

XRとはどんな技術か その活用が社会・ビジネスに 大きな変革をもたらし



立命館大学情報理工学部
副学部長・教授

木村朝子氏に聞く

XR (Cross Reality / クロスリアリティ) やメタバースという言葉を聞きすぎる機会が増えた。現実世界と仮想世界を融合し、新たな体験をつくり出すXRがエンターテインメント業界にとどまらず、EC、医療、建設、教育など様々な業界から注目されている。XRとはどんな技術なのか。そして社会をどう変えるのか。XRの研究をリードする立命館大学情報理工学部の木村朝子教授にうかがった。

リアル映像にCGを投影する
「ポケモンGO」はARの代表例



Interviewer
京都総合経済研究所
取締役調査部長
檜 孝寿

檜 最近、XRという言葉をよく耳にします。同様にVR (Virtual Reality / 仮想現実)、AR (Augmented Reality / 拡張現実)、MR (Mixed Reality / 複合現実)、メタバースという言葉も新聞やテレビなどでよく見聞きするようになりました。はじめにXR、VR、AR、MR、メタバースとは何かについて、教えてくださいませんか。

木村 私自身の専門からお話ししますと、VRやAR、MRといった仮想世界を表現する技術をテーマに研究活動を行っています。その中でも、仮想世界の中の操作方法やどういう使い方をすると使いやすいか、人間は仮想世界をどのように知覚するか、視覚や聴覚だけでなく、触覚なども含めて研究しています。

こうした仮想世界を表現する技術について、まずこの中でいちばん古くから製品化され、イメージを浮かべやすいのはVRでしょうか。仮想世界の中に人や都市、建物や部屋など仮想のオブジェクトがあって、その仮想世界を体験するというのがVRで、個々人や世代によってイ

メーJが異なるかもしれませんが。我々の世代の人にとっては銃を持って闘うテレビゲームのシューティング・ゲームであり、大学生など若者世代ではゴーグル型のHMD (Head Mounted Display) をつけて体験するものかもしれません。

一方でAR、MRとは現実世界に仮想の情報を重ね合わせる表現で、実質的には特に大きな違いはありません。たとえば、ARと聞いて思い浮かべる代表例は、実際に体験している方も多いと思いますが、スマホゲームの「ポケモンGO」です。現実世界の映像や画像にCGが重畳描画されて、現実の世界にCGキャラクターが現れたように表現されます。このようなアプリの影響もあり、現在、ARと聞くとスマホやタブレット端末などを使い、タッチパネルで操作するのが一般的なイメージかと思えます。一方、MRというワードは一般の方には聞きなじみがないかもしれませんが、研究分野でよく見かけます。HMDを装着し、ユーザーの頭部の位置姿勢をキチンと計測し、仮想のオブジェクトがより正確な位置に描画されたり、その影が表示されたり、手や指などのジェスチャーや空間上のパネル操作によって、ユーザーの動きを仮想世界にインタラクティブに反映させるといった、仮想と現実をよりリアルに融合する研究などでもARとMRを区別せずに使っている人がほとんどなので、同じと思っていただいても大丈夫です。ゼミの学生たちが開発・制作した『ニギッテ！魔術無双』、『ピタゴラスイッチ』もジェスチャーで画面をコントロールするVR、MR体験システムです。



HMDをつけて、『ニギッテ！魔術無双』を体験する。
下は、このときHMDに映し出されている画像

と同じ時期、1970年代に米国で生まれました。ただ、当時は現実世界を背景にして仮想のオブジェクトが線画で表現されるような技術レベルで、重量も重く、大変高価なものでした。それが、1989年にいわゆるVRを体験可能なHMDが登場し、1990年代には第一次VRブームが起こります。しかし、その段階においても、まだ高価で画質もよくない

XRというのは、そうしたVR・AR・MRなど現実世界と仮想世界を融合し、新たな体験をつくり出す技術の総称で、最近使われるようになったメタバースとはそうした仮想空間やサービスを指します。私たちの世代でいうと、一時「セカンドライフ」(2003年)という仮想空間の中にアバター(分身)で参加し、友だちをつくったり、各種イベントに参加したり、自分が作ったコンテンツを販売したりするサービスが流行りましたが、そうしたサービスを現在のVR技術で高度化したものがメタバースです。

