



人工物観

吉川 弘之*

View of Artifact

Hiroyuki YOSHIKAWA*

Abstract— People often talk of their views of nature. They scarcely touch, however, on their views of artifact. It is strange because we human beings are surrounded by innumerable artifacts and are extremely influenced by them in everyday lives. We can reasonably guess that people have their own views of artifact. Therefore, if people do not aware of the views of artifact consciously, it should be concluded that people believe they have already entire and precise knowledge about all artifacts and need not discuss any more special views about them. The view of nature is what people perceive and manage nature by. On the other hand, the view of artifact decides not only how to perceive and use artifacts but also what to make artifacts. The last is the most important for the made is influenced by the view of artifact and thus the artificial environment in the future will be decided by people's view of artifact. Because it is an urgent task for human beings to construct and maintain the sustainable environment, it is crucial for us to understand the view of artifact at the present time.

Keywords— artifacts, view of artifact, view of nature, sustainable environment

1. 人工物という概念に到達するまで

自然観は、哲学の主要課題であり、多くの言及がある。しかし人工物観という言葉は無い。それは何故か。この理由を考えることは、人間を特徴付ける最大のものの一つとして人が物を作ることがあり（ホモファーマブル）、その視点から人間を定義する努力が払われながら、しかし作った結果がどうなるかについてはあまり関心を払うことが無かったことの原因を考えることから始める必要がある。ここでいう結果とは、作られたもの、その影響による自然の変化そして人間そのものの変化などである。これらについて哲学的な思索を内観によってするものがいない。影響を与える“作られたもの”は、自然のなかに組み込まれてしまい、思索家たちにとってそれらは存在物としてまとめて考える対象であって、“作られたもの”を自然物と区別をすることに関心を持たない。

人工物観という言葉が無かった直接の理由は、実は「人工物」という概念が無かったからである。言葉はあった。しかし、かつて人工物というと、天然に似せた作り

物、本物に対するまがい物という含意があり、文字どおりの人々が作ったものという意味を越えてしまうのが一般であった。英語圏でも、人工物の英訳として辞書にある *artefact* という言葉を使うと、ほとんどの人が考古学の出土品における人が作ったものと理解してしまうのであった（説明のために、*artificial things* と言ったこともあるが、いまは *artefact* が一般的な人工物として通用する）。確かに考古学では、一つの出土品が、自然のものか人が作ったものかで大きな解釈の違いを生むから、自然物と人工物の間には截然とした区別を置く必然性がある。しかし、他の分野では、それぞれ分野固有の理由によってその言葉を必要としなかった。

上に述べた哲学では、作るという行為を重視するのに、その結果に関心を払わなかったと指摘したのであった。その一つの理由は、作られたものと自然のものとの、人間に対する基本的関係を存在論的に区別することが難しいだけでなく、それをまとめて存在する“外界”として考えたほうが人間を統一的に理解しやすいことがあると思われる。勿論ここで、マルクスの生産物と疎外についての大きな議論を忘れてはいけないが、それは人工物の所有形態に重点が置かれていてここでの議論と同列に論じるべきものではない。

一方作ることを直接扱う工学では、作られたものは主

* (独) 産業技術総合研究所 理事長

* President, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Received: 10 January 2007, 28 September 2007

役である。しかしここでも“作られたもの”という概念の影は薄い。その理由は、機械工学には機械、電気工学には電気装置、工業化学には化学合成品、金属工学には金属材料など、それぞれ作られたものは各工学領域に独自の貴重なものなのであって、作られたもの一般というように他の領域と一括りにされることなど耐えられない。

また物理学などでは、作られたものは実験の道具であって作った人に大いに感謝はするけれども、研究の対象になるものではもともとない。

このように、区別の必要がない、一括りにすることに耐えられない、研究対象にするには及ばない、などの、無視、拒否、蔑視などによってその概念の意義が貶められていた“作られたもの”を、自然物と対等に位置付けるべきものとしての「人工物」という概念を定めて筆者が人間固有の能力としての設計を論じたのが1973年である[1]。そこでは、人間の設計行為とはなにか、なぜ設計能力が生じるのか、その結果生み出される設計結果とはなにかなど、多様な設計行為の中に共通に存在する設計を明らかにするための「一般設計学」という分野に取り掛かったのであったが、その中で、機械、建築物、情報システム、そして社会システムなど、人工的なものを一まとめにする概念が必要不可欠となった。そこで、作られたもの、作られるであろうものすべての外延を包含する内包概念としての人工物を定義したのである。

