

## 医学教育分野におけるVirtual Reality (VR、仮想現実)

すず き しんたろう  
鈴木 慎太郎  
Shintaro SUZUKI

## 〈キーワード〉

VR (Virtual Reality)、ICT/IoT、医学教育、新カリキュラム、シミュレーション教育

## はじめに

2025年に、大阪の夢洲で国際万博が開催される。万博といえば、著者の年代だとつくば万博(1985年)を思い出す。おそらく、赤と青のフィルムが貼られた3Dグラスを初めて手に取ったのはつくばの地であった。当時、そのグラスをつけて劇場のスクリーンを眺めた際に腰が抜けそうになるくらい驚いたものだ。二次元(平面)で見ていたものを立体視できるこうしたバーチャル(Virtual)技術は当初、「楽しい」、「すごい」という単純な感情や驚きにしか過ぎなかったが、徐々に将来の視聴覚技術の革新に対する期待や希望も同時に抱くようになった。

これまで、一方向的かつ受動的な流れしか存在しなかった情報が、仮想空間内で“物体”となり、われわれユーザーが物語やコンテンツを自由に操作することができる世界が近づいていることに心が踊らされた。21世紀となって久しいが、かつて現実世界でしか得られなかったインタラクティブ(双方向的)な体験を人工的に再現可能な時代になりつつある。

特に近年、Virtual Reality (VR) というワードを日常生活でもよく耳にするようになった。活況を呈している情報通信技術 (ICT/IoT) のなかでも発展が目覚ましく、筆者が携わっている医学教育の領域でも大変注目されている。

## I. あらためてVRとは?

現実と仮想の世界をつなぎ、人類が仮想世界を体験することを可能にした科学技術、そのひとつがVRである。VRを体験するためには、①VR専用のソフトウェア/アプリケーション、②高い画像処理能力を有するグラフィックボードとCPUを備えたパーソナルコンピュータ(PC)、③VR専用のヘッドセット・コントローラー(図1)が必要である。②と③は一体化していることもある。ヘッドセットの中でのユーザーの視点には、自身の目で外界を見ているような“一人称型”のものもあれば、上空や傍らから自身の分身であるアバターを追視する“俯瞰型(三人称型)”で体験するものもあり、いずれもユーザー自身の身体の動きや視線とVR内での自身(ないしはアバター)のポジションや視覚情報が連動することで、まるで仮想世界の中に自身が放り込まれ、そこで活動しているかのような錯覚を覚える。



図1 当教室で利用しているVR専用のヘッドセットとコントローラー

物品の組み立てや建築、破壊、乗り物の運転などの物理的操作や医療手技を行うなど、VR内でのタスクやミッションが与えられている場合には、両手で把持したコントローラーを操作すると視野の中に仮想の手指である“ラバーハンド（手首から先のゴム手袋のようなアバター）”が登場し、コントローラー操作と連動して作業をこなしていく。厳密な意味でいえばVRの場合、グラスの中で覗いた世界はすべて虚空のスペースであり、ユーザーにとって見えているもの全てが“幻”といえる。

VRという用語の普及に伴い、似たような言葉で Augmented Reality (AR, 拡張現実) や Mixed Reality (MR, 複合現実)、Extended Reality/Cross Reality (XR, 現実世界と現実世界には存在しないものや情報を組み合わせて、新しい表現や体験が可能な技術、すなわち VR, AR, MR の総称) といった用語もメディアで見聞きする機会が増えてきた。メタバースも XR 技術のひとつとして考えられることもある。アイデアによっては、今後新たな「OR」という技術や用語も登場することであろう。VR, AR, MR がそれぞれどういう意味なのかについては表1をご参照願いたい。

いずれも、デジタル技術の発達により人類が手に入れた技術であり、用途や業務の目的によって使い

分けされている。例えば、複雑な作業工程を要する現場の作業員が、ARを介して作業結果を事前にシミュレートし、最も安全かつ効率的な選択肢を採用することで、初心者でも失敗を恐れずに業務に従事することができる。

