

巨大技術に関わる技術者の社会的責任について

～東日本大震災時のメディアへの対応を通じて感じたこと～

佐藤 清 (電力中央研究所)

Social Responsibilities of Engineers Engaged in Mega Technologies

~Impressions received through Communications with the Media
about the Great East Japan Earthquake~

Kiyoshi Sato (Central Research Institute of Electric Power Industry)

Abstract:

With regard to Nuclear Power Generation, one of the Mega Technologies of today, we sometimes need to decide on safety standards and countermeasures against natural disasters or accidents considering scientific uncertainties, as seen in the case of technologies of evaluating tsunami and its countermeasures against it. This paper mainly discusses who and how the social responsibilities should be borne regarding the implementation of these achievements in science and technology.

キーワード : 巨大技術, 原子力発電, 津波評価技術, 津波対策, 科学的不確実性, 社会的責任
(mega technologies, nuclear power generation, technologies of evaluating tsunami, countermeasures against tsunami, scientific uncertainties, social responsibilities)

1. はじめに

東日本大震災を引き起した自然の脅威は、日本が多年に亘って注力してきた防災に関わる科学技術の力を遥かに凌駕するものであることを、改めて見せつけた。こうした中で、福島第一原子力発電所の事故が津波に起因したと考えられていることを受けて、「原子力発電所の津波評価技術」を策定した土木学会、それを踏まえて対策を講じた電力会社、更には策定に関与した人々の責任を問う意見がある。

地震・津波の現象や低線量放射線の影響に関する学問などは、着実に積み重ねてきた研究成果を踏まえ、長期的に見ればかなりの進展が見られるものの、未解明な点が多い。原子力発電所など複合的な巨大技術・システムを用いた施設の防災指針、各種規格・基準や緊急時の近隣住民等の安全対策などは、科学的に明確な答えが出せない多くの事象を踏まえながら策定しなければならないが、そうした難しい問題に対して技術者・研究者や企業・研究所、学協会等の組織はどのような姿勢で相対し、社会的な意思決定に関わるべきであろうか。津波の評価研究と対策を例に考えてみたい。

また、不幸にして事故が起こった場合、社会的意思表明の場としてのメディアに、どのように向き合うべきか、東日本大震災時の事例を踏まえて考察する。

2. 福島第一原子力発電所の事故と津波の評価について

2-1 現時点まで明らかとなった事故原因

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴って発生した津波により、太平洋沿岸にある東北電力と東京電力の火力発電所及び原子力発電所は大きな被害を受けた。東京電力福島第一原子力発電所においては、運転中の1～3号機の原子炉は自動的に制御棒が上がり緊急停止したが、変電所における機器の故障や送電線鉄塔の倒壊などに起因して外部電源を失った。非常用ディーゼル発電機が起動したものの、地震の約50分後、遡上高14m～15mの津波が発電所を襲い、地下に設置されていた非常用ディーゼル発電機が海水に浸かって故障した。これにより、電気設備、ポンプ、燃料タンクなど多数の設備が損傷・流出して、全交流電源喪失状態に陥った。この結果、ポンプを稼働できなくなり、原子炉内部や、核燃料プールへの送水が不可能となって冷却することができなくなり、核燃料の溶融が発生した。そして、原子炉内の压力容器、格納容器、各配管などの設備の多大な損壊を伴う、甚大な事故へとつながった。

事故原因は、直接的には今日の科学技術水準では予見することが困難であった巨大地震とそれに起因する凄まじい

破壊力を持つ津波の襲来に拠ったものと考えられている。原子炉本体に欠陥があったのではなく、電源盤や非常用ディーゼル発電機収納建屋の水密性不足等、津波に拠る浸水に対する設備設計・配置の不備、そして、外部電源、内部電源の多様性と独立性の確保に万全ではなかった、広義のエンジニアリングの不備に帰着されると考える。

事故後は、国内外の研究開発等の成果を精査した上で、速やかに安全基準や対策に反映させる仕組み作りや、有事における情報提供プロセスの整備等の必要性が指摘されている。また、技術思想、理論面では、確率論的安全評価の有効性を認めつつも、その根本的な考え方の妥当性を問う意見が、専門家の間で表明されている。

2-2 近年における我が国の津波対策

1993年の北海道南西沖地震津波による被害調査結果等から導き出された教訓を踏まえて、1997年3月に、国土庁、運輸省、気象庁等の防災に携わる7つの省庁は、沿岸地域を対象として、地域防災計画における総合的な津波対策の強化を図るために、「地域防災計画における津波対策強化の手引き」を策定した。この中で、津波対策の基本的な考え方、津波に関わる防災計画の基本方針ならびに計画策定手順等について、総合的な取り纏めを行った。津波想定に関する新しい考え方は、「想定し得る最大規模の地震・津波を検討し、既往最大津波との比較検討を行った上で、常に安全側の発想から沿岸津波水位のより大きい方を対象津波として設定する」というものであった。その後、内閣府中央防災会議は、日本沿岸の海域別に津波危険度を検討し、一定の危険度を越えた地域はハザードマップを作成し、地域防災計画を策定するよう勧告した。

地震研究については、阪神淡路大震災を契機に、文部科学省に地震調査研究推進本部（地震本部）を設置し、地震や地震動に関連した最新の研究成果を取り入れて、全国的な評価を行い、その成果を国民や防災を担当する機関が活用できるように公表している。地震本部による今次大震災（マグニチュード9.0）発生以前の想定では、太平洋沖ではマグニチュード最大8.2であり、地震本部も予想することができなかった規模の地震、そして巨大な津波であった。

