4章

360度VR映像の視聴

4-2

投射型のVRシステム

太田啓路†

キーワード：VR, HMD, CAVE, ドーム型スクリーン, 3D, ライブ配信

1. まえがき

2013年にVR視聴用デバイスを開発しているOculus社の開発キットが出荷されたことを皮切りに、新しいHMD(Head Mounted Display)を中心としたVR(Virtual Reality)のブームが再来している。筆者らは、これまでVRや360度映像に関わるコンテンツ制作、イベントのプロデュースおよび運営、簡易型VRビューワの開発など当該分野に関わるさまざまな案件に携わってきた¹⁾。その中でHMDを使用せずに、VRを体験させたいという要望が散見された。HMDを使用するイベントやデモで課題になるのは、一度に体験できる人数が少ないこと、衛生面や身だしなみの懸念から装着することを嫌う層がいること、装着に要するオペレーションの負担が大きいことである。特にHMDは、瞳孔間隔や目の調節など、最適な状態で視聴してもらうためには、システムの調整にも時間を要する。また安全性を考慮して、年齢制限についても懸念事項となることが多い。このような理由から、非接触でVRに相当する体験が可能な投射型のシステムの需要が増えてきている。

2. 投射型のVRシステム

2.1 没入感を伴う映像体験

筆者が初めて経験した、視野全体を覆う映像体験は、1996年から2002年まで新宿で営業していた高島屋東京IMAXシアターであった。横18m、縦25mと縦方向が異様に長いスクリーンに映し出される3D映像は、視野をすべてスクリーンが覆い、圧倒的な没入感であったことを記憶している。これは近年、多くのシネコンに導入されている「IMAXデジタルシアター」フォーマットよりも、視野角が大きい設計になっており、より没入感が感じられる。この体験は、没入感という意味では、現在のVRに匹敵するものであったといえる。

また筆者らは、2006年から、HMDを用いてパニック障

害治療用のVRコンテンツの開発を行っていた²⁾。使用していたHMDは、現在の十数倍以上高額であったが、視野角35度、解像度が、800×600pixelと、視野角、解像感共に没入感を伴うものではなかった。当時、没入感を伴うVRシステムとしては、4面のスクリーンに立体映像を投影し、高価なワークステーションで運用されるCAVEと呼ばれるシステムがあった。CAVEについては、後述する。このシステムは、大変高価なシステムであったため、使用できる機会は限られていたが、運良くCAVEへの実装をさせていただく機会を得た。自分が作成したコンテンツの中に没入できる体験は本当に素晴らしく、この体験も筆者の研究生活において大きなモチベーションの一つとなった。

その後、映像業界においては、2008年くらいから3D映像が盛り上がりを見せるようになり、VRというタームは、あまり耳にすることがなかったが、近年のVRブームとともに、再び投射型のVRシステムが、再評価されるようになってきた。

本節では、投射型のVRシステムをCAVE型、球面型、円周型の三つのタイプに分類し、それぞれの具体的なシステムや特徴、コンテンツについて紹介する。

2.2 CAVE型

CAVE(Cave Automatic Virtual Environment)とは、1992年にイリノイ大学Electronic Visualization Laboratoryチームが開発した没入型のVRシステムである。前方、左右、下方向の四面のスクリーンに、CGによる立体映像を投影することで没入感を伴うVR体験が可能である(図1)。多面立体表示システム「CAVE」(ケイブ)の商標をイリノイ大学が所有している。CAVEがアルファベットで4文字であることから、4面のタイプのものをCAVEと呼ぶのが通例であり、5面や6面のシステムも存在する³⁾。

CAVEでは、体験者が頭にヘッドトラッカを装着することで、隣り合うスクリーンの境目が自然にみえるように映像が描画される。一つのヘッドトラッカの位置に映像が最適化されるため、厳密に正しい映像を観ることができるのは、一人になる。そのズレを許容すれば、複数人で体験することが可能である。CAVEは、実物大でオブジェクトを

† 株式会社リ・インベンション/国際基督教大学
"Projection-type VR System" by Keiji Ohta (Re-Invention Co., Ltd., Tokyo/International Christian University, Tokyo)

図1 CAVE型ディスプレイ
(提供：神奈川工科大学 井上研究室)

投影できることから、産業用途からアートまでさまざまな領域で利用されている。

CAVEの簡易版として、ソリッドレイ研究所は、正面と床面の二面をL字型に配置した直角二面型スクリーンシステム「デュオサイト」を開発した(図2)。このシステムは、床面にも3D映像を投影することから、オブジェクトを床面から立ち上がる形で、実寸大に投影することが可能である。アニメのキャラクタに実際に会える体験や巨大なブランコに乗る体験など、さまざまなコンテンツに応用されている。

