



## 技術者志望者が科学と技術の歴史と本質を学ぶ意義

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-12-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 石川, 寿敏, 石川, 聡子 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24729/00007757">https://doi.org/10.24729/00007757</a>

## 技術者志望者が科学と技術の歴史と本質を学ぶ意義

石川 寿敏\*

石川 聡子\*\*

### The Importance for Applicants for Engineers to Learn the History and the Nature of Science and Technology

ISIKAWA Hisatosi\*

ISIKAWA Satoko\*\*

#### ABSTRACT

It is said that today is a time of scientific technology. We all citizens are largely influenced by science and technology, so we should recognize the nature of science and technology and the interrelations among science, technology and society(S.T.S.). The goals and the contents of education about the science and technology for the citizens change and they will affect the engineering education. It is natural for applicants for engineers to know about not only their technical knowledge but also science and technology. In addition, they should clarify their values and their own attitudes towards technology and have pictures of societies in the future. In 1995, a lecture "Kokusai-Bunka-Gijutu-Ron (Cultures and Technology)" was opened at the department of mechanical engineering. We explain the outlines of it and introduce students' short reports.

KeyWords : Relation among S.T.S. , Nature of Engineers, Engineering Education

#### 1 はじめに

我々が生きている今日の文明は科学文明であるとか、また現代は科学技術の時代であるとか称される。我々の生活やそれを営む場としての社会の至る場面に科学技術が関わっており、臓器移植や人工受精、遺伝子治療などのように、人の生き死ににも科学技術の成果が大きく入り込んできている。

もはや我々は科学技術を容易に否定することはできないし、自分との関係を無にすることも難しい。このような社会においては、生きている過程で科学技術に関わりを持つすべての人々が「科学とは何か」「技術とは何か」といった科学や技術の本質あるいは科学、技術と社会との関連について知り、自らがこれらとどう関わっていくのかについての態度を明確にすることが重要になってくる。このことは、科学や技術の研究や開発などに携わる研究者や技術者などの専門家だけではなく、そうではない一般の市民もが科学や技術の本質や科学技術の社会的文脈についての認識を深めることが必要であることを意味している。

ところが、これまでの学校における科学や技術に関する教育において扱われてきた学習内容は、自然現象や自然法則、機械の仕組みや働きといった側面がほとんどであった。科学や技術の社会的側面あるいは社会性が取り扱われることはとても少なかったし、現在においても同様のことが言える。

このような学校教育の現状ではあるものの、科学や技術の本質や科学技術の社会的側面について学習することの意義を説いたり、カリキュラムを開発したりしている教育ムーブメントを諸外国や日本において見ることができる。次節でこの動向を踏まえた上で、将来科学技術の研究や開発に携わることをめざして高等教育を受ける学生が、科学や技術の本質そして科学技術の社会的文脈について学ぶことの意義について検討する。高等専門学校において、学生をどのような資質を備えた技術者へと育成するのかについて考える時、これらのことを吟味することは不可欠なことと考えるからである。

また、1995年度に機械工学科において開講された国際文化・技術論の講義内容の概要を紹介し、高専教育のあり方を再考する契機としたい。

1996年4月10日受理

\*機械工学科 (Department of Mechanical Engineering)

\*\*大阪教育大学大学院 (Grad. School of Osaka Kyoiku Univ.)

## 2 市民にとっての科学技術教育

この節ではまず、科学や技術の研究や開発などに携わる専門家ではない一般の市民が、「科学とは何か」「技術とは何か」といった科学や技術の本質や科学技術の社会的文脈について学ぶことの重要性を提唱している教育ムーブメントについて述べる。このような科学や技術に関する教育は、中等教育レベルの学校教育においては主に科学教育や技術教育の分野において検討されているものであり、取り上げられる内容は、科学論、技術論、科学史、技術史、科学哲学や科学社会学そして STS (Science, Technology and Society) などの研究において得られた知見によるところが大きい。

主に 1970 年代以降イギリスやカナダ、アメリカ合州国などにおいて進められてきた STS 教育は、学習者が科学技術の社会的側面について認識した上で、科学技術や科学技術社会に対しどのような態度で関わっていくかの意思決定を実際におこなえることをその学習目標に掲げている。STS 教育は大学教育において始められたが、その後後期中等教育へも拡がりを見せ、いくつかのプロジェクトなどが遂行された。近年では、いわゆる第三世界の諸国においても STS 教育への注目が高まっているようである。