2-3 我が国の原子力施設における津波評価と対策

1990年代以降、原子力施設を対象とした津波評価は、その時点における最新の知見に基づき、個別地点ごとに既往最大の津波および活断層から想定される最も影響の大きな津波を数値計算等により求めて、設計津波水位を設定し、これをもとに設計が行われてきた。

前節で述べた「地域防災計画における津波対策強化の手引き」においては、原子力発電所への津波評価方法については標準的な手法は示されなかったため、1999年11月に土木学会の原子力土木委員会に津波評価部会を設置し、計8回に及ぶ部会活動の成果を踏まえて、2002年2月に「原子力発電所の津波評価技術」（以下、「津波評価技術」）を取り

纏めた（図1）。「津波評価技術」は、それまで培ってきた津波の波源や数値計算に関する知見を集大成して、原子力発電所の設計津波水位の標準的な設定方法を提案したもので、津波予測の過程で介在する様々な不確実性を設計の中に反映できることに特長がある。⁽¹⁾そして、「津波評価技術」に盛り込まれた成果は、日本電気協会の原子力発電所耐震設計指針に記載された「津波評価技術指針」の基盤となった。また、IAEA（国際原子力機関）やNRC（米国原子力規制委員会）の災害ガイドに参照・引用されており、国際的にも最先端の研究成果であることが認められている。⁽²⁾

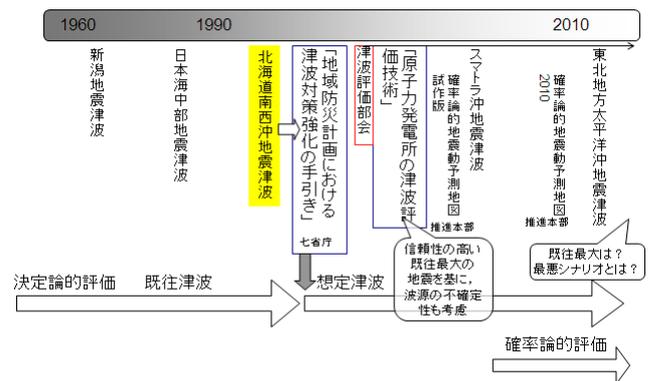


図1 津波の想定に関する小史⁽³⁾

Fig.1 Brief history concerning technologies of evaluating tsunami

刊行された「津波評価技術」における部会主査の首藤伸夫東北大学名誉教授（当時は岩手県立大学教授）の言に拠れば、それ以前には火力発電所が小さな津波の影響を受けた事例（1960年チリ津波の際に八戸火力発電が浸水被害を受けた。）が1件あるのみであった。一方、原子力発電所においては津波被害の前例はなかったが、津波危険度評価に基づく対策は行われていた。1970年代後半以降の津波に関する学問の急速な進展を踏まえて、対策を見直して体系化する条件が整い、地震、津波数値計算技術、水理実験、海岸防災、津波防災等の専門家が集まり、入念な検討を行った。日進月歩の発展途上にある津波学の現況を反映して、首藤教授はその時点でわかってきたことと、未だ不分明な問題点・限界を真率に述べた上で、当該「津波評価技術」を実際の設計に供することを推奨している。「津波評価技術」の第3部<レビュー編>では、実用間近な技術、近い将来解決すべき技術など、部会メンバーがいずれ「津波評価技術」に盛り込みたいと考えていた理論、評価手法に関わる将来課題を例示している。研究者として、科学的真実に迫り、社会に対して誠実でありたいと願う姿勢が窺われる内容であると考えられる。

2-4 「原子力発電所の津波評価技術」刊行後の津波評価部会における取組み

2002年に刊行された「原子力発電所の津波評価技術」（以下、「津波評価技術」）では、断層運動に伴う津波水位の決

定論的な評価方法が体系化されたが、刊行後も、地震や津波に関する学問的成果を順次反映させて、「津波評価技術」の更なる高度化・標準化を図ることを目的に、津波評価部会において継続的な取組みが行われてきた（図2）。

- 第Ⅰ期(平成11～12年度)1999～2000年度
津波水位評価手法(決定論)の検討および基準化
水位変動以外の事象等の文献調査
→「原子力発電所の津波評価技術」(H14.2)の刊行
- 第Ⅱ期(平成15～17年度)2003～2005年度
確率論的津波ハザード解析方法の検討
分散性と砕波を考慮した数値モデルの検討
津波による波力評価手法の検討
→委員会報告として土木学会論文集に投稿
- 第Ⅲ期(平成18～20年度)2006～2008年度
津波による砂移動評価手法の検討
確率論的津波ハザード解析方法の高度化およびとりまとめ
→砂移動評価式の論文投稿
→「確率論的津波ハザード解析の方法」
- 第Ⅳ期(平成21～23年度)2009～2011年度
波源及び数値計算方法に関する最近の知見の反映
→「改訂版 原子力発電所の津波評価技術」(仮称)→延期

図2 津波評価部会における取組み^④

Fig.2 Activities of the section meeting of evaluating tsunami

原子力安全委員会では耐震安全性評価における確率論的評価(PSA)の導入が議論され、将来は津波に対する安全性評価についても確率論的評価の実用化が必要であると考えられていた。これを受けて、2003～2005年にかけての津波評価部会の第Ⅱ期の活動では、津波水位の確率論的評価、波の分散性と砕波を考慮した数値モデル、津波に拠る波力評価に着眼し、「津波評価手法の高精度化研究」に取組み、その成果を原子力土木委員会 津波評価部会の名において土木学会論文集で公表した。⁽⁴⁾

