

## 1. 研究の背景

筆者らは、コンピュータ上に構築したバーチャル空間を、単なる映像提示ではなく人間の感覚系に作用するような提示を実現することによって、まるでその空間に自らが存在するような没入感や臨場感を伴う空間体験を実現する技術、すなわち、マルチモーダル高臨場感VR技術の開発に取り組んでいる。

この技術を都市空間や住空間などの空間設計、遠隔操作や災害時避難などのシミュレータ、さらには教育やエンターテインメントなどに応用することによって、従来手法では不可能であった詳細検討、くつろぎや緊迫感などを感じる高い臨場感・没入感を伴った体験や訓練を実現すると考えている。

人間の感覚系の中で視覚によって得られる情報は最も多く、感覚系の80~90%を占めると言われている[1]。従ってVRにおける視覚提示は、単に映像を提示するだけでなく、バーチャル空間への没入感を体験者に与えることが求められる。

一方、人の視野を覆うような映像提示を行うと、映像との相対的な位置関係が平衡感覚や運動感覚に大きな影響を及ぼし、その映像に没入した感覚を得られるとの報告がある[2]。そこで筆者らは、人間の視野を広範囲に覆いながら歪みのない映像を等身大スケールで立体的に提示するという技術課題、云わば人間の視覚特性に適合した視覚に対する自然な映像提示、に対して、ドーム形状スクリーンを用いて広視野映像でしかも歪みのない立体映像提示の構築手法を提案する。

筆者らは、既開発の直径6.8mの大型ドームディスプレイ[3][4]において、およそ水平方向180度、垂直方向90度の視野をドーム形状スクリーンによって覆い、そこに歪みのない映像を等身大スケールで立体的に提示する手法を構築した。視野のほとんどを立体映像で覆うことで、特に都市空間設計においては、まるで仮想の都市空間を歩いているような没入感や臨場感を伴った空間体験を実現することを確認した。また、後述するように、複数の平面スクリーンの組み合わせと比較して、ドームスクリーンはスクリーン間の接合部分やそこでの折れ曲がりがないという長所を持つことを確認した。

一方、大型ドームディスプレイは、大きな設置スペースを必要とし、映像生成に高価なワークステーションを用い、映像投影に特殊なCRT方式プロジェクタを用いるため、コストが非常に高くなるという課題を持つ。そこでこれらの課題を解決するために、汎用的なPCやプロジェクタを用い、スクリーン径を通常のオフィスに設置できる程度に小さくして、少人数でも大型ドームと同等の実スケール・立体映像提示が可能な小型ドーム形状没入型視覚

ディスプレイの開発を目指した。

本稿では、まず関連研究について述べ、次に小型ドームディスプレイ構築手順について述べる。さらに本開発の中心部分である球面に対する映像歪み補正技術について手法を示し、小型ドームディスプレイによる映像提示の評価を述べる。最後に得られた知見、及び今後の計画についてまとめる。

## 2. 関連研究

大画面で体験者の周囲を取囲むことによって広視野で没入感の高い映像を提示する没入型ディスプレイはIPD[5]と呼ばれている。IPDの研究事例・他社商品としては、複数の平面スクリーンを多面状に配置して投影するCAVE[6]・CABIN[7]・COSMOS[8]や曲面スクリーンに投影するOMNIMAX Theatre[9]・Enosphered Vision[10]・VisionStation[11]・臨場館[12]などがある。視野を映像で覆うためには、人間の視野が楕円形状であることから曲面の方が望ましいと考えられる。

曲面形状のスクリーンは、複数の平面スクリーンを用いる方式と比較して、スクリーン間の接合部分や折れ曲がりがないという長所がある。多面スクリーンにおいては、視点位置追従による補正が正確でない、もしくは体験者が複数になる場合、直線はスクリーンのつなぎ目を頂点とする2本の折れ曲がった線分として知覚される。これはビルなどの構造物に関して梁などが折れ曲がって見えることになり、空間の知覚に違和感を感じるようになる。曲面スクリーンにおいては、体験者が複数になり視点位置の補正が正しく行われなかった場合においても、表示面の曲率が一定もしくは連続的な変化となるため、直線は連続な曲線として知覚され、ある程度直線が曲線にマッピングされたとしても、体験者はそれを直線として知覚するため、複数人の体験者が同時に違和感なく構造物を知覚することが可能となる[13]。

一方、曲面形状スクリーンへの映像提示には、形状に応じた何らかの映像歪み補正機能を必要とする。OMNIMAXはフィルム映像の表示が主であり、この場合は投射系に適合したレンズ系を撮像時に使用して画像を作成する。VisionStationや臨場館では特殊レンズによる光学系で歪み補正を行う。光学系を用いる場合、スクリーンの大きさや曲率などを変更すると、新たに光学系を設計しなければならないという短所がある。

また、アミューズメント施設などで見受けられる曲面形状スクリーンの多くは、その曲率が小さいため、歪み補正を行わず、映像の歪みを考慮したものとはなっていない。筆者らは、ドームスクリーンに対応した正確な映像歪み補正機能をソフトウェアに