両手が塞がった状態でも、看護師が装着したスマートグラスを介して、患者の外観や客観的な異常所見を読み取り、遠隔地にいる他の医療者（医師や熟練の看護師など）に情報が共有され、診療・ケアすべきプランの送受信ができるシステムを、NTT コミュニケーションズが開発しており (<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/15599/>)、こうしたモデルはMRとして分類されている。熟練の技能者や指導者が、技術の未成熟な社員の作業を遠隔で監視・誘導することがMRで実現できれば、研修や指導者の育成にかかる時間の短縮やコスト削減が可能ばかりか、安全性の向上にも寄与することができる。慢性的な人手不足の解決策としても注目されている。こうした技術は主に、産業での業務サポートや工業、子供用の遊興施設などで導入され始めているが、最も利活用が活況なのは娯楽・エンターテインメントの分野である。

1999年に公開されたSF映画「マトリックス」では、主人公がVR内・外を往来し、巨大な敵と戦い

表1 XR技術の一覧

「XR」 X Reality or Extended Reality の略			
略称 正式名称	「VR」 Virtual Reality (仮想現実)	「AR」 Augmented Reality (拡張現実)	「MR」 Mixed Reality (複合現実)
ユーザーの意識の所存	バーチャル空間が主体	現実世界が主体	バーチャル空間が主体、ときに現実世界
特徴	現実世界とは異なる仮想世界に入り込む	現実世界をベースとし、現実と非現実を重ねて、現実世界を拡張させていること	現実世界と仮想世界が連動
概要	コンピューター上で作成された仮想空間・映像空間の中に、実際に入り込んだかのような没入感のある体験ができる技術	周囲の現実世界に、CGなどによって現実には無い新たな情報を付与し、現実世界を拡張させる	現実世界と仮想世界を融合させる技術。カメラなどで受け取った現実世界の情報を、バーチャル空間に反映させる
主要な用途	エンターテインメント、教育、訓練	エンターテインメント、スマホのアプリケーション（使用例：ポケモンGOなど）、生活におけるシミュレーション（建築、インテリア、試着など）	VRとARの双方の用途を兼ね備えている、特にビジネスシーン（プレゼンテーション、情報共有）、工場や危険を伴う現場でのリモートガイダンスや試行
デバイス	VRヘッドセット（図1）	ARグラス、スマホ、タブレットPC	MR ゴーグル :Microsoft HoloLens など
使用上の注意	安全が確保された室内での操作が求められる	屋内外どこでも利用が可能（※）	屋内外どこでも利用が可能（※）

（※）Wi-Fi や Bluetooth などの通信が途切れないことが条件

続ける、まさに現実世界がVRと共存する社会こそが近未来のあるべき姿であることを人々に強く印象付けたエポックメイキングな作品であるといえる。

ゲーム業界もVR・ARと親和性が高い領域である。1990年代以前のコンピューターゲームは、TV画面ないしはコンピューターモニター画面の上で繰り返される平面=2次元の世界観であった。3次元(3D)機能でキャラクターや物体をモデリングする技術による多角形の造形をポリゴンと呼ぶが、最近ではデジタルネイティブ(デジタル技術に明るい人)が増え、汎用品のグラフィック作成ソフトウェアを使用すれば、滑らかな動きを見せるポリゴンを一般ユーザーでも簡単に製作することが可能である。

例えば、マイクラフト(Mojang Studios/Microsoft, 2011年)は2次元で展開される“3D”ポリゴンゲームの集大成であり、拡張機能プログラムを用いてVRゲーム化してプレイする動きも進んでいる。仮想現実が登場するキャラクター、特にプレイヤーが操作する人物や、ゲーム内で交流/対決・対戦する人物、そして建造物などの環境が立体的になったことで、リアリティ(現実味)が増した。その結果、われわれは3D化したキャラクターたちにさらに親しみ(親近感)を覚え、作品の根幹を成すストーリーや世界観に没入しやすくなっていった。

こうした「現実味」と「親近感」、「没入感」の3つの要素こそがVRのさらなる発展を生む原動力となっており、それらを高めることにつながった要因たるデバイスこそが次項で述べるVRヘッドセット(VRゴーグル/グラス)である。

## II. パーソナルな没入感を増すための仕掛け ～夢のデバイス～VRヘッドセット

どこかに行かなくても、巨大な装置がなくても、自宅や自室で椅子に座りながらVR体験を可能にするデバイス、それがVR(AR/VR)ヘッドセットであり、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)とも呼ばれている。VRコンテンツを動作させるハードウェア(パソコンやスマホ)に接続することで、VRヘッドセットを装着したユーザーが仮想空間に入り込むことが可能である。基本構造は非常にシンプルであり、デバイス内には画像が投影されるスクリーンと聴覚スピーカーが埋め込まれており、ユーザーは後頭部に装着したパ