2006～2008年の第Ⅲ期では、原子力発電所の津波に対する安全性・信頼性を更に向上させることを目的として、「津波ハザード解析手法ならびに津波による海底地形変化評価手法の研究」により得られた成果を審議した。津波ハザード解析手法については、第Ⅱ期の成果も含めて、「確率論的津波ハザード解析の方法(案)」を取り纏め、提示したモデルと方法により、実際に原子力発電所の津波ハザード曲線进行评估することが可能になった。また、津波による海底地形変化評価手法については、砂移動実験結果および現地地形変化事例に対する検証計算に基づき、砂移動モデルが提案され、原子力発電所の津波による砂移動の評価に活用することができるようになった。

2009～2011年の第Ⅳ期は、最新の知見を踏まえて、「津波評価技術」を改訂すること、津波による波力、砂移動評価手法を基準化すること、ならびに確率論的水位評価について標準的な手法を示すことを目的として、現在も継続中である。「津波評価技術」の改訂については、東北地方太平洋沖地震が学術レベルにおいて予測・想定されていたものを大きく上回る巨大地震で、検証作業が必要であるため、当初予定していた時期が延期される見通しである。

2-5 残された課題

国民のため、そして地域住民の安全を最優先する総合的な防災対策を講じていく観点から、専門分野、学協会の垣根を越えた連携が益々重要になっている。原子力防災に関しては、地震、津波、原子力工学と関連分野(施設関連エンジニアリング等)の連携が不可欠で、土木学会、原子力学会、日本機械学会、日本化学会、電気学会等が一体となって具体的取組みを実践していく機運が高まっている。また、文理融合の本格的な取組みも模索されている。

東北地方太平洋沖地震に起因する巨大津波は、数多くの人命を奪い、コミュニティを破壊し、その復興に向けた道程には幾多の苦難が待ち受けている。大いなる喪失感と再生に向けた希望を再出発点として、科学技術の限界を意識しながら、なお科学技術の進歩に託して、長い歳月を掛けて、この状況を乗り越えて行かなければならない。

2-6 これからの原子力発電の推進をどう考えるか

私事にわたることではあるが、筆者の郷里は福島第一原子力発電所事故に伴う警戒区域内にあり、家族、親族、友人が皆避難中であるため、事故を境に生活が一変し、数々の災厄に苛まれている人々の苦難を想うと、未だ引き裂かれるような気分になる。震災直後から激しい熱情に憑かれたかの如く強烈な言葉遣いのメッセージを発信している福島の詩人・和合亮一氏には、文学的な共鳴とは異なる、ある種の共感を覚える。事故後は貪るように反原子力の書物を涉猟し、それらの主張の少なからぬ部分に同意もする。泣き言を言わずに、黙々と耐えている福島県浜通りの人々を想わぬ日はない。除染作業が進み、学校、病院、高齢者福祉施設、幼稚園・保育園、商店街などの基盤が整ってコミュニティが再生し、その中で長期的に生業を立てることの見通しがついて初めて復興の第一歩となることを、地元の人々との対話を通じて実感している私は、長期に亘る苦難を乗り越えなければならない福島の人々のことを思い、自分に何ができるか日々問い掛けている。

一方で、食糧、防衛とともに国の安全保障上重要なエネルギー問題を考えるのに際しては、出来る限り私的な感情を鎮め、自然エネルギーへの願望的イメージや新技術開発への空想的な思惟で論じてはならず、高度に戦略的でなければならないと考えている。原子力発電の推進については、予てより感情論に拠る不毛な二元論的レッテル貼りが横行し、立場を越えた真正面からの議論は少ないが、このような時であるからこそ、相互に納得し合える科学的事実・本質を踏まえた議論が必要であると考えている。

これからのエネルギー選択を考える際には、①生命と健康への影響、②環境への影響(CO₂排出削減計画との整合等)、③事故の確率と事故が起きた場合の波及の大きさ、④技術進歩を踏まえた利用可能技術のラインナップ、⑤経済性(エネルギーコスト)、⑥エネルギー資源の長期展望(安定性)、などが判断材料になるであろう。人口増加と急速な工業化により、エネルギー需要が大幅に増加している新興国の台

頭は、天然ガスや良質の石炭など化石燃料の資源争奪戦を招来している。また、天候や季節に依存して供給が不安定な太陽光や風力などの再生可能エネルギーが大量に系統に入ってくることに拠る調整力の限界や、系統の安定化に掛かる多大なコスト等を勘案すると、原子力発電抜きでのエネルギー供給計画を立てることは、当面は困難である。従って、福島の哀しみを乗り越えて、原子力発電の安全性を極限まで高めて、代替する発電方式が開発されるまでは、基幹電源としての一翼を担わせることが必要となる。

エネルギー・環境問題は、自国だけで閉じて考える訳にはいかないグローバルな視野が求められる事柄であるため、アジア、別けても中国とインドに目を向けると、両国が原子力発電に頼らずに確実なエネルギー供給を実現することは不可能であると言って過言ではない。

しかし、それ故にこそ、原子力発電を推進するに際しては、より厳しい倫理観と責任意識が求められることになる。2005年のJR福知山線事故に際して、当時の航空・鉄道事故調査委員会が纏めた報告書にある「発生頻度が小さくても、一度発生すると重大な人的被害を生ずる虞れのあるものについては、対策の推進を図るべきである。」とする考え方は繰り返し想起すべき事柄である。また、圧倒的に利便性の高いエネルギー源である電気を安定的に確保するために、万一、事故が起きた時には社会全体でカバーし合う精神の形成と社会的な仕組みとが求められる。今、問われているのは、巨大技術に携わる専門家集団の人間性と想像力ではないかと思われる。

