原子力における技術者の社会的責任

Social Responsibility of Engineers in Nuclear Power

田岡直規
公益社団法人日本技術士会中部本部ETの会（技術者倫理研究会）
技術士（機械部門・総合技術監理部門）

Naoki TAOKA
Engineering Ethics Study Group
The Institution of Professional Engineers, Japan, Chubu
P.E.（Japan）

【Key words】

1. 倫理的責任（Ethical Responsibility）
2. 技術的責任（Technological Responsibility）
3. 社会的責任（Social Responsibility）
4. 科学技術政策（Science and Technology Policy）
5. 犠牲のシステム（Sacrificial System）
6. 作動中の科学（Science in making）

【概要】

わが国の原子力政策は，「原子力エネルギーの平和利用」として高らかに宣伝され，長年にわたり，多数の原子力関連の政策決定者，専門家や関係者によって，エネルギーの安定供給，さらには産業の活性化に大きく貢献してきた．長年にわたりこの原子力政策を決定し推進してきた多くの政治家，官僚や事業者をはじめとした政策決定者はそれぞれ，その時期による立場と関与度合いに応じた政治的責任を有している[1)]．また，これに関与してきた，原子力関連の専門家，学者，研究者，技術者もその立場や関与度合いに応じた「倫理的責任」や「技術的責任」さらに「社会的責任」を有している．特に２０１１年３月に発生した福島原子力発電所事故を契機に，これら原子力における政策決定者，専門家や関係者の「政治的責任」，「倫理的責任」，「技術的責任」さらに「社会的責任」が大きく問われている．このような状況下で福島原子力発電所事故を踏まえて，「原子力における技術者の社会的責任」について考察する．

1. はじめに

わが国の原子力政策は,「原子力エネルギーの平和利用」として高らかに宣伝され，長年にわたり，多数の原子力関連の政策決定者，専門家や関係者によって，エネルギーの安定供給，さらには産業の活性化に大きく貢献してきた．そして，この地震大国で津波の被害を避けることができない海岸に５４基もの原子力発電所を建設・稼動させてきた．原子力エネルギーの経済的優位性を盲信し，短期間に原子力発電所の大型化，商業化を推進しながら，原子力に潜在するその危険性や倫理的な問題に何ら言及しなかった．また，社会に対して何ら警告を発しなかった．

長年にわたりこの原子力政策を決定し推進してきた多くの政治家，官僚や事業者をはじめとした政策決定者はそれぞれ，その時期による立場と関与度合いに応じた政治的責任を有している[1)]．また，これに関与してきた，原子力関連の専門家，学者，研究者，技術者もその立場や関与度合いに応じた「倫理的責任」や「技術的責任」さらに「社会的責任」を有している．特に２０１１年３月に発生した福島原子力発電所事故を契機に，これら原子力における政策決定者，専門家や関係者の「政治的責任」,「倫理的責任」,「技術的責任」さらに「社会的責任」が大きく問われている．このような状況下で福島原子力発電所事故を踏まえて,「原子力における技術者の社会的責任」について考察する．

2. 政治的責任

わが国では，原子力政策により，この地震大国で津波の被害を避けることができない海岸に５４基もの原子力発電所を建設・稼動させてきた．

そもそも４０年以上前に米国から初めてフルターンキーで導入した原子力発電所は，米国固有の，①大地震が想定されない，②大河近くに設置する，という設置環境を想定したものであり，地震大国で海岸に設置せざるを得ないという日本固有の設置環境を考慮したものではなかった．

また，ハード面，ソフト面でも４０年前の米国での思想を基にした法律，技術基準，安全基準，知見に基づいたものであり，この４０年間に急速に発展した科学技術成果，研究成果や知見，日本固有の設置環境の想定・対策が十分に反映されていなかった[2]．この４０年間に，科学技術は急速に発展し，８６９年に発生した貞観地震をはじめ稼動当初は想定できなかった地震や津波やそれに伴う被害の発生も予見できるようになってきている．また，全電源喪失は米国で３０年前に想定されている[3]．さらに２０１０年１０月に公表された経済産業省所管の原子力安全基盤機構による電源喪失における圧力容器破損のシミュレーション結果のように，原子力発電所の電源喪失が起きることを想定していた研究も存在していた[4]．それにもかかわらず，専門家や関係者は，外部電源や非常用ディーゼル発電機の電源機能を長時間失う事態をいずれも当時における世界最高の科学技術水準では想定されていたが，対策に取組むと膨大なコストを必要とするため，経済性等を考慮して「想定外」としていた．国も経済上の理由，絶対安全という建前上「送電線の復旧，非常用発電機の修復が期待できるため考慮不要」と了承していた[5]．さらに，国も原子力事業者も，何ら社会に対しても情報を公開せず，わが国の原子力発電所では炉心溶融のような深刻なシビアアクシデントは起こりえないという「安全神話」を主張し続けた．このように，「原子力村」という原子力技術のみの専門家，関係者をはじめ国全体に，「安全神話」という集団思考に陥らせた政治的責任は極めて大きいと考えられる．