植館 そうした仮想世界をスマホで体験するのはHMDを通して体験するのでは、どのような違いがあるのですか。

木村 まずは、両眼立体視ができるかどうか大きな違いだと思います。スマホでは普通両眼立体視はできませんが、VR、MR用の多くのHMDには右目用、左目用のディスプレイがあり、左右それぞれの映像間に視差をつけることで仮想世界を立体視することができます。ディ

スプレイを手で持つ必要があるかも大きな違いです。スマホでARを体験する場合、スマホ本体を手で持つと仮想空間内の視点が変わり画面の映像が変わります。一方、HMDでは、頭や体の位置や向きを変えることで仮想空間内での視点が変わります。つまり、体の動作などによって仮想世界にそのまま入り込むことができるのです。スマホを眼鏡型のケースに入れ、スマホをHMDのディスプレイとして流用する製品も販売されています。また、最近では視線入力やハンドジェスチャー入力等が可能なHMDも増えてきており、ハンズフリーで仮想世界を体験することができます。

コロナ禍で普及したXR

植館 近年、XRがこのようにさまざまな技術、デバイスを生み出し、急激に実用段階に入ったきっかけ、要因は何でしょうか。

木村 HMDが進化をとり、しかも価格が大幅に下がったことがいちばん大きな要因でしょう。HMDはグラフィカルユーザーインターフェース、マウスなどが出てきたのと同じ時期、1970年代に米国で生まれました。ただ、当時は現実世界を背景にして仮想のオブジェクトが線画で表現されるような技術レベルで、重量も重く、大変高価なものでした。それが、1989年にいわゆるVRを体験可能なHMDが登場し、1990年代には第一次VRブームが起こります。しかし、その段階においても、まだ高価で画質もよくない

*1 ニギッテ！魔術無双：情報理工学部4年生が開発・制作したVR体験システム。HMDは「VIVE」を使用。魔法で仮想の敵と闘う。被験者はHMDを被り、足、膝など全身にセンサーを装着する。体を動かすことで敵の攻撃をかわし、手を握る力の強弱で敵を攻撃する。
*2 ピタゴラスイッチ：テレビでお馴染みのピタゴラスイッチを現実世界と仮想世界を連携し、つないでいくMR体験システム。HMDには「Hololens」と「VIVE」を使用。4か所にピタゴラスイッチ装置があり、体験者がハンドジェスチャーで、その間を仮想の装置で連携し、つないでいく。



し、コンテンツも少ないため、やがてブームも下火となりました。そして、2010年代になるとビデオゲーム用のVR向けHMD「オキュラス」やソニー(株)の「Playstation VR」、マイクロソフトのMR向けHMD「ホロレンズ」などが40万円を切る価格で入手できるようになりました。さらに現在では価格帯が、かつての自動車を買うかHMDを買うかというレベルから、パソコンを買うかHMDを買うかというレベルにまで下がり、普及が加速しています。また従来、ソニー(株)などゲームメーカーやキヤノン(株)などのIT企業に限られていたXR関連のデバイス・サービス分野にも、通信キャリアのKDDI(株)など多くの企業が乗り出しています。

そうしたHMDの進化に加えて、XRの実用化をさらに後押ししたのがコロナ禍です。以前なら、ビジネスパーソンが会社に通勤しないという選択肢は考えられませんでした。しかし、会社に行かなくても、ある程度の業務は自宅からリモートでこなせることがわかりました。通勤電車に乗ることもないし、住宅費が高い都心に住む必要もない。そうした移動コストのことを考えれば、リモート機器やさらに数十万円の投資でリアル世界に近い体験ができるVRデバイスに投資することも可能となる。さらに会社の方でも、そうした投資を許容する環境が醸成されてきました。

榎館 HMDが普及し、コストが下がる。コンテンツが増える。するとユーザーが増えて、さらにHMDの価格が下がるという相乗効果によって、普及を促進する循環が形成されたということですね。さらに、コロナ禍でこうした技術が活用された。

