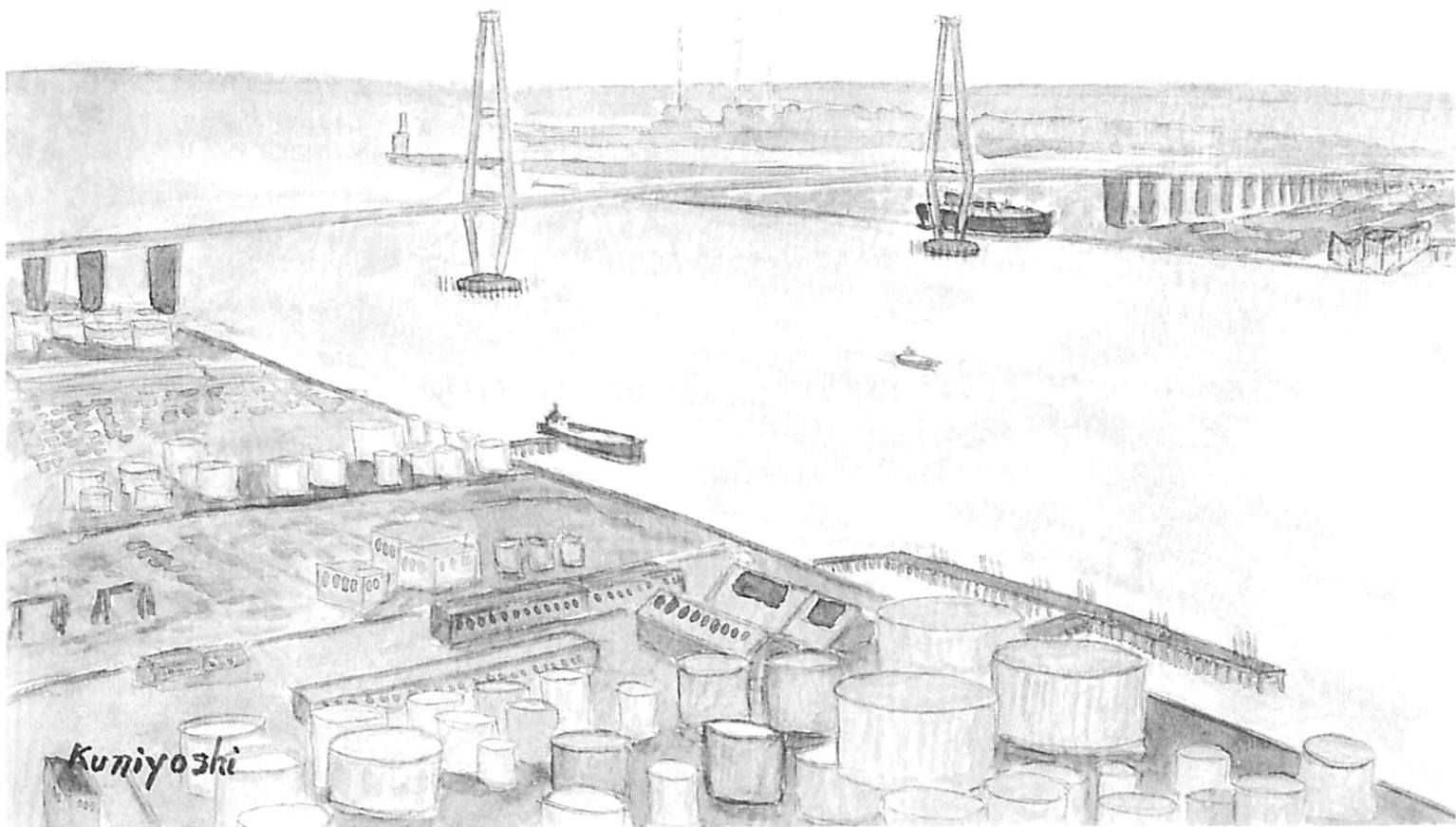


技術倫理と社会 第4号

2009



(社)日本技術士会中部支部
ETの会

技術者のための技術リテラシー

関西大学社会学部 齊藤了文

6つの場面で、技術者のための技術のリテラシーのポイントを述べる。技術者は当たり前だと思っ
ても、マスコミや普通の人からよく誤解される点を取り上げる。技術者としての立場や考え方など、
尊敬に値する面を自覚することが、技術者の矜持につながり、技術者にとっての技術リテラシーとなる。

