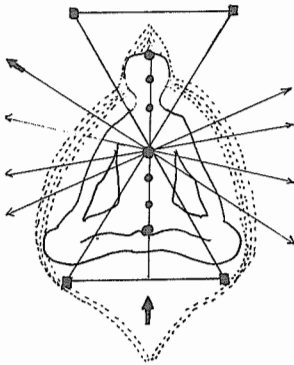


1. 人工現実感の特集にあたって

# 人工現実感とヒューマンインタフェース

舘 暲

東京大学先端科学技術研究センター



## 1. 人工現実感とテレグジスタンス

従来の人間と機械のインタフェースは、どちらかというとなんかの柔軟性に頼って人間の方が機械にあわせていた。近年になって機械を人に優しくするヒューマンインタフェースの考え方が提唱され進展してきている。その進むべき次の段階として、あくまでも人間を中心として人間の自然な感覚に機械の方から無限に歩み寄る、いわゆるサイバネティックインタフェースの新しい概念が生まれ始め、その究極として人工現実感があると考えられる。一方、コンピュータやセンサなどの技術が急速に進展し、また人間科学の進展による人間感覚などの知見の蓄積が進み、いままでは非現実的な夢と思われていた人工現実感の考え方が現実味を急速に増してきた。そこでいままでは、独立に進展してきた多くの分野が、人工現実感とテレグジスタンスを注目し、21世紀へのキーテクノロジーとして認識し始め、それにともない、各分野に関連する企業においても人工現実感やテレグジスタンスの研究開発が精力的に繰り広げられるようになったのである。

しかも、単にこれらの分野で共通の概念が育ってきただけでなく、人工現実感ないしはテレグジスタンスには分野共通の基礎技術があり、1

つの分野で開発された基礎技術が他の分野にもそのまま利用できるもので、それらをまとめて1つの技術体系として研究することが、重要かつ緊要となっている。したがって、内外の学界でもこの人工現実感を重要な研究分野として認識し、盛んに研究が進められており今後の進展が期待されている。

さて、人工現実感とは「実際の現実、実存ないしは現物ではないが実効的には、現実であり、存在し、現物であること、ないしは人間がそのように感じること」である。具体的には、人間がいま現在実際に存在している環境以外の仮想環境(virtual environment)を、あたかもそれが現実の環境のような感覚をもって体験し、かつその仮想環境で行動することを可能とすることを目指した新しい技術であり、バーチャル・リアリティ(virtual reality)とも呼ばれる。

一方、テレグジスタンス(tele-existence)<sup>1)</sup>ないしはテレプレゼンス(telepresence)とは、人間が従来の時空の制約から開放され、時間と空間、ないしはそれらの両者を隔てた環境に仮想的に存在することを目指す新しい概念である。したがって、人工現実感とテレグジスタンスは、両者とも本質的には同一の概念を別の観点から言い表している。

この人工現実感、ないしはテレグジスタンス

を大別すると、ロボットを媒体として、人間が現在存在しているのとは別に存在する実世界(real world)へのテレグジスタンスと、コンピュータなどの創製した実際に存在しないが、きわめて現実感溢れる虚世界(imaginary world)へのテレグジスタンスに分かれる。前者は、テレリアリティとか伝送的世界と呼ばれ、後者は仮想現実ないしは合成的世界と称されることもある。

## 2. 人工現実感の特徴

人工現実感の最も特徴的な点は、人間が仮想存在する仮想環境が(1)人間にとって自然な3次元空間を構成しており、(2)人間がそのなかで自由に行動でき、しかもその仮想環境との相互作用が自然な形で実時間に生じ、(3)その環境への自己投射性があることである。

図1に従来のヒューマンインタフェースを示す。人間は、あくまで現在実際に存在する環境の中にいて、その一部に仮想環境を持ち込んで、それを利用する。たとえば、コンピュータの表示画面は仮想環境であるし、遠隔のカメラの映像はやはり仮想環境であるが、それらは自分の回りの実環境の一部を仮想環境に置き換えているにすぎない。しかも、決して自然な3次元ではない。その仮想環境に対しての働きかけは、キーボードや操作装置により行われるが、自分自身が行動しているような働きかけではない。もちろん、自分自身がそこに投射されている感覚も生じない。

