

研究論文

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—

Realism of Dome Videos across Dome Shapes and Screen Illuminances - A Case of the Dome Video Screening about the Mega Sport Event -

小柴 恵一¹、山本 健詞²、伊藤 央二³、尾久土 正己⁴

Keiichi Koshiba, Kenji Yamamoto, Eiji Ito, Masami Okyudo

- 1 和歌山大学大学院観光学研究科博士後期課程
- 2 徳島大学理工学部光システムコース教授
- 3 中京大学スポーツ科学部准教授
- 4 和歌山大学観光学部教授

キーワード：VR, ドーム映像, 高臨場感, メガスポーツイベント, バーチャルツーリズム

Key Words : VR, dome video, high presence, mega sport event, virtual tourism

Abstract :

The purpose of this study was to compare and verify the effects of differences in specifications among domes on the realism of dome image. Until now, there has been little research on how external factors affect the realism of dome image. This was because the equipment used to show dome image is proprietary, and it has been very difficult to show the same content with the same specification at all planetariums at the same time. In this study, we cooperated with the “Immersive LIVE Viewing” project of Tokyo 2020 live distribution of the Olympic Games, and conducted a questionnaire survey to analyze the relationship between the audience’s impression evaluation and external factors when viewing sport video. These results suggested that the dome tilt had no effect on the sense of presence, the smaller the dome diameter, the more ‘feeling good’ and ‘powerful’, and the higher the screen illuminance, the higher the sense of presence evaluation and the higher the clarity of the images. After the further verification, we believe that a high sense of presence through dome image may become important as one of methods of virtual tourism.

I. はじめに

科学技術が急速に進歩しつつある現代社会において、「観光」が包含する概念は大きく変容しつつある。すなわち、ホームからアウェイへと身体性をともなう「移動する観光」から、情報通信技術（ICT）の発達によって生じた「移動しない観光」に注目が集まりつつあるのである。このような観光概念の変容について Urry (2014) は、「観光の終焉」と名付けた上で、「身体旅行」と「ヴァーチャル・イメージ旅行」の境界が融解しつつあることを指摘している。

とりわけ、臨場感まで伝えられるバーチャルリアリティ（以下 VR）映像撮影が手軽に行える技術革新によって、「そこに行きたい」衝動を起こさせるとともに、「そこに行くこと」自体がネットワーク上で可能となる、全く新しい概念でのメタモビリティ（例：Hyundai 2022）が実現すると考えられている。Urry が議論し

た「ヴァーチャル・イメージ旅行」をまさしく体現するのが、本論で議論するバーチャルツーリズムであると言える。

こうしたバーチャルツーリズムの台頭は、観光客の移動様式および観光地にも、正の影響を及ぼすと考えられている。2020年に発生した新型コロナウイルス感染症によるパンデミックは観光産業に大打撃を与え、2020年の訪日外国人旅行者数は対前年比マイナス87.1%の412万人となった（観光局2022）。今後も、新たなパンデミックが発生しないとも限らず、繰り返し、一般の観光客が移動困難な状況に陥ることが考えられる。さらには、「健康上の理由」で移動できない人々にサービスを提供するユニバーサルツーリズムの実現（観光庁2021）、有名観光地における観光客の一極集中（例：堺都市政策研究所2016）を緩和するオーバーツーリズム対策、移動によって排出される二酸化炭素を中心とした温室効果ガス

削減 (One Planet Sustainable Tourism Programme 2021) など、従来の「移動する観光」で議論されてきた諸課題を解決するオルタナティブな観光として、バーチャルツーリズムへの期待が高まっている。

技術的側面では、ハードウェアとして、個人に最適な臨場感を提供できる HMD (ヘッドマウントディスプレイ) において (大井田ら 2020)、昨今、急激に軽量化・高解像度化・低価格化 (Meta 2022) が進んでいる。VR 技術を活用したサービスはコロナ以前からスタートしており (観光庁 2019)、国内の VR 観光映像を集約したポータルサイトをめざす TOWNWARD (VR 観光コンソーシアム 2022)、HMD のレンタルを含めた有料サービスを展開しているどこでもドア Trip (Travel DX 2022)、HMD を活用した有料の体験イベントである、たびコト塾 (阪急交通社 2020) 等、無料の観光プロモーションの次元からさらに付加価値をつけた有料サービスへと進展している。

また、バーチャルツーリズムには、HMD の活用のみならず、プラネタリウムをはじめとしたドームスクリーンへの投影技術も活用され始めている (尾久土 2016)。このような集団で視聴できるドーム映像では、HMD を装着する手間が要らず、長時間視聴において負担が少ないため、高齢者や障がい者のように介助が必要な場合でも視聴の負担が少ない。日本は世界第 2 位のプラネタリウム館数を誇ることから (尾久土 2019)、観光地近辺にも多くのドームスクリーンがすでに存在しており (例: やんばるの森ビジターセンター 2022)、天候に関係なく周辺の観光地の魅力をダイジェストで体験することができる。そのため、今後、立ち入り制限された観光地でも、ライブ映像により疑似体験する等が容易に可能になると考えられる。