3.　倫理的責任

原子力エネルギーの平和利用として高らかに宣伝される中，原子力の政策決定者，専門家や関係者はその経済的優位性を盲信，主張し，短期間に原子力発電所の大型化，商業化を推進しながら，原子力に潜在する事故，放射線被曝，環境汚染や放射性廃棄物等の危険性やリスク，さらに技術的あるいは，倫理的な問題に何ら言及しなかった．また，社会に対して何ら警告を発しなかった．

原子力発電所においてそのエネルギーの安定供給という利益については，発電所設置地域の人々の生活，生命，健康，財産などを犠牲にしてのみ生み出され，維持される．そして犠牲にする者の利益は，犠牲にされる者の犠牲なしには生みだされないし，維持されない．このようなことがシステムとして成立している場合に，「犠牲のシステム」[1)]と呼んでいる．この原子力発電は一つの「犠牲のシステム」であり，大きく以下の４つの犠牲を前提に成り立っている．

①原発事故（シビアアクシデント）による犠牲

②放射線被曝作業による作業員の犠牲

③放射線被曝や環境汚染による犠牲

④放射性廃棄物による被曝の犠牲.

過去から　スリーマイル島原発事故，チェルノブイリ原発事故，ＪＣＯ臨界事故と原子力発電所の危険性，リスクは勿論，技術的あるいは倫理的な問題，さらに「犠牲のシステム」として認識しながら，これほど倫理的問題のある原子力発電所について，「絶対安全」な技術として，「原子力村」の中での意思決定に閉じ込め，社会に対して何ら警告を発することなく，ここまで進めてきてしまったことに関する政策決定者，専門家，関係者の倫理的責任は極めて大きい.

4.　技術的責任

そもそも「なぜ技術者は特別な責任を負うのだろうか.」

この問いに対する答えとして，３つのモデルが紹介されている[6)].

「第１のモデルは技術が社会に与える影響を強調する「社会実験」モデルである．第２のモデルは，高度技術社会において，さまざまな分野で専門化・分業化が進む中で「専門家」が担う役割を強調する「相互依存性」モデルである．第３のモデルは，一般社会と，技術の「プロフェッション」の間の暗黙の契約があるのだとする「社会契約」モデルである.」[6)]

第１のモデルである「社会実験モデル」とは，マーチンらによって提案されたもので、新しい技術は、社会に何らかの変化を与えるという事実を認識

し、新しい技術の導入は社会を相手に実験を行っているようなものであると考える。そこでは、技術者はこの実験を行う責任ある実験者として、（ｉ）被験者としての公衆の安全を守り、被験者が実験に同意する権利を尊重すること，（ⅱ）いかなる技術的プロジェクトも実験的なものであることを常に認識し，プロジェクトの副作用をできるだけ予見し，可能な限りそれを監視すること，（ⅲ）技術的プロジェクトの結果に対して説明責任を負うこと，が必要であるとされている[7]．

今日では，科学技術の「正の効果」をはじめ「負の効果」やリスクを直感，予測，理解しうるのは専門の技術者である[2]．

特に行政や事業者の経営者においては，その「正の効果」のみに目を向けがちで，例えば水俣病でも，その「負の効果」，リスク，原因物質を直感し予測したのは他ならぬ専門の技術者であった[2]．

特に有機合成化学プロセスのような複雑な反応に関して，経営者や事業者は一般的で基礎的な技術知識は持ち合わせている．しかし，水俣病の原因となった有機水銀は，被害発生当初は予見できなかった当該化学プロセスの中間生成物であった．このような有機合成化学という特殊条件下での複雑なプロセス等のより専門的な知識や経験については，専門の技術者しか持ち合わせていない[2]．

