

## 技術動向レポート

## Virtual Reality 技術の最新動向

情報通信研究部

上席主任コンサルタント 松崎 和敏

近年、Virtual Reality（以下、VR）技術はハードウェア・ソフトウェアの両面で大きな進化を遂げ、普及が拡大している。ゲームなどのエンターテインメント用途のみならず、製造現場での活用や体験型研修での利用などといったビジネスシーンでの活用も始まり、今後も様々な用途で普及が拡大していくものと見込まれる。

本レポートでは、VR 技術の概要を紹介し、最近の技術動向、市場動向について触れた上で、今後の展望についての私見を述べる。

## 1. xR 技術とは？

xR 技術とは現実世界において実際には存在しない仮想世界を表現・体験できる技術の総称であり、VR はその1つである。xR 技術は、視覚や聴覚などで実用化が進んでおり、ここでは視覚を中心とした xR 技術についての全体感を概説する。

xR 技術は以下の3つに大別され(図表1)、仮想世界を体験する目的や用途が異なる。

- ・ AR (Augmented Reality : 拡張現実)
- ・ MR (Mixed Reality : 複合現実)
- ・ VR (Virtual Reality : 仮想現実)

AR は現実世界の映像に重ねて、仮想世界の映像や文字等の情報を提示する技術であり、スマートフォン等のデバイスを用いて提示されることが多い。スマートフォンのカメラで新聞紙面をかざすと付加情報が実写映像に重ねて表示される「日経 AR」は AR の活用事例であり、現実世界の映像にキャラクターを重ねて表示する「ポケモン Go<sup>(1)</sup>」も AR に分類される。一般的に、利用者は現実世界と仮想世界とを明確に区別できる。

MR は、AR と同様に現実世界の映像や音に

重ねて仮想世界の映像や音を提示する技術であるが、AR と比較すると現実世界と仮想世界との融合度が高い。現実世界にある様々なモノの位置を3次的に把握し、仮想的な3次元のオブジェクトを現実世界と整合するように配置するため、AR よりも現実感が高く、現実空間上に仮想的なオブジェクトが存在していると感じられる。利用者はデバイスを操作しているという感覚が薄れ、仮想的なオブジェクトに触れる、回り込んで様々な角度から見る、地面や机上などに置くといった操作も可能となる。また、仮想世界を複数人で共有することにより、仮想的なオブジェクトを触り合う、動かしあうといった利用もできる。MR を実現するための機器の1つとしてマイクロソフト社のメガネ型デバイス HoloLens<sup>(2)</sup>がある。光線透過率の低いレンズを使用し、このレンズに仮想世界の映像を投影することで、レンズを透過する現実世界の映像と重なり、現実世界と仮想世界が融合した映像を体験できる仕組みである。

VR は、AR や MR とは異なり、現実世界の映像や音を使用せず、仮想世界の映像や音のみを提示する技術である。部屋全体をディスプレイやスクリーンで覆う大型の VR 装置(図表2)

図表1 AR、MR、VR の特徴

| 関係性     | 現実空間   |  | デジタル空間   |  |
|---------|--|--|--|--|
|         | AR<br>(Augmented Reality: 拡張現実)  | MR<br>(Mixed Reality: 複合現実)  | VR<br>(Virtual Reality: 仮想現実)  |  |
| 特徴      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現実空間にデジタル情報 (CG等) を重ね合わせる</li> <li>■ 現実空間を拡張することによって、新たな認識を与える</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ VRとARの技術を融合した技術</li> <li>■ デジタル空間に現実空間の情報を取り込み、現実空間とデジタル空間が融合した世界をつくる</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現実空間とは切り離された、全てをデジタル情報で構築した世界 (デジタル空間)</li> <li>■ あたかもそこにいるかのような感覚が体験できる</li> </ul>   |  |
| 実例 (機器) | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Google Glass</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Microsoft HoloLens</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Oculus Rift</li> <li>■ Gear VR</li> <li>■ HTC VIVE</li> </ul>  |  |

\*出所: <https://x.company/glass/>、<https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>、<https://www.oculus.com/rift/>