但し、ドーム映像の臨場感評価においては、主にテレビ放送フォーマットの下、製造された一般民生用機器 (仕様・スペックにおける大きな差異が発生しない前提条件) によるものがほとんどであった (例: 金澤ら 2012)。一方、プラネタリウム館では、伝統的に学芸員のオリジナル解説が重視されてきたため、上映システムは館ごとに、そのスペックが大きく異なっている (日本プラネタリウム協議会 2015)。そのため、これまでドーム映像配信等の実験は、単一館での検証にとどまっていた (尾久土 2009)。今回筆者らは、オリンピック競技映像という同一仕様のコンテンツをスペックの異なる全国複数のドームスクリーンに投影し、広い年齢層の一般客からの臨場感評価を収集する機会を得ることができた (内閣府 2021)。この規模での上映と実証実績は、筆者らの知る限り、国内に限らず国外を見渡しても見当たらない。そこで本研究では、ドーム映像の臨場感に焦点を当て、複数ドーム間での仕様の差異が与える臨場感を比較検証することを目的とした。

II. ドーム映像の臨場感を構成するスペックに係る仮説

投影されるドーム映像の感じ方に影響するスペックには、ドーム

形状 (ドームスクリーンの傾き、ドーム径)、スクリーンの照度、解像度、コントラストが挙げられる (尾久土 2019)。しかしながら、解像度については、今回用いた映像ソースが 2K (直径 2000 画素の円形の画像: ドームマスター形式、図 1 参照) で、すべての実験ドームがこの解像度以上の解像度を持っていた。今回は一般観客向けサービス上での検証のため、解像度による分析は、検証対象からは除外することとした。

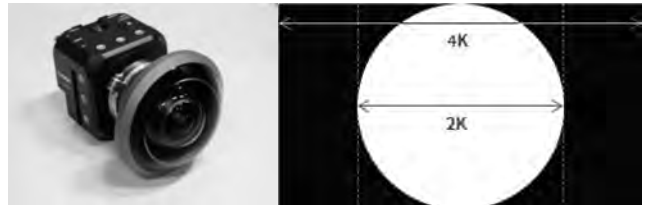


図1. カメラおよび映像フォーマット

同様に、コントラストはドームスクリーン独特の光の回り込みがあるため評価が難しいとされている。今回はスポーツ競技映像を用いることから、時々刻々と映像が変化、それに伴い条件も変化するため、コントラストについての検証を行うことが難しく、検証対象から除外することとした。

なお、これらの映像 (視覚) 以外の音声スเปックも臨場感に影響を与えると考えられるが、今回は映像ソースが 5.1ch 音声で、すべての上映館で 5.1ch を再生できたため、一般観客向けサービス上での検証ということも考慮し、音響による比較は行わなかった。以上のことから、本研究ではドームスクリーンの傾き、ドーム径、スクリーン照度の 3 つのスペックに焦点をあて、臨場感との関連性を調査することとした。

1. ドームスクリーンの傾き (ドーム形状)

日本国内のプラネタリウムにおいては、大別して、水平ドームと傾斜ドームがある (図 2)。その定義としては、水平ドームにおいては、ドームスクリーンの見切り線、床面が水平になっていることであり、国内のプラネタリウムの多くは、星空を見上げる感覚が味わえるため、水平ドームを採用していることが多い。また、ドームスクリーン全体が見渡せるよう、座席はリクライニングシートを採用している施設が多い。座席配置にはさまざまな種類があるが、本研究対象となった施策においては、その目的がスポーツイベントの視聴であるため、一方向を向くように配置されている一方向型の上映館が対象とされている。一方、傾斜ドームについては、傾斜角 15 ~ 25 度前後の傾斜ドームが多く、座席配置については、傾斜方向に対面する一方向型の上映館が対象とされている。また、傾斜ドームの方が、星空への没入感と映像表現の迫力があるとされている (日本プラネタリウム協議会 2015)。

