

## バーチャル・リアリティ／アミニティ工学

今、さまざまな分野でバーチャル・リアリティ（人工現実感）が注目されている。究極のマン・マシン・インタフェースであるバーチャル・リアリティ技術は、人間が自然な感覚で機械を扱えるようにすることで、人間と機械の新しい関係を模索しようとしている。かつてはフィクションの世界でしかなかったことが、まさに現実のものになるうとしていたのである。バーチャル・リアリティの出現は、私たちの社会や暮らしを、今後、大きく変えていく可能性を持っている。そして、それは人間の環境に対して、どんな貢献をし、また、どんな問題をもたらしていくものなのだろうか。

## 参考文献

- 「人工現実感」(館暲◎日刊工業新聞社)
- 「バーチャル・テック・ラボ」(館暲・廣瀬通孝監修・著◎工業調査会)
- 「人工現実感の世界」(服部桂◎工業調査会)
- 「メカトロニクスのはなし」(館暲◎日刊工業新聞社)

## Chapter 2

## 人間と環境の調和

## バーチャル・リアリティとは何か

バーチャル・リアリティという言葉自体は、一九八九年頃から使われだした新しい言葉である。バーチャル・イメージが「虚像」と訳されていることからの連想で、バーチャルは全く何もない虚のもの、人間が想像したものと考える人も多いかもしれない。しかし、英語のもともとの意味は、Existing or resulting in essence or effect, though not in actual fact, form or name. で、実際の事実や形や名前ではないが、本質的には効果として存在している、あるいは全く同じものを与えている、という意味なのである。

バーチャル・リアリティの最もシンプルな例は、眼鏡をかけた世界である。眼鏡をかけたときに見えるものは、実際の像ではなく虚像である。しかし、映し出される世界は本当の世界と完全に一致している。つまり、効果としては実像と全く同じものを与えているのである。

## さまざまな分野に根を持つバーチャル・リアリティ研究

ところで、バーチャル・リアリティと似通ったものに、アーティフィシヤ



「たち すむ」東京大学先端科学技術研究センター教授。工学博士。ロボット工学、計測制御工学などが専門分野。一九四六年、東京都生まれ。一九六八年東京大学工学部計数工学科卒、一九七三年東京大学大学院博士課程修了。東京大学助手、通産省機械技術研究所主任研究員、バイオロポテイクス課長、東京大学助教などを経て、一九九二年より現職。IEEE/EMBS学会賞、通産産業大臣賞などを受賞。主著に「メカトロニクスのはなし」「自然とロボット」・「盲導犬」「バーチャル・テック・ラボ」「人工現実感」などがある。

## Chapter 2

## 人間と環境の調和

ル・リアリティという言葉がある。これは芸術分野から出てきた言葉で、八三年にマイロン・クルーガーが書いた『アーティフィシャル・リアリティ』という本から使われた。これをそのまま訳せば「人工現実」だが、日本人は「人工現実感」と訳した。要するに、コンピュータが作ったり、ロボットがいろいろ見たりしても、そこに現実がそのままあるわけではない。これは現実だと思うのは人間であって、人間がいて、初めてこれが人工現実になる。あるいは、バーチャルにリアリティとなる。そういう思いを込めて「人工現実感」と訳したのである。つまり、バーチャル・リアリティとアーティフィシャル・リアリティの概念を、日本人的に考え直して訳したものと言える。

このほか、極めて近い概念を持つ言葉としてはトレイグジスタンスやテレプレゼンスがある。トレイグジスタンスは時間や空間を隔てて存在するという意味で、日本のロボット制御研究の中から八〇年に生まれた概念である。八三年には通産省で極限作業ロボットの大型プロジェクトが始まったが、これは原子力発電所や災害時などの極限作業を人間に代わってロボットに行わせるというものである。ただし、状況によってはロボットの知能では対処しきれない作業場面も出てくる。そんな場合、人間は安全な場所からロボットを操作して支援する。つまりトレイグジスタンスを用いてロボットの中に入り込んでいるような感覚で作業を進めるわけである。一方、テレプレゼンス

アーティフィシャル・リアリティ

トレイグジスタンス

テレプレゼンス

## Chapter 2

人間と環境の調和

もこれとほぼ同一の概念で、人工知能の研究で有名なMITのマーヴィン・ミンスキーが八三年に発表したNASAの報告書「アラミス」の中で初めて登場した。こちらはアメリカの宇宙ロボット開発の中から生まれしてきた。宇宙空間での作業をロボットにやらせ、宇宙飛行士は宇宙船の中からあたかも自分が行っているかのごとく操作するというものである。

これらの言葉はそれぞれ少しずつニュアンスは違うが、一つの同様な概念を模索していると言つてよい。そしてまた、その同様の概念をめぐつてこのように多くの言葉が存在するということは、人工現実感に向けての研究がいろいろな分野で発展してきたことの証左にほかならない。実際、芸術やロボットの分野以外にも、コンピュータ分野を初め、シミュレーションやメディア、通信の分野においても、八〇年頃から人工現実感を目指した研究が進められてきたのである。コンピュータ・グラフィックス分野での歴史は古く、六七年という早い時期に、ユタ大学のアイヴァン・サザランドが三次元グラフィックスをつくり出している。彼はヘッド・マウンテッド・ディスプレイ(HMD)を最初に作り、人間の頭部運動をゴニオメーターによって計測して、その計測結果に応じてグラフィックスを制御することで三次元世界の創出に成功した。また、コンピュータ・インタフェースの分野では、仮想ディスプレイや仮想コンソールといった概念がNASAから生まれている。

