

特集 1 福島原発事故とその後

- | | |
|--|--|
| 2 原発問題とアカデミアの立場
北澤宏一 | 28 福島が事故が問うていること
北村俊郎 |
| 7 事故を経て原子力規制はどのように
変わったかー改善された課題と今後
にされた課題
班目春樹 | 30 個別的教訓から拡張・体系化された
「知」へ
北村正晴 |
| 12 原子力安全における知識・情報の
総合化の必要性ー安全研究において
も、緊急時対策においても
阿部清治 | 32 原子力の信頼回復とは オンサイト
からオフサイトへ
小出重幸 |
| 14 安全文化の劣化の原因と対策と今後
ー原発への国民的合意の可否と将来予
測と対応
天野 治 | 34 原子力への信頼再構築に向けて
澤 昭裕 |
| 16 福島第一原子力発電所事故について
ー事故発生後 1,000 日時点での中間総括
石野 菜 | 36 オリゼーの国の原子力
ー伝えることの大切さ
澤田哲生 |
| 18 環境修復の現状と残された課題
井上 正 | 38 事故で学んだこと
ー放射線被ばくとリスク
柴田徳思 |
| 20 原発事故は社会を変えたか
リスクを前提に国民が当事者の
原子力へ
大崎要一郎 | 40 原子力教育研究を充実して安全性の
向上を！
ー鍵を握る基礎・基盤の強化と人材育成
代谷誠治 |
| 22 20 年後の日本のために今すべきこと
岡本孝司 | 42 フクシマ後の原子力安全の再生に向けて
ーシビアアクシデント研究者の反省と
教訓、今後の展望
杉本 純 |
| 24 事故から学ぶことと残された課題
尾本 彰 | 44 福島事故が教えてくれた日本の実力
品田宏夫 |
| 26 4 年目を迎える福島の環境修復計画
の課題
河田東海夫 | 46 原子力安全の課題と学会の役割
ー安全部会報告書と学会事故調から
関村直人 |
| | 48 福島事故で思ったこと
ー原子力損害賠償制度など
関本 博 |

表紙の絵(日本画)「^{とき}刻の記憶」 制作者 宮原 剛

【制作者より】 多くの尊い命が失われた 2011 年の大震災。時間は確実に流れていくが、やり場の無い悲しい過去を風化させてはならない。儚い未来を信じる強い気持ちが、希望への道をつくる。そんな祈りの感情を素直に表現しました。

第 44 回「日展」へ出展された作品を掲載(表紙装丁は鈴木 新氏)

- 50 福島事故後の原子力人材育成をどうすべきか—大学教育を魅力的にするには
竹田敏一
- 52 クレオパトラの鼻
東電福島第一原発事故4年目を迎えて
長瀧重信
- 54 ミラノからみた福島原発事故その後—専門家の関わりと原子力安全規制
二ノ方 寿
- 56 地震等外的事象に対するリスク評価は十分か？
平野光将
- 58 ガラパゴスと怪獣と鉄腕アトム—福島原発事故から3年
松井一秋
- 60 福島事故が次世代に伝えるものは何か—我々が受け継いだものを顧みて
松浦祥次郎
- 62 今、必要とされるのは「コミュニケーション」なのか
八木絵香
- 64 自主的・継続的安全向上に必要なこと—リスク管理とリスク評価と安全目標
山口 彰
- 66 福島原発事故とリスクコミュニケーション
山下俊一
- 68 原子力市民委員会の目指すもの
吉岡 斉
- 70 福島事故後の規制制度の改革と今後の課題—原子力規制委員会設置法の趣旨は実現されているか
西脇由弘

報告

- 86 CPDノススmeer信頼される“3.11後の”原子力技術者・研究者を目指して(1)技術者のCPDを支援する学協会のあり方
橋谷元由

特集2

福島特別プロジェクトの活動と今後の展開—福島環境回復を目指して

- 73 プロジェクト概要
田中 知
- 74 クリーンアップ分科会の活動
クリーンアップ分科会
- 77 放射線影響分科会の活動
放射線影響分科会
- 79 コミュニケーション活動
コミュニケーション分科会
- 80 情報提供
福島特別プロジェクト
- 85 今後の展開
田中 知



福島特別プロジェクトで実施した放射性セシウム移行抑制効果の確認試験の模様

- 90 「2014 年秋の大会」研究発表応募・参加事前登録のご案内
- 91 会報 原子力関係会議案内、共催行事、寄贈本一覧、新入会一覧、次年度会費請求のお知らせ、「原子力国際交流事業」平成26年度派遣学生募集要項、「2014年春の年会」見学会のご案内、意見受付公告、英文論文誌 (Vol.51, No.3) 目次、和文論文誌 (Vol.13, No.1) 目次、主要会務、編集後記、編集関係者一覧
- 93 From Editors

学会誌に関するご意見・ご要望は、学会ホームページの「目安箱」(<http://www.aesj.or.jp/publication/meyasu.html>) に寄せてください。

学会誌ホームページはこちら
<http://www.aesj.or.jp/atomos/>

福島原発事故と、その後

東京電力の福島第一原子力発電所で事故が発生してから、3年がたちました。

この事故では何が解決され、何がまだ解決されないままなのか。私たちはこの事故から何を学んだのか、さらに何を学ばなければならないのか。この事故は私たちに、何を問いかけたのか。何を問いかけ続けているのか。

本誌ではこの事故について、このような中間的な総括が必要だと考えました。このため今号では各界の有識者に寄稿をお願いし、さまざまな角度からこの事故について語っていただきました。

この特集記事で掲載された見解は、執筆者個人のものです。
(写真提供 東京電力株式会社)

原発問題とアカデミアの立場

東京都市大 学長 北澤 宏一

現在、世界で用いられている軽水炉は冷却水を失うと比較的短時間でメルトダウンする設計になっている。“Fail Safe”に設計されていない。技術として未完と言わざるを得ない。経済性を上げるために炉心での熱発生密度を極度に高めているためである。不幸にも事故が発生した場合でも、事故の最大限規模は国家の存亡が懸かるほどに高くすることは、たとえ確率が低くても許されない。その懸念から本稿は書かれている。

I. はじめに

日本の原子力には、現在、3つのステージの異なる課題があると私は感じる。

その第一は確率がたとえ小さくても、一国の歴史を終焉させるほどの巨大リスク、すなわち、福島事故以上の広域放射能汚染を引き起こす可能性を今後の原子炉から取り除く必要である。具体的には使用済み燃料の貯蔵量過多の問題、格納容器の爆発の可能性の問題、メルトダウンが起きた後の事故対策などの問題である。事故確率の問題ではなく、事故規模の許容上限の問題である。

第二の課題は事故の確率をどこまで下げられるかの問題である。現在、新しい原子力規制委員会が正面に立って活動を始めた段階である。規制委員会には民間、政府、国会事故調などが主張した考え方がかなり盛り込まれたが、実効が上がる活動が継続されるためには、原子力学会など中立的なアカデミア・サイドがその活動を補強して、実のある安全規制が行えるような機能を果たしていく必要がある。

第三の課題は、やや長期的な研究を必要とするもので、次世代の「暴走しないタイプの原子炉、すなわち、固有安全炉」の設計と実証、長半減期核種の短寿命核種への核変換の工学プロセスの実証である。原子力を本質的に安全な技術にするための研究開発が、大学など、自由な機運の議論の下に開始される必要があると考える。

第二、第三の課題については原子力学会とも密接にかかわる課題であると考ええる。

II. 福島事故は規模が大きすぎる

1. 福島事故の海外への影響と「北澤の経験則」

福島事故が起きてすぐに非常に大きな政策的影響を受

けた国々は欧州の特に大陸諸国であった。これら諸国はすでに1986年のチェルノブイリ事故で大きな恐怖感を味わい、現在に至るまで食品などでの不安が続いていたからである。これらの諸国の多くは、福島事故以前に目標年を定めて脱原発に踏み切り、しかし、代替エネルギー源を目標年までに十分に確保することができずに計画は挫折するという状況が続いていた。あるいは、原発を新設しても、国民投票で拒絶され、一度も稼働しないままになっている国々もあった。

一方、2008年にはEU政府から加盟諸国に対して「2020年までに20%の温室効果ガスの排出削減を行い、かつ、電力の20%を再生可能エネルギーで賄うこと」を義務化する「20、20、20計画」の通達がなされていた。

ドイツなどが先進的に実施してきたFIT制度（再生可能エネルギーの市場導入策）によって再生可能エネルギーが、いわゆるベストミックスと呼ばれるレベルの発電寄与率である20%に近い国々が欧州大陸で数か国を超えた頃、2011年に福島事故が起きた。チェルノブイリ後の脱原発への努力と挫折の歴史の後に、自由世界でも原子炉の重大事故が起きたことに驚いて、福島事故後に再びこれら諸国が脱原発への道を歩み始めようとしたことは理解できる。私は福島事故後に欧州大陸諸国を訪ね、次のような経験則を作った：「日本よりも国土の狭い経済先進国は脱原発する」というものである。その理由は「福島事故が1回でも自分たちの国で起こったら祖国の歴史が終わる」という恐怖感であった。

彼らは、すでに、再生可能エネルギーが少なくとも原子力エネルギーを代替できる程度には比較的すぐに行く、という自信を得ていた。ドイツやスペイン、スウェーデン、デンマークなどでは再生可能エネルギーによる発電寄与率が50%を超える時間帯も出てきている。このような実例が現れて来ているため、今後、世界各国がエネルギー政策を考える時、原子力が「あまりに巨大なリスク」を抱えていると原子力を選択する国の数は少

Standpoint of Academia in Relation to the Fukushima Nuclear Accidents : Koichi KITAZAWA.

(2013年12月16日 受理)

なくなると私は見る。

しかしながら、問題点はベストミックス実現よりさらに先の主要エネルギー源である。再生可能エネルギーはベストミックスまでは何とか行くことが欧州各国で実証されて来たが、それ以降は徐々に難しくなる面がある。それは発電用適地が減ることと、不安定電力導入による系統安定化への不安の増大である。いずれも電力価格が高くなることにつながる。このためベストミックスを達成した欧州諸国の間にも今後に向けて異なるアプローチの仕方が見える。

例えば、スウェーデンは既に2012年末の発電寄与率において再生可能エネルギー69%、原子力30%という段階に達したとされるが、同国では原発削減よりは地球温暖化ガス排出削減の方が現在まで優先されている。同国は海岸線が長く、面積も日本より2割程度大きいために原発受容性が大きいと見る。一方、ドイツは逆に化石エネルギーの使用をたとえ増やしても、原発を2022年までに廃止することを優先的に進めている。ドイツの面積は日本より5%程度小さいだけであるが、海岸線が短く、国の形状が細長くはない。このため、原子炉の多くは内陸にあり、事故が起きると被害が全国土に広がりやすい。それに対して英国の面積は日本の65%程度であるが、海岸線は長い。英国政府は原子力政策に対してはこれまでと変化はないとしており、炉の新設も計画されている。しかしながら、英国ではすでに原子炉製造メーカーがほぼ消失し、海外技術に頼らざるを得ない状況になっている。

このような状況も考えると、事故の規模がどの程度にまでなりうるかという相場観は、今後も各国のエネルギー政策に本質的に重要な問題である。

2. 事故規模の最大限度を抑えるために

福島事故の規模拡大を招いた反省から、(1)原子炉の過密配置を避けること、すなわち1か所に置く原子炉の数を抑え、炉と炉の間隔を広くとること。瓦礫の飛散や放射線レベルの上昇により付近の炉の操作に悪影響がでたからである。(2)炉内に蓄えている使用済み燃料の総量を最小に抑える。福島事故では4号機に大量の使用済み燃料が保管されていたため、建屋の屋根が水素爆発で失われた後は、燃料プールが直接に大気にさらされ、かつ、プールの水の循環が滞ったため、燃料棒の過熱損傷が危惧された。このことが事故処理の途上で最大の危機感を与えていたともされ、日本在住の外国人が一時国外退避する事態にもなったほどに、海外諸国は心配した。幸いに使用済み燃料プールの水が干上がる事態は避けられたが、稀有な幸運によったものである。さらに、(3)事故途上で2号機のベントがうまくいかず、格納容器の温度と圧力が上昇し、爆発が懸念された。偶然に、一部箇所の損傷による圧力の解放があり、格納容器自体が爆発して

飛散するといった最悪の事態は避けられた。

さらに、再稼働後の日本の原子炉においてはベント・フィルターを設置や、メルトダウンがたとえ起こっても、再臨界の危険をなくし、被害を最小限に抑えるべきコア・キャッチャー、ないし、それに代わる対策が望まれるところである。少なくとも、地震の少ない海外諸国が施しているレベルの安全対策を日本は当然とるべきと私は考える。国民の信頼感をどこまで得ていくことができるかが、今後の日本の原子力の動向を決める。

Ⅲ. 原子力安全規制と行政の決定プロセス

1. 情性で動いていた日本の原子力安全規制

いくつかの事故調査委員会によって、事故以前の約30年間、日本の原子力安全規制は張り子の虎状態に陥っていたとされた。1979年のスリーマイル島以降、チェルノブイリ、9.11同時多発テロなどの一連の事故や事件の経験から、欧米諸国が既設の炉に対しても種々の安全対策を次々と講じていったのに対し、日本では欧米での検討状況を知りつつ、検討はなされたが、結論が出ずに、ほとんどそのままになっていた。結果的に、無視していた。

その理由は日本の原子力安全規制を司るべき立場にあった人たちが、明確な責任感を発揮することがなかったことによる。少なくとも民間事故調の調査過程でも、インタビューに応じた「当時の責任のあったはずの人々」が異口同音に「自分もあのような規制状況であったことには忸怩たるものがあつた。しかしながら、自分一人が流れに逆らっても無駄であるという無力感を感じていた。」としていた。その多くは旧通産省や科技庁の役所の人たちであった。彼らは高級エリート官僚であり、安全規制を行う責任あるポジションを2年程度占めた人たちであった。

彼らにとって「逆らえない流れ」はどのように作り出されていたのであろう。私はその「流れ」の重要な一つとして、アカデミアの人々を有識者として多く招いて行われる審議会と呼ばれる委員会を挙げたいと思う。アカデミアは「中立で適正な批判的精神を有する存在」として国民から期待されている。このため、原子力の安全規制を含めて、その規則などを決めるための会議である審議会は、流れを変える時の指針を示す牽引役を担う必要がある。その人々は自己の見識と正義感に基づいて意見を述べなければならない。彼らがその期待に応えずに、無責任な態度を取ると、官僚も一人だけでは浮いてしまう。原子力学会を始めとする日本のアカデミアは中立的な立場からの役割を果たそうとしたのだろうか？

国際的な視点を持つ人たちがいたとすれば、日本の原子力事業推進者と安全規制側とが、ここ約30年欧米に比較して事故対策に対して「油断」し、怠慢になっていた

ことに気付いていたはずである。

海外が種々の安全対策を講じていることを知りながら、「日本は大丈夫」として、従来通りの惰性的走行をすることをなぜ許してしまっていたのか、そのような安全規制の惰性的走行を多くの人たちが「このままではまずい」と思っていたにもかかわらず、なぜ、官僚もアカデミアも誰もそれを言い出せなかったのか、それを是正できる具体的な手立てがない限り、過ちはまた起きる。日本の文化や精神の特色にその原因を持っていこうとする傾向が多分に存在するが、もし、それが正しいとすれば、日本人は原子力を動かしていくのに不適な民族ということになる。私は、ここではむしろ具体的な法律や組織に欠陥があったとして問題を捉えることができるかどうかとする立場から考察する。その解を見つけない限り、日本の原子力の安全な継続は難しいからである。

2. 原子力安全神話と原子力ムラの発生

「原子力安全神話」とは「原子力は100%安全である」として、安全かどうかを1かゼロかで言い切ろうとしていた態度を呼ぶ。事故後、原子力専門家の間でも「リスクのないメリットはない」と言われるようになったが、事故前にはそのようなことはほとんど主張されていなかった。そして、今でも「規制委員会が『安全』と判断した場合には再稼働する。」といった言葉で、『新たな安全神話』が生まれようとしている。この場合の『安全』は「100%安全」という意味ではなく「原子力規制委員会の新規制基準を満たした」というだけの意味である。この言葉を「100%安全」という意味に使い始めると再び安全神話が復活する。すなわち、安全なのか、安全ではないのか、という二項対立的な議論になってしまう。これからの安全論議は、どこまでのリスクを国民が許容するのか、という定量的な議論でなければならない。

安全神話はフランスや米国でも全くないわけではないが、関連者と話してみるとそのレベルは大きく異なる。私の印象では、差が生じる大きな理由の1つは、海外の方が内部告発型個人主義がより強いからである。フランスや米国の職場では「都合の悪いことはなかったことにしよう」としても決して徹底はできないと皆が感じている。上司も自身の立場を護るためには、むしろ、不都合なことは必ず公開するほうが安全と感じている。したがって、安全に関する課題も個人間の意見の相違が必ず生じるために、合意・妥協に達しては文書にするという作業を繰り返さざるを得ない。このため、末端までの問題点がよりクリアに表面に出る。日本では敢えて積極的に掘り出すような常置委員会を作るなど、制度的工夫をしないと問題点が各段階で隠匿されて出てこない。

さらに、課題がすべて出揃っても、それが分かったうえで「100%安全である」と関連者が皆で言い張ろうとしたら、やはり安全の実は上がらない。これらの両者を根

深い問題として実際に抱えていたのが「原子力ムラ」の存在であった。原子力ムラは運営に当たる事業者やその連合体から、アカデミア、規制を行うべきであった立場の集団、さらに、中央、地方の政治家や行政を幅広く緩やかな集合体として含み、なおかつ、意図せずに出来上がっていく利益共有体であった。したがって、その全体を動かせると自認する責任者はいなかった。このため、全体が惰性で動くようになり、部分、部分を継ぎ合わせて、マイクロマネジメントの組織になっていた。

原子力ムラの各構成員の間に共通点があったとすれば「我が国にとって原子力の円滑な推進が必要。」という感覚であったと考える。

問題を複雑に、あるいは不純にしたのは、原子力ムラに属していることによって、地域や政治家への寄付、あるいは、委員謝金や研究費の配布など、種々のご利益があるのではないかとする期待である。原子力ムラから抜け出すとそのぬるま湯から出なければならない。

アカデミアが今後も原子力ムラの一員に留まるのか、それともそこから距離を置くのかは、今後の日本の原子力安全規制の将来を占う重要な因子と考える。アカデミアにある種のしっかりとした倫理規制が課せられなければ、それはできないであろうと予想する。例えば、どこからの謝金をどれだけ受け取っているか、などの透明な報告を義務付ける具体的な制度などが必要だ。

原子力ムラを打破できるかどうかは、原子力規制委員会が独立性を発揮し、実力を蓄えとともに、中立であるべきアカデミアがその気骨を示すかどうかにかかると考える。

2. ケーススタディー：旧原子力安全委員会の安全設計指導指針

福島事故時まで有効であった原子力安全委員会の原子力安全審査指針9、「電源喪失に対する設計上の考慮」には以下の注釈があった：「長期間にわたる電源喪失は、送電系統の復旧又は非常用ディーゼル発電機の修復が期待できるので考慮する必要はない。」

福島の事故が数時間以内の短時間で深刻なレベルに拡大したのは主として停電のためであった。停電が起きても事故が拡大しないようにする対策が、少なくとも海外と同等なレベルで施されていれば、あるいは、訓練もなされていたならば、あれほどの大事故にまで拡大しなかっただろう、と事故調の報告でも示唆されている。この原子力安全委員会の審査指針はその意味で、福島事故を招いた「油断」の象徴的な表れである。

1990年8月30日付けの原子力安全委員会決定「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」は原子力委員会がそれ以前に作成していた安全指針を踏襲したものとされているが、1991年、原子力安全委員会傘下の作業部会として「全交流電源喪失事象検討ワーキング

グループ」が設置され、この指導指針を改定すべきかどうかが議論された。なぜならば、当時、米国や台湾などで発生した停電事故を契機に海外諸国で全電源喪失時の対策を加えるよう原子力の安全規制が強化されようとしていたからである。

この分科会では「長時間にわたる全交流動力電源喪失は、日本では修復が期待できるので考慮する必要はない」と結論し、「それ以前の指針のままでよし」とする決定を改めてしたことになる。すなわち、「海外が新たな安全策を講じようとしているにも関わらず、日本はそのような安全策を準備する必要はない」としたことになる。大地震が海外の数十倍も起こりやすい日本においてこのような判断を下すにはそれなりの考慮があったものと私は予想したが、事実上、審議会におけるアカデミアの人々の無責任な原子力行政との関わり方が浮き彫りにされた。

今回の事故の調査が進む段階で、大前研一氏による原子炉メーカーの技術者などを含む H2O 委員会と呼ばれる任意の調査委員会が開設されていた。この席上、原子力安全委員会に上記の奇妙な安全設計審査指針が存在することの問題が最初に指摘された。このため、より強い調査権を持つ国会事故調が資料請求を行ったことによってこの審議会の議事録が公開された。

「全交流電源喪失事象検討ワーキンググループ」という作業部会は旧科学技術庁の事務局が担当していた審議会の一種である。科学技術庁は我が国が原子力商用応用を開始しようとし始めた 1957 年に原子力の推進を主業務として設立された組織である。担当の事務局はある大学の教授を委員長として、アカデミアなどの有識者をメンバーとする分科会を構成した。分科会の議事録によると分科会委員会での審議の様子は以下のものであった。

委員長が事務局からの説明の後、全電源が喪失した時にはどのような安全指針とすべきかを委員会に諮った。

事務局は「全電源喪失に備えるにはお金もかかる。日本では停電が長時間続くことはほとんど無いので対策はとる必要がないのではないか」と主張した。委員は異議を唱えなかった。委員長は「どのような理由で対策は不要としましょうか？」と委員会に尋ねた。委員からは提案がなく、事務局から「東電と関電からの出向者がいるので彼らに次回作業部会までに理由を考えてもらいましょう」とする案が出て、それが承認された。

次の委員会では、事務局から「停電が 30 分以上継続することは日本ではまずないので、停電後の安全対策は考える必要がない」とする説明があり、そのまま分科会で承認された。原子力安全・保安院などの元関係者の証言によれば、「当時の『原子力推進！』という大きな掛け声の前で誰も公の場では口にするのができなかった。」という。「国策民営」の当時の姿であったといえよう。これが福島事故を導いた「人災」の典型的な姿である。

この条項はその後にも多くの原子力安全関連の審議会において改定することは原理的には可能であった。しかしながら、どの審議会においても誰も問題として指摘する者はいなかった。原子力学会にも原子力の安全を考える場がある。大学にも原子力安全を考える研究室がある。いずれもマイクロマネジメントに陥って、最も本質的な部分に注意喚起をしなかったことを反省する必要があると私は感じる。どうしたら、それを行うことができたのか。その制度なり、体制なりが具体的に提案される必要がある。その案がないのであれば、原子力学会は原子力安全を論じることのできる学会になり得ない。

審議会方式による日本の行政における標準的決定方式は、上述のように「国策民営」のような重い分野での安全規制といった事業推進者にとって短期的には不利益になるような問題を扱う分野ではうまくいかなかった。その本質的な問題は審議会委員の選び方にあると私は感じている。

審議会の「事務局」は担当官庁の中にできるが、2 年間程度そのポジションにやってくる公務員によって主要部が占められる。事務局は専門的知識を持つ者として原子力の場合には電力会社からの出向者たちを受け入れる。彼らは電力会社の利益代表としての役割を当然ながら果たすことになる。その事務局が審議会の委員を実質上決める。審議会の委員に選ばれるためには、事務局の職員たちの目を通す必要がある。この安全に関わるものが審議される審議会委員の選抜プロセスに学会や学術会議など、中立的な意見が保証されるべき機関の目が働く必要があると私には感じられる。そうでなければ原子力関連の審議会は、大政翼賛会的な役割か、物言わぬ集団になってしまう恐れがある。この 30 年間の実績がそれを裏付ける。

日本の「審議会」は一般的に言って、前述のようなプロセスによって行政機関の事務局原案をスムーズに認可・正当化するためにもっぱら機能してきた。これは中央だけでなく、地方自治体でも同様である。審議会委員の選定権が事務局にある限りにおいて、その審議会有識者委員会と呼んでいても、その結論が中立的になることは難しい。

4. 原子力規制委員会とアカデミア

2012 年 9 月に新設された現在の原子力規制委員会は人や財産の安全を護り、環境の保全を行うことのみを使命として作られた独立の役所である。原子力の円滑な推進はその使命に入っていない。このお役所はこれらの使命に従って規制基準を作り、かつ、審査する。当然、事業者側が円滑推進の観点から当惑することも発生することがあり得る。アカデミアはこのお役所からも独立であり、推進側のお役所からも独立である。すなわち、どちらに対しても中立の立場からものが言えることが社会か

ら期待される。アカデミアの健全な批判があつてこそ、推進側も規制側も間違いがあれば是正される。安全規制委員会の独立性と透明性を担保するために人事権の独立とともに天下り人事を避けるノーリターン・ルールなど特殊なメカニズムが設置法によって持ち込まれている。

今後の安全規制はこの委員会とその事務局としての原子力規制庁によって決められていく。原子力アカデミアは推進側とこの新たな規制側の出現との間で、および、社会との接点としての独立した批判勢力としての役割を今後期待されることになる。そこでそのスタンスを早期に確立していくことが求められる。従来のように結果的に「怠慢」に陥っていたスタンスは許されない。

IV. 将来的な研究

原子力における 20 年以上の先を見越す本質的な研究の第一は固有安全炉であると私は考える。いずれは再生可能エネルギーと原子力の競合になっていくことは必至と考える。その時の原子力の強みはいろいろとあるが、弱点は何といつても危険性である。その危険性を巨大なものにしておいたままでは原子力の未来はないであろう。現在の軽水炉は“Fail Safe”構造に設計されていない。経済性を良くするために現在の炉心での熱発生密度は極度に上がっている。このため、冷却水供給が途絶えると炉は短時間でメルトダウンを起こす。この設計の呪縛から逃れなければならない。新たな固有安全炉の研究が必要と私は考える。

第二に高レベル廃棄物に含まれる長寿命核種から短寿

命核種への核変換と分離技術の可能性が「工学的に」実証されなければならない。世代間の倫理問題を解消するためには避けることのできない問題である。

V. おわりに

原子力は今後、世界的にも自然エネルギーと競合しながら進んでいくものと考ええる。2007 年、当時のフランスのサルコジ大統領は「原子力と再生可能エネルギー各々に支出する国家予算を同額とする」と宣言したことによってこの両者間が助け合う関係となり、それまでの泥仕合がフランスではなくなったとされる。私は現在の日本の感情的な対立状態が、暫定的であってももう少し大人の議論として、理性的な形で推移していただいたいと願うものである。その意味でも、原子力の安全性も 1 かゼロではなく、他の代替エネルギーのリスクと比較対照して議論できるようにしていくべきと考える。どのエネルギーをどの程度に、いつ導入していくかは、最終的には国民の選択であり、国民の理解をどこまで得られるかが問われるところである。

著者紹介



北澤宏一（きたざわ・こういち）

東京都市大学 学長

（専門分野/関心分野）高温超伝導の応用、磁気科学、エネルギーの経済、「若者と夢」、科学ボランティア、サイエンス・コミュニケーション

福島原発事故とその後

事故を経て原子力規制はどのように変わったか

改善された課題と今後に残された課題

東京大学名誉教授 班目 春樹

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故は、我が国の原子力規制の課題を浮き彫りにした。各種事故調査委員会から指摘され、また法改正も行われ、規制制度は一新した。しかしながら直ちに世界最高水準の制度がすでにできあがったわけではなく、今後に残された課題も多い。本稿では、規制改革により改善された課題と今後さらなる改善努力が必要な課題について、これまでの筆者自身の経験から重要だと考えるものを整理する。

I. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震と、これに伴う津波によって発生した東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故は、歴史に残る。事故による放射性物質の放出に伴い、今なお避難を余儀なくされている方々をはじめ、多くの人に被害をもたらした。事故の引き金は天災であるが、拡大を防止できなかった原因は不十分な安全対策にあり、それを許した規制にも問題がある。

我が国の原子力規制のあり方については、2007年のIRRS(総合規制評価サービス)報告書でIAEAから厳しい指摘¹⁾を受けている。また筆者は、原子力安全委員会(原安委)の委員長に就任する前から原子力規制には課題があると認識しており、東京大学に原子力法制研究会を組織してその洗い出しと解決策の検討を行っていた^{2~4)}。委員長就任後の原安委内での検討⁵⁾、事故時の自身の経験などを踏まえ、事故を経て原子力規制はどれだけ改善されたのか、残されている課題は何か、整理する。

II. 制度上の課題

1. 安全規制組織

IRRS報告書は「規制機関である保安院の役割と原安委の役割、特に安全審査指針策定における役割を明確にすべき」と記述している。原安委は原子力安全の基本的考え方を示し、保安院はそれを具体化した安全基準を示すというのが役割分担とされていたが、明確ではなく、安全基準の制定・改定の遅れが安全性向上の妨げとなっていた可能性すらある。

Nuclear Regulation Innovation in Japan after Fukushima Accident—Resolved and expected to be resolved problems:
Haruki MADARAME.

(2013年12月10日受理)

さらに付言するなら、念入りの審査制度として実施されてきた設置許可申請に対するダブルチェックも、安全性確保への実効性は疑わしい。原子炉や核燃料の規制が保安院、放射線やRIに関する規制が文科省と分かれていたことも問題であった。放射線やRIの利用も広い意味での原子力利用であり、放射線障害防止は一元的に扱われるべきである。また原安委の所掌は3S(Safety, Security, Safeguards)中のSafetyに限られていた。このことが、米国NRCによる原子力施設におけるテロ対策の要求事項を記したB.5.bⁱと呼ばれる文書についての連絡が原安委には来なかったなどの実害をもたらした。規制の一元化の必要性は論を俟たない。事故を経て一元化が実現し、非常に皮肉な形ではあるが課題は解決したと評価できる。

2. 法令の整備

(1) 法体系

発電用原子炉における事故前の安全規制は、原子炉等規制法(炉規法)と電気事業法(電事法)の適用を受けており、それが保安検査(炉規法)では事業者の保安規定遵守状況を確認し、安全管理審査(電事法)では定期事業者検査の実施体制を確認するという複雑さを生んでいた。事故を経て、安全規制に関する法令が炉規法に一元化されて最大の課題が解決し、検査制度の見直しなどを進める土壌が整備された。IRRS報告書には「保安院は検査官が継続的にいつでもサイトで検査を行う権限を確保すべきである」と書かれている。多数の目的別の検査制度が並立しているため目的外の指摘ができず、効率的検査や検査官の能力向上を妨げていることは否定できない。検査制度改革は次に残された大きな課題である。

ⁱ Mitigating Strategies Requirements from Order EA-02-026, Section B.5.b, the Subsequent License Conditions, and 10 CFR 50.54 (hh) (2).

（２）安全基準の政省令化

原子炉施設の設置許可基準は炉規法に「災害の防止上支障がないもの」と規定されているが、事故前にはその具体的判断基準を示す政省令はなかった。「基準の適用については原安委の意見を聴かなければならない」とされ、実際には審議会に過ぎない原安委が定める各種指針類がこの判断基準として用いられてきたが、その法的位置付けは原安委の内規である。事故を経て、炉規法にもこの判断基準は「規制委員会規則で定める基準」と明記され、法的根拠が明確になった。

（３）段階的安全規制に由来する課題

我が国の安全規制は、基本設計の審査・許可、詳細設計の認可、使用前検査、……という段階的構造をとっている。このため各段階の手続きの有機的結びつきが求められるが、設計の標準化が進んだため審査を基本設計と詳細設計に分ける利点は少ない。詳細設計の認可も炉規法に一元化された今、定型化している構造強度に偏った審査は見直しが必要である。既設炉の新規制基準への適合性確認について一体的審査の方針が示されたのを契機に、段階規制のあり方全体を見直すべきと考える。

また、安全解析結果などが申請書の本文にはなく添付書類なのに、設置許可申請書の本文を形式的に許可の対象としたことから、規制の実務上問題を生じていた。安全解析で設定している前提条件や、保安規定で決められるべき内容は、許可の対象ではなかった。法改正により申請書の記載事項に直接的に追加されたのは、放射線管理に関する事項と、発生時に事故に対処するため必要な施設及び体制の整備に関する事項であるが、関連して本文記載事項を増やしている。変更時に審査されるという利点の反面、多くの場合、事業者の自主的な改善にも歯止めをかけることになるので、バランスをとっていくことが望まれる。

段階的規制には、設置許可申請段階で約束されたことが後続規制で守られていることの確認という課題もある。IRRS 報告書は「保安院は、定常運転開始前に安全上重要な要因全ての総合的評価を行うホールドポイントを追加すべき」と書き、「許認可の総体的根拠を要約する包括的安全文書の作成と更新」を提言していた。定期検査終了後の事業者自主評価結果の安全性向上評価書としての届出が義務付けられたが、これを IRRS 報告書で指摘された包括的安全文書と位置付け、試運転結果を踏まえた運転上の制限値の再評価も含め、設置許可、工事認可、保安規定との法的関係の見直しを今後行うべきである。その上で、安全性向上評価書に事業者が行うべき検査や管理項目を記載させ、事業者によるその確認過程を規制庁が確認することが望ましい。なお今回の事故においては、現場の状況の最新情報を保安院が保有していなかったことが、原災本部の混乱の一因でもあった。その意味でも包括的安全文書の導入が望まれる。

（４）規制資源の有効活用

IAEA の安全基準 GS-G-1.2⁶⁾ には「規制当局が一般的・代表的施設や設計を十分審査し許可した場合、個々の申請はそれとの違いに絞るべき」とある。先行炉で審査や運転の実績があるものと同等設計であっても、炉ごとに審査を繰り返すことは、規制資源の無駄遣いであるばかりでなく、審査の手間を避けようとする安全性向上対策の先送りさえ招きかねない。その意味で、設置変更許可の一部届出化や特定機器の型式認証制度の導入は大きな改善である。許可ではなく届出となる変更の対象は十分な実績がある設備の追加等の軽微な変更を対象とすることは当面やむを得ない。軽微とは何かの検討を深めつつ、規制委員会規則で列举するポジティブリストを今後拡充していくことで、IAEA の安全基準の精神が生かされるようにする努力が望まれる。また型式認証の対象となる特定機器はシビアアクシデント対策のごく限られたものとなっているが、こちらも今後の拡充が望まれる。

（５）設計・製造段階の品質保証

保安院は 2003 年、検査の実効性を上げるべく制度を改革し、運転中の炉の保守管理に対し品質保証の観点からその妥当性を確認するようにした。一方で、設計や製造段階については、本格的な品質保証の観点からの妥当性確認は行われていなかった。IRRS も確認を行うべきとし、保安院がその方向で検討することは 2010 年の基本政策小委報告⁷⁾にも盛り込まれていた。製造段階などでの確認を行うとなると、製造者に対する検査が必要となるが、事故後の法改正でこれも可能となった。改正された炉規法には、設計及び工事に係る品質管理体制等の技術基準適合性確認が明記され、基準も作成された。事故前からの懸案の一つが一気に解決したといえる。

このようにハードウェア偏重検査から、設計・製造過程や保守活動を品質保証の観点からみるプロセス型検査に変わっていく中で、安全審査における品質保証の考え方の取入れについても、前述の基本政策小委報告の記述のように検討されることを望みたい。

（６）社会的合意形成への地方公共団体の関与

原子力規制は社会的合意が得られるものでなければならない。地方公共団体の関与も合意確認の手段の一つである。ただ、現状では運転再開等における地方公共団体の意思決定プロセスは不透明である。どうすれば透明性のある制度を設計できるか難しいが、今後に残された大きな課題である。諸外国の事例などを参考に法的な面からも検討が進むことを期待したい。



Ⅲ. 安全基準と防災対策の整備

原安委では事故後精力的に安全審査指針類や防災指針の見直しを行った。その成果は規制委員会に引き継がれ、活用されているが、いくつか留意点を述べる。

1. 安全基準

(1) シビアアクシデント対策と確率論的評価

IRRS 報告書には「保安院はリスク低減のため、設計基準を超える事故の考慮と評価プロセスへの確率論的手法及びシビアアクシデント対策の補助的利用を調査する体系的なアプローチの開発を継続すべき」としか記していない。「規制当局は、シビアアクシデント対策を含めた確率論的安全評価の自主的实施を事業者に強く求めている」との記載を受けたものであるが、実効性のあるシビアアクシデント対策が用意されていなかったことこそが事故の拡大を防止できなかった最大の原因である。

IAEA の安全基準 SSR-2/1⁸⁾の発行は事故後であるが、事故の前すでに合意プロセスは最終段階にあった。その要件 20 には「設計基準事故より厳しい事故または追加の故障を伴う事故のいずれかに対して、許容できない放射線影響を生じさせることなく発電所が耐える能力を増強することによって、原子力発電所の安全性を一層向上させるために、工学的判断、決定論的评价及び確率論的评价に基づいて一群の設計拡張状態が導出されなければならない」と記されている。

原安委としても、当面の施策の基本方針を改定⁵⁾し、外部の専門家との意見交換会を始めるなどして早急にシビアアクシデントの規制要件化を進めようとしていた。保安院も前述の基本政策小委報告に「シビアアクシデント対応の規制要件化に関する検討」を上げ、その重要性が関係者間に広く認識されていたにもかかわらず、十分な対応が間に合わなかったことは慙愧に堪えない。

事故を経てシビアアクシデント対策は規制要件化し、課題は解決に向かっている。規制委員会は事故シーケンスグループを示した上で、そのほかにも個別プラント評価により新たな事故シーケンスグループが抽出されないかについて、事業者には確率論的手法等による評価の実施を求めている。規制委員会の示すシーケンスは最新の知見を踏まえたものであり、それ以外のシーケンスの評価まで求めている、安全基準 SSR-2/1 の要求は満たした。

ただ、本来はまず事故対処設備の性能や使用方法を踏まえた安全評価を実施し、有効だと確認された対処設備の設置を義務付けるべきところ、それを後回しにして格納容器フィルタ・ベント設置の義務付けを論じたことは、ハードウェア偏重姿勢が根強く残っていることを示す。フィルタ・ベント設備による排気中の放射性物質低減にどれだけの性能を期待できるのか、どのような使用方法を想定するのかという検討を早急に進める必要がある。

(2) 安全基準の体系的整理

IAEA の安全基準は確率論的评价の利用をシビアアクシデント対策にだけ求めているのではない。設計基準事故を考える際にも、決定論的手法と確率論的手法の両方を適用しなければならないとされている。我が国の安全

規制では、原安委が定めた安全評価審査指針の付録に評価すべき事象が列記され、それらの事象に関する決定論的评价の結果が判断基準を満たせば合格とされてきた。そこに直接的に確率論的手法の入る余地はない。関連する ECCS 性能評価指針等の中では使用すべき相関式の推奨まで行っていて、原安委の指針類は性能規定化されておらず、仕様規定的なものを多く含んでいる。これが金科玉条のごとく捉えられてきたことが、第一に安全審査の形骸化を招き、第二に新技術の採用による安全性向上を阻害してきたとすらいえる。

まずは評価すべき事象の妥当性について確率論的手法を用いて見直すなどの対応をとり IAEA の安全基準を満たすこと、それとともに規制当局の要求は性能水準までとし、仕様規定は学協会規格をエンドースして使用するようにすべきである。この方向での解決策は保安院側ではすでに 2002 年の原子炉安全小委報告⁹⁾に示していたが、指針類は原安委所掌ということで進んでいなかった。原安委でも指針類の体系化について検討¹⁰⁾はしていたものの、指針類はその時々々の要請に合わせて急ぐものから策定されてきただけに、抜本的整理は難しく作業は遅れていた。規制の一元化がなされ、安全基準は規制委員会規則として法的根拠も明確化された今、安全評価関係を含む指針類全体の見直しに着手すべきである。

(3) 自然現象に対する安全対策

原安委の指針類にも設計上考慮すべき外部事象は列記されており、自然現象である津波に対しても安全性が損なわれない設計であることが要求されていた。しかし耐震性に関しては耐震設計審査指針が用意され、念入りの審査が行われていた一方で、津波は地震随伴事象として扱われ、記載内容もわずかで注意喚起が十分できていたとは言い難い。これは原子力開発の歴史の中で地震の経験は多かったものの、津波の経験は乏しかったためであろうが、合理的なリスク低減という観点からは不十分な対応だった。事故を経て基準津波の策定や耐津波設計の方針が示され、課題はかなり解決されたといえる。

耐震指針についても見直しが行われたが、地盤の支持性能や周辺斜面の崩壊に配慮すること、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震のそれぞれに対する注意事項などが書き加えられたことが主で、大幅な変更はない。ただ、新しい安全基準へのバックフィットが義務付けられたことに伴い、耐震性の再確認が行われている。安全基準に「考慮すべき活断層」の定義を明確に書いても、専門家により判断が分かれることがあり、審査のルール作りにはなお工夫が必要とされている。

自然現象としては、ほかに火山や竜巻、森林火災の評価も厳格化された。ただ、外部事象への安全対策の全体としてのバランスも今後確認すべきと考える。

2. 原子力災害対策

（1）原子力災害対策指針

原安委が策定していた防災指針は、予防的防護措置準備区域（PAZ：Precautionary Action Zone）の設定などの国際的基準を満たしていないこと、福島で実際に発生した規模の事故を想定していないことをはじめ、多くの問題があった。従来の原子力安全確保の基本となる多重防護の考え方は、事故になっても炉心の損傷を防ぎ、施設外への重大な放射性物質の放出をなくすという第3層までに注力し、第4層のシビアアクシデント対策が不十分であっただけでなく、第5層の防災対策も多重防護の一つの層という捉え方がされていたと言ひ難い。多重防護の最後の防護策と捉え、施設の状況を踏まえた緊急時活動レベル（EAL：Emergency Action Level）を設定して放射性物質の施設外放出前の避難などの防護策を用意するようになり、さらに継続的改善の姿勢もみられ、国際基準を満たす指針ができつつあるといえる。

ただ原安委での検討では「オフサイトセンターで多数の関係者が対応を協議する仕組みは機能しない」との結論を出したにもかかわらず、相変わらず法令上は協議会をオフサイトセンターに置き、そこに集まる現地対策本部長に権限の一部を委任できることになっている。オフサイトセンターの位置付けの再検討が必要である。

（2）原子力防災への取り組み

今回の事故で筆者が最も痛感したのは、第一に事故対応に一義的責任を有する事業者（東京電力）と国（規制当局を含む）との連携の悪さであり、第二に想定を超えた事態に対する指揮命令系統の混乱である。

施設内での事故拡大防止作業については事業者が責任を持って実施しなければならない。法改正により、原子力事故発生時の技術的及び専門的な知見に基づく判断は、内閣総理大臣より規制委員会のそれが優先することになったが、施設内の機器や資材、人員の配置を熟知しているのは事業者であり、現場判断こそが最優先されるべきである。一方で施設外では住民避難などの防護措置が施設内の作業と並行して行われ、施設内の資材や人員の供給に影響を与える。事業者が施設外の防護措置の全容把握に努めなければならないのはもちろんであるが、一定の限界がある。施設の近くにオフサイトセンターを構える規制当局こそがそれを支えるべきである。法改正により事業者が実施する防災訓練の結果を規制委員会に報告することが義務付けられ、規制庁は現場での訓練確認や報告会を実施しているが、事業者防災訓練へのより積極的な参画を検討すべきである。すなわち地方公共団体を中心に行われる防災訓練で通信連絡能力を確認するだけでなく、事業者防災訓練においても、施設外の状況を刻々と事業者に伝えられるか、事業者からのEAL情報で防護措置実施の判断ができるか等、自らの能力を不断に確認する姿勢を規制庁に求めたい。

原子力災害対策指針の整備により、事故が想定を超える事態に至る可能性は低くなったとはいえるが、それでも想定外の事態発生の可能性はゼロではない。事故発生時の技術的及び専門的な知見に基づく判断を行うべき規制委員会は、想定外の事態への備えもしなければならない。これには2つの努力が必要である。第一は、想定していない事態にはどのようなものがあるか考え続けることであり、必要に応じ指針を改定することである。第二は想定外の事態に至った場合の指揮命令系統の確認である。指揮命令系統自体も事故の状況次第では変えざるを得ない。現場も臨機応変の対応を余儀なくされるが、それがばらばらな対応であってはならない。技術的及び専門的な知見に基づく判断に全責任を有する規制委員会は、指揮命令系統自体の臨機応変のあり方までしっかり検討しておかねばならない。

IV. 継続的改善に向けての態勢

1. 規制当局の能力

保安検査官が事故の後、早々に発電所を引き上げたことからその資質が問題となったが、いくら使命感を高めても何をなすべきかの知識とそれを実行できる能力がなければ居残っていたとしても邪魔になるだけである。また、規制する側が専門知識や情報の面で規制される側よりも劣る場合に規制が骨抜きにされる「規制の虜」の問題の解決にも、規制当局の能力向上が欠かせない。

この対策としてノーリターンルールが導入されたが、原子力推進組織への転職だけを規制しても、規制担当期間が短ければ能力向上には寄与しない。規制庁は人材育成部門を新設する方針を決めたが、座学だけで本当に必要な知識は身につかない。規制だけを実施する組織に属する者の能力向上には、規制される側の立場での研修も必要である。かつては日本原子力研究所などが規制当局への人材供給の役割を果たしていたが、日本原子力研究開発機構となった今は規制される側となっている。規制される側での研修の実施は、癒着につながるとの懸念もあるが、その防止は可能であり、それ以上に規制当局の能力向上は急務である。実効性の高い研修制度の早期整備が望まれる。

2. 事業者との対話

規制委員会は明らかに事業者との対話に消極的である。規制の虜とならないため、そうしているものと推察されるが、IRRS報告書は「保安院が事業者の見解に耳を傾け評価するというより、指示を与え押し切っているような印象を受けた」と書いた上で「産業界と、率直で隠し立てがなく、それでいてフォーマルな、相互理解と尊重に基づく関係を醸成すべき」と提言したことを忘れてはならない。どのように規制するかは規制委員会が決定すべきであるが、その前に産業界との十分な意見交換が

必要である。特に、許認可の取消等の重大な決定をする際には、裁判手続きに準じた厳格な手続きで、広く関係者の意見を聴いた上で行うべきである。事業者との対話のあり方を今後とも検討していただきたい。

この問題は、万一の事故発生時の対応の成否をも分けかねない。指示を与えられ押し切れ続けた事業者には、事故時にだけは主体的に動くよう望むのは無理がある。事故時の緊密な協力のためには、日ごろからの相互理解と尊重に基づく関係が不可欠なのは言うまでもない。

3. オールジャパンの英知の結集

IRRS 報告書では、学協会規格を多数エンドースして規制基準に活用しているとした上で「日本の全ての原子力機関で入手可能な知識が、規制及び指針の策定に有効に活用されている」と評価している。規制委員会もようやく学協会規格の活用を決めたが、ここしばらく停滞していた。仕様規格を規制機関が定めることは非関税障壁にあたるとして国際的に認められない上、規制機関にその能力があるとは思えない。一方で、学協会規格を規制委員会が安全基準を満たす仕様規格であると認めるにあたり技術評価を行うのも当然である。技術評価は、学協会規格の策定への規制庁職員の個人の資格での参画の影響を受けるものではない。むしろ職員に個人の資格で参画させることは、能力向上の面で有益でもある。

規制委員会が急ぐべきことは、Ⅲ.1.(2)で述べた安全基準の体系的整理であり、まずは機能要求、性能水準要求と仕様規定とを分けなければならない。その上で仕様規定については学協会規格を活用し、IRRS 報告書で評価されたように、日本の全ての原子力機関で入手可能な知識が規制及び指針の策定に有効に活用されているようにしなければならない。

一方で原子力発電所の設計の標準化が進み、定型化が進んでいる構造強度に関する審査などは第三者機関に任せ、炉停止や冷却といった機能に着目した定型化しにくい審査こそを規制当局は集中的に審査すべきである。オールジャパンの英知を結集させるにはどのようにしたら良いか、今こそ真剣に検討すべきである。

V. おわりに

事故後の原子力規制改革はあまりに多岐にわたっているため、その全てを限られた誌面で取り上げることは困難である。そのため、特に重要と思われる点についてだけ評価を試みた。個人的な評価であるため異論も多いと

思われる。しかし原子力安全規制は技術と社会の橋渡しをするものであり、風潮に流されることなく、技術をよく知る立場からの提言によって改革が継続的になされるべきものである。筆者なりの整理が何らかの形で役立てば幸いである。

— 参考資料 —

- 1) Integrated Regulatory Review Service to Japan,
<http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/286890/www.meti.go.jp/press/20080314007/report.pdf>.
- 2) 平成 19 年度原子力法制研究会技術と法の構造分科会研究報告,
<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/nishiwaki/tonnbunn-toukou-houkokusyo/2008gijyutu-houkokusyo.pdf>.
- 3) 平成 20 年度原子力法制研究会技術と法の構造分科会研究報告,
<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/nishiwaki/tonnbunn-toukou-houkokusyo/2009gijyutu-houkokusyo.pdf>.
- 4) 2007 ~ 2008 年度原子力法制研究会社会と法制度設計分科会中間報告,
<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/SEPP/research/documents/report200906.pdf>.
- 5) 原子力安全委員会の当面の施策の基本方針について,
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/info/20101202.pdf>.
- 6) IAEA Safety Standards Series, Review and Assessment of Nuclear Facilities by the Regulatory Body,
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1128_scr.pdf.
- 7) 原子力安全規制に関する課題の整理,
<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g100205a01j.pdf>.
- 8) IAEA Safety Standards Series, Safety of Nuclear Power Plants: Design,
http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1534_web.pdf.
- 9) 原子力発電施設の技術基準の性能規定化と民間規格の活用に向けて,
<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g60105e03j.pdf>.
- 10) 安全審査指針の体系化について,
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/taikeiken/1/ssiryo2.pdf>.