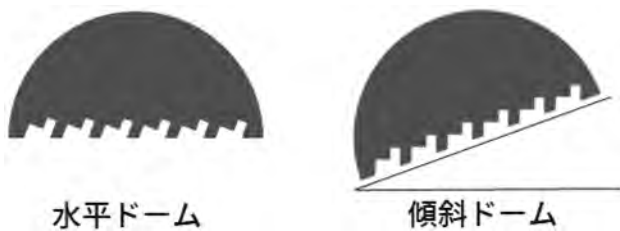


図 2. ドームスクリーンの傾きについて

尾久土 (2019) によると、座席がリクライニングするため、傾斜ドームは観光などの地上の風景に向いているとしている。また、濱口 (2014) は傾斜ドームにおける水平線の傾きについての違和感を 3m のドームと 18m のプラネタリウムにおいて実験している。ここでは、水平線のずれ（映像と視聴者の重力方向が違う）によって違和感が変化し、カメラを上方向に向けて撮影したコンテンツの方が下方向よりも違和感が少なく、小型、大型のドームとも 15 度までは許容できるとされている。この研究結果から、極力、重力方向が同じ映像が臨場感を高めると考えられ、仮説①「傾斜ドームの方が、水平ドームよりも臨場感が高い」を設定した。

2. ドーム径 (ドーム形状)

畑田ら (1979) は垂直のドームスクリーンを使い、臨場感に及ぼす画角 (画面サイズ) の影響を調べている。この研究から、画角が 20 度あたりから臨場感が生じ、80 度～100 度以上で飽和する、と報告されている。ドームスクリーンは平面映像とは異なり、視聴者に対し、180 度の画角での映像を表示できることから、高い臨場感を持っていることがうかがえる。

金澤ら (2012) は、ドーム型シアターの特徴と必要な画質を明らかにするため、平面映像による評価実験を行っている。実験では輝度、コントラスト、画面サイズを変化させ、平面の静止画像を投影することで、「どちらが良いか (総合評価)」、「明るく感じるか」、「迫力があるか」を 7 段階で非専門家 18 名に評価してもらい、分析している。金澤ら (2012) がドーム映像でなく平面映像を使っている理由は、ドーム径を変えるためには、本研究のようにドーム径の違う複数の施設のドームスクリーンを使わないと実験ができないためと推察される。実験の結果、総合評価は輝度、コントラストを低下させると下がるため、ある程度の輝度とコントラストが必要ではあるが、同じ輝度、コントラストであれば、画面サイズが大きいくほど総合評価が高いとされた。迫力に関しては、明るさには大きく依存せず、単純に画面サイズによって変化していたことが報告されている。

ただし、金澤ら (2012) の結果は平面映像における検証のため、ドームスクリーンに置き換えて考えなければいけない。通常の平面映像の場合、同じ距離であれば大きな画面ほど画角が広がるが、ドームの場合は球形のためドーム径の大小は中心にいる視聴者からの画角に変化はない。畑田ら (1979)

の研究のように画角が変化すれば臨場感に差異が出ることも考えられるが、ドーム映像ではドーム径は画角に影響しない。

以上のことから、仮説②「ドーム径の差は臨場感に影響しない」を設定した。

3. スクリーン照度

前述した金澤ら (2012) の研究において、輝度と総合評価の関係は、輝度が高いほど総合評価も高くなること、また、「明るい」と評価されるのは、同じ輝度であっても画面サイズが大きいくほど「明るい」との評価になっていることが報告されている。しかしながら、平面映像ではなくプラネタリウムの場合、現時点では自発光するドームスクリーン (例: LED ドーム) は非常に少なく、プロジェクタで投影する上映館がほとんどである。実際に、今回の対象上映館はすべてプロジェクタ投影するタイプであった。従って、評価については、輝度ではなく、スクリーン上の映像の明るさ (以下、スクリーン照度) とする。

以上のことから、スクリーン照度が高くなれば臨場感が高まると考えられるため、仮説③「スクリーン照度が高いドームの方が、スクリーン照度が低いドームよりも臨場感が高い」を設定した。

Ⅲ. 実験内容

本実証実験のベースとなった映像配信システムは、東京 2020 組織委員会が映像を配信し、各自治体はその映像を用いて受け取り運用 (上映) を行った。そして、筆者ら (和歌山大学) が上映館でのアンケート調査を実施した。したがって、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 (東京 2020 組織委員会イノベーション推進室 2021) および技術レポート (小柴ら 2022) を参考にさせていただきたい。本論文では、本実験に関わる必要情報のみ要約して後述する。

1. 上映コンテンツ

上映内容として選出された競技は、開閉会式、バレーボール、3x3 バasketボール、バドミントン、スポーツライミングであった。選出基準としては、縦の動きのあるスポーツやコンパクトにまとまっていて横の動きがある競技が選ばれたとされる。まるで競技会場の観客席に座って観ている臨場感を届ける、というコンセプトを実現するために、各競技会場の主に観客席に 3 カメラ (開閉会式のみ 4 カメラ) の設置が行われ、音声機器は各カメラに設置され、それらがミックスされ映像とともに配信された。

上映日時は 2021 年 7 月 27 日～8 月 8 日であった。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、ライブ上映はのべ 11 本、録画映像を VOD 配信により上映されたものはのべ 44 本であった。