3. 東北電力土木技術陣の使命感と矜持

3-1 女川原子力発電所における津波対策と被害の概況

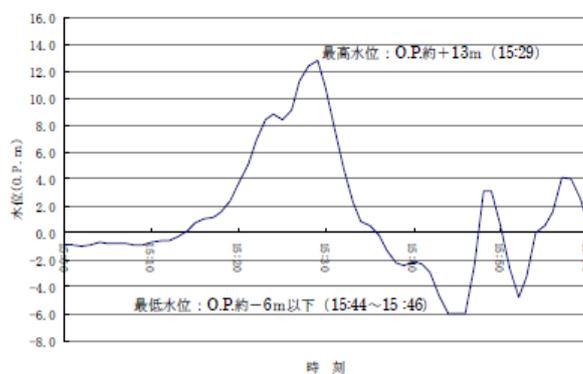
東北電力の女川原子力発電所(原子炉設置許可申請:1970年5月、営業運転開始:1984年6月)が立地している三陸沿岸は、古くから巨大津波による被害を幾度も受けてきた地域であり、計画当初から津波対策は最重要課題の一つと位置付けられていた。当時は津波のシミュレーション技術が無かった時代であったが、同社では敷地の高さをO.P.(女川の工事用基準面:東京湾平均海面-0.74m)+14.8m、屋外重要土木構造物や主要建屋1階の高さをO.P.+15.0mと決定した。この決定は、1968年に設置した海岸施設研究委員会において、土木工学(水理学、海岸工学、津波)や地球物理学などの専門家が、女川における津波や波浪などの設計条件や海岸施設の設計などについての議論を通じて導き出した。⁽⁵⁾公共機関による過去の津波記録や学術論文などを精査し、869年の貞観津波、1611年の慶長津波、1896年の明治三陸津波、1933年の昭和三陸津波、1960年チリ地震津波の史実なども考慮して検討された結果を踏まえたものである。⁽⁶⁾なお、同発電所の2号機(営業運転開始:1995年7月)、3号機(営業運転開始:2002年1月)の建設に際しては、数値シミュレーション技術などの新たな知見を反映した津波評価を行い、敷地の高さは1号機同様O.P.+14.8m

が妥当と判断された。

今回の地震では国内の広範囲で地殻変動が起こり、東北地方太平洋岸では、各地で地盤沈下が観測された。GPSによる測量の結果、女川原子力発電所においても、敷地が一律に1m程度沈下していることが確認された。即ち、同発電所の敷地の高さは、設置許可時点ではO.P.+14.8mだったが、地震後はO.P.+13.8mとなった。潮位計は発電所前面にある港内の波の穏やかな場所に設置されており、観測された津波の高さ(最高水位)は、敷地の地盤沈下を考慮するとO.P.約+13mであり、敷地の高さを越えなかった(図3)。海側の一部の敷地内においては、海水の浸入痕が確認されているが、痕跡の高さをGPSで測量した結果、同発電所における津波の遡上高は最大でO.P.約+13.8mで、敷地の高さとはほぼ同じ値であった。津波により、1号機屋外重油貯蔵タンクの倒壊と2号機原子炉補機冷却水B系及び高压炉心スプレィ補機冷却水系の浸水(A系の機能に問題なし)が認められたが、主要な建屋は津波の襲来から防護され、発電所の安全性に影響を及ぼす被害は確認されなかった。

また、引き波による水位低下については、1~3号機の取水口前面で最低水位O.P.約-7.6mとなり、取水口敷高(O.P.-6.3m)を数分間下回った。しかし、原子炉補機冷却系海水ポンプの運転に必要な海水が、1号機では約40分間、2号機3号機では約38分間、取水路内に確保されている構造となっていることから、発電所の安全性には影響がなかった(図4)。津波に伴う堆砂により、取水口が閉塞するような事態も起こらなかった。

今回の大津波で女川原子力発電所に大きな被害がなかったのは、東北電力の土木技術者陣に脈々と継承されている「自然に対する畏れ」の感情と、それを踏まえて適切な対策を講じてきたことに拠るものであると思われ、技術者の使命感と矜持とを垣間見る想いである。



地震後の敷地の高さはO.P.+13.8mで、津波の最高水位O.P.約+13mを上回った。

図3 女川原子力発電所の潮位記録(2011年3月11日)⁽⁷⁾
Fig.3 Tide level record at Onagawa Nuclear Power Plant on March 11, 2011