キーワード：技術リテラシー、理学と工学、技術者、製造物責任法、専門家

1 はじめに

リテラシーという言葉は、読み書きという意味
であって、普通は、その分野に疎い人に対して、
リテラシー教育が必要だとされる。情報リテラ
シーがその典型である。

すると、この小論の題が少し奇妙な題になっ
ていることが分かる。初心者ではない成熟した技術
者に対して、技術リテラシーというのを教えるの
は変だからだ。

さて、私自身、関西大学の社会学部では、数学
も理科も余り知らない学生に対して、研究開発及
び事故を手掛かりにして、科学技術が生活してい
く中でどう使われていって、また、どのような安
全のための技術が使われているかを教えている。

例えば、シートベルトの開発の歴史や、道路の
ガードレールが、フェイル・セーフになっている、
といった話である。

そして、自動車事故を考えると、信号のシステ
ム（それと結びついた法律）や救急車の配備のシ
ステムも、自動車という危ない機械を社会の中
で使うのに重要な役割を果たしているという話を
している。

この法律や制度の話は、科学技術を使ってい
くときに、社会制度もうまく作る必要があるとい
うことを示している。つまり、技術が使われている
場面を教えようとすると、社会科学（法律や制度、
倫理など）の情報や知識も含めて教える必要が生
じる。これらすべてを含むものがいわば技術リテ

ラシーと言われるものとなる。

社会学部の学生は、社会のことはいろいろ勉強
しているはずだが、技術と結びついた社会のリテ
ラシーには疎いともいえる。だからこそ、科学技
術の基本的考えに焦点を当てつつ、いろいろな事
例を通じて、社会で何が起っているかを教える必
要が生じる。私は大学でこのような教育を行って
いる。

さて、表題の奇妙さに戻ってみよう。

実は、技術者に対して、技術リテラシーを教え
るとすると、教える内容は少し違ったものになる。
技術者は技術の具体的なことは知っている。しか
し、その技術は社会の中で使われるために、単純
に技術的なことを知るだけでは済まないことが
生じる。だから、より基本的に、技術者とは何か
とか、技術とは何かといったことも考える必要が
ある。そして、このように遡及した論点は、技術
者が通常は特に考えてはいないと思われる。こう
いう仕方で、技術リテラシーを教えることはきつ
と意味がある。（コンピューターリテラシーといっ
ても、ワードやエクセルの使い方を知るだけでは
不十分だろう。）

以下、6つの場面で、技術のリテラシーのポ
イントを述べる。技術者は当たり前だと思っ
ても、マスコミや普通の人からよく誤解される点
を取り上げる。技術者としての立場や考え方など、
尊敬に値する面を自覚することが、技術者の矜持
につながり、技術者にとっての技術リテラシーと
なる。

2 機械を作る技術者への誤解

第一に、機械が含む冷たさなどと対比して、機械を作る技術者の仕事もある種機械的な仕事と誤解されることもある。例えば、人間の身体は扱いは困難だが、機械の修理は容易だという人もいる。これは、極端になれば、医者は素晴らしい仕事をしているが、技術者はそうでもないという少し変なイメージと結びつくことがある。

すべてが機械的に整然と進行する、チャップリンのモダンタイムズの世界を技術者は目指し、もしくはそれに荷担していると思なされることもありうる。

作り上げられた人工物が、うまくコントロールされていることそれ自体は好ましいことではあるが、それを拡大して、人間の生命的な働き方（自由）と対比されることもある。もちろんあらゆるコントロールができない社会よりも、できるだけコントロールできている社会の方がその中に生きやすいのだが、自由という面で異議が挟まれうる。

