



メタバースからCPSへ：仮想空間の企業での活用に向けて

株式会社日本総合研究所 先端技術ラボ シニアエキスパート **かねこ 金子** **ゆうすけ 雄介**

1 はじめに

メタバース^{[1][2]}は、一般消費者向け（C向け）の活用が先行するが、様々な業種において企業活動の中核で活用されることも期待されている。本稿は、企業間（B2B）や企業内（B2E：Business to Employee）でのメタバースの活用拡大に焦点を当て、その動向を論じる。

2 メタバースの概要

2.1 定義と特徴

メタバースの語義は、三省堂「大辞林」編集部は「ネットワーク上に構築される、三次元グラフィックの仮想空間。利用者はアバターを操作し、仮想空間に参加する。」と説明している（加えて、日本語としての発音アクセントは「バ」にあることも示している）^{*1}。総務省「Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」では「ユーザー間でコミュニケーションが可能な、インターネット等のネットワークを通じてアクセスできる、仮想的なデジタル空間」と定義している^{*2}。

メタバースが備えるべき特徴について、Matthew Ball（元・Amazon Studio戦略責任者）は次の7つに整理した^[3]。1）臨場感・再現性、2）自己投射性・イマーシブ（没入感）、3）同期性・インタラクティブ性、4）オープン性（誰でも参加できること）、5）相互運用性（他のメタバースと行き来できること）、6）永続性（期間限定でないこと）、7）経済の存在（現実世界と同様の活動ができること）。ただし、この7つを完備するメタバース・サービスは、まだ存在しない。これを実現させることが、技術開発の観点での目標となるだろう。

現状では、ユースケースに応じて、いくつかの特徴に特化したり、コモディティ化したICTをあえて併用したメタバースも存在する。一般に、1）と2）を実現するために3次元（3D）仮想空間として構築され、ユーザはHMD（ヘッドマウントディスプレイ）といったVR（Virtual Reality）デバイスを装着する^[4]。また、幅広いユーザ層の参加を促すため、ス

マートフォンといった普及率の高いデバイスで利用できるようにしたり、2次元（2D）で構築されたメタバースもある。

2.2 メタバースがもつ空間性

2021年以降にメタバースが再注目された要因は、技術のブレイクスルーというよりも、COVID-19パンデミックという社会的要因が大きい。対面での集会が開催困難となり、物理空間により近付けたオンライン交流の需要が増した。従来からあるSNSやWeb会議システムとメタバースの違いについて、ここではメタバースがもつ空間性に着目する。

既存のSNSやWeb会議システムは、多人数での同時コミュニケーションを実現した。一方、その用途は、情報発信や会議といったように、アプリケーションごとに限られていた。また、ユーザビリティの観点では、基本的にすべてのユーザには同じ画面が表示され、1対1または1対多の対面型が主であった（図1）。

メタバースはユーザの間に「空間」をもち、空間がユーザ同士のインタラクションを生んでいる（図2）。空間内での活動の自由度も高い。アバターの存在・位置関係・動作といった非言語情報が一目瞭然となることで、各ユーザの存在感がWeb会議システムよりも格段に増し、リアルな面談に一層近付いた豊かなコミュニケーションを実現できる。

2.3 メタバースの技術とアーキテクチャ

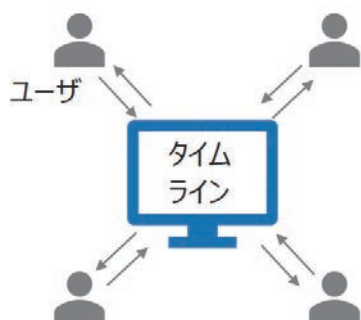
メタバースを構成する特徴的な要素技術として、VR技術や3Dモデリング技術が挙げられる。

VR技術は、仮想空間をよりイマーシブな（没入感のある）ものにするために用いられる。画像処理技術の進化によって、実写に極めて近い解像度・フレームレートでの映像体験を実現している。