(資料) 国土交通省 観光庁 - 最先端 ICT (VRAR等) を活用した観光コンテンツ活用に向けたナレッジ集 (<https://www.mlit.go.jp/common/001279556.pdf>)

図表2 大型 VR 装置の例



や、ヘッドマウントディスプレイ (VR ヘッドセット) 等を用いて仮想環境を提供する。利用者は現実世界から遮断され、仮想世界の映像と音のみを得るため、仮想世界を現実であると思い込んでしまうような高い没入感が得られる。VR は、別世界を体験するゲームや、事故・災害の疑似体験を通じた教育など、現実世界での再現が困難なイベントを提供できる。また、コロナ禍での行動制限を受け、観光事業での VR の活用も始まっている。

近年の VR の普及は、利用者が体験するためのデバイスである VR ヘッドセット、および、製作者が VR コンテンツを生成するデバイス・

ソフトウェアの双方の発展によるところが大きく、価格面においても一般に利用可能な水準まで下がってきている。2章ではVRヘッドセットについて解説し、3章ではVRコンテンツの生成デバイス・ソフトウェアについて解説する。

## 2. VRヘッドセット

本章では、VR体験に用いる専用デバイスであるVRヘッドセットについて解説する。

VRヘッドセットの基本構成は、全視野の映像を提示するためのヘッドマウントディスプレイと頭部の回転と移動を検出するための6自由度の加速度センサであり、ヘッドフォンを備えることもある。VRヘッドセットは利用者の頭の位置や向きを検出し、頭の動きに合わせた映像や音を、遅れや途切れが発生しないようにリアルタイムに提示することで、仮想空間に居るような体験を提供する。なお、VRヘッドセット装着時は現実世界が見えないため、仮想世界の中での操作やシーンの切り替えなどに、手持ちのコントローラ等のデバイスを用いることが多い(図表3)。

VRヘッドセットは1960年代に登場し、以降、様々なデバイスが開発されたものの、Oculus Rift以前のデバイスは一般に広く普及するには至らなかった。画質、視野角、フレームレート、遅延などの課題により、VRに期待される十分な没入感が得られなかったことが、普及に至らなかった大きな理由と思われる。

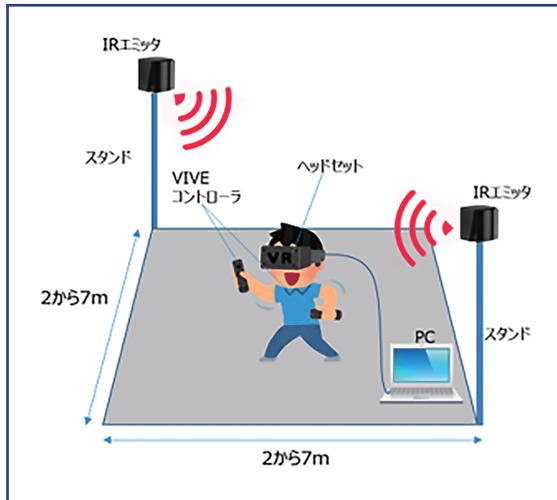
Oculus VR社(現MetaPlatforms社)は2012年にクラウドファンディングKickstarterを活用して約240万ドルもの費用を調達し、前述の課題を大きく改善して高い没入感が得られるDevelopment Kitを開発した。さらに、この改良版として、解像度やフレームレートを向上させたOculus Rift<sup>(3)</sup>を2016年に発売した。Oculus Riftは\$599という手ごろな価格も相まって

大きな話題を呼び、約200万台出荷され、後に2016年がVR元年と呼ばれることとなった。その後、Oculus Riftの後を追うようにFacebook、HTC、Valve、SONYなどの企業が様々なデバイスを発表し、それと並行してVRコンテンツが充実していくなど、VR分野は活況を呈した。