さらに、製造に関わる労働者は、（現在でも派遣の問題と結びつくが）労災が多かったり、資本家に搾取されていたりするという位置づけがあったりして、ものづくりをすること自体が人間の自由を抑圧するものだという図式があった。

このようなわりと古くからある考え方に関しては、まず、人工物に関しては、できるだけコントロールできるようにすることが、安全にも関わる論点となることを述べる必要がある。設計する際には、思わぬトラブルが起らないように、技術者はいろいろ考えている。

さらに、以下の論点とも関わるが、どれほど良心的な経営者がいても、完全な安全性が確保されないということを、工学という技術の営みが含んでいる。この点を説明できることも、技術者にとって必要なリテラシーの一部となるだろう。

3 理学と工学の違い

第二に、理学と工学の違いである。

この点は、工学は理学の応用だという考えと結びつく。つまり、科学は研究を通じて新しい知識を発見するが、工学はそれをただ具体的に利用しているに過ぎないと思われている。

工学独自の知と言われるものがあるということ、『くものづくり』と複雑系¹⁾ 講談社選書メチエ（並びに、『テクノロジーとは何か』²⁾ 講談社選書メチエ 第1章)、で私は、多くの人の考えを紹介しつつ論じたが、その基本は複雑系である。つまり、部分的な真理、法則が分かっても、それらをいろいろ組み合わせるならば、(現代のシミュレーション技術でも扱いが難しいほどの) 扱いにくい現象が生じる。それに対処するような仕事(設計)は、新たな知と呼ぶにふさわしいというのが、基本の論点である。

古くは、科学の知識は神話のような因習的な考えから抜け出て、自分の頭で考える手掛かりとして、さらに世界の真理を捉えるものと見なされてきた。科学の知識は、その意味で、真理であることが重要なポイントだとされた。工学、科学技術がこの知識を使っているだけなら、世界はすっきりと見通しのよいものとなるはずだろう。

しかし、ものづくり、その中心となる設計は、様々な制約を考慮しつつ、総合する試みである。だとすると、そこで思わぬ副作用が生じることがある。これは、要求仕様の定義において、たくさんの人びとの意図、要望を考慮せざるを得ず、しかも、そうしてでき上がった人工物が周りにあるということは、個別的には良い意図の下作られたにしろ、全体としては理解を超えた副作用が生じることもある。

このような、総合する働きを工学の中心と見なすと、四力学が真理として知られていても、様々な相互作用の生じる世界を見通せない。その意味で、合理的であろうとして、それが完遂できない限定合理的な人間のあり方を反映している。例えば、自動車事故でも、どの部分に何が衝突して事故が起きるかを予め予想はできない。その不確定性

を踏まえた上で、多くの場合に、しかもよくある事故で、大きな損害が出ないような設計（乗員の生命を守る設計）が行われている。

古い科学的知識の理想は、全知全能の神が持つような知識だったが、実際の工学の知識、ものづくりの知識は、われわれ人間の持つ知識を踏まえた上で、様々なトラブルに耐える知識になっている。この見方によると、人工物に関して事故やトラブルは避けられない。にもかかわらず、それらを改善していくことはできる。そういう社会に我々は生きている。

知識を確固としたものにしたうえで行動しようというのが理学のスタンスだが、工学は雨露をしのぐために、特性を確定できない石や木を使って、家を作ろうというのが基本的なスタンスとなっている。

また、理学をフィールドとする科学社会学者は、理学と社会との関係が希薄であることを問題として、それを科学技術、テクノロジーにまで拡大して議論しようとするところがある。もともと哲学では知識という側面に注目して、単なる思い込みとは違って根拠もあるし真理も保証されるものを知識と呼んでいた。例えば、アイデアをどう思いついたかとか知識の利用に関する側面は、いわば「おまけ」のようなものであり、知識本来の問題ではないものとされた。その意味で、もともと応用と結びつく工学は、哲学的に問題とされることもあまりなかった。こうなると、哲学では純粋な知識であるための条件が重要であり、いわば社会との関わりも大きな哲学的問題とは見なされてこなかった。それに対する反省もあって、科学技術と社会との関わりの存在を主張することが重要だと考える人も出ている。

