

を備え、1秒間に5000回以上を達成したのが図2である。NHK放送技術研究所の協力による。眼数は多いが、一眼あたりの解像度が低くなっている。眼数と一眼あたりの解像度のバランスを考えながら、次のシステムを設計していく必要がある。理論的には、空間情報の標本化定理とも言うべき議論を進めており、理論と実践の両面から三次元空間メディアの完成度を高めていく所存である。数ギガ



図2

バイトのメモリーと数テラバイトのディスクを自由に使える現在、やっと時代が三次元空間メディアを受け入れられるようになってきたと言えるだろう。

テレビジョンシステムの今日までとこれから

前田 太郎

一九九〇年代初頭より提唱されたヴァーチャルリアリティ（VR）という言葉が日本語では「仮想現実」と訳されて言の端にははるようになって、はや十年が過ぎた。この間、研究者らの不断の啓蒙にもかかわらず、その技術と言葉の持つインパクトが「仮想と現実の区別がつかなくなる不安」という語り口でマスコミによって煽り文句のように喧嘩に取り上げられるようになってから、VRの意味はどんどん歪曲されていった感がある。

「VRとは「仮想」ではない」というのが、この分野の研究者たちの合言葉にならざるをえないのもしんな事情が背景にある。原語の本来の意味を正確に伝えるなら「実物と等価な動きをする」と言ったほうが正しい。もちろん、実物そのものではないのだから完全に同じというわけにはいかないが、要はその差異について人間が気づかなければよい、という工学的な決着点こそがVR技術の骨子なのである。

ここで重要なのが「ならば人間は「現実」として何

を見ているのか」ということである。というのもそもそも人間自体が外界からもたらされるすべての現象を捉えているわけではなく、ごく限られた「知覚の窓」を通して捉えた情報から「リアルさ」というものを定義しているのだから、それがどの情報なのかを調べて、その情報だけすり替えてやればいい。これがVRの基本戦略である。

このすり替えてやる先をコンピュータ上にプログラムされたヴァーチャルな世界ではなく、人型のロボットに繋いだのがテレプレゼンスである。VRがコンピュータの作り出したヴァーチャル世界へのジャック・イン（没入）なら、テレプレゼンスは人型ロボットへのジャック・インともいべき技術である（図1）。これは元来、極限作業と呼ばれる「人間が行くには危険このうえないが、人間が現場に行かないととても処理できない事態」に対応するために開発された。そんな状況では現場に詳しいロボット操縦の専門家など期待できないので、ロボット操縦の経験のない者であっても自身が直接現場にいる感覚で直観的に操縦できる装置が必要だったというわけである。この装置を装着してジャック・インした者は、ロボットの位置にロボットを着くるみのように着込んだ自分が写っているという錯覚を感じる。そのまま普段の感覚で手を動かせば、遠隔地にいたままで直接作業ができてしまう。ロボットの側で見ている観察者からは、あたかも装着者になりきったロボットが作業をしているか

のように見える。このとき、この表情すらない無骨なロボットが、装着者と連動した瞬間、このうえなく人間くさい動きを始めるさまは、まさに「モノが人に転じる瞬間」であつて一見の価値がある。人型ロボットの持つ何十個というモーターの制御やセンサーの処理をリアルタイムに行なうことは現在の計算機の最先端技術をもってしても困難であるのに対して、テレプレゼンスではそれらを伝送・再生することによって、人間という「人型専門の処理系」がそれらを一気にこなしてくれるわけである。ASIMOのプログラマーが一月かけて作るような動作も、プログラミングには素人の装着者が瞬時にこなすことができるという点では、究極の操縦装置とも言えるだろう。

このテレプレゼンス式操縦装置をネットワーク経由で世界中に遍在するロボットに接続できるようにすれば、居ながらにして世界中の至る所へ瞬間移動することが可能になったような効果が得られる。これが経産省が提唱している「Rキューブ プロジェクト」なのであるが、この実現の大きな障害となっているのが、そのネットワーク母体として有望なはずのインターネットの時間特性なのである。インターネットに代表されるデジタル化されたパケット通信には「データの欠落は補償するが時間遅れは補償しない」という原則があり、この原則を無視すれば物理的には文字通り光の速さで繋がるはずの光ファイバを経由しながら、混み方一つでいつまでたっても繋がらない回線に悩ま



図1

テレプレゼンスの概念

されるのが、インターネットの現状なのである。この一見僅かな時間遅れがレイグジスタンスにおいてどれほど致命的な食い違いを生むのかは想像に難くないだろう。例えば人命救助中のロボットが今まさに落ちようとしている人をキャッチする寸前に回線がちよつと遅れたら……。また、そんな深刻な事態でなくても、円だんはずのコンプが掴めていなかっただけでも大変に面倒だ。それ以前にそんな途切れ途切れの感覚なんてまるでリアルじゃない。没入なんてしてられない。