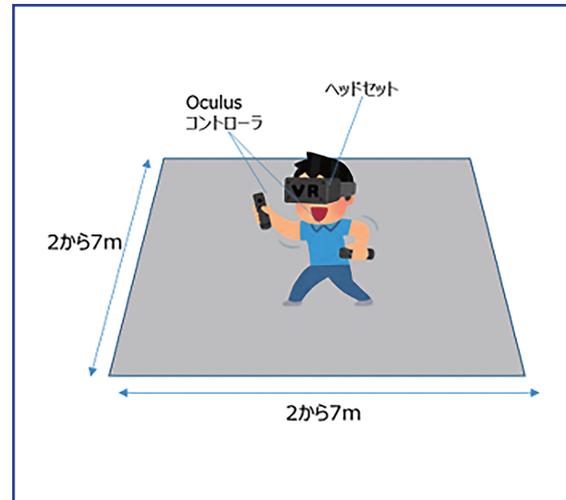
高い没入感を得られるレベルの高画質、広視野の映像や音をリアルタイムに提示するためには、相応の処理能力が必要となるが、Oculus Riftが発売された2016年時点では、頭部装着時に違和感の少ない重さ、大きさですべての処理をおこなう普及価格帯での装置の実現は難しかった。そのため、Oculus Riftは外部に接続したパソコンにてVR映像/音の処理を行い、VRヘッドセットでは動き検出とVR映像/音の提示のみを担う、PC接続型VRと呼ばれる構成であった。2018年になり、ヘッドセット内にOSやVR映像処理機能を内蔵し、パソコンとの接続の必要がないスタンドアロン型VRのOculus Go<sup>(4)</sup>などの製品が登場したことにより、VRヘッドセット単体でのVR体験が可能となった(図表4)。

VRヘッドセットは頭部の回転と移動を検出するセンサを備えているものの、回転や移動を繰り返すと実際の頭の位置や向きとの誤差が蓄積する。この誤差の補正方法についても、新たな技術の導入が進んでいる。従来はVRヘッドセットとは別に配置したレーザーセンサやカメラ等の外部センサによって誤差を補正するアウトサイドイン方式が主流であった。後に登場したインサイドアウト方式では、ロボットの位置推定や自動運転に活用されている自己位置推定技術により、VRヘッドセットに搭載されたカメラを使って撮影した周囲の映像の変化から回転と移動を逆算する。このインサイドアウト方式により、周囲が真っ暗で映像変化が乏しい場合などの特殊な状況を除き、VRヘッドセット単体での位置検出が可能となり、外部センサが

