

# 高臨場感・超臨場感通信サービスの将来像

Future Services of Ultra-realistic Communications

廣瀬通孝 榎並和雅

## Abstract

本稿では、臨場感とは何かから説き起こし、まずは超高精細映像技術から超臨場感コミュニケーション技術までの研究開発の展開を紹介する。更に、VR、ARなど、今後発展が期待される超臨場感技術において、どのような応用展開が想定されるか、周辺技術との関連にも言及しながら概説する。最後にまとめとして、こうした高臨場感・超臨場感メディアが作っていく将来について述べる。

キーワード：HDTV, スーパーハイビジョン, バーチャルリアリティ, 五感情報通信技術

### 1. 臨場感とは何か

遠方の状況を細大漏らさず通信し、あたかもそこにいるがごとくの高い臨場感で体験できるようにすることは、通信技術の夢の一つである。月並みながら辞書を引いてみると、「臨場感：実際にその場に身をおいているような感じ」とある。

臨場感はどんな要素から成り立っているだろうか。例えば視覚において、①視界が広いこと、②その世界がくっきり見えること、③三次元世界として見えること、そして④その世界を自由にいじり回せることなど、幾つかの要件を考えることができる。

しかも①～④の要素は相互に関連する。例えば、三次元立体視のためには、視点に応じた複数画像が必要であり、8K画像も、IPなどの立体用として利用しようとすると、1視点当りの解像度は知れたものになってしまう。

人々が要求する臨場感も時代によって大きく変化する。「三丁目の夕日」という映画では、小さな画面の白黒テレビのプロレス中継に、家族や隣人が熱中する風景

が描かれているが、現代の人々にとって、その体験は感動でも何でもないだろう。それどころか、スマホ世代の子供たちは、インタラクティブな映像が当たり前と思っている。どんな高精細度な映像を与えたとしても、画像の枠の外側に何か見たいものを見つけたとき指でスワイプしようとし、それに画像が反応しないときには落胆するかもしれない。

もちろん、臨場感の議論は視覚以外の感覚モダリティにも広がるわけで、五感全般に関わる話題であることは言うまでもないことである。

### 2. 高臨場感・超臨場感システムとその評価技術の研究開発の経緯

新たなシステムの将来像を考えるにあたって、関連する研究開発の歴史的経緯を知ることは重要である。本章では、筆者の一人である榎並が所属していたNHK放送技術研究所（以下、NHK技研）及び国立研究開発法人情報通信研究機構（以下、NICT）における高臨場感・超臨場感システムの技術開発とその評価に関する研究の歴史を紹介する。

#### 2.1 NHK技研における高精細度テレビHDTVの研究

我が国で1960年に開始されたカラーテレビ放送は、NTSCと呼ばれる米国で開発された方式であった。1964年に開催された東京オリンピックにはそのカラーテレビ受像機が急速に普及しつつある中で、NHK技研

廣瀬通孝 正員 東京大学大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻  
E-mail hirose@cyber.t.u-tokyo.ac.jp

榎並和雅 東京工業大学  
E-mail enami.k.aa@m.titech.ac.jp

Michitaka HIROSE, Member (Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, Tokyo, 113-8656 Japan) and Kazumasa ENAMI, Nonmember (Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 152-8550 Japan).  
電子情報通信学会誌 Vol.101 No.8 pp.772-779 2018年8月  
©電子情報通信学会 2018

では我が国から次世代のテレビ方式を創成しようと検討が開始された<sup>(1)</sup>。次世代テレビの方向性として、大画面・高精細化と立体化が候補に挙げられた。その決定のために、前者については、画面サイズ、走査線数などについてシミュレーション画面を作成し、様々な主観評価実験を行った。後者の立体化については、当時実現が可能であった両眼視差を利用した眼鏡式立体映像を中心に評価を行った。結果として、眼精疲労と眼鏡が必要ということから両眼視差方式の立体テレビは一般放送には適さないと判断され、高精細度テレビ HDTV の実用化を優先することとなった。

