

## ヒューマンインタフェースの将来展望と課題 Future of Human Interface Technology

- バーチャル・リアリティと空間型コンピュータ -  
- Virtual Reality and Spatial Computer -

東京大学 広瀬通孝

Michitaka HIROSE,

the University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

### 1. はじめに

バーチャル・リアリティという言葉が、広く世の中に紹介され始めたのが1980年代の終わりであった。それから7年近くが経過したことになるが、この技術は着実な進歩をとげつつある。最初のころ、計算機技術者の遊びのように見えていたこの技術も、今ではずっと重要な技術として位置付けられるようになってきている。とりわけ、最近のマルチメディアブームのなかで、将来の産業の牽引的技術の有力候補のひとつと考えられている。

この技術は言うまでもなく計算機技術の最先端に位置してはいる。しかしながらこれまでの計算機技術とはかなり異なった性格を有していることも事実である。これは、計算機技術それ自身が、大きく変化しつつあるということである。そういう比較的大きな文脈のもとでバーチャル・リアリティの技術について論じてみたいと思う。

### 2. 脳をメタファとする計算機から空間をメタファとする計算機へ

いうまでもないことであるが、これまでの計算機技術は人工の脳を実現すべく努力してきたといえる。計算機がなにに似ているかと聞かれれば、10人中10人が「脳」と答えるであろう。脳は計算機の有力なメタファであり、いわゆる「賢い計算機」は、そのメタファゆえの努力目標であった。

ところが、最近になって、そのメタファを逸脱するような計算機群があらわれてきた。たとえば、米国のアルバート・ゴア副大統領が提唱している情報スーパーハイウェイなどは、道路というメタファで語られる計算機複合体である。それに触発されてブームとなっているインターネットなども、脳というよりは、人々の集まる広場になぞらえたほうがしっくりくる。

実際、1980年代はともかくとして、最近話題となる計算機技術はちっとも賢くない計算機で占められている。「知的」というキーワードもまだ神通力を失ってはいないが、その意味は大きく変化しており、

※本論文は東京大学工学セミナー「バーチャルリアリティ(VR)再検証」、pp.7-13(1996)を転載したものである。

旧来の意味で「知的」という言葉を理解するとすれば、それはまるでへその緒のようにはりついているだけである。マルチメディア計算機のどこが知的だといえようか？バーチャル・リアリティにしても同様である。

こういう現象について考える時、著者は、「自動化思想の終焉」という言葉を思い浮かべてしまう。自動化の前提となるのは自律的な問題解決能力をもった装置、すなわち人工の脳である。自律的な情報処理装置にとって、基本的には人間の存在は二義的なものである。それに対し、自律的でない情報処理装置、たとえば、人間と計算機が一体化して問題解決を行う情報処理装置にとって、人間の欠落は機能停止を意味する。この二つの情報処理装置は、ロボットとサイボーグのように密接な関係にあり、必要とされる要素技術においても類似点は多く、容易に混同される。しかし、その究極の哲学は正反対であるともいえる。

(情報処理の頂点にだれがすわるかという意味において)

### 3. 空間型コンピュータの登場

こういう変化の時代において、新しいメタファを計算機に与えることは、非常に大きな意味をもつ。1980年代の中頃、ブレンダ・ローレルは、「Computers as Theatre」という本を著した。ここでのメタファ「劇場空間」は本質をいい当てている。もっと一般的にいえば、空間としての計算機が存在するのである。この考え方は、すでにMITメディア・ラボのメディア・ルーム(図-1)などにおいて、非明示的にはあらわれている。バーチャル・リアリティの技術などは、仮想空間を生成するという意味において、よりわかりやすい具体例である。

