

巻頭言

1 予期せざる部分

曾野綾子

特集 原子力人材教育の現状と課題 3

13 原子力人材育成ネットワークの全般的な活動

2010年11月に設立された原子力人材育成ネットワークは、関係機関における情報共有と相互協力体制の構築を主たる目的として種々の活動を行っている。村上博幸、日野貞己、津留久範



インターンシップ報告のもよう

16 国立高等専門学校における防災・安全教育を重視した原子力教育の現状

全国に51ある高専からは平成23年度に就職者の12%が原子力関連企業に就職し、原子力産業基盤を支えている技術者育成を担ってきた。佐東信司

19 国内人材国際化分科会の活動

国内人材国際化分科会では、国際機関、国際ネットワークとの相互交流の推進並びにコミュニケーション能力の向上をはかる様々な活動を実施してきた。山下清信、生田優子

時論

2 福島原発事故と健康リスク

非常事態から平時に向けた移行期の放射線防護基準の考え方と健康リスクのあり方について述べる。山下俊一

4 米国原子力発電シンポジウムから学ぶ

この会議は FLEX (Diverse and Flexible Coping Strategies) と自然界からの脅威に関するレジリエンス評価に焦点をあてている。尾本 彰

22 中学高校教員、若年層および市民に向けた放射線教育の実践と課題(初等中等教育分科会の活動)

初等中等教育分科会はさまざまな団体、大学等が行っている小中高校におけるエネルギー・放射線等の教育支援の取組みを尊重しつつ、それらが全国的に広がりをもって展開されるために共通する課題の検討を行っている。工藤和彦、木藤啓子

25 原子力人材育成ネットワーク・海外原子力人材育成分科会

国際社会からの多様な人材育成の要望に対応する産学官連携体制の整備に寄与することを目的として、国内各関係機関の海外原子力人材育成活動に係るデータベースを整備し、今後のまとまりあるアクションプランを議論している。上坂 充



世界原子力大学夏季研修での講義

topics



学会、春の年会を大阪で開催

日本原子力学会は3月26~28日、近畿大学で春の年会を開催した。学会事故調は2日目の27日に中間報告を発表。事故の主な原因は想定を超える津波で冷却機能が失われたためで、過酷事故対策が不十分で事故が拡大したと指摘した。

表紙の絵(日本画) 「五月」^{サツキ} 制作者 赤尾 恭子

【制作者より】 風薫る五月、菖蒲の花が咲く頃、カルガモの赤ちゃんは生まれます。命の営みが安らかに、永遠に続きますように。各々の個性を伸ばし幸せでありますように。人間の子供達と重ね、願いをこめて。

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)

解説

28 東京電力福島第一原発事故に対する医療対応

災害派遣医療チーム(DMAT)とは、「災害の急性期に活動できる機動性を持った、トレーニングを受けた医療チーム」である。福島第一原子力発電所事故後、インフラは破壊され、医療対応は困難を極めた。そんな中で、同チームなどによる緊急被ばく医療活動はどのように行われたのか。 **近藤久禎**



救急車内でのサーベイ

37 福島県の除染対策について

福島県では除染が喫緊の課題となっている。事業者等の育成の加速化、技術的支援の強化、住民理解(参加)の促進を柱に、除染推進に向けた市町村の取り組みを支援している福島県の現状について紹介する。(写真右) **遠藤浩三**

6 NEWS

- 原電、敦賀破碎帯で中間報告書
- 学会、新安全基準めぐりシンポ
- 規制委、ALPSのホット試験開始を了承
- 原子力予算案は前年度より2%減
- 民間有識者が原子力政策で首相に提言
- 原産、原子力安全向上テーマにシンポ
- 規制委、災害対策指針を決定
- 規制委が運転延長の基本的考え示す
- 「もんじゅ」の安全基準、軽水炉ベースに
- 海外ニュース



福島での除染技術実証事業の様子

40 二度と原子力発電所過酷事故を起さないために—原子力発電所過酷事故防止対策の提言

原子力施設の安全確保には想定外は許されない。徹底した自然災害、人為的事象及び内部事象等による事故事象の想定と対策を規制機関、事業者は検討し、その仕組みを構築すべきである。 **原子力発電所過酷事故防止検討会**

	防護レベル	目的	関連するプラント状態
設計の当初	レベル1	異常運転や故障の防止	通常運転
	レベル2	異常運転の制御及び故障の検知	通常時の異常な過渡変化(AOO)
	レベル3	設計基準内への事故の制御	設計基準事故(想定単一起因事象)
基準外設計	レベル4	事故の進展防止及びシビアアクシデントの影響緩和を含む、苛酷なプラント状態の制御	多重故障シビア・アクシデント(過酷事故)
緊急時計画	レベル5	放射性物質の大規模な放出による放射線影響の緩和	(防災)

46 米国の使用済燃料及び高レベル放射性廃棄物の管理・処分戦略

米国エネルギー省は、ヤッカマウンテン計画破棄後の使用済燃料と高レベル放射性廃棄物の新たな管理方策に関し、昨年のブルーリボン委員会勧告を踏まえた実施戦略を1月に公表した。 **河田東海夫**

談話室

51 原子力分野における「安全・安心」と「人材育成」

社会から信頼され使命感を持って原子力安全を支えるプロフェッショナル人材を原子力界全体で育成すべきである。 **桑江良明**

53 極秘計画のマネジメント

その計画は最小限の人数に最大限の権限と責任を与えることで進められた。 **中村浩美**

18 From Editors

- 55 会報 原子力関係会議案内、人事公募、寄贈本一覧、標準書籍のご案内、英文論文誌(Vol.50, No.5)目次、主要会務、編集後記、編集関係者一覧

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>)にお寄せください。

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

予期せざる部分



作家

曾野 綾子 (その・あやこ)

著書は『遠来の客たち』『無名碑』『神の汚れた手』『天上の青』『狂王ヘロデ』『哀歌』など。2003年に文化功労者。

3・11の地震以来、私は地震、津波、原発事故といったテーマに触れるのをずっと避けて来た。第一の理由は、私は東京に住んでいて、いわば「当事者」ではない。大きな災害を受けている方たちに対して、部外者がものを言うのは失礼だ、という思いが強かったからだ。

第二の理由は、私に理数科系の頭が全くなかったからである。私はその面では猿以下だと夫に言われていたのである。その代わり多分私には日本語に関する感性があるのだから、と私は深く自己卑下もしなかったが、その点でも、やはり優れた人たちの手足まといにはなりたくないと考えていた。私にとっては数字というものは全くおもしろくないのである。私にとって理屈通りにいかない人間だけが、興味の対象であった。

昔或る医師と一緒に旅行したことがある。するとその方は、医学は科学かどうかわからない。何しろ予想通りにならないのだから、と言われた。人間は、体重の何パーセントの血液を失えば失血死すると医学部の時教わった。しかし現実にはそうでもなかった。教科書通りになった例もあるが、そうでない場合もある、と彼はそこで声を小さくして、「ことに女性の場合は、もっと出血しても生きてるんだよなあ」と言ったのである。

私はこういう話が大好きであった。

沖縄戦の最後の頃、つまり1945年の初夏、追い詰められた日本軍は自決を目的に、洞窟の中で辛うじて生きていた自国の傷病兵にモルヒネを打ってから撤退した。彼らを安全な土地に移す手段も既になかったし、第一沖縄全土がすでにアメリカ軍に掌握されていたから、その行為は、「死んで虜囚の辱めを受けさせない」ためであった。

軍医たちが打った規定量(つまり致死量)のモルヒネによって、息を引き取った傷病兵もいた。彼らはつまり最期を苦しまずに死んだのである。しかし彼らの中には、致死量の麻酔剤から目が覚めてみると、設備のいい米軍の野戦病院に収容されていた人もいた。彼らは苦痛もなく、自決の恐怖もなく、夢のような運命の変転から、戦後も生き延びたのである。

これは、沖縄戦を取材中に、実際に軍医だった人から聞いた話だ。私は小説家という立場を利用して、人生の「予期せざる」部分を面白がって生きることになっている。放射性物質が人間に与える効果についても、である。人間という奇妙で偉大な存在がある限り、私のような原始的人間の、理屈に通らない思考の出番もあるかもしれないと思うからだ。

私は東日本大震災の後、少しも生活を変えなかった。変えようがなかったのである。戦争を体験しているし、毎年のようにアフリカの僻地に入っているから、日本でも水と食料の備蓄を充分過ぎるほど持つ癖がついている。それに地震・津波・原発事故の被害は、戦争の厳しさと比べたらもの数でもないから、空襲まで体験した世代は黙々と今まで通り日常生活を続けたのである。

震災から2年を経た後、私は初めて放射性物質の影響について素人向きの講義を聞いた。

人間の遺伝子は22,000もあって、「遺伝子の文章」と言われるものは30億もの文字で書かれており、1ミリシーベルト被曝するということは、そのうちのたった1個が傷つくことなのだ、と知った。1日8時間、365日、今の程度の放射線を浴び続けても、福島でさえ、事故を起こした原発周辺などを除く広い地域では、年間1ミリシーベルトを超える被曝をするわけではない。

しかも、傷ついた遺伝子は、自分で治す機能さえ持っている。細胞は始終分裂によって遺伝子のコピーを繰り返しているのだから、時にはコピーミスが生じる。その時には、それさえも自分で見つけ出して治す機能を持っているという。

だから放射性物質を避けてどこかへ逃げることもない。私の文学的感覚の世界は、改めて落ち着く場所を得たという感じであった。

(2013年3月19日 記)



福島原発事故と健康リスク



山下 俊一(やました・しゅんいち)

福島県立医科大学副学長

1978年長崎大学医学部卒業後、同教授を経て、同大学院医歯薬学総合研究科長。福島原発事故以降、福島県立医科大学特命教授、福島県健康リスク管理アドバイザー。現在、長崎大学教授を休職し現職。日本甲状腺学会理事長、日本学会会議会員。

東日本大震災から2年が経過し、特に福島県では、未曽有とも言われる複合災害の中で原発事故を契機に、広大な環境放射能汚染に伴う健康リスクが不安視され、現地の復興と再生に向けて大きな問題となっている。すでに事故後避難等に伴う震災関連死の数は、放射線の被ばくによる健康リスクをはるかに凌駕している。しかし非常事態からの移行期にも関わらず、放射線防護の基準が、平時の公衆被ばく限度1 mSv/年間追加線量に厳しく制限され、この数値の呪縛のゆえに、除染問題以外にも生活面で困難が種々露呈している。

一方では、平時の日本国民の平均年間被ばく線量が5.97 mSvであることや、世界各地には自然バックグラウンドが高い地域においても住民の健康リスクが疫学的に証明されないことも知られてきている。自然界に存在する放射性物質による避けられない被ばくや、長年職業被ばくの安全が50 mSv/年間、さらに100 mSv/5年間と厳しく規制されている現実を正面から見据えることで、健康リスクの本質を改めて論理的に議論したい。

すなわち、政府の基準見直しは、まず科学的な放射線リスク評価に基づき、福島の現状を十分に掌握した上で、地域住民参加型対話の中で、優先課題の解決に向けた努力が必要となる。その際、規制数値や単位の持つ意味を理解し、個人のリスクと、社会全体の利益と損失のバランスを包括的に考えることが望まれる。その一助として放射線防護の基準がどのようにして作られているのか、その論理的背景と数値の背景を正しく理解することで、環境放射能汚染地域での復興や帰還帰村に向けた対応が可能になるものと期待される。

今回の福島原発事故では大量被ばくによる急性障害のような確定的影響は考えられないものの、低線量被ばくによる発がんなど確率的影響の知識と判断力が、専門家以外に住民のレベルでも幅広く求められる事態となった。事故当初は、被ばく医療に関わる医療関係者も種々の困難に遭遇し、放射線被ばくの防護基準の説明と健康リスクコミュニケーションについては、誰もが力不足と限界を痛感した。個人レベルにおけるリスク認知と理解

度は多様な価値観により異なり、加えて世論による放射線リスク容認の難しさも継続している。

特に、原発事故イコール原爆、あるいは放射線被ばくイコール発がんという短絡的な先入観や偏見が、低線量被ばくという言葉と共に長期健康影響が避けられないという誤解を生じる結果となったようである。これは被ばく線量という「量」の問題への理解不足と、大量被ばくによる確定的影響(組織障害)と発がんという確率的影響の区別の困難さにもよるものである。すなわち、大量被ばく(おおむね500~1,000 mSv以上)による急性放射線障害とそれ以下での晩発性放射線障害との区別とともに、容量依存性の影響としきい値問題についての理解が人々にとって困難であった。さらに確率的影響が、一度の瞬間的な被ばくなのか慢性微量被ばくの積算なのかで、同じ線量で防護の「量」という考え方は同じでも、生物影響は大きく異なる。特に低線量被ばく(100 mSv以下)で問題となる発がんリスク、すなわち健康影響の「量」は、自然現象の揺らぎの中に埋没し、広島と長崎の原爆被爆者の長期にわたる疫学調査においても、瞬時の被ばく線量100 mSv以下ではリスクの増加は検出できないのである。

一般には、瞬時の被ばく100 mSv以上で発がんリスクの確率的影響が科学的エビデンスとして認められている。これを積算線量として年間、さらに生涯というふうには安全域を幅広く取って防護体系が作られている。その防護の「量」の考え方の中心が、どんなに低線量であってもリスクがあるというしきい値無しの直線関係という仮説に基づき、管理のための防護基準として国際的に合意されているものである。特に、年間100 mSvの積算線量という「量」を一つのコンセンサスとして様々な規制値、あるいは参考値が国際機関から勧告されているが、これを365日で割り、24時間で割ると11.4 μ Sv/時間であり、瞬間被ばくの秒単位とすれば60×60で割り0.003 μ Svと計算される。同様にして、年間20 mSvでは0.0006 μ Sv、年間1 mSvでは瞬時の被ばくに換算すると0.00003 μ Svとなる。まさにナノオーダー以下の世界である。この線量率効果を考慮し、積算被ばく線量と瞬時の被ばく線量

を同じ生物効果と仮定して、より安全域に立った厳しい基準や規制値が放射線防護の上で勧告されてきたのである。特に乳幼児はじめ妊産婦や子どもへは厳しい防護規制が設けられている。例えば乳幼児では、甲状腺等価線量で50 mSv以上の被ばく量が予想されると、事前の安定ヨウ素剤服用による甲状腺への被ばく防護という介入基準などである。

現在、福島県では全県民を対象とした事故後初期4ヶ月間の外部被ばく線量推計の作業が進んでいる。それによると県民の被ばく線量は大半が3 mSv/4ヶ月となり、その後の各市町村によるガラスバッジによる個人線量計の集計データや、ホールボディカウンターによる内部被ばく測定の結果を参照しても、極めて低いレベルに留まっている。初期甲状腺被ばく線量も実測された子どもでは低いことが判明している。

真のリスク評価には、科学者の努力もさることながら、透明性ある中立的な分析手段も専門家同士の厳しい評価と検証に耐えなければならない。その上で不確実で不確定な領域におけるリスク論の論理的な理解こそが、不信や不安の克服には不可欠であり、放射線生物学を始め、放射線影響学への理解が大前提となる。防護のための各種モニタリング事業が継続される中で、次に低線量放射線被ばくの発がんリスクを理解する必要がある。すなわち放射線の健康影響の「量」である。その上で、放射線リスクを他のリスクと比較し、これらリスクのトレードオフが可能であり、その結果どのような規制やガイドラインを駆使して安全と言えるのかを個人が、そして社会が如何に共有できるかという、いわば個人のリスク認知と社会のリスク容認の両方について冷静に議論できる状況が必要となる。低線量放射線被ばくによる健康影響の「量」を福島の防護量の現状から考えると、極めて考えにくい状況である。しかし、住民検診をすれば所見は多く見付き、また精神心理的影響は2次的に身体影響にもつながる。発がんリスクの比較においても、タバコや食生活、ストレス、アルコールその他の占める割合が高い。放射線被ばくによる発がんリスクが検出できない中でも、他の発がんリスクを減らすというリスクのパートナーという考え方が将来的には重要となる。そのためこそ、放射線の健康リスクの国際基準策定の背景を知り、規制数値の持つ意義が問われることになる。

この国際基準の科学的根拠に大きく貢献しているのが、広島・長崎の原爆被爆者の長年にわたる疫学調査研究であり、放射線影響研究所による放射線による健康リスク分析である。特に放射線発がんリスクの線量依存性、年齢依存性、そして潜伏期の問題と世界の放射線防護の潮流を理解することで、まず大局を掌握し、その上で各領域の専門的知識と技量を磨くことが医療の現場、特に健康リスクの説明では重要となる。

同時に、チェルノブイリの教訓を始め過去の事例を謙

虚に学び、世界の叡智を生かす必要がある。国連科学委員会 UNSCEAR では、科学的根拠を基に種々の放射線リスクを総合的に評価している。また100 mSv以下の健康リスク評価については低線量域への外挿による死亡推計等は根拠がなく不適切であると明記している。更に、国際放射線防護委員会 ICRP では、低線量被ばくでは不確定不確実な問題が多い中で、放射線防護の基本である線量限度という考え方に加えて、リスクベニフィットを健康面のみならず経済面、さらに社会心理的側面などから多角的に総合評価し、被ばく低減措置の最適化という考え方を推奨している。すでに長年にわたる ICRP の活動では定期刊行物として様々な課題への提言をまとめている。特に、原発事故が起きた後の基本的な対応や対策については ICRP 第111号に詳述されている内容が重要である。

科学の力によるリスクの分析・評価と共に、正しいリスクコミュニケーションが必要なことは自明である。そしてリスクを低減・阻止するためのリスク管理に規制科学が用いられている。事故直後からの混乱時においては放射線防護と健康リスクに関する情報不足と知識不足のために、多くの誤解と偏見、先入観が医療現場の最前線でも報告されている。その後4月中旬、計画的避難地域の指定に20 mSvの年間積算線量が提示され、そして文部科学省は学校のグランド使用許可など規制値を年間20 mSvの積算線量で示した。この考え方が少なからず混乱を招き、ICRPの勧告が正しく国民に理解されず、情報災害をもたらすことになった。あたかも積算で年間20 mSvを超すと危険と言う誤解である。基準値の設定では安全域が幅広く取られているものの、白黒はっきりしないグレーゾーン領域における便益と不利益を総合的に判断してリスクの受容を説明すべき政策決定が理解されづらかったとも言える。内部被ばくの食の安全措置、すなわち暫定規制値の説明不足やベクレルという単位の出現によるシーベルト単位への換算も含めて混乱を招くこととなった。この政策決定をどう国民が受け止め、放射線のリスクをどう理解判断するかは一人一人異なる。国立がんセンターでは、いち早く放射線被ばくの健康リスクを他の発がんリスクと比較し、国民への理解促進に有用な情報を提供している。

福島原発事故後、広大な地域に拡散した環境放射線の除染だけでは、健康リスクへの不安を解決できないことも明らかである。科学的知見に基盤を置きつつ、その不確実性、そして限界があることも念頭に、防護基準の考え方と健康リスクの考え方の違いを論理的に理解することが、今こそ望まれている時はない。日本では世界各国に比較しても、より安全側に立った厳しい防護基準が取られているが、科学的合理性と社会的妥当性についてもバランスが取れた議論が必要である。

(2013年3月11日 記)



米国原子力発電シンポジウムから学ぶ



尾本 彰(おもと・あきら)

東京工業大学特任教授
 東京大学工学部原子力工学科卒業。博士(工学)。東京電力(株勤務後、IAEA 原子力発電部長。東大特任教授を経て東工大特任教授の傍ら2013年3月迄原子力委員。専攻はリスク管理、原子力国際政治と政策。

福島第一原子力発電所事故に関する教訓を通じて今後何を為すべきかについては既に数多の論議がされてきている。私自身も発電炉の安全性向上に関しては、深層防護の第4層第5層の強化を通じてのレジリエンスの向上と格納容器健全性は、言ってみれば原子力発電を行うにあたっての社会との約束事の一部たるべきことを殊に感じている。重要な教訓の一つは、慢心を排し常に諸外国のベストプラクティスを学び改善を図る姿勢の大切さであるが、その観点から最近の会議(今年1月末に開催された米国フロリダ州での第8回原子力発電シンポジウム)とそこから学ぶことについて述べる。事故を受け久しぶりに開催されたこの会議は、事故後の安全性向上に関し米国で進められている FLEX¹⁾と地震を含む自然界からの脅威に関してのレジリエンス評価とこれに係る安全性向上に焦点をあてている。

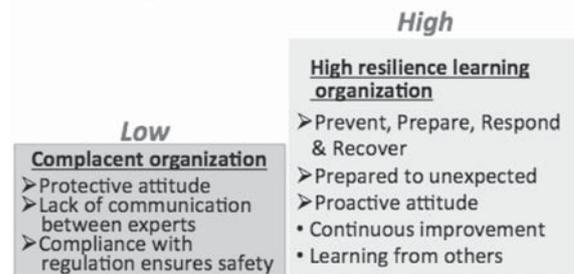
1. 今後のリスク文化に関する私見

既に事故に関しては、日本固有の問題という理解のあることについて学会誌の時論²⁾で述べたところであるが、国会事故調報告での言及もあり、「ではどのような固有文化が事故との繋がりをもつか、今後どのような風土の改善が必要なのか」についてランチョンスピーチで語れとの主催者要請に答えて私の見解を述べた。TMI事故大統領委員会報告(ケメニー報告)も、「様々な改造によっても根底にある問題(組織、手順、人の姿勢)への対策にならない」とわざわざ「警告」として書いている³⁾。

私は、今後、日本が事故の反省を踏まえてリスクを最小限にしつつ便益を享受する社会を再構築しようとするならば、原子力発電の運営や規制に係る組織と社会において以下の姿勢変更の必要があるとの考えを述べた。

- リスク管理の焦点はビジネス環境よりも重大な事故のもたらすものに置かれるべき
- 形式や詳細に拘り全体像を見失う失敗から決別
- 集団が一つの考えにまとまり過ぎ他の意見や見方を排除することを止め、他の考えに耳をよく傾けること。安全においても原子力分野以外の安全に携わる専門家の意見をよく聞き視野を広げること
- いわゆる「囚人のジレンマ」に陥ることなく社会との

Coping capability to unexpected



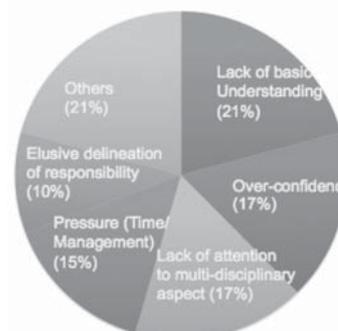
第1図 不測事態への対応能力

リスクコミュニケーションを含み継続的な安全性向上によって、レジリエンスを高め(第1図)クリフエッジまでの距離を拡大すべきこと

- 事故は起きても長期にわたる土地汚染に至らぬようにするのが社会との約束事の一部と考えること
- 専門家を尊重しつつ専門分野間の意思疎通が極めて重要で、他の分野が出す結論に至る上での仮定条件は何で、もしその仮定が誤っていたらなどの吟味の議論を行うこと
- 安全上の問題意識を仕組みと、残余のリスクと捨象しないリスク文化の形成
- なぜ意思決定で誤ったかを分析し、組織の持つバイアスや知見の限界などを知ること(第2図⁴⁾は一分析例。意思決定者自身の問題はカテゴリーから除外)意思決定に及ぼす group think の影響や検証されていない仮定条件のもとでの意思決定の問題は INPO

の福島教訓報告も論じているところ⁵⁾

もちろん、こうした議論で外国に福島事故は日本固有の条件のもたらしたものであるという誤解を植え付ける意図は一切ない。



第2図 意思決定の誤りの原因分析

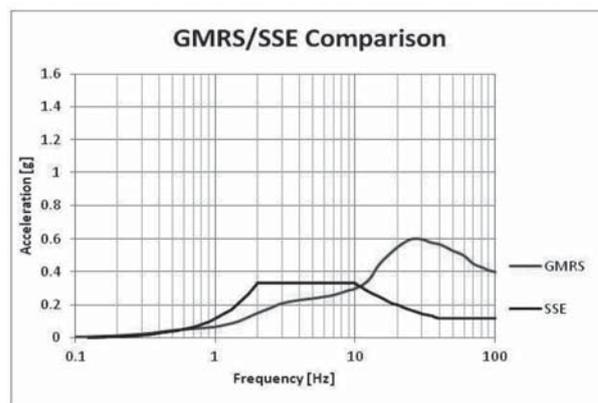
2. FLEX (Diverse and Flexible Coping Strategies)

福島事故の教訓に立って、米国産業界は電源供給と炉心冷却をより確実なものにするためのバックアップ設備と運用手順をFLEXとして整備している。米国では、FLEXは既に整備済みの米国同時多発テロ事件に鑑みた安全向上策であるB.5.bへの接ぎ穂であり2M\$/炉の費用と推定されている。炉心損傷防止のためのFLEXは、いつどの設備が必要になるかをNEI 12-06¹⁾に準じ個別プラント毎に定めている。ステップ1(既存設備での対応)、ステップ2(敷地内可搬設備での対応)、ステップ3(地域緊急時対応センターRRC)と段階的な対応を定めているが、RRCは、要請後24時間以内に配送を約束している。同じ時間以内配送を言っている仏FARNedサイトが国内4カ所にあるのに比して広い米国を2カ所(Memphis, Phoenix)でカバーする方針であるが、もちろん近接発電所からの支援も含まれている。それ以外に、BWRへのフィルターベント追設に関しては規制と産業界で議論が戦わされている。日本の産業界は既に1年以上前にフィルターベント設置を決定したが、米国産業界はシール部の過温破損への対処を含め、格納容器冷却の確保を中心とした包括的な格納容器健全性確保方策全体の中で見た時に、既に日米で実施のスクラビングベントに追加しフィルター設置のプライオリティは低いと見ている。

3. 自然の脅威への評価と対応

福島事故は、予期しない事態へのレジリエンスを高めることとどこにクリフエッジが存在するかを知ることの重要性を教えていると一般に米国原子力産業界は受け止めている。産業界は、様々な自然災害が今後増える可能性を考え不測事態への耐性を高めることに関心があり、例えば事業継続ガイド[NFPA 1600]とレジリエンス指標(冬季の気候、竜巻、地震、ハリケーン、洪水を考えて)が整理されている。実際これら自然災害の多発箇所は米国の工業地帯と合致し、連邦政府、州政府、コミュニティ、産業界、NPOが連携しレジリエンス向上が期待されている。このような計画は自然災害の多いわが国で参考になる。

日本の3.11地震の5ヶ月後、地震の少ない米国北東部のノース・アナ原子力発電所は設計ベースを超える地震に見舞われた。スペクトルでは大きく設計ベースを超えているが、設計ベース地震応答スペクトルの元になる地震波のCavをNorth Anna地震波のCavと比較し運動エネルギーの観点から累積速度指標で評価し、NRCは地震後3ヶ月後に再起動を許可した⁶⁾。地震波には、周波数、加速度、継続時間(3.11地震は継続時間が3分)の3要素があるが、破壊につながるエネルギーと継続時間を考慮に入れずスペクトルだけを見る旧来のやり方には米国では批判が多い。女川原子力の耐震性に関するIAEA調査に参加した米国専門家から「今の耐震設計にはかなりの裕度があることが女川調査で確認された。



第3図 GMRSとSSEとの比較(EPRI-1025287 p3-2)

ノース・アナ調査結果をも含めて今後、耐震設計のパラダイムシフトがあるべき」、「現在の日本の活断層問題がかつて米国Diablo Canyon原子力で経験した議論と類似」、との意見もあった。

米国中部北東部の硬い岩盤地帯に立地する原子力発電所では、GMRS(Ground Motion Response Spectrum)モデルが新規炉のサイト早期認可の過程で作られて、それによれば既往のSSE(Safe Shutdown Earthquake)スペクトルに比して高い周波数(10 Hz以上)領域でこれを超えることがわかった(第3図)。地震による炉心損傷確率の中央値がこの地域で10(-5)/Rx-yearであるが、GMRSではその6~7倍になると推定されている。EPRI-1025287報告はこの問題に対する一般対処方針を示すが、2013年に新たなスペクトルの策定、2018~19年に問題の解消という予定で取り組まれている。NRCは基本的には、適切な耐震設計の余裕があるとの立場で産業界による解決に期待している。かつて一部のプラントで経験したように今後、国内でも設計ベース地震応答スペクトルを一部の領域で超える場合はあろう。その場合でも、設計ベースを超えたからアウトとの判断をするのではなく、実際にプラントの持つ耐性を評価し、EPRI-1025287のアプローチとCav評価などを参考に合理的な対処手法の確立が必要と考える。地震は日本固有でもなく、規制の独立は隔離を意味しない。

国内プラントでは地震walkdown、洪水walkdownや安全walkdown⁵⁾を実施中と思う。INPOでは前者の重点をアンカーと干渉チェックに、洪水walkdownの重点をシール劣化とストームドレインシステムの設計と制御に置いている。これらの事例も国内での実施に参考になる。

—参考文献—

- 1) NEI 12-06 Diverse and Flexible Coping Strategies Implementation Guide Rev. 1 (may 2012).
- 2) 日本原子力学会誌, Vol.54, No. 1, p4-5 (2012).
- 3) Report of The Presidential Commission on the Accident at Three Mile Island, 1979, p24.
- 4) Performance Improvement International, 1994
- 5) INPO 11-005 Addendum, August 2012, p11, p34.
- 6) USNRC, North Anna NPS Technical evaluation of restart readiness, 2011 Nov. 11.