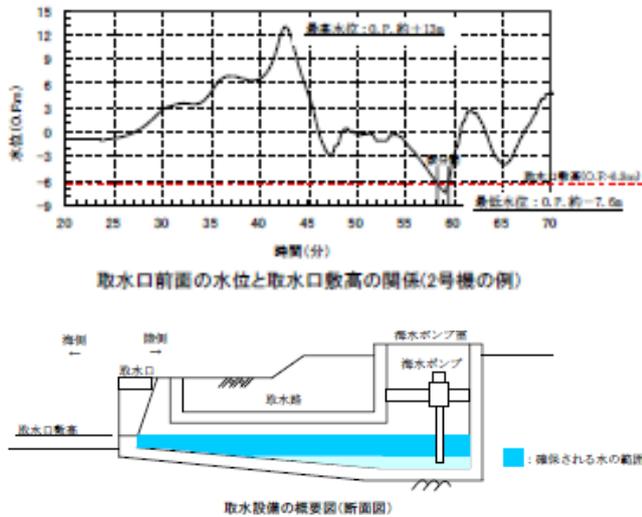


図4 水位低下による発電所の安全性⁽⁷⁾
 Fig.4 Safety of the plant due to water level decline

3-2 土木技術者 平井彌之助の炯眼

技術者・研究者の社会的責任、そして経営者の社会的責任について考えるに際して、女川原子力発電所の津波対策の策定にみられる、ある土木技術者の事績を振り返ってみたい。戦前、松永安左エ門の東邦電力に入社し、戦後の電力再編成後は東北電力の副社長と電力中央研究所の理事を歴任した土木技術者・平井彌之助（1902年生まれ～1986年逝去）に関する文献は限られており、一般にその名を広く知られているとは言えない。筆者の場合も、研究所のかなり年長の先輩諸氏から、土木技術者、経営者としての令名を耳にしたことがあるのに過ぎなかった。女川原子力発電所の敷地高さがどのように決定されたかについて関心を持ち、調べている内に、平井彌之助の訶咳に親しく接し、直接指導を受けてこられた大島達治氏の文集を読み、ご本人へインタビューする機会を得た。以下は、大島氏にご教示いただいた話に、他の東北電力関係者のお話を交えて、筆者の現時点における理解に基づいて記すものである。

女川原子力発電所の立地計画が進んでいた1970年代に、1964年から電力中央研究所の理事・技術研究所長の職にあった平井彌之助は、同発電所1号機の建設に際して古巣である東北電力の上記海岸施設研究委員会のメンバーとして参画し、869年に東北地方太平洋岸を襲った貞観地震・津波に言及し、この規模の津波に備えることを強硬に主張したとのことである。⁽⁸⁾ 過去に幾度となく東北地方を襲った津波についての、自らの調査・研究を踏まえた確たる信念に基づく主張は“警告”と言っても良い程のものであったとのことで、反対意見も多い中で、時の若林社長がこの真摯なる意見を掬い上げるようになった由である。その対策の基本は、津波の高さと衝撃力に耐えることに加え、引き波で海底が露出して海水を汲み上げる冷却水ポンプが空転することがないように備えることを訴えたものであったとのこ

とで、その先見性が窺われる。同時期に建設が具体化していた中部電力浜岡原子力発電所についても、冷却水取水を400m沖合の海中に設けた取水口から海底トンネルで取水し、大津波の引き波でも取水路に水が切れることのないように計らうことを助言されたとのことである。

松永安左エ門の事業運営の哲学である「電気事業の基本は、公益事業として供給責任を全うすることに尽きる」という考えを体現し、「法律を尊重しながらも法令に定める基準や指針を越えて、結果責任を問われる技術最高責任者として自分の判断で責任を果たす使命感」に徹しておられた実例は、他の発電所等建設等に際しても、随所に見られる。

4. 科学技術成果に関する社会的責任

4-1 科学的不確実性に対処するか

第2章で述べた土木学会における「原子力発電所の津波評価技術」の策定、さらには第II期～第IV期の活動を見ると、未解明事象が数多く存在する自然現象を対象とする学問分野において、学術的成果を踏まえながら、防災対策を策定する拠り所となるこうした評価技術を提案することの困難さを感じる。「津波評価技術」策定に参画している方々も、その困難さを認識しているが故に、学術的成果を積み重ね慎重に検討を進めてきたことは上述のとおりである。

今般の福島第一原子力発電所の事故の関連では、低線量放射線の人体への影響についても、専門家の間で見解が相違し、科学的に不確実さが残る問題に、社会がいかに対処するかという課題に直面した。低線量放射線の人体への影響については、被災地住民の感情と福島県、関係市町村の要請を受けて、住民の健康と安全に配慮し、ICRP（国際放射線防護委員会）の勧告を踏まえ、安全側に基準を設定し、除染作業もこれに沿った形で行われることになった。

このように、現時点では科学的には確たる結論を得られない問題であるにも拘らず、科学的結論に到達する前に、社会的意思決定を行わなければならない事柄が、少なからず存在する。上記以外では、地球温暖化問題の解析・評価と対応策の構築、難病治療用新薬の患者への処方（後日、予見しない副作用が発見されるリスクを伴う）などにも、同様のことが言える。不確実性の理由は、多くの場合、データの不足と人間の個別性に帰着される。

規格・基準の策定は、規制を受ける側に対して標準化＝均一化を求めることである。多くの場合、科学技術研究の成果を踏まえて経済合理性を考えながら策定することになる。時間が推移する中で、規格・基準に慣れ過ぎると、それに固執し、「想定外」のことを考えなくなる虞があるように思う。技術的な事柄に、ある「想定」を行うということは、必然的に想定外の事も起き得るということを内包しており、時代の流れの中で諸学問が進歩し、規格・基準を策定した際の前提条件が変容してきていることが明らかになれば、迅速に改訂に向けた取組みを行うべきであろう。また、近年、規格・基準の策定において、民間の学協会が担

う範囲が広くなり、学協会間の連携が希薄なままに、巨大技術を規制する様々な規格基準が策定されており、システム・インテグレーションの観点から改善すべきであるとの意見がある。特に、巨大技術に関わる規格・基準は、言わば人間の安全、時に生死に関わるものであるから、その必要性は高い。