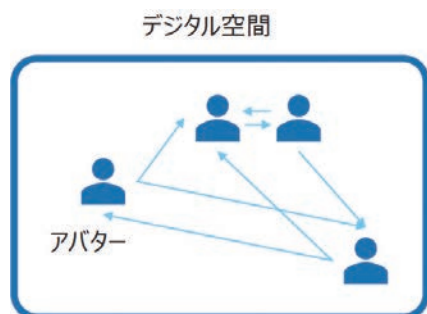
3Dモデリング技術は、現実世界の建造物・オブジェクトを仮想空間上に再現した3Dモデルの作成に不可欠となっている。実空間を丸ごとデジタル化するボリュメトリックキャプチャ（Volumetric Capture）技術も、人間の演技をアバ

*1 <https://dictionary.sanseido-publ.co.jp/shingo/2022/best10/>

*2 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01iicp01_02000115.html



■ 図1. SNS画面とユーザとの関係。同じ画面に向かってユーザが視聴・閲覧・入力する



■ 図2. メタバースとユーザ（アバター）との関係。アバターの存在・位置・動作が一望できる

ターで表現する際などで利用が進んでいる。

2.4 国際規格の動向

メタバースの相互運用性を高めるためには、標準規格の制定・普及が求められる。様々な業界団体が規格制定に着手している。

ITUは、ITU-Tにメタバースに関するフォーカスグループ（FG-MV）を2022年12月に設置し、第1回会合が2023年3月に開かれた^{*3}。

IEEEは、Metaverse Working Groupを2022年11月までに設置した。メタバースの語彙・カテゴリ・レベルを定義するIEEE P2048と、メタバースの技術・社会的側面に関する概要を示し、メタバースの設計・運用に用いる倫理評価方法を規定するIEEE P7016の、2つのプロジェクトが組成されている。

ISO/IECのMPEG委員会は、360度VRアプリケーションも含む、より自由度と没入感の高いイマーシブメディアの標

準規格化をMPEG-Iの名称で進めている。2022年5月にイマーシブメディアの符号化表現を定義するISO/IEC23090が発行された。

2.5 市場動向

メタバースの市場規模は急拡大している。この要因として、VR技術やAI技術の進歩、5G（第5世代移動通信システム）やクラウドコンピューティングの普及などが挙げられる。幅広い産業でメタバースが活用されることで、新たなビジネスモデルや収益源が生まれ、市場拡大につながる事が期待される。

メタバースの世界市場は2022年に655億米ドルと推計され、2023年には820億米ドル、2030年には9366億米ドルに急増すると予想されている（Statista社、2023年3月）^{*4}。また、VR/ARヘッドセットの世界出荷台数は、約880万台（2022年）と推計されている^{*5}。これは前年比20.9%減であり、アーリーアダプターの導入が一巡したとみられることもできる。端末メーカー別シェアは、Meta（Meta Quest）が約80%、ByteDance（PICO）が10%となっている。

2023年に入り、米国のデジタル需要の一服感と景気減速を背景に、メタバース関連の投資規模が縮小している。ウォルト・ディズニーは2023年3月までに、メタバース戦略を企画していた部門を廃止した。マイクロソフトは2023年3月、VRプラットフォーム「AltspaceVR」のサービス提供を停止した。仮想空間プラットフォームDecentralandの土地の販売価格中央値は、2022年4月からの1年間で90%近く下落している。