このコーナーは各機関および会員からの情報をもとに編集しています。お近くの編集委員(目次欄掲載)または編集委員会 hensyu@aesj.or.jp まで情報をお寄せ下さい。資料提供元の記載のない記事は、編集委員会がまとめたものです。

原電、敦賀破砕帯で中間報告書

日本原子力発電は3月15日に原子力規制委員会に対し、同社の敦賀発電所の敷地内を走るD-1破砕帯の調査に関する中間報告を提出した。

規制委員会は3月8日に開いた敦賀発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合で、「敦賀発電所のD-1破砕帯は耐震設計上、考慮する活断層である可能性が高い」との判断を下していた。これに対し原電は「D-1破砕帯は耐震設計上考慮する活断層ではない」と反論。その根拠として「D-1破砕帯は約12万年前の美浜テラフを含む地層より下にある層に変位・変形を与えていない。D-1破砕帯の対応した変動地形が判読されずD-1破砕帯の最

新活動面の変位センスが正断層センスを有している。活動履歴及び力学的な観点からD-1破砕帯が浦底断層の活動に伴い変位することはない」とことをあげている。

また原電は同発電所に対する規制委員会の評価会合の問題点を公表した。報告書案を審議した第3回の評価会合で原電は退席させられ反論の機会を与えられず、評価会合の審議は「客観的事実やデータによる立証を無視」とするとともに、評価書案そのものについては結論に至る過程を立証する具体的根拠は何ら示されていないとして、「科学的判断とは言えない」と指摘している。

(原子力学会編集委員会)

原子力学会、新安全基準めぐりシンポジウム開催

日本原子力学会とエネルギー総合工学研究所は2月17日に都内でシンポジウムを開き、原子力発電所の新安全基準について議論した。

規制委員会は2月上旬に原子力発電所の新安全基準について①設計基準、②シビアアクシデント対策、③地震・津波——の論点ごとに骨子案を取りまとめており、会合ではまず、同委の更田豊志委員がこれらについて説明した。次に関村直人氏(東京大学教授)が、学会の専門家による公開討論で検討を進めている福島事故セミナーの活動を紹介。学会では産官学とのコミュニケーションを通じた信頼関係の構築を図るとともに、安全研究のあり方に関する俯瞰的なロードマップを提示すると述べた。

また奈良林 直氏(北海道大学教授)は、新基準骨子案

の個別論点に言及。津波対策では、防潮壁や水密扉の採用により防災体制を強化するとともに、格納容器の破損防止対策については周辺地域を汚染させない抜本的対策となるフィルターベントを設置するよう求めた。

続くパネルディスカッションでは、更田氏が委員会として近く安全目標・性能目標の考え方を示していくと説明。奈良林氏は「何が危険なのか」という視点がこれまでの設計に欠けていたと指摘し、山口彰氏(大阪大学教授)は設計基準とシビアアクシデント対策の連続性について、ハザードと施設の防護、公衆と環境のリスク抑制を考慮した統合的な安全確保対策がとられるよう、規制委員会に期待を示した。

(資料提供：日本原子力産業協会、以下同じ)

規制委員会、福島の高核種汚染水処理のホット試験開始を了承

原子力規制委員会の専門家会合は2月21日、福島第一発電所における処理水の放射性物質を低減させる「多核種除去設備」(ALPS)のホット試験開始を、使用済み吸着材や生成物を収納する高性能容器(HIC)の安全対策確認などを前提に認める考えを示した。

現在の汚染水処理では、主としてセシウムしか除去されていないが、ALPSでは処理対象水に含まれるコロイド状、イオン状の放射性物質を選択的に吸着処理することで、62の核種を処理して法令濃度限度以下に除去する

ことができる。

東京電力は21日に開かれた規制委の会合で、ALPSで漏えいが発生した場合の回収訓練などについて追加説明。これに対し同委は、HIC落下試験や漏えいを想定した収拾体制の整備、本格処理に向け高線量廃棄物発生に伴う総合的なリスク管理のあり方、長期的保管について検討することを求めた上で、ホット試験開始を了承した。

原子力予算案は前年度より2%減、原子力委まとめ

原子力委員会は2月21日の定例会議で、2013年度の原子力予算案が合計約3,254億円で、前年度より2.0%減となったことを明らかにした。このうち一般会計は約504億円(対前年度比5.6%減)、エネルギー対策特別会計電

源開発促進勘定が2,649億円(同1.4%増)。エネルギー対策特別会計電源開発促進勘定についてはエネルギー電源立地対策が1,412億円(同4.2%減)、電源利用対策が1,237億円(同8.7%増)となっている。

民間有識者が原子力エネ政策を首相に提言

民間の有識者からなる「エネルギー・原子力政策懇談会」(代表=有馬朗人・元東大総長・文相)は2月25日、「緊急提言—責任ある原子力政策の再構築—原子力から逃げず、正面から向き合う」を安倍晋三首相と茂木敏充経産相に提出した。

提言は、(1)福島第一原発の廃炉と被災コミュニティの復興に全力を尽くせ、(2)国際スタンダードに則ったプロフェSSIONナルによる安全規制の確立を、(3)安全を大前

提にしたエネルギーの総合最適政策を確立——の3項目。福島再生では、県内への廃炉技術に関する国際研究開発センターの設立、放射線影響や福島の実態に対する正しい理解の普及を求めた。また、安全確保に関して、事業者も含めた意見交換のもとでの実効的規制、国民への説明、国際基準作りにおける交渉力を踏まえた原子力技術・人材維持などを要望し、徹底した安全性確保を行った上での原子力再稼働の必要を訴えた。

原産協会が原子力の安全向上をテーマにシンポ

原産協会は2月26日、都内で「原子力安全シンポジウム」を開催した。原子力関係者ら約400名が参加し、福島第一原子力発電所事故を受けた我が国の原子力安全向上に向けた取り組みについて、国内外の原子力規制に関わる専門家や原子力技術者、マスメディアの関係者が議論を行った。

基調講演では、吉川弘之・科学技術振興機構研究開発戦略センター長が「技術者の社会的責任」、J・ラークソン・フィンランド放射線・原子力安全庁元長官が「原子力リスク低減に繋げる社会的・制度的マネジメント」と題して講演した。

続くパネルディスカッションでは、米国原子力エネルギー協会副理事長のA・ピエトランジェロ氏が、2011年に米国でも原子力発電所周辺で竜巻、洪水、大地震が発生したが、いずれもプラントの安全は確保されたとして、「国内の原子炉は強固」であると強調。福島事故後の産業界、規制側の動きに触れ、公衆安全、環境保護、経済安定の共通項として、「炉心溶融を防ぐこと」を一致し

た目標に掲げ行動する必要から、柔軟性を備えた安全対策「FLEX」につながったことを紹介した。また富岡義博・電気事業連合会原子力部長は、規制委員会が示した新安全基準骨子案に関して、事業者は「多重化」と「多様化」を視点に電源確保、冷却確保、浸水対策などの安全性向上に向けて取り組んでいる事例を紹介した上で、シビアアクシデント対策で要求される可搬式設備に関しては、恒設設備との組み合わせで最適な安全基準となると述べた。

一方、岡本孝司・東京大学教授は、ストレステスト審査に係った経験も踏まえ、原子力安全は総合的リスクを低減することにあるとした上で、ハードウェア対策以前に、マネジメント能力の維持・向上を訴えた。山本哲也・原子力規制庁審議官は、規制者と事業者とのコミュニケーションに関して透明性の確保を重要視し、被規制側との会話はウェブで公開していると述べ、滝順一・日本経済新聞論説委員は、国民の信頼回復のため、規制委員たちが立地地域に直接出向いて説明する必要を訴えた。

規制委が災害対策指針を決定、安全目標の検討にも着手

原子力規制委員会は2月27日、新たな原子力災害対策指針を決定した。また、核セキュリティや敷地内破砕帯の評価案に関するピア・レビュー、運転期間延長認可制度、安全目標などの検討に着手することを決めた。安全目標の検討は、旧原子力安全委員会の専門部会が2003年に中間取りまとめを行って以来、10年ぶり。

今回、規制委員会としても安全目標の審議を行うこと

を決定したことについて、更田豊志委員は「安全目標は言い換えれば、残存リスクがあるということを示すもの。『ゼロリスクという安全神話』を復活させないことに意義があり、一つの意志の表明だ」と述べたほか、「たいへんいい報告書が委員会決定できなかった状況が問題だ」と付け加えた。

規制委が運転延長の基本的考え示す

原子力規制委員会は2月27日、原子炉等規制法改正に伴い導入された原子力発電所「40年運転制限制」における運転期間延長の検討に関する基本的考え方を示した。既存の高経年化対策制度との関係も考慮し、7月の改正法施行に向け必要な規則等を整備していく。

新法では原子力発電所の運転ができる期間を40年とし、設備の劣化状況を踏まえ、その満了までに認可を受けた場合は、上限を20年までとして期間延長を認めることとしている。これに対し規制委が示した考え方では、個別プラントごとに延長期間を審査の上、判断することとし、特に、原子炉圧力容器やコンクリート構造物といっ

た取替困難な重要機器、従前の制度や定期検査では把握されていない部分も含め、最新の知見を反映した劣化状況の評価、技術基準への適合に関する説明を求める。また、「バックフィット制度」との整合性ある判断も行えるようにする。

既存の高経年化対策制度は、運転から30年を経過する施設について、10年ごとに機器・構造物の劣化評価と長期保守管理方針の策定を義務付けるものだが、延長認可後の期間中においても、適切な保守管理がなされるよう、同制度についても、合わせて必要な規定整備を行う。

規制委、「もんじゅ」の安全基準は軽水炉新基準ベースに

原子力規制委員会は2月27日、高速増殖原型炉「もんじゅ」の安全基準について、現在、検討が進められている軽水炉の新安全基準を、「もんじゅ」の系統・設備等を踏まえて適用することとし、7月の施行を目指すとした。高速増殖炉固有の安全性に関する事項については、中長期的に検討を行う。

「もんじゅ」は現在、発電炉で試運転に相当する性能試験が中断されているところだが、文部科学省の専門家合は昨年12月、試験再開に際しては規制委員会が策定する新安全基準への適合状況や、破砕帯を始めとする耐震評価等の確認を経た上で、安全確保に万全を期すことが重要との考えを示している。

海外情報 (情報提供：日本原子力産業協会)

[米国]

福島事故以前のレベルに回復、米の世論調査で原子力支持率上昇

米国のピスコンティ研究所の2月の世論調査で、米国人の原子力発電に対する支持率が福島事故発生前に近いレベルの68%まで回復していることが判明した。原子力が米国の全低炭素電源による発電量の6割を賅っているという事実にもかかわらず、原子力とクリーンな大気を強く関連付ける人の割合は40%に留まったが、10年以上にわたって稼働率8割台を維持するという良好な運転実績を背景に、性別や支持政党を問わず、原子炉の新設についても70%を超える国民が理解を示していることが明らかになった。

この調査はピスコンティ研が世論調査会社のGfKローパー社と組んで毎年実施しているもの。福島事故直前の2011年2月の調査で原子力利用の支持者は71%だったが、同事故の半年後にこの割合は62%に低下。この時の反対派の割合は35%にのぼっていたが、昨年9月に行った調査では「原子力は米国における発電の一手段としてその利用に賛成する」と回答した人の割合は65%まで回復。反対派の割合も29%に留まっていた。

今回、ピスコンティ研は2月8日から10日までの3日間、1,000人の成人を対象に電話で調査を実施。原子力支持者の割合はさらに上昇して68%となったほか、強く支持する人と強く反対する人の割合は29%対13%と2対1以上に開いている。

また、回答者の73%が「米国の原子力発電所は安全・確実に稼働している」とした一方、そうでないとした回答者は24%に過ぎず、65%が「原子力発電所は最大規模の天災にも耐え得る」と回答。米国民の国内原発の安全性に対する信頼が明確に表れる結果になった。

さらに、原子力を重要な発電源とする回答者の割合も、前回調査の77%から81%に増加。これらの人々は、原子炉が連邦政府の安全基準を満たしている限り運転認可を更新することにも賛同していた。その上、73%が「今後10年間の必要に備えて、電力事業者は今こそ新しい原子炉の建設準備をすべきだ」と回答。67%は「最も近い既存の発電所サイトに新たな原子炉を建設してもよい」と答えたほか、75%が「世界の原子炉新設で米国の原子力産業が主導的役割を担うべきだ」とするなど、米国の原子力産業界に対する期待が拡大していることが見て取れる。

エネ省チュー長官が辞意を表明

米エネルギー省(DOE)のS・チュー長官は2月1日、同省職員達に宛てた書簡の中で、今限りで長官職を辞する考えであることを明らかにした。第2次オバマ政権における後任長官が決まるまで、数週間の間はDOEに留まるとしている。

チュー長官は再生可能エネルギーを中心とするクリーン・エネルギーで雇用を創出するというオバマ大統領のエネルギー政策を推進するため、連邦政府による融資保証を含め様々な支援政策を実施。しかし、経営状態の悪化した太陽光パネル会社に5億ドルを融資保証し、回収不能金の保証責任を議会の公聴会で共和党から激しく追及されるなど、大きな問題に発展したことも辞意表明の理由の一つと見られている。

原子力関係では、ネバダ州ユッカマウンテンでの使用済み燃料等の処分場建設計画を打ち切る一方、ボーグル3、4号機増設計画に83億ドル、アレバ社による濃縮工場計画に20億ドルの融資保証適用を決定。米国で30数年ぶりとなる新設計画を後押しした。

D・エナジー社、クリスタルリバー3号機の閉鎖を決定

米国のデューク・エナジー社は2月5日、子会社のプログレス・エナジー社がフロリダ州で操業していたクリスタルリバー原子力発電所3号機(PWR, 89.9万kW)(CR3)を永久閉鎖する決定を下した。格納容器の修理で2009年から停止していた同炉の再稼働を断念し、最新鋭の天然ガス火力発電所等を新たに建設することで同炉の設備容量を代替する方針を決めたもの。

プログレス社は09年9月、燃料交換と蒸気発生器(SG)取り替えのためにCR3を計画停止。SGを通す開口部を格納容器壁面に開けた際、3層構造の壁内部に隙間ができていたのを発見した。これを修理するために行った作業で新たな剥離が生じるなど、改修工事は長期化。昨年10月に同炉の包括的な改修計画案を独立のエンジニアリング会社が分析した結果、少なくとも14億9,000万ドルのコストがかかるとともに、運転再開までの期間もさらに長引くことが判明。同社は運転認可の延長も申請済みだった同炉で改修工事に踏み切るか、閉鎖するかで熟考を重ねていた。

今回、閉鎖を決めた後のステップとしては、包括的な廃止措置計画案を策定中。同社は必要な資金や作業範囲、日程その他の要素について決定することになる。現段階では「安全貯蔵(SAFSTOR)」方式により放射能の減衰を待つ方針で、本格的な解体・除染活動を開始するま

での間、少人数のスタッフで監視しつつ施設を安全な状態で保管する計画。すべての作業が完了するまでに40～60年かかる見通しだ。

監査院、MOX工場の建設コスト上昇と報告

米国会計監査院(GAO)は2月14日、米エネルギー省(DOE)・国家核安全保障局(NNSA)がサウスカロライナ州サバンナリバー・サイト(SRS)で建設中のウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)燃料製造工場(MFFF)について、建設コストが近年、20億ドル増加していることを明らかにした。

GAOは連邦議会の要請に基づき、政府機関の財務検査や政策プログラムの評価を通じて予算の執行状況を監査する機関。数年後に完成が近づいたMFFFの経費上昇については、2年に1度改訂している財政的危険性の高い分野リストの最新版の中で指摘したもので、現地のメディアは、サイトの地元でかねてより噂されていた大幅なコスト増が政府機関の発表で初めて公に確認されたと評価している。

それによると、建設前の2004年当時に18億ドルと試算されていた総工費は07年の見積りで48億ドルに上昇。現在、68億ドルに拡大した同プログラムは、その管理ミスと責任を問われて2014会計年度の予算要求で減額される可能性があるとしている。

MFFFの建設は、米国の兵器級余剰プルトニウムが再び軍事利用されないよう商業炉用MOX燃料に転換するなど、安全かつ効果的にこれを処分するのが目的。仏アレバ社がメロックスとラ・アークで20年以上操業しているMOX施設の技術を設計ベースに、07年8月にNNSAの核分裂性物質処分局がSRSで建設を開始していた。

完成すれば、年間3.5トンの兵器級プルトニウムをMOX燃料集合体に作り替えることが可能で、2030年代まで約20年間の操業を想定。09年にはMFFFから排出される液体廃棄物を処理する固化施設の建設も始まっている。

GEH社のレーザー濃縮工場計画、DOEサイトで建設検討

GE日立ニュークリア(GEH)社傘下のグローバル・レーザー・エンリッチメント(GLE)社が、米ケンタッキー州パデューカにある米エネルギー省(DOE)のサイトでも、サイレックス法レーザー濃縮工場の建設を正式検討し始めたことが2月22日に明らかになった。米口の核兵器解体から出る高濃縮ウランを低濃縮ウランに希釈して米国の原子炉に供給する協定が今年後半に終了予定

であるなど、世界の原子力発電所では今後20年間で大量の低濃縮ウランが必要になると同社は予測。本拠地であるノースカロライナ州ウィルミントンでの商業用濃縮工場建設に加えて、パデューカ・サイトにおける米国濃縮会社(USEC)の設備リース契約終了後に、同濃縮インフラを活用したレーザー濃縮工場の建設を視野に入れていく考えだ。

サイレックス法は六フッ化ウランを励起する分子レーザー法で、GLE社は2006年に豪州のサイレックス・システムズ社から同技術を商業化・運用する独占実施権を取得。U-235を8%まで濃縮可能で最大年間生産量6,000トンSWUの商業用濃縮工場をウィルミントンで建設するため、09年に申請書を米原子力規制委員会(NRC)に提出しており、昨年9月には第3世代レーザー濃縮技術による施設に対しては初となる建設・運転認可(仮決定)を取得した。

[英国]

セントリカ社がヒンクリーポイントC計画から撤退

英国大手のガス・電力供給会社であるセントリカ社は2月4日、同国で数十年ぶりの原子力新設計画としてEDF エナジー社が進めているヒンクリーポイントC原発計画から撤退する意向を表明した。同国では現在、低炭素電源による電力を固定価格で「差金決済」する制度を盛り込んだ電力市場改革法案が国会審議中。ヒンクリーポイントC計画で政府が保証する最低価格も政府とEDF社が交渉中であることから、「プロジェクト全体のコストと建設日程が不明確で、巨額の投資を行う株主への利益還元期限が長期化する」として撤退を決断したもの。EDF社は今後、複数メディアが報じていた中国広東核電集団有限公司(CGNPC)との交渉を含め、セントリカ社に代わって20%出資するパートナーを模索していくと見られている。

フランス電力(EDF)は2009年、英国内で8サイトの既存原子力発電所を保有していたブリティッシュ・エナジー(BE)社を買収した。セントリカ・グループはその際、EDFからBE社株の20%を購入。同グループは同時に、ヒンクリーポイントCおよびサイズウェルCとして合計4基の原子炉を建設・操業するためにEDF エナジー社が設立したNNB ジェネレーション社の株式20%を購入するオプションも取得していた。

しかし、新設計画の開始前経費がEDF社と合意していた上限である10億ポンドに到達。同社は福島事故後の同計画を詳細に査定した結果、初期投資額が大きく膨らむとともに建設日程も数年延びると判断したため、NNB株購入オプションを行使しない方針を決めたとしてい

る。これに伴い、同社は過剰資本を株主に還元するため、5億ポンドの自社株買いプログラムを1年かけて実行するが、保有するBE社株20%はそのまま温存。今後も既存原子炉に関するEDF社との連携は継続していくことになる。

[ベルギー]

エレクトラベル社、圧力容器のヒビ微候問題で追加試験

ベルギーのエレクトラベル社は2月4日、昨年夏に原子炉圧力容器でヒビの微候が検出され、停止中のドール3号機およびチアンジュ2号機の再稼働に向け、圧力容器の負荷試験など追加試験の詳細等を盛り込んだ行動計画を連邦原子力規制局(FANC)に提出した。これまでに得られた技術情報その他の報告書から、FANCは1月15日に「両炉を永久閉鎖しなければならないような要素は見あたらぬ」との見解を発表する一方、行動計画の提示を含め両炉の再稼働を許可するための要件を今月1日付けで公表。エレクトラベル社は3月末までに1次系圧力試験や母材の機械的検査などを実施しFANCに報告書を提出するが、再稼働の可否の判断はFANCの勧告を受けて政府が下すことになる。

ドール3号機では昨年6月、圧力容器の超音波探傷検査を実施した際、母材で約8,000個の毛状ヒビの微候を示す信号指示が検出された。念のため、同炉と同じRDM社製・圧力容器を有するチアンジュ2号機でも同年9月に探傷検査を行ったところ、ドール3号機ほどの数ではないものの同様の信号指示が検出されたことから、エレクトラベル社は内外の専門家の支援を得て原因究明調査を実施。FANCもこの問題について公平かつ独自の判断を下すため、専門機関を組織するとともに国際的な専門家によるグループを設置して科学技術的な助言を仰いだ。

これらによる調査報告書に加え、FANCの技術支援組織である「ベルV」等の結論から得られたデータを議論・評価した結果、FANCは最も可能性の高い原因として、圧力容器製造時に材料中の微量元素の、組成に偏りが生じた部分に水素が集まり、これが鍛造時に発生する「白点」が挙げられると指摘。その上で、①圧力容器の製造、②供用期間中検査、③ヒビ微候の冶金学的原因と進行、④材料物質の特性、⑤圧力容器の構造的健全性、⑥事業者による追加対策と行動計画の提案——については未解決課題が浮上していると言明した。

[フィンランド] オルキルト3号機計画完成がさらに遅延

フィンランドでオルキルト3号機(OL3)(PWR, 172万kW)の建設を進めているテオリスーデン・ボイマ社(TVO)は2月11日、供給業者である仏アレバ社と独シーメンス社の企業連合が提出した最近の進捗報告書によると、同炉の発電開始日程がさらに遅れ、2016年になる可能性が出てきたと発表した。世界初のアレバ社製・欧州加圧水型炉(EPR)となる同計画の遅延により、同型設計を採用した世界のその他のプロジェクトへの影響も懸念されている。

2005年8月に本格着工したOL3の完成は当初、09年に予定されていたが、供給業者がフィンランドの規制体系に不慣れであることや下請け業者による土木作業に時間がかかったこと、冷却系配管を再鍛造したことなどにより、完成予定年はこれまでに幾度となく先送りされている。

TVOによると、最も近い過去の完成予定年は14年だったが、供給業者はいまだに作業スケジュール全体の改訂版と最新の完成予定年を提示していない。また、圧力容器など大型機器を含めて設備据え付け作業の75%が完了し、タービン設備の最初のシステムも起動する一方、計装制御(I&C)系の設計が計画通りに進んでいないことから、さらなる遅延も予想されるとしている。

建設作業の遅れに伴い、総工費も大幅な増加が見込まれるが、TVO側は同計画が30億ユーロの固定価格によるターンキー契約である点を強調。責任の所在は供給業者側にあるとの立場を崩していない。一方、アレバ社側は同日、これに反論する声明を発表。「I&C系の詳細設計について最終承認が得られるよう、TVOには一層積極的な協力を要請したが、同社は相変わらず計画を適切に進めるための義務を十分果たしていない」と指摘している。

ハンヒキビ1号機計画、東芝に交渉権

フィンランド中西部ピュハヨキで最大180万kWの原子炉新設を計画しているフェンノボイマ社は2月25日、優先交渉権を与える直接交渉の相手として日本の東芝を選定したと発表した。東芝も同様の発表を行った。この「ハンヒキビ1号機計画」には今年1月、仏アレバ社が東芝とともに商業入札書を提出していたが、フェンノボイマ社は今後直ちに東芝と160万kW級の「EU-ABWR」建

設に関する契約交渉に入る。ただし、フェンノボイマ社は同計画に中型炉を採用する可能性についても検討を開始しており、この場合の候補メーカーは東芝とアレバ社にロシアを加えた3社。最終的な供給業者は年内にも決定する予定だとしている。

天然資源に乏しいフィンランドでは燃料の輸入に長く依存していたという事情があり、2002年にはチェルノブイリ事故後、欧州で初めて原子炉の新設を決定。現在テオリスーデン・ボイマ社(TVO)がアレバ社製・欧州加圧水型炉(EPR)を採用したオルキルト3号機(OL3)を建設中だ。これに続いてフィンランド議会は2010年7月、TVOのOL4建設計画とフェンノボイマ社の新設計画に関する「原則決定」を承認したが、東芝はOL4計画についてもABWRを提案している。

今回、フェンノボイマ社がハンヒキビ計画で中型炉オプションの検討を開始した理由は、昨年10月に独E.ON社が同社株の34%を売却し、大株主のボイマオサケイティエSF社が今年2月にこれをすべて購入したことによる。ボイマオ社を構成する企業67社にはハンヒキビ計画実現に向けた意志に変更はないものの、潜在的オプションとしてネット出力が100万~130万kWの軽水炉1基の建設を想定。候補メーカーには東芝とアレバ社のほかにロシアのロスアトム社を含めているが、これ以外の業者を選定する可能性もあるとしている。

[ブルガリア] 議会、ベレネ建設計画の打ち切りを決定

ブルガリア国営通信(BTA)によると、同国議会は2月27日、3時間に及んだ審議の末、114対40(棄権なし)で政府によるベレネ原子力発電所完成計画打ち切り決議を支持した。

100万kW級原子炉2基を建設するベレネ計画は前政権がロシアとの協力で進めていたが、中道右派の現政権が昨年3月に打ち切りを決議。前政権のブルガリア社会党は今年1月、同計画の復活をかけた国民投票の実施にこぎ着けたものの、投票率は法的拘束力を持つ60%に遠く及ばず、議会での再審議を約束する20%をわずかに上回ったに過ぎなかった。

現政権は米国系企業との協力で既存のコズロドイ原発に7号機を増設する案を検討していたが、昨年7月以来の電気代高騰に抗議するデモが連日発生したことを受け、ボリスフ首相は2月20日、内閣の総辞職を決定。社会党は7月の総選挙後に、新しい議会がベレネ計画を復活させることに望みをつないでいる。

原子力人材育成の 現状と課題



福島原子力発電所事故が起こり、人材問題が深刻さを増している。原子力をめざす学生が減り、産業界では原子力分野の人材採用を手控える動きがでてきた。また、技術継承の最大の課題である原子力発電所の新規着工の見通しが、不透明になった。優秀な学生が原子力をめざし、産業界ではそれらの人材を積極的に受け入れ、彼らが原子力発電所の新規着工で技術を継承し、さらに技術を進化させていく—その正のスパイラルのすべてが、日本では崩れ落ちそうになっている。

この袋小路をどう打開するか。私たちは何をすればよいのか。

原子力学会誌では昨年11月号で、大学や文部科学省、産業界の取り組みについて紹介し、今年1月号には若手技術者と学生による座談会を開いて、この議論を深めた。

また今号では、平成22年11月に設立された「原子力人事育成ネットワーク」の活動を紹介する。なお、本内容は、今年2月5日に都内で開かれた「原子力人材育成ネットワーク報告会」で紹介された内容を加筆修正したものである。

原子力人材育成ネットワークの全般的な活動

原子力人材育成ネットワークは、関係機関における情報共有と相互協力体制の構築を主たる目的として2010年11月に設立された。原子力の人材育成に係る目標や課題は、東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて修正された部分もあるが、原子力人材の必要性は変わらず、同ネットワークの活動もますますその重要性が増している。2013年2月5日に開催された原子力人材育成ネットワーク報告会においては、各分野別の活動内容等が報告されるとともに、90人を超える参加者による活発な意見交換が行われた。本稿では、原子力人材育成ネットワークの現状を報告するほか、全般的な活動として同ネットワーク事務局が行っている活動について紹介する。

日本原子力研究開発機構 村上 博幸, 日野 貞己,
日本原子力産業協会 津留 久範

1. はじめに

原子力人材育成ネットワーク¹⁾(以下、ネットワーク)は、国内の原子力関係機関の情報共有、相互協力を促進するとともに、特に機関横断的な活動・事業を推進することにより、我が国における原子力人材育成をより効果的かつ効率的に遂行することを目指している。現在のネットワークの活動の基本は、原子力人材育成関係者協議会報告書²⁾における10項目の提言及び2011年8月にネットワーク自身が参加機関向けに発信したネットワークメッセージ「東京電力福島原子力発電所事故をふまえた原子力人材育成の方向性について」³⁾における5項目の課題への取組みであり、それらの提言等に基づき、テーマごとに5つの分科会を設置して情報収集、活動内容の検討などを行っている。これらの検討に基づき、実際の人材育成活動を行うのは各参加機関であるが、ネットワーク事務局では、それらの活動に係る支援、協力を行うとともに、独自にいくつかの人材育成関連活動を行っている。

2. ネットワークの活動体制と全般的な活動

ネットワークでは、その活動の方向性や基本方針を決定する運営委員会のもとに、機関横断的な原子力人材育

成活動内容の決定、評価等を行う企画WG(ワーキンググループ)、さらにその下に個別テーマ毎の活動内容の検討を行う分科会を設置している。ネットワークの事務局は、日本原子力研究開発機構(原子力機構)のほか、日本原子力産業協会及び同原子力国際協力センター(JICC:JAIF International Cooperation Center)から構成され、実際の原子力人材育成活動を行うネットワーク参加機関への支援等に協同で対応している(第1図)。以下に、ネットワーク事務局としての活動内容及びネットワークの全般的な活動について報告する。

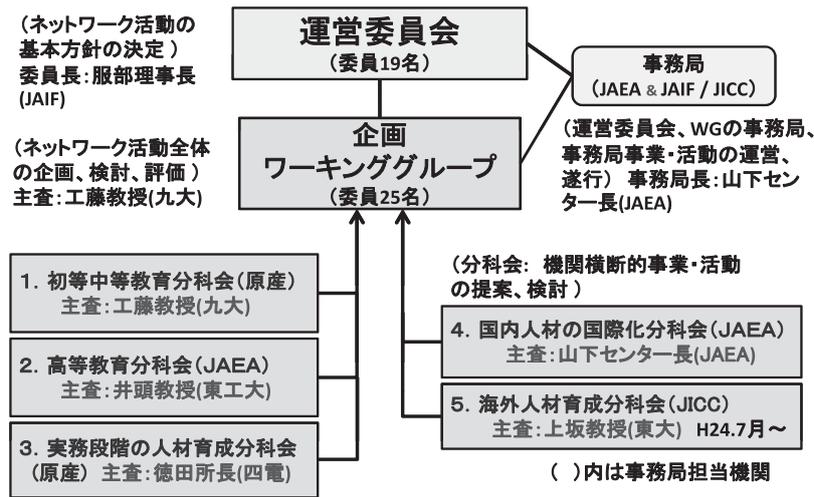
(1) ネットワーク事務局の活動

ネットワーク事務局では、運営委員会、企画WG等の会議の開催に係る事務局を務めるほか、国内外の関係機関(特に、ネットワーク参加機関)との連絡調整、情報収集、広報活動、原子力人材育成に係るデータベース構築等に係る活動を行っている。これらの活動の中で、関係機関との連絡調整の一環として行っている対外的な相談窓口としての活動の重要性は高く、各参加機関が実施する研修等の活動に係る講師の紹介、研修生募集に係る周知活動等を行っている。特に、2012年から開始したIAEAの技術研修員の国内受入窓口業務(国内受入先、IAEA及び候補者との連絡調整等)は、IAEAの他、所管の外務省をはじめとする関係機関から評価されており、2013年1月までに22件の対応を行った。また、原子力委員会からの要請に対応し、ネットワークの活動状況報告を二度(2012年10月及び2013年2月)実施した。

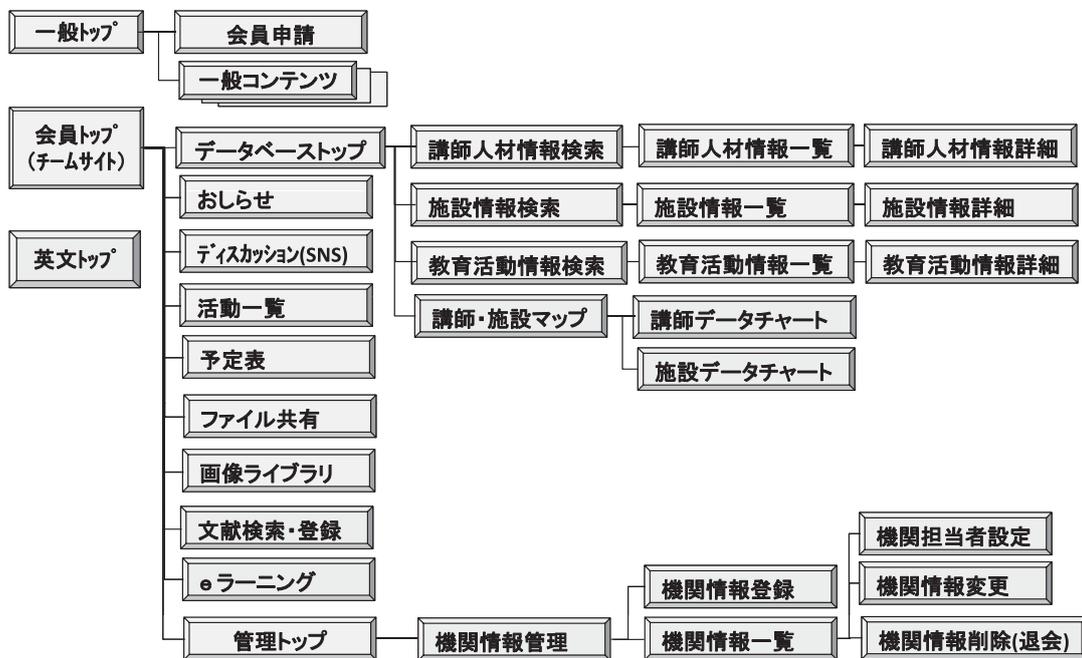
情報収集活動としては、2012年度は、国内の原子力関係学生(大学等)の動向調査(入学者数、原子力関係企業就職者数等)を行ったほか、国内の大学、高専等の関係機関、韓国の国際原子力大学院(KINGS:KEPCO

Present Status of Japanese Nuclear Energy Human Resource Development and Nuclear Engineer Education in Universities and Industries—Activities of the Japan Nuclear Human Resource Development (JN-HRD) Network; Current Status and Issues of Nuclear Human Resource Development/General Activities of Japan Nuclear Human Resource Development Network: Hiroyuki MURAKAMI, Sadami HINO, Hisanori TSURU.