表 1 シスコンインスクールの目標 (抜粋)

1	1つのプロセスであるという科学の本質的性質を学習者に知ってもらうこと。
2	現代の諸問題を解決するために用いられる技術の起源が科学であり、科学的思考システムそのものがその社会の態度に根ざしているがゆえに、科学が社会的営為であること、また社会のための営為であることを示す。
3	大人社会の一員であるという感覚を生徒たちに身につけさせること。この科目では、生徒たちが今学習している時事問題に自分のこととしてかかわることを求めている。
4	現在の科学の進展に関する興味を刺激すること。

### 2.1 STS 教育の動向

STS 教育のためのいくつかの教科書のうち、イギリスで高校生用として 1983 年に開発された「SISCON (Science In a Social CONtext) -in-Schools」には

表 2 シスコンインスクールの単元内容 (抜粋)

第 1 単元	社会が生み出すものと社会を変えるもの -科学と技術-
第 2 単元	科学は本当に確実なものだろうか -科学の本性-
第 5 単元	戦争と科学のかかわり -原子爆弾開発と科学者-
第 7 単元	生活の近代化と科学のかかわり -健康・食料・人口-

表 1 に掲げた目標と表 2 のような単元内容が含まれている<sup>1)</sup>。

また、この STS 教育は環境教育と関連性を持つものと言われることが多い<sup>2)</sup>。現在の多くの環境問題は、科学技術やその社会におけるあり方の問題すなわち文明の問題と見ることができるからである。

### 2.2 HNST の動向

1960 年代にアメリカで現代化運動が展開され、日本にももたらされた。そのとき中等教育レベルの教科書を作った BSCS ( Biological Sciences Curriculum Study ) チームと SSEC ( Social Science Education Consortium ) チームによる共同プロジェクトが、全米科学財団 (NSF) の援助を受け 1992 年に HNST ( History and Nature of Science and Technology ) というカリキュラムフレームワークを提示した。

HNST は、幼稚園から高等学校までの幼児・児童・生徒を対象とし、主に理科と社会科において取り扱われることが可能である。このカリキュラムフレームワークが創案された背景には、レーガン政権時の「危機に立つ国家」に見られる教育改革の高揚における従来のものとは異なった科学リテラシーの要求であり、STS 教育の潮流である。HNST は、社会において市民性 ( citizenship ) と民主主義が実現されることを至上の目標と位置づけており、これをトップダウンさせ個人がそれらを適用することと科学や技術の社会的あるいは文化的側面を理解することをそのための具体的な方策とし、これを保障するために上述のテーマを打ち出しているのである。

HNST は 6 つのテーマ<sup>3)</sup>を設定し(表 3)、さらにこれに沿った教授フレームワークやカリキュラムフレー

表 3 HNST のテーマ

- 1 科学は世界を説明する一つの方法である。
- 2 技術は自然に適用する一つの方法である。
- 3 科学と技術は人間の価値を含む活動である。
- 4 科学と技術が生じる社会的、文化的、環境的文脈は、科学と技術のふるまいと内容に影響を及ぼす。
- 5 科学と技術はそれらが生じる社会的、文化的、環境的文脈に影響を及ぼす。
- 6 科学と技術は相互に作用し、その相互関係は時と空間により異なる。

表 4 科学と技術の歴史と本質を学ぶコース例

単元 1	二重らせん構造: 世界を明らかにする方法としての科学
単元 2	人間の適応: 世界の歴史に見られる技術
単元 3	マンハッタン計画: 科学、技術と人間の価値
単元 4	ガリレオの裁判: 科学に影響を及ぼす社会
単元 5	産業革命: 社会に影響を及ぼす科学と技術
単元 6	コミュニケーション: 歴史の三事例

ムワークを示している。

学際的にこれら 6 つのテーマを学ぶ 1 年間のコースとして、表 4 のような例が示されている<sup>4)</sup>。「SISCON-in-Schools」では、技術よりも科学の本質やその社会におけるあり方などをより多く取り上げている傾向が見られたが、HNST では技術も科学と同じ程度に取り上げられているといえる。

