

## 福島原発事故を受けて、工学部の学生が知っておくべき、 社会と技術の関わり

齊藤了文

### What should engineering students learn from the Fukushima nuclear accident ?

Norifumi SAITO

#### Abstract

This article describes ethical issues in technology caused by the Fukushima nuclear accident based on reports of the Accident Investigation Committee and remarks by the party concerned. Multifaceted technological and social problems which are critical for professional engineers will be explored. The focus will be on a number of points: technological design, engineers' decision, social and legal regulation, scientific communication, and so on.

Key Words: Engineering Ethics, Fukushima nuclear accident, design, regulation

#### 抄 録

三つの事故調査委員会の報告書及び当事者の発言を基にして、福島原発事故においてどのような工学倫理の問題が存在しているかを記述してみる。もちろん、大きな事故があれば、当然多様で多面的な問題領域が出現する。その中で、技術者という専門家にとって重要となる、技術と社会の問題の発見を試みる。第1節では、設計に関して割り切りや技術の継承を扱う。第2節では、吉田所長という技術者の行動を中心に、海水注入と東電撤退の問題を扱う。第3節では、社会の要請としての規制が現場の技術から乖離する問題を取り上げた。第4節では、技術者が社会に発信する場合の問題を取り上げた。第5節では、セキュリティや専門家としての活動に関わる安全問題を取り上げた。

キーワード：工学倫理、福島原発事故、設計、規制

目次

- はじめに
- 第1節 設計に関して考慮すべきこと
  - 割り切り
  - 技術の継承
- 第2節 事故に対処すべき技術者
- 第3節 法を含む制度への理解
  - 指針・技術基準の設定
- 第4節 科学的根拠と意思決定
  - 技術者専門家のアドバイス
- 第5節 安全に関わるいくつかの問題
  - セキュリティ
  - 原子カムラ
  - 安全のパラドックス
- 終わりに

はじめに

三つの事故調査委員会の報告書及び当事者の発言を基にして<sup>1)</sup>、福島原発事故においてどのような工学倫理の問題が存在しているかを記述してみる。問題発見の試みである。そのため、引用が多くなり、事例の紹介とそれに対する短いコメントという形を取っている。(なお、肩書などは当時のものを使っている。)

もちろん、大きな事故があれば、当然多様で多面的な問題領域が出現する。その中で、技術者という専門家にとって、コントロールできる可能性がある問題、業務に関わりうる問題に焦点を当てることにする。

第1節 設計に関して考慮すべきこと

科学といっても全知全能ではないので、ある時点では未知の部分も含みつつ、ものづくりが行われる。木材の応力の詳細や10年後の耐久性の詳細が分かっているわけではないのに、家が建てられてきている。

更に、複雑なプラントの全体の設計は困難である。また、運転も困難である。もともと工学内部でも多様な部門が必要になり(原子力発電に関わる専門家として、大きな分け方でも、電気、土木、機械、化学は関わる。当然、すべての部門に通じた専門家はいない)、

---

1) いくつかのポイントに絞って、4つの事故調(この小論では取り上げない4つ目の事故調は東電のものである)を比較しているのは、『4つの「原発事故調」を比較・検証する』日本科学技術ジャーナリスト会議 水曜社(2013)である。

相互のコミュニケーションが必要だが、輸入技術の場合には、技術そのものがブラックボックスとして事業者に渡されていることもあり、問題をさらに難しくしている。

## 割り切り

まず、班目春樹（原子力安全委員会）委員長の言葉として少し有名になった「割り切り」を取り上げよう。

「緊急時に原子炉を冷却するための非常用電源などの手当てが、津波で失われ、全く機能しなかった。そもそも、そんなことは起きるはずがなかった。これまで、そういう割り切りをして、原発は設計、建設されてきました。しかし、その割り切り方を間違ってしまった、それが今回の失敗の本質ではないでしょうか。

割り切ること自体が悪いわけではない。ある割り切りのもとで、津波の高さを想定しなければ、防潮堤は作れません。しかし、津波の高さは想定を大きく上回った。これが第一の間違いです。

そして、第二の間違いは、津波の高さが想定を上回っても、それで破局に至らないよう、次の手段を用意しておかなければいけなかったのに、それもしていなかった。

こうした点は十分に反省しなくてはなりません。そして、最悪の経験から得られた教訓を今後の正しい割り切り方に生かさなくてはならないと考えています。」p.101『班日本』<sup>2)</sup>このような考えを班目委員長は示している。

実は明石海峡大橋でもどの程度の風が吹くかということに関して、昭和39年から20年間にわたる風速観測記録を基にして、150年間における風速の再現期待値として10分間の平均風速46メートルに設定した。さらにより厳密に耐風性を考慮するために、大型風洞施設を建設し、そこに明石海峡大橋の100分の1の大きさの大型詳細模型を作って、完成時と架橋時に想定される風速が及ぼす影響を再現した。この実験により、明石海峡大橋は完成時には150年に1回程度襲来する設計風速である78m/sの暴風にも安全であることが確認されている<sup>3)</sup>。

人工物を作る技術者の悲劇は、結果から評価されるというところにある。明石海峡大橋はその建設中に起こった阪神大震災には耐えた。それにもかかわらず、将来何かの拍子に崩壊したら、もともとの設計の想定、割り切りが間違っていたと言われる可能性は常に残

2) 『班日本』として、『証言班目春樹 原子力安全委員会は何を間違えたのか?』岡本孝司 新潮社（2012）を表現する。以下、同様である。

3) この段落の情報については、p.40-41『明石海峡大橋ガイドブック これが明石海峡大橋だ!』日本工業新聞社（2008）を参照した。

ることになる。例えば、100m/sの暴風雨が将来絶対吹かないということは誰も保証できない。そのため、現在の科学的知見とデータとを使って、ある値を決める。これが、設計での割り切りとなる。

もちろん、班目委員長も、上の引用で「第二の間違い」と表現しているように、設計時の割り切りだけで全てが片付くとは思っていない。

「機械や設備の設計では、「単一故障」という仮定をすることは必ずしも間違いではないと思います。そうしないと、逆に設計ができない。最初から、あれもこれも同時多発で壊れるという前提では、個々の部品の信頼性を高めようという発想にもならず、いい加減な設計になってしまいます。」  
p.195『班目本』

「今となっては馬鹿げたことですが、安全審査の際の事故シナリオと称するものは、安全系も含めて「単一故障」を前提としていたのです。どの事故シナリオでも、故障するのは重要な機器のうち一つと仮定していた。だから、他の正常に動く機器によって原子炉は安全に停止させ冷却する事ができる、と証明される。

一つ一つの機器の信頼性が十分に高ければ、複数の機器が同時に故障する確率は十分に低い、あり得ないと考えられてきました。しかし、問題は複数の機器が同時に故障する可能性は本当に十分低かったのかということです。

それは読者の皆さんもすでに目撃した通りです。地震や津波などの外的要因により、複数機器の同時故障は起こり得る。」  
p.188-189『班目本』

単一故障の仮定の下に、部品の信頼性を高めようとする。しかし、事故時には同時故障が起こる場合もありうる。複合されたシステムとして人工物をつくることの難しさが示されている。

