

AR/VR/MR 機器の技術と関連部材

～メタバースを支えるデバイスと材料の市場～

2022年9月5日

(抜粋編)

(有)カワサキテクノロジーサーチ

企画・編集協力：テック・アンド・ビズ（株）

内容

第1章	はじめに：メタバースとXR（AR/VR/MR）映像機器	1
第2章	世界のXR（AR/VR/MR）動向	2
2-1	世界の展示会イベントでみるXRの盛り上がり	2
①	CES (Consumer Electronics Show)	2
②	MWC(Mobile World Congress) 上海.....	3
③	AWE(Augmented World Expo) USA.....	4
④	Touch Taiwan	6
2-2	国際会議での技術開発状況.....	8
①	SID (The Society for Information Display) 国際会議.....	8
②	SIDの併設展示会.....	9
③	SID Symposium	10
④	急成長するICDT (International Conference on Display Technology、中国) などアジア各地の国際会議	11
⑤	ICDT 併設展示会.....	12
⑥	Metaからのメッセージ.....	13
第3章	AR/VR/MRの市場動向.....	14
3-1	メタバースの入り口となるAR/VR/MR機器と言葉の分類と定義	14
3-2	AR/VR/MRの製品と対象市場.....	17
3-3	VR機器の代表例.....	18
①	Meta Quest社のQuest 2	18
②	SONYのPlay Station VR	19
③	ShiftallのMegane X.....	21
3-4	AR機器の代表例.....	22
3-5	MR機器の代表例.....	24
3-6	AR/VR/MRの市場予測.....	26
第4章	AR/VR/MRのキーデバイス（ディスプレイ）	32
4-1	LCD（液晶ディスプレイ）： 構造、特徴、性能、など	32
4-2	LCoS（反射型液晶）： 構造、特徴、性能、など.....	36
4-3	DMD (Digital Micromirror Device)： 構造、特徴、性能、など	37
4-4	OLEDおよびマイクロOLED： 構造、特徴、性能、参入企業など	38
4-5	マイクロLED： 構造、特徴、性能、製造プロセス、など	45
4-6	レーザ（網膜描写）：構造、特徴、性能、など.....	50
4-7	コンタクトレンズ型（未来のAR）	52
第5章	光学系	53

5-1 基本光学系.....	53
5-2 VR の光学系.....	56
5-2-1 Fresnel (フレネル) レンズ系.....	56
5-2-2 Pancake (パンケーキ) レンズ系.....	60
① Meta 社の動き.....	60
② パナソニック社の動き.....	61
③ HTC 社の動き.....	63
④ Apple 社の動き.....	64
⑤ 中国レンズメーカーの動き.....	66
5-2-3 波動光学系の導入.....	68
5-3 AR/MR の光学系.....	71
5-3-1 プリズム方式.....	71
5-3-2 Birdbath 方式.....	73
5-3-3 レーザスキャニング方式.....	75
5-3-4 Waveguide 方式.....	77
5-4 XR 関連光学レンズ市場.....	88
第 6 章 XR 周辺開発技術.....	90
6-1 車載 HUD(Head up Display).....	90
6-2 空中ディスプレイ.....	97
第 7 章 センサによる空間認識.....	107
7-1 AR/VR/MR センシングの基本.....	107
7-1-1 トラッキングセンサの種類.....	111
7-1-2 トラッキングセンサの搭載位置の違いによる測定方式の違い.....	113
7-1-3 インサイドアウト方式による空間認識.....	115
7-2 LiDAR センサのシステム.....	121
7-2-1 MEMS ミラー方式によるスキャン.....	123
7-2-2 OPA 方式によるスキャン.....	125
7-2-3 液晶スイッチ方式によるスキャン.....	126
7-2-4 d-ToF 方式について.....	127
7-2-5 i-ToF 方式について.....	130
7-3 LiDAR センサに関わる材料.....	134
7-3-1 シリコンフォトニクス技術を用いた LiDAR.....	134
7-3-2 赤外線センサカバー兼フィルタ.....	136
7-4 トラッキングセンサ市場推移.....	138
7-4-1 IR カメラ.....	138
7-4-2 超音波センサ.....	139

7-4-3 TOF センサ.....	140
第 8 章 表示性能と課題	141
8-1 基本性能	141
8-2 解像度、スクリーンドアエフェクト.....	142
8-3 視野角 (FOV : Field of View)	144
8-4 画素数.....	145
8-5 動画表示 (フレーム周波数、応答速度)	146
8-6 VR 酔い.....	148
第 9 章 まとめ	149
9-1 現在のポジション	149
9-2 現状の課題	150
9-3 今後の方向	151

第1章 はじめに：メタバースとXR（AR/VR/MR）映像機器

最近注目されている「メタバース（超宇宙）」は、一般的にネットワーク上やコンピューター上に作られた仮想空間を指す。普段活動している現実世界から仮想空間に瞬間移動し、この仮想空間で提供される様々なサービスや活動を通して、現実世界を超えた生活やビジネスが可能になってくる。この仮想空間では、自身の分身であるアバターを通して他人との交流を行ったりすることができる。

このメタバースの世界に入り込むには、仮想空間を映し出す映像機器が必要になる。既にある機器としては、世の中に広く普及しているモニターディスプレイがある。コンピューターと人間を繋ぐマン・マシーン・インターフェースとしての表示ディスプレイであり、このモニターディスプレイはメタバースへの入り口として既に使われている。