CAVEを用いた体験を複数人で共有するための解決策として、石井らは、空間型VR映像システム「Reverse CAVE(リバースケイプ)」を開発した。これは、VRコンテンツをHMD上で再生すると同時に、周囲に設置した半透明スクリーンに裸眼で視聴できる立体映像としてリアルタイムで投影するシステムである。CAVEは本来、内側に映像を投影するが、このシステムは、外側に投影することで、多人数でVRコンテンツを共有することが可能である⁴⁾。

2.3 球面型スクリーン

球面型のスクリーンは、形状で大別するとプラネタリウムのような全球に近いドーム型と半球のハーフドーム型に分類される。

近年、既存のプラネタリウム施設の新たな活用方法として、360度映像を上映する事例が増えてきている。360度映像は、容易にプラネタリウムの上映フォーマットに変換できることからプラネタリウムとの相性が良い。

360度映像の普及とともに、最近注目されているのが、180度3Dフォーマットである⁵⁾。このフォーマットは、後方180度の映像はないが、前方の視野を3D映像でカバーしている。360度映像とは違い、映像をつなぎ合わせるステッチが要らず、かつ通常の360度映像と同じアスペクト比で3D映像を送ることができる。コンテンツ制作のハードルを大幅に下げることができるので、スポーツのラ

図2 直角二面型スクリーンシステム「デュオサイト」
(提供：株式会社ソリッドレイ研究所)

イブ配信など、一部の業界ではこのフォーマットが広く使用されている。この方式は、ハーフドーム型のシステムと相性が良い。

経済産業省の平成29年度予算による「先進コンテンツ技術による地域活性化促進事業」において、ドームスクリーンを対象としたコンテンツ制作の取り組みが報告されているので紹介する⁶⁾。NHKエンタープライズは、ドーム上映用のコンテンツとして、歌舞伎作品「夢かうつつか」を制作した。若手実力派歌舞伎俳優尾上右近が幻想的なパフォーマンスを披露している。撮影には、8Kカメラレッドデジタルシネマ「Weapon Helium 8K」に250度の超広角レンズを使用した(図3)。国内には現在、4K/8Kを含む大型プラネタリウムが300以上あり、星空以外のアニメなども上映されていることから、同社では、数年前からドーム映像の検討を行っていた。撮影での課題としては、動きの早い被写体や被写体との距離感、ドームスクリーンの自己反射について報告している。

五島光学研究所は、ドローンの上下に複数台のドローンを搭載することで、プラネタリウム用の映像を撮影している。同報告書によると、プラネタリウムでの視聴は、HMDよりも視野角が広がるので、移動速度が速く感じ

図3 8KVR撮影用のカメラシステム
(提供：株式会社NHKエンタープライズ)

図4 ペーパードーム
(提供：Paperdome)

られるため、ドローンの速度を考慮して撮影していること、ドーム映像では年齢制限はないが、運営館によっては一部年齢制限を設けて上映したことなど、ドームシアター用のコンテンツ制作運営に関する知見を報告している。

簡易型のドームスクリーンとして、スーパースタジオ級建築士事務所は、ペーパードームを開発した(図4)。文字通り紙を材料としたドーム型スクリーンのダンボール製組立キットである。内径133cm奥行き95cmから、内径450cm奥行き360cmの物まで、さまざまなサイズを用意している。組み立て時間は、小さいものは、一人で1時間、大きいものは三人で四時間程と短時間で組み上げることができる。紙だけではなく、樹脂パネルや金属パネルでの作成も可能であり、落書きができるタイプもある。

半球ドーム型のスクリーンを活用した事例として、NHKエンタープライズ、NHKメディアテクノロジー、レコチョクの研究・開発機関であるレコチョク・ラボ、WONDER VISION TECHNO LABORATORYが共同開発した「8K:VRライド」がある(図5)⁷⁾。HMDを使用しないVR体験を目指し、幅5.2m、高さ3.4mのドーム型ワイドスクリーンに投射することで、水平180度、垂直120度と

図5 8K:VRライド
(提供：株式会社NHKメディアテクノロジー)

図6 zDome Uni
(提供：株式会社ザクセル)

人間の視野角をほぼカバーした映像を実現している。二人用の電動6軸モーションベースと5.1chサラウンドを組み合わせることで、視野いっぱいに広がる没入感とダイナミックな移動感あふれる体験ができる。筆者も体験する機会があったが、モーションライドとダイナミックな映像がマッチしており、空中を飛んでいるような感覚を味わうことができた。反転させた8K映像を、カーブミラーを経由して、スクリーンへと反射投映させることで、ソフトウェア的な処理を行わずドームへの歪み補正を行っている。

