

# 工学者と技術者

Engineering Researchers and Engineers

大橋 秀雄 (工学院大学)

OHASHI Hideo

The definitions of engineering and engineering science are compared among those accepted in Japan and USA. The relation between engineering science and natural science is discussed. According to the proposal that classifies science into natural and program sciences, engineering science is divided into fundamental (natural) science and inherent (program) science. The roles of engineers and engineering researchers are described and the responsibility that engineers bear to the society is stressed.

**Keywords:** engineering, engineer, researcher, natural science, program science

## 1. 工学と engineering

「工学を英語で何というか」と尋ねると、ほとんどの人は engineering と答える。「Engineering を日本語で何というか」と尋ねると、ほとんどの人は工学と答える。すなわち工学 = engineering が我々の常識となって定着している。

工学は日本語だから、我々がその意味を定義できる。8 大学工学部が中心となって活動した「工学における教育プログラムに関する検討委員会」は、1998 年に次の定義を公表している。

「工学とは数学と自然科学を基礎とし、ときには人文社会科学の知見を用いて、公共の安全、健康、福祉のために有用な事物や快適な環境を構築することを目的とする学問である。以下省略」

ここでは、当然のことながら工学を学問 science として定義し、その目的を具体的に記述している。

一方英語の engineering は、英語圏の定義に従うことになる。代表的なものとしてアメリカの教育認定団体 ABET の定義を引用すると：

「Engineering is **the profession** in which a knowledge of the mathematical and natural sciences gained by study, experience, and practice is applied... 以下省略」

ここでは、engineering が一つの専門職業 profession として定義されている。

両者を比較すると、工学は、profession としての engineering に関わる学問、すなわち engineering science であることは明白である。

言葉の意味は多様であり、定義一つで用法が統一されるものではない。図書館には engineering を表題に含む膨大な書籍が並んでいるが、その意味は専門職業としての engineering よりも、それに関わる知識、engineering science 指していることが多い。現実の用法では、engineering は、本来の profession を意味することに加え、それに関わる science、すなわち工学を意味することもあり、状況に応じて使い分けがなされている。

工学は、本来 engineering の一つの意味、engineering science に対応している。歴史を振り返ると、西欧の知識を輸入し始めた明治の始めから、工学はその意味で使われていたが、時を経るに従って、engineering そのものと思われるようになった。Engineering は、専門職業と知識の両方

を意味し、工学は後者に対応する。それが、Engineering = 工学と思われる過程で、engineering 本来の意味、専門職業 profession が忘れ去られてしまった。このような変質が起こった文化的背景として、学問は真理と悟りへの道、職業は世過ぎ口過ぎの便法という東洋思想、筆者が学尊業卑と呼んでいる潜在意識が働いていたことは否めない。

Profession としての engineering を再認識し、これを日本語にどう訳すか、これが問題である。日本技術士会は、1998 年に出版した翻訳書[1]の中で、engineering を初めて技術業と訳し、JABEE もそれに従っている。しかしこれでは、技能を能力の中核とする技術業を含んでしまうので、正確には「知識とその応用力を能力の中核とする技術業」といわねばならない。これではあまり冗長なので、当面は技術業と簡略化せざるを得ない。技能ベースの技術業を担うものが技能者 technician、知識ベースの技術業を担うものが技術者 engineer であるという使い分けは、すでに定着している。

なお漢字の本場中国では、engineering を工程、engineer を工程師、engineering science を工程科学(工学ということもある)と訳して、混乱を未然に防いでいる。

## 2. 工学と自然科学

工学は engineering に関する学問である以上、当然広い意味での科学 science の一部である。自然現象やその法則性を対象とする自然科学 natural science は、もちろん科学の一部である。両者とも科学の一部でありながら、工学は自然科学の応用ないしは亜流とみなされてきたのは、工学と自然科学の関わりをきちんと認識してこなかった因果といえる。

日本学術会議では、学術(科学)の体系について様々な議論をしてきたが、吉田民人東大名誉教授の思想に従って、科学を自然科学(法則科学)とプログラム科学に二分する提案[2]を行った。筆者はこの提案に賛同しているので、それに従って議論を進める。

自然科学は、自然現象を認知し、できればそれを法則として認識する知識体系をいう。自然を支配する法則は、見出すもので、創り出すものではない。

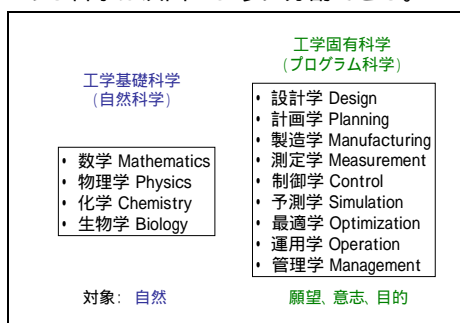
これに対し我々は、自然とは無関係な知識をたくさん持っている。自然には、文字や記号が存在しない。白黒の碁石を使って記号を描いても、風雨にさらせば自然と混ざり

合って意味を失う。これを白黒の箱に戻すことは、偉大な大自然といえどもできない。まさにエントロピー増大の法則である。しかしこれは、2歳の子供が遊びとして片づけることである。

1000億の神経細胞と200兆のシナプスからなるヒトの脳神経システムと、その発現としての意識は、自然とは別の世界、意識に支配される世界を築いてきた。意識世界では、文字・記号などの書かれたものを通じてコンテンツを表出する。ギリシャ語でいう前もって pro 書かれたもの gramma は、英語でいえば programme に対応する。プログラムこそが、自己の意識を他者に発信し、他者の意識を自己に取り込む媒体となる。これまで地球上に生を受けた200億人のホモサピエンスが創り出したプログラム、それをすべて今我々が引き継いでいる。