有機合成化学や化学物質に関して，水俣病，ＢＳＥ（狂牛病）等には，当時の科学技術的知見では解決できない，常に科学技術研究において未知の部分が含まれていた．そして，その未知の部分の解明が時々刻々と進められて，科学的知識が常に「現在進行形」で知識形成が進められているといういわゆる「作動中の科学」[9]が増加しつつある．

また，昨今しばしば発生するクルマのリコールの原因となる電子制御システムにおけるシステムとしての相互干渉，相乗効果について，より専門的な知識や経験を持つ技術者にしか，「負の効果」やリスクを直感，予測，理解することはできないと考えられる[8]．

同様に，特にこの巨大化・総合化・複雑化した科学技術である原子力発電所について，原子力政策を決定，推進してきた多くの政治家や官僚をはじめとした政策決定者や事業経営者は，原子力技術の「正の効果」や，一般的で基礎的な技術知識は持ち合わせている．しかし，福島第一原発事故の原因と

なった巨大津波，巨大地震という自然災害，長時間の電源喪失というより専門的な知見を持ち合わせ，原子力技術の「負の効果」やリスクを直感，予測，理解し，社会に対してリスクの実態を詳細に説明し，必要な「警告」ができるのは専門の技術者・研究者をおいて他にはいないと考えられる．

原子力発電所については，米国からフルターンキーで導入し，その導入当初からハード面，ソフト面でも４０年以上前の米国の技術や思想を基本にした法律，安全基準，技術基準，知見等を盲信し，遵守することのみを最優先した．そのため，その本来の技術の背景や考え方を学び，「危険性」や「リスク」を評価し，社会に対し必要な「警告」をするという本来必要なアプローチを実施していない．

万一事故が発生した場合に甚大な影響を人間社会に与えるという特殊な巨大リスクを持つ原子力技術については，原子力発電所の事故等の安全性の問題や使用済み核燃料の処理問題，老朽化原子炉の廃炉問題等の安全上や環境上の課題が残っている．そして，このような課題のように過去に十分に経験や知見がないもの，あるいは十分に想定・制御できないものは，科学技術研究における未知の部分の解明，複雑化の制御を現在進行形で実施しなければならないといういわゆる広義の「作動中の科学」と認識することが必要である[2)]．

また，現代では科学技術の巨大化・総合化・複雑化により，この高度な科学技術社会では，個々の技術者の行為や技術力が，直接的に公衆に対しては影響を与えない．むしろ，複数の技術のシステム的な集積が，多数の人工物を生み，それらの人工物を通じて公衆と関わるため，技術的リスクの責任の所在が不明確になる．従って，個々の専門技術者が，直接責任をもつ範囲において技術的リスクを認識していたとしても，巨大化・総合化・複雑化した科学技術全体がもつ技術的リスクについて網羅的に的確に把握・認識することは困難である[10)]．ましてや，科学技術全体がもつ技術的リスクを制御することはなおさら困難であるが，そのことを公衆に知らせずに，また対策もとらなかったことが科学者や技術者の社会的責任である．

今回の福島原子力発電所事故において「原子力における技術者」はこの原子力という科学技術の「危険性」，「リスク」の実態を正確かつ迅速に社会に

説明し，警告を発し「リスク受容」について公衆との間に，社会的合意を形成しなかった技術的責任や社会的責任は極めて大きい.

5.　原子力発電所事故の類似性と相異性

過去に，人類は１９７９年スリーマイル島原発事故，１９８６年チェルノブイリ原発事故という２つの大事故を経験しながら，日本では原子力は絶対安全という集団思考に陥り，それらの経験を十分に生かしてきたとはいえない.

１９７９年３月２８日に発生した米国ペンシルバニア州のスリーマイル島原発事故については，安全確保設計・事故拡大防止設計・放射性物質放射防止設計など，多段階で構成する当時の「多重防御」に基づく設計が行われていたにもかかわらず，ヒューマン・ファクターが複雑に絡み合うことで，事故につながってしまったという事例である[11]．２次冷却水系で，冷却水を供給する給水ポンプが故障し停止したことが，その後の事故の発端となった．緊急炉心冷却装置（ＥＣＣＳ）が作動したが，１次冷却水の沸騰による冷却水の見かけ水位上昇を，運転員が冷却水過剰と思いこみ，誤判断によりＥＣＣＳを停止させるというヒューマン・ファクターにより冷却材喪失事故（配管が破断するなどして冷却水が漏れ出し，原子炉が空焚きになる事故）となり，さらに連鎖反応的に拡大し，終には炉心損傷にまで至った事故である[12]．