同じころ人工物という概念の重要性を述べたものとして、1969年に出版されたH. Simonの“The Science of the Artificial”[2]がある。経営学と人工知能との接点に位置付けられるともいえるこの書について、工学設計を考えていた筆者はその存在を知る機会がなく、1977年の日本語訳[3]を手にして始めて、Simonが人工物について考察を行っていることを知ることになった。ここでは主としてthe artificialという表現が使われているが(artifactも使われている)、人工物について深い洞察を行った書である。とくに「人工物の科学」を創りたいという目標についての語りは、大いに共感を覚えたのを思い出す。Simonの予告は、人工物の科学は人工知能の展開によって明らかにされてゆくというものであった。一方筆者はすでに、一般設計学は計算機に依拠した人工知能の研究や、計算機による設計支援システムによっては作れないと宣言した後だったので、Simonと接点を持つ機会はなかった。30年後の現在、設計の本質はどの方法によっても依然として明解に記述することができないが、Simonの深遠な思索に直接触れることができなかったのは、今から思えば残念なことである。

さて、筆者の1973年当時の人工物の定義は「自然としては存在しなかったもの」である。この言葉には当初かなりの抵抗があったが、今は多く使われるようになり、この言葉なしには論じられない問題も多くなった。

その中で重要な課題として、環境問題がある。地球環境の持続性が人間の行動の影響を受けるという問題は今共通の関心事であり、その考察のために人工物という概念は欠く事ができない[4]。それは自然に影響を与える人間の行動は、多くの場合自然物を人工物に変換するという行為を伴うからである。人工物の主なものとしての、機械、道具、装置、建造物、家具、書籍、工芸品などは、それぞれ素材、従って材料を使うが、それらは皆自然資源を発掘したり採取したりして得るものである。自然としては存在しないものという定義からすれば、発掘したものはすでに人工物であり、その後精錬、加工、組み立て等を経て身近な人工物となる。燃料も、使える状態では勿論人工物である。自然物が人工物に変換されるとき、自然は変化を受ける。また人工物は作られるだけでなく使われる。この使うことによって、自然は変化を受ける。このようにして、環境変化の主要な要因として人工物を考えざるを得ず、従って人工物は重要な概念となる。それは自然と同じものと考えては許されず、別々に機械、電気装置などと考えては環境に対する全体的影響を論じることはできず、また蔑視するなどとんでもないのであって、自然とはまったく違うものでありながら、同じ重要性を持った存在なのである。

2. 物理学と機能学

人工物は人間が作った物だから、その隅々まで知っていると思うのは思い上がりである。理由は二つある。一つは、人間が作ったと言っても、部材をマクロに知っているだけで、その内部微細構造まで知っているわけではない。例えば木材の微細構造を知らなくても、そのマクロな強度を知っていれば、椅子を作ることはできる。作るためには、要素ごとの働きだけを知っていれば良いのであって、すべてを知っているわけではない。これは部分的にしか知らないのにすべてを知っていると思いつきであるが、二つ目の理由が本質的なものである。それは、人工物には人間の意図が込められており、それはもともと存在していた自然物とは違う効果を、人間を含む外界に与えている。人工物が外界すなわち他のものに与えている効果を“機能”と呼ぶ。すると一つ目の理由の、要素の働きも関係部品という外界に対する機能であることが理解される[5]。このように考えると、人工物の理解とは、その内部構造がどのように外界と作用して機能を発揮するかを知ることであり、その領域を“機能学”と呼んでもよい。これは自然物の理解を目的とする物理学とは異質のものであることがわかる。そして私たちは機能学について、ほとんど未熟な体系を持っているに過ぎない。

この異質性を明確にするためには、機能とは何かを定

義する必要がある。実はこれもなかなか大変な仕事である。もともと機能は生物学の概念であり [6]、従って文化人類学でも使われる言葉であるが [7]、詳細な議論は社会学の Merton [8] によって行われ、そこでは人や社会的組織の機能が論じられており、我々が研究してきた設計学における機能、すなわち人工物の機能と対象は違うが、われわれの定義は Merton のものに近い。これらの定義は認識論で厳密に考察されているように [9]、いずれも人間（あるいは生き物）にとっての意味という面を持っているから、もはや物理学が自然物に対して持つ視点と違うのは明らかである。ここで 1973 年の筆者の定義を再録すれば、

定義：ある実体を、ある状況に置いたときに発現する属性によって観察される挙動を、その状況における顕在機能という。状況が変わることによって異なる機能が現れるが、その現れる可能性のある全機能を潜在機能と呼ぶ。顕在機能と潜在機能とを総称して機能と呼ぶ

というものである [1]。この機能の定義が人工物の理解の基本となるが、ここでいうすべての機能を知るということは、物理学におけるすべての内部構造を知ingことを前提としているのであって、自然物を知ろうとする物理学は、人工物を知ろうとする機能学の部分を構成していることが理解される。