ただ、哲学の内部の歴史に関心を持たない場合には、社会との関わりがあるというポイントは特に気にするほどの話ではない。実際、工学では、ものづくりでは、開発において、ユーザや顧客を考慮しなければならないのは当然だし、研究のみに没頭していいとも思われていない。その意味で、

社会とのつながりは、当然、ある。そして実際、様々な会社で、様々な仕方で、社会との連携が考えられている。クレーム処理や、マーケットリサーチ、さらに国や公共団体に対する接待もその一部になっている。

つまり、社会と関わって技術者が仕事をしていることは自明だが、具体的にどのように社会と関わるべきかは、よく考えてみる必要がある。

このように、理学を中心とした科学論や科学哲学は、技術者にとって実際は特に重要でない点を強調しているということも、知っておいて悪くないだろう。

4 人工物をつくる

第三に、人工物をつくるというポイントである。

人工物は、それをつくる依頼者との関係は当然ある。いわば契約関係になっている。これは、医者や弁護士などの他の専門家でも基本は同じである。ただ、人工物の事故によって被害を受ける人は、発注者、依頼者だけではない。単なるユーザも被害を受けることがある。（TV が火を噴いて、遊びに来ていた友人がやけどをする。）

この場合、契約法ではなくて、不法行為法が使われる。この不法行為法は科学技術の発展とともに変化を受けてきた。1800年代のアメリカでは、火事で隣が焼けた場合には法的責任を負うが、何軒も隣が焼けたという間接的な（因果関係の遠い）場合には、法的責任を負わないのが基本の考え方だった。余りに遠い場合には、直接支配が及ぼせないで、責任がない、というのがこの時代の考えだった。

ただ、人工物の売買や使用を考えると、遠い因果関係が普通になり、それによって起った事故を誰が補償するかという問題が生じてきた。これが進んで、製造物責任という仕方で、メーカー（ユーザから遠い）が責任を負うというように変化していった。実際には、メーカーがコントロールできるとも限らない問題を、いわば保険の一種のよ

うな無過失責任の制度として、製造物責任法が
き上がることになった。

人工物をつくる人は、間接的に他人に迷惑を
かける可能性がある。厳密な意味では、その場合、
責任があると考えerことはできにくいにしても、
そういう制度はでき上がることになった。この場
合、メーカーやエンジニアが悪いわけでもない。
ただ、損害賠償という支払いを最初にするもの
として、メーカーが指定されている。(その後、製
品の価格にこの保険料を追加することが予定され
ている。) 少なくとも、倫理観をもって、良い製
品を作ることはエンジニアには望まれているに
しても、社会制度としては、このような奇妙な
構造が存在しているということも知っておく
べきことの一つにはなる。(弁護士としては
訴訟相手の非難、帰責から仕事は始まる。
この枠組みで事故を理解するのはものづくり
をする人にとって不公平となっている。「最
初の支払者」という見方も成り立つという
ことを知ること重要だろう³⁾。)

また、直接のサービスをするのでないために、
ユーザや消費者には技術者の仕事が見えにく
いことがある。そのために、技術者は直接の
尊敬の対象にはなりにくい。しかし、実際は
多量の人工物を作る場合の、深遠な配慮も
含めた貢献がある。この点も知っておいて
もらうべきことであろう。

また、人工物をつくる専門家であるという
ことは、次のような奇妙な問題を含む。

多くの機械設計の本には、さまざまなリンク
やカムや歯車などの種類とその機構の説明
がある。このような機械要素を新たに創造
することは可能かもしれないが、知識とし
て学ぶ方が効率的である。作った人工物
に、技術者の知識が込められている。

