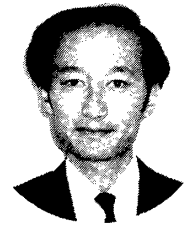


展 望

# 体感コミュニケーション 社会の胎動

*Towards Virtual Community Based on  
Somatic Communication*



岩田 洋夫

Hiroo IWATA

◎1957年7月生まれ

◎1986年東京大学大学院博士課程修了。同年筑波大学構造工学系助手。

1993年同大学助教授。研究・専門テーマはヒューマン・インタフェース、人工現実感

◎正員、筑波大学構造工学系（〒305 つくば市天王台1-1-1）

## 1. 電子メディアに欠けているもの

映像と音声を中心にした電子メディアを、今世紀を代表する技術として挙げることにおそらく異論はないであろう。テレビや電話は全家庭に普及し、最近では一人一人がこれらのものを所有するようになっており、ライフスタイルそのものが変わりつつある。

現代の電子メディアの持つ最大の特徴を挙げるとすれば、良きにつけ悪しきにつけそれは身体感覚の喪失という点であるといえる。電話やテレビは人間の目と耳の届く範囲を飛躍的に広げた。地球上のどこにでも瞬時に電話がかけられるようになって久しいし、テレビでは生中継の映像が遠く離れた戦場の様子をもリアルタイムで伝えてくる。このように我々が見たり聞いたりできる世界は急速に拡大した。しかし、一方でこれらの電子メディアが我々の経験する世界をゆがめていることも事実である。テレビの中で人をなぐったり傷つけたりしたとしても、その痛みはまったく伝わってこない。電子メディアの伝える情報が現実と遊離しているという批判はしばしば聞かれるようになった。

技術的に見れば、視聴覚以外の感覚情報を人工的に合成することには多くの困難が伴う。音や光を電氣的な手段で作りに出す技術は19世紀から進められてきて、現代では非常に高度なものが普及している。一方、視聴覚以外の情報、例えば触覚を人工的に合成する技術はほとんど普及していな

い。我々が日常触覚と呼んでいる感覚は、生理学等の専門領域では体性感覚と呼ばれる。体性感覚とは、皮膚に分布した感覚受容器の検出する情報と、筋肉や関節にかかる力の感覚が複雑に合わさったものである。この感覚は人体と外界との物理的な相互作用があって初めて発生するものであり、自身の運動と不可分であることが視聴覚と著しく異なる。さらに、体全身の任意の場所で発生するため、この感覚を人工的に合成することは極めて難しい。

触覚はけがや病気ですれが失われても社会生活にとってそれほど致命的ではないため、医学や心理学の分野では視聴覚に比べてはるかに研究が遅れている。しかし、人間の脳の構造という面から見ると視覚、聴覚、体性感覚は等価であることが知られている。すなわち、これらの感覚領はいずれも新皮質と呼ばれる最も進化した部分に分布し、言語を持つことができる。これらの三つの感覚が人間の高度な機能を支えているわけである。ところが、今日の電子メディアには体性感覚に訴える情報が欠落している。したがって、今後このような感覚チャンネルを情報通信に活用するようになれば我々の社会に質的な変化をもたらすことが予想される。このような体性感覚メディアが作り出す「体感コミュニケーション社会」はまだ実験室レベルで芽をはやした段階にすぎないが、大きなポテンシャルを持っていることは確かである。本稿では体感コミュニケーション社会に向けての先行的な研究例を紹介しつつ、その将来像を展望してみたいと思う。

## 2. 体感コミュニケーション社会の インフラストラクチャ

「バーチャル」という言葉のもつ本来の意味は、物理的実体は持たないけれども機能としては存在する、ということである。計算機の中で発生するさまざまな事象はバーチャルなものの典型である。計算機ネットワークが急速に拡大するにつれて、従来紙という実体をベースに行われていたさまざまなコミュニケーションがバーチャルなものに変わりつつある。インターネットに代表される電子メールシステムは事務処理に不可欠なものになりつつあるし、草の根的に普及したパソコン通信は新しい形態の対人関係を生むようになった。このように今日では、経済活動から私的な人間関係までを包含した一つの社会が計算機ネットワーク上に形成されるようになっており、このような社会は「バーチャル・コミュニティ」と呼ばれている<sup>(1)</sup>。