著者紹介



班目春樹（まだらめ・はるき）

東京大学名誉教授、前原子力安全委員会委員長

（専門/関心分野）原子力安全工学、原子力法制を含む原子力社会工学

原子力安全における知識・情報の総合化の必要性

安全研究においても、緊急時対策においても

原子力安全基盤機構 阿部 清治

1. はじめに

以前に学会誌「談話室」欄に OECD/NEA 原子力施設安全委員会での経験を紹介し¹⁾、その中で「各組織の中でも国際活動においても、『Integration が大事』。それが私の持論である」と書いた。福島第一事故を経験して、一層この思いを強くしている。以下、安全研究と緊急時対策について、知識・情報の総合化の必要性を訴える。

2. より役立つ安全研究に向けて

本学会原子力安全部会は、2012 年に 8 回にわたって福島第一事故を分析する公開セミナーを開催し、2013 年 3 月にその成果を報告書にまとめた²⁾。そこに記載したことであるが、「安全は弱い部分をなくすことが最重要である」のに対し、「研究者は自分の一番強いところを更に強めるような研究に走る」。その気持ちは理解できるが、多くの安全問題は様々な知識を総合化しないと解決しない。福島第一事故でもこの問題が露呈した。以下、セミナー報告書にも挙げた問題点である。

(1) 不慣れた技術分野には踏み出さない。

事故以前になされてきた確率論的安全評価 (PSA) の対象はランダム故障と地震に限られていた。原子力のリスクの全体像をとらえるには、津波や火災等、外的誘因事象を広く対象とした PSA を実施すべきだった。

また、土木学会の手法に基づいて想定された津波高さは、後から見れば千年に 1 度程度のもので、それを上回る津波には何の防護もなかった。これではわが国の安全目標・性能目標を満足できるはずはなかった。しかし、原子力安全の視点で津波評価を見てはいなかった。

(2) いつの間にか不確かさを忘れている。

外的誘因事象のハザード評価やレベル 2 PSA の評価技術には大きな不確かさがある。このことは事故によっても明示された。しかし、事故前は、解析結果の数字を過度に信じる傾向になかったか。残念なことに、事故後でさえ、詳細コードを整備すれば精度良い解析ができるといった現状無視の主張がなされている。

(3) 関連分野の技術を理解しようとししない。

アクシデントマネジメント (AM) 策として「炉心損傷後の原子炉容器の溶融貫通防止 (IVR)」があったが、炉心損傷時に IVR が成功する条件付き確率は小さい。水

がないから炉心損傷になるのであり、水がなければ IVR もできないからである³⁾。IVR 研究は PSA と同時になされて初めて意味を持つが、熱流動の観点からのみ研究されてきた。当然に、福島第一事故では役に立たなかった。

もっとひどい例は SPEEDI である。シビアアクシデント解析コードで得られるソースタームを用いて環境中の線量を計算し、それに基づいて退避や避難を判断するという。しかし、平時にきちんと事故シナリオを定義して解析を実施しても、ソースタームの評価結果には大きな不確かさがある。事故の最中の情報の欠落や誤りがある中で一定精度の評価ができることなど、まずない。技術の現状を踏まえない防災は危険極まりない。

自分の反省も。昔シビアアクシデント解析に従事して、炉心の状況はほとんど炉心水位で決まると知っていた。だから、事故の初期、水位の測定値ばかり注視していた。しかし、水位計の原理やその信ぴょう性がなくなるメカニズムは知らないでいた。1 号機で水位測定値が一定レベルで安定していたのを見て、とりあえず小康状態と誤判断していた。水素爆発が起きて初めて水位がおかしいことに気づいた。隣の分野を理解していなかった。

(4) 研究が研究で留まって規制につながらない。

規制当局の予算で実施する安全研究は規制への反映が目的であるが、研究者がそれを忘れてしまうことも多い。

たとえば、リスクインフォームド規制は PSA の結果を参考に規制を改善することである。ところが、「PSA の結果、外電喪失と非常用ディーゼル発電機が重要という結果になりました!」という結果は持ってきて、「で、規制はどうなるの?」への答えはない。外部電源については、福島第一事故の後、PSA の研究とは縁のない行政官の提案で強化策が図られた。PSA は役に立たなかった。

津波についても、わが国は IAEA に特別拠出金を提供して津波ハザード評価の知見をまとめる国際プロジェクトを実施したが、規制には何の反映もされていない。

以上述べてきた安全研究の問題点のほとんどは、異なる技術分野の間での、あるいは研究者と規制者の間での、連携不足によっている。福島第一事故で規制上のニーズが明らかになっているところ、その解決に向けて、規制者がより具体的に規制をどう変えたいかを示

し、研究者がそれに直接的に貢献できるような研究計画案を策定することを期待してやまない。

3. 緊急時の情報集約と意思決定

上述安全部会セミナー報告書では、事故時に重要な情報が関係者に共有されていなかったことや、防災に係る各機関の間で必ずしも十分なコミュニケーションがなかったことも挙げている。私自身は実際の事故対応に加わる機会は少なかったが、こういう報文の機会に自分の経験を2件紹介しておく。

(1) 海への汚染水の放出防止について

3月12日に1号機原子炉建屋で水素爆発が起き、炉心が溶融したことが確実になった。海水だろうと淡水だろうと、水をざざざかけ続けなければならないから、いずれ間違いなく、放射能で汚染された水があふれて海に出てくる。どこかに、汚染水を食い止めるバリアを張れないか。たとえば、防波堤で囲まれた港湾の入り口を塞げば、少なくとも大量の汚染水が太平洋に放出されるのは防げるのではないかと思った。

JNES内でそういう議論をしていると、自衛隊出身の方からすごいアイデアが示された。まず、古い船を港湾入り口に沈める。その上にビニールを張る。その上からコンクリートを流すのだという。日露戦争時に日本軍が旅順港封鎖のために考えた作戦だそうである。

そんな時突然、3月14日の朝のことであるが、原安委に行って説明するように、との話があった。で、原安委に行って説明した。すると今度は、直ちに官邸に行って説明せよとなった。まだ具体化していない提案を持ち込むのには抵抗があったが、とにかく官邸まで赴いた。で、なかば予想していたことであつたが、ほとんど相手にされずに退散することになった。

私が官邸から退散した直後の3月14日11時01分に、3号機での水素爆発が起きている。こんな緊急事態のまっただ中に中途半端な提案を持つてのこのこ出かけたのだから結果は当然である。本来、こういう提案は別の場所できちんと議論して、具体策にしてから持ち込まねばならないのだが、そういう場がなかったのである。

(2) 大気への放射性物質大量放出の防止

福島第一事故が一番厳しい状況になったのは3月14日深夜から15日未明にかけてである。この時期私は、呼び出しを受けて保安院に詰めていた。この時一番心配したのは、格納容器の過圧破損、それも、格納容器直接加熱(DCH)によるドライウエル破損である。ここでDCHとは、原子炉圧力が高いままで原子炉容器の溶融貫通が起きると、高い背圧を受けて炉心融体が碎片となって格納容器気相部に放散され、格納容器の急加圧、場合によっては格納容器の過圧破損に至るという現象である。万一こんなことが起きれば、原子炉とドライウエル中に蓄積された大量の放射性物質が空高く吹き飛ばさ

れる。

そうなる前に、なんとか格納容器内の気体を外に出せないか、そういうラインはないかと、東電に聞いた。すると、窒素の充填ラインなら開けられる可能性があるという。

しかし、シビアアクシデント状態下で窒素封入ラインを開けるのは、意図的な放射能放出である。東京を含む広範囲の汚染の可能性は小さくなるが、発電所の周辺を確実に汚染させる。また、まがりなりにも進んでいるAMも中断させてしまう。ためらいがあつて、そうせよとは保安院に主張しきれなかった。結局は、事故の進展に任せざるを得なかった。

この時どうすべきだったかは、後々まで思い悩んだ。一方で、これもセミナー報告書に書いたが、重要な情報の多くが規制側に伝わっていなかったことが明らかになった。事故後私はJNES内で事故情報を分析するチームの責任者を務めていたが、そういう立場にあつても、たとえば「津波によって直流電源が喪失した」のを知ったのは4月に入ってからだった。情報を持たないものが重要な判断をすべきできない。今は、事故対策は現場にしかできない、あれで仕方なかったと考えている。

2つの提案とも、そうするのが良かったと主張するつもりは全くない。縷々述べてきたように、思いつきの、あるいは部分的情報に基づく提案が実際の役に立つことはほとんどない。ただ、原子力防災という極めて重大な問題に取り組むにあたって、思いつきのものまで含め、対応策を冷静に検討する仕組みがなかったと思っている。

4. おわりに

多くの原子力安全の問題、特に、重大な事故時の判断に関わる問題には、多くの分野の知見や情報を総合化しなければならないが、事故を見る限り、そういう仕組みは極めて脆弱だった。安全な原子力のためには、平常時も事故時も、関係者が知見・情報を共有する仕組みを強化することが必要だと思う。

(2013年12月1日記)

－ 参考資料 －

- 1) 阿部清治, OECD/NEA 原子力施設安全委員会で目指したもの, 日本原子力学会誌, 53-1, (2011).
- 2) 日本原子力学会原子力安全部会, 「福島第一原子力発電所事故に関するセミナー報告書－何が悪かったのか、今後何をすべきか」, (2013).
- 3) 辻倉, 大島, 阿部, 多国間設計評価プログラム(MDEP)とその影響; 1. シビアアクシデントを対象とした規制, 日本原子力学会誌, 53-4, (2011).

安全文化の劣化の原因と対策と今後 原発への国民的合意の可否と将来予測と対応

日本原子力研究開発機構 天野 治

1. 安全文化の必要性と劣化とその原因

原発は、高い放射能、高い出力密度、高速の反応、原子炉を停止しても高い熱を持つなど、大きく4つの危険性がある。これを設備、スキル、警戒心(マインド)で対応してきた。設備を使いこなすには、スキル、すなわち、マニュアルの熟知、訓練を含めた経験、未知への対応のための知識、そして失敗経験が必要である。小さな失敗経験が人のスキルを豊かにする。安定運転を続け、時間とともにスキル、警戒心が薄れてくる。これを常に高い状態に保つのが安全文化である。シビアアクシデントは設計の範囲を超えて起こる奇襲のようなものである。奇襲には、常に臨戦態勢の警戒心と常日頃のスキルの鍛錬が必要である。暗闇でも空気抜きの弁、水抜きの弁、バイパス弁などをペンライトの明かりで閉じ、水を目的個所へ送るライン構成できるスキルが必要である。

しかし、プラント数が急激に増えた昭和45年から55年にかけて、電力会社の原子力にかかわる技術者の絶対数が足りなくなった。このため、東電では、大幅に火力発電所の技術者を原子力発電所へ配置転換を行った。それでも足りなくて、グループ会社へ業務委託が始まった。業務委託は現在でも東電およびほとんどの電力会社で行われている。業務委託では、電力会社からグループ会社へ文書で委託をして、結果が文書で電力会社へ通知される。そこには、臨戦態勢の警戒心と常日頃のスキルの鍛錬は行われず、マインドは劣化し、スキルは失われる。電力会社では安全文化は劣化をはじめ、劣化の第一段階の過信、第二段階の慢心、第三段階の危険信号の無視(原子炉再循環ポンプの水中軸受けトラブルなど)、第四段階の組織ぐるみのデータねつ造などのあるべき姿からの大幅かい離、そして最終段階の原子力をつかさどる組織の崩壊(2002年9月2日の南社長他社長経験者5名の引責辞任)まで起こった。スキルの劣化と警戒心の劣化が電力会社の安全文化を最低にした。当時の保安院が第二段階で適切に介入していたらと思うが、規制側にも、スキルと警戒心などのマインドがないため、無理であった。

電力会社の安全文化は現在も最低の段階にある。今でも改善の兆しはない。

2. 再起動を巡って国が割れる

停止した原発の代わりに、火力発電所で天然ガス、石

炭、石油を燃やしている、火力発電所で燃やす天然ガス、石炭、石油の鉱物性燃料の輸入費用が1990年、2000年には8兆円程度であった。2005年には石油の生産ピークの影響や中国の需要の拡大で価格が上昇し、約2倍の14兆円である。昨年(2012年)には、24兆円となり、2000年に比べて16兆円、2005年に比べても10兆円増えている。これには、車のガソリンも含まれているが、車の燃料としてのガソリンは2005年も使っており、増加分は原発停止の影響とみて間違いないだろう。このため政府関係者、産業界、経済界は原発の再起動を目指している。

一方、原発立地自治体、被災地、マスコミの半分、一般市民の半分は、原発の再起動に反対である。このような状況で、立地自治体や県の合意が得られるかの大きなハードルがある。仮にそれを乗り越えたとしても政府が再起動の最終判断を下し、実施すれば、国民の審判という形で自民党政権に大打撃を与えるだろう。なぜなら、国民の半分の反対は、立地自治体の首長、議員の選挙に大きな影響を与え、このため、自民党も選挙基盤の弱い議員などが反対し、再起動へ動きにくくなるだろう。

しかし、日本の累積の借金はすでに1,000兆円を超え、一人当たり800万円の借金である。原発停止で毎年さらに10兆円の借金を増やしては国が破産する。何とかしなければいけない。

3. 原発への国民合意のために

原発に反対する人の不安や思いを想定し、それに明確に答えることが、日本の半分のしめる原発反対に対する誠実で、確かな回答であろう。不安や思いを想定して書き出すと

- (1) 絶対安全と公言していた原発が2011年3月11日に福島過酷事故を起こした。それに対して誰も責任を取っていないし、電力会社の釈明と根本的改善の取り組みが見えない。
- (2) 迷惑をかけた福島県の住民へのお詫びと償いと復興への電力会社の責任の取り方が見えない。
- (3) 電力会社や国の将来のエネルギー戦略が国民に見える形になっていない。場当たり的に見える。

大きくは、この3点に集約されると思う。(1)についてであるが、裁判では、国および電力関係者全員が刑事責任は無罪であった。しかし、国民に対して安全文化を最

低レベルまで劣化させた電力会社の責任は明確であり、まずそのことを正面から国民に詫げるべきである。並行して、電力会社一丸となって、本格的な安全文化の構築に取り組むプログラムと予定表と進捗状況を国民に示すべきである。ハードだけではなく、スキルとマインドの大切さを電力社員一人ひとりが自覚し、会社が安全文化の再構築を最大の目標として、そこに資源を投入すること、さらに委託する業務を列挙し、子会社等に業務を文書で委託する。子会社等が業務を行い、その結果を文書で報告し、その文書が電力会社で保管される。そこには、技術の蓄積はない。このような文書による委託をやめるべきである。

シビアアクシデントは設計の範囲を超えて起こる。たとえばテロによる火災などでは、どこに何があるか、暗がりでもわかる知識と経験が必要である。また発電所の所長は電気関係、機械関係、計装関係すべてに熟知している必要があり、それは知識と現場経験によって培われる。

(2)についてであるが、東電は復興本社を被災地に立ち上げ精一杯活動している。しかし、それが被災地や日本国民に東電の活動や取り組む姿勢が見えてこない。補償金だけの問題ではない、気持ちの問題である。東電の気持ちが日本国民に見えてこない。もっと復興本社が前面にでて、復興本社の社員一人ひとりが、お詫びと償いと今後の被災地と歩む方向を示して、もっと前向きに、元気に、精力的に取り組むべきである。

(3)についてであるが、これは政府の責任で、議会で議論を本格化させるとともに、経産省や財務省が幹事となって、議論を深化させ、国民に浸透させるべきである。マスコミは現在の状況を伝えるだけで、長期的見通しを伝えることに熱心ではない。また、学会は残念ながら日本の原子力をリードする目標の割には、当事者意識が乏しく国民の意見をリードできていない。著名な大学教授は、縦割で自分の専門には詳しいが、大局的観点にかける。社会経済研究所などの日本のシンクタンクは、予算を管轄する省庁の意向に左右されやすい。もっと大人の議論ができるように、また国民にきちんと伝わるように、政府が自ら本腰を入れて取り組むべきである。

4. 将来の悪い方向への予測シナリオ

日本の借金はすでに1,000兆円を超え、毎年の利子の支払いだけで21兆円、70兆円の国家予算の30%に達している。さらに、現在の輸出と輸入の差は2年前から赤字になり、昨年は5兆円の赤字であった。70兆円の輸入のうち24兆円が鉱物性燃料であり、福島事故前の2005年に比べて10兆円増えている。10兆円を国民の今後の人口1億人で割ると、10万円となる。国民が合意しなければ、この借金を毎年続けることになる。もし、自民党が強硬に原発の再起動を政府の責任で行えば、次の選挙で、自民党は大敗する。自民党が動かなければ、国民の借金は増え、企業も高い電気代などで、製品価格

が上がり、国際競争力を失い、日本および国民の借金は増え、それは子孫へ受け継がれ、日本は破産する。

5. 悪い予測シナリオの是正措置

電力会社が出直すつもりで、安全文化の再構築、すなわち、スキル(知識、経験)、マインド(警戒心)を高め、様々な場で国民に示していく。国やメーカーや学術団体の助けを借りずに、愚直、実直に示していく。この行動が日本の半分の原発再起動反対の大半のかたくなな心を溶かす可能性がある。

さらに東電は復興本社を中心に、地域に顔の見える形で一緒に取り組むことである。小生の例では南相馬市の山間の檜原地区で、古めかしい地区の公会堂で住民に説明し、夜は有志と寝袋を持って泊り、次の日は、地域の土壌の放射能(ベクレル/kg)の測定を行うなど活動した。この活動は地元から感謝され、信頼もされ、南相馬市で一番早く仮置き場ができた地区である。焼却炉の設置も「地域で発生したものだけ燃やすなら」との条件で、区長以下の賛同を得ている。補償金だけで、地域の信頼を得ることはできない。

国のかじ取りをする政府は、日本の置かれている状況を国民に分かりやすく、懇切丁寧に、自分の言葉で説明すべきである。審議会や大学の先生などに頼るのではなく、首相、大臣、幹事長など自らが国民に繰り返し、説明すべきである。

電力会社の安全文化の再構築の取り組み、東電の復興への体を張った取り組み、そして政府自らの説明の3つの一つも欠けてはならない。3つを精力的に推進すべきである。

6. まとめ

1970年代から1980年代のプラント数の急増とともに、安全文化は劣化し、現在最低レベルにある。

シビアアクシデントは設計の範囲を超えて起こる。電力社員のスキル、警戒心などのマインドの再構築が最優先課題である。

東電は被災地に心をこめて体を張った取り組みで被災地の信頼を取り戻すべきである。県や自治体は住民の信用を失いつつある。東電が直接住民と触れ合うことが大切である。

日本の借金は1,000兆円を超え、毎年40兆円借金が増えている。そのうち原発代替が10兆円である。日本はこれ以上の借金をすべきではない。政府が国民の半分を占める再起動反対に効果的に説明すべきである。

(2013年12月5日記)

— 参考資料 —

- 1) 天野治, 石油ピーク後をどう生きるか, 日本の変革をエネルギー収支から支援, 愛智出版, (2010年).

福島第一原子力発電所事故について 事故発生後 1,000 日時点での中間総括

東京大学名誉教授 石野 栞

1. はじめに

学会編集事務局から福島第一原子力発電所事故から 3 年経過する 2014 年 3 月を期に中間総括の特集を発行するとのことを伺った。筆者はこの事故に対して第三者的立場をとることができないのは当然であり、事実、原子炉の安全性に関わる役目を担ったこともある。また、自身としては(核燃料も含めて)原子炉材料の研究にも全面的に携わってきた。このようなわけで、原子力関係者として、また原子炉材料専門家として提示された設問に応えるよう努力したい。

2. 事故についての現状認識

福島第一原子力発電所の事故は原子力に関わってきたものにとって、非常に衝撃的な出来事であり、いまだにその衝撃から抜けきれない。原子力について何を考えるにせよ“福島”に立ち戻らざるを得ないという気持ちに捉われる。現在(2013 年 12 月)事故から 1,000 日が経過したが、今日でも汚染水の漏出、困難な除染作業など、事故はまだ終わっていないと言わざるを得ない。炉心と使用済み核燃料を安全に冷やし、汚染された周辺の土地を日々の生活と生産が可能な状態に戻す作業はなお相当の期間続けなければならない。特に周辺に広がる森林地帯に堆積した放射性物質の除染については有効な方法がなお決め難いとのことを聞く。

事故の規模とその影響の空間的、時間的、地理的、社会的、心理的……拡がりは密接に関連しており、過去の事故事例と対比してもその影響は相当長期にわたると想像される。チェルノブイリ事故は発生後 25 年以上経っているのにまだ終息したといえる状態にはない。

福島原発事故について、解決されたことと問われれば、事故の実態、根本原因を含めて事故原因、詳しい事故の経過、プラントの現状(格納容器、圧力容器内部を含め)、放出放射能の低減、住民の方々の単なる統計数値ではない実態などを含めて、残念ながらもまだほとんどないと言わざるを得ない。もちろん、事業者、関連企業、日本原子力研究開発機構などの復帰に向けた膨大な努力は極めて貴重なものがあるが、一方、全面的に責任を取るといふ政府は、今や災害復興よりも別の政治課題に勢力を集中しているように見える。

住み慣れた土地を半ば強制的に追われ、伝来のコミュニティが分断され、生活設計もままならない多くの方々に心から同情申し上げる。かつ、自分自身としても原子力安全に対する考え方に甘さがあったことが否定できない点を申し訳なく思うとともに、まともな被災地支援ができてないことに負い目を感じている。

解決されないままの事柄としては、上述のように、炉周辺の現状の実態把握、それに基づく廃炉の方法の策定が挙げられる。この段階に至らないと事故の継続状態から抜け出すことはできない。一方、汚染した森林地帯の環境復帰方策、多数の中小河川を通しての汚染物質の移行など長期にわたる観測と必要になるであろう対策などまだ先が見通せない問題がある。その中で住民の帰宅、就労などを含めた支援、帰宅できなくなっている人達への援助など、時間が経過すればするほど解決が難しくなる問題が残っている。

3. 事故の教訓

最大の問題は経済合理性を安全性に優先させたことであろう。中でも、国は設計基準事故を超えるシビアアクシデントについては、事実上起りえないこととしてその対策を事業者の自主努力に委ねる決定をしている。これが女川、東海第 2 原発と東電福島第一の差となって現れた。安全性とは“関係者が「より良い安全」を目指して常に努力する姿勢が保たれる”ことであり、固定的概念でなく、動的概念ととらえるべきである。

このような観点から福島第一のプラントをみると、列記はしないが教訓を生かすべき項目が非常に多い。福島第一では 6 基のうち 4 基が事故を起こした。このような同時多発事故は史上はじめてのことであり、ほとんどのサイトが複数基の原子炉を設置している我が国で(もちろんメリットはあるものの)その影響を評価し必要な対策を立てる必要がある。

事故を契機として、従来からも問題視されてきた原子力推進、規制体制が変更され、環境省外局として原子力規制委員会が発足した。2012 年 9 月 19 日に変則的な形で発足したこの委員会はやっとな総選挙後の国会で承認されたが、官僚支配とならない運用および予算権限の独立性が鍵となろう。事務支援組織としての規制庁があるが

(原子力安全基盤機構, 日本原子力研究開発機構, 放射線医学総合研究所など) 技術支援組織の充実も重要で, そのあり方に注目したい。

今回の原子力規制委員会設置法に便乗する形で, これよりも上位の最も重要な法律である原子力基本法が一部改訂されているが, このようなやり方は問題なしとしない。むしろ原子力関連の法体系のあるべき姿を姑息な手段でなく開かれた形で再検討することが重要ではなかろうか。

4. 事故がわれわれに問いかけたもの

(1) 原子力は本当に必要か

事故以降, マスコミに現れる世論はほとんどが原子力に反対のもののみで, いかにそのインパクトが強かったかということでは理解できるものの, 一方でいかに原子力が正確に受けとめられていないかを痛感する。市民の視点で何を心配しているのかは理解できるつもりであるが, 固まった感情をほぐすのは, 科学者, 技術者(特に原子力専門家)が信頼されていない状況ではさわめて難しい。原子力に今まで直接的に関わりのなかった人達にぜひ伝えたいことは, 宇宙や地球の歴史, 人類の歴史, 特にエネルギー文明史, 原子力の歴史などの基本的知識で, 特に子供たちの柔軟な頭脳に素直に受け入れてもらうことを期待したい。

原子力の適正な規模については, 産業構造の変化, 人口動態, 国際協力など, 種々の要因を勘案して広く国民的合意を求めてゆく努力が必要であろう。

(2) 原子力に関わる倫理問題

原子力は人類文明史上今までになかった新しいパラダイムのエネルギーである。単位の反応当り発生するエネルギーは MeV の単位で表されるほど, 通常の化学反応による放出エネルギーに対して百万倍のオーダーで大きい。このことゆえ, 原子力は人間が扱えるような代物ではないとか, 原子力そのものが悪であるといった門前払いをする考えも(科学技術者の中でさえも)かなり根強く存在する。ドイツの脱原発の方向は「倫理委員会」の決定で行われたし, 日本でも尊敬すべき大江健三郎氏や瀬戸内寂聴氏のような方が「倫理」を楯に原子力に反対をしておられる。倫理とは一つの価値観を絶対視することで, 倫理を持ち出した時点で思考が停止するおそれがある。宇宙の歴史や人類文明史がいかに深く「核」に関わってきたかを省察した上での倫理による反対とは思われない。

原子力を狭義に核分裂反応の利用に限ったとして, そのような反応の存在が発見されてからまだ 74 年しか経っていない。その反応を, 高邁な表現だが, 人類の福祉のために利用する「原子力工学」はまだ発展途上にあるというべきで, その可能性は決して全否定されるべきものではない。

核廃棄物の最終処分の問題も多く多くの市民が原子力を拒絶する重要な理由となっているが, 福島の核廃棄物の処分が必要である以上避けて通れない。核種分離技術, 消滅処理など今後の研究進展に期待したい。

5. 教育の問題

筆者はかつて大学で原子炉材料の講義の際, 最初の 1 時間をかけて「工学とは何か」, 「原子力工学とは何か」について説いてきた。そのエッセンスは「原子力工学とは核反応に伴い発生するエネルギー, 放射線を人類の福祉のために役立てる方法を体系的に研究すること」である。今回の事故が人類の福祉に反する結果をもたらしたことは誠に痛恨の極みで, どこが誤ったのかを考えつつ深く反省している。

しかし, 今後 30 年~40 年続く事故処理, 廃炉のことを考えただけでも, 多くの原子力を専門とする後継者が必要である。エネルギー基本計画を確かなものにすることも数年はかかるであろうが, その間も原発の稼働を止めるわけにはいかないであろう。

材料研究者としては事故機の格納容器内, 圧力容器内の状態がどのようになっているのかを早く知りたい。現在乏しい事故時計測データなどを頼りに事故の推移のモデル計算が行われているが, 実際に中でどのような反応が起りどの部分がどのように炉内を移動したかは非常に興味があり, 安全上も重要な知見を提供すると思われる。この種の研究を計画段階から国際協力で進めることは非常に大きな意義があると思う。このようなプロジェクトに参画する気鋭の研究者を育てることは極めて重要と思われる。

6. むすび

この他, 国, 民間の特に大きな組織で働く人達の働き方について, 事故対応にからんで問題点を指摘したかったが, 紙数が尽きたので, 別の機会に譲りたい。

(2013 年 12 月 10 日 記)

環境修復の現状と残された課題

電力中央研究所 井上 正

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日の事故からすでに 2 年 9 か月余りたっている。この間、平成 23 年 8 月 30 日に「放射性物質汚染対処特別措置法（以下、特措法）」が公布され、平成 24 年 1 月 1 日から全面的に施行されている。事故直後は、汚染地域を福島第一原子力発電所（以下、福島第一）から半径 20km 以内を警戒区域、20 ～ 30km の範囲を緊急時避難準備区域（平成 23 年 9 月に解除）と半径 20km 以遠で居住し続けた場合、年間積算線量が 20mSv を超える恐れのある地域（飯館村など）を計画的避難区域としていた。しかし平成 25 年 4 月からは現実的な線量に基づいて年間積算線量が 50mSv を超える恐れのあるところを帰還困難区域、同線量が 50 ～ 20mSv のところを居住制限区域、さらに 20mSv 以下のところを避難指示解除準備区域と設定した。これらの地域は 11 市町村にまたがっており、除染特別地域と指定され国が直轄で除染を実施することになっている。また、この区域外で年間の追加積算線量が 1mSv ($0.23\mu\text{Sv/h}$) を超える地域を汚染状況重点調査区域（現時点で福島県外も含め 101 市町村）として、測定により実際に除染する区域を決め、当該市町村が除染を実施している。現在、居住者の被ばく低減や避難者の早期帰還を目指して汚染状況重点調査地域や避難指示解除準備区域での除染が進められている。

また、居住制限区域については低減線量率や廃棄物発生量などを評価するためのモデル実証を経て、飯館村などでは本格的な除染も開始されている。しかし、地域住民の間からは除染が進んでいないという声も多くから漏れてくる。本稿ではこれまで実施してきた除染やその汚染物の取り扱いなどの現状を紹介し、最後に、今後早期に除染を進める上での課題について述べる。

2. 除染対象個所と除染の現状

除染を実施する個所は、家屋（敷地内庭等含む）・建物（教育施設、公共施設等含む）、農業用地、道路、森林等が対象となる。また除染技術としては、家屋、建物や道路では汚染物質の除去（剥ぎ取り、洗浄、拭き取り、伐採）が基本となっている。農業用地では、比較的汚染度が低いところでは深耕して放射性物質の濃度を薄めたり、天地返しにより汚染土壌を汚染のない土壌の下層に置くことが行われている。これは、福島第一の事故によって環境に放出したのはその大部分が放射性セシウム

であり、これらのセシウムは土壌の微細粒子（粘土、シルト等）に強く固着して表層の 5cm にその 90% 以上がとどまっているためである。しかし、表面汚染密度が比較的高いところ（5,000Bq/kg 以上）では表土の剥ぎ取りが主に行われる。

環境省は特措法に基づいて、除染に当たって除染関係ガイドライン（平成 25 年 5 月第 2 版）、廃棄物関係ガイドライン（平成 25 年 3 月第 2 版）と除染作業従事者の放射線障害予防の観点からのガイドラインの 3 種類の指針を出している。除染にあたってはこの除染ガイドラインを踏まえて 11 の除染特別地域については環境省が地域ごとに、また市町村が実施する除染については各市町村が除染計画を策定して除染を行っている。家屋を対象として除染を実施する場合の主な手順を述べる。

まず敷地内（建物内、庭など）の詳細な空間線量率が必要となる。それに基づいて除染方法、廃棄物の保管などを示した除染実施計画を策定する。次にその家屋の所有者の同意を得なければならない。そして実際の除染作業となる。さらに除染が済んだ後には、除染前に測定した場所の空間線量率を測定して線量が低減したことを確認する必要がある。最後に発生した汚染物質の仮置き場への運搬という作業となる。除染の実施方策としては、除染特別地域については、家屋、道路、農地等、一括して同時に除染を行っているが、市町村の除染では家屋・敷地、道路、農地とそれぞれ個別に発注され実施時期もそれぞれ異なっている。この特別地域の除染は環境省が直接発注、監督して実施されるため、除染技術等の適用にあたっては比較的柔軟に対応して行われていると思われるが、市町村の除染では除染方法、除染範囲等細部までガイドラインで決められているため、現地の状況に応じて市町村独自の判断で除染できる範囲は比較的少ない。

一方、除染の状況については、環境省と福島県が共同で設置している除染情報プラザや各市町村のホームページに掲載されているが、除染特別地域、市町村が実施する除染地域のいずれも除染の進展に大きな差異がみられる。これは新聞等においても報道されているように仮置き場の設置がなかなか進まないことと、対象となる家屋の所有者との合意に時間を要していることが挙げられる。あえて概略的に除染の進捗を述べると、帰還困難区域を除いて学校等の公共施設の除染は終了しており、家屋（一部の市町村では終了）、農地や道路の除染が進めら



避難指示解除準備区域における山林除染の例（除染で発生した汚染物がフレコンバッグに収納されている）

れているのが現状である。また山林の除染も住民の関心となっているが、現状は里山住居の敷地境界から20mまでの除染（枝打ち、下草刈り、地表の腐葉土層の除去で、樹木の伐採は認められていない）が行われている。しかし、最近裏山を除染しても線量率が低下しないケースが発生しており、除染関係ガイドラインの第2版では環境省の了解を得て20m以遠の除染も認められるようになった（フォローアップ除染）。一般に、セシウム-137や134の娘核種からのガンマ線の影響範囲は数十mに及ぶため、山林等を抱える場所では除染による線量低減効果は低くなる傾向がある。

3. 除染廃棄物の取扱いと貯蔵

除染に伴って多量の放射性汚染物が発生する。環境省の試算によれば、福島県で約15百万から28百万m³の廃棄物が発生する。除染が進められているところではこれらは現地保管（仮置き場が確保できていない場合）や仮置き場に保管されている。政府は仮置き場で3年間保管したのち、福島県内で数か所設置される中間貯蔵施設で30年間保管するとしている。除染を迅速に進めるためには仮置き場の設置は必須であり、市町村のそれぞれの地区に設置するのが効率的である。一般に人口密度が低い山村では仮置き場の設置は進んでいるが、市街地では場所の選定に難航しているケースが多い。また仮置き場の要件としては、放射性物質の飛散を防ぎ、雨水等の浸入の防止を図ること、人が容易に近づかないことが必須である。

発生する廃棄物には土壌、ガレキ、草木、枝木など多種のものが含まれている。今後、低濃度の汚染物の再利用を考えた場合、各々のフレコンバッグ（Flexible Container Bag の略）について内容物の種類、発生場所、表面線量率などが分かるようにしておくことが望ましい。そのなかには草地や山林等の除染で発生した可燃性の有機物も多くを占めている（筆者が除染アドバイザーを務めている川内村ではこれまでに約13万m³の汚染廃棄物が発生しているが約半数は有機物である）。これらは1m³のフレコンバッグに入れて保管されているが、有機物の腐食により可燃性ガスが発生し、乾燥により燃えやすくなるため、焼却等により減容・安定化することが喫緊の課題である。さらに減容化は中間貯蔵施設に搬入する廃棄物量を減らすことにも大きく貢献する。しかし、焼却炉の設置については近接住民の反対により進んでいないのが現状である。このためには国はもっと前面に出て、関係機関や地元と接点の多い団体等の協力を得て進めることが必要であろう。

4. 早期に除染を進めるために

原子力事故よりもう2年9か月余り経過しており、除染が遅れているという多くの声が福島県では聞かれる。その理由として先に述べた仮置き場設置の遅れ、住民の合意取得という課題があるが、その解決には同じ目線に立って住民との対話を積み重ねることが基本である。これまで我が国では行政が決めてそれを住民に説明して理解いただくという姿勢であったが、このように住民との接点なしには進まない課題については住民参加型（Public involvement）での意思決定が不可欠である。また線量目標値については1mSvという値にあまり過敏になるのではなく、その他のリスク（避難先での居住に伴うリスク等）とのバランスを考慮して現実的に対応することも必要である。

また除染については、山林、灌漑用用水についての懸念が多く住民から寄せられている。山林は重要な自然生態圏であり保護、治山治水という点から全山除染というのは現実的でなく、ここでも現実的な対応が望まれる。またこれまでの知見で、放射性セシウムは水にはほとんど溶解せず、微細土壌粒子に固着していることが分かっている。したがってダムの表層から取水している用水には放射性セシウムは含まれていないと考えてよい。むしろ用水路底部に蓄積している汚泥等の除去が有効であると考えられる。また、山林等からの移行、河川での移行による再汚染が中長期的には考えられるため、対象となる箇所では定期的なモニタリングが必要である。

5. まとめ

ここでは福島第一の事故による環境汚染に対する除染の状況を紹介したが、その進展には住民側にたった視点、住民の参加が鍵となろう。

一方、従来の町の活力を取り戻すためには除染と同時に、今後は若者達が生き生きと暮らせる街の再生も忘れてはならないことも最後に付け加えておきたい。政府にはそのための最大限の支援をすることが望まれる。

（2013年12月1日記）

福島原発事故とその後

原発事故は社会を変えたか リスクを前提に国民が当事者の原子力へ

NHK 報道局科学文化部 大崎要一郎

関連死 1,600 人超の衝撃

去年 12 月 4 日、震災・原発事故から 1,000 日を迎えた。福島県では、11 月末の時点で震災関連死と認定された人の数が 1,605 人となり、直接死の 1,603 人をすでに上回っている。これは岩手県と宮城県の関連死を合わせた数を大きく上回る。原発事故による避難者は、避難先を転々とし、全国各地への広域避難を余儀なくされたほか、3 年が経とうとする中でもなお 14 万人以上が避難生活を続けざるを得ないほど、大変な長期避難を強いられている。つい昨日まで平和な日常を送っていた人たちが、ひとつの事故によって長期避難を余儀なくされた末に亡くなっていく。人々の暮らしをこれほど根こそぎに奪い去った出来事は例を見ないだろう。私はこうした事態をもたらした東京電力福島第一原子力発電所の事故を、決して過去の出来事として忘れてはならないという思いのもと、同僚たちとともに事故の検証と廃炉作業の取材を続けている。

では、私たちはこの事故について何を知りえたのだろうか。多くの報道がなされ、政府の事故調査・検証委員会や国会事故調査委員会、それにいわゆる民間事故調など多くの調査検証が行われ報告書が公表されたが、その後原発を取り巻く社会環境は、どのように変わったのだろうか。

リスクなき原発安全神話

私が、この原発事故によって気づかされたことは「安全に絶対はない」という、考えてみれば当たり前の命題だった。事故が起こるということに現実的な想像力を働かせることができず、プラントのシビアアクシデント対策も、オフサイトの防災対策もあらゆる備えが不十分であったことすら知らずにいたことに、私は事故が起きて初めて気がつかされた。その意味では、無意識のうちに、原発事故のように発生確率の小さい（それも実際には根拠に乏しかったのだが）事象は起きないこととほぼ同義だと思い込むようになっていたのだと思う。

私が見過ごしていた原発のリスクを、国や電力会社などの“専門家”たちは、どう見ていたのか。事故後多くの官僚や電力の OB らに取材した。彼らは「自分は“リスク”の存在を認識していた」という。しかし、それを私た

ち国民に積極的には伝えず、科学によって安全が確認されているかのように装ってきた。

もはや言うまでもなく、絶対に安全だと科学的に言い切ることはできない。しかし、原子力規制に携わった元官僚は取材に対し、原発の立地地域が、安全であることを前提に原発を受け入れるとしている以上、シビアアクシデントのリスクがあることを説明するのは困難だったと証言した。「住民の理解を得るために安全だと言ってほしい」との希望に対し、推進行政と一体になった当時の規制機関は抗えず、自分たちの理解不足を棚に上げ「リスクについて説明してもどうせ理解してもらえない」と努力すら放棄していた。

それどころか、スリーマイルやチェルノブイリの事故を経て、世界がシビアアクシデント対策に力を入れる中、当時の通産省内では、そもそも原発で発生する事故は、設計の際に想定した設計基準事故の範囲に収めるのが許認可の前提であり、それを超えるシビアアクシデントが発生する可能性を認めて法的な規制に取り込むと、それまでの許認可の前提が崩れ、裁判で国が敗訴するかもしれないという声が高まったという。

規制は変わったか

あまりにも大きな代償を払って学んだ教訓は、今の原子力政策や安全規制に生かされているだろうか。独立性の高い、国家行政組織法上のいわゆる 3 条機関として設立された原子力規制委員会は、科学的で厳格な規制を行うことを旨としている。では科学的であるということはどういうことなのだろうか。そもそも新たな基準をクリアすることは、科学的に安全だということになるのだろうか。規制委員会は「そうではない」と言う。安全に絶対はないのだから、規制をクリアすることに満足せず、事業者は不断の安全性向上に努めなければならない。だからこそあえて「安全基準」という言葉は使わず、「規制基準」という言葉を用いたのだと。

しかし、規制を行う上では、基準を満足したプラントには許認可を与えることになる。それはそのプラントを運転しても問題ないと、規制委員会が認めるということの意味するから、私たち一般市民には、規制委員会が安全性にお墨付きを与えたとしか受け止められない。なぜ

新基準を満たすと運転しても問題ないのか。

どこまで対策をとってもリスクが残る以上は、どこまでの対策でOKとするかは、対策による安全性の向上と、トレードオフの関係にあるほかの価値との関係で決まる。決して科学だけで安全の線が決まるわけではない。科学的な知見をベースに、社会的、経済的に合理的な対策はどこまでなのかが規制の根拠として示される必要がある。しかし、規制委はその点をあいまいにしている。人と環境を守るとして、北欧フィンランドに倣い、¹³⁷Csで100TBq以上の大規模放出の発生頻度を年100万分の1以下に抑えるという新たな安全目標を打ち出したものの、なぜその目標値なのか、規制基準との関係で説明した上で国民的な理解が得られているとは言えない。どこまでのリスクを許容するかは国民の側の問題であり、規制側だけで決められるものではないはずなのだが。

事故のリスクを前提とした基準という意味では、緊急時の被ばく限度をどうするかも議論されていない。事故発生時は100mSvとしていたが、ベントのために弁の開放作業に向かった作業員たちは、瞬く間に制限値に迫ってしまい、作業は困難を極めた。国は一時的に250mSvに引き上げたが、ICRP＝国際放射線防護委員会は500又は1,000mSvを推奨している。さらに救命活動のときには、許容される線量に上限値を設けないという。これについて被ばく線量に関する基準を所管する原子力規制庁や厚生労働省などはいずれも「緊急時の被ばく基準の検討は自らの役割ではない」として押し付け合いの様相を呈している。確かに作業員の健康への影響や倫理的、社会制度的な問題も含み、国民の合意を得るのは容易ではないだろう。しかし、理解してもらうのが難しいから説明しない。センシティブな問題には触れない。といった姿勢は、事故前と変わらないのではないかとすら思えてくる。

「リスク」の受け入れは誰が判断？

「リスク」の考え方を取り入れるべきは規制や事業者だけではないだろう。福島第一原発の事故では、自治体も住民も、突然降り注いだ放射性物質にどう対処すればよいかわからないまま、長期間困難な避難や退避を強いられたり、不安な中で生活を余儀なくされたりした。プラントは安全だと思い込んでしまったために、事故に備えた実効性のある対策が整備されていなかったことが次々に明らかになった。そこから得られた教訓は、自らの身を守るためにも原発の問題には当事者意識を持たなければならないということだ。

当然ながら原発の安全性に一義的に責任を負うのは電力会社である。しかし、上でも述べたが、原発を動かすかどうかは、安全かどうかで決めることはできない。動かさなければならないという必要性があって、そのためにならリスクは受け入れ可能だと判断されたとき初めて

決まるのであり、それを判断するのは政治と国民なのだ。政府は、規制委の審査に合格したプラントについては、再稼動に地元の理解を得るべく全力で取り組むと言うが、リスクを前提に、それでも動かすと言う判断を、誰の合意で、どのような仕組みで行うのかはまったく示されていない。

課題山積の防災対策

そして一定の事故リスクを引き受けるには、実際に事故が起きるという前提に立った防災対策が欠かせなくなる。さまざまな混乱の中で、多くの人たちが亡くなった福島の悲劇を繰り返さないためにはどうすればよいのか。ノンフィクション作家で政府事故調の委員長代理を務めた柳田邦男さんは、報告書の中でも触れた「被害者目線の欠陥分析」の重要性を指摘する。被害者目線とは、もし自分が被害者だったらという意識で考えることであり、実際に被害を受けることを前提に考えれば、やらなければならないことがいくつも見えてくるという。

