



SEMINAR REPORT

VR 2.0の世界



東京大学大学院
情報理工学系研究科
教授 廣瀬 通孝 氏

ご紹介ありがとうございます。本日は、バーチャルリアリティの大づかみなどをお話したいと思います。

Virtual Reality (VR)、Augmented Reality (AR) は、Artificial Intelligence (AI) ほどではないにしても、最近再びブームになってきています。実はこのブームは二巡目なのですが、現在の技術状況の話を中心に、比較的新しい分野の話をして、それから、どのようなところで役に立つのかについてお話したいと思います。多分、皆様方はここに興味があるのではないかと思います。最後に仮想化という言葉の本質の意味についてお話します。

VR技術のいま

昨年だったと思いますが、VR 元年という話がマスコミを中心に飛び交いました。冒頭申し上げた通り、このブームは二巡目で、日本 VR 学会も既に 20 年近く前に発足して、それで元年と言われても、いささか微妙な感じがしています。そもそもアカデミーの世界でこの言葉が使われたのは、ご年配の方だとご存じかもしれませんが、1989年にVPLという米国西海岸のベンチャー企業が使ったのが始まりだと言われています。図1左下の写真がそれです。なお、アーティフィシャルリアリティ (Artificial Reality) という呼び方もあって、その歴史はさらに1982年まで遡ります。もちろん今のARとは関係ありません。

このVPLという小さな会社は、Head Mounted Display (HMD) をつけて手袋をすることで、目の前の3Dの世界が自

由に操れるようになってい出したのです。外見からは結構目新しい感じがして、昨今のニュースに出てきてもおかしくないような代物ですが、これは第一期のもので、クオリティは今ものとは大きく違います。

ちなみに、このHMDは、おもしろいことにアイフォンと呼ばれていました。これは今から30年ほど前の話なのですが、同じ西海岸のベンチャー企業ということで、何となく深層心理みたいなものが働いて、Apple社がスマートフォンにiPhoneという名前をつけたのかもしれない。

「バーチャルリアリティ」とは、コンピュータの作り出した空間の中に入り込み、そこでいろいろな体験をしようという技術のこと。その名前が社会に登場したのは1989年のことであるが、ルーツは宇宙航空技術である。



図1 「バーチャルリアリティ」とは

図1右下の写真は、何となく高級感が漂っていますが、西海岸にNASAのエイムズリサーチセンターという研究所があり、そこがつくったものです。スパコンを使って空洞実験の空気の流れを計算する数値風洞技術で、あたかも目の前で空気が流れているように可視化するための技術です。NASAは、1987年にはこのような技術を手掛けていて、実はVPLのHMDはこれを商用化したものです。

NASAの技術のルーツは、米国空軍が1982年に未来の戦闘機のために、スーパーコックピットというシステムをつくっています(図1左上)。これは飛行中の飛行機周囲からのデータが次々とコックピットに入ってくるわけですが、その情報をいかにして可視化するかというものです(図1中央)。「コックピットは将来このような形になります。」という発想のようです。

中央に赤いボールがありますが、このボールの中に入ると撃墜される確率が60%を超えるというようなものだそうです。

このように、1980年代後半には、まずは軍事用、航空宇宙用など、比較的堅い分野からVR技術が登場してきたわけですが、ちょうどその頃からゲームなど、一般的なやわらかい分野へとVR技術が浸透しはじめたというのが、VRの黎明期だったので。

それから30年ほどして、再びブームが到来しました。VRは、この流行り廃りの激しいコンピュータサイエンスの中で、少なくとも20年ぐらいは生き残ってきたわけですが。なぜそうだったかという、この技術がとても特徴的だったからなのです。

VR技術の特徴を表すためには、三つの重要なキーワードがあります(図2)。

まず第一がpresence、臨場感というキーワードです。今でもそうですが、コンピュータと人との関係は、ディスプレイがあって人がいてという関係で、両者が正対しています。これに対して、HMDをかぶると、人はバーチャルの世界に入っていくわけで、両者は包含関係になります。これをVR空間への没入、臨場感というわけです。その場にいるような感覚が初めて使われるようになったというのが、この技術の第一の特徴です。コンピュータと人との関係が変わるという意味で、VRは大いに革命的なことだったのです。

ちなみに、HMDには何度か失敗の歴史があります。実は、イノベーションのジレンマを地で行ったようなことが起きていて、例えば、1990年代に某電機メーカーが作ったHMDは、月産5000台ほど売れたといいますが、しかし、大企業ではこの程度の台数はゴミみたいなもので、事業としては失敗だと言われてしまったそうです。しかし、米国では、スタートアップの月産5000台は大成功の部類に入り、このようなものが生き残って今日のVRがあるのです。スモールビジネスがいかに重要かということです。



それから、手袋をはめて目の前のものが自由に扱えるのも、バーチャルリアリティの特徴です。これが二つ目の特徴です。キーボードからもコンピュータに色々命令を出せますが、例えば、目の前にある対象を左から右に持っていこうとしたときには、例えば、「コーヒーカップを左から右へ動かせ。」のように、言語で伝えることになります。それに対して、VRではそのようなことはしなくても、コーヒーカップをぎゅっと握って

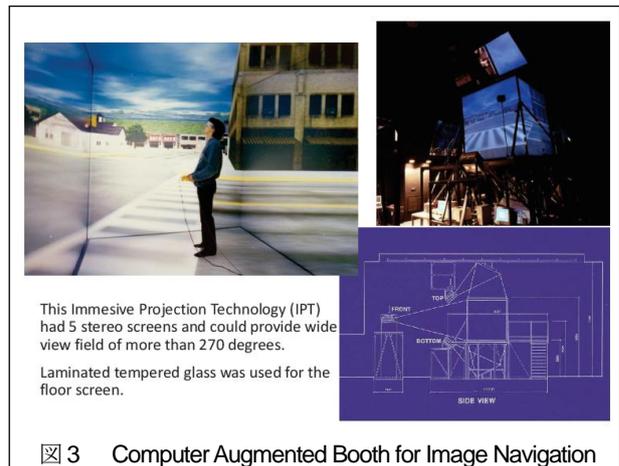
つかみ、右に持っていけば自分の意図が伝えられます。そのような体の動きを中心に、物理学ベースの約束事のない世界での操作によりインターフェースすればよいのです。