1970年代から1990年代に掛けて、HDTVの実用化に向けて、画質や臨場感などの評価によって各種の画像パラメータを定めるとともに、撮像系から伝送系、表示系に至るまでの様々な機器を開発し、国内外でデモ展示を行った。HDTVの画像パラメータの国際標準化を進めるためにCCIR（現在のITU-R：国際電気通信連合無線通信部門）に提出した。CCIRにおいては、日本からの提案に対し欧米各国の抵抗が強かったが、主観評価実験結果などの基礎研究のデータを基に地道に説得・調整した結果、1999年ようやく日本提案のHDTV世界統一規格が成立した。

2000年に衛星デジタル放送、2003年に地上デジタル放送が開始され、全てのテレビ放送がHDTVとなり、現在に至っている。HDTVをデジタルで放送するために、圧縮方式などの検討に画質評価が重要視されたことは言うまでもない。

## 2.2 NHK 技研における 8K スーパーハイビジョンの研究

HDTVの実用放送が開始されていない1996年には、HDTVを更に超える高臨場感映像・音響システム 8K スーパーハイビジョンの研究が開始された。スーパーハイビジョンは、HDTVの16倍の画素数を有する超高精細映像と22.2チャンネルのスーパーサラウンド音響から成るシステムである。究極の二次元映像システムを目指し、画素数を増やすだけでなく、ダイナミックレンジや動画像解像度も高度化している。スーパーハイビジョンの評価関連については、本小特集で映像に関し江本氏が、音響に関し大出氏、小野氏が記述しているので、ここでは割愛する。2018年12月にはスーパーハイビジョンの実用化放送がスタートする。

8K映像システムについてはその超高精細画像という特徴から、放送だけでなく、医療、デジタルサイネージ、VRなど様々な応用が検討されている。

## 2.3 NICT における超臨場感コミュニケーションの研究

NICTでは、その第2期中期計画（2006～2010年度）及び第3期中期計画（2011～2015年度）において、離

れた場所にいる人や物とあたかも空間を共有しているかのように感じられる超臨場感コミュニケーションの実現を目指し、リアルで自然な立体映像・音響の取得・再現等のシステム技術<sup>(2)</sup>と、人が感じる臨場感を定量的・客観的に評価するための研究を進めた<sup>(3)</sup>。

立体映像の研究の一つとして進めた電子ホログラムでは、画素間隔 3.5 μm で 3,200 万画素の表示デバイス 16 素子と専用の光学系を組み合わせ、目標としていた対角 5 インチ、視域角 20 度の立体動画像ホログラムを生成することに成功した<sup>(4)</sup>。現状のデバイス技術では、この立体画像が精一杯の実現性能である。立体感に加え高い臨場感を出すには、少なくとも数十インチ以上の画像が必要であるが、その実現にはデバイス技術の飛躍的な進展が求められる。そこで現在は、ホログラム印刷技術やプロジェクション方式のホログラム活用型 3D 表示技術の研究を進めている<sup>(5)</sup>。

一方で、高臨場感と立体感を同時に表出できる超多視点立体映像システム REI (Ray Emergent Imaging) を開発した<sup>(6)</sup>。これは、表示画面 200 インチ、水平視差数 170 という裸眼立体ディスプレイである。試作機を公共空間（グランフロント大阪）に設置し、様々な社会実証



(a) CGで生成した自動車の立体映像



(b)実写の仏像の立体映像

図1 グランフロント大阪で実証実験を行った 200 インチ超多視点立体映像システム REI とそれを鑑賞する観客の様子



図2 香り噴射装置の外観（写真左側） 画像の切替時などで瞬時に6種類の香りを入れ替えることができる。

実験を行い、裸眼立体像を大画面で表示したときの種々の有効性を定量的に実証した<sup>(7),(8)</sup>。図1にREIとそれを鑑賞する観客の様子を示す。2013年4月から約2年半にわたり、延べ約70万人の来場者がREIを鑑賞した。

また、五感情報通信の実現を目指して、立体映像、音響に加えて感触や香りを同時に提示可能な多感覚インタラクティブシステム(MSenS)を開発した<sup>(9)</sup>。このシステムを用いて、音や香りが感触(硬さやざらつき感)に与える影響等のクロスモーダル効果を定量的に実証した<sup>(10),(11)</sup>。更に、香りの種類や濃度を瞬時に変化させることができる香り噴射装置を開発し、嗅覚感度検査システムとして医療応用に有効であることを検証した<sup>(12)</sup>。この噴射装置(Aroma Shooter)は、NICT発ベンチャー企業で製品化を進め、販売を開始している<sup>(13)</sup>。図2にその外観を示す。