人間と自然の関係を作るという観点で考察したのは前出のホムファーベルという人間の定義を作ったベルグソンであり、人間は意識一般に突き動かされて自然に働きかけ、物を作り、それによって新しい存在へと進化してゆく。そこには物を作る人間が、作ることによって進化する、すなわち人間の創造と進化という、私たち工学者にとっても身近な問題を論じながら、しかし働きかけられた自然の変化には関心を持つことが無く、従って人工物という概念はでてこない。すでにベルグソンは、哲学が自然を理解するものに対し、科学は自然を人間の支配下に置くものという考えを出していたが、作られたものに関心を向ける思索家の出現は更に後で、例えばマンフォードのような、建築やデザインの世界で始めて、作られたものについての思索が始められる [10]。これは機能学と言っても良いが、しかし、そこではすでに、作ることが芸術と技術、あるいは表象と実用という対立の中に価値付けられて分類され、重要な視点ではあるが作られたものの全存在という視点が出てこない。人工物とは、創られたものの存在すべてを、機能という視点で捉えるための表現なのであって、表象と実用という分類を芸術の視点を使ってするのは、領域の視点を除いた人工物を描出した後にすべきことなのである。

このように考えてくると、ただちに新しい問題が起きることに気づく。それは自然物の機能という問題であ

る。それは勿論物理学では扱わない。とすれば、これは機能学の範疇である。そもそも人間がこの地球上で生存しているのは、自然の恩恵によっているのであり、言い換えれば自然物の機能を使わずに生存することはできない。空気があり水があり、食糧があり資源がある。そしてこれらを作り出す自然の装置がある。このことは最近になって明示的に言及されるようになり「エコシステムの機能」と呼ばれ経済的価値を計量する事も行われている [11]。

このことを考慮して、方針が決まる。それは、物理学が自然を構造と性質の関連において捉えるのに対し、機能学は自然および人工物を構造と機能の関連に置いて捉えるものとする。しかも求めるものは、ベルグソンのように自然を支配するための科学的知識ではなく、自然と人工物の組を持続するための知識であり、そのための鍵として機能を位置付けるのである。

3. 自然観と人工物観

ここで議論を簡単にするために、物理学は物理（物の理）を、機能学は機能を対象にするものとして、それぞれに対する観念、すなわち自然観と人工物観について考察することにしよう。

自然観は人が自然存在全体に対して持つ観念（views）であり、歴史的に哲学の、そして近代以降は科学の背景にあってその構造を決めているものと考えてよい。例えばニュートンでは、全自然存在は、統一的な法則によって拘束されており、したがってすべての自然現象は、人間によって観察されるか、されないかに関係なく因果関係によって決められていると考える。この自然観がニュートン力学に骨格を与え、構造を決めている点が重要である。ここで詳述する余裕は無いけれども、デカルトにせよ、カントにせよ、偉大な思想家は固有の自然観を持っており、それは直接間接に述べられている。そしてそれから自然と人間との関わり方を導き、それに基づいて人間を考える。すなわちそこに、人間観を考察する場が生まれる。この場合、自然観の元となる自然は、人間とは関係なく存在する神のものであるか、たとえ働きかけたところで何の変化も受けない強靱な存在である。

一方人工物観は、その言葉が無かったのだから、表現され直接議論される機会は無かった。従ってその歴史を記述された思想史の中に直接読むことは困難なのであるが、作られた人工物について、それがどのような目的で作られどのように使われたかを知ることによって人工物観を推定することは可能である。その詳細な調査がこれから望まれるのであるが、ここでは各時代における人工物を作る目的、あるいは動機についてのごく大まかな理解で人工物観の歴史を概観することを試みる。

古く先史考古学が対象とする時代は、前述したように

発掘された“人工物”が貴重な資料であるが、それは多くの場合道具である。それは決して強いとはいえない人類が、他の動物を含む自然の猛威を逃れあるいは打ち勝って生きてゆくために不可欠なものであった。これは長い歴史を通じて、人類を次第に強いものにしていった。しかしこのような人間と一体になって人間を強力にする道具だけではなく、農耕が始まって日々の食糧獲得作業から開放されると、そこには生活用品や作業のための器具などが生まれてくる。そして勿論、古代の各時代を特徴付ける造形美術も常に存在した。これらの道具、器具、美術品は、それぞれ生存のための人工物、利便性のための人工物、表象のための人工物であると考えられるが、このように長い歴史を通じて人類は多様な機能を持つ人工物を作り出してきたと考えてよい。しかしここで注意すべきことは、これらの人工物は必ずしもこれから検討しようとする人工物とは必ずしも同じではないことである。それは、例えば道具で矢じりを考えると、あるいは格好の形をした石が自然界に見つかったとき、そのまま使用するということが大いにあったと考えられ、この場合は自然物を使ったに過ぎず、人工物ではないと考える事もありうる。定義からすれば、使用する状態に置かれたその石は人工物なのであるがほとんど自然物である。器具にしても表象にしても、目的とするものに近い自然物を持ってきて最小の加工で済ませることが多いとすれば、人工物と自然物の違いを截然とつけることは容易でなくなる。このことは現代でもあり、前述のエコシステムサービスはその例であるが、人工物と自然との“近さ”という、人工環境を考えるときの重要な概念がここにはあって、検討しなければならぬものであり、その歴史の変遷は興味ある課題であるが、それは別の機会に譲ろう。ここでは、人工物には生存、利便、表象を機能とするものがあり、すでに古代においてそれらの人工物が出揃っていたことを知っておけばよい。