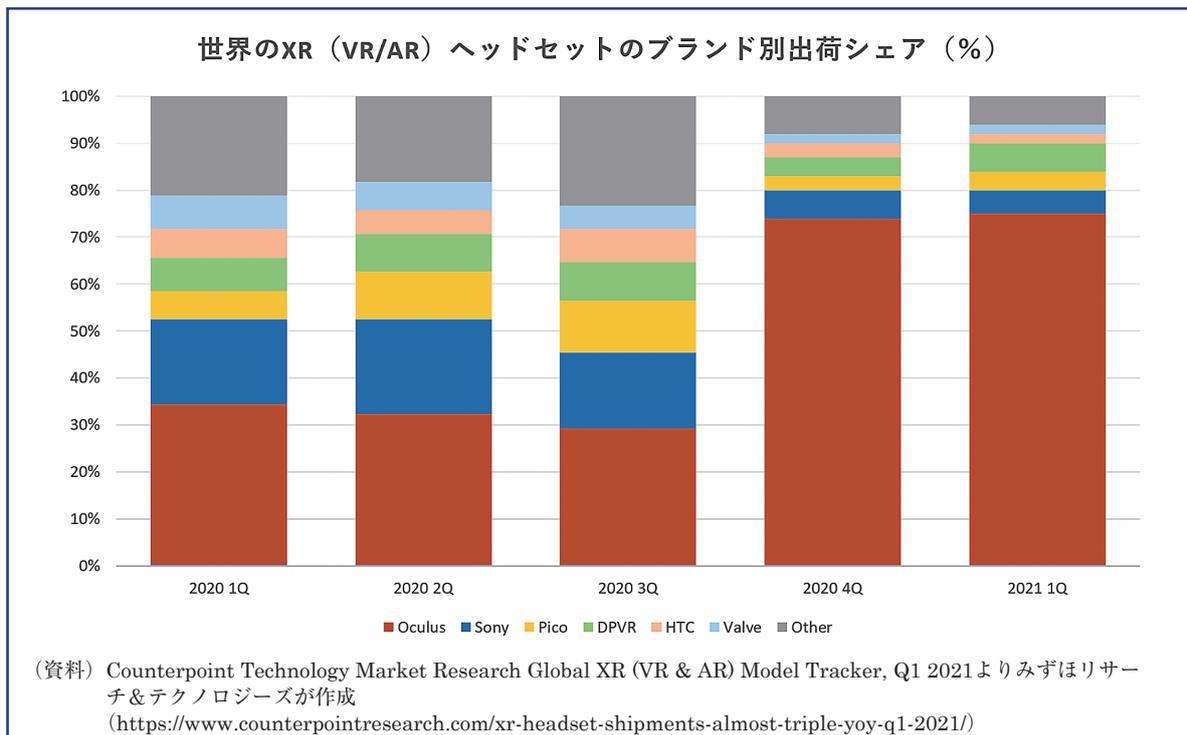
図表3 VR ヘッドセットのハードウェア構成



図表4 スタンドアロン型 VR の利用イメージ



図表5 デバイスブランドのマーケットシェア (2020年1Q～2021年1Q)



不要となった。

2016年発売の Oculus Rift の大ヒット等、普及型 VR ヘッドセットを牽引してきた Oculus 社であるが、他社の参入により2020年の中頃には xR マーケットでのシェアが30%程度に低下していた。2020年10月に発表された Oculus 社の

最新版の VR ヘッドセットである Oculus Quest 2<sup>(5)</sup>では、パソコンや外部センサが不要であり、さらに、価格も4万円程度と手ごろであったため、マーケットシェアを70%以上に大きく伸ばし(図表5)、本稿執筆時点での代表的な VR ヘッドセットと言えよう。

性能や使い勝手等、近年のVRヘッドセットの進化は目覚ましく、価格も低下している。今後も発展を続け、VRの普及、拡大を牽引していくものと予想する。

### 3. VR映像生成デバイス・ソフトウェア

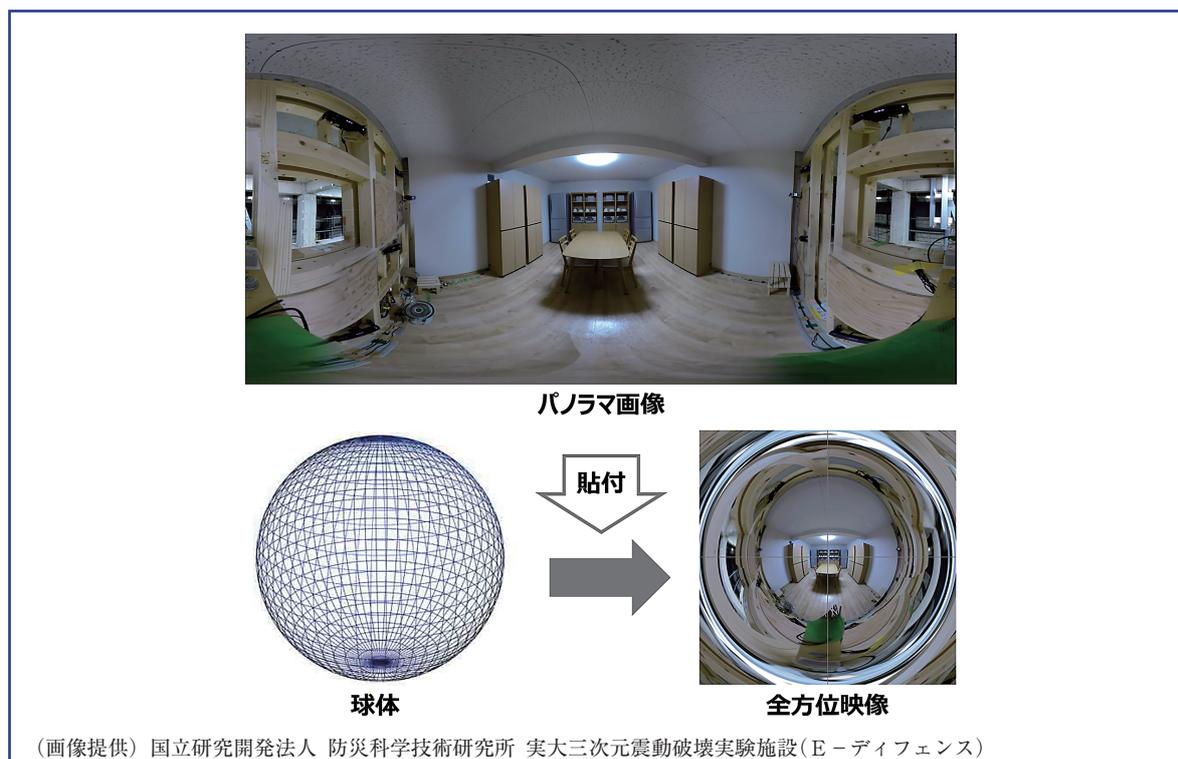
本章では、VR映像を生成するデバイスやソフトウェアについて解説する。VRでは全方位の映像が必要となるが、その生成方法は大きく分けて、実写撮影によるもの、CGによるもの、また、これらの組み合わせによるものがある。