なお、立体映像や高精細映像が与える臨場感や疲労感を定量的・客観的に評価する技術については、本小特集においてNICTの安藤氏が述べている。

### 3. 「超」臨場感のもう一つの意味

さて、前章で紹介したNICTプロジェクトの進行に伴い、面白い議論が沸き上がってきた。忠実な臨場感の再現が全てではなく、ある種のデフォルメを加えることによって、より高い臨場感を実現することも可能ではないかという「拡張」の議論である。超臨場感として、臨場感の線形的延長ではない行き方があるはずというわけである。

チャップリンのそっくりさん大会に本人が出たところ、2位にしかならなかったという逸話を聞いたことがある。事の真偽はともかくとして、デフォルメを加えたフェイクの方が、リアルを超越する場合もあり得よう。

更に「拡張」のみならず、「変更」すらも考えること

ができるだろう。後述するバーチャルリアリティなどの分野では、現実のコピーのみならず、バーチャルならではの世界の構築(例えば時間軸の遡行など)の方に興味が集まっている。

例えば、筆者(廣瀬)の研究室では、Smart Faceと呼ばれるTV会議システムを開発したが、これは顔を笑顔に変えるフィルタ(笑顔フィルタ)を通信回線に挿入し、TV会議参加者を笑顔にするシステムである。面白いことに、このシステムを使ってブレインストーミングを行わせると、提案されるアイデア数が有意に上昇するという結果を得ている<sup>(14)</sup>。笑顔がポジティブな感情を誘発し、会議が活性化するためだと推測される。

現在、TV会議は、参加者が出張中など、いわば仕方がない状況で使われている。しかしながら、SmartFaceは、もっと積極的な性格を持つTV会議である。たとえ近くにおいても活性化のツールとして使う価値があるからである。

## 4. バーチャルリアリティ

超臨場感技術に関して、触れておかなければならない話題の一つがバーチャルリアリティであろう。マスメディアによれば、2016年がVR元年とか、VRとは、コンピュータの作り上げた映像空間の中に入り込み、そこでいろいろな疑似体験を行うことを可能ならしめる技術のことである。

### 4.1 VR元年の意味

実は、VRという言葉は、そう新しいものでもなく、初めて世の中に登場するのが1989年のことである。図3に示すシステムがそれで、米国西海岸のベンチャー企業のVPL(Visual Programming Language) Research社が発表したRB2(Reality Built for Two)と呼ばれるシステムが初めてである。

写真にはゴーグル形ヘッドマウントディスプレイ(HMD)と、手袋形の操作デバイス(DataGlove)が見える。HMDに提示された三次元の映像空間をぐるりと見回せ、DataGloveを用いて眼前の物体をいじることができる。冒頭に述べた臨場感の要素のうちかなりの部分がサポートされている。例外は解像度であって、当時の搭載可能な表示素子の能力では画素数100×150が限界であった。

30年ほどの期間を経た現在、HMDの性能は飛躍的に向上し、今日ではハイビジョンクラスの製品が10万円以下で手に入る。VR元年とはVR普及元年というわけである。

VRと言えば、HMDに話題が集中してしまいがちであるが、もちろんそれが全てではない。身体を使った、高いレベルのインタラクション、リアルタイムシミュ





図3 世界初のVRシステム VPL Research社が発表したRB2.

レーションによる仮想世界の構築など、この技術は様々な側面を持つ。とりわけ最近、大きな注目を集めているのが、視覚や聴覚にとどまらず、全ての感覚領域にインタフェースの可能性を広げようとしている点である。いわゆる五感情報通信技術、あるいはクロスモーダル技術とVRは密接な関係がある。

#### 4.2 五感情報通信技術としてのVR

考えてみれば、VR技術は感覚研究と密接な関係を有する。我々が現実感を感じるのは五感を通してだからである。VR研究の初期において、研究者たちは様々な感覚インタフェースを開発した。例えば、触覚インタフェースなどは、その代表例であるが、初期頃のシステムは、図4に示すような大げさな機構を伴うものであった。そのため、様々な作業における触覚インタフェースの重要性は叫ばれるものの、費用対効果の面でなかなか実用化が困難であり、いまだに社会には普及していない。

