

独自のレンズアレイ方式による空中映像と 様々なインターフェイスへの応用

Aerial image by lens array and Application to various interfaces

石川 大

Masaru Ishikawa

ライト&イメージ 代表

[動画サイトへのリンク](#)

独自開発した特殊なマイクロレンズアレイ(浮遊映像レンズ)による空中映像方式を紹介する。この方式では明るく鮮明な空中映像が得られ、装置全体をコンパクトに実現出来る。

また最大の特長はキーパーツとなる浮遊映像レンズの量産性を高めた事で、リーズナブルなコストを実現した点である。こうした特徴により様々なインターフェイスへの応用提案が可能となっている。

1. はじめに

近年、バーチャルリアリティー (VR) 技術が注目を浴び様々な用途に用いられている一方、専用のゴーグルや眼鏡を装着せずに裸眼で見ることの出来るもの、特に多数の SF 映画で未来像として描かれてきた空中映像も様々な開発が進んでいる。¹⁾ VR のように広大な仮想空間に没入する臨場感とは異なり仮想空間から必要な情報を選択し裸眼で見られる実空間に引き出すかのような感覚はミニチュア的、箱庭的臨場感と捉える事も出来る。²⁾

さらに何もない空間に表示された映像に手を触れることが出来るので、インタラクティブ機能やコミュニケーション機能を備えた新しい形のユーザーインターフェイスとして様々な応用提案が可能となる。³⁾

以上のことを念頭に筆者らは長年にわたり独自技術のレンズアレイ(浮遊映像レンズ)による明るくてコンパクト、リーズナブルな空中映像方式を開発してきた。

2. 原理

図1に示すようにディスプレイに表示された映像は浮遊映像レンズによって集光されて焦点を結び、観察者が見ている側の空間に結像される。これは実像であるため輻輳と調節の不一致を起こさず、眼に負担が少ない映像を裸眼で自然に観察することができる(図2参照)。