2. 上映館

表1に上映ドーム施設と設備情報をまとめた。水平ドームは4施設、傾斜ドームは4施設であった。ドーム径は9mから25.6mであり、15m未満を小ドーム（2施設）、15m以上20m未満を中ドーム（3施設）、20m以上を大ドーム（3施設）と分類して、評価することとした。

スクリーン照度については、実測が難しいため、システムを導入したメーカーから実装しているプロジェクタ機種や台数の情報を入手し、カタログからプロジェクタの輝度を調べ、下記、計算式より求めた。

$$(\text{スクリーン照度}) = 2 \times (\text{プロジェクタ実装数}) \times (\text{プロジェクタ輝度}) / (\pi \times (\text{ドーム径})^2)$$

この計算式から得られたスクリーン照度が50ルクス未満の場合を低照度（4施設）、50ルクス以上100ルクス未満の場合を中照度（2施設）、100ルクス以上の場合を高照度（2施設）として分類することとした。

表1. 上映館リスト

実施場所		ドーム（スクリーン）		
	自治体	タイプ	直径	照度
プラネタリウム	葛飾区	傾斜	中	低
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
いしがき島星ノ海プラネタリウム	石垣市	傾斜	小	中
日本科学未来館	-	傾斜	中	高

3. 観客

当初は、11上映館により上映が予定されていたが、新型コロナウイルス感染症の影響により、一般客が来場できた会場が4会場、関係者向けのみの上映となったのが4会場、中止が3会場となった。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することとなった。

なお、一般客向けの上映会場の中には、運営側の事前告知、MCの導入、上映前の競技（ルール）説明等が行われたこともあり、映像に対する理解度が上映館によって異なった可能性が考えられる。また、ノベルティの用意等、集客への取り組みによって、観客の心理的なバックグラウンドに差異が生じた可能性もある。集客については上映内容によって大きく左右された。例えば、バドミントンは有力選手が予選にて早期敗退する結果となったため、前日・当日キャンセルが多数発生することとなった。

IV. 調査

1. 調査方法

上映館にて、本実証実験の臨場感を明らかにするためのオンライン調査を行った。全上映館で来場者に施策紹介ちらし（図3）を配布し、そこに印刷された二次元バーコードからスマートフォン等でwebページにアクセス、回答してもらうオンライン調査方法をとった（図4）。



図3. オンライン調査用チラシ



図4. オンライン調査画面

2. 調査対象者

上映館のうち、葛飾区、府中市、飯田市そして福井市にて実施した4館については一般から応募した観客（無料）が本実証実験の対象者である。また、その他4館については、新型コロナウイルス感染症対策で一般への公開を行わなかったため、関係者のみの対象者となっている。

3. 調査項目（臨場感）

表2には、本研究で用いた質問項目を示している。人が感じる臨場感を測定・評価する方法には、主観評価（印象評定）、心理物理評価、脳活動計測、生体信号計測、行動計測等の手法が考えられる（安藤ら2010）。今回は、一般観

客向けに行ったため、特別な測定装置を必要としない質問項目を用いた主観評価で行うこととした。

表 2. 臨場感の質問項目

因子（質問項目）	
1. 評価性	
気持ちが良かった	－ 気持ちが悪かった
好きだった	－ 嫌いだった
良かった	－ 悪かった
楽しかった	－ つまらなかった
調和していた	－ ばらばらになっていた
2. 迫力・空間性	
リアリティがあった	－ リアリティがなかった
はっきりしていた	－ ぼんやりしていた
広がった	－ 狭かった
迫力があった	－ 迫力がなかった
立体的だった	－ 平面的だった

寺本ら（2010）によると、臨場感は背景的な「場」の本物らしさに関係する感性情報に加えて、前景情報を中心とした本物らしさに関連すると考えられる感性印象「迫真性」と他者の存在性（臨（隣）人感）によってもたらされる。この定義を本研究に当てはめると、臨場感とは、オリンピック独特の会場の雰囲気（例：広告のない競技会場、東京2020大会のルック（大会ロゴをモチーフにした大会らしさを表現した装飾）、参加国の国旗の掲揚）や会場内のスタッフの動きなどが挙げられる。迫真性については、スポーツそのものの迫力が挙げられる。世界トップのアスリートによる競技の迫力は、その速さ・高さ・強さにおいて、一般的なスポーツイベントを圧倒するだけの迫力があるのは言うまでもない。臨（隣）人感については、無観客の競技会場の映像であったことに加え、上映会場側においても新型コロナウイルス感染症拡大防止のため観客間での交流は中止されており、今回の調査では確認できなかったと考えられる。

寺本ら（2010）は、一般の人々が抱く臨場感を、評価性、迫力・空間性、活動性、機械性の4つの心理的な要素から測定している。本調査では対象をスポーツコンテンツとしており、活動性については明らかに動的なものであることから、除外することにした。また、機械性についても、独立変数としてドームスクリーンの傾き、ドーム径、スクリーン照度を取り入れるため、臨場感の因子からは除外することにした。