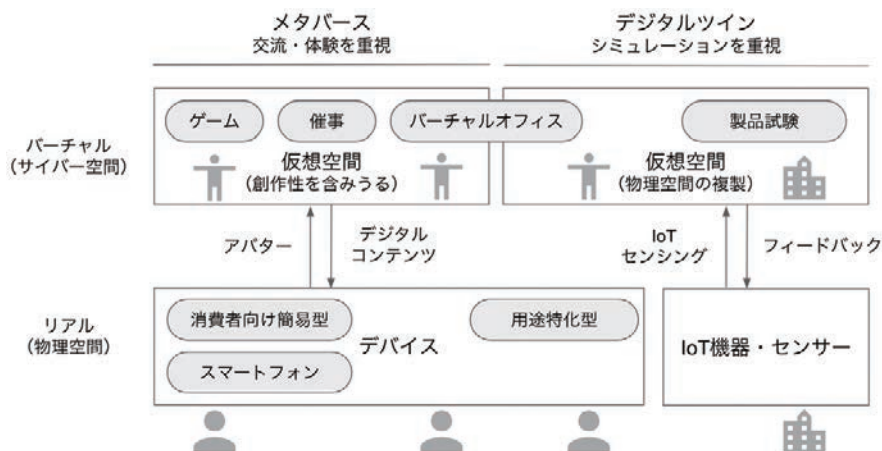
3. メタバースの用途

メタバースの体験者や常時接続者が増えるにつれて、メタバースの用途も多様化している。B2B・B2Eでの利活用の視点では、メタバースは体験期から業務活用模索期へとフェーズが移行している。体験期は、メタバースの催事にユーザとして参加して使用感を体験・理解することや、出展参加して広告宣伝やマーケティングを行うことが目的であった。その段階から一歩進んで業務活用模索期に入ると、投資効果が得られたり新事業を創出できたりするユースケースを探索することになる。

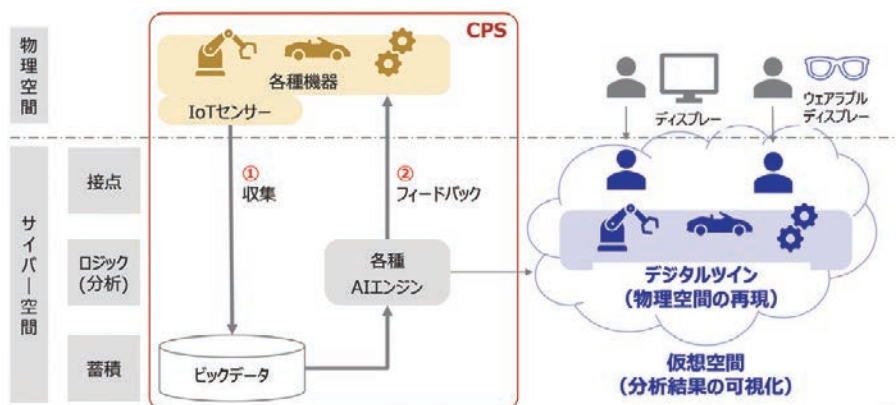
*3 <https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/Pages/1st-forum-metaverse.aspx>

*4 <https://www.statista.com/statistics/1295784/metaverse-market-size/>

*5 <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS50467723>



■ 図3. メタバースとデジタルツイン。メタバースは主に消費者向け、デジタルツインは主にエンタープライズ向けに大別できる



■ 図4. CPS（サイバーフィジカルシステム）とデジタルツインとの関係。CPSにおける分析結果を可視化する場合として、デジタルツインが用いられる

3.1 コンシューマー向け：B2Cメタバース

2021年から、メタバース上での集会・催事の開催が広がった。背景には、ウィズコロナの行動様式に適応したこと、設営物の常設・再利用が容易でコストカットできることが挙げられる。C向けのメタバース（B2Cメタバース）は、交流や体験を重視することが多い。また、物理的に実施・再現が難しいことも仮想空間で実現できる利点を生かし、損保会社が被災シミュレーションを行う事例や、地球や宇宙の探検体験を行う事例などがみられる。

B2Cメタバースのユーザー層は、10代～20代が多い。旅行会社エイチ・アイ・エスがスマートフォン向けメタバース「REALITY」上に開設したバーチャル支店「HISTラベルワールド」の来場者（2022年6月29日～7月27日）は、18歳～24歳が60.7%、18歳～34歳に広げると75.3%を占めていた*6。

B2Cメタバースは、物理世界を忠実に再現した3D環境は必須ではなく、ゲームやアニメのような創作性の強い世界感でも多くのユーザを獲得できる。なお、メタバースの利用時間は、ユーザの可処分時間に依存すると考えられる。