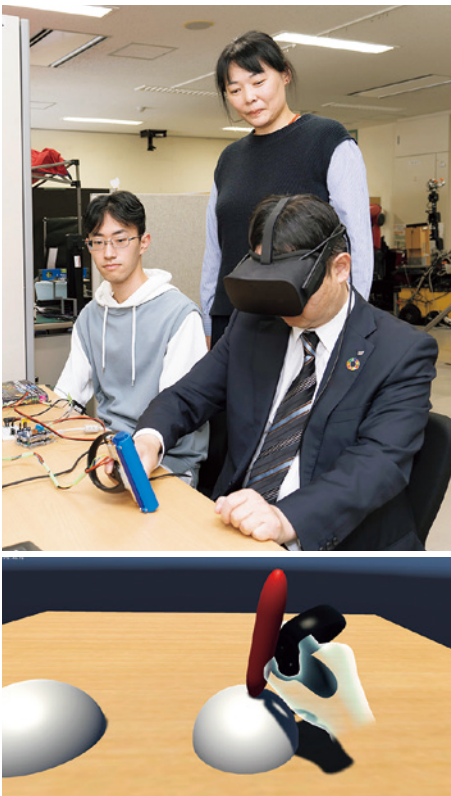
木村 HMDの価格が下がるだけであれば、まだ活用する範囲がゲームをするとか、SNS感覚で遠隔の友人とVRで遊ぶという段階にとどまっています。しかし、コロナ禍でリアルの世界にオンラインコンサートに参加するのであれば、臨場感があり、より強く自分が参加している感覚が得られるVRで体験し

たい、というコンテンツに対するニーズが出てきて、しかもそれに応えるサービスも少しずつ増えてきました。

視覚・聴覚だけでなく、触覚なども研究テーマに

榎館 5Gが徐々に整備されるなかで、XR技術をゲームなどのエンターテインメント分野以外のビジネスにも、活用しようという動きも出てきたようですね。たとえば、3D空間をアバターで散策しながら買い物をする「バーチャル・マーケット」、観光ガイド、インフラ・施設の整備・点検、オンライン授業など教育分野や、手術・解剖のシミュレーションなど医療分野などでも活用が期待されているとお聞きします。今後のビジネスでの活用を目指して研究されている事例などはありますか。

木村 研究成果をイコール、直接ビジネスにつながるというのは、なかなか難しいと思います。



HMDをつけて、『触覚実験』^{※3}を体験する。
下は、このときHMDに映し出されている画像

^{※3} 触覚実験：被験者はHMDを装着し、リアル世界では見えない仮想世界の立方体に棒で表面をなでると、硬軟の触覚を得ることができる。



木村 朝子 (きむら あさこ)

京都市生まれ。1996年大阪大学基礎工学部システム工学科卒業。2000年同大学院基礎工学研究科博士前期課程修了。大阪大学助手、立命館大学理工学部助教授、科学技術振興機構さきがけ研究員等を経て、2009年立命館大学情報理工学部准教授。現在、同教授、副学部長。大阪大学博士(工学)。実世界指向インターフェース、バーチャルリアリティ、複合現実感、多感覚知覚の研究に従事。日本バーチャルリアリティ学会理事、情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会主査、「東京都『都市のデジタルツイン』社会実装に向けた検討会』委員等を務める。

たとえばスマホの場合でも、研究というと、たとえばいかに入力しやすくするとか、デバイスの操作性や機能性向上など基礎的な技術が主なテーマになります。一方で、スマホがこれだけ普及し、日常的に欠かせないデバイスとなっているのはさまざまなコンテンツがあるからです。さまざまな外国語を翻訳できる、心拍数を測るなど健康管理に使える、さらに目覚まし時計の役割までもこなす。こうしたコンテンツの開発は、研究のテーマとは異なるレイヤーに属します。

VRも同様で、今後、ビジネスとして活用されるためには、多種多様なコンテンツが出てくることが必要です。かたや、我々の研究に求められるものは、コンテンツを動かすときに操作がしやすい、よりリアルな体感が得られるなど、ユーザーのニーズを実現するために、新たなデバイスや基礎技術の開発につながるような、眠っている研究要素、技術要素を掘り出すことにあります。その一例として、現在、仮想世界で

よりリアルな体験を味わえるようにと、人の知覚・五感をテーマとした研究が大変さかんです。私自身も視覚や聴覚だけでなく、触覚などを研究テーマとして取り上げています。そうしたなかで、最近、注目されているのが、人間の知覚というのは計測器で正確に測れるようなものではないということ。脳が騙されるというか、人間の知覚というのは人間の都合に合わせてきている。たとえば、人間は視覚と触覚が補いついて、物や空間を認識していることがわかる実験があります。

全く同じスポンジ(実物)に触っても、そのスポンジにCGを重ねて描画しその凹み具合を変えると、触覚が視覚からの影響を受け、軟らかく感じたり、硬く感じたりする。あるいは現実世界で長い棒と短い棒をそれぞれ手で握って振ると、長い棒の方が重心がより先にあるように感じますが、XR空間で実際には短い棒を握っているにもかかわらず、CGで長い棒を重ねて示すと、重心が先