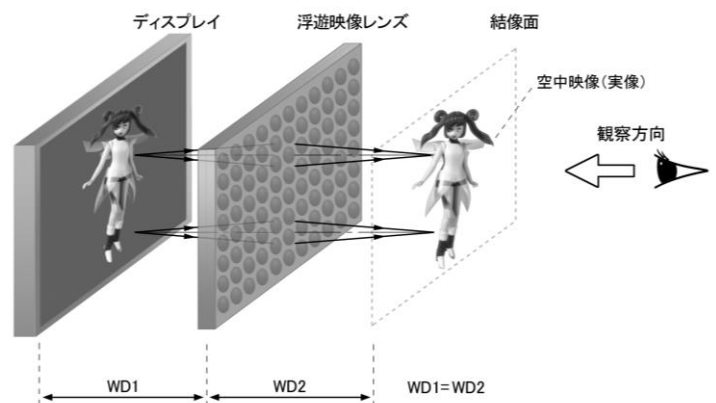


図1 基本構成

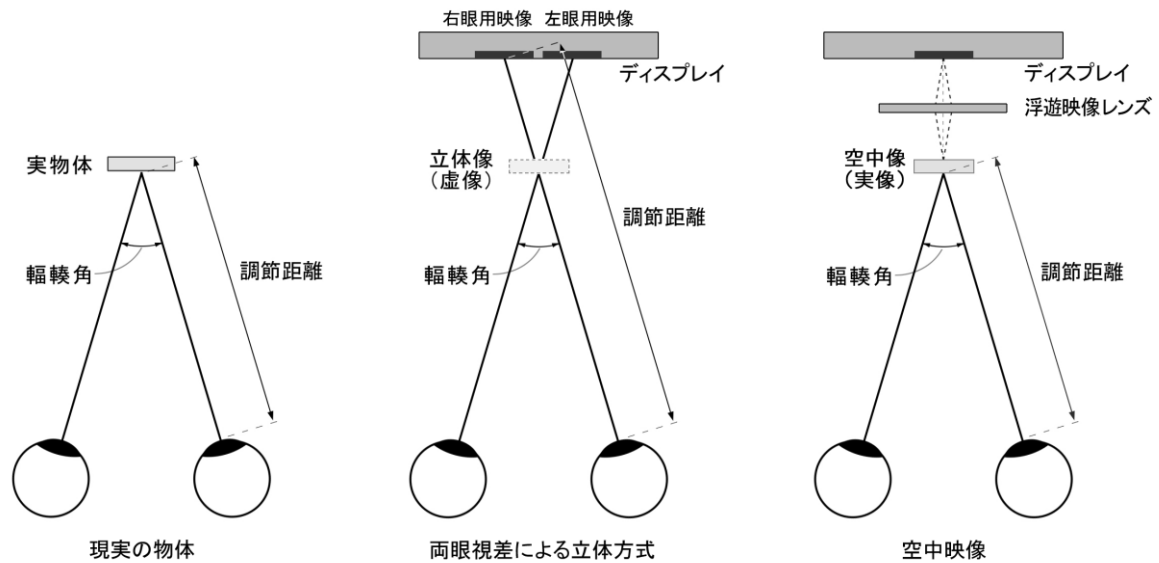


図2 輻輳と調節の関係

浮遊映像レンズは一般的にマイクロレンズアレイと呼ばれる小さなレンズの集合体であるが、空間に映像を結像させるために独自開発した特殊な仕様、構造のものとなっている。

3. 構成

浮遊映像レンズは図1に示すようにディスプレイに対して平行に配置可能であり、装置全体を薄くコンパクトに構成する事が可能である。また表示像(ディスプレイ)のサイズを大きくしても装置全体の奥行きは変える必要がなく、ディスプレイからそれほど遠くない距離に空中映像を表示できるので表示像の大きさによらず装置全体の厚みを抑える事が出来る。レンズとディスプレイ間の距離がレンズと空中映像の距離に等しくなるような正立等倍となっており、レンズを境にしてディスプレイ映像と空中映像とは面対象の関係になる。

観察者はレンズと正対し観察することになり、観察できる範囲はレンズ正面を中心に 20° 程度となる。

4. 心理的要因とコンテンツ制作

図1のディスプレイが平面である場合、空中に映し出される映像は浮遊映像レンズによって定義される空間上の平面であり両眼視差情報を持たないが、人間の視覚的・心理的な特性を考慮した単眼奥行き手がかり(陰影や遠近感、コントラスト、物の大小、運動視差、きめの勾配、重なり合い等)を適度に加味して描き(または撮影をし)、それ以外の背景を黒色にすることで実際には平面映像であってもより立体的に感じる空中映像とすることが出来る。²⁾

このようにコンテンツ制作においては両眼視差による立体映像方式のように右眼用と左眼用の映像を用意する必要がなくCG,実写撮影によらず比較的容易に映像制作を行うことができる。

5. 浮遊映像レンズの製造方法・技術

浮遊映像レンズは精密な光学部品であるため、歪みなく均一な空中映像を提示する為に高い精度での製造技術が必

要となる。

[株式会社IMUZAK](#) (株式会社イムザック: 代表取締役社長 澤村一実) は精密、微細ナノ加工で実績ある山形県のベンチャー企業であるが、その保有する独自技術、ノウハウにより面精度を均一に保ったまま数万のレンズを光学的精度で金型加工し、両面凸レンズ形状を高精度で射出成型・転写する事が実現出来た。このような高い量産性により明るく歪みのない浮遊映像レンズを市場ニーズにマッチした価格で部品供給する事が可能となった。

なおIMUZAKでは既に浮遊映像レンズのサンプル出荷、ならびに量産受注を開始している。表1にサンプル品の仕様を、図3に写真を示す。

表1 浮遊映像レンズ サンプル仕様

6.5インチ (4:3) サンプルレンズ仕様 (仕様は予告なく変更する場合があります)	
焦点範囲 (WD)	およそ35~50mmを推奨 (レンズを挟んで両側に等距離、面対称)
視野範囲	正面から見て約20° (片側10°) (左右上下とも)
レンズ領域	134×102mm
厚み	約5mm (保護カバー付きの場合)
重量	約100g

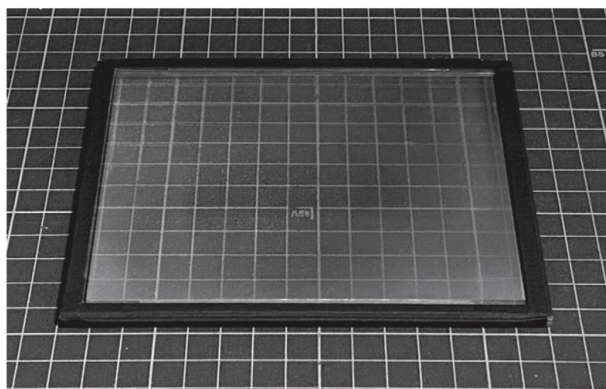


図3 浮遊映像レンズ(サンプル)

6. ユーザーインターフェイスへの応用

6.1 タッチレス空中インターフェイスとして

空中映像装置は空中映像と観察者の間で優れたインタラクティブ性を実現することが出来る。観察者が空中映像に触れようと近づけた手や指をセンサーで検出し、それに応じて素早く映像や音声を切り替えることで、実際の感触は無いもののあたかも空中の映像に触れたかのような印象を与えることができる。