三つ目の特徴として、多感覚というキーワードがあります。VR技術は基本的には感覚の技術です。HMDという、視覚のことばかり取り上げられがちですが、視覚以外にもリアルを感じる感覚は色々あります。例えば、触覚は、嗅覚は、味覚は、どうなのかといった、今まで心理学の範疇だと思っていたものについて、心理学をベースにしてつくり上げていく技術領域となります。

コンピュータサイエンスにおいては、当初、心理学と一体となった境界分野はそれほど大きく扱われていなくて、そこに突破口を開いたことによって、アカデミアにおけるVRの地位が大きくなったのだと思っています。現在、産業的には視覚にばかり目が向けられていますが、視覚以外の部分がとても重要なのではないかと個人的には思っています。

さて、歴史的には、1990年代のバブル期が去った頃、VR第一世代の頃がVRにとってのバブル期でした。例えば、1990年代の終わりに、東京大学は数億円かけてComputer Augmented Booth for Image Navigation (CABIN) という映像の部屋をつくっています(図3)。3Dのプロジェクターを使って入口以外の壁5面全てに投影して、ヘッドトラッキングすると周りが全て映像になっています。床にも下面から投影して、ガラスの上に立っているような感覚の、非常に珍しいつくりとなっています。

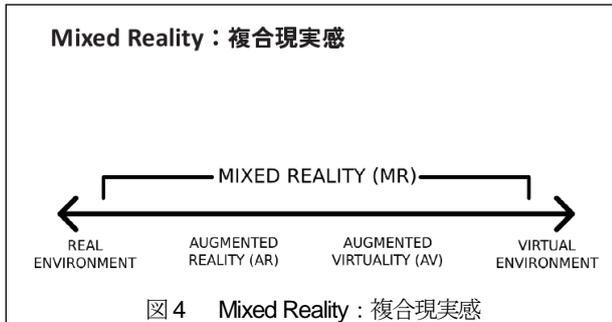
要するに、第一世代では、学術のコミュニティができるころまでは概ねできたのであって、今後資金さえかければ実用化が推し進められるところまでになった。この後、第二の波があるとすれば、ビジネスの世界でコミュニティが構築されていくときであると思っています。



もう一つのキーワードとして、Mixed Reality (MR) があります。最近VRとならんでARという言葉が耳にされると思います。VRとARは微妙に違っていて微妙に一緒なのです。VR技術が始まった頃には、リアルとバーチャルとは完全な対立概念であって、どちらか択一であると考えられていました。

典型的な例で言うと、「ゲームばかりやってないで、外に出て遊びなさい。」とお母さんが子供に言ったところ、これは完全に両者を対立概念として捉えています。ところが、実はその中間というのがあります。例えば、遭難した人が携帯電話で「遭

難してしまいました。」と伝えてきたとすると、これはどちら側のことなのか。携帯網というバーチャルなネットワークにつながっていて、完全にリアルな体験というのでもない。それから、「外に出ないでゲームやるのは止めなさい。」と言われて、「わかりました。」と言って外に出てゲームをするのはどうなのか。実は、複合現実感の連続体というのがあって、1990年代の終わりには、バーチャルとリアルはむしろ連続的な概念であると言われ始めていました(図4)。この全体を指して、MRという言葉が使われたのです。



Augmented Reality (AR) は、目の前にある世界にシースルーで何か映像を重ね合わせて見せるもので、ほとんどがリアルで、少しバーチャルが含まれています。これに対して、ほとんどがバーチャルで、その中に少しリアルが入っているのが Augmented Virtuality (AV) です。こちらはあまり使われないかも知れませんが、両者は混合の割合の違いだけであって、ARとVRは一つの線上にあるようなものだとご理解いただければよろしいかと思います。しかし、同じバーチャルであっても、バーチャルの意味が完全に等価ではなく、両者には量的な違いを超えた質的な違いがあるのだらうと個人的には思っています。

これはこういうことです。1990年代の終わりに、キヤノンと経済産業省が共同で設立したエム・アール・システム研究所にて、シースルー型 HMD をはじめとする一連の MR 技術が研究開発されました。開発の終わり間際になって我々が気づいたのですが、ARにおけるバーチャルと、VRにおけるバーチャルとはちょっと違うのではないかと。VRでは、目の前のこととは何も関係のない世界が体験できるのです。この場にいながらニューヨークが体験できるとか、パリが体験できるとか、全く異なる世界が実際に体験できるのです。前にあるリアルな世界と全く関係のない体験ができることがおもしろいのです。

しかし、ARは、今ここにいることを大事にしつつ、それに何か組み合わせることで、おもしろい体験をさせることなのです。そのとき、周りにある情報を大切にしないといけないのですが、おもしろいARコンテンツをつくるには、部屋の中だけでは限界があります。「この部屋の中だけで2時間何かやれ。」と言われても、あまりおもしろくないですね。

空間的に広がると、例えば、この部屋の外には新宿という街が広がっていますが、新宿なら特段の目的なくぶらぶらと歩くだけで、それなりのコンテンツが転がっています。広い空間でバーチャルな世界を体験するのが、実は一番おもしろいのです。そうすると、モバイル端末は必須となります。

VRは、身体を動かすといっても、それほど大きな動きでは

なく、それに対してARは、はるかに広い外の空間で動作できないとおもしろくないのであって、それぞれ最も適している環境が異なります。VRとARには、このような関係があると思っています。

これまでが現在までのVR技術の大まかな流れです。VR技術の第一世代と第二世代の間には約30年という時間差があります。それは時として決定的な違いであって、この差をまじめに考える必要があります(図5)。