ところが、2000年初め頃、フランスのA. Lecuyerが提唱した擬似触覚(Pseudo haptics)という概念は、力を帰還することなしに力覚を発生することができるというものであった<sup>(15)</sup>。マウスで画面上のカーソルを操作する場合、通常は何の力も感じないが、カーソルの動きを制限すると、操作に対する動きづらさが触覚として感じられる。カーソルの動きづらさをうまく設定してやれば、図5のように、突起を乗り換えたような感覚さえ生起させることが可能である。擬似触覚ではある種の錯覚が感覚入力と感覚の間に存在することをインタラクションの微妙な変化が力覚を生み出すことを明らかにしたのである。この錯覚ボックスが存在することにより、感覚

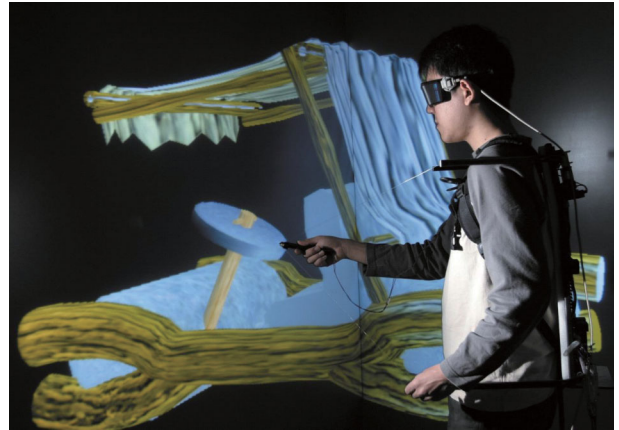
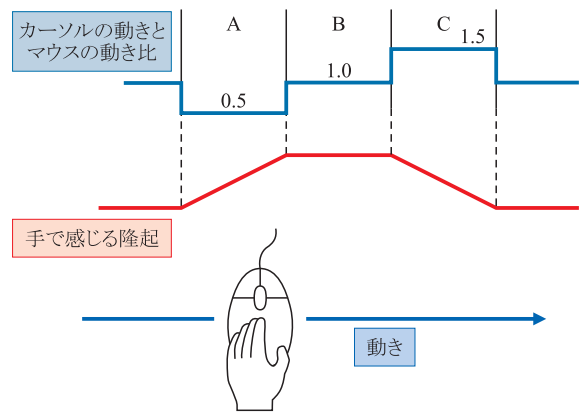
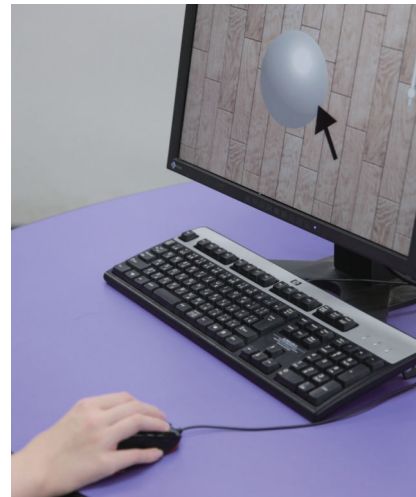


図4 初期の触覚インタフェース



(a) マウスの動きとカーソルの動きの対応による触覚の発生



(b) マウス操作と画面

図5 擬似触覚(Pseudo-haptics)

のモード間の干渉が起こるわけで、これをクロスモーダルと呼ぶ。

このように、第2期を迎えつつあるVR技術には、錯覚をはじめとする心理学などの知見が大幅に利用されて

いる。特に最近注目されているのがリダイレクションと呼ばれる技術である。例えば、VR空間の中を動き回るために、歩行インタフェースが使われるが、実世界での歩行とVR世界での歩行を正直に一対一対応させたのでは、歩き回るVR世界は、実世界の広さに制約される。大きなビルをVR世界で体験しようとしたとき、同じ空間が必要になるのでは、何もならない。