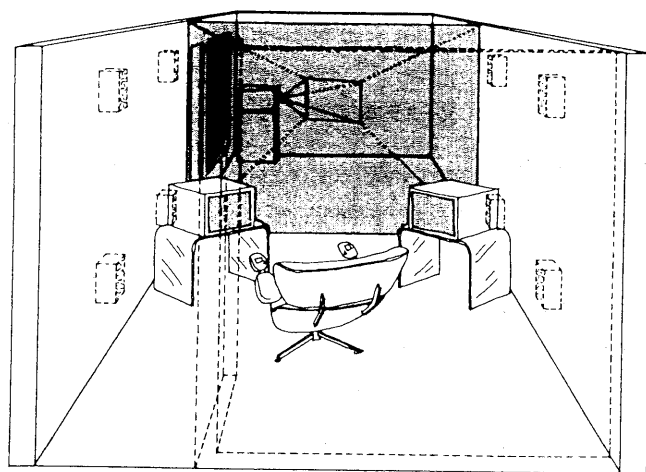


図-1 MITメディア・ラボのメディア・ルーム

空間をメタファとする計算機は、さらに空間型コンピュータとして現実化する。これは、現象論的には、小さな筐体のなかに閉じ込められてきた計算機技術が外部世界へ解放されることを意味する。

「空間」と突然いわれても、何のことかさっぱり分からないという読者も少ないと思われる。しかし、「脳」が内的世界の中心であるのに対して、「空間」は外部の世界そのものである。したがって、脳と空間とはデュアルな関係にある。養老孟司氏によれば、われわれの外部の世界はわれわれの脳が作り出したものである。ひとびとは人工物によって外界を変化させていくわけで、その人工物とは脳におけるわれわれの思考が外在化したものにほかならないからである。われわれが作り続けている人工物による環境-たとえば都市-などは、われわれ人類の脳が外部に現われた存在だというわけである。

最近注目されているアフォーダンスの理論などもまた、脳の知的機能の一部は外部環境に存在すると主張する。これは、われわれは外界を認識する際に外界の正確なモデルを脳のなかにもっているわけではなく、感覚器から入ってくる感覚信号の動的シーケンスを利用しているのだという考え方である。現実世界では、頭を右に振ると右の風景が見えてくる。先に重りのついた棒の一方を持って2-3度振るだけで重りがどのくらいの重さであるか大体分かる。みずからが外界に積極的に働きかけた結果、感覚入力に変化し、それに基づいて外界が認識されるのである。この場合大切なことは、運動系の情報が一度外界を通して感覚系に再入力されているという点である。外界に存在する物理法則が情報に積極的に働きかけ、知的行動を構成する重要な一要素になっているのである。そういう意味において、空間とは外転した脳であるということもできるわけで、空間と脳とはまったく関係のないメタファというわけでもないのである。

#### 4. CAVE 型ディスプレイの意味するもの

空間型のコンピュータのイメージの代表例のひとつが、いわゆるCAVEであろう。これは、1992年のSIGGRAPHにおいてイリノイ大学のT.DeFantiらが中心になって開発したもので、背面投射型の立体プロジェクタをくみあわせて、ユーザを立体映像で取り囲んでしまおうというアイデアである。ユーザはCAVEという情報空間の内部に入り込むのである。

CAVEはスーパーコンピュータによる高度なシミュレーションの結果をわかりやすく表示するための情報表示装置として、いろいろなところで実用化が進められている。東京大学においても昨年発足したインテリジェント・モデリング・ラボにおいて、3メートル四方のステレオスクリーン5面を有する本格的CAVEの建設がおこなわれている。(図-2)このCAVEは近い将来、同ラボのスーパーコンピュータと接続され、いわゆる計算力学を中心とした分野における強力なデータビジュアライゼーションのツールとして活用される予定である。このように、面白いことに、最近のCAVEは、これまであまりマルチメディアとか映像技術とはかかわりのなかった分野、あるいは工学部のなかでも現実のハードウェアと関わりの深

い領域とむしろ密接な関係を有している。

CAVEの建設に当たっても、このシステムが従来のバーチャル・リアリティのシステムとは一線を画するものとの感を強くする。巨大なスクリーンの建設のためには、構造上、建築上、いろいろな配慮が必要であり、机の上に乗せるだけのCRTをつくるのとはわけがちがうのである。東大の場合も、5面川のスクリーンは人間の下面に映像を表示するために、強化ガラスやその支持構造の設計など、情報技術というよりは、むしろ機械技術や材料技術など、リアルワールドにおける重厚長大技術も駆使されている。