また、科学と技術の歴史について学習する重要性も強調されている。先人たちがどのようなプロセスで科学的な発見をおこなってきたのか、有史以来人間はどのように道具を用いてきたのか、科学と技術はいつごろどのようにして結びつくようになったのかなど、科学と技術の歴史について学ぶことは科学と技術の本質について学ぶことだからである。日本においても、鈴木は科学や科学技術と人間社会とのかかわりを学ぶために科学や科学技術の歴史について学ぶ意義を唱えて

いる<sup>5)</sup>。

この節では、市民が科学や技術の本質や科学技術の社会的文脈を学ぶ重要性を提唱している教育の動向について紹介してきた。エキスパートではない一般の市民が科学や技術の本質などについて学ぶ必要が求められることがなかった状況から、これらのことを学ぶ必要性が積極的に訴えられる状況へと変化していくとなれば、技術者や技術に携わることをめざす学生に要求される資質も当然何らか変化していくべきである。

### 3 技術者の資質と工学教育

本節では、技術者が持つべきと考えられる資質と、そうした資質を持った技術者を養成するための工学教育について述べる。

#### 3.1 技術者を取り巻く状況

現代は、専門家たる技術者や科学者でなくとも、誰もが科学技術と大きく関わりを持たざるを得ない状況にあることは既に述べた。第一に、科学技術の「進歩」によって、我々は便利で快適な生活を享受できるようになったこと、第二に、この科学技術の「進歩」が我々の生活を脅かしていることの二つが、そのような状況を生み出している。

技術者や科学者は、社会に役立つことを前提に科学技術を発展させてきたし、現在もそのための研究や開発に邁進しているという言い方もできるであろう。しかしながら、結果的にそのことが人々の生活を脅かす存在となっている場合もある。自動車を開発した技術者は、便利な生活を人々に享受したと同時に自動車による交通事故という新たな惨事を生み出した。もっと広く見渡すと、諸々の科学技術が我々の生活を便利で快適にしたが、地球規模の環境問題というかたちで我々を脅かしている。意識的な行為ではないかもしれないが、技術者や科学者は部分的にはあるにせよ社会に不利益をもたらしていると解釈することもできる。

核物理学の進歩に貢献した科学者達の功績が、原子爆弾となって多くの人々を殺戮したことから「科学者の社会的責任」が叫ばれたように、「技術者の社会的責任」が今後ますます問われることになることが予想される。同時に、技術者の倫理観も問われることになる。技術者の属する組織や企業の技術に関する活動が、社会に悪影響を及ぼす可能性が明らかであるにもかかわらず、利潤追求の故にその活動を継続したり、公表しなかったりすることは現実であり得ることである。そのような場合、その技術に携わった技術者は倫理を問われるのである。

### 3.2 技術者の持つべき資質

このような状況において技術者はどのような資質を備えておくべきか。

一つは、技術の機能や構造、原理といった側面だけでなく、社会的側面をも含めた技術の総合的理解<sup>6)</sup>である。流体工学や人工知能などの専門知識のみならず、技術の科学、社会、文化などとの関わりといった技術の社会的側面についての知識を持つことが要求される。

二つめは、技術者の社会的責任や倫理観がより一層問われることから、技術者が技術とどのように関わることかという技術に対する態度あるいは姿勢を意思決定することである。例えば、遺伝子操作技術、核エネルギー利用技術などその是非をめぐって世論が二分されている技術をはじめ、諸々の技術の価値を判断できることが要求される。

自らにとってあるいは社会にとって望ましい技術、望ましくない技術とはどのようなものかといった技術の価値を考えないことには、技術者は自分自身のとるべき態度を決定できない。つまり三つめに求められることは、技術を用いることによってどのような社会にしたいのか、あるいはしたくないのかということ、すなわち社会の未来像、理想像を持つことである。このことは何も技術者に限ったことではないが、科学技術社会と言われる現代においては特に技術者には求められる資質と考える。

### 3.3 工学教育に求められるもの

技術者とその卵たちは、一般の市民の一員として自己の生や社会に大きな影響を及ぼしている科学技術の本質を理解すべきであるが、これに加えて自分がその開発に携わる科学技術が社会にどのような影響を及ぼしているか、その結果かたち作られていく社会がどのようなものかを豊かに想像できることが必要である。