プログラムを書いたり、読んだりするのに必要な知識、それこそが意識世界に特有な知識で、これをプログラム科学と呼ぶ。コンピュータープログラムは当然として、設計図、企画書、楽譜、処方箋、定款、憲法、教典、すべてがまさにプログラムである。これは見出す対象である自然科学と異なり、創り出す対象である。

この見地から工学の中味を考えてみる。工学には、自然科学に属する部分と、プログラム科学に属する部分がある。前者を工学基礎科学、後者を工学固有科学と呼ぶと、工学に関係のある科学は次図のように分割できる。



工学基礎科学の対象は自然現象そのものであり、自然科学と変わりがない。機械系の学生が学ぶ機械力学、材料力学、流体力学、熱力学などは物理学の一部であるが、例題や応用を機械と関係の深い分野から持ってくることに、理学部で教える物理あるいは力学との違いがある。電気系の学生が必須とする電磁気学も、もちろん物理学の一部で、やはり例題や応用に違いが見られる。

工学固有科学は、人間の願望、意志、目的を実現するために必要なプログラム、たとえば設計図、反応プロセス、手順書、基準・規格などを書き上げるために必要な知識を与える。たとえば機械系の機械設計学や電気系の回路設計学のように、どの分野にもある設計学は、理学部にはない。なぜならば、自然は設計しないからである。これこそが工学固有の科学で、工学のオリジナリティがここにある。

工学固有科学として、設計学に加えて、自然の営みの中にはない計画学、製造学、測定学、制御学、予測学、最適学、運用学、管理学などを挙げることができる。工学系のカリキュラムをこのような視点から分類してみると、学科ごとに提供されているさまざまな科目が、プログラム科学としては同質な幾つかのグループに仕分けられる可能性がある。なお最近急激に増えてきた情報工学関連の科目は、数学部分を除けば基本的にプログラム科学に属している。設計、製造、最適化などの対象をハードウェアからソフトウェアに拡大すれば、上述の分類がほぼ当てはまる。

工学基礎科学の方は論理が整然としていて、納得できる正解が一つあり、真理にあこがれる学生には大いに興味があ

もてる。しかし、設計学のような固有科学は、経験則や仮説ばかりが幅を利かせ、いろいろな選択肢があり、魅力がどうしても劣っている。しかしそれは、二つの科学の性格の違いからくる宿命である。自然科学には真理という言葉が似合っているが、人間が知恵を出し合うプログラム科学では、ベターのみが投げ所で、絶対がない。このような工学固有科学の特性をはっきり認識した上で、工学がオリジナリティを発揮する場として大切に育て上げてゆく必要がある。

工学の研究者は、あるときは工学基礎科学の研究者に、あるときは工学固有科学の研究者になる。混相流を研究するときは、前者のケースがほとんどであろう。ひとたび工学基礎科学を研究するとき、その研究者は自然科学研究者の亜流でも、応用問題回答者でもない。自然科学研究者そのもので、すべての学部自然科学研究者と同じ土俵で闘わなければならない。幸いにして我々は、工学研究者の中から福井謙一、白川英樹、野依良治の3人のノーベル賞受賞者を出している。田中耕一さんに至っては、基礎研究というよりは開発研究に近いところから、ノーベル賞を射止めている。工学からノーベル賞は貰えないという常識は、工学が自然科学をその主要な一部としていることを考えると、言い訳の感を否めない。

### 3. 技術者と工学者

現在日本には、国勢調査の結果によると250万人の技術者がいる。日本学術会議は、自らを78万人科学者の代表組織と位置付けている。技術者と科学者が重なる部分は、経済産業省の調査と工学系学協会会員数から推察すると、約40万人である。この40万人こそが、技術に関わる研究を行う科学者とも、工学という科学の一分野を研究する技術者ともいえる。工学者と工学研究者は同義である。しかし工学者と技術者は同義ではない。

技術者は技術という業を担い、現代社会を支える人工物、人工システム・プログラムを創出、運用し、その安全と信頼性を守る仕事をしている。技術者が仕えるのは社会であり、工学者が仕えるのは自然の摂理を含む知識である。単に工学者であることと、技術者の土台に立つ工学者であることは、技術者倫理という言葉を持ち出すまでもなく、意識の上で大きな違いがある。

知識を求めるだけだったら、新しい発見を求めて前に進むだけである。しかし技術は、進歩につれて、必然的にそれがもたらす脅威も増大する。今や誰でも、自宅のパソコンからサイバーテロを仕掛けることができる。技術者が進歩だけを考えればよい時代は、既に過ぎ去った。これまで技術の価値は、利便性と性能だけによって判断されてきた。これからは、悪用・濫用のリスクを押さえ込んで、安心・安全を守るのにどのくらい役立つか、そのような新しい価値が重みを増してくる。

技術者が、社会と一体となって技術進歩をプログラムする時代が始まっている。

[1] C.E. Harrisほか2名著、日本技術士会誌、科学技術者の倫理、丸善、1998 ISBN4-621-04502-4.

[2] 吉田民人、「新しい学術体系」をめぐる一つの論点整理、学術の動向、7巻6号、2002年6月号、51-57ページ。なお自然科学とプログラム科学という分類の他に、認識科学と設計科学(吉田民人)、純粋科学と技術科学(竹内啓)、論理実証型科学と論理整合型科学(山路憲治)の提案もあるが、基本的考え方には共通点が多い