ンドを調整してヘッドセットを顔の上半分に密着させることですぐに使用できる。空間センサーとの同期や頻繁な充電、アップデートを要する点が今のところ不便といえる。

現在、市場を牽引しているのは以下の3ブランドである：1) Meta Questシリーズ(Meta社(米国)、旧名：Oculus Quest)、2) PICOシリーズ(Pico Technology(中国))、3) VIVEシリーズ(HTC(台湾))。やや高額な市場価格(1台4万円台～10万円程度)もさることながら、購入を選択する決め手となるポイントとして、①グラフィック能力(解像度)、②視野角、③重心バランス、④重量、⑤ワイヤレスかどうか、⑥トラッキングの性能、⑦コントローラーの操作性、⑧対応アプリケーションの種類、などの機器スペックが挙げられる。後述するVRによる身体的な負荷を軽減するためには①～④が重要であり、ハードウェアやVRと連携させるためのセンサーを設置する立場からいえば、⑤や⑥といった点に留意する必要がある。VR専用コンテンツの視聴やプレイを製造元の求めるクオリティーで実行するためには、上記1)～3)のどれかをソフトウェアとのマッチング状況に応じて選択することが望ましい。2024年2月には、ヘッドセット内面のスクリーンに映る空間すべてをコンピューター・ディスプレイとして用いたり、ユーザーの手指・目・声で操作が可能な「コントローラーレス」なヘッドセットも登場した。

## III. 医学教育の改革とVR

つくば万博から約40年弱の時が経過し、医学部生や研修医を教育・指導する立場に立った現在、著者は3Dグラスの延長線の技術ともいえるVRの懐の深さと計り知れない奥行きのに魅了されている。

パフォーマンスを行う術者ないしはパフォーマンスを行う相手(人や生物、物体、環境)、あるいはその両方に危険やリスクを伴う作業・訓練を繰り返す業務やビジネスの領域でこそ、VRはその力を最大限に発揮できると考えている。危険物の取扱技術、宇宙空間開発、原子力発電所での汚染物質処理、災害現場での救助活動が最たる例である。医療従事者たるもの、人命というかけがえのないものを事前学修や作業訓練をせずに取り扱うことは無謀としかいえない。臨床医学の現場において、患者に侵襲性が

高い手術や処置を現場での“一発勝負”で行われることがないよう、質の高いシミュレーション教育の実施が求められている。

折しも、令和5年度から医師法が改正され、それに伴い医学部4年生次から診療参加型臨床実習（本学においてはClinical Clerkship Training（CCT）の名称で実施）が行われている。近い将来、医師となる医学部生達に医療現場で医療技術を研鑽する機会が与えられ、従来の初期臨床研修医とほぼ同等の医行為を行うことが可能となっている。

医師不足が叫ばれて久しく、医学部6年間のカリキュラム履修後に即戦力となる医師の育成が期待される一方で、医行為の対象となる患者にかかる侵襲や学生自身の針刺し事故や感染、緊張などによる心理的負荷などの発生リスクをいかに軽減するか、いかに“安全に失敗する”経験をたくさん積めるか、といった課題が新たに生まれた。医学部生や若手医師の診療技術向上と患者および医療者双方の安全を両立できる体験学修手法として、VRはその最適な答えを導き出すICT/IoTのひとつであると考えられている。

#### IV. VRが与える教育へのインパクト

VRが教育に与える影響として最大の点は、リアリティの高い疑似体験を繰り返し受けることができる点である。勉強でもスポーツでも反復学修・反復練習に勝るものはない。単純に繰り返すだけでも一定の成長は見込めるが、効率よく知識や技能を高めるためには前回の失敗を踏まえて、次回までにどのように改善するのかをよく考えながら実行することが重要である。