例えば、図6(a)に示すように、実空間で直進したときにVR空間では右に回転するようにプログラムしたとき、VR空間でまっすぐ歩くためには実空間内では図6(b)のように左に曲がらなければならない。更に歩き続けると、実世界では円を描くことになるが、それはVR空間内では図6(c)のように無限に歩き続けることを意味する。無限のVR空間を有限の実空間で体験できるわけである。

もちろん、こういう錯覚を起こせる曲率は半径22mが限界と言われている。しかし、壁に手を触れさせるなどの視触覚クロスモーダル現象を利用すれば、6mぐら

いにまで小さくできると言う<sup>(16),(17)</sup>。

### 4.3 体験の技術

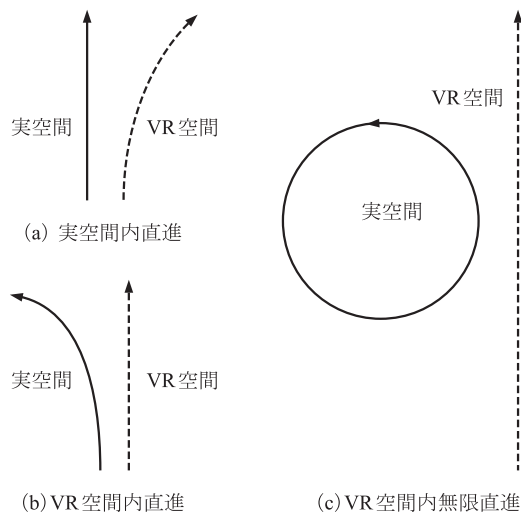
VRは体験の技術である。自分が試行錯誤することは物事を理解する上で、とても重要なことと言われている。評論家の立花 隆氏は、VR技術を評して、「百聞は一見にしかず。百見は一体験にしかず。」と言った。単なる座学的な知識の伝授を超えた、体験型の教育の重要性はいろいろところで強調される。

医学教育における臨床講義、パイロット養成におけるシミュレータの必要性など、VRを様々な教育課程に取り込もうという試みは、各所で始まっている。2018年2月1日に東京大学に全学組織としての連帯研究機構、VR教育センターが発足したが、このセンターの出口として、VRを活用した教育システムの構築が明記されている(図7)。

ここに来てVRというキーワードが急速に盛り上がってきたのは、幾つかの理由がある。一つには、HMDをはじめとするVRを作り上げる上で必要なハードウェアの費用対効果が大きく向上したことがある。かつては100万とも言われたプロダクトが数万円で手に入る。ソフトウェアをはじめとする基盤的ソフトウェアの充実も大きい。それほどコアな技術者がいなくとも、VRコンテンツを作ることができるようになった。コンテンツと言えば全天周カメラの普及などもVRブームに貢献している。もちろんこれはあくまで入り口であり、三次元でもなく、インタラクション可能な世界を作っているわけでもないのだが、手軽に360°の見回し空間が手に入るようになったことは、究極のVRに向けての確実な一歩である。

図8は、筆者(廣瀬)の研究室と大宮の鉄道博物館が共同研究している、御料車車内のVRによる保存プロジェクトである。高精細全天周カメラで撮影して、車内を自由に閲覧しようという試みである。明治一大正期の車両は社内の傷みがひどく、展示したいが、来館者が入り込むと更に致命的な劣化が進む。このジレンマを、VR展示によって克服することができる。研究の一部は、鉄道博物館のホームページで体験できる。

VRと同時に語られる技術の一つがAR(Augmented Reality: 拡張現実感)である。これは現実世界とVR世界を同時に眺めようという技術であるが、当然の帰結として、屋外型のアプリケーションに大きなポテンシャルを有する。一昨年のポケモンGOのブレイクなどはその入口と言えよう。図9は「思い出のぞき窓」と呼ばれるアプリで、昔の風景写真や映像を正確なパースで眼前の風景に重畳できる。こうしたシステムは地方の歴史的資源の利活用に大いに貢献するはずであるし、更には観光立国のための技術として位置付けることができよう。準天頂衛星が実用化の暁には、屋外の位置定位精度がセ



