

# バーチャルリアリティと横断型基幹科学技術

## 舘 暲\*

\* 東京大学大学院 情報理工学系研究科

東京都文京区本郷 7-3-1

\* Graduate School of Information Science & Technology, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

\* URL: <http://www.star.t.u-tokyo.ac.jp/>

キーワード：基礎工学 (engineering science), バーチャルリアリティ (virtual reality), テレイグジスタンス (telexistence), ユビキタス (ubiquitous), ウェアラブル (wearable), アールキューブ (R-Cubed).  
JL 0003/03/203-0193 © 2003 SICE

### 1. なぜ今また横断型基幹科学技術なのか

横断, 基礎, 基盤などのいわゆる横断型の科学技術の役割とその重要性については, 古くから多数の先達たちによりいわれ続けているところであり, その主張に基づいた社会に向けての問いかけも多くなされている。たとえば, 1967年から1974年にかけて刊行された岩波講座『基礎工学』はその好例である。向坊隆, 渡辺茂, 岡村総吾, 小野周, 高橋秀俊といった碩学5名が中心となって1963年から4年の歳月をかけて刊行にこぎつけた全19巻の基礎工学体系は当時の多くの学者, 研究者そして学生を魅了した。その後, いくつかの大学において, 基礎工学部や基礎工学科が創設されてゆくのである。

その主張は今でも新しい。この著書のなかで, 理学が「自然界の法則を明らかにすることを目的とする学問」であるのに対し, 工学を, 「目標を設定して, それを実現するための設計をする学問」と定義している<sup>1)</sup>。このように工学を広い意味での設計の学問であるとした上で, 工学が広義の「設計学」であるがゆえに, 設計学であるからには, 設計に共通の手段が存在すべきであるし, 実際にもあるとし, その設計の共通の手段であったり, あるいは設計のための基礎となるべき共通の手法であったりする一連の考え方や技法の学問体系として基礎工学を位置付けているのである。

それらには, 機器設計の基本法則としての「設計論」, システムの設計, 最適化のための「システム工学」, 知識や信号などの情報の整理・発生・変換・処理を扱う「情報論」, 物性論と材料合成原理である「材料科学」, 測定の原理を与える「測定論」, 自動制御の原理を示す「制御工学」, 物質(質量)や熱量の移動に関する法則である「移動速度論」, エネルギーの変換と伝達に関する「エネルギー論」といった8分野の設計基礎があったとした。

設計の目的を広い観点から技術や工学を展望する「技術の体系」と計算機を使いこなす新しい形の数学的解析力を与える「数値解析」と「数理計画法」の3分野が上記8分野に加味されている。さらにそれらを支える, 応用数学として「確率統計現象」, 「線形集中定数系論」, 「線形分布定数系論」, 基礎理学としての「力学」, 「固体力学」, 「流体力学」, 「熱力学・統計力学」, 「電磁気学」の8分野を理学か