人工物と自然との境界が判然としないことと、多様な機能を持つものが極めて長期にわたって共存したことから考えると、この人工物誕生の長い時代の人工物観を明解に言うことは難しいし、恐らく時により場所により、この三者は相互に関係しながら揺動していたのであろうから、この長い時代を特徴付ける人工物観は単純なものであるはずがない。人工物を作り出す背後にあるものとしての人工物観を考察する今の目的から考えて、取りあえずこの時代の考察は省略する。ここでは、人工物の機能には生存、利便、表象の三種類があり、それぞれの機能を持つ人工物は、この三種類に対応する人工物観に依拠して作られると考える。そしてより新しい時代のそれぞれには、その時代の状況を背景とする人工物観があり、それがその時代を特徴付ける人工物を作り出したと考える。

4. 人工物観の変遷

歴史を通じて作られた建造物である寺院や神殿、あるいは華麗な装飾品から理解されるように、古代においては権力と関係付けられた表象に、人間の作る能力が集中していたことが理解される。勿論この時代にも、武器、狩猟器具、運搬器具などの多様な人工物が作られていたが、当時の先端技術は権力や宗教と結びつき、表象に向けられていたと考えても良いのではないだろうか。そこで古代を「表象のための人工物」の時代とする。言い換えれば、この時代の人工物観は次のように言えるであろう。それは宗教的な内面の表現や現世的な期待感の表現のような、精神的な内面の表現を人工物による表象を通じて行ったことから言って、人工物は精神が外化したものであり、自然と対話するために必要なものであった。

しかし中世では、技術的工夫が多く道具や器具に向けられた。ヨーロッパで言えば、ギリシャローマ時代には権力の元に集約されていた生産技術は、広い地域へと拡散し、そこで権力と関係のない人々の、生活や安全のための技術となって多様な進展を遂げていった。時代の先端技術が安全な生活のために向けられたということもでき、「生存のための人工物」の時代と呼べる。これらの技術の集大成は、フランス大百科全書を見ればわかるように、少なくとも機械系といわれるあらゆる分野で、現代の技術の基本的な原型を完成させていた。人工物は食糧を獲得し、風雨をしのぎ、外敵から身を守り、そして災害を防ぐことによって安全な生存を営むために必要不可欠なものとなっていった。従って人工物観は、人間の生存にとって不可欠な物が人工物であり、作れば作るほどよいものであり、全力を挙げて作り出すべきものであったと思われる。人工物はこの時代に、人間を攻撃する外敵である邪悪なるものとの、全知を傾けた戦いの中で生み出される、きわめて重いものであったはずである。人類が中世を通じて地球上で滅ぼされることなく生き延びたのは勿論人類の優れた知恵によるが、その中で人工物は象徴的な存在であった。このように、人類にとって極めて重い意味をもって作り出された人工物と、更に生存を確実にするために創りたい、しかし未だ作ることができないでいる人工物に対する期待とが、当時の人工物観を構成する。従ってそれは邪悪なるものとの戦いに代表される生存への努力の中心におかれていたと考えてよい。

近代では科学が登場し、技術は科学に乗って急速に進歩する。その出発は産業革命であるが、それが動力革命とも呼ばれるように、それまで人力、畜力、水力に頼っていた動力が、蒸気機関などの機械装置に置き換わって、生産効率が飛躍的に伸びる。しかも、それだけでなく、他の多くの技術的基礎が熱力学や流体力学などの体系的、

科学的知識に依拠することとなり、それまでの技術進歩が手探りであったのに対し、合理的に進歩の方向を定めることが可能となり進歩が加速されることとなった。

この加速の結果、技術の進歩に質的な変化が起こる。表象や生存の人工物は、長い間その出現が待たれており、ようやく新しい技術あるいは社会の状況の変化によって実現したものであったと考えてよいであろう。長い間の夢が、ようやく実現するのである。ところが科学に依拠する技術を手にすると、それが人々によって求められるかどうかに関わり無く、まず科学によって人工物として構成可能なものが示され、ひとつはその可能性の中から望みのものを選択するという、過去にはなかった人工物の成立過程が出現することになる。その選択は、生存のために本質的な効果を認識しての場合もあるではあるが、一般には生存性のような深刻さを持たない利便性を基準として選択する場合が多くなる。この場合は人間の、深刻で本質的な生存欲求の拡大速度よりも、技術の進歩速度のほうが速くなるのであって、技術が夢を生むと言っても良いであろう。このような状況で生み出される人工物は「利便のための人工物」と呼ぶのが良いであろう。そして少なくとも先進工業国で20世紀までは確実に、そして現在でも恐らく、社会を支配している人工物の状況は近代以降辿ってきたこの道の上にあると言ってよい。私たちが今、市場に新製品を求める態度は、この利便のための人工物を対象にすることが多いと考えてよいであろう。