これから期待されるのは、仮想空間でより臨場感のある映像を見せるためのAR機器、VR機器、MR機器になる。XR（エクステンディッドリアリティ）で総称されるAR/VR/MR機器が重要な役目をし、AR/VR/MRセット市場の急成長も期待されている。AR/VR/MRセットには、ディスプレイ、光学系、センサ、音響、無線など様々な先端デバイスが搭載・集積されており、それらデバイスの性能を発揮するための様々な部材が使われている。

このAR機器、VR機器、MR機器で重要な事は、仮想空間を作り出す「映像技術」とその中で違和感なく活動できる「自然なインターフェース」になる。この「映像技術」とは、まさにディスプレイ技術そのものであり、加えて、そのディスプレイの映像を人間の網膜にうまく映す事によって、空間に虚像（仮想映像）を見せる為の光学系が重要な役目を果たす。更には、仮想空間に映し出された映像を人間の五感に合わせて操作するためのインターフェースが必要になってくる。センサ技術を駆使した「自然なインターフェース」が仮想の世界の中で活動するためには欠かせない。

本資料集では、AR/VR/MR機器の技術や特徴、搭載されているディスプレイの種類と性能、表示をつかさどる光学系の構造・原理・使用部材、メタバースの仮想空間と現実空間をシームレスに繋ぐために重要なセンサなどのハードウェアを中心に最新の情報を掲載する。更には、AR/VR/MRの世界に没入する際に問題となる表示の課題や改善方法などを整理し、今後の技術や材料の方向を掴む為の情報を提供する。

AR/VR/MR機器の市場ではベンチャーやスタートアップ企業の参入も活発で新しい技術や製品の発表も相次いでいる。世界中で開催されている展示会や会議などでは、多くの企業の活発な動きを見ることができる。その最新のホットな状況を紹介しながら、各企業が目指している将来の方向や市場規模などについても整理し掲載する。

第2章 世界のXR（AR/VR/MR）動向

2-1 世界の展示会イベントでみるXRの盛り上がり

① CES（Consumer Electronics Show、@Las Vegas）

世界各地では、XR（エクステンディッドリアリティ）に関するイベントが頻繁に行われ、AR/VR/MRに関する様々な技術や製品の発表が行われている。2022年では、年初のCESが米国 Las Vegas で2年ぶりにリアル開催された。2021年は新型コロナウイルス感染症拡大によりオンライン開催になり、リアル展示が再開された2022年も開催直前にオミクロン株の拡大で参観を見合わせた方も多かった。一方で、CESを継続的に追いかけている業界レポーターなどが、ビデオ撮影しながら会場を廻る映像をネット上に配信しており、中には3Dカメラで撮影された映像もあり、VRゴーグルを使って視聴すると実際に会場にいる臨場感が伝わってきてメタバースの世界に入り込んだ体験をすることもできる。

CES2022にリアル出展した企業の中では、TCLが様々な大画面ディスプレイ製品と共に、ARグラスに関しても積極的な展示を行っていた。TCLのARグラスで搭載しているディスプレイは、現行製品にはマイクロOLEDを採用しており、開発品にはマイクロLEDを使ったより高い性能をアピールしていた。マイクロLED搭載品は開発段階のプロトではあるが、期待度も高く多くのメディア記事にもレポートされている。（マイクロOLED、マイクロLEDなどのディスプレイの詳細は後述）



図 2-1 CES2022 に登場した TCL の AR グラス

左側は、マイクロ OLED 搭載モデル。右側は開発中のマイクロ LED 搭載モデル。

（出典：上方の実物写真は、現地での代理参観者（アバター）によって撮影。

下方のコンセプト図は、TCL 社の HP <https://www.tcl.com/jp/ja/ces-2022> より）

第3章 AR/VR/MR の市場動向

3-1 メタバースの入り口となる AR/VR/MR 機器と言葉の分類と定義

VR (Virtual Reality) 機器は、ゴーグル型で目の前を完全に覆ってしまい、仮想空間に没入する環境を提供するツールとなる。AR (Augmented Reality) 機器は、現実空間の中に、仮想の映像を重ね合わせて表示させる機器であり、現実の世界と仮想の世界を融合させる機器となる。更に、AR を発展させた MR (Mixed Reality) も今後重要になってくる。AR の場合には、現実世界の中に仮想の映像が表示されるだけであるが、MR では、その映像を、あたかも現実世界にある実物のように操作できる機能を持っている。

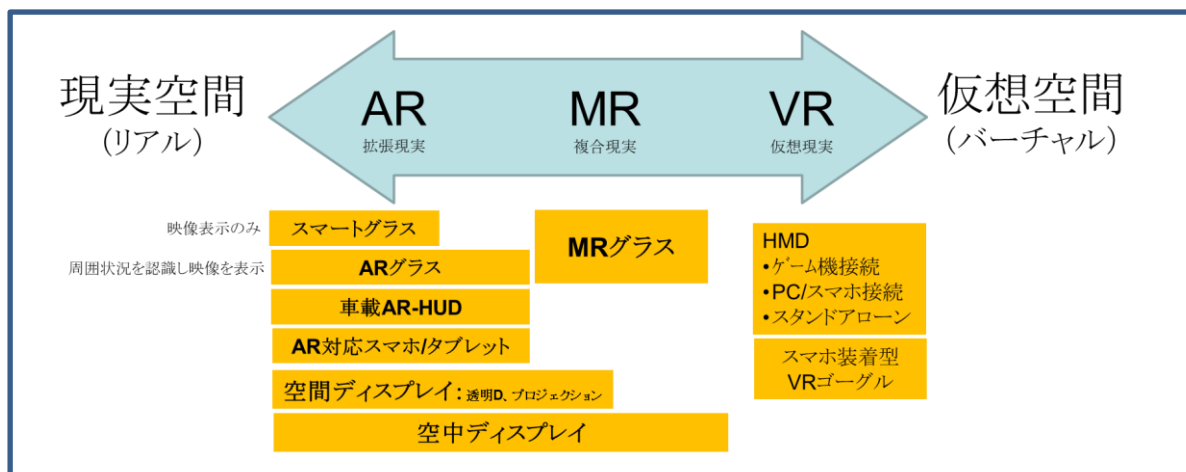


図 3-1 XR のイメージと対応機器（テック・アンド・ビズにて作成）

完全に仮想の世界に入り込む仮想現実（VR）と現実世界に仮想映像を重ね合わせる拡張現実（AR）に大きく分けられる。複合現実（MR）は、現実の環境下にながら仮想の映像を現実と同じように扱える機能を有する。