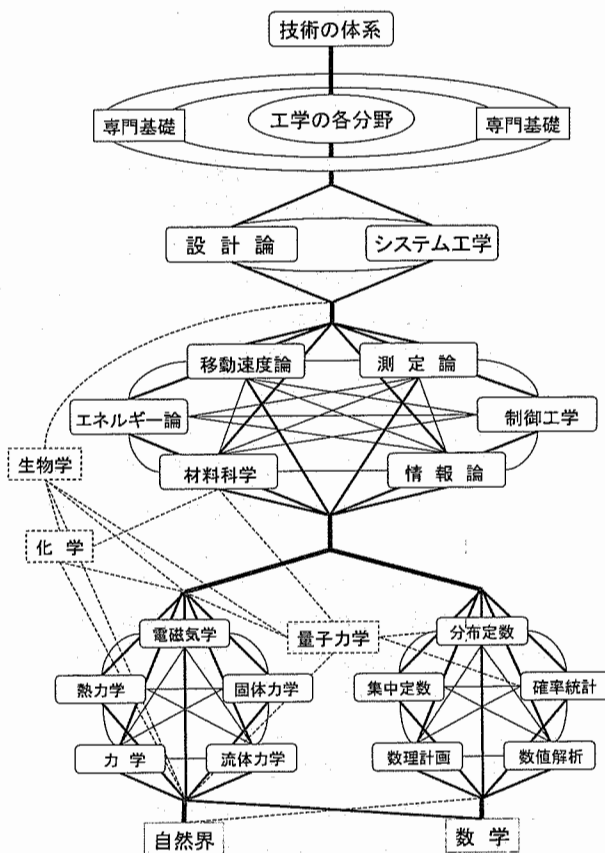


図1 基礎工学の各部門の関連図

ら工学に導入し, それらの総体をもって基礎工学としたのである。図1は, その基礎工学の各部門の関連を示したものである。

この基礎工学の取り組みは, 教育という観点から横断型基礎を体系化したものではあったが, こうしてみると, 学問分野としても同様の議論はなりたつことが容易にわかるし, 事実, 基礎工学が提案されてからのこの30年間で, 基礎工学という分野が学問的にも確立されてきている。それが, 確立しある種成功したことは, 現在, 基礎工学ということがあたりまえになり, 誰もがそれをあまり意識しなくなったことから明確である。皮肉ではあるが, この種の体系化は, 成功すると目に見えなくなるのである。いわゆる縦型の分野の基礎として基礎工学があたりまえのように取り入れられ教えられるからである。かつては古い分野の

代名詞だった機械工学科が、情報、計測、制御、システムなどの基礎工学を徹底的に取り込み、機械情報工学科の名称のもと、ロボットやバーチャルリアリティ、医療工学といった最新分野の牽引役として認知され、むしろ新分野の旗手へと変身を遂げている例は、その好例中の好例といえよう。

横断性と基礎性に着目し体系化した試みが基礎工学の旗印のもと打ち出され、大きな影響を各分野に与え、約40年の歳月が流れ、それが十分にアカデミズムはもとより社会にも定着した現在、いまなげまた横断型基幹科学技術（以下、横幹科学技術と略する）が叫ばれるのであろうか。それは、すでに役割を終えたのではないのか。

今また横幹が主張されるのは、21世紀の現在、工学に留まることなく、医学、生理学、心理学、経済学、情報、メディア、芸術など工学以外の多くの分野で、いわゆる境界領域や融合領域が生まれ、多くの分野を含んだ新領域が形成されたりしている現状があるからに他ならない。多くの学際領域、融合領域、新領域、あるいは超域が生まれ、それに対応した学会も数えられないほど多く存在するに至っている。日々生まれていると言っても多少誇張はあっても傾向としては決して過言ではないかもしれない。そんな時代である。そして、それらは互いに独立して活動しており、実際にはそれらに共通の方法論があるべきであり、実際にも存在しているにもかかわらず、必ずしも明確な形でそれらが意識されていないのである。

このような状況は、まさに40年前の1960年代に工学の各分野で生じていた状況ときわめて酷似した状態であるといわざるをえない。当時の工学は、多くの分野が生まれ割拠して、それらの進展には共通の考え方あるいは基礎が効果的であったにもかかわらず、必ずしも陽にそれが意識されていなかったのがあったことは前述のとおりである。そしてそれを基礎工学という枠組みのもと、方法論化し、体系化したものが、まさに基礎工学であったわけである。したがって、かつて基礎工学が割拠する工学の領域で行った方式を、融合領域や学際領域に敷衍して工学以外の多くの学問分野に対して適応することが、この横幹科学技術の目指すところにほかならない。

融合領域や境界領域、新領域や超域には、それらに共通の考え方やその基礎、共通手法が存在し、それらを体系化することで、21世紀の主役であると考えられている新領域の発展を促すことができるはずである。基礎工学を敷衍したこの種の試み、それがまさに横幹科学技術なのである。そしてその場合に最も重要な視座は、基礎工学のそれと同じ、広い意味の「設計」にあるのである。