日本航空123便が御巢鷹山に衝突した事故でも同じような問題が起こった。飛行機を上下左右に動かすのが操縦の基本である。これがうまくいかないと大変なので、操縦室から「舵」に命令を伝達する油圧系統が冗長系として複数備えてある。もちろん、どの系統もトラブルが起こらないように調整してあっても、そのどれかに、何らかの障害が起こらないとは限らないからである。しかし、日航123便は尾翼の圧力隔壁が破壊した。そして、よりもよって、操縦のための油圧系統はすべて、圧力隔壁の付近を通っていた。そのため、油圧配管が集中している部分が破壊され、操縦に関わる油圧系統がすべてダメになり、日航123便は、迷走の上、御巢鷹山に墜落した。多様な冗長係を備えつつも、一か所の破壊ですべてが失われるのは、津波で電源のすべてが失われたのと同じ状況だった。

技術者はいろいろ対策を考えている。しかし、自然現象は大きな不確実性を伴う<sup>4)</sup>、ということも言われている。そして、結果責任が技術者、メーカーに負わされることもあることを理解して、技術者は自分の仕事をしなければならない。

さらに、部品とシステムの関わりが問題である。システムとしての人工物、原子力発電所の全体が作られた後では、その時点で各設備、部品などが一度全て所与となり、その所与に基づいて、安全に発電するための方途を考えなければならない。地震で、重要棟については耐震性が確認されていても、それらをつなぐ配管などはそれほどの耐震性を考えていなかったのではないとも言われている<sup>5)</sup>。

信頼性の高い部品と一括りにしても、それぞれ、熱には弱いかもしれない、汚れに弱いかもしれない、振動には強くないかもしれない。全体設計の中で、熱などの環境条件を整えることによって、人工物は全体としてうまく機能することになる。こうして、機械や設備は信頼の置けるものとして作られることになる。ただ、このような全体のとりまとめは、単純に一つの分野の専門家では難しいことも多い。それでも實際上、機械系の技術者が取りまとめをすることも多いと言われている。狭い専門を超えた仕事が、要求されることもあるということも知っておくべきであろう。

また、リスクマネジメントに含まれるフェイルセーフの考え方やシビアアクシデント対策は、はるかに極端な環境条件を想定している。このときに人工物はうまく機能するわけではない（自動車が衝突事故を起こすと、その自動車を使ったドライブはもはやできなくなる）が、その場合にも大きな副作用が生じない（例えば爆発しない、乗員が大けがをしない）ことが求められる。これは、当該人工物のユーザの安全性と関わる。

このように、自動車が何かに衝突しても、爆発、炎上せずに停まることがシビアアクシデント対策になる。しかし、機械によってはそれにとどまらない問題が生じることもある。飛行機では、空中でエンジンが爆発せず静かに停まっても、それでは問題は解決しない。自動車は停止で片が付くが、飛行機では何としても無事に着陸しなければならない。そして、タンカーや原発の事故では、爆発していなくても原油の流出や放射性物質の流出によって環境への影響は大きくなる可能性が生じる。タンカーでもダブルハルにしているが、それでも場合によって流出事故は起こる。考慮すべき人工物によって、シビアアクシデン

---

4) 『政府事故調 中間報告』東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 メディアランド株式会社 (2011.12.26) p.396と p.491を参照。なおこの報告書は以下『中間報告』と略す。なお、『中間報告』では、概要・本文編・資料編のそれぞれにページが付されている。この小論では、特に断らない限り、本文編のページを示している。

5) 『国会事故調 報告書』東京電力福島原子力発電所事故調査委員会 徳間書店 (2012) pp.69-76 なお、この報告書を以下では、『国会事故調』と略記する。

トの範囲は当然変わることになる。

### 技術の継承

菅首相は、福島第一原発1号機が外国から移転された技術であり、しかも「ターンキー契約」といういわば受け売りのような技術であった<sup>6)</sup>こと、つまり、「東電の自前の技術に完全にはなっていないかった」ことが問題だったと述べている<sup>7)</sup>。

「ターンキー契約であったことは、事故対応の際も障害になったと思うが、さらに事故後の調査委員会の調査の際、東電が手順書を開示しない理由の一つにもなっていた。GEの知的財産権との関係を理由にして、黒塗りにして開示したのだ。」 p.105『菅本』<sup>8)</sup>

アメリカから原子炉を導入したために、地震国日本に合う設計に修正するのが大変だったと言われている (p.66『国会事故調』)。

輸入技術はそれを真似て作っている分には問題ないかもしれない。(もちろん、元の技術の優秀さに依存する。)しかし、その製品、設備を独自に改良していこうとすると、いろいろなトラブルが出てくる。そして、事故やトラブルが起こった時には、輸入元のメーカーに援助を請わなければならなくなる。その意味で、輸入された技術はブラックボックスを含むことになる。さらに、技術に関わる知的財産は、契約によって、さらに知財に関わる法律などによって守らざるを得なくなっている。しかし、このようなトラブルを超えて、輸入された技術が自分のものになるとも言われている。原子炉導入当時は、日本人技術者はほとんど原子炉技術を持っていなかった。しかし、福島の2号機、3号機を東芝とGMが共同で、4号機を日立とGMが共同で作ることを通じて日本の原子力に関わる技術力が上がってきたと言われる。

同じ問題を別の面から見てみよう。例えば、日本が中国に工場移転、技術移転する場合は日本が技術を盗まれないように、ブラックボックス化を目指すことも行われる。特許は20年という期間の制限がある。そのため別に秘密保持契約などを使うこともあるだろう。

技術は隠すことによって、企業の競争力の源泉となる。例えば、ブリヂストンは1980年代に超大型タイヤ(ラジアル構造)づくりに参入した。このとき最初は、設計品質の確立も難しかった。回転数が高く、大きなタイヤでは熱対策が問題だった。路面も岩だらけで重い荷物を積むことになる。そして、10年もの間顧客からのクレームを受けて、改善策を

6) ターンキー契約の問題点は、『国会事故調』p.65-66も参照

7) 1970年代の日本の原発の事故多発時に、ドイツの原発と比較して、同様の問題の指摘が行われている。(『ドキュメント東京電力 福島原発誕生の内幕』田原総一郎 文春文庫(2011新書版 初版は1980))

8) 『東電福島原発事故 総理大臣として考えたこと』菅直人 幻冬舎新書(2012) この本を以下、『菅本』と略記する。

考案して設計にフィードバックしてきた。このノウハウが他社に対して設計面の参入障壁となった。さらに、生産面で、独自の設備を構築した。さらに、手作業が多いために熟練工が必要となった。だからこそ、ターンキー生産で新規参入というわけにはいかない、と言われている<sup>9)</sup>。

技術の伝承に関してもう一つ別のポイントがある。「切れ」と言われたスイッチを切り忘れて、トラブルが生じることがある。この意味での直接的なコミュニケーションの失敗は結果が見やすい。それに対して、技術伝承での失敗はマニュアル通りに仕事が進んでいる時は問題が発覚しないのが常であるので、根が深い問題と言える。

大学で勉強することは、これまでの知識を覚え、理解することが基本となる。その意味で知識の継承が行われている。まず技術を継承していかないと機械や設備があっても、それだけでは本当に機能しない。原発の事故があつたりすると原子力工学は敬遠され、古くは公害がひどいときには化学工学は敬遠されていた。しかし、敬遠されてしまうことは実際上起こってしまうが、それらの人工物を扱える技術者は、持続可能な社会にとって、必要なのである。現存する人工物を扱うためにも、さらにそれを新しいものにしていくためにも、技術力、さらに技術者は必要となるのである。

