

AR/VRを巡るプラットフォーム競争における日本企業の挑戦

産業調査ソリューション室 石村 尚也、間宮 大輔、加藤 靖隆

要旨

- AR(Augmented Reality:拡張現実)およびVR(Virtual Reality:仮想現実)は、あらゆる産業において成長が見込まれており、また、次世代の情報伝達手段として、私たちの生活やコミュニケーションのあり方、さらには人とシステムとの関係性に変革をもたらすと考えられている。
- その一方で、デバイスの性能面で多くの課題を有していることなどを背景として、一般消費者への普及は道半ばである。今後は、さまざまな可能性を模索し、ユーザビリティを向上させていく必要がある。
- 日本企業としては、デバイスを構成する要素技術の開発や、人々が生活や経済活動を行うバーチャル空間「メタバース」の構築などにおいて、独自の観点から世界に存在感を示していくことが期待される。

本稿では、成長が見込まれるAR/VRについて、現状や一般消費者への普及に向けた課題を整理するとともに、この分野において国際競争力を発揮しうる日本企業やその技術についてまとめた。

1.次世代テクノロジーとして期待が高まるAR/VR

今、AR/VRに多くの関心が寄せられている。スマートフォン以降の次世代プラットフォームになりうるものとして、Apple、Google、Microsoft、Meta(正式名称Meta Platforms、旧・Facebook)といった米国テックジャイアントをはじめとする世界的IT企業が、AR/VRに対し、ハード・ソフト両面から巨額の投資を行っている。

ARとは、Augmented Realityの略称であり、「目の前にある現実世界にコンピュータで作られた映像や画像を重ね合わせ、現実世界を拡張する技術」のことである。一方、VRとは、Virtual Realityの略称であり、一般的に仮想現実と訳されることが多いが、「現実にはない世界または体験し難い状況をCGによって仮想空間上に作り出す技術」のことを指す(図表1-1)。

AR/VRのコンセプト自体には50年以上の歴史があり、1960年代後半に、米国ユタ大学のIvan Sutherland教授がコンピュータグラフィックスの将来の姿として提案したのがはじまりと言われている。1989年に「Virtual Reality」という言葉が使われるように

なり、その後1990年代には世界的なVRブームが訪れた。しかしながら、ユーザーの動きを捉えるセンサーの性能不足や、それに伴い生じる吐き気やめまい(いわゆる「VR酔い」)、製造コストの高さなどを背景として、一般に定着するには至らなかった。

近年、デバイスの小型化、高速・大容量通信の発達、センサー技術の高度化といった多くの技術革新により、AR/VRに対する期待は再び高まりを見せている。VRを視聴するデバイスとして現在主流となりつつあるヘッドマウントディスプレイ(HMD)は、2016年に入って、旧・Facebookが約20億ドルで買収したOculus(米)による「Oculus Rift」が発売されたことを皮切りに、ソニー・インタラクティブエンタテインメント(SIE)やHTC(台)などの大手メーカーから相次いで発売され、従来よりも廉価で入手しやすい環境が整った(図表1-2)。

2020年には、新型コロナウイルス感染症による働き方の多様化や混雑の回避といった社会変化を受け、「ステイホーム」をより快適にする手段として、VRはさらに注目を集めた。

このように、AR/VRに関する技術革新とそれに伴う市場拡大は着実に進んでおり、近い将来、一般に普及することが期待されている。そこで、この分野の現状や課題を整理した上で、世界市場において、日本企業がどのように存在感を示すことができるのかを考察する。

図表1-1 AR/VRのイメージ



スマートフォンやARグラスを介して、現実には情報を追加する



HMDなどを介して、現実とは別の三次元空間に入り込んだ感覚を与える

(備考)日本政策投資銀行作成

図表1-2 AR/VRを巡る主な動き

1968年	米国ユタ大学のIvan Sutherland教授が世界初のHMD「The Sword Damocles」を発表
1995年	任天堂が「バーチャルボーイ」を発売
2009年	スマートフォンアプリ「セカイカメラ」のリリース
2012年	OculusがHMD「Oculus Rift」のクラウドファンディングを実施
2013年	Googleがグラス型デバイス「Google Glass」を発表
2014年	旧・FacebookがOculusを買収
2016年	OculusがHMD「Oculus Rift」を発売 SIEがHMD「PlayStation VR」を発売 HTCがHMD「HTC Vive」を発売 Microsoftがグラス型デバイス「HoloLens」を発売 スマートフォンアプリ「Pokémon GO」のリリース
2018年	Oculusがスタンドアロン型のHMD「Oculus GO」を発売

(備考)日本政策投資銀行作成

2.AR/VRはあらゆる産業で成長が見込まれている

AR/VRの用途と言えば、ゲームなどのエンターテインメント分野を想像しがちだが、AR/VRは製造業、医療、物流、小売、教育、観光といったあらゆる分野で利用可能であり、あらゆる産業において成長が見込まれている。

PwC(英)が2019年に発表したレポート「Seeing is believing」では、AR/VRは製品開発のスピードアップや職場の安全性の向上など多方面に影響を及ぼし、2030年までに世界のGDPを約1.5兆ドル押し上げる可能性が示された(図表2-1)。ユースケースに基づくカテゴリー別の試算では、「製品・サービス開発」分野において、GDP押し上げ効果が最も大きいとされているが、その他の分野においても幅広く活用が進むと予測されている。(図表2-2)

リサーチ会社であるFortune Business Insights(印)は、自動車市場におけるVRの市場規模について、2019年の7億5,930万ドルから2027年に147億2,790万ドルまで拡大し、同期間の年平均成長