小型のドーム型スクリーンとして、ザクセルはzDome Uniを開発した(図6)。縦に配置した半球ドームとドームの横または天井から吊り下げた単焦点距離プロジェクタから構成される。ドームは、直径115cm、奥行き38cmで、アクリル製で表面を特殊塗料でコーティングすることにより光の乱反射を抑え、コントラストの高い画像を表示できる。表示ドームを一体成形しているために継ぎ目がない映像投影が可能である。プロジェクタを立体視に対応させることで立体映像の呈示も可能である。専用のキャリブレーションソフトウェアを有しており、イベントなどでプロジェクタの光軸がずれた時も素早く対応可能である。

図7 360度3DVRシアター「4D王」
(提供：株式会社ピー・ビーシステムズ)

2.4 円周型スクリーン

円周型スクリーンとして、ピー・ビーシステムズは、「360度3DVRシアター4D王」を開発した(図7)。このシステムでは、円柱形の3Dスクリーンに加えて、立体音響、床の振動、エアノズルによるギミックを組み合わせることで、五感を刺激する臨場感のあるコンテンツを楽しむことができる。常設タイプは、最大直径9.6mで、収容人数は60名である。常設タイプ以外にもイベント向けに可搬できるタイプのものがある。偏光眼鏡を採用しているために、オペレーションも簡易であり、体験者は容易に迫力のある360度3D映像を体験することができる。観光地や施設の魅力発信、音楽ライブ、CM、プロモーションの映像など、幅広いコンテンツを展開している。

3. 今後の展望

今後、こうした投影型のVRシステムで最も期待されるのは、360度映像のパブリックビューイングへの応用である。最近の360度カメラが8K相当の高解像度のライブ配信が可能になってきたこと、今後、次世代移動通信「5G」が実用化されてくることから、多人数で没入感のあるライブコンテンツを楽しむ手段として、プラネタリウムやドームシアターの活用が期待される。

コンテンツの面では、これまでCAVE型のシステムでは、CGを主体としたものが多かったが、今後は、3Dスキャン技術の進化とともに、実写を3Dモデルに変換していくようなコンテンツが増えてきている。PlayStation VRのコンテンツであるTom Grennan VRは、3D撮影した映像、撮影した映像から算出したデプスマップ、レーザスキャンしてモデリングした室内空間を組み合わせることによって、擬似的な3D空間を構築している⁸⁾。このような実写を3Dモデル化することで、実写のような3D空間を表現する投影型のコンテンツも可能となっていくであろう。

HMDが活用される機会が増えるとともに、同様の体験を同時に多人数に体験させる手段として、本稿で紹介したような投影型のシステムが併設される機会は増えていくであろう。とはいえ、HMD用に制作したコンテンツをドーム型で上映するためには、上述したようなスピードの調整に加えて、立体映像の視差の調節など、視野角の違いを考慮に入れたコンテンツの調整や演出に関する検討が必要である。HMDと投影型のVRシステム、それぞれの特徴を活かしたコンテンツ制作の知見を蓄積していくことが当面の課題である。

(2018年10月10日受付)

〔文 献〕

- 1) 太田啓路：「簡易型HMDのビジネス応用と人間工学」, 映情学誌, 71, 3, 283-286 (2017)
- 2) 李ほか：「地下鉄パニック障害治療用のVRコンテンツ開発」, VR学会論, 12, 1, 57-65 (2007)
- 3) 井上哲理：「没入型ディスプレイ」, 映情学誌, 68, 4, pp.321-323 (2014)
- 4) A. Ishii, M. Tsuruta, I. Suzuki, S. Nakamae, T. Minagawa, J. Suzuki and Y. Ochiai: "ReverseCAVE experience: providing reverse perspectives for sharing VR experience", In SIGGRAPH Asia 2017 VR Showcase (SA '17), ACM, New York, NY, USA, 9, p.2 (2017) DOI: <https://doi.org/10.1145/3139468.3139482>
- 5) VR180, <https://vr.google.com/vr180/>
- 6) 先進コンテンツ技術による地域活性化促進事業, <https://www.vipo.or.jp/project/senshin/>
- 7) 8K:VR, <http://8kvr.net/ride/jp/>
- 8) Tom Grennan VR, <https://www.jp.playstation.com/games/tom-grennan-vr-ps4/>

太田 啓路 2006年、早稲田大学大学院国際情報通信研究科博士後期課程修了。2008年、(株)クオリティエクスペリエンスデザイン設立。2009年より、同社代表取締役。2014年より、同社顧問。2013年、(株)リ・インベンション設立。同年より、国際基督教大学客員准教授。3DやVRを中心とした次世代メディアに関するコンサルティング、コンテンツ制作、プロデュース業務に従事。著書に「3D立体映像表現の基礎－基本原理から制作技術まで－」(オーム社)。