(d) 視触覚リダイレクションを利用したアート作品「無限回廊」

図6 リダイレクションの技術



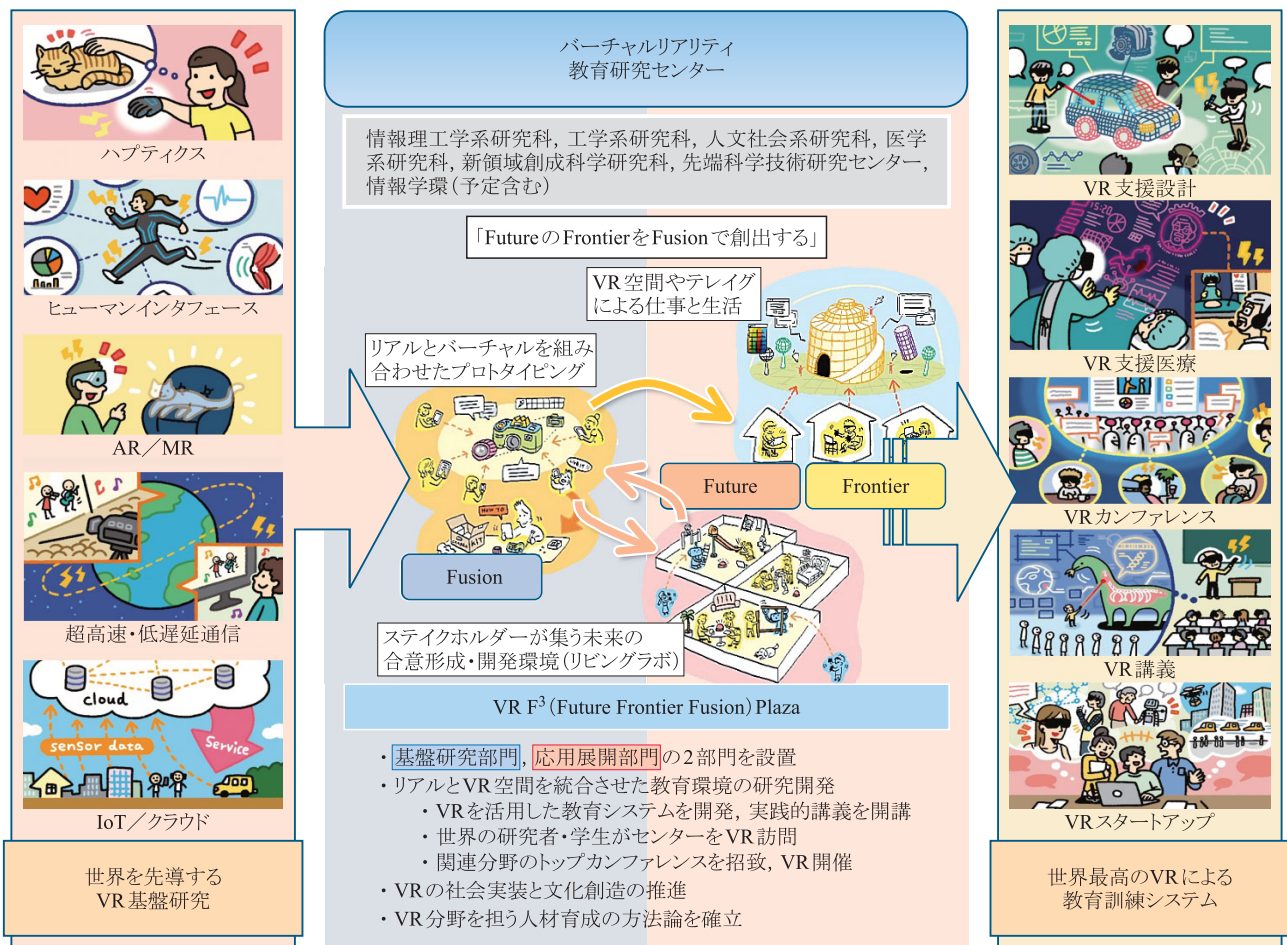


図7 東大に設置されたVR教育研究センター



図8 10号御料車のVR保存の試み

ンチメートルオーダになると言われており、こうしたARシステムの普及は一層加速することになる。

### 5. その他のICTの発展と超臨場技術

現在は、「新しい」ICTが目白押しの状態で、これを従来型の技術とどう接続するかの時代であると言えるだ

ろう。

AI, IoTは見事な共生関係を生み出しつつある。少し前までAIは「アルゴリズムよりは入力データ」と言われ、データがなければ適切な結果を導くことはできないと言われていた。一方、IoTの先輩格であるユビキタス技術は、「集めたデータは何の役に立てるのか」と言われていた。IoTの生み出したデータにAIが意味を与