者はHMDを装着し、VR映像に従って半径2・5メートルの円柱の壁に手を触れながら回る。すると、実際は円周上を回っているだけなのに、視覚と触覚による体性感覚と皮膚感覚が操作されることで、どこまでも、まっすぐ歩いているように感じるので。そういう人間の脳の錯覚を利用して現実のハードルをちよつと超えることができるというVRやMRの研究が、現在、さかんに行われています。ほとんど動いていないエレベーターがどんだん上へのぼっていくように感じる、ディズニールンドの人気アトラクション「ホーンテッドマンション」もそういう錯覚を利用したものですよね。ですから、こうした錯覚を利用して、たとえばオンラインショッピングであれば、自分の部屋にいながら、デパートのような仮想空間で次々と違う部屋に移動して買い物ができるといったビジネスでの応用も考えられます。

また一方で、現実世界では人間同士がコミュニケーションをとるときに、圧迫感を感じない適度な距離感覚がありますが、VRのアバター同士はどうか。リアル世界では急に手を握られたらセクハラになる。それでは仮想世界でアバター同士が接触すると、どのような反応をひきおこすのか。社会心理学分野などではそうした研究がすでに始まっていますし、今後ますますさかんになると思います。

都市のデジタルツイン化は 第二の地図となりうる

植館 先生は東京都の「都市のデジタルツイン」

ねて示すと、重心が先にあるような錯覚に陥るといった実験です。そのほか、よく知られているものに、東京大学大学院情報理工学系研究科の廣瀬・谷川・鳴海研究室の行った「無限回廊」があります。狭い空間の中で無限に歩き続けられるように錯覚するというVRの実験です。被験



社会実装に向けた有識者検討会のメンバーも務めておられます。東京都はこのプロジェクトで具体的に何を指そうとしているのでしょうか。

木村 都市のデジタルツイン化とは、東京でいえば西新宿や湾岸エリアなど実世界の街をサイバー空間に再現しようという取り組みです。こうした街のデジタルツイン化では国土交通省も「Project "PLATEAU"」を開始しています。東京都は「防災」や「街づくり」、「モビリティ活用」、「エネルギー効率化」、「自然環境との共生」、「ウェルネス」、「教育」、「働き方の多様性」、「産業振興」の9分野を対象として、地域特性に合わせてデジタルツインの活用を進めるとしています。

こうしたデジタルツインのデータをどう活用するかというと、たとえば道路工事などを行う

ときに、どこにどうガスパ管や水道管が配管されているかわからない。そういう配管図などのデータを自治体各部署が共有し、かつ民間事業者などもアクセスできるようにする。それから私が勧めたいのは、街のデータを教育に活用することです。たとえばオンライン上のデータで京都と他の都市の街並みや建物の特徴を比較する。さらに10年、20年とデータを蓄積していけば、街の歴史的变化も遡って体験できるし、分析もできます。防災面でも、地震や洪水が起きた前後でどのように地形や河川が変わるのか、シミュレーションすることができま。映像データの収集に関しては、たとえば自治体が街並みや建物の外装などをドローンで記録したり、民間事業者が自社商業施設の内装を記録したりするとか、あるいは企業がビジネス用途で、街区や道路などさまざまな対象を記録するケースもあるでしょう。

いろいろな活用の仕方が提言されていますが、私が検討会に参加していちばん強く感じたのは、今後、デジタルツイン化に取り組み都市と取り組まない都市では産業集積などで大きな差が出てくるということです。現在の郵便制度や宅配便、あるいは自動車のカーナビゲーションなど、多くの既存サービスや機器が「地図」に依存しています。もともと地図は、年貢など税制上の必要などから導入されたものかもしれませんが、もし地図と住所がなくなったら、現在の社会の在り方は大きく変わっているはず。その第二の地図となりうるポテンシャルを秘めているのがデジタルツインだと思います。

檜館 デジタルツインが次世代の地図になり、

社会インフラになるということですね。パッチャル観光などの活用も話題となっていますが、近畿でも、デジタルツイン化に取り組むような動きはありますか。

木村 詳細はわかりませんが、関西には京都・大阪・神戸・奈良・彦根・長浜など特徴のある、個性が強い街が多い。特に京都は観光スポット、祭事などコンテンツが豊富なので、デジタルツイン化に取り組み効果が大きいと思います。