そしてその上で、企業に勤めて技術者として働くようになると、場合によっては産業スパイに気を付ける必要がある。さらに、例えばメンテナンスだけを他の企業に任す、もしくは、その部分に他の企業が参入してくることがある。このように、ブラックボックスになっている技術的知識、人工物にはいたるところ出会うだろう。それを踏まえて自分の仕事をしていかないといけない。

## 第2節 事故に対処すべき技術者

福島原発事故で、吉田所長という技術者が中心人物となった、海水注入の問題と東電の撤退問題をここでは取り上げる。

「12日の12時54分に防火水槽の淡水がなくなったことを受けて、吉田所長は1号機への海水注入を指示し、消防車を3台直列につなぎ注水ラインを作った。しかし、15時36分に1号機建屋で水素爆発が発生した。夕方に官邸内で海水注入について議論が行われ、17時55分に海江田経産相から海水注入の措置命令が出されたが、これを聞いた菅首相は再臨界の可能性を疑い、すぐには納得しなかった。一方、現場では19時04分に消防ホースを引き直し海水注入を再開していた。まもなくして、官邸にいた武黒フェローから吉田所長に電話連

---

9) この段落は、『日経ものづくり』2012.10 p.39を参照。

絡があり、吉田所長がすでに注水を再開している旨を告げると官邸の決定まで中断するよう武黒フェローから要請された。吉田所長は、この要請を受けて東京電力本店に相談すると、本店は中断すべきとの意見であった。しかし、原子炉の状態悪化を懸念した吉田所長はそれを無視して注水を継続した。官邸の議論は結果的に影響を及ぼさなかったが、官邸の中断要請に従っていれば、作業が遅延していた可能性がある危険な状況であった。」

p.97『民間事故調』<sup>10)</sup>

これが民間事故調の述べる事実関係である。これに関連して3つの論点を取り上げる。

一つは、結果責任の問題である。医者や弁護士は自分の仕事を一生懸命やったが、結果的に失敗しても（たぶん）許される。その意味の委任（準委任を含む）契約で仕事をしているものと見なされている。しかし、設計者を典型とした技術者は、人工物を作ることにに関して、結果までも要求される請負契約に近いものとして仕事をしているとみなされている。これは、技術者を伝統的専門家とは違うように扱おうとする考え方である。

二つ目のポイントは、吉田所長の事故対応が結果的にうまくいったとしても、組織としてのマネジメントに問題があったのではないかという指摘である。民間事故調はこの時の吉田所長の行為の問題点を次のように指摘している。

「また、今回は結果的に大事に至らなかったものの、官邸及び東京電力本店の意向に明確に反する対応を現場が行ったことは、危機管理上の重大なリスクを含む問題である。」

p.97『民間事故調』

「たしかに事故の收拾に奮闘した吉田所長は賞賛に値すると評価する向きが多い。しかしこうした指示系統の乱れは、一歩間違えれば災害がさらに拡大するかもしれないという危険な問題を孕んでいることも指摘されるべきである。事後的・客観的に見て現場の判断が正しかったとしても、上位機関の命令・指示に従わない対応をとることには大きな問題がある。こうした重大事態において最終責任を負うのはあくまで上位機関であり、下位機関が「自分の責任」で指示と異なる行動をとることは本来であれば許されない。特に今回の原子力災害のような重大災害の場合には、「最悪シナリオ」が指し示したように、現場の責任者の「自己の責任」で責任をとれる問題ではない。

上位機関の指示が現場の最新状況に適したものではなかったり、かえって危険性を高めたりする可能性のあるものなら、そうした見解をきちんと上位機関に伝えることが望まれる。しかし、今回の事故対応では現場から東電本店、そして東電本店から官邸に対してそ

10)『福島原発事故独立検証委員会 調査・検証報告書』一般財団法人 日本再建イニシアティブ ディスカヴァー (2012) この報告書を『民間事故調』と略す。以下、この略語を使う。



うした報告が十分にされていなかった。指示への違背が単純な美談として語り継がれていくことは悪しき前例となりかねず、危機管理上は、下位機関は上位機関の指示や命令に従うことが求められ、これに対する例外を認めることは、大きな問題となりうる。」

p.118『民間事故調』

経営陣がリスクマネジメントの情報をしっかり持っているなら、そこで判断すればいい。技術情報を踏まえた経営判断がどんな事故時にも必要とされるからだ。そして、将来を考えると、英雄的個人の出現に依存するよりも、賠償責任の負えるものに権限を集中させることが重要となるだろう。

しかし、三つ目のポイントとして、知識の局所性を考える必要がある。ターンキー契約であったことは、東電にとっていわばブラックボックスが存在するという意味で扱いにくい技術だったとも言えるだろう（『国会事故調』p.65）。どこで判断するかが問題になる。例えば、ベントの判断について、国会事故調は班目委員長の判断を次のように評価している。

「清水社長は、格納容器ベントが困難である状況を感じ取ったという事情があるにせよ、自ら現場の意思決定に従う旨の宣言を行った後にこれを翻意し、福島第一原発及び本店での意思決定に反して、班目委員長の意見に従うことを命じた。仮に班目委員長が原子炉に関する豊富な知見を持っていたとしても、事故当時の原子炉の状態や、現場のさまざまな状況を考慮できるほどの情報を知りうる状況ではなく、福島第一原発で検討された意思決定よりも、班目委員長の意見が優先される合理的な理由は見あたらない。東電本店は、現場の判断が最優先という立場を標榜しながらも、現実には官邸からの指示を優先させた結果、実際に判断を誤り事故の進行に影響を与えた事実が認められる。」 p.260『国会事故調』

知識の偏在に関して、事故時の福島原発について吉田所長が一番把握していただろう。原子力安全委員会<sup>11)</sup>の班目委員長や（より包括的な情報を統合しているはずの）官邸はこの時点では情報量が少なかったように思える。通常的意思決定（情報の希少性もなく、大局的知見も集められ、時間もある）の場合には、上位機関の決定は大きくはずれることは少なく、それに従うことは大事だろう。しかし、非常時に上位機関が意思決定するなら、決定にも時間がかかり、問題への対処は難しくなるだろう。その意味でも権限移譲のシステムづくりが重要となる。そして、緊急時における権限移譲を社内で決定しておくことも

11) 原子力安全委員会には、概略図しかなかった。電気、機械の修理にも配線図を見る必要はあるし、家庭の下水の修理でも詳細で完全な図面がないと修理に手間取るのはよくあることだ。原子炉も一般論として理解しているのではなく、実際の詳細図面がないなら修理や問題の解決は無理だろう。（p.44『班目日本』参照）

必要だったであろう。国の関与<sup>12)</sup>があった場合には、更に問題が複雑になるが。限定された資源をうまく使えるものに、問題の対処を任せるしかない。(だからといって、個々のオペレータにそれぞれ判断を委ねることも良くないだろう。)技術者が直面する判断は組織や制度があつてのものであつて、個人的な道徳観での対処がどこまで許されるかを予め考えておく必要がある。

また、素人責任者との対応、資源の制約がある場合、緊急事態に優先されるコミュニケーションとは何か<sup>13)</sup>、ということを考えておく必要がある。ワンマン社長が、緊急事態に張り切ると同じような問題が生じうる。

もちろん、トップの暴走以外に、現場の暴走もありうる。雪印の食中毒でも、トップが現場を知らないということもあり、現場の技術者が工場を使いやすいように勝手に変更していたとも言われている。そしてこれが雪印の衛生管理の杜撰さとしてマスコミを賑わすことになった。こういう問題も含めて通常時の組織のあり方を含めて、考える必要がある。