一方社会的には，いまだに原子力発電所トラブル・事故，鉄道事故等の科学技術や技術者が関与する類似の人為的な事故，不祥事が頻発しているのが現状であり，これらの事故や事例を中尾[13]の失敗学の観点から分析してみると

①人は誰でも同じような失敗をする

②日常生活の失敗でも大事故と類似点がある

③機械のエンジニアに関係する事故や事例を２００例近く集めて，分類してみると，４１個に分類できる．その４１個のうち２９個は技術的なもの，残り１２個は組織的なもの（技術だけではなく，組織の原因を含むもの）．す

なわち，違反行為とコミュニケーション不足とかの組織的要因が追加されている．

以上を念頭に，このスリーマイル島原発事故と福島原発事故とを比較検証してみると以下のように類似点が非常に多いことがわかる．

（1）原子力発電所の中枢部分ではなく，周辺部分に起因

原子力発電所という巨大化・総合化・複雑化した科学技術であるシステムにおいて中枢部分は高い安全設計であった．しかし，周辺部分において，見落とし（福島原発事故：外部電源や非常用ディーゼル発電機の電源喪失，スリーマイル島原発事故：非常炉心冷却装置の停止）があり，巨大化・総合化・複雑化したシステム全体が機能不全に陥った[2)]．

（2）事業者，担当者の思い込み

スリーマイル島原発事故では，「冷却水は十分ある」と言う運転員の思い込みが，また福島原発事故では「想定外の巨大地震，巨大津波は来ない」，「非常時・緊急時には原子力発電所は安全に停止するはずである」という思い込みがそもそもの誤りであった．

１９９０年に「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」という文書が原子力安全委員会で決定された．そのなかの「指針２７　電源喪失に対する設計上の考慮」において，「長期間にわたる全交流動力電源喪失は，送電線の復旧又は非常用交流発電設備の修復が期待できるので考慮する必要はない．」と記述されている[14)]．これより，「全電源喪失は考える必要がない，また発生しない」と思い込み，準備・訓練を疎かにしていた．

全電源喪失を想定したバッテリーを含めた電源配置の多様性，注水・冷却設備の多重性，可搬式の安全設備の準備等による柔軟な対応策の整備，さらに迅速なバルブの手動開閉操作による減圧作業等の訓練等，想定可能な準備・訓練を重ねておればこのような大惨事に至らなかったはずである．

（3）冷却材喪失事故

スリーマイル島原発事故，福島原発事故は，発生原因は異なるがいずれも，冷却水がなくなり原子炉が空焚きになるという冷却材喪失事故であった．

1990年に米国のNRC（Nuclear Regulatory Commission 核規制委員会）は「シビア・アクシデントのリスク」（NUREG-1150）という名前の報告書を発表した[12)]．これは確率論的リスク評価という手法を用いて，米国に実在す

る５つの原子力発電所についてシビア・アクシデント（過酷事故）がどのくらいの確率で発生するか分析したものである．地震がどのくらいの確率で来るのか，部品の破損の確率はどうか，安全装置の動かない確率はどうかを推測して，これらを掛け合わせて最終的に炉心溶融の起こる確率を計算したものである．

この報告の中で,「地震発生→制御棒挿入→地震により送電線の碍子が壊れて外部からの電源喪失→非常用ディーゼル発電機の立ち上げに失敗→温度上昇による炉心損傷」というケースがおきる割合が高いという結論が提示されている．福島原発事故のプロセスに極めて類似している．地震の発生自体を防ぐことはできないし，また，発電所全体を 1000 年に１度の地震から守るのも不可能であるが，非常用電源であるディーゼル発電機とその燃料タンクの確保は可能であったと考えられる．

（４）非常用装置は非常時使用できない

技術者自身が設計，試作したもの，或は日常的に操作している装置については，非常時でも適切な操作が可能である．しかし，福島原発事故での外部電源や非常用ディーゼル発電機，スリーマイル島原発事故でのＥＣＣＳ（緊急炉心冷却装置）のような非常用装置について，特に「絶対安全」という安全神話にとらわれていた事業者にとっては，技術者自身に設計・試作，操作・訓練経験がなく，非常時には適切な操作が不可能であった．特に，福島原発事故については，フルターンキーで米国から導入したという事情を考慮すればなおさらである．