図9 ARを活用した過去の風景の体験「思い出のぞき窓」

え、AIの入力をIoTが作り出すというわけである。この望ましいループにおいて、超臨場技術をはじめとするメディア系技術はどんな役割を果たせるのか、この強力な共生ループとの接続こそが、メディア技術の今後を握るとも言えよう。

「未来予測アプリ」のような、行動誘発系の技術は、関係する話題の一つであろう<sup>(18)</sup>。ライフログの技術により集積された大量の行動ログは、それから、ある種の因果連鎖を推測することを可能にする。超臨場感技術の役割の一つは、未来に自分の状況がどうなるかを未来感覚として可視化、予感覚化することである。裸の我々は、時間軸を自由に動くことができない「未来が見えない」のである。未来が見えたとき、我々はより賢く行動することができるはずである。(適切な未来予測アプリを筆者が持っていれば、この原稿も、これほど遅れることはなかったはずである。)

## 6. 超臨場感通信サービスの未来

ちょうどこの原稿を執筆しているときに、平昌オリンピックの開閉会式があった。その中でプロジェクションマッピングが多用されるとともに、1,200台以上のドローンを使って、五輪マークや人物像などの立体像を描いて見せた。このドローン立体像は、閉会式はライブであったが、開会式は事前に撮影した映像を中継映像に合成したとのことである。インテル社のプロジェクトが開発したもので、1台のドローンに搭載したLEDを1画素として、各ドローンの位置を制御して、全体として1,000台以上のドローンが協調して一つの立体像を作り出す技術は、恐らく自律分散制御などかなり高度なものと推察する。2020年に開催される東京オリンピック・パラリンピックにおいてはこれに負けない迫力のある映像効果が期待される。

また、開会式を盛り上げる映像を中心としたシステムと同時に、会場外にいる人たちが臨場感を共有できるシ

ステムも望まれる。守秘義務により具体的に紹介できないのが残念であるが、筆者らが代表を務めている超臨場感コミュニケーションフォーラムURCF<sup>(19)</sup>では、関係の団体、組織と連携して検討を進めているところである。

今日、我が国の産業界は、大きな変化に直面している。‘もの’中心の産業構造の収益率が大きく低下し、‘こと’中心の産業の存在感がますます増大している。ある年齢以上の人は、サービスという言葉を開くと、「サービスしときます」という言葉を連想するかもしれない。下手をしたら、ただであったのである。しかし、これからは、‘もの’がサービスに付属する時代である。UBERしかり。Airbnbしかりである。

サービスとは、‘もの’に意味を付ける行為と言えるのかもしれない。何の変哲もないがらくたが、歴史的意味を与えられた瞬間に重要文化財になる。どんな壮大な施設も、意味を失うと廃墟になる。

21世紀とは、‘もの’を作る時代ではなく、既にある‘もの’を編集する時代であると言われて久しい。現在、我々が求められているのは、抽象的な哲学でもなく、具体的な成功事例なのである。