## 2. 融合により技術が進展する

1960年代に国の政策として、「機電一体」という言葉が生まれた（図2）。日本が独自の特徴のある産業力をつけて世

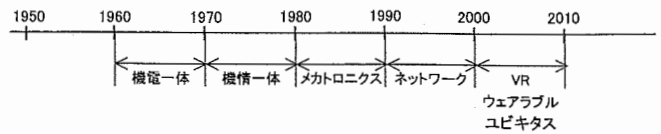


図2 融合による新規価値付加の歴史

界に伍していくためには、従来の機械装置に電気の力を加え、機電一体としていかねばならぬというのが当時の通商産業省（現在の経済産業省）の考えであった。この流れの中、人力機械がつぎつぎと動力化されていったのである。1970年代には、単に動力化するだけでなく、センサーなどにより状況を検出しその状況をかえる情報処理との融合が図られた。このコンピュータと動力化された機械の融合を「機情一体」と称した。通産省の部局に機械情報産業局が組織され当時は機情局と呼ばれていたことから、当時の機情一体にかかる国の意気込みが伝わってくる。事実、これらが功を奏して、「ものづくり」を中心とした70年代の驚異的な日本の経済発展がとげられるのである<sup>2)</sup>。

1980年代に、この流れが「メカトロニクス」<sup>3)</sup>となった。この当時、産業用ロボットも最盛期を迎え、日本はロボット王国ともいわれた。機械とコンピュータや電子機器が渾然一体となり、機械と電子機器、情報機器の境が曖昧になった。またそのようないわゆる、軽薄短小のものこそが、それまでの重厚長大なものに代わって日本の産業力を牽引するまでに成長したのである。

そして1990年代は、「ネットワーク」の時代であった。FAXの普及から始まり、1995年のWINDOWS 95の隆盛以降、爆発的にインターネットが普及した。また、携帯電話が驚異的な進展を示した。携帯電話からネットワークにアクセスできるようになり、インターネット電話も普及し始め、電話とコンピュータとの境目までもが曖昧になりつつある。もちろん、携帯の進展は、メカトロニクス技術の上に成り立つものであることはいうまでもない。なお、メカトロニクス機器やロボットがネットワークにつながるにより新しい価値を生み出す枠組みは、「アールキューブ」<sup>3),4)</sup>の概念として、1996年に提唱されている。

ちなみに、1990年代に特徴的なことは、それまでの、機電一体、機情一体、メカトロニクスなどに見られた官による掛け声が、1990年代には、さほど顕著ではなかったことである。科学技術の重要性はむしろ強く叫ばれたが、多くの分野への薄く広い投資となり、国としての方向性が打ち出されていなかった。競争的資金が導入され、一方で科学技術においても民活が強く叫ばれ、民間からも多く採択された。ところが、それと同じくして、日本の産業はある種の危機を迎えている。この10年がしばしば空白の10年と呼ばれる所以である。

もちろんこのことが原因であると考えることは余りにも

短絡的である。しかし、科学技術政策における国の音頭がある種批判にさらされ、民活が主張されたのが90年代の特徴であり、一方、70年代や80年代ほど顕著な官による舵取りが行えなくなった90年代に、経済的な危機に見舞われ始めている現実を見るとき、やはり、国を中心とした適切な方向づけと舵取りがいかに大切であるかは自ずと明らかであるともいえる。競争的資金の名のもとピアレビューに委ねてしまうだけでなく、科学技術を見識をもって評価できる科学技術の「見巧者」を育て、国の行く末の議論を踏まえた俯瞰的な立場から進むべき方向を見据えて、それを国として推進していくことも同じく重要であり、21世紀には再度、国の強いリーダーシップが望まれる。

ノーベル財団は、財団の「見巧者」が密かに独自の調査をして優れた研究を見つけ出す。ノーベル賞は工学の分野にはないが、同じことを工学の分野において行ってはどうか。目利きを集め、その見巧者たちが密かに優れた研究を見つけるのである。ただし、賞を与え顕彰するのではなく、その優れた研究者に資金を与え、人をつけ組織化して製品化も手伝っていくようなシステムをつくるのである。