図2に示す理想的な人工現実感を用いたヒューマンインタフェースでは、人間のいま実際に存在する環境は、もはや人間には感じられない。人間の回りにひろがるのは、ロボットの存在する遠隔実空間の仮想空間であったり、コンピュータの創製した虚空間の仮想空間である。人間はその仮想空間のなかで自由に行動し、仮想空間に働きかけることができる。また、自分自身の投射がその空間に対して生じ、ロボットや仮想自己と一体化した自己を感じることができる。

そのような人工現実感を実現するための要素として、(1)使用者たる人間へ、仮想環境の情報を

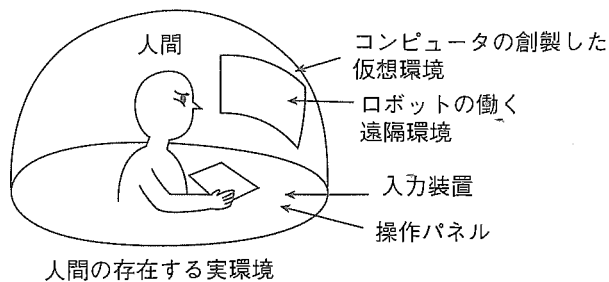


図1 従来のヒューマンインタフェース

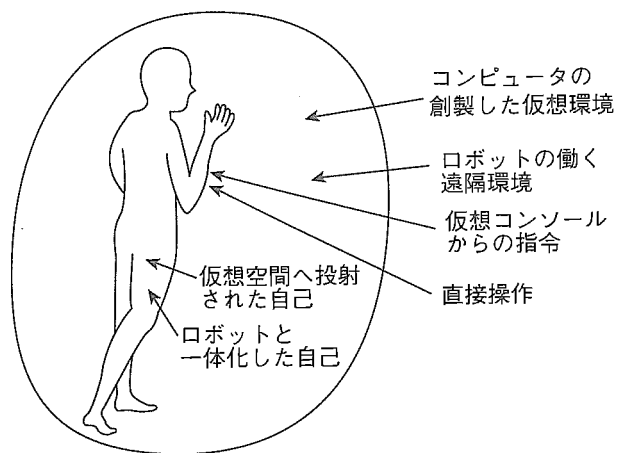


図2 人工現実感を用いたヒューマンインタフェース

視覚、聴覚、触覚などのマルチメディアを介し、臨場のかつ実時間にコヒーレントに統合し提示する出力技術、(2)人間の状態推定(運動状態や音声などの外部状態と脳波や心電などの内部状態を含む)と人間の行動意志推定などの入力技術、および(3)仮想環境あるいは実環境のなかで仮想人間あるいはロボットを人間の行動意志に基づいて自在に制御するための構成技術に大別される。

## 3. 人工現実感の進展と本特集の構成

現在、人工現実感、ないしはテレグジスタンスが世界中で注目されている。その理由の1つに、今まではまったく別の分野とされていた多くの重要な領域での関心が人工現実感の概念で統合しうる1つの目標を目指して進展していることが挙げられる(図3)。