一つは、端末の価格が決定的に安くなったことです。先にご紹介したiPhoneは、300万円もしました。価格だけで驚いてはいけなくて、使われている液晶の分解能は100×100pixelしかありません。文字は全く読めず、よほど変わった人でもない限り、そのような代物を300万円も出して買うことはないでしょう。コストパフォーマンスがとてつもなく悪かったのです。

もうひとつの差は、むしろこちらの方が重要なことだと思いますが、当時存在していなかった周辺技術が出揃ってきたということです。1989年にはウェブは存在していませんでした。現在、インターネットにVRをつなぐのは当たり前のことと思われていますが、第一世代のVRはインターネットネイティブではなかったのです。それ故、全てのことを端末内で対応しないとイケないという強迫観念に捉われていたとも言えるでしょう。



このあたりの話は本¹に書きました。ご興味のある方はどうぞ。また、「まぐまぐ!」というウェブマガジンがありますが、そこで書いた記事「mine²」にも色々和裏話が書かれていますので、ご参照いただければと思います。

*1 「いずれ老いていく僕たちを100年活躍させるための先端VRガイド」(星海社)

*2 <https://mine.place/>

製品個々の技術についてお話しします。

最近のHMDは、見た目は30年前とほとんど変わりありませんが、クオリティはものすごく良くなっています(図6)。ハイビジョン映像が容易に見られるまでになっていて、1000×1000pixel以上の分解能があります。

当時も、空軍の航空機の高級なディスプレイをつくっているカイザー社というのがありましたが、同社は確か

1000x1000pixelの製品をつくっていましたが、価格は2000万円もしました。それに、現在では、HMDのような特殊機器の購入に抵抗感がなくなってきています。

FOVE という HMD は、ディスプレイの中に視線検出装置がついています。そのような機能がなぜ必要なのかとなると、明白に説明するのは難しいところがありますが、人がどういったことに興味を持って空間を歩いているのかは、今後コンテンツを作っていく上で極めて重要になってくると思います。このような製品が出てくるのはよいことだと思いますが、具体的に何の役に立つのか、今のところさっぱりわかりません。



図6 最近の Head Mounted Display

Graphics Processing Unit (GPU) の性能は、NVIDIA 社がとても頑張っていて、すごい勢いで向上しています。多分、GPU の性能アップが第二世代を後押ししているのです。ちなみに、1990 年から 2000 年までの第一世代の CG 性能は、図 7 のグラフ上では、ほぼゼロに等しいレベルです。当時、冷蔵庫サイズの CG に特化したコンピュータがありました。恐らく今ではタブレットの中に入ってしまうぐらいのグラフィック能力しかなかったと思います。

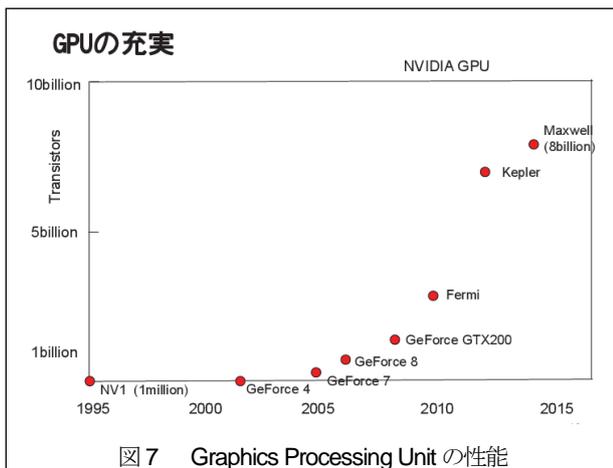


図7 Graphics Processing Unit の性能

さて、撮影系についてはどうでしょうか。安価な全天周カメラが発売されています。このような機器がなかったら、屋外での撮影はほとんどできなかったと思います(図8)。昔は、このような機器全てを学生らが手づくりしていましたが、それは瞬間的には動作するかもしれませんが、安定して動作することなど期待できません。コンテンツを集めるには、このような機器

の存在が不可欠で、安い価格で入手できるようになれば、なおさら具合が良いわけです。

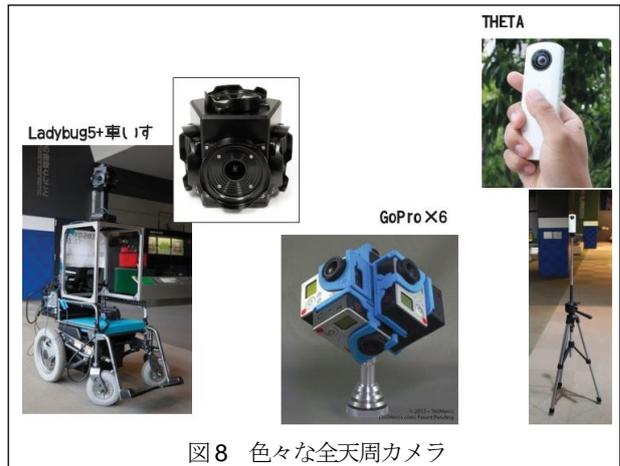


図8 色々な全天周カメラ

図9は、大阪の鉄道博物館のVR画像ですが、建物の中を自由に動き回れる映像コンテンツを実写でつくるとしたら、第一世代の頃は数億円ほどの費用が掛かったのではないのでしょうか。今であれば、ラップトップコンピュータと、より精細な画像を供給する広帯域ネットワークがあります。HMDは10万円もしないので、トータル20万円もかからないで実現できてしまうのではないのでしょうか。コンテンツ制作費の方がはるかに高つくのです。最近のVRのブームは、このような形でまとまりつつあります。



図9 大阪の鉄道博物館のVR画像

さて、こういう状況で、昨年の夏に登場したのがポケモンGOです。このルーツはイングレスというオンラインゲームです。これは、ロケーションベースで外に出て行って色々楽しむゲームですが、投資家の立場で見ると、失敗の烙印を押されてしまったようですが、このイングレスがあったおかげで、ポケモンGOという位置情報ゲームアプリの大爆発が起きたのです。