本稿の執筆時、全国原発30km圏内の自治体は、避難計画の策定に向けた作業に追われている。福島で相次いだ関連死を防ぐために、他県にまでお願いし、要援護者のための入所可能な施設や病院のベッドを確保したり、停電時にも必要な情報を伝えるための伝達手段（そこにはハードだけでなく、どのような言葉なら伝わるかという伝達内容までが重要になる）を決めたりと、やるべきことの膨大さの前に多くの自治体が頭を抱えている。取材では、そこに複合災害という教訓を加えたら、はたして現実的な避難計画を策定しうのかという不安の声すら聞かれている。

それでも原発を動かすなら

福島第一原発の収束は、一步一步進んではまた課題に行き当たる先の見通せない未曾有の巨大プロジェクトだ。各地の除染も事故前の環境に戻すまでには、膨大な時間と労力を必要とすることが明らかになっている。失われた価値を賠償するのは当然だが、東京電力だけで支払いきれるのか注視しなくてはならない。

去年12月に経産省の審議会がまとめた、新たなエネルギー基本計画の素案では、原発を「重要なベース電源」として必要な規模を確保するとしている。しかし、リスクを請け負うのは、立地地域の住民を中心とする私たち国民一人ひとりなのだ。それでも動かすと決めるなら、失ったものの大きさとそれを取り戻すことがいかに困難であるかを、私たちは肝に銘じなければならない。

(2013年12月10日記)

20年後の日本のために今すべきこと

東京大学 岡本 孝司

1. 歴史に学ぶ

「歴史に学ばないと歴史が教えるに來る」これは、昨年10月末に急逝されたIAEA-ISOE元議長の水町渉先生がいつも話されていた言葉です。ルブルイエの洪水、911同時多発テロ、スマトラ沖の津波、歴史はいくつも日本に警告を送り続けていました。

日本人は先送りが得意です。今決めなければいけない事であっても、先送りをする事で、決断を行うという責務を逃れ、また前例を重んじるという言い訳で、先人に責任をなすり付ける事が大好きです。CO₂を初めとする環境問題、1,000兆円を超える財政破綻問題、何でもかんでも、先送りにし続けています。

先人の積み重ねた知恵の上に成り立つ現在の日本は、先送りを続けても、先人の知恵を食いつぶす事で安寧を担保してきました。ところが、歴史はそれを許しません。いつか突然カタストロフィーを迎えます。振り返ってみれば、ああすればよかった、なぜそうしなかった、など、いかようにも言い訳が言えます。しかし、先送りをした事実は、あまり大きく見えてきません。決断をした事実は記憶に残っても、決断をしなかった事実は忘れ去られます。結果的に、先送りをした人々は責任を逃れ、決断をした人々と、たまたま当事者になってしまった人々が責任を問われることになります。このような日本に未来はありません。戦後、先送りをせずに、決断に決断を続けてきた日本が、奇跡の成長を遂げたのではありませんのでしょうか？ いつから、日本人は先送りが得意になったのでしょうか？ 先送りこそが福島第一原子力発電所の事故の根本原因と言っても過言ではありません。もう一度、決断のできる日本にしなければならぬのではないのでしょうか？

2. 先送りの原子力規制

さて、今の日本の原子力規制は、「あつものに懲りてなますを吹いて」います。世界で最も厳しい規制を目指す組織が立ち上がり、原子力安全とは全く関係のない議論を続けています。原子力安全に関する本質の議論を先送りし、目の前に見えるリスクと、マスコミ受けするリスクにだけ注目しています。

「過ぎたるは猶及ばざるが如し」原子力発電所がどんどん危険になっていっているのに、規制庁も事業者も、それには目をつぶり、とにかく厳しければよいという無意

味な議論を続けています。本質の議論を先送りすることによって、形だけ整える事を国民に提示し、皆で責任を逃れようとしているのかもしれませんが。残念ながら、リスクが高まっている原子力発電所もしくは原子力事業者において、間もなく規制に起因する事故が起こると思います。厳しい規制にしたのに起こってしまったので、それは規制の責任ではない、と責任を逃れられると思っているのでしょうか？

一つのよい事例が、福島第一の汚染水問題です。これは、規制当局が、福島第一のリスクの全体像を見ようとせず、一部の小さなリスク、それも規制を厳しくしないといけないという無意味なリスクにこだわり、ALPSの試運転を止めた事に起因します。予定通りに動かしていれば、今頃は汚染水の問題は、ある程度片付いていたかもしれません。実質上リスクがないものについて、一部の書類上のリスクにこだわったため、試運転を許可しませんでした。運用によって、十分に安全が担保されるという事を規制側も事業者側も理解していたにもかかわらず、書類上、規則に抵触する可能性のみにこだわり、試運転を遅らせました。規制当局が、事業者からの孤立を優先するあまり、福島第一のリスクを理解する気が全くなかった事も大きな要因です。規制を厳しくし過ぎて、先送りをした結果、大きなリスクになってしまいました。平常時は、また余裕が大きくある時は、先送りすることで責任を逃れられるかもしれません。しかし、今の福島第一のような緊急時、また時間とともにリスクが増大していくような現場では、先送りは事故を誘導します。つまり、リスクを考えず、単に厳しい規制をしたがために、汚染水は大きなリスクに成長してしまいました。

同じようなことが、新規規制基準についても言えます。先送りをする事がリスクを高める事を見ないふりをして、無意味に小さなリスクを一生懸命下げる事に手いっぱいです。原子力安全とはほとんど関係なしに、無意味な思い付きのリスク低減を要求します。全体のリスクは増大させても、担当者が思いついたリスクを低減できれば、担当者は満足するのです。そのために、大きなリスクを導入することが判っていても、事業者は「泣く子と地頭には勝てない」と無理矢理担当者のいう通りにします。結果、事業者は少ない余裕の中で、リスク低減を新たに考える事になります。昔のように、平常時でまた余裕がある時は、ある意味、本質的なリスク低減は無視し

て、担当者が思いついた局所リスクのみを下げる作業を行っても大丈夫ですが、現状の余裕がほとんどない状況で、事業者でリスク増大を吸収できるかどうか、大変不安です。最近では事業者も思考停止に陥って、言われた局所リスクだけを下げる事に夢中ですので、発電所のリスクは明らかに増大しています。

アメリカなどでは、科学的に発電所のリスクを捉えます。規制当局も科学的な議論を進めますが、その上で、科学的な諮問委員会が監査をします。例えば、フィルタードベントひとつをとっても、リスクに基づいた科学的な議論がアメリカでは進められています。また、事業者連合がしっかりしており、科学に基づいて自ら安全を高めるための基準を作っています。これは、規制も事業者も国民も、安全な原子力発電を望んでいるからです。

一方日本では、原子力安全よりも組織安全が重要ではないかと思える原子力規制委員会が、非科学的で独善的な決定を進め、結果的に原子力危険につながっています。事業者連合もなく、科学的な諮問委員会もありません。本来であれば、新規制基準で増大するリスクを、事業者連合による、より安全を科学的に考慮した基準によってカバーする事が必要なのですが、事業者に余裕がなく、そうはなっていないのが残念です。これは、規制も事業者も国民も、安全な原子力発電を望んでいないからです。リスクを先送りして、とにかく今が良ければ良いと、のんきなことを望んでいるからに他ならないのではと思います。

3. 歴史は繰り返す

さて、歴史に学ぶ話をしましょう。ウクライナはチェルノブイリ事故ののち、ソビエト連邦崩壊により独立しました。ソビエト連邦は、チェルノブイリ事故の被害者に対しては、子供と医療中心の新しい街を作りました。追跡調査をしっかりと行い、充実した医療を提供する事で、事故の影響を最低限に止める事に成功しています。エネルギーレビュー 2013 年 10 月号に、ウクライナのスラブチッチ市に関する、水町先生の遺稿があります。スラブチッチは、子供の笑い声が絶えず、人々は幸せな生活を送っています。事故の現実を見据えて、その上でで

きる限りのことを行う、ウクライナの姿勢に学ぶべきであるという強いメッセージです。安全なもの危険なものを科学的に分類する事で、結果的により幸福につながります。そのための科学を使う事が人間の知恵です。事故の責任をしっかりと認識しつつ、その上で科学的な決断を進めようという姿勢です。福島にスラブチッチを作る。それこそが歴史に学び、水町先生の遺志を実現する事です。

ウクライナでも、その道のりは平坦ではありませんでした。あれだけの大事故は、国民にも、国家にも大きな負担を背おわせました。国際社会の中で、特にエネルギー問題が死活問題につながります。独立後に全ての原子力発電所を止めましたが、エネルギーが枯渇し、事故を起こしたチェルノブイリ 4 号機のすぐ隣にあった 3 号機も運転して発電を行いました。さすがにチェルノブイリは 2000 年に停止しましたが、新しい原子炉を建築し、現在でも 15 基の原子炉が動いています。日本はウクライナとは違うのかもしれませんが、経済的な余裕がまだありますが、地政学的には島国で、かつエネルギー資源に乏しい事を見据える必要があります。世界標準として、原子力発電所を運転しつつ、安全を高めていく事が必須です。日本も事故直後には 1 年間にわたって、原子力発電所が安全に運転されていたことを忘れてはなりません。科学的で、世界標準に従い、一部の局所的なリスクにこだわらず、総合的な原子力発電所のリスクを考えた、事業者連合による自主的な改善を行う。福島復興にせよ、エネルギーにせよ、先送りではなく、今、実現する事が必須です。

起きてしまったことを受け入れ、その責任を痛感しつつ、さらに、福島を復興し、日本を復興するためにできる事を今行う。「歴史は繰り返す。」先送りを忌避し、決断をタイムリーに行う事で、良い歴史をぜひ繰り返していきたいものです。今の日本のためではなく、20 年後の日本のために。

(2013 年 12 月 1 日 記)

－ 参考資料 －

- 1) 水町渉「徹底分析：チェルノブイリのその後」、エネルギーレビュー、2013 年 10 月号。

事故から学ぶことと残された課題

東京工業大学 尾本 彰

1. 事故から学ぶものは何か

（1）深層防護のどこに問題があったのか

深層防護¹⁾は防護の不完全性と不確実性に由来する問題を減らし安全確保の厚みを増す上で重要なアプローチゆえ、深層防護のどこに問題があったのかを考えたい。

レベル1：自然災害起因の問題を防ぐ上で、津波高さ想定と対策実施において基準²⁾を含め津波堆積物調査及び異なる見解（津波地震発生箇所³⁾）の扱いと「想定外を想定」⁴⁾しクリフエッジがどこかを調べ、そこまでの距離を増す努力不足の問題があった。クリフエッジは地下階に設置された電気品室の冠水で、GE/Ebascoからの輸入炉のレイアウト設計に疑問を挟まなかった結果でもあった。

レベル4：電力は、チェルノブイル事故後、自主的に格納容器ベントを含むアクシデントマネジメント（AM）策を整備したが、DC/AC電源の完全喪失とヒートシンクからの隔離の重畳事態への対応策とテロを含む外因事象によるダメージを前提とした運用手段が未整備だった。過酷事故時の格納容器機能確保に向けた努力は、基準⁵⁾策定後の2000年代初頭の不幸事とコンプライアンス議論の中で関心が失われ、更にPrisoner's Dilemmaで象徴される社会との相互不信のなか、過酷事故（SA）時のリスク低減に向けた継続的改善は機会を失った恐れもある。

レベル5：オフサイトセンターの機能喪失、指揮命令系統の在り方、緊急時計画の範囲と運用実態に「事故は生じない」と考えたためであろう準備不足が見られた。

（2）設計と評価の問題

3.11地震津波はgray swan⁶⁾だったのだろうと考え、gray swanを見つける方法を考え、頑強さを増すことが必要との印象も持つ。前者は学会基準を含め「常識」を疑う発想、後者は深層防護のレベル間の独立性確保やクリフエッジまでの距離を伸ばすなどの設計と評価の新たなアプローチが必要かと考える。また、使用済燃料プールや電気品室を含む配置設計、事故時計装、格納容器設計（隔離機能、DBAを超えた荷重への頑健さ、過温破損）等の問題を踏まえ、深めるべきは設計による防護である。標準設計を多様な専門家が国際評価をする取組みが要る。電力や規制による要求の国際的調和と標準設計の型式承認、統一的な設計変更管理を今後進める上で、航空のTC（Type Certificate）、AD（Airworthiness Directive）、USAOP（Universal Safety Oversight Audit

Programme）等のグローバルな制度は参考になる。黒鉛減速軽水冷却炉の正のボイド係数への国際的批判はチェルノブイル事故回避に繋がったかも知れないと考えるのは私だけだろうか？

（3）成功から学ぶ

我々は成功から学ばず失敗ばかりをとがめがちである⁷⁾。良かった点は何か？津波にさらされた17の原子炉のうち14がなぜ炉心損傷を免れたのかを見ると、襲った津波高さと設置高さとの相対関係、電気品室配置のほか、外部電源の有無、空冷DG活用の電源融通等アクシデントマネジメントの成功、所員の献身的な努力などがある。原子力発電所を襲った大きな地震で被害が意外に少ないことはIAEA調査報告⁸⁾が指摘していることである。これから学び、加速度ばかりに目を奪われず、耐震設計をよりリスク志向、パフォーマンス志向にしてゆく必要がある。

2. 残された課題を考える

残された最大の課題は避難者の帰還、除染、廃炉等であるのはもちろんだが、ここでは別の課題に絞りたい。

（1）風土・文化・姿勢

不確実性の高いリスク管理上の意思決定は、個人・グループ・組織の価値観によって左右されがちで、そこにある風土文化姿勢の側面に光をあてる必要がある。TMI事故大統領委員会報告⁹⁾（Kemeny報告）も、「いかなる設備対策も根底にある姿勢の問題を直すものではない」と警告している。しかし、事故調査報告でかような側面を確かな因果関係の分析を伴って語られることは少なく、憶測に支配されがちである。私たちが東大で行った調査分析¹⁰⁾もその限界を超えていない。海外でよくある「福島事故は日本の文化と自然環境下で生まれた特殊なもの」との見方に組みするものではないが、正しい意思決定を行う上で姿勢の問題は重要である。姿勢を生んだ社会的背景¹¹⁾も考える必要がある。なお、文化はその善し悪しではなく、ある目的を果たす上での適否が論点である。

①批判的な思考：「集団への帰属」、「集団思考」という国民の特性故に欠ける批判的思考、「形式にこだわり目的や全体を見失う」を踏まえリスクに責任を有する者は、その陥穽を避け「批判的な思考や討議」、「個々人が倫理観をもった行動」、「安全第一の意思決定」が必要である。異なった意見や批判的な意見を持った人の中に入れて済む問題ではなく、個々人の思考習慣の問題であろう。我

が国の教育は知識の伝達に重きを置き、how to think と critical thinking を教えていないようだ。「基準に潜む仮定は正しいのか」、「想定を超えた時どこに弱点があるか」の思考が要る。INPO の教訓報告¹²⁾も、事故対応組織内の独立した評価の欠落を指摘している。安全文化にいう“questioning attitude”では、「疑問を提示しなかった」問題も問うことが必要な場合もある。日米間で安全文化特性の定義を眺めると“raising concern”が国内では特性に挙げられていないことに気づく。

②システム的な思考：我が国原子力界は、機器信頼性重視で成果を生む一方、システム的思考が弱い面があると思う。事故に関しては、航空機落下時の格納容器健全性評価に注力の一方で、B5b のような柔軟なシステム対応策の検討が不足したこと、高い津波防波堤を検討の一方、それを超える事態に対処し安全機能確保の思考が不足した。

③ intelligent user：知識と深い洞察力を有し、体系的な知識管理を行う intelligent user になることは責任ある利用の条件で、設備(変更)と手順書(変更)の整合性確保のみならず、自社プラントの設計理解と脆弱な点の把握(PRA 情報)は安全確保の基礎と考える。設計ベースに関する知識は「こう設計されている」だけでなく「何故このような設計なのか」の理解も含む。福島事故では非常用復水器設計に関する設置者の理解不足の指摘¹²⁾がある。長期間継続を要する設置者の design authority¹³⁾としての責任は、設備管理だけでなく許認可ベースとシステム設計を理解した知識管理の上に成り立つ。

④設置者の設計への強い問題意識：1.(2)で述べたように、原子炉事故の背後には設計問題があるのが一般だが、原子炉事故の賠償責任は設計によらず事業者に集中するのが世界共通のルールで、原子炉事故は事業の破綻に繋がる。設置者は設計への問題意識を設計者に提示し safety by design 強化を志向する必要がある。

⑤技術判断の過誤の原因分析を通じ意思決定上のバイアスを認識し、より正確な意思決定に繋げることが望まれる。

⑥組織のリスク管理のプライオリティとリスク管理システム：設置者はビジネス環境維持(コストプラス、垂直統合、立地地元関係等)重視の一方で、原子炉事故が組織の存続を左右すると考えた真剣な対応が不足していたのではないかと推察される。

⑦責任ある運用：シェールガスの黄金期到来を謳歌する当該事業者に OECD/IEA は social license to operate を意識するように示唆している¹⁴⁾。実際、この分野の事業者は community license to operate を語っている。

(2) 将来に向け広い視野でのリスク低減活動

謙虚に海外の良い慣行に学ぶことが要る。①に関係するが、米仏では当直に安全や技術に関し独自の評価を行

い当直長に進言する者がいる。PRA の日常的活用や学位取得者による運転、仏 CLI (地域情報委員会) など参考になる事例は多数ある。IAEA の各種安全レビューでも、PSA や AM 分野 (IPSART, RAMP) は活用されていない。STAMP¹⁵⁾などの手法を用いた社会と制度と技術との関わりに係る問題の分析も必要ではないだろうか。PRA が起因事象からスタートする進展解析でその事象以前に存在する問題を解析するものではなく、クリフエッジ分析は確率を無視しないまでも決定論的分析である。両者をどう併用すべきかに再度立ち返った議論が必要と思う。最後に、我が国は福島の経験を踏まえ原子力新設活動が活発なアジアで安全確保に積極的役割を果たし、事故を踏まえた安全確保へのグローバルな仕組みの提案も期待される。

3. 終わりに

我々は3つの大規模炉心損傷事故を経験する中で人的要因(TMI)、安全文化(チェルノブイル)、レジリエンス(福島)の重要性を学んできた。しかし、にもかかわらずあらゆる発電技術にリスクは残存し、リスクに向き合い不断の改善を行う必要がある。因みに航空では規制当局と業界(航空会社とメーカー)が規制・被規制の関係を越え、世界航空安全ロードマップを作成し安全向上に努力している。共通の目標に向けた努力は、航空機の利用による便益の追求と乗客の安全確保には異論がないことに基礎があると思われる。原子力には前者(便益)に関する合意が欠けている。エネルギー供給の中で原子力や再生可能エネルギーの果たす役割について定量的に考えるエネルギーリテラシーと、リスクを幅広い視野で見るリスクリテラシーの普及とがこの欠けた部分を補ってゆくことを期待し、この自省に満ちた論考を終える。

(2013年11月27日記)

－ 参考資料 －

- 1) INSAG-10, 1996.
- 2) 土木学会原子力土木委員会「原子力発電所の津波評価技術」2002.2.
- 3) 松澤「なぜ東北日本沈み込み帯でM9の地震が発生しえたのか？我々はどこで間違えたか」, 岩波科学, 2011.10.
- 4) 畑村「想定外を想定せよ」, NHK ブックス, 2011.8.
- 5) 原安協「次世代軽水炉の原子炉格納容器設計におけるSAの考慮に関するガイドライン」, 1999.4.
- 6) N.N. Taleb, “The Black Swan”, Penguin Book, 2010.
- 7) E. Hollnagel, Resilience Engineering, 2006.
- 8) IAEA, 女川耐震調査報告, 2013.4.
- 9) The President’s Commission on the Accident at Three Mile Island, 1979.
- 10) A. Omoto, *et al*, Safety and Security issues in the light of the accident at TEPCO’s Fukushima-Daiichi NPP, Global 2011, 2011.12.
- 11) 例えば、竹森「国策民営の罫」, 日経, 2011.
- 12) INPO Fukushima Lesson Learned Report, 2012.8.
- 13) INSAG-19, 1993.
- 14) IEA, Golden Rules for Golden Age of Gas, 2012.5.
- 15) N. G. Leveson, Engineering a Safer World, 2011.

4 年目を迎える福島環境修復計画の課題

河田東海夫

1. 望まれる国際機関による包括的評価

福島第一原子力発電所事故から4年目を迎えようとしている。事故影響で生じた環境汚染の影響は甚大で、今なお福島県内では14万人を超す住民が避難生活を続けている。2009年8月の噴火で全島離島を余儀なくされた三宅島の住民は、4年5か月後に帰島を果たした。状況は異なるが、福島においても5年を大きく超える避難生活は何としても避けなければならない。

ところで、事故影響とそれに対する様々な対策については、一度国際機関による包括的な評価を受ける必要がある。それは遅くとも事故の5年後までには実施され、結果が公表されることが望ましい。そうした評価は、国や関係者に対しては、それまでの取り組みに関する反省事項を明確化し、その先に向けての取り組みへの新たな指針を与えるであろう。また影響域住民に対しては、その時点における事故影響の実態を客観的に示し、その先の生活設計を冷静かつ現実的に考える基盤を与えることになるだろう。

2. チェルノブイリ事故影響に関する国際評価

チェルノブイリ事故はゴルバチョフ政権発足から1年後の1986年4月に旧ソ連邦で起きた。事故後3年近く、事故影響に関する情報は事故後対策の関係組織のみに伝達され、一般には公開されなかった。このため、住民の間には様々な悲観的な噂が飛び交い、政府への不信が高まっていった。しかし、グラスノスチ（情報公開）政策が急速に進み始めたことで、1989年はじめに、それまで非公開であった汚染マップや住民被ばくの実態などの情報が一斉に公開された。マスメディアも政府批判が許されるようになったため、不安を助長する報道を一斉に開始し、政府の対応への過激な批判を繰り広げた。

当時ソ連政府は、事故後に設定した年間線量ベースの強制移住基準（初年度100mSv、2年目は35mSv、3、4年目は25mSv）の見直しを進めており、国家放射線防護委員会と連邦保健省は、生涯線量で350mSvを新たな住民の生活安全基準とする案を提示していた。しかし、様々な情報の混乱の中で、この基準案は過激な批判的にされ、「非人道的、社会犯罪的基準」と呼ばれた。専門家は「御用学者」のレッテルを貼られてその意見は無視され、似非専門家がもてはやされ、政府への不信はさらに高まっていった。

こうした混乱状況の打開策の一つとして、ソ連政府は、国際機関に事故影響評価を求めることとし、1989年6月にはWHOの専門家チームによる健康影響調査が行われた。その結果、実際の放射線影響は認められないものの、心理的不安やストレスによる健康への悪影響が非汚染域住民にまで広がっている実態が明らかにされた。そうした状況を踏まえ、ソ連政府は同年10月に、同国が進めている住民の安全防護策に関する国際専門家による評価をIAEAに依頼した。さらにソ連政府は、事態の鎮静化策として、セシウムの表面汚染密度による区域分けに従って移住や補償金の支給レベルを決める新たな制度（1,480kBq/m²以上；強制移住、555kBq/m²以上；妊婦と子供強制移住、その他は任意移住、など）を1990年4月に導入した¹⁾。

ソ連政府の依頼を受けたIAEAは国際諮問委員会を立ち上げ、「国際チェルノブイリプロジェクト」と名付けた評価作業を約1年間かけて実施した。その結果は、1991年5月にウィーンで開かれた国際会議で報告され、健康影響についてはWHOの調査結果を追認し、事故直後の緊急時対応についてはおおむね適切であったと評価した。しかし、その後の長期対応で採用された移住基準や食品基準については、「善意によるものではあるが、放射線防護の観点から厳密に必要とされる程度を、ほとんどの場合超えていた」との評価を下し、「これ以上の基準の厳格化は何としても避けなければならない」とした²⁾。

国際機関による包括的評価は、その後も行われ、事故から10年目の1995年にはOECD/NEAがChernobyl Ten Years Onという報告書を取りまとめた³⁾。また事故の20後の2006年には、IAEAが組織したチェルノブイリフォーラムがChernobyl's Legacyという報告書を取りまとめた⁴⁾。これらの報告書では、小児の甲状腺ガン増加の実態が明らかにされたが、それ以外の放射線による健康影響は認められないという貴重な事実が報告されている。

3. 福島環境修復計画の問題点

国際放射線防護委員会勧告111号(ICRP-111)では、防護の最適化原則は、復興期の放射線防護の中核をなすとして、その重要性が強調されている。その観点から福島における環境修復計画の現状を概観してみると、以下のような問題を指摘できる。

- (1) 環境省の放射性物質汚染対処特別措置法(特措法)には防護の正当化や最適化に関する規定はまったくない。また除染等に係る費用については、すべて東電が負担すべきものと規定(特措法第44条)しており、除染に係る費用はいくら膨れ上がっても見かけ上国の腹は痛まない。国が進める除染では、最適化原則は制度的に機能しえない構図となっている。
- (2) 復興期の防護対策を有効に進めるためには、被災住民自身にも最適化原則の重要性を理解してもらうことが肝要である。しかしながら国はそのための啓発プログラムを設定してこなかったため、事故後3年近くが経過してもなお、住民側には合理的判断を前向きに受け容れる素地が育っていない。
- (3) 政治家の世論迎合や様々な情報混乱などの結果「1ミリシーベルトの呪縛」が広く定着してしまい、避難住民の早期帰還実現の大きな障害になっている。また、低汚染地域でも除染で直ちに1mSv未満とすることが目的化しており、財政負担的にも看過できない状況が見えてきている(注)。
- (4) これまでの政府の避難者対策は「全員帰還」を前提としてきており、結果的に高度汚染地域の避難住民の恒久的移住に向けての準備を遅らせている。
- (5) 厚生労働省が2012年4月に断行した食品基準の厳格化は、消費者の不安の完全解消には至らず、その一方で、農業生産者側への負担を増すとともに、風評被害解消を一層困難にしている。そのことは避難住民の帰還への意欲を削ぐ要因の一つとなっている。
- (6) 放射能への恐怖心は仮置場や中間貯蔵施設の用地確保の大きな障害となっており、そのことが除染計画の遅れを招いている。

これらの問題に関しては、昨年10月から年末にかけて、いくつか注目すべき動きがあった。10月に来日したIAEAの調査団が、政府に対し「年間1mSvにこだわる必要はない」との明快な提言を残して行った。11月には、原子力規制委員会が住民の帰還に向けての判断は被ばく線量の実測値をもとに行うべきという方向性を示した。また政府・与党から福島復興に向けた第3次提言が示され、これまで「全員帰還」を原則としてきた政府の避難者対策に、帰還困難者の移住支援が盛り込まれた。12月には国が、福島県知事と大熊、楢葉、双葉、富岡の地元4町の町長に対し、福島第一原発の周囲など約19km²を国有化し、中間貯蔵施設を建設する計画を示し、同意を要請した。これら一連の動きは、より現実的な路線への舵切りとして歓迎すべきものであるが、いずれも住民自身が現実的判断を下せなければ実現しえない難しい課題である。

4. 国際評価に向けて

当学会では、事故後クリーンアップ分科会を設け、国の環境修復計画に様々な支援を行ってきたが、そろそろ本稿で述べたような国際評価の実施を国に働きかける時期に来ているのではないだろうか。もしわが国がそうした国際評価を受けるとすれば、「チェルノブイリ事故の経験はどこまで生かされたか?」ということが、評価の視点の一つに加わるであろうことは想像に難くない。残念ながら上述した国の対応や福島の現状には、チェルノブイリ事故後の混乱に類似した状況が再現されていることを認めざるをえない。

事故後の長期対応においては、被災住民の怒りや情報の混乱、政治的思惑などが複雑に絡み合い、ICRPでいう防護の正当化や最適化を理想的なかたちで進めることは現実には不可能であり、ある程度の過剰対応は避け難い。しかしながら、度が過ぎた過剰対応は、それによって守られるべき人をかえって不幸にし、また、国民全体にも過度の負担を強いることになる。事故からの回復過程における防護対策において、実際に最適化原則がどこまで生かされるかで、ある意味ではその国の民主主義の成熟度が試されることになる。国に国際評価実施を働きかけることは、改めて国にもそうした認識を持ってもらうことになり、それは、現在の進め方をより良い方向に修正していく動機を与えることにもなるのではないだろうか。

(注) 空間線量率0.5 μ Sv/hの汚染地域では、自然界からの被ばくに汚染の影響を加算した合計の年間線量は4.5mSvとなる。それはフィンランドやスウェーデンの国民の年間線量並みで、健康影響上全く問題ないレベルであるから、その線量をさらに下げてもなんのメリットも得られない。現在、そうした地域でも0.23 μ Sv/h(年間1mSv相当)未満を達成すべく各地で除染が進められている。しかも、そうした地域の面積は、福島県内で除染が必要とされる面積のほぼ半分を占める。除染をしたという満足感以外に実利が全く伴わない除染に、膨大な費用が投じられつつある。

(2013年12月18日記)

— 参考資料 —

- 1) Proceedings of Workshop on restoration strategies for contaminated territories resulting from the Chernobyl accident, EUR18183EN, (2000).
- 2) The International Chernobyl Project: An Overview, IAEA, STI/PUB/884, (1991).
- 3) Chernobyl Ten Years On, Radiological and Health Impact, OECD/NEA, (1995).
- 4) Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts, IAEA, (2006).

福島が問うていること

北村 俊郎

1. はじめに

福島第一原発の事故はレベル7と評価されたが、放射線障害による死者はゼロ。作業員にも住民にも、被ばくによる身体への影響はなさそうだ。しかし、事故から3年経過しても除染やインフラの復旧が進まず、十数万人（私もその一人であるが）が避難したままだ。廃炉は始まったが、これから30年以上掛かる。この事故で国内のすべての原発が停止し、燃料費高騰や燃料供給支障のリスクのある火力発電に全面依存するという、国家として極めて危険な状況が続いている。

私は、長く原子力業界で過ごしてきた者として、また避難者の一人として、事故後ずっと、この事故の問うていることは何なのかを考え続けてきた。浮かんできたのは、①自然の脅威や避難に関する認識の甘さ、②科学技術に対する理解、③潜在的に危険がある原発を任せられない組織、④他人任せで恩恵だけを求める国民の4点である。

1. 自然の脅威や避難に関する認識の甘さ

事故の経過や内容が明らかになるにつれ、関係者の多くが「千年に一度の大津波さえ来なければ、原発は過酷事故を起こさなかった」とした。科学技術を利用するにあたって、その技術固有の危険性だけでなく、安全設備や事故対応を脅かす自然災害の影響にもっと注意を配る必要があったのだ。資源のほとんどを輸入し、科学技術で経済的繁栄をしてきた日本だが、人が造ったものは突然自然に破壊され、それが未曾有の被害をもたらすことを忘れてはならない。造ったものが巨大なパワーを持つほど、被害は甚大になる。台風や地震など、日本は自然災害が多い国であるという認識は皆が共通に持っていたが、原発は耐震性を有し堅固であり、安全対策も施され、設備の管理は世界一と自負していた。しかし、それは誤っており、ハード、ソフトとも、自然の脅威やテロによる複合災害に対して、さほどの備えができていたわけではなかった。ほとんどの関係者が、日本や台湾は確実に大津波が来るという点で、ロシアやアメリカとは条件が違うことの認識が不十分だった。

さらに国土や平地が狭く、人口密度が高いため、万一の避難や事故対応が極めて困難であることの認識も甘かった。周囲に民家が建て混んだ原発がある一方、リアス式の海岸に立地したところでは、避難のための道路の

確保が難しいなど、いまさらながらに安易であったと言わざるを得ない。テロ対策も兼ねて、何日間も冷却できるような設備、水源を確保し、電源は何重にも、さらに違う方式で複数用意しておくという注意深さがあってしかるべきだった。避難に関しても最悪の事態を想定すべきであった。今回、原子力規制委員会の新基準を見ると従来認識不足だったこうした点の裏返しとなっていることがわかる。

2. 科学技術に対する理解

各国は科学技術先進国の日本で過酷事故が起きたことに驚いたが、日本人の科学技術に対する態度を知れば当然と思うだろう。日本が科学技術に接したのは150年以上も前の幕末に遡るが、科学そのものの誕生はさらに中世の西欧に遡る。科学は中世のキリスト教徒が、聖書で書かれていることが真実であることを証明するために追求を続けた結果産まれた。科学者は長い苦闘の末、真実が聖書に書かれたものとは違うことを宗教者に認めさせるという試練を経ている。科学技術が日本に入ってくると、物珍しいもの、便利なもの、利益を生み出すものとして取り入れられ、科学技術の本質に対する理解が疎かにされた。

日本人は、科学技術が合理性そのものであり、徹底したリアリズムであることを忘れ、根本ではなく小手先の対策で済ましたり、現地確認もしないで安全上の問題はないと判断したり、精神力で物量的、技術的な劣勢を跳ね返せると考えたり、過酷事故対策を行うよりも「起こりえない」として問題を棚上げした。とかく、形式主義を採用し、結論ありきで理屈のつじつま合わせをすることが多かった。

日本は先の戦争で、アメリカなどの科学技術に遅れをとり敗れたとの反省をした。科学技術で早く西欧に追いつき、原子力を早期に導入して弱点である資源問題を補おうとした。しかし、科学技術の本質を理解することなく、その表面的な活用に走り、それなりに成功は遂げたものの、再び福島第一原発の事故によって痛い目にあってしまった。先の敗戦も今回の原発事故も、「日本の科学技術が劣ったのではなく、科学技術というものの理解で劣っていた」ことを、我々に示唆している。事故後に、「この国には神のご加護があると思える幸運が重なった」と述べた大臣がいたが、科学技術に神風はない。

3. 潜在的危険がある原発を任せられない組織

事故調査報告書のひとつは、「はたして日本社会が原発のような巨大科学技術を安全に使いこなすことが出来る社会なのか」という疑問を提示した。日本社会は組織内部を安定的に維持することを大切にする。主管官庁を含む原子力界でそれ以上に問題であったことは、関係者共通の夢であった核燃サイクルによる半永久的な国産エネルギーの確保を急ぐあまり、国民の合意形成を待たずに、さまざまな障害を地域独占や総括原価方式を糧にした政治力や経済力によって突破していったことである。

原子力界は増設や大型化を前のめりに進め、廃棄物処分などの課題を先送りしてきた。また、過酷事故など起こることはないと思ひ込んでそれを主張してきたが、このことで反対派との対話なき対立に陥り、海外での過酷事故対策が進んでいる情報を得ながらも、過酷事故のリスクを口にすることも憚られる状況に追い込まれていった。

原子力界は政財界を巻き込んだ巨大な共同体になり、何十年も前に作られた従来路線に固執し、自分たちの利権を守ることに熱心だった。内部では互いに抜けがけを牽制するなど保守的な官僚体質になり、なによりも組織内部の秩序を維持することを優先した。セクショナリズムで自らの責任を限定し、危機を訴える情報には耳を塞ぐ、念のための手を打つことを惜しむ、長期的視野は持たず目のことであくせくしていた。巨大組織の内部で従来路線に異論を唱えれば排除されかねなかった。動きが緩慢で、対処療法に終始し、やらないための言い訳を考えるようになった組織に、原子力のように潜在的危険の大きなものを扱わせてよかったのかと福島第一原発の事故は我々に問うている。

4. 他人任せで恩恵だけ求める国民

先の戦争でもそうだったように、今回の事故で大変な思いをしたのは国民だ。だが、今回も被災した住民が「何にも悪いことをしていないのに…」と発言していたことが気にかかる。このような発言は、事故以前の住民が原子力政策や原発に受身であったか、何ら関心がなかったことの証であると私は思うからだ。

自立せず、自ら治める気概を持たず、確認せず受身で

あり、傍観者であるとともに、権威に弱い国民性は、幕藩体制で庶民が骨抜きにされた以降、数百年にわたって培われてきた。その結果、もしものことがあれば国になんとかしてもらおうと考える。原発の地元も当初は原子力の脅威を警戒したが、経済的恩恵を受け始めると油断が生じた。メディアも権力には批判的ではあったが「大本営発表」に疑問を呈したり、あるいは危機管理面で具体的に何が不足しているかを指摘したりすることが出来ず、その役割を果たせたとはいえない。国民は選挙ではポスターや話し方で「なんとなく信頼できそうだから」と一票を投じる。それでも投票する人はまして、若者の低投票率もあって、国政選挙の棄権が3割から4割にも及ぶ。統一地方選ではこれが5割を超える。日本人は横断歩道で信号機が青になれば、自ら左右を確認することなく一目散に渡り始める。また、簡単に相手を信用し、事実を検証するより空気を読むことに熱心で、巧みなあるいは強引なリーダーに騙されやすい。こんな他人任せが、戦争、自然災害、大事故によって国の存在を危うくすることを繰り返す一因だ。福島第一原発の事故は、我々に自治の気概があるかを問うている。

おわりに

事故から3年経ち、既に「喉元過ぎれば…」の状態になってしまった感がある。私には4つの課題について問題解決の方向性を示せる力も紙面もない。あえて申すならば、1については過去の自然災害や災害発生のメカニズムの調査研究にもっと力を入れ、その成果を原発の設計などに生かす必要がある。2については、理系の教育に、垣花秀武著『宗教と科学的真理』（岩波書店、叢書現代の宗教）の内容を取り入れること。3については、若い人に組織にとどまって反骨精神を発揮することを望みたい。4については、維新以降の歴史や今回の事故の顛末を冷静に分析して、我が国民の特質を知るべきであろう。インターネットによる投票、国民投票制度、裁判員裁判制度などによる、国民の自治意識を高める努力を続けることも大切だと思う。

(2013年12月13日記)

個別的教訓から拡張・体系化された「知」へ

（株）テムス研究所 北村 正晴

1. 教訓獲得の視野

「多くの人間は見たいと欲する現実しか見ていない」という指摘はユリウス・カエサルの言葉として広く知られている。大きな困難に直面している人間にとってはこの指摘は一層あてはまるであろう。認知的負荷を抑制するため問題を簡略化して捉えることは人間として自然な反応でもある。しかし難問題を解決する良策は多くの場合、俯瞰的な広い視野に立つことで生まれることも事実である。

これからの原子力技術のあり方と、社会に置けるその位置づけを考える問題が複雑で多様な切り口を持つことはいうまでもない。この複雑多様な問題に合理的に取り組むためには、難しいことではあるが、上記の視野狭窄やバイアスを乗り越えた問題認識を避けてはなるまい。

これまで本誌上ではすでに、福島事故の原因究明や対策の提案、原子力技術の安全性向上策、規制を含む組織マネジメントの実効性、エネルギー供給手段としての原子力技術の利害得失など、多岐にわたる解説や意見表明がなされている。しかし、これまで表明された視点から問題を見つめ検討するだけで十分なのだろうか。さらに広い視野から見直すことで、より良い問題解決策が見えてくる可能性はないのか、この観点から多少の考察を試みてみたい。

2. 原子力安全と大規模システム安全

原子力安全の向上への努力は様々な組織が懸命に進めている。規制委員会、電気事業者、学術専門家、それぞれが真摯な考察や討論をしている。その考察や討論の中でIAEAや米国、欧州の原子力安全に関する考え方が参照されることも少なくない。その上で我が国は、世界最高水準の安全性を目指すという理念も表明されている。そこまではよい。しかし、それだけで十分なのだろうか。原子力安全問題は、より広い視点に立てば、大規模な社会・技術システムの安全問題である。この分野では近年様々な革新的発展が進展中である。とりわけレジリエンスエンジニアリングに基づく安全の追究は、宇宙、航空、鉄道、化学工業、医療、金融などまでを視野に入れた汎用性の高い安全実現アプローチとして注目に値する。この方法論についてはすでに本誌上で紹介しているが¹⁾、原子力専門家にとって重要な概念である深層防護の実現と対社会説明に関して、この方法論の重要さ

はもっと注目されてよい。

これからの原子力問題は、社会とのインタラクションをつねに大切にすることが求められる。そのためにはまずは原子力関係者自身が深層防護概念を的確に理解することが必要である。ここで「的確に理解する」とは、大まかに言えば自分が分かるだけでなく、対外的に明晰さを持って説明できることまでを意味する。教えることは学ぶこと（While we teach, we learn）である。深層防護の考え方を理論的に支持する安全論としてのレジリエンスエンジニアリング、さらにその背景概念としての第2種安全性の考え方（安全とは、何も起こらないことではなく、変動する状況に対処してシステムの動作を継続できること）を了解することを通じて、「的確に理解すること」が実現できることを指摘したい。また、理念型教訓を実装方策に結びつける際にもレジリエンスエンジニアリングは重要な指針を与えることも付記しておく。

事故調査報告書の提示する教訓や、各組織の安全方針では、「最新の知見の反映」に類する標語がしばしば用いられている。「安全」に関する世界の進展は、レジリエンスエンジニアリングだけではない。事故調査の方法論に関しては、表面的に調査担当者が納得しやすい First Stories の段階にとどまることなく Second Stories を追求することが必要とされている。また「報告する文化」を実現するためには軽微なヒューマンエラーは叱責しない Just Culture の認識共有が重要であることも人間が関わるシステムの安全研究の最前線では共通認識となっている。ここまで視野を広げることで初めて「最新の知見の反映」が可能になると筆者は考える。

3. 安全概念の深化と社会との接続

さらに視野を広げてみよう。原子力に関する論争の中で安全が重要な論点であることは周知の通りである。しかし「安全とはなにか？」という定義に関する根本的な問いへの答えが深く検討されているであろうか。この問題についてもっと徹底して考えずに、定義不全のままの原子力安全論を展開することは明らかに適当でない。

組織安全の権威である Karl Weick が述べている「安全とはダイナミックな対応活動の結果として問題事象が起こらないこと」（Safety is a dynamic non-event）という定義は、前掲の第2種安全性概念とも整合した至言であり欧米の安全専門家の間では広く受け入れられてい

る。しかしこの定義はどのようにして安全を測定(評価)できるのかが不明であるが故に操作的ではない。原子力の分野では、「安全とは受容できないリスクから解放されていること」(Safety is freedom from unacceptable risk)のような定義が比較的広い範囲で採用されている。この定義も操作的とはいいがたいが、受容できる/できないという判断について、具体的に規定することができれば、やや操作的な定義が得られたことになろう。原子力専門家の間では、この受容できるリスクしきい値を数値的に策定し、それをもって安全か否かの判断基準にしようとする意見も見聞きする。安全を操作的概念として定めるという意味では合理的な見方であり、技術者集団内部での安全評価の一助としてこの判断基準を採用することもありえよう。しかしこのような専門家主導の判断が社会に受け入れられると期待することは、現代では無理である。科学技術に関する社会的意思決定に際しては市民参加が必須であるトランス・サイエンスの時代が到来しているという認識は、原子力工学の基礎を築いた Alvin Weinberg によって 1972 年の段階で明示されている。この認識といまだに無縁な原子力専門家にはぜひ見方を変えていただきたい。ただしトランス・サイエンス的認識を受け入れる道はまた別の苦難に直面する道でもある。社会とのコミュニケーションという別の難問が立ちだかるのである。

4. コミュニケーションの課題と信頼

原子力の世界でもコミュニケーションの重要性に関する認識は広まりつつある。しかしこの道は決して平坦ではない。ビジネスの世界で既に知られているリスクコミュニケーション研修を受講すれば、説明能力が向上し原子力受容が進むなどと楽観してはならない。コミュニケーションの大前提は相互信頼の成立である。原子力関係者が多くの国民からの信頼を得られる状態は、客観的に見て当分の間は実現困難である。信頼の不足は福島事故以前にも大きな問題であったが、福島事故とそれに続く住民の被災、さらに今も続く汚染水問題などは、信頼の回復を阻む大きな要因になっている。原子力関係者が現時点でなすべきことは、原理的に双方向性を含むリスクコミュニケーションではない。懸念される対象の状況

と、関係するリスク情報を真摯に開示する行為を継続すること、そこから再出発するしかありえないと考える。

5. 技術倫理・組織倫理への向かい合い

さらに根源的な課題として、倫理に関する論点が避けて通れないことを指摘したい。この論点を省略した原子力論は、問題の本質を見ていないことになる。信頼の喪失問題と、原子力担当組織の倫理問題とは実際には通底している。哲学・倫理学分野の国際的先駆者であった今道友信氏はその著作²⁾の中で原子力技術を担う人びとの倫理を深く憂慮して「今までよりはるかに道徳的な人間でなければ原子力は、使えないと思うのです」と述べている。また「原子力は二つの原則でいいと思うのです。(中略)何よりも大事なことは『平和的な利用に限る』ということと『安全を旨とする』という二つの倫理的なことです」と述べて、原子力専門家がほとんど疑うことなく受け入れていた「民主、自主、公開」の三原則にまで再検討を促している。

今道友氏はさらに論を進めて、「ここに原子力産業の人びとについて語られたことは、また科学技術全般について言えることではないかと思うのです。科学技術は自然を利用し、人間を助けてきたと同時に、自然を怖ろしくし、人間を無考えにしてしまいました」と語っている。ここまで視野を拡大して科学技術問題、原子力問題に取り組むことが原子力人の今日の課題である。課題の大きさ、困難さを避けて、その局所限定化をはかろうとしても、実効的な解決策など見いだしえない。このことを理解した上で、諸課題に正面から取り組むことが原子力専門家の社会的責任と考える次第である。

なお本稿では紙数の制約から説明を大幅に簡素化しているが、関連する資料の相当分は文中のキーワードで検索することで入手可能であることを付記する。

(2013 年 12 月 15 日 記)

— 参考資料 —

- 1) 北村正晴, 原子力安全論理の再構築とレジリエンスベースの安全学, 日本原子力学会誌, 54 (11), 721-726, (2012).
- 2) 今道友信, エコエティカ-生態倫理学入門, 講談社学術文庫, (1990).