近年、教育の分野で頻用される「アクティブ・ラーニング」でも同様のことがいえる。課題の「行動・実行・遂行」と「考えること」は常にセットであることを学修者に伝え、過去の失敗とその解決につながるヒントをデブリーフィング（シミュレーションなどの演習後に教員と学生で振り返りを行うこと）する機会を教育者が設ける必要がある。VRソフトウェアや、付随するアプリケーション内に既にデブリーフィング機能が備わっていればそれを活用する。その機能がなければ、教員が学修者の演習内容や結果を多面的に評価し改善すべき点を挙げ、自己肯定感

を高めるような手法でコーチングする。ヘッドセット内の画像が他のモニタ画面にミラーリングできれば、教員が学修者の行動を見守り、ガイドしながら演習を進める。複数のプレイヤーで同時に演習が可能なソフトウェアの場合には共同で作業を行うことや、教員が行ったデモプレイを学修者がシャドーイングすることも優れた教育手法といえよう。

本学では、医学部2年生次のカリキュラムである基礎臨床統合講義「呼吸器」ブロック内で2次元の臨床医学シミュレーターであるスマホやタブレット端末の併用で、AR機能をアドイン可能な「Body Interact」（Take The Wind、ポルトガル）とVRソフトウェアの「幻境」（幻境科技、中国）を用いて、呼吸器・アレルギー疾患の急性期病態に対する処置や治療方針決定プロセスを低学年から体験学修する機会を設けている（図2）。

治療後の患者の容体変化や、医療安全面での注意事項を学ばせるためには反復した演習や失敗から学ぶことも有用であり、やや不謹慎な表現にはなるが“亡くなっても復活する”症例から学ぶことは極めて多い。このような①体験型学修や②反復学修から得られるメリットの他に、VRを活用した医学教育の利点としては、③自主的な問題解決能力の向上に有用であること、④創造性の高い学びを提供できること、⑤モチベーションを高められること、⑥遠隔授業の展開が可能であること、⑦同じテーマでも学修者のレベルに合わせた難易度に調整することが可能であること、などが挙げられる。特に、机上の学問やペーパーテストに比べて③～⑤が効率的に得られやすい。教員から学修者に対して一方向的に「この



図2 当教室でのVR体験授業の風景  
（映っているのは「幻境」シナリオの一場面）

問題集を〇〇ページやりなさい」、「この方法はこうじゃなきゃダメ」、「なんで言われた通りにできないの?」と言われるような学修手法ではないので、学修者が主体的に学ぶことが可能となる。従来、臨床医学における手技や経験は先輩の後ろ姿を見て「目と体で覚えろ」といわれてきた。精神論としてのフレーズではなく、「どこに注目すべきか徐々に分かるようになった」、「自分でなんとか解決できた」、「最初はできなかったけど、うまくやり切った」という成功体験として目と耳と体で覚えることは、継続学修に対する何よりのモチベーションとなる。学修者だけではできなかった場合にも教員が寄り添い、問題点を抽出し、次回までに到達すべき明確な目標を設定してあげることで、自主的な学びの質は高めることが可能である。本学のカリキュラムでは必ずデブリーフィングを行い、注意すべきシチュエーションやクリティカルなポイントを挙げ、そこでどのように考えるべきだったのか、その根拠となる基本的な医学知識としてはどんなことを勉強すべきだったのか指導している。

つまり、VRは教育を“全自動化”するツールではなく、いくつもある効率的なICT/IoTを利活用した教育・学修手段のひとつとして認識したうえで利用することが重要である。結局は人間によるファシリテーションが学修成果を向上させるためには必要であることを理解して導入すべきと筆者は考えている。

## V. 医学教育における円滑なVR導入のために

ゲーム性 (Gamification) の高さから、“客寄せ”的な側面もVRは有しており、普段教室に足を運んでくれない学生を惹き付ける効果があると見ている。

本学に限っていえば、座学の講義に比べて約2倍の人数の学生が参加し、そのほぼ全員が最後まで席を立たずに演習を遂行した。毎年、VRを使用した演習では学生にアンケートを行っており、そこで必ず上位に挙がるネガティブな意見が1) コントローラーの操作方法に戸惑った/分かりにくかった、2) 嘔気や気持ち悪さを自覚した、の2つである。

それぞれの対策として、まず操作方法の不慣れに対する解決案は当然であるが慣れるしかなく、目的のソフトウェアを始める前にフリーソフトのミニゲーム等でウォームアップすることを勧奨してい