本資料集で扱う用語の分類・定義

世の中では、様々な言葉が混在して使われている事が多く、話がすれ違うことも多々あるが、本資料集では以下の様に分類・定義して説明する。

VR：仮想現実

現実世界とは切り離された仮想世界に浸る

★HMD（ヘッドマウントディスプレイ）

★スマホに装着する簡易型（本資料集では省略）

3-3 VR 機器の代表例

① Meta Quest 社の Quest 2

2022 年現在、市場で最も普及している VR 機器は、Meta Quest 社の Quest 2 である。スタンドアロンで動作するオールインワン型 VR ヘッドセットによって、圧倒的な没入感で仮想世界に入っていくことができる。



図 3-3 Meta Quest 社の Quest 2 (出典 : Oculus 社の HP : <https://www.oculus.com/>)

搭載されているディスプレイは、2019 年 5 月に発売された前身の Quest では OLED (有機 EL パネル) であったが、2020 年 10 月に発売された Quest2 では高速スイッチ LCD (液晶パネル) が搭載されている。

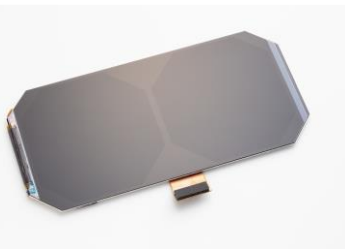
		Quest	Quest 2	
	発売日	2019年5月	2020年10月	
	ディスプレイ	OLED (Samsung製)	高速スイッチLCD (JDI製)	
	サイズ	3.5インチ×2	5.46インチ	
	画素数 (単眼あたり)	1,600×1,440	1832×1920	
	解像度 (pixel per inch)	615 ppi	773 ppi	
	トラッキング	6DoF	6DoF	
	リフレッシュレート	72Hz	72Hz (今後90Hzも対応予定)	

図 3-4 Meta Quest 社の Quest と Quest 2 の比較
(出典 : 仕様値は、Oculus 社の HP : <https://www.oculus.com/>)

3-6 AR/VR/MR の市場予測

ディスプレイ業界には多くの調査会社やアナリストがおり、それぞれの視点で市場動向や将来の市場予測を行っている。これら調査会社は、それぞれが持つ情報ネットワークやヒアリングする顧客によって、調査レポートも独自の切り口でまとめられており、その予測の数値も大きく異なることが常である。

例えば、SID/Display Week 2021（オンライン開催）の Business Conference で講演したアナリストの Reo Gebbie によると、2024 年に AR 機器と VR 機器を合わせた出荷台数は、約 55 万台になり、そのうち約 7 割が VR 機器になると予想している。