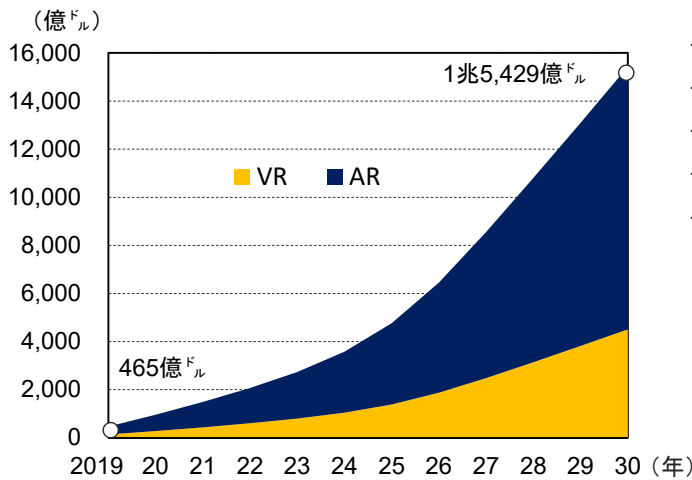
率は45.1%になると予測している(図表2-3)。また、市場の成長を推進する要因として、設計やプロトタイプングにおける活用の拡大、自動車のデザインや機能を体験できるバーチャルショールームの普及などが挙げられている。

医療業界においては、トレーニング、手術用ロボットとの組み合わせ、ビジュアルイゼーションといった用途を中心にVRの活用が急速に進んでいる。リサーチ会社であるCredible Markets(印)は、医療に関するVRの市場規模は2027年時点で358億7,000万ドルに上り、年平均成長率は42.3%になるとしている。また、市場拡大の背景として、外科用ロボットの技術的進歩、VRを活用した医療トレーニングに対する需要の高まり、脳神経疾患の治療への活用期待などが挙げられている。

3.産業分野で進むAR/VR活用 ～AR編～

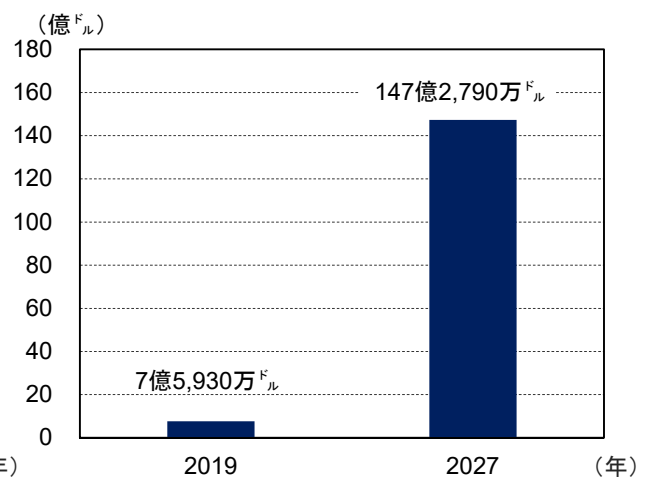
「Pokémon GO」や「TikTok」といったスマートフォンアプリを通して身近になったARであるが、現在、BtoBの利用が急速に拡大している。

図表2-1 AR/VRのGDP押し上げ効果(各国合計)



(備考)PwC(2019), “Seeing is believing” により日本政策投資銀行作成

図表2-3 自動車市場におけるVR活用



(備考)Fortune Business Insights により日本政策投資銀行作成

図表2-2 AR/VRのカテゴリー別活用事例

カテゴリー	主なユースケース	2030年までのGDP押し上げ額(各国合計)
製品・サービス開発	プロトタイプ作成	3,594億ドル
ヘルスケア	手術のシミュレーション、治療に対する不安の緩和	3,509億ドル
能力開発・トレーニング	緊急事態への対応訓練、記者会見やプレゼンテーションの研修	2,942億ドル
業務改善	機器などの修理やメンテナンス、倉庫でのピッキング作業	2,750億ドル
小売・消費者	バーチャル試着室、家具の購入検討	2,040億ドル

(備考)PwC(2019), “Seeing is believing” により日本政策投資銀行作成

物流分野では、指示書に基づき商品を棚から取り出すピッキング作業において、ARの活用が進んでいる。NECは、ARグラスなどを通して商品の場所まで担当者をガイドをする「ARピッキング」というサービスを行っている。これは、デバイスに付属するカメラが棚に設置されたARマーカーを捉えると、該当の商品のある場所をARで表示するものだ。これにより、不慣れた担当者でも正確なピッキングが可能となり、ミスを軽減することができる(図表3-1)。

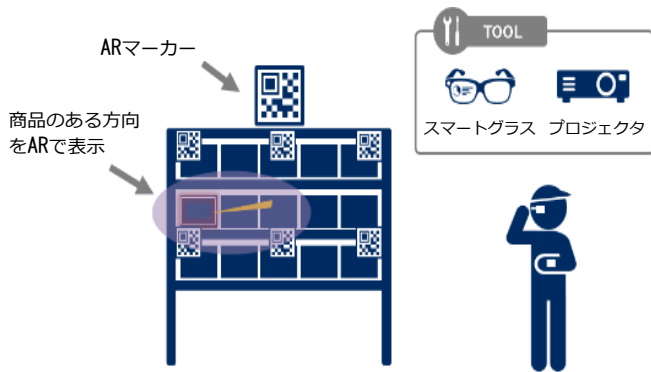
パナソニックは、2021年1月に米国ラスベガスで開催された最新テクノロジーの展示会CES2021において、次世代のARヘッドアップディスプレイを発表した。これは、自動車のフロントガラスに対し、ナビゲーションや注意すべき対象をマーカーなどでグラフィカルに表示するものだ。これによって、ドライバーは、フロントガラスとその先の道路状況に今

まで以上に集中できるようになり、自動車運転の快適性や安全性の向上が期待される(図表3-2)。

サン電子は、工場や建設現場におけるARを活用したソリューションサービス「AceReal」を展開している。ARグラスには、マニュアルやオペレーターからの遠隔指示を表示するだけでなく、作業者がARグラスで見ている映像をそのままオペレーターに送信することも可能である。これによって、作業が効率的に行われるようになり、生産性向上に寄与する(図表3-3)。