る。特に学生が苦戦しているのが、仮想空間上に置かれた物を掴み取る動作である。現実社会では手を広げて掴み取るのだが、多くのVR専用コントローラーでは握ったコントローラーでフックをかける(小さなシャベルで砂を掻く)ような動作になることや、相手の物品までの距離感が把握しにくいことが操作に苦慮する要因になっているのではないかと考えている。

現在、各社がグローブ型のコントローラーを開発しており、それにより解決できる点は相当大きいと考える。また、前述したコントローラーレスのように現実空間のユーザーの手指の動きで操作ができれば、より直感的な動作が可能となり、ユーザーのストレスは極めて少なくなることであろう。

つぎに「VR (3D) 酔い」とも呼ばれている嘔気・嘔吐・気分不快に関してだが、これはVRを体験している最中に、人の有する空間知覚のパターンと入力される位置・平衡感覚の情報が mismatches するために生じる、と考えられている。ユーザーが座って演習している場合には、前庭機能が察知する平衡感覚や運動器が感じ取る固有知覚が軽減するため、VRヘッドセット内で認識した視覚情報の配分が大きくなりすぎてしまう。また、自身の目で見るときと比べて、VRヘッドセット内ではユーザーの眼前に広がる視野の中でも周辺部の視野が過剰になる傾向があり、過剰な視覚情報が脳に入力されてしまうことが「VR酔い」には良くないとされている。「VR酔い」対策にはいくつかの手法が提言されているが(表2)、どれか1つが著効する訳ではないので、教員がオリエンテーション時に説明し、演習中も体調管理をしっかりと行う必要がある。ユーザーが視覚だけを頼りに空間移動体験をしないようにするために、実際にユーザーの身体の移動(歩行)を伴いながらVRを利用することが望ましいとする学説が多く見られる。また、屋内(室内)では、上記を実践しようとする、歩行できる直線距離や面積に限界が生じるため、実空間の中をジグザクに歩き回ることや歩幅を小さくすること、ユーザーに壁に触れさせるという触覚を加えることで実際の歩行距離は短くても仮想空間内での移動距離は稼げる手法がいくつも知られており(リダイレクテッド・ウォーキング)<sup>1,2)</sup>、それらにより酔いが軽減されるという。

一方、他施設の研究ではユーザーの視線移動に連

動した位置移動の方がVR酔いは軽減することも示されており<sup>3)</sup>、高度なアイトラッキング機能がヘッドセットに実装されれば、体動を伴わなくても仮想空間内の長距離移動が可能となるのかもしれない。

他に、学生たちは顔面や手の皮膚に直接触れるデバイスを利用するため、接触感染する病原体の感染を予防する対策が求められる。手指消毒の徹底を学生に伝え、ヘッドセットに装着可能なディスプレイのカバーを用意している。

## VI. 医学教育や医療におけるVRの現在・未来

本学医学部で採用しているVRソフトウェア「幻境」には、医学・看護ケア含めて100種類以上のシナリオが用意されており、リアルに再現された仮想病院環境の中で急性期対応から慢性期の患者ケア、緩和医療までさまざまな処置や治療手技が体験可能である。

中国では、主に卒前の看護教育に利用されており、正確な物品・医療材料の選別・準備や、患者の個人識別、タイムアウトなど、医療安全面での学修にとっても優れている。シナリオ演習の途中に埋め込まれ

た実際の医療現場における動画や学修ポイントのサマリー画面やチェックリストを見ながら自己学修できることも利点である。これがMRであれば現実世界に存在する教科書やノート、教員の身振り手振りも参考にできるので尚良いのではないかと考えている。

本学薬学部では、自施設で撮影した医療現場やシミュレーション実習における映像素材を使用した臨床薬学の学修用VRコンテンツの作製を株式会社ジョリーグッド（東京都中央区）のサポートサービス下で行っている（<https://www.u-presscenter.jp/article/post-49487.html>）。同社がサポートした施設で作製したVRコンテンツはアーカイブ化され、契約した施設が共有可能である。同社は、VRを活用した発達障害支援用のソーシャルスキルトレーニング（SST）のサービス「emou（エモウ）」も展開しており、こちらは精神疾患などで休職している社員の復職にも利用実績があるという。その他、日本国内企業が開発した医療系のVRソフトウェアやアプリケーションには以下が挙げられる。