これらの大きな目標を達成するために、科学や技術の本質や科学、技術、社会の関わりについて学生が理解するためのカリキュラムなどを整えることが必要である。教師から学生への知識伝達の講義形式に、討論などによる互いの意見交換の場を加える工夫なども検討されることが望ましい。高専卒業の後、企業に就職する学生が多数いることを考えた場合、例えば薬害エイズや原発などの諸問題に関わる企業の責任などについて学生に考えることのできる機会を用意することも大切と思われる。

工学教育における技術史教育の重要性は既に訴えられてきており<sup>7)</sup>、これまでにいくつかの高専において、主に技術史関連の講座が開講されてきた。勝山(1995)

によれば、1977年のアンケートに回答した52校中11校(21%)が、1986年では47校中16校(34%)が技術史関連の講座を開講していた<sup>8)</sup>。二回の調査を比較すると技術史関連の講座を開講する高専が増えてはいるが、全体的には少ない。今後、このような講座が多くなる高専で開講されることが望まれる。

ところで、一般的に「これからの技術はこうなる。それに乗り遅れてはいけない。その為にこれこれについて学ばねばならない。」というような工学教育観が存在するように感じられる。

小川(1995)によれば、教育審議会の諸答申にみられる現代日本の科学技術観は、『科学技術の進展』という事象をアприオリな社会的現実としかとらえておらず、『科学技術は勝手に進展していく』ものであって、我々は、これに対して、たえず「対応する」という手段でしか、関与できないというスタンス』であるという<sup>9)</sup>。

HNSTの中でBoyer(1983)は次のように述べている。「学生にとって必要なことは、歴史の初期の時代の道具が歴史の進行方向を左右してきたのとまさに同じように、我々のイノベーションが社会をいかに新たな形へと作り変えているかを見ることである。チャレンジすべきことは、最新のハードウェアをいかにして使うかを学ぶことではなく、それがいつなぜ使われるべきなのかを問うことなのである。」

このことは、工学教育をおこなう我々教員に課せられた課題であろう。

## 4 「国際文化・技術論」の概要

### 4.1 講義内容

さて、高専における技術史関連の講座の開講状況については、先に述べた。本校においても一般科目として「技術史」が開講されていたが、残念ながら1994年度をもって閉講となった。しかしながら、1995年度に機械工学科の専門科目として「国際文化・技術論」が開講された。これまで述べてきた主旨に基づき、表5に示す講義内容を構成し、実施した。いわゆる「技術史」と異なり、科学史・科学論および文化論をも考慮した内容とした。

各章ごとの、大まかな講義内容は以下の通りであった。

第一章の「人間の思考と科学」では、科学のおこりと興隆、特にアラビア科学と西洋科学の関係、キリスト教の自然観などを通して科学の発展と人間の思考との関わりを取り上げた。

第二章では、例えば、水車はローマ時代には既に存在していたが、当時の社会制度(奴隷制)により普及

表 5 国際文化・技術論 講義内容

§ 序	イントロダクション 何を学ぶのか?
§ 1	人間の思考と科学
1-1	科学とは何?
1-2	科学の性質
1-3	古代ギリシアの思考
1-4	アラビアでの科学の発展とルネサンス
1-5	近代科学の成立
§ 2	人間社会と技術 (動力技術の変遷と社会の変化)
2-1	技術とは何?
2-2	畜力から水力へ
2-3	動力源としての熱エネルギーの利用
2-4	電気エネルギーの登場
§ 3	近代化と文化
3-1	科学の制度化と進歩思想
3-2	文化の均一化
§ 4	現代社会と科学技術
4-1	地球規模の環境問題の出現
4-2	巨大システムと事故
4-3	情報化社会とコンピュータ
4-4	新しい科学観—科学は客観的か? 中立的か?—

しなかったことなど、動力技術を例に技術と社会の関わりについて紹介した。

第三章の「近代化と文化」においては、日本社会では見られないが中国やイランなどの国に見られる欧米文化に抵抗する現象を、欧米映画の上映中止や衛生放送受信の禁止などを具体例に取り上げながら伝え、近代化と欧米化、在来文化と欧米文化についてもこの章のトピックとした。

第四章の現代社会と科学技術では、環境問題の生じている構造に見られる経済的物質的豊かさの追求と解決方法としての科学技術への期待、伝統的生活に幸せの基盤を置き、開発を急がない政策をとる国家などについて紹介し、現代社会における科学技術のあり方を問うような内容とした。