空中映像は、観察者が実際に触れたと意識する空間位置にある実像なので輻輳と調節の不一致もなく、観察者とのインタラクティブなやり取りにはたいへん適している(図2参照)。またタッチレスな操作を行う上で空中映像が存在する事は重要で、目指す空中位置に確実に指を運ぶ事が可能なだけでなく、結像位置が明確に把握できる事でどこまで指を近づければ良いか分かり易くなり「結局は装置に接触してしまうのではないか」という心配も相当軽減されるものと考ええる。

このようなインタラクティブ性に優れた特徴を活かすことでタッチパネルの将来形としてのタッチレススイッチをはじめ、様々なタッチレス空中インターフェイスとして新しいユーザーインターフェイス像を提案する事が可能である。

6.2 タッチレススイッチ(空中タッチスイッチ)の開発

ウィズコロナ、アフターコロナでの安心、安全を目指し、非接触操作によるタッチレススイッチ(空中タッチスイッチ)を開発した。図4に試作品の写真を示す。写真からも明るい空中映像である事が伝わる事と思う。

タッチレスなので指紋や触れたボタンの痕跡が残らず、横からのぞいても映像が見えにくいいためセキュリティ性が求められる ATM やマンション等のエントランス、また衛生管理の厳



図4 タッチレススイッチ試作品(空中映像は実写)

しい医療、食品関連や各種自動販売機等に活用でき、比較的薄型コンパクトな構成のため壁への埋め込みも可能である。是非、動画で御確認頂きたい。→[試作品デモ動画リンク先](#)

次に内部構成を図5に示す。液晶ディスプレイから35mm離れた位置に浮遊映像レンズを画面と平行に配置し、面

象となる空間位置に空中映像が結像される。この結像位置に合わせてIRセンサー(赤外線検知非接触タッチセンサー)を配置し、空中のXY平面内(結像面)にある指の位置データを検知しPCに信号が送られる。PC側では指の位置に応じたボタンが押されたことを検知しアプリケーションが動作する



タッチレススイッチの
デモ動画へアクセス

図5 タッチレススイッチの構成(QRコードはデモ動画リンク先)

仕組みとなっている。

なおセンサーは用途に応じて適したものを選択すれば良いが、今回はこのサイズにおける位置精度と応答性を考慮し IR センサーを選択した。

以上のように全体的にコンパクトな構成となり、少ない部品点数で比較的リーズナブルに実現できる点が好評を得ている。

6.3 曲面結像によるスロット風デモ機

未来のカジノスロットマシンを意識した「Floating Interface」を CES2020 (1/7～10、ラスベガス)に出展した。

ディスプレイに曲面 OLED(有機 EL)を採用する事で、空中映像が実際のリールのように凸凹弧状にカーブして結像し奥行のある表現を実現している。空中映像に指が触れた事を IR センサーが検知する事でリールの回転が減速し止める



図6 スロット風デモ機の外観
(QR コードはデモ動画リンク先)

ことが出来、稀に絵柄が揃えばファンファーレが鳴るというゲーム的要素を盛り込んだコンテンツとなっており、立体的な映像表現の新たな応用を提示した。

[→紹介動画リンク先](#)

