

# 1997 (第13回) 日本国際賞受賞者

## 1997(13th) Japan Prize Laureate



### 吉川 弘之博士 (日本)

前東京大学総長 1933年生まれ

### Dr. Hiroyuki Yoshikawa (Japan)

Former President, The University of Tokyo,  
Born in 1933.

### 「人工環境のためのシステム技術」分野

授賞対象業績: ロボット産業の創設と全地球的技術パラダイムの創出  
(共同受賞)

吉川弘之博士は、環境破壊、資源の枯渇、過当競争などの地球規模の問題にたいして、地球全体の生産性と人工環境が最適になることを主目的とした設計生産工学の研究を行った。そしてものづくりに係わる知識体系の著しい専門領域化が、こうした問題の解決を困難にしていることを論証し、一般設計学という学問分野を開拓してこれら問題解決のための知識体系化をめざした人工物工学を提唱した。

### Category of Systems Engineering for an Artifactual Environment

Reasons for Award : Establishment of the Robot Industry and Creation  
of a Techno-Global Paradigm<Joint Award>

Dr. Yoshikawa has shown that the professional disciplines associated with the production of artifacts have been too specialized with respect to the system of knowledge, which has made the solving of such problems as environmental destruction and depletion of resources difficult.

He has played a leading role in research in the systematizing knowledge related to design and manufacturing and has developed a new field called general design theory. Based on this concept, he has proposed artifactual engineering in order to solve the above problems.

## 1. 設計

設計することは、人類が持つ重要な特徴である。設計は、建築設計、機械設計などのように、技術の各分野に存在するが、それはその時まで存在していなかったものを新しく創り出すための考案の過程である。そしてそれは、技術の分野以外の創造的過程、それらは設計と呼ばれず創作とか制作と呼ばれたりするが、それらとも基本的なところで共通することを考えると、設計が、他の生物と際立って異なる特徴を人類に与えていることを、容易に理解することができるであろう。

従って、人間とは何かを理解するために、設計とは何かを考察することを避けて通ることは出来ないと思われる。それは人間にとって二つの意味で本質的な重要性を持っている。第一は、他の生物にはない性質であるが故に人間を理解するために知らなければならないことであり、人類にとって永遠の課題と言うことができるが、第二の課題、それは設計し製造したものが現実世界に存在し始めることを通じて、自らの環境を変えてしまうことであり、それは現代の環境問題に直結しており、緊急の課題であるという側面を持っている。

このように、本質的な重要性をもつ課題としての設計を、どのような方法で研究するのかを明らかにする必要がある。設計が、技術やその他の世界で、その世界の特徴を反映した様様な行為である以上、個別の設計行為を対象としていては無数の「設計学」ができてしまう。そして、建築設計学と電気回路設計学は、同じ設計なのに無関係な学問になってしまう。

人間が行うあらゆる設計行為に共通な部分に注目し、その理論を作ることを目的とする研究領域を「一般設計学」と呼ぶ。まず問題を、技術における設計に限定するが、そうすると一般設計学の課題は、人が想起した概念を、物理的に存在可能なもの、すなわち人工物として実現させる行為を一般的に考察の対象とすることになる。

## 2. 一般設計学

技術における設計を体系として記述する試みは古くから存在する。よく言われるように、設計の習熟者になるには、どんな領域でも10年以上かかる。そして、設計の体系を記述する書は、自らの長い設計者としての経験に裏打ちされているものが多い。設計学、設計方法などの標題を持つ書の中には、自らの経験を、直接経験談として語りかけるものも多く、それは現実には、大変役に立つ書である。

しかし、同じ経験に裏打ちされていると言っても、設計対象や設計過程をできるだけ体系的に記述し、客観的な設計についての体系を樹立しようとする試みもある。設計対象を機能と実体との構造関係として描出することによって一般的記述を行うもの、設計過程を時系列として標準的モデルを求めるもの、過去の設計例の収集を規範とするもの、心理学的手法を用いるものなどである。これらは、今までに行なわれた設計の事例を基礎として、設計をできるだけ一般的な形式で述べようとしたものである。それらは一定の成果を得ており、設計を学ぶものにとっては勿論有用である。しかし共通の問題点がある。それは、どの設計論も、その正当性を保証あるいは過誤を反証する方法がない、という点である。それらが設計の体験を基礎としている以上、必ず正しい面があるが、それらが科学として成長する可能性はない。

そこで、設計を科学としての条件を満たしつつ体系的に記述する、という計画がたてられることになる。それが可能になれば、その成果としての設計学は、設計学の理論的研究を通じてより精緻な体系へと進化し、その結果その応用としての設計行為は、より豊かな人工物環境を提供する、という調和的な発展が約束される、という計画である。