実写撮影によるVR映像の生成では、全方位カメラにより撮影をおこなう(図表6)。全方位カメラは、カメラを中心として上下左右に360°方向の映像を撮影することができるデバイスであり、魚眼レンズを用いた単眼カメラタイプや、複数のカメラを異なる方向に向けて配置し同時に全方向を撮影するデバイス等がある。後者は、

撮影後に多視点映像を繋ぎ合わせることで全方位映像を生成する。

全方位カメラは手軽で安価なものから、高価かつ高性能なものまで、様々な製品が出てきている。手ごろな製品として人気の高いRICOH社のTHETA<sup>(6)</sup>シリーズ(図表7)は、魚眼レンズを用いた全方位カメラである。映像の解像度は他社のハイエンドの製品には劣るものの、片手で持てる程度の大きさ、3万円程度の価格であり、初めてのデバイスとして導入しやすい。一方、非常に性能の高いハイエンドな製品も登場しており、Shenzhen Arashi Vision社のInsta360<sup>(7)</sup>シリーズ(図表8)は、多数のカメラを配置することで、解像度の高い映像の撮影ができる。例えば、Insta360 TITANという製品は100万円を超える価格設定であるが、8台のカメラにより11K(10560×5280ピクセル)の高解像度で全方位映像を撮影できる。

図表6 全方位映像のイメージ



図表7 全方位カメラ製品例 (THETA シリーズ)



全方位カメラによる実写撮影では、カメラを購入して撮影すれば、すぐに VR 映像を作ることができるという点が魅力である。また、現実世界をそのまま撮影しているため、映っている物体の質感は高く、一定以上の解像度であれば実物と見分けがつかない等の利点がある。加えて、映像が全方位であること以外は、画像や動画といった従来からあるコンテンツと同様に扱うことができるため、動画配信サービスへの取り込みも進み、大手動画配信サービスの YouTube<sup>(8)</sup>では、360度動画として利用者が好きな方向の映像を自由に楽しむことができるサービスを提供している。

一方、全方位カメラによる実写撮影では、VR 空間内で撮影時のカメラ位置以外に移動すると映像が不自然に歪むことがあり、また、被写体の裏側などカメラからの死角は VR 空間上に再現できないため、VR 空間内での移動は限定的となる。

CG による VR 映像の生成では、現実世界では実現困難な事故や災害等の別世界の中を自由に移動できるコンテンツを作ることができ、これが実写撮影による VR 映像の生成と比べて優れた点と言える。一般的に手作業が中心となる

図表8 全方位カメラ製品例 (Insta360 シリーズ)



CG 制作に手間と時間を要するものの、CG 制作を支援するソフトウェアの充実や、汎用的な背景・オブジェクトの有償／無償での提供など、CG 制作のための環境は向上している。CG 制作ソフトウェアの代表格である Autodesk 社の Maya<sup>(9)</sup>は、1ライセンスあたり年間約25万円という価格であるものの、学生であれば無料で、一般ユーザーであれば体験版を30日間無料で使用できるため、ソフトウェア購入前に試用・評価することができる。また、Blender というオープンソースの CG 制作ソフトウェアは無料であり、気軽に利用できるにもかかわらず、モデリングからライティングまで CG 制作に必要なさまざまな作業に対応している。