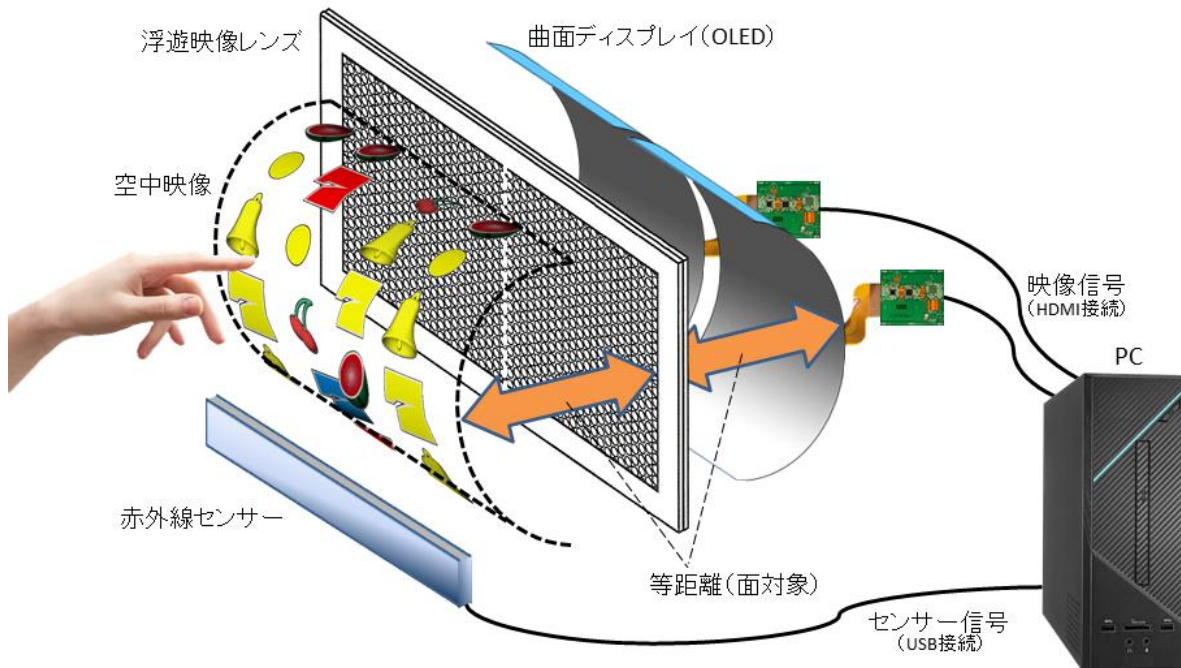


図7 スロット風デモ機の構成

6.4 自動車室内への応用

自動車室内に置ける将来的な応用例として、操作したいインターフェイスを必要に応じてダッシュボードやインパネから飛び出させ空中映像とし、それを手の動作あるいはジェスチャー等で操作する事が考えられる。ドライバーに近い位置に物理的スイッチを設置せずとも各種操作が可能になる事で利便性と安全性の向上が期待でき、ある程度の自動運転が普及した際は多少の演出性を持たせる等の可能性も出てくる。

また操作が必要ない場合でも適宜重要な情報を手前の空間に飛び出させ注意喚起を促すことが可能となる。図9は自動車室内における空中映像インターフェイスの将来イメージである。

過去に試作した未来的カーナビを意識した車室内インターフェイスデモ機を図8に示す。空中映像による立体的アイコンを手で左右に押し出したりするジェスチャー動作によるインタラクティブ操作を実現している。[→デモ動画リンク先](#)



図8 車室内インターフェイスデモ機
(QRコードはデモ動画リンク先)



図9 自動車室内における空中映像インターフェイス (将来イメージ)

6.5 家庭内 AI コミュニケーション装置への応用

現在、家庭に普及しつつある AI スピーカーの機能をさらに発展させた将来像として、擬人化されたキャラクターとの会話機能や空中タッチ機能による未来型コミュニケーション装置（家庭内コンシェルジュ的なもの）が想定される。

図 10 に家庭内 AI コミュニケーション装置の想像図を示す。

音声だけのコミュニケーションに加えて身振りやしぐさなどの非言語的表現も含んだより進んだエージェント機能を備えてゆく際に、実在感ある空中浮遊映像が大きく寄与してゆくであろうと考える。



図 10 家庭内 AI コミュニケーション装置(イメージ)

7. 今後の展望

[株式会社IMUZAK](#)は令和 2 年度戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業)に採択されており、3ヶ年計画で浮遊映像レンズの広視野角化、高解像度化、サイズ拡大化等を進め、進化したインターフェイスによるデジタル環境を推進する計画である。また自動車関連業種から多数のご興味

を頂いており、将来の自動車室内における空中映像インターフェイスを想定したデモ機を企画・開発中である。その想像図を図 11 に示す。



図 11 自動車室内を想定した空中映像インターフェイスデモ機(イメージ)

8. まとめ

本方式はシンプルな構成でありながら鮮明で明るい空中映像を浮かび上がらせ、システム全体をリーズナブル、コンパクトに実現する事ができる。キーパーツとなる「浮遊映像レンズ」は高い量産性を誇り、市場ニーズにマッチした価格で供給可能である。

応用提案においては新しい感覚の映像表現、立体的な映像表現の新たな方向性を示す。特に優れたインタラクティブ性を生かし、これまでにないユーザーインターフェイスの形を提案する事で映像における新たな価値、概念を生み出す可能性を示唆する。

参考文献

- 1)山本裕紹 OPTRONICS (株)オプトロニクス社 6月号
P64～66 2019年
- 2)石川大、箱庭的臨場感の提案と、めがね無し小型立体表示装置の開発、PIONEER R&D VOL12 No.3 pp.47-58、
2002
- 3)石川大、采原克美、富澤功、「フローティングインターフェース」の開発、PIONEER R&D VOL16, No.2、pp.50-61、
2006

お問い合わせ

・株式会社 IMUZAK (イムザック)

<http://imuzak.co.jp/ja/contact>

k_sawa@imuzak.co.jp

・ライト&イメージ (Light & Image)

info@imge.jp