医療現場では、人間の知識や技術だけでは足りない部分をARで補うことで、より高度な医療を提供することが可能となる。ライカマイクロシステムズが開発した医療用デバイス「GLOW800」は、AR技術によって患者の器官の様子を可視化し、脳血管手術の工程をサポートする。AR蛍光システムとICG

図表3-1 物流における活用例



(備考)NEC

図表3-2 自動車における活用例



(備考)パナソニック

図表3-3 工場や建設現場における活用例



(備考)サン電子

図表3-4 医療における活用例



(備考)ライカマイクロシステムズ

(医療に用いられるシアニン色素)を組み合わせ、術部に色を重ねて表示することで、周囲の血管や器官と術部を明確に見分けることができ、難解な手術を支援してくれる(図表3-4)。

4.産業分野で進むAR/VR活用 ～VR編～

VRの最も特徴的な点は、体験者に対し、バーチャル空間への深い「没入感」を与えることである。VRは、ゲームなどのエンターテインメント分野において早くからビジネス展開が始まったが、この「没入感」を活かし、近年は、エンターテインメント分野以外においても活用が進んでいる。

角川ドワンゴ学園N高等学校・S高等学校は、バーチャルキャストの協力のもと、VRを活用した新しい学び方「普通科プレミアム」を2021年4月から開始した。生徒はバーチャル空間でアバターを活用して授業を受けるが、グラフの動きや、物理化学の実験、天体の観測などを立体的に把握することが

できる。ほかにも、名所や歴史遺産などを360度画像で視聴し、実際のスケール感を体験することも可能だ(図表4-1)。

積木製作は、現実では体験することが難しい落下、挟まれ、火傷などの労働災害をVRで体験できる「安全体感VRトレーニング」というサービスを提供している。たとえば、「建設現場における仮設足場からの墜落」というプログラムでは、実際に体験者がバーチャル空間を歩くことで臨場感が増し、高所作業の危険性や安全帯の重要性を再認識することができる。これによって、トレーニングの効率化を図り、建設業を中心とする人手不足や技術の継承といった課題の解決を目指している(図表4-2)。

国土交通省は、2020年4月、3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化プロジェクト「Project PLATEAU」を開始した。これまでに全国56都市の3D都市モデルを公表しているが、これらは誰でも自由にダウンロードできる上、クレジット表記を行う

図表4-1 教育における活用例



(備考)N高等学校・S高等学校

図表4-2 トレーニングにおける活用例



(備考)積木製作

図表4-3 街づくりにおける活用例



(備考)MESON

図表4-4 医療における活用例



(備考)mediVR

ことで商用利用も可能だ。

MESONは、2021年3月、「Project PLATEAU」を活用し、東京都渋谷区神南エリアを舞台としたAR/VR融合の周遊体験の実証実験を行った。これは、遠隔地のVRユーザーと現地のARユーザーとが「街歩き」体験を共有できるサービスである。周囲にAR/VRコンテンツを配置することで、街に関する発見や街の魅力向上につながる事が望まれる(図表4-3)。

mediVRは、VRを活用したリハビリテーション用医療機器「mediVRカグラ」を開発した。これは、利用者(主に歩行障害のある患者)が椅子に座った状態で、バーチャル空間に示された座標に対して手を伸ばすリーチング動作を行うことで、姿勢の調整力や認知能力を把握するものである。得られたデータを活用し、これまで個々のセラピストの能力に左右されがちだった訓練内容の均質化などに役立てることが期待されている(図表4-4)。

5.情報伝達手段の進化形としてのAR/VR

AR/VRは「情報の伝え方・受け取り方」がそれ以前とは大きく異なり、それによって、私たちの生活やコミュニケーションのあり方、人とシステムとの関係性に変革をもたらすと考えられている。情報伝達手段として、発信者・受信者、それぞれの視点から見た場合、AR/VRは、次のようなメリットを有すると考えられる。

まず情報の発信者の視点では、相手に対し、これまで以上に「体験そのもの」を伝えることができる点である。これまで人類は、複数回の情報革命を経て、情報の伝達手段を文字から画像、そして動画へと発展させてきた。しかしながら、それらの手段は、いずれも「体験を要約し、客観的に伝えるもの」であり、ミスコミュニケーション(情報伝達不良)は避けがたいものであった。

一方、AR/VRは、人間が生来持つ五感(視覚・

聴覚・嗅覚・味覚・触覚)を用いることで、限りなく「体験そのもの」を相手に伝えることができる。このため、相手に伝えられる情報量が格段に増えることとなり、ミスコミュニケーションの解消・軽減が期待される。(図表5-1)。

次に情報の受信者の視点では、認知的な負荷が少ない点である。たとえば、「スマートフォンで取扱説明書を読んで、電化製品を操作する」という場合において、スマートフォンの画面に目をやり、説明を読み、次に電化製品で該当箇所を確認し、説明のとおり操作するという動作を何度も繰り返した経験を持つ人も多いのではないか。それは、この作業の認知的負荷が高いということを端的に意味している。

一方、ARでは、現実世界にデジタル情報を直に表示するため、頭の中で説明文などの2次元情報を3次元情報に変換するといった複雑な認知プロセスが不要となり、認知的な負荷が少ない。この点は、情報を迅速かつ正確に把握し、判断を下さ

なければならない仕事にとっては、非常に有益である(図表5-2)。

最後に双方のメリットとして、より全方位的なユーザーインターフェース(UI)の選択が可能な点である。PCやスマートフォンのUIでは、いずれも画面を介した操作を必要とし、その意味で人とシステムの関係性は「対面的」であった。一方、AR/VRでは、360度ビューとなるため、「人がシステムの中に入り込む」感覚となり、両者の境界が消失する。つまり、人とシステムとの関係性が、「対面的」なものから「包括的」なものへと変化する。このような変化は、UIに新たな展開をもたらし、今後、五感を効果的に用いることで、これまで以上にシステムを直感的に操作できるUIの登場が期待される(図表5-3)。