4-2 技術者・研究者と所属する組織の責任者の役割と責任

技術者・研究者は、「絶対的真理」たり得ないことを自覚しつつも、その時点の学術的成果を世の中に発信していくことが求められる場合も多い。また、技術者・研究者からその学術的成果を受け取った組織の経営者、学協会や行政機関の責任者も、データが不十分であったり、事実関係が不分明であっても、国民の安全を守る観点から、その不確実性を隠れ蓑にせず、意思決定を行い、情報を開示しなければならない局面がある。情報を開示しないことが、より大きなリスクをもたらすことは、福島第一原子力発電所の事故後に SPEEDI（緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム）の解析結果が速やかに開示されず、被災地の一部の住民に本来であれば回避可能であった放射線被ばくをさせてしまったことなどが、記憶に新しい実例として想起される。

巨大技術に関する科学技術成果が社会にもたらすプラス面、マイナス面の影響を考えると、関与する技術者・研究者は、所属する企業・研究所や学協会に学術的成果等を単に提供するのに留まらず、その技術情報の波及力・影響力等について洞察し、社会的リスクのあるものについては、そのリスクを少しでも減らす技術的、社会的方策に目を向け、提言を継続的に行う主体的意思が求められる。企業等組織の経営者、学協会や行政機関の責任者にも、それを積極的に受容する社会的責任感が必要である。

法令や規格・基準によって、ある種の“線引き”が行われると、企業等の組織においては、それらが、現実的には守るべき上限になってしまうことが少なくないように思われる。経済合理性を考えればそうなる訳であるが、時に人間の安全、生死に影響を与え得るような性格のものである場合には、それらの法令や規格・基準が、守るべき最低限の規制であることを明示し、「それさえ守っていれば良い」という意識に陥らないような制度的、社会的仕組みが必要である。最初に想定した時には正しいと思えた思考の枠組みも、時間の経過の中で環境や条件が変化するのに合わせて、定期的に変えていく必要がある。

特に組織の経営者は、企業・研究所の社会的な責任を果たすために、コンプライアンスを法令遵守のレベルで捉えるのではなく、社会的存在である企業・研究所が、社会からの正当な要求に柔軟に対応し得る基盤の整備をしておくべきであると思う。上記の不確実性を伴う情報の開示に対する意思決定と責任は、基本的に組織の経営者、学協会や行政機関の責任者に帰着することになる。INPO（米国原子力発電運転協

会）において、当初の単なるキャッチフレーズから今では組織目標になっている「NRC（米国原子力規制委員会）の規制が求める以上のエクセレンスを追求する」という合言葉は、傾聴に値するものであろう。

そうした精神の基底となるのは、宗教、哲学、歴史、文学等、倫理観を形成する上でベースとなる知見であろう。基本的には、自らの意思で学び、吸収すべきものであるが、企業や研究機関の人材育成プログラムにおいて、人間社会の精華とも言うべきそうした知見への近接を試み、人間的、社会的考察を深める心眼を養うことも、大切なことだと思う。技術者倫理は、技術者として遵守すべき特有の規範も含むが、一般の倫理、道徳と本質的に異なるものではない訳であるから、技術者倫理の浸透を図っていく中で、宗教、哲学に関するプログラムが、より大きな位置を占めても良いのではないかと考える。

4-3 技術者・研究者と社会を繋ぐもの

技術者・研究者が政治的、社会的利害を巡って論争状態にあるような科学的、技術的な課題について発言を求められる場合がある。事実関係の多くが明らかになり、技術者・研究者が当該科学的、技術的な課題についての十分な知見、データを有していれば、“政治的、社会的”状況判断を留保しつつ、研究成果に基づき科学的事実を客観的に述べ、どこまで判っていて、それに対して現時点で何ができるのか粛々と対応することが多いのではないと思われる。近年は、専門家ではない、相対的に科学的知見を獲得する機会が少ない一般人に対して解り易く説明することが大切であると言われ、説明する側は、説明する対象を念頭に置きながら、テクニカルタームの多用を避け、漢字を少なくして、“解り易く”説明するための、パンフレットや DVD 等に収録する映像を作成する。そのような性格を帯びた紙、映像媒体が溢れている。

科学的不確実性、複雑性を内包する事柄について、何らかの意思決定を行うために、一般人の知恵や常識も活用して、科学的合理性を越えた、“社会的合理性”を追求する試みが、地球温暖化問題への対応や、遺伝子組換え作物の是非を巡る議論の中で、行われている。⁹⁾意思決定に参画することは、責任を分担することでもある。地域コミュニティに密接に関わり、検討内容がある程度限定される事柄については、議論の枠組みも比較的設定しやすく、一般人も議論に参画する中で学習し、対象となる事柄へのリテラシーを高めていくことが出来るため、ポピュリズムに流れない工夫を施せば、有用な仕組みではないかと考える。特定地域の津波対策や低線量放射線の人体影響への対応策を検討する際などには、積極的に活用できる仕組みであると思う。

これから社会に導入することの是非が問われているような科学技術の場合には、上記のような取組みもある程度有効かも知れないが、既に現代産業社会の基盤を形成している原子力発電のような技術に関する場合、今後、どのように社会的な意思決定を行うのが望ましいのであろうか。ま