現在のように、優れた研究者が競争的資金獲得に明け暮れることは決して生産的なことではない。大切な研究の時間が割かれてしまっている。理想的には、ひたすら研究に没頭していると、ある時、電話がかかってきて、貴方の研究に資金を与え、人をつけて組織的に進め製品化もしたい、それらのことはすべて組織で行うので、貴方には、これからもひたすら現在の研究を続けてほしい。ただし、貴方を中心にプロジェクト化してリーダーとして推進してほしいといわれる。そのような仕組みは、研究効率からもきわめて望ましいといえる。このような方式は、21世紀型の新しい取り組みの好例といえるのではないだろうか。

それでは、21世紀を迎えた2000年代の方向性は、なんであろうか。個々のキーワードとしてはいろいろ考えうるし議論の余地はあるが、基本的には人間を真っ先に考えすべてを「設計」しなければならない、つまり、人間を何よりも大切にす技術であらねばならないのである。たとえば、地球環境を考えるのも煎じ詰めれば、未来のわれわれ人間の子孫のためであり、そのような広い意味での人間を視座においた人間のための科学技術が指向されなければならない。一言で言えば、技術の中心には、常に私たち人間がいなければならないのである。

というのは、人間を忘れた技術は人間にとって無用であるだけでなく、きわめて有害である可能性さえ秘めているからである。繰り返しになるが、まず人間を考えることから「設計」を行わなければならないのであるが、現実、必ずしもそうなるはおらず、設計者の恣意により、人間にとって使いにくい製品が多く生まれている。また、最適な設計をしたつもりでも、すべてのファクターを考慮するような視座がないため、全体としては最適ではないばかり

か、下手をすると最悪なシステムとなってしまっていることさえある。人間を設計の中心において、さまざまなファクターを考慮しグローバルに最適なシステムを設計しなければならない。

しかし、このように主張をしても今までは技術が未熟であるがゆえに機械では実現できない場合が多く、主張する意味がない場合も多かった。しかし、今はとことん人間に合わせて機械を設計することも、やろうと思えばできるぐらいに、現在の技術は進歩している。本当の人間にとっての利便性とは何かを考え、それに合わせて技術を磨いていかななくてはならない時代がこの21世紀といえよう。その際、広い分野を考慮しグローバルな最適設計をするための考え方、物の見方、シミュレーション法、設計法、設計手法、評価手法などが存在すべきである。それが、まさに横幹科学技術の目指すものなのである。

極論すれば、今後はどんな方向でも望む方向に技術を進められるので、逆に、われわれが何を望むのかを、しっかりと考え直すことが極めて重要になる。このあたりの議論は、拙著<sup>5)</sup>でのべているので、ここでは、繰り返さないが、興味のあるかたはそちらを参照されたい。

### 3. バーチャルリアリティとは何か

いわゆる21世紀の技術に、「ユビキタス(ubiquitous)」、「ウェアラブル」、「バーチャルリアリティ(VR)」などがある。これらの技術には、ある種、共通のコンセプトがある。それは人間を「設計」の中心におくことである。

VRはしばしば究極のシミュレーションでありディスプレイである<sup>6)</sup>といわれるが、人間なくしては存在しえない技術でさえある。それをを用いて人間はコンピュータが生成した環境をある種リアルに認識し、その中で現実のように行動できる。もちろんその結果に基づき現実のものとして実在化し製品化したり、そこで得た経験や訓練に基づいて現実のシステムを操作したりすることも可能となる。

このシミュレーションの基礎となる、「現実を電子実在化する」バーチャライゼーション(virtualization)は、横幹科学技術の重要なキーテクノロジーの1つである。