また、買うほうが直すほうよりも安いのが
製造物の世界である。コピー機のトナーの
交換はその例である。この場合には、プロ
の役割が限定される。製品の中に技術者
の知識が詰め込まれているのに、売られ
た製品は全く独立に評価され、値段が
つけられる。専門家の役割がサービス業
と違っ

てくる。コストの構造が変わることによ
って、専門的サービスにお金を払うことが
難しくなる。例えば、臓器移植、再生医
療が安くつけば、医者の仕事の対価は
どうなるであろうか。

このように、実際にやっている仕事を
超えて、少し考えを進めるとどのような
評価になるかということを考えておく
ことが、技術者にとっての技術リテラ
シーとなる。

5 設計の考え方

第四に設計の考え方である。

以上でも少し触れたが、シンセシスとい
う考え方自体が重要な意味を持っている。
理学の基本は、分析であって、クォーク
を見つけ、DNA の構造を発見すること
はその頂点とも言える。ただ、問題は、
クォークの正体が分かっても、遮音す
るための窓をどう作ればいいのかはそ
れだけでは分からない。人間のDNA
の配列が分かっても、ガンの薬が
できるのは、まだまだ先である。基本
のルールが分かった後で、それらの
ルールを使いつつ、有用なものを作
るのは容易ではない。

設計10年と言われるように、基本的な
知識を持ったホヤホヤの技術者が、ま
ともな設計ができるのに長期間を要
する。分析的な知識が得られても、
世界の方程式が与えられても、その
組み合わせともいえる総合の試み
をするのは単純な仕事ではない。こ
れが技術者の知識の一つの姿となる。

ものづくりは要望の実現ともいえるが、
要求仕様の確定がまた難しい。依頼
者は技術者と同じ精度で何を作ら
ないかが分かっていない。目的の面
でも困難な仕事を技術者はしている。
(大量生産品のマーケティングも
簡単な仕事ではない。)

また、効率を目指すのは良いが、
トレードオフがある。「例えば、製
品の粒をそろえるために寸法公差
を小さくしようとすれば値段は高
くなり、安全に重点を置いた設計
をしようとすると製品がえて
大きく重くなる。つまり設計のね
らいは、未知の問題の解決もさ
ることながら、相反す

るパラメータを抱えて、どこに妥協点を見つけるかということが重要である。」(江守一郎⁴⁾)

作ることを通じて、その人工物をすべて理解しているとはとてもいえない。要求仕様の確立と制約条件のトレードオフはその難しさを示している。設計という技術者の基本的な知識の姿も意識してよい点であろう。

さらに、興味深いことは、設計というのは、世界を眺めるだけでなく、世界に働きかけるための知識になっている。しかも、歩くという行為を考えても分かるように、筋肉の使い方、地面の様子を完全に知った上で、歩くという行動をしているわけではない。いい加減な部分がありつつも、転んだりしないように、人にぶつからないように行動している。完全な知識は持っていないが、それでも何とかやっていくのが、工学の知識の一つの姿になっている。設計通りの施工が行われているかどうかをチェックし、場合によっては改修し、さらに、時間が経ったあとメンテナンスを行う。経験工学という言い方があるように、完全な知識があった上での行為ではないが、その条件の下で最善を尽くしている。低級な知識ではなく、異質な知識を持っているのが技術者といえる。

6 技術者はどういう専門家か

第五に、技術者はどういう専門家か

組織に属するというポイントと新しいものを作るというポイントが重要である。ただ、ここでは少し触れるにとどめる。

ものは一人では作れない。組織、企業に技術者は雇用されている。

ただ、古い労働者像(そういいきれない面もあるが)とは違って、技術者を取り上げると、自律的に行動していて、知的な仕事をしているという面が現れている。雇用されているために、経営者に管理されるという面はあっても、その面だけを強調しすぎて技術者の仕事を理解するのは少しおかしいように思える。