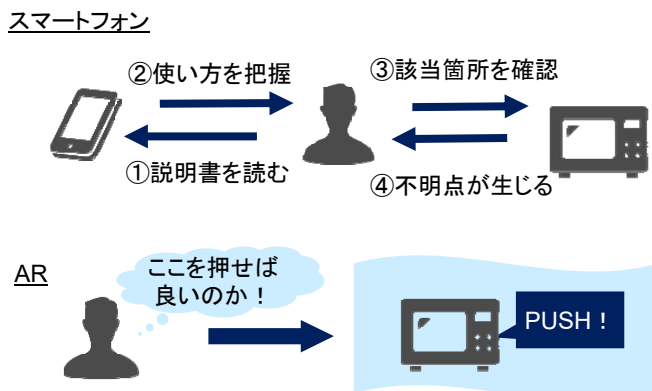
現在、脳情報を利用することで、脳と機械を直接つなぐ技術であるブレイン・マシン・インターフェース(BMI)とAR/VRを組み合わせる研究も進められている。こうした技術革新により、AR/VR

図表5-1 伝えることができる感覚の違い

	文字	画像	動画	AR/VR
視覚	○	○	○	○
聴覚	×	×	○	○
触覚	×	×	×	○
味覚	×	×	×	▲
嗅覚	×	×	×	▲

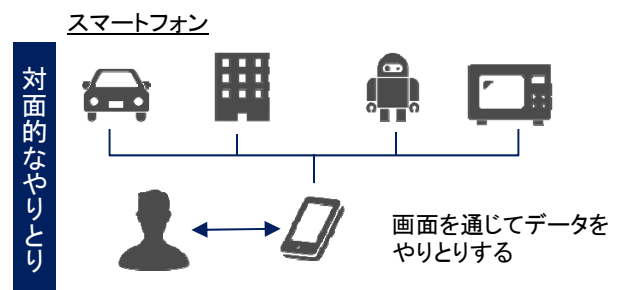
(備考)日本政策投資銀行作成

図表5-2 認知的負荷の違い

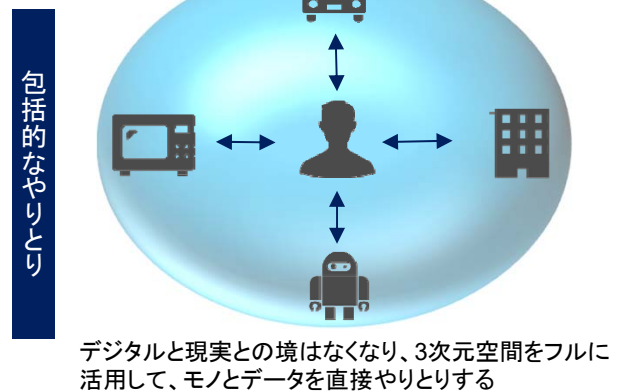


(備考)日本政策投資銀行作成

図表5-3 人とシステムとの関係性の違い



AR/VR



(備考)日本政策投資銀行作成

は手足が不自由な方の生活や社会参加の支援に資する可能性も秘めている。

6.メタバースとは何か

今、VR業界で最も盛り上がりを見せているワードが「メタバース」である。2021年10月、旧・Facebookの最高経営責任者(CEO)であるMark Zuckerberg氏が、年次カンファレンス「Connect 2021」において社名を「Meta」に変更すると発表した。これは同社がメタバースの構築に注力する方針を表したものとみられている。

この言葉は、SF作家Neal Stephenson氏による1992年の小説「Snow Crash」で登場するインターネット上の仮想空間がルーツといわれている。小説では、人々がデジタルワールドにアクセスし、アバターと呼ばれるバーチャルな自分を介して、現実世界と同じように生活する様子が描かれた。

メタバースには明確な定義がなく、さまざまな解釈が存在する(図表6-1)。コンセプト自体が発展途上ではあるが、現時点では、「誰もが現実世界と同等のコミュニケーションや経済活動を行うことができるオンライン上のバーチャル空間」と考えて大きな誤りはないだろう。多くの有識者は、真にメタバースといえるプラットフォームは未だ存在しないとす

方で、今後メタバースになりうるサービスとして、オンラインゲームの「Fortnite」や、ソーシャルVRの「VRChat」を挙げている。

「Fortnite」は、Epic Games(米)が2017年にリリースした多人数同時参加型のバトルロワイヤルゲームであるが、ゲームからSNSへ徐々に進化している。ゲーム内では、プレイヤー同士の自由なコミュニケーションが可能であり、友達と集まったり、カフェやショッピングに行く感覚でゲームの世界にログインするといった使われ方が定着している。最近では、アパレルブランドNIKEのアイテムを購入し、アバターに着用させることができたり、人気アーティストであるTravis Scott氏のライブが開催されたりと、多様な経済活動が行われている。また、ユーザーには、一定のコンテンツ作成権限が与えられ、好きな人と好きなことをして遊べる自分だけの「島」を作ること可能だ。

Epic Gamesには、ソニーが2020年7月に2億5,000万ドル、2021年4月に2億ドルの出資を行っている。CEOの吉田憲一郎氏は「ゲームにおいては、ゲームプレイだけではなく『友達に会うこと』もユーザーの動機になっている」と発言しており、同社もゲームのソーシャルプラットフォーム化に関心を寄せている。