福島原発事故とその後

原子力の信頼回復とは オンサイトからオフサイトへ

日本科学技術ジャーナリスト会議会長 小出 重幸

福島原発事故の最大の課題に、「原子力」や「科学」に対する国民の信頼を大きく失墜させたことがある。原子力の技術的な問題の解決は筋道を立てて進めることができるが、社会的信頼の回復は3年を経過しても出口が見えない。信頼はどのように失われたか、なぜ回復できないのか、Public Communication（情報公開と広報＝社会へのコミュニケーション）という視点から考えたい。

情報開示の失敗とその結果

2011年3月11日の福島第一原子力発電所事故では、政府、原子力・電力業界がPublic Communicationの重要性を認識していなかったことに加えて、過酷事故時の対策が極めて貧弱だったことから、事故情報の社会への伝達、コミュニケーションが著しく遅れた。端的な例は、東京電力と政府が原子炉のメルトダウン（燃料溶融）を認めたのは、2か月後の5月になってからという状況。そしてなによりも、事故の規模、これからどうなるのか、その適切な説明がなく、社会の混乱は拡大、原子力は社会的信頼を失った。

同じ時期、英国政府が取った対応をみれば、目指す方向が大きく違っていたことがわかる。

事故直後の3月15日、当時の英国首席科学顧問、ジョン・ベディントン卿（Sir John Beddington）は英政府の合同会議で、福島原発事故の規模と見通しに関する発表を行った。

「事故の規模はチェルノブイリ原子力発電所事故（1986年）に比べて遙かに小さく、放射性物質の上昇も地上500メートル程度まで。原子炉サイト内の汚染は注意が必要だが、日本政府の示す30キロの退避圏の外では、放射線による健康影響を心配する必要はない……」

さらに翌16日、東京・半蔵門の英国大使館で、彼はネットTVを通して同じ内容のブリーフィングを行い、日本政府から情報発信がない中で困惑していた日本国内の欧米人たちの動揺の解消に、大きな役割を果たした。この情報は当時、日本国内のマス・メディアでは伝えられなかったが、事故直後にいったん日本を脱出した各国の大使館関係者、ビジネスマンらは、英政府発表の後、次々と日本に帰還している。

信頼失墜の背景

ベディントン卿の会見で特徴的だったのは、様々な専門領域にまたがる内容を1人で、科学的な裏付けに基づいて明確に答えていたことだ。そして結果的に、英政府

の発表内容は現実を最も良く反映していた。

この時期、日本の政府、東京電力ではどうであったか。連日会見を開いたものの、一方的な断片情報の投擲に終始した。事故の本質、見通しが明確に語られることはなく、「受け手の心に届いて初めて意味を持つ」というコミュニケーションの面では、大きな失敗を繰り返した。

同時に、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム SPEEDI の情報開示が文科省、経産省などの部局をたらい回しされ、12日間も公開されなかったことが大きい。放射性ヨウ素の半減期という重要な期間、政府の住民誘導に活かされることもなく、また、科学的裏付けの薄弱な同心円状退避指示という混乱の原因にもなった。深刻なコミュニケーションの失敗であり、これも政府、原子力界、科学界の信頼失墜を加速した。

では英国はなぜ、そんなに早く事故の予測と判断を発表できたのだろうか。

最も適切な科学的助言とは

首席科学顧問は、緊急科学的助言委員会（Scientific Advisory Group for Emergencies）を抱えている。同委員会の主要メンバー、ロビン・グライズ（Robin Grimes）英インペリアル・カレッジ・ロンドン教授（原子力工学）に当時の状況を尋ねたところ、こう説明があった。

「福島原子炉はいずれもトリップ（停止）したという以外、日本政府、東京電力からは何も情報が届かなかった。停止後の問題は核燃料の崩壊熱制御ということになる。これに失敗したらどうなるか？ IAEA など国際機関が共有しているデータベースを基に、福島原発の各ユニットの燃料棒のリアルタイムの情報を入手し、分析、さまざまな事故のシナリオを検討した。その結果を、最も適切なく最悪予測として発表したのだ……」

その気になれば、日本を含めてどの政府でも判断できた予測ということになる。

しかし事故5日後の発表時に、自信は有ったのかを尋ねると、「100%の自信は無いけれど、大事なものは絶対確実ではなく、most suitable（最適）な科学的助言なのだ。もし不正確な部分があれば、すぐ訂正して行けば良いじゃないか。オーソリティー（政府・科学界）が決断してまず発表することが大事なのだ」という。

明確なメッセージを社会に発しなければ、科学的な裏付けのないウワサが飛び散る、科学者の中にもおかしな

人はいるから、彼らの発言がネットなどで拡散し、社会はより混乱する。だからできるだけ早く、科学的判断を示さなければならない——教授の説明を聞くと、日本は全く逆方向に進んでしまったことを痛感する。

信頼回復のためのコミュニケーション

英国では、1990年ころの狂牛病(BSE感染症)発生時に、政府と科学界が「人間への感染リスクはない」という全く誤った発表をして対応を遅らせ、感染者を世界に拡散、社会の信頼を大きく失墜する経験をしている。英国議会の前科学顧問、デイヴィッド・コープ(David Cope)教授は、「この失敗を教訓に、英国では社会と科学をどう結びつけたらよいか、科学コミュニケーションへの取り組みを、20年間にわたって真剣に進めてきた。福島事故への対応は、その成果が少しずつ現れ始めたものだ。今の日本も、当時の英国と全く同じ状況。政府、科学界、メディア、市民、それぞれをつなげるコミュニケーションの努力なしに、社会の信頼は回復できないと思う」と指摘する。

残念ながら、日本ではその後も科学への信頼が失墜し、原子力技術の評価や放射線健康影響を巡って、行政の迷走が繰り返された。

福島への追い打ち被害

避難・除染ガイドラインを政府は、事故後に年間20mSvと設定したが、1か月後の5月に突然1mSvへ変更された。また、国際的には1kgあたり1,000～1,250ベクレルが採用される穀物、肉、野菜などの食品放射線基準を、政府は事故直後、いきなり半分の500ベクレルに設定、さらに1年後には「安全ではダメ、安心でなければ……」という厚生労働大臣の指摘で、100ベクレルへと変更した。

これらの判断には科学的アプローチがなく、情緒的、大衆迎合指向で決定されたと指摘されても仕方がない。これが国内、国外の両面で政府の信頼を失わせた。同時に、科学的アプローチを欠いた行為をきちんと批判し、改善へのメッセージを発しなかった科学界、原子力界の信頼も、合わせて失墜する結果となった。

混乱は、被災地・福島に不当な社会差別、心身両面の健康被害という追い打ちをかけた。

放射線リスクへの冷静な判断が困難になり、福島の人たちは大きな心身のストレスにさらされる結果となった。南相馬市では、事故で避難した高齢者の死亡率は、他の地域の2.7倍に達することが東京大学などの調査で明らかになっている。放射線の被害は、健康被害を心配する心理的ストレス、避難に伴う健康リスクなど、多角的に評価し、リスクの総体を把握する必要がある。

また、福島県産の農林水産物がすべて放射線の危険性を抱えている、などの誤解が国内外に広がった。市場流通を拒否される、価格を買いたたかれるなど、理不尽な「差別」が社会に拡大してしまった。

科学者、技術者の責任

福島事故時、原子力を牽引してきた行政、原子力技術界、電力業界、これらの指揮を執る立場にあった責任者らが、逃げ出す、あるいは当事者能力を失った言動に終始し、コミュニケーションが成り立たなかった。同時に、発言すべき時、行動すべき時に逃走や沈黙に終始した科学者組織、技術者集団にも、批判が向けられている。

混乱の帰着としての信頼失墜とは、具体的にどんなことなのか。

さまざまな取材先でいま、原子力が話題になる。日本のエネルギー安全保障の視点から判断すれば、原子力発電を利用することは仕方がないと考えている人は、決して少なくない。ところが再稼働するにしても、「信用できないので、あの人たち(今の原子力技術者)には、やってもらいたくないねえ……」——という反応が極めて多いのだ。こうした現実を、原子力業界がどこまで受け止めているのか。

失敗をきちんと総括し、教訓を明確にする、進むべき方向を示し、イニシャティブを取る——こうした社会へのメッセージが求められているが、現状では、「何の意識変革も無いまま、なし崩し的に再稼働に向かうのではないか」と疑う市民が多い。こうしたコミュニケーション能力を欠いた「原子力の世界」、「あの人たち」に、人々は信頼をおけないのだ。

専門領域を超えたメッセージ

福島原発事故時に内閣官房参与として官邸で事故対策に取り組んだ、田坂広志・多摩大学教授は、国民の不信感、原子力行政を仕切ってきた官僚機構、科学界や技術者らのすべてを巻きこんだ、巨大なものだと指摘、「人材、制度、組織、文化——これに明確なヴィジョンが示されない限り、人々の信頼は戻らない」という。

技術者一人ひとりに会えば、誠実に、熱意を持って原子力に取り組んでいる人材が多いことは、我われ取材者にも分かる。問題は、オンサイトの技術的課題より、オフサイトのコミュニケーションにある。全員とはいわない。要所できちんとメッセージを投げってくれる科学者、専門領域に逃げこまず、社会に向けてコミュニケーション力を発揮してくれる技術者が欲しい。英国がこの20年続けてきた努力とは、指導的立場で行動できる科学者、エンジニアの育成でもあった。

信頼回復には、行政、原子力、電力業界の連携が不可欠だが、その基盤となるものは科学的アプローチしかない。まず、専門領域を超えて価値観を示す科学者や技術者、それを支えて社会にメッセージを発する科学・技術者集団の育成が急務だと思う。

(2013年12月12日記)

原子力への信頼再構築に向けて

21 世紀政策研究所研究主幹 澤 昭裕

原子力の必要性は不変だが

日本は資源に乏しい。この運命的構造は当分変えることができない。日本人が日本の地で日常的に経済・社会生活を営んでいくためには、エネルギーをどうにかして確保する必要がある。化石燃料はほとんどすべてが輸入、自然エネルギーを開発しようにも自然条件に恵まれず、コストも高いという状況では、エネルギー安全保障や経済性の面での不安が常につきまとう。こうした背景から有力なエネルギー源として浮き上がってきたのが原子力だ。ウラン燃料は輸入しなければならないが、いったん装荷すれば数年は稼働できるというメリットを持つからである。特に、1973 年の第 1 次石油危機以降は、原子力発電の開発にドライブがかかったのも頷ける。

私自身、資源に乏しい日本は、やはり原子力をエネルギー源選択肢の一つとして残しておくべきであり、現下の経済情勢を考えれば原発の再起動も行うべしとの立場を、福島第一原発事故後もずっと明確にしてきた。それは、電力は安定供給が命だと思うからである。電力は経済活動・日常生活に直接必要なものであるにとどまらず、交通や通信、水道その他のインフラが機能するために必要な「インフラ中のインフラ」なのだ。

しかし、福島第一原発の事故以降、原子力には大きな逆風が吹き荒れている。当然のことではあるが、事故直後から原発に反対する世論が盛り上がり、脱原発・再生可能エネルギーによる代替をエネルギー政策の柱として主張する有識者や政治家が急増した。その間、菅元総理が法的根拠なく中部電力浜岡原子力発電所の停止を要請したり、他の原子力発電所についてもストレステストを要請したりするなど、「法律による行政の原理」が破られ、原子力政策や原子力規制行政は混乱した。2012 年 9 月には、「革新的エネルギー・環境戦略」が取りまとめられたが、2030 年代の原発稼働ゼロを目指すと同時に、鳩山元総理の 2020 年温室効果ガス 25%削減目標を放棄することが出来なかったために、現実的な火力代替を認めえず、再生可能エネルギーの導入割合が非現実的なまでに高い計画となった。そのうえ、核燃料サイクル政策は放棄する方向で調整が進んだため、米国や青森県が強い憂慮や反発を示し、最終的には核燃料サイクル政策は維持の方向にはなったものの、関係者に強い不信感を植え付けてしまった。

その後 2012 年 12 月の衆議院選挙で政権交代がなさ

れ、自民党・公明党の連立与党が政権を回復し、エネルギー政策も白紙に戻して再検討されることとなった。これによってエネルギー政策・電力政策について、特に原子力の扱いを中心に、従前の官民一体となった原子力推進政策が戻ってくると期待した向きも多かったが、実際にはそれほど旧に復してはいない。今や、従来の原子力推進派の人たちの中にも、原子力発電の維持・拡大について慎重な意見を述べる人も増えている。福島第一原発の事故収束と汚染水対策に代表されるような後処理の難しさ、賠償問題の拡大と複雑化、地域コミュニティの崩壊、除染作業や瓦礫処理問題の困難を目の前にしたからだろう。

福島第一原発事故以前は、原子力について、政策面での必要性の説明責任は政府、実際の運営責任は電力会社という大まかな分担ができていた。しかし、つい最近まで、心情的に反原発に与する世論や政治の影響も受けてか、行政が幕の後ろに退き、原子力の政策的必要性を説く主体がどこにもなくなっていた。そのため、電力供給という事業運営面や経営財務的な側面から原発再稼働が必要な電力会社が、政策的な説明まで求められる羽目に陥ることがしばしばだった。その結果として、電力会社は、自らの経営問題を国家政策的な必要性まで持ち出すことによって正当化しようとしているのではないかと世間の厳しい批判を浴びることになってしまったのである。

原子力に対する政治の構造変化

昨年 12 月になってようやく、新たなエネルギー基本計画に対する総合資源エネルギー調査会からの「意見」という形を取って、安倍政権の原子力発電・核燃料サイクル政策の維持方針が示されたが、その姿勢は依然として慎重なものにとどまっている。その最も大きな理由は、原子力政策についての政治的な支持が構造的に変化し、希薄化しているからではないだろうか。その原因としては、次のようなことが考えられる。

- (1) 原子力発電に反対する世論が長期化・定着化していること。事故後 2 年半以上が経っても汚染水問題等の解決が不安視されていることもあり、このような世論に変化が見られないこと。
- (2) 1950 年代の原子力発電導入当初に存在した原子力技術に対する期待感や先進性のイメージは徐々に薄れつつあったが、東電福島原発事故によって完全

に喪失したこと。事故後の情報発信の混乱や不足もあって、国民は、事業者はもちろん国に対しても不信感を抱いていること。

- (3) オイルショックの記憶が風化し、エネルギーの量的確保の必要性の認識が薄れていること。長い経済停滞により「低廉豊富」なエネルギー供給源としての原子力発電の必要性が認識されにくくなっていること。
- (4) 自民党の新人議員はもちろん、中堅議員においても、原子力黎明期のように、深く原子力政策に関与した経験を持つ政治家が少なくなったこと。
- (5) また、行政機関の中でも、原子力政策の必要性について強く認識する時代を経験した世代が去りつつあり、原子力政策との関わりの出発点が東電福島原発事故となる層が増えていくと予想されること。

上記のような原因が複合して、福島第一原発事故以降は、原子力が日本の国益・国力(及び地域振興)にとって「特別に」必要なものとの政治的確認が、いまだ正式な形ではなされていないのである。しかし、電力会社の経営陣や原子力技術者のコミュニティなどには、現時点では、こうした政治的構造変化が実感として伝わっていない。原子力政策は、依然として2回のオイルショックを経た1970年代から80年代までのパラダイムのまま構築されており、それを政治家や行政官の基本的認識だと考えている人がまだまだ多いのだ。その結果、衆参両院での選挙で自公政権が大勝したにもかかわらず、なぜ原子力政策が大きく前進しないのかが理解できないという状況が続いている。このままでは、今後原子力政策の再構築に際し、行政・政策関係者と民間事業者との認識ギャップが顕在化するのではないかという懸念が拭えない。

信頼再構築への必要条件とは

ここからが問題だ。こうした原子力の必要性をいう場合、安全性の確保が当然の前提となっていることは言を俟たない。だが、原子力関係者は福島第一原発以降、これまでの発想からの転換や原子力コミュニティの中での価値観の変化や行動原理の見直しなどに、本当に真剣に取り組んでいるのだろうか。事故が起きた今となつては、原子力の必要性を主張する上で、原子力コミュニティはまず福島事故について真摯に本気で反省しなければならない。そして世の中が原子力コミュニティに対して持っている「信頼できない」というイメージを払拭しなければならない。そのためには、単に原子力の政策的必要性を述べるだけでは足りず、次のような取り組みが必要だ。

まず、火力や再生エネルギーの業界に比べて原子力産業界の規模は圧倒的に大きく、一般の人々は、原子力関連の利益複合体の巨大さに対して大きな不信感と脅威を感じていることを、原子力関係者はよく認識しなければ

ならない。こうした不信感を払拭するためには、自中心・自己に厳しい態度・自浄作用・外部からの批判に対するオープンネスを、意識的に持ち続けなければならないのである。例えば、原子力産業以外の産業界の人々が、技術・品質のマネジメントの観点から原子力発電所の運用方法を定期的にチェックするしくみ(「原子力臨調」の設置)などを考えてみてはどうだろうか。

第二に、原子力関係者が、ヒューマンファクター改善を事故対策の重要なポイントだと位置づけ、人材育成やトレーニングに真剣に取り組まなければならない。事業者が事故後に施した対策の多くも、さらには原子力規制委員会が設定した新安全基準も、ハードウェアに重点が置かれている。これでは、原子力関係者の発想が変わっていないのではないかとの印象が拭えない。政府事故調査委員会の報告書によるまでもなく、東京電力の事故時のテレビ会議の様子を見れば、事故の制御プロセスでは組織ガバナンスを含めたヒューマンファクターに問題があったことは明らかであり、ハードウェアの改善のみでリスクを低減したと主張してみても、一般の信頼は回復できないであろう。

第三に、原子力規制委員会が設定する安全基準をクリアすれば、それがプラントの安全を証明したことになる、あるいは少なくとも事業者としての安全対策は十分だという理解が依然として事業者間に存在するとすれば、そうした理解を抜本的に改めることである。原子力損害賠償法上、事業者は無過失責任を負っているのであり、かつ規制委員会の安全基準は単に運転が認められるためにクリアすることが必要な最低基準であるという認識が必要なのだ。真の安全対策は、そうした基準をクリアした後に始まると言っても過言ではなく、事業者間で安全性向上を目指した競争が始まるような賠償制度の導入を検討することが重要だ。

こうした措置に加え、原子力事業環境を巡るさまざまなリスクをカバーするための方策も用意しなければ、原子力技術はいずれ喪失するだろう。特に、炉のリプレイスや新增設が認められなければ、原子力技術やそれを支える人材の継承・育成は加速度的に困難になる。しかし、その点に関する政府の方針は不明確なままだ。その一方で、原子力事業の持続可能性に難問を投げかける電力システム改革は進展しており、とりわけ原子力事業に関するファイナンスリスクの増大が強く懸念され始めている。こうした原子力事業・体制整備に関する諸方策については紙幅の関係上、下記の21世紀政策研究所の政策提言に譲りたい。

http://www.21ppi.org/pdf/thesis/131114_02.pdf

(2013年12月7日記)

オリゼーの国の原子力—伝えることの大切さ

東京工業大学 澤田 哲生

1. みんなで共有する心

「各家庭で1個ずつ引き取ればいい。自分たちの生活から出てきたごみだから」と中学生徒がきっぱり言った。

高レベル放射性廃棄物の話をとある中学校の理科部の課外授業として行った際の発言だった。土曜の午後から夕方まで、原子力の話語り尽くした。この出前授業は、原子力の“ごみ”の話で閉じた。そして討論会。討論会でのテーマは、いまこの“ごみ”の処分地が見つからないんだけど、さて皆ならどうする!?である。

予備知識なし。ただし原子力の話を通りした後、『なにかすれば必ずとっていいくらい、ごみって出てくるよね』と付け加えた。そして、『ひとりひとりが約80年の一生で使う電気の半分を原子力で賄えば、出てくる高レベルのごみ(ガラス固化体)はこれくらい』と、テニスボール1個ほどのガラス固化体サンプルを示した。

討論では、これまでに先人が考えたほぼ全てのアイデアが、次々と口をついて出てきた。海の深いところに棄てる、宇宙に棄てる、燃やす(消滅処理のこと)、他国にもっていく……などなど。そんな中で、冒頭の意見も出てきたのである。

そういう公共心があれば、原子力のごみの問題もなんとかなるかもしれないねと。さらに一緒に考えていこうと投げかけた。

しかし、皆さんがご存知のように、2007年の高知県東洋町の事態に象徴されるように、自治体に候補地選定の予備調査に“手を挙げてもらう”方式は、まったくもって機能しなかった。そこには、冒頭の中学生のような気持ちがあった。まったく発露しない現実があった。

2. 原発立地地域と消費地

2011年3月11日、東日本大震災が起こって、福島第一原子力発電所でシビアアクシデントが起こるまで、首都圏に大量の『原子力電気』が送られてきたことを知る首都圏住民は少なかった。新潟県と福島県に立地する合計17基の原子力発電所でつくられた電気が、首都圏で大量消費される電気を支えていた。いま、その“なくなった”原発電気を補っているのは火力発電所である。わたしは、事故以来、大小さまざまなシンポジウムや意見交換会などに参加してきた。そのなかで、『どうして福島のような首都圏から見れば遠隔地に原発をつくったのか』、『なぜ、そのことを私たちに伝えて来なかったの

か』と怒りにも似た心情を吐露する市民に幾度となく出会ってきた。福島県双葉郡に総出力440万kWの広野火力発電所がある(東京電力の石炭石油火力発電所・全6基)。この出力規模はかつての福島第一原発の約470万kWにほぼ等しい。その火力発電のほとんどが今も首都圏に振り向けられている。そのことを、一体どれくらいの都市住民が自覚しているのだろうか？

約6年前から、原発立地地域と消費地を結び、そのなかで原子力や放射線の研究や事業に関わる人たちが顔を見せ合い、本音で語る機会が必要だと訴えかけてきた。その思いは年を追うごとに増してきた。というのは、知れば知るほど、原発立地地域の住民も都市住民も原子力のことには無関心、あるいはできれば関わりたくないという態度があらわに見えてくるようになったからである。立地地域の皆さんの本音が聞こえてきた。『原子力の話は自由にはできない。タブーなんだよ』と。これは重い。

事業者と自治体の関係は、どこにいてもピリピリしている。対話の機会を設定しようといろんな方に相談し、うまく行きそうだと油断すれば、次の瞬間に反故になったこともある。『そんな話は聞いとらんなあ』と。地元の皆さんと話し合いの機会を開くのは簡単ではない——そこに学ぶべき歴史と現実がある。

3. 伝えたいこと

中学生や高校生に向き合えば、ぜひ話したいことがあると切り出す。それは例えば次のようなことである。

- ・約138億年前のビッグバンで宇宙が始まった直後は放射線しかなかった。だから私たちの身の回りにあふれている物質は放射線が凝り固まって出来ているといってもいい。物質はいつでも放射線に戻るんだ(物質-反物質対消滅)。
- ・太陽で出来るのは鉄まで、鉄より思い元素は主に超新星爆発で出来る。爆発で飛び散った塵(ごみ)で、地球のような惑星もそこで生まれた私たちの身体もできている。だから私たちは宇宙の星の活動の“ごみ(星のかけら)”で出来ているんだ。
- ・40年前の自動車にはヘッドレストもシートベルトもなかった。様々な自動車事故を目の当たりにして、ケガや死亡をどう防ぐかの対策として考案されて装備されてきた。エアバッグもそう。最近では障害

物があれば自動停止する車さえある。全部事故から学んできたんだよ。だから、事故の中にこそ、それまでは隠れていて見えなかった真実と、そこから創っていく未来がある。事故が未来を教えてくれる。それが、科学と技術の醍醐味なんだよ。

こんな話をすると、生徒の目が輝いてくる。どの小話も精確さを欠く部分はある。いわゆる専門家を自認する人種は、この“精確さを欠く”ことを語るのを躊躇する。その結果として、ジャーゴン(jargon: 特定のグループの仲間用語, 専門用語)を使って、方言を話し始める。英国のとある高名な物理学者が、東京で開催されたシンポジウムにおいて、自分はゼネラリストであって、特定分野のエキスパート(専門家)ではないと言い放っていた。全体像を見ることが重要だとも。

私には、不精確であっても伝えて行きたいことがある。それが、科学者が社会から求められている重要な役割のひとつだと思う。

4. 伝える機会の重要性

原発立地地域の悩みは深い。3・11以降、私にとって一番の出来事は、脱原発・反原発の方々と話し込む機会が増えたことである。

若狭で出会った方は、もっと本音で多角的な話が出来る機会がほしいという。原発容認・推進のことを知りたいけど、出て来て話してくれるパートナーが少ないという。私たちが本当の話をすることが求められているが、なかなか出ていけていないのである。そんななか、あんな危険な原発、人々を不幸にしてきた原発をあなたはなぜ推進するのですかと聴かれる。

私が応えるのは、原発のご本尊(炉心)はエネルギー密度が高く、放射性物質の塊だから危険です。ただどううまく使いこなせば人類の福祉に必ず役立ちます。そう自然に思っているし、私たちは過去からの贈り物である“原子のエネルギー”を解き放つ『鍵』を手に入れたんですよ。そのことを知っておきながら、伝えて行こうとしないのはもったいないことだと思うのですよ。原子力の平和利用と核兵器廃絶を橋渡しして両立させる。それが人類の叡智でありチャレンジではないですかと。人間がさらに人間らしくなる(人間開発)ためと環境との調和を実現するために原子力は役立つ。つまり、原子力は単にエネルギーセキュリティのためではなく『人間の安全保障(Human Security)』に貢献できる、そうしなければならないという確信があると伝える。そう語ることで、少しは分かってもらえる場合もあるようだ。

中学生や高校生と語り合える機会が少し増えたことは、とっても楽しくドラマチックでさえある。生徒の皆さんに会う前、会った時、その後といろいろと話をしていた分かったこと教えられたことが2つある。

一つ目は、前述したように脱原発を唱える人々も、実

は原発の実態を必ずしも良く知らない、伝えられていないということ。それは、原発をやった方がいいのではという容認・推進の人たちとそうではない人たちの、顔を突き合わせた情報共有・対話の場がほとんどないということである。そして、二つ目は、教育の現場での先生達の悩み。放射線や原子力のことを生徒に伝えたいが、その機会が少ないだけではない。課外授業などで放射線や原子力を扱おうとする。すると、どこからか聞きつけた市民から注文がつくという。お宅の学校にうちの子を進学させようと思っていたが、そんなこと(原子力や放射線の課外授業)をするなんてとんでもないことです。失望しましたと。そんな話が学校の上層部に伝われば、取りやめになってしまう。そればかりか、一度そういうことがあれば、先読みして、原子力や放射線を学校で扱うのはもうゴメンだとなってしまうという。

3・11の直後、若狭のある女子の高校生の家庭でのこと。母親が自分の街にも放射能が飛んでくると大変に神経質になって今にも避難をと言わんばかりだった。過敏になりすぎていた母に、その娘さんが心配し過ぎだといいい、そんな状況ではないと諭して、一件落着。この生徒は、学校で放射線と放射能の基礎知識を事前に学んでいたのである。学校の間での基礎教育の重要性とその効果を如実に示している。市民からの注文にも動じないように、放射線の授業をカリキュラムのなかにしっかりと組み込まないと、かえって市民を不幸にしてしまう。

5. おわりに——オリゼーの国

私は日本酒が好きである。

ワインとか蒸留酒にはない何かがある。それが何かは長く知らなかったが、麴がどうやらその魅力の源らしい。湿気の多いこの東アジア独特の地域で、飯に寄りついてくる麴、つまりカビのアスペルギルス・オリゼー(オリゼーは稲の学名)である。興味深いことに、この日本酒を醸すに欠かせない麴は、日本人が千年の昔に自然の麴から“人造したもの”だという。元々自然界にいた麴は強い毒素を発する。人工的に培養を重ねる中で突然変異をうまく利用して無毒のオリゼーを創り出した。日本人の独創である。

日本人は広島・長崎の原爆被害、ビキニのマグロ船の被爆という原子力の“毒”を体験してきた。その日本が原子力平和利用を掲げた。60年前のことだ。毒を知る日本人だからこそ、ポスト3・11の独創が今求められている。それは日本発の原子力と調和できる社会の創成であり、非核兵器国による核燃料サイクルの自己整合的展開である。それが、正力-湯川らの出発から約60年を経た原子力委員会と日本原子力学会の責任ではないだろうか。

(2013年12月17日記)

事故で学んだこと 放射線被ばくとリスク

日本アイソトープ協会 柴田 徳思

1. 放射性物質の沈着状況調査

東京電力福島第一原子力発電所事故(以下「東電福島原発事故」という。)では、大量の放射性物質が環境に放出された。核物理分野の研究者は放射線測定の特権家であることから、この事態で何が出来るかについて、2011年3月16日の早い段階から大阪大学核物理研究センターで議論を開始した。この時点で、チェルノブイリで放射性ヨウ素による内部被ばくで小児甲状腺がんの増加が知られていることと、 ^{131}I の半減期が8日であることから、早急な放射性物質の沈着状況の調査の必要性が認識されていた。

土壌調査には多く土壌試料の採取と試料の測定が必要であり、多くの大学や研究機関の人々の協力なしには達成できないことから日本学術会議へ働きかけ、第二次緊急提言「福島第一原子力発電所事故後の放射線量調査の必要性」が公表された。核物理研究者の活動はすぐに他の分野の研究者へも広がり、4月13日には東京大学理学系研究科で地球科学、核化学分野の研究者も加わり、「環境放射線核物理・地球科学合同会議」を発足させ、その後土壌調査の具体的な検討が行われた。

5月19日に総合科学技術会議が科学技術戦略推進費によるプロジェクト「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」を発表したのを受けて、文部科学省は5月26日に「放射線量等分布マップの作成等に関する検討会」を設置し、取りまとめを日本原子力研究開発機構として大学や研究機関との協力で土壌調査の検討を開始した。土壌試料採取は6月6～14日及び6月27日～7月8日に行われ、Ge検出器による測定が開始された。

予算要求は、土壌試料採取のために必要なU8容器の数や協力者の旅費など、細かい金額の積上げが必要で、日本原子力研究開発機構の担当者は1ヶ月の間ほとんど寝ずに協力機関と調整して予算書を作り、文科省と財務省との交渉を行っている。調査は発電所から80km以内は2km×2kmメッシュで、80km～100kmでは10km×10kmメッシュで行われ、各メッシュで5個の試料の採取と空間線量率の測定が行われ、全部で約11,000個の試料が採取された。土壌試料の採取に98の機関から440人の協力者が参加し、試料の測定に21機関から340人の協力者が参加した。また、並行して車に位置情報を

得るためのGPSと空間線量率を測定するためのサーベイメータを積んで、走行しながら空間線量率を測定できるKURAMAシステム(京都大学原子炉実験所で開発)を用いた測定も行われた。これらの測定で得られた結果は、文科省のホームページで順次公開された。文科省のプロジェクトの報告書は平成24年3月に公表されている¹⁾。また、プロジェクトに関わった方々がどのような活動をしたかについて、RADIOISOTOPS誌の特集号で紹介されている²⁾。

このプロジェクトから学んだことは以下の2点である。(1)緊急時に多くの研究者が協力し、詳細な放射性物質の沈着量の分布マップの作成を完成させたことは称賛に値する。(2)科学技術戦略推進費の使用に当たっては、緊急性が考慮され随意契約が認められたが、予算要求の段階で時間を費やし、短半減期の ^{131}I のデータは不満足な結果であったことから、緊急時の調査研究に関する予算のあり方について検討が望まれる。

2. 汚染地区における被ばくの評価

土壌に沈着した放射性物質の挙動及びそれによる被ばくは、チェルノブイリ事故後の研究により比較的良好に分かっている³⁾。 ^{137}Cs の沈着量で規格化した場合に短半

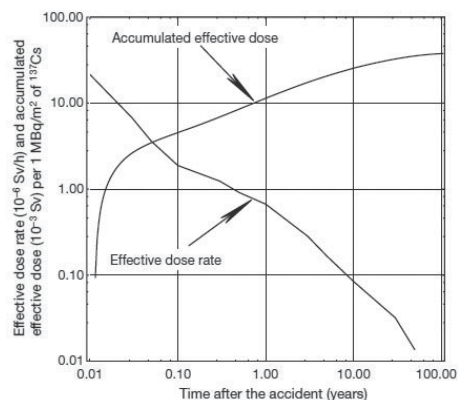


FIG. 5.8. Model prediction of the time dependence of the external effective gamma dose rate and the accumulated external effective dose to the urban population of the Bryansk region of the Russian Federation [5.7].

第1図 ガンマ線による外部実効線量率と外部積算線量のモデルによる評価
ロシア連邦ブリヤンスク地域の都市部に対する評価値

第1表 チェルノブイリ汚染の中間ゾーン(100～1,000km 圏)における成人に対する¹³⁷Csの面積当たりの密度で規格化された平均外部実効線量

	地域	E/ σ_{137} (¹³⁷ Csに関する値 $\mu\text{Sv} \cdot \text{kBq}^{-1} \cdot \text{m}^2$)				
		1986	1987-1995	1996-2005	2006-2056	1986-2056
ロシア連邦	農村地域	14	25	10	19	68
	都市域	9	14	5	9	37
ウクライナ	農村地域	24	36	13	14	88
	都市域	17	25	9	10	61

減期の核種も含めた線量の挙動がモデル化されている。第1図を見ると、事故初期の短半減期核種による急激な線量率の減少、¹³⁷Csの地中への移動などの生態学的な半減期による減小、¹³⁷Csの半減期による減小が見てとれる。このモデルにより、事故以降のチェルノブイリ汚染区域の中間ゾーン各地域における与えられた期間内での規格化された外部実効線量が評価された。ロシア連邦の農村地区と都市域、ウクライナの農村地域と都市域について1m²当たりの¹³⁷Cs濃度に対する評価値が第1表に示されている。

このような評価法から学べることは、今後、各地で生活した時の生涯線量の評価のために空間線量率の経時変化を各地で測定することが重要であることが分かる。

3. 被ばくによるリスクと日常生活におけるリスクの比較

現在、年間1mSvの線量は安全な範囲と認識されているので、70年間の線量が70mSvであれば安全の範囲といえよう。福島県で行われた各種の調査では、内部被ばく線量は外部被ばく線量より小さいので、70年間の被ばく線量を外部被ばくのみとして評価してみる。

70年間の外部実効線量を70mSvとして、事故初期1年間の外部実効線量を求めてみる。第1表より70年間の実効線量と事故初期1年間の実効線量の比は、最大で4.9、最少で3.6である。70年間の実効線量を決めておいて事故初期1年間の実効線量を求める場合、この比の大きい値が、事故初期1年間の実効線量を高く評価するので、過小評価を避けるためにこの中の最大値4.9を用いる。この場合、70年間の実効線量を70mSvとしたときの事故初期1年間の実効線量は70/4.9=14.3mSvとなる。

東電福島原発事故の影響で短半減期核種の寄与を含めた事故初期1年間の線量は、明らかでないので、実効線量に対する主要な寄与が¹³⁴Csと¹³⁷Csとなる事故3ヶ月後の線量率を用いて評価し、短半減期核種の影響は第1図と同程度であるとして補正する。第1図で事故後3ヶ月間の集積実効線量値と事故初期1年間の集積実効線量の比を用いて、短半減期核種の寄与を評価する。¹³⁴Csと¹³⁷Csだけであれば、1年間の実効線量はほぼ四半期の4倍なので、第1四半期線量と初期1年間線量の比は4である。一方、第1図より第1四半期と初期1年間の

比は1.8となっている。つまり、事故3ヶ月後の線量で求めた1年間実効線量と70年間線量の比は4.9×1.8となり、¹³⁴Csと¹³⁷Csが主要な核種となる事故3ヶ月後の線量率から求める1年間線量は8mSvとなる。まとめると70年間で平均1mSv/年とした場合に、チェルノブイリのモデルを用いると現時点での年間線量が8mSv以下であれば安全な範囲ということになる。

放射線被ばくによるリスクは、ICRPの2007年勧告に示されていて、1Svの被ばくに対して5.5%がんによる死亡率が増加するとされている。これより年間1mSvの被ばく線量によるリスクは5.5×10⁻⁵/年となる。

日常生活でのリスクは人口動態調査の死亡統計で評価できる⁴⁾。2012年の統計表によると、5.5×10⁻⁵/年のリスクは、交通事故、転倒・転落、不慮の溺死・溺水、不慮の窒息と同程度である。このようなリスクを安全な範囲と考えるのであれば、年間1mSvの被ばくは安全な範囲といえる。

このような考察から学べることは、長期にわたる被ばく線量評価には、生態学的半減期や物理学的半減期に大きく依存し、福島県における長期の測定と短半減期核種を含めた空間線量率の経時変化のモデルの確立が重要であることが分かる。

(2013年12月10日記)

— 参考文献 —

- 1) 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果、平成24年3月、文部科学省原子力災害対策支援本部、農林水産省農林水産技術会議事務局。
- 2) RADIOISOTOPES, Vo.62, No.10, 日本アイソトープ協会。
- 3) Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience, Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment' IAEA, 2006. (日本語訳は日本学術会議ホームページからダウンロードできます)
- 4) 人口動態調査の死亡統計
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_listID=000001108739&requestSender=dsearch

原子力教育研究を充実して安全性の向上を！

鍵を握る基礎・基盤の強化と人材育成

京都大学名誉教授 代谷 誠治

1. はじめに

東京電力(株)福島第一原子力発電所で未曾有の事故が発生したことを契機として、我が国の原子力安全規制体制は一変し、新規立法や関連法の改正を伴って原子力規制委員会が設置されるに至り、安全規制が一元化されて新たな枠組みが形成された。そして、事故後に行われた旧原子力安全委員会におけるシビアアクシデント対策に関する検討、安全審査指針類の見直し及び防災指針の改定に向けた検討の結果¹⁾を取り込む形で原子力規制委員会では新規制基準等の制定が行われている。新規制基準等の制定によって、原子力安全のレベルが向上することを期待してやまないが、新たな枠組みを有効に機能させて実際に安全レベルを向上させるためには、いまだに多くの課題が残されている。

本稿では、原子力安全レベルの向上を図る上で、鍵を握ると考えられる基礎・基盤の拡充と人材育成について、私見を述べさせていただくこととする。

2. シビアアクシデント、想定外事象への対応

新規制基準等によって、シビアアクシデント対策が安全規制の対象となった。これを従来通りの方法で規制することが果たして適当であろうか？ シビアアクシデントは設計基準を超える事故であり、従来の設計基準事故に対する規制の方法をそのままの形で踏襲することが適切だろうか？ 設計基準事故の範囲を拡大し、シビアアクシデントを設計基準事故として扱うということも考えられなくはないが、これのみで想定外事象に起因する事故が皆無となる訳ではない。安全規制を行う者は、想定外事象に対する備えを規制上どのように取り扱うかを考え、想定外事象に対しても対応できるように事業者を指導する必要がある。常に最適な規制方法を模索して実行に移す必要がある。原子力事業を行う者は、具体的にシビアアクシデント対策、想定外事象への対応策を立案して実行に移し、原子力安全を確保しなければならない。

原子力安全に関して、事業者は一義的責任を負わなければならない。社会に対する説明責任を負わなければならない。この責任を事業者が全うするためには、現場重視の姿勢を堅持し、常に施設の詳細な状態を把握して安全確保の状況を確認し、自らの技術能力の向上を図りつつ、

多重防護策を施設の状態に応じた最善のものとして維持することに努め、確実に原子力安全が確保できるよう継続的に改善の努力を行う必要がある。当然、ハードとソフトの両面でシビアアクシデント対策、想定外事象への対応策を策定して実行に移し、万一に備えるとともに、防災対策にも万全を期す必要がある。そして、それらの内容を規制当局はもちろんのこと、社会に説明して理解を得る努力を行う必要がある。原子力安全確保の活動は、施設の細部に至るまで知り尽くしている事業者の自主性に依拠して行われなければ、実効性の乏しいものになるおそれがある。事業者が他力本願を排して自ら考え、行動に移すことが安全確保の基本ではないだろうか？

安全規制は、その対象となる施設の特性を十分に把握した上で行う必要がある。この意味で、安全規制に従事する者は原子力事業の現場に対する理解を深める努力を行うことが求められる。その上で、原子力安全の向上に向けた事業者の自主性を助長するように安全規制を行うことが何よりも重要と考える。この観点から、原子力安全に対する事業者の取り組みについて規制当局が評価する際には、減点法を基本とするのではなく、加点法を基本とすることが望ましいと考える。また、安全規制に従事する者は、事業者の活動を評価して指導する役目を担うことから、事業者と同等以上の能力を持つように心掛け、訓練や研鑽を積み重ねることが必要と考える。

原子力は総合科学技術であり、原子力の利用は安全確保策を含めて科学技術発展の成果に依拠している。総合科学技術の発展には、その基礎・基盤を維持・強化することが不可欠である。また、原子力安全を確保するために活動を行うのは人である。結局のところ、原子力安全の確保と向上は、原子力利用の基盤となる科学技術の発展が不可欠であることは論を俟たないが、原子力を扱う人に依存するのではないだろうか？

3. 原子力の基礎・基盤技術の強化

原子力には潜在的危険性が存在する。この潜在的危険性の顕在化を防止しつつ、原子力を人類の福祉に役立てるために科学技術の成果が応用される。このことから、原子力安全を守り向上させるためには、科学技術の発展が必須であり、適宜、その成果を適切に利用することが

重要である。しかし、原子力発電の分野では、従来、既に行われている事業の安全性を強調するあまり、極度に保守的になって進取の気風が薄れる傾向に陥り、安全神話の形成に役買ったのではないだろうか？ このような流れの中で、原子力発電を支える基礎・基盤技術の維持・強化が蔑ろにされる傾向が生まれ、「原子力発電は既に確立した技術になっており、新たな研究や技術開発は無用」との論調が流布されることにつながったのではないだろうか？ その結果として、基礎・基盤技術の開発に関連した実験研究を行うために必要な施設が減少するとともに、維持に窮する基礎・基盤技術が散見されるような状況が生まれたのではないだろうか？

総合科学技術と言われる原子力を安全に利用するためには、幅広い分野の研究及び技術開発を維持・推進し、その成果を結集して利用することが必要となる。原子力安全の向上には、基礎・基盤技術の維持・向上が不可欠であり、研究・技術開発の継続・発展が必要である。研究・技術開発では、最初から最後まで順風満帆な状態で成功に至ることもなくはないが、往々にして開発途上で何らかの困難に直面し、失敗を経験することになるものである。その際、自ら課題を発見し、それを解決して乗り越えなければならない。このような経験は想定外事象への対応に必ずや有効に働くものと考えられる。規制を行う者、事業を行う者のいずれにおいても、研究・技術開発の現場を経験したことのある者を雇用するか、あるいは研究・技術開発の現場を経験させることを職員の教育訓練に取り入れていただきたい。

近年、マニュアルを整備して各種の仕事の遂行が円滑かつ遺漏なく行われるような状況を作ることが推奨されている。マニュアルの必要性や重要性を否定するものではないが、筆者にはマニュアル人間を幾ら養成しても想定外事象への対応には役立たないように思えてならない。直面する課題に自分で考えて取り組み、解決を図る機会に幾度も遭遇して実力を培うことが、想定外事象への対応を迫られたときに役立つのではないだろうか？

4. 原子力教育研究の充実

さて、我が国のエネルギー政策を巡って原子力発電を止めるか続けるかについての議論が今も戦わされている。最終的に、この結末は国民世論の動向をも斟酌し、政府が判断して決着を見ることになるだろうが、大学における原子力の教育研究に長年携わってきた筆者としては、原子力発電に関する議論の結末がどうなろうとも、原子力の教育研究については着実に推進し続けることが必要不可欠と考えている。なぜなら、原子力発電を続けるとすれば、当然のことながら、原子力安全を守り向上させるために原子力関連科学技術の発展と人材の育成が必須となるからである。また、現在、原子力は発電以外にも医療や産業の分野に広がって有効に利用され、国民生活にも

深く係わっており、その状態を維持・発展させるためには教育研究の推進が不可欠となるからである。加えて、原子力発電を終焉に導くとしても、福島第一原子力発電所の廃炉作業を例に挙げるまでもなく、長い年月にわたる廃炉や使用済燃料を含む放射性廃棄物の処理処分等の未経験で困難な作業を安全に遂行することが不可避となり、教育研究の着実な発展が必要となるからである。

大学における原子力教育においては、単なる机上の学問を習得するのみならず、実験・実習を通して実際の現象に直接触れて理解し、安全確保に必要な行動を体得して現場感覚を養うことが極めて重要と考える。しかしながら、原子力の教育研究に有用な原子力施設を大学等で維持することは年々困難となっており、多くの施設が姿を消す状況に立ち至っている。この理由の一つに大学が持つ資源では安全規制への対応が困難になっていることが挙げられている。このような状態の出現を筆者は憂慮している。当然のことながら、いかに原子力安全の向上に資するための教育研究を行うということであっても、原子力の実験教育研究を行うためには、安全規制を順守しなければならない。しかしながら、安全確保や安全規制の方法は商業用施設に対するものと横並びである必要はなく、施設のリスクに応じて最小の資源で合理的に原子力安全が確保できるように、規制当局の理解を得つつ、工夫を凝らすことが必要と考えている。

5. おわりに

筆者は、原子力規制委員会の発足に伴い、我が国における原子力の新たな安全規制体制の枠組みが形成されたことにより、確実に原子力安全が向上することを願ってやまない。しかしながら、新たな体制が整備されただけでは、「器を作って魂を入れず」という状況に陥るおそれも残っており、原子力安全が確実に向上することが保証されるわけではない。世界遺産となった富士山が雄姿を保っているのは、広大な裾野を有するからである。原子力利用の安全性を高めて人類の福祉に役立てるには、科学技術の裾野である基礎・基盤を強化し、科学技術発展の成果を積極的に利用することが肝要と考える。加えて、原子力の教育研究を充実することにより、想定外事象にも対応できる能力を持った人材を育て、世に輩出することが必要不可欠と考える。

(2013年12月10日記)

－ 参考資料 －

- 1) 東京電力福島第一原子力発電所における事故への対応に関する原子力安全委員会の活動について、<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/info/20110831.html>

福島原発事故とその後

フクシマ後の原子力安全の再生に向けて シビアアクシデント研究者の反省と教訓、今後の展望

京都大学 杉本 純

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故(福島事故)から既に3年を迎えようとし、内外の事故調査報告書もほぼ出揃った。旧原研(現、原子力機構)時代、シビアアクシデント研究に10年以上従事して、現象の解明や影響緩和策の有効性評価等に取り組み、それなりの成果を得たと思うものの、福島事故の発生・進展の防止や影響緩和に役立ったとは正直とも思えない。シビアアクシデント研究者として痛切な責任を感じるとともに内心忤ねたるものがあるが、その反省と教訓を踏まえ、将来に向けた原子力安全の展望について述べてみたい。

2. 反省と教訓

シビアアクシデント研究の成果が福島事故の発生防止に役立たなかった理由はいくつかあるが、長期の全電源喪失がシビアアクシデントに至った決定的な要因であり、研究成果が関与するような状況ではなかったことが挙げられよう。ただ、1979年のTMI事故では、溶融炉心19トンが下部プレナムに移動したが、水が存在したことで特異な冷却メカニズムが働いて原子炉圧力容器の健全性が保たれたことが過大視されたことも影響しているように思う。溶融炉心の量が多かったり、下部プレナムの水量が少なければ、原子炉圧力容器は容易に溶融貫通することが示されるが¹⁾、TMI事故の場合、運転員が交代して加圧器逃し弁開固着に直ぐ気付いた、電源は全て生きていたなど、他にも幸運な面が多かったのが看過され、チェルノブイリ事故と比べて「軽水炉はシビアアクシデントに対して頑強」との根拠のない誤解があったように思う。