(2013年3月19日 受理)



第1図 原子力人材育成ネットワークの活動体制



第2図 原子力人材育成ネットワークホームページの構成

International Nuclear Graduate School)などへの訪問調査、意見交換等を行った。また、原子力の新規導入国への協力活動を行う基礎データ収集の一環として、マレーシアの原子力人材の調査も実施した。

広報活動としては、パンフレットの作成、配布とともに、ホームページの充実を図っている。

(2) ネットワーク(データベース)システム

原子力人材育成ネットワークシステム(以下、システム)は、国内原子力関係機関等の原子力人材育成関連情報データベースを主体とする情報共有システムで、文科省の補助金事業として平成22年度から3カ年計画で開発を進めてきたが、WEB環境で利用可能なシステムとして整備を完了した。本システムでは、ネットワークのホームページ(<https://jn-hrd-n.org/SitePages/Home.aspx>)

上から一般サイト(公開)及び会員サイトにアクセスして情報取得が可能である(第2図)が、データベース(原子力人材育成活動、講師人材、人材育成関連施設等)は、会員サイト内に限定して利用される。

(3) 原子力人材育成国際会議の開催

原子力安全に対する意識の拡大や原子力技術の新規導入を目指す国の増大等に伴い、世界標準としての安全基準の確立等の様々な技術基盤を担う原子力人材の育成が多くの国々での共通の課題となっている。このような世界各国における原子力人材育成に係る状況や課題についての情報共有、我が国ネットワークと国外関係機関との連携協力関係の構築及び発展強化を目的とした国際会議を年1回の頻度(2011年度はタイ、2012年度はマレーシア)で開催している。タイでの会議では、「福島事故以後



第3図 原子力人材育成国際会議(2012年11月マレーシア)

の原子力人材育成の役割」をテーマとし、世界9カ国、IAEAをはじめとする4国際機関から約80人の参加を得た。マレーシアでは、「原子力施設の安全確保のための人材及び放射線やリスクに係る一般との情報共有のための人材の育成」をテーマとし、世界10カ国、3国際機関から約60人の参加を得た(第3図)。

この会議開催によって、世界各国(特に新規導入計画国)の原子力人材育成に対する方向性の現状把握と相互理解、相互協力、ネットワーク化の必要性について認識を共有することができた。また、我が国からは、大学関係者、産業界など幅広い関係機関からの参加を得たことにより、国際社会に対し「原子力人材育成ネットワーク」の活動を印象づけることができた。この国際会議については、2013年度以降も継続的に開催し、世界各国の関係機関との相互協力関係の強化を図るほか、原子力人材育成に係る課題の共有及び国際的ネットワークの構築を進めていくこととしている。

3. おわりに

2012年11月、原子力委員会は「原子力人材の確保・育成に関する取組の推進について」と題する見解⁹⁾を公表した。この中で「東電福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた教育機関における原子力教育」や「原子力安全、核セキュリティ及び保障措置に関する人材の育成」など、11項目の提言を行っている。また、規制サイドをも

含めた原子力人材育成の必要性は各方面で指摘されている。このようなことから、今後もネットワークに課せられた役割は大きく、継続して種々の活動を実施していくことが必要である。学会員をはじめ、多くの関係者の方々のご協力に期待したい。

—参考文献—

- 1) 村上博幸, 産官学による原子力人材育成ネットワークの設立, 日本原子力学会誌(ATOMOS), 53〔9〕, 649~651(2011).
- 2) 日本原子力産業協会, 原子力人材育成関係者協議会報告書, (2010).
- 3) 原子力人材育成ネットワーク, 東京電力福島原子力発電所事故をふまえた原子力人材育成の方向性について <http://jn-hrd-n.jaea.go.jp/pdf/20110808.pdf>
- 4) 原子力委員会, 原子力人材の確保・育成に関する取組の推進について(見解). http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/kettei/121127_jinzai.pdf

著者紹介



村上博幸(むらかみ・ひろゆき)
日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター
(専門分野)放射線防護分野の人材育成



日野貞己(ひの・さだみ)
日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター
(専門分野)核燃料サイクル分野の人材育成



津留久範(つる・ひさのり)
日本原子力産業協会 政策推進部
(専門分野)原子力人材育成

原子力人材育成の現状と課題

国立高等専門学校における防災・安全教育を重視した原子力教育の現状

高等教育分科会には、大学と高等専門学校(高専)の活動があり、本報告は国立高専における原子力人材育成事業の報告である。国立高専機構は51高専で構成されているが、原子力関連の学科・専攻は設置されていない。しかし、原子力関連への就職者は、平成23年度に電力企業・日本原子力研究開発機構・日本原電等へ約400人、原子力関連企業の重工業等へも含めると約600人(就職者の12%)が就職し、高専は原子力産業基盤を支えている技術者育成を担ってきた。文部科学省の原子力人材育成事業に高専機構として平成23年度から3年間採択され、33高専が集結してインターンシップ等の事業を展開し、実践的な原子力技術者教育の成果が得られてきている。

福島工業高等専門学校 佐東 信司

1. はじめに

実践的な原子力人材育成事業は、①33高専の連携取組、②長岡技術科学大学と連携、③日本原子力研究開発機構と放射線利用振興協会の協力で構築しており、原子力放射線関連の講義・体験型の実験実習等を通して実践的な原子力安全・防災関連教育を実施している。また、高専間連携事業として富山高専・福島高専において、その地域の特徴的な原子力関連実習を実施すると共に、卒業研究・特別研究の研究連携を実施している。

さらに、高専において継続的な原子力人材育成を推進するため、テキスト「基礎原子力工学」を作成した。また、高専は全国に点在しているため、各高専における放射線空間線量測定、学生がポケット線量計を身に付けて生活環境での放射線量測定を体験し、放射線の健康に与える影響について把握した。



第1図 テキスト完成

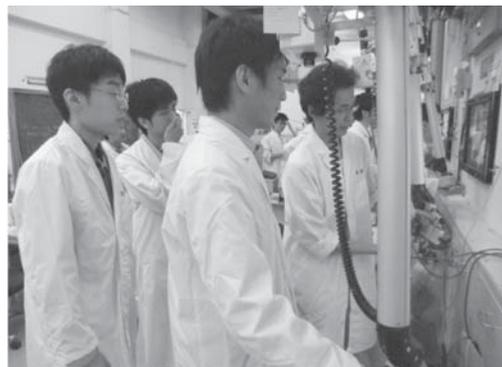
2. 実施した事業内容

(1) 原子力人材育成のためのテキスト「基礎原子力工学」の開発：高専生を対象とし

た原子力関連の教科書は少なく、継続した原子力関連教育を実施するため、高専および長岡技術科学大学教員で完成した(第1図)。具体的には、第1章「原子力とエネルギー」、第2章「放射線とは」、第3章「原子力プラント入門」、第4章「原子力プラントの安全と防災」、第5章「核融合炉」、第6章「放射線源とその応用」で構成し、B5版で約200頁である。

(2) 長岡技術科学大学インターンシップの実施：安全工学を重視し原子力システムの基礎、システム安全の考え方、リスク管理・危機管理について講義、原子力関連実習や東電柏崎刈羽原発での研修から、安全確認システムやフェールセーフの考え方を学修した。また、原子力学会シニアネットワークによる講義と対話討論を実施した。

(3) 日本原子力研究開発機構でのインターンシップ：原子炉施設の安全性等に関する講義、放射線に関する安全教育、原子炉施設、ホットラボでの実習(第2図)と見学を通して、原子力の安全工学や防災についての知識を学修した。特に、教育用運転訓練シミュレータの実習、



第2図 ホットラボ実習

Present Status of Japanese Nuclear Energy Human Resource Development and Nuclear Engineer Education in Universities and Industries—Activities of the Japan Nuclear Human Resource Development (JN-HRD) Network; Present state of nuclear education which emphasizes disaster prevention and safety education in National College of Technology; Shinji SATO.

(2013年 2月19日 受理)

環境モニタリング、大洗研究開発センターの総合訓練に立ち会い、実践的な訓練現場の把握と材料試験等の重要性を学修した。

(4) 原子力安全・防災関連授業の実施：放射線利用振興協会の協力で、放射線の基礎知識、原子力の安全利用と防災について学修し、特に放射線総合医学研究所緊急被ばく医療施設見学を通して放射線と生活環境、放射線被ばくの人体影響、原子力防災について修得し、学生が課題を設定してグループ討論を行い、風評被害等にも耐えうる正しい原子力知識を修得した。

(5) 富山高専での原子力・放射線関連実習：放射線の基礎や放射線計測の仕組みおよび非破壊検査への放射線利用を理解するため、X線、超音波等による実習、放射線遮へい安全計算実習、シンチレーション検出器の組立て実習とバックグラウンド放射線計測実習において安全評価を修得した。

(6) 福島高専での原子力・放射線関連実習：原子力災害からの復興及び原子力安全関連講義と原子力災害対策ロボット、放射能計測用ヘリコプター(第3図)、シンチレーションファイバ、 γ カメラ等の実習、いわき市内の空間放射線量測定とマップ作成、食品および土壌の放射線量測定、などを学修した。また、構造材料の安全評価のため、材料の微小試験片による強度特性評価法についても学修した。



第3図 放射能計測用ヘリコプター実習

(7) 放射線空間線量測定による全国マップ作成：各高専において、NaIシンチレーションサーベイメータで空間線量を毎週測定し、全国放射線量マップを作成した。また、学生の生活環境での放射線量測定のためにポケット線量計を1週間ずつ身に付け、地域における放射線量の影響について把握した。

(8) 卒業研究・特別研究の高専間連携：17高専の学生57名が原子力関連研究課題48件に取り組んで研究している。また、高専間研究連携を実現するため、①小中学生を対象とした原子力教材開発と出前授業、②放射線シミュレーション・計測による教育・研究、③除染関連研究、④材料の評価関連研究、について研究を推進することとした。

3. フォーラムによる成果公表

学生・教員、連携・協力関係機関等から約100名が参加し、事業内容(2)~(6)の事業成果について代表学生の口頭発表を実施し、質疑応答が活発に行われた(第4図)。ポスター発表として各高専の原子力関連教育および卒業研究(本科5年生)・特別研究(専攻科生)の成果発表を実施(第5図)し、活発な質疑応答で研究の指針を得ながら今後の教育・研究連携を発展させるための貴重な発表会となった。

基調講演は文科省研究開発局原子力課正岡氏による「次世代の原子力人材の在り方及び高等専門学校生に期待すること」を開催し、①文部科学省の取組、②原子力政策の今、③原子力人材・技術の維持・強化策、④国内外の原子力発電の状況と今後の見通し、⑤原子力平和利用の可能性、について講演があり、今後の原子力人材育成の指針を得ることができた。また、学生の皆さんへの期待として、国内外の原子力に進む・進まないに関係なく、地に付いた技術力、自ら考え行動する力、国際性の向上、高専ネットワークを大切に、等について述べられた。



第4図 日本原子力研究開発機構インターンシップ報告



第5図 各高専の原子力関連取組と研究成果発表

4. 事業の教育効果

高専における原子力関連教育は、物理や応用物理などの基礎教育、エネルギー工学などの専門科目では必要に応じて原子力関連の講義を実施している。

本事業では既存カリキュラムで実施困難な領域を補うために原子力の安全・防災関連について集中的に講義・実習を実施しており、その教育効果を第1表に示す。学生は、ほぼ全員が参加して有意義であったと回答した。また、講義内容・見学内容・実習内容はほぼ理解しており、普通と回答した学生は更なる高度な教育を期待していた。

このプログラムの受講で、エネルギー分野への関心度は学生の89%が高まったと回答し、原子力人材育成事業

第1表 参加学生のアンケート結果(%)

	A	B	C	D
参加の意義	68	31	1	0
講義内容の理解度	18	49	31	2
見学内容の理解度	44	44	12	0
実習内容の理解度	40	48	12	0
職業選択の関心度	43	46	10	1
学生間交流	58	34	8	0

A：大変有意義，大変理解，大変高まった，大変できた

B：有意義，理解，高まった，できた

C：普通，それほどでもない

D：物足りない，理解できない，高まらない，できない

の効果が顕著に表れている。他高専学生との交流では91%が交流できたと回答した。これは本事業の中で，原子力関連の討論課題をグループ単位で決め，毎日討論することで自己主張や異なる意見を受け入れる広域能力が構築され，正しい原子力関連知識を修得し，これまでの誤った風評被害を再認識するまでに成長することができたためと考えられる。学生の報告からも，「この事業に参加するまでは原子力に深い思いを入れているわけではなかったが，私の原子力観に大きな影響を与え，興味を深

まらせてくれた。また，これまで見定まっていなかった進路についても大きな判断材料となった。」と述べており，同様の学生も多く，教育効果が十分に得られた結果と考えられる。

5. 評価委員会のまとめ

本事業の成果について，京都大学木村晃彦教授を委員長とする5名の評価委員会では，「原子力を取り巻く厳しい状況において，原子力産業界等に必要な専門技術者を育成することを目的として，原子力に関する一貫した体系での実習や研修を実施していることの意義は大きい。特に平成24年度事業は，これらを通じて若い人材に“原子力安全・防災”に取り組むきっかけを与える貴重な機会であり，高く評価できる。」と総評を頂いた。

著者紹介



佐東信司(さとう・しんじ)

福島工業高等専門学校

(専門分野)材料強度学・核融合炉材料評価/実践的な原子力人材育成・モノづくり技術者教育



From Editors 編集委員会からのお知らせ

—最近の編集委員会の話題より—

(4月8日第10回編集幹事会)

【論文誌関係】

- ・英文誌の出版状況が報告された。Web投稿・審査システムにより3月期に20論文が投稿された。うち6論文が海外からの投稿。
- ・英文誌出版関係の年間収支が報告された。また，英文誌の50周年記念 Review 論文の進捗状況が報告された。
- ・二重投稿に関しての匿名告発について，経過が報告された。
- ・編集委員の国際化の手始めとして，韓国から招聘する委員候補者を承認した。
- ・次年度の編集委員候補者を確定した。
- ・審査中に判明した二重投稿に関しては例外なく Reject とすることを確認した。
- ・PNST を定期刊行物化することを承認した。

【学会誌関係】

- ・委員長から，経営改善委員会と学会誌編集委員会の会合結果に

ついて報告があった。予算削減を目標に今後も引き続き会合を行っていく。

- ・学会誌編集委員会の体制強化案の一つとして，「各部会・各連絡会・各委員会から，編集幹事会に代表者1名の出席をお願いすることになり，第1回目として，原子力発電部会，バックエンド部会より，各1名に出席いただいた。学会誌での連載講座の新企画の提案や「部会の活動状況と今後の課題」等を学会誌で紹介いただくよう依頼した。
- ・学会誌記事のHP公開について検討。会員サービスとして公開することを前提に，今後の進め方それにかかる必要経費の見積もり等今後検討していく。電子化推進担当の委員を決定した。
- ・5月号以降の記事について，出席委員から企画案が提出された。ほぼ全ての企画案が承認された。今後も引き続き記事企画に努力していくことになった。
- ・先日開催された2013年春の年会に出席した委員を中心に，企画セッションから学会誌記事候補の検討を行った。

編集委員会連絡先<hensyu@aesj.or.jp>

国内人材国際化分科会の活動

国内人材育成国際化分科会では、コミュニケーション能力の向上並びに国際機関及び国際ネットワークとの相互交流の推進をはかるため、IAEA 原子力エネルギーマネジメントスクール、世界原子力大学夏季研修への参加、日本原子力研究開発機構の原子力国際人材養成コース、若狭湾エネルギー研究所の国際原子力人材育成コース、国立高等専門学校機構の「原子力国際セミナー」等の支援・開催をすすめてきた。

一方、東京電力福島原子力発電所事故調査に関する2つの報告書及び原子力委員会からの人材の確保・育成に関する取組の推進についての見解書において、国際貢献への観点から国内人材の国際化が重要であることの提言が示されている。これらを受けて、国内人材育成国際化分科会では、今後これまでの活動を意義あるものにしつつ、更に本活動を活発化する必要がある。

日本原子力研究開発機構 山下 清信、生田 優子

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故から得られた教訓を共有し、世界の原子力施設の安全確保に貢献することは我が国の責務である。このためには国際機関における安全基準の策定活動に積極的に参画し牽引することが日本に期待される¹⁾。また、今回の事故後、脱原子力を表明した国がある一方で、新規原子力発電導入計画を維持する国がほとんどであり、それらの国々からの日本の技術への期待は変わらず高い。これらにこたえるために、国内人材国際化分科会では、コミュニケーション能力の向上並びに国際機関、国際ネットワークとの相互交流の推進²⁾をはかる様々な活動を実施してきた。

2. 活動の内容

当分科会は、官庁関係、電力、メーカー、産業界、大学関係、研究機関等からの約20名の委員から構成し、事務局は、日本原子力研究開発機構(以下、原子力機構)が担当している。分科会では、国内人材の国際化を高める活動を検討し実施するとともに、原子力人材育成ネットワーク参加機関が実施する国内人材の国際化の活動を支援している。2012年度に実施した活動を以下に報告する。

(1) IAEA 原子力エネルギーマネジメントスクールの日本開催

国際原子力機関(IAEA)は原子力エネルギーマネジメ

Present Status of Japanese Nuclear Energy Human Resource Development and Nuclear Engineer Education in Universities and Industries—Activities of the Japan Nuclear Human Resource Development (JN-HRD) Network; Activities of the Internationalization Sub-working Group of the JN-HRD Network: Kiyonobu YAMASHITA, Yuko IKUTA.

(2013年 3月18日 受理)

ントスクールを2010年よりイタリアのトリエステで2回、アラブ首長国連邦で1回開催している。今回、日本がアジアにおける原子力人材育成の中核となることを目指し、原子力人材育成ネットワーク、原子力機構、東京大学及び原子力産業協会(以下、原産協会)がホスト機関となり、本スクール(3週間)の東海村開催を支援した³⁾。海外13カ国(ベトナム、韓国、中国、タイ、マレーシア、インドネシア、バングラディシュ、モンゴル、リトアニア、ケニア、エジプト、スーダン、ヨルダン)計21名、日本計18名(官公庁、電力、メーカー、研究機関)の合計49名の参加があった。

本スクールは、講義、グループワーク、施設見学の3本立ての合宿形式の国際研修であり、将来、原子力を計画、運営、管理するリーダーとなる人材の育成を目論んだものである。講義数は70コマにのぼり、具体的内容はエネルギー計画、核燃料サイクル、国際協力、原子力法、経済、原子力技術等多方面にわたり、IAEAの専門家が主な講師を務めたが、日本開催の特徴を生かすべく多くの日本人専門家の協力を得て、わが国の原子力の状況、経験の紹介等独自性のある講義も数々提供した。

グループワークでは研修生を6チームの小グループに分け、エネルギー計画や核不拡散・保障措置等の原子力関連重要テーマについて経験豊富なメンターの支援により活発な議論を連日行った。グループワークの目的は多様なバックグラウンドの参加者の中で自らの意見を述べ、かつ議論をまとめる手法を身につけることにある(第1図)。

本スクールの開催により、国内外の規制担当者や若手技術者等に原子力計画・管理に関する研修の機会を提供するとともに、世界各国とのグローバルな相互協力関係



第1図 卒業証書を掲げる研修生

の構築と若手人材の国際化を推進した。

(2) 世界原子力大学夏季研修への参加支援

本研修は「国際視野を身につけた原子力人材育成」を目的とし、原産協会が向坊隆記念国際人育成事業の一つとして「世界原子力大学(WNU: World Nuclear University)夏季研修(Summer Institute)」への参加を支援するものである。平成24年度は、日本からの参加7名のうち5名の参加を支援し国内人材の国際化に貢献した。

本大学の夏季研修は英国のオックスフォード大学構内で開催され、6週間、30数ヶ国約80名の若者(30歳前後の実務経験者が中心)が、原子力に関連する国際機関や各国で活躍している原子力分野のリーダー達から直接課題を聞き、自ら考え、少人数での活発な議論を行い、その解決方法を探る合宿形式の研修である。単に知識を習得する場ではなく、課題解決能力の習得や各国の若者が集う国際的環境で人的ネットワークを構築することも主な目的であり、将来の原子力界のリーダー達を育成する場である(第2図)。

週ごとに大枠のテーマが設定され、毎日午前中にそのテーマに沿った講義を受け、午後には7~8名のワーキンググループに分かれて講義のまとめや講師への質問を取りまとめる作業が行われる。施設視察として1週間かけて他国の各原子力施設を訪れたりもする。また、最終週には、各研修生は自ら希望したテーマに関して調査検討した成果を全参加者の前で発表する。

福島第一原子力発電所事故以降は、日本の復興、原子力の信頼回復への努力が世界中から注目、期待されており、今後も日本の若者が参加し、国際感覚を醸成するとともに、日本の情報を発信し、世界へ貢献することが期待される。



第2図 世界原子力大学夏季研修での講義

(3) 原子力機構の「原子力国際人材養成コース」

既に上級者向けに開催されているIAEA原子力エネルギーマネジメントスクールや世界原子力大学の夏季研修参加につながるステップとなるよう、原子力機構は原産協会の協力を得て、原子力人材育成センターにおいて、原子力国際人材養成試行コース(5日間)を2012年12月に開催した。

コースは、国際人となる動機付けを図ることを大目的として構成し、一方ですぐに役立つよう、外国人講師による基本的な英語での自己紹介のトレーニングや福島第一原子力発電所事故関連(事故概要、環境への影響、事故時の広報等)について英語で聞き、討議し、説明できるようにするためのセッションを盛り込んだ。内容は一部のセミナー等を除き、質疑応答も含め全て英語で行い、半分以上を少人数グループによるディスカッション、プレゼンテーションの時間とした(第3図)。

参加人数は16名(社会人13名、大学院生3名)で、積極的な参加を求めるプログラムが多かったためか、コースは連日活気に溢れ、原子力英語を身につける以外にもそれぞれの専門外の原子力分野を学ぶ良い機会となったようである。更に、ネットワークで実施したメリットとしては、普段交流する機会の少ない他業種同士、あるいは社会人と学生が一堂に集い、協力・意見交換をする場を提供できたことで、これからの原子力の将来を担う若い人材のネットワークの構築の一助となった。本年は試行コースであることから、講師と学生にかかる費用を文部科学省の補助金により拠出できたが、次年度も何らかの手段をもって引き続き実施したい。

(4) 若狭湾エネルギー研究センターの「国際原子力人材育成コース」

若狭湾エネルギー研究センター(若狭エネ研)は、アジアをはじめ世界の原子力発電導入や原子力利用を計画する国々の人材育成への貢献と、国際的に活躍できる国内技術者の養成等を図るため、「福井県国際原子力人材育成センター」を設置している。この国内技術者の養成の一環として2011年度から2回、「国際原子力人材育成コース」を文部科学省の国際原子力人材育成イニシアティブ事業に基づいて開催した。

2012年度は2日間の日程で3月に実施し、IAEA、外



第3図 外国人講師を囲んだディスカッション

務省、米国・フランス・ベトナム各国大使館等から講師をお招きして講義いただくほか、福井大学から外国人英語講師をお招きして語学講義、さらにディスカッションも実施した。受講生はいずれも、電力事業者、プラントメーカーを中心に約30名の参加(大学生等も参加)があった。受講生からは、「原子力に対する国際的な状況を知ることができる貴重な機会だった」等、有益であったとの反応であり、2013年度についても実施することを計画している。

(5) 国立高等専門学校機構の「原子力国際セミナー」

原子力・エネルギーに関する講義に加え、外国人講師による国際動向に関する講義を行い、高等専門学校(高専)の学生が原子力エネルギーに関して基礎知識を持つとともに、今後の国際化にも対応可能な能力を得ることを目指し、2012年度3月に原子力国際セミナー(約1週間)を実施した。

高専には、原子力工学科が設置されていないが、近年、要望が高く原子力分野の就職者が増加している。これを踏まえて、国立高等専門学校機構のもと33校の国立高専が連携して、原子力・放射線関連の講義や実験・実習、インターンシップ、見学会などを行っている。就職後、国際的な感覚を必要とする業務も多いことから、2012年度には文部科学省の「国際原子力人材育成イニシアティブ事業(原子力人材育成等推進事業費補助金)」により、原子炉の原理、安全確保、放射線応用等に関する研修に加え国際的な感覚を身につける研修も行っている。この研修では、諸外国における原子力の状況を学ぶとともに、技術英語コミュニケーション実習、外国人講師による海外の原子力の状況に関する講義を行い、学生の国際的な感覚向上に役立てている。さらに、高専教員を対象とした「原子力セミナー」を開催し、原子炉基礎等に関する講義を実施するとともに、国際動向の講義も行い教員の国際化も図っている。

原子力分野での日本の国際展開を進める上で高専における原子力教育の国際化は有意義である。このため、関係機関からの更なる支援及び原子力人材育成ネットワークとの連携が更に意義あるものとなる。

3. おわりに

本分科会は、優れた国際感覚やコミュニケーション能力を持ち、国際的な安全基準の策定活動や新規発電炉導入国での原子力安全確保に貢献できる人材育成を目指し、国内人材の国際化を進めてきた。

東京電力福島原子力発電所事故調査委員会(委員長黒川清氏)報告書⁴⁾の提言の中に、「規制組織の人材を世界でも通用するレベルにまで早期に育成し、また、その

ような人材の採用、育成を実現すべく、原子力規制分野でのグローバルな人材交流、教育、訓練を実施する。」ことが挙げられている。

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(委員長 畑村洋太郎氏)の最終報告⁵⁾には、原子力人材の国際化についても触れられている。「新設の規制機関においては、国際貢献を果たすにふさわしい態勢整備に努めるとともに、国際機関・外国規制当局との人的交流を担える人材の育成に努めるべきである。」

原子力委員会の「原子力人材の確保・育成に関する取組の推進について(見解)⁶⁾2012年11月27日付」には、「我が国の安全性の高い技術を国際社会に提供していくとの方針を踏まえて、国、原子力産業界、教育機関、研究機関は、原子力関係機関に属する学生、若手の研究者・技術者が国際人材に成長するための自主的な取組を奨励し、その活動を支援すべきである」と述べられている。

上記の2つの事故調査委員会報告書及び原子力委員会の見解書には、国際貢献の観点から国内人材の国際化は重要であるとの提言である。このため、これまでの国内人材育成国際化分科会の活動を更に意義あるものにして、更に活発化する必要がある。

—参考文献—

- 1) <http://jn-hrd-n.jaea.go.jp/pdf/20110808.pdf>
- 2) http://www.jaif.or.jp/ja/seisaku/jinzai-kyogikai_report1004.pdf
- 3) 上坂充, 山下清信, 大釜和也, 服部拓也, IAEA 原子力エネルギーマネジメントスクール日本開催, 原子力学会誌(ATOMOS), 55[1], 53~56(2013).
- 4) <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naic.go.jp/blog/reports/digest/>
- 5) <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/post-2.html>
- 6) http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/kettei/121127_jinzai.pdf

著者紹介



山下清信(やました・きよのぶ)
日本原子力研究開発機構
(専門分野)原子炉の炉心設計, 研究炉の運転管理及び利用, 原子力人材育成



生田優子(いくた・ゆうこ)
日本原子力研究開発機構
(専門分野)放射線の生物影響, 原子力人材育成

中学高校教員，若年層および市民に向けた放射線教育の 実践と課題（初等中等教育分科会の活動）

2011.3.11の福島第一原子力発電所事故から2年あまりになるが，放射線に関する国民の関心は非常に高い。初等中等教育分科会は，さまざまな団体，大学等が行っている小中高校におけるエネルギー・放射線等の教育支援の取組みを尊重しつつ，それらが全国的に広がりをもって展開されるために共通する課題の検討を行っている。本稿ではその実践の例と課題を報告する

九州大学 工藤 和彦，
日本原子力産業協会 木藤 啓子

1. 放射線教育の要求

文部科学省から平成20年に公示された新学習指導要領に基づいて中学校教科書が編集されて検定を受け，平成24年度から採択・使用されている。理科第一分野の新学習指導要領および解説では「原子力発電ではウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること，核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること，放射線は透過性などを持ち，医療や製造業などで利用されていることなどにも触れる。」と述べられ，約30年ぶりに放射線に関する説明を行うことが求められている。一方，これまで教職教育課程において，放射線に関する特段の教育を受けてきていない中学教員には，放射線に関する知識も少なく，どのように授業の指導計画を立てればよいか戸惑いもあると聞いている。

以下に放射線について，中学・高校教員，若年層や市民に向けての教材開発，それらを用いての出前授業などを行っている特色ある取り組み3件を報告する。

2. 「高専教員・学生の専門知識とネットワークを活用した中学放射線出前講義の新潟モデル」 —長岡技術科学大学の出前講義¹⁾

長岡技術科学大学(長岡科技大)は平成24年4月に大学院修士課程に新潟県唯一の原子力に関する「原子力シス

Present Status of Japanese Nuclear Energy Human Resource Development and Nuclear Engineer Education in Universities and Industries—Activities of the Japan Nuclear Human Resource Development (JN-HRD) Network; Radiation Education for Elementary, Secondary School Teachers and Citizens: Kazuhiko KUDO, Keiko KITO.