- ・VROSCE：仮想空間内の診察室に訪問する模擬患者に問診や身体診察を行う（<https://berise.co.jp/topics/product-vrosce/>）。
- ・救急医療VR：ひとりで当直しているような臨場感があり、救急受診した患者の容態を安定化させるための診察、検査、処置を計画、実行する訓練が可能である（<https://berise.co.jp/topics/evr/>）。
- ・HiVR：従来のIVRシミュレーターとVRを組み合わせることで目の前に血管のモデルが出現し、解剖学的な理解にもつなげられる（<https://berise.co.jp/topics/product-hivr/>）。

ここまで、医学教育の話を中心に述べてきたが、医療現場（臨床）でもVRを活用した技術の開発も盛んである。VRヘッドセットのイメージから、どうしても視聴覚の再現機構としての印象が依然強いが、私たちには「五感」が備わっている。

2024年2月時点で、市販されているVRデバイスでは再現不可/困難なものとして触覚、嗅覚、味覚の再現が挙げられる。触覚（ハプティクス）に関しては近年、発達が目覚ましい。エンターテインメントの分野ではハンド/フィンガートラッキングと触覚フィードバックという技術が発達してきており、VRコントローラーが指付きのグローブ型に移行し

表2 「VR酔い」への対策案

VR (3D) 酔い対策	
1	体調が悪い時に演習・プレイしない。
2	視力矯正している場合には矯正器具を装着して行う。
3	ヘッドセットを頭部の適切な位置で装着・固定する。
4	ヘッドセットの瞳孔間距離を調整する（できないデバイスも存在する）。
5	頭部はなるべく動かさずに操作する。
6	中心視野を眺めるように心がける。画面内を大きく左右上下して見ないようにする。
7	仮想空間内で位置の移動が必要な際にはスティックコントローラーではなく自分で体を動かす・回転する。
8	視野角を調整できるソフトウェアの場合、周辺視野を狭小化する/ぼやけさせる。
9	ウォームアップをしながら行い、ゆっくりと進行する。
10	演習・プレイ中はこまめに休憩時間を挟む。
11	酔ってしまったら中断し、閉眼・仰臥位で休む。深呼吸し脈拍・呼吸を整える。
12	事前に酔い止め薬（※）を服用しておく。あるいは頓服用に用意しておく。
13	空調をうまく利用する（適度な温度調整、気流の向きをユーザーに集中するなど）。

※一般的にはH1受容体拮抗薬（第一世代）が頻用される。他にスコポラミン臭化水素塩酸水和物や、無水カフェイン、ビタミンB群、各種胃薬などが有用とされる。

ていくと、その表面のセンサーの感度と AI 技術、超小型の突起状モーター開発が進めば、仮想空間上の物体や液体、動物、電気などに触れた感触をプレイヤーが手先・指先で体験することが可能となる。ハプティクス技術が高度化することにより、人の皮膚や血管に触れたときの感触や弾性、反発力が正確に再現され、穿刺を要する手技の学修や術前シミュレーションに役立たせることが可能となる<sup>4)</sup>。人体は複雑であり、局所により感覚や機能が異なっている。患者の臓器・組織の詳細な計測を行い再現されたハプティック・テクスチャを再現できれば、本番前に VR で手術や穿刺など観血的な処置を自宅や医局で練習することができる。

一方、実際には存在しない刺激、すなわち仮想空間上でのプレイヤーの触覚を感じさせる技術を、人の生理現象である「ファントム・タッチ錯覚 (Phantom touch illusion)」を使って再現する試みも進行している<sup>5)</sup>。これは幻肢痛などと似たような原理で説明されており、病气や事故などで四肢の形態・機能が損なわれた患者の治療に応用することが検討されている。身体に機械の腕(ロボットアーム)や人工指(第6の指)を「追加」した際に生じ得る、自身のオリジナル身体組織と人工四肢の間の動作・感覚の違和感を解消するための研究の一環として、上記の研究成果が応用されている。この技術の恩恵の対象は必ずしも障がい者だけではない。人の「身体機能の拡張(身体拡張)」を目指す研究としても注目されており<sup>6)</sup>、健常者の運動能力、作業効率の向上に応用することが期待されている。ハプティクスのうち、味覚に関しては NTT ドコモが慶應義塾大学と共同研究開発中の「フィールテック™」が先行している。同機能を紹介するテレビ CM ではスプーン型のデバイスが映っており、グルメタレントが食べた雑煮の味を離れた場所の女優が共有できる様子が描かれていた。スプーン型デバイスを舌に接触させることで遠隔地にいる複数の人の間で味覚の共有が可能となり、同社と慶應義塾大学との共同開発で生み出された触覚を共有できるインターフェースも社会実装間近とのことだ (<https://www.docomo.ne.jp/corporate/anatatodocomo/changesociety/07/>)。