3.2 エンタープライズ向け：Cyber-Physical System

企業間や企業内での活用におけるメタバースの要件は、C向けのものとは異なる。B2Cメタバースでの価値の1つである創作性は、必要とされないことが多い。必要なのは、物理世界をサイバー空間に忠実に複製する再現性である。

製品の開発・試験や工場の生産効率化を目的に、シミュレーション環境として仮想空間を用いる。この仮想空間を、B2Cメタバースと区別してデジタルツインと呼ぶ（図3）。例えば、日立製作所は、原子力発電所内部を仮想空間に再

*6 <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000229.000021973.html>



現し、保守・点検などの作業訓練に利用する。放射線の影響で人間が作業できない場所でも、仮想空間であれば影響を受けないことが最大の利点である。

デジタルツインとしての仮想空間は、CPS (Cyber-Physical System) のシステム系の一部として用いられると考えられる。CPSは、物理空間とサイバー空間を融合させたシステムのことで、センサーとネットワークを通じて物理空間の様々な情報をサイバー空間に収集・蓄積し、解析・判断により物理空間へフィードバックすることで産業システムや社会システムを効率化するシステムのことである^[5]。

CPSにおけるサイバー空間のアウトプット形態として、メタバースが注目されている。B2Bメタバースは、現実世界と異なる創作性を含み得るB2Cメタバースと異なり、サイバー空間に物理空間を複製し、試行・分析を繰り返すことで、最適解を導き出す環境として用いられる。その意味で、仮想空間はデジタルツインであり、CPSのアウトプット形態であるといえる (図4)。

4. メタバースの課題と今後の展望

メタバースは、技術・社会受容の双方において発展途上である。一足飛びに普及することは考えにくく、普段使いの状況に至るには数年かかるであろう。それぞれの面から論点を整理する。

4.1 技術革新の方向性

メタバースのユーザを増やすには、まず、デバイスの進化が期待される。現在のHMDは、コントローラーを握って操作することが要請されていて、没入感が削がれる原因となる。2024年発売予定のApple Vision Proはコントローラを用いず、視線を検出してポインティングし、人差し指と親指をつまむようなジェスチャーを内蔵カメラが検出してクリック操作を行う。また、音声認識機能も備える。操作や装着に違和感を与えないデバイスは、普及への大きな要因となるだろう。

VRヘッドセットを装着時に、乗り物酔いのような症状を経験することがある^[6]。この症状はVR酔い (VR sickness, cybersickness) と呼ばれる。VR酔いの根本的な発生メカニズムは、まだ完全には解明されていない^[7]が、VRヘッドセットによる視覚情報の移動と、身体感覚器官からの移

動に関する矛盾によって生じる説が有力である。筆者が所属する企業内でVR体験会を開催したときには、年齢層によらず、体験者の1~2割がVR酔いを訴えた。

VR酔いを軽減するための技術的改善策には、VRの移動速度・注視点を一定範囲内に制限して視覚情報の急変を抑える、VRのフレームレートを高めてVR映像の流れを円滑化する、VRデバイスのセンサー分解能を高めてユーザ動作の検出精度を高める、といった方法が考えられる。

これらの技術革新が進むことで、メタバースの可能性が広がり、よりリッチで没入感のある体験が実現することが期待される。これらの技術的な取組みに加えて、ユーザのリピーターを増やすためには、魅力的なコンテンツ・体験を提供し続けることが求められる。加えて、メタバースが複数のプラットフォームに対応し、PC・モバイル・VRヘッドセットなどの多種のデバイスに対応することで、より多くのユーザが利用できる。なお、仮想空間は必ずしも3Dである必要はない。例えば、oViceやGatherといった2Dのオンラインビデオ通話スペースを用いて、アバターを使ったオフィスワークに慣れることも有用であると考えられる。