福島事故で使われた代替注水や格納容器ベントなどのアクシデントマネジメントは、1990年代半ばに電気事業者の自主的措置として提案された。原子力安全委員会におけるアクシデントマネジメントの検討に専門家として参加したが、当時でさえ地震に起因するリスクは内部事象に起因するリスクと同程度かそれ以上との予想があったが、外部事象の評価は技術的に困難ということで、内部事象に起因するシビアアクシデントだけに検討範囲が限定された。検討範囲になぜ強く疑問を呈しなかったか、アクシデントマネジメントに関する設備は念のため

耐震性を上げることをなぜ主張しなかったのか、PSAの計算を過度に信じずなフィルターベントにすべきと主張しなかったかなどが私の大きな反省である。「シビアアクシデントが発生しつつあるか既に発生している状況で格納容器ベントの弁を手動で開けることが本当に可能なのか」と質問したが、当時の通産省の答は「可能」との説明だった。福島事故では高線量のため、運転員が弁の所までたどり着けずに引き返したのは承知の通りである。福島事故の経緯を見るとアクシデントマネジメントは技術的には全く不十分だったことが悔やまれる。

そもそもアクシデントマネジメントは規制要件ではないことから、全体に「出来る範囲でやれば良いか」のような雰囲気があった。また、発端となった1992年の原子力安全委員会のシビアアクシデント対策を奨励する声明にも、「これらの諸対策によってシビアアクシデントは工学的には現実に起こるとは考えられないほど発生の可能性は十分小さいものとなっており」²⁾との前書きがあり、この文言が繰り返されることにより、私を含めた関係者さえ「我が国ではシビアアクシデントは起きない」とのリスク意識の欠如に陥っていたように思う。

TMI事故を契機として開始されたシビアアクシデント研究は、チェルノブイリ事故により内外で加速されたが、我が国では2000年代初期のアクシデントマネジメント対策のプラント配備により、人員、予算規模が1/10～1/20もの急速な減速を余儀なくされた。産業界や研究所のシビアアクシデント研究者は散り散りとなった。欧州や韓国、中国等ではその後も活発な研究が続けられた。外部事象に起因するシビアアクシデント対策という話の半分以上が残されているのに全てが完了したような誤解が広がった。欧米と比べて外部事象に起因するシビアアクシデント対策に我が国の規制は未着手のまま福島事故を迎えることになった。

3. 今後に向けた展望

(1) シビアアクシデント研究

福島事故を踏まえて、今後さらに強化すべきシビアアクシデント研究課題についての検討が内外で進められている。日本原子力学会では、福島事故前から熱流動部会熱水力WGの下にシビアアクシデントSWG(主査:阿

部筑波大教授)において研究課題の整理と優先度付けが行われ、事故後に見直しが行われた。一方、解析モデルの開発・改良の観点から、「シビアアクシデント評価」研究専門委員会(主査:岡本東大教授)が23年10月よりPIRT(Phenomena Identification and Ranking Table)手法に基づく研究課題の抽出を進めている。25年2月より、既設軽水炉の安全対策の高度化を図る観点から、国が実施すべきシビアアクシデントを含む安全研究の網羅性や緊急度・重要度を明確化する技術マップの策定が「安全対策高度化技術検討」特別専門委員会(委員長:関村東大教授)で進められている。さらに、25年10月からは熱水力WGの下に基盤技術SWG(主査:筆者)において、シビアアクシデント研究ロードマップの作成に着手している。シビアアクシデントが仮に発生しても、住民の避難が不要な原子炉の開発は一つの究極の目標であろう。今後はこれらに基づき、重要なシビアアクシデント研究が着実に実施され、その成果が現場等へ反映されて行くことが期待される。

(2) レジリエンス工学

現在、再稼働に向けて、原子力規制委員会が策定した新規制基準への適合性審査が進められており、津波対策としての防潮扉、電源設備の強化、格納容器フィルターベントなど主として設備の対応が中心となっている。設備対応と手順書の整備、それに基づく教育訓練はもちろん重要であるが、TMI、チェルノブイリ、福島事故とシビアアクシデントが全て想定外の事象に起因することから、今後リスクの高いことが起きるとすれば、やはり想定外の事象に起因する可能性が高い。その場合、福島事故のように、準備した設備や資材、手順書は直接は役立たないことが予想される。こうした究極の状況下でも、現場のリーダーは、極めて限定された情報の下、物理現象の本質的な理解に立脚した知識、経験、予測に基づき、既存の設備や資材、人員を最大限柔軟に活用することにより、適切な対策を立ててそれを実施しつつ、最悪だけは避けて成功裏に事故を収束することが求められる。ここ数年、特に福島事故後にその重要性が指摘されているこうしたレジリエンス工学²⁾について、方法論の確立、効果の評価などの研究を進めるとともに、現場の教育訓練に反映させることが望まれる。

(3) 原子力人材育成

12月に発表された経済産業省エネルギー基本計画案

では、原子力発電を重要なベース電源と明確に位置付けている。また、福島原子力発電所の廃炉だけでも今後30～40年の期間が掛かるとされており、産業界はニーズが高いアジア、中近東などへの原子力発電の輸出に力を入れている。今後も質の高い技術者・研究者人材が相当数必要となる。若手の参画を図るためには、新型炉開発や安全性の大幅な向上など魅力的なテーマの提示が必要であろう。さらに輸出先の外国での人材の育成も重要になる。内外のニーズに対応した原子力人材育成を産官学の連携協力により、効果的、効率的、戦略的に実施するため、原子力人材育成ネットワークが22年11月に設立された。しかし、福島事故の発生により状況は大きく変化し、国際的にも欧米、ロシア、韓国などと競合が進むことから、今後は内外の原子力人材育成戦略を見直し、具体的なロードマップを策定して進めることが求められる。

4. おわりに

米国の9.11テロでそれまで飛行機で国内移動していた人が車で移動した結果、2002年1年間だけで約1,600人が車の事故により余計に亡くなったと評価されているが、我が国でも原子力発電を全て停止して化石燃料で発電すると、1年間で約3,000人が大気汚染により余計に死亡するとWHOのデータに基づき評価されている³⁾。原子力発電を見直した新エネルギー基本計画は、エネルギー安全保障、地球環境、経済性ばかりでなく、その意味でも我が国の将来の健全な発展にとって朗報である。福島事故で得られた貴重な教訓は、世界の原子力国が共有することにより、既存炉の安全レベルを格段に向上させるとともに、将来的には避難が不要な原子炉を開発してリプレースや新設につなげていくことが望まれよう。その際、シビアアクシデントを含む重要な安全研究を着実に実施すること、レジリエンス工学の応用により想定外事象への耐性を高めること、原子力人材育成を確実に進めていくことが重要と思う。

(2013年12月10日記)

— 参考資料 —

- 1) Y. Maruyama, *et al.*, *Nucl. Eng. & Des.*, 187, 241-254 (1999).
- 2) 北村正晴, 原子力安全論理の再構築とレジリエンスベースの安全学, 日本原子力学会誌, 54(11), 721-726 (2012).
- 3) 藤沢数希, 「反原発」の不都合な真実, 新潮新書, (2012).

福島原発事故とその後

福島事故が教えてくれた日本の実力

新潟県刈羽村長 品田 宏夫

1. 後悔と反省

3月11日、刈羽村議会は新年度予算も通過し議員提案の最終議題を審議中だった。長周期の大きな揺れに身構えたとき「とうとうきたか」という感があった。列島を横断してこれほど揺らすからには大規模のプレート地震が起きたとピンときた。

時を遡ること7年、平成16年10月に私たちはかつてない震災に見舞われた。中越大震災である。その日から3年たたぬ7月に二度目の震災を経験した。中越沖地震である。

直下型の揺れを身をもって体験した。はじめの地震は震度5.6(6弱)、二度目は6.0(6強)だった。震度6弱の被害も想像を超えていたが6強の威力はすさまじかった。直近の柏崎刈羽原子力発電所も最初の地震では何事もなかったかのように平穩に発電を続けていたが二度目はそうはいかなかった。

運転していた4つのプラントはかつてない揺れにさらされ全て緊急停止。安全に停止したものの膨大な作業量の地震対策がここから始まった。

想定を超える加速度で揺すられた発電所だったが耐え抜いた。これで安心してしまったこと、そして耐震性能至上主義に陥ってしまったことがそれ以外の危機対処をベールの向こうに追いやってしまったのではない。

課題克服に総力を挙げて取り組むことは重要だがどこかにしわ寄せがくるようではいけない。安全対策の様々なテーマは想像しうる全てにバランス良く取り組まなければならない。

2. 見えない危険

「しまった!」……危機回避に際して不注意な行動が危機を増大させてしまったときの言葉である。不注意は用意周到な対処で避けることは可能だ。「そんなバカな!」……あり得ないことが起きてしまったときの言葉であるが、もうひとつのケースがある。目に見える事実を認識させないように脳がウソをつくのである。非注意とでもいうべきか。

夜空が白む明け方、人気のない通りに新聞配達員の姿は認識できても、いるはずのない幼子の姿は認識できない。目には見えても脳が見ていない。錯覚である。

運転手の錯覚は幼子に深刻な事態を招くことになる。社会の錯覚も同様である。そしてこの錯覚は防ぐことが

できない(クリストファー・チャブリス/ダニエル・シモンズ共著・文藝春秋社『錯覚の科学』に詳しい)。

そんな事態があることを自覚しておくことのみが対処法である。

想定外の危機を想定するのは不可能であるから回避方法などあるわけがない。しかし想定できたとしても錯覚による不認知は起こりうるのだ。

福島事故は想定できていながら認識できなかったところに不幸があった。日本社会全体が錯覚していたのではない。あるはずがないと思い込めば見えているものも見えなくなるのだ。

対処は一部の関係者だけが心がけていればいいというものではない。社会全体がそのことを理解している必要がある。なぜなら「そんなバカな」ことに対処することを社会は簡単に認めてくれないからである。

「……………」危機回避の失敗が怠慢にあることを自覚しているときは無言である。

3. 危機対処・決断力

SPEEDIによる放射性物質拡散予測が機能しなかったのは「正確な放出量が得られなかったため」らしい。少なくとも事故直後にはそう聞いた。

正確な情報提供は大事なことだがとりあえず命や健康を守るために、不正確でも情報発信しようと思わなかったのか。

命や健康と正確な情報発信を天秤にかけて正確さが大事だと判断したのなら、良識は疑うがまだ救いようがある。人を守るという選択肢があるからだ。

「ここで正確な情報をあげないと何を言われるか分かったもんじゃない」などと自己の保身を考えてためらったのなら言語道断、問題外である。

私は平成14年8月に当地の陸上自衛隊関山演習場で自衛隊の原子力防災訓練を視察したことがある。万全の防護服に身を包んだ偵察ヘリのパイロット、分厚い鉛ガラスを前面に装着した装甲車による負傷者救出訓練、除染訓練と感服させられる内容だった。

あのヘリは汚染地帯上空へモニタリングで飛んだのだろうか。地震・津波の被災地に向かえという救助命令は電光石火のごとく出されたと聞く。

会社の社長は最高責任者で指揮官である。事故発生直後、遠隔地にいた当時の清水社長は小牧空港から自衛隊

機で東京に向かった。しかし浜松上空で指示により引き返す羽目になった。民間人が自衛隊機を利用することどこかの誰かが難色を示したらしい。

大惨事を想定し、指揮官をいち早く司令部へ送れと判断したのは全く正しい。引き返せと命令したのは何を考えてのことか想像もつかないが全く間違った決断である。パイロットの苦悩は察して余りある。

しかしこれがあの時の日本の実力なのである。危機対処は経験のない、しかも迅速に下さなければならない決断の連続である。

決断力がこの国には欠けている。一番大事にしなければならない能力ではないのか。福島事故はその現実を露呈させてしまった。対策本部には決断できる人材がいなかった。

4. 新たなリスク

社会に不要なものが存在し続けた例はない。経済性がマイナスのものも存在し得ない。かなり特殊な例を除いてこれは現実である。全てのものは存在すべき理由と価値があって社会に存在するのだ。

原子力発電が止まっている。代替火力発電の燃料費が年間3兆6,000億円余分にかかっているらしい。

電力6社がすでに値上げした。値上げ審査中の中部電力が申請どおりに認可されると7社合計で年間1兆4,600億円の料金値上げとなる。これは「らしい」では済まない現実である。暮らしや経済の脅威にならないと考えるのはいかにも浅はかだ。

今年の新潟は真夏から一転冬になってしまった。秋晴れの空をしみじみ眺めた記憶がない。10月半ばから呆れるほどの雨空が続いている。世界的に見てもそうであるように気候が激しさを増しているのではないか。

COP19会合で温暖化対策を後退させた日本は失笑を買うどころか怒りさえ買ってしまった。失態を肝に銘ずべきである。

中国由来の大気汚染物質が問題化している。彼の国は原子力を利用して問題解決を図ろうとしている。中国の原子力利用は日本にとっても必要なことではないのか。

原子力発電に賛成・反対という対立は不毛である。賛成の主張は必要・不要論を論じ、反対の主張は危険・安全論を論点としている。全くかみ合っていない対立構造を永らく放置してきた。

必要性和安全性の縦軸・横軸は平面に書かれていなければならない。空間に2軸を置いて、その間隔を無視し続けてきたが福島事故はその間隔をさらに広げてしまった。結果、現実的な議論ができなくなってしまっている。

原子力を利用して安全に発電できないのだろうか。福島事故直後の3月末日、25基のプラントが2,326万kWの出力で発電していた。最後に泊3号機が停止したのは翌年の5月である。安全に発電を続けてきた事実がある。

5. メディア

事故後、CNNだったと記憶しているが、福島由来の放射性物質が太平洋を渡って米国内で検出されたことを報じていた。全く微量で心配ないことについてバナナを用いて説明していたがそんな報道ぶりは決して日本国内でお目にかかれない。

原子力マターは数あるニュースの中でいつも特別扱いである。特別扱いするからにはその理由があると思われるが私には分からない。

再稼働問題を立地地元の経済問題に矮小化しようとする報道に辟易した一時期がある。嵐のように報道された頃を思えばあたかも問題は解決したかのように感じられる。停止中の今、何ら事態は変わっていないのだが。

エネルギー問題が地方の経済問題であるはずがない。日本の生命線である中東がどうなっているのか。世界のエネルギー事情がどうなっているのか。メディアを通じて学習したいのだ。その上でエネルギー政策を考えたい。広く国民に学習機会を与える力があるのはメディアをおいて他にない。

6. 技術力・経済力

昭和45年、大阪万博の年に16,765人が交通事故で亡くなっている。平成24年の死者は4,411人となり、なんと昭和26年以降最少となった。警察発表では飲酒運転や速度違反などの悪質事故の減少やシートベルト着用率の向上などがその要因とのこと。だが私は違う見方をしている。車の性能進化である。とにかく安全な車ができるようになった。技術の進歩である。

そして安全な車を買えるだけの財を全ての人が持つようになった。交通環境が劇的に向上した。安全な道路を作る実力が社会にある。経済力の向上である。

技術の進歩に経済力は不可欠であるから、少々短絡的に過ぎるが豊かになって人の命が救われたのである。

「命とお金とどちらが大事か」などと問う人にこのロジックは理解できまい。

経済力が毀損された社会で命を守る仕組みは機能するだろうか。冷静に考えてみてほしい。

都内の路上でテレビインタビューを受けた故吉田昌郎氏が笑顔で話していたのが印象に残っている。惨事を、それでもコントロールできたことの安堵とこの大事故を乗り越えようとする気概が私には伝わってきた。志半ばで病に倒れてしまった偉大な指揮官の冥福を祈りたい。

技術立国・科学立国は日本に冠せられる名誉ある称号である。しかし福島事故で覇気を失ったように見えるこの国に似合う言葉ではない。技術者たちはもっと語らなければならない。そして覇気を失ってなどいないことを証明しなければならない。

(2013年12月10日記)

原子力安全の課題と学会の役割

安全部会報告書と学会事故調から

東京大学 関村 直人

1. 福島第一原子力発電所事故を踏まえて

原子力発電所は最も複雑な巨大人工物システムであって、その安全を確保するために、全体を俯瞰する意識的な努力が必要である。複雑なシステムを設計し運用するために必要な領域の間に抜けがあれば、システムの弱点となり事故の起点となりうる¹⁾。福島第一原子力発電所事故を踏まえて、原子力安全の確保のためにこれまでに掲げられてきた方法論や考え方のうち、変更を加えるべき事項を提示することに加えて、変わるべきではない原則を明らかにすることが重要であると考えられる。

2. 深層防護による安全確保

原子力施設における安全確保の目的は、人と環境を放射線による被害から守ることである。そのために十分な余裕を持った設計基準が設定されるべきであり、かつ設計基準を超える事態が起こることを想定して、多層の安全対策を用意しておかなければならない。これが深層防護の基本であり、事故後も変わることのない安全の基本的な考え方である。

深層防護に基づく安全確保は、単なる設備設計への要求だけでなく、不断の設備管理から万一の事故における適切な管理・運用を含んでいる。十分な安全性が確保されたかの確認は、確率論的リスク評価を用いるべきである。加えて、たとえリスクが小さくとも、リスク低減に効果がある設備の改良や運用手順の改善等を継続的に進めなければならない。

原子力発電所において、設計基準事故を超えて炉心の溶融に至る過酷事故のリスクは従前より認識されてきた。しかしながら機器の内的誘因に基づく多重故障対策と比べて、外的誘因、特に津波に対して十分な深層防護対策がなされておらず、安全向上策がとられていなかった。この結果、福島第一原子力発電所では、設計条件を超えた津波によって安全機能を有する機器の共通原因故障が引き起こされ、極めて大きな事故に至った。一方、女川原子力発電所や東海第二発電所では、津波によるリスクを回避するために特別な配慮をして敷地高さを決定する、あるいは新たな知見に基づいて防護すべき津波高さを順次見直して対策をとっていたことが、結果として過酷事故を回避することにつながっている。

地震以外の外的誘因に対しても設計基準を強化するとともに、注水・冷却系の多重性や電源配置の多様性の確保、過酷事故が実際に起こった環境でのアクシデントマネジメント(AM 策)の実効性確保が必要である。これらに加えてサイトの外からの種々の支援を含む緊急防護策を準備する等、深層防護のための各層を独立して完備することが必須である。

自然現象に対する防護レベル設定には、不確実性に基づく困難さが伴う。設計基準を超えて過酷事故の領域に至った場合に起りうる事故進展シナリオを網羅しておくことは極めて難しいことから、AM 策として可搬式設備等で柔軟性、融通性のある対応が効果的となる。また、緊急時における人間の高度な判断力と統率力とこれらに基づく組織マネジメントが重要となる。

3. 原子力防災

福島第一原子力発電所事故直後の緊急防護措置は、事前に定められた手続きとは異なった形で実施され、多くの混乱があった。緊急防護措置の実施は予測システムによる勧告ではなく、発電所の状態に基づいて、避難区域が3、10、20kmと順次拡大されたが、結果的には住民に確定的健康影響を生じさせるような放射線被ばくは回避できたと考えられる。しかし、病院等での要支援者の避難が適切に行われず、犠牲者を出すこととなった。

原子力防災には、放射線防護と安全にかかわる原則に基づいた事前計画の策定が極めて重要である。IAEAの防護基準によれば、緊急防護措置には事故初期の事象進展に関する情報が限られ、放出放射線量評価による敷地外での被ばく線量予測評価には不確実性が大きいことから、あらかじめ決められたプラント状態に関する判断基準によって、あらかじめ決められた範囲の予防的防護措置が迅速に実施できるよう準備が必要とされている。また避難と一時的移転は、安全に実行可能な場合にのみ行うべきであり、避難実施中に生命に危険を及ぼすようなことがあってはならない。また屋内退避は、避難や移転が安全に実施可能となるまでの短期間のみとすべきとされる。

緊急時管理では、住民の健康を護るという目標を達成するため、緊急事態の時間的推移に対応した関係機関の

責務の明確化が重要である。これらの原子力防災に関する緊急防護措置は、原子力災害以外の緊急事態への対応の取り決めと適切に統合化されるべきであろう。

4. 原子力安全規制のあり方

原子力安全を達成し、国民から信頼される安全規制を進めるための基本要素として、科学的合理性の徹底がある。現在、原子力規制委員会が定めた新しい規制基準が施行されているが、規制機関においても継続的な改善は必須であって、最新の科学技術的知見に基づいて安全規制がなされるべきである。

またリスク情報を活用した安全規制が採用されるべきであり、リスクに基づいて様々な活動のための資源を重点的に割くグレーディッドアプローチは、事業者のみならず規制機関にも要求される。個別リスクの詳細化のみならず、他の有意なリスクや対策に抜けがないかを検討できるよう、総合的な判断が重要である。

これらのためには安全目標を設定して、実施すべき活動や施策を検討しなければならない。また規制基準の性能規定化を進め、規制上の要求事項は規制当局が自ら定め、それを達成する詳細規定は、最新の知見に基づいて策定された学協会規格を厳格にレビューした上で活用することが有効となる。産官学が協力することと規制が独立性を保つことは、同時に達成されるべきである。

危機管理能力を有し、総合的な意思決定に必要となる知識基盤を継続的に収集評価するためには、専門家人材評価・育成制度や人事制度を含む、国としての基盤が確立されることが重要である。

5. 安全の基盤としての多様な局面・場面に共通するコミュニケーション

コミュニケーションは、原子力安全に関する課題に共通する重要な因子である。原子力は総合的な科学・技術であり、リスクの評価には異なる領域間のコミュニケーションとこれらに基づいた工学的判断が要求される。津波高さの設定での本質的な情報交換と議論の不足に見られたように、原子力安全のためには、異なる専門分野間の共通認識が重要である。原子力安全の専門家は俯瞰的視野と高い倫理観を持って、コミュニケーションを率先する役割を担わなければならない。

6. 今後の安全研究

研究を実施する者は一般的に、自らが得意とする分野を深めようとするものである。一方、複雑なシステムの安全は、専門分野や領域の隙間から破綻すると考えられる。原子力安全のためには、俯瞰的な視点を維持してあるべき姿を議論して、研究計画を立案し、その成果が活用されるようにしなければならない。現在の技術を直視することによって、取り組むべき課題の全体像を総合的

に検討し、継続的に改善を進めることが重要である。このためには原子力安全の目標を達成するために重要な課題を具体化する中長期的な研究ロードマップを策定して、研究成果の評価に基づいた見直しを不断に進めなければならないと考えている。

安全研究には新たな科学技術的知見に関する議論に基づいて、潜在的に存在する問題を指摘し、警鐘を鳴らすことが期待される。また内外での運用経験から得られた知見を広く収集し、分析することが必要である。

多様な外部事象に対する安全確保のための体系的な研究に加えて、リスク認知にかかる研究やコミュニケーションに関する課題等についても総合的に議論を進めることが要請される。なおこの観点からは、安全研究と並んでセキュリティに関する深く広い研究も重要な課題である。情報公開のあり方を含めて難しい課題であるが、取り組む必要がある。

高い科学技術的能力を備えた安全研究従事者を確保することが、これらの基盤となることはいうまでもない。

7. アカデミアの責務と日本原子力学会

原子力を利用することによる様々な負の側面が、福島第一原子力発電所の事故において、顕在化することとなった。アカデミアは、日本学術会議が2013年1月に改訂した「科学者の行動規範」²⁾に基づいて、原子力安全のための責務を果たさなければならない。原子力安全確保のための基本的考え方を示し共有することは、アカデミアとしての日本原子力学会の責務である。日本原子力学会は、原子力安全部会報告書や学会事故調で明らかにしてきた事故の教訓を着実に具体的対策へ反映しつつ、事故炉の廃止措置、周辺環境の回復と被災地域の復興という重要な課題にも取り組んでいかななくてはならない。

一方で、原子力が将来にわたりもたらすことが期待されるプラスの側面を具体化することも、日本原子力学会としての責務である。原子力発電プラントの安全確保のために、社会や経済に深くかかわる巨大複雑系システムとしての特性を踏まえた総合的取組を進める必要がある。俯瞰的な視点を有する人材育成や異なる領域を横断する研究基盤を充実させ、その成果を広く発信するとともに、多様な対話を図ってゆくことが重要である。これらによって、原子力が人類の健康と福祉、社会の安全と安寧、地球環境の持続性に寄与し、福島第一原子力発電所事故で失われた国民の原子力に対する信頼を回復させ、国際社会に貢献できることを強く望むものである。

(2013年12月9日記)

－ 参考資料 －

- 1) 日本原子力学会原子力安全部会、「福島第一原子力発電所事故に関するセミナー報告書－何が悪かったのか、今後何をすべきか－」,(2013年3月)。
- 2) 日本学術会議、「科学者の行動規範」改訂版,(2013年1月)。

福島事故で思ったこと 原子力損害賠償制度など

東京工業大学 関本 博

1. はじめに

福島事故が発生して間もなく東工大を退職しました。その後、日本を離れていることが長く、私に入ってくる事故の情報は貧弱なものですが、学会からの執筆要請ということなので書かせていただきました。内容は「福島事故に関するものであれば、ご一任」ということですが、まともに書きだすと与えられたページでは収まりませんので、限定されたテーマで気がかりになっていることについて少し書くことにしました。

気がかりになっていることとは、責任はどこにあり、損害をどう償うかということです。原子炉事故のリスクをどう扱うかということでもあります。リスクを扱う最も普通のやり方として誰でも考えるのが保険であり、私もこれについて考えてみました。あまり議論されていないと思っていたのですが、結構、インターネットでヒットしました。しかし、どれも問題点をあげつらうだけで具体的な解決法を示していませんでした。本稿では私なりの考えを記述しました。

現在、中国にいますが、情報探して使っている Google が日本とはかなり違ったふるまいをします。そのため短期ですが帰国した時、短時間で書きあげました。細かい記述に誤りがあるかもしれません。ご容赦ください。

2. 責任を取るということ

福島第一事故では直接の死者は出ていないと報告されています。津波で多くの人命が失われたのと比較すると、賠償額は出しやすいでしょう。その損害額は、2011年のコスト等検証委員会報告書で「最低で約5.7兆円」になっているという記事がありました¹⁾。時間経過とともに大きくなっているようなので、今ではもっと大きな額になっているかもしれません。

この損害の責任は誰で、どのように償うかについては「原子力損害の賠償に関する法律」というのがあるので、手元の2003年版「原子力規制関係法令集」で調べてみました。第三条に（無過失責任、責任の集中等）として、「原子炉の運転等の際、当該原子炉の運転等により原子力損害を与えたときは、当該原子炉の運転等に係る原子力事業者がその損害を賠償する責めに任ずる。ただし、

その損害が異常に巨大な天災地変又は社会的動乱によって生じたものであるときは、この限りでない。」と書かれています。つまり責任集中により原子力事業者が無過失責任を負うと読めます。その責任額の上限については書かれていないので、無限責任ということになるのでしょうか、必要なときには政府が援助するというもののようです。

3. 原子力損害賠償責任保険

どのようにして損害賠償するか更に踏み込んで、以下のような記載があります。（損害賠償措置の内容）として第七条に「損害賠償措置は、原子力損害賠償責任保険契約及び原子力損害賠償補償契約の締結もしくは供託であって、その措置により、一工場若しくは一事業所当たり6百億円（以下「賠償措置額」という。）を原子力損害の賠償に充てることができるものとして……」。古い法令集なので、ネットで賠償措置額を調べてみたところ、10年ごとに見直しが行われていて、今は倍の1,200億円ということになっています。福島事故の後、保険料率は1万分の3から1万分の20に引き上げられたということですが、肝心の保険金はそのままでのようです²⁾。

実際には国が足らない分の面倒をみるわけで、実態もそのように進んでいるようです。しかし保険金というのは損害額を全てカバーしているのが望ましいと思います。大きな額になれば、通常そのような損害が発生する確率は低くなり、保険料率を低くできるはずですが、保険金や保険料が大きくなるのも問題ですが、運転されている原子炉の数が少なく、大数の法則が働かないので、保険経営がうまくできないというところも大きな問題でしょう。

これらの問題を解決する方法として、まず保険料率を電力会社と保険会社で合理的に設定し、保険金の額が想定される最大の損害額になるように、国と保険会社が分担するというような具合にはいかないのでしょうか。このようにすれば、合理的な保険料率で民間会社も参加でき、事故時にはその損害の殆どを補償することができそうです。国には事業者から毎年保険料が入ってきますが、これは国のレベルならうまく運用できると思います。

電力会社は保険料率をできるだけ低くしたいと努力す

るでしょうし、保険会社は保険料率を高くするため非常な努力をするはずで、電力会社の努力は安全性を高める方向に働き、保険会社の努力も事業者や国の検査機関が見落としていた危険性を見つけてくれるかもしれません。いずれの努力も原子炉をより安全なものにします。このようなかたちで合理的に定まった保険料率で保険を運営することは国にとっても得をすることです。

それにしても今回の事故から予想される保険金は高すぎます。多分このようにして、保険料を決め、総括原価方式を使って電力料金を決めると、原子力発電の値段はかなり高くなることでしょう。この原因は原子炉そのものの特性だと考える人がいるかもしれません。しかし私はこの額は原子炉の種類によって大きく異なると考えています。原理的に安全な原子炉なら当然保険金も少なくなります。

4. 固有安全炉

原子炉はどうせ放射性物質を作っているのだから、どのような原子炉でも事故が起これば同レベルの被害がでると考えている人が多いのではないのでしょうか。私は革新的原子炉とか固有安全炉とか呼ばれている原子炉を研究してきました³⁾。これらの研究から言えることは、災害規模が極端に小さくなるような原子炉の設計は可能だということです。EPZ (Emergency Planning Zone) が原子炉敷地内におさまるような設計さえ可能です。これだと、今回のような原子炉周辺の住民の避難や、住民の土地が将来利用できなくなるといったことは起こらないことになります。

かつて TMI 事故が起きた後、固有安全炉が提案され、世界各地で研究開発されました。ここでは受動的安全性が強調され、原子炉安全の基本となっている「止める」「冷やす」「閉じ込める」のうち能動的方法に頼っていた「止める」と「冷やす」を受動的な方法に置き換えました。ここで小型化が重要な役目を果たしますが、小型化は「閉じ込める」に対しても望ましく、さらに耐震性や免震性に関しても優れています。出力の空間分布も安定しますし、簡単な原子炉になることから事故発生率も下がると予想されます。

5. 小型炉の経済性

しかし小型炉はスケールデメリットが大きく、従来の原子炉に比べ経済性で劣ると考えられます。最近、小型炉が関心をもたれたことから、インターネットで小型炉の経済性を論じているものがありました。小型にしても運転員の数ほとんど変わらないから、単位出力あたりの運転コストは出力に反比例して大きくなるというものです。実際には同出力の原子炉サイトで考えるべきで、この場合モジュラー炉を採用するので、運転コストはこれほどまでに大きくならないはずで、

かつて小型炉について検討したとき、多くの経済的なメリットが指摘されました。あまりにも多いので、項目だけ並べておきます。①いくつかの安全装置不要、②大量生産(原子炉そのものの工場生産)によるコスト減、③許認可費用減(型式認定、一括安全審査、安全の審査・設計及び工場計画認可業務の合理化による工程短縮、規制体系・規制活動の高度化)、④設計改善・開発が容易、⑤習熟効果大、⑥建設行程短縮(設計安全解析期間の短縮、工場制作化による現地工事簡素化、工場検査化による現地検査削除)、⑦稼働率向上(モジュラー化による運転計画の柔軟性、機器・コンポーネント数減による定期検査のための停止日数減、システムコンポーネントのバック化による現場取り替え工場修理、システムの簡素化と高度自動化による信頼度向上)、⑧立地容易(立地基準における隔離距離の短縮、都市近接・需要地内設置の実現、中小立地や軟弱・浸水地盤立地等での設置)、⑨廃炉工事の単純化(高レベル機器の解体作業が容易、高レベル大型機器の梱包輸送)、⑩投資リスク減。

6. 固有安全炉の研究開発

残念ながら、今までに実用化された小型固有安全炉はありません。既に軽水炉が実用化されていることや、高速炉が国のプロジェクトとして開発されていることから、固有安全炉に対して国が本格的な援助をするということもなく、有志がささやかな研究を続けてきたというのが実情です。

事故が発生しても一般公衆に死者が発生し得ないような原子炉が可能だとすれば、安全性を経済性の中に取り込めるはずで、原子炉炉型間の競争はそのような安全性を取り込んだコストで競争するのがよいと思います。そのとき固有安全炉がどのような位置を占めるのか、強い関心をもっています。

(2013 年 12 月 5 日 記)

— 参考資料 —

- 1) http://www.nikkei.com/article/DGXNASFS0602I_W1A201C1EE2000/?nbm=DXNASFS0602U_W1A201C1MM8000
- 2) <http://www.yomiuri.co.jp/feature/20110316-866921/news/20120120-OYT1T01248.htm>
- 3) 関本博, 「理工系のための原子力の疑問 62」, サイエンス・アイ新書, ソフトバンククリエイティブ, p. 188-201 (2013).

福島事故後の原子力人材育成をどうすべきか 大学教育を魅力的にするには

福井大学附属国際原子力研究所 竹田 敏一

1. はじめに

福島原子力事故が発生して、早2年10ヶ月が過ぎようとしているが、サイトの汚染水対策、デブリ燃料の取り出し等、種々の課題が取り残されたままである。放射性物質の環境への放出による放射線被ばく、特に低線量被ばくの許容性の問題、原子炉プラントの安全性はどこまで考えるべきかについて、まだまだ日本としての方針がまとまっていないのが現状である。本稿では、まず原子力界に望みたい項目について述べた後、今後の原子力を担う学生への教育方法、優秀な学生に原子力に来てもらうために何をすべきかについて述べる。

2. 原子力界に望みたい項目

福島原子力事故が発生した根本的原因はハード、ソフト両面での原子力システムの安全性確保、原子力防災面での対策を含む総合的な安全性確立を怠ったためである。今後、地震、津波、火災等の自然現象、さらにはテロに対する安全評価はプラントだけでなく、立地に対しても確率論的リスク評価に基づき実施されるべきである。

原子力事業者として原子力の運転、管理にかかわるのは、原子力プラントの各分野を知り、異常が生じた場合に適切な行動をとらねばならない。このためには、常日頃から現場の保守、点検を行い、事故に発展したときの対応を身につけなければならない。また、電力、メーカーに共通するが、確率論的リスク評価によりプラントの各部位の強み、弱みを見出し、弱みを自主的に補強する体制が必要である。この作業には、電力とメーカーのコミュニケーションが大切である。さらに、福島事故の現場を見て、地域住民の方との接点をリスクコミュニケーションを通して見出し、人と人との信頼感を第一歩から構築すべきである。

原発立地地域、周辺地域では、放射線モニタリング体制を取りまとめ、事故が発生した場合、避難が必要かどうか、必要な場合にどのような方法、ルートでどこに住民を安全に避難させるかを決めておかねばならない。

安全規制の面でも原子力安全性を深層防護の考えに基づき、確率論的リスク評価で審査すべきである。シビアアクシデントに対する防護・緩和対策をプラントだけでなく破砕帯等に対する立地条件も確率論的リスク評価を

取り入れ、トータルとしての安全性確保を図ることが必要である。それには工学的施設も考えて、どのような方式が望ましいかを判断すべきである。さらに、規制側はいろんな意見、考えを聞き、開かれた場で規制に係る方針を議論すべきである。米国のNRCはNEIとのコミュニケーションを持ち、米国原子力学会でも議論する場を持っており、開かれている印象があり、日本も見習うべきと考える。開かれた議論を通して、今後の原子力プラントの安全審査指針を慎重かつ早急に定めるべきと考える。

大学の役割として、今後なにが望まれるであろうか。以上のような幅広い分野をカバーしなければならないのが、原子力の教育・人材育成の使命である。そこで、これから、原子力の将来を担ってくれる若手人材が原子力に来てくれるのか？ そうするためには、今原子力教育として何をすべきか？ について考える。教育の充実による原子力事故の防止・緩和は重要な課題であるが、それだけでは将来、原子力界に優秀な人材を引っ張れない。数十年に及ぶ廃炉、汚染対策を安全に実施していくには原子力に従事することのインセンティブ、誇りあるいは夢が必要になる。そこで、4節では、原子力の夢について述べる。

最後に、放射線、原子力プラントの安全性に係る情報を的確に社会に伝えるのも大学、日本原子力研究開発機構等の役目ではあるが、誤った情報を流してしまうと、世間からの信頼感もなくなり、さらに情報除染対策が大変になる。このことを踏まえて、大学人として行動すべきと考える。

3. 大学教育

福島原子力事故が発生する以前の2011年までは、原子力教育も従来からある、原子物理、原子核物理、原子炉物理、熱流体力学、核燃料・材料、再処理工学、原子力工学、核不拡散、エネルギーと環境、原子力法規等のカリキュラムを中心にし、実験・実習、学外でのインターンシップ等による学生自らの体験を加えたものが大半であった。福井大学 原子力・エネルギー安全工学専攻を例にとると、福島原子力事故後のカリキュラムでは以上のものに加えて、原子力防災・危機管理、原子力の安全性と地域共生、環境と人間活動、廃止措置工学、地

域防災システム、共生基盤計画論といった原子力防災関連のカリキュラムが新たに設けられている。このように、大学での教育範囲が、エネルギー・環境論から、原子力プラント、防災に至るまでの広い範囲をカバーするようになった。

これらのカリキュラムは全てが必修ではないので、学生自ら選択し、自分が希望する専門にあった科目を受講すればよいわけだが、あまり多くの科目を受講すると自分の時間がなくなるといったジレンマもでてくる。学生の能力を伸ばすには、学生が興味をもち、好きになった研究課題を突き詰めていける時間的余裕も必要であろう。ある研究課題にのめりこんでいっても、関連する分野の知識が必ず必要になり、学生自ら、その勉強をするようになっていくものである。このような、真の意味でゆとりのある教育が必要と考える。

原子力教育では、各大学で独自に実施されているカリキュラムに加え、加速器、原子炉等の大型施設を用いた実験・実習が不可欠である。文部科学省の2010年度「国際原子力人材育成イニシアティブ」に係る公募事業として、国内の若手技術者、大学生、高専生を対象に、JMTRを活用した総合的な研修講座が実施されているほか、京大炉においても、学部学生、大学院生を対象とした実験教育が行われている。特に、京都大学の臨界集合体実験装置を用いた炉物理実験は全国大学の大学院生を対象として1975年から実施されている。このような実験装置を使い、臨界とはどういう現象なのかを、学生みずから体験することが非常に大切である。優秀な原子力人材を育成していくためには、現在ある研究炉をいかにして維持し、さらに将来の研究炉をどのように考えるべきかを、早急に検討すべきである。

また、原子力を専門としている教員が少なくなっているので、シニア教員の有効活用が不可欠となる。各大学間で授業を合同で実施したり、出前授業をしたりすることも考えられる。大学の活性化のために大学間の人事交流をより積極的に行うことも必要である。大学間の交流にとどまらず、例えば、日本原子力研究開発機構との人事交流も大事である。現在、日本原子力研究開発機構から大学にこられている人は多く見られるが、逆に大学から、日本原子力研究開発機構にいく人が少ない。日本の原子力界をよりよくするには、このような人事交流も押し進めるべきである。

4. 学生の原子力への夢

原子力の将来は、まず福島原子力事故を収束させることから始まる。汚染水の安全管理・処分、デブリ燃料等の放射性物質の安全な取り出し、プラントの廃炉、さらにはデブリ燃料の処理・処分といった多くの課題を解決していかなければならない。これらの課題を解決し終わるには数十年かかると思われ、現在の作業を引き継ぐ若手

技術者が必要である。福島原子力事故を収束する技術開発も重要であり、学生にも自分がやってやろうと考えている人もいると思われる。ぜひとも若手からすばらしいアイデアを出してもらいたい。この福島原子力事故の収束作業には大きなミスは当然許されない。実用性を第一に考え、着実に進めなければならない。

福島原子力事故以前には原子力ルネサンスと称される時代があった。第4世代原子力プラント(GEN-IV)として、持続可能性、経済性、安全性、信頼性、核拡散抵抗性を有するプラントが選ばれ、国際協力のもと研究開発が進められている。日本国内でもABWR、APWRプラントの建設が本格的に始まろうとしており、GEN-IVの最有望株であった高速増殖炉についても、原型炉「もんじゅ」のデータを有効活用し2025年までに実証炉、2050年には実用炉の運転を開始する計画であった。しかし、この計画は現在凍結されており、日本の高速炉開発の将来が見えない。「もんじゅ」についてもプラント管理ミスが発生し、再開の見通しが見えないが、文部科学省の「もんじゅ」研究計画作業部会が平成24年10月から開始され、平成25年8月には「もんじゅ」研究計画骨子案が示された。この骨子案では、廃棄物の減容および有害度の低減を目指した研究開発、高速増殖炉/高速炉の安全強化を目指した研究等の具体的な開発項目が記載されており、この研究開発が順調に進められることを期待する。

ナトリウム冷却材、プルトニウム燃料といった高速炉の特徴を踏まえ、基本となる原子炉停止、冷却に関して能動的及び受動的安全を適切に取り入れシビアアクシデントも含め、安全性をより向上する研究開発、さらには原子炉から出る放射性廃棄物に含まれるマイナーアクチニド核種、核分裂生成物を安全性を損なわず核変換する原子炉あるいは加速器駆動システム(ADS)の研究開発は今後非常に重要な課題となる。若手研究者、技術者がこの課題を解決してくれることを期待する。

さらに、軽水炉分野でも社会との繋がりを考えた学際的安全研究も学生の夢となるであろう。

また、原子力開発は海外、特にアジア諸国で近年、目覚ましい勢いで進められており、海外で活動し、リーダーシップを取ってくれる学生が育つことを期待する。

このような将来の原子力の夢を学生に与え、かつ福島原子力事故を収束させる研究開発、作業を着実に実施していくことが原子力を維持・管理・発展するうえで不可欠である。原子力界全体が非常に厳しいが、将来のため原子力関連機関には優秀な学生を採用して、各組織のポテンシャルの維持・向上に努めてもらいたい。

(2013年12月4日記)

クレオパトラの鼻 東電福島第一原発事故 4 年目を迎えて

長崎大学名誉教授 長瀧 重信

1. はじめに

東電福島第一原発事故から 4 年目に入ろうとしています。編集部のご依頼に応えようと考えているうちに「もしもクレオパトラの鼻が」というタイトルを思いつきました。クレオパトラの鼻が高くて、低くても、今から高さを変えるわけには行きません。また高さを変えたことを問うこともありません。

そのような気持ちで、4 年目にいくつかの場合を想定して比較してみました。想定は事故後の避難および帰還の被ばく線量、食品の規制などの決め方です。

2. 事故後の避難

現状(積算線量 20mSv/年で避難)

3 月 11 日の事故の翌日の 12 日の 18 時 25 分に半径 20km 圏内の住民に避難の指示があり、関係する方々の大変な努力と犠牲のもとに早期に避難は完了しました。この時は被ばく線量の議論はなく安全のための一定の圏内の距離の避難でした。

3 月 17 日からは食品の規制も行われ、ヨウ素-131 を含む牛乳は 25 日には集荷制限が完了しています。チェルノブイリ事故との大きな違いです。

その後、航空機のモニターによる測定、地上のモニターによる測定値から、その地点における人の被ばく線量がいろいろな仮定のもとに推測され発表されました。この仮定には、緊急の避難、短期間の避難という意味合いから安全を見越した仮定、例えば常にモニターの傍にいたとか、地域の食品をそのまま検査なしに摂取したという仮定などで計算されています。

特に北西の方向では放射性降下物による被ばく線量が多く、4 月 22 日には、今後 1 年間の積算被ばく線量が 20mSv に達すると考えられた地域は計画的避難区域とされ、1 か月を目途に避難を指示されました。そして最初の避難区域は同時に警戒区域と命名され、住民のこの区域への出入りは禁止されました。

ここで原子力安全委員会が 20mSv と提案した理由は、ICRP の勧告の中に緊急時の状況(事故継続など)における基準、20 ～ 100mSv/年の一番低い 20mSv/年を採用したと説明されています。

事故から 2 年 6 か月以上たってから具体的に帰還が議

論されていますが、帰還後の住民の放射線による健康影響を推定するためには、個人の被ばく線量の測定が基本です。原爆被爆者の調査も個人被ばく線量を基準に行われていますし、JCO 臨界事故の場合もすべての住民の個人線量を測定して、健康影響を推定しています。

今まで避難区域の被ばく線量は、避難を目的としたモニターの測定値から仮定したもので、帰還が検討されるようになってからはじめて個人の被ばく線量が取り上げられました。現在は個人の被ばく線量を基準にして帰還が議論されていますが、すでに 3 年近くいろいろな形で避難生活を続けていた住民が帰還を決意するためには多くの課題があることが十分に想像されます。

3. 事故後の避難

もしも(積算線量 100mSv/年で避難)

原爆被爆者の疫学的調査研究の結果、100mSv 以下の被ばくでは有意の健康影響は認められないということは国際的に合意されています。さらに日常生活のがんのリスクと比較しても、日常生活のリスクの方が 100mSv の放射線のがんのリスクより大きいということも広く認められていること、ICRP の勧告でも緊急時には 20 ～ 100mSv/年の中で参考値を決めるとなっていること、またチェルノブイリ事故でも、原発から 30km の圏内を除いては、最初の 1 年間の避難の目安は 100mSv/年であったことなどを前提として、緊急の避難の条件が、もしも 100mSv/年であったとして現在を想像してみます。

公表されたモニターの測定値から推定すれば、20km 圏内以外の場所から避難しなければならない住民の数は少数です。計画的避難区域の大多数の方は、現在の 20mSv/年以下の方と同じように、自分の家に住み続けることになります。

ここでもう一つの「もしも」を入れてみます。緊急に避難した方は、放射性物質の降下が取まれば可及的速やかに帰還するという原子力災害の勧告の基本に従った場合ということです。2012 年のはじめの収束宣言と同時に住民の帰還が検討され、その際、住民が個人線量計の値を基準に帰還を検討したとします。20km 圏内の現在の避難指示解除準備区域に近い区域が帰還可能となることが想像されます。1 年以内の避難生活であれば、帰還を

望む方の比率も相当に多いということも当然のこととして予想されます。

その後も個人線量のレベルに応じて参考レベルの基準を下げることになりますが、個人線量計を着用した住民が、自分達の生活をしていくうえでの除染から開始しますので、生活に密着した効率の良いものになると想像されます。