## 文 献

- (1) 映像情報メディア学会 50年史, pp. 155-158, 2000.
- (2) 山本健詞, “3.5.5ユニバーサルコミュニケーション研究所 超臨場感映像研究室,” 平成26年度情報通信研究機構年報, pp. 49-50, 2015.
- (3) 安藤広志, “3.5.6ユニバーサルコミュニケーション研究所 多感覚・評価研究室,” 平成26年度情報通信研究機構年報, pp. 51-52, 2015.
- (4) 山本健詞, “3.5.5ユニバーサルコミュニケーション研究所 超臨場感映像研究室,” 平成27年度情報通信研究機構年報, pp. 49-50, 2016.
- (5) K. Wakunami, P.-Y. Hsieh, R. Oi, T. Senoh, H. Sasaki, Y. Ichihashi, M. Okui, Y.-P. Huang, and K. Yamamoto, “Projection-type see-through holographic three-dimensional display,” *Nature Communications*, vol. 7, 12954, DOI: 10.1038/ncomms12954, 2016.
- (6) 岩澤昭一郎, 河北真宏, 矢野澄男, 境 雅久, 配野泰行, 佐藤正人, 安藤広志, “200型投射式水平視差立体ハイビジョンディスプレイの実装,” 3次元画像コンファレンス2011, pp. 42-45, Oct. 2011.
- (7) 牧野真緒, 安藤広志, 奥井誠人, 井ノ上直己, “公共場における超多視点裸眼立体映像コンテンツについての実証実験報告,” 映像学技報立体映像技術研報, 3DIT2014-25, vol. 38, no. 11, pp. 31-34, 2014.
- (8) 坂野雄一, 馬田一郎, 岩澤昭一郎, 奥井誠人, 井ノ上直己, 安藤広志, “多視点裸眼立体映像による作業精度の定量的評価—建設機械の遠隔操作への多視点裸眼立体映像の適用を目指して—,” 映像学技報立体映像技術研報, 3DID2016-14, vol. 40, no. 10, pp. 17-20, 2016.
- (9) 安藤広志, “五感情報通信,” 感覚デバイス開発～機器が担うヒト感覚の生成・拡張・代替技術～, 第2編第2章, エヌ・ティ・エス, 2014.
- (10) J. Liu and H. Ando, “Metal sounds stiffer than drums for ears, but not always for hands: Low-level auditory features affect multisensory stiffness perception more than high-level categorical information,” *PLoS One*, vol. 11, no. 11, e0167023, DOI: 10.1371/journal.pone.0167023, 2016.
- (11) 西野由利恵, Dong Wook Kim, Juan Liu, 安藤広志, “香りが人

の感触に与える効果に関する心理物理学的分析,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol. 19, no. 1, pp. 17-23, 2014.

- (12) 西野由利恵, 村井紀彦, 安藤広志, “デジタル式嗅覚検査システムの研究開発～嗅覚障害患者を対象とした嗅覚感度測定～,” 日本味と匂学会第 51 回大会プログラム・予稿集, p. 123, Sept. 2017.
- (13) (株)アロマジョイン, <https://aromajoin.com/>
- (14) 桜井 翔, 中里直人, 吉田成朗, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝, “表情変形フィードバックによる遠隔協調作業における創造力向上支援,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol. 20, no. 4, pp. 323-332, 2015.
- (15) A. Lecuyer, S. Coquillart, A. Kheddar, P. Richard, and P. Coiffet, “Pseudo-haptic feedback: Can isometric input devices simulate force feedback.” IEEE Virtual Reality, 2000, pp. 83-90, 2000.
- (16) K. Matsumoto, Y. Ban, T. Narumi, Y. Yanase, T. Tanikawa, and M. Hirose, “Unlimited corridor: Redirected walking techniques using visuo haptic interaction,” SIGGRAPH 2016 Emerging Technologies, no. 20, July 2016.
- (17) K. Matsumoto, T. Narumi, Y. Ban, T. Tanikawa, and M. Hirose, “Turn physically curved paths into virtual curved paths,” IEEE Virtual Reality 2017, pp. 247-248, March 2017.
- (18) 竹内俊貴, 田村洋人, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝, “ライフログとスケジュールに基づいた未来予測提示によるタスク管理

手法,” 情処学論, vol. 55, no. 11, pp. 2441-2450, 2014.

- (19) 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム URCF, <http://www.urcf.jp/>

(平成 30 年 3 月 13 日受付 平成 30 年 3 月 23 日最終受付)



ひろせ みちたか  
廣瀬 通孝 (正員)

昭 57 東大大学院博士課程了。現在、東大大学院情報理工学系研究科教授。専門はヒューマンインタフェース、バーチャルリアリティ。主な著書に「バーチャル・リアリティ」(産業図書)。総務省情報化月間推進会議議長表彰、大川出版賞等各受賞。



えのみ かずまさ  
榎並 和雅

昭 46 東工大・電子物理卒。同年 NHK。映像信号処理の研究に従事。平 16 同放送技術研究所所長, 平 18 情報通信研究機構, 平 22 同理事, 平 26 東工大監事 (現職)。工博。映像情報メディア学会功績賞, 前島賞ほか各受賞。超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム (URCF) 会長代理, IEEE フェロー。