た、そうした意思決定に、技術者・研究者はいかに参画すべき、あるいは参画すべきではないのか。企業・研究所などの組織に所属する技術者・研究者の場合は、多くの場合、大学に所属している方々と比べ、総じてより“政治的、社会的”状況判断をしなければならず、“組織人”としての発言の適正さを強く意識することになるであろう。従って、技術者・研究者の活動態様は、技術者・研究者が所属する組織の経営の在り方が、いかなる視座で社会的な存在基盤を捉え、どこ（業界、日本、世界）に軸足を置き、どのような動機づけを行うかによっても、大きく規定される。そうした現実を考えると、専門家として、自信をもって明確に語り得る科学的・技術的話題に限定して発言するということは、技術者・研究者の矜持を表出した姿勢であるとも言える。

対立が激しく、社会的な溝が埋まり難い科学的、技術的な課題においては、立場の異なる人々が拠り所としている科学的知見に関する見解が異なることもあろうが、科学技術を多様な歴史的、文化的文脈で捉える中で生じる見解に相違がある場合が多く、歩み寄りの糸口を探し出すのは、一層困難に思える。重要な問題ほど議論が伯仲し、しかも先鋭に対立する傾向があるからである。

重要な課題の解決には「国民的議論」を行うことが大切だと言われるが、最終的なオーソライズ、意思決定は、①多様な専門分野の立場の異なる有識者で構成される審議会の報告を踏まえて閣議決定する、②国民が選挙で選んだ国会議員が議決して決める、③国民投票（現在は憲法改正についてのみ認められている）を実施して決定する、ことなどが考えられるであろう。意思決定の過程で、技術者・研究者と政策立案者を繋ぐものとして、各学協会及びその連合体が果たす役割は重要である。学協会の中には多様な見解が存在するのが通例であろうが、専門家間の合意点と相違点並びに、その依拠するデータを示して多様な選択肢を提示することも大切である。“社会的合理性”を重視して「コンセンサス会議」的な手法が導入される場合には、技術者・研究者は、一般人との交流を通じて、意思決定を支援することになる。

筆者自身は技術者ではないが、本稿 2-6 において、これからの原子力発電の推進について「・・・福島の哀しみを乗り越えて、原子力発電の安全性を極限まで高めて、代替する発電方式が開発されるまでは、基幹電源としての一翼を担わせることが必要となる。」と書き、そのように考える理由についても述べた。

福島県浜通りなど被災地の人々で、今現在の事態を踏まえてなお、原子力発電を推進する側の話に耳を傾けて下さる方々に、「あなたのお考えはわかります。エネルギーと環境の問題を、社会・経済面の持続的な発展に重きを置いて考えると、そのとおりなのでしょう・・・でも、私達はどのように大量の電気を必要としていないので、今度は、どうぞ自分達のお住まいの近くに発電所をお造り下さい。」と言われた時に、どのように答えることができるであろうか。

頗る難問ですぐに解決策は提示できない。そのような中

で、大切なのは立場の異なる人々との対話を欠かさないことであると思う。願わくば、自信と勇気と相手に対する思いやりの心を備え、自らも絶対たり得ないことを自覚し、強靱な精神を有しながらも柔和な構えで闊達に議論し、議論する対象となる課題について意見の一致を見ることはなくとも、人間的な信頼関係を築き得た、優れた先人の境地に近づきたいものである。

4-4 シビアアクシデント勃発時のメディアへの対応について

社会における各種メディアの影響力の大きさは改めて語るに及ばない。今日では、インターネットを媒介した新たなタイプのメディアも続々登場し、技術者・研究者や所属する企業・研究所や学協会も、様々な形でメディアとの関わりを持つことになる。

そして、不幸にしてシビアアクシデントが起こったような場合、社会的意思表示の場としてのメディアに、どのように向き合うべきかは、技術者・研究者が所属する企業・研究所や学協会はもとより、技術者・研究者自身にとっても頗る重要な問題であると考えている。社会的責任の遂行という技術者倫理の問題に密接に関わってくるからである。

筆者は現在、電気事業の研究機関の広報部門で働いているため、東北地方太平洋沖地震が勃発した翌朝から、同僚とともに、テレビ局、新聞社（全国紙、地方紙）、国内外通信社、経済週刊誌、一般週刊誌等からの多数の取材要請を受けることになった。取材内容は福島第一原子力発電所事故の状況変化や、都内で実施された緊急計画停電の推移を踏まえて多岐に亘ったが、原子力発電所の津波対策、放射能の大気・海洋拡散、低線量放射線の人体への影響及び電力システムの安定的な運用などに関しては、特に数多くの取材申込みがあった。電気事業の研究機関であることから、記者諸氏の鋭い質問や、厳しい追及を受けることもしばしばで、取材に対応した研究者や広報部門のスタッフは矢面に立たされる局面も多かった。

当初は取材を受ける側も、その対応姿勢に試行錯誤があったが、次第に以下のような姿勢で臨むことになった。

- (1) 科学的事実に基づき、その時点でわかっていること、わからないことを明確に伝達すること。
- (2) 話すことができないことは、理由を述べてその旨伝えること。（多くの場合、研究に関する守秘義務の制約である。）
- (3) 話して良いかどうか守秘義務等の兼ね合いで不明であるが、社会的責任を果たす上で、今の時点で話した方が良いと思われる事柄については、できるだけ守秘義務を課されている相手方と協議して、了解を得た事柄については話すようにすること。
- (4) センシティブな内容に関わる取材においては、エネルギー選択の問題が国民的課題となっている中で、今次事故原因を検証し、災害を乗り越え、より良き日本を創生するために取材に応じていることを初めに伝え、