コンピュータの分野におけるヒューマンインタフェースの進展と今後の課題を、シミュレーション分野の進展と含めて「人間と計算機が一体化し

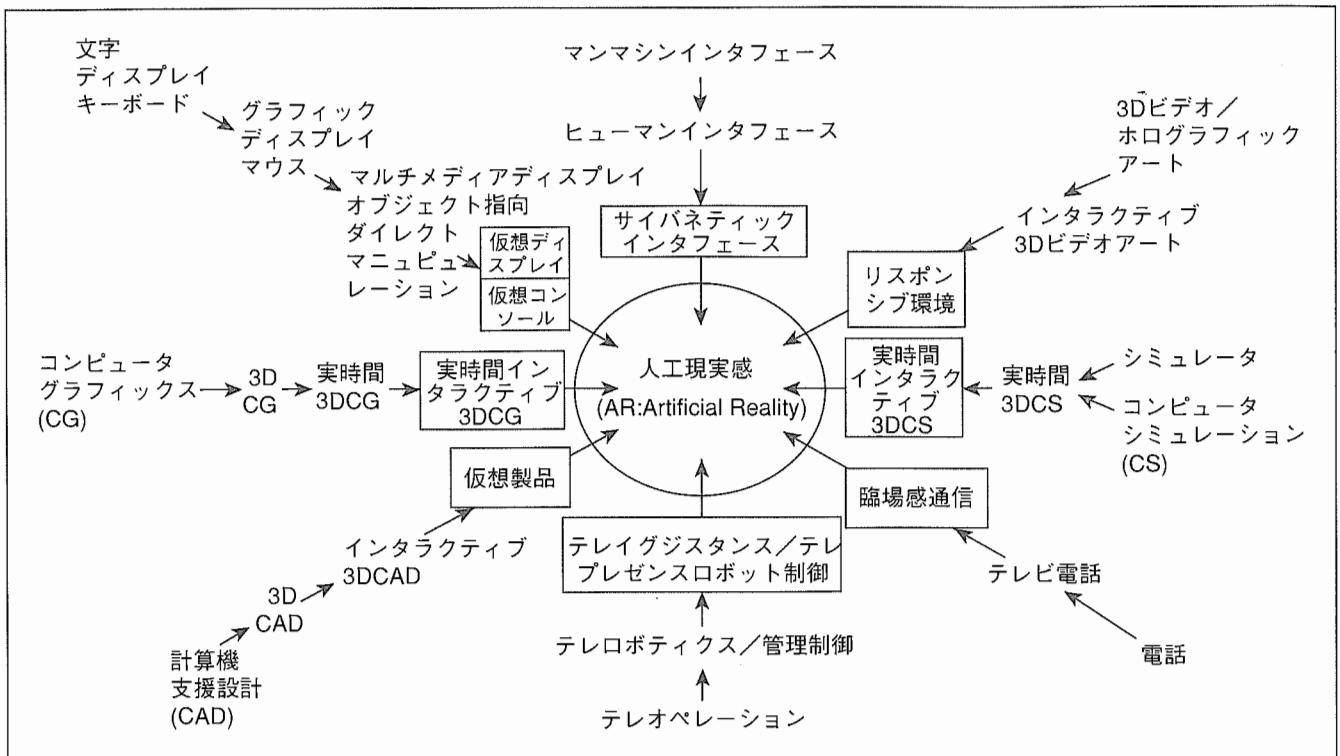


図3 人工現実感の進展

た情報処理の実現」と題して廣瀬通孝氏にお願いした。コンピュータインタフェースでは、従来のキーボードでの入力と文字による出力から、アイコンなどのグラフィックスによる表示とマウスによる入力へと進展し、さらに、マルチメディアディスプレイとオブジェクト指向や3Dマウスやダイレクトマニピュレーションをへて、仮想ディスプレイによる出力や仮想コンソールによる入力などが提唱され始めている。このように、コンピュータの人間とのインタフェースはバーチャル・リアリティを1つのターゲットとしているといえよう。シミュレーションの分野でも、実時間かつ実体験に近い実時間インタラクティブな3Dのコンピュータシミュレーションが急速に進展している。具体的には、仮想風洞などを好例とする人工現実感型シミュレーションや仮想コックピットで代表される人工現実感シミュレータなどが挙げられる。また、いわゆるサイエンティフィック・ビジュアライゼーションも人工現実感を指向し始めている。

設計・生産の分野においてもバーチャル・リアリティに向けた進展が見られる。この分野の動向と今後の展望を岩田洋夫氏に「フォースディスプレイ

レイによる力覚フィードバック」と題して解説いただいた。CGにおいては、ソリッドモデルにパースペクティブ変換を施し、陰影をつけて提示する従来の2.5次元の世界から立体視可能な3次元へ進み、さらに、人間の視点により変化してホログラフィのように回り込んで観察することもできるインタラクティブな3次元へと進展してきている。CADの分野でも、上記のCGに触覚や力感覚のフィードバックを加え、仮想製品による設計支援や評価を模索し始めている。仮想製品を用いれば、実際に製品を作る前に十分に使用感を評価して、それによって自由に設計変更が可能であり、変更したデータは計算機に蓄えられているのでCIMとつなげば、そのまま実際製品を製作できる。人間にとって真に使いやすい製品、あるいは将来必要性の増すと思われる個人個人の適性や個性に合った製品などへの応用を求めて、この分野でもバーチャル・リアリティが追求され始めている。