最後に東電の撤退の問題である。技術者の関わる倫理と言うよりも、より一般的な倫理問題が菅首相の東電撤退問題に関して存在している。

「私はこの時点で、このまま事故が収束できなかった場合は、首都圏まで避難区域が拡大するであろうことと、そうなった場合は、日本という国家の存続が危うくなると認識していた。

12) 「緊急時応急対策」原子力災害対策特別措置法第2条第5号にあるように、「オンサイトのアクシデント・マネジメントに該当する「事業者の応急対策の実施、情報の連絡」については、原子力事業者が「主担当」とされ、これを地方公共団体、内閣府、文部科学省、経済産業省、海上保安庁が「連絡先」として指定を受けサポートすることが定められている。原子力安全委員会の策定した原子力安全指針においても、「施設周辺に、放射性物質又は放射線の異常な放出が発生した場合、原子力事業者は、原子力災害の発生やその拡大の防止活動について、責任を持って実行しなければならない」と定められており、オンサイト及びその周辺における原子力事業者の一次的責任が明確にされている。

これに対し、官邸の役割は、原則として①原子力緊急事態宣言（原災法第15条）の判断及び関係機関への連絡（主担当として）、②公衆への情報提供（担当組織として）、③放射性物質拡散状況の把握（連絡先として）、④指定行政機関の応急対応の指示、情報伝達（連絡元として）の4分野に限定されており、専門性の高い技術的判断など、迅速に求められるアクシデント・マネジメントへの関与は本来予定されていなかった。」p.94-96『民間事故調』

13) 班目委員長は、当時の官邸の様子を次のように記している。「メルトダウンの情報公開もそうですが、官邸にいる政治家の顔色をうかがうことが最優先となった関係者の間では、責任の押し付け合いや事実の隠蔽、かばい合いが始まっていました。

福島第一原発の状況についても、まず、技術的な基礎知識さえない政治家に報告し、理解を求めることが優先され、正確な状況を関係者の中で十分に情報共有できなくなっていました。破局的な事態なのに、しかも、そうになってまだ1日も過ぎていないのに、こんな無責任な対処をしていては事態の悪化を食い止められる訳がない。

本来なら、情報を密に交換し、知恵を出しあい、最も合理的な対策を次々に実施することが急務でした。しかし、特に保安院はひどかった。寺坂院長が逃げ出した後も平岡次長以下、何人かの幹部はいましたが、政治家が技術的なことを尋ねても、誰も答えない。それどころか、保安院で掴んでいる情報すら官邸には上げませんでした。」p.83『班目本』

何としても収束しなければならないが、そのためには人命の損失も覚悟しなければならないと考えていた。

「従業員・作業員の命が第一」という考えは、平常時においては正しい。これ以上現場で作業をすると作業員が被曝し健康被害が発生し、場合によっては命も危ない。それくらい過酷な現場であることは私も認識していた。しかし、東電の作業員たちが避難してしまうと、無人と化した原発からは大量の放射性物質が出続け、やがては東京にまで到達し、東電本店も避難区域に含まれるだろう。

原発事故の恐ろしさは、時間が解決してくれないことにある。時間が経てば経つほど原発の状況は悪化するのだ。化学プラントの事故であれば、燃えるものが燃え尽きてしまえば鎮火する。しかし、原発事故に鎮火はない。化学プラントが出す有害物質であれば、一時的には甚大な被害が生じても大気に希釈されるので、いずれは無害になる。しかし、放射性物質はそうはいかない。プルトニウムの半減期は二万四千年だ。

撤退という選択肢はあり得ないのである。」 p.109-110 『菅本』

3月15日午前3時の時点で、菅首相は以上のように考えていた、と自ら述べている。

国の責任者の立場としては理解できる。しかし、実際により危険な立場にいる現場の技術者には、どういう行動が可能であり、どういう行動をすべきなのか。

吉田所長に対して、死ぬと言えるのか。（菅首相はそう考えた。）

原発が爆発しそうになった時、避難することは倫理的に責められるのか。

生命倫理での例としては、健康な一人の人がいて、心臓、肝臓、腎臓、肺などをそれぞれ悪くしている人々がいる、という仮想例を考える。このとき、一人の命を奪って、臓器移植を行い部分的臓器が悪い多数の人々を助けることが倫理的かどうかを問題にしていた。多くの人の幸福のために、一人の命を犠牲にすべきかという問題だ。義務論では一人の命を尊ぶかもしれない。

また、人工妊娠中絶の議論でも同じ論点があった。胎児は人間かも知れない。そして、妊婦の胎内から外に出れば胎児は死ぬかもしれない。生命を奪う可能性のある人を見捨てないのは英雄的で慈悲深い行為だろう。それにもかかわらず、妊婦は中絶の権利を持つというのがフェミニズムの議論の一つである<sup>14)</sup>。

何百万人の人の命を助けるために（実際には、環境や快適な生活を守るために）命を懸

---

14) 「人工妊娠中絶の擁護」 ジュディス・J・トムソン 『バイオエシックスの基礎』 H. T. エンゲルハート H. ヨナスほか著 東海大学出版会 (1988) pp.82-93

けるのはもちろん英雄的行為<sup>15)</sup>と言える（フクシマ・フィフティ）。しかし、そういう自己犠牲を強制できるのか。誰がそれを命令する権利を持つのか。もちろん、こういった英雄的行為が良い結果を生むかどうかは、場合による。良い意図を持つと持つまいと、何らかの結果は生じる。医療でも同じことが生じる。緊急時に救命医療をする医者でも、患者の命を助けられるかどうかは、場合による。しかも、その患者が感染症に罹っていて、医者自身の生命が危うくなることもありうる。このとき、技術者や医者という専門家は英雄的行為をせよという社会的圧力が生じることを理解したうえで、その圧力の犠牲になる可能性を理解しておく必要がある。

内部告発を典型例として含む技術者倫理の問題領域では、会社の悪事を暴くためにマスコミにリークすることは必ずしも勧められない、というのが一般的な教育マニュアルとなっている。しかし、この撤退問題では、告発することによる失職のリスクを超えて、現場で生命を失うリスクのある行動を求められている。これが技術者に対する倫理的要請となるなら、非常に特異な要請といえるであろう。

### 第3節 法を含む制度への理解

「原災法が制定されたのは、1999年9月の東海村JCO臨界事故が起きたからである。この事故は原発の事故ではなく、核燃料を扱う会社が起こした臨界事故で、急性被曝で二人が亡くなった。原子力を扱う施設での事故は、この時まで「起きない」ことになっていたので、起きた場合に行政が対処するための法律も存在していなかった。」 p.50『菅本』

「不沈の」タイタニックには、救命ボートは多くは必要ない、と見做されていた。そして、ボートをおろす訓練も行われなかった。絶対に安全なはずの原子力発電所は、自治体と一緒に避難訓練をすること自体がはばかれた。

自分で工作する場合や大学で実験する場合などは、安全の規制や化学物質の規制はそれほど気にしていないかもしれない。しかし、製品として消費者に販売したり、外国に輸出したりする場合には、様々な法的規制を考慮して設計、製造することが必ず求められる。その意味で、ものづくりの仕事は、社会的規制の中で行うことになる。この規制は社会、消費者が望む要望であり、その意味で設計の制約条件の一部にさえなっている。ただ、それに拘泥すると、発想の限定（たとえば、建築基準法や様々な製品の安全基準に従ってさえいけばいいとしてそこにとどまる）に陥ることもある。時には規制の枠組みを設計しな