項目の表現については、今回の調査が映像を観た後の感想を回答する形式であったため、過去形の表現にすると共に、質問文についても事前の予備調査結果を通して調整を行った。また、調査回答時間が5分以内になるように、インターフェースや質問項目数を検討し、質問項目を最終決定した。各項目については、視聴した映像について、最もポジティブな評価を

5とし、最もネガティブな評価を1とする5段階評価で尋ねた。つまり、平均値が大きいほど、よりポジティブな評価であった。

また、飯田市美術館の会場では、自由記述の解答欄も準備し、これらの質問項目だけでは捉えきれない臨場感について分析することとした。

4. 分析方法

仮説①「傾斜ドームの方が、水平ドームよりも臨場感が高い」の検証を行うために、ドーム傾斜（水平、傾斜）を独立変数、臨場感の10項目を従属変数としたt検定を行った。仮説②「ドーム径の差は臨場感に影響しない」の検証には、ドーム径（小、中、大）を独立変数、臨場感の10項目を従属変数とした一元配置分散分析を行った。仮説③「スクリーン照度が高いドームの方が、スクリーン照度が低いドームよりも臨場感が高い」の検証には、スクリーン照度（低、中、高）を独立変数、臨場感の10項目を従属変数とした一元配置分散分析を行った。一元配置分散分析が有意であった場合、TukeyのHSDを用いて多重比較を行った。

V. 調査結果

1. 調査対象者の個人属性

全館の対象者の個人属性の集計結果は表3の通りである。性別の割合は約半数であり、30歳代から50歳代で8割近くを占めていた。一般客（81名）の方が関係者（70名）よりもやや多かった。

表3. 調査参加者の個人属性

項目	n	%
性別		
男性	76	50.3
女性	69	45.7
無回答	6	4.0
年齢		
18～19歳	8	5.3
20歳代	8	5.3
30歳代	34	22.5
40歳代	42	27.8
50歳代	41	27.2
60歳代	15	9.9
無回答	3	2.0
一般客／関係者		
一般客	81	53.6
関係者	70	46.4

2. 仮説①：ドームスクリーンの傾きと臨場感

表4には、ドーム傾斜（水平、傾斜）を独立変数、臨場感の10項目を従属変数としたt検定の結果をまとめた。臨場

感 10 項目で有意差のある項目は 1 つも認められなかった。これらの結果から、仮説①「傾斜ドームの方が、水平ドームよりも臨場感が高い」は棄却された。ドームスクリーンの傾きによって臨場感は変わらないことが確認された。

3. 仮説②：ドーム径と臨場感

表5には、ドーム径（小、中、大）を独立変数、臨場感の 10 項目を従属変数とした一元配置分散分析および多重比較の結果をまとめた。臨場感 10 項目のうち、「気持ち良かった」と「迫力があった」の 2 項目で有意差が認められた。「気持ち良かった」では、小ドームの方が大ドームよりもポジティブな評価が高かった。「迫力があった」では、小ドームの方が中ドームよりもポジティブな評価が高かった。これらの結果から、仮説②「ドーム径の差は臨場感に影響しない」は部分的に採択された。

4. 仮説③：スクリーン照度と臨場感

表6には、スクリーン照度（低、中、高）を独立変数、臨場感の 10 項目を従属変数とした一元配置分散分析および多重比較の分析結果をまとめた。臨場感 10 項目のうち、8 項目（「気持ち良かった」、「好きだった」、「良かった」、「楽しかった」、「調和していた」、「リアリティがあった」、「はっきりしていた」、「立体的だった」）で有意差が認められた。これらの 8 項目全てにおいて、高照度のドームの方が低照度のドームよりもポジティブな評価が高かった。加えて、「好きだった」、「良かった」、「はっきりしていた」の 3 項目に関しては、高照度のドームの方が中照度のドームよりも同様にポジティブな評価が高かった。これらの結果から、仮説③「スクリーン照度が高いドームはスクリーン照度が低いドームよりも臨場感が高い」は部分的に採択された。

表 4. *t* 検定の結果

項目	水平		傾斜		<i>t</i> 値
	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	
1. 評価性					
気持ち良かった／気持ち悪かった	3.70	(1.17)	3.88	(1.05)	-0.98
好きだった／嫌いだった	3.90	(1.22)	3.82	(1.04)	0.39
良かった／悪かった	3.83	(1.27)	3.89	(1.14)	-0.31
楽しかった／つまらなかった	3.99	(1.27)	3.91	(1.21)	0.40
調和していた／ばらばらになっていた	3.92	(1.09)	3.97	(1.10)	-0.29
2. 迫力・空間性					
リアリティがあった／リアリティがなかった	4.09	(1.19)	4.11	(1.04)	-0.09
はっきりしていた／ぼんやりしていた	2.81	(1.27)	2.62	(1.30)	0.88
広がった／狭かった	4.35	(1.10)	4.50	(0.94)	-0.90
迫力があった／迫力がなかった	3.74	(1.40)	3.73	(1.40)	0.05
立体的だった／平面的だった	4.03	(1.14)	3.77	(1.13)	1.39