図表6-1 メタバースの特徴に関する主な発言の要旨

Matthew Ball (ベンチャーキャピタリスト)	David Baszucki (Roblox CEO)	Tim Sweeney (Epic Games CEO)
<ul style="list-style-type: none"> リセット、一時停止、終了がなく、永久に続く 全ての人と同じ時間軸で生活する 同時参加人数に制限がない 所有、投資、売買などの概念があり、仕事から報酬が得られる デジタル世界と物理世界にまたがる体験を提供する デジタルアセットに関して前例のない相互運用性を有する 数多くの企業や個人がコンテンツを生み出している 	<ul style="list-style-type: none"> 現実とは異なるアイデンティティを有するアバターを持つ 友人を作り、交流ができる 没入型の体験である 国や文化にかかわらず、どこからでもログインできる どこへでもすぐに行ける 多様なコンテンツを有する 生計を立てることができる経済圏が存在する 安全で安定している 	<ul style="list-style-type: none"> 誰もが平等に参加できる 特定の企業ではなく、全てのユーザーによって管理される 全てのクリエイターが自己の創作物を所有し、そこから利益を得ることができる あらゆる個人、クリエイター、企業の出会いの場である 複数のプラットフォームが相互につながっている

(備考) Matthew Ball “The Metaverse: What It Is, Where to Find it, Who Will Build It”, GamesBeat “Roblox CEO Dave Baszucki believes users will create the metaverse”, “Tim Sweeney: The open metaverse requires companies to have enlightened self-interest”により
日本政策投資銀行作成

「VRChat」は、社会的な交流ができるバーチャル空間である。周囲のプレイヤーとは、ボイスチャットはもとより、自分の身体の動きをアバターに反映させ、ポディーランゲージも可能だ。「VRChat」は、「ワールド」と呼ばれるバーチャル空間から構成されるが、このワールドは誰でも作ることができ、用途も定められていない。例えば、自作の世界に友人を呼び、ゲームやコミュニケーションを楽しむことや、特定の趣味を持つ者同士で集まり、サークル活動の場として使うこともできる。一方で、アーティストのライブや展示会などの大規模イベントにも利用され、中でも、3Dモデルの展示・即売会である「バーチャルマーケット」は毎回注目を集めている。

2021年6月、運営会社であるVRChat(米)は、シリーズDラウンドで8,000万ドルの資金調達を実施した。今後は、クリエイターエコノミーの発展やプラットフォームの機能拡充を行っていくとしている。

そのほか、メタバースを志向するサービスとしては、旧・Facebookが2019年にソーシャルVR「Facebook Horizon」(現・Horizon Worlds)を発表するとともに、2021年8月には、最新の空間オーディオ技術を活用したバーチャル会議室「Horizon Workrooms」の試験版を公開した。同社は、メタバースに対して、2021年だけで少なくとも100億ドルのコストが必要になるとし、新たに研究基金を立ち上げ、パートナー企業・団体によるVR技術などの研究を支援するとしている。また、オンラインゲームプラットフォーム「Roblox」は、現在、1億人以上の月間アクティブユーザーを抱える。ユーザーはゲームを作成したり、友達とチャットしながら好みのゲームを探したりすることができる。加えて、ゲームの開発者は、ゲーム内で使用できるアイテムを制作・販売し、ゲーム内通貨「Robux」を獲得することも可能だ。Robuxは現金に換えることができるため、この仕組みを利用して生計を立てるユーザーも現れはじめている。

国内でも、スタートアップを中心にメタバースの構築を目指す動きがみられる(図表6-2)。2021年8月、グリーは子会社のREALITYを中心として、メタバース事業に参入することを発表した。現在、ス

マートフォン向けバーチャルライブ配信アプリ「REALITY」のサービスを世界63の国と地域で展開しており、数百万人にアバターを介したコミュニケーション体験を提供している。今後は、2~3年で100億円規模の事業投資を行い、グローバルで数億人以上のユーザー獲得を目指す。また、「東京クロノス」「ALTDEUS: Beyond Chronos」といったVRゲームの開発で知られるMyDearestは、直近のラウンドで9億円を資金調達した。今後は、グローバル展開を加速するための開発力・クリエイティブの強化やコミュニティ事業の進化に取り組んでいくという。先述のとおり、ゲームとメタバースの親和性は高く、今後、ゲーム開発からメタバースに発展していく可能性は高いと考えられる。

また、2021年9月、KDDIが現実とのつながりを重視したメタバース概念を発表するなど、新たな動きもみられる。国土交通省や各自治体が主導する3D都市モデルの整備・活用が進めば、こうした「リアル志向」のプラットフォームもさらに現れるだろう。

しかしながら、現状、ユーザー情報や作成されたデータは、プラットフォームごとに管理されており、たとえば、「VRChat」で利用しているアバターが

図表6-2 国内におけるメタバースに関連する動向

グリー	2021年8月、メタバース事業への参入を発表。今後2~3年で100億円規模の投資を行い、グローバルで数億人のユーザー獲得を目指す
MyDearest	2021年6月、9億円の資金調達。「オリジナルIP×VRゲーム×コミュニティ」をテーマに、クリエイティブの強化やコミュニティ事業の進化に取り組む
Thirdverse	2021年8月、20億円の資金調達。VR×メタバースの実現に向け、ゲームクリエイターを中心に採用を強化し、新作VRタイトルの開発に注力する
VARK	VR音楽ライブのプラットフォーム「VARK」は、メタバース要素を取り込んだ総合エンタメプラットフォームへの拡張を目指す
KDDI	2021年9月、鉄道や商業地域といった生活動線にこだわりながら、リアルとバーチャルを融合した「au版メタバース」の構想を発表

(備考)日本政策投資銀行作成

「Fortnite」の島を訪問することはできない。今後、各プラットフォームを統一的に扱うフォーマットの開発が進み、デジタルアセットの相互運用性が高まれば、利便性は大きく向上すると思われる。