このような状況では、人工物観は新しい様相を示すことになる。精神の外化であったり夢であったりした内発的な人工物観は次のような理由によって内発的なものでなくなる。技術的可能性の生存欲求に対しての先行を間接的原因とし、一方作ることの専門化と隠蔽化によってそれが人々の目に触れなくなることを直接の原因として、一般の人々にとっては人工物があたかも自然のように精神と関係なく存在するものになってしまう。このようにして人工物は単に利便性を持つ、あればよいものとなり、人工物観は自然観の付加的なものになってしまうのである。

人工物の変遷を極めて概括的に見れば、上述のように「表象のための人工物」「生存のための人工物」「利便のための人工物」という経過が見える。そしてその経過は、人間のものを作る能力が、知識によって拡大してきたことと重なっている。このことは技術の歴史を考える上で重要なことである。特に現在、各国で国費を投入して科学の進展を図り、それを通じて技術の国際競争力を向上させようとしていることが技術の歴史にどのような効果をもたらすのか、という点について関心を持たざるを得ない。過去の人工物観の詳細な歴史も含めこの視点での分析が必要であるが、それは歴史家の作業に任

せ、ここではこれらの人工物の背後にあって変遷してきた人工物観が、現代においてどのような変化を遂げるのかを考察しながら、人工物観という視点の重要性を、特に工学の状況を考えるために必要であることに注目しつつ考えることにする。

5. 持続のための人工物：人工物観の復権

人工物を特徴付けるのは機能である。上述のように人工物の変遷を、表象のため、生存のため、利便のためとしたのであったが、これらはそれぞれの時代に人工物に与えた代表的な機能である。人工物の背後に人工物観があるという定義によれば、人工物観とは人工物を作ることによって実現しようとした機能であって、これらの表象、生存、利便がそれぞれ時代の人工物観を代表していると考えてよい。

さて、ここで、現在という時点が、人工物観が大きな変化を遂げる時であるという認識に立つ。それは近代以降、現代までを特徴付ける技術の状況、すなわち技術的可能性が基本的な生存欲求の拡大速度より大きくなったことによる選択範囲の増大が過度に進んだことと関係する。速度差の逆転は生存の確保という状況を離陸して利便の追求という新しい状況を生んだが、その増大が更に進んで技術的可能性が大きくなりすぎて生存欲求との関係が見失われてしまうという段階に至り、ついに本来欲求に先導されていた技術的可能性が可制御性を失ってしまう。その結果、人類が現代において日常的には意識することがなくなってしまった真の欲求、すなわち生存を、人工物が脅かす状態の出現という、きわめて深刻な問題に人類が直面することになる。しかもこの速度差は地球上の地域によって異なるために、同じ人工物が地域によって異なる機能を持つという難しい状況も出現している事も忘れてはならない。

過去における人工物は、異なる人工物観によって創られたにも関わらず、一つの人工物はそれに対応する表象の、生存の、そして利便の機能をその分だけ自然の機能を増加させるという加算的で調和的な基本的関係を保ち続けたという点では基本的に同質であった。しかし、このように個々に独立であった人工物は、あるとき突然、全体が有機的なシステムとなり、従って人工物全体の機能が構造を持つようになって加算性が失われてしまう。その結果一つ一つの人工物はそれぞれの人に所有されながら、全体として人間の手を離れてゆく。そして所有状態と関係のない人工物全体の制御という新しい課題を生じさせる。実は持続性という問題が現代において生じたのは、このような状況の直接的帰結である。持続性の喪失については、科学的知識の適用がもたらす持続性の破壊を三つの破綻として別に論じ[12]、また現在の邪悪