CAVEではまさに情報空間が現実空間のなかに構築されているわけであり、この空間のなかにおいてユーザは情報を感じたり、操作したりする。CAVEは空間型コンピュータの最もわかりやすい事例ではないだろうか。

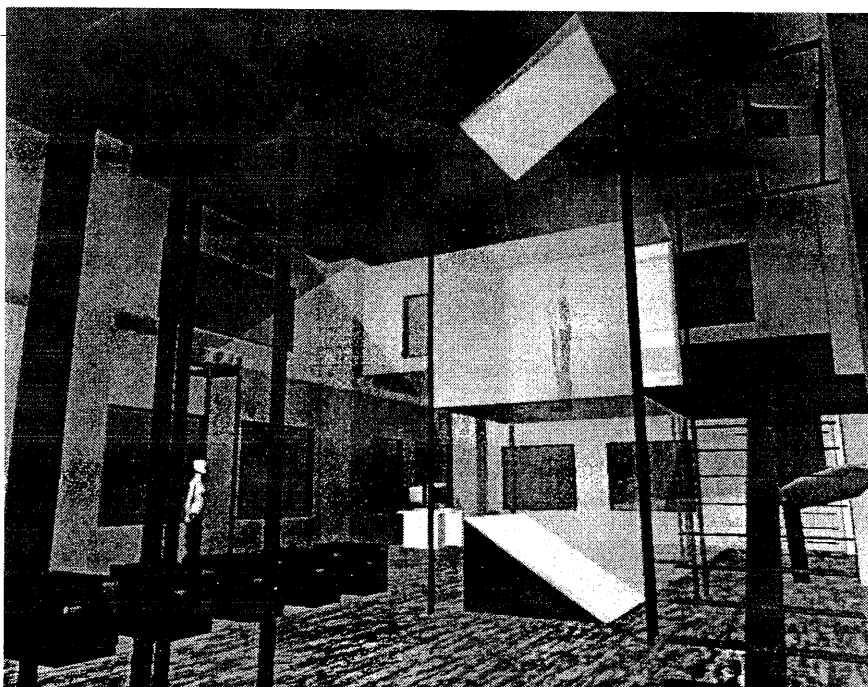


図-2 東大IMLの5面CAVE

#### 5. Augmented Reality と Augmented Virtuality

さて、最近注目を集めているのがミックスド・リアリティという言葉である。狭義のバーチャル・リアリティがコンピュータの内部に閉じたものであるのに対し、外部の物理空間と内部の情報空間とがシームレスにつながっているのがミックスド・リアリティである。したがって、ミックスド・リアリティもまた

CAVEとはまた別の意味で空間型コンピュータの良い事例であろう。

現実世界と仮想現実世界の融合という話題においては、さまざまな視点が考えられる。最もわかりやすいのは、現実の世界の中に仮想の物体を重ね合わせて表示することである。そのためによく使用されるのがシースルー型HMDであり、これがミックスド・リアリティを象徴するデバイスのひとつとなる。通常のHMDが外界からの視覚情報を完全に遮断した上で仮想世界を表示するのに対し、シースルー型HMDでは、外界も同時に眺めることができる。(図-3)