メディアにも同様の姿勢を共有して欲しいことを求め、その上でできる限り協力すること。

- (5) (稀にはあるが)取材する側の無礼な物言いに対しては、礼節を保つようにその場で伝達すること。

原子力発電所の事故直後の、ある種精神状態が異様に昂揚した状況下で、特に初期段階においては、ジャーナリスト特有の原因追究への情熱と、被災地の民を想う正義感から、匕首を突きつけてくるような“脅迫的な”取材申込みもあったが、原子力発電の推進について見解が異なっても、人間的信頼関係は築き得るという信念のもとに、臆することなく、堂々と振る舞うように心掛けた次第である。

5. 電気事業の発展に尽力した先人の公共の哲学

電気事業の行方に関する議論は昏迷を深めている。今後、エネルギーの選択に関して、様々な形で数多くの議論がなされ、徐々に制度改革が行われていくであろう。長期的な視点で捉えれば、技術の進歩とともに電気事業も徐々に変容していくに違いない。重要な判断を迫られる場合には、歴史と対峙し、新たな歴史を創造した先人の叡智に学ぶことも意味のあることであろう。

本稿では技術者の社会的責任を論ずるのが主眼であるが、第3章で述べた平井彌之助の卓越した技術思想が育まれ、実践された戦前から戦後の高度経済成長期を駆け抜けた先駆者の公共の哲学とその源泉に、紙数の制約がある中で少しだけ言及したい。

今日の電気事業体制を築いた松永安左エ門の<構想力と気骨>、公害問題が起こる以前に企業の社会的責任論を唱え、数々の方策を実践した行動する理想主義経営者 木川田一隆の<洞察力と人間社会への眼差し>、社運を賭けて黒部川第四発電所の建設を成し遂げた太田垣士郎の<不動心と無私の精神>など、電気事業の社会的使命を果たすために尽力した群像の中に、汲めども尽きぬ人間的魅力を見出すことができる。

別けても、福澤諭吉門下で、近代資本主義の精神を体現した松永安左エ門の透徹した公共意識の根底に横たわる身を処すのに際しての<潔さ>に注目したい。戦後、未だGHQの占領下において電力再編成を成し遂げたこの傑物に関する歴史的考察、人物論は少なからず発表されており、更に付け加えるべきことは私の知識では覚束ない。ただ、その<潔さ>の源泉を辿るべく自分の眼と感性を頼りに向かい合う時、“耳庵”を号し、自らの茶を“剛茶”と称した茶人としても勇名を馳せた荒ぶる魂に宿る、抜きん出た言語力と豪胆かつしなやかな書画の才気に目を奪われる。サミュエル・ウルマンの著名な詩「青春」には、幾つかの日本語訳があるが、巷間松永訳として知られるその文章は、躍動感と強靱なる力感が漲り、原文を凌ぐ松永版「青春」を創造している。“耳庵”の雅号を付した書画には、豪胆さと同居して清明なるしなやかさを観取することができる。自作の漢詩(の一節)「長空不嘲 白雲飛(長空嘲らず 白雲飛ぶ)」や詩歌「不二の根に真白に積る白雪ぞ清き日本のしる

しなりける」の中に、稀代の傑物の精神のかたちを見ることができるよう思う。茶も詩作も書画も、耳庵にとって欠くべからざるものだったのである。

6. おわりに

技術者倫理は、現代産業社会を特徴づける技術文明を支える技術者・研究者が守るべき倫理であるから、そのよすがとなる倫理綱領や行動規範などにおいて、「持続可能な社会の構築」、「知的財産権の尊重」など特有のものがある。しかし、多くは宗教に基盤を持つ道徳観(意識)に根差したものであると、私は思う。

誰しも、自然の力を畏敬し、他者の気持ち、権利を出来る限り尊重し、人間が人間であることの大切さに想いを致すことを否定はしないであろう。しかし、現実には、弱く、脆く、直ぐに誘惑に負けてしまいがちであればこそ、人は毎日聖書を読み、読経を上げるのであろう。そして、そのような営みの中で、倫理意識が心の中に徐々に定着して行くのだと思われる。

「もし、あなたがたが盲人であったなら、罪はなかったであろう。しかし、今あなた方が見える」と言い張るところに、あなたがたの罪がある。」〔ヨハネによる福音書9章41節〕

私達は、自分の眼はよく見えると思っているが、一体何が見えると言えるのであろうか。科学技術の社会への貢献、有用性に眼を向けると同時に、その限界を認識し、自然界と他者への畏れの気持ちを失わないことが、大切であると思う。大いなる自戒を籠めて・・・。

参考文献

- (1) 土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会:『原子力発電所の津波評価技術』、2002年2月
- (2) 松山昌史:「巨大地震による津波のメカニズムとその評価 ～東北地方太平洋沖地震津波とその影響～」日本動力協会誌『エネルギーと動力』、2011年秋季号
- (3) 松山昌史:『原子力土木委員会 津波研究成果報告会 資料』土木学会、2011年11月
- (4) 土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会:『確率論的津波ハザード解析の方法』、2011年9月
- (5) 東北電力:「女川原子力発電所における津波の調査結果と安全性への影響」社内誌『BRIDGE』、2011年8月
- (6) 東北電力:「東日本大震災による女川原子力発電所の被害状況の概要および緊急安全対策等の対応について」、2011年9月
- (7) 東北電力:「女川原子力発電所における平成23年東北地方太平洋沖地震により発生した津波の調査結果について(参考資料)」、2011年7月
- (8) 大島達治:私家版「技術放談 結果責任を負う事業経営の在りかた」2011年7月
- (9) 小林傳司:『トランス・サイエンスの時代』NTT出版、2007年6月