(2013年 3月18日 受理)

テム安全工学専攻」を設置した。同大学は高専卒業生のための教育機関として36年前に設置されたが，原子力発電所の立地県でもあり，原子力専攻設置に関する要望は強かった。

さらに高専には博士の学位を持つ教員が多数おり，その中には炉物理，炉工学などの高度な知識を有する者もいる。また，高専教員は高専の魅力を優秀な生徒に伝えるために，中学生との直接対話を強く望んでいる。

この高専教員・学生のシーズとニーズを活用し，大学と共同で中学にて放射線の出前講義を行えば，だれにも無理を強いることなく，新潟県全体の原子力発電・放射線に関する理解を深めることができる。さらに高専は51校がほぼ全国に分布している。もし新潟でこの教育モデルが成功すれば，この“新潟モデル”を全国に展開することも容易である(第1, 2図)。

長岡技科大では高専を中心にした中学—高専—大学院



新潟県民1人1人が日本最高の放射線知識を持ち，原発リスクを判断できるよう
第1図 原子力発電リスク認識のための中学—高専—大学院
高度連携原子力人材育成“新潟モデル”

- ▶ 高専インターンシップ
 - ▶ 本学の学部向け予備教育「原子力安全コース」の講義で、高専生をインターンシップ生として受け入れて実施。
 - ▶ 平成24年8月20-24日
 - ▶ 講師：JAEA山下清信様、小林哲也様、本学教員
- ▶ 高専教科書執筆
- ▶ 高専教員のための原子力教育
 - ▶ 平成24年11月15-17日
- ▶ 高校新任教諭への放射線教育
 - ▶ 平成24年10月25日
 - ▶ 新潟県立教育センター



第2図 高専、高校との連携による原子力人材育成

一貫教育の提案と、その効果の実証を目的とする事業を行っている。このため必要な霧箱、各種のサーベイメータ、火力発電モデルなどを準備し、新潟県内の中学校に放射線の出前講義を行った。また、原子力発電所周辺の住民に対するリスクコミュニケーション活動、危機管理に関する演習、除染、線量計測演習など、リスク教育法についても検討を行っている。

3. 「教育現場の放射線危機管理能力向上のための人材育成」—放射線利用振興協会の放射線・原子力に関する教育・研修カリキュラムの開発²⁾

福島第一原子力発電所事故のような事故後に、各学校において教育活動を再開するためには、または教育活動を安定的に継続するには、学校生活における児童・生徒の被ばく量をできるだけ少なくするための危機管理が重要である。

このため、(一財)放射線利用振興協会では以下の2つの事業を行っている。

- (1) 現職教職員および将来教職員を目指す学生を対象とする放射線・原子力に関する教育・研修カリキュラムの開発・実践により教職の放射線危機管理能力を向上させるための、
 - ①現職教員を対象とする放射線計測・線量評価カリキュラムの開発・試行
 - ②教職員を目指す学生に対する原子力・放射線安全教育カリキュラムの開発・試行
- (2) 大学生(現在は理学部、教育学部学生)を対象として放射線安全を基軸とした若手研究・教育者のエネルギーシステム理解のための、
 - ①放射線安全・防災科学プログラムの開発
 - ②放射線基礎教育プログラムの開発

本事業のために、平成24年度は北海道教育大学、宮城教育大学、福島大学、茨城大学、上越教育大学、静岡大学、奈良教育大学、兵庫教育大学、鳥根大学など、教員教育課程を持つ多くの大学との連携を行って効果をあげている。事業を実施した結果での課題も見つかり、これらを第3、4図に示す。

- ・理科系以外にも幅広く対応出来るよう引き続き努力をしていく必要がある。
- ・専門的な話しをより理解しやすいように伝えるため、プレゼンの摺り合わせ等をしてブラッシュアップしてはどうか。たとえば、準備のための会合を開く等をして良いものではないか。
- ・研修内容の理解度を知るにはプレテスト、ポストテストが有効ではないか。
- ・研修の内容を学生により理解させるためには、大学の先生方が放射線・原子力の専門家である講師と学生とのインタープリターとして活動することが有効である。
- ・本事業は学生、教員を対象としているが、一般参加者の参加も認めてはどうか、との意見があった。昨年度も今年度も一般参加について門戸を閉ざしてはならず、各大学の判断で研修計画に盛り込んで実施して行くこととした。
- ・医学分野の講義の需要が高くなってきているので、次年度以降は所外講師として医療関係者を呼べるようにして欲しい。
- ・給食への影響などで関心が高まっているので、今年度カリキュラム開発中の食の安全に関する実習には期待している。

第3図 事業実施での課題と議論(1)

- ・福島現状をふまえ、実際に事故が起こった場合のような対応が必要であったか、を伝えていくことも必要。物理(理科)の観点だけでなく、たとえば福島では「泥がついたら手を洗う」等の生活指導をしているが「洗ったらどの程度落ちるのか?」等は分からない事が多い。
- ・地域によって危機管理に関する情報のニーズが異なるので各地域に対応した内容で考える必要がある。
- ・現職教員、将来先生を目指す学生自身の放射線に対する不安感払拭が重要であり、このためには基礎の基礎から分かりやすく教える必要がある。
- ・本事業では文部科学省の副読本に対応したプログラムを開発中であり、今後要望に応じて試行していく。
- ・教職実践演習に本事業が組み込まれると、教職に就くものが全て受講できるようになる。放射線に関する研修のみでは難しいが、危機管理の一環としてなら可能かも知れない。
- ・多くの大学に参加(連携)いただくためには、教育関連の各種学会等への情報発信が重要である。

第4図 事業実施での課題と議論(2)

4. 「地域に根付いた放射線施設活用による関西連携指導者人材育成」—大阪府立大学における中等教育学校教員への研修の事業モデルの開発³⁾

大阪府立大学地域連携研究機構・放射線研究センターは50年余りにわたり大規模の放射線施設を管理・運用しており、放射線知識普及活動を行ってきて、これまでに「みんなの暮らしと放射線展」などのイベントに親子や一般市民向けに45万人以上の参加を得ている(第5図)。

平成24年7月に中等教育学校教員を対象として、「放射線をどう教えるか」という研修セミナーを開講し、放射線研究センターの教員が講師を務めたが、18名の参加があった。8月には「放射線親子セミナー」(44名参加)、



第5図 放射線施設活用による関西連携指導者人材育成

H24放射線展

研修

スタッフ研修（学生スタッフ）

セミナーや実験を通して、「放射線の基礎知識」を習得。また、子供たちを指導するための研修を実施。

◆参加者
・三国ヶ丘高校生 6名 / 大阪府立大学生 8名




親子

「放射線親子セミナー」

(事前応募) 霧箱工作や鞆公園での放射線測定体験など、放射線について体験を通して楽しく学習。また、保護者・同伴者(希望者)を対象とした「放射線ミニトーク」を実施し、お子様だけでなく、保護者・同伴者に対しても「放射線の正しい知識」を訴求。

<参加者>子供 22名/保護者 22名 計44名 内ミニトーク参加者6名



高校生

第1回「ハイスクール放射線サマークラス」

(事前受付) 飲み物やお菓子を楽しみながら、カジュアルな雰囲気の中で、複数の高校の生徒と一緒に放射線について科学的に考え・学び、また大阪府立大学の放射線の教員とアカデミックに議論。また、この模様をレポートとしてまとめ、関西の高校に配布することで、放射線の人体影響に対する「科学的視点」をより多くの高校生に理解してもらう。



42名
5高校生徒と教諭
サイエンスカフェ
プレゼンテーションバトル

教職員

「これからの放射線教育メソッド」

(事前受付) 中・高等学校教職員を対象に、福島事故以降の放射線教育の「あるべき姿」について専門家を交えて「正しい科学的知識」を伝えながら、ともに学び/考える機会を作る。



26名
中高校教諭

第6図 放射線に関するモデル事業

体験型講座、高校生対象のサイエンスカフェ、学校対抗のプレゼンテーションバトル(5校が参加し、教員も含めて42名が参加)、放射線教育のモデル事業と意見交換会(26名が参加)など多くの年齢層、教育段階の方々にも多様な事業を行った(第6図)。特に中等教育学校教員については6時間単位(講義3時間、実習3時間)で、エネルギーの現状と将来、放射線の基礎、リスクコミュニケーション、安全取扱い、法令、放射線計測などの研修を行った。

今後のこれらの事業の効率化と将来の自律的継続が課題である。

—参考文献—

- 1) 末松久幸(長岡技術科学大学)の講演資料より。
- 2) 桜井文雄(放射線利用振興協会)の講演資料より。
- 3) 奥田修一(大阪府立大学)の講演資料より。

著者紹介



工藤和彦(くどう・かずひこ)
九州大学東アジア環境研究機構
(専門/関心分野)原子力工学、原子炉物理学、原子力安全工学などを研究、教育。原子力学会教育委員会において、原子力・放射線教育活動に協力。



木藤啓子(きとう・けいこ)
(一社)日本原子力産業協会
(専門/関心分野)原子力人材育成ネットワーク、放射線教育、実務人材育成、国際連携

原子力人材育成ネットワーク・海外原子力人材育成分科会

原子力人材育成ネットワークの海外原子力人材育成分科会は下記の各項目を目的とし、2012年7月に発足した。

- 国、大学・研究機関、原子力関連団体等による海外原子力人材育成活動やこれに関連する情報の共有と連携を強化
- 海外人材育成に関する情報の収集と体系的整理により、特に海外から見た日本の海外人材育成の取り組みを可視化
- 原子力新規導入国への人材育成方策の提案のための我が国人材育成体系の整理
- 原子力新規導入国技術者育成のための、受入れ、教授人材派遣体制の整備
その活動内容の概要を解説する。

東京大学 上坂 充

1. 分科会設置の経緯

従来から、海外人材育成に関し、国内各関係機関が多岐の案件を個別に実施していた。しかし、国内各関係機関の間でも、十分な情報共有が実施されていなかった。このため情報の総合的な把握、及び全体の体系的な整理が必要となった。相手国から見ても、ロシア、フランス、韓国などと比較しても見える化が不足していた。そこで、原子力新規導入国等の国際社会からの多様な人材育成の要望に対応する産学官連携体制の整備に寄与することを目的とする。初年度の活動として、上記経緯と理由から、国内各関係機関の海外原子力人材育成活動に係るデータベースを整備することとなった。

2. 活動と議論の内容

年度内に分科会及びワーキング・グループ(データベースの仕様決定と活用法の議論が目的)を各3回開催しつつ、以下の作業を行なった。作業は原子力国際協力センター(JICC)主体にAccessを使用して行われた。

- (1) 海外原子力人材育成を実施している国内各関係機関より、2011年度実績、及び2012年度計画のデータを収集し、データベース化
- (2) データベースを用い、ベトナムを事例としてマトリックス化
- (3) マトリックスについて内容の精緻化等の検証、検討
- (4) 海外原子力人材育成分科会事務局のホームページから関係者がアクセス・閲覧可能なマトリックスの公開。

3. データベースの内容と分析

将来的にはネットワーク全体のデータベースへの統合を目指す。出力結果はオンラインで各分科会メンバーが閲覧可能とした(入力まではオンライン化しない)。できるだけいろいろなフォーマットへボタン一つで出力できることを目指す(結果として一部手入力による操作が必要)。原則実施箇所をベースに(出資箇所ではなく)記載した。今年度作成したデータベースのページと活用の例を第1, 2図に示す。各事業の内容はその深さがまちまちで、

Present Status of Japanese Nuclear Energy Human Resource Development and Nuclear Engineer Education in Universities and Industries—Activities of the Japan Nuclear Human Resource Development (JH-HRD) Network; JN-HRD Network-Sub-working Group on International Nuclear HRD Cooperation : Mitsuru UESAKA.
(2013年 3月18日 受理)

関係者の検討用の域を出ておらず、今後のターゲットはどこなのかの検討のため先ず集めて整理してみた段階である。その上でデータベース出力に基づく現在実施されている活動に対する分析結果の1例(ベトナムに対する教育)を以下に述べる。

・基礎工学(機械、電気・制御、水化学等)が空白になっている。原子力発電所を建設、運転するのに必要な、原子力工学以外の機械、電気、化学等の工学分野の技術者の養成はこのマトリックスには含まれておらず、その国の大学教育、技術者教育の範囲内で別途実施されることが前提であることもある。原子力工学分野の分類と機械、電気、化学などの基礎工学としている分野の分類の粗密の程度に差があることも考慮が必要である。

・現在利用可能な留学生受け入れ支援制度を取りまとめ、相手国に知らせることが必要である。

・原子力発電実務(計画、設計、建設等)の部分が抜けている。

この分析を受けて、次を議論した。○空白部分を埋める作業を実施。すでに作業を開始○実質的な研修人数がわかると良い○受講者のフォローアップが必要○研修参加者のデータベースが望まれる

4. 来年度以降の課題

分科会、ワーキング・グループで議論を重ね、以下を確認し、来年度の活動の課題とした。○今回の整理は昨年の例であり抜け落ちの部分の補填の検討○マトリックスの作成に当たり、研修の項目、実施・未実施等を明確化するとともに、新規導入国の要求項目・レベル等を明確にし、それに対する到達度の明示化○各種プログラムの年次計画・目標を時間軸で可視化するロードマップの時系列化○英語版作成○マトリックス、ロードマップの活用方策○当面はベトナムについて整備、順次他国に拡大○産業界が協力実施可能な分野の検討

著者紹介

上坂 充(うえさか・みつる)

東京大学

(専門分野/関心分野)先進小型加速器開発、可搬型ライナックの医療・原子力応用、人材育成



対象国：ベトナム(+アジア各国) 研修対象者

対象	NEPIO【行政、政府関係者】	規制機関【規制官】	研究機関・大学 【学生、研究者】
基礎 放射線 RI利用 研究炉	ID-23 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、国内(関係研究所、大学)、英語、2012/8/20-2013/3/3(3~6か月間/名) ID-24 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、海外(ベトナム+アジア各国)、英語、2012/7/7-2013/3/3(1~2週間/名)	JAEA研修コース活用検討	ID-23 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、国内(関係研究所、大学)、英語、2012/8/20-2013/3/3(3~6か月間/名) ID-24 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、海外(ベトナム+アジア各国)、英語、2012/7/7-2013/3/3(1~2週間/名)
原子力工学 原子核物理 原子炉材料 燃料サイクル等	ID-1 (独)日本原子力研究開発機構(JAEA) 原子力人材育成センター、国内(JAEA東海)、英語、2012/8/20-2012/10/12(54日間) ID-10 (独)日本原子力研究開発機構(JAEA) 原子力人材育成センター、海外(ベトナム)、英語、2012/11/5-2012/11/23(19日間) ID-23 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、国内(関係研究所、大学)、英語、2012/8/月(3~6か月間/名) ID-24 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、海外(ベトナム+アジア各国)、英語、2012/7/7-2013/3/3(1~2週間/名)	ID-23 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、国内(関係研究所、大学)、英語、2012/8/月(3~6か月間/名) ID-24 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、海外(ベトナム+アジア各国)、英語、2012/7/7-2013/3/3(1~2週間/名)	ID-1 (独)日本原子力研究開発機構(JAEA) 原子力人材育成センター、国内(JAEA東海)、英語、2012/8/20-2012/10/12(54日間) ID-10 (独)日本原子力研究開発機構(JAEA) 原子力人材育成センター、海外(ベトナム)、英語、2012/11/5-2012/11/23(19日間) ID-23 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、国内(関係研究所、大学)、英語、2012/8/月(3~6か月間/名) ID-24 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、海外(ベトナム+アジア各国)、英語、2012/7/7-2013/3/3(1~2週間/名)
基礎工学 機械工学 電気・制御工学 水化学等	JICA(JDS)プログラム活用検討	JICA(JDS)プログラム活用検討	ID-78 長岡技術科学大学海外、日本語2年(ハノイ工大、ホーチミン工大、ダナン大)十選抜後、年約30名国内(長岡工大・群馬大・東京農工大・宇都宮大・岐阜大・豊橋技大・名工大、九大)へ3年より編入(自費留学)
安全 原子力安全 産業安全 (火災、危険物)	ID-66 (財)若狭湾エネルギー研究センター(WERC)、国内(若狭湾エネルギー研究センター他)、英語、2012/10/22-2012/11/16(26日間) ID-68 (財)若狭湾エネルギー研究センター(WERC)、海外(ベトナム等)、英語、2013/1/21-25(5日間) ID-41 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、国内(東京、泊、根尾谷、野島等)、英語、2012/5/14-2012/7/13(61日間) ID-42 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、海外(ハノイ)、越語、2012/8/26-2012/8/30(5日間) ID-43 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、国内(東京、泊、敦賀、勝田)、英語、2012/10/1-2012/11/30(61日間) ID-44 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、国内(東京、泊、勝田)、英語、2012/10/1-2012/11/30(61日間) ID-45 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、海外(ハノイ)、越語、2013/1/21-2013/1/25(5日間) ID-66 (財)若狭湾エネルギー研究センター(WERC)、国内(若狭湾エネルギー研究センター他)、英語、2012/10/22-2012/11/16(26日間) ID-68 (財)若狭湾エネルギー研究センター(WERC)、海外(ベトナム等)、英語、2013/1/21-25(5日間)	ID-23 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、国内(関係研究所、大学)、英語、2012/8/月(3~6か月間/名) ID-24 (公財)原子力安全研究協会(NSRA)、海外(ベトナム+アジア各国)、英語、2012/7/7-2013/3/3(1~2週間/名) ID-41 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、国内(東京、泊、根尾谷、野島等)、英語、2012/5/14-2012/7/13(61日間) ID-42 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、海外(ハノイ)、越語、2012/8/26-2012/8/30(5日間) ID-43 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、国内(東京、泊、敦賀、勝田)、英語、2012/10/1-2012/11/30(61日間) ID-44 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、国内(東京、泊、勝田)、英語、2012/10/1-2012/11/30(61日間) ID-45 (独)原子力安全基盤機構(JNES)、海外(ハノイ)、越語、2013/1/21-2013/1/25(5日間) ID-66 (財)若狭湾エネルギー研究センター(WERC)、国内(若狭湾エネルギー研究センター他)、英語、2012/10/22-2012/11/16(26日間) ID-68 (財)若狭湾エネルギー研究センター(WERC)、海外(ベトナム等)、英語、2013/1/21-25(5日間)	ID-68 (財)若狭湾エネルギー研究センター(WERC)、海外(ベトナム等)、英語、2013/1/21-25(5日間) ID-69 東京工業大学(TIT) 原子核工学専攻、海外(ベトナム・ハノイ)、英語、2013/1/21-25(5日間) ID-70 東京工業大学(TIT) 原子核工学専攻、未定、英語、2013/5/21-2013/5/31(10日間) ID-77 長岡技術科学大学 原子力安全系、海外(ホーチミン市)・国内(長岡)、日本語、通年実施(平成21年より開始)

第1図 データベースの対象国：ベトナム、研修対象者 vs 分野の研修が抜け落ちていることが明白となっている。

対象国：ベトナム(アジア各国)											
	実施機関名	ID	実施プロジェクト名	目的	実施期間	実施場所	言語	人数			
基礎	放射線 RI利用 研究炉	(公財)原子力安全研究協会(NSRA)	国際原子力安全交流対策(技術者 交流)	原子力技術者・研究者の育成	2012/8月-2013/3月(3~6か月間/ 名)	国内(関係研究所、大学)	英語	22			
		(公財)原子力安全研究協会(NSRA)	国際原子力安全交流対策(技術者 交流)	原子力技術者・研究者の育成	2012/7月-2013/3月(1~2週間/名)	海外(ベトナム+アジア各国)	英語	22			
原子力工学	原子核物理 原子炉材料 燃料サイクル等	(独)日本原子力研究開発機構(JAEA)	講師育成研修(原子炉工学Ⅰ、Ⅱ、 Ⅲ)	講師育成	2012/8/20-2012/10/12(54日間)	国内(JAEA東海)	英語	18			
		(独)日本原子力研究開発機構(JAEA)	フロンティア研修(原子炉工学Ⅰ、 Ⅱ、Ⅲ)	講師育成	2012/11/5-2012/11/23(19日間)	海外(ベトナム)	英語	30~40			
		(公財)原子力安全研究協会(NSRA)	国際原子力安全交流対策(技術者 交流)	原子力技術者・研究者の育成	2012/8月-2013/3月(3~6か月間/ 名)	国内(関係研究所、大学)	英語	22			
		(公財)原子力安全研究協会(NSRA)	国際原子力安全交流対策(技術者 交流)	原子力技術者・研究者の育成	2012/7月-2013/3月(1~2週間/名)	海外(ベトナム+アジア各国)	英語	22			
		東海大学 工学部原子力工学科	ベトナム人材育成プログラム	発電所で働く実務者リーダーの育成	2012/9/14-2014/9/30(2年間)	神奈川東海大学	日本語	15			
基礎工学	機械工学 電気・制御工学 水化学等	(公財)原子力安全研究協会(NSRA)	国際原子力安全交流対策(技術者 交流)	原子力技術者・研究者の育成	2012/8月-2013/3月(3~6か月間/ 名)	国内(関係研究所、大学)	英語	22			
		(公財)原子力安全研究協会(NSRA)	国際原子力安全交流対策(技術者 交流)	原子力技術者・研究者の育成	2012/7月-2013/3月(1~2週間/名)	海外(ベトナム+アジア各国)	英語	22			
		(独)原子力安全基盤機構(JNES)	インテンシブ研修	専門家の育成	2012/5/14-2012/7/13(61日間)	国内(東京、油、根尾谷、野島等)	英語	1			
		(独)原子力安全基盤機構(JNES)	設置許可申請書輪読研修(PWR)	若手職員の安全審査方法の習得	2012/8/26-2012/8/30(5日間)	海外(ハワイ)	越語	15			
		(独)原子力安全基盤機構(JNES)	基礎研修	若手職員の育成	2012/10/1-2012/11/30(61日間)	国内(東京、油、取置、勝田等)	英語	10			
		(独)原子力安全基盤機構(JNES)	インテンシブ研修	専門家の育成	2012/10/1-2012/11/30(61日間)	国内(東京、油、勝田)	英語	2			
		(独)原子力安全基盤機構(JNES)	設置許可申請書輪読研修(PWR)	若手職員の安全審査方法の習得	2013/1/21-2013/1/25(5日間)	海外(ハワイ)	越語	15			
		(財)若狭湾エネルギー研究センター (WERC)	研修生受け入れ/原子力発電安全基 礎コース	今後選入する原子力発電の安全確 保と人材育成に貢献する	2012/9/24-2012/10/5(12日間)	国内(若狭湾エネルギー研究センター 他)	越語	12			
		(財)若狭湾エネルギー研究センター (WERC)	研修生受け入れ/原子炉プラント安全 コース	近隣アジア諸国の原子力安全と人材 育成に貢献する	2012/10/22-2012/11/16(26日間)	国内(若狭湾エネルギー研究センター 他)	英語	10			
		(財)若狭湾エネルギー研究センター (WERC)	講師派遣	原子力導入計画国における原子力 の安全性向上に資する	2013/1/21-25(5日間)	海外(ベトナム等)	英語	100			
安全	原子力安全 産業安全 (火災、危険物)	東京工業大学(ITI) 原子核工学専攻	ハノイ工科大学 原子力安全 講座	人材育成	未定	海外(ベトナム・ハワイ)	英語	-			
		東京工業大学(TIT) 原子核工学専攻	ハノイ工科大学 原子炉設計 講座	人材育成	2013/5/21-2013/5/31(10日間)	未定	英語	6			
		長岡技術科学大学 原子力安全系	ホーチミン市工科大学ツインニング プログラム	ツインニングプログラムによる学部、修 士教育	通年実施(平成21年より開始)	海外(ホーチミン市)・国内(長岡)	日本語	16			
		(社)海外電力調査会(JEPIO)	原子力発電所安全管理等人材育成 事業(初級者向け長期研修コース)	原子力安全に関する研修等を行うこ とにより、アジア諸国等の安全管理 に関するレベルの向上を図る	2012/11/18-2012/11/28(11日間)	国内(JEPIO、原発 敦賀発電所、東 電・柏崎刈羽原子力発電所、BTC他)	越語	10			
		(社)海外電力調査会(JEPIO)	原子力発電所安全管理等人材育成 事業(中級者向け長期研修コースⅠ (フロンティア・マネージメント)の 向上を図る)	原子力安全に関する研修等を行うこ とにより、アジア諸国等の安全管理 に関するレベルの向上を図る	2012/6/3-2012/8/30(28日間)	国内(JEPIO、日本原発、電源開発 大削原子力建設所 他)	越語	5			
		(社)海外電力調査会(JEPIO)	原子力発電所安全管理等人材育成 事業(中級者向け長期研修コースⅡ (資金調達・人材管理)の向上を図る)	原子力安全に関する研修等を行うこ とにより、アジア諸国等の安全管理 に関するレベルの向上を図る	2012/8/20-2012/9/12(24日間)	国内(JEPIO、日本原発、中部電力 浜岡原子力発電所 他)	越語	5			
		(社)海外電力調査会(JEPIO)	原子力発電所安全管理等人材育成 事業(現場セミナーⅠ:原子力発電 所建設におけるプロジェクト・マネ ジメントについてⅠ)	原子力安全に関する研修等を行うこ とにより、アジア諸国等の安全管理 に関するレベルの向上を図る	2012/5/13-2012/5/20(8日間)	海外(EVA本部(ハワイ)、ニントウア ン、NPB現地事務所、原子力発電所 建設サイト(ヴァン・ハイ、設計会社 PECC2.3)(ホーチミン))	越語	60			
		(社)海外電力調査会(JEPIO)	原子力発電所安全管理等人材育成 事業(現場セミナーⅡ:原子力発電 所建設におけるプロジェクト・マネ ジメントについてⅡ)	原子力安全に関する研修等を行うこ とにより、アジア諸国等の安全管理 に関するレベルの向上を図る	2012/9/30-2012/10/5(6日間)	海外(EVA本部(ハワイ))	越語	30			
		全般	プラント設備								
計画・設計・建設	地質・環境等 資金調達、人材管理 プロマネ、試運転										

第2図 データベースの実施者の情報 vs 分野のページ

東京電力福島第一原子力発電所事故に対する医療対応

国立病院機構 災害医療センター 近藤 久禎

災害派遣医療チーム(DMAT)とは、「災害の急性期に活動できる機動性を持った、トレーニングを受けた医療チーム」である。福島第一原子力発電所事故後、インフラは破壊され、医療対応は困難を極めた。そんな中で、同チームなどによる緊急被ばく医療活動はどのように行われたのか。そのありさまと、今後の課題について述べる。

I. 背景

災害派遣医療チーム(DMAT)とは、「災害の急性期(48時間以内)に活動できる機動性を持った、トレーニングを受けた医療チーム」である。阪神淡路大震災以降、広域医療搬送などの災害医療の担い手として、整備の必要性が指摘されていたが、2004年の新潟県中越地震の教訓から災害時の医療支援を行うための訓練された医療チームの必要性が強く認識され、国によるDMATの整備が開始された。DMATは「日本DMAT隊員養成研修」の修了者により構成される。DMATは厚生労働省、地方公共団体等からの要請を受けた病院から派遣され、活動内容は、急性期(おおむね48時間以内)における医療救済活動であり、被災地から被災地外へ患者を搬送する広域搬送や被災地内の医療活動支援を行う¹⁾。

日本の緊急被ばく医療体制は、1999年に発生したウラン加工工場での臨界事故の教訓を受け、初期、2次、3次の被ばく医療体制が構築されている。外来診療を念頭に置いた初期被ばく医療体制、入院加療を行う2次被ばく医療体制、専門的な高度の医療を行う3次被ばく医療体制である²⁾。

2011年3月11日、東日本大震災が起こり、それに伴い、東京電力福島第一原子力発電所において、原子力災害が発生した。これは、地震、津波による被害により、東電福島第一原発の1～4号機は全電源喪失し、原子炉が冷却機能を失ったことで、環境中に放射性物質が多量に放出される事態となった。政府は、3月11日に、半径3km以内の住民に避難命令、10km圏内の住民に対し屋内待機の指示を行った。3月14日には、3号機の建屋が爆発し、作業員および自衛隊員あわせて11人が負傷し、2号

機も冷却機能を喪失した。3月15日には、2号機建屋が損壊し、4号機の建屋が爆発した。このため、避難、屋内退避の範囲が段階的に拡大されていった。

東京電力福島第一原発事故にける緊急被ばく医療として高線量被ばく・汚染(緊急作業従事者)への緊急被ばく医療対応、住民対応、入院患者の移送対応などが行われた。筆者は、災害急性期から福島県に入り、福島県緊急被ばく医療本部の立ち上げと初動活動、住民スクリーニング活動、病院の入院患者の避難搬送、甲状腺のスクリーニング、緊急被ばく医療体制の再構築、住民の一時立ち入り等の活動を行った。

そこで今回、東京電力福島第一原発事故に対するこれらの緊急被ばく医療活動について、実績をまとめ、意義を検証する。そして、たびたび大震災を被るわが国において、来るべき次なる大震災に備えて、今後のDMAT活動、緊急被ばく医療の進歩に資すべく、今回の活動における課題を提示することを目的とした。

II. 活動概要

1. 福島県被ばく医療調整本部の立ち上げ、初動

県庁の災害対策本部は、県庁隣の自治会館3階に設置されていた。医療救護関係は、救援班が実施していたが、本部全体がごった返し、スペースもなく、情報も混乱している状態であった。4階に医療関係者の詰め所があったが、我々が到着したときには、福井大学医学部寺澤教授一人であり、本部としての機能は立ち上がっていなかった。一方、原子力発電所の事故に伴う被ばく・汚染患者への緊急被ばく医療対応が必要であり、また、今後来るであろう、応援の救護班、スクリーニングのマネジメントも必要であることが予測された。被ばく医療についての強力な本部を立ち上げる必要があった。

県の医療対応は、県庁が福島県立医科大学の田勢教授に全権委任していた状態であった。そこで、田勢教授と相談し、後に「緊急被ばく医療調整本部」という名前にな

Medical Countermeasure for Tokyo Electric Power Co. Fukushima Nuclear Power Plant Accident: Hisayoshi KONDO.