コンテンツを作って世界中からアクセスできるようにすれば、観光ビジネスにつながります。特に京都は観光スポットが多すぎるので移動するのが大変です。VRで事前に修学旅行のシミュレーションや、この季節にはここがお勧めといった魅力的なコンテンツを提示することができれば、観光客がもっと増えると思います。

VRもビジネスに不可欠な存在に。まず体験を

檜館 東京では車窓でリアル・VR・ARを楽しむ新感覚のバスツアーが実験的に行われたそうです。東京のランドマークを巡りながら、バスの窓に投影した映像と現実の車窓の景色を融合させる。たとえば、バスが皇居付近にさしかかると、車窓の景色が江戸時代にタイムスリップ。大老井伊直弼が水戸浪士に襲われた「桜田門外の変」のVR映像に切り替わる。VR技術を応用するとさまざまな観光サービスを提供することができそうですね。それから、立命館大学では交通安全分野でも車両のカメラやセンサーなどを利用したVRの応用研究をされている

とお聞きします。

木村 情報理工学部の柴田史久教授が中心になって研究されています。今、街中にはカメラがたくさん設置されていますが、オープン化されていません。そうした映像情報と車載カメラやセンサー情報などが相互に通信できるようになると、たとえば道路上で前にトラックがいてドライバーの視界をふさいでいても、トラックの一部が透明になって、歩いている高齢者の姿が確認できるといったことが可能になります。追



「ピタゴラスイッチ」。HMDを装着すると、現実の風景に重ねて、白枠内のように魚や赤い螺旋といった仮想の画像が映し出される

い越して事故に至るようなケースが防げますね。

それからVRは高齢者にとっても、いろいろな活用方法があります。当然、VR映像を利用すれば、車椅子などを使わなくても、行きたいところに行けるようになります。SNSなどを通じて、アバターで若い人たちとも交遊できます。アバターでボイスチェンジャーを利用すれば年齢差や性別を超えて、気兼ねなく交流することも可能になり、新たな世界が開けると思います。

植館 アバターのファッションにも注目が集まっているそうですね。XRはさまざまな活用方法があることがわかりました。企業の方、特に中小企業の経営者の方に何かアドバイスがあれば、お話しいただけますでしょうか。

木村 経営者の方から見ると、VRは一般社会にまだ、コンテンツもアプリも定着していないので、ビジネスと結びつかないと思われるかもしれません。しかし、インターネットが普及しはじめた当時、誰がこんなにオンラインショップピングが普及すると予測できたでしょうか。やはり、多くの人が「店舗があつて、なんぼやる」と思っていた。しかし、今やモノ・サービスの販路としてオンラインショップピングは欠かせません。VRも多分近々、無視できない存在になります。できるだけ早く関わることが、ビジネスチャンスにつながりますし、関わらなければ取り残されることになりかねません。HMDでなくてもスマホでもできますし、コンテンツが走りはじめると、VRに向けたさまざまなデバイスが出回ります。一度体験してみてください。京都はコンテンツで勝負できるし、大阪万博でもメタバースが大きな話題になると思います。

植館 あつという間に、地図と同様の社会インフラになっていくかもしれませんね。ところで

先生は「リケジョ」として、マスコミなどで紹介されていますが、なぜ研究者の道に進まれたのでしょうか。情報工学分野ではまだ、女性が少ないそうですね。

木村 祖父、それに両親が研究者だった影響からでしょうか。企業に勤めるというイメージがなく、気がつくとも研究者になっていました。両親とともに京都大学で、自宅から研究室が近く、子どものころからよく遊びに行つて、雰囲気にも馴染んでいたのかもしれない。姉も法学の研究者です。それから情報工学分野はまだ、女性が少ないですね。情報というところ、コンピュータでプログラムを組んでいるイメージがあるからでしょうか。VRというアニメやゲーム好きの男子が多いというイメージが強く、女子には敬遠されがちなのかもしれません。しかし、仮想世界といっても、ゲームだけでなく旅行、教育、ショップピングなどさまざまなコンテンツに広がっています。コンテンツを作るにはリアル空間の中での体験も不可欠であり、性別は関係ないと思います。ただ、まだまだ女性の研究者が少ないのが現状です。今後、社会やサービスが仮想化するなかで、消費者の半分は女性であるということも含め、ぜひより多くの女性にVRに取り組んでいただきたい。女性が活躍できる場がたくさんあります。

植館 本日はXRの今後の可能性についてお話しいただき、また学生の皆さんにも、いろいろな実験を見せていただき、ありがとうございました。