ともかく、色々な人たちがびっくりしました。キャラクターを置くだけで、何十万という人を動かせることに気づいたのです。一番心配したというか、びっくりしたのは現場の警察官で、「止まれと言っても人が止まらない状況を初めて認識しました。」と言っていました。彼らは、渋谷のサッカーの試合で一度経験していますが、あの恐さというのはそのとき以来だったようです。

他では、興味を持ったのは国土交通省の人たちです。キャラクターをボンと置くだけで観光客が一斉に押しかける。問題は、どのような方法でコンテンツと組み合わせたらよいのかがわからないことであって、その仕組みの解明となると非常に難しいです。現状は、解が存在することの証明はできていて、フィージビリティはわかったというところでは。

五感情報通信技術

ちょっと時間があるようなので、最近の VR 研究のトピックスをお話したいと思います。

VR とは、現実を合成する技術であり、現実をわれわれが感ずるのは感覚を通してです。感覚についての研究は、心理学分野で多くなされています。ですから、VR 技術は当初から心理学と深い関係があると言われてきました。実際、始めは協力して取り組みましたが、第一世代の終わり頃には徐々に疎遠になってしまいました。工学系にしてみると、心理学にとっても役立つ技術を提供したつもりでいたのですが、心理学者にとっては心理の解明が本来の目的なので、工学系へのフィードバックがあまり大きくなかったのです。

しかし、最近になると、状況が大きく変わってきています。錯覚の上手な利用によって、とても簡単な原理によって、VR 体験を作り出せることがわかってきたのです。

感覚には色々な種類があります。HMD は視覚に関する部分だけで、他にも色々な感覚があります。(図 10) これを感覚の種(モダリティ)と呼びます。モバイル端末を持って歩き回るとなると、表面感覚や深部感覚などの体性感覚がとても重要になってきます。

五感とは

五感とはわれわれが世界を感じるための感覚すべてを指す。われわれは、日常、いわゆる「五感」を駆使して生活している。にもかかわらず、これまでの情報通信技術のチャンネルは視覚や聴覚に限定されてきた。

感覚の種

- 特殊感覚
 - 視覚、聴覚、味覚、嗅覚、前庭感覚
- 表面感覚
 - 触圧覚、温覚、冷覚、痛覚
- 深部感覚
 - 運動覚、位置覚、深部圧覚、深部痛覚
- 内臓感覚
 - 有機感覚(空腹感、吐き気)、内臓痛

図 10 体性感覚の種類

最初のころは、感覚ごとにディスプレイを用意しなくてはいけなかったと思っていました。例えば、音を聴くためには聴覚ディスプレイを、触るためには触覚ディスプレイをつくらないといけないと考えたわけです。例えば、ロボットに握手させて、指先に力を感じさせ、「目の前にある何かバーチャルなものに触れることができます。」のような真似をするのです。東京大学の映像の部屋 CABIN でも、大きな映像空間の中で、糸を引っ張ったペンのようなもので車の模型の表面に当たった感触を得ることのできるシステムが用意されました。おもしろいかもしいけれど、とてもじゃないが実用化できそうもない代物でした(図 11)。



図 11 色々な触覚ディスプレイ

それでは、味覚はどうするのかという話で、ステーキを噛んだような感じとか、ストローで何か飲んだような感じとか、まるで学園祭ネタのような研究がたくさん溢れたわけです(図 12)。しかし、これはちょっと VR が目指しているものとは違うのではないかという疑問も生じてきたわけです。五感の追求は遠い先のことで、実用化にはほど遠いという話になって、第一世代の幕は下りてしまったのです。



図 12 色々な味覚ディスプレイ

ところが、2000 年頃になると、とあるフランスの研究者が、触覚を伝えるのに実際には力覚装置は要らないのではないかと言い出したのです。

マウスを使ったときのことを思い浮かべてみてください。例えば、マウスを 1cm 動かすと、画面の中のカーソルが 1cm 動いたとします。マウスには力覚装置など付いていないので、当然ながら自由に動かせます。ところが、加速度合いを急に上げると、あるいは止めようとすると、手元に力がかかります。それは、コンピュータを使っていて、動きがやたら重くなったときに感じるストレスと同じ感覚で、これこそが力覚に相違ないということなのです(図 13)。

ダイレクトには力を発生していないけれど、ある種の錯覚現象を利用して、心理的に触覚が伝えられるということです。これを Pseudo-haptics (擬似触覚) と呼びます。

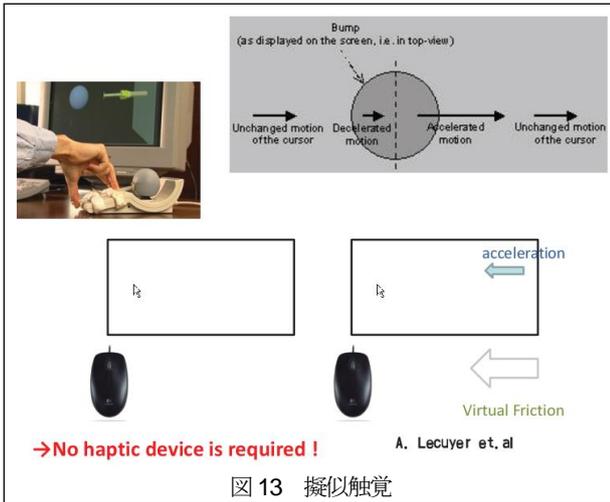


図 13 擬似触覚

図 14 はそれを応用したシステムです。実際には左側のものを撫でさせて、撫でている人には右側の映像を見せます。目に入ってくる映像が右で、見た目がこのように湾曲していると、どなたも納得して、「糸巻き状のものに触りました。」という答が返ってくる。触れているという感覚はリアルなのですが、その形は視覚によってかなり変形できるのです。