(2013年 2月5日 受理)

る本部を立ち上げた。これらの本部を災害対策本部と同じ部屋に作成することも考慮したが、十分なスペースもなく、また、災害対策本部の混乱に巻き込まれては、十分な作業もできないであろうことも考慮し、自治会館の4階の医療関係者の詰め所を活用することとした。必要資器材(コピー、電話など)を手配し、県庁災害対策本部救援班、政府現地対策本部(OFC)と連携して活動を始めた。

緊急被ばく医療調整本部が活動を開始するとともに、3号機爆発時、傷病者対応が必要となった。3月14日11時に福島第一原発3号機爆発に伴い、11名の傷病者が発生した。その患者のため福島医大への要員派遣、福島医大、放射線医学総合研究所(放医研)での受け入れの調整を行った。これらの対応を通じて、このような緊急被ばく医療については、放医研、広島大学など緊急被ばく医療機関を中心とした対応、我々は、住民のスクリーニング対応、入院患者への対応という役割分担が確立した。

2. 住民スクリーニング

スクリーニングとは、避難所等に収容された周辺住民等の被ばくの程度を放射性物質による汚染の有無、被ばく線量の測定などにより評価、判定し、必要な処置を行うために、ふるい分けすることである。今回のスクリーニングにおいては、住民のサーベイに関しては、GMサーベイメーターにて全身を測定した。全身除染を行うスクリーニングレベルは、当初の計画では、13,000 cpmとされていた。しかし、福島県は全域で断水状態であり、放射性物質に汚染された多くの避難者に対する除染に必要な水は十分に確保されていなかったこと、更に、3月中旬の福島県内の気温は低く、夜間で氷点下であり、除染後の体温低下は著しく、低体温症とそれに引き続く感染症の発生が危惧されることを鑑み、除染に必要な資源、除染に伴う健康のリスクそして汚染を残した場合の健康リスクから、最も現実的な除染レベルとして100,000 cpmを採用することとした。13,000~100,000 cpm未満については、拭き取り除染を行うこととした。

14日に我々が到着した際には、12日からスクリーニング事業を開始しており、14日から応援2チームが到着しているものの登録や役割分担を行う体制は未整備であった。そこで、緊急被ばく医療本部で支援チームを一括管理し、チームの登録、役割分担、ブリーフィングを実施し、登録フォーム、報告フォーム、ブリーフィング資料を作成し、朝夕のミーティングで情報共有する体制を確立した。当初は救護班+スクリーニング班で活動することも決定した。

ブリーフィングで最も重視したのは、安全管理についてである。安全管理は、ゾーニング、放射線防護、内部汚染対策について行った。ゾーニングとしては、30 km

圏内での活動は行わないこととした。放射線防護としては、空間線量計を保持し、20 μ Sv/h以上で本部に連絡し、指示を仰ぐこと、個人線量計を保持し1 mSvで退避することとした。内部汚染対策としては、タイベックスーツの着用、N95呼吸防護マスクの保持、そして、40歳以下の方へは、ヨウ素剤を持たせた。これらの資器材がないチームには貸与した。さらに、チェルノブイリの健康被害が、緊急作業従事者の高線量被ばく、汚染と住民(小児)の甲状腺がんが主であり、他の障害については明確なエビデンスはないことも説明した。

当初は、国立病院機構以外ほとんどのチームがいない状態であった。このような安全対策が功を奏したのか、次第に国立大学病院や他のチームも来ることとなった。応援要員はその後も増加し、3月下旬がピークとなった。

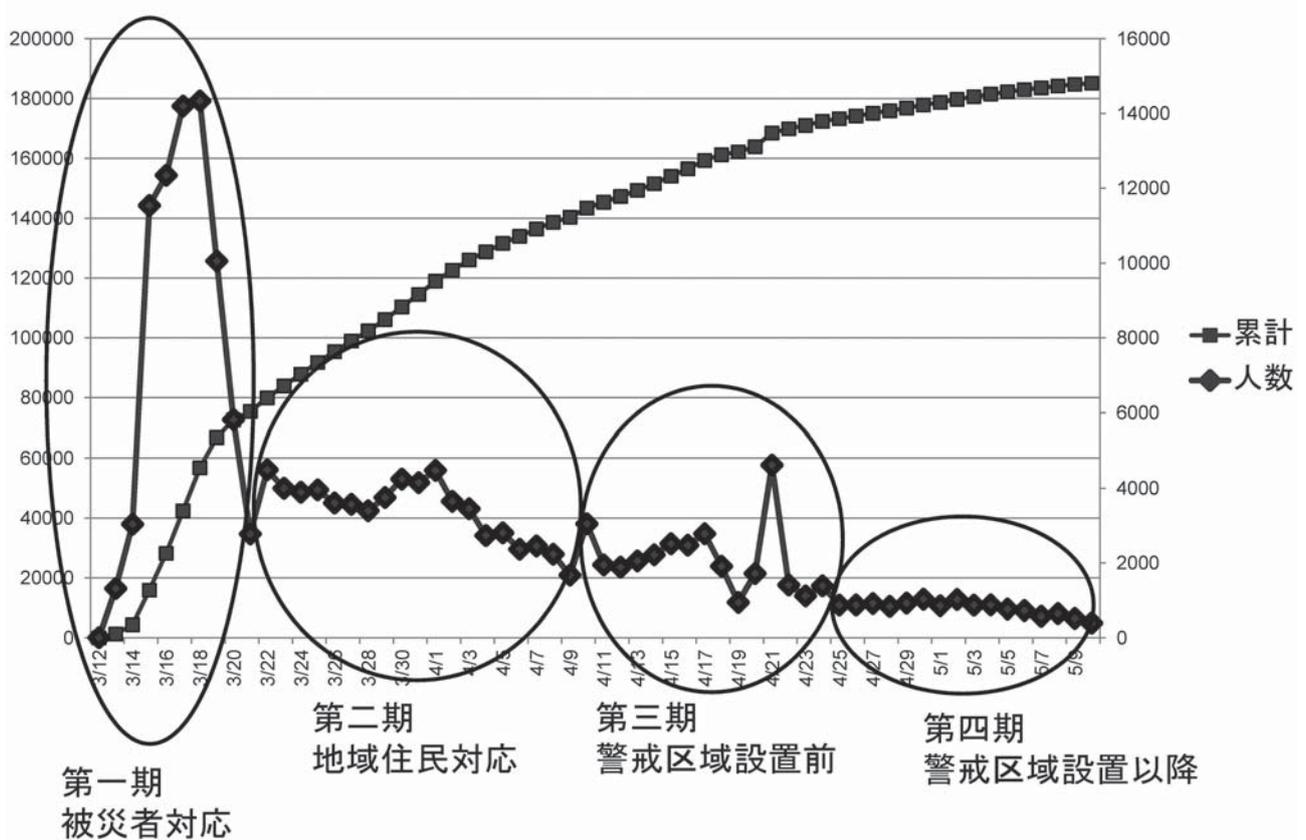
スクリーニングは、4つの段階にわたり行った。第1段階は、3月12~20日である。主に避難者を対象に、避難所を巡回し行った。第2段階は、3月21日~4月9日であり、一般住民も対象として、常設会場を設置し実施した。第3段階は、4月10~24日で警戒区域設置前の立入者への対応を行った。第4段階は、4月24日以降であり、スクリーニング会場の保健所への集約を図り、日常の体制のもと、スクリーニングができるような体制とした。(第1図)

第1段階で、累計の7万人を超え、ほぼすべての避難者への検査が実施できたものと考えられる。第2段階では、実施人数は減少傾向であったが、第3段階に移ると、20 km圏内の警戒区域の設置に伴う駆け込み需要があり、人数は増加した。警戒区域の設置後は、人数は減少した。

3月14日から20日にかけては、142会場72,660人に対してサーベイを行った。

このようなスクリーニングにおいては、突発事案への対応もあった。その一つが、富岡町住民の2次避難対応である。富岡町住民は当初、川内村へ避難していた。しかし、川内村は屋内退避エリアである30 km圏内であり、支援は困難だった。そこで、3月16日に突然、2,000名を超える被災者が2次避難を始めることになった。福島県は郡山ビックパレットを開放し、これらの住民を収容することとしたが、施設より入場前のサーベイを依頼された。そこで、急きょ、8チームのスクリーニングチームを派遣し対応した。当日1,650人のサーベイを行い、無事避難所への入所が行われた。

また、もうひとつの典型的な事例が、宮城県避難所への派遣である。避難住民は県境を越え宮城県にも避難していた。しかし、地域の住民から汚染への不安の訴えがあった。そこで、宮城県の避難所5か所にスクリーニングチームを派遣し、3月19、20日の2日間で358名の避難住民をサーベイし、汚染がないことを確認した。



第1図 スクリーニングの経緯

避難所体育館におけるスクリーニング
第2図 スクリーニング会場

これら第一期の活動が落ち着き、第二期では常設会場を中心としたスクリーニング体制に移行した。(第2図)

3. 退避区域、屋内退避区域からの入院患者移送

3月12日に政府は、半径20 km 以内に避難指示を出した。これに伴い、この地域の医療機関の入院患者の移送が行われた。しかし、混乱の中、医療の管理下における搬送、医療搬送が行われなかった結果、脱水、衰弱などで多くの命が失われた。この搬送活動に携わった南会津病院救護班の活動記録を第1表に示す。一つの中継地点

となった高校で、計10名の患者が亡くなった。また、3月15、16日にもそれぞれ30名程度の搬送先の未決定患者が発見され、併せて5～6名の患者の死亡が確認されている。(第2表)

ところがこのような事態が再度、福島で起こりつつあった。3月15日に政府は、半径20～30 km 圏内に屋内退避指示を出した。本来、屋内退避とは、避難よりは一段低く、通常の生活を送ることは問題ないとされる地域であった。しかし、現実とは全く異なった。すべての物資の流通は止まり、救助者の立ち入りも少なくなった。その結果、この地域は、町としての機能を失った。それに伴い、病院も入院診療継続困難となった。そこには、病院の床数は約1,000床であった。これらの病院の入院患者を1日でも早く避難させる必要が生じた。そこで、3月16日から検討に入った。医療搬送の枠組み作り、搬送先の調整などを経て、3月17日にDMATを再度要請し、翌3月18日からこの入院患者移送のための医療搬送を開始した。

搬送は、中継地点を設け、そこまでは自衛隊の搬送手段で搬送された。中継地点においては、放射線のサーベイチームにより、サーベイが行われ、その後、DMATにより患者の状態の診察と優先順位の確定、応急処置、搬送車両・航空機への同乗が行われた。

搬送は、3月18日から22日にかけて行われた。3月18日には、飯館村公民館に中継基地を設け、DMAT 5チー

第1表 3月12日のいわき光洋高校における南会津病院救護班の活動

	活動記録	備考
0:00	いわき光洋高校到着	【128名、うち死亡者2名】
	歩行可能患者…教室で待機中	※患者は約24時間以上飲食してなく、オムツも交換していない
	重症患者…自衛隊バスで待機中	※重症患者は長時間バスにいたため、殆どの患者が衰弱していた
3:00	体育館への搬入完了	【この間4名死亡、計6名】
5:30	小高赤坂病院精神科患者66名搬入	【この間3名死亡、計9名】
(6:14)	(福島第一原発4号機で爆発)	
6:20	双葉厚生病院のバス到着(47名)	
8:00	人足がないため、ラジオでボランティアを募ることとして、ラジオ局に連絡	
9:00	いわき市民のボランティア、支援物資が続々と集まる	
10:00	会津4病院で計80名の精神科病棟での受入れが決まる	
11:30	患者を搬出開始。	
11:30	南会津病院救急車にて老健施設サンライフ湯本へ患者2名を搬送	
14:00	会津総合病院と会津西病院に向け、38名出発	
16:00	バス2台到着→竹田病院、医大、会津西病院への患者のバス搬入開始	
	鹿島病院看護師(ボランティア)2名到着、申し送り	
16:30	いわき光洋高校出発	【最終死亡者 計10名】

第2表 3月15、16日の双葉病院入院患者の避難状況

3月15日	
22:00	搬送先未定のバス1台発見される
23:00	県対策本部救援班と調整し、老健施設での受入、当直医師を派遣(2名の死亡を確認)
3月16日	
11:00	男女共生センター(二本松)で双葉からの避難患者35名発見。あづま運動公園に日赤救護所設置依頼
12:45	福井県立病院、収容のため出発
13:48	共生センターで患者発見できず
14:25	35名が二本松城の駐車場で見つかる
14:30	福井県立病院、再度出発
15:50	患者のあづま総合体育館への搬送準備完了
16:52	現状報告。2名死亡、3名搬送(うちCPA1名)
18:45	あづま運動公園へ搬送された方のうち1名が死亡

ムにより51名の入院患者の搬送が行われた。19日には、川俣高校及びいわき光洋高校に中継基地を設け、DMAT 5チームにより230名の入院患者の搬送を行った。20日には、サテライト鹿島や海上保安庁艦船「伊豆」の甲板に中継地点を設け、ヘリコプターを用いてDMAT 11チームにより82名の患者の移送を行った(第3図)。21日には、サテライト鹿島及びいわき光洋高校に中継基地を設け、DMAT 14チームにより85名の患者の移送を行った。22日には、サテライト鹿島に中継基地を設け、DMAT 2チームにより老健施設の患者61名の移送を行った(第3表)。最終的に、入院患者509名を搬送したが、搬送中

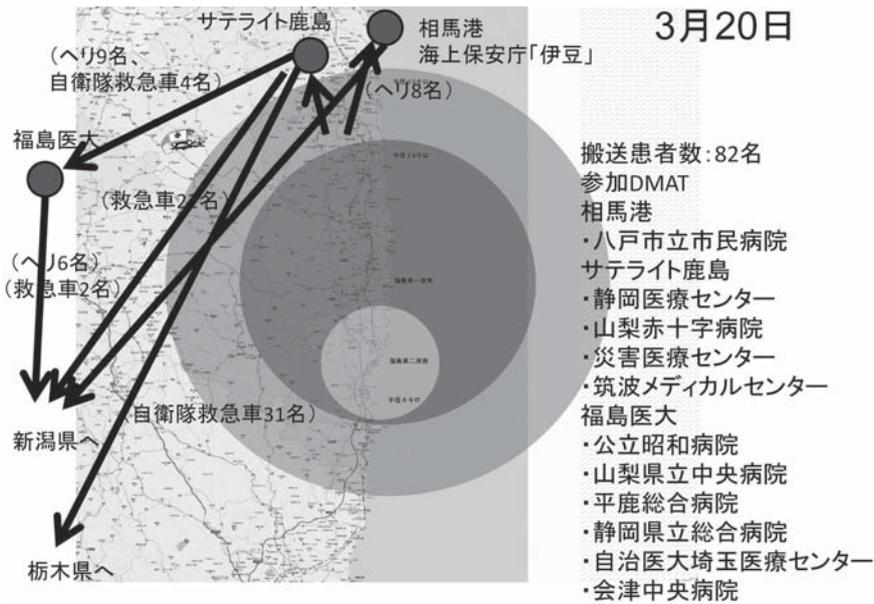
の死亡は防げた。(第4図)

4. 小児甲状腺スクリーニング

住民の被ばく線量を予測するシミュレーションであるSPEEDIで30 km圏外でも甲状腺の予測被ばく線量が100 mSv以上となる地域(川俣町、飯館村、いわき市の一部)があると推測された。30 km圏外には屋内退避などの指示が出されていないので、今回のSPEEDIの結果を踏まえた場合、30 km圏外の予測線量が100 mSvを超えた地域の小児が最もリスクの高い群と考えられた。そこで、この群の小児、具体的には、川俣町、飯館村、いわき市の小児を対象に、希望者全員に甲状腺測定を実施することとした。会場はバックグラウンドの線量が十分低い場所を確保し実施した。3月26～30日に、いわき市、川俣町、飯館村で1,076人(うちSPEEDI予測値100 mSv圏内964名)について実施した。川俣町、飯館村については、ほぼ全数の児童に行えた。その結果、陽性例はなかった。

5. DMATによる緊急被ばく医療体制の再構築

本災害においては、福島県内の6つの初期被ばく医療機関のうち、3医療機関が避難区域内の病院となり、さらに残りの医療機関も地震と津波の被害により通常の医療機関としての機能を十分に発揮できなくなったことも相まって、再構築を余儀なくされた。そこで、政府現地対策本部医療班と日本救急医学会を中心として、原発作



第3図 搬送状況

第3表 20~30 km 圏内の病院からの入院患者搬送

月日	搬出基病院	スクリーニングポイント(SP)	搬送先病院・拠点	搬送手段 SP まで	搬送手段 SP から	搬送人数	計
3月18日	南相馬市病院 A	飯館村公民館	総合会津中央病院	警察バスなど	民間バス	43	51
	南相馬市老健施設 A	飯館村公民館	福島県内老健施設	相馬消防救急車	緊急消防援助隊	3	
	南相馬市病院 B	飯館村公民館	新潟県立津川病院	相馬消防救急車	緊急消防援助隊	5	
3月19日	広野町病院 A	いわき光洋高校	埼玉県内5カ所の医療機関	警察バスなど	民間バス	32	230
	南相馬市病院 B	川俣高校	新潟県消防学校	自衛隊救急車	緊急消防援助隊	20	
	南相馬市病院 B	川俣高校	新潟県消防学校	自衛隊救急車	民間バス	29	
	南相馬市病院 B	川俣高校	福島県立医科大学	自衛隊救急車	緊急消防援助隊	2	
	南相馬市病院 B	川俣高校	福島県立医科大学	自衛隊救急車	自衛隊救急車	6	
	南相馬市病院 C	川俣高校	自治医科大学	警察バスなど	民間バス	28	
	南相馬市病院 C	川俣高校	とちぎリハビリテーションセンター	警察バスなど	民間バス	32	
	南相馬市病院 C	川俣高校	福島県内老健施設	自衛隊救急車	緊急消防援助隊	18	
	南相馬市病院 C	川俣高校	福島県立医科大学	警察バスなど	緊急消防援助隊	1	
	南相馬市病院 D	川俣高校	前橋赤十字病院	警察(機動隊)バス	警察バス	61	
	南相馬市病院 D	川俣高校	前橋赤十字病院	相馬消防救急車	緊急消防援助隊	1	
	3月20日	南相馬市病院 B	相馬港	新潟市民病院	自衛隊救急車	海上保安庁ヘリ	
南相馬市病院 B		サテライトかしま	新潟県消防学校	自衛隊救急車	緊急消防援助隊	22	
福島県立医科大学		—	新潟市民病院	—	消防防災ヘリ	6	
福島県立医科大学		—	新潟県消防学校	—	緊急消防援助隊	2	
南相馬市病院 C		サテライトかしま	獨協医科大学	自衛隊救急車	自衛隊救急車	31	
南相馬市病院 D		サテライトかしま	福島県立医科大学	相馬消防救急車	海上保安庁ヘリ	9	
南相馬市病院 D		サテライトかしま	福島県立医科大学	相馬消防救急車	自衛隊救急車	4	
3月21日	広野町病院 A	いわき光洋高校	茨城県内医療機関	自衛隊救急車	自衛隊救急車	20	85
	広野町病院 A	いわき光洋高校	茨城県内医療機関	自衛隊救急車	DMAT 車両	2	
	南相馬市病院 D	サテライトかしま	群馬県立産業技術センター	自衛隊救急車	自衛隊救急車	21	
	南相馬市病院 D	サテライトかしま	群馬県立産業技術センター	相馬消防救急車	緊急消防援助隊	8	
	南相馬市病院 D	サテライトかしま	群馬県内医療機関	相馬消防救急車	緊急消防援助隊	20	
	南相馬市病院 D	サテライトかしま	福島県立医科大学	相馬消防救急車	緊急消防援助隊	1	
福島県立医科大学	—	群馬県立産業技術センター	—	緊急消防援助隊	13		
3月22日	南相馬市老健施設 B	サテライトかしま	栃木県小山市内老健施設	自衛隊救急車	緊急消防援助隊	20	61
	南相馬市老健施設 B	サテライトかしま	福島県内医療機関	相馬消防救急車	緊急消防援助隊	4	
	南相馬市老健施設 C	サテライトかしま	福島県内医療機関	相馬消防救急車	緊急消防援助隊	2	
	南相馬市老健施設 C	サテライトかしま	新潟県長岡市内老健施設	自衛隊救急車など	福祉車両	35	
合計						509	



救急車内でのサーベイ



自衛隊救急車からの乗り換え



海上保安庁ヘリによる搬送

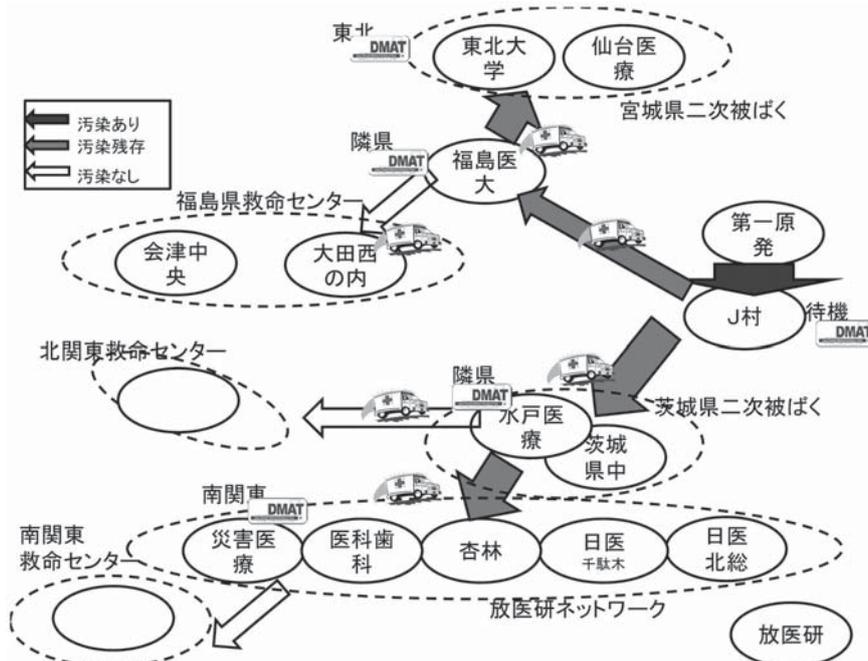
第4図 入院患者移送

業員や防災関係者の拠点となっていたJビレッジに初期被ばく医療の代替となる診療機能が構築された。その結果、Jビレッジにおける初期被ばく医療、福島県立医科大学における2次被ばく医療、放射線医学総合研究所における3次被ばく医療という、福島県における被ばく医療体制が再構築された。

DMATは、この被ばく医療体制を強化し、また原子炉の状況が不安定であり、余震もたびたび発生していたため、多数傷病者の発生に備え、活動した。原発における多数傷病者発生時における患者の流れを第5図に示す。まずは、患者をJビレッジまで搬送し、そこで、トリアージを受け、福島県立医科大学、茨城県の2次被ばく医療機関に分散搬送する。更に多数の傷病者が発生した場合、関東の放射線医学総合研究所(放医研)の協力協定締結医療機関や宮城県の被ばく医療機関が受け入れる。この全体の流れをDMATがサポートする体制を構築した。Jビレッジの緊急被ばく医療体制としては当

初、日本救急医学会から推薦された医師、広島大学の医師、放医研の放射線管理要員、東京電力病院の医師と看護師そして東京電力職員で構成されており、必要に応じて陸上自衛隊中央即応集団が支援するというものであった。一方で想定された被ばく傷病者数は100名を超えるものであり、そうした事態への迅速な対応のため、いわき市内にDMAT1チームを派遣し、多数傷病者発生時にはJビレッジに出動できるよう待機にあたった。その上で、東北、関東のDMATには事故発生時に緊急派遣できる体制の確保を呼びかけた。

この体制を確保すべく、東電福島第一原発における多数傷病者発生時に対応するDMATが活動の全体像を共有し、DMAT隊員の安全確保の手段、汚染患者への診療に習熟することを目的に、研修会を開催した。対象者は、福島原発多数傷病者事故対応に係わる可能性のあるDMAT隊員、つまりは、待機のために派遣されるDMAT及び東北、関東等の被ばく医療施設、NBC研修



第5図 福島原発多数傷病者発生時の対応

受講施設のDMAT 隊員とした。内容は、福島原子力災害対応について、Jビレッジにおける対応について、福島原子力災害対応 DMAT 活動について、放射線の人体影響、放射能汚染患者への診療、内閣府施設見学、今後の準備計画についてのディスカッションであった。

いわき市内へのDMAT 派遣は、いわき市立総合磐城共立病院を拠点として、4月22日から9月7日にかけて、22次隊、延べ127名が派遣された。派遣されたDMAT は、核兵器、生物剤、化学剤への対応の研修であるNBC テロ研修受講済みであり、上記の追加講習を受けたDMAT とされ、多数傷病者・被ばく汚染患者対応準備、東電作業員等の傷病者対応、いわき市立総合磐城共立病院支援、住民一時立入り中継所の救護班活動等の活動を行った。

6. DMAT による住民1次立ち入りの支援

2011年4月22日以降は、福島第一原子力発電所から20 km 圏内が警戒区域に指定され、住民の立ち入りが原則禁止されている。一方、着の身着のまま避難してきた住民から一時立入りについて強い要望があった。しかし、20 km 圏内はある程度の外部被ばく、多少の汚染の可能性があり、無防備に入れる地域ではないため、政府の管理下での安全を確保した上で、一時立入りを実施された。

一時立入りでは住民は、まず中継基地に集合し、ブリーフィングを受けるとともに、医療チームによる健康チェックを受け、個人線量計と防護服を着装する。その後、バスに乗り、20 km 圏内に入り、自宅に一時帰宅をする。2時間経過後に、バスは住民を迎えに行く。中継基地まで戻ると、健康状態の確認、汚染検査を受け、その後、防護服を脱衣し、個人線量計の値を確認して、被ばく線量を確認する。

この住民一時立入りにおける政府の現地対策本部医療班の主な役割は、スクリーニングエリアを中心とした会場のコーディネーション、Hot エリアの医療対応、立入りの住民の被ばく線量の確認、及び救護所対応であっ

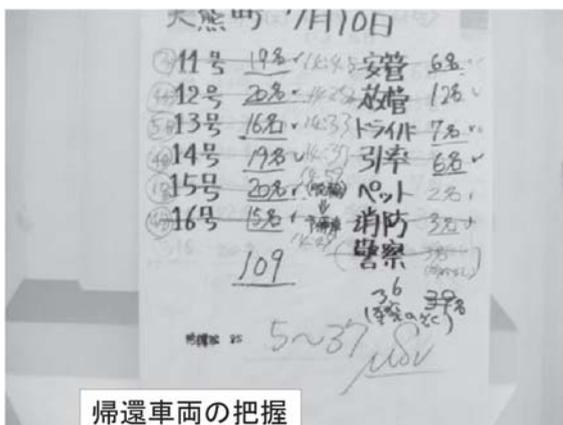
た。当初は、最大時、1日に3か所の中継基地、バス50台を使い、1,000人の住民の一時立入りを行っており、これらの活動のためには、多くの人員が必要であったため、様々な機関に支援を要請した。

中継会場1か所当たり、会場のコーディネーション、Hot エリアの医療対応要員として5名程度、救護班として3~5名程度、スクリーニングチームとして40~50人程度の人員が必要であった。会場のコーディネーション、Hot エリアの医療対応は政府現地対策本部医療班と放医研、広島大学、弘前大学、災害医療センターといった被ばく医療機関等が担い、立入り前と汚染検査後の医療対応としての救護班は日本赤十字社、国立病院機構が担い、スクリーニングチームは電気事業連合会、国立大学、自治体からの派遣チームが担当した。DMAT は救護班として活動しつつ、時には会場のコーディネーションも実施した。また、災害医療センターと同じ会場での活動であった場合は、Hot エリアでの医療対応にもあたることになっていた。