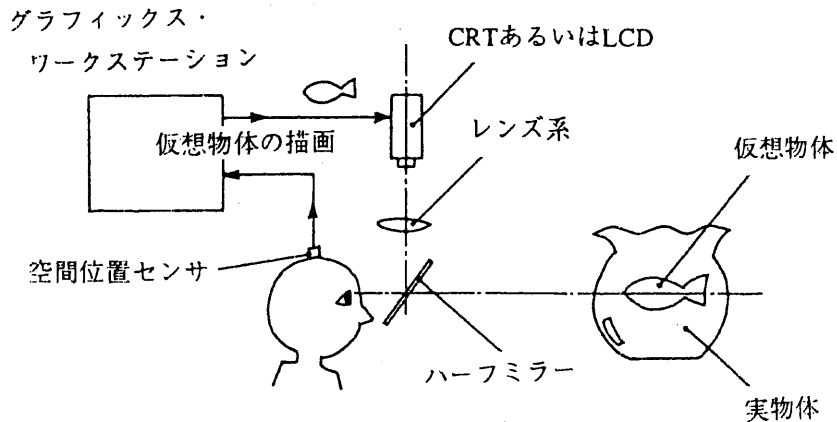


図-3 シースルー型HMDの原理図



図-4 最近市販されたシースルー型HMD

たとえば、工場などで、定盤の上に3次元の図面を投影し、仮想治具として利用することができよう。

事実、米国のボーイング社では、航空機のワイヤーハーネスの製造にこの技術を役立てることを検討している。もし実用化されれば、莫大な量のワイヤリング用治具板（ボーイング747を製造用の治具板は、畳大の板が100メートル近くの棚にならんで収納されている）を無くすことができるといわれている。このほかにも、これから建設されるであろう建物を建設場所の実景に重ねて表示し、現場で眺めて見ること、医療の現場において、たとえばMRIなどの可視化映像を実際の患部に重ねて表示すること、(図-5)など、さまざまな応用事例を考えることが可能であろう。(こういうシステムを特に区別して、Augmented Realityと呼ぶ)

Augmented Realityは、実世界のなかにあふれだした仮想世界であるが、一方でその逆を考えることもできる。仮想世界のなかの実世界が混入してくるケースである。これを称してAugmented Virtualityとよぶ。たとえば、実世界の物体を3次元のイメージスキャナによって取り込むことや、それを合成されたCG映像と重ねて表示することなどがこれにあたる。CGのみでは、単純な世界しか表現できず、実際のアプリケーションに役立てられないのである。現実世界はそれだけ複雑だということである。



図-5頭部に重畳表示されたMRI像

## 6. ユビキタス・コンピューティング

もう少し、現実空間における話題を記しておこう。最近、PDAやPHSをはじめとして、携帯型の情報機器が急速に普及をはじめている。このことは、現実空間のなかに情報処理要素が分散され、仮想空間への接点が現実空間のなかに無数に存在することを意味する。こういう超分散のシステムをユビキタス・コンピューティングなどと呼ぶことがあるが、これによっても、シースルー型HMDとは別の仕方、現実空

間に重なった仮想空間が見えてくるのである。

今後、コンピュータが本格的に世の中に浸透していこうとするとき、それは小さな筐体のなかから飛び出して、現実空間のなかに装着されることが必要である。面白いことに、バーチャル・リアリティの技術は最先端のコンピュータ技術である反面、純粋なソフトだけの話題ではない。むしろハード的话题が少ない。先述のCAVEもそうであるし、触覚ディスプレイや前庭覚ディスプレイなど、むしろ機械工学の領分であると言ってもよいぐらいである。この点がバーチャル・リアリティの技術が従来のステレオタイプのソフトウェア技術と一線を画す点であろう。

## 7. おわりに

ある意味で、これからのコンピュータ技術は純粋な形で取り出された情報だけを取り扱うだけでは不十分だということになるのであろう。ハードとソフトは本来不可分である。かつて情報化といえば軽薄短小化であった。しかしながら、メディア技術の一方の機種であるハリウッドの映画産業は広大なスタジオを有している。これまでのメディア技術は軽工業であるが、これが本格的に社会を変えていくためには重工業へと進化をとげる必要があるわけで、いわばメディア重工業とも言うべきものが必要なのである。バーチャル・リアリティのある部分は確実にこういう新しいトレンドの上に乗っているはずである。面白いことにバーチャル・リアリティの技術はバーチャルを発見したのではなく、リアルを再発見するために最も役立っているといえるのである。