この福島原発の冷却材喪失事故は「想定内」の事故であり，日頃から準備・訓練を重ねることにより，非常用装置を非常時に適切に操作することが可能であったはずである．

（５）連鎖反応的な事故拡大

スリーマイル島原発事故では，２次冷却水系での給水ポンプの故障，停止が，事故の発端となり，その後ヒューマン・ファクターが複雑に絡み合い，連鎖反応的に事故が拡大した事例である．

一方，東日本大震災では，巨大地震や巨大津波発生，さらに長時間の電源喪失という事態を国も原子力事業者も「想定外」としていた．

一度「想定外」あるいは「考慮不要」とすると，その時点で安全確認等の思考が停止してしまう．そして，連鎖反応的に発生する「想定外」の事象，すなわち巨大地震，巨大津波発生という自然災害での「想定外」に続き，長時間電源喪失という「想定外」により過酷事故が発生した場合の被害予測やそれに伴う水素爆発，放射性物質の拡散等をはじめとした事故や被害の拡大防止，被害者対策も想定・実施することができなくなったのである[2)]．このような連鎖反応的な「想定外」の事象に対し，その制御を模索し現在進行形で実施しているのが現状である．スリーマイル島原発事故，福島原発事故いずれも直接の発生原因は異なるが，一度トラブルが発生すると巨大化・総合化・複雑化した科学技術である原子力発電所のトラブルが連鎖反応的に拡大し，制御できなくなるという類似性が見られる．

一方，以下のような相異性も見られる．

（1）巨大地震・巨大津波の設置環境

原子力発電所は，米国では，主に東部の内陸部の大河近くという巨大地震の発生実績がない，また津波の影響もない設置環境を想定しているが，日本は地震大国であり，海の近くという，巨大地震・巨大津波という日本固有のリスクが存在する設置環境を想定せざるをえない．

（2）全電源喪失の想定

全電源喪失は，米国では３０年以上前に想定されており，特にこの１０年間に全電源喪失時の作業と訓練が進んでいた．一方，日本では，原子力事業者や政府関係者は外部電源や非常用ディーゼル発電機の電源機能を長時間失う事態をいずれも当時における世界最高の科学技術水準では想定されていたが，対策に取り組むと膨大なコストを必要とするため，経済性等を考慮して想定から外すという「想定外」としていた[2)]．

以上より，日本でも事業者や関係者が，スリーマイル島原発事故など過去の事例等を参考に学び，可能な対策を講じておれば，福島原子力発電所での事故拡大を防止させることができた可能性が高い．

巨大化・総合化・複雑化した科学技術である原子力発電所全体がもつ技術的リスクについて，スリーマイル島原発事故等からの知見や問題意識を認識

していたにもかかわらず,「絶対安全な技術」として，伝えるべき有用な知識及び問題意識を，政策決定者，専門家，関係者，公衆にタイムリーに適切に伝えなかった，また対策もとらなかったことが原子力における技術者の社会的責任である.

6. 原子力発電所事故の予見可能性

「原子力村」で絶対安全とされていた原子力発電所についてのリスクを客観的，定量的に評価し，その「リスク」を排除するということは可能なのだろうか？

「そもそも,科学技術がつくり出したある装置や道具(たとえば,原子炉)、あるいは成果物（たとえば，遺伝子組換え食品）を使うことによって生ずる「リスク」を客観的に数値で評価し，その値を最小限にする手段を講じることにより「リスク」を排除しようとする試みには本質的な限界がある」[15]とされている．たとえば，ハリスらは次の４つの点を指摘している[16].

①ある装置を徹底的に分析し，各部分に起こりうる事故の可能性を網羅して，すべての潜在的な原因に対して対策を講じたとしても,「すべて」の可能性を網羅し尽すことは原理的に不可能である.

②いかに装置の「安全性」を高めたとしても，それを操作する人間が過ちを起こす可能性（「ヒューマン・ファクター」）はいかなる場合も排除できない.

③リスク分析における「確率」の算定法は，統計的推測によるものが多く，また，ある種の事象についてはそれが起こる確率を実験的に検証することは事実上不可能である.

④その装置を取り巻く環境まで含めて，それに関連して将来起こるであろうすべての事態を予測することは不可能である.

これらの点について,スリーマイル島原発事故や福島原発事故を例にして，比較，検証してみる.