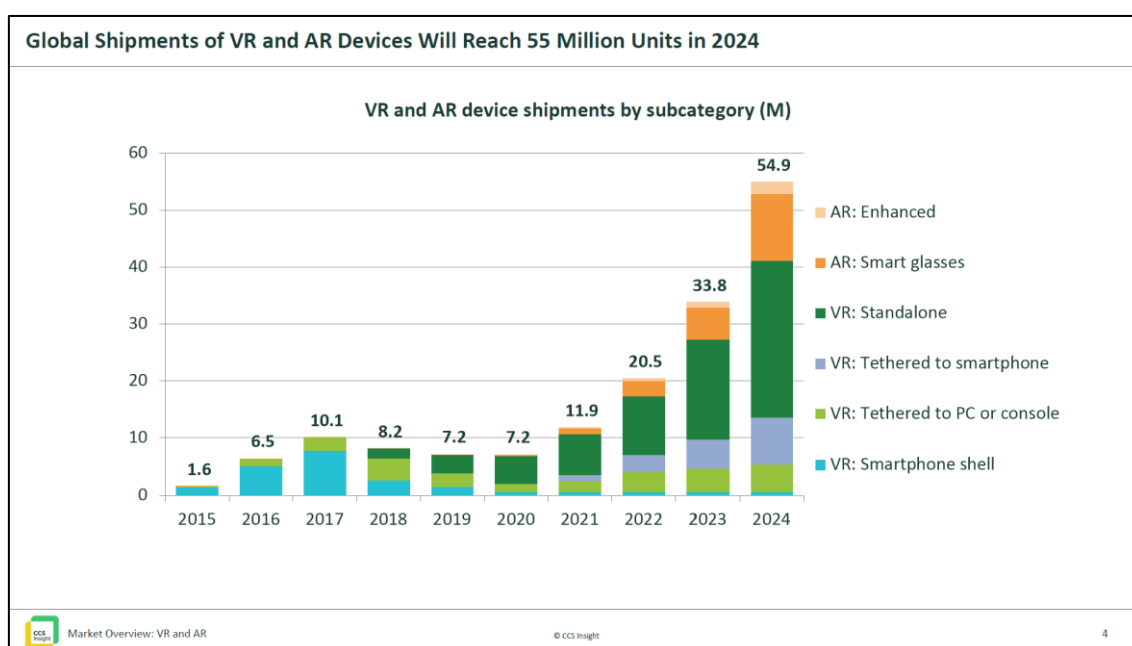


図 3-15 AR/VR 機器の出荷台数

（出典：アナリスト Reo Gebbie の SID/Display Week 2021 Business Conference での講演資料）

また、世界市場の中の地域毎での AR/VR 機器の伸びに関しては、中国の伸びが大きく、2024 年には北米や西欧と並ぶと見られている（次頁の図）。

第4章 AR/VR/MR のキーデバイス（ディスプレイ）

4-1 LCD（液晶ディスプレイ）： 構造、特徴、性能、など

LCD は、TV 用の大型からスマホやノート PC 等のモバイル用途まで幅広く使われている最も実績のあるディスプレイである。VR 用には、画面サイズが数インチ以下のものを VR ゴーグルの中に設置する。



図 4-1 小型の LCD パネルを搭載した VR ゴーグル

(出典：JDI 社の HP <https://jdi-vr.com/>)

LCD の構造は、液晶層を二枚のガラス基板で挟みこみ、光源となるバックライトからの光のオン/オフを制御することによって映像を作り出している。

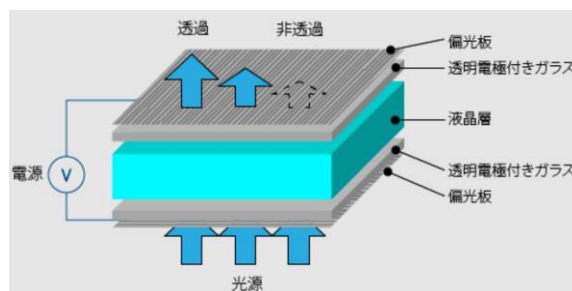


図 4-2 LCD の構造 (JDI 社の HP <https://jdi-vr.com/>)

スマートフォンなどで実用化されている LCD パネルの技術をそのまま使えるため、低価格で供給することが可能であり、広く市販されている多くの VR ゴーグルに採用されている。ただし、光学レンズを介して目の前に直接映像を映し出すため、性能的にはスマートフォン用よりも更に高い解像度が求められる。立体感ある VR 映像を映すためにはゴーグル内で左右の画面の映像を別々に映す必要があり、2 枚のパネルを左右それぞれに設置する場合と一枚の横長のパネルを使って、画面上の右と左に視差をつけた 2 つの映像を映す

5-2 VR の光学系

5-2-1 Fresnel (フレネル) レンズ系

まず、第1世代として導入されているのは、「フレネルレンズ」である。一般に、フレネルレンズは、レンズ用薄板上に一連の同心円状の溝が刻まれた構造である。屈折を使う従来の凸レンズと比べて薄く、軽量の構造により、小さなサイズから大きなサイズのものまでが選ばれ、またその優れた集光能力により、様々なアプリケーションに利用されている。中でも、コンデンサーシステムや光エミッター/ディテクター構成といった集光アプリケーションに最もよく用いられる。VR においては、拡大レンズとしての用途展開にあたる。

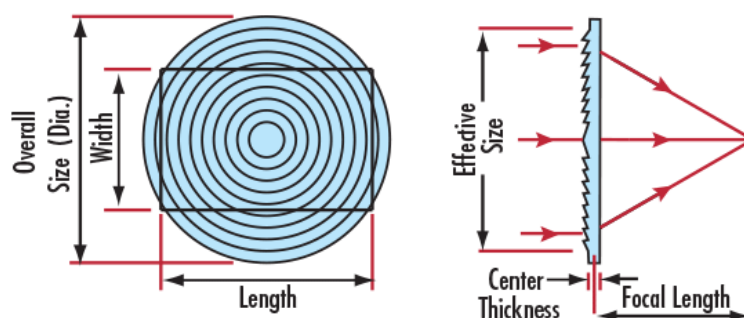


図 5-5 フレネルレンズの原理

(出典：エドモンド HP より、<https://www.edmundoptics.jp/knowledge-center/application-notes/optics/advantages-of-fresnel-lenses/>)

フレネルレンズは、従来の光学レンズが持つ曲面を一連の同心円状の溝に置き換えたものである。これらの溝が屈折面として個々に働き、平行光線の光路を曲げて所定の焦点位置に光を集めることとなる。これにより、フレネルレンズは物理的に薄い形状ながらも、従来の凸型光学レンズと同様に光を一点に集めることができる。しかしながら、像形成の点からすると溝のパターンにより、レンズの連続性が失われることになる。したがって、ここで目的とする像の拡大という用途においては、像の劣化が発生することになるというデメリットがある。

VR ヘッドセットとして初期の Oculus Quest および 2020 年 10 月に発売された Oculus(Meta) Quest 2 にも、この軽量化/小型化のためにフレネルレンズが搭載された経緯がある。

5-2-2 Pancake (パンケーキ) レンズ系

直近の開発状況では、パンケーキレンズを導入したVRヘッドセットが多く見受けられる。ここでは、代表的な関連各社の動きを中心に状況を把握する。

① Meta 社の動き

前述のフレネルレンズについては、のこぎり状の断面を持つが故に、その物理的な性質上、綺麗に映像提示できるパネルの解像度は（片目）4K程度であり、140度以上の視野角も実現するのが難しいという表現が、技術的に先行する現Meta社から2018年の時点で言及されていた。そして、その解決策として「パンケーキレンズ」への展開も同時に予測されていた。