個人の被ばく線量は、最も被ばくの多い事故後4か月間の外部被ばくが3mSv以下という現在の状態よりは多くなるかもしれませんが、個人線量計で線量を測定しながら生活して被ばく線量が多くなならないような行動の規制、重点的な除染を行うわけですから、少なくとも健康に影響があるような被ばく線量の増加はないと想像されます。

一方、長期にわたる避難生活、仮設住宅における生活の変化による、生活習慣病、精神的な影響は大幅に防げたことは確実です。

4. 事故後の避難

もしも(積算線量 5mSv/年 で避難)

計画的避難区域が20mSv/年と発表されたとき、子供を放射線管理区域のような学校の校庭で生活させるのかと反対した専門家にはじまり、その他の20mSv/年は健康に影響があるという社会全体の風潮から、さらに、チェルノブイリ事故でも5mSv/年を避難の条件にしているの、福島でも避難の条件を5mSv/年にすべきであるとの強い主張が2011年の暮れごろに起こりました。5mSv/年も決して想定外の条件ではありません。(ただし、現在でもチェルノブイリ事故について日本で喧伝されている情報には、科学的にはいろいろな誤報、誤解があり、5mSv/年が実際に法律として制定されたのは5年後で、緊急のものではありませんでした。)

5mSv/年で避難したわけですから、当然帰還の条件は5mSv/年以下になります。現在までの経験から、福島市の半分が避難して日本各地に移住し、避難地域の除染が5mSv/年以下になるまで避難生活を続けた場合の状況も容易に想像できます。

避難生活が続いたとして、国立がん研究センターがホームページに発表しているがんのリスクを考えてみます。原爆被爆者の100mSvのがんのリスクを1.05(がんのリスクは被ばく線量と直線関係にあり、1,000mSvの被ばくでリスクは1.5倍になるという結果から、100mSvのリスクは1.05と計算)とすると、野菜不足は1.06、運動不足は1.15、肥満(BMI > 30)およびやせ(BMI < 19)は、それぞれ1.22と1.29になります。さらに大量飲酒(週に450g以上)では1.6と放射線1,000mSv以上の被ばくに相当するリスクになります。福島市の半分以上の住民が避難生活、移住生活を続けた場合の健康影響、例えばがんのリスクの上昇、生活習慣病の悪化は

大変な事態であることは容易に想像できます。

一方、5mSv/年の放射線の影響は、急性の症状としても、将来の晩発影響を含めても、健康に対する影響は全く認められないことは国際的な科学的常識です。

5. 食品の規制

もしも(食品の規制が欧米各国と同じ程度だったら)

初期の欧米各国などと同程度の暫定処置の基準でしたが、2012年4月に現在の基準値が設定されました。我々が日常摂取している放射性物質(カリウム-40など)に比べて極端に厳密な基準です。

食品に対する消費者の不安は少なくなりますが、生産者への影響、特に被災住民の生産者への影響がどのくらい違うのかは考えたいところです。さらに現在の農地の除染が今後の農業の再開にどのくらい影響を与えるかも考える必要があるのではないかと思います。

6. クレオパトラの鼻から学ぶこと

事故発生から現在まで、恐怖、不安などの感情、事故前の状態に戻せという被害者としての感情、一方、原子力利用に関する主義主張、一部の個人の主義主張を加えた専門家の偏った意見、現場特に被災者を理解しない観念的な意見、さらにマスコミの本質的な性格(人が犬にかみつくとニュース)の中で、様々な決定がなされてきました。

事故発生から4年を迎えるにあたって、あえて、現在と異なった決定がなされた場合の影響を想定し、将来に活かすことが必要であると考えました。

7. まとめ

被災住民の健康に関しては、今後将来に大きな影響を持つ決定がたくさんあります。その際、決定に至る筋道の中で、想定される影響を広く残さず検討し、理論的にも実際的にも比較検討して、20年、30年後に現在の決定を評価するという基準で決定されるべきであることを学びました。

健康影響に関して今後行われる決定には、「被災した子ども、住民等の生活を守るための生活支援」に関する法律に基づき、被ばく線量の測定方法、情報などの国による一元化、被ばく線量に基づく被災住民の帰還に関する条件、健康管理調査の目的及び在り方に関する決定、被災者の医療の援助など、多くの決定を伴う検討事項があります。被災者に寄り添い、被災者のあらゆる意味での健康被害を最小にすることが被災者支援の基本的な立場であることを念頭に、検討事項を精査し、決定することが肝要であると考えています。

(2013年12月10日記)

ミラノからみた福島原発事故その後 専門家の関わりと原子力安全規制

ミラノ工科大学 二ノ方 寿

1. はじめに

ご存知の方も多いと思うが、イタリアはチェルノブイル原発事故を契機に国民投票によって1987年脱原発に向かった。その後、紆余曲折を経てエネルギー政策の見直しとともに新たな原発4基の新規建設を決めたのが2008年、その翌年に原子力規制局発足、2010年には委員の陣容も固まり、いよいよサイト選定にとりかかっていたその矢先、福島第一原発事故が発生してしまった。その直後、6月13日国民投票が執り行われ、有効投票率54.8%、賛成94%でレファレンダムが成立してしまったことはまだ記憶に新しい方々も多いと思う。

それでも若い学生は原子力を学ぶ。私が勤務するミラノ工大をはじめ、イタリアの主な大学には原子力工学科があり、欧米各国の原子力産業界、研究所、大学への人材供給源となっているのだ。近隣諸国が原子力発電大国であることもあり、担当する大学院の原子炉工学講義の中で話した福島第一原発事故に対しては並々ならぬ関心を示してきた。学部学生を対象とした講義では、原発反対の学生も少なからず、「やはり原子力は危険だ、先生の話には同意しない」と言ってくる学生もいるくらいである。このような国で過ごした1年半の間ではあるが、炉心溶融事象進展理解の鍵、専門家の役割などを中心に、考えてきたことなどを以下に述べてみたい。

2. 炉心溶融の理解

事故発生後2ヶ月経ってようやく東電による炉心溶融推定の発表が行われた。なぜこうも発表が遅れたのか。多くの批判もあったが、まずは情報公開に対する優先度の置き方と基本的な姿勢の欠落によることは東電原子力改革特別タスクフォースによる自戒に述べられている通りであろう。炉心が溶融していることは事故発生直後から認識していたことは事実。保安院も同様。直後は通信手段に問題があったため、正確な情報がなく、不確定性の多い分析結果ゆえに公表を控えたというのは頷けないわけではない。情報統制については様々な憶測が交叉した。ここで危機対応時の情報管理を云々するつもりはないが、仮に統制があったとすると、深層防護上最後の層である住民避難を有効かつ迅速な実施を促進するための情報管理であったのかどうか甚だ疑問であった。無論、情報統制だけではない。事故の拡大防止、抑制、影響の

最小化に向け困難な現場で払われていた必死の努力を妨害しないで、むしろ手助けとなるべき迅速かつ有効な政府対応がなされなかったことはいまだに忘れえない。

情報もなく、事故発生日3月11日夕方から翌朝にかけて正確な状況を把握していた部外者はまずいなかったはずである。少なくとも私はその一人であった。何が起きているのか、ようやくおぼろげながら理解し始めたのが翌日から翌々日にかけてである。全電源喪失、冷却能力の喪失、格納容器内線量上昇が示すことは、当時の東電公式発表でいう炉心損傷以外にない。どの程度の損傷か、簡単なヒートバランス計算で求めると、炉心溶融は免れない。しかも大規模である。茫然自失の中、このことは連絡を取り合っていた世界中の原子炉熱流動工学専門家仲間の間で一致した意見であった。

設計基準を超える事故の発生、進展の阻止など深層防護層をどんどんなくしていった展開の根本にある組織的原因は内外の様々な報告によって明らかにされている。技術的側面についていえば、どこまで現象を解明すればよしとするのか。この設問に即答はない。ドイツAREVA社のMatthias Braun氏から事故後2週間もたたないうちに、定性的ではあるが1号機から3号機で予想される炉心溶融を図解した解説が送られてきた。RCICやICの運転状況は不明、さまざまな仮定をおいても全電源喪失と最終除熱源喪失では炉心溶融を回避することはほぼ不可能とされ、当時の状況証拠と矛盾がない。それ以降、実際にはほとんど実現は難しいと考えられたものの炉心損傷を免れることが可能だったことも議論されている。IC、RCIC/HPCI、格納容器内スプレーなどの運転履歴やベント実施タイミングを含め、事故の時系列が詳細になるにつれ各号機の事故解析も進み、今では原因究明とともに事故の進展は大筋ほぼ解明されたと考えている。あとは精度を上げるだけである。すなわち二度と同じような事故を繰り返さないためには、どこまで現象を解明すればよいのか、そのためどこまで精度を上げる必要があるか、専門家の間で議論を行う必要がある。それに応じて物理現象解明の優先度を設定することが肝要であろう。

解析の実作業に従事しているわけでもない私が申し上げるのはおこがましいが、現時点での炉心溶融事象進展

を理解する上での課題の一つは、絶対的な解析コードが存在しないことである。MELCOR, MAAP, SAMPSON, GOthic などの過酷事故解析コードがあるが、すべて集中定数系である。これらには多くの実験的、理論的知見に基づくモデルを与えなければならない。モデルは既知の知見に基づいて構築される以上、既知知見、またはその組み合わせ以上の新しい知見は原理的に出てこない。溶融物質の移動、再配置分布、固化を解析するには、例えば多流体モデルに基づく多成分多相流体3次元保存方程式を解く高速炉の炉心溶融過程解析コードSIMMER¹⁾と同程度またはそれ以上の能力を有する機構論的解析コードシステムの開発が望まれる。

相当なレベルまで解明されたとはいえ、溶融開始のタイミング、再配置過程のプロセス、再配置後のコリウムの分布、压力容器・格納容器の破損サイズと位置など、特定に至らず未だに大きな不確定性が残っている。例えば、燃料の溶融開始は、高温水蒸気とZrが反応し水素を発生するときに出るZrの酸化反応熱に大きく依存し、燃料温度上昇率は崩壊熱のみの場合に比べてオーダー的に大きいことが報告されている²⁾。また、TMI-2事故の事後評価報告³⁾にもある通り、液状化したジルカロイと接触すればUO₂ペレットは2,000Kで液相合金を形成することなど、燃料の液状化と流動性に関する金属とセラミックスの極めて複雑な相互作用のより詳細な知見を取り入れなければならない。こうした知見が反映された機構論的解析コードの検証を行うことで、メルトダウン開始をピンポイントで押えることが可能となるだろう。

3. 専門家のあり方と悪魔の証明について

私は求められない限り専門家がTVや新聞などに出たり、市民と交流しつつ啓蒙に励むのは本務ではないと考えている。専門家の本分はいうまでもなく研究だからである。平常時の市民との交流、啓蒙はその道のプロが行うべきである。その道のプロは原子力の専門家である必要はない。とはいえ、求められれば専門家は話さなければならない。それは義務でもある。

専門の世界は狭い。科学・技術の進歩はそういう世界に生まれる。専門家たちがその世界に集まるのは自然の成り行きである。それをムラと呼ぶ神経には唾棄すべきものがあるが、あえていえば私もその原子力村の住民であると思っているし、それに誇りをもっている。他の「住民」も同様であろう。原子力プラント技術に最も精通するのはメーカーの技術者である。運転に長じているのは電力会社の社員である。技術は人に伴う。そうした人たちの意見を無視する規制の進め方や、日本の原子力技術を大事にしない風潮は危険であり大変残念に思う。

最後にそうした規制委員会について一言。当委員会は国民の付託を受けて原子力の安全性を厳正かつ科学・技術的にみて総合的判断を下すことができる専門家から成り立っているはずである。いかなるイデオロギーにも左

右されてはならない。しかし、サイトの真下の活断層の存否と再稼働についての審査側の主張を聞くと、とても専門家のもとは思えない。つまり、40万年まで遡って活断層であることの明確な根拠があれば、あくまで法律上は再稼働できなくなる。実際は、仮に真下に活断層があっても、そのリスクを評価することで再稼働に問題があるかないかの総合的判断を下すべきである。その総合的判断を避けて、活断層の有無のみに関し、ただでさえ難しい判断のハードルを上げて検証させようとしている。検証がなされなければ再稼働を許可しないというのは絶対安全を規制が要求していることと同等である。

つまり、12-13万年の判断が難しければ40万年という要求は安全側に遡るという方向性としてはよいが、これまで見つけるのが難しかった活断層の痕跡をさらに古い年代に遡って探し出すのは益々難しいと考えられる。調査箇所も規制の裁量でいくらでも膨らむ可能性がある。活断層がないことを証明するには無限に調査を続けることになる。

活断層でないことの根拠を提出せよ、というのは、ないことの証明を行えという悪魔の証明(probatio diabolica)を要求していることになるらしい。らしい、と言ったのは、友人から最近聞いた話だからである。なお、ラテン語 probatio diabolica の本来の意味は「(古代ローマの裁判で)所有権の証明責任を負う当事者が、無限に連鎖する継承取得のいきさつを証明することの不可能性および困難性があるため必ずや敗訴する」が変化して、今日日本で一般的に使われる悪魔の証明は、非常に困難である「起きないこと」や「存在しないこと」の証明のことを指す(Wikipedia)⁴⁾。つまり、悪魔の証明を要求する規制委員会は理屈上、はなから再稼働を認可しないという立場にいることになる。何と不可解で不毛なことであろうか。

4. おわりに

「(原発は)大変な問題だから科学者に徹底的に話させるべきだ。日本への不満は、我々は福島で絶対的な安全はないことを学んだはずだ。それなのに原発再開にまた絶対安全を求めるのは論理的におかしい。ただ科学者に決める権利はない。意見を聞いてお勉強して、最後は投票で委託された政治家が決めるべきだ⁵⁾」(塩野七生)。これは、原発の再稼働に絶対安全を求める姿勢がいかに論理矛盾しているか、海外からみた日本に対する率直な意見である。

(2013年 12月10日 記)

— 参考資料 —

- 1) S. Kondo, et al., JNC TN9400 2001-002 (2000).
- 2) M. Pellegrini, et al. Proc. 2013 ANS Winter Meeting.
- 3) EGC-OECD-9168, April 1982.
- 4) <http://ja.wikipedia.org/wiki>
- 5) 作家塩野七生氏に聞く, 日経新聞電子版 2013/12/1.

地震等外的事象に対するリスク評価は十分か？

原子力安全基盤機構 平野 光将

新規規制規則は世界最高水準の安全性を求めているが、それを達成するためには、地震等外的事象に対するリスク評価とシビアアクシデント(SA)対策が肝要である。

1. シビアアクシデント対策整備の経緯と反省

本誌 2011 年 11 月号の解説¹⁾に述べたが、地震等外的事象に対するリスク評価とそれに基づく SA 対策整備の契機は 2 回あった。

1 回目は、1992 年の原子力安全委員会決定「発電用軽水型原子炉施設における SA 対策としてのアクシデントマネージメントについて」とそれを受けた通商産業省の電気事業者に対する自主的な SA 対策整備の要請である。ここでは、内的事象のレベル 1PRA (確率論的リスク評価) 及びレベル 2PRA を実施し、各原子力施設の特性を把握して SA 対策を整備するとともに、我が国が地震国であることに鑑み“その範囲を拡大する研究”との表現で外的事象に対する PRA 技術を開発することを求め、それらを規制当局として定期的にレビューするとした。しかし、外的事象リスク評価技術の開発、実機試解析は原子力発電技術機構 (NUPEC) では進められたが、評価結果に不確かさが大きく、実用に供せられないとの電気事業者の主張及び規制当局の同調により活用されなかった。米国では外的事象 PRA を用いた個別プラント評価 (IPEEE) が行われ、脆弱点対策が取られた実績があるのに、である。

2 回目は、不確かさを適切に考慮した基準地震動 S_s を設定するとともに、解説ではあるが、 S_s を超える地震動による「残余のリスク」を認識し、それを合理的に実行可能な限り小さくすることを求めた耐震設計審査指針の改訂 (2006 年 9 月) である。既設炉に対しても新指針を踏まえた耐震バックチェックが行われたが、中越沖地震 (2007 年 7 月) による新知見対応などで遅れ、「残余のリスク」評価に至っていない。この時も、地震 PRA は不確かさが大きく実用に供せられないとの主張がなされた。日本原子力学会が専門家の英知を集め地震 PRA 実施基準を作成し IAEA、NRC などから世界最高の成熟した地震 PRA 手法であるとの評価を受けていたのに、である。

2. 欧米諸国の安全強化と PRA の活用

EU 諸国民意識調査 (Special Eurobarometer 324, 2010 年 3 月) によると、原子力エネルギーは天然ガスや石油などの輸入燃料の代替エネルギーとして認識されている。そして過半数の国民は、原子力リスクは過小評価さ

れており、利益よりリスクの方が大きいと考えているが、原子力安全当局の役割を含め原子力発電所の安全運転は可能と回答しており、今後の安全性向上を期待していた。

そのため、西ヨーロッパ原子力規制者協会 (WENRA) は、新設炉は設計、立地、建設及び運転を通して、特に設計改善により、既設炉より安全なものとする、という安全目標 (2010 年 11 月) を設定している。そこでは安全系の多重故障を引き起こす自然災害に対しても深層防護の第 3 層の多様性、独立性を強化することにより SA を防ぐことを求めている。

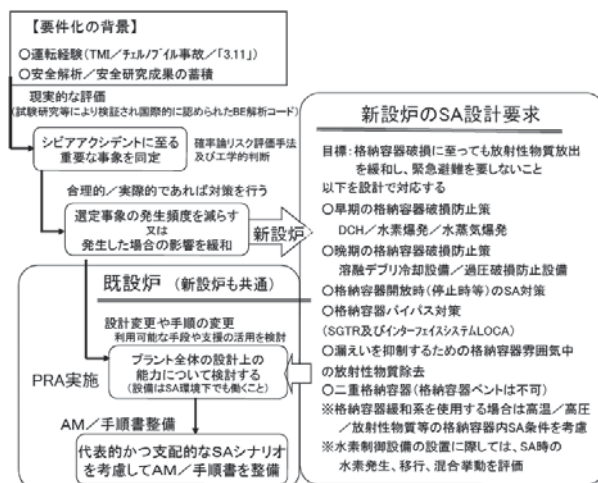
安全目標の達成は、第 1 図に示すように PRA を活用した SA 対策整備が国際的共通認識であり、既設炉にも PRA に基づく合理的に達成可能な安全性向上が求められている。

「3.11」を踏まえて、我が国の既設炉は欧米諸国の新設炉並みの高い安全性を目指すべきことは明らかである。

3. 「3.11」を踏まえた我が国の SA 対策

少し乱暴な言い方をすれば、「3.11」は設計用津波が過小設定されたまま放置されただけでなく、最新知見を反映した「残余のリスク」評価に基づく SA 対策がなされなかった安全文化の欠落の結果である。

日本国政府は IAEA 閣僚会議への「3.11」報告書 (2011 年 6 月) で、それまでに得られた事故の教訓 28 項目を記載しているが、今後真摯に対応していかなければならない国際公約といえる。教訓 27: リスク管理における PRA 手法の効果的利用では、「原子力発電施設のリスク



第1図 IAEAのSA対応の概要

低減の取り組みを体系的に検討する上で、PRA が効果的に活用されてこなかった。今後は、不確かさに関する知見を踏まえつつ、PRA をさらに積極的かつ迅速に活用し、それに基づく効果的な SA 対策を含む安全性向上策を構築する」との趣旨を述べている。

原子力安全委員会は、2012 年 10 月に、「特に重要な点は、わが国において外的事象とりわけ地震、津波によるリスクが重要であることが指摘ないし

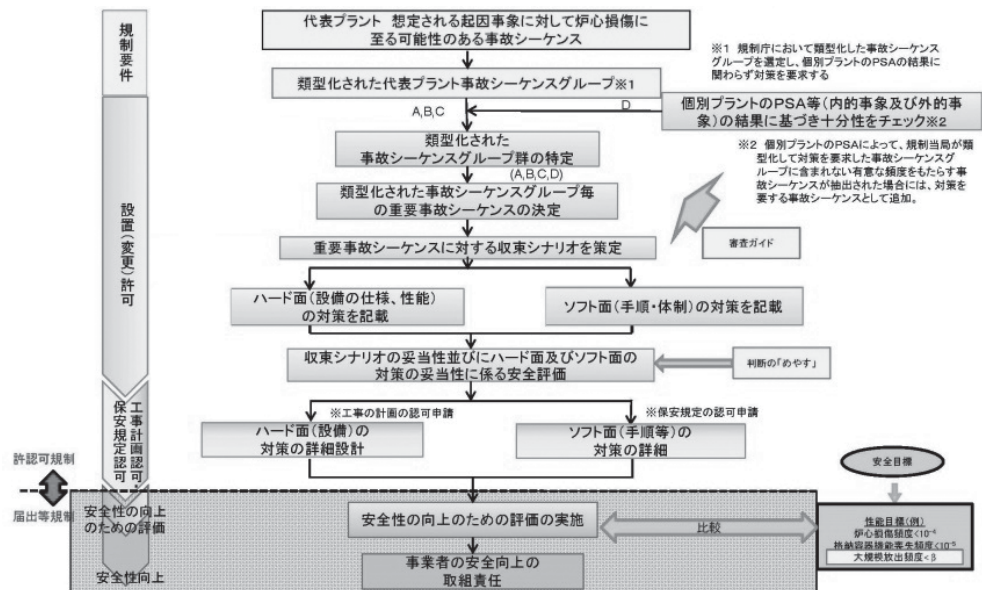
示唆されていたにも関わらず、SA 対策は 1992 年時点の内的事象 PRA で抽出された対策にとどまっていた」とし、外的事象リスク評価に基づく SA 対策の法令要求化を規制当局に求めた。

これを受けて、旧原子力安全・保安院は SA 対策規制の基本的考え方²⁾を作成したが、そこでは従来の単一故障を起因とする設計基準事象に加えて、多重故障起因事故に対しても SA とならないことを要求しており、WENRA の考えに近い。地震等外的事象を含めた SA 対策の審査のイメージが第 2 図のように例示されているが、PRA の活用は 2 箇所所で求められている。

第 1 は、代表的プラントに対する PRA に基づき提示される「類型化された代表プラント事故シーケンスグループ」に加えて、事業者が個別プラント PRA を実施し、有意な頻度をもたらす事故シーケンスが抽出された場合は、これも含めて SA 対策を整備することを求めている。

ここで重要なことは、1 つの事故シーケンスグループには多種多様な事故シーケンスが存在することである。内的事象では放置すれば炉心損傷に至る単一故障（例えば、圧力バウンダリー配管 1 本破断、蒸気発生器伝熱管 1 本破断）を想定するが、地震等外的事象では、多重故障（例えば、圧力バウンダリー配管複数本破断、複数蒸気発生器伝熱管複数本破断）が生じ、同時に非常用冷却系などの緩和系が機能喪失する SA が有意に発生するかを検討し、必要なら SA 対策を講じなければならない。

また、設計想定を大きく超える外的事象に対しては、重要な設備（例：原子炉建屋、原子炉压力容器など）の損傷によって炉心損傷に直結する事故シナリオが生じる可能性を検討し必要なら対策を講じなければならないし、地震による重要設備の直接的な損傷による事故シーケンスだけでなく、例えば、斜面崩壊による原子炉建屋の倒



第 2 図 SA 対策の主な審査等のイメージ(SA 対策 I を例として)

壊などの 2 次的影響の可能性も検討する必要がある。なお、可動式 SA 対策設備の活用にあたっては、斜面崩壊や道路陥没等の復旧作業の阻害要因を考慮に入れた事故収束シナリオの検討が必須である。さらに、「3.11」に見るように外的事象に対しては複数基同時損傷の可能性、そこからの復旧シナリオの検討も必要となる。

これらは正に個々のサイト、プラントに依存するので、個別プラントに対する外的事象リスク評価に基づく SA 対策、そして対応した防災計画の整備も必要である。

第 2 は、運転再開後の定期的な安全性評価において、出来るだけ地震等外的事象 PRA を実施して、継続的な安全性向上を確認することである。

この考えを引き継いだ原子力規制委員会は更なる検討を加え、SA 対策を含む実用発電炉に関する規則及びそれを補完する多くの審査ガイドを作成し、既設炉のバックフィット審査が行われている。

地震等外的事象に対する PRA が十分実施され、それに基づく SA 対策が科学的合理性を持ってなされることを切望する。いまだに評価結果に不確かさが大きいから使えないとの関係者の声が聞かれる。不確かさが大きいことはリスクが大きいことを「3.11」が教えているのに、である。

リスクはゼロにはならないから、リスク評価に基づくリスク低減策を示し、国民の理解を得る必要がある。

(2013 年 12 月 10 日 記)

— 参考資料 —

- 1) 平野光将, シビアアクシデント対策整備の経緯と「残余のリスク」, 日本原子力学会誌, 2011 年 11 月号.
- 2) 原子力安全・保安院, 発電用軽水炉型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方(現時点での検討状況), 平成 24 年 8 月 27 日.

ガラパゴスと怪獣と鉄腕アトム 福島原発事故から 3 年

エネルギー総合工学研究所 松井 一秋

1. 3/11/2011 前夜

2011 年 3 月、我が国の原子力の状況はどうであったのか思い出してみると、運転中が 54 基、建設中と計画中が数基ずつであった。2007 年の新潟の地震で東電柏崎刈羽原子力発電所は原子炉系に被害があったわけではないが、対策などで全機とも稼働していなかった。日本全体で稼働率は 70% 前後で、米韓および欧州の炉と比べてかなり見劣りする成績であった。六ヶ所の再処理プラントも、ガラス固化設備で悪戦苦闘中で商用運転に至っていなかった。ガラス固化設備は昨年、平成 25 年夏段階でめどがついた。陸奥の使用済み燃料中間貯蔵所、六ヶ所の MOX 成形加工プラントの建設も始まっていたはずである。もんじゅも燃料移送機のつかみそこないで炉内で落っことし、またぞろもたもたしていた。

海外の新型炉の開発をにらみつつ、我が国としての次世代軽水炉の開発が生みの苦しみからそろそろと抜け出すかに見えた時でもあり、規制基準関係では、性能要求、学協会基準、さらに型式認定や奇しくも過酷事故対応も検討する機運があった時でもある。

世界的には「Nuclear Renaissance」と称して、特に地球温暖化ガス抑制策の一つとして、発展途上国の旺盛なエネルギー需要をまかなうために期待され、我が国の原子炉メーカーも海外企業を買収したり、各国の原子力発電所開発計画に参入したり始めていた。2010 年の我が国のエネルギー基本計画では温暖化防止の確実な手段として原子力の発電におけるシェアを 2030 年には、約 5 割にすることが計画されていたのである。

2. その後

2011 年 3 月 11 日の地震と津波で、以上の状況が一変したともいえるし、しかし底流として変わらない部分もあるように思う。また 3 炉心が溶けて大量の放射性物質をまき散らしたおかげで、広範囲の放射能汚染地帯が生まれ、サイト内外での苦悩が続いている。事故当初、被害の程度が不明であったことから、原子力に対する世論の支持はびっくりするほどあったが、時が経つにつれ、放射能汚染の状況、除染の困難さ、溶融炉心の状況不明なことなどで悪化していった。2011 年暮れには損傷炉心の循環冷却システム構築となったが、じゃじゃ漏

れと大量の地下水の混入の状態で、いわゆる汚染水問題も原子力の信頼回復の重大なる障害となっている。2013 年暮れには、4 号機の使用済み燃料のプールからの取出しが始まったが、これからより難しい 1 から 3 号機が控えている。

そこへ降ってわいたのが小泉元首相の脱原発の勧めで、民主党政権下の脱原発をようやく退治して、聞く耳持たぬの規制審査を堪え忍んでなんとか何基かの再稼働をという、ともし火が揺れ動いている。放射性廃棄物の始末がつかないというほとんど死語の反原子力キャッチフレーズなのだが、さすが小泉劇場、世論調査の再稼働反対に勢いがついてしまった。自民党内議論の鎮静化に躍起となり、ついには高レベル処分の実施主体の NUMO の解体・改組の騒ぎとなった。高レベルの処分は様々な地層で可能であることは国際的には認められ、問題は社会的な受容性にあると何年も前から言われてきたことではある。福島事故で失墜した信頼からはなかなか科学的な正論が立ち行くのは難しいのが実際のところである。

3. この事故については何が解決され、何がまだ解決されないままなのか

解決されたことと言えば、炉心の冷却なのだが、ご存知の通り、じゃじゃ漏れのままでみっともない状態が続いている。困難ではあるが、格納容器周りでの循環系の早期の確立が必須である、もう一つは 4 号機の燃料プールからの燃料搬出設備が完成して、一部の燃料の取出しが廃炉ロードマップのフェーズ 1 のしめとして開始したことである。これも 1, 2, 3 号機とより困難であろうことは容易に想像できるが、これもマストである。

解決されていないと言えば、格納容器の漏れの箇所、デブリの状態、位置など、大量放射性物質放散の主たる 2 号機の損傷箇所とそのメカニズムなどがある。これはオンサイトであるが、オフサイトも惨憺たるもので、いまだに八万人からの人々が避難生活を送っている状況と、震災関連死が福島県では他県と比べて突出の 2 千人近くに上っている悲惨さである。もちろん福島事故関連でない原因によるものも一部はあろうが。緊急避難で

あつてすぐあるいは数日後には戻るともりが3年ではとんでもないということである。いわゆる「1mSvの呪縛」、1mSv以下なら安全で、除染の目標もこれだという誤解のため、帰還のめどが立ちにくい、一部のマスコミなどが騒いで風評被害をあおるの騒ぎの人災の側面が大きいところが悲しい。早いところ20mSvぐらいまでの当事者の納得感が得られるところを見出して、チェルノブイリのための「夢の街」スラブチッチとまではいわないものの、帰還のための社会的なインフラストラクチャーの構築が求められるのである。

4. 私たちはこの事故から何を学んだのか、さらに何を学ばなければならないのか

残念ながら、結局のところ何も学ばなかった。確かに組織をつぶしたり、新しく作ったり、東大原子力をバージョンしたりはしたが、生みの苦しみと言えは許されるものでもない、とんでもない規制組織を作ってしまった。開発、事業者からの独立性の確保をかたくなまでに固執するあまり、国際的にも輦輦の怪物が出来上がったともいえる。あえて学んだと言えなくもないのは、これは問題ないと思っていたことにも問題があり、政治とか行政そして大企業の組織はそれなりに機能するはずと思っていたところが、そうではないということを実感したことであらうか。

学んだことは、他人任せにせずに一人一人がもう一度考えてみて、そうして諸事にコミットするということではないだろうか。むろん現実的な対応としての妥協なりもありではあろうが。

5. この事故は私たちに、何を問いかけたのか。何を問いかけ続けているのか

「発達してしまった科学を、後戻りさせるという選択はあり得ない。それは、人類をやめろ、というのと同じです。」故吉本隆明、日経8月5日、2011年

- ・ では、その科学に基づく技術は結局のところ制御可能なのか？技術的には可能で、学習効果はあり、知識・経験は世界で共有していく。
- ・ 原子力は等身大技術ではないのではないのか？人智を超えるのでは？核反応は宇宙創成の根源であり、人類の未来はこの新たな「火」にかかっている。
- ・ 日本のような地震・津波大国では無理ではないのか？克服して世界の範となるこそが我々の使命である。
- ・ 故障や誤操作、巨大災害はなくなるが？基本的には、どこまでのリスクを許容するのか社会的合意が必要 例えば百年に一度、千年に一度に対してど

こまで備えるか How safe is safe enough?

- ・ 大事故のリスクが残るなら、原子力は必要悪ではないか、無いにこしたことはないのでは？効率的なマシーンなので100億の人類サバイバルのためには、世界全体での利用は止まらない、開発・利用競争からの脱落は国家、民族の存亡にかかわる。
- ・ それにしても程度問題では、そこそこにしておいたら？基本的には社会の選択だが、熾烈な国際競争、エネルギー・環境、資源、核、技術、軍事、の中で我が国がますます埋没する可能性も。
- ・ でも福島は惨状はどうしてくれるのか？原子力界は、福島事故の責任を“原罪”として永久に背負っていく。原子力なくしてこの国は立ち行かぬという“信念”は事故という十字架を負っても揺るぎない。原子力の正常化に資することが国民への“償い”である。（「促進会」シンポジウム、11月27日における宮健三氏の結言の一部を利用、改変）福島と原子力の復興なかりせば終えられない。

6. 終わりに

いつぞやどこかで、「ガラパゴスでレクイエムなんぞ聞きたくはない。」と書いたか言ったような気がするのだが、正夢になりそうな今日この頃。無論孤立無援でも立ち向かうつもりではあるが、学協会のしがらみを超えての止揚となりうるとして「原子力の安全と利用を促進する会（促進会）」(<http://www.p-nsu.org/>)の設立に手を貸すことになった。

子供の頃親しんだ「鉄腕アトム」は、原子力を前提とした未来社会を舞台にしており、いわゆる原子力推進派はPAになんとか利用を考えたことがあったように思う。宇宙や深海の開発のみならず、「ガイア」としてお邪魔虫にすぎない、100億になろうとする人類をこの惑星で養うには、太陽や風、節約だけで済む話ではない。我が国が今さら学ぶところがあるにしても人口3千万かそのらの江戸時代に戻るわけには行かず、ナウシカの「風の谷」を夢として、我々は原子力と共存する道を選ぶのである。

(2013年12月8日記)

— 参考資料 —

- 1)「促進会」設置とそのねらい、<http://www.p-nsu.org/image/symposium/sym1/>
- 2)「原子力規制行政強化に向けての緊急提言—国民と世界からの『信頼と信認』確保を目指して」、https://www.y-shiozaki.or.jp/contribution/pdf/20131204142144_vKvu.pdf

福島事故が次世代に伝えるものは何か

我々が受け継いだものを顧みて

日本原子力研究開発機構 松浦 祥次郎

1. はじめに

福島事故発生以来3ヵ年が経過した。

この3年間、多くの議論がなされ、いくつかの重要な指摘や見解が示されてきた。一度このあたりで総合的な視野をもって全体の見方を取りまとめてみるのは将来の対応選択に役立つことであろう。この機会にかねてから筆者が気がかりで考え続けている問題のうち、特に次の3つについて述べさせていただきたい。

一つは、原子力工学や原子力安全にかかわった経験のある者として、当然のかつ共通の問題であるが、「現行の軽水炉技術は過酷事故を防止できるか」という問いに対する見方である。二つ目は、多くの福島原発事故避難者がどうして不自由な避難生活を今に至るも続けなくてはならないのかとの疑問から出てくる対応についてである。最後は、我々世代は、次世代及びさらに未来の世代に対して、この事故から得られる何を伝えるかということである。

2. 軽水炉の過酷事故防止

「現行の軽水炉技術は、福島第一原子力発電所が曝されたような超絶的な外的要因による状況に対しても、過酷事故に至らないように防止できるか」との問題は事故発生の直後から原子力安全や原子炉工学の専門家の間ではしばしば議論がなされ、見解が示されてきた。

筆者の知人のダグラス・チェーピン氏（米国人、原子力技術コンサルタント）は2011年秋の日本原子力産業協会の講演会で「この事故のきっかけは予想外に巨大な津波によるものであるが、過酷事故に至ったのは軽水炉技術の不熟さや不完全さにあるのではない。むしろ、原子力技術の管理上の問題、原子力発電所の運営上の問題によるものである」と明白な見解を述べている。

その後、事故の経過については詳細な情報を含む報告書が東京電力、政府、国会等から相次いで公表された。

これらの報告書に示された詳細な情報に基づいての検討により、米国NRCや米国機械学会、原子力発電事業者協会、カーネギー研究所、米国原子力学会、IAEA/INSAG議長そして我が国の原子力発電所過酷事故防止検討会などが事故原因の追究と評価を行い、見解を示している。それらの結論はほぼ一致しており、要点のみを

まとめれば以下の3点に要約できると考えられる。

- (1) 現行の軽水炉技術は設備的準備と従事者の過酷事故に対する訓練が共に十分であれば、福島第一原子力発電所が曝されたような超絶的な外的要因による状況に対しても過酷事故を防止できるレベルにある。
- (2) その要諦は、いかなる状況に対しても、炉心および使用済燃料の冷却を継続できることである。
- (3) しかし、影響は極めて大きい、発生が極端に少ない事象に対しては今後も研究が必要である。

この結論の妥当性は、福島第一原子力発電所1～4号炉とはほぼ同様の状況に曝されながらも、設備的準備及び従事者の適切な判断と必死の努力により過酷事故を免れた同第一原子力発電所5、6号炉と同第二原子力発電所1～4号炉の事故防止により実証的に支持されている。

ではなぜ、福島第一原子力発電所1～4号炉は事故を防止できるような設備的及び運営管理的準備がなされることがなかったのか。この点については、2013年春に公表された東京電力の追加報告書に同社の経営上の課題として厳しく反省されている。

記録のかなり確かな近世の地震・津波の記録に基づいて、現在の地震学の技法で予想されていた福島第一発電所海岸付近での最大津波高の予測値は5.7mであった。福島海岸よりかなり北寄りの地域で発見された平安時代の貞観地震・津波の痕跡を基に、福島海岸付近に対して近似予想で15mほどの津波予想があり得ることが今回の地震に少し先だって提示されたが、それは5.7mの予想値を否定できるほどの科学的説得性を持てなかったのではないかと考えられる。

しかし、仮に十分な科学的根拠がなかったとして、かつ法的要求がない状況で、これまで経験のないほどに低いレベルまでリスクを抑制すること、そのため相当の資源を費やすことを、経営者はどのような根拠で決断することができるのだろうか。

このような決断は、おそらくこれまでの通常の経営論理からは得られないのかも知れない。おそらく一企業の判断をはるかに超える社会的価値判断を援用しなければ得られない結論であろう。原子力発電事業が有する特性にはこのような特別の経営判断への対応が必須であるこ

とを、福島事故は示しているのではないかと考えられる。

原子力に限らず、現代は幾種類もの巨大システム工学技術に依存している。このようなシステム工学技術が有するリスクの特徴は、大事故はめったに発生しないが、発生した場合は社会的影響が極めて大きいということである。これは現在および将来の社会に共通の課題であり、高度文明社会を維持し、その中で生活を営むことを望む以上、社会は否応なくこの課題に対応する方途を見出さなくてはならない。

3. なぜ事故避難者は帰還できないのか

この問題は原子力関係者にとっては当然のことながら、日本国民の多く人々の最大の心痛事であろう。避難している住民をはじめ一般の人々が放射線による人体影響への懸念を強く有しており、その懸念を強引に抑制するようなやり方で行政当局が帰還を促すようなやり方が、今となっては不可能なことは容易に理解できる。

しかし、汚染地域のかかなりの部分が、もはや通常の生活を営んでも、生涯への健康影響がほとんどないと予測される状況になっている。このことはICRPやIAEA/UNSCEARの専門家ははじめ国内外の多くの放射線影響の専門家が指摘しているところである。

また、筆者のように10歳の頃に白癬菌によるタチの悪い頭部の皮膚病(シラクモ)を、低く評価しても局所に1000mSv以上の照射を受け、全身にも100mSv以上の被ばくを受けながら、みごとに皮膚病が快癒して頭髮も生えそろう、以後70年を経た現在でも頭髮がかなり豊かにある経験を持つものからすると、放射線影響の専門家の意見を信じないのは大変な社会的不幸であるように思える。

もちろん、これは一般住民の責任でないし、放射線影響専門家の責任でもないのではないかと。むしろ、原子力エネルギーを使用しなくてはならない、使用しようと政府と関係者が決心した時に、社会に対して、そのリスクと利益を十分に説明し、リスクについての社会的リテラシーを十分に高めた上で導入の社会的受容を確認するとともに、継続的にそのリテラシーの維持向上をはかるという手順がつくされていなかったところに原因があると考えられる。

しかしながら、これまでの社会を顧みて、どの時代の、どこの社会においても新しい文明の利益を受けるべく、その文明所産を社会に導入すれば、例外なくその文明に伴うリスクと同居せざるを得なくなる。このことは、火の利用、刃物の利用という人類初期の文明利用以来不可避なことである。ただし、過去の長い間における文明利器の利用のリスクは実態が明白であり、かつ、リスクの及ぶ範囲も限定的なものがほとんどであった。

現代文明にはいろんな分野でこの種のものが多くあり、今後も増加すると予想される。例えば、いつ宇宙浮

遊のウィールスが人工衛星によって地上に運び込まれ、予想もしない疫病が蔓延するかもしれない。

今後の文明社会を健全に維持するには明示的あるいは非明示的にかかわらず、そのようなリスクの検知と、それへの対応を遅れることなく実施できるシステム、いわば文明そのものに対するアンチ・ウィールス対策のシステムを構築し、それに対する社会的リテラシーを高め、維持する仕組みを工夫しなくてはならないのではなかろうか。

福島事故による避難者の帰還の困難を見ると、このようなことに対する黙示録のようにもおもわれる。

4. 福島事故から次世代に伝えるべきものは何か

福島事故の後、民主党政権は原子力エネルギー利用からの撤退を基本的な政策目標とした。しかし、全世界の人口動態の研究から、21世紀末の世界は100億人の人口を抱えることになる可能性が高いと予測されている。その人達が平均的に国連の示す人間開発指数0.9以上の生活を送ることができるようにするためには、温暖化防止を必須の条件とすれば、重要なエネルギー源として原子力利用は不可欠と考えられる。しかし、原子力の選択を存続させるためには、原子力安全確保が絶対的前提であることを福島事故は冷厳に示している。

福島事故では確かに急性放射線障害を受けた人は報告されておらず、また生涯にわたっても放射線障害を受ける人の発生可能性は極めて低いと評価されている。しかし、15万人余の住民が強制避難を余儀なくされ、その人達の生活とコミュニティが破壊され、3年を経た現在も帰還が実現していない。この人達の基本的な人権は損なわれたままになっている。これではとても原子力安全の目標を確保したとは言えない。原子力安全の目標は人の基本的人権を防護することではなければならない。「安全の価値、目標は基本的人権を守ることである」との真実を福島事故は厳然と示しており、原子力選択にはその事業の全関連領域にわたって安全確保が最高・最大の必須条件であることを未来にわたって伝えなくてはならない。

上の条件を満たすためには、科学技術の合理性や現代資本主義経営理念を超えた経営判断を原子力事業者は時として要求されるかも知れない。この判断を経営の立場ですることは非常に困難になることが福島事故は暗示している。この判断を社会的合意が得られるように行うには原子力事業の計画段階から、広い範囲の住民、地方自治体、一般有識者、メディアなど、いわば外部的ステークホルダーの参画を前提とする社会的仕組みを構築する必要があるのではないかと。すでにこのような試みはいくつかの原子力利用国で採用されている。この社会的仕組みを検討し、採用するように次世代の日本社会に伝えたい。

(2013年12月19日記)

今、必要とされるのは「コミュニケーション」なのか

大阪大学 八木 絵香

1. サイレントマジョリティという幻想

原子力発電所の再稼働に関する新聞各社の世論調査は、調査時期や設問等による違いはあるにせよ、ほぼ過半数以上の国民が再稼働に反対の意を示し続けているという点で揺るぎがない。

一方でこれらの世論調査に対する原子力関係者の反応は、福島第一原子力発電所事故をめぐる「感情的な」報道に影響を受けており冷静な判断ではない、もしくは電力消費地を中心とした「無責任な」民意であるというものがない。これは、原子力関係者の中に、「正しい」情報を手に入れ熟考したサイレントマジョリティは、一定量の原子力発電を使い続けることはやむを得ないという考えに至るはずだ、という考えが根強く残ることの裏返しとも言えよう。

2. 「脱原発依存」を希求する世論

福島第一原子力発電所事故以降、原子力発電に関する世論をきめ細やか、かつ継続的に調査¹⁾している広瀬弘忠氏は、「①再稼働は認めず直ちにやめるべき」「②再稼働を認めて段階的に縮小すべき」「③現状を維持すべき」「④段階的に増やすべき」「⑤全面的に原子力発電に依存すべき」の5つの設問を用いて、原子力発電の今後に関する世論を定点観測している。

この調査によれば、時間推移による変化は認められるものの一貫して支配的な（過半数を占める）回答は、「②再稼働を認めて段階的に縮小すべき」である。1基も再稼働を行うべきではないという強い脱原発の主張というよりは、現実解としてのソフトランディング、最低限の再稼働はやむを得ないとしても、段階的に原子力発電比率を減らしてほしいという声が支配的なのである。そしてこの傾向は、バランスのとれた情報提供と熟考を経た上で示された世論調査結果^{2,3)}とも整合的である。

また、「直ちにやめるべき」「段階的に縮小すべき」をあわせると、常に約8割の人々が「脱原発」という方向性を支持していることからみても、そのスピード感や最終的なゴール設定には違いがあるにせよ、サイレントマジョリティは、原子力発電所に依存しない世界へ向かうことを望んでいると言えよう。

加えて、再稼働反対支持が過半数である新聞各社の世論調査結果は、「再稼働に賛成か反対か」という二者択一を迫られた場合、「再稼働を認めて段階的に縮小すべき」

を志向する人々の一定数が「再稼働反対」を支持することを示している。このことから、人々は再稼働そのものというよりは、ひとつの再稼働によってなし崩し的に既存の原子力発電所が再稼働されてしまう世界、すなわち「福島第一原子力発電所以前の世界」に戻ってしまうことに反対の意をとнаえてしていると解釈することができよう。

また広瀬の調査¹⁾によれば、福島第一原子力発電所事故から2年半の間に、「段階的に縮小すべき」を支持する率は徐々に減少する一方で「原子力発電は直ちにやめるべき」を支持する率は上昇の傾向にある。原子力関係者の中には、この変化を「原子力発電が稼働していなくても、電力需要が賄えているように見える状況」を電力関係者の努力が足りていないように見える状況と捉える人もいよう。しかし本当にそれだけだろうか。事故から2年半が過ぎても、原子力発電への依存を減らすための具体的な工程は示されず、むしろ「原子力専門家」と社会から認定される人々の主張が、原子力を積極的に利用すべきというものばかりであることへの警鐘と読み取ることはできないだろうか。

3. どのような社会に生きていきたいのか

日本に限らず先進国とよばれる国々は1970年代以降、科学技術の発展とその恩恵を享受すると同時に、様々な科学技術の負の側面とも対峙することとなった。この科学技術と社会の関係性が問い直される中で起こったいくつかの社会的問題、特にリスクの不確実性が高いといわれる遺伝子組み換え農作物や地球温暖化問題などにおいては、様々な形で専門家と社会との議論が積み重ねられてきた。そこから導き出されたひとつの見解は次のようなものである。

専門家ではない人々が情報を吟味し、議論した上で至る結論は、専門家の側にも先端科学技術をめぐる統一的な「正解」は存在せず、この問題の解き方にはさまざまな方法があり得るということである。そして人々は、そうであるならば専門家任せにはせず、またいずれかひとつの情報や主張を丸呑みにするのではなく、自らの生活知に照らし合わせて進むべき方向性を選び取ることが重要であると考えようになる³⁾。

専門家ではない、この問題についての強い関心や意思を持たない「サイレントマジョリティ」が、自らが問うべきことと位置づけるのは、私たちはどのような社会で生

きていきたいのか、どのような社会を将来世代に残していきたいのか、という価値選択そのものなのである。

4. 信頼を規定する要因としての「価値共有」

社会心理学者の中谷内一也氏は、原子力をめぐる「信頼」を規定するリスク認知要因には、能力・経験・資格という形で表現される「能力(competence)への認知」と、公正さ・誠実さ・努力という形で表現される「動機づけ(motivation)認知」の2つの認知要因の他に、相手が主要な価値を自分と共有していると感じるかどうかという主要価値類似性(Salient Value Similarity)が重要であると指摘している⁴⁾。

また中谷内氏は原子力事業者を例に、社会からの信頼が低い組織ほど、能力や動機付けではなく、「価値を共有しているかどうか」という認識次第で信頼レベルが定まるとしている⁵⁾。別の言い方をすればこれは、原子力関係者が繰り返し強調する社会との信頼関係構築のためには、専門性や技術力の向上(能力)と安全に対する姿勢(動機付け)のアピールではなく、リスクを管理する側(原子力事業に係わる側)と社会が価値を共有していることを確認しあう機会が肝要であるという指摘である。

5. 結びにかえて

可能な限り原子力に依存しない社会を実現したい。これがサイレントマジョリティと呼ばれる人々の価値選択である。そうであるならば、今もっとも原子力専門家に求められていることは、原子力発電依存度を下げるための具体的な工程表を示すことに他ならない。それにもかかわらず、「原子力発電依存度を下げる」という政権与党の主張は単なるお題目としか感じられないほどに、原子力事業に係わる人々の前のめりの主張ばかりが目立つ。原子力発電の安全性を向上させるための施策は必要であろう。しかしそれだけでは、社会の側が原子力事業に係わる人々と価値を共有していると感じることは困難なのである。

この状況がどのように映るか。いささか乱暴な言い方をすれば、原子力事業に係わる人々は、仮に他に有力な(安定的かつ経済コストも見合う)電源があったとしても、自己の組織や権益の維持のために原子力を使い続けたいという価値をもつ人々である。福島第一原子力発電所の事故を経てもその姿勢は変わらないと社会の側には

映っているのである。

このような筆者の主張に対して、原子力事業者は決してそのような価値を有してはいない。電力の安定供給のためには、原子力はあくまでも現状におけるひとつの手段でしかなく「電力会社としては、安定的かつ経済コストも見合う電源が本当に可能ならば、脱原発依存はかまわない」との反論に出逢うことがある。原子力事業者の中にはそのような考えの方も少なからず存在すると筆者も思う。しかし、筆者が傍点をつけて「社会の側には映っている」と強調したように、仮にそのような価値規範が原子力事業者の側に存在したとしても、それは社会とは共有されているとはいいたいが現状なのである。

そして価値共有がなく、基本的な信頼が損なわれている状況では、どのようなコミュニケーションをも機能することは困難である。本稿は、原子力業界内にあるいくつかの萌芽、遅まきながら社会とのコミュニケーション実践を真摯に追求しようとする試みを否定している訳ではない。それは望ましい方向へ舵を切ろうとする試みでもあるだろう。しかしそれだけでは問題が解決しないこともまた事実なのである。

福島第一原子力発電所以降、筆者の原子力学会誌への寄稿は3回目となる。そしてその結論は過去2回と変わらない。原子力の専門家自らが、既存の原子力発電所の安全性向上と同時に、原子力発電への依存を段階的に縮小するためのロードマップを描くこと、その2つを両立させることこそが、社会との信頼関係を構築するための第一歩目にある。それなしには、原子力関係者は、信頼関係に基づくコミュニケーションの入り口にすら立てない考える。

(2013年12月18日記)

－ 参考・引用文献 －

- 1) 広瀬弘忠, 福島第一原発災害を視る世論, 科学, Vol.83, No.12, p.1346-1353 (2013).
- 2) 八木絵香, エネルギー政策における国民的議論とは何だったのか, 日本原子力学会誌, Vol.55, No.1, p.29-34 (2013).
- 3) 曾根泰教, 他, 「学ぶ, 考える, 話し合う」討論型世論調査－議論の新しい仕組み－, ソトコト新書, (2013).
- 4) 中谷内一也, 第12章, リスクと信頼－最後の行き着くところ, リスクの社会心理学, 有斐閣, (2012).
- 5) 中谷内一也, リスク認知と信頼, 総合資源エネルギー調査会原子力の自主的安全性向上に関するWG第5回会合資料, (2013).