#### コラム ■ 未来シンポジウム

現在の自分から未来へ、バーチャル・リアリティを使ってシミュレーションをしたとしよう。自分の選択で未来が分岐する場合には、そのたびに決めていく。世界経済や地球環境の変動など外的条件の変異幅も選択していく。このプロセスおよび結果を記録しておき、それを未来像Ⅰとする。条件を変えて同じことを反復し、未来像Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ……を得る。これらの自分の未来分身たちの間でシンポジウムを開き、そこに現在の自分が参加して、現在の自分がやるべきことについて話し合う。たとえば、アインシュタインや空海といった偉人をバーチャル・リアリティで復元して、特別参加してもらう、ということも可能だ。

#### 三次元グラフィックス

## Chapter 2

### 人間と環境の調和

シミュレーション分野では、フライト・シミュレーターの仮想コックピットなどがある。コンピュータ・グラフィックスでの背景や景色のシミュレーションのみならず、コックピットまでも仮想にし、設計の自由度を上げようというわけである。また、メディア（あるいはアミューズメント）分野では、人工現実感ゲームが普及しつつある。通信分野では、人工現実感テレビ電話や臨場感通信会議の研究開発、あるいはコンピュータ・ネットワークでの仮想共同体（バーチャル・コミュニティ）の実現可能性が討議されている。

こうして多様な分野での研究・応用がそれぞれに進展し、九〇年代になると人工現実感に対する認識が急速に高まってきた。その火つけ役ともなったのが、アメリカ・VPLリサーチ社から製品化されたデータグローブやアイフォンといった人工現実感体験装置であったと言える。そして九〇年三月にはアメリカ・サンタバーバラで、さまざまな分野の研究者が集まり人工現実感に関する初めての専門家会議が開催された。このときに至って、これまで各分野で個別に行われていた研究を人工現実感という一つ概念の下に統合し、今後協力し合って研究を進展させようとの共通認識が得られたのである。

### 人工現実感を構成する三つの要素

人工現実感をめぐる歴史的背景を簡単に振り返ってきたが、次に、人工現

仮想コックピット

人工現実感ゲーム

## Chapter 2

人間と環境の調和

実感とはそもそもどういった要素を兼ね備えたものなのかを考えてみると、三つの要素が挙げられる。第一が「臨場感」、第二が「実時間インタラクシオン」、第三が「自己投射性」である。無論、これらは究極の目標であって、仮にすべての要素がそろわなくても人工現実感と呼んで差し支えはない。

「臨場感」とは、あたかも自分がそこにいるという感覚のことである。たとえば、コンピュータの生成した仮想環境が、ある部分だけで人間とつながるのではなく、四πステラジアンすべての空間で人間を取り巻く。三次元空間が人間の周りに広がるということである。そして「実時間インタラクシオン」とは、そのような仮想環境に対して人間がリアル・タイムでインタラクシオンできる、つまり直接操作し、働きかけることができるということである。たとえば、何かを持ち上げれば持ち上がった像が見える、あるいはその反力がすぐに返ってくるというわけである。

また「自己投射性」とは、仮想環境の中に自分自身が投影されているということである。たとえば、ロボットの手を上げると、自分の手がある場所にロボットの手が見え、そのロボットの中に自分自身が入り込んだような感覚が得られる。要するに、ここまでは自分、ここからが仮想といった境目がなく、すべてが仮想であり、かつ自分自身である、そんな感覚が得られるわけだ。人間の持つ体性感覚と機械を通して見える像が一致すれば、複雑で多様

---

臨場感

実時間インタラクシオン

自己投射性

---

## Chapter 2

●  
人間と環境の調和

な作業も滑らかに行えるようになる。こういった人工現実感の特長は、従来の人間と機械とのインタフェースの形を変えるものであり、それはとりもなおさず、人工現実感が今なぜ必要なのかという理由をも代弁している。

### 「人間中心」の新技术を目指す

これまでのマン・マシン・インタフェースは、たとえば言うなら、窓を開けてそこにコンピュータの作り出す仮想環境や、あるいはロボットの働く遠隔環境をはめ込んで見るといったものだった。つまり、人間の環境の一部分だけをコンピュータやロボットとのインタフェース環境として開けて、操作パネルやコンソールやキーボードなどを使って入力し、対話するというわけである。そして、そういった状況はややもすると、機械や装置やコンピュータといったのがまず先にあつて、使用する人間の方がそれらに合わせていかなければならない——そんな傾向が確かにあつた。

しかし、中心となるのは機械ではなくあくまで人間である。この真実を実現するには、人間の特性を十分理解したうえで、機械の方をその特性に適合したものに変わっていく必要がある。人間が自然な感覚で機械を使えるようにしていかなければならない。人工現実感の目的はまさにここにある。「人間中心主義への回帰」を目指した新しい技術が、人工現実感と言えるのである。