通信の分野でも同様で、電話がテレビ電話となり、さらに臨場感を増したテレコミュニケーションが将来のISDN時代を睨んで真剣に研究されている。この通信の分野における人工現実感を「B

-ISDN時代の新しいコミュニケーション」と題して鈴木元氏に試作例も含め紹介いただいた。

仮想会議場を用いた臨場感通信会議の構想を「臨場感通信とコラボレーション」と位置づけ、竹村治雄氏にご説明願った。コンピュータ通信による人工現実感仮想共同体の概念も今後重要となろう。

さて、本特集には加えなかった人工現実感の重要な分野として、ロボットの遠隔制御の分野がある。第2次世界大戦後の原子力技術の進展および義手などの身障者用補装具と関連して生じたテレオペレーション技術が70年代になってロボット技術を加味して管理制御に進展した。しかし直接的な操作のよさが捨てられず、エグゾスケルトン型人力増幅機の開発も進められた。それらが、いわば止揚されたかたちで出現した概念が、テレグジスタンスであり、80年代以降急速に発展してきた。この流れは、ロボットの生み出すバーチャル・リアリティの世界へと着実に向っているのである。

芸術やアミューズメントの分野でも、いままでの芸術表現を越えた新しい芸術のメディアとしての人工現実感が盛んになっている。

さらに、医学や福祉の分野でも人工現実感が現実のものとなろうとしている。

このような分野での進展も含めさらに詳しく学びたい方には、文献リストの2~9を一読されることをお勧めする。ちなみにこれは、現在までに人工現実感を直接的に扱った世界の著書の一覧ともなっている。

## 文 献

- 1) 舘 暉, 阿部 稔: テレグジスタンスの研究第1報—視覚ディスプレイの設計—, 第21回計測自動制御学会学術講演会予稿集, pp.167-168, 1982
- 2) Krueger MW: Artificial Reality, Addison-Wesley, 1983(下野隆生訳: 人工現実—インタラクティブ・メディアの展開, トッパン, 1991)
- 3) Rheingold H: Virtual Reality, Simon&Schuster, 1991(沢田博監訳: バーチャル・リアリティー幻想と現実の境界が消える日, ソフトバンク, 1992)
- 4) 服部 桂: 人工現実感の世界, 工業調査会, 1991
- 5) Ellis SR, Kaiser MK, Grunwald AC (ed.): Pictorial Communication in Real and Virtual Environment, Taylor&Francis, 1991
- 6) 廣瀬通孝: バーチャル・リアリティー応用戦略, オーム社, 1992
- 7) 舘 暉, 廣瀬通孝: バーチャル・テック・ラボ, 工業調査会, 1992
- 8) Sheridan TB: Telerobotics, Automation and Human Supervisory Control, The MIT Press, 1992
- 9) 舘 暉: 人工現実感: 日刊工業新聞社, 1992

## 人工知能とニューロコンピュータ —人智に近づく情報処理

第6回「大学と科学」公開シンポジウム組織委員会 編  
価格●¥3,000(税込み, 送料¥300)

甘利俊一(東大), 清水明(東大), 野口正一(東北大), 田中穂積(東工大)ほか12名の第一線の研究者が, 人工知能およびニューロコンピュータに関する最新の研究成果を多角的に解説。専門家はもとより入門書としても最適。

## 人間—機械・システム協調のための 高次コミュニケーションに関する基礎的研究

研究成果報告書平成4年3月(分冊1, 2)  
研究代表者●野口正一(東北大学応用情報学研究中心)  
価格●¥10,000(送料込)

【問い合わせ先】(株)クバプロ 担当●江崎常夫  
〒102 東京都千代田区富士見2-3-1 信幸ビル3F  
TEL. 03-3238-1689 FAX. 03-3238-1837