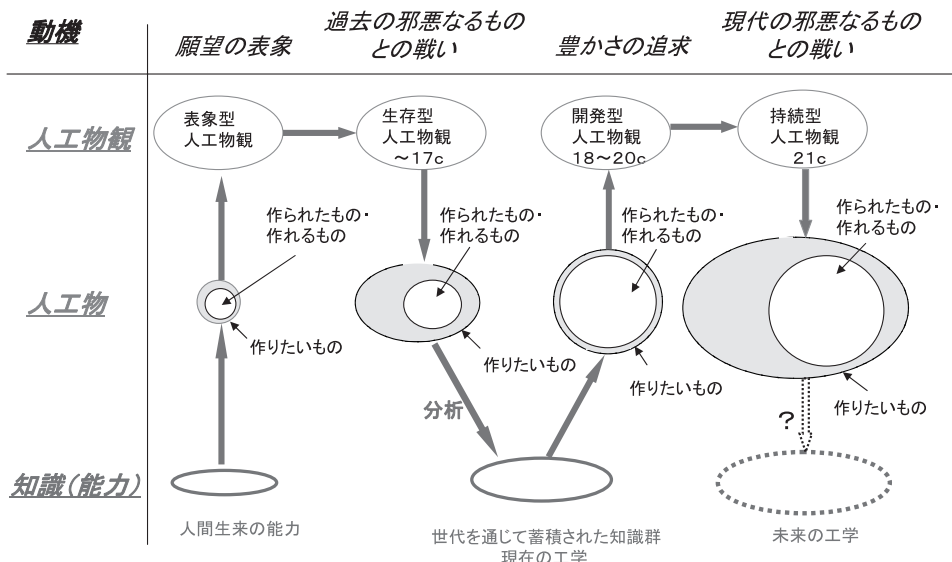


Fig. 1: 人工物観の歴史的回帰 (Atavism)

なるものを定義して、その解決のために「人工物工学」が必要であることを明らかにし、実際にその研究センター [13] もできて研究が続けられているのでここでは省略しよう。いずれにしてもこの状況を回避するためには、現在の利便の追求によって一つ一つ人工物を加えてゆくという方法を修正することが必要である。

このような状況において、私たちに必要な人工物に対する視点は明らかである。それは個々の人工物を独立にそのものの機能によって作り、あるいは理解するのでなく、人工物の総体をまとめてみる視点が重要ということである。そしてこのことは、人工物観の大きな変化を要請する。

過去の長い歴史において、人工物観は表象、生存、利便と変遷してきたことを述べたのであったが、現在に至ってそれは持続になった。そしてこの利便から持続への変化を特徴付けるのは、機能から加算性が失われ全体性が現れるという点であった。2節のはじめに、人の人工物に対する思いあがり指摘したのであったが、その指摘は、人工物の機能が全体性を獲得することによって更に重いものとなる。人工物の一つひとつは望む機能を実現するものとして人間の作ったものではあるが、人工物全体の機能は人間の手を離れ、人間の望みの機能とは異なるものを持つものとなる。それはあたかも、もともと全体性をもって効果していた自然物と、新しく全体性を獲得した人工物とが類似性を獲得したように見える。このことは、人工物が自然の付加物になることによって人工物観を衰弱させた現代の状況を脱却して、改めて人工物観を復権させなければならない状況が到来したという事もできる。

このことには重要な意味がある。人間は自然の機能

を恩恵として享受しながら、しかしその機能を論じることなくその物理だけを分析し、知識を蓄積してきたのであった。その分析の行為が人間の知的行為の中心であり、その結果私たちの持つ体系的な知識は、物理学を中心としている。そしてそれは、表象、生存、利便の人工物観の下では最も確かで有用な知識を提供してきたのであった。それでは、人工物が自然物に似てきたからと言って、人工物の物理を知識の体系に付け加えればよいのだろうか。

この方法が不十分であることはすでに述べたとおりである。第一にそれは人工物を理解することにはならないし、現代の目的である持続について何も教えてくれない。今必要なのは機能についての知識である。

このことから、人工物が持続のためのものとなったときの人工物観とはどのようなものかが明らかとなってくる。それは、人工物の総体の機能を考えるというものであり、それは個々の人工物の機能の加算したものではない未知の機能である。しかもそれは、自然物の機能と連続している。従って持続の実現のためには、自然物の機能と人工物の機能とを一体として対象化し、それに対する操作法を設計しなければならない。

しかも持続の実現とは、利便のための人工物と違って、あればよいというものではなく、実現しなければ人類が滅びるという緊急性を持つものなのである。これはあたかも中世を中心とした、外敵と戦って勝たなければ生きることができなかった状況から生まれた生存のための科学と類似の状況である。しかし外敵は中世におけるような一つ一つが容易に同定される可視的な敵でなく、現在我々が持っている知識では定義のできない自然と人工の連続した総合的な存在であり、しかもその出現の原因

が人類の行動に内在している。中世とはその内容をまったく異にしながら、ここには邪悪なるものとの戦いという、中世を特徴付ける本質と共通した状況が生じつつあることを私たちは知る必要がある。それはあたかも先祖返り (Atavism) と呼べて、持続のための科学を展開する上で重要な視点を提供している。ここに、生存のための科学への先祖返りでありながら、自然だけでなく人工物をも含む対象を総体として捉えなければならないという点で、しかもそれらの物理でなく、それらの機能を考えるという点で、未知の研究領域が科学者を待っていることになる。