表 5. 一元配置分散分析および多重比較の結果

	①小ドーム		②中ドーム		③大ドーム		<i>F</i> 値	多重比較
	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)		
1. 評価性								
気持ち良かった／気持ち悪かった	3.98	(1.03)	3.88	(0.99)	3.44	(1.27)	3.28*	①>③
好きだった／嫌いだった	4.04	(1.07)	3.88	(0.97)	3.62	(1.34)	1.70	
良かった／悪かった	4.12	(1.09)	3.82	(1.15)	3.58	(1.36)	2.68	
楽しかった／つまらなかった	4.21	(1.08)	3.82	(1.22)	3.76	(1.40)	2.14	
調和していた／ばらばらになっていた	4.04	(0.93)	4.04	(1.02)	3.73	(1.32)	1.24	
2. 迫力・空間性								
リアリティがあった／リアリティがなかった	4.25	(1.01)	4.16	(1.01)	3.84	(1.33)	1.76	
はっきりしていた／ぼんやりしていた	2.63	(1.26)	2.84	(1.26)	2.69	(1.35)	0.35	
広がった／狭かった	4.42	(0.93)	4.55	(0.84)	4.29	(1.29)	0.77	
迫力があった／迫力がなかった	4.19	(1.09)	3.31	(1.50)	3.62	(1.47)	5.91**	①>②
立体的だった／平面的だった	4.00	(1.02)	3.90	(1.14)	3.78	(1.28)	0.48	

p* < .05, *p* < .01

VI. 考察

本論文では、寺本ら(2012)の主張をもとに、背景的な「場」としての「オリンピック競技会場」という場を、前景情報としては世界トップクラスのスポーツ競技の「迫力」を前提に、複数ドーム間における臨場感の類似性・相違性の分析を行った。分析結果から、背景的な「場」に与える外的要因は、主に上映館のスクリーン照度であり、プロジェクタの輝度が大きく影響を及ぼしていることが判り、仮説③を部分的に立証するものとなった。さらには、照度が高いと「はっきりしていた」の評価が高まっていることから、照度の高さは人間が認識する解像度にも影響を与え、映像(カメラ)の解像度と関係なく、解像度が高いと錯覚させる効果があるのかもしれない。現在のプラネタリウムの現状では、ドームマスターの直径の解像度で8K(放送フォーマットでは16K相当)の施設が登場し、また、プロジェクタによる投映方式ではなく、コントラストと明るさで勝るLEDパネルによる自発光ドームも登場している。今後、8Kを超える映像でLEDドームを使った同様の実験を行うことで、さらにこれらの関係性が明確になると考えられる。

一方で、仮説①のドームスクリーンの傾きに関しては、予想と反する結果が得られた。ドームスクリーンが水平でも傾きがあっても、臨場感に差は認められなかった。これは、濱口(2014)での実験が、リクライニングシートを使用していなかったのに対し、本実験では、上映館の座席がリクライニングシートによりスクリーン上のコンテンツに対して最適に直面化されていたことにより、重力の違和感を比較的感じずに没入することができたことにあると考えられる。

仮説②のドーム径に関しては、一部、仮説と異なり、ドーム径が小さいプラネタリウムの方が、前景情報に関係する「迫力」を感じさせる結果が得られた。考えられる解釈としては、ドーム

ムスクリーンと観客との絶対距離が研究結果に影響しているかもしれない。具体的には、ドーム径が小さいほど観客は映像により短い物理的な距離を置いて視聴することとなり、その近さ故に物理的なスクリーンを感じてしまうことで迫力を感じた可能性がある。これは、その一方で臨場感を損なっているとも考えられるため、さらなる研究の蓄積が望まれる。

加えて、飯田市美術館の会場で実施した自由記述調査の結果からは「テレビとは違い広く見れるので、周囲の様々な状況、ベンチの様子が見えるのはおもしろいと感じました。」(40歳代男性)や「会場全体の様子が見れて良かった。スタッフの人の動き等も見れて良い。」(70歳代男性)など、観客はスポーツだけでなく、会場で行われるスタッフやベンチでの動きなど、様々な会場内の雰囲気や背景的な「場」として感じ、臨場感として認識していると考えられる。例えば、今回の調査でも扱ったバドミントンは、通常のテレビ放送では試合中にシャトルが画面から外れ、連続性が損なわれるが、ドーム映像では高く上がるロブやサーブにおいても、その軌跡を追うことが可能となる。ドーム映像は、このように、背景的な「場」だけでなく、前景情報であるスポーツそのものを伝えることにも効果があり、試合をまさに会場で観ているという臨場感を楽しむことができたのではないかと考えられる。