---

15) 例えば、門田隆将『死の淵を見た男 吉田昌郎と福島第一原発の500日』PHP (2012) 特に、このノンフィクションの12章以降で当時の状況が物語られている。

おすことを試みることも必要である。

## 指針、技術基準の設定

班目委員長は次のように述べている。

「原安委の委員長となった時、私には三つの目標がありました。

まず、原安委を自ら改善できる組織にすること。次に、他の安全規制組織の評価結果を厳しく監視すること。これはより具体的に言えば、すっかり空洞化し、むしろ弊害となっていたダブルチェックの制度を見直すことです。最後は、古い指針類に縛られた安全体系を世界標準に近づけるべく大きく見直すこと——。この三つを実施するために、私は委員長の職を引き受けたといっても過言ではありません。」 p.177『班目本』

さらに、事故後班目委員長は、次のように述べている。

「この指針類は、安全委が最も重要だと考えているものです。全部で約60あり、原発のほか、原子力に関わる施設を建設したいと電力会社などから申請があれば、これらに基づいて審査します。さらに、運転中の原発であっても、日常から、安全性を確保するため、これらを順守することが必須とされてきました。

例えば、1964年に制定され89年に改訂された「原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」というものがあります。通常、「立地審査指針」と言われているものです。原発を新設するとき、その場所に建設していいか、適地なのかを判断する基準です。

その中身は、単純化して言うと、原発を立地するには、災害が起きそうもない場所を選び、仮に大きな事故が起きたとしても、放射性物質の漏出で影響が及ぶ範囲には大勢の人が住んでいないこと、というものです。

私は事故前から「これはおかしい」と思っていました。本当に安全性の確保につながる指針かと疑っていたので、「原安委として、抜本的に見直すべきだ」とあちこちで発言していました。

電力会社は、原発新設の前に設置許可申請書を提出しますが、その中に、「立地審査指針が満たされている」と必ず記されている。さらに、「最悪の場合に起きるかもしれない事故（重大事故）で放射性物質が飛散する範囲には人は住んでおらず（非居住区域）、重大事故を超えるような、起きるとは考えられないような事故（仮想事故）でも、放射性物質が飛散する範囲には、ほとんど人は住んでいない（低人口地帯）」とも書いてあります。

これはつまり、「どんな事故があっても、影響は敷地外に及ばない」という申請書なので

す。どうして、最悪の重大事故でも影響は敷地内にとどまるのかということ、影響が敷地内にとどまるよう逆に考え事故を設定しているからです。

要は「本末転倒」ということです。しかし、実際、福島第一原発事故では、敷地を超えて放射性物質が飛散しました。立地審査指針を満たしていれば、こんなことは起きないはずでした。

原子炉の安全設計審査指針も奇怪です。

「長期間にわたる全交流電源喪失は、送電線の復旧又は非常用交流電源設備の修復が期待できるので考慮する必要はない」と解説にわざわざ書いてある。国会事故調、政府事故調ともに、この一文が今回の事故をもたらしたと指摘しています。私も「明らかな間違い」だと思っていました。」 p.143-145『班日本』

さらに班目委員長は基準の絶えざる改定という点に関して面白い論点を提示している。それは、原子力安全委員会の元委員長など十六人が事故について三月末に緊急提言を行ったことに対して、以下のような苦言を述べた中に示されている。

「事故の原因は、日本の規制がカイゼンされてこなかったこと、つまり新たな知見の導入を先送りしてきたことによって、海外では当たり前の安全性向上のための対策が、日本では全く考えられていなかったことにあります。」 p.168-169『班日本』

班目委員長の自己弁護めいた言い回しは措いておくことにして、基準づくり、基準の改定を含めた規制は重要である。テクノロジーをコントロールする方法の一つとして、技術基準や法的規制が使われてきたからである。そして、それが現状に合わなくなったら、また科学的知見が増すにつれて、改定していくというのは重要な手続きである。

津波や地震に関する知見が深まるにつれて、法律が改正され、それがバックチェック<sup>16)</sup>されるようになった。建築基準法は安全性の最低限を保証する。しかも、建設時、設計時のみ、行政のチェック（確認審査）を受ける。所有権があるものには、その後のチェックはあまり入らない。そのために、既存不適格となった建物が存在している（法の不遡及）。耐震基準が新しい建築基準法では厳しくなり、それ以前の家ではその基準を満たしていないものが多数ある。しかし、それは放置されている<sup>17)</sup>。

タイタニックでも救命艇の数に関しては、古い商務省の規則に基づいていた。そうする

16) 国会事故調は原発の既存不適格に関するバックチェックがうまく行われていないということ、を、中心的論点として取り上げている。特に、『国会事故調』第5部「事故当事者の組織的問題」を参照。

17) 原子力では、バックフィットする制度を検討することが重要だと、国会事故調はその提言の個所で強調している。（『国会事故調』p.533）ちなみに、2012年10月31日に金沢のホテルで、シンドラー社製のエレベータに挟まれた事故でも、扉が開いたまま籠が動くのを防ぐ安全装置の二重化は、2009年9月から新設エレベータでは義務付けられていたが、既設のエレベータでは適用外であったため、このホテルでの改修は行われていなかった。

と、現実との間に齟齬が生じる。例えば、1万トン以上の船は16隻の救命艇を装備すべきという商務省の規則は、タイタニックのように4万トンを超える船が作られるようになってそのまま運用していた<sup>18)</sup>。タイタニックは当時のイギリス商務省の規則に反しない仕方で設計され製造されていた。しかし、タイタニックが沈没した時に乗員の全員を乗せるだけの救命ボートがないのが、氷山に衝突した場合の問題だった。

もちろん、技術的知識は現場にあるので、規制機関がハイレベルな安全確保能力を保持することは必ずしも容易でないとされている（『中間報告』p.496）。しかし、基本的に、技術基準は技術者、設計者がプロとして技量を発揮するための行動の規範、基準である。大学生、大学院生の段階ですぐに手を付けられる問題ではないにしても、専門家としての技術基準は自分の目で確かめ、理解しておくことが必要となるだろう。（規則の改定に関しては、『中間報告』p.496以下など）

法的規制が現状の技術と乖離することは時として起こる。コンピュータ通信の発達は、著作権やプライバシーなどの問題を生じた。班目委員長のような問題意識を持つことも必要となる。（もちろん、班目委員長自身が改定を成就させていればより良かったのは確かである。）

規制に関しては、規制者と規制される側の癒着の構造も指摘されている。『国会事故調』の第5部では、事業者が規制当局を虜にした構造が述べられている。実際は、建築でも設計者と施工者の関係に関して、また製薬会社と厚生省などで良く似た構造があるとも言われている。

国会事故調の第6部では「法整備の必要性」という仕方で、事故調査報告書の最終章がまとめられている。このように、国民の声はネット内にあるだけでは弱く、誰にもアクセスできる明示的な仕方で、規則や法として仕上げられることも大事である。

#### 第4節 科学的根拠と意思決定

温風機のリコールの問題でも、（異常な使われ方でなく）自社製品の欠陥に由来するトラブルかどうかの確認のために時間を使った。意味のない回収は、コスト面でも評判の面でも良いわけではない。ただ、原因究明には、どうしたって時間がかかる。正しい知識を持ち、物事を知った上で行動することが、緊急時に被害を拡大させてしまうという問題を生じることがある。