一方、CG による VR 映像の生成においては、大幅に改善されてきてはいるものの一般的に物体の質感は実写撮影より劣ることには留意する必要がある。

VR の利用目的や用途に応じて、全方位カメラによる実写撮影をおこなうか、CG により VR 映像を生成するかを選択するとよい。

実写撮影による VR 映像の生成、および、CG による VR 映像の生成とも、VR 空間内で壁や物体に入り込めないように移動範囲を制約する

図表9 VR映像生成のための主要なデバイス・ソフトウェア

| 種別      | 機能・特色  | 代表的な製品など                                |
|---------|--|---|
| 全方位カメラ  | カメラを中心とした全方向の映像を撮影するデバイス。魚眼レンズを用いるものや、多視点映像をつなぎ合わせるものがある。                  | THETA シリーズ、Insta360シリーズ、GoPro Fusion など |
| CG制作ソフト | 3次元のコンピュータグラフィックを作成するソフトウェア。個別のオブジェクトや、オブジェクトを組み合わせた空間を手作業で作ることができる。       | Maya、Blender など                         |
| ゲームエンジン | 映像の描画、仮想空間内での衝突判定、物理演算などを行うソフトウェア。オブジェクトを読み込んで仮想空間を作り、仮想空間内での行動制御や映像生成を担う。 | Unity、Unreal Engine など                  |

(資料) 各種資料をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズが作成

衝突判定等の処理が必要となる。このような処理をおこなうソフトウェアがゲームエンジンであり、3Dグラフィックスのデータ変換、リアルタイムレンダリング、アニメーション、衝突判定、物理演算などをリアルタイムで処理することを前提としている。ゲームエンジンは、VR向けのソフトウェア開発において不可欠な存在であり、Unity Technologies 社の Unity<sup>(10)</sup>、Epic Games 社の Unreal Engine<sup>(11)</sup>などのソフトウェアが広く用いられている。

VRヘッドセットの進化、普及と相まり、全方位を撮影する全方位カメラやCG制作にかかわるソフトウェア等、VR映像を生成するための環境も充実を見せている。

## 4. 今後の展望

### (1) VR分野の市場動向

本章では世界と北米のVRの市場予測について紹介する。

総務省の情報通信白書<sup>(12)</sup>によると、VRは消費者向けのエンターテインメント分野以外の、ビジネスでの利用も広がっている。不動産分野では物件を疑似体験する、旅行分野では旅先を疑似体験する、等のほか、これ以外の分野にお

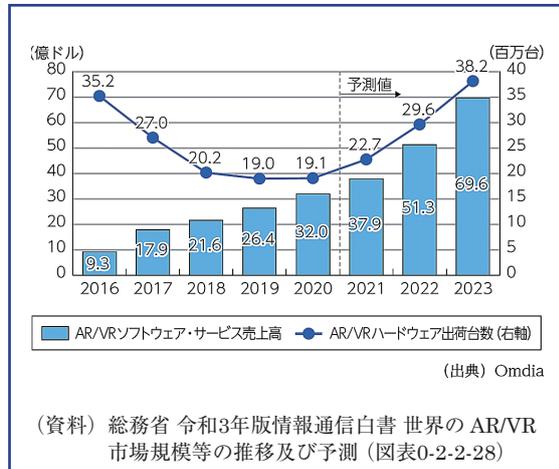
いても訓練や教育、3次元空間でのナビゲーションなどに活用されている。

同じく情報通信白書によると、世界市場でのAR/VRソフトウェア・サービスの売上高の拡大が予想されている。世界のAR/VRハードウェアの出荷台数についても、VRゲームへの多数のベンダー参入と市場淘汰により2019年までは減少となったものの、2020年以降は一転して右肩上がりでの増加が見込まれている。(図表10)