4.2 社会的課題

技術的課題だけでなく、社会的課題も多く指摘されている。本稿では、以下に簡単に列挙することにとどめる。

プライバシーとセキュリティの観点では、プライバシー侵害、セキュリティ脆弱性、アバターのなりすましや乗っ取りに伴う権利侵害、などが懸念される。著作権と知的財産の観点では、コンテンツの盗用・不正コピー、著作物の価値や著作権の不明確さ、などが懸念される。アクセシビリティと包含性 (インクルージョン) の観点では、経済力・ICTスキル・視覚障害の有無などに起因したデジタル格差や、文化的多様性の欠如、などが懸念される。社会的影響としては、デジタル依存の増加、現実との混同、社会的格差の拡大、などが挙げられる。

4.3 メタバースの普及に向けて

米ガートナーの予測^{*7}によると、2026年には世界で4人に1人が、メタバース上で1日1時間以上過ごすようになる。日本においても、2025年の大阪・関西万博などを機に、メタバース関連の様々な技術・サービスが登場するだろう。

*7 <https://www.gartner.co.jp/ja/newsroom/press-releases/pr-20220209>



しかし2025年時点では、一般消費者にとって十分普及している状態には未達の可能性が高い。メタバースが生活必要な存在まで普及するためには、5Gといった通信環境や高性能デバイスの普及が先行する必要がある。

メタバースをB2B・B2Eに活用する企業にとっては、メタバースならではの価値提供による収益向上や業務効率化が期待される。製品の試作・試験や教育訓練といった分野でメタバースの利用が増えるだろう。物理環境からメタバースに移行することで、安全性・生産性・費用対効果の向上が期待できるユースケースから導入が始まる。業務効率化の面では、集会・催事やシミュレーション分野から活用が進む。数年先を展望すると、現在メールソフトやTeamsを常時起動させて業務を行っているのと同様に、業務時間中は常時メタバース上のアバター同士でコミュニケーションする姿が想像できる。

一方、メタバースの導入に伴い、職場内でのデジタルデバイドが発生しないようにすることも求められる。マイクロソフトの調査*8によると、(調査時点の2022年1～2月時点から) 今後2年間に仕事の一部をバーチャル空間で行うと想定しているか?という質問に対し、Z世代(1995～2009年生まれ)の51%、ミレニアル世代(1980～94年生まれ)の

48%が「想定している」と回答した。一方、同じ質問に「想定している」と回答したX世代(1965～79年生まれ)は37%、ベビーブーマー世代(1946～64年生まれ)は28%であった。このように、職場でのメタバース利用に意欲的かどうかは、世代によって大きな差がみられる。

参考文献

- [1] 三宅陽一郎：メタバースがやってきた：2. メタバースの成立と未来—新しい時間と空間の獲得へ向けて—, 情報処理, Vol. 63, No. 7, pp. e3-e36 (2022).
- [2] 白井暁彦：文化・技術・研究史で読み解く令和のメタバースの研究開発, 電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン, Vol. 16, No. 4, pp. 285-294 (2023).
- [3] Ball, M.: The Metaverse: And how it Will revolutionize everything, Liveright (2022).
- [4] 玉城絵美：新しいヒューマンコンピュータインタラクションの教科書：基礎から実践まで, 講談社 (2023).
- [5] 奥村洋：CPS 研究の世界的潮流と日本の現状, 研究 技術計画, Vol. 32, No. 3, pp. 251-265 (2017).
- [6] 田中信壽：VR 酔い対策の設計に求められる知見の現状, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 10, No. 1, pp. 129-138 (2005).
- [7] 雨宮智浩：メタバースの教科書：原理・基礎技術から産業応用まで, オーム社 (2023).

*8 <https://www.microsoft.com/en-us/worklab/work-trend-index/great-expectations-making-hybrid-work-work>

ITUが注目しているホットトピックス

ITUのホームページでは、その時々ホットトピックスを“NEWS AND VIEWS”として掲載しています。まさに開催中の会合における合意事項、ITUが公開しているICT関連ツールキットの紹介等、旬なテーマを知ることができます。ぜひご覧ください。

<https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>