こうした動きは、より大規模な同時接続を可能とするサーバー技術や、プラットフォーム間で暗号資産を移動させる金融サービスといった、新たな技術やサービスの登場を促すであろう。そこでは、取引の安全性や公共性を確保する上で、データの改ざんが困難なブロックチェーン技術の果たす役割も大きいと予想される。

先述のとおり、メタバースを志向するサービスが多数現れているものの、多くの有識者は、真にメタバースといえるプラットフォームは未だ存在しないとみている。今後は、利用目的に応じた複数のプラットフォームが並立し、関連技術のアップグレードに伴うプラットフォーム間での相互運用性やユーザーの自由度の高まりを背景として、全体としてメタバースに近づいていくのではないかと予想される。

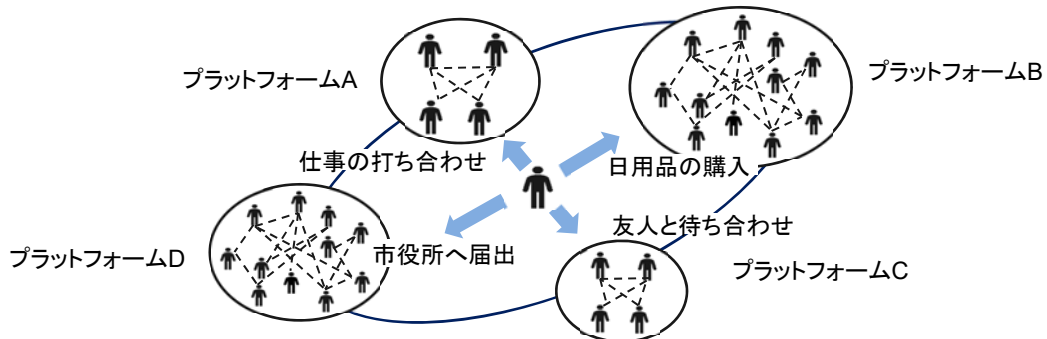
7.コンピュータの構成要素から見たAR/VRの現状

一般的にコンピュータは、ハードウェア、機器の基本的な制御機能を担うオペレーティング・システム(OS)、特定の目的のために使用されるアプリケーション、OSとアプリケーションの間に位置し、多くのソフトウェアで共通して使われる機能を提供するミドルウェアといった要素から構成され、階層的なイメージで捉えることができる(図表7-1)。ここでは、アプリケーションを除く、構成要素という観点からAR/VRの現状をみていく。

ハードウェアについてみると、HMDでは、PCゲーム販売プラットフォームSteamの調査において、Metaの「Oculus」シリーズを使用するユーザーが全体の60%以上を占める(図表7-2)。一方、グラス型デバイスは、多くのメーカーが要素技術の開発・買収段階であり、一般消費者向けとしては、第一世代がまだ出揃っていない段階といえる(図表7-3)。

OSでは、Metaがグラス型デバイス用のOSを独自

図表6-3 将来的なメタバースのイメージ



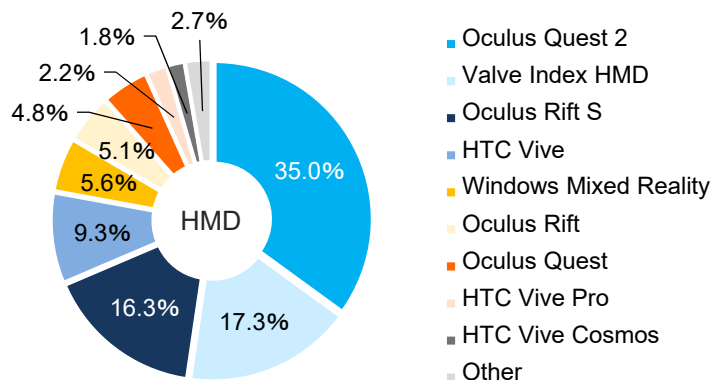
(備考)日本政策投資銀行作成

図表7-1 コンピュータの階層構造



(備考)日本政策投資銀行作成

図表7-2 VRゲームで使用するHMD(2021年10月)



(備考)Valve「Steam Hardware & Software Survey」により日本政策投資銀行作成

図表7-3 グラス型デバイスの主な開発メーカー

メーカー	主な製品	発売年	備考
Google	Glass Enterprise Edition 2	2019	法人向け
Meta	Ray-Ban Stories	2021	一般消費者向け
Magic Leap (米)	Magic leap 1	2018	法人向け
Microsoft	Hololens 2	2019	法人向け
Nreal(中)/KDDI	NrealLight	2020	一般消費者向け

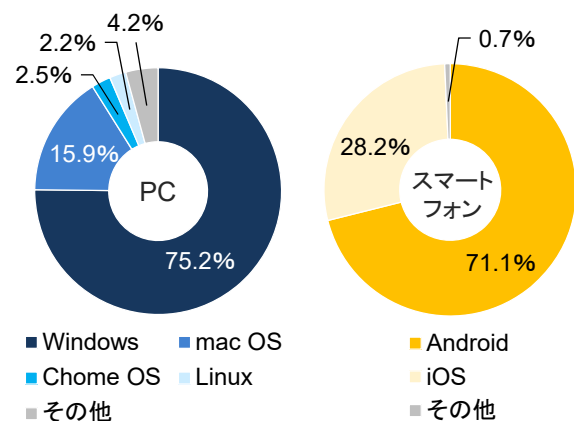
(備考)日本政策投資銀行作成

開発する動きをみせているが、現在最も売れているHMD「Oculus Quest 2」においてもOSはAndroidがベースであり、未だAR/VRに特化した機能やUIを備えたものは現れていない。PCにおいてWindowsおよびmacOSが全体の91%以上、スマートフォンではAndroidおよびiOSが全体の99%以上のシェアを有する現状を踏まえると、将来的には、AR/VRデバイスのOSも寡占構造になっていくことが予想される(図表7-4)。