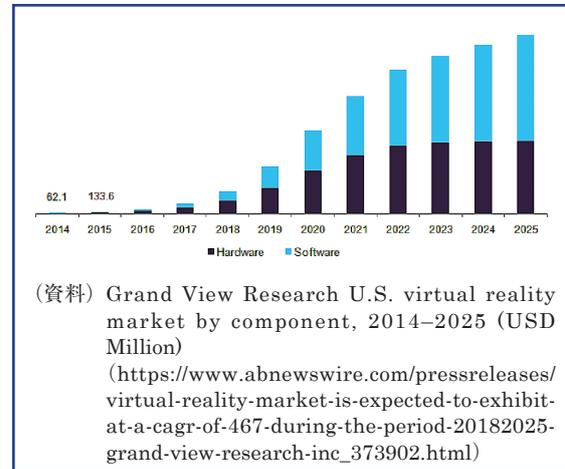
VR市場をけん引してきた北米市場について、Grand View Research<sup>(13)</sup>は、2022年以降ハードウェアの市場の伸びは鈍化するもの、ハードウェア、ソフトウェアとも年々規模が拡大していくものと予想している(図表11)。

世界と北米ではハードウェアの市場の伸びの予測についての違いはあるものの、ハードウェア、ソフトウェアとも拡大するとの予測は一致している。これまではVRヘッドセットを中心としたハードウェアやデバイスの進化により市場が拡大してきたが、今後は、VRを活用したソフトウェアやサービスの拡充、高付加価値化がさらなるVR市場全体の拡大のカギとなろう。また、ハードウェアのブレークスルーにより、視覚、聴覚以外の触覚、嗅覚、味覚でのVR実

図表10 世界のAR/VR市場規模等の推移及び予測



図表11 北米におけるVR市場規模の推移及び予測



現にも期待したい。

エンターテインメントだけでなく様々なビジネスシーンにVRが活用され、ソフトウェアやコンテンツが充実してくることで、皆さんにとってVRはますます身近なものになっていくのではないだろうか。

## (2) 注目トピック

本章では、筆者が注目している、クラウドを活用したVRコンテンツ提供の仕組みとその特徴について解説する。

昨今、SNS、Webメール、オンラインストレージ、文書管理など、さまざまな場面でクラウドが活用され、ビジネスシーンにおいても営業管理や顧客管理、会計管理などでクラウドが活用されていることは、周知の事実であろう。こうした高負荷な処理や大規模なストレージをオンライン上に集約し、ユーザーは性能的に軽量のデバイスを用いてこれを活用するといった考え方はVR分野においても適用されつつある。クラウド上で高負荷なVR映像生成処理を行い、ユーザーは各自が所有するVRデバイスやスマートフォンでそれを利用するという試みであり、2章で紹介したPC接続型VRならぬクラウド接

続型VRである。

クラウドサービスはGPUを搭載したバーチャルマシンを提供するもので、その性能は年々向上し、利用可能な規模は拡充し、価格は徐々に低下する等、利用しやすい環境が整いつつある。また、通信性能の向上も進んでいる。総務省によると、旧来のLTE/4Gが次世代通信規格である5Gに置き換わることで、通信速度が約10倍、遅延が10分の1(1ミリ秒程度)、機器の同時接続数が30~40倍になるとされている<sup>(14)</sup>。クラウドサービスと通信性能の向上は、クラウドサービスを用いたVRコンテンツの展開を可能とし、これまでにない新しいサービスを形作っていくのではないかと期待している。

例えば、クラウドゲーミング(サーバでゲームの演算処理を行い、映像をスマートフォンやPCに伝送することでゲームを楽しむ。ハイエンドなデバイスをユーザー自身で所持する必要がなくなる)といったサービスも出てきており、Microsoft、NVIDIA、Amazon、Googleなどが提供を始めている。他にもKDDIがAWS<sup>(15)</sup>と5Gを組み合わせたVR実証試験を実施するなど<sup>(16)</sup>、VRの活用に向けたフレームワークの整備や実証試験が始まっている。

厚生労働省は「外国人労働者安全管理支援事業」において、増加傾向にある外国人労働者の労災防止を目的として、VR 技術を活用した安全衛生教育を推進している。直感的で理解しやすいという VR の特徴を利用することで、日本語が得意ではない労働者においても高い教育効果が期待できる。また、現実世界で経験させることが困難な事故を、仮想的な環境で体験させ