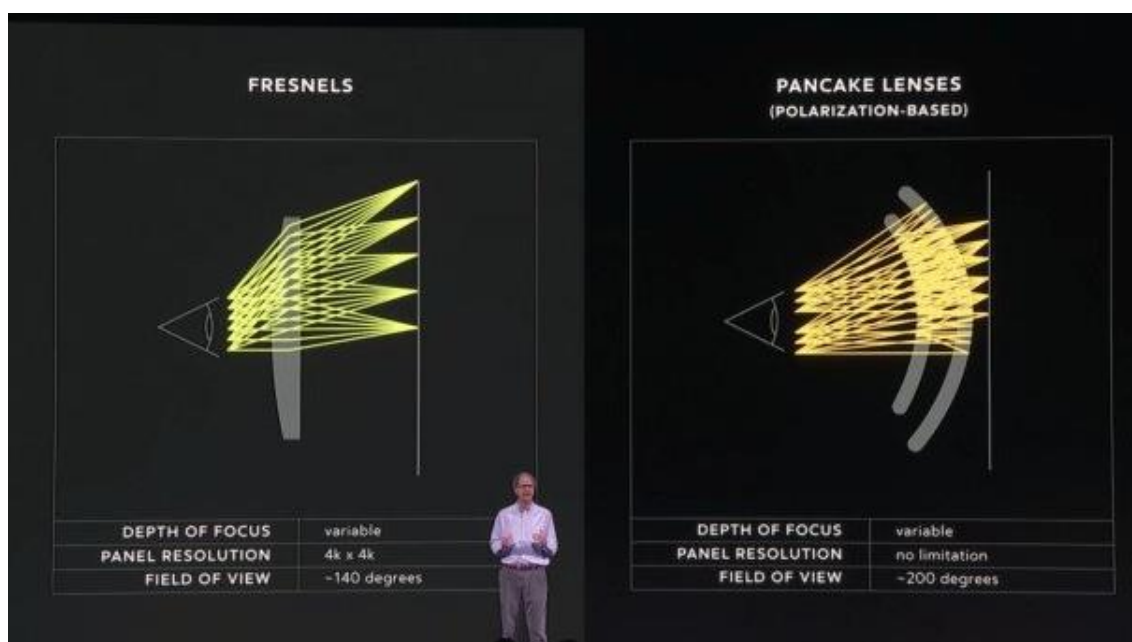


図 5-10 2018 年 Oculus 開発者会議におけるレンズ系の変化の紹介

（出典：Mogura VR HP より <https://www.moguravr.com/michael-abrash-keynote/>）

実際に開発品として第2世代となるパンケーキレンズ系が展開され始めるのが2020年頃からであった。

Meta社は2021年10月に「Project Cambria」として次世代VRヘッドセットのコンセプトを既に発表している。ここでも実態は明らかでないがパンケーキ型レンズを使った新しい光学系を採用するらしい。

5-3-4 Waveguide 方式

導光板(waveguide)方式の光学系は、上記の課題を鑑みヘッドセット（光学系）のサイズ（重量）と FOV 確保に対して大きく改善が見込まれる方式である。したがって、現状の AR(MR)ヘッドセットは導光板方式が主流であると捉えている。

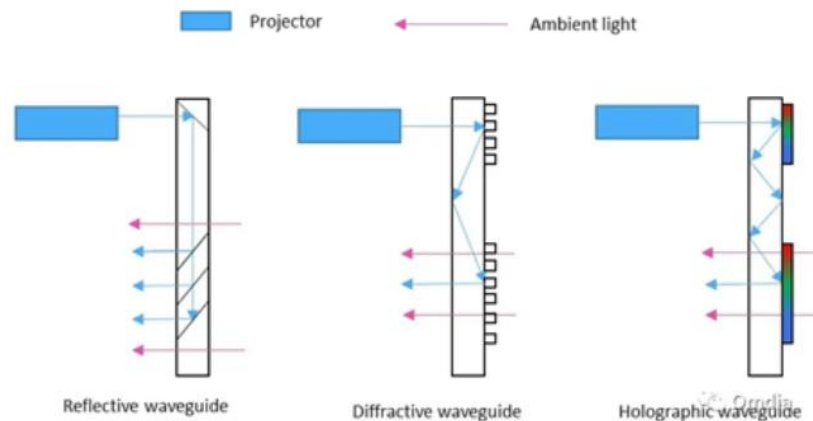


図 5-28 AR 光学系の概略図②

(出典：Ventron 社運営サイトより、<https://www.ventronchip.jp/news/Omdia-There-is-no-perfect-solution-for-AR-optical-system,diffractive-optical-waveguide-is-the-most-p.html>)

この領域の先駆的企業である Magic Leap 社が提供する MR である「Magic Leap 2」が 9 月末発売予告されている。初代 Magic Leap 1 と比較するといくつか変更点が見られる。

まず、いずれも導光板タイプの光学系を使用しているが、Magic Leap 1 では RGB で 2 本ずつ（デュアルフォーカスに対応）計 6 本の導光板が配置されていた。これは、前述の”Vergence Accommodation Conflict (VAC)”を考慮していた様である。Magic Leap 2 ではシングルフォーカスで 3 本の導光板になったことにより、シンプルで画質の高い光学系に改善したと捉えている。また、視野角 (FOV) は 70° を超え、アイボックスも Magic Leap 1 と比較して大きく改善しているとの事である。