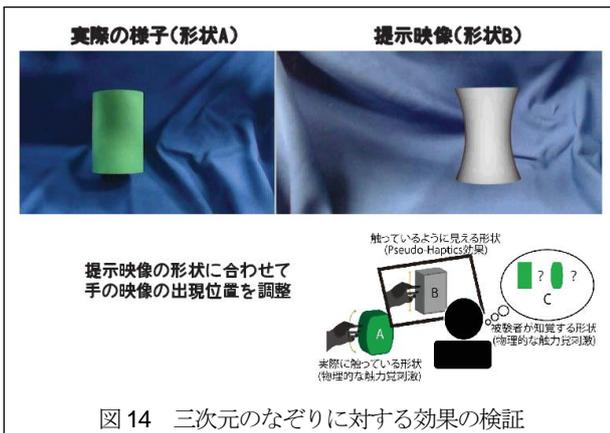


図 14 三次元のなぞりに対する効果の検証

先ほど申し上げたように、これは何か心理的なプロセスが入ることで、例えば、視覚を使って触覚を刺激するという仕組みができたということです (図 15)。まともな触覚ディスプレイよりはるかに安く、複雑ではないということです。

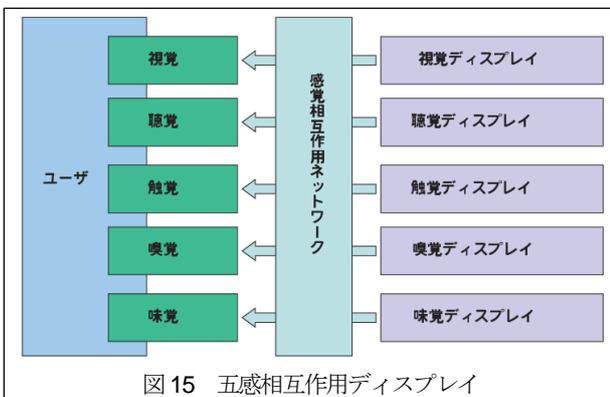


図 15 五感相互作用ディスプレイ

味覚ディスプレイをつくらうとすると、口の中に液体が何かを流さないといけないので難しいのですが、わりと有名な事例

として、メタクッキーと言って、クッキーを視覚的にチョコレートクッキーにして、匂いをチョコレートにすると、味が変わるというシステムがあります。

上手に感覚の認知プロセスに手を加えることで、新しい展開が見えてくるというわけです。

VR技術には何ができるのか

さて、では、いよいよ残りの時間を使って、VR 技術で何ができるのかについてお話したいと思います。

(1) 空間を超える

最もわかり易いのは、空間を超えられるということです。通信技術を活用することで、遠方の世界とこの世界をつなぎ合わせることができます。その延長上に VR 技術があるのは当然のことです。

テレプレゼンス技術とは、遠隔臨場会議技術とでも訳すのでしょうか。まさに遠方にある世界同士、このような部屋同士をつなぐことで、巨大なスーパー電話ボックスが形成されます。2000 年ごろ郵政省のプロジェクトとして行ったもので、大規模 VR 装置をギガビット回線でつなぎました。例えば、自動車メーカーの人が、互いに別の場所において、コンピュータ内の自動車模型を眺めつつ、ああでもないこうでもない議論する超高級テレビ会議が実現できます。

このシステムとしてよく見るのが、テレビ会議画面の中から手が出てきて、お互いに握手するという写真があります (図 16)。もっとも、高い臨場感とひとことで言っても、そこには色々な要素が含まれます。例えば、私は今ここで話をしていますが、テレビ会議が大いに進歩して、例えば、本郷の教授室から話をしても、この場にいるという雰囲気を感じることができるようになります。これが私にとっての臨場感です。ところが、皆さん方はどうでしょう。カメラがあるだけでは納得しないでしょう。しかし、今ほどきちんとした私の体が必要かどうかは微妙です。皆様方はほとんどスライド画面の方を見ておられるので、私がここにいなくても、そんなに気にならないのかも知れません。

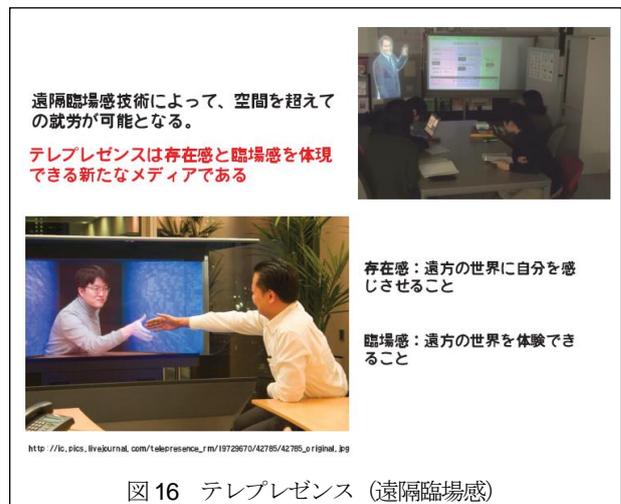


図 16 テレプレゼンス (遠隔臨場感)

本当は私がここにいなくてもよいのかもしれないという議論が、実は存在感の問題なのです。ここに私という主体がいる。

あるいは図 17 のようなロボットがいる。このようなものでもよいのではないかという話になって、VR 技術とロボティクス技術の重なる部分が生じてきます。

ロボティクスの立場の人たちは、やはり必要ではないのかと言っていますが、私個人の考えでは、誰もほとんど見てないので、ずっと快適でよいと思っています。それでも、何も無いよりいるだけで雰囲気が違うので、これが心理学的な側面なのかもしれません。



余談になりますが、とても有名な話です。徳島県の神山町では、広帯域の通信回線を引いてテレビ会議ができるようになったことで人口減をくい止めたそうです。人口減少社会における優等生の村としてとても有名です。