一方、ユビキタスとは、「Being or seeming to be everywhere at the same time: 同時にいたるところに存在する、あるいはそのようにみえる: 遍在する」という意味である。もともとは、神はどこにでも同時に存在するという意味であったこの言葉を、いつでもどこでも簡単にコンピュータを利用できる環境という意味に使用し、ユビキタス・コンピューティングと呼んだのは、ゼロックス社パロアルト研究所(PARC)のマーク・ワイザー(Mark Weiser)で1993年のことである。

コンピュータではなく、実に人間そのものをユビキタスにしようとする考え方がテレイグジスタンスである<sup>3),5)</sup>。テレイグジスタンスは、バーチャルリアリティとロボティク

スが融合した技術であり、人間を従来の時空の制約から開放し、時間と空間ないしはそれらの両者を隔てた実効環境に等価的に存在することを可能とする。すなわち、ロボットを利用して人間をユビキタスにすることができるというわけである。

ところで、バーチャルとは、「Existing in essence or effect though not in actual fact or form：みかけは実物そのものではなく実際の形をなしてはいないが、本質的あるいはその効果として実体そのものであること」であり<sup>6)</sup>、一部巷間で旧来の慣習から誤って使用されている仮想（仮に想定した）という訳語とは実はまったく正反対の意味を有しているので注意が必要である。

たとえばバーチャルマネーは電子貨幣やカードのように貨幣の形はしていないが、貨幣と同じ役割を果たすものである。この点において、決して偽金ではない。バーチャルカンパニーが仮に想定した仮想会社であったならば、そのようなところとは、取引ができない。従来の会社の体裁はなくなるとも実際の会社と同じ機能を有するものでなければ、恐くてそこを利用できないのである。

バーチャライゼーションも、シミュレーションに必要なエッセンスをもったモデルをつくる作業であり、電子実体化とでも訳すべきものである。これが仮想化であったなら、仮に想定しただけで現実を反映しておらず、したがってシミュレーションには役立たないのである。

明治以来このかた、バーチャルを虚や仮想と過って訳し続けてきたのは実はバーチャルという概念がわが国にはまったく存在しなかったためである。したがって最近、学界を中心として、バーチャルリアリティの訳として国際的に誤解を招く恐れのある仮想現実を使わずに、バーチャルリアリティとそのまま用いるか、VRと表記するか、あるいは意識ではあるが、人工現実感を用いる気運が高まっている<sup>7)</sup>。

さて、バーチャルリアリティの最も特徴的な点は、コンピュータの生成する人工環境が(1)人間にとって自然な三次元空間を構成しており、(2)人間がそのなかで、環境との実時間の相互作用をしながら自由に行動でき、(3)その環境と使用している人間と環境とがシームレスになっている環境に入り込んだ状態が作られているということである。

これらをそれぞれ、「三次元の空間性」、「実時間の相互作用性」、「自己投射性」と呼び、バーチャルリアリティの三要素をなす<sup>8)</sup>。つまり、この三要素すべてを兼ね備えたものが理想的なバーチャルリアリティシステムである(図3)。

「三次元の空間性」とは、コンピュータが生成した立体的な視覚空間、立体的な聴覚空間が人間の周りに広がることである。アミューズメントパークなどでみる三次元の映画などは、この要素を備えている。しかし、別の角度から見ようとしたら、物体の後ろに回り込もうとしたらしてもで

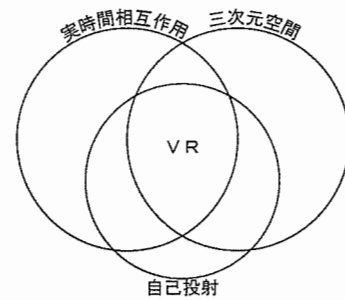


図3 バーチャルリアリティの三要素

きない。まして、見ている物体を触ったり別の場所に動かしたりすることなどできない。つまり「実時間の相互作用性」が欠けているからである。

一方、通常のコンピュータゲームでは、物体との実時間の相互作用はあるが、目の前のディスプレイをみているだけで、自分が包まれるような三次元空間は利用できない。まして、自分とコンピュータの生成した環境とが深き方向においても矛盾なくシームレスにつながって、自分が環境に入りこんだ状態を実現する「自己投射性」がない。