①と②の観点から分析してみると，スリーマイル島原発事故については，安全確保設計・事故拡大防止設計・放射性物質放射防止設計など，多段階で構成する当時の「多重防御」に基づく設計が行われていたにもかかわらず，2次冷却水系での給水ポンプの故障・停止が事故の発端となり，その後のヒューマン・ファクターが複雑に絡み合うことで，事故につながってしまったという事例からも，「すべて」の可能性を網羅し尽くすことも，またヒューマン・ファクターの排除も不可能であることがわかる．

③の観点から分析してみると，巨大化・総合化・複雑化した科学技術である原子力発電所については，被害規模や発生確率が過去の実績やデータベースが十分でなく，統計的推測をしたり，または発生確率を実験的に検証することは事実上不可能であることがわかる．

④の観点から分析してみると，今回の福島原発事故の原因となった「想定外」の巨大地震や巨大津波という自然条件，さらに長時間電源喪失や水素爆発，放射性物質の拡散等の連鎖反応的事象についての被害発生の予測は不可能であることがわかる．

すなわち，地震大国であり，貞観地震レベルの「想定外」といわれる巨大地震・巨大津波という日本固有のリスクの下，１００％リスク・フリーな装置としての原子力発電所をつくることは原理的に不可能であることがわかる．特に「作動中の科学」をはじめとした原子力発電所等の新しい「科学技術」に起因する「リスク」は不可避であると考えざるをえない．

7. 企業の法的責任と技術者倫理

それでは，このような原子力発電所という巨大化・総合化・複雑化した科学技術全体が持つリスクや事故に対して，事業者の経営者としての法的責任についてはどのように考えればよいのだろうか？

東日本大震災レベルの巨大地震や巨大津波という巨大な自然災害について，予見可能性があったのに，事故を防ぐ対策を怠れば，刑法の過失責任として，業務上過失致死傷罪と見なされ犯罪は成立する．しかし，一部そのような知

見はあったが，①過去に地震の記録が十分ではなく，科学的なデータや根拠が十分ではない．②専門家の多くが大津波の危険性に警鐘を鳴らしている状況ではない．このような状況下では，専門家の多くが具体的に予見可能であったと認めることはできないとして，福島原発事故に対し，事業者の経営者，政府関係者は「刑事責任は問えない」として不起訴となった[17]．

また，２００５年４月２５日に発生したＪＲ尼崎脱線事故については，「刑法自身は個人を対象にしているが，法人を対象としていない．従って，対象としていないものについては，処罰することはできない．個人だけが刑事責任の対象となるが，企業のトップであっても，企業活動の末端まで具体的に認識していることはありえない．そういう構造の中で，個人に刑事責任を問うことはほぼ不可能に近い」[18]とされている．

企業全体としては，見合っただけの安全対策を講じていない場合，「組織の構造上の欠陥に対して刑事責任を問う」という今までとは違うアプローチを導入しないと意味がない．

イギリスでは２００７年，組織罰という考え方を取り入れた新たな法律を施行し，法律の施行後，大規模な鉄道事故は発生しておらず，また，軽微なものも含めた鉄道事故の件数は，３０％減少し．法律による効果も大きいと指摘されている．

すなわち，わが国においては，現状の法律の枠組みでは，企業の経営者の倫理観に任せるだけでは，すなわち企業倫理のみでは事故を防ぐことはできない．あらためて政策決定者，事業者，専門家，関係者は企業の法的責任と技術者倫理の重要性を再認識することが必要である．

８．「作動中の科学」の研究成果・知見と科学技術政策への提言

従来，原子力事業者及び関連の技術者は，米国からフルターンキーで導入された，あるいはそれを基に国によって策定されたマニュアル，基準，規格を妄信的に遵守してきた．

しかし，法律や安全基準等は過去の経験や経済性等を考慮したある水準を守ることを義務付けられたものである．

すなわち，事業者は科学技術プラントの安全の一義的な直接的責任を負う立場から，法律や安全基準は十分条件ではなく，必要最低限の要求事項であるとの認識を持つ必要がある．加えて，継続的により一層の安全を追求し，学協会の「作動中の科学」の最新の知見を知見としてとどまらせるのではなく，規格や安全基準にタイムリーに適切に反映させることが必要である．

法律や安全基準等を遵守するだけでは，「想定内」での安全確保ができたとしても「想定外」の事象を含めて，特に「作動中の科学」に対しては，「絶対安全」というわけではない．すなわち，不確実性があり，予測が容易でない自然現象や自然のリスクに対して，国の認可や法律，安全基準を遵守するだけでは，事前に「想定外」の自然のリスクやそれに伴う連鎖反応的な「負の効果」を防ぐことはできないのである．まして原子力事業者が「原子力発電所が国の指針・基準に適合している」ことさえ立証すれば事業者の社会的責任を果たしたことにならないのは言うまでもない[2)]．