さらに、迫力に関しても、「競技場にも行けず、身近で迫力を感じることができとても良かったです。」(70歳代女性)「臨場感があり、迫力満点でした。その場にいる様な感じで凄かったです。」(10歳未満女性)などの評価も得られた。これらは、スポーツそのものの迫力(例:スポーツクライミングにて選手が傾斜95°の壁を10秒程度で駆け上がる姿を間近に見られる迫力、3x3バスケットボールでの選手のスピードを最前列で経験)によるものと考えられる。寺本ら(2012)が提

表6. 一元配置分散分析および多重比較の結果

	①低照度		②中照度		③高照度		F 値	多重比較
	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)		
1. 評価性								
気持ち良かった／気持ちが悪かった	3.41	(1.25)	3.78	(0.98)	4.20	(0.89)	7.92**	①<③
好きだった／嫌いだった	3.51	(1.25)	3.65	(0.98)	4.38	(0.89)	10.53**	①<③ ②<③
良かった／悪かった	3.42	(1.34)	3.76	(1.09)	4.40	(0.89)	10.75**	①<③ ②<③
楽しかった／つまらなかった	3.53	(1.46)	4.05	(1.00)	4.33	(0.98)	6.63**	①<③
調和していた／ばらばらになっていた	3.66	(1.32)	3.86	(0.89)	4.31	(0.81)	5.50**	①<③
2. 迫力・空間性								
リアリティがあった／リアリティがなかった	3.78	(1.33)	4.11	(1.02)	4.44	(0.81)	5.19**	①<③
はっきりしていた／ぼんやりしていた	2.49	(1.31)	2.14	(1.06)	3.35	(1.14)	13.16**	①<③ ②<③
広がった／狭かった	4.34	(1.21)	4.32	(1.08)	4.58	(0.71)	1.04	
迫力があった／迫力がなかった	3.49	(1.50)	3.65	(1.25)	4.05	(1.33)	2.46	
立体的だった／平面的だった	3.61	(1.33)	4.00	(1.03)	4.15	(0.91)	3.46*	①<③

* $p < .05$, ** $p < .01$

唱する通り、迫真性は前景情報と調和した背景情報の重要性が示唆されている。今後はコンテンツ（競技）単位での解析を通して、各競技の迫力性を加味した分析が求められる。

最後に、今回の調査では考察ができなかった臨（隣）人感については、今後、有観客のイベントにて調査を行うことで、その特質を明らかにすることが可能であろう。ただし、観客との一体感は検証できなかったが、映像上の会場スタッフを間近に観ることで、観客同士による一体感ではない別の意味での一体感を得られた可能性が考えられる。

VII. おわりに

本論文では、メガスポーツイベントを通して、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同一仕様のコンテンツに対しての臨場感について調査した。本研究の結果から、臨場感はドームスクリーンの傾き（水平／傾斜）で異なることが認められた。また、臨場感はドーム径では大きく異なることも明らかにすることができた。しかし、ドーム径が小さいほど、「気持ち良かった」、「迫力があつた」の評価が高かった点は今後のコンテンツ面での解析も併せて進めることで、その関連性についての詳細な知見を得ることができると考えられる。そして、スクリーン照度は、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確かめられたことに加え、解像度が同じであってもより「はっきりしている」といった結果が得られた。つまり、ドーム映像の配信には、スクリーン照度が非常に重要であることが、本研究より示唆された。

冒頭で述べた通り、「身体旅行」と「ヴァーチャル・イメージ旅行」の境界が曖昧になってきているなかで（Urry 2014）、ユニバーサルツーリズムやオーバーツーリズムの課題を解決するためのバーチャルツーリズムの役割は非常に重要なものである。本研究の結果から、ドーム映像を通した高い臨場感を提供することで、この役割について一定の検証を行えたと考えられる。今後は、コンテンツ間での臨場感の差異の検討（例：スポーツ種目間での相違、ライブと録画での相違、カメラロケーションとの関係性）や、個別便益の評価を他の余暇活動の関係性（足立 2018）との間で整理し、解析することで、観戦型イベントのスポーツツーリズムの代替可能性について、さらに検証を加えていく必要がある。

謝辞

本研究にあたり、東京 2020 大会関係者、市民や関係者を集めて投映を行った全国の自治体・日本科学未来館などのプラネタリウム館の関係者、各投影システムに関係する企業・団体など、多くの協力を得ました。また、本論文作成においては、和歌山大学大学院観光学研究科澤田幸輝氏より多くのアドバイスをいただきました。ここに心から感謝の意を表します。また、ベースとなる技術研究を行い本研究を始めるきっかけ