(2) 時間を超える

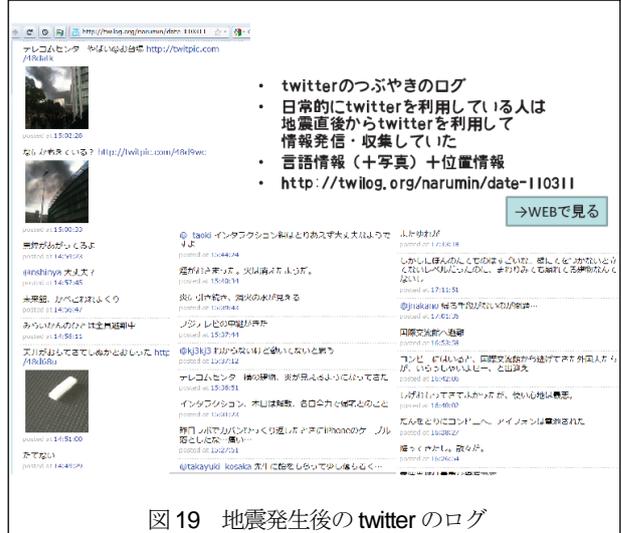
二つ目は、時間を超えられるということです。時間を超えるのは空間を越えるよりさらに難しくなりますが、コンピュータならではの機能ということが出来ます。良くも悪くもコンピュータは記録の道具です。一度コンピュータに取り込まれた情報は、どんな処理プロセスを通過しても消えませんが、それに対して、我々の頭の中の情報は、何となく消えてしまいます。AIは、いつか良いものができるかもしれませんが、前回のブームで乗り越えられなかったのが、忘れることのできないという問題でした。今コンピュータが確実にできることは、記録し情報の全てを残すことです。

2000年頃に、ライフログ(Life Log)という技術が話題になりましたが、多かれ少なかれ、我々はこのような技術に慣れ始めています。我々が子供の頃は、旅行に行っても写真などほとんど撮らず、36枚撮りフィルムで一通り撮るぐらいでした。最近の学生は、「先生、旅行に行ってきました。」と言うので、「それでは、写真を見せてくれ。」と言うと、「このフォルダの中に5000枚ほど入っています。」という返事になります。「これほどのようにして見るのか? どこへ行ったのだ?」と問うと、「GPSデータがあります。」のような答えが返ってくる。大量のデータ・ログはあるわけです。このデータをどう見せるかが重要になってくるでしょう。もちろんVRが役に立つとは言うまでもありません(図18)。

例えば、3.11地震発生時のことですが、ここに研究室のツイッターのログがあります。読み返すと、発生後に何が起こったのか、驚くほど詳細にわかります(図19)。この学生は科学未来館にいたようです。14:47頃に最初の揺れが来て、14:49に

なっても「立てない。」というツイートがなされています。確か未来館は天井の一部が落下したと聞きますが、14:51に最初の破片が落ちるなど、結構早い段階からその兆候があったことや、いつ頃火が上がったのかなどがわかります。

ここで大事なことは、コンピュータを介すると、オーバーヘッドなしに全て記録されてしまうことです。意識しなくても記録できてしまうところが大きな特徴というわけです。



ある程度お年を召した方だと、交通博物館が万世橋にあって、それが鉄道博物館になって大宮へ移ってしまったことをご記憶だと思います。当研究室は、移転するに当たって歴史的な使命を感じて、写真3万枚を撮って残してあります。これは最大の財産だと思っています。「3万枚をアルバムで見てください。」と言われても困るので、全て3D画像に落としました。

その撮影には2ヶ月という期間がかかったのですが、それから5年後に、大阪の交通博物館が閉館するときには、作業は2日ほどで済みました。全天周型カメラが出現したおかげです。周辺技術は極めて重要なのだということがよくわかりました。ちなみに、京都鉄道博物館の竣工時の姿を2年ほど前に撮影しましたが、半日ぐらいでした。

位置情報ゲームアプリは単なるゲームではありません。実はとても大きな意味を持っているのです。例えば、都市工学が専門の方たちは、将来のオリンピックを念頭に「東京文化資源区構想」なるものを練っておられます(図20)。東京大学の裏手

あたりの場所は、実は江戸から明治にかけての由緒ある場所です。しかし、現在はその歴史的価値が十分にアピールされていないばかりか、貴重な文化資源がどんどん取り壊されようとしています。こうした埋もれた文化資源に観光的な付加価値をつけていくために、情報技術をいかにして取り入れていくかは、この構想でも重要視されています。

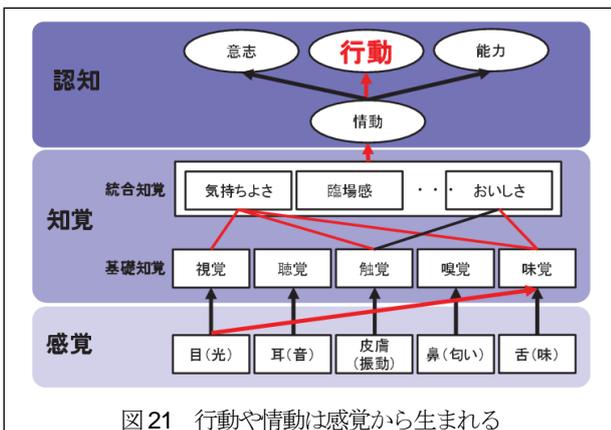
VR 技術を用いて、過去のを現在に持ってくることも、シミュレーションにより未来構想を描くこともできます。過去と未来を行ったり来たりすることを可能にする技術であるとさえ言えるのかもしれませんが。



(3) 感覚に作用する

この分野はこれから急速に広がっていくだろうと思っています。

第一世代の VR 技術は、レイヤの中でも比較的下位の感覚を相手にしていました。これは、目の前で光が瞬いたときにそれは明るいとか、その色は何色とか、割とわかり易い感覚を対象にしています。実は、こういう感覚レベルの情報は、さらに脳の奥深くに入っていて、「気持ちよさ」とか、「楽しい」とか、「うれしい」とか、「悲しい」とかの情動のレベルへとなっています。そういう意識のもとで初めて人は行動に移るのです(図 21)。こういうレベルに VR 技術は踏み込もうとしています。感覚を受け取るときに脳にはプロセスがあって、その部分を十分理解することで、おもしろい VR ができ上がっていくのです。