ミドルウェアの領域では、ゲームエンジンに対する注目が高まっている。ゲームエンジンとは、グラフィックス、サウンド、イベント設計といったゲームを動かすために必要な機能がまとまったソフトウェアのことである。AR/VRのアプリケーションは3Dを扱うため、開発ツールとしてゲームエンジンを用いるケースが主流となっているが、現在、この分野はUnity Technologies(米)の「Unity」とEpic Gamesの「Unreal Engine」のシェアが大きい。これらは安価で操作方法も難しくないため、個人でも比較的容易にアプリケーションを作ることができる。近年のAR/VRの発展においては、ハードウェアやネットワークの技術的進歩だけでなく、ゲームエンジンの開発競争により、3Dアプリの作成が容易かつ低廉になったことも一因と考えられている。

両ゲームエンジンに対しては、市場からの期待も高い。2020年8月、Unity TechnologiesはIPO(新規株式公開)を行い、目標を上回る13億ドルを調

図表7-4 OSのシェア(2021年10月)



(備考)StatCounter Global Statsにより日本政策投資銀行作成

達した。一方、Epic Gamesは、2021年4月、ソニーグループからの2億ドルを含む合計10億ドルの資金を調達している。

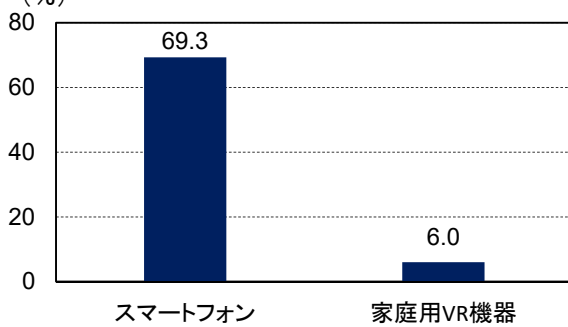
現在、両ゲームエンジンは、建築分野での3Dシミュレーションや映画制作など、非ゲーム分野での用途を拡大させているが、AR/VRコンテンツの開発ツールとしても確固たる地位を築いている。今後も、両ゲームエンジンで開発されたAR/VRアプリケーションの比率は高まっていくだろう。

8.一般普及に向けた課題は山積している

AR/VRは、前述のとおり、あらゆる産業において成長が見込まれている。しかしながら、デバイスの個人保有率では、スマートフォンが69.3%であるのに対し、家庭用VR機器は6%であり、大きな開きがある(図表8-1)。また、VRは認知率が90%程度である一方、現在使用している人は5%にとどまっているという調査結果も存在する(図表8-2)。関係者の多くは、現在、AR/VRは初期段階の市場であると考えており、そこからメインストリーム市場に移行する、いわゆる「キャズムを越える」ためには、多くの課題があるとみている(図表8-3)。

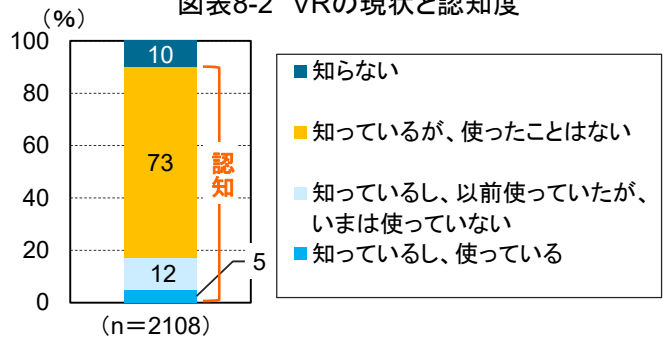
こうした課題のうち、特に大きいと思われるのが、デバイスの性能に関するものである。既存のHMDは、近年の技術開発により軽量化・高度化が進んでいるとはいえ、誰もが気軽に使うには、依然として重く、操作方法がわかりづらい。また、現状では

図表8-1 デジタルデバイスの個人保有率



(備考) 1.スマートフォンは総務省「令和2年通信利用動向調査」により日本政策投資銀行作成
2.家庭用VR機器はマクロミル調べ「VRに関する意識調査」により日本政策投資銀行作成

図表8-2 VRの現状と認知度



(備考) 1.出典:LINEリサーチの調査結果を基に日本政策投資銀行作成
2.グラフ中の数字は小数点以下第一位または第二位を四捨五入
3.調査対象者:日本全国の18~59歳の男女

図表8-3 AR/VRの一般普及に向けた主な課題をPEST分析で整理

政治的要因 (P)	経済的要因 (E)
<ul style="list-style-type: none"> ○ バーチャル空間ビジネスに関する法整備 <ul style="list-style-type: none"> ・ 現行法は仮想空間ビジネスを想定していない ・ 仮想資産保護の観点で法律の制定などが必要である ○ バーチャル空間ビジネスに関するガイドラインの整備 <ul style="list-style-type: none"> ・ 現実のものをバーチャルに移行する際の権利関係におけるガイドラインがあると有益である 	<ul style="list-style-type: none"> ○ デバイスの低価格化 <ul style="list-style-type: none"> ・ 近年、価格は低下してきたが、未だ一般消費者が購入する価格帯には至っていない ○ マネタイズ <ul style="list-style-type: none"> ・ 三次元空間性・インタラクティブ性を伴った体験設計は、従来の2Dコンテンツ開発より制作コストが大きい
社会的要因 (S)	技術的要因 (T)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 専門人材の確保 <ul style="list-style-type: none"> ・ 3Dモデリング、インタラクション設計などの技術者や、ビジネスの企画ができる人材が不足している ○ コンテンツの創出・普及 <ul style="list-style-type: none"> ・ HMDを購入したいと思わせるキラーコンテンツが登場していない ・ アプリストアの審査基準が厳格であり、一般に公開されるコンテンツの量が制限されている 	<ul style="list-style-type: none"> ○ デバイスの性能およびユーザビリティの向上 <ul style="list-style-type: none"> ・ 装着に伴う身体的負担や心理的抵抗感が大きい ・ 日光の強い場所では、シースルー型ディスプレイが表示・トラッキングともに正しく作動しなくなってしまう ○ 仕様の標準化 <ul style="list-style-type: none"> ・ デバイスごとに、操作や位置トラッキングなどの規格が異なるため、同一コンテンツを複数のプラットフォームで提供することが困難である