この自己投射性を別のいい方で説明すると、人間は眼をつぶっていても自分の身体がどのような形をしているかがわかる。これは、体性感覚の固有受容感覚つまり「自己感覚」によっている。通常われわれが経験している実空間ではこの自己感覚と眼や耳で観察する空間の情報とが一致している。たとえば、眼をつぶった状態で自分の手があると思った位置に自分の手が見えている。この現実空間の特徴である人間の異なる感覚モダリティ間に矛盾のない状態を、コンピュータが生成した人工環境のなかでも矛盾なく実現するのが「自己投射性」である。

バーチャルリアリティは、これらの三要素を有したシミュレーションシステムを構成して、人間が実際の環境を利用しているのと本質的に同等な状態でコンピュータの生成した人工環境を利用することを狙った技術なのである。それゆえに、ここでのシミュレーション結果から現実のシステムの設計や評価が可能となる。また、VRシミュレータでの訓練で実際の操縦が可能となるのである<sup>9)</sup>。

#### 4. 横幹科学技術としてのバーチャルリアリティ

図4にバーチャルリアリティの進展を示す<sup>5)</sup>。バーチャルリアリティは、その黎明期から現在にいたるまで、このような現実の本質を有するという意味で「究極のディスプレイ」を目指しており、それがしばしばバーチャルリアリティは究極のシミュレーションであるといわれる所以でもある。ただし、この場合の本質とは絶対的なものではなく、目的によって変わるものであることに注意したい。

もちろん、このような究極のディスプレイは完成されていないが、視覚、聴覚、触覚においては人間の感覚機能を

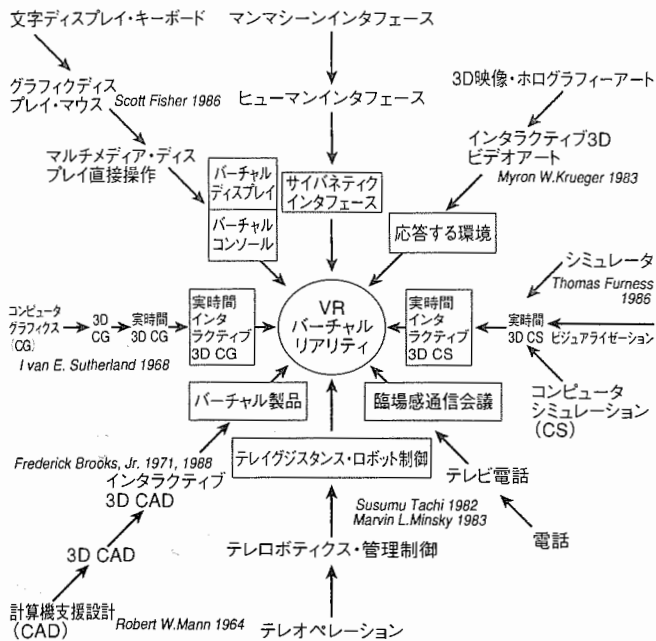


図4 バーチャルリアリティの進展

解明しつつ、それを利用して人間に実体験と等価な感覚を生じさせるためのさまざまな提示装置の研究が現在精力的に進められている。それを用いて人間はコンピュータが生成した環境をある種リアルに認識し、その中で現実のように行動できるのである。もちろんそれを逆に物理的なものとして実在化したり、そこで得た経験や訓練に基づいて現実のシステムを操作したりすることも可能となるのである。

これらを実現するためには、人工現実感生起のメカニズ

ム、人間とのインタフェース設計法、物理法則を加味したVR世界の構築法、人工現実感の医学的・社会的影響の評価などの人工現実感の基礎的な研究を工学、心理学、生理学、医学などの視点から行い、従来の学問領域を超えてわが国碩学の英知を集めた超域的な横幹学問分野としての役割を明確にし、当該分野を推進することが急務である。それと同時に、当該技術の誤用によるある種の危険性とその社会的な影響の可能性を鑑み、生理・心理・社会的な側面からのアセスメントを行う必要がある。