SNS にアップロードされる情報が映像だけでなく

高度複雑化される未来はすぐそこにあることを予感させる。錯覚により人の脳を騙すことで実現可能な VR も存在する。クロスモーダル知覚 (Crossmodal) を利用した技術なら、“五感”の各感覚間の相互作用により、人の持つ全種類の感覚 (modal) が再現できなくても、一部の機能で補完することが可能である。例えば、実際にはバター味のクッキーを持っているのだが、ヘッドセットに投影されたクッキーの色を茶色で示し、ヘッドセットからチョコレート匂いをユーザーに嗅がせるとチョコレートクッキーを食べているように感じるという (メタクッキー実験<sup>7)</sup>)。「風鈴の音を聞けば涼しく感じる」、「同じ味の食べ物でも暖色系の方が寒色系よりも美味しく感じる」などクロスモーダルは現実には溢れており、VR 技術を発展させるヒントは皮膚にも現実世界にたくさん落ちているのかもしれない。

## おわりに

VR 技術は、仮想空間上での事象を体験するだけでなく、人体の機能を補完・拡張することが可能であり、感覚共有デバイスやメタバース、Web Society 5.0\*との融合により、その対象は個人ではなく集団や社会に広がるのが容易に予想できる。映画「マトリックス」では、仮想空間上での戦闘死は現実世界のプレイヤーの死と連動していた。その現象は、同作品のコンセプトとも言われている概念「人間の身体は精神なしでは生きられない」によるもの、と解釈されている。今後、より高い再現性で痛みや苦しみ、悲しみ、ひいては疾患や外傷そのものが VR で疑似体験できる時代になったとき、それらの“体験”はユーザーにとって、もはや“経験”や“既往歴”となり、人の心に大きな影響を与えかねなくなる。

人工知能の性能が人間をはるかに上回り、それに伴って人の知性が機械の知性と完全に融合することをシンギュラリティ (技術的特異点、Singularity) と呼んでいるが、おそらく VR の分野でも仮想と現実の境目がほぼゼロになり、シームレスに往来する時代がいずれ到来するのではないだろうか。そのときわれわれは「どちらの世界に身を委ねるべきなのかど

\* 日本政府が提唱する未来社会のコンセプトで、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、新たな未来社会の提唱のこと

うか」、ユーザーの「死後もメタバースで具象化された精神であるアバターが活動し続けるべきなのかどうか」、非常に哲学的な問いにはなるが、真剣に考えざるを得ない時はすぐそこにある気がしてならない。

## 文献

- 1) Medina E, Fruland R, Weghorst S. Virtusphere: Walking in a Human Size VR "Hamster Ball". Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. 2008; 52(27): 2102-2106.
- 2) 松本啓吾、鳴海拓志、伴祐樹、ほか. 視触覚間相互作用を用いた曲率操作型リダイレクテッドウォーキング. 日本バーチャルリアリティー学会論文誌. 2018; 23(3): 129-138.
- 3) 佐藤卓, 他. 情報処理学会研究報告. (2021) Vol.2021-HCI-192 No.9:1-5.
- 4) 田村信彦、津村徳道、三宅洋一、他. ハプティック・テクスチャを用いた医療トレーニングシステムの開発. VR医学. 2004; 3(1) : 30-37.
- 5) Arai K. et al. Sci Rep (2022) 12:9769.
- 6) Pilacinski A, Metzler M, Klaes C. Phantom touch illusion, an unexpected phenomenological effect of tactile gating in the absence of tactile stimulation. Sci Rep. 2023; 13:15453.
- 7) 鳴海拓志. クロスモーダル知覚のインターフェース応用. 映像情報メディア学会誌. 2018; 72(1) :1-7.