(備考) 経済産業省「仮想空間の今後の可能性と諸課題に関する調査分析事業 報告書」、特定非営利活動法人 映像産業振興機構「VRなどのコンテンツ制作技術 活用ガイドライン 2020」「ARなどのコンテンツ制作技術 活用ガイドライン 2020」により日本政策投資銀行作成

視野角がそれほど広くないため、首を上下左右に振らないと周囲の状況を把握することは難しい。加えて、VR空間で文章を読むには、かなりの集中力を要するため、長時間使用することによる疲労感は大い。HMDを装着することで、髪やメイクが乱れることが気になる人も多いと思われる。

今後は、HMDの改良はもとより、指輪やブレスレットを同期に用いたり、スマートコンタクトレンズやBMIを導入したりするなど、さまざまな可能性を模索することが必要になるのではないかと。そうすることによって、誰でも簡単に操作でき、長時間装着しても疲れず、ファッション性にも優れたデバイスが登場すれば、一般消費者への普及は早まるだろう。

9.総括

AR/VRは、次世代の情報伝達手段として、私たちの生活やコミュニケーションのあり方、さらには、人とシステムとの関係性に変革をもたらすと考えられている。

また、AR/VRの発展はメタバースの実現を加速させるとみられており、現在、オンラインゲームの「Fortnite」やソーシャルVRの「VRChat」をはじめ、さまざまなサービスが登場している。今後は、利用目的に応じた複数のプラットフォームが並立し、発展していくことが予想される。

コンピュータの構成要素という観点からみると、

HMDではMetaの「Oculus」シリーズが先行する一方、グラス型デバイスは、多くのメーカーが要素技術の開発段階であり、一般消費者向けの製品は乏しい。また、ミドルウェアでは、AR/VRのアプリケーション開発ツールとして、ゲームエンジンの重要性が増している。この分野は、「Unity」と「Unreal Engine」のシェアが大きく、今後も両ゲームエンジンで開発されたAR/VRアプリケーションの比率は高まるであろう。

成長が見込まれるAR/VRだが、一般消費者への普及においては多くの課題を有する。特に大きいのが、デバイスの性能に関するものだ。今後は、HMDの改良はもとより、指輪やブレスレット型の機器をコントローラーとして活用する技術の開発からBMIの研究まで、さまざまな可能性を模索することで、ユーザビリティを向上させる必要がある。

AR/VRに関するプラットフォームを巡る覇権争いは、今後も米国テックジャイアントを中心に展開していくことが予想されるが、日本企業が世界に存在感を示すことができる領域も残されている。

まず、ハードウェアの各部品、いわゆる要素技術である(図表9-1)。この領域では、2020年12月、国内スタートアップのCellidが世界最大となる視野角60度を実現するARグラス用ウェイブガイドおよびマ

イクロプロジェクトの設計に成功したことを発表し、関心を集めた。また、メニコンは米国のスタートアップであるMojo Visionと共同でスマートコンタクトレンズの開発に取り組んでいる。先述のとおり、既存のハードウェアには多くの課題があることから、今後も新たな要素技術が採用される可能性は高く、多くの企業にとって、参入を検討する価値は大きいと思われる。

次に、3Dアバター関連のサービスである(図表9-2)。将来的にメタバースは、利用目的に応じた複数のプラットフォームにより形成されていくと考えられるが、Metaが2021年だけで100億ドル以上を投資するという規模と比較すると、現状、日本企業による投資は低調といえる。一方で、メタバースを支えるシステムのうち、3Dアバターに特化してみれば、関連するスタートアップ企業が資金調達を開始した段階であり、まだまだ参入の余地はあると思われる。日本には、電脳世界を題材にした「攻殻機動隊」や「ソードアート・オンライン」をはじめとして、AR/VRと親和性が高く、国際的に評価されている漫画・アニメコンテンツが豊富に存在する。これらを活用し、世界と差別化したサービスを提供することで活路が開けるかもしれない。AR/VRにおける今後の日本企業の活躍に期待したい。

図表9-1 要素技術で注目される日本企業

Cellid	世界で初めて視野角60度を実現するARグラス用ウェイブガイドおよびマイクロプロジェクトを設計し、サンプル提供を開始
メニコン	Mojo Visionと共同でスマートコンタクトレンズを開発
日本アルプス電子	振動、硬さ、温度などを伝えるVRデバイス用のコントローラーを開発
ジャパンディスプレイ	VR用の高精細・軽量ディスプレイを製造
日本精機	メルセデス・ベンツなどに対し、ARヘッドアップディスプレイを供給

(備考) 日本政策投資銀行作成

図表9-2 3Dアバター関連で注目される日本企業

VRC	企業のニーズに合わせて、3Dアバターの生成技術およびバーチャル試着技術を提供
ピクシブ	3Dアバターを販売する「BOOTH」を運営、3Dモデルの作成ツール「VRoid Studio」を提供
Skeb	アバターの販売・改変代行プラットフォーム「ポリゴンテラー」を開発
cluster	10万人規模の同時接続が可能なバーチャルSNS「cluster」において、アバターを展示・販売する「アバターマーケット」を開催

(備考) 日本政策投資銀行作成

©Development Bank of Japan Inc.2021

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引などを勧誘するものではありません。本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部

Tel: 03-3244-1840

e-mail(産業調査部): report@dbj.jp