一般設計学はこのような計画の路線に従うものの一つの可能な方法として提案されたものである。それは人間の概念系に関する単純なモデルを公理とし、設計行為の全体を定理として記述しようとする。得られた定理のすべてが、現実の世界での設計行

為を例外なく説明することが検証されれば、公理系、すなわちそれから演繹される理論体系の正当性が強化されるという構造を持つことになる。

### 3. 検証

1970年代に提案した一般設計学では、公理は3つしかなく、非常に抽象的なものである。すべての領域の設計に適用可能な設計理論という前提から言って、その抽象性はやむを得ないが、得られる定理も抽象的であるという問題がある。しかもその定理の検証というとき、検証手段は実際の設計者の設計を観察することであるから、それは抽象的なものではない。ここに得られた理論的結果と検証のための実験との抽象性の差異という、物理学などのいわゆる精密科学では現れない固有の困難な問題が現れる。

他の知能研究でも類似の問題があるが、これをもって、設計研究は結局、理論における仮説の提出と実験による検証という、自然科学に共通の方法としての実験科学の範疇に入ることができない、と結論すべきであろうか。

現在のところ、一般設計学は実験科学的方法によっては、その精密性を向上することに限界があるという見通しである。それは、一般設計学の課題は、あくまで設計者である人間が自ら認識および制御可能な思考の中での設計行為について理論を構成する、ということにあり、この思考は観察精度に限界がある、すなわち物理学などの精密科学における観察対象である自然現象とは性質を異にすると考えられるからである。

### 4. 有効性

この問題を解決するために、実験科学における観察や測定に代るもの、あるいはそれを補強するものが必要となる。一般設計学においては、実用という方法を提案した。すなわち一般設計学で得られた知見をもとに、現実に応用可能なシステムを開発し、それを実際に使用、すなわち実用して、有用性を判

定するのである。それが有用であれば、仮説として提案された設計理論が検証に耐えたとみなが、有用でなければ反証されたことになる。ここで、応用可能なシステムというのは、設計手引書、設計事例集、計算機システムなど何でもよいが、それが設計理論を反映したものでなければならない。

現実には、これらのシステムを作成したり、あるいはその有用性を判定するのは、現実の設計の場である。それは設計研究の研究室である場合もあるが、実際の設計活動が行なわれる製造業の設計部門でもよい。その場合、システムが市場で生き残ることが、理論の検証につながるのである。従って、実験科学における仮説的理論の提案と実験による検証という基本的な組が、ここでは仮説的理論の提案と実用による正当性判定という組に置き換えられることになっている。このようにして、一般設計学が工学の諸分野を横断するものであることを考慮すると、工学が実験科学と異なる構造を持つ独立の学問分野であることが示唆される。しかも、実用とは現実すなわち存在するものを作るものであるから、存在したものに關わる歴史科学との関係も予想される。今後の課題であるが、実験科学と歴史科学との間に構造上の関連を与えるものとして、実用によって理論を検証する、「実用科学」があり得ることになる。

### 5. 実用

このようにして、一般設計学は研究室における思索に止まり得ず、その応用でなく、理論構成においてさえも、現実世界と関りを持つことが必要となる。このことを背景として、一般設計学は現在までにいくつかの展開を見せている。

最初に述べた設計研究の第二の意味、すなわち人が作り出したものが人間にとって唯一つの環境を作ってしまうという視点が、前述の実用という意味で最も重い課題となる。この場合、人がどのように設計するかという問題を超越して、人工環境そのものを研究することになる。人工環境一般というものは存在せず、人類をとりまく現実の環境が一つ存在するだ

けであるが、それを対象とする研究が人工物工学である。

一方、実験や歴史的考証に代わる実用を計画することも重要なことである。例えば産学協同というのは一つの実用の場であるが、現在のところそれは近視眼的な実利に誘導されすぎているきらいがある。実用とは歴史を作るすべてであるとすれば、この場合人工環境を作るものとして技術上の設計は可能な限り人類の叡知を統合的に投入すべきものであり、それが可能になって初めて、設計仮説を検証する実用の場としても有効なものとなる。この観点から提案され、現在進行中なのが、「知的生産システムの国際協同研究プログラム(略称IMS)」である。

## 6. おわりに

工学は学問か、というような素朴な疑問に導かれて足を踏み入れた設計に関する研究であったが、その後いろいろな展開があった。前述の人工物工学やIMSは必ずしも一般設計学とは関係のない、固有の時代的な要請によって生まれたという面もあるが、そのことは、設計学研究が時代の変化と無縁でない展開をしているという解釈を可能にしている。工学はそれ自身独自の学問領域である、というのが現在の私の結論であるが、その発展は人の技術的行為と共にあるべきもので、技術の拡がりや連動して、工学がより一般的で基礎的な学問として位置づけられる日を期待している。