

空中ディスプレイとその空間メディア技術への応用展開

宇都宮大学 オプティクス教育研究センター
山本裕紹

1. はじめに

映画『スターウォーズ』や『アイアンマン』では、何も無い空中に浮遊する映像が描かれ、科学技術の進歩を印象づける。こうした空中に映像を表示する技術は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）パンデミックを契機に非接触インターフェースとしての社会実装が加速している。空中映像を用いた決済端末がコンビニに、またエレベーターのボタンや病院の受付端末で実用化されている。すでに現金自動預け払い機（ATM）の非接触操作パネルとして国内で1千台を超える実装がなされている。

このような新しい情報ディスプレイ技術は、情報端末の進歩が我々の日常生活を変化させたように、サイバー空間と現実空間を高度に融合させる端末としての役割が期待されている。情報通信技術の発展により、我々と情報との接し方も変化し、新聞やテレビといったマスメディアが主流だった時代から、SNSなどのソーシャルメディアが普及し、多くの人々が情報を共有できるようになった。メディア技術は15世紀のグーテンベルクによる活版印刷、19世紀のダゲレオタイプ、1926年の高柳健次郎博士によるテレビジョン技術、1982年のTCP/IP標準化を契機としたインターネットの普及などを経て大いに発展している。コロナ禍を経て人的交流のオンライン化が進み、サイバー空間での協働を可能にするメタバースが注目されている。サイバー空間において可能な活動が数多く増えるとしても、我々の身体は現実空間に生きていることから、食べることを含めて現実空間での活動は必須である。

我が国では、第5期科学技術基本計画で提唱されたSociety 5.0に基づき、サイバー空間と現実空間を融合させた人間中心の社会構築を目指して、国内外の情勢変化を踏まえて具体化が進められている。とりわけ、XR（仮想現実、拡張現実、複合現実を含む）技術の進歩は、教育、医療、エンターテインメントなど多岐にわたる分野で注目されているところである。空中ディスプレイ技術は非装着かつ無拘束でXRを可能にするため、自由空間をメディアにかえる技術として新しい情報伝達の形を模索し、未来の社会における重要な役割を担うと期待されている。

本稿では、Society 5.0で普及が期待される空中ディスプレイ技術について、国際電気標準会議（IEC）で発行された国際標準化文書での定義を含めた概要を解説する。次に、筆者の研究室で進めている再帰反射による空中結像（AIRR）の基本光学系、演劇などのエンターテインメント応用で活用されている光学シースルー構造のAIRRを解説する。さらに、解像度を格段に向上させるレンズ補強AIRR（LeAIRR）の光学系について解説する。さらに、空中ディスプレイの空間メディア技術への応用について、公衆向けに「空中ディスプレイ報道写真展」として実装された事例や演劇のサポートツールとしての応用事例や現代能の演出に実用化された事例を紹介する。

2. 空中ディスプレイの概要

2-1 広い意味での空中ディスプレイ

空中に映像が浮遊して知覚されるように表示する手法は、古くは劇場での演出に使われた記録がある。ペッパーズゴーストと呼ばれる手法は、劇場のステージに設置されたビームスプリッター（ハー