この福島原発事故は，技術者が「これ以上のリスクを考えると，設計に着手できないので，今はこの辺で考えるのを止めておこう」と，リスク対策を怠っていた．しかし，科学技術に関する「負の効果」やリスクを直感，予測，理解できるのは，専門的な知識を持った技術者，科学者しかいない．事故が発生しても企業や経営者は法的な責任を負わない，だからこそ技術者倫理が重要なのである．

新しい原子力発電所はその時代時代の法律，技術基準，安全基準，知見に基づいた設計・建設・設置・維持管理等が行われている．

４０年も前に米国からフルターンキーで導入され，設置された巨大化・総合化・複雑化した科学技術である福島第一原子力発電所は，ハード面，ソフト面でも４０年前の法律，技術基準，安全基準，知見に基づくと同時に，米国での内陸部の大河近くという設置環境を想定した科学技術である．この４０年間に急速に発展した科学技術成果，研究成果や知見，さらには日本固有の設置環境，すなわち地震大国であり貞観地震レベルの巨大地震・巨大津波という日本固有のリスク想定がこの巨大化・総合化・複雑化した科学技術に十分には反映されていない[2)]．

さらに，原子力関連の科学者，技術者は，原子炉の冷却停止シミュレーションや放出された放射性物質の拡散シミュレーションと，多くの有効な科学

的知見を見出していながら，直接，安全基準，行動基準等に十分に生かされなかった．

また，その後も現在進行形で急速に発展する科学技術研究の未知の部分の解明を行うという原子力関連の科学技術成果や地震，津波等自然災害に関するいわゆる「作動中の科学」の研究成果や知見をこの巨大化・総合化・複雑化した科学技術に十分に反映しなかったのである[2)]．

専門的な知識や経験を持ち，かつそれがゆえに倫理的責任，技術的責任を有する科学者，技術者しか科学技術に関するリスクを予測，理解し，その実態を詳細に説明することはできない．　また，科学者，技術者しか「作動中の科学」の最新の知見を，規格や安全基準にタイムリーに適切に反映させることはできない．専門の科学者，技術者は科学技術政策の制定過程で，その効果とリスクを政策決定者に伝えることが可能であり，学協会の「作動中の科学」の最新の知見を，規格や安全基準にタイムリーに適切に反映させることができる．それゆえ，専門の科学者，技術者に科学技術政策への提言が求められているのである．

朝永振一郎は「科学者の任務は法則の発見に終わるものではなく，それの善悪両面の影響の評価と，その結論を人々に知らせ，それをどう使うかの決定を行うとき，判断の誤りをなからしめるところまで及ばねばならぬことになる」[19)]と述べている．

さらに，この「作動中の科学」である原子力技術に起因する技術の限界，危険性，リスクや課題について，「原子力村」に閉じ込めず，社会に対して警告を発し続けるとともに，科学技術政策へ提言することが「技術者の社会的責任」であると考える．

9.　おわりに

1）長年にわたり原子力政策を決定し推進してきた多くの政治家，官僚や事業者をはじめとした政策決定者はそれぞれ，その時期による立場と関与度合いに応じた政治的責任を有している．また，原子力関連の専門家，学者，

研究者，技術者もその立場や関与度合いに応じた「倫理的責任」や「技術的責任」さらに「社会的責任」を有している．

２）過去から　スリーマイル島原発事故，チェルノブイリ原発事故，ＪＣＯ臨界事故と原子力発電所の危険性，リスクは勿論，技術的あるいは倫理的な問題，さらに「犠牲のシステム」として認識しながら，これほど倫理的問題のある原子力発電所について，「絶対安全」な技術として，「原子力村」の中での意思決定に閉じ込め，社会に対して何ら警告を発することなく，ここまで進めてきてしまったことに関する政策決定者，専門家，関係者の倫理的責任は極めて大きい．

３）今回の福島原子力発電所事故において「原子力における技術者」はこの原子力という科学技術の「危険性」，「リスク」の実態を正確かつ迅速に社会に説明し，警告を発し「リスク受容」について公衆との間に，社会的合意を形成しなかった技術的責任や社会的責任は極めて大きい．