「起きたことを隠すことはしない。しかし、確実なこと以外、総理からは言わない。それ

---

18) p.21, p.192高島健『タイタニックが分かる本』改定増補版 成山堂書店（2000）

が方針だった。今回のようなシビアアクシデントは初めての経験であり、誰も自信を持って将来のことを予測できない。総理大臣へ助言できるのは法律上は原子力安全委員会だが、その委員会も断言できない。東工大のネットワークでセカンドオピニオンを得ることはできたが、彼らの意見も参考意見でしかない。最悪の事態として「東日本全滅」と言う人もいれば、「たいしたことにならない」と言う人もいる。そのすべてを公表して、あとは国民ひとりずつ自分で判断して行動してくださいと言うのは、あまりにも政府として無責任だ。

情報をすべて公開するというのは、そういう意味ではない。政府が公式に発表する情報は、最終的にはその内容も含めて、政府が責任を取らなければならない。責任を持ってない情報は発表できない。そこが政府とマスコミとの立場の違いだ。もちろん、マスコミも無責任に情報を流すことは許されないと思うが、その重さは政府とは異なる。」 p.123『菅本』

「政府は本事故に関するプレス発表について、速報性よりも正確性を重視していた。枝野官房長官は、情報開示について「確実な情報だけをしっかりとスピーディーに報告する」という方針を示す一方で、「万が一の悪い方向での可能性のある事業はできるだけ早い段階で報告をするよう努めたい」とも述べている。政府は、事故の発生当初、情報の確実性を十分に確認できない中、確実であると確認された情報のみを発信するという対応に終始し、かつ官邸政治家、関係省庁及び東電の間で情報の公表方法に関する意思疎通も不十分であった。結果として、住民の安全を守るという視点で最悪事態への進展を想定し、これに備えた情報開示をすることはなかった。住民アンケート調査によれば、原発周辺の5町であっても、3月12日5時44分ごろに福島第一原発から半径10km圏内を対象にした避難指示が出た際に、事故発生を知っていた住民は20%にすぎなかった。

また、事故当時、政府は住民に対して、放射性物質の放出等による影響について、「万全を期すため」「万が一」「直ちに影響は生じない」といった、安心感を抱かせるような表現で説明した。しかし、住民の側から見ると、避難が必要だということは十分説明されておらず、また、なぜ直ちに影響は生じないのか、という根拠も明確ではなく、住民はさまざまな不安を持っていた。情報発信は、受け手側がどう受け止めるかを常に念頭に置いて行われる必要があるが、今回の事故における政府の情報公表は、この点が不十分であった。

さらに、今回の事故では、公表の要否や内容に関して一貫した判断がなされなかったために、国民の不信感を招いた。国民の生命・身体の安全に関する情報は、迅速に広く伝える必要がある。仮に不確実な情報であっても、政府の対応の判断根拠となった情報は公表を検討する必要がある。また、緊急時の政府の広報体制の在り方についても基本方針を決めておく必要がある。」

p.36『国会事故調』



1957年に西ドイツで発売されたサリドマイドでも、確証する時間の問題が大きかった。

サリドマイド胎芽病という両上肢の欠損を含む障害児が生まれた時、その原因の可能性は、遺伝、風土病、伝染病も含み、睡眠剤であるサリドマイドが原因だという特定はすぐには困難であった。ただ、1961年11月にレントン医師によってサリドマイドを回収すべきだという警告が出された。西ドイツではマスコミ報道がされて回収されることになった。そして、日本の製薬会社も厚生省もこの情報を1962年1月には確認していた。しかし、マスコミが騒いで回収されたのであって、レントン医師の主張には科学的根拠が見いだされない、として、サリドマイド剤の販売は1962年の9月まで日本では続けられた。そのために、更により多くの被害者を生むことになった。このように、薬害でも緊急な対応は必要である。ところが、日本でも回収を優先させることよりも、本当にその薬が原因であるかという確証を優先させ、回収が遅れ、被害が拡大した。ちなみに、西ドイツでのサリドマイド裁判は、サリドマイド剤が胎芽病の原因だという結論を出すのではなく、1970年に裁判が打ち切られ示談が成立した<sup>19)</sup>。法的に決着するとか、科学的原因究明が確定するには時間がかかる。

もちろん、緊急対応は誤る可能性も多い。実際、ハムにO-157の病原菌が付着していたと発表した保健所が、後にそれは検査時にミスで付着したと公表したこともあった。津波警報や、台風時の暴風警報でも誤ることは多いが、この場合は誤報（実際に大風が吹かない場合）でも慣れてきている。

### 技術者、専門家のアドバイス

中西準子は『リスクと向きあう』<sup>20)</sup>において、原子炉の専門家でない者が原子炉の安全に関して発言すべきか、という問題設定を行っている。専門家は誰でも、部分の専門家であって全体に関しては分からないことがある。専門家は、自分の分野で確証されていることだけを発言すべきか。自分の専門分野に関して、例えばがんのリスクは、これまでの動物実験から、100分の1から10万分の1だと言うにとどめ、規制などの意思決定をどうすべきかは政治家に任せるということもありうる。「こういう言い方でいいなら、学者という立場は気楽です。また、良心的と評価されるかもしれません。確実に安全とは言えないのだから、危険の確率は必ずあると言えいいのでしょうか？」<sup>21)</sup>これが中西準子の問題設定である。これは専門領域の狭さに由来する問題である。

19) 『サリドマイド物語』 柏森良二 医歯薬出版株式会社 (1997) pp.52-53を参照

20) この段落は、中西準子（聞き手 河野博子）『リスクと向きあう 福島原発事故以後』中央公論新社（2012）p.6-12による。

21) p.9『リスクと向きあう』中西準子（聞き手：河野博子）中央公論新社（2012）

専門家はアドバイザーなのか。決定者なのか。科学者は常に正しく予測するとしたら、決定を委ねてもいいはずだろう。ただ、科学者の発言は常に何らかの条件の下での結論を述べている。

「繰り返しになりますが、原子力安全委員会はいくまで「助言」組織です。最終的に物事を判断し、執行する責任は担当官庁にあります。国民のために全力を尽くすことが政府、公務員の責務だったはずですが、本当にそれが果たされていたのかどうか。」

p.117 『班目本』

班目委員長は助言組織であることを強調している。しかし、原安委では、専門家がアドバイザーであれば、政治家もしくは官庁（という素人）に説明する責任はあることになる。すると、素人には専門の知識は伝えにくいとか、誤解を生じてしまったということも嘆いても仕方がない。一般の人に対してコメントをしたり、アドバイスをしたりするとき、リスクコミュニケーションが重要になるのはこのような場面である。

一般に、専門家は、いろいろな条件の下で（動物実験で、高温にならない場合、振動が少ない場合など）何が起こるかについての科学的知見を有している。ただ、そのような知見を基にして、一般に何が言えるかとか、現状を踏まえてどう予測するかに関しては、可能性が発散することがありうる。論理的に起こり得ることは全て可能性がゼロではない。海水注入によって「再臨界の可能性はゼロでない」と言うのは、私は論理的には理解できるが、行動を促すアドバイスとしては不適切だったであろう。