一つのトピックの終わりに、そのトピックに関する意見や感想を筆記させ、各自の考えを表明してもらった。それら意見・感想をまとめて、学生に配布することにより、他者の考えを知ることができるようにした。また、数名を一つのグループとして KJ 法を行い、討議、発表を行った。

## 4.2 学生の反応

講義最終日に一年間の講義の感想を学生に筆記させた。この感想から、「国際文化・技術論」を受講した学生の反応が伺えるので、その一部を紹介する。

『最初は講義が非常につまらなかった。なかなか、自分にとって興味のある講義であるという認識がもてなかった。でも、今考えると、この一年間の講義の内容は一年間という時間を費やして十分な内容で、十分魅力的だったと思う。とくに講義の最後の方で出てきた環境問題の話はこれから社会に出ていくときに、しっかりと把握すべきことだし、認識論の話は発想を逆転させるという意味でとても重要であり、必要であると思った。それだけに、最初、講義があまり重要ではないと思っていたのが少し残念だ。今後、このような講義は5年生(4年でも)に必要なと思う。』

『自分たち(技術者など)の仕事は、単に良い物を設計したり困難な強度計算を行うだけではなく、その前にある意味で万人に対して良い物とは何か(そうとまで思わないが)。この自分の認識・考え方に他人はどういう意見を持っているかなど、他人の気持ち

や文化の違う地でそだった人々の考えを自分の物の見方・考え方という, 狭い尺度だけにあてはめずに, 互いの理解を深めてゆける, ゆとりのある国際を目指したい。』

『全体を通して振りかえると, この授業は, 一方的に受ける今までの授業(先人たちの考え出した絶対的(?)ともいえる理論を学んでいく)と違い, 私たち学生たちにこれからいわゆる技術にたずさわる人たちに, 将来の技術のあり方というものを考え直してみてくださいという, 受け手の私たちがある意味でこれから考えていかねばならないことを示しているものだと感じました。結論がどうでかわからないけれども技術や環境問題について自分で考えてみることに意義があると思います。』

『文化論, 技術論といったように, それぞれ独立のものとして, 相互の関係についてくわしくふれていた点は非常に良かったと思う。その内容についても, 単に昔から現在までをふりかえるのではなく, これからの科学というものについて考えさせられるものが多く, 今後, 仕事上で技術というものに接していく者としては, 良い機会であったと思う。』

『広く浅すぎた授業だった。国際文化技術論という定義が少しあいまいで, 何の授業をやっているか解らないときもあった。』

概して肯定的感想が多かったが, 否定的感想も見られた。一般的に言って, こちらの意図したことが多くの学生にある程度は伝わったのではないかという感触を持っている。

## 5 まとめ

技術者を目指す者が科学や技術の歴史や本質を学ぶ意義について述べてきた。それは, これからの社会に

おける技術者が持つべき資質に関わっている。現時点で考え得る資質として,

1. 技術を総合的に理解すること。
2. 技術に対して意思決定すること。
3. 近未来社会像を持つこと。

の三つをあげたが, 今後さらに検討する必要がある。

これらをめざした一実践として「国際文化・技術論」を紹介したが, いくつかの大きな課題についてさらに検討しなければならない。

## 参考文献

- 1) 小川正賢監修 科学・技術・社会(STS)を考える pp.194,196 東洋館出版社(1993)
- 2) 鈴木善次・原田智代・玉巻佐和子 環境教育とSTS教育の関連性についての諸考察 大阪教育大学紀要 第V部門教科教育 39巻第1号 pp.85,94 (1990.9)
- 3) BSCS&SSEC Teaching About the History and Nature of Science and Technology : A Curriculum Framework pp.26,38 (1992)
- 4) *ibid.*, pp.83
- 5) 鈴木善次 科学史を学習する意義 遺伝 47巻3号 pp.13,17 (1993.3)
- 6) 門脇重道 技術発達のメカニズムと地球環境の及ぼす影響 pp.227,229 山海堂(1992)
- 7) 前田清志編 技術史教育論 pp.174,176 玉川大学出版部(1995)
- 8) 前掲書 pp.161,162
- 9) 小川正賢 生涯学習体系とSTS教育 科教研報 Vol.10 No.1 pp.44 (1995)