この分野は、アフェクティブ・コンピューティングと言って、コンピュータ科学の中でも新しい分野の一つです。ペットロボット Jibo³は、人の情動を汲み取ってくれます。脈拍を測って緊張度合いを計測するアプリ Pace Sync⁴とか、笑い顔センサーアプリ OKAO Vision⁵とか、人の顔や心の動きをコンピュータが読み取れるようになってきました。こういう研究に対して、企業が驚くほど多額の出資をしていると聞いております。これらはセンシングであって、どちらかというと AI の話題なのかもしれませんが、VR はそれを見せるための手段を提供しています。

*3 <https://www.jibo.com/>

*4 <http://pacesync.com/>

*5 <http://plus-sensing.omron.co.jp/technology/>

どのようところで関連しているかという、私の研究室⁶の学生が手掛けた研究の中に、「扇情的な鏡」というのがあります。これは、カメラで撮影した映像をコンピュータを介して映し出す鏡です。鏡の場合は顔をそのまま映し出しますが、これはコンピュータで画像処理して、例えば、口角をきゅっと上げて笑っている顔にするとか、目尻をちょっと下げて悲しい顔にするとか、わずかですが顔の表情が変わって見えるようになっています。

*6 <http://www.cyber.t.u-tokyo.ac.jp/ja/projects/>

普通に考えるなら、楽しいから笑うのですが、ここでの私の話は逆で、笑った顔を見せると楽しくなるというものです。人は何で悲しいときに泣くのかということ、心理学者の言葉を借りるなら、泣くという身体的な状況を脳が解釈して、悲しいという感情が作られるようなのです。「泣いているから悲しいのだ」というわけです。(図 22)。

もし、「悲しいから泣く」という経路しかなければ、技術者にできることは何もありません。強いて挙げるなら、脳に電極を差し込んで何か刺激を与えとか、危なそうな方法しか思い浮かびません。しかし、もし「泣くから悲しいのだ」ということなら、泣き顔をつくることは技術的な関与が可能で、外的な状況から心理的な状況をつくり出せる、つまり、心の世界を創り出せるということになります。なかなかどうして恐ろしい話です。

全ての行動が意識されて起こるわけではない

反射
条件反射

自分の状態が認知されることで情動が生じる
「悲しいから泣くのか、泣くから悲しいのか」





図 22 認知が先か、行動が先か

図 23 は、扇情的な鏡に対して被験者の感情がどう変化するかを表したグラフです。赤が笑った顔の鏡、青が悲しい顔の鏡です。快感は笑った顔の鏡の方が悲しい顔の鏡より高くなっ

ていて、不快感情は笑った顔の鏡の方が低くなっています。笑った顔を見せるなど他愛もない鏡としか思えませんが、これで人間の感情を上下させられていることがわかつています。

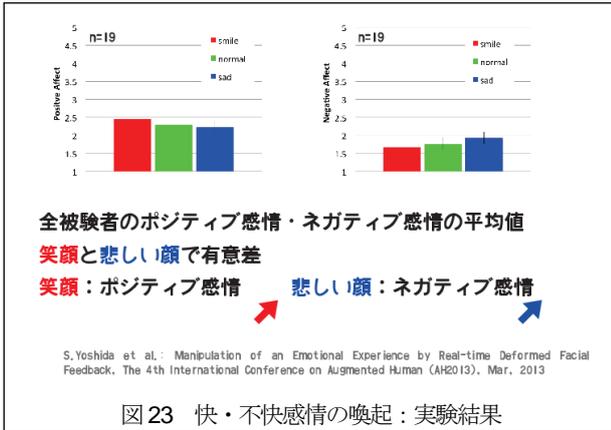


図 23 快・不快感情の喚起：実験結果

これだけだと、単に気のせいではないかと思う人がいるかも知れません。しかし、こういう実験はどうでしょうか。同じようなマフラーでも、笑った顔の鏡で売ると悲しい顔の鏡で売るとでは、売れ行きが変わってくるのです。これは売れた売れないの話ですから、気のせいではありません。こうなってくると冗談ではないわけで、そこに目をつけた各社がこの分野に雪崩を打って参入するという状況です (図 24)。

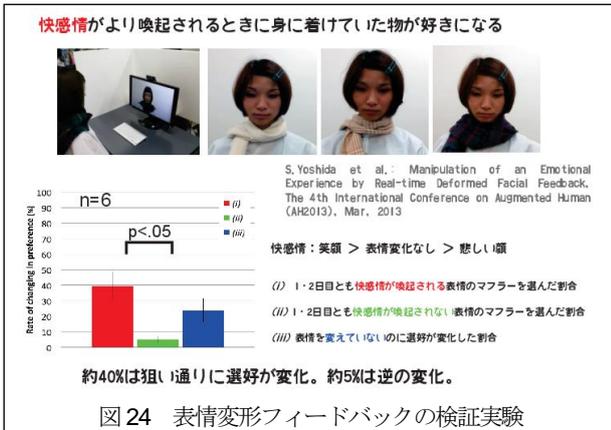


図 24 表情変形フィードバックの検証実験

現在すでにテレビ会議は日常的に使われています。この写真では、扇情的な鏡のプログラムをテレビ会議に適用してみた例です。(図 25) 難しい顔をして話すよりは、笑った顔の方が感じのよい会議になります。実験してみるとわかりますが、気分がよいだけではないのです。例えば、ブレインストーミングの場では、笑った顔のテレビ会議を導入した方が、出てくるキーワードの数が多くなります。最初、笑った顔が感情に作用するのは気のせいだと思っていたのですが、実は、フィジカルな部分にまで影響するのだということが見えてきました。

今、VR の話をしていますが、VR は、「本物そっくり」という意味で現実のコピーです。しかし、笑った顔のテレビ会議の話は現実のコピーを超えています。テレビ会議というメディアを介することによって、生で会う以上の効果が期待できるというわけです。臨場感を超えるわけです。これを超臨場感と呼んでいます。

因果な話、VR は本物そっくりをつくることからスタートし

ている技術ですが、そっくりにこだわり続けている限り、未来はあまり期待が持てないでしょう。真に本物に迫るという話なら別ですが、そっくりという程度では最終的に本物には勝てません。「本物を持ってくればよいのでは。」という話になってしまうからです。本物でも不可能なレベルまで追究することが重要であつて、それが VR にとって最も本質的な課題だと思つています。