自主的・継続的安全向上に必要なこと リスク管理とリスク評価と安全目標

大阪大学 山口 彰

1. デッドロック

原子力発電所の安全の問題はこう着状態にはいりこんでいるようだ。政府事故調査委員会の報告書は、我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得ないという安全神話にとらわれていたと指摘する。今や、絶対安全はないと当然のように語られる。一方で、安全が確保された原子炉から再稼動するとの政策に従い、新規制基準に則った厳格な審査が行われているところである。電気事業連合会のホームページは、“安全確保を大前提とした原子力発電の活用”という方針を示し、現実には、既設原子力発電所の再稼動のために、安全確保がなされていることを理解・認知していただくことと事業者は躍起である。絶対安全はありえないと言いつつも、大前提である安全確保を示さなければ原子力利用は進まないというジレンマである。

原子力規制委員会はその発足にあたり「国民の信頼の回復に向けて」というペーパーを出し、“地に落ちた原子力規制への国民の信頼の回復”を最大の課題とした。国民と環境を護るための原子力規制が、信頼回復という言葉に振り回されているようにも見える。原子力規制への信頼とは、専門性と倫理感による透明性ある意思決定プロセスと首尾一貫した適切な規制判断の積み重ねにより得られるものであろう。安全かもしれないが安心できないと言われる。安心であることが信頼回復なら、安心はどうやって得られるのだろうか。

原子力基本法には“原子力利用は安全確保を旨とする”と謳われている。“安全確保を旨とする”は、安全確保を大前提とするということではなく、安全を何よりも尊重することと解釈するべきである。IAEAは安全文化について、“原子力の安全問題に、その重要性にふさわしい注意が必ず最優先で払われるようにするために、組織と個人が備えるべき統合された認識や気質であり、態度である”と定める。原子力基本法は、安全文化の理解と尊重、それが自然のこととしてなされる状態を求めているのであろう。成熟した安全文化がなければ原子力利用の資格はないということである。

原子力利用にあたって、安全確保が何より大切であることは疑うべくもないが、それを大前提あるいは絶対的な必要条件と理解したところにこの問題の根源があると

思う。福島第一事故から学んだ教訓は、原子力安全の問題に生かされているのかを考えてみたい。

2. How Safe Is Safe Enough?

世界の原子力関係者は長年にわたり、“How Safe Is Safe Enough?”を自問し続けた。わが国でも同様であった¹⁾。これをそのまま翻訳すれば、「どれほどの安全水準であれば十分か？」である。もしも十分な安全水準が示されるのであれば、それを満たせば“安全確保の大前提”は解決することになる。ここには、安全確保と認められる水準を誰かに決めて欲しい、という受け身の気持ちが表れている。いつまでたっても答えが得られないと、そのうちに問いかけることを忘れ、安全確保がなされていることの説明に終始するようになる。

はたしてこの問いに答えることはできるのだろうか。十分に安全であると国民社会に認めていただけるような安全水準などは、どの論文にも書いてない。国民社会に受け容れて頂ける安全水準があるとすれば、その時代の社会との健全な対話関係から提示されうるものである。安全目標がその答えだと考える向きもあるだろう。佐藤は、安全目標はこの問いに対する原子力側からの答案である¹⁾と書いている。社会側からの答えが不足しているということだ。

“How Safe Is Safe Enough?”は、「安全確保に不十分なところはないだろうか？」と訳すが良いと思う。どこか足りないところはないのかを常に自問するのである。この訳には、安全向上を自ら求め続ける自主性や主体性の意思と態度が込められている。

3. 安全目標

原子力基本法は、安全の確保について確立された国際的な基準を踏まえることを基本方針のひとつとしている。安全目標は、リスク管理による安全確保を行うという国際標準の考え方に不可欠である。

2013年4月3日に原子力規制委員会は、①炉心損傷と②格納容器隔離機能喪失に係る発生頻度の性能目標を、さらに③管理放出の発生量と発生頻度についての目標を発表した。4月10日には、①と②は原子力安全委員会安全目標専門部会の検討が議論の基礎となっている

こと、環境への影響について世界各国の例を参考に追加したこと、原子力施設の規制を進めていく上で達成を目指す目標であること、継続的な安全性向上を目指す原子力規制委員会として今後とも引き続き検討を進めることの声明を発表した。

安全目標については、原子力安全委員会安全目標専門部会が平成15年に中間とりまとめを行っている²⁾。まず、原子力を利用する事業活動には多くの便益がある一方、国民の健康や社会環境に大きな影響を及ぼすリスクが潜在するためリスクを抑制することが重要とした。そして、原子力利用活動に伴って放射線の放射や放射性物質の放散により公衆の健康被害が発生する可能性は、公衆の日常生活に伴う健康リスクを有意には増加させない水準に抑制されるべき(定性的安全目標)とした。その上で、その水準を定めるものとして日常生活に伴う健康リスクと比較して公衆の個人の平均死亡リスク(定量的安全目標)を定めた。施設が安全目標に適合しているかを判断する目安となる水準を示しておくことが合理的として性能目標を定めた。これが上述の①と②である。

安全目標専門部会は③の環境への影響についても考察している。大きな事故が発生した際に生ずる影響には土地が汚染して人々の生活空間が制限されるなどの影響があり、これを社会的影響という。社会的影響は、個人の健康に対する放射線影響という直接的な影響と比べて定量化が困難である上に、目標とすべきリスクの抑制水準についての議論が進んでいないので、これを属性とする目標は定めていない。このことはもちろん、本専門部会がそうした影響の考察が重要でないと判断した結果ではない。

結局のところ、この報告書は、安全委員会の正式決定文書とはならなかった。安全目標を定めることは“*How Safe Is Safe Enough?*”の答えを定義することだと誤解していたからではないだろうか。安全目標にその答えを期待していたならば、それが実に困難な作業であり、その役には立たないことに気づき、結局、安全目標への期待が失せたのではないかと思う。

佐藤の言うように、安全目標は“*How Safe Is Safe Enough?*”の原子力側の答えにすぎない。安全目標は、リスク管理者に公衆のリスクを抑制するために行うべき安全確保活動の深さや広さを共通の指標で示すものであって、安全確保の成否を出すものではない。安全目標専門部会は、安全目標が社会に広く受け入れられ、関係者に尊重されるため広く社会と対話を続けて行くことが肝要であるとも述べている。社会側からの答えを用意する努力こそ重要であるということである。

4. 自主的・継続的安全向上のために

安全確保も信頼回復も大切なことであるが、いずれも論理的な原子力規制には不釣り合いである。安全確保や信

頼回復は、明確に定義できないからである。一方で、リスクの抑制・管理や安全目標は論理的な考察によりルールとして定めることが可能である。原則や定義、条件を明確にしないままにルールを曖昧に運用すると、得てして信頼を失うことが多い。原子力規制の信頼は、国民からの信頼、被規制者からの信頼、国際社会からの信頼のバランスにて構成される。従って、原則やルールの明文化などによる一貫性と論理性が不可欠な要素である。

安全が確保されるとは、リスクマネジメントが適切になされ、リスクの評価が恒常的に行われている状態である。米国の国土安全保障省(The U.S. Department of Homeland Security)によれば、リスクマネジメントとは、リスクを同定し、分析し、コミュニケーションするプロセスである。そして、リスクの受容、回避、代替によりリスクをコントロールし、合意可能なレベルに維持することである。その場合の具体的な活動のコストと効果を考慮しなければならない、とされる。

リスクマネジメントが適切になされた状態では、リスクは相当に低い水準に抑制されており、さらなる安全確保活動が本当にリスクを低減させるのか、新たなリスク要因となり得るのかが、リスクの不確かさゆえに必ずしも明確に断定できない。不確かさと同程度の水準のリスクが残存することも考えなければならない。その水準が受容可能であるかを考えるに安全目標が必要になる。しかるに、残存するリスクに関する知見が必要となり、これはリスク評価の役割である。新たな安全確保活動の有効性を判断する原則、すなわち ALARA (As Low As Reasonably Achievable)も意味を持つのである。

安全確保が大前提と信頼回復が最大の課題という呪縛にとらわれすぎてはならないということが福島第一原子力発電所事故の教訓であると思う。“*How Safe Is Safe Enough?*”を問い続け、安全目標が尊重されるために社会との対話を続け、リスクマネジメントと残存するリスクの評価を行い、高い安全の水準を追求し続ける。こうして初めて自主的・継続的安全向上が可能になる。国民の信頼の回復を最大の課題とした第1回の原子力規制委員会で、“安全目標に係る議論は、ともすれば、原子力が環境や人命に対して被害を及ぼすことを直視する議論になるために避けられがちなところがありますけれども、常に原子力の利用には危険が伴うのだということを改めて意識をする上でも、安全目標の議論は継続的に続けられている必要がある”と委員の一人が指摘している。

(2013年12月13日記)

－ 参考資料 －

- 1) 佐藤一男, 原子力安全の論理, 日刊工業新聞社, 105 (2006).
- 2) 安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ, 原子力安全委員会, 安全目標専門部会, 平成15年12月.

福島原発事故とリスクコミュニケーション

長崎大学/福島県立医科大学 山下 俊一

1. はじめに

福島原発事故から3年目を迎えるにあたり、事故直後の避難や屋内退避、そして計画的避難地域などの政府指示を受け、苦渋の選択で今なお避難生活を余儀なくされている被災住民の皆さまに心からお見舞い申し上げます。

事故直後の情報不足からその後の情報氾濫は、原発事故に限らず災害に遭遇した場合、市民社会におけるポストクライシスコミュニケーション全般について避けられないものがある。すなわち、二次的な情報災害であり、ある意味でのコミュニケーション災害である。千差万別の価値観の中で、異なる分野を繋ぐ共通言語に対する相互理解の難しさ、特にリスクコミュニケーションの難しさが露呈している。

さらに、事故前の想定内準備と訓練がいかに限定的で机上の空論であったかも明らかとなったが、福島の教訓を生かした将来の原子力災害対策の改善と改革が喫緊の課題である。

今回の福島原発事故は、地震・津波被害の結果、全電源喪失による複合産業クライシスであり、感染症のアウトブレイクのような健康クライシスではない。しかし、環境中に大量の放射性物質が放出され、一般住民に対する公衆被ばくという新たな問題は、恐怖と不安、そして不満や不信、更に恨みと怒りを蔓延させた。すなわち、全く無益で無用な被ばくを強いられたという住民すべてが被害者であり、現存被ばく状況下での放射線リスクコミュニケーションと長期健康対策が不可欠となっている。その意味で、福島県民の健康見守りという重要な健康コミュニケーション事業が始まっている¹⁾。

2. クライシスコミュニケーション

震災直後の津波被害からの対応処理の成否が、第一原発と第二原発のその後の運命を大きく分けたと言える。

事故直後からの中央政府ならびに現場での危機管理ガバナンスの問題点について、種々の調査や検証が行われている。避難や屋内退避の指示により、現場に留まった作業員や危機介入の自衛隊、消防、警察など一部を除き、避難住民への直接的な放射線の健康影響は考えにくいと言えるが、誰しもが避難の混乱と広範な放射性物質の降下により、様々な形で影響を受けたことも自明である。

また震災関連死を始め、風評被害など多方面で重大な

影響が出ているが、被ばくという重い事実に対しては、事故直後は正確な線量予測に基づく現場でのクライシスコミュニケーションが極めて困難であった。それでも、情報が得られない時点では、あらゆる健康被害を予防的かつ最小限に留めるための努力、すなわち個人リスクと社会・経済リスクの長期影響を考慮して、政府が強権的な危機管理をすることが真の意味でのガバナンス力でもある。

しかし、今回は事故後に政府から出された種々の指示、すなわち規制の影響を同時並行的に評価し、時々刻々との確にフィードバックする体制がなかったことが、その後の事態の収拾を困難にした一因とも考えられる。すなわち、危機管理のガバナンスが先にあり、その一部にクライシスコミュニケーションがあるべきはずが、あたかもクライシスコミュニケーションが先にありきという社会風潮が現在でも尾を引いている。一方では、この困難な渦中で、苦悩の現場対応をした福島県立医科大学の被ばく医療関係者から、示唆に富む多くの教訓が導き出されていることは特筆すべきことである²⁾。

3. ポストクライシスコミュニケーション

突発的な大惨事に見舞われた現場では、平常時の指揮命令系統が機能せず、その場に居合わせた特定の人に、非常事態に即した迅速な判断と行動、そして過大な責任が重荷となる。クライシスマネジメントとは、事故直後からの責任ある決断と行動であり、この間に発せられる権威ある規制と統制というガバナンス、この場合は政府指示であるが、玉石混淆の個人レベルの説明の不統一見解とが、危機管理に際して混同されたことは痛恨の極みでもある。非常事態と平常時では、コミュニケーションのあり方が異なっており当然であり、双方向性の納得や合意は、クライシスを乗り切った後のポストクライシス、そして平時のリスクコミュニケーションでこそ養うべき国民的な課題である。

そのためにも、3年目の福島の現実をポストクライシスとして正しく理解し、我が国の科学リテラシー、すなわち学校教育における理科や社会科を基本に、包括的な科学技術社会の光と影を学ぶことが求められ、すでにその方向性が提言されている³⁾。

振り返って、原子力災害直後から特に初期の1ヶ月間は、政府からの線量関連の規制や指示が迅速かつ適切に

周知共有されず、現場では混乱の中での対応を余儀なくされた。この間のポストクライシスの定義が問題だが、2011年12月には原発事故処理工程の管理面から、当時の野田佳彦首相による事故収束宣言が発せられている。この期間が、ある意味でポストクライシスとも言えるかもしれない。すなわち、2011年末までは事態は収束したとは言えず、事実、緊急時に作業するための作業員の被ばく線量限度が一時250mSvまで上げられていた。

一方では、今なお帰還帰村ができず避難住民が多くいる現実をして、いまだポストクライシスであるともみなすこともできるし、汚染水問題などが制御されていない以上、事故は収束していないことになる。

いずれにしても、この間のクライシスコミュニケーション、そしてポストクライシスコミュニケーションの放射線健康リスク管理の拠り所は、国際放射線防護委員会ICRPの勧告(報告書111)であったが、緊急時被ばく状況から現存被ばく状況下での参考レベル20mSv/年間と1mSv/年間の数字の意味の理解が不十分では、混乱の收拾も困難なままである。そこで、リスク認知や容認の違いを克服するために、放射線と健康に関するリスクコミュニケーションが、その中に包括されるコンセンサスコミュニケーションやケアコミュニケーションを通じて、ポストクライシスの地域ごと、職場ごと、さらに学校単位などで、地道に行われる必要がある。

4. 福島県「県民健康管理調査」事業

ポストクライシスコミュニケーションとして、日本学術会議では、事故後の混乱に際してICRP勧告の重要性についていち早く会長談話を出し、震災以降種々の関連活動を精力的に展開している⁴⁾。さらに各委員会や分科会からの提言や活動内容は、学術の動向にも特集されているが、何よりも原子力災害に対する真の意味でのレジリエンス構築が強く求められている⁵⁾。

このような渦中で、事故後2ヶ月目には、福島県「県民健康管理調査」検討会が立ち上がり、6ヶ月目には、国際専門家会議「放射線と健康リスク」が福島県立医科大学で開催され、県民健康管理調査事業への課題と期待が表明されている。その中での結論の一つとして、福島はチェルノブイリと異なり、住民個々人の被ばく線量は低く、明らかな健康影響も少ないと推測されるものの、精神心理的・社会経済的影響を熟慮し、丁寧なリスクコミュニケーションと長期にわたる健康管理の必要性が挙げられている⁶⁾。その年末には医学のあゆみの特集号に「原発事故の健康リスクとリスクコミュニケーション」がいち早く取りまとめられ、医療関係者への的確なメッセージとなっている⁷⁾。

海外からの応援では、国際原子力機関IAEAと福島県の包括的協定に基づく取組みの具体化の一つとして、2013年11月に福島県立医科大学で「放射線・健康・社

会」というメインテーマで国際科学者会議が開催され、とりわけ放射線医学教育現場に、「科学・技術・社会 Science and Technology in Society : STS」という社会科学の導入が提案されている。すなわち、原発事故に遭遇して、被災者の立場での科学者の取組みも求められている。その意味では、ICRPのメンバーが直接、福島の現場へ入り、定期的なダイアログ集会の開催とともに、復興に向けた現場力の向上に大きな力となっている。

5. おわりに

英国の詩人バイロンの言葉に「逆境は真実への第一歩」とあり、同じくジュネーブで宗教改革を主導したカルヴァンらは「闇の後に光を」と述べている。

福島原発事故から3年。まさに暗澹たる思いと、被災者に申し訳ないという気持ちで関係者の心は打ち拉がれている。このような厳しい状況が続く中で、復興支援に向けた努力には、ただ感謝の言葉しかない。しかし、それでも非常事態におけるクライシスコミュニケーション、そしてポストクライシスコミュニケーションと平時のリスクコミュニケーションは区別して理解されるべきであり、この点では、原発作業員と一般公衆の被ばくについても分けて考え、長期にわたる健康管理と放射線リスクコミュニケーションを推進する必要がある。

最後に、多職種の関係者への放射線災害医学教育が、リスクコミュニケーションとその人材育成上不可欠である。科学技術社会に生きる現代日本人の科学リテラシー向上に向けての教育改革が、この大変な国難の時期に、光明を見出すレジリエンスになるものと期待される。

(2013年12月15日記)

— 参考資料 —

- 1) 福島県放射線医学県民健康管理センター；<http://fukushima-mimamori.jp>
- 2) 福島県立医科大学附属病院被ばく医療班編集；放射線災害と向き合って。ライフサイエンス出版、2013年。
- 3) 内海博司；第10章災害と理科教育。現代日本の教育課題—21世紀の方向性を探る(村田翼夫・上田学編著)。東信堂、2013。
- 4) 日本学術会議ホームページ；<http://www.scj.go.jp>
- 5) 月刊学術の動向バックナンバー；
<http://www.h4.dion.ne.jp/~jssf/text/doukousp/backnumber.html>
- 6) Conclusions and recommendations of the International Expert Symposium in Fukushima : Radiation and Health Risks, *J. Radiol. Prot.*, 31, 381-384, 2011.
- 7) 長瀧重信編集；原発事故の健康リスクとリスク・コミュニケーション, 医学のあゆみ, 医歯薬出版, 239巻10号, 2011年。

原子力市民委員会の目指すもの

九州大学 吉岡 斉

1. 脱原発社会という目標

2013年4月、原子力市民委員会（Citizens' Commission on Nuclear Energy；CCNE）が発足した。この委員会は、「脱原発社会」を実現したいと思う人々が集まり、どのような脱原発社会が望ましいのか、またどのような方略でそれを実現していくのかについて率直な議論を戦わせ、そこで得られた合意にもとづいて政策提言を行っていく民間シンクタンクである。運動団体ではない。メンバー（委員11名、部会メンバー30名、アドバイザー18名、事務局員4名）は2013年10月現在で合計63名を数える。学者と実務家の比率はほぼ均等であるが、座長（船橋晴俊、環境社会学）、座長代理（吉岡斉、科学史）、事務局長（細川弘明、文化人類学）の三役はいずれも学者が占める。

ここで「脱原発社会」とは、原子力発電を廃止するとともに、原子力発電にともなう負の遺産を賢明に管理していく社会を指す。そのメンバーとなるための唯一の資格は、「脱原発社会」の実現という目標を共有することである。原発全廃までの所要期間については、サドンデス方式（即時ゼロ）とドイツ方式（猶予期間を置く）のいずれかに一本化せず、多様な考えを認める。また脱原子力への思いの強弱も問わない。

2. 現実的な政策提案

原子力市民委員会は、できるだけ幅広い意見の人々にメンバーとして参加してもらい、最大限幅広い人々の合意を得ることができるような、「現実的」な公共政策上の提案をまとめることを目指している。

もちろん提案する政策内容は、公共福祉の最大化という目的に適合していなければならず、そうでない場合には主要ステークホルダーの既得権を剥奪するのは当然であるが、そうした既得権喪失のもたらす打撃について理解し、必要な場合には一定の猶予期間を設けることや、補償を行うことを検討する必要がある。

また原子力発電を卒業するに際して発生する国民負担についても、多くの国民がみずからそれを受け取る覚悟をもち、誰がどのようにそれを受け取るかについて、皆で協議する姿勢をもつことは当然必要である。とりわけ大きな国民負担となるのが、いわゆる「負の遺産」の管理・処理・処分であり、それに要する費用負担は幾代もの将来世代に及ぶ。その痛みを国民全体が分かち合わね

ばならない。そうした負担を政府や電気事業者に一方的に押しつけるのではなく、すべての国民に真剣に考えてもらおうというのが、原子力市民委員会の姿勢である。

ただし「核のゴミ」問題における前進が、原子力発電推進の円滑化に役立つ側面が多分にあるので、原発ゼロを目指す立場からは、その円滑な実現の障害とならぬよう十分考慮する必要がある。以上のようなことが「現実的」という言葉の意味である。

3. 大異を捨てて小同につく

福島原発事故以前の日本の原子力発電論争は、従来の原子力政策・原子力利用をほぼ全面的に肯定する「賛成派」（推進派という言葉は肯定のニュアンスが強すぎるため、そのように名指しされることを忌避する人々もいるので、ここでは賛成派とした）と、ほぼ全面的に否定する「反対派」（これもニュアンスが強いので、慎重派などと呼んでほしい人々が少なくないことは理解できる）の「二項対立」という性格を色濃く帯びていた。しかしこうした実態を必要以上に誇張する論調が、ジャーナリズムや評論の世界にあふれていた。しかし筆者自身はそうした二項対立論について、実態を誇張しすぎた議論であると考えてきた。

筆者は1997年に原子力委員会専門委員（高速増殖炉懇談会委員）に任命されて以降、意識的に「大異を捨てて小同につく」（これは筆者独自の表現で、大異のもとでも最大限の小同を追求していく姿勢を指す）を旨として、政府審議会のような「賛成派」が大多数を占める場においても、一致点をできるだけ増やすべく「対話的」に行動するよう努めてきた。原子力委員会や総合資源エネルギー調査会では、大多数の委員が賛成派であり、反対派（筆者も強いて分類すれば後者に属する）はゼロか、せいぜい1～2名（全体の数%以下）であることが常だった。そうした絶対的少数派の立場に置かれてもさほど強いストレスを感じないことが筆者の強みであり、そのかいもあってか筆者の原子力関係の御用学者歴は、18年目を迎えようとしている。

4. 二項対立状況の「雪解け」

筆者と同様の対話的姿勢をとる人々は、「賛成派」と「反対派」の双方で、比較的少数ではあるが存在してきた。そうした人々との対話では、総論レベルでの原子力

発電への賛成・反対という立場の相違があることを、お互いにみとめつつも、各論レベルつまり個別の政策・事業については、「個の自立」を前提として是々非々で判断すれば一致できる点も少なくないはずだ、という認識がおのずと共有されてきたように思われる。たとえば核燃料再処理については廃止又は無期凍結という方針で一致できるのではないかと、筆者は以前から考えていたし、今でもそうである。実は対話的姿勢を公然と表明する人々は氷山の一角に過ぎず、その水面下の部分は広大と思われる。

その観点からいえば、1995年の高速増殖炉「もんじゅ」事故を契機に、原子力政策がある程度柔軟化するとともに、「賛成派」と「反対派」との間の垣根が低くなり、相互理解がある程度促進されたことは、有意義であった。筆者もその恩恵に預かった。とくに1999年度のエネルギー・フォーラム賞優秀賞に、拙著『原子力の社会史—その日本的展開』（朝日新聞社、1999年）が選ばれたことは、二項対立の「雪解け」を感じさせる出来事だった。（この本の増補改訂版が2012年、『新版 原子力の社会史—その日本的展開』として、朝日新聞出版から刊行されている。1999年から2011年までの歴史記述が追加されている。）

5. 「逆コース」による対話の停滞

しかし2000年代に入ってそうした「雪解け」の時代は終わり、「逆コース」が進められた。民主党政権時代になってもこの状況に有意な変化はなかった。しかし福島原発事故を契機に、政府審議会での「賛成派」と「反対派」とのバランス関係は若干変わり、「反対派」委員が数名（従来の2～3倍）となった。だが2012年末に安倍晋三政権が発足してからは、委員構成は福島事故以前に戻ってしまった。なおこの時期、筆者は政府の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、いわゆる政府事故調の委員を務めたので、原子力政策関係の委員から遠ざかることとなった。

「逆コース」で強化された「賛成派」と「反対派」が隔離された状況は、福島原発事故以後も続いている。国民および事業者・規制者における原発事故へのリスク認識が根本的に変化し、国民の多数派が将来の脱原発を支持するようになった現在においてこそ、「賛成派」と「反対派」の垣根を越え、「個の自立」に根差した率直な対話が必要となっているにもかかわらず、それが活性化する気運はき

わめて低調と言わざるをえない。「賛成派」にとって現状は、事業の「粛清」に直面した危機的状況に他ならず、異なる意見の人々とオープンな建設的対話を進める状況ではないと思われるが、「賛成派」がせっかくの好機を見逃してしまうのは、「反対派」の立場からはもとより、日本国民の公共利益実現の観点からみても残念なことである。

「反対派」の方も対話を拒否し、サドンデス方式の脱原発に固執していると見る読者もおられるかも知れないが、決してそうではない。現に、原子力市民委員会は委員会の議事を公開しており、誰でも傍聴することができる。また日本全国各地で『原発ゼロ社会への道—新しい公論形成のための中間報告』（2013年10月）に対する意見交換会を開催しており、そこには誰もが参加でき、意見を述べるができる。さらに近いうちに「賛成派」の人々を招待して公開討論会や意見交換会を開催するための準備を始めている。

付け加えれば、最大多数を占めるであろう「中間派」（総論レベルで賛否いずれにも強くはコミットせず、各論レベルでは是々非々の判断をする人々）の意見を、今後の原子力政策において、最大限尊重すべきであろう。そうした中間派の中で、原発維持よりも脱原発のほうがいちと考える人々が、多数を占めていることを理解しなければならない。

6. 脱原発は容易である

筆者としては、決して起きてはならない原発過酷事故が現実のものとなり、計り知れない被害を日本と世界にもたらした以上、日本における脱原発が当然の選択だと考える。

サドンデス方式を採用すれば一時的に巨額の「焚増しコスト」が生ずるが、ドイツ方式ならば影響は大幅に緩和できる。今後の日本の急速な人口減少（労働力人口のより急速な減少）、製造業の衰退、高価格状況下でのエネルギー節約の進展などを考慮すれば、再生可能エネルギー躍進の度合いにかかわらず、脱原発は容易である。原子力発電は福島事故までは1次エネルギーの10%余りを占めていたが、福島事故により多くの原発が再起不能となることは確実であり、たとえ半数が復活しても1次エネルギーの5%あまりに過ぎず、10年以内に5%相当の消費削減は容易だからである。

（2013年12月18日記）

福島事故後の規制制度の改革と今後の課題

原子力規制委員会設置法の趣旨は実現されているか

東京工業大学 西脇 由弘

1. はじめに

福島第一原子力発電所の過酷事故から、はや3年が経過しようとしている。この間、福島県などの避難をされている方々には大変なご迷惑をおかけし、また、国内外に大きな影響を与えたことは、原子力規制に携わったことがある者として慚愧に堪えず、この場を借りてお詫びいたしたい。

私は、事故発生直後に旧原子力安全委員会に駆けつけ、事故対応に当たった。1985年に、同委員会が格納容器ベント系を設置しないことを決めた後、1986年にチェルノブイル事故が発生し、この事故に対する規制機関の対策として旧通商産業省が「セイフティ21計画」を省議決定をした。この計画に基づいて、徴候ベース手順書の整備の検討を開始し、これが1992年のAMの整備につながり、2002年までに過酷事故対策が施されていたという経緯を知っていたので、福島第一事故は収束するものと思っていたのだが、3つの原子炉が過酷事故に至ったことは、悔やんでも悔やみきれない。

事故が一段落した後、原子力関係者の責任として、二度とこのような事故を発生させてはならず、その防止に各人が全力を尽くすべきとの思いに至った。原子力学会にもその成果報告を行った東京大学原子力法制研究会において、福島事故前から我が国原子力規制の問題点を洗い出していたことから、自分がなすべきことは、規制組織の改革や原子炉等規制法の改正にあると考え、求めに応じる形ではあるが、当時の政権与党の民主党や野党の自民党の代議士の方々に働きかけを行った。

事故後の夏に、民主党政府内で規制組織を見直す機運が高まり、環境省のもとに規制機関を置く案が出され、これに対して、当時、野党の自民党と公明党が対抗法案を出し、この自公案を基本として、現在の原子力規制委員会(以下、委員会と略す)は作られた。

本稿では、原子力規制委員会設置法(以下、設置法と略す)の成立経緯が複雑であったことから、これに解説を加えると共に、国会における主要な論点を紹介し、更に、設置法のねらいが実現されているか検討する。

2. 国会審議の経緯

福島第一事故が発生した年の2011年8月に、当時の

民主党政府は、規制組織の見直しの案を閣議決定した。同月に内閣官房に原子力安全規制組織等改革準備室を設置し、法案化の作業に入り、翌年2012年1月に、環境省設置法改正案等を国会に提出した。

民主党政府案は、旧原子力安全委員会と旧原子力安全・保安院を、両者の関係はほぼそのままの形で、環境省のもとに置き、また、船舶等の一部の規制権限を移管するものであった。

当時、野党の自民党は、政府案を検討した結果、規制機関の独立性が十分には担保されておらず、一元的規制も徹底せず、また、「規制の虜」の原因となった規制機関の専門性の欠如に対する対策が不十分であるとして、政府案の対抗法案の検討を開始した。

自民党の塩崎議員を座長とする原子力規制組織に関するプロジェクト・チームは、同様の事故の再発防止を図るための政治の責任は重いと考え、国民の「信頼と信認」を得ることを目指し、世界の範となる規制体制の再構築を行うため、有識者からのヒアリングを行うなど、精力的な検討を開始した。同時に、衆議院法制局の協力のもとに、政府法案の対抗法案として設置法案の検討に入り、関連69法案を含む500ページもの大法案を作成し、2012年5月に、自公による衆議院議員提出法案として国会に上程した。また、並行して、政府案への攻めと、自公案の守りの2種類の国会想定問答の検討・作成を開始し、国会論戦に備えた。

当時、衆議院は民主党が多数であったが、参議院は過半数に達せず、自公と一部野党が反対に回ると、参議院では法案は否決される状態となっていた。自公案が、政府法案の対抗法案となり成立した理由として、衆参がねじれの状態になっていたことがあげられる。

衆議院においては、政府案と自公案が対立し、激しい論戦が繰り広げられた。緊急時における規制機関の独立性など次項に述べる諸点を含め、政府が主要論点で自公から論破され、逆に、自公案に民主党が論戦を挑んだがひるまなかった。この結果、政府案は撤回され、規制体制を規定した設置法案や原災法については自公案とし、原子炉等規制法については、政府案を中心として法目的の改正など自公案を入れる形で、両法案の調整が図られ、衆議院で衆議院環境委員長提出法案という形で一本

化し参議院に送られ、6月20日に可決成立した。

野党であった自公が提出した設置法案は、政府組織に関する大法案であるにもかかわらず、政府案を退け成立したが、同様の前例はあまりみられない。また、戦後、多数作られた独立行政委員会が減少していく中、三条委員会が新設されたことは特筆に値する。

設置法は、国会事故調査委員会の提言との整合性が高く、この点でも評価される。また、自民党プロジェクト・チームは、東大法制研の調査結果を活用され、設置法や原子炉等規制法は、法制研のメンバーでの検討結果を実現したものになっていることを付言しておく。

3. 国会審議の焦点

設置法の国会審議の焦点は、巷間、政府案と自公案の最大の相違点である規制機関の独立性と一元化にあったと思われる。しかし、緊急時の独立性を除き、規制機関を三条委員会にすることや、保障措置などの一元化については、民主党内にも政府案は不徹底という意見もあり、大きな争点にはならなかった。

ここでは、緊急時の独立性、専門性の向上とノーリターンルール、40年運転期間問題について、国会での議論を概説する。

(1) 緊急時における規制機関の独立性

民主党政府は、「国民の生命を守るのは総理大臣である」とし、「国家の命運がかかるような事態のときには、総理の規制機関への指示権が必要」との主張を行った。これに対し、自民党は、「原子炉事故は高度に専門的な知識がないと対処できず、緊急時においても、規制機関は独立」していなければならず、「福島事故は、官邸の過剰介入(いわゆる「菅直人リスク」)を回避せねばならないことを示した」として政府案と真っ向から対立した。

諸外国では、TMI事故の直後、カーター大統領がサイトを訪問したことが問題とされたことに象徴されるように、緊急時においても規制機関の独立性は担保されている。海外からは、福島事故対応の混乱の原因は、オンサイトに官邸が介入できるようになっていた組織構造にあったとして、この点が強く批判された。

「国家の命運……」については、国内世論は二分されていたように見えたが、英国のウェイトマン氏は、細野元環境大臣との電話会談で、「政府は、自衛隊など予備的な例外的な権限を持つべきであるが、このような権限は、事業者が必要な資源を持たず、かつ、事業者自ら又は規制機関の指示や助言に基づいて政府の援助を求めてきたときに限って行使すべきである」と述べ、緊急時においても規制機関の独立性が必要と強調された。

1999年のJCO事故後、オフサイトセンターが、原子炉の鎮圧(オンサイト)と、住民の避難等(オフサイト)の双方の役割を担う防災体制をとったことから、それまでのオンサイトは旧通商産業省、オフサイトは旧科学技術

庁とされていた役割分担が不透明になり、このような緊急時対応の混乱を招いた。なおSPEEDIのデータ公表における混乱も、ここに起因する。

国会審議の結果、緊急時の委員会の独立性の確保(主務大臣の原子炉等規制法の危険時の措置命令に対する、原災法の総理大臣による指示を削除)と共に、原子力災害対策指針は委員会が作成するものの、同委員会の権限はオンサイトに限ることが明確にされた。

(2) 専門性の向上とノーリターンルール

福島事故を招いた遠因として、規制機関の専門性が低く、「規制の虜」状態を生じていたことがあげられる。政府案では、国際原子力安全研修院を新設し、新卒の採用者をプロパー職員とし、教育訓練によって専門性を向上させることとされていた。

これでは、専門性向上に即効性がないばかりか、関係省庁のフランチイズボストが長期にわたって固定化され専門性の向上が見込めないとして、自公案どおり、JNESを委員会に統合し直ちに専門性向上を図り、かつ、経過期間5年を設けたものの原則的にノーリターンとして、委員会をプロパー官庁化することとされた。

(3) 40年運転期間問題

当初の政府の原子炉等規制法改正案では、原子炉の運転期間を40年に限り、1回だけ20年延長できるとされていた。本議論が国会で行われている最中に、原子力学会から40年運転期間は技術的な根拠がないという提言¹⁾がなされたこともあり、修正法案提出者は、40年というのは科学的根拠がない、いわば政治的に出された期間であり、改正案の条文自体は変更しないものの、委員会が発足した後、専門的な観点から正しく判断し、40年運転期間をゼロベースで見直すこととされた²⁾。

間もなく、運転期間の延長が申請される可能性があり、既存の高経年化対策とどのような整合をとり、40年の運転期間について法改正をするのか否か、委員会は待った無しの判断をせまられている。

4. 原子力規制委員会の検証

委員会発足後、組織を整え、法の予定どおり10ヶ月で規制基準を新設するなど、委員会と原子力規制庁の職員が懸命の努力を重ねてきたことは、高く評価される。

しかし、委員会発足後1年以上も経過したが、我が国の原子炉は安全なのか不安全なのか、停止させておくべきなのか再稼働させて良いのかなど、規制の結果がまだ得られていないことも事実である。また、委員会の組織運営などに、内外から批判の声が上がっている。

委員会は、その設置法や組織は自民党で検討されたものであるが、その発足が民主党政権下であったため、自民党の「原子力規制行政強化に向けての緊急提言³⁾」に示されているように、設置法の趣旨や法案提案者の意思が十分反映された組織運営がなされていない面が散見さ

れ、これが各種批判の原因となっている点も多い。

これら諸指摘のうち、独立性と中立性、合議制委員会、人材の育成、その他について、以下に述べる。

（１）独立性と中立性に関する誤解

委員会は独立性と中立性を、事業者や推進側から離れることととらえられているようである。

NRCの独立性は、政治的組織的独立性と専門技術的独立性から構成されるとしている。委員会は、前者は設置法で担保されているので、獲得すべきは、事業者を含め様々な意見があったとしても、自分で判断できる専門技術的独立性である。

中立性は、米国では証明が困難なことから使われず、代わって、行政機関の調査等のインプットや審議会などの専門家の構成が、偏りがなくバランスが取れていることが必要とされている。すなわち、バランスよくステークホルダーの意見を聞き、広範な調査を行い、偏りなく専門家による判断を聞くことが求められている。

もとより、原子力事業を行っているのは事業者であり、原子力施設の安全確保は、事業者の運転管理等の活動の結果として達成される。規制が、「規制すること」それ自身を目的にしているのではなく、国民の安全を守るという事業活動の結果を目的にしている以上、事業者とのコミュニケーションを通じ、規制の実効を担保し、事業者の順法精神を喚起することによって、規制の実を挙げるべきであろう。

（２）委員会が合議制として機能しているか

委員会は、設置法にあるように、判断の慎重さや公正さ、民主的正統性が担保されるよう、5人の委員のうち3人の多数で決する合議制を採用している。合議の委員会であっても、権力を集中させる者が出現する可能性があるが、委員会の議論を活発化し公開することによって、これを抑制することが可能である。

旧原子力安全委員会では、担当委員を決めても、炉安審等の審議をオブザーブするにとどめ、委員会では、担当委員は審査会等の審議の状況を報告する役割を担うなど、委員会を合議体として維持する節度を持っていた。

現在の委員会の運営は、災害対策指針、規制基準、審査などに担当委員を割当て、事務局案の策定過程に委員が加わり自らの意見を反映させているため、事務局の責任感を低下させる可能性がある。更に、担当委員方式は、委員会の審議において、他の委員との議論を不活発化させ、担当委員の独走を許す可能性がある。

民主党政府案では、委員会は規制機関の外部監査機関とされていたが、自公案では、この構造はそのままに、委員会を事務局と組織的に一体化したものであり、委員会は、内部監査的役割を果たす構造を持っていた。

米国NRCでは、運営総局の職員の委員等への事前根回しは許されず、公開の委員会の場合が最初の真剣勝負の場となる。米国に倣い、委員会において、委員個々人の

高い識見に基づく議論がなされ、透明性が高いプロセスで意思決定がなされる真の合議体への進化を望みたい。

（３）人材育成はなされているか

設置法成立後においても、民主党政権時代には、新設する国際原子力安全研修院の教育等の強化により、職員の専門性の向上に努めることとされていたが、いまだこれが実現されていない。

また、職員研修や、内外の研究機関、在外公館や海外規制機関への派遣等の人材育成を強化しているとのことであるが、委員会はその人数などを公表してはおらず、実態が不明である。

また、能力や資格の取得、責任の重さなどに応じて、人事評価や給与体系を見直すことが国会審議時の附帯決議等で求められているが、これも実現していない。

（４）その他

新設された規制基準は、確率論的安全評価を基礎としておらず、性能規定化も不十分との指摘もあり、最新の知見を反映しつつ、国際基準との整合を図り、不断にこれを見直していくことが求められる。

また、委員会の独立性を、財政面からも確固としたものにするよう、独自財源化の検討が望まれる。

さらに、設置法附則で、委員会を3年以内に内閣府へ移行することを含め、措置を講ずることが求められており、これも行わねばならない。

5. 最後に

原子力の安全確保は、単に厳しい規制だけでは達成できず、事業者の自主的安全向上の努力を促すことも重要である。我が国の原子力関係者の全体をとらえ、原子力の安全確保を図るための国内体制の在り方などについて、委員会には、高い立場からの議論が求められる。

世界に範たる規制機関を作るという政治の意図は、設置法では実現したが、同法により生まれた委員会には、いまだ世界の規制機関から賞賛の言葉は聞かれない。

日常の業務に埋没することなく、謙虚に内外の批判の声に耳を傾け、自己変革を遂げていくことこそ、我が国の原子力の安全確保に資すると考える。

（2013年12月9日記）

－ 参考資料 －

- 1) 日本原子力学会声明「原子力安全規制に係る国会審議に向けての提言」、2012年6月7日。
<http://www.aesj.or.jp/info/pressrelease/PR20120607R.pdf>
- 2) 澤昭裕ブログ「誤解だらけの原子力発電所40年運転期間制限」、2013年8月23日。
<http://ieei.or.jp/2013/08/sawa-akihiro-blog130823/>
- 3) 自民党 原子力規制に関するPT「原子力規制行政強化に向けての緊急提言」、2013年12月3日。
https://www.jimin.jp/policy/policy_topics/pdf/pdf125_1.pdf

特集

福島特別プロジェクトの活動と今後の展開
—福島環境回復を目指して—

I. プロジェクト概要

「福島特別プロジェクト」代表 田中 知

東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性セシウムの除染や復興事業が速やかに進むように、日本原子力学会では、理事会直結の組織として「福島特別プロジェクト」を創設し、活動してきた。事故後2年11ヶ月が過ぎ、福島の地元からの要望も変わってきた。そこで、最近の本プロジェクトの活動について報告する。

1. はじめに

日本原子力学会に理事会直結の組織として「福島特別プロジェクト」が平成24年6月に創設された。本プロジェクトは、東京電力福島第一原子力発電所の事故による原子力災害の収束に、福島のため現地の視点に立って学会の総力を結集して臨むものとして設立したものである。すなわち、本プロジェクトは、地元にとって切実かつ喫緊の課題である周辺環境の除染作業のサポートや放射線影響に関する分析・助言など現地における活動を中心としつつ、事故炉に関する中長期対策などについて、関連する部会、専門委員会等の学術的な知見を最大限に活用し地元に取り有益な情報をわかりやすく発信するなど、地元役に立つ活動を幅広く実施することを目指したものである。

当初考えた業務は前報¹⁾に示すものであった。なお、福島県や住民の方々のニーズと具体的な活動の進展を踏まえ、柔軟に活動内容を見直しつつ活動の範囲を広げていくこととした。

2. これまでの活動

(1) 住民の方々への情報提供

放射線の健康影響など、住民の方々に分かりやすい解説・報告を行うことを目的に、住民の皆様のニーズに応え、福島県と共同で「除染の推進に向けた地域対話フォーラム」などの対話集会を共同開催した(Ⅳ. コミュニケーション活動を参照)。

(2) シンポジウム開催

本プロジェクトの活動報告また情報発信の場として、

環境省・福島県・関係市町村・関係機関と協力してシンポジウムを開催し、正確な事実・知識の普及および理解の促進を図った(V. 情報提供—シンポジウムを参照)。

(3) 除染促進活動

環境省と福島県が共同で運営している「除染情報プラザ」を積極的に活用した除染促進活動を支援した。除染情報プラザへの専門家の派遣を毎週末土、日曜日に行っている。(V. 情報提供—除染促進活動を参照)。

(4) 除染講習会アドバイザー業務

除染講習会で用いるテキストの作成や、除染ボランティアおよび指導員の教育についても少しずつ進めているが、今後は幅広く行うことを考えている。

(5) 環境修復/中長期対策への提言

東京電力福島第一原子力発電所の事故によるオフサイト、オンサイトの修復に関する技術課題の分析・評価を行い、必要に応じて環境省や福島県が行う環境修復および政府・東京電力が進める中長期対策に対して提言を行ってきた。引き続き、関係機関の現地活動を支援していく。

福島特別プロジェクトの具体的な施策はクリーンアップ、放射線影響およびコミュニケーションの3分野に分けて実行している。クリーンアップでは、仮置き場に対する理解促進や稲作試験によりセシウムの挙動について調査してきた。放射線影響では、放出核種に関する説明や低線量被ばくについての理解の促進に努めてきたが、今後も継続する。コミュニケーションでは、地域住民との情報連携の促進を行ってきたが、より住民の立場に立った活動をしていく。

本報告は福島特別プロジェクトの最近の活動を紹介し今後の展開の方向を説明したものである。

—参考資料—

- 1) 田中 知, 藤田玲子, 「福島特別プロジェクトの立ち上げ」日本原子力学会誌, Vol.54, No.10, 640-641 (2012).