さらに、自動車事故でも、自動車工学や内燃機関の仕組みを発見した人が問題ではなく、この自動車のブレーキが利かなかったことが何によって生じたかが問題である。すると、学問的に優れた業績を持った人（たとえばノーベル賞受賞者）が危機対応の実際のアドバイザーとして機能するのではなく、いろいろな仕方で現場を知りそれを適切に、素人であるリーダーに伝える人が必要である。東電の武黒フェローとか、保安院<sup>22)</sup>の院長がその役割を果たすことが期待された人なのだろう。しかし、伝達力や専門的能力の点で及ばなかった。

## 第5節 安全に関わるいくつかの問題

最後に安全に関していくつかの論点を述べることにする。

---

22) 保安院は専門性が低いということは、『国会事故調』pp.511-512でも述べられている。

## セキュリティ

原発の現場で具体的に事故対応をするためには、まず現場の様子を知ることが必要である。しかし、原子力安全委員会には原子力施設の概略図はあっても詳細図はなかった。

「こんな事態に備えて図面ぐらい用意しておくべきではないのか、杜撰じゃないかと思う読者も多いことでしょう。これには一応、きちんとした理由があります。原子炉はテロに狙われやすい施設だということです。図面が簡単に入手できるような場合は、テロリストの手に渡る危険性も増します。もし、そうなれば図面を分析して弱点を見つけ出し、破壊活動を仕掛けてくるかもしれません。原子力施設それ自体も、部外者には、それぞれの部屋や通路を教えないようにしており、写真撮影もごく一部に限定されています。

余談ですが、今回の福島第一原発の事故で、詳細な図面がメディアなどに大量に提供され、その結果、どこが弱点かオープンになってしまいました。同型の原発については、テロ対策強化が、今後、必要になると思います。

同時に図面がないことが、今回のような緊急事態への対処に対して重大な障害だったことを踏まえると、その整備や管理をどうするかが、今後の重要な課題になるでしょう。」

p.45『班日本』

原発は（もちろん、化学コンビナートや飛行機、船でも）セキュリティのために隠さなければならない情報は多い。

さて、シビアアクシデント（SA）、これには、3つある。内部事象つまり、機械故障やヒューマンエラーなど。外部事象つまり、地震、津波、台風など。人為的事象つまりテロなど。しかし、「日本ではこれまで内部事象を対象としたSA対策が主に検討され、外部事象、人為的事象に関しては対策が乏しかった。」『国会事故調』p.116と、述べられている。

さて、IAEAは、深層防護を5段階に分けている。第1層は異常運転及び故障の防止、第2層は異常運転の制御及び故障の検出、第3層は設計基準内への事故の制御、第4層は事故の進展防止及びシビアアクシデントの影響緩和、第5層は放射性物質放出による放射線影響の緩和である。

さらに、「第1～3層では起因事象に応じた個別の対策が可能であるが、炉心損傷に至った後の第4層や放射性物質放出後の第5層では、広範囲の起因事象を想定したSA対策が求められる。しかし、これまで日本では過去や海外の知見から学び、広範な起因事象を想定した対策をとることができず、事故が起こるとその事故のみに対応するというパッチワーク的な対策に終始してきたため、アクシデント対策の範囲が狭いものとなった。」『国会

事故調』p.116とも言われている。つまり、未然防止が中心であり<sup>23)</sup>、問題が起こった後の損害の局小化や復旧をあまり考えていないともされる。この論点は、テロや戦争があった場合には、思いもかけない被害が生じることを考慮しなければならないということと結びつく<sup>24)</sup>。

一般に、工学部では機械故障の研究は普通に行われる。ヒューマンエラーは人間工学、安全工学として学ぶこともある。また、外部事象は、外力の事例として機械の使用環境として理解しているだろう（ただ、これ自身は機械系の学問の中心ではない）。しかし、テロや戦争などの人為的事象において起こったシビアアクシデントについての考慮は、通常のカリキュラムに入らないほど日本は平和だった。その意味での安全神話もあったのだろう。そのため、シビアアクシデント対策に考えが至らなかったとしたら、大きな問題だろう。（もちろん、『国会事故調』第5部「5. 2 東電・電事連の「虜」となった規制当局」でも述べられているように、原子カムラという社会的関係のために安全規制がうまく作り上げられなかった可能性もある。）

## 原子カムラ

「安全神話はもともと立地地域住民の納得を得るためにつくられていったとされますが、いつの間にか原子力推進側の人々自身が安全神話に縛られる状態となり、「安全性をより高める」といった言葉を使ってはならない雰囲気が醸成されていました。電力会社も原子炉メーカーも「絶対に安全なものにさらに安全性を高めるなどということは論理的にあり得ない」として彼ら自身の中で「安全性向上」といった観点からの改善や新規対策をとることができなくなっていったのです。メーカーから電力会社への書類でも「安全性向上」といった言葉は削除され、「安全のため」という理由では仕様の変更もできなくなっていました。」  
p.6『民間事故調』

住民にリスクを正しく知らせなかったというのが基本の問題だが、ここで興味深いと思われるのは、原子力推進派という専門家が安全神話に縛られていったということである。（地方自治体の原子力発電所を受け入れた村<sup>25)</sup>に関しては、ここでの主題ではない。）

例えば、私がこの論文を「科学技術の社会学」という題で発表すれば社会学部の人々から違和感を持たれる可能性はある。「工学の哲学」なら、その場合でも違和感を折りたたむ

23) 津波などの外的事象の検討もあまり行われなかったと言われている。（『中間報告』p.492）

24) B.5.bとの関わりで、セキュリティを扱っているのが、『民間事故調』第10章2節である。

25) これに関しては、『「フクシマ」論 原子カムラはなぜ生まれたのか』開沼博 青土社（2011）がある。

ことができるかもしれない。もちろん、哲学や倫理学の人を前にして、「哲学としての科学技術」とか「倫理的観点から見た科学技術」という題を提示すると、この論文は突っ込みどころ満載だと言われるだろう。このように、学問的伝統や問題解決の方法論をある程度共有していないと、その分野の専門家からは違和感を持って、さらには拒否感を持って扱われることになる。実際、私自身も技術に関わる講演会を聞いている中で「哲学」という言葉が使われると、違和感を感じることも多かった。もっとも、この頃は慣れてきたが。

学問の体系を作ろうと、隣接の分野を丸めて、理解できる形で取り込むことはよく行われる。学際的と言われる分野ではなかなか優れた人が融合をめざしているのだが、なんといっても限度があり、ちょっとした齟齬は残っている。この齟齬は見ていて興味深いのが、体系を作りそこから考えを進めようとする、それは矛盾として見えてくる。何はともあれ、世界のどの部分でも単純にすべてを説明し尽くすことはできないので、問題点は常に残る。どこを重視し、どう扱うかが問題である。物わかりが良すぎると体系が瓦解し、悪すぎると独断的になる。組織とリーダーとの関係も良く似ている。学問の体系性に関してこのような独自性を誇ることは普通に起こる。大規模なつり橋が崩壊したことで知られるタコマ橋でもそういう学派の争いがある、別の学派からのアドバイスを無視するということはあった<sup>26)</sup>。

