答しており、鑑賞者の印象にあたる影響は少ないものと判断した。さらに、コンテンツの展示では、球体、球面への投影コンテンツが来場者の注目を集め、情報を発信する表現手法として有効であることを確認できた。

一方で、画質やインタラクションの操作性、球体面への投影の精度については課題が残されている。これらの課題を解決することにより、本投影システムの有効性は飛躍的に向上し、さまざまな用途に利用されることが期待される。

謝辞

本研究は、平成27年度関西大学教育研究緊急支援経費において、課題「文化資本コンテンツの構築と地域振興に向けた情報発信」として支援経費を受け、その成果を公表するものである。本研究の遂行にあたり、多大なるご支援を賜った関西大学総合情報学部 林武文教授、堀雅洋教授、株式会社大広、ブルーイノベーション株式会社、株式会社トンガルマンの関係者各位、評価実験にご協力いただいた学生の皆さんに深く感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 林隆伯, 中泉文孝, 矢野博明, 岩田洋夫: 複数プロジェクタを用いた立体視可能な全周球面没入型ディスプレイの開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 10, No. 2, pp163-171, 2005.
- [2] 日本科学未来館: Geo-Cosmos, <https://www.miraikan.jst.go.jp/sp/tsunagari/geocosmos.html> (2018/5/31 アクセス)
- [3] 株式会社渋谷光学: 球体投影機, <http://www.shibuya-opt.co.jp/> (2018/5/31 アクセス)
- [4] ARC Science Simulations: Omni Globe, <http://arcscience.com/> (2018/5/31 アクセス).
- [5] Kansai University: The Folklore sphere, presented at ArsElectronica Festival 2015, POST CITY -Habitats for the 21st Century (2015/9/3-7, Linz, Austria). <http://www.aec.at/postcity/en/> (2018/5/31 アクセス)

- [6] 湯村翼, 平田孝広, 木村元紀: 3D.jsを用いた地図の球面ディスプレイへの投影, エンターテインメントコンピューティングシンポジウム (EC2014), pp252-254, 2014.
- [7] Hrvoje Benko, Andrew D.Wilson, Ravin Balakrishnan: Sphere: multi-touch interactions on a spherical display, UIST '08 Proceedings of the 21st annual ACM symposium on User interface software and technology, pp77-86, 2008.
- [8] 湯村翼: Personal Cosmos の作り方, <http://yumulog.hatenablog.com/entry/2014/12/25/034227> (2018/5/31 アクセス)
- [9] 関西大学: 360° frontier, <http://www2.kansai-u.ac.jp/f360/> (2018/5/31アクセス)
- [10] 平尾修悟, 井浦崇, 堀雅洋, 林武文: 360° frontier: 地域の魅力を発信する全天球映像コンテンツ, 第21回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 11D-06, 2016.
- [11] 井浦崇研究室: 体感空撮映像 ~空から見る仁徳天皇陵~, AMD展にて展示, (2016/3/5-6 堺市), <http://www.hz.kutc.kansai-u.ac.jp/city.sakai/machiya/amd/e2016.html> (2018/5/31 アクセス)
- [12] 関西大学: 360° frontier, 特設展プレスリリース, (2016/10/15-16, 大阪市), <http://www.kansai-u.ac.jp/global/guide/pressrelease/2016/No46.pdf> (2018/5/31 アクセス)
- [13] 毎日新聞: 大仙陵古墳 ドローン撮影 あすまで, 堺で動画公開, <http://mainichi.jp/articles/20160305/ddl/k27/040/392000c> (2018/5/31 アクセス)