Activities of the Fukushima Support Project and its Perspectives—Towards the Restoration of Fukushima: Satoru TANAKA et al.

(2014年 1月6日 受理)

Ⅱ. クリーンアップ分科会の活動

クリーンアップ分科会

クリーンアップ分科会では、東京電力福島第一原子力発電所事故により汚染された環境の修復および地域の復興が速やかに進むよう、様々な活動を行ってきた。ここでは、これまでに実施した主な活動について概要を述べる。

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質による汚染の除去や環境修復について分析し、課題の検討と解決に向けた提言を行うことを目的として、日本原子力学会では平成23年4月に「原子力安全」調査専門委員会の下にクリーンアップ分科会を立ち上げた。平成24年には学会理事会直結の組織として「福島特別プロジェクト」が創設され、本プロジェクトの下でクリーンアップ分科会の活動は引き続き実施されている。

クリーンアップ分科会では早期の除染を願ってこれまでも情報や除染の一元化、住民との対話などを実施してきたが、住民からは除染がなかなか進んでいないとの声が消えない。ここでは同分科会が事故直後に行った提言¹⁾から現在も継続している現地試験や地域との対話(対話集会、除染情報プラザへの協力など)を紹介する。これらの活動はひとえに住民の方々への除染の必要性の理解を促進し速やかな環境回復を願って実施しているものである。

2. 主な活動

(1) モニタリングおよび環境修復に関する提言

(a) 「環境放射線モニタリングセンター」設置の提言

環境放射線モニタリングの実施にあたっては、モニタリング結果を一元的に把握し、その影響も含めて意見や情報を整理・まとめたうえで住民に説明することが必要である。しかし、事故直後には、多数の機関、団体が独自にモニタリングを実施し公表していたため、そのデータの理解も含め住民に混乱を与えていた。このため、各機関、団体で取得されたデータを集約し、測定地点間の比較や時間的な変化など総合的な視点に立って解析、公表を行う機関として「環境放射線モニタリングセンター」を設置することを提言した²⁾。また、その中では本モニタリングの一元化と並行して、放射線防護の専門家による住民への説明体制構築の必要性も提案した。

その後、文部科学省により上記機能を備えたモニタリングセンターが設置され、文部科学省による一元的な管理が実施されるようになった。

(b) 「環境修復センター」設置と除染モデル検証プログラムの提言

事故後、汚染地において各個人、NPOなどが個別に実施していた除染や家屋、農地などバラバラに実施してきた除染をみて、効果的に実施する必要性から住民の生活環境に対する修復事業を統括して戦略的に除染を行う「環境修復センター」の設置とその備えるべき要件を提言した。更に、本格的な除染およびその後の避難住民帰還計画立案に用いる基礎データ取得のための除染モデル事業による被ばく線量低減効果の検証プログラムの実施を平成23年5月に提言した³⁾。

その後、環境省は、これらの機能の一部をもつ組織として福島環境再生事務所を福島市内に設置(平成24年1月1日)するとともに、除染専門家の派遣や除染情報に関する発信を行うための除染情報プラザを福島県との協同事業として平成24年1月21日に開設した。また、除染モデル検証プログラムについては、内閣府、環境省、農林水産省、林野庁、福島県等において除染に関するモデル事業や実証試験が実施された。

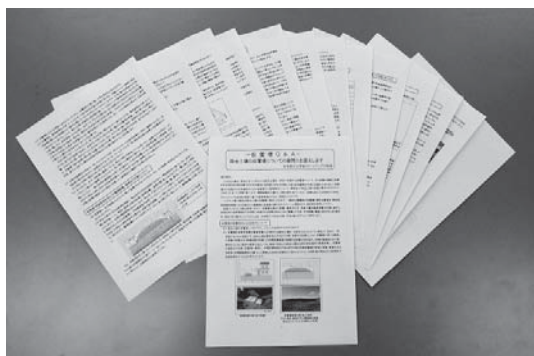
(2) 除染技術および仮置場に関する情報提供

(a) 除染技術カタログの作成

チェルノブイリ事故後に欧州連合(EU)がまとめたEURANOSプロジェクトの除染技術に関する詳細なデータシートを調査・翻訳し自治体や関係者に配布するとともに、発電所敷地外の汚染地域の環境修復に適用可能と思われる技術例(64項目)について「除染技術カタログ」⁴⁾として一覧にまとめるとともに、除染計画作成のための説明用資料⁵⁾を作成した。

(b) 除去土壌の仮置場の解説

除染にともなって発生する除去土壌を一時的に保管する仮置場の設置や運営に従事する市町村の担当者およびその周辺の地域住民の疑問や不安の解消を目的として、仮置場の立地条件や安全確保のための施設要件と管理要件について、環境省の「除去土壌の保管に関するガイドライン(平成23年12月第1版)」をベースとし、必要に応じてクリーンアップ分科会の検討に基づく推奨事項を付加した仮置場に関する解説資料⁶⁾(第1図参照)を作成した。



第1図 仮置場に関する解説資料一式

(c) 除染・処分コストの評価

発電所敷地外の汚染地域の環境修復を早期かつ適切に進めるためには、環境修復に必要な全体のコストに見通しを得つつ、リソースの適正な配分等を行っていく必要がある。クリーンアップ分科会では、コスト評価対象の全体シナリオを除染・処理・貯蔵処分に分類し、それぞれに必要なコストを単位工事コスト係数法により算定した⁷⁾。なお、中間貯蔵施設後の最終処分に係る費用は評価の対象外とした。本算定においては、環境省等から公表されている処理フロー、物量および単価に準じるとともに、独自のシナリオとして、除染により発生した土壌を汚染濃度により中間貯蔵施設と管理型処分場に分け、また、廃棄物の一部を遮へいや閉じ込め性が確保できる対象箇所に限定再利用する等のシナリオを追加して全体シナリオの基本となるケースを設定した。上記基本ケースに対する概算費用を算定した結果、6～9兆円の試算値が得られた。

(3) 水田における修復技術実証のための現地試験

前記(2)-(a)項で述べた「除染技術カタログ」の作成において様々な除染技術を対象に調査を行ったが、水田の除染については海外の知見が乏しく、正しい判断を行う上で必要な現場の知見や机上では気付かない評価のポイントを得る必要があった。そこで、クリーンアップ分科会では、JA そうま営農経済部および農地所有者の協力の下に水田の除染技術実証のための現地試験を行った。

(a) 代かきによる除染効果の確認試験(平成23年度実施)

放射性セシウムは土壌の微細粒子にそのほとんどが沈着していることが分かっており、また現地での調査により比較的表層部に存在していることが分かったため、代かきによりその土壌を排出して放射性セシウムの低減効果を確認する試験を実施した¹⁾。

(b) ゼオライト散布とカリウム施肥による玄米への放射性セシウム移行抑制効果の確認試験(平成24年度実施)

放射性セシウムの農作物への移行に対して影響を与え

る要因としては、土壌や用水の性質、使用する肥料などが考えられる。これらの要因の中から、土壌の浄化もしくは除染への適用技術として期待されているゼオライト散布と、チェルノブイリ事故の際にも行われていたカリウム施肥に注目し、それぞれの放射性セシウム移行抑制効果を確認するための試験を行った。

管轄内で試験作付けを予定していたJA そうまと試験手順などに関する打ち合わせを行ったのち、5月より現地試験を開始した。試験田2枚を3等分し、ゼオライト散布(無、標準等量(400g/100g 土壌)、倍等量)およびカリウム施肥(無、標準等量(25g/100g 土壌))により合計6つに区分けし、5月から10月にかけて田植え、施肥、稲刈り、脱穀の水耕作業を実施した。また、各作業において、土壌、用水および稲体のサンプリングを行い、セシウム-134 および 137 の放射能を測定した。試験田、施肥および稲刈り(稲体サンプリング)の様子を、それぞれ第2～4図に示す。

なお、ゼオライト散布については、実施の有無によって玄米中の放射性セシウム濃度が大きく変化しなかったことから、セシウム移行抑制効果は大きくないと考えられる。一方、カリウム施肥については、施肥によって収穫量に差がみられ、また、放射性セシウム濃度がやや低下する傾向がみられたことから、放射性セシウムの玄米への移行を抑制する効果があることを確認した。



第2図 放射性セシウム移行抑制効果の確認試験(試験田)



第3図 放射性セシウム移行抑制効果の確認試験(施肥)



第4図 放射性セシウム移行抑制効果の確認試験(稲刈り)

(c) 稲への放射性移行追跡調査(平成25年度実施)

平成25年度も土壌中の放射性セシウムの濃度が空間線量率の低下に及ぼす経年的な影響を確かめることおよび放射性セシウムの稲体や玄米への移行の経年的な推移を確認するため、稲作試験を行った。今年度のくず米(未成熟、欠け・割れなどによる小粒径米)発生率は昨年度と比較して半分以下であった。また、昨年度とほぼ同一条件の区画における放射性セシウムのくず米への移行率は昨年と比較して激減していた。現在、詳細評価中ではあるが、わら、もみがらへの放射性セシウムの移行率は昨年度と同様に1～2%程度であった。昨年と同様、玄米、精米ともに食品基準値(100Bq/kg)を大きく下回った(精米はほぼ検出下限値以下)。また、カリウム施肥の効果のためか今年度はくず米の放射能濃度は食品基準値を下回る結果となった。

(4) 地域との対話

(a) 除染情報プラザへの協力

クリーンアップ分科会は、環境省と福島県が協同で運営している「除染情報プラザ」と協力し、地域住民等の環境修復や放射線影響に関する質問や相談に対して中立的立場からわかりやすく解説するなど、積極的に地域との対話を行っている。

(b) 住民集会での除染、放射線影響の説明

事故直後から市町村の要請に応じてその地域の住民集会に参加して、「放射線とは何か、その影響は」から始まり、その地域の汚染とそれに合わせた除染技術の紹介を行い、住民からの放射線への不安や除染の効果などについて対話を行っている。

3. おわりに

クリーンアップ分科会は、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質による汚染の

除去や環境修復に関する迅速かつ合理的な対応を実現するため、モニタリングや環境修復の一元管理といった仕組み作りなどの提言を行った。除染技術や除染にともなって発生する除去土壌の仮置場については、市町村の担当者、事業者および地域住民の理解を深めるための資料を作るなどの情報提供を行った。また、汚染地域の環境修復を早期かつ適切に進めるために必要となる全体コストを評価した。農業者が最も懸念を抱く稲体への放射性セシウムの移行について、被災地である南相馬市の水田において稲作を実施し必要なデータを取得した。さらに、除染情報プラザの支援を通して地域住民との対話に関する活動を実施してきた。

これからも、クリーンアップ分科会では、地域住民が少しでも早く原状復帰できるよう環境修復に関する課題を分析・評価し、必要に応じて環境省や福島県が行う環境修復に対して提言を行う予定である。また、地域住民の視点に立ち、除染によって発生した廃棄物の輸送および処理処分など今後具体化が進められる項目に関する情報を正確に、かつわかりやすく提供していく計画である。

(JAEA・梅田 幹、東北大・佐藤修彰、
電中研・井上 正、東芝・藤田玲子)

—参考資料—

- 1) 井上正、藤田玲子、「クリーンアップ分科会の活動」、日本原子力学会誌、Vol.54, No.1, 55-56 (2012)。
- 2) クリーンアップ分科会、「福島第一原子力発電所の事故に起因する環境回復に関する提言」(平成23年6月8日)。
http://www.aesj.or.jp/information/fnpp201103/chousacom/cu/cucom_teigen20110608.pdf
- 3) クリーンアップ分科会、「提言：「環境修復センター」の設置と除染モデル事業による速やかな検証」(平成23年7月29日)。
http://www.aesj.or.jp/information/fnpp201103/chousacom/cu/cucom_teigen20110729.pdf
- 4) クリーンアップ分科会、「除染技術カタログ Ver.1.0」(平成23年10月24日)。
http://www.aesj.or.jp/information/fnpp201103/chousacom/cu/catalog_ver1.0_20111024.pdf
- 5) クリーンアップ分科会、「環境修復技術のご説明資料(暫定版第2版)」(平成23年9月5日)。
http://www.aesj.or.jp/information/fnpp201103/chousacom/cu/cucom_kankyoshufuku20110905.pdf
- 6) クリーンアップ分科会、「－仮置場 Q&A－ 除去土壌の仮置き場についての疑問にお答えします」(平成24年5月23日)。
<http://www.aesj.or.jp/information/fnpp201103/chousacom/cu/kariokibaqanda20120514.pdf>
- 7) 石倉武、藤田玲子、「福島における除染・処分コスト単位工事コスト係数法による除染・処理・貯蔵処分費用の試算」、日本原子力学会誌、Vol.55, No.1, 40-47 (2013)。

Ⅲ. 放射線影響分科会の活動

放射線影響分科会

事故発生直後に設立された「放射線影響分科会(保健物理・環境科学部会, 放射線工学部会, 社会・環境部会の3つの部会の混成チーム)」のこれまでの活動を紹介し, 今後の展開について述べる。

1. 活動の目的

放射線影響分科会は事故発生の直後に設立され, 活動を開始した。活動の目的は, 「環境および周辺住民と災害対応にあたる防災関係者の被ばくの低減を合理的に達成することに寄与すること」「長期的な視野から, 引き続き対応すべき諸課題の検討に寄与し得る客観的な放射線学的情報を整備しておくこと」「原子力災害の特殊性を考慮し, 得られた情報を分かりやすい形で国内および世界に発信すること」である。

検討すべき問題が広範囲に及ぶ可能性があることから, 日本原子力学会の保健物理・環境科学部会, 放射線工学部会, 社会・環境部会の3つの部会の混成チームで編成され, 主査は保健物理・環境科学部会の占部逸正部会長(当時)(福山大)が務めた。

2. 活動の概要

当分科会のこれまでの活動概要は以下の通りである。

- (1) 放射線影響分科会 会議開催 9回
- (2) 分科会名による「提言」「知見」の公表 5回
 - ・福島第一原子力発電所事故対応に関する提言(平成23年5月20日, 平成23年6月20日, 平成24年7月1日); 環境回復措置と避難解除に向けたロードマップの策定について, 環境中の放射性物質の分布の調査と関連の情報公開について, 健康管理と心理的ケアについて, 廃棄物の処理処分等の安全確保について, 環境科学・放射線防護の研究体制の整備について, 緊急時に対応可能な機器・測定システムの開発研究について, 線量概念と測定量の理解について, など。
 - ・住民避難等の防護対策のあり方に関する提言(平成23年11月9日; 事故の検証と教訓について, など)
 - ・事故放出放射性物質の広域影響に関する検討結果の公表(平成23年8月11日)
- (3) 学術団体によるシンポジウム, フォーラム等の開催・参画 21回
- (4) 福島県が主催するフォーラム等への開催協力と参画 11回
 - ・福島県「安全・安心フォーラム ～除染の推進に向

- けて)(平成23年度 福島, 郡山, 南相馬, いわき)
- ・福島県「除染の推進に向けた地域対話フォーラム」(平成24年度 福島, 会津若松, 白河, 郡山, いわき)
- ・福島県「除染質問コーナー」(平成25年度 福島(開催継続中))
- ・福島県「除染に関するリスクコミュニケーションセミナー」(平成25年度 いわき(開催継続中))

本分科会では平成23年5月20日に行った「“提言”¹⁾」5; 事態の長期化及び放射性物質に対する不安から, 住民や作業員には健康面あるいは精神面で大きな負荷が生じている。作業員の被ばく管理を確実に行うとともに, 放射線, 医療, 心理学の各専門家を避難所等に配置し, 住民の被ばく管理を含めた健康管理, 精神的・心理的ケアを十分に行うこと。」の一環として, クリーンアップ分科会と協同して, 「安全・安心フォーラム ～除染の推進に向けて(平成23年度4回開催)」「除染の推進に向けた地域対話フォーラム(平成24年度5回開催)」「除染に関するリスクコミュニケーションセミナー(平成25年度, 現在までに2回開催)」に参画してきた。

フォーラム内での「放射線モニタリングと健康影響」と題した講演では毎回共通した講演資料を用いることにより, 説明内容の一貫性を確保した。その主な内容は, ①放射線に関する基本的事項(単位, 量), ②放射線測定器(測定器の種類, 注意事項), ③除染と線量率の関係, ④外部及び内部被ばく線量の計算事例, ⑤線量と健康影響(自然放射線源による被ばく線量, これまでの疫学調査結果, 100mSv以下の放射線リスク)の5項目である。

フォーラムの中の対話集会では, 専門家として回答するにあたって, 1)すべての質問に対して誠実に回答すること, 2)保健物理・放射線防護の専門家として, 客観的かつ科学的な事実を信頼できる根拠に基づき, できるだけ定量的かつわかりやすく伝えること, 3)安全・安心は, 人により様々な解釈があるため, それを専門家が一方的に判断することは控え, 参加者がご自身で判断して頂けるような情報をできるだけわかりやすくお伝えすること, に留意した。第5, 6図として, フォーラムで使った資料の一部を紹介する。第5図は, 乳幼児の被

Ⅳ. コミュニケーション活動

コミュニケーション分科会

コミュニケーション活動はクリーンアップ分科会および放射線影響分科会の活動を通して実施されてきたものである。ここでは福島特別プロジェクトの中で実施されてきたコミュニケーション活動についてまとめる。

1. コミュニケーションの重要性

東京電力福島第一原子力発電所事故後に重要になったひとつのテーマは「コミュニケーション」である。

福島特別プロジェクトでは福島県と共同で「除染の推進に向けた地域対話フォーラム」への講師派遣や福島の住民向けシンポジウムの開催（後述）を実施してきた。また、コミュニケーション活動の一環として環境省と福島県が運営するJR福島駅近くの除染情報プラザへの土、日の専門家派遣（後述）も行ってきた。日本原子力学会は原子力の幅広い原子力の専門家の集まりであることから、専門知識を生かして福島の方々の不安や心配などの軽減に役立つことが重要である。また、原子力発電所や放射線の影響、除染についての正しい知識を伝えていくことは原子力分野の研究者としては重要なミッションである。

ここでは福島県と共同で実施してきた「安全・安心フォーラム」と「除染の推進に向けた地域対話フォーラム」について述べる。

2. 安全・安心フォーラム(平成23年度)

「安全・安心フォーラム」は福島県が原子力学会の専門家と平成23年11月から始めたもので、第1回は平成23年11月27日にパルセ飯坂で開催された。このときの講演は福島市、福島県、原子力学会の放射線影響分科会・クリーンアップ分科会から行った。講演の後、休憩を挟んでパネル討論を行い、あらかじめいただいた質問に答えた。その後は会場からの質問に答える形式を採用した。「安全・安心フォーラム」は全4回。平成24年1月29日に郡山市、2月12日に南相馬市、2月19日にいわき市で実施した。平成23年度は除染についての情報が住民の方々や市町村で除染計画を策定する方々に十分に行き渡っていなかったため、各市町村が除染計画を策定する際に役立つ情報を提供した。

3. 除染の推進に向けた地域対話フォーラム

平成24年度は「安全・安心フォーラム」を「除染の推進に向けた地域対話フォーラム」と名称を変更して継続することになった。平成24年5月13日にコラッセふくしまにて第1回を開催した。「放射線モニタリングと健康影響に

ついて」(米原英典氏)、「環境修復に向けて～福島における実際の除染事例について」(雨宮清氏)および「仮置き場の安全管理の考え方について」(吉原恒一氏)の講演を行い、後半はパネル討論を行った。第2回は8月4日会津若松市にて開催。第3回は10月14日に白河市、第4回は11月23日に郡山市(第7図)、第5回はいわき市にて開催した。いずれも後半にパネル討論で



第7図 安全・安心フォーラムポスター

は参加者の意見交換を重視した企画とした。しかしながら、平成24年度秋以降は各市町村で独自に除染計画を作成し、実際に除染が進んでくると質問の傾向も変化してきた。特に除染が進まない理由として仮置き場が決まらないという課題が多く市の町村で指摘され、仮置き場の設定がスムーズに進んだ市町村が除染の進行度が早いことも分かってきた。単にコミュニケーション能力だけでなく、学術的な知識に基づいた現状や実態の提示を合わせて示すという学会本来の役目にたどり着きつつある。

「除染の推進に向けた地域対話フォーラム」ではパネル討論によって福島の住民とのコミュニケーションを活発にすることを目的として実施してきた。しかしながら、住民の本当の疑問や不安に答えられているか、また、住民はそれぞれが異なる状況におかれ、また、価値観もいろいろであることから、住民一人ひとりに対し個別にコミュニケーションをする必要があるのではないかとの考え方が出てきた。平成25年度からは「Ⅲ.放射線影響分科会の活動」で前述したような相談コーナーをメインに設けた活動を開始した。

4. コミュニケーション活動の進め方

福島特別プロジェクトにおいても、コミュニケーション活動の在り方について討議を重ねてきた。専門知識に裏打ちされた住民の立場を考慮したコミュニケーションを実践していく。

(東芝・藤田玲子)

V. 情報提供

福島特別プロジェクト

1. シンポジウム

福島特別プロジェクトでは、福島の住民の方々に分かりやすい情報を提供するために、環境省、福島県、関係市町村、その他関係機関と協力してシンポジウムを開催してきた。テーマは、福島の住民の方々にとって関心の大きい放射線の健康影響に関するもの、環境修復(除染)に関するもの、事故炉(福島第一原子力発電所)の状況説明などである。

福島特別プロジェクトの開催するシンポジウムは、毎回福島市のJR福島駅前の「コラッセふくしま」多目的ホールで開催している。参加者は福島の地元の方々、地元の関係団体の方々、自治体の関係者、マスコミ関係者、原子力学会員などであり、毎回100～200人程度の参加者がある。

今まで当学会主催で開催されたシンポジウムの概要を述べる。なお、プログラムの詳細および当日の発表スライド等については福島プロジェクトのURL(下記)を参照されたい。

<http://www.aesj.or.jp/fukushimaproject/index.html>

福島プロジェクトでは、このような当学会の専門家と福島の住民の方々との意見交換ができるシンポジウムの開催を重要なイベントとして位置付けており、今後も積極的に開催していく。

(1) 第1回シンポジウム

平成24年5月26日(土)13:00～17:00に「東京電力福島第一原子力発電所の今は? 今後は?」と題して開催された。

(a) 報告セッション

「事故の収束に向けた道筋」ステップ2の目標「冷温停止」が平成23年12月に達成されたことから、東京電力の担当者から直接説明を聞くセッションが企画された。

福田俊彦氏からプラントの現状や今後の課題が、また山下和彦氏から地震と津波によるプラントの被害状況などについて説明があった。

(b) パネル討論

会場内の地元住民の方々からの意見を直接聞き、質問に答えるため、報告セッションの講演者2人、基調講演の講演者である山口彰氏(大阪大学)および田中知原子力学会長(当時)の間で活発な意見交換が行われた。

参加者からは「当事者から直に話を聞けてよかった。」「今後もこのようなシンポジウムを続けてほしい。」など

肯定的な意見を多数いただき、今後もこのようなシンポジウムを継続していくこととした。

(2) 第2回シンポジウム

平成24年6月16日(土)10:00～17:00に「東京電力福島第一原子力発電所事故後の取り組み」と題して環境省、福島県、福島市との共催で開催された。本シンポジウムは事故後1年間の日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会の活動報告として行った。

(a) 第1部 日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会の活動と今後の学会の活動について

事故直後の平成23年4月に設置された本調査専門委員会に設置された3つの分科会における活動状況が報告された。また、田中知会長(当時)から「福島特別プロジェクト」の創設に向けて、その目的や活動内容について紹介があった。

会場からは、地震のあと直流電源が喪失した理由や、消火系を使った仮設冷却設備の設置に手間取った理由、大量の汚染水が海水中に放出された理由などの技術的な質問のほか、農地の除染におけるカリウムの寄与やセシウムを吸着したゼオライトの処分方法など除染に関する具体的な質問が寄せられた。

福島特別プロジェクトへの要望として、利害関係者でない中立的なメンバーによる運営を望む意見があった。

(b) 第2部 除染による環境修復の最新の情報

地元の効率的な除染活動の促進を図るため、国(環境省、農林水産省)や現地がどのような除染計画を持っているか、どのような研究開発をしているかの最新情報が報告された。厚労省の研究機関から食品中の放射性物質の新たな基準値について説明があった。

会場からは、除染廃棄物の最終処分の方法と場所に関する質問や、森林の除染をどの程度やればいいのかなどの質問があった。

また、食品の新基準値に対しては、保守的すぎて国際的にも乖離していること、風評被害を招きやすいことなどの不満が表明された。福島県産米の全袋放射能検査に関しては、地元の方からももう少し柔軟に対応すべきではないかとの指摘があった。

全体として、除染に関する地元の関心は高く、関係者の質問は農地/果樹園の除染とその効果、食品基準の妥当性に集中した。想像していた以上に田畑に対する地元での放射線モニタ、調査が進んでおり、有効な対策の実施、復興を早く行うという意気込みが強く感じられた。

(3) 第3回シンポジウム

平成25年1月20日(日)10:00～17:00に「東京電力福島第一原子力発電所事故後の環境回復の取り組み」と題して福島県との共催で開催された。

(a) 第1部 福島特別プロジェクトの活動報告

放射線影響分科会、クリーンアップ分科会、現地でコミュニケーション活動を行っているメンバーから、スタートして約半年間を経た福島特別プロジェクトの活動報告を行った。

(b) 第2部 放射線の健康影響について

放射線の健康影響について専門家から説明を行った。酒井一夫氏(放射線医学総合研究所)からは放射線の健康影響に関する人間の持つ本来的な生体防御能力等の説明、安村氏(福島県立医科大学)からは事故後から行われている福島全県民(202万人)を対象とした健康管理調査(放射線の健康影響に限らない)の方法に関して説明があった。低線量被ばくに関する関心が高く、心臓などへの影響については今後、評価していく。

(c) 第3部 農産物の汚染について

地元の方々が大きな関心を持っている農産物の汚染のメカニズムと実際の汚染状況について、田野井慶太郎氏(東京大学農学部)と菅野孝志氏(JA新ふくしま農業協同組合)から説明があった。他県における農産物の検査との比較などの質問があり、住民の意識の高さがうかがえた。

(d) 第4部 除染の進捗状況について

福島市における除染の進行状況と今後の進め方や課題について、富田光氏(福島市政策推進部)と遠藤浩三氏(福島県除染対策課)から説明があった。また、小沢晴司氏(環境省)からは除染特別地域(直轄地域)の除染計画と進捗状況に関する説明があった。仮置き場の問題が大きいと少しずつ進展している状況が理解できた。

(4) 第4回シンポジウム

平成25年8月25日(日)13:00～17:00に「東京電力福島第一原子力発電所事故後の環境修復の取り組み－住民被ばくの現状と環境動態」と題して開催された。

本シンポジウムは福島県の住民の方々が自分の被ばく量について不安や疑問を持たれていることに対し、実際のホールボディカウンタのデータを用いて説明することにより少しでも不安を和らげていただくことを目的にテーマを選定した。また、今後の被ばくの可能性についても疑問に答えるために、農林水産省や日本原子力研究開発機構が開始した放射性物質の動態調査について考え方や進め方についての情報を紹介することにした。

(a) 「福島の内被ばくと外被ばくについて」

早野龍五教授(東京大学)

福島県の住民の内被ばく、外被ばくの実測データについて説明があった¹⁾。内容は大変分かりやすく県民の

被ばく量が心配するほどではないことが示されたので、住民や自治体関係者から大変参考になったとの意見を多数いただいた。

(b) 「営農再開に向けた農地除染、放射性物質移行低減対策技術開発の現状」 中谷誠氏(農林水産省)

農地除染技術の高度化・多様化を目指して開発した種々の技術の除染効果や、農地・森林における放射性物質の動態に関する報告があり、対策を行えば問題ない農作物を作ることができること、営農による復興が可能なが分かってよかったなどの意見が寄せられた。

(c) 「福島長期環境動態研究(F-TRACE)の現状」

油井三和氏(JAEA 福島技術本部)

福島における森林や河川を中心にした放射性物質の長期環境動態研究の概要等の報告があり、今後わかりやすい結果の報告を期待する意見があった。

(d) 「東京電力福島第一原子力発電所の建屋内の除染の進捗状況について」 鈴木俊一氏(東京電力)

汚染水対策、発電所の除染に向けての状況が報告され、数多くの技術者・研究者が力を尽くして頑張っていることが理解できてよかったとの意見と共に、今後、長期間の廃炉に至る作業の大変さを指摘する意見が多かった。

シンポジウムの企画については、「非常に良い」「良い」という人が約90%と好評であった。また、地元の方からの意見では、「住民被ばくの現状を取り上げていただいたことが良かった」「技術開発がどのように進んでいるか資料でしか見ていないものについて実際に説明を聞くことができた」「オンサイト、オフサイトの両方の報告があり、連携されていて良かった」「このようなシンポジウムを福島で開催することの意味は大きい」等の好意的な意見が多かった。

平成26年1月19日(日)13:00～17:00に「東京電力福島第一原子力発電所事故後の環境回復の取り組み－除染の現状と低線量被ばくについて」と題する第5回シンポジウムが以下の内容で行われた。

- ・除染の状況報告・・・小沢晴司氏(環境省)
- ・セシウムの土壌中の挙動および構造と廃棄物処理・・・三倉通孝氏(クリーンアップ分科会)
- ・放射線モニタリングと健康影響・・・竹安正則氏(放射線影響分科会)
- ・福島第一原子力発電所の状況報告・・・山下和彦氏(東京電力)
- ・福島県の取り組み・・・遠藤浩三氏(福島県)

(電力中央研究所・池本一郎)

－参考資料－

- 1) 早野龍五, 「福島の内被ばくと外被ばく」, 日本原子力学会誌, Vol.56, No.1, 30-36 (2014).

2. 除染促進活動

クリーンアップ分科会では福島県の除染を促進するための活動の一環として、福島市に設置されている除染情報プラザ(環境省と福島県が共同で運営)に専門家派遣を行っている。放射性分科会のメンバーを含め41名の有志がローテーションを組み、交代で専門家アドバイザーを務めている。本活動の最初から幹事役を務めている筑波大・山下祐司氏により本稿へ提供された情報を含めて紹介する。

(1) 活動の目的

クリーンアップ分科会は福島県の除染を促進するための活動の一環として、福島市にある除染情報プラザに専門家アドバイザーを派遣している。除染の相談に訪れる個人・団体に専門家の立場からきめ細かな助言を行い、除染活動が少しでも促進されることを期待して実施している活動である。

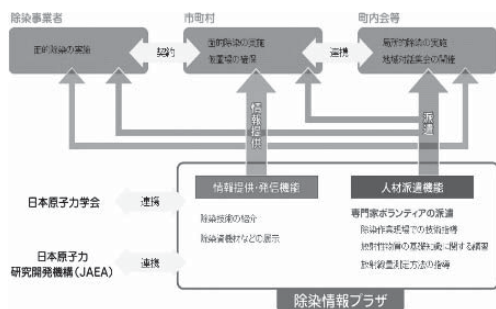
(2) 除染情報プラザの仕組みと運営

除染情報プラザは平成24年1月に環境省と福島県が除染を着実に進めるために、市町村をはじめ町内会や各種団体などのコミュニティに向けて、除染の専門家やボランティアの情報を紹介する窓口として共同で開設した。除染情報プラザでは大別して2つの活動が行われている。第一は除染に関する情報提供、第二は専門家派遣・移動セミナー・出張展示である。除染情報プラザ運営委員会がその運営に当たり、当学会と日本原子力研究開発機構は連携団体としてここに加わって支援方法を協議している。

除染情報プラザへの専門家派遣は第8図に示すような体制で原子力学会は参画している。

(3) 活動の概要

活動を開始したのは除染情報プラザが開館した平成24年1月25日から2ヶ月経った平成24年3月である。初期の3ヶ月間は一部の有志のみで試行的に行ったが、除染情報プラザがリニューアルオープンした同年7月7



第8図 除染情報プラザの体制 ((出典)福島県・環境省「除染情報プラザ」ホームページ)

第1表 除染情報プラザ専門家アドバイザー派遣実績

	期間	日数	累積日数	人数	延べ人数
試行期	H24.3.2 - H24.6.30	43	43	69	69
第1期	H24.7.1 - H24.9.15	23	66	45	114
第2期	H24.9.16 - H24.11.24	23	89	46	160
第3期	H24.11.25 - H25.1.27	21	110	42	202
第4期	H25.2.2 - H25.4.30	29	139	58	260
第5期	H25.5.1 - H25.8.31	37	176	37	297
第6期	H25.9.1 - H25.12.10 現在	33	209	33	330

日から、分科会に所属する全員が交代で専門家アドバイザーを務めている。

平成25年12月10日現在での累積日数は第1表に示す通り209日、延べ人数は330人に達している。第1期から第4期までは各日2名、第5期以降は各日1名を派遣している。現在の年間派遣回数は1人あたり約3回である。

(4) 活動要領

分科会名簿を基に幹事が期ごとに派遣予定表を作成している。具体的には、予定日(土曜、日曜、祭日)に派遣予定者を機械的に割振って予定原案を起案し、都合がつかない人だけ日程調整を行って確定させる方法をとっている。第5期以降、1名派遣になったため、予定者に急用が入ることを想定して控えの人を決め、控えの人は週末の金曜日の夕方まで待機して、いつでも代行できるよう日程を空けることとしている。

除染情報プラザでは日本原子力学会から派遣された者も職員と同じユニフォームを着用し、「日本原子力学会 専門家アドバイザー」と明記された名札をつけ、職員と同じ勤務時間(10:00～17:00)に勤務している。除染情報プラザの詳細については後述する。

(5) 来館者数

除染情報プラザの来館者数は通常、1日あたり10～20名程度である。職員によれば、来館者は休日より平日の方が多いという。時折、30～50名規模の団体が来館することもあり、そのような団体向けの講習会開催の要請を受けたケースもある。そのような場合は、団体を班分けして、プロパーのアドバイザーと学会派遣のアドバイザー3名で手分けして対応している。

(6) 除染情報プラザに訪問する福島の方々からの質問

除染情報プラザが開館されてから訪問された方々からの質問は大きくは、空間線量など健康影響に関するものと面的除染やホットスポットの除染など除染に関するものとに分けられる。開館当初はまだ、市町村が除染計画

を作成する必要から除染法などや除染に対する考え方などに関する質問が多かった。しかしながら、平成24年度末から平成25年度にかけて各市町村が除染計画に従って除染を開始すると、除染しても空間線量が下がらないがどうしてかなど除染の効果についての質問が増えてきた。また、初期には仮置き場に関する質問も多くあった。

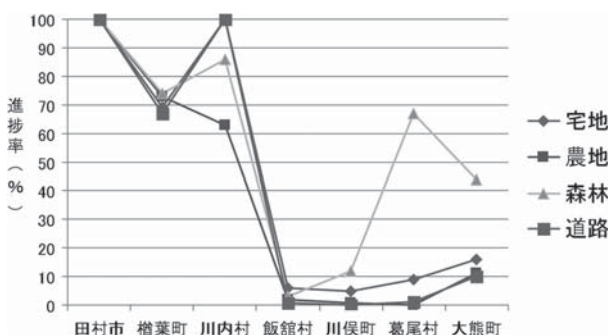
一方、健康影響に関しては幼い子供を持つ若いお母さん方や孫がいるお年寄りからは低線量の被ばくについて本当に安全かという質問や低線量被ばくによる生涯被ばく線量についてなどの質問も出てきた。さらに、福島県や東京電力への賠償に関する質問もあったが、除染や放射線に関する質問に対し回答した。放射線測定器の質問には展示している実物の測定器によるデモンストレーションも実施した(第9図)。

前述したクリーンアップ分科会で作成した「資料集」や「仮置き場Q&A集」も含め、除染に関する資料はほぼすべて揃えてある。開館初期には農水省や国交省の実施した除染のシンポジウムや除染作業の情報も原子力学会が情報提供を行った。現在は国や自治体で作成している除染の方針、ガイドライン、法規と、各種新聞記事、そして国、県、除染情報プラザが作成した除染関係のパンフレット類が掲載されている。過去に除染情報プラザが実施した専門家派遣の実績報告などである。

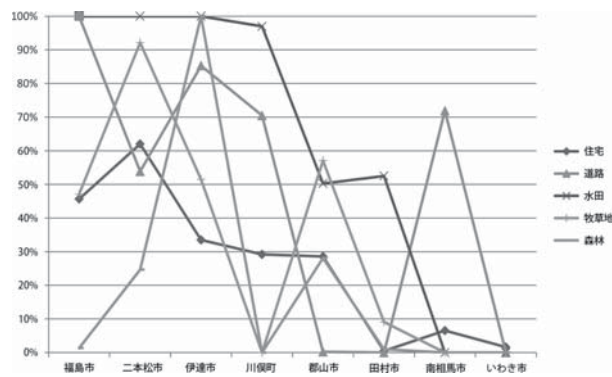
プラザの壁面には地域別の除染の最新情報が大きな模造紙にわかりやすく一覧表の形に手書きで書かれている。この表に示されていた地域別の最新の除染進捗状況



第9図 線量計の実物展示コーナー



第10図 除染特別地域の除染進捗率(平成25年11月22日現在)



第11図 市町村除染地域の進捗率(平成25年11月30日現在)

を第10, 11図に示す。横軸はプラザでの表記順に並べている。また第11図は除染対象住宅が5,000戸以上の市町村のみ示した。(東大・諸葛宗男)

3. JA とのコラボレーション

原子力学会として、いわゆる学会活動を超えて福島の力になる取り組みができないか、福島特別プロジェクトで検討した。いろいろなアイデアが出る中、風評被害を受けている県産農産物を学会員が購入しやすいしくみを設けてはどうだろうかと考え、2012年の秋の大会(広島大学)以降、年会や大会の会場における福島物産の販売および学会ホームページから関連ショップへのリンク張り等の取り組みを進めている。

(1) 年会や大会の会場での取り組み

福島県は、桃、なし、ぶどうなど全国でも有数の果物生産県である。そこで、果物の旬と重なる時期に開催される原子力学会「秋の大会」では、「福島県産農産物贈答受付所」を開設することにした(第12, 13図)。

販売はJA新ふくしまに依頼し、扱う商品や販売ブースの場所や形態、チラシなどは協力して検討した。売り上げは、2012年の秋の大会では約36万円。2013年の秋の大会(八戸工業大学)では約34万円の売り上げであった。JA新ふくしまから職員の方にいらしていただいて



第12図 「福島県産農産物贈答受付所」(於：広島大学)



第13図 「福島県農産物贈答受付所」(於：八戸工業大学)

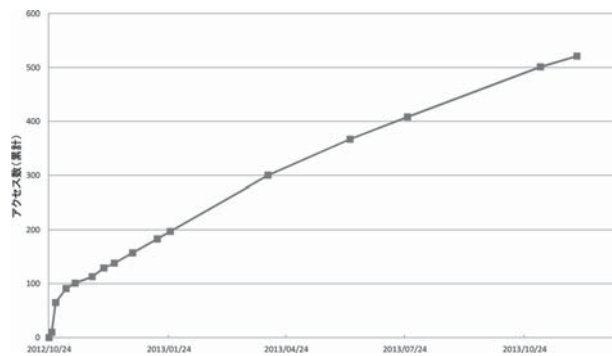
いることもあり、より高い売り上げを望むところではあるが、ブースが総合受付の横であったことや、会員交流会会場での宣伝なども効果的に働いての売上高だったと思われる。特に売り上げのよかった商品は、非常に甘くておいしい晩生種の「さくら白桃」で、こちらは2012年の販売で、その後、個人的に再注文をした学会員がいたとのこと。2013年も多くの学会員が購入した。また、2013年には、JA 新ふくしまが初めて扱うことになった高級ぶどう「シャインマスカット」も登場し、注目を集めた。

他方、「春の年会」は、果物の旬から外れることから、お米やジャガイモ等の販売も検討されたが、最終的に福島特別プロジェクトのコーナーにて福島県産の桃ジュース等を販売した。

なお、秋の大会、春の年会ともに会員交流会では、会場側のご協力を頂き、福島県産品(鶏肉、お酒、お米等)を積極的に使って頂いた。

(2) 学会ホームページでの取組み

年会や大会だけではなく、学会員がいつでも福島県産品を購入できるようにするために、学会ホームページ上に「JA 福島」が運営するショッピングサイト「JA タウン」



第14図 学会 HP から「JA タウン」へのアクセス件数

へアクセスできるバナーボタンを設けており、2012年10月開設して以降、これまで約520件のアクセスをカウントしている。アクセス数が単調増加していることから、リピータが多いと思われるが、より多くの会員に利用いただけるよう内容の充実や宣伝を検討していきたい(第14図)。

(3) 今後について

東京電力福島第一原子力発電所事故以来、除染が進められるとともに、JA 新ふくしまをはじめ県内では農産物等の放射能測定・監視体制を整備し、安全性を確保し、またそれをPRする取り組みを続けている。このような福島県の方々の必死の努力と全国の支援者の活動により、福島県産への社会的信認は回復しつつあるが、一方で風評被害を招くような放射能の恐怖をあおる報道も一部で行われている。

原子力学会としては、引き続き学会員の福島県産農産物購入推進を進めることで風評被害の払拭に寄与するとともに、学会員一人ひとりに福島県産品の安全性をPRして頂ければと願っている。

(日立 GE ニュークリア・エナジー・柴田洋二)

VI. 今後の展開

福島特別プロジェクト代表 田中 知

事故から約3年が経過したが、除染、復旧復興は遅れている。同じ日本の一部がそのような状況であることを大変残念に思う。また、事故を起こした原子力関係の学会に所属するものとして、責任を更に強く感じている。まさに「福島の復興なくして日本の本当の再生はない」ということに関して学会として行うべきことは多い。プロジェクト開始後約2年経過後の現在においてその念は一段と高くなっている。これまでの反省も踏まえて、今後、「福島特別プロジェクト」のなすべきことはますます大きくなっている。

今後、次のような点に留意して、それこそ学会の総力を挙げて、会員各位の援助を頂きながら活動を展開していきたい。

(1) 有効な除染の加速

費用対効果が大きく、また早期あるいは将来の帰還につながり、営農など産業復興につながる除染及び発生廃棄物処理について学術的観点から提言を行うとともに住民説明を行う。ここでは低レベル放射線影響についての科学的な説明や、除染目標、個人線量管理方法の提言なども含まれる。

(2) 環境動態についての学術的な評価

再汚染に対して強い懸念を持っている住民が多い、学会会員、研究機関等で行われている研究成果を除染効果と結び付けて解説する。

(3) 福島県、地元市町村への支援

福島県や地元市町村との連携を更に強める。その中には専門家の半駐在、平成27年度に福島県が作る福島県環境創造センター(仮称)への支援などが含まれる。

(4) 除染情報プラザへの専門家としての支援

環境省、福島県除染情報プラザは、除染の加速のみではなく、今後は復興再生に関する情報発信拠点、住民からのワンストップコンタクト場所としますますます重要な意味を持つ。このプラザへの支援をさらに良い仕組みを考えつつ強化する。

(5) 復興、再生プランへの学術的支援

事故後の復興、再生は他に例を見ない大きなかつ歴史的作業である。学会プロジェクトとしても、外国での例、他災害からの再生例、地域論などをもとに学術的な観点から提案、支援する。

(6) 地元に密着したコミュニケーションの展開

シンポジウムやリスクコミュニケーションで行うべき内容は時間の経過とともに変化している。今後必要なコミュニケーションについて常に関係者と相談しつつ、有効なコミュニケーションを実行する。

(7) より現場的対応を可能とする体制の強化

福島浜通り、中通りに福島特別プロジェクト事務所を開設することにより即時、現場的対応が可能になるような方策を検討したい。

(8) 福島第一原子力発電所廃炉進展との関係強化

汚染水問題、環境への放出、放射性廃棄物処理処分など、周辺市町村の方々は廃炉作業の進展に強い関心があると同時に、環境への放射性物質放出が問題とならない程度に制御されているかに強い関心がある。これらについて学会内の専門委員会や事故調査委員会、およびその後身の委員会等と協力しながら地元住民に対して丁寧な説明を行う。同時に必要に応じて、国、東京電力に対して廃炉作業に関しての提言を行う。