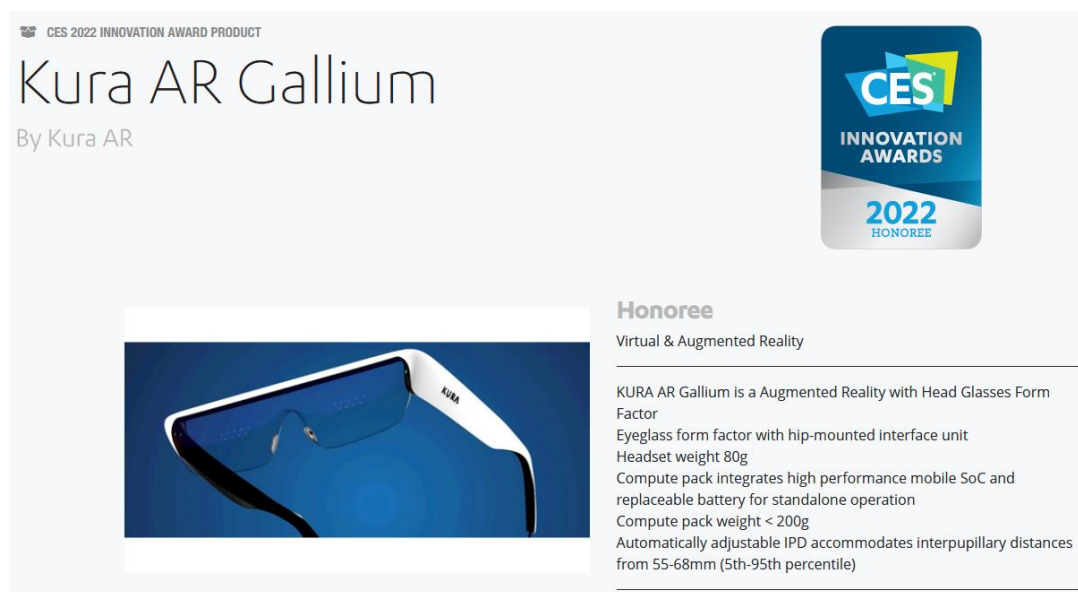


図 5-35 Kura Gallium の CES Innovation Award の概要

(出典：CTA が運営する CES の HP より、<https://www.ces.tech/Innovation-Awards/Honorees/2022/Honorees/K/Kura-AR-Gallium.aspx>)

該社の製品「Kura Gallium」は、FOVとして150°を確保し、グラス全面をカバーするといえる。また、光線透過率が95%確保されており、そのFOVを十分生かせるARグラスを実現している。更に画像分解能として8K確保や、十分に深い焦点深度など他製品を凌駕すると言ってよい性能を謳っている。

AR Display Performance Comparison							
	Nreal	Lumus	Digilens	Wave Optics	Microsoft Hololens	Magic Leap	Kura
Field of View (diagonal)	52°	40°	50°	40°	52°	50°	150°
Transparency	<25%	<25%	<40%	<25%	<25%	<25%	95%
Free from Ghost Imaging	×	×	×	×	×	×	✓
High Brightness for Outdoors	✓	✓	×	×	×	×	✓
High Depth of Field	×	×	×	×	×	×	✓
Resolution	1080p	1080p	720p	1080p	1080p	1080p	8K
Easy for Mass Production	✓	×	×	×	×	×	✓

図 5-36 Kura Gallium の他社製品との性能比較

(出典：Kura Technologies の HP より、<https://www.kura.tech/technology>)

第6章 XR 周辺開発技術

6-1 車載 HUD (Head up Display)

現在、自動運転やコネクティドカーなど、ドライビング/移動をより快適に安全にする手段が目覚ましく発展しつつある。この目標に向かう一つ的手段として、元々航空機に使われていた HUD の技術が自動車に展開されつつある状況にある。そして、最近注目されているのは、HUD の性能をより向上させる手段である AR HUD であるといえる。ここでは、自動運転や ADAS (Advanced Driver-Assistance Systems) で使用されるカメラ等で捉えた対象物に合わせた映像表示を可能にするデバイスのことを、AR HUD とする。



図 6-1 HUD の進化の様子

(出典：Texas Instruments HP より)

https://www.ti.com/lit/wp/dlpy009/dlpy009.pdf?ts=1659158910062&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F

AR HUD では、投影画像の高視野角 (FOV) 化、また投影距離の長距離化 (3m から 10m 以上に変化) を行うことによって、より安全/快適なドライビングを実現する。

したがって、現状主に商品と展開/量産化されている視野角が比較的狭く安価なコンバイナタイプのものは以下では省略し、今後大きく市場で普及することが想定されるウィンドシールドタイプの AR HUD とその延長線上の技術に絞って各社の動向をまとめた。

第7章 センサによる空間認識

7-1 AR/VR/MR センシングの基本

AR/VR/MR で用いられるゴーグルやグラス(眼鏡)のセンシングの基本は、ユーザの動きを検知する 3DoF センシングと 6DoF センシングである(DoF：自由度 Degree of Freedom)。



図 7-1 3Dof と 6DoF (出典：いらすとや)

3DoF は、頭の前後左右への傾きと首の振りの 3 軸の動きの自由度を言い、モーションセンシングでは、少なくともこの 3 軸の動きを検出する必要がある。

したがって、この 3 軸の動きを検出するセンサユニットをまとめて、モーションセンサと呼ぶことがある。



図 7-2 ユーザ側の動きの影響が少ない VR 体験 (出典：photoAC)

7-1-3 インサイドアウト方式による空間認識

インサイドアウト方式では、

- ① ゴーグル本体に設けられたカメラで外界を観測し、ゴーグル本体の動きを推定する機能（例：SLAM 技術）
- ② コントローラのトラッキングを行う機能

上記①②の機能を少なくとも満たす必要があるが、空間認識が必要となるのは、①のゴーグル本体の動きを推定するときである。

インサイドアウト方式によるゴーグル本体の動き検出には、現在、ステレオビジョンシステム(カメラ)や、ToF センサが用いられており、ユーザの位置を追跡しながら、周囲環境の地図を構築、更新する SLAM 方式が採用されていることが多い。