DMAT は、広野体育館、古道体育館におかれた中継基地で、立入り前住民問診と予防活動、スクリーニング会場管理、傷病者発生時の対応等の活動に従事した(第6図)。活動期日は5月3日から9月2日のうち60日に及んだ。スクリーニング、健康管理の対象者は、14,700人以上(住民約11,000人以上、関係者約3,700人以上)に及んだ。救護所活動としては、131名対応、4名病院紹介(うち3名救急搬送)した。主な傷病は、熱中症、頭痛、釘刺傷、動物咬傷であった。これらの活動を通じて、重篤な傷病の発生、スクリーニングレベルを上回る汚染は、ともになかった。

Ⅲ. 考察

スクリーニングは、当初の計画では、避難時に行うものとされていた。3月11日に半径3 km 以内の住民に避難命令、3月12日に半径20 km 以内に避難指示が出たことを鑑みると、12日からのスクリーニングの開始は、少し遅かったものと考えられる。応援も、14日から入って



帰還車両の把握



サーベイ会場

第6図 一次立ち入り中継基地

いるが、これも12日の大量被災者の避難を鑑みると、出遅れた感はある。しかし、あらかじめ迅速な派遣を想定されたチームの準備を行っていなかったこと、東日本大震災、津波への支援と同時並行で行われていることを鑑みると、十分に早い派遣であったと考えられる。14日以降、7日間で多くの被災者にサーベイを行い、20日までに7万人に達したことは、迅速であったと評価できる。特に会場数も多く、142か所に及んだ。これらの多くの避難所を多くのチームで短期間にカバーできたことは、大いに評価できる。ブラジル国ゴイアニア放射線治療研究所からのセシウム137盗難による放射線被ばく事故³⁾においては、合計112,000人についてサーベイを行った。東海村臨界事故においては、発災後12日間で18か所のスクリーニングポストを設け、74,633名のスクリーニングを行った⁴⁾。今回の災害において、10日程度で、迅速に、ほぼ全員にサーベイを行ったことは、一つの成果である。しかし、原子力災害そのものに関する情報公開が遅れたこと、行動調査が遅れたこと等もあり、スクリーニングのみでは、不安を解消するためには十分ではなかったことも示唆された。ただし、迅速に行えなかった場合の不安の広がりには更に大きなものであった可能性はある。第1期以降、サーベイの人数が下がってきたことも、この面でのニーズを満たしたと評価してよいものと考えられる。

今回のスクリーニングにおいては、被災者および受け入れ側の希望に考慮し、福島県によるサーベイ済み証を発行した。当初は、サーベイ済み証の発行は、かえってサーベイを受けていない被災者に対する差別を生むのではないかと懸念もあった。しかし、迅速にスクリーニングを進めることができれば、これらの懸念も払しょくできるであろうと考え、サーベイ済み証が発行された。迅速なサーベイとスクリーニング済み証の発行は、福島県内外における被災者の円滑な受け入れに貢献できたものと考えられる。富岡町2次避難、宮城県避難所派遣等の事例は、このことを強く示唆している。

患者の搬送は医療の管理下で行う必要がある。DMATの教育においては、患者の救命のためには、間断なき医療を実施しながら搬送する医療搬送を行う必要があり、それが大きな役割であるとされている⁵⁾。20 km圏内の避難においては当初、状態が安定している入院患者であっても、このような医療搬送がなされなかった場合、多くの防ぎえた死亡が発生することが明らかとされた⁶⁾。このような中で、DMATが医療搬送を行うことにより、454名の患者を安全に搬送したことは、この医療搬送の有用性が確認されたとともに、DMATの活動の意義は深かったものと考察される。

甲状腺の内部被ばくについては、一番ハイリスクであった30 km圏外の予測線量が100 mSvを超えた地域の小児の甲状腺の被ばく線量は問題のないレベルであるこ

とが分かった。他の地域についてのリスクはこれより低いことが想定されるため、公衆の甲状腺被ばくは問題のあるレベルではない可能性が高いと言える。

DMATの緊急被ばく医療体制への支援は、政府現地対策本部医療班と日本救急医学会を中心としたJビレッジの初期被ばく医療、福島県立医科大学における2次被ばく医療、放医研における3次被ばく医療を強化する目的で行われた。幸いなことに、重篤な傷病者、多数の傷病者の発生はなかったが、多数傷病者の発生を想定した場合、DMATによる準備が必須であったことは自明である。

住民一時立入り対応においては、DMATは被ばく医療の管理、医療の双方においてその役割を発揮した。これらの人員確保が決して容易ではない中で、その双方の役割を果たしたことは、活動の安定的な実施体制の確立に十分に寄与したものと考えられる。また、事前の健康チェックにより、一時立入りの健康リスクの軽減には貢献しえたものと考えられる。更に、避難している住民の方々は、必ずしも国や東電に良い感情を抱いているわけでもない状態で、DMAT等医療班が中立的な役割を担っていたことは、この活動全体を支える上で、大きな意義があったものと考えられる。

IV. 今後の課題

今回、このようにDMATが東京電力福島第一原発事故に対する緊急被ばく医療に対応したが、これはあらかじめ計画されていたことではなかった。DMATは主に自然災害時に出勤することになっており、過去には、北海道洞爺湖サミットや横浜APECにおいて、十分に訓練されたDMATに対して、国が直接派遣を要請し、会場にて待機するという活動を行った経験はあったものの^{7,8)}、原子力災害やNBC災害への出勤については整理されていないのが現状である。

そこで、今回、このような派遣を行う上で、その枠組み作りが問題となった。20~30 km圏内の入院患者の移送対応については、これが大きな問題となった。DMATの活動は終了したばかりであり、都道府県に救護班を依頼して行うというアイデアも出たが、DMAT以外に緊急に動員でき、現場で組織的な医療搬送をできるものはいなかった。福島県緊急被ばく医療調整本部、DMAT事務局、厚生労働省で、2日かけて議論した結果、地震・津波とは異なる新たな原子力災害の発生に対して、安全を確保できた地域で活動することを前提としたDMAT派遣要請が行われた。しかし、結果的には入院患者の生命には影響はなかったと考えられはするものの、入院患者避難の猶予がほとんどない中で、このような枠組み作りの議論に2日を要してしまったことは、大きな課題である。

また、一時立入りについては、発災後約2カ月たって

からの開始であった。このころは、サーバイチームや救護班の支援がいったん落ち着いた時期になっていたため、要員の確保は大きな課題となった。原子力災害の特殊性もあり、国直轄の事業となったため、福島県の関与が不十分となった結果、応援要員などの医療資源の動員の仕組みがなく、新たな枠組み作りが必要となった。その一方で、開始の決定から実施まで十分な時間がない中で、国が声をかけやすい資源、すでに現地に展開している資源(DMAT, 電事連)を動員し、枠組み、依頼は後付けとなった。このような現地のボランティア精神にのみ負担がいくような運営は、問題があるものと考えられる。

現在、わが国において、組織的かつ迅速に活動できる災害の専門家集団はDMATしかない。危機に際しては、対応可能な人・組織が活動することになる。今回は、平時には活動しないこととなっていた原子力災害に対応するかの枠組みを決める議論に多大な時間を空費した。やらなければならないことが想定される事項に関しては、平時から体制整備が必要であることが改めて認識された。

わが国の緊急被ばく医療体制は、文部科学省がその所管となっているため、他の災害との連携、整合性に問題があるとはたびたび指摘されていた⁹⁾。今回の対応から、緊急被ばく医療も災害医療の一つであり、災害医療体制との整合性は必須であることが示唆された。今後は、一般の災害医療体制の中で、緊急被ばく医療もしっかりと位置付けられることが必要である。そのような観点からの緊急被ばく医療体制のあり方について検討していくことが必要であると考えられる。

—参考文献—

- 1) H. Kondo, Y. Koido, K. Morino, M. Homma, Y. Otomo, Y. Yamamoto, H. Henmi, Establishing Disaster Medical Assistance Teams (DMAT) in Japan. *Prehosp Disaster Med.* Nov-Dec; 24(6): 556-564, 2009.

- 2) 原子力安全委員会 原子力発電所等周辺防災対策専門部会, 緊急被ばく医療のあり方について. 平成23年5月6日.
- 3) IAEA: Radiation sources: Lessons from Goiania, IAEA BULLETIN Vol.30, No.4, p.10-17(1988.4).
- 4) IAEA: Report on the Preliminary Fact Finding Mission following the Accident at the Nuclear Fuel Processing Facility in Tokaimura, Japan. Nov. 1999.
- 5) 日本集団災害医学会監, 日本集団災害医学会 DMAT 編集委員会編, DMAT 標準テキスト, へるす出版, (2011.2).
- 6) 谷川攻一他, 福島原子力発電所事故災害に学ぶ—震災後5日間の医療活動から, 日本救急医学会雑誌. 22[9], 782-791(2011).
- 7) 平成19年度厚生労働科学研究費補助金(厚生労働科学特別研究事業)研究報告書, 北海道洞爺湖サミットに向けての, 救急・災害医療体制の構築に関する研究, 主任研究者浅井康文, 平成20年3月.
- 8) 平成22年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)平成22年度総括研究報告書, CBRNE テロに対する効果的な対策の検証と国際連携ネットワークの活用に関する研究, 研究代表者近藤久禎, 平成23年3月.
- 9) 平成18年度厚生労働科学研究費補助金(医療安全・医療技術評価総合研究事業)平成18年度研究報告書, テロに対する医療体制の充実及び評価に関する研究, 主任研究者大友康裕, 平成19年3月.

著者紹介



近藤久禎(こんどう・ひさよし)

国立病院機構 災害医療センター臨床研究部政策医療企画研究室長, 厚生労働省医政局災害医療対策室 DMAT 事務局次長
(関心分野/専門分野)災害医学, 緊急被ばく医療, 国際緊急援助, 救急医学, 公衆衛生

福島県の除染対策について

除染推進に向けた福島県としての取り組み

福島県生活環境部除染対策課 遠藤 浩三

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故により甚大な被害を受け、今なお数々の問題が山積みとなっている福島県。その中でも事故により放出された放射性物質を除去するための除染が緊喫の課題となっている。「事業者等の育成の加速化」、「技術的支援の強化」、「住民理解(参加)の促進」を3つの柱に、除染推進に向けた市町村の取り組みを支援している福島県の現状について紹介する。

I. 福島県内の状況

現在、汚染状況重点調査地域に指定されているのは、福島県内で40市町村である。汚染状況重点調査地域とは、環境省によって定められた、その地域の平均的な放射線量が1時間当たり0.23マイクロシーベルト(年間1ミリシーベルト)以上の土地を含む、国が除染を実施する除染特別地域ではない市町村である。その中で除染計画を策定済みの市町村は36であり、残りの4市町村は、汚染状況重点調査地域に指定されたものの、比較的線量が低い地域で、計画そのものを作るかどうかを検討している段階である(第1図)。

II. 除染推進に向けた支援の枠組み

平成24年1月1日から「放射性物質汚染対処特措法」が本格施行され、汚染状況重点調査地域では、市町村が主体となって除染が進められている。そのため、県では、各市町村が実施する除染を推進するため、「事業者等の育成の加速化」、「技術的支援の強化」、「住民理解(参加)の促進」の3つの柱を立て、市町村を支援している。

1. 事業者等の育成の加速化

本格的な除染を進めるためには、除染に従事する事業者を育成することが急務である。福島県では、除染業務講習会(第2図)を開催して、これから除染業務に従事する人たちに基本的な除染についての知識や技術を習得してもらうよう支援している。

平成23年度(平成23年10月～平成24年3月)は、計15回開催し、3,300人以上の方が受講を修了した。また、

Decontamination Measures for Fukushima Prefecture; Fukushima Prefecture measures for promoting decontamination : Kouzou ENDO.

(2013年 3月4日 受理)

各地域で放射線測定や除染活動を実施するリーダーを対象とし、放射線・除染講習会も開催し全32回2,000人以上が受講した。

平成24年度からは、除染業務講習会をさらに拡充し、3つのコースに分け開催している。1つめは「業務従事者コース」。平成23年度の講習会から引き続いていて、県内において除染業務に従事する方4,443名が受講を修了した。

2つめは「現場監督者コース」。実際の除染作業を現場で指揮・監督する人を対象としており、1,913名が受講を修了した。

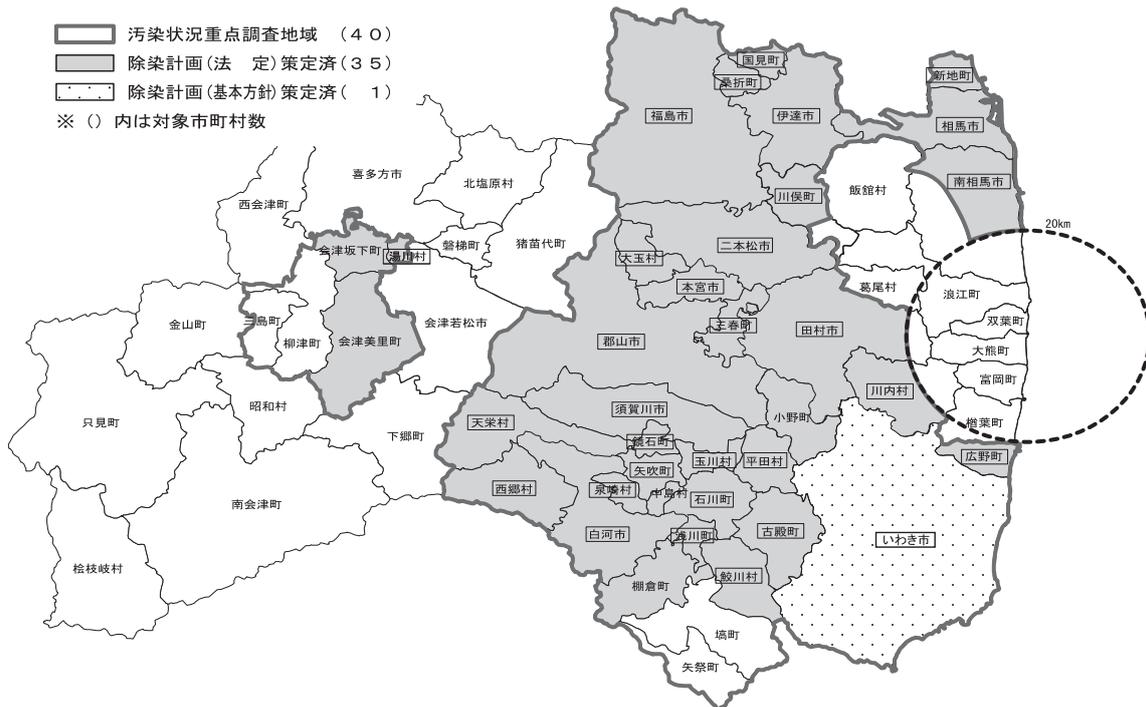
3つめは「業務管理者コース」。このコースは市町村において業務監理に係る専門知識を有する職員が不足している状況を踏まえて新設したもので、市町村が発注する除染業務の業務監理を補助する人を対象としており、1,390名が受講を修了した。

平成25年度も引き続き、除染業務に従事する人材の育成を図ることとしている。

2. 技術的支援の強化

(1) 技術実証事業

民間あるいは大学や研究機関などが開発した優良な除染技術を広く公募し、県が除染実施前及び実施後の放射線量を測定し技術の評価を行うことで、効果的かつ効率的な技術を普及することを目的に平成23年度から除染技術実証事業を実施している(第3図)。平成23年度は、応募件数177件のうち20件を選定し、実地試験を行い、その結果を平成24年3月に公表した。平成24年度は2回の公募を行い、1回目は98件の応募があり12件を選定、2回目は32件の応募があり6件を選定し、実地試験を行った。平成25年度も引き続き実施するとともに、市町村が新たな除染技術や除染手法の検討の際に実施する実証試験等に要する経費を支援し、効果的・効率的な除染技術



第1図 特措法に基づく汚染状況重点調査地域の指定及び市町村除染計画策定状況



第2図 除染業務講習会の様子



第3図 除染技術実証事業の様子

等の活用を促進することとしている。

(2) 除染業務に係る技術指針等

平成23年12月に、「除染作業業務委託に係る契約手続き例」を作成し、平成24年1月には、それぞれの除染作業現場において活用できるように、具体的な除染作業の順序や方法・管理基準等をひとつにまとめた「除染業務

に係る技術指針」を作成。

7月には「除染作業共通仕様書例」を作成、8月には「除染作業に係る積算基準例」を作成し、市町村に提供した。

これらを適宜見直し、市町村における除染業務の円滑な発注と施行管理を支援していく。

(3) 除染情報プラザ

平成23年1月に環境省福島環境再生事務所との共同運営で除染情報プラザを立ち上げ、日本原子力研究開発機構(JAEA)や日本原子力学会等と連携することで、除染に関する情報提供・発信基地として、除染の最新技術や資機材、進み具合などを発信している。

除染に関してもわかりやすく展示物で紹介したり、シンポジウムや親子ワークショップなどを開催して、広く放射能の影響や対策について知っていただけるようになっている。

また、人材派遣機能として、専門家約80人がボランティア登録しており、市町村等が技術的なアドバイスを必要とするときに、専門家が出向いて説明を行ったりしている。

3. 住民理解の促進

(1) 地域対話フォーラム

除染を進めていくためには、県民の理解が必要不可欠であることから、日本原子力学会とともに、平成23年度から放射線と除染への理解を深めるためのフォーラムを各地で開催している。

このフォーラムは講演会と対話集会の2部構成で、健康影響や除染の推進について参加者のみなさんと意見を交換している。



第4図 仮置場現地視察会の線量測定の様子

平成23年11月の第1回を皮切りに、県内各地区で23年度は4回、24年度は5回開催した。

また、各市町村が開催する住民説明会への専門家派遣による支援も行っている。

(2) 仮置場現地視察会

除染を進めるうえで、除染に伴い生じる除去土壌等を保管する仮置場が必要であるが、地域住民の理解が得られず、その確保に難航している。その大きな要因に、仮置場の安全性に対する不安があることから、実際に仮置場の現地において、構造や維持管理の方法について説明を受け、自ら空間線量率を測定するなどして仮置場への理解を深める体験型の現地視察会を平成24年7月から、仮置場設置の先行している市町村やJAEAの協力を得ながら実施している(第4図)。

また、各市町村が開催する住民説明会への専門家派遣による支援も行っている。

(3) 線量低減化活動支援事業

町内会やPTAなどの地域団体が自主的に通学路や公園等子どもの生活空間の放射線量を低減するための空間線量率の測定や側溝道路等のスポット除染活動を行う場合に、必要な経費等について支援を行っている。平成23年度は44市町村、3,091団体がこの事業を活用しており、平成24年度は31市町村、1,515団体の実施が見込まれている。

Ⅲ. 除染の進捗状況と課題

1. 除染の進捗状況

平成25年1月末現在、除染計画を策定している36市町村のうち除染業務を発注済みの市町村が35市町村となっており、計画に対する発注の実績は、住居の計画80,419戸に対して発注数約63,328戸、公共施設の計画数約3,739件に対して発注数約3,475件、道路の計画2,895kmに対して発注数約2,159km、農地の計画25,845ヘクタールに対して発注数約20,943ヘクタール、生活圏森林の計画約4,090ヘクタールに対して発注数739ヘクタールとなっている。

2. 市町村の除染推進における課題と取組

(1) 仮置場の確保

除染を進める上での大きな課題は仮置場の確保である。地域住民の理解を促進するため、住民説明会への専門家や職員の派遣に加え、先進事例の紹介や現地視察会などを通じて、市町村と一体となって仮置場の設置を推進していく。

(2) 市町村が行う発注業務等への支援

市町村において除染の発注事務や業務監理に係る専門的知識を有する人材が不足しているなどの課題がある。これらの課題を踏まえて、除染業務発注のための標準仕様書例や積算基準例及び技術指針などを適宜見直しするとともに、引き続き説明会の開催や巡回相談、除染業務講習会における業務監理者の育成と派遣などに取り組んでいく。

(3) 事業者等の育成・確保

各市町村で本格的な除染が進み、今後、除染業務を担う事業者等が不足することが懸念されている。このため、引き続き除染業務講習会を開催し除染業務の従事者や現場監督者を更に育成していくとともに、地元事業者の組織化などにより除染業務を担える事業者や従事者の拡大を図っていく。

(4) 除染対策事業交付金の迅速で柔軟な執行

除染が進む中で、国がガイドラインで示した除染手法では低減効果が得られないケースが多々出てきており、より効果のある除染手法の採用が求められているが、国がガイドラインで示した除染手法や国との協議で認められた手法に限って財政措置の対象とされている。除染を円滑に進めるために、効果が認められた除染手法等を地域の実情に応じて採用できるよう、柔軟かつ弾力的に交付金を執行できる仕組みづくりに努めていく。

3. おわりに

平成23年3月11日の発災から2年経過しようとしている。福島県においては手探りの状態から除染が進められてきたが、復旧・復興のため本格的な除染を加速化させていかなければならない。全国の皆様のこれまでの多方面にわたる御支援に深く感謝申し上げますとともに、これからの更なる御支援と御協力を切にお願いするものである。

著者紹介

遠藤浩三(えんどう・こうぞう)
福島県生活環境部除染対策課
(専門分野/関心分野)環境行政



二度と原子力発電所過酷事故を起さないために 原子力発電所過酷事故防止対策の提言

原子力発電所過酷事故防止検討会

平成23年3月11日に発生したマグニチュード9の東北地方太平洋沖地震によって発生した巨大津波が太平洋沿岸の5ヶ所の原子力発電所を襲い、東京電力(株)福島第一原子力発電所では、大量の放射性物質を放出する未曾有の重大事故(過酷事故)を引き起こした。この事故に関し、元東北大学総長の阿部博之氏より、「東京電力福島第一原子力発電所の過酷事故は、どうすれば未然に防ぐことができたのであろうか、どのような対策が必要だったのかを解明することが喫緊の課題である。原子力発電所が、少なくとも第一義的には、科学技術の成果物であることを考えれば、その解明は原子力の推進や安全等に係わってきた科学者・技術者の責務である」との直言を戴き、本検討会を立ち上げた。

私ども原子力の研究、開発に携わってきた科学者、技術者にとって、大規模地震に伴う巨大津波の結果とはいえ、あってはならないこのような重大事故(以下、東電福島第一事故と称す)を起し、多くの国民の皆様にご迷惑をかけた。東電福島第一事故が近隣住民及び国民にもたらした重大な影響を真摯に受け止め、二度と原子力発電所の過酷事故を起さないために、その防止対策はいかにあるべきかを、原子力科学者、技術者として科学的、技術的視点に立脚した基本的な課題について検討してきた。

I. はじめに

わが国に軽水型商用原子力発電システム(以下、軽水炉と呼ぶ)が導入されて40年を越える。その間に、様々な不具合、トラブル、事故等を経験し、それらを解決する技術開発がなされるとともに多くの研究が実施され、軽水炉の技術基盤は充実されたものとなってきた。わが国の軽水炉技術は、その信頼性、安全性においては、確かに世界のトップレベルの信頼を得るまでになった。

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震では、東京電力福島第一原子力発電所(以下、福島第一原子力発電所と称す)と東北電力女川原子力発電所では一部の地震動に設計基準を超える応答が観測されたが、原子炉は全て正常に停止し、炉心の冷却、放射性物質隔離に関する安全上重要度の高い機器、構造、システムについては、地震による直接的な機能喪失はなかったと評価されている¹⁾。

では、なぜ福島第一原子力発電所では、過酷事故^aを起こしてしまったのか。

直接的な原因として、地震動を誘起させた海溝沿いの

複数断層の動きにより生じた複数の津波が福島第一原子力発電所沖で重畳し、設計想定を大幅に超える約15mの高さの津波となり発電所へ押し寄せたことによるが、このような事象が起ることは予見できていなかったものとされている。

わが国が確立してきた原子力技術の信頼は、第1表に示す国際原子力機関(IAEA)の深層防護のレベル3までの設計、製造における品質に対するものであり、ものづくりに向けて定められた設計基準に従って製作されたシステム、機器の信頼性が極めて高いことにあった。ところが、今回の過酷事故のように過酷な自然現象に起因する設計基準を超えた事象に対しては、検討と対応が不十分であり、設計された安全設備はその機能を発揮することができなかった。

したがって、設計基準を超える過酷事故に対する対応の仕組みの構築がこれからの最大の課題であると言える。

既存の原子力発電所の稼働については、上述のように

Proposal Strategy and Policy on Nuclear Safety for No-More Severe Accidents: Committee on Prevention of Severe Accidents at Nuclear Power Plants.

(2013年 3月14日 受理)

^a 過酷事故: 従来の規制機関では「シビアアクシデント」と言ってきたが、原子力規制委員会設置法では「重大事故」とされている。本稿では、一般に分かりやすく過酷事故と呼ぶ。シビアアクシデントは、「設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却または反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象」と定義されてきた。

第1表 IAEAの深層防護のレベル

	防護レベル	目的	関連するプラント状態
プラントの当初設計	レベル1	異常運転や故障の防止	通常運転
	レベル2	異常運転の制御及び故障の検知	通常時の異常な過渡変化(AOO)
	レベル3	設計基準内への事故の制御	設計基準事故(想定単一起因事象)
基準外設計	レベル4	事故の進展防止及びシビアアクシデントの影響緩和を含む、苛酷なプラント状態の制御	多重故障 シビア・アクシデント(過酷事故)
計画時緊急	レベル5	放射性物質の大規模な放出による放射線影響の緩和	(防災)

これまでに培ってきた設計、製造段階における信頼性を基に、レベル3までの設計基準に対して相応の妥当性を考慮することはもちろん必要であるが、さらに、東電福島第一事故がもたらした影響に鑑みれば、設計基準を超える過酷事故領域である深層防護のレベル4への新たな継続的な対応が不可欠である。このためには、大規模な地震・津波の襲来に対する対策を確実なものとするとともに、他の要因によるレベル4の対策をそれぞれの発電所の設計、立地等の条件を考慮して、逐次、適切に充実させることを迅速に判断すべきものとする。

II. 分析

1. 深層防護の考え方

従来、わが国では、原子炉施設に係る安全確保については、異常の発生防止、異常拡大防止、事故影響緩和の3つのレベルまでの深層防護、安全上重要なシステムを単一故障基準に基づき構成し、設計基準において想定した外的事象(地震、津波等)への考慮という基本的な考え方に基づき、設計基準事故への対応が行われてきた^{2,3)}。

しかし、米国のTMI事故、旧ソ連のチェルノブイリ事故以降、設計基準事故を超える事故を過酷事故(シビアアクシデント)として、各国で、その対応がとられるようになり、わが国においても、その対応に関し原子力安全委員会で議論された。そして、深層防護の第4のレベルに相当する「設計基準事故を超える事象」に関して、平成4年5月当時の原子力安全委員会が、原子炉設置者において効果的なアクシデントマネジメント(過酷事故を防止し、また、万一、発生した場合にはその影響を緩和すること:AM)を自主的に整備し、万一の場合にこれを的確に実施できるようにすることを強く奨励した。その内容は、シビアアクシデント(過酷事故)への拡大を防止するとともにシビアアクシデントに至った時の影響を緩和するために、施設の設計に含まれる安全余裕や当初の安全設計上想定した本来の機能以外にも期待しうる機能またはそうした事態に備えて設置した機器等を有効に活用することによって対応することとして、その詳細

な対応を事業者及び旧通商産業省(その後の原子力安全・保安院)に任せ、報告するよう求めた。

旧通商産業省はその方針に従って行政指導により過酷事故対策を進め事業者が整備報告も求めたが、事業者の自主的保安措置であったため、「設計基準事故を超える事象」、すなわち、過酷事故に至る可能性のある事故を深層防護の第4レベルとして明確な規制対象として位置づけなかった。このことは、新規プラントからは設計時に対応するという方向を含めて、当時としては世界の潮流から遅れたものではなかった。しかし、その後、諸外国では規制要件化していったが、日本ではその対応が進まなかった。

東電福島第一事故を受け、平成24年6月に成立した「原子力規制委員会設置法」においては、大規模な自然災害及びテロリズムの発生も想定した安全規制への転換のための改正が含まれる。すなわち、設計基準事故を超え過酷事故に至る可能性のある事象の防止及び万一、発生した場合の影響緩和対策を深層防護のレベル4として位置付けることになる。

このために設備される機器、装置等の多重性、多様性、独立性、信頼性、重要度分類等は十分に検討されるべきである。

2. 東電福島第一事故の分析

今回の事故は、地震を感知し全ての原子力発電所は自動停止し冷却モードに入った。しかし、その後の津波による影響は設計の想定事象を大きく超えるものであり、設計基準を超えた対応について十分な検討がなされておらず、システムは多重、多様を問わずに、共通要因(津波事象)で多くの機能が喪失する事態が発生した。その結果、全ての電源を喪失し、それを起点とする炉心冷却機能の喪失、最終ヒートシンクの喪失が次々と生じることとなり、燃料損傷(炉心溶融)をもたらすに至った。その結果、水素爆発を誘引し、放射性物質の閉じ込めの失敗、大量の放射性物質の環境への放出という外部事象に起因した大規模な事故に至った。これが、東電福島第一

事故の経緯の概要である⁴⁾。

また、複数基の機能喪失の仮定もしくは共通要因事故・故障の発生の仮定とその対応に課題があった。すなわち、複数基設置の安全機器の同時故障・機能喪失や故障・事故の重畳などを想定した重大な事故の想定は必然であるとはしてこなかったのである。今回の事故は、津波の来襲により、多くの機器がほぼ同時に、また多重性を持たせてきた複数基の機器が、その機能を同時に喪失するという事態を招いたものである。事故がここまで進展したのは、プラント設備としては、①全電源の喪失、②冷却システムの喪失、③最終ヒートシンクの喪失にある。

一方、アクシデントマネジメントとしては、①代替電源の不備、②代替ポンプ(消防車など)システムの能力不足、③想定外事故事象(全電源喪失、水素爆発、格納容器損傷など)の発生に対する準備不足、などがある。

これらは、いずれも事故シナリオの枠を自ら決め、今回のような事故の想定を全くしてこなかったことに要因がある。これまでの事故の検討は、内的事象として構成機器の単一故障等に起因する事故進展想定が行われ、それを確実に網羅的に行うことで定量的にプラントの安全が確保されるという評価を行ってきたものであり、同一機能機器の機能が同時喪失する複数機の損傷、共通要因故障の想定は確率的にも極めて小さい事象とされてきたのである。最悪の事態のもとでの事故シナリオの想定、認識が極めて重要であるが、今回の事故では、燃料の損傷がいつ起きているのか、格納容器はどのように損傷するのか、その場合に次に何が起きるのかなど、事故の進展とそれに対する対応の検討が十分になされてこなかったことにより、全ての対応が後手になってしまったのである⁵⁾。