けを作っていた故吉住千亜紀氏に改めて感謝の意を表します。

本研究は JSPS 科研費 19K01141 の助成を受けたものです。

文献

- 足立名津美、松岡宏高（2018）プロスポーツクラブのプロダクト特性の検討、スポーツマネジメント研究, 10（1）:59-80
- 安藤広志、カラン明子、Norberto Eiji Nawa、西野由利恵、Juan Liu、和田充史、坂野雄一（2010）臨場感の知覚認知メカニズムと評価技術情報通信研究機構季報, 56（Nos.1/2）:157-165
- Brendon, P.（1991）Thomas Cook: 150 years of popular tourism, London: Martin Secker & Warburg Ltd. 石井昭夫訳（1995）トマス・クック物語—近代ツーリズムの創始者, 中央公論社
- 濱口諒平（2014）ドームディスプレイ用実写映像コンテンツの撮影投影方法, 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科 2013 年度修士論文
- 阪急交通社、カンテレ、和歌山大学（2020）, <https://www.screens-lab.jp/article/25625>, 2022 年 4 月 1 日閲覧
- 畑田豊彦、坂田晴夫、日下秀夫（1979）画面サイズによる方向感覚誘導効果, テレビジョン学会誌, 33（5）:407-413
- Hyundai（2022）, CES2022: Hyundai unveils vision of new Metamobility concept, 'Expanding Human Reach' through Robotics & Metaverse, <https://www.hyundai.com/worldwide/en/brand/ces-2022/>, 2022 年 6 月 1 日閲覧
- 金澤勝、濱崎公男、西垣順二、竹内和浩、原田良三、今村崇之（2012）ドーム型シアターの特徴と必要な画質, 映像情報メディア学会誌, 66（1）:J30-J38
- 観光庁（2019）最先端 ICT（VRAR 等）を活用した観光コンテンツ活用に向けたナレッジ集
- 観光庁（2021）アフターコロナ時代における地域活性化と観光産業に関する検討会第 1 回配布資料観光を取り巻く現状及び課題等について
- 観光局（2022）年別訪日外客数の推移, <https://statistics.jnto.go.jp/graph/#graph--inbound--travelers--transition>, 2022 年 4 月 1 日閲覧
- コニカミノルタプラネタリウム（2022）, <https://planetarium.konicaminolta.jp/>, 2022 年 4 月 1 日閲覧
- 小柴恵一、木下真吾（2022）電子情報通信学会誌, 105(8, 別冊):974-980
- Meta（2022）Quest2, <https://www.oculus.com/quest-2/>, 2022 年 4 月 1 日閲覧
- 内閣府（2021）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推進委員会（第 12 回）プロジェクト 8 実行計画書
- 日本プラネタリウム協議会（2015）プラネタリウムデータブック 2015 : 71
- 大井田かおり、中辻晴香、河野千春、尾久土正己（2020）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, 日本観光研究学会機関誌, 31（2）:47-57
- 尾久土正己（2009）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）:1385-1389
- 尾久土正己（2016）観光と技術革新, 大橋昭一・山田良治・神田孝治編 ここからはじめる観光学—楽しさから知的好奇心へ, ナカニシヤ出版, 85-91
- 尾久土正己（2019）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, 73（3）:475-480
- One Planet Sustainable Tourism Programme（2021）– Glasgow Declaration: a Commitment to a Decade of Climate Action
- 堺都市政策研究所（2016）泉州地域におけるインバウンド推進施策に関

- する調査研究（その1）実態調査編, 33
- 寺本渉、吉田和博、浅井暢子、日高聡太、行場次朗、鈴木陽一（2010）
臨場感の素朴な理解, 日本バーチャルリアリティ学会論文集, 15 (1) :7-16
- 寺本渉、吉田和博、浅井暢子、日高聡太、行場次朗、坂本修一、岩谷幸雄、鈴木陽一（2012）バーチャル・リアリティの“リアリティ”, 社団法人映像情報メディア学会技術報告 ITE Technical Report, 36(12):37-44
- 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 4 月 1 日閲覧
- Travel DX（2022）どこでもドア Trip, <https://trip.dokodemodoors.com/>, 2022 年 4 月 1 日閲覧
- Urry,J.&Larsen,J.（2011）. The tourist gaze 3.0, Sage Publication, 加太宏邦訳（2014）観光のまなざし（増補改訂版）, 法政大学出版局
- VR 観光 コンソーシアム（2022）TOWNWARP, <https://townwarp.net/vrkanko.html>, 2022 年 4 月 1 日閲覧
- やんばるの森ビジターセンター（2022）映像ホール, <https://www.yambaru-vc.com/hall/>, 2022 年 6 月 1 日閲覧

受理日 2022 年 6 月 21 日