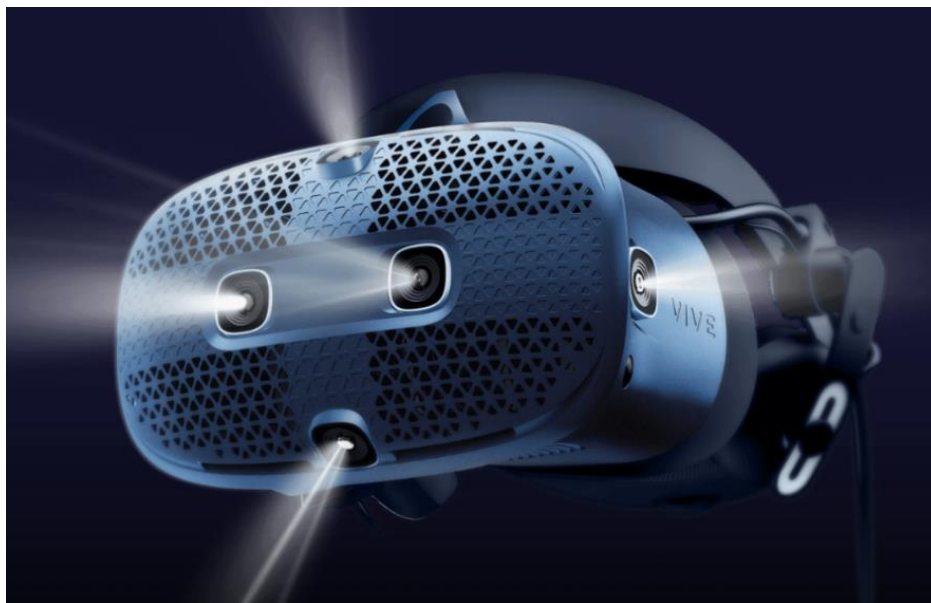


図 7-10 インサイドアウト方式の VR ゴーグルの例（出典：HTC 社のサイト
<https://www.vive.com/jp/product/vive-cosmos/features/>）

因みに FCM(高速チャープ変調 Fast Chirp Modulation)方式もある。この方式では、周波数変調の速度を高めることによって距離分解能や対象物の速度の検知範囲を広げることができる。

2022 年現在、波長 1550nm の光源を使った FMCW 方式の LiDAR の開発競争が激しく行われている。波長 905nm の d-ToF 方式の LiDAR は現状 1000W の出力が必要であるのに対し、FMCW 方式の LiDAR の必要出力は 100mW であるため、既存の光通信用の光源を転用することができ、生産コストを抑えることができることが大きな理由の一つと言われている。

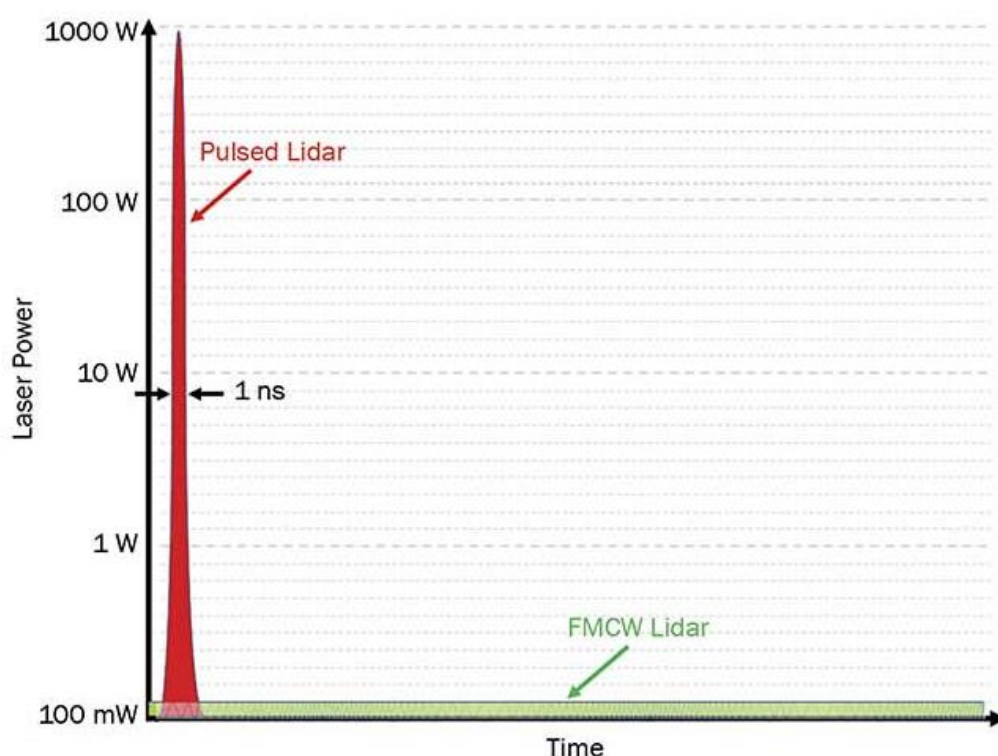


図 7-29 d-ToF 方式のレーザ出力と i-ToF (FMCW) 方式のレーザ出力の比較

(出典：PHOTONICS MEDIA (SiLC Technologies 社提供

https://www.photonics.com/Articles/Integrated_Photonics_Looks_to_Advance_Safety_for/a64791)