6. 横断型基幹科学技術の意義

上述のような研究領域とはどのようなものであろうか。それは物理でなく機能、分析でなく構成、共時態でなく通時態、など、従来の科学研究の方法の変更を要請するものである。しかしここではそれらを直接論じるのではなく、今広く認められる一つの社会的状況に注目しながら、この変更への要請を理解することを試みよう。

その社会的状況とは、イノベーションへの期待である。イノベーションは、シュンペータ以来、社会の価値体系に影響を与える制度や技術の革新として理解され、経済を中心に、技術開発などでしばしば議論の対象になっていたものである。ところが世界では最近の10年ほど、日本ではここ2、3年の間に急速に関心が高まり、専門領域の議論を超えて社会一般の言葉となり、日常的に使われる状況が現出した。特に多くの国で、イノベーションが重要な政策課題として取り上げられるようになった。これはなぜであろうか。

それは専門領域内の問題でなく、個人も、企業も、国家も現実に関わり合いに追い立てられている状況があるからである。個人は日常的な生活や仕事で、ゆっくりした変わることのない日々を送ることを許されず、常に創意工夫を求められているが、努力しても報われない。企業は、大競争時代といわれる中で経営も、管理も、技術も急速な変化の流れの中で、一歩も立ち止まることができない状況に置かれ、ひたすら走っている。国家は国際的にも国内的にも、政治、経済、社会の難問に襲われ続け、新しい着想によって対応することが避けられないことは明らかなのにその方向が見えない。これらの困難の中で、何か現在と違う仕組みがあるはずだと考える。その思考形態はイノベーションである。

それではこのような追い立てられる状況がなぜ起こったのであろうか。それは、今までは制御する対象でなく、与えられたものであった外部状況が、放置できないほどに変化したからである。第一に、何の配慮も必要としない恩恵であった地球環境が、さまざまな工夫で維持

しなければならない対象となった。第二に、対立を克服してついに平和な関係を樹立できたと期待した国際関係は、その調整がきわめて難しいものであることをあらわにした。第三に、若者の希望と期待を実現する場としての社会や経済は、その硬直性を打破すべき対象となってしまった。そして第四に、現世代の知を次世代に伝達してきた教育は、急速に、そして動的に生み出される現代の知の状況と無関係な行為となってしまった。これらの難問の解決は、従来の思考や行動の延長上にはなく、なにか本質的な変革、すなわちイノベーションが必要である。

このことから、今私たちが共感のもとで求めているイノベーションは、従来の、シュンペータ以来議論してきたイノベーションとは異質のものであることがわかる。それは、あれば社会が改善されるというものでなく、人類にとって避けるのでできない、しかもその方向が明確に定められたものである。その方向とは、上述の難問の解決に他ならない。これらの難問に共通する特徴は、単一学問領域の中の問題ではないという点である。これには明確な理由がある。地球環境、国際関係、社会経済、教育などは、その基本的枠組が私たちにとって与えられたものであった。地球環境は考える必要のないものであり、国際関係は大きな変化を求めることはできず、社会経済の基本的枠組みの急激な変化は起こりえず、教育の基本は世代間の暗黙の了解であり変えることは許されない。しかしいま、これらの基本的枠組に不整合が生じ始めている。それらを、戦争や革命あるいは強権によって変えるのではなく、社会の多数の合意によって緩やかに変える方法を探し出す必要がある。言い換えれば、個人、企業、国家の、個々の問題についての新しい着想に基づく努力が、基本的枠組を全体として好ましい方向へと変化させる方法を発見することが必要なのである。しかもそれは本質的な敗者を生まない連続的な変化でなければならない。

例えば、産業活動が地球環境に影響を与えることは持続的発展における深刻な問題であるが、それはすべての企業に活動を縮小することを強制するのではなく、個々の企業の固有の努力が、結果として全体的な地球環境を良好な方向へと変化させることが望ましい。このような変化を私は産業の重心移動と呼んでいるが[14]、ここで行動者である各企業にとって必要なのは、各企業の努力が産業全体として持続性の良好な方向への移動に対して貢献するのかどうかを明らかにする指標である。このような指標は検討中であり[15]、完成されたものは未だ無いが、この指標を求めることは現代に必要な重要な科学研究の一つであると考えられる。しかしそれは物理化学的知識だけでなく、地球環境、資源、企業経営、経済政策、産業構造などの広範な知識が必要であり、従来の研

究の仕組みでは解けない問題である。しかもここには、恐らく人工物観の変化の一つの重要な軸になると考えられる課題、すなわち価値は物、すなわち物理によって決まるのではなく、機能によって決まるという点がある。これは産業の成果をサービスとして統一的に理解することの必要性を示唆しているのであって、製造産業とサービス産業との統一という、直ちに取り掛からねばならない状況があることに気づく必要がある [16]。従って、これを支える基礎的な知識の創出が緊急の課題である。