Ⅲ. 評価

1. 想定外への取り組み

—「原子力施設の安全確保には想定外は許されない。徹底した自然災害、人為的事象及び内部事象等による事故事象の想定と対策を規制機関、事業者は検討すべきであり、その仕組みを構築すること。」

今回の東北地方太平洋沖地震、それに伴う巨大津波は、設計想定を大きく上回るものであった。しかし、潜在的に大量の放射性物質を保有する原子炉は、どのような自然災害、外的人為事象が発生しても、それを「想定外」として危機管理の外に置くのは正しくなく、敷地境界付近の公衆及び環境に放射性物質の放出による有意な影響を与えてはならない。すなわち、原子力発電所及びその他の原子力施設の設計、建設、運転においては、このことを片時も忘れてはならない。そして、不断に新たな知見、研究成果を設計、運転及び規制にとり入れることを心がけるべきである。

原子力安全規制の一環として、事故発生防止の対応を監視する責任を国、規制機関が持つことを認識し、事業者に対して、例えば隔年ごとに、プラントごとの“過酷事故発生防止計画書”の提出を義務付け、自然災害、人為的事象及び内部事象による事故発生の想定、その対策計画および対応訓練の実施状況などについての報告を義務付ける。規制機関は責任を持って審査し、対応を承認する仕組みをつくる。また、事業者は規制の枠内に止まらず、過酷事故に至る可能性のある事象を常に探求し、その対策の構築に努める。

2. 基準類の機能性化の促進

—「全審査指針・基準類を既成概念に捉われずに見直し、体系化と機能性化^{b)}の仕組みを完成させること。」

原子力発電所の原子力安全の確保について、IAEAのSafety Standardなどを参考にわが国に適した「原子力安全の基本的考え方」を確立し、それに基づいた安全目標、性能目標などの体系化を進め、安全規制の考え方の早期確立を提言する。

また、例えば、これまでの安全設計審査指針では、指針27「電源喪失に対する設計上の考慮」において「原子炉施設は、短時間の全交流動力電源喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却を確保できる設計であること。」としているが、解説において、「長期間にわたる全交流動力電源喪失は、送電線の復旧又は非常用交流電源設備の修復が期待できるので考慮する必要はない。」としていた。このことが、全電源喪失に対する対応が決定的に欠落していた一因でもある。また、安全上重要な機器、装置は共通要因故障を起こす可能性を低く抑えたうえで多重性を持たせるべきであり、このことが現実的でない場合は、異なる機能を有するものや配置場所も含めて多様性を要求すべきものと考ええる。また、指針44「原子力発電所緊急時対策所」の耐震性、耐放射線性の要求、指針42「制御室外からの原子炉停止機能」に独立した原子炉冷却機能を含めるべきか、を明確にすることなども必要である。さらに、耐震設計審査指針の見直しとともに随件事象として、特に津波に対する指針は独立させて新たな指針を設けるべきである。また安全評価審査指針には、新たに深層防護レベル4における過酷事故への対応として、その安全評価方法などを確立すべきである。

このように、国は法律、政令、省令、技術基準などの規制基準の体系化とともに、具体的に実行する仕様規定を民間の学会等の基準に委ね、新しい進んだ技術成果を導入しやすい仕組みとする規制の機能性化を促進するこ

^{b)} 規制機関が定める技術基準の性能規定化：規制機関の定める技術基準(規制基準)は、要求される性能を中心とした規定(性能規定)とし、それを実現するための仕様には選択の自由度を与える。

とが必須であると考え。この原子力安全に係る体系化、機能性化の仕組みを早急に構築することを提言する。

3. ソフト面の充実と人材育成

—「原子力安全に係るソフト面の充実に注力すること及び原子力発電所の運用に直接係わる人材の資質の向上を図る施策を実施すること。」

今回の事故では、現場での対応の運転員の資質も事故の収束に大きく影響したことは明確である。運転員は訓練を積んでいたことは認知されるころではあるが、訓練の元となる原子力安全に対する基本的考え方にこのような事故の想定がなかった。したがって、運転員が想定外の事態に対応できなかったことは責められない。しかし、原子力発電の基礎、特に核反応の基礎を把握したものであれば、より適切な対応ができた可能性も否定できない。

過酷事故に至る事象は、シナリオ通りということは、まず、あり得ない。原子力発電プラントを熟知し、事象の進展に的確な判断と対応を指示できるアクシデントマネジメント専門職を少なくとも原子力発電所サイトごとに、できればプラントごとに、配置する規定を設けることを提言する。この専門職は、アクシデントマネジメントに関する専門的な知識や能力を持ち、アクシデントマネジメントに必要な設備の設置、人的配置等に関し、所長に直言できることとし、万一の事態においては所長を補佐し、所長が判断できる体制とするべきである。また、規制機関がサイトごとに置く、監査官も同様の資格を有する技術者を置き、事業者と協力して安全確保を担う役割を持つ仕組みとすることが望ましい。

サイトの運用に必要な手順書については、机上の文書ではなく、現場で一つひとつ確認した“過酷事故対応手順書”を発電プラントごとに作成し、規制機関に提出し、監査官と共有する。この“過酷事故対応手順書”は“過酷事故発生防止計画書”と対をなすもので、例えば隔年ごとに見直しを行うものとする。また、この手順書は複雑なものとなることから、デジタル化して、運転員、作業員が速やかに確認し行動に移せるものとするのが望ましい。

さらに教育、訓練に関しては、部長、課長、直長、直員は、頻度高く教育を受け、昼夜、天候等を問わず、いかなる状況でも対応可能な訓練を行うような仕組みとする。これらのソフト面の充実と人材の資質の向上は、事業者のみならず、規制機関においても同様の対応が必要である。同時に、規制機関および各事業者、メーカーが相互に協力し、定期的な会合を持ち情報の共有を行い、あるいは他社のプラントの建設、試運転に参加する機会を設ける等、規制機関、事業者、メーカーを含めて、原子力産業界全体として切磋琢磨することが重要である。

さらに、原子力に関係する分野の専門家を有する学会等は適宜、適切な助言を行うことが望まれる。

4. リスクへの取り組みと情報公開

—「国および事業者は、原子力発電の便益と原子力発電の持つリスクについて、広く国民とのコミュニケーションの場を設け、継続的にコンセンサスを得ることに責任を持つこと。さらに、原子力を専門とする科学者、技術者も便益を享受することに“絶対安全”はなく、どこまでリスクを受容できるか常に国民と対話を続けること。」

従来、原子力事業者等から一般への説明の中では、しばしば、“原子力発電所は絶対安全である”あるいは、“原子力発電所の安全神話”が言われてきた。こうした説明を行ってきたことが、わが国における過酷事故対策の整備を不十分なものにさせた要因の一つであるとの指摘がある。

原子力の安全確保を常に継続して追及する姿勢が重要であり、事業者、規制機関はもとより科学者、技術者にも求められることである。

自然災害や人為事象を含めた新たな科学・技術的知見、施設での運転経験、安全研究の成果などを踏まえて安全確保のあり方を検証し見直す継続的努力を怠ってはならない。こうした検討、見直しが着実になされるよう新知見とその検討プロセスの透明性を高め、国民への説明がなされることも重要である。

安全に関わる専門家及び実務者の一部の間では、リスクの存在は十分に認識され、過酷事故に関する研究や過酷事故対策を取り入れた次世代軽水炉の設計研究もなされてきた。しかし、こうした世界トップレベルの水準とも言える認識が原子力発電所における過酷事故対策に十分に活かされなかったことは残念である。リスクの認識とそれへの対応の努力について事業者、規制機関をはじめ国民への説明責任を果たすことができなかったこと、少なくとも積極的な努力が少なかったことは、科学者、研究者、技術者の責任であると深く反省するところである。

リスクに関する共通認識の形成に向けて、学会等に国民との対話の場を設けるよう強く提言する。

こうした対話においては、次の事項に留意すべきである。

(1) 便益とリスク

どのようなシステム(鉄道、航空機、自動車等々)においても絶対安全はなく、その便益を享受しつつも、その利用等に伴い身体的、精神的あるいは経済的なリスクを受けることは避けられない。

(2) リスクを受容できる条件(安全目標)に関する議論⁶⁾

原子力発電には、他の電源と比較して様々な利点がある一方、ウランまたはプルトニウムの原子核の核分裂に

伴って発生する膨大なエネルギーを利用するため、同時に放射性の核分裂生成物が発生する。この核分裂生成物は、その崩壊に伴い熱を発生するので、原子炉を停止しても除熱する必要がある、また、放射性物質は閉じ込めておかなければならない。今回の東電福島第一事故においては、この機能を維持できず、近隣住民をはじめ国民に多大な迷惑と損害等をもたらした。このリスクを最小化しなければならないが、それは、どこまで低減すれば安全といえるのであろうか？

これは、“How safe is safe enough?”の問題として、従来から国際的に議論され、多くの国で確率論的な数値の形で安全目標が定められ、決定論的な規則を補う形で活用されつつある。わが国でも、旧原子力安全委員会でも議論がなされ、安全目標(案)が提案されている。この案では、安全目標の意義を国の安全規制活動が事業者に対してどの程度発生確率の低いリスクまで管理を求めるとかという、原子力利用活動に対して求めるリスクの程度を定量的に明らかにした。また、これを定めることで、規制活動の透明性、予見性、合理性、整合性を高めることに寄与し、さらに、公衆のリスクを尺度とする「安全目標」の存在は、指針や基準の策定など国の原子力規制活動のあり方に関して国と国民の意見交換をより効果的かつ効率的に行うことを可能とするものであった。その上で、提案する目標を定性的目標、定量的目標、性能目標の3つのレベルで示している。このうち最上位の定性的目標は、「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である。」としている。

これを具体的な数値で表現したものが定量的目標であり、「原子力施設の事故に起因する敷地境界付近の公衆の個人の平均急性死亡リスク及び施設からある範囲の距離にある公衆の個人のがんによる平均死亡リスクは、ともに年当たり100万分の1 (10^{-6} /人・年)程度を超えないように抑制されるべき」こととしている。これは、対象となる人間は原子力発電所敷地境界近傍の居住者に限られるものであり、そのリスクは、例えば、国民が年間に自動車事故によって死亡するリスクの約50分の1である。さらに性能目標は、安全目標への適合性確認が行いやすいように、安全目標に適合していることを判断できる目安を施設の特性パラメータで表現したものである。ここでは、内的及び外的起因事象の全体(ただし意図的人為事象を除く)を含めた事故シナリオについて、炉心損傷頻度 10^{-4} /炉・年及び格納容器破損頻度 10^{-5} /炉・年程度とした。なお、この数値については、杓子定規に適用するのではなく、「原子力施設の設計・建設・運転においては、当該リスクが年あたり100万分の1を超えないように合理的に実行可能な限りのリスク低減策が計画・実施されている」ことを求めるが、個別施設につい

て、このような考え方を基に必要な対策が計画・実行されている場合、リスク評価結果が年あたり100万分の1を超えているからといって直ちにこの目標に適合していないとするものではないことを意味している、とされている。(「安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ」平成15年12月原子力安全委員会安全目標専門部会)

東電福島第一事故の経験を踏まえれば、上記の数値や指標の選定のあり方に見直すべきところもあるが、この案に盛り込まれた検討の成果を活用しつつ、国民に認知され合意が得られるリスクとはどのようなものであるかについて、国民との対話を行うことが極めて重要である。

(3) 十分な情報の提供

安全目標や性能目標が意味を持つためには、リスクを評価する確率論的リスク評価(PRA)の考慮の限界や不確かさを含めて、結果の意味が十分に説明されていることが前提である。例えば、上記安全目標案では、起因事象として内的事象だけでなく外的事象も考慮することが要求されている。東電福島第一事故では、凶らずも地震及び津波という外的事象を考慮したPRA^cがなされておらず、広く事象を捉えてリスク評価を行っていなければ、評価結果を安全目標と比較しても意味がないことが露呈した。今後は、国民にリスクを説明するときには、考慮範囲を明示し、範囲外のリスク要因について評価する方針を示すことや、残るリスクをどのように考えたかを説明すること、さらに評価手法の不確かさが大きいために安全目標を満足できているかの判断がしにくいような場合には、合理的に考えて実行可能な努力がどこまでなされているのか、といった情報を提供することが重要であり、それなしにリスク受容の議論は成立しえないと考えるべきであろう。また、この説明努力を行うことは、規制機関や事業者が行う具体的対応策の意味や軽重について国民の理解を得ることと表裏の関係にあり、並行して進める必要がある。

IV. 提言

上記の議論を踏まえ、以下の提言にまとめた。

- 提言1：いかなる自然災害、人為事象も「想定外」として済まされない。「想定外」をなくす努力こそが大切である。
- 提言2：原子力安全の確保の体系を確立し、その運用のための安全審査指針・基準類を既成概念に捉われずに見直し、世界的に高く評価されるレベルのものとする。
- 提言3：全ての原子力関係者はそれぞれの役割において自らの責務を認識し、原子力安全の確保を第一

^c PRA/PSA: PRA (Probabilistic Risk Assessment), PSA (Probabilistic Safety Assessment)は、どちらも基本的に原子力安全の評価のための確率論的リスク評価として同義語として用いている。

として取り組む。特に、規制機関は、広く専門家の意見を聞きつつ過酷事故の発生防止と、万一、発生した場合の影響緩和に関する根本原則（深層防護レベル4）を策定する。事業者は、このための過酷事故対策の具体化を図り、常に緊張感を持って、その実効性ある実施に取り組む。

提言4：国および事業者はそれぞれあるいは協働して、また、原子力を専門とする科学者、技術者は関係する学会等を軸として、原子力発電について広く国民とのリスクコミュニケーションを行い、原子力発電の有する便益とリスクに関し国民のコンセンサスを得る活動を推進する。

上記の提言を補足すべく、以下に詳細な提言を示す。

提言5：規制機関は、レベル4の計画及び検査を規制対象とする。その対策の検討に当たっては、あらゆる内部事象（人的過誤等含む）、自然現象、人為事象に起因する過酷事故を対象から排除せず、規制機関は、専門家及び事業者とともに過酷事故の発生防止と影響緩和のために多種多様な設備等の活用を含めた対応の組み合わせを想定し、実効性ある方策（アクシデントマネジメント）を構築する。

提言6：レベル4に対応する安全確保の機能は、共通要因故障を排除した信頼性を確保すること、また、そのためには位置分散による独立性や、安全機能の多様性による独立性の確保などの考慮を行う。

提言7：アクシデントマネジメントの具体策例としては、恒設設備では対応不可能な事態に万が一至ったとしても柔軟な対応が可能なものとする。このため、可搬式設備、移動式設備（車両に据え付けた設備）を備え、接続口は多重性を持たせるなど、いかなる事態に対しても柔軟に対応できるようにする。

提言8：事業者は原子力発電所に、原子力発電システムを熟知し、事故時における原子炉の状況を的確に把握または推測し、適切な判断をし、為すべき作業を指示できるアクシデントマネジメント専門職を置く。

提言9：事業者は、アクシデントマネジメントの手順書を現場で一つひとつ確認して作成し、それに基づき従事者の教育、あらゆる条件下での訓練を

徹底する。

提言10：規制機関は、上記に関し遺漏なく検査、監視を行う。また、事業者、規制機関は、それぞれ、あるいは協働して、常に、必要な見直しを行い、アクシデントマネジメントの改善に努める。

V. おわりに

本報告が原子力関係者や科学技術者に対して二度と過酷事故を起こさないためにどうすれば良いか、また、広く一般国民に対して原子力発電のリスクを便益との関係において考えるきっかけになれば幸いである。

なお、本検討会は、（一財）新技術振興渡辺記念会のご支援のもと、（一社）技術同友会の活動の一環として位置付け、開催をしており、本検討会の趣旨をご理解頂き尽力くださった代表幹事の石田寛人氏、運営を支援下さった沖村憲樹氏、干場静夫氏及び専門的検討にご協力いただいた各位に深く感謝する。また、活動に対して広い見地よりご意見をいただいた、（一社）原子力安全推進協会代表の松浦祥次郎氏に、この場を借りて感謝の意を表す。

最後に、議論に加わり、本稿の執筆を分担した担当を記する。

執筆担当：齋藤伸三（原子力発電所過酷事故防止検討会主査、放射線利用振興協会）、杉山憲一郎（北海道大学）、中原 豊（三菱総合研究所）、成合英樹（筑波大学）、宮崎慶次（大阪大学）、宮野 廣（法政大学）、村松 健（東京都市大学）、松本昌昭（三菱総合研究所）

— 参考資料 —

- 1) 国会事故調報告、政府事故調報告、民間事故調報告、東京電力事故報告など。
- 2) 原子力学会 原子力発電所地震安全特別専門委員会、「原子力発電所の設計と評価における地震安全の論理」、2010年7月発行。
- 3) 原子力災害の再発を防ぐ(その1)、原子力学会誌、54[7],447-451 (2012)。
- 4) 東日本大震災に伴う原子力発電所の事故と災害、原子力学会誌、53[6],387-400 (2011)。
- 5) 原子力発電所が受けた震災、原子力学会誌、54[3],171-175 (2012)。
- 6) 原子炉施設の確率的リスク評価の動向と今後への期待、原子力学会誌、54[1],45-50;54[2],128-132;54[3],184-190 (2012)。

米国の使用済燃料及び高レベル放射性廃棄物の管理・処分戦略

元 原子力発電環境整備機構 河田 東海夫

米国では、ヤッカマウンテン処分場計画が破棄され、昨年1月にブルーリボン委員会が、同計画破棄後の使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の新たな管理方策に関する検討報告書を公表した。その報告を受けた議会は、DOEに対し、報告書に盛り込まれた勧告を実現するための実施戦略を6カ月以内に取りまとめるよう求めた。DOEの実施戦略は、半年の遅れで今年1月11日に公表された。本報では、その概要を紹介するとともに、この1年間の関連する動きと、今後の新たなサイト選定に向けた展望についても解説を試みる。

I. 新たな管理・処分戦略

1. 新たな戦略の策定と公表

民主党オバマ政権下のエネルギー省(DOE)は、すでに安全審査に入っていたヤッカマウンテン処分場計画を政治的に廃止に追い込む一方で、行き場を失う使用済燃料の新たな管理方策を検討するための有識者会議「ブルーリボン委員会」(Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future:BRC)を設置した。BRCは2年間の検討を経て、昨年1月に最終報告書を取りまとめ、今後の使用済燃料管理の進め方に関して8項目の勧告を行った¹⁾。その報告を受けた連邦議会は、DOEに対し、BRCの勧告を踏まえた実施戦略を6カ月以内に取りまとめて報告するよう求めた。これを受けDOEは、昨年2月15日にピート・ライアン原子力担当次官補の下に専任のワーキンググループを設け、DOEとしての対応方針の検討を開始した。DOEの検討結果は、当初の目標時期よりも半年遅れで取りまとめられ、「使用済燃料及び高レベル放射性廃棄物の管理・処分戦略」(以下「戦略」という)として本年1月11日に公表された²⁾。

この「戦略」は、連邦議会の宿題への回答であり、ヤッカマウンテン計画破棄後の新たな使用済燃料管理方策を具体化していくためのDOEの方針書である。「戦略」では、当面の10年間に取り組むべき主要計画、合意重視の立地プロセス、新たな実施主体の設立、資金制度の改善、必要な立法措置などが記述されている。DOEは、今後この「戦略」を指針として、議会や関係者に働きかけ、中間貯蔵施設や最終処分場の実現に向けて必要な法整備や

実施主体設立などの業務を推進していくことになる。

2. 新「戦略」の概要

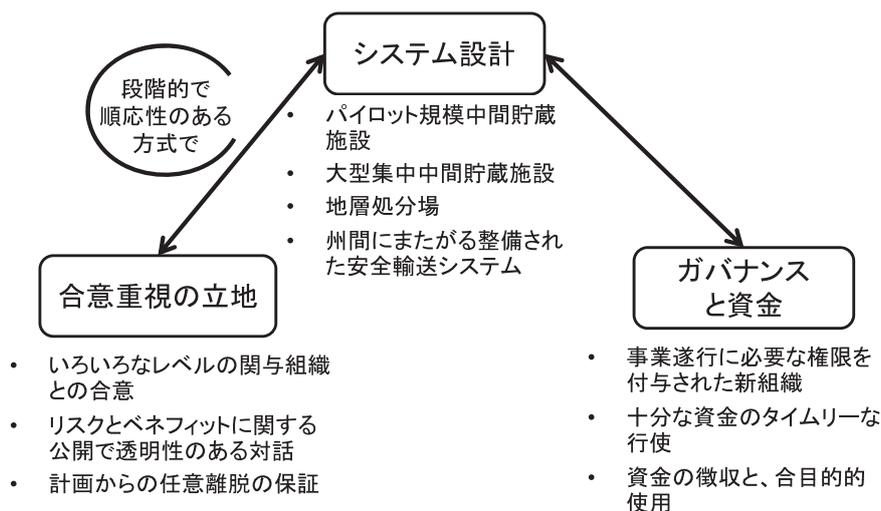
(1) 中間貯蔵施設と地層処分場の計画推進案

「戦略」は、段階的で適応性があり、合意を重視するプロセスで立地を進め、包括的な廃棄物管理と処分を実現することをめざしている。その核となる計画として、議会の予算認可が得られることを前提に、今後10年間に次のような施設計画を実施に移すとしている。

- 閉鎖された原子炉サイトからの使用済燃料の受け入れに当面の焦点を絞り、パイロット規模の中間貯蔵施設の立地・設計・許認可・建設を進め、2021年までに操業を開始する。パイロット規模中間貯蔵施設は、閉鎖された原子炉サイトから燃料を受け入れ、貯蔵することで、安全な輸送や貯蔵を実証でき、また合意形成に関する実績を積むことで、関係者の信用を高めることができる。
- より大型の集中中間貯蔵施設の操業を2025年に開始することを目途に、サイト選定と設計・許認可を進める。この中間貯蔵施設は、廃棄物管理の体系に柔軟性を与えることができ、また政府が約束している使用済燃料引き取りを開始することで長期債務低減を図ることができる。今後の合意形成の成否にもよるが、この施設は、20,000トン以上の貯蔵容量を持ち、パイロット規模の中間貯蔵施設や、場合によっては将来の地層処分場と同じサイトに建設されることもありうる。
- 地層処分場を2048年までに操業開始することを目途に、処分場のサイト選定とサイト特性調査を進める。このため、サイト選定は2026年までに行ってサイト特性調査と処分場設計を進め、2042年までに建設許可を得ることを当面の目標とする。

DOE Released a New Strategy for Management and Disposal of Used Nuclear Fuel and High-level Radioactive Waste : Tomio KAWATA.

(2013年 3月4日 受理)



第1図 DOEの管理・処分戦略の基本要素

上述のパイロット規模及び大型の中間貯蔵施設は、民生用使用済燃料のみならず、政府所有の艦船用使用済燃料や軍事関連の再処理で発生した高レベル放射性廃棄物の管理にとっても有益であり、これらの施設にそれらを受け入れる可能性も検討する。

また、今後10年間のうちに中間貯蔵能力を確保するための努力は、地層処分場実現に向けての合意形成重視のサイト選定や、サイト予備調査開始の努力と並行して行われることが肝要である。

さらに、処分場の安全性に関する大衆の信頼を獲得するためには、サイト条件に依存せず一般化された処分場の安全基準を環境省が事前に提示することが重要である。

(2) 輸送計画

中間貯蔵施設への使用済燃料輸送に備え、DOEは、輸送能力確保や、関係する自治体との協力関係樹立に向けた予備検討作業をすでに開始している。これらには、理解醸成に向けた対話活動や輸送ルート解析、緊急時対応計画検討なども含まれる。これらの活動は、新たな実施主体が設立された場合は、そちらに引き継がれるものとする。これらの遂行に当たっては、廃棄物隔離パイロットプラント(WIPP)への廃棄物輸送における州政府、自治体その他関係機関との間で構築された協力関係に関する成功事例が参考となる。

(3) 先進的核燃料サイクル

先進的核燃料サイクルについては、現状で特定のオプションを選定するのは時期尚早とのBRC報告書の結論を支持し、経済性や、核不拡散への配慮、技術的制約などを考慮すれば、今後数十年は直接処分政策が続く蓋然性が高いと考えられる。ただし、これまでの方針やBRCの勧告に従い、先進的核燃料サイクルに関する研究活動は継続する。

(4) 国際協力

米国にとって、核燃料サイクルに関する研究開発や、

世界的な核拡散リスク低減に関し、国際協力は不可欠の要素である。BRC報告書は、国家安全保障上の理由で必要が生じる場合に備え、海外の発電炉の使用済燃料を受け入れる能力を備えておくことを勧告している。本「戦略」は、今は米国内で発生する廃棄物のみを対象としているが、DOEはBRC勧告に沿って海外からの受け入れの是非についての検討を議会と協力して進める。

(5) 合意に基づくサイト選定

BRC報告書は、サイト選定プロセスに関しては、合意に基づく、透明かつ段階的で適応性があり、明確な基準や科学に立脚した選定方式を推奨し、政府と受け入れ側の組織との間では、法的に拘束力のある協定を結んでいくべきとの勧告を行った。DOEは、この勧告の重要性を認め、将来のサイト選定において何が成功の決め手となるかについて理解を深めるため、国内外の原子力立地経験に関する情報収集を現在進めているとしているが、実施戦略としては具体性に欠ける。

(6) 新たな管理・処分組織(MDO)

BRC報告書では、廃棄物管理を行う専任組織の設立に関し、その形態としては、議会の承認を受けた公社(federal government corporation)が望ましいと勧告した。これに対しDOEは、ランド研究所に委託して行った研究の成果から、新たな管理・処分組織(Management and Disposition Organization: MDO)の形態としては、公社かまたは独立政府機関(independent government agency)が望ましいとした^a。

MDOがどのような形態をとるにせよ、組織の安定性やリーダーシップの継続性、監督と説明責任、公衆の信頼などが成功するための基本要件である。MDOの任務はきちんと規定する必要があり、資金の用途は廃棄物(民

^aよく知られている公社の例としてはTVAが、また独立政府機関の例としてはNRCなどの各種委員会や、CIA、NASAなどの実務機関がある。

生用のほか、政府系のものも含まれる可能性がある)の管理と処分に限定されるべきで、使用済燃料の再処理やリサイクルに関する活動は除外すべきであるとしている。

(7) 資金確保

資金に関しては、使用済燃料及び高レベル放射性廃棄物の管理・処分という任務遂行のため、核廃棄物基金(NWF)の元本と利息を、タイムリーに信頼できる形で利用できるようにする必要がある。このためには、以下の3項からなる資金制度の改善が必要である。

- プログラム管理や人件費、調査費などの経常的経費に関しては、予算歳出委員会が与えられた枠内で歳出を決めるという現行制度を維持することで、処分問題への議会の継続的関与を保つ。
- 中間貯蔵施設建設や、輸送体制整備、地層処分場のサイト選定や特性調査など、上述の定常的経費には収まらない事業費に関しては、拠出金の年間収入を上限枠としつつ、廃棄物管理以外の予算と競合せずに歳出ができるよう、会計区分の変更などの必要な改善策を講ずる。
- 地層処分場の建設段階では、拠出金の年間収入をはるかに超える歳出が必要となり、NWF 本体を取り崩す必要が生じる。その場合、NWF 本体の取り崩しは、建設の主要マイルストーン達成などの実績評価に連動し、厳しい上限を設けた固有の元本支出に限られ、厳格に管理される。

(8) 立法が必要な事項

「戦略」では、米国の廃棄物問題を安全で責任ある形で解決に導くための指針が示されているが、その実現のためには法律制定や歳出認可などで、議会側の活動が求められる。特に今後10年間の下記の活動を実働させるためには、早期の立法措置が必要である。

- パイロット規模及び実スケールの中間貯蔵施設と地層処分場の立地に向けた、広範で、国家的な、同意に基づいたプロセスへの積極的な関与
- 閉鎖された原子炉サイトからの使用済燃料受け入れに当面の焦点を絞ったパイロット規模中間貯蔵施設に関するサイト選定、設計、許認可及び操業開始
- システムに柔軟性をもたらし、政府の債務の抑制を可能とする大型の集中中間貯蔵施設のサイト選定と許認可における目に見える前進
- 閉鎖された原子炉からの使用済燃料移送を開始するための輸送能力(人員、プロセス、設備)の整備
- 経常経費については現行の歳出制度を維持し、それを上回る事業資金については、拠出金の会計区分変更やNWFからの直接支出で必要額が手当できるような資金制度の刷新
- プログラムの実施のための新しい組織の設立。新しい組織は、大きな自律性を持ち、継続的な行政府や立法府の監督を受ける、バランスのとれた構造にする。

II. BRC 報告書公表後の1年間の様々な動き

1. 「戦略」公表への米国内の反応

BRC 報告書公表後の1年間、その勧告実現に向けた動きは、間に大統領選があったこともあり、きわめて低調であった。その中で唯一目につくのは、昨年8月に引退直前のビンガマン上院議員(民主党、ニューメキシコ州選出、上院のエネルギー・資源委員会の委員長を務めた)が提出した廃棄物管理庁設置法案である。この法案では、BRC が勧告した公社ではなく独立政府機関方式の廃棄物管理庁と、その活動を監督する廃棄物管理監視理事会の設立を提案したが、「ミニDOE」をつくるに等しいなどとの批判も出て、日の目を見るに至らなかった。そうした中、半年の遅れを生じたとはいえ、DOE が「戦略」を取りまとめたことは、米国原子力協会(NEI)や全米公益事業規制委員協会(NARUC)などの関係団体からは、DOE の前向きな姿勢の表れとして好感をもって受け止められた。

一方、ヤッカマウンテン計画継続を望む議員などからは、「戦略では、新たな処分場立地に向け『目に見える前進』を見せることを求めているが、我々はすでにヤッカマウンテン計画でそれを示してきた。法律で決めた計画を政府が破棄することを許すなら、今度の新しいやり方なら成功するなど誰が信じることができようか?」といった厳しい批判も出ている。