これこそが人が感じる「リアル」の定義に外ならない。リアルであることの前提は違和感が無いことなのである。そしてこのリアルは時間と空間の両面にわたって要求されている。例えばよく言われる「リアルな映像」というのは「見えのリアル」とでも言うべきもので、光の加減や物体の質感などがいかに写真的に再現されているかを指していることが多い。ところがVRのような没入環境においては、映像一つとってもそうした単純な写実性以上にリアルさに響いてくるのが、空間と時間の整合性なのである。これはVRの特徴が単なる映像や音ではなく、それらが成す世界に対して現実と同様に働きかけることができるインタラクティブイティにあることに起因する。このとき、人は己の知覚と運動を常に関連づけながら行動しており、そこから予想されるさまざまな世界像に対して注意を向け続けているのである。これは電子回路のように高速な伝送系を持ち得なかった生き物がそのタイム・ラ

クを補うべく獲得した生存のための工夫であろう。しかし、この特性がVRやレイグジスタンスにおいてはせつかく演出しようとした「リアル」をぶちこわす、じつに手強い相手として立ちはだかる。ことに、人は知覚上のムラや不連続については驚くほどの鋭さを見せることが知られており、色のグラデーション、線の段差、動画のコマ落ちなど、人の知覚は技術屋がかせのアラ探しの名人なのである。ネットワークの伝送時間遅れはこの時間のリアリティを直撃する。しかもネットワーク技術の動向はこの状況を打破する方向には今のところ向いてくれる気配がない。

レイグジスタンスの歴史は意外に古く、技術的な提唱もVRより古いばかりか、そのアイデア自体はSFの黎明期である一九〇〇年代初頭まで遡る。なぜこれほど早くからレイグジスタンスの考え方が語られはじめたのかといえは、その基本理念である「一体全体での感覚と運動の記録・伝送・再現」というコンセプトが、ある意味では電話の未来発展形であったからだろう。

ところが、この御本家である電話のほうですら、近年リアルさが失われつつあることに、皆さんはお気づきでしょうか。近年急速に普及した携帯電話であるが、じつはこの通信方法も、インターネットに代表されるデジタル化されたパケット通信の一種である。この方式には先述したように「データの欠落は均質に補償するが時間遅れは補償しない」という原則があり、携帯

電話の伝送時間遅れは旧来の交換機による有線電話のものに比べてずいぶん大きなものになっている。この時間遅れは気づかぬうちに「対話のリアリティ」を侵食しているらしく、実際に有線電話同士でのやりとりと携帯電話同士でのやりとりを比べて観察してみると、携帯電話では一方が話し終えてから話し出す「トランシーヴァー型(全重)」の話し方に近く、有線電話では対面会話に近いタイミングの「かぶさる話し方(全重)」をしていることに気づく。つまりこれは、その差を明確に意識していないものの、時間遅れが会話に影響しないように会話の様式自体を無意識に切り替えて対応しているものと考えられる。しかし、このために「携帯はビジネス専用。恋人への電話は有線で」といった使い分けをしている利用者もいることから、この差は実は広く認識されているのかもしれない。にもかかわらず、今後は既存の有線電話すらインターネット経由のパケット通信によるIP電話に切り替えて通信コストの低減化をはかろうという動きもある。

そうなることすべての電話通話が今以上に大きな時間遅れを伴ったものとなり、明確に意識されないままに「電話の話し方」が対面対話からどんどん遊離していくことが考えられる。これは対話における「時間のリアリティ」が失われていくことを意味しており、どこかでその違和感によつて歯止めがかかるものと楽観する一方で、このままでは圧倒的なまでの携帯電話の普及と利便性、現代生活における不可欠さに流されるようにリアリティの定義自体が逆転して、現実の対面会話の文化や技能の方が駆逐されてしまうのではないかと不安になる。話の問やノリとツッコミのタイミングに魅力を感じる関西ネイティブとしては、こんな心配も杞憂のままに終わり、翻つてタイムラグの減少を念頭に置いた新しいネットワークの時代が到来してワールドワイドなレイグジスタンスの未来を拓いてくれることを願いつつ筆を置くこととしたい。

また・たろう 一 1965年生まれ。東京大学大学院情報学環講師を経て、2002年よりNTTコミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部に勤務。人間の知覚特性とモラル化、神経回路網モデル、マン・マシン・インターフェイス、レイグジスタンスなどの研究に従事。