４）巨大化・総合化・複雑化した科学技術である原子力発電所がもつ技術的リスクについて，スリーマイル島原発事故等からの知見や問題意識を認識していたにもかかわらず，「絶対安全な技術」として，伝えるべき有用な知識及び問題意識を，政策決定者，専門家，関係者，公衆にタイムリーに適切に伝えなかった，また対策もとらなかったことが原子力における技術者の社会的責任である．

５）地震大国であり，貞観地震レベルの「想定外」といわれる巨大地震・巨大津波という日本固有のリスクの下，１００％リスク・フリーな装置としての原子力発電所をつくることは原理的に不可能であることがわかる．特に「作動中の科学」をはじめとした原子力発電所等の新しい「科学技術」に起因する「リスク」は不可避であると考えざるをえない．

６）わが国においては，現状の法律の枠組みでは，企業の経営者の倫理観に任せるだけでは，すなわち企業倫理のみでは事故を防ぐことはできない．あらためて政策決定者，事業者，専門家，関係者は企業の法的責任と技術者倫理の重要性を再認識することが必要である．

７）科学者，技術者しか「作動中の科学」の最新の知見を，規格や安全基準にタイムリーに適切に反映させることはできない．専門の科学者，技術者は科学技術政策の制定過程で，その効果とリスクを政策決定者に伝えること

が可能であり，学協会の「作動中の科学」の最新の知見を，規格や安全基準にタイムリーに適切に反映させることができる．それゆえ，専門の科学者，技術者に科学技術政策への提言が求められているのである．

８）この「作動中の科学」である原子力技術に起因する技術の限界，危険性，リスクや問題について，「原子力村」に閉じ込めず，社会に対して警告を発し続けるとともに，科学技術政策へ提言することが「技術者の社会的責任」である．

[引用・参考文献]

１） 高橋哲哉「犠牲のシステム―責任をめぐる一考察」、黒田光太郎・井野博満・山口幸夫編『福島原発で何が起きたか―安全神話の崩壊』,岩波書店,2012 年，pp.82-88
２） 田岡直規「巨大化・総合化・複雑化した科学技術における技術者倫理」，技術倫理研究第８号　名古屋工業大学 技術倫理研究会編，2011 年 12 月 5 日，pp.17-32
３）朝日新聞，2011 年 3 月 31 日
４）朝日新聞，2011 年 4 月 21 日
５）毎日新聞，2011 年 4 月 19 日
６）札野順「技術者倫理」，放送大学教育振興会，2004 年，pp.35-36
７）Mike W.Martin and Roland Schinzinger,Ethics in Engineering,3rd Edition, pp.81-127,1996
８）田岡直規「現代の科学技術における技術者倫理」技術士 2011.3，pp.4-7
９）藤垣裕子編 「科学技術社会論の技法」，東京大学出版会,2005 年，pp.225
１０）札野順,前掲書，pp.103-104
１１）札野順,前掲書，pp.232
１２）原子力問題研究委員会ＨＰ http://www.jsa.gr.jp/commitee/genshi.html
１３）中尾政之「失敗百選―４１の原因から未来の失敗を予測する」森北出版，2005 年，ｉ～ｖ
１４）中尾政之「「つい、うっかり」から「まさか」の失敗学へ」，日科技連，2013 年 pp.104-107
１５）札野順,前掲書，pp.226
１６）Charles E. Harris et al, Engineering Ethics: Concepts and Cases(Belmont. CA: Wadsworth Publishing Company.1994). pp.232-235
１７）NHK 時論公論「原発事故刑事責任追及の壁」，2013 年 9 月 10 日
１８）川崎友巳「企業の罪は問えるか」，NHK かんさい熱視線，2013 年 4 月 19 日
１９）保阪正康「日本の原爆　その開発と挫折の道程」,新潮社,2012 年,pp.248
２０）日本学術会議「報告　東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓」，2014 年 6 月 13 日

２１）一般社団法人日本機械学会 東日本大震災合同調査報告書編集委員会「東日本大震災合同調査報告（機械編）」2013 年 7 月 31 日
２２）田岡直規「原子力における技術者の力量と社会的責任」, 技術倫理と社会第８号, 公益社団法人日本技術士会中部本部ＥＴの会, 2013 年 4 月 13 日
２３）田岡直規「技術者の社会的責任と科学技術政策への提言」, 技術倫理と社会第 10 号, 公益社団法人日本技術士会中部本部ＥＴの会, 2015 年 4 月 11 日

*URL の最終確認は 2015 年 7 月 28 日