2. ヤッカマウンテンの安全審査再開に向けた攻防

ヤッカマウンテンの安全審査再開を望む声は、BRC 報告書公表後も一部に根強く残っている。2010年3月にDOE が認可申請の取り下げを行った際、ヤッカマウンテンに廃棄物を排出する側にあるワシントン州やサウスカロライナ州などは、認可申請取り下げは違法であるとして連邦控訴裁判所に提訴した。この件については、原子力規制委員会(NRC)の下部機関である原子力安全・認可委員会(ASLB)も、DOE の違法性を認める裁定を下した。この裁定の是非に関する判断で上位の委員会評決が割れた中、当時の委員長ヤッコ氏は、議会による予算削減を理由に、2011年9月にヤッカマウンテンの安全審査打ち切りを指示した。こうした状況下、裁判所はこの問題に関する審議を保留し、昨年5月に司法省に対してその取り扱いに関する意見を求めた。これに応じて司法省は、予算制約を理由とするNRCの安全審査打ち切りを是認し、裁判所が安全審査再開の業務執行命令を出すのは適当ではないとの見解を6月22日に示した。

この司法省見解と前後して、下院では、DOE の一般会計予算から1千万ドルをNRCに渡し、ヤッカマウンテンの安全審査継続に引き当てる予算歳出修正法案が圧倒的多数で可決された。この法案は上院で否決され成立には至らなかったが、NRC は、ヤッカマウンテンの審

査費用は核廃棄物基金から支出されるべきであり、一般会計からの流用予算の使用は許されないとの見解を表明した。

以上の状況から、安全審査再開は、現実にはすでに望むべくもない状態に至っていると言えよう。

3. 拠出金問題

NARUC は、ヤッカマウンテン計画が破棄されたことを受け、DOE に核廃棄物基金の拠出金徴収停止を求める訴訟を起こした。この訴えに対し連邦控訴裁判所は、昨年6月に、拠出金徴収停止は不適当とする一方で、DOE が法に定める毎年の拠出金額の妥当性評価を怠っているのは違法であるとし、6カ月以内にそれを実施するよう命じた。この判決を受けて DOE は、妥当性再評価を行い、その結果を今年1月16日に公表した。DOE は、現在の拠出金徴収額が、今後の廃棄物管理計画に照らし、過大あるいは過小とする根拠は見当たらないとし、当面現行の徴収額を変更する必要はないとの見解を表明した。

4. NRC による原子力発電所に関する認可発給の凍結

ヤッカマウンテン計画破棄の大きな余波の一つは、昨年8月に NRC が下した原子力発電所の新設や運転期間延長にかかわる認可の発給凍結の決定であろう。NRC は原子力発電所にかかわる認可を行うに当たり、排出される使用済燃料の適正管理が保証されると判断するための根拠書として、廃棄物信頼性判定書(Waste Confidence Decision: WCD)を作成し、改定を重ねてきた。WCD は、処分場の予想運開時期や、発電所サイト内での一時貯蔵に関する安全性保証期間などを含む5項目の判定事項からなり、直近の改定は2010年に行われた。その際、処分場の予想運開時期についてはそれまでの「2007年から2009年までの間」から「必要となる時期」に変更され、サイト内の一時貯蔵に関しては「発電所の運転終了から少なくとも30年間は可能」から「少なくとも60年間は可能」に変更された。これらの判定の有効性について環境3団体から異議申し立てがあり、連邦控訴裁判所は、ヤッカマウンテン計画破棄も考慮すると、現行 WCD は、貯蔵の長期化に伴う環境影響評価を適正に行っていないので無効との判決を昨年6月に下した。上述の認可凍結はこの判決を踏まえて行われたもので、NRC は WCD 改定に向け、貯蔵長期化にかかわる環境影響評価書(EIS)を作成することとした。NRC はその準備として、EIS でカバーすべき評価項目の範囲を確定するため、自治体や関係機関、一般市民などからの公募などによる意見収集を進めている。EIS 作成と WCD 改定が終わり、認可発給が再開されるまでにはおおむね2年間を要すると見込まれている。

5. NRC 委員長と DOE 長官の辞任

ヤッカマウンテン計画の破棄は、地元ネバダ州選出議員として、長年反対運動を進め、現在、民主党上院院内総務を務めるハリー・リード氏の強力な政治指導の下で進められた。そのリード氏の意向を受け、計画を実際に廃止に至らしめたのは、計画推進の最高責任者であるステイブン・チュー DOE 長官と規制側の最高責任者グレゴリー・ヤッコ NRC 委員長の二人である。

安全審査打ち切りを強引に進めたヤッコ氏は、NRC 内でも他の委員や職員との間でしばしば摩擦を生じていたが、BRC 報告書が公表され、ヤッカマウンテン計画破棄後の新たな方向が示されてから約半年後の昨年7月に辞任した。一方、チュー DOE 長官も、前述の「戦略」と、拠出金問題に関する裁判所命令に応える「拠出金妥当性評価書」を公表することで当面の宿題事項の処理を果たして間もない本年2月1日に辞意を表明した。後任には MIT 教授でクリントン政権時代に DOE 次官を務めたアーネスト・モニツ氏が指名されている。モニツ氏は BRC の委員も務め、2010年9月には「核燃料サイクルの将来」という検討報告書を他の2名の委員ほかと共同で取りまとめ、BRC の公聴会で報告した。この報告書は、直接処分政策の維持、集中的な長期貯蔵の実現と地層処分場開発、革新的な原子炉と核燃料サイクルオプションに関する総合システム研究の継続などを提言し、それらの多くが BRC 報告書に取り込まれた。モニツ氏の正式就任には、上院による承認が必要であり、本稿執筆時点ではその手続きが未了であるが、いずれにしても、ヤッカマウンテン計画破棄の中心人物が2名とも舞台裏に消えるわけである。この二人は、ことヤッカマウンテン問題に関する限り、ともにリード議員の忠実な僕であったといっても過言ではないだろう。

Ⅲ. 今後のサイト選定に勝算はあるのか？

前述したように、「戦略」における新たなサイト選定への取り組み方針は、BRC 勧告のおおむ返しであり、具体性に欠ける。ここでは、中間貯蔵施設や将来の処分場の建設に必要なサイト確保に向けての目算は現状でどの程度あるかについて概観してみたい。

BRC の検討が開始された前後から、米国内では中間貯蔵施設などの受け入れに関し、いくつかポジティブな動きがあった³⁾。

その一つは、ニューメキシコ州の WIPP の地元であるカールスバッド市があるエディ郡と、ウレンコ社の濃縮工場 National Enrichment Facility (2010年に操業開始)の誘致に成功したユース市があるリー郡の行政や企業の関係者が結成したエディ・リーエネルギー同盟(Eddy Lee Energy Alliance, LLC: ELEA)の動きである。ELEA は、当初はブッシュ政権時代の Global Nuclear Energy Partnership (GNEP) 計画のもとで、核燃料リサ

イクルセンターや先進リサイクル炉の誘致を目的に結成された組織であるが、BRCでの検討が始まった2011年に、集中型中間貯蔵施設の誘致への関心表明を行った。地元の元上院議員のピート・ドメニチ氏がこの動きを強力に支援している。

サバンナリバー研究所の地元サウスカロライナ州住民とジョージア州住民の一部は、1991年から、サバンナリバーサイト(SRS)の活性化と原子力を支援するCitizens for Nuclear Technology Awareness(CNTA)というNPOを結成している。2011年、CNTAの理事はBRCに対し、SRSの利用を念頭に、将来の中間貯蔵計画への関心表明を行った。ただし、サウスカロライナ州やSRSの地元エイキン郡は、当初の計画通りSRSに保管中の使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の処分をヤッカマウンテンで行うことを強く望んでおり、そのための安全審査再開を求める訴訟を起こしている。SRSでの中間貯蔵建設はこの訴訟と矛盾するので、州や郡がCNTAの活動に同調するかどうかは今のところ予想がつかない。

計画破棄に追い込まれたヤッカマウンテン処分場の地元であるネバダ州ナイ郡は、昨年3月にDOE長官に対し、「今後の使用済燃料と高レベル放射性廃棄物の処分に関する解決案策定に協力する」との申し入れを行った。この申し入れでは中間貯蔵については言及していないが、関係者は求めがあればナイ郡は応ずる可能性は高いとみている。しかし、ネバダ州知事は、その直後「ナイ郡から申し入れがあったことは認識しているが、ネバダ州としては、ヤッカマウンテン計画の再開と、ネバダ州内での中間貯蔵のいずれに対しても断固反対する」との書簡をDOEに送った。

原子力発電所を運転する8社の電力会社によるコンソーシアムPrivate Fuel Storage, LLC(PFS)は、ユタ州スカルパレーのゴーシュートインディアン居留地の一部を借地し、乾式キャスクで約4万トンの使用済燃料を貯蔵する中間貯蔵施設を建設する計画を進め、2006年にNRCから建設認可を得た。しかしながら、この計画に反対するユタ州は、様々な政治妨害工作を行い、輸送のための国有地の通過やインディアン居留地の土地貸借契約にかかわる政府の認可発給を阻止した。このため計画は暗礁に乗り上げ、PSFは昨年12月について計画続行を断念し、NRCに建設許可の停止を申し入れた。この

地が再び中間貯蔵施設候補地となる可能性は、これまでの州の反対姿勢から見る限りあまり期待できないであろう。

このほか、アイダホではかねてよりDOEが小規模の中間貯蔵施設を建設する計画を進めており、2004年にNRCから建設許可を得ている。しかしこの施設は今日まで建設開始には至っておらず、状況によってはさらに拡大された計画に変更される余地は残されている。

また、昨年3月はじめ頃、サウスダコタ州知事が、サウスダコタ大学での予備検討にDOEが資金を提供することを条件に、使用済燃料の貯蔵施設か処分施設の受け入れへの関心を表明する書簡をDOEに送ったことが伝えられている。

以上、米国では、BRC報告書の公表前後から、実際にいくつかの地域から中間貯蔵施設や処分場の受け入れに関する関心表明がなされている。いろいろと問題のあるケースもあるが、それらがどこまで具体的なサイト選定につながるのかについては、今後の各地の動向を注意深く見守る必要がある。いずれにしても、直接の地元自治体や団体に加え、より広域で、多様な意見を持つ住民を代表する州政府がどこまで前向きの姿勢で関与できるかが、サイト選定成功の大きな鍵になることは間違いのないであろう。

—参考資料—

- 1) 河田東海夫, ヤッカマウンテン計画の失敗とブルーリボン委員会報告書, 日本原子力学会誌, 54[12], 42~47 (2012).
- 2) Strategy for the Management and Disposal of Used Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste, USDOE, January 2013.
- 3) www.storenuclearfuel.com ほか.

著者紹介



河田東海夫(かわた・とみお)
元原子力発電環境整備機構 理事
(専門分野)核燃料サイクル工学, バック
エンド工学

談話室

原子力分野における「安全・安心」と「人材育成」

技術士(原子力・放射線部門) 桑江 良明

1. 3.11前後の「安全・安心」を巡る認識

福島第一原発(以下「1F」)事故以前、原子力界には、いくつかの事故・トラブルを経験しながらも、基本的には原子力の安全性は確立されており、問題はそれが十分に国民に理解されず安心感の醸成にまで至っていないことであるとの、今思えば甚だ思い上がった認識があった。

「安心」とは結局は人の心に関係するものであり、社会を「安心」の状態に導くためには設備等の「安全」に加えてその技術に携わる者への「信頼」が必要である。さらに、信頼とは「能力」と「誠実さ」に対する「認知」である等の報告も多く見られる(例えば、中谷内¹⁾)。

1F事故により、「認知」はおろか「安全」そのもの、「能力」そのものが否定され、「誠実さ」すらも疑問視される状況である。事故以前に原子力関係者が目指していた信頼回復と安心感醸成への道程は、果てしなく遠く険しいものとなってしまった。

2. 「人材育成」の課題

政府が昨年9月に策定した革新的エネルギー・環境戦略は、原子炉の寿命を40年に制限し、新增設は行わないことを原則とする一方、原子力規制委員会の安全確認を経た原子力発電所は重要電源として活用するとしている。そして、活用する原子力の安全確保は至上命題であることから、高度な技術と高い安全意識を持った人材が使命感を持って、その安全確保を支えていくことが必須であるとしている。しかしながら、この方針に則れば、我が国の原子力発電規模は次第に縮小していき、対策を講じなければ原子力分野の教育を受けようとする若者が減少していくことが予想される。

さらに、前項で述べた状況を考えれば、社会から信頼されない技術を、使命感を持って支えていくことは、常識的に考えれば普通の人間には不可能である。

(1) 事故以前の状況

1F事故で明らかになったことの一つに、規制側・事業者側を問わず、プロフェッショナル人材の不在がある。例えば、政府事故調報告では、「東京電力は、今回の事故以前から、原子力発電に携わる者に対して法令上要求されるレベルの教育・訓練を実施していた。」(同報告、本文 p.401)としながらも、「今回のシビアアクシデ

ントに対する東京電力社員の対処・対応を検証していくと、自ら考えて事態に臨むという姿勢が十分ではなく、危機対処に必要な柔軟かつ積極的な思考に欠ける点があったと言わざるを得ない。そして、このことは、個々人の問題というよりは、東京電力がそのような資質・能力の向上を図ることに主眼を置いた教育・訓練を行ってこなかったことに問題があったと言うべきであろう。」(同報告、概要 p.19-20)とある。

この点に関し、もし、一般国民が原子炉等規制法の「原子炉の運転に従事する者は、原子炉主任技術者がその保安のためにする指示に従わなければならない。」(第42条第2項)との条文を目にすれば、当然、原子力発電所の危機的状況に対しても(大型船舶の船長や航空機の機長のごとく)専門的知識・技量と使命感を持って立ち向かうプロフェッショナル人材の存在を期待するであろう。しかし、残念ながら原子力界の現実はそのような一般国民の期待に応えるものではなかった。

次項では、プロフェッショナル人材不在の例として原子炉主任技術者制度の形骸化の問題を取り上げる。

(2) 原子炉主任技術者制度の形骸化

① 事故後の指摘

国会事故調報告は、「原子炉等規制法では、原子炉の運転保安を監督するため、炉ごとに原子炉主任技術者の選任が義務付けられているが、実際は1人で複数炉を担当している(1Fでは1～4号機で1人、5、6号機で1人が担当)。また、原子炉主任技術者が過酷事故に対する特別な訓練等を受けていないため、緊急時の運転保安を監督するという点からは、制度が形骸化していたといえる。」(同報告 p.101)と指摘している。

同様の趣旨で、事故後、識者からは、「電力事業者や規制当局において今一度、原子炉主任技術者の役割を見直すことは、今後も原子力発電を続ける上で、重要な意味を持つのではなからうか。」(宮崎慶次・大阪大学名誉教授、2012.8.8電気新聞)等の指摘がある。

② 原子炉主任技術者を巡る実情

東電を始めとする電気事業者において、原子炉主任技術者(以下「炉主任」)等、いわゆる「法定必置資格」の扱いは、最低限の法令要求を形式的に満たすことに主眼が置かれ、上記①の指摘にあるような、本来、法が求めている

る役割に応じた教育・訓練・育成はこれまで行われてこなかった。例えば、有資格者数が、事業者の「技術的能力」を量る指標として原子炉設置許可申請書の記載項目となっているため、他電力との比較で遜色のない程度の最低限の人数は確保する。そして、実際の選任にあたっては、年代や人事ローテーション等の関係で人数的に厳しく、1Fで見られたように、「同一型式の原子炉については、兼任することを妨げない」(実用炉則第19条)との兼任規定を最大限利用して兼任させざるを得ないというのが実態ではないだろうか。

また、経済産業大臣指示による、いわゆる「発電設備総点検」に関連して、2007年「原子炉主任技術者の独立性」が求められたことで、炉主任が狭義の「法令遵守」を確認するための単なる第三者的な「チェック機関」と墮していないか検証する必要がある。

炉主任の役割に関してはこれまで、法が求める本来趣旨に立ち返り本格的に議論された形跡はない。ただ、技術者倫理との関連で間接的に論じられたものが散見されるのみである²⁾。今後、単なる「法令遵守」ではなく「社会的要請に応える」というコンプライアンス本来の趣旨³⁾に基づき、関係者間で、炉主任を含む主任技術者制度に関する徹底的な議論がなされることを期待する。

3. プロフェッショナル人材の育成に向けて

原子力界において、プロフェッショナル人材育成の動きが全くなかったわけではない。

2004年、本学会からの要望に端を発し、米国等のPE (Professional Engineer) 制度を模した我が国の技術士制度に「原子力・放射線部門」が新設された。技術士は技術士法に基づく資格であり「高等の専門的応用能力」(同第1条)を有するのみならず、「公益確保の責務」(同第45条の2)、「資質向上の責務」(同第47条の2)等が同法により課せられる。同部門の設置は、東電シュラウドデータ改ざん問題等、当時の原子力関連の事故・不祥事の発生を背景に「一人一人の技術者が組織の論理に埋没せず、常に社会や技術のあるべき姿を認識し、意識や技術を向上させる仕組みが必要である」(2003年6月科学技術・学術審議会答申)との認識に基づくものであった。しかし、規制上あるいは事業体内での具体的活用策が示されず、インセンティブも働かないことなどから、受験者は個人的に制度趣旨を理解し共鳴した者に限られ、いまだ原子力界では技術士制度を十分に活用できていない。信頼回復の意図を持ちながら、原子力界が技術士制度の趣旨に目がいかず活かしきれない背景には、東電を始めたとした電気事業者の「(人材育成に関しても)法令要求以上のことはしない」という体質に大きく依存していると推測する。

昨年11月に原子力委員会から示された「原子力人材の確保・育成に関する取組の推進について(見解案)」によれば、「人材の育成は、育成自体はもとより、育成のた

めのシステム整備にも時間を要する。」としたうえで、「今後の関係行政機関における行政活動や原子力産業界における発電やそれに続く廃炉措置、機器製造、燃料サイクルサービス提供活動に係る需要はもちろんのこと、東電福島第一原子力発電所の廃止に向けた中長期措置やオフサイトの除染活動に係る需要、さらには技術士や原子炉主任技術者等の公的資格の所有者の需要も考慮されるべきである。」(見解案 p.2)とある。技術士を炉主任とともに、今後の原子力の安全確保に不可欠な「高度な技術と高い安全意識を持った人材」(見解案 p.1)のコア的存在と位置づけ、これら公的資格の本来の設置趣旨に基づき最大限の活用を図るべきである。

例えば、技術士あるいは炉主任を発電所長、規制事務所長への登用要件とする等が考えられる(第45回原子力委員会定例会議配布資料(1-2)、岡本孝司氏資料「原子力安全と人材」と同旨)。

4. 人材育成における根本課題

永らく原子力推進の仕事に携われ、1F事故で避難所生活を強いられる状況の中で客観的な意見発信を続けている北村俊郎氏(元・日本原子力産業協会参事)の次の言葉は、電気事業者における原子力人材育成に関する問題の核心を示している。

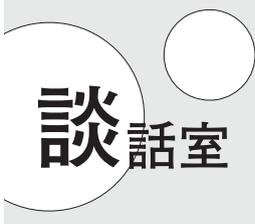
「企業としてやらざるを得ないと考え、危ない橋を渡る。(中略)皆を巻き込んで強引なことが出来る人を内部で評価した。社内には優秀な人材が豊富だったが、選抜の決め手はどこまでさらっと大胆な行動が出来るかであった。それが出来なければ幹部への道は閉ざされる。」⁴⁾

このような企業体質の中で、公衆の安全を最優先に考える「プロフェッショナル人材」としての技術者など育つはずはない。プロフェッショナル人材の育成にあたっては、一企業内の教育プログラムのみには依存するのではなく、技術士・炉主任等の資格取得者に対し技術者倫理を含む継続的な教育・訓練をするなど、国を含む原子力界全体で一元的に育成プログラムを準備・提供するべきである。それにより組織の枠を越えた技術者コミュニティが形成され、倫理的価値共有体²⁾としての機能を発揮することが期待できる。

(2013年2月22日 記)

— 参考文献 —

- 1) 中谷内一也、「安全。でも安心できない」、ちくま新書、2008年11月。
- 2) 桑江良明、「原子力分野における技術者資格と倫理」、技術士、2008年11月。
- 3) 郷原信郎、「『法令遵守』が日本を滅ぼす」、新潮社、2007年1月。
- 4) 北村俊郎、「『原発推進者の無念』の著者が原発事故1周年の心境を語る、その9(これこそが問題の核心)、2012.5.1」、日本エネルギー会議 HP (<http://enercon.jp/topics/2750/>)


 談話室

極秘計画のマネジメント

科学ジャーナリスト・航空評論家 中村 浩美

天才に率いられた極秘チーム

ロッキード・マーティン社は、アメリカを代表する軍用航空機やミサイルのメーカーで、世界的な軍需産業、典型的な軍産複合体として知られている。1995年にロッキード社とマーティン・マリエッタ社が合併して誕生した。その軍需部門の売上は、ずっと世界ランクの首位か2位を占めている。

同社の一部門にADP(先進開発計画)があり、「スカンク・ワークス」の通称で知られている。もともと「スカンク・ワークス」は、1943年にロッキード社内に組織された極秘開発チームだった。

第2次大戦中の1943年、米陸軍航空軍(戦後に空軍)は、ナチスドイツのジェット戦闘機に対抗できる戦闘機の開発を求めた。これを受けてロッキード社内に、天才設計者クラレンス・L・ジョンソン(通称ケリー・ジョンソン)に率いられた「スカンク・ワークス」が組織された。

ケリー・ジョンソンは、P-38ライトニング戦闘機、コンステレーション旅客機などの斬新な設計で、すでに生きた伝説の設計者だったが、弱冠33歳でこの極秘チームを率いた。彼は社内の各部門から27人の設計技術者と105人の機械工を自ら選抜、工場敷地の一角にサーカス用のテントを建て、ここで社内的にも極秘の作業を始めた。

「スカンク・ワークス」の名前の由来にはエピソードがある。

当時、アル・キャップ作の『リル・アプナー』という人気連載マンガがあった。このマンガには「スコンク・ワークス」(skonk works)という怪しげな蒸留所が登場する。そこではスカンク、古靴、ひどい臭いの材料などを調合した、得体の知れない悪臭の飲み物を作っていた。そして極秘チームのテントに隣接して、悪臭を放つプラスチック工場があった。悪臭はテント内にも充満していた。

ある日電話を受けた一人の技術者が、「こちらスコンク・ワークス」と応答した。彼の脳裏には、悪臭の連想があったのだろう。これが契機となって、社内でもミステリアスなこのチームは、「スコンク・ワークス」と呼ばれることになる。何を開発しているのかは極秘だったが、その存在自体は次第にこの名前でも知られるようになった。

やがてアル・キャップと出版社は、「スコンク・ワークス」の名称使用に異議を申し立ててきた。そこでロッキード社は、名称を「スカンク・ワークス」(skunk works)に変更し、スカンク君をマスコットにしたイラストロゴと共に商標登録した。悪臭を放つことでは、スコンクもスカンクも共通だ。それ以来、この名称とロゴは現在まで受け継がれている。

1943年11月15日、ケリー・ジョンソンに率いられた133人の極秘チームは、わずか143日間でジェット戦闘機XP-80(P-80, F-80)シューティングスターを完成させた。アメリカの初期ジェット戦闘機で、最高傑作となる機体だ。第2次大戦には間に合わなかったが、朝鮮戦争で実戦に投入された。

「スカンク・ワークス」の代表作

戦後の米ソ冷戦下で、「スカンク・ワークス」は活況を呈する。ただしその開発内容はずっと極秘だった。クライアントは、国防総省(空軍、海軍)と情報機関(CIA)だ。冷戦下のアメリカには、ブラック・バジェットと呼ばれる、議会にも詳細報告の義務がない機密予算があった。「スカンク・ワークス」の開発・製作費用は、ほとんどがこれで賄われた。

デビュー作XP-80以降、極秘計画が公表されるたびに、世界に鮮烈な衝撃を与えた「スカンク・ワークス」だが、その代表作には、次のような航空機がある。

- ・XF-104(F-104)スターファイター：出現当時『最後の有人戦闘機』と称され、スピードと上昇力を徹底追求した初の実用マッハ2級戦闘機。カミソリの刃のような薄い主翼の設計は、航空技術界にとって概念を覆す衝撃だった。航空自衛隊の主力戦闘機としても活躍。

- ・U-2：CIAの依頼で、極秘裏に開発された高高度隠密偵察機。1960年5月1日にソ連上空を偵察中に撃墜されてその存在が明らかになり、「黒いジェット機」と悪名をとどろかせた。厚木基地にも配備されていた。敵の戦闘機が上昇不能の高高度を飛行するため、ジェット機では類のない、グライダーのように長く薄い主翼を採用。ケリーはこの設計で、天才から奇才になった。

- ・A-11/YF-12 A/SR-71ブラックバード：高速研究機A-11から発達して、戦闘機YF-12Aと戦略偵察機

SR-71が開発された。A-11の開発は10年近く秘密にされ、ジョンソン大統領が1964年に突然その存在を公表、劇的にデビューした。空軍はこれをYF-12Aとしてテストしたが採用には至らず、戦略偵察機SR-71として制式採用した。SRは戦略偵察を意味し、この記号を持つ航空機は史上唯一だ。SR-71の存在は、やはりジョンソン大統領が64年7月にテレビ会見で公表し、マッハ3級航空機の実用化で世界を驚愕させた。嘉手納基地にも配備されていた。YF-12AとSR-71は、計12個にのぼる世界速度記録を達成している。最高速度記録は、時速3,530 kmだ！

・F-117A ナイトホーク：世界初の実用ステルス戦闘機。初飛行から7年後に、国防総省はしぶしぶその存在を認めた。“砂漠の嵐”作戦で実戦参加し、レーダーにキャッチされにくいステルス性能を誇示した。

・F-22 ラプター：ケリーの衣鉢を継ぐ「スカンク・ワークス」チームがボーイング社と共同生産している、第5世代と呼ばれる新鋭ステルス多用戦闘機。

・F-35 ライトニングII：ロッキード・マーティンの「スカンク・ワークス」が開発主体となり、米英など9か国が共同開発中の最先端ステルス戦闘機。航空自衛隊の次期主力戦闘機にも選定された。その機名は、若き日のケリーが開発した、プロペラ戦闘機P-38 ライトニングとチームの創設者ケリーへのオマージュなのだろう。

天才設計者のマネジメント

天才設計者と讃えられたケリー・ジョンソンは、極秘計画を進める極秘チームのマネジメントでも、先進性と独創性を発揮した。彼のモットーは『迅速に、静かに、予定通りに』だった。

その経営理念は、彼が定めた「スカンク・ワークス」のマネジメント・ルールと共に、現在の組織にも継承されている。14項目から成る、彼の基本的運営規則を紹介する。

まず「ルール1」で、各部門の管理職(マネージャー)が素早く決断できるように、全面的な権限委任を保証。主任設計技師、材料管理、製作管理、品質保証、飛行試験、機密保持の各マネージャーは、各部門を完全に支配する。彼らが報告義務を負うのは、計画統括責任者つまりケリーに対してだけ。責任あるマネジメントは報われねばならないとし、これは「ルール14」にも反映する。

「ルール2」は組織の規定で、強力で小規模のプロジェクト・チームを構築するとし、クライアントにも同様な組織の設置を求めた。

「ルール3」は「ルール2」に呼応する人材規定で、プロジェクトには、ごく少数の優れた人材だけを登用する。人数は徹底的に制限し、通常の組織の10~15%に抑える。官僚主義を徹底的に嫌ったケリーは、最小限の人数に最大限の権限と責任を与えた。

「ルール4」では、極めてシンプルな図面とその閲覧シ

ステムを用意すると規定。変更が容易なように、柔軟性を備えた工学的作図を求めた。開発の要である図面にさえシンプルさを求めた彼は、無駄なペーパーワークを嫌った。

「ルール5」では、信頼性の高いマネジメントは分厚い書類を必要としないとして、報告書の要求は最小限度にと規定。ただし重要な作業については、徹頭徹尾記録する。

「ルール6」では、月毎のコストレビューを要求。支出の現況だけでなく、計画終了までのコストプランも網羅した報告を求めた。

「ルール11」では、クライアント側に、タイムリーな資金提供を求めた。国防総省やCIAに、オンタイムの予算執行を要求したのだ。徹底したコスト管理の典型はU-2の開発で、何と予算を下回って完成、費用の15%をCIAに返還した。軍産複合体の歴史上で、予算を下回った唯一の例と語り継がれている。

「スカンク・ワークス」の独立性と権限もルール化した。「ルール7」では、下請け契約の自由を規定。民の入札手続きは、しばしば官のそれに優るからだという。「ルール8」は品質保証。検査システムに責任を持ち、下請け、部品供給にも検査責任を徹底させる。ただし検査の重複は避ける。

「ルール9」は飛行試験の委任。機体の飛行テストを行う権利を保有する。「ルール10」は要求仕様に関するルールで、契約に先行して仕様諸元に合意するとしているが、クライアントの仕様に従わないこともあると明記。標準的な仕様は、新技術や革新技術に疎く、しばしば時代遅れだからというのが理由だ。

厳しい要求を突きつけはするが、クライアントとのコミュニケーションを重視したケリーは、「ルール12」で、クライアントの計画当局と、日々途切れることのない緊密な連絡と協力による、相互信頼が必要だとしている。官僚主義的な軍の将軍たちの介入を排除し、現場同士が共同して問題解決に当たる、オープンなコミュニケーションを実践した。

「ルール13」は機密保持規定。極秘計画を扱う極秘チームなのだから当然だが、プロジェクトとそのスタッフへの外部からの接触は、妥当な機密保持手段で厳格に管理すると規定。外部からのアクセスは徹底的に制限し、機密保持の最終責任はケリー自らが負う。

「ルール14」では「ルール1」「ルール3」を受け、スタッフの報酬は、その地位ではなく、優れた能力に対して支払われるべきだと規定している。

以上、数々の極秘プロジェクトで、航空史に残る航空機を開発し続ける伝説的存在「スカンク・ワークス」の、オペレーションとマネジメントの一端を紹介した。本誌読者の皆さんに、何か参考になる部分はあったらどうか。

(2013年2月14日 記)