逆に、VRは横幹技術として、多岐にわたる分野で利用できる。つまり、VRの全体像を見ると、それが人間にとって1つの共通の基幹ツールなのだとということが見えてくる。つまり、VRとは結局、制御、通信、創造、解明、経験、娯楽というおおおそ6つの目的に使われている道具である。後述する英語の頭文字をとって、3つのCと3つのEのための道具ということもある(図5)。

VRが「制御の道具 (tools for control)」であるとは、トレイグジスタンスなどのロボット制御がVRで可能になるということである。また「通信の道具 (tools for communication)」であるとは、VRが臨場感通信や五感通信、あるいはバーチャル・コミュニティというネットワーク上にのみ存在する空間を可能にするということの意味している。

そして「創造の道具 (tools for creation)」になるとは、VRがデザインや芸術で新しいものをつくりだす手助けとなり、人間の頭の中にあるアイデアを現前化し見ることができるようになることで、創造性をさらに高めるということである。

「解明の道具 (tools for elucidation)」であるとは、VRを研究する過程で、あるいはVRを利用することで、視覚や認識ないしは行動のプロセスなど人間自体を知ることができるということの意味している。実際に、認知科学分野では、サルに対してコンピュータにより制御される三次元空間を提示し、その行動から認知過程を解明する研究も始まっている。

「経験の道具 (tools for experience)」であるとは、VRがシミュレータによる訓練をはじめ、人間がさまざまなことを体験の中から学ぶ、その体験を提供する道具になるということである。「娯楽の

道具としての役割	3C's			3E's		
	Control 制御	Communication 通信	Creation 創造	Elucidation 解明	Experience 経験	Entertainment 娯楽
空間の特徴						
伝達された現実 オーグメントド・リアリティとVR空間を介した実空間伝達を含む	トレイグジスタンスロボット制御 トレイグジスタンス遠隔手術 臨場感通信会議 テレイグジスタンス電話			テレイグジスタンス体験 テレイグジスタンス冒険旅行		
構成された現実	現実立脚空間 超現実空間	メンタル・ヘルスケア	設計 VRシミュレーション 抽象的な概念の具象化 VRモデル 可視化 体験型シミュレータ			ゲーム アミューズメント

図5 横断型基幹ツールとしてのバーチャルリアリティ

道具 (tools for entertainment)』であるとは、VR 装置によって娯楽とか楽しみを得ることができるということであるが、ディズニーランドやゲームセンターでシミュレータなどさまざまな VR 的装置が存在する現在、この用途については、あまり説明の必要がないであろう。

いずれにしても、VR は人間の知性に磨きをかけ、さらに素晴らしいものにしてゆくための大きな意義と可能性を秘めた概念であり、横幹技術であり、横幹のための道具であるといえるのである<sup>9)</sup>。

#### 4. おわりに

21 世紀は、これまでにわれわれが培ってきたさまざまな知識、経験、技術が融合して花開く時期であることは間違えない。それは、知識の体系が電子化されネットワーク上で誰でもがどこでも利用可能になるかからであり、すでに、本解説でも示したように、機電一体、機情一体、メカトロニクス、ネットワーク、ユビキタス、ウェアラブル、VR という進展の中からも容易に想像がつかう。

融合の時代に必要なものは、高度の専門性に加えて他の分野の本質を見抜くための知恵である。1 人の人間がすべての分野の優れた専門家になれないのは自明であり、1 人ひとりとは 1 分野の専門家で構わない。しかし、他の分野の人と共同していける知恵が必要であり、この知恵を育てることこそが、まさに横幹科学技術の狙うところである。というのは、横幹は森羅万象を貫く原理を捉えようとする一種のものの見方でもあるからである。専門に入るまえに横幹の基礎を万人が身に付けるといった工夫が必要となる。