現在成長を続けているバーチャル・コミュニティは主として文字をベースにしたものであり、一部映像と音声加わっているが基本的には視聴覚の世界である。人間が生来有している運動感覚や触覚を生かした体感コミュニケーション社会におけるバーチャル・コミュニティは、現存するものとはかなり異なったものになるはずである。それでは、そのような社会を支えるインフラストラクチャがどのようなものになるかを予想してみよう。

図1は技術面から見た体感コミュニケーション社会のフレームワークを示したものである。中央にあるデータワールドとはこの社会における情報のコンテンツが蓄積されたものである。この社会へ参加する人は、視聴覚と体性感覚のフィードバックを受けることのできるバーチャル・リアリティー・インタフェースを介してデータワールドにアクセスする。データワールドのコンテンツはさまざまなソースから提供される。人間が自分で作り出すものは当然ありうるが、人間だけの情報生産能力には限りがあるため、情報を収集する機能をもったロボットが必要になるはずである。図中のデータロボットと名付けたものは、各種のセン

サやアクチュエータを駆使して実世界を探索するものである。これは必ずしも移動ロボットの形をしている必要はなく、人工衛星であってもよいしマイクロマシンでできたプローブのようなものでもよい。データワールドには、蓄積された情報を人間が分かるように整理したりフィルタリングしたりする自律的ソフトウェア・モジュールが住んでいる。これは、蓄積された情報をもとに自分でシミュレーションを行うような機能も有している。

バーチャル・リアリティー・インタフェースとデータロボットを直結すればテレグジスタンスが可能になり、素情報に直接触れることができる。また、バーチャル・リアリティー・インタフェース同士を結べば、仮想空間における共同作業が行える。この時、話題情報は自律的ソフトウェア・モジュールが提供する。

以上のようなインフラストラクチャを実現するためには、多くの技術的ブレークスルーが必要であるが、それらはさまざまな新しいハードウェアを含んでいるため経済的な波及効果は絶大なものになるはずである。これまでに述べてきた体感コミュニケーション社会のフレームワークは概念的なものであるが、それを支える技術的基盤に関する先駆的な研究はすでに始められている。次章以下ではそれらの例を紹介する。

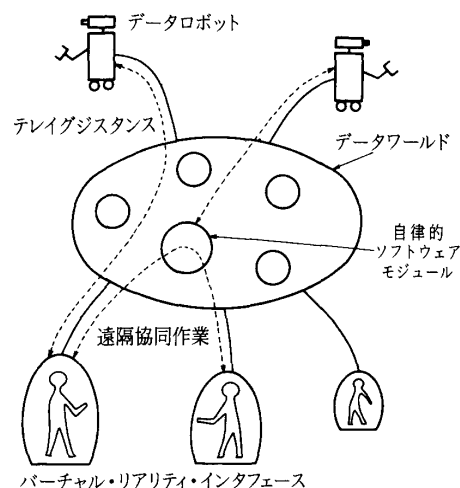


図1 体感コミュニケーション社会のインフラストラクチャ

### 3. 運動を伝達するコミュニケーション

テレイグジスタンスの研究は、これまでに主として過酷な環境における遠隔操作をターゲットとして行われてきたが、通常の生活空間で使用すれば人間の行為伝達能力を拡張するというポテンシャルがある。日本電信電話(株)ヒューマンインタフェース研究所の平岩氏らは、パーソナルなテレイグジスタンス・サービスとして「サイバースコープ」と呼ばれるものを提案している<sup>(2)</sup>。試作されたシステムは、図2に示すような立体映像のビューワ(右)とモバイルプロンプト(左)の組み合わせからなり、これは家庭の書斎から遠隔の美術館を見てまわるというサービス形態を想定している。モバイルプロンプトはユーザの頭部動作に追従する双眼 CCD カメラとステレオマイクを備え、美術館の床条件と静粛性を考慮した車輪式移動機構をもっている。これは、前章で述べたデータロボットの最初の実現例と見ることができる。

人間の行動は元来三次元であり、空間的な運動が人間同士のコミュニケーションに重要な役割をはたしている。例えば、話をしながら指で場所を指し示すといった行為は自然に用いられる。このような空間的な動作を活用したコミュニケーションを遠隔地で行おうとする研究は筑波大学の葛岡氏によって進められている<sup>(3)</sup>。「ジェスチャーカム」と呼ばれる試作システムは、図3に示すような一組のマスタスレーブ・マニピュレータに小形ビデオカメラ、レーザポインタ、液晶ディスプレ