ることで、事故の危険さを強く印象付けることができる。本事業において当社は、2020年度から VR 技術を活用した安全衛生教育教材の作成を行っており、VR ヘッドセットを用いる VR 教材の作成(図表12、図表13)と体験会を通しての周知活動や、リアルタイムクラウドレンダリングによるスマートフォンを活用した VR 教材の検討・開発・検証などを行ってきた(図表14)。

図表12 VR 教材のイメージ



図表13 VR 教材の体験イメージ



図表14 スマートフォンを活用した VR 教材



クラウドを活用した VR コンテンツはまだまだ少ないものの、スタートアップ企業なども出始めている。少し飛躍的な未来予想かもしれないが、既に広く普及しているスマートフォンやタブレットを VR デバイスとして使うことができれば、利用者が VR を活用するための敷居は格段に低くなり、VR 分野がさらに盛り上がるのではないかと期待している。

## 5. おわりに

本稿では、xR 技術、VR ヘッドセット、VR 映像生成デバイス・ソフトウェアについて解説し、今後の市場動向やクラウド・5G といった周辺技術との関わりについて、私見も交えて紹介した。

VR は様々な可能性を持つ技術であるが、実際に普及させていくためには、まだまだ課題も多い。技術面では、VR デバイスの解像度や速度といった性能向上、コンテンツをより簡単に受け取れる仕組みや通信インフラの整備、低価格化、軽量化、バッテリーの大容量化などの技術開発が求められるだろう。そのほかにも、VR を安全に体験できる場所の提供、健康に対する影響の把握と対処、犯罪や有害コンテンツを排除する仕組みづくりなど、社会的な課題とその解決策が必要になってくると想定される。しかしながら、今後の VR はコンテンツの拡充は元より、新たな付加価値を提供するサービスの登場によってパーソナルシーン、ビジネスシーンを問わず、身近な存在になっていくのではないかと考えている。

夢物語かもしれないが、教育現場や商談、買い物、広告など現実世界の様々な場面に VR が浸透し、誰もがスマートフォンのように VR デバイスを持ち歩き、至る所でデバイスを装着するといった、漫画やアニメで描かれるような未来が訪れることを期待している。VR という技

術が、世の中に広く受け入れられ、より面白く、活気にあふれた、豊かな未来を創る礎になってほしいと願う。

### 注

- (1) PoKeMoN GO は任天堂株式会社の登録商標です。
- (2) HoloLens は Microsoft Corporation の登録商標です。
- (3) Oculus、Oculus Rift は Facebook Technologies LLC の商標です。
- (4) Oculus Go は Facebook Technologies LLC の商標です。
- (5) Oculus Quest は Facebook Technologies LLC の商標です。
- (6) RICOH THETA は RICOH が商標出願中です。
- (7) Insta360 は 一路高飛(深圳) 科技有限公司が商標出願中です。
- (8) YouTube は Google LLC の商標です。
- (9) Maya は米国および/またはその他の国における Autodesk, Inc.、および/またはその関連会社および系列会社の登録商標または商標です。
- (10) Unity は米国商標特許庁およびその他の国において登録済みの Unity Technologies またはその関連会社(「Unity」)の商標です。
- (11) Unreal Engine は Epic Games, Inc. の登録商標です。
- (12) 総務省 令和3年版情報通信白書  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/index.html>
- (13) Grand View Research U.S. virtual reality market by component, 2014–2025 (USD Million)  
[https://www.abnewswire.com/pressreleases/virtual-reality-market-is-expected-to-exhibit-at-a-cagr-of-467-during-the-period-20182025-grand-view-research-inc\\_373902.html](https://www.abnewswire.com/pressreleases/virtual-reality-market-is-expected-to-exhibit-at-a-cagr-of-467-during-the-period-20182025-grand-view-research-inc_373902.html)
- (14) 総務省 第5世代移動通信システム(5G)の今と将来展望  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000633132.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000633132.pdf)
- (15) AWS は、米国その他の諸国における、Amazon.com, Inc. またはその関連会社の商標です。
- (16) 5G と AWS Wavelength を活用し、スマートフォンでデジタルツインを体験可能な VR 実証実験を実施～ビルや都市空間の3D データを利活用した事業価値創出に貢献～  
<https://news.kddi.com/kddi/business-topic/2021/08/5321.html>