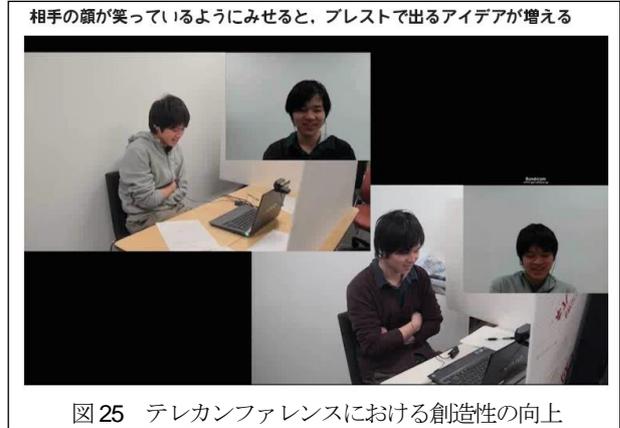


図 25 テレカンファレンスにおける創造性の向上

(4) 仮想化する

最後にいささかショッキングな話として、実は、高齢化問題は VR 技術、仮想化技術によって解決できるという話をしておきます。現在の高齢化の中で、実は働きたいと思っている高齢の方たちはとても多いのです。しかし、身体的制約もあってなかなか働けないのが実情です。バーチャル化することにより、物理的制約を取り除くことで、その不可能が可能になるかも知れません。テレプレゼンス技術は、空間的制約を取り除くことでしょう。複数の人々を組み合わせ、1 人のスーパーマンを作ることができるかも知れません。これをモザイク就労と言います。(図 26)。モザイク就労とは、将来の働き方の仕組みのことで、労働力をうまくマッチングして、バーチャルな労働力を生み出すことです。例えば、月曜日と水曜日だけ働けるお年寄り、火曜日と木曜日と金曜日だけ働けるお年寄りを足し合わせると、等価的にフルタイムで働ける労働力が確保できます。

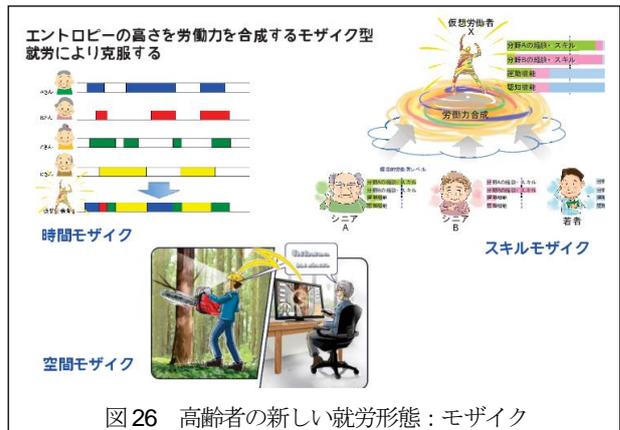


図 26 高齢者の新しい就労形態：モザイク

極めてラフな試算ですが、もしも現在の 65 歳以上の人々が、それ以下の人々と同じような就労率で就労し始めると、GDP の押し上げ効果が 23 兆円ほどになるといいます。結構大きな額です (図 27)。

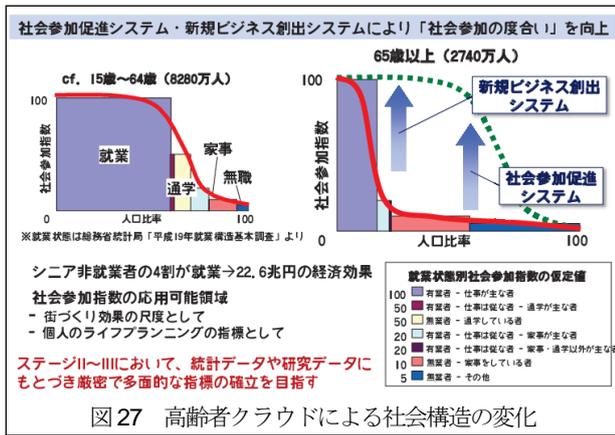


図 27 高齢者クラウドによる社会構造の変化

まとめ

いささか駆け足になってしまいましたが、最後にまとめです（図 28）。

一つ目の話として、最近の VR2.0 技術は、明らかに初期の頃とは違ってきています。どこが違うのかを是非とも考えていただきたいです。

二つ目は、最近の VR2.0 は技術単体ではなく、周辺技術まで含んだ生態系が極めて重要になってきています。極端な話、第一世代の VR は HMD ができただけでした。自動車という機械も、それだけだと何もできません。ガソリンスタンドも必要でしょう。自動車整備工場も要るでしょう。教習所なども自動車を支えます。現在の VR 技術（VR2.0）は、ガソリンスタンドあたりまで整備されて、車検工場はこれからかもしれない、産業として生きていけるような生態系が少しずつ整ってきたかなという状況でしょう。

三つ目は、現実を超える VR でなければできないことは何かを考えることが重要です。空間を超えるのもそうですし、時間を超えるタイムマシンとなると、VR でなければ不可能だと思います。

以上で本日の話題の提供は終わりとさせていただきますと思います。ありがとうございました。

まとめ

1. 現在のVR技術は第1世代に比べて、いくつかの質的な違いがある。これをVR2.0と呼ぶ。その違いを認識することが重要。
2. VR2.0は、技術単体でなく、その周辺の技術まで含む生態系が重要。その生態系が整ってきたのが「VR元年」。
3. VRは、現実のコピーではなく、現実を超えることを目的とすべき。「VRでなければできないことは何か」が重要である。

図 28 まとめ

本講演録は、平成 29 年 3 月 3 日に開催された S C A T 主催「第 100 回テレコム技術情報セミナー」のテーマ、「AR/VR の現状と今後」の講演内容です。

*掲載の記事・写真・イラストなど、すべてのコンテンツの無断複写・転載・公衆送信等を禁じます。