30 年ほど前には、初等教育、中等教育、高等教育のすべてに渡り、幅広い科目が必修となっており、大学入学の直前まで文系と理系が分かれてはいなかった。大学入学試験科目でさえ文系と理系の受験科目の差はわずかであった。たとえば、まったく同じ理科 2 科目、社会 2 科目の合計 4 科目が文系にも理系にも等しく課されていたのである。高等学校の入試科目では 9 科目というところも少なくなかった。美術、音楽、技術家庭、体育といった科目も英語、国語、数学、理科、社会とまったく同じ重みをもって扱われていたのである。さらに大学では、文系、理系ともに自然科学、社会科学、人文科学のそれぞれ 2 科目、都合 6 科目を必修とする教養課程も存在した。

ところが、文理融合が叫ばれ、その必要性が高まっている現在、逆に、高等学校の入試科目は 5 科目が普通で、高等学校に入学するとすぐに文系と理系が分かれてしまう。また、大学の入学試験は文系と理系では、それぞれ文系は社会 2 科目と理系は理科 2 科目というようにまったく異なる科目を受験する。大学の教養課程はなくなる方向であり、残っている大学でも、理系は理系、文系は文系の科目だけ

をとっても修了可能なカリキュラムになっているのが現状である。まさに逆行といわざるをえない。

専門分野に通暁した一部エリートを育てる教育も大切ではあろう。専門科目のみを学べば効率がよいかもかもしれない。しかし、専門だけに精通しているだけでは大局的な観点からは決してうまくいかないことは、今日のような総合化の時代に火を見るより明らかである。たとえば、文系と理系ではまったく会話がなりたたなくなってしまう。文系が理系を、逆に理系が文系を正しく評価することも不可能となってしまう。

文系も科学技術のなんであるかをわかっていることがそれを正しく政策に反映するためにも必要とされるのであり、理系も社会科学や人文科学を学ぶことで研究の向かうべきベクトルを人間をその設計の中心においたものとする。

真剣に今後の科学技術の行く末を考えると、高度の専門性に加え、視野の広さと他分野の本質を見抜く知恵が大切であることを痛感する。高等教育のみならず、初等教育、中等教育をもふくめ、このような知識と知恵を育むための仕組みを構築していくことが緊要である。

(2002 年 12 月 26 日受付)

#### 参考文献

- 1) 向坊隆：基礎工学概説，岩波講座 基礎工学 0，岩波書店，23/27 (1968)
- 2) 館 暉：メカトロニクスのはなし，日刊工業新聞社，1/2 (1984)
- 3) 館 暉：ロボット入門，筑摩書房 (2002)
- 4) 通産省編：アールキューブ，日刊工業新聞社 (1996)
- 5) 館 暉：バーチャルリアリティ入門，筑摩書房 (2002)
- 6) I. E. Sutherland: The Ultimate Display, Proceedings of IFIP Congress, 506/508 (1965)
- 7) 館 暉 (監修)：バーチャルリアリティの基礎，全 4 巻，培風館 (2000)
- 8) 館 暉：シミュレーションとバーチャルリアリティ，計測と制御，40-11 777/782 (2001)

#### [著者紹介]

たち  
館

すずむ  
暉 君 (正会員)



1946 年 1 月生。68 年東京大学工学部計数工学科卒業。73 年同大学院工学系研究科博士課程修了 (工学博士)。東京大学助手、機械技術研究所パイオロポティクス課長、マサチューセッツ工科大学 (MIT) 客員研究員、東京大学先端科学技術研究センター教授などを経て、94 年東京大学工学部教授。現在、同大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻教授。バイスペクトル、盲導犬ロボット、テレグジスタンス、バーチャルリアリティ、アールキューブなどの研究を行う。国際計測連合学会 (IMEKO) ロボティクス会議議長、重点領域「人工現実感」領域代表者、日本バーチャルリアリティ学会初代会長、CREST 研究プロジェクト「テレグジスタンス・コミュニケーションシステム」研究代表者などを務める。SICE フェロー。