この例でも直ちにわかることであるが、従来の与えられた外部条件を変革の対象として考慮する場合の特徴が見えてくる。与えられた外部条件のもとでの前進は、一つの科学領域の発見、発明によって可能であった。その実現までには、多くの他分野の参加を必要とするが、出発は単独領域の新知識である。ところが従来外部条件と考えられていたものの変革は、どんな領域も単一でその解決のための出発の可能性すら示すことができない。

このことを人工物観として考えると問題は明解となる。すでに述べたように、現代の人工物観は、人工物の総体の機能、すなわち個々の人工物の機能の加算したものではない機能を対象としている。もし加算が許されるなら、従ってそのような人工物観のもとでの設計は、特定の領域で考えることのできる単独のものを対象にすればよかったと思われる。しかし、新しい人工物観のもとで、この総体を持続可能なものへと重心移動させるためには、もはや目前の一つの欲しいものの機能を概念のうちに構成して設計する態度が適用できないことは明らかであって、人工物総体の機能を設計するという基本的な原則が必要となる [17]。

このことは決して抽象的な議論でないことを付け加えておこう。目標期限を設定することのできない新エネルギー源の研究や、何十年先の輸送機関の開発計画などが現実にはじめられている。まだ決して多くは無けれど、すでに企業を越え、国家も超えて始められているこれらの研究は、間違いなく新しい人工物観に依拠する研究であり、そこでは領域を超えた研究者の協力、すなわち横断型基幹科学技術の思想と方法が不可欠となっているのである。

参考文献

- [1] 吉川弘之: 一般設計学序説, 精密機械, Vol.45, p. 906, 1979 (口頭発表 1973),
H. Yoshikawa: General Design Theory and a CAD System, Man-machine Communication in CAD/CAM, T. Sata and E. Warman (Eds.), North Holland, IFIP, 1981.
- [2] H. A. Simon: The Sciences of the Artificial, MIT Press, 1969, 1982.

- [3] ハーバート・サイモン: システムの科学, 稲葉元吉, 吉原英樹訳, 1969, 1977, ダイヤモンド社, 1982, パーソナルメディア (註: 原著の the artificial は, 1968 年版では主として人為的世界と訳されているが, 1977, 1982 年版では人工物と訳されている)
- [4] 吉川弘之: 設計論の最近の動向, 精密機械, Vol.47, p. 907, 1981.
- [5] 吉川弘之: 機械のトポロジ, 精密機械, Vol.38, p. 1018, 1972 (口頭発表 1970) .
- [6] L. von Bertalanffy: Modern Theories of Development, NY, Oxford Univ. Press, 1933.
- [7] R. Barthes: Systeme de la Mode, Editions du Seuil, Paris, 1967 (佐藤信夫訳, モードの体系, みすず書房, 1972) .
- [8] R. K. Merton: Social Theory and Social Structure, The Free Press, 1949, 1957 (森東吾ほか訳, 社会理論と社会構造, みすず書房, 1961) .
- [9] 例えば Edmund Husserl の現象学は我々工学者の関心の多くに応えてくれる .
- [10] L. Mumford: Art and Technics, Columbia University Press, 1952 (芸術と技術, 生田勉訳, 岩波新書, 1954) .
- [11] R. Costanza et al.: The value of the world's ecosystem services and natural capital, Nature, Vol.387/15, p. 263, May 1997, および G. C. Daily and K. Ellison: The New Economy of Nature, Island Press, 2002.
- [12] 吉川弘之: 科学者の新しい役割, 岩波書店, 2002.
- [13] 東京大学人工物工学研究センター, 1994 年設置.
- [14] 吉川弘之: 産業科学技術の哲学, (吉川弘之, 内藤耕, 東京大学出版会, 2005), 序文.
- [15] 産業技術総合研究所: 持続性に向けた産業科学技術委員会, 報告書 (2007) .
- [16] 吉川弘之: テクノロジーの行方, 21 世紀問題群ブックス 8, 岩波書店, 1996.
- [17] H. Yoshikawa: Reformation of Scientific Disciplines, World Conference on Science, A. M. Cetto (Ed.), UNESCO/ICSU, p. 76, 2000.

吉川 弘之



1956 年東京大学工学部卒業。1963 年同大学院博士課程修了。同大学助教授, 教授, 学部長を経て 1993 年同大学総長。1998 年放送大学長。2001 年産業技術総合研究理事長, 現在に至る。日本学術振興会会長, 日本学術会議会長, 国際科学会議 (ICSU) 会長, ユネスコ国内委員会会長などを歴任。IFIP Silver Core Medal (1990), Education Award (1995, SME, USA), 蓮沼記念賞 (1995, 精密工学会), 日本国際賞 (1997, 第 13 回), レジオンドヌール賞 (2000, フランス), 国家功労賞 (2003, ノルウェー)。