組織に属するということは、仕事の仕方の弱みでもあるが、組織は、一人ではできないほどの大きな仕事を行うことができる。人間は小さな資源、能力しかないが、それを組織にすると大きな影響力を持ちうる。医者でもチーム医療が求められる。それ以上の仕組みとして、企業、組織がある。これは、技術者にとっては制限を与えるものでもあるが、人生を拡張するものとしても機能しうる。この点でも、(医者などを超えた)専門家としての矜持を持つべきである。

さて、臨床の医者は専門家としてもメンテナンス(身体の)をやっているにすぎない。しかし、医者は直接患者を診る。このため、直接の尊敬が得られやすい。

間接的な仕方で長期間、いろいろな場面を勘案して設計している技術者は、人工物がうまく機能している場合には、気付かれにくく、気付かれるのはトラブルが起こった時だけという酷な運命の下にある。しかし、メンテナンスというよりも、新しいものを作るという仕事に関与する点で、技術者は尊敬に値する専門家だと言うべきである。

技術者自身がどのような自己理解を持つかは難しいが、この点を少し掘り下げることによって、技術リテラシーの深みが増すことになる。

7 社会制度

第六に、社会制度

人工物をつくる場合には、単純に技術的な対応では済まない。だからこそ、社会制度を含めた対応(信号や救急車)が求められることになる。複雑系であるために、すべてを誰も予測できない。しかし、人工物に関して被害を受ける人はいる。これに対して補償することは求められる。実際、技術者は故意に問題を作っているわけでもないし、重過失があるわけでもないことも多い。しかし、何らかの意味で考えの足らないことがあり、それが消費者への被害にもつながる。そのような世界で生きている。制度設計があった上で技術者は仕

事をしている。科学技術を補完する制度も含めて社会の中で人工物が使われることになる。社会制度の改変を提言することも、成熟した技術者の目標にしてもいいだろう。

工学の知識を複雑なシステムに対処するための総合的な知識だと見なすと、絶対的な真理を予め持っているとか、そのような真理を目指すということは、最初から考えていないことになる。設計が加速試験と使用経験のデータに基づく予測行為だとすると、予測の限度も落ち度もあり得る。そこで、メンテナンスによって、これを救済する。設計の予測結果を使用の途中で実際に確認し、問題があればやり直す。こういうことが工学の知識に含まれている。

こうなると、技術者が個別的に対処できないことも多い。それなのに責任が問われることもある。この点も、ある程度の背景とともに理解することが、技術者のリテラシーとしては重要だろうと思われる。

例えば法廷においてある製品の安全性が問題になっていても、責任追及の点から欠陥をあげつらうことと、技術的にどう対処するかということは異なることも多い。この場合には、法廷での技術の扱われ方を理解することが、技術者に対する技術リテラシーとしては重要な意味を持つことになるだろう。

8 おわりに

以上の私が提示した論点について、「うまいことを言っている」とか「本当が分かっていない」とただ思うだけでなく、自分にとって「腑に落ちる」にはどう考えるべきか、そして、それが一部の論点だけでなく、全体として首尾一貫して考えられるかを追求することが推奨される。この点を深めることによって、技術や技術者について語るべき「思想」を作り上げることができる。もちろん、自分の「思想」を持つことは、その「思想」のデザイン・レビューを行うことを通じて、より一般

的な技術論、技術哲学を作り上げるための第一歩である。

初心者に基本を教えることは実は難しい。根本が分かった上でないと、なかなかうまく理解してもらえない。その基本に立ち返って、技術とは何か、技術者とは何かと考えていくことが、今後の技術論を作り上げる第一歩となるのである。

<引用・参考文献>

- 1) 齊藤了文『〈ものづくり〉と複雑系—アポロはなぜ帰還できたか』, 講談社選書メチエ, 1998
- 2) 齊藤了文『テクノリテラシーとは何か—巨事故を読む技術』第1章, 講談社選書メチエ, 2005
- 3) 平野晋『アメリカ不法行為法』中央大学出版部, 2006 を参照
- 4) 江守一郎「これからの設計」, 『日本機械学会誌』1981. 4

齊藤 了文 (さいとう のりふみ)
関西大学社会学部 教授