目下、開発競争中の 1550nmFMCW 方式は、上述の OPA 方式や液晶スイッチ方式によるスキャン技術などと組み合わせた製品とすることで、量産化、低コスト化を実現することが期待されている。

第8章 表示性能と課題

8-1 基本性能

AR/VR 機器で表示される映像の表示性能は、映像のソースであるディスプレイとその映像を目に届ける光学系に依存する。更には、装着者の動きに合わせて表示映像を違和感なく連動させるためにはセンサも重要である。これらを統合した VR-HMD や AR グラスの機器トータルで見た場合に要求される特性を一言で言えば、「AR/VR 仮想空間の映像と装着者の動きを、現実世界の中で違和感なくシームレスに表現すること」になる。

その為に、ディスプレイ、光学系、センサのそれぞれに要求される特性が下記になる。

➤ ディスプレイ

高い解像度 (画面サイズと画素数で決まる)・・・表示映像の鮮明度 (精細度) に影響

高い輝度・・・明るい表示映像

広い色域・・・自然な色合いの表現

広いダイナミックレンジ・・・映像の明部と暗部のメリハリ

速い応答速度と少ない遅延・・・動画の自然な動き

➤ 光学系

広い視野角・・・映像の広がり

広いアイボックス・・・目が映像を捉えられる範囲

映像の再現性・・・ディスプレイから目への映像の忠実な転送

光伝搬ロスの低減・・・ディスプレイ映像を目まで伝搬させる際の光のロス

AR グラスの外光透過率・・・外の景色も明るく保つ

➤ センサ

装着者の動きの正確なトレース

表示映像とのマッチング：映像プロセッサによる信号とセンサ信号の適切なリンク

➤ 共通

薄型・軽量

低消費電力

低コスト

表示性能は、映像のソースとなるディスプレイの性能に寄るところが大きい。以下、映像表示の課題を、ディスプレイ性能を中心に見ていく。

執筆分担 （敬称略）

第1章～第4章 ： 北原 洋明

第5章、第6章 ： 福島 功太郎

第7章 ： 山本 美輪

第8章、第9章 ： 北原 洋明

《 調査企画担当 》

AR/VR/MR 機器の技術と関連部材
～メタバースを支えるデバイスと材料の市場～

2022年9月5日発行

頒価（書籍）：200,000 円（税込）KTR コンサル会員、著者紹介販売
220,000 円（税込）非会員

（有）カワサキテクノロジー
調査企画プロジェクトチーム
代表 川崎 徹
担当 福島功太郎、山本 美輪

〔連絡先〕

〒541-0047

大阪市中央区淡路町4丁目3番8号 TAIRIN ビル6F

（有）カワサキテクノロジー

TEL：06（6232）1055

FAX：06（6232）1056

Email：ktr@kawasaki-tr.com

（企画・編集協力）

テック・アンド・ビズ（株）

代表 北原 洋明

《 無断での複写複製を禁ず 》

AR/VR/MR機器の技術と関連部材 ～メタバースを支えるデバイスと材料の市場～

(有)カワサキテクノロジーサーチ 06-6232-1055(代)

資料集(報告書)体裁 : A4 判 150 頁 (書籍、予定) 発行 : 2022 年 9 月 5 日
 コンサル会員、著者紹介販売価格 : 書籍 200,000 円、書籍+PDF 220,000 円(消費税・送料込)
 非会員販売価格 : 書籍 220,000 円、書籍+PDF 242,000 円(消費税・送料込)

メタバースがにわかに注目され今後の急拡大が期待されている。このメタバースの世界に入るには XR(エクステンディッドリアリティ)で総称される AR/VR/MR 機器が重要な役目をし、AR/VR/MR セット市場の急成長も期待されている。AR/VR/MR セットには、ディスプレイ、光学系、センサー、音響、無線など様々な先端デバイスが搭載・集積されており、それらデバイスの性能を発揮するための様々な部材が使われている。

本レポートでは、世界各地のホットな状況などを紹介しながら、AR/VR/MR 機器の市場、セットの技術や特徴、搭載されているディスプレイの種類・性能および表示をつかさどる光学系の構造・原理・使用部材、表示の課題、参入している代表的企業などを解説する。更には、AR/VR/MR の世界に没入する際に問題となる表示の課題や改善方法などを整理し、今後の技術や材料の方向を掴む為の情報を提供する。

..... 切り取り線

<AR/VR/MR 機器の技術と関連部材>

～メタバースを支えるデバイスと材料の市場～

お申込み書

コンサル会員販売価格 : () 書籍 200,000 円、 () 書籍+PDF 220,000 円(消費税・送料込)
 著者紹介販売価格 : () 書籍 200,000 円、 () 書籍+PDF 220,000 円(消費税・送料込)
 非会員販売価格 : () 書籍 220,000 円、 () 書籍+PDF 242,000 円(消費税・送料込)

↑ 何れかに○をお付けください↑

★PDF 付をお申込みの方は、ファイル共有サービス (BOX) にて PDF のダウンロードページをご案内いたします。

アカウント登録等は不要です。または、実物 (CD-R) にデータを書き込みしてお渡しすることも可能です。

★ご希望の方へは、著者が本資料集を解説いたします講演付プランもございます。お問い合わせください。

貴社名 _____ 部署名 _____

お名前 _____ TEL _____ FAX _____

ご住所 〒 _____

Email _____ 申込日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

講演についての詳細案内を希望する () はい () いいえ

PDF 付き申込みの方 データ受け渡し方法 () CD-R 送付 () ファイル共有サービス (BOX)

申込先 (有)カワサキテクノロジーサーチ ktr@kawasaki-tr.com, FAX : 06-6232-1056