さらに、原子力発電所という大規模なプラントを運営する場合は、通常起こり得るトラブル（世間はこれに対して反応し、電力会社も対応してきた。そのために、これこそが原子炉の安全問題の中心と見做されてきたのかもしれない）は、疲労破壊を含む圧力容器に関わる問題であろう。（つまり、SAのうち内部事象が中心だった。）そして、このような問題は、機械工学という学問の内部で実験が積み重ねられ、理論が作られてきて、精緻化してきただろう。もんじゅのトラブルやJCOの臨界事故問題は組織に注目させてきたが、学問的問題としては機械工学の内部に焦点が当たっていたような印象を受ける。浜岡の訴訟での班目発言もその枠組みの中であるように思える。津波の研究者の扱いがひどかった。実はタコマ橋の場合でも、風による共振現象は航空工学では当時知られていたが、その知見は土木工学には導入されなかった。分野の異なる知見の導入は難しい。

学派や専門分野の中で理論を精緻化していくことは理系だけでなく文系でも行われる。そして、それに貢献した人は、その分野内では評判が高くなる。しかし、現実の問題、特に安全の問題に関しては、学派内にとどまれるかどうかを疑問に思わせることが時として生じるのである。

---

26) 川田忠樹『だれがタコマを墜としたか』建設図書（1975初版）が詳しい。

さらに原子カムラは、学会を超えて、経産省、東電などの原子力事業者、政治家なども巻き込んで大きな影響力を持っていた。これはお金が大きく関わるという点で、韓国のES細胞ねつ造事件の問題と似た側面がある。この場合も中心となる研究者に反したことは言えない雰囲気があったと言われる。ただ、ねつ造についてはまだ白黒がつけ易いが、安全性などについては、通常は可能性にとどまるために、大事故が実際に起こるまではなかなか決着しない<sup>27)</sup>。

### 安全のパラドックス<sup>28)</sup>

「原安委が求めていたのは、電力会社が自らの安全余裕や弱点を把握し、安全性を高める努力の一環としての評価でした。原発はいろんな面で余裕のある設計をしています。そのことが安全神話を生み出し、安全性向上の努力をしなくなりました。しかし、本当に余裕があると言えるのか。なかったことは今回の事故でも明らかです。だから、あちこちの機関でバラバラに過度の余裕を見込んだりせず、現実的な評価をしてもらいたかった。」

p.162-3『班目本』

余裕のある設計をすることによって、安全性の向上をしないことが興味深い。子供が机の角に頭をぶつけても大けがをしないように、机の角にクッションを張り付けるとする。普通に遊んでいるときには、これはケガを防いでくれる。しかし、問題は火事になった時に、そのクッションが有毒ガスを出すかもしれない。友達の家遊びに行つてはしゃいでいると、思わぬ大けがをすることにもつながるかもしれない。

さらに、安全を高めるための社会規制があることによって、かえって安全な社会づくりが阻害されることがあったとも言われている。

「原発は、運転差し止めや、設置許可の取り消しといった訴訟の対象にもなることが多く、何かを変えれば、「やっぱり原発は危なかった」と言われ、訴訟で不利になるという不安が、改革をためらわせていたのかもしれない。」

p.178『班目本』

「防災指針に国際的な考え方を取り入れるべきではないかという話は、今回の事故が起きる前からありまして、たとえば2006年頃にもIAEAで進められていた避難区域設定の考え方を原安委でも検討して導入しようとしたのですが、こともあろうに保安院の幹部連中が大挙してやってきて、原安委に対してこう申し入れたそうです。

27) スリーマイルの事故は運転者のエラーであり、チェルノブイリの事故は、ソ連特有の原子炉によるとして、日本の原子炉では大事故は起こらないことが強調されていた。(土木でも、アメリカの地震でハイウェイが倒壊したことを受けて、日本では起こらないと専門家が言っていたが、その後阪神大震災で高速道路の倒壊があった。)

28) 安全のパラドックスという問題設定は、『中間報告』p.498による。

「せっかく防災対策はJCO事故の後に整備されたものが定着しつつあるのに、今見直しする必要はないのではないか」

「寝た子を起こすな」

原子力安全規制を担うはずの原子力安全・保安院という組織のトップに立つ最高幹部からは、そんな苦言まで飛び出したと聞いています。」 p.200-201 『班目本』

問題が起こった時の法的対処と技術的対処は違っている。法的に訴えられないようにしようとする、当該の行為、当該の施設、人工物が法を守っているというように説明しなければならない。施設や人工物が安全（更には絶対安全）と確認するか、より弱く国の規定に反していないと主張すべきである。それに対して、技術的な対処は、トラブルを解決し、新たな知見を使って人工物を改良しようというものである。問題は、当該の人工物の欠陥を言い立てる人にとっては、欠陥があるからこそ改良しているのだとして、欠陥の証拠そのものと見なされる。こう考えると、おちおち改良してもいられなくなる。このような乖離は、うまく調整し、理解しておかないと、社会の安全の確保がうまく保証できなくなる<sup>29)</sup>。

安全性を求めることは、通常良いことだと思われる。しかし、そうでない状況があることも心にとめておく必要がある<sup>30)</sup>。

## 終わりに

もともと安全を確保するというのは困難な仕事である。まず、行為者は人間でありいわば自由に行動する。つまり、常に想定外は起こり得る。しかも、めったに起こらない問題への対処の判断が必要となる。どの程度コストをかけられるか。ソフトウェア開発でも、めったに起こらないことの対応のためにソフトウェアの大きさが膨大になっている。コンピュータでの制御は何でもできるかもしれない。しかし、コストがかかるし、そのデバッグも大変だろう。

人工知能を作る場合でも、あらゆることをシナリオとして持っていて、それに応じてロボットを動かせば何でもできそうだ。しかし、そのシナリオを書くのは現実的に不可能だった。リスクの対応、想定外を出さないということは、これを要求することになる。

にもかかわらず、安全を求める社会になっている。しかも、それを技術的に解決するこ

29) p.418-419『中間報告』、p.62-63『菅本』、p.38『国会事故調』などを参照。なお、「寝た子を起こすな」という言葉は、『国会事故調』p.503, 514で使われている。

30) これは東電の自己保身（国会事故調の言う「東電の虜」）でも一部説明ができるかもしれないが、東電の政治力とその意図実現能力をどこまで評価するかの問題となる。

とが社会的に要請されている。このような社会の中で、技術者としての仕事をしなければならぬということを理解しておかねばならない。

技術者になる人にとって、第1節での設計に関する問題、第2節の現場（ここでは運転やトラブルの対処だった。研究開発やメンテナンスの場合もある）に関わる問題は、具体的状況はかなり違っても、今後、社会で出会う場面の典型となる。

第3節から第5節は、それに比べると技術者の仕事との結びつきはそれほど大きくないであろう。しかし、ものづくりや研究開発において、それを規制する法律、さらには技術基準や標準といったものは、社会からの要請として、ものづくりの自由な活動を制約するものでもある。しかし、社会を無視した生活、研究はありえない。もちろん、規制があまりにも大きな仕方では、社会と技術との齟齬を示すようになってきたら、規制のルールを変えるために学協会などで技術者が協力することも必要である。

第4節は、専門家として社会にどう情報発信をするかに関わっている。TVのコメンテーターのようにどんな話題にも口を出すというのと、分野を少し外れると「私の専門でない」として逃げるといった両極端がある。

第5節は、安全性に関して、工学部の学生が専門科目で学ぶ設計上の安全に関わる問題の背後にある社会問題を示した。ここでも、技術者が専門的な仕事をするときに「社会」が見え隠れするのが分かるだろう。

本研究は独立行政法人学術振興協会の科研 基盤研究(C) 課題番号22500972の助成を得た。

—2013.1.14受稿—