イ等が組み合わされたものである。指示者側がマスタユニットを持って指さし動作をすると、スレーブ側が同じように動き、指先の延長上にレーザポインタのスポットがあたる。スレーブ側のビデオカメラによって被指示者側の映像が指示者に伝わる。この装置を用いて、衛星通信回線を通じて日本とハワイを結び、日本側からハワイ側の学生実験の指導を行うということが実現されている。

### 4. 力覚を交換するコミュニケーション

我々の住む世界では重さや硬さをもった物が話題情報になることが多い。従来のオフィスワークにおいては話題情報は文書や画像といった平面的なものであり、これらのものを電子的にサポートする技術は熟成されつつある。しかし、これからは重さもある実物体を話題情報にとりこんだ、遠隔共同作業が必要になることが予想される。このような問題に対して日本電信電話(株)ヒューマンインタフェース研究所の永嶋氏は、実物体を触って動かし、さらに反力を感じることを可能にする遠隔共同作業システムを開発している<sup>(4)</sup>。運動形ビジュアルテレホンと呼ばれるこのシステムは、図4に示すような空気圧アクチュエータを用いたマスタスレーブ・マニピュレータを遠隔地にいる2人のユーザが共有するものである。操作対象物は水平に置かれたディスプレイに表示され、相手の顔は全面に垂直に置かれたディ



図2 サイバースコープ(日本電信電話(株)ヒューマンインタフェース研究所 平岩氏の好意による)



図3 ジェスチャーカム(筑波大学 葛岡氏の好意による)



図 4 運動形ビジュアルテレホン (日本電信電話 (株) ヒューマンインタフェース研究所 永嶋氏の好意による)



図 5 自律的仮想物体の操作

スプレイに表示される。この装置を用いて遠隔スキャッシュを行う実験が行われている。

著者の研究室では以前よりバーチャル・リアリティーにおける力覚フィードバックの研究を行ってきたが、複数のユーザが同一の仮想空間で反力を受けることができるシステムを開発している<sup>(5)</sup>。このシステムでは、仮想空間の中で他のユーザの仮想の手をつかんで力を伝えることができる。スポーツや習字の練習では先生が生徒の手を取って教えることがよく見られるが、この機能を用いると遠隔にいる指示者の手と自分の手との間のずれを直接力で感じることができる。仮想空間における共同作業の応用例としては、三次元形状の設計を想定している。この場合単なる電子粘土ではなく、仮想物体に自己復元能力等の生物的な機能をもたせ、自律的に複雑な形をつくるようにしている。これは、人間と自律的仮想物体との相互作用によって発想の支援をすることを目指している。図 5 は自律的仮想物体とそれを操作するための力覚フィードバック装置を示している。著者の研究室ではこれらの環境を用いて、2人のユーザが共同で造形作業を行う実験を進めている。これは図 1 で示した自律的ソフトウェア・モジュールを介した共同作業の初歩的な実現例である。

## 5. おわりに

体性感覚情報が通信できるようになれば、ネッ

トワークの新しい利用形態が生まれるということを本稿では紹介してきた。体感コミュニケーション社会は、これまでの視聴覚偏重の情報化社会に欠落していたものを取り戻し、より豊かな文化活動をもたらすはずである。

従来、マルチメディアやネットワークの話になると機械工学の出番はほとんど無かったが、体感コミュニケーション社会のインフラストラクチャには機械技術がふんだんに用いられる。技術的ブレークスルーと経済効果の双方の面において、そこには機械工学の新たなフロンティアがある。

## 文 献

- (1) Rheingold, H., *The Virtual Community*, (1993), Addison-Wesley.
- (2) 平岩・ほか, パーソナルなテレグジスタンスシステム「パーソナルボイジャー」の提案, 1990 年電子情報通信学会秋期全国大会予稿集, (1990), 237.
- (3) Kuzuoka, H. ほか, GestureCam: A Video Communication System for Sympathetic Remote Collaboration, *Proc. of CSCW '94*, (1994), 35-43.
- (4) 永嶋・ほか, 実物体を対象とする協同作業支援システムの検討, テレビジョン学会技術報告, 16-80 (1992), 55-60.
- (5) 岩田・ほか, 人工現実感を利用した遠隔共同作業システムの試作, 第 6 回ヒューマンインタフェース・シンポジウム論文集, (1990), 231-234.

(原稿受付 1995 年 1 月 18 日)