

講演 「2010年春の年会」より

27 JCO 事故の全容を再検証—原子力学会が JCO 臨界事故で特別セッション

JCO 事故から約10年。原子力学会では春の年会で、この事故がもたらした意味と、学ぶべき教訓を再検証した。

佐田 務, 澤田 隆



ATOMOS Special 世界の原子力事情(6) 欧州 総括編

43 スイスの原子力事情

1990年に原子力発電所の新設凍結を決めたスイス。しかし2005年の原子力法改正により、その凍結は解除された。

東海邦博

会告

6 「第52回通常総会」のご通知

【お知らせ】

シリーズ解説 我が国の最先端原子力研究開発 第21回は、お休みします。

巻頭言

1 顔の見える原子力白書

秋庭悦子

時論

2 異分野からの……

人類初の動力飛行に成功したライト兄弟。その偉業をもたらしたのは……。

中村浩美

4 核不拡散・核セキュリティ体制の強化と我が国の役割

世界的に核セキュリティが強まる中で、文部科学省は核不拡散・保障措置室を設置した。

木村直人

解説

17 鳩山政権の地球温暖化対策の問題点—合理的根拠なき国内対策と戦略なき外交

鳩山政権が掲げる温暖化ガス25%削減は単なる努力目標ではない。未達成なら、国民の負担で経済的ペナルティを払わなければならない法的義務になる可能性がある。

澤 昭裕

22 海の国のアトム (1)宝の海へ大冒険

水の惑星、地球。その「海」の不思議に迫る科学と資源を探查する科学技術について、紹介する。



工藤君明 スケアーリーフット

報告

32 原子力平和利用推進に伴う核不拡散問題への国際的な取組み—「原子力平和利用と核不拡散、核軍縮に係る国際フォーラム」の結果より

核兵器を持つ国と、持たない国が混在する世界。その中で、原子力の平和利用と核不拡散を両立させるためには、どうすればよいのか。

久野祐輔, 直井洋介, 山村 司

表紙の絵 「雨の日に」 松村幸子

第41回「日展」へ出展された作品を掲載いたします。(表紙装丁は鈴木 新氏)

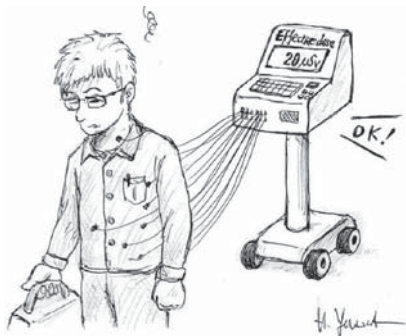
何気ない近所の日常風景にもキラキラ光る自然や情景が沢山あります。そんな所に優しい目を向け、暖かい絵を描いていきたいと思っています。

連載講座 ICRP 新勧告—新しい放射線防護の考え方と基準(3)

38 放射線防護に用いられる諸量

放射線防護の分野で用いられている防護量は、わかりにくい。被ばく線量にしても、似たようなものがたくさんある。何が理解を難しくしているのだろうか。もう少しわかりやすくできないのだろうか。

保田浩志



現実的でない防護量測定装置

私の主張

47 国産核計算コードと核データのルネサンス—我々は何をすべきなのか

我が国の核計算コードや核データはなぜ、主役の座を獲得できないのだろうか。

須山賢也

会議報告

49 実験炉物理国際シンポジウム—若手研究者としての温故知新と今後の活用・期待

遠藤知弘

50 日本保健物理学会 特別シンポジウム「放射線審議会・原子力安全委員会における放射線防護に係る基本的考え方の検討状況について」参加印象記

百瀬琢磨

Relay Essay ドナウ川の畔から(1)

51 ウィーンを離れられない5つの理由

福田和代

7 NEWS

- 「もんじゅ」が14年ぶりに運転再開へ
- 原子力安全委が安全白書
- 原産協会、松江で第43回年次大会を開催
- 日本とカザフが協力協定
- 青森県に返還低レベル廃棄物一時貯蔵を要請
- 原燃、英国から高レベルガラス固化体を受入れ
- 政府が温対基本法を決定、原子力推進盛り込む
- 内閣府が「科学技術と社会」世論調査
- 東芝が米ベンチャーが革新炉開発へ
- スーパーカミオカンデでニュートリノ検出
- 水の新たな姿を明らかに
- 世界最大のセラミックリングの絶縁性能を実証(=写真右)
- 海外ニュース



Scope 原子力関連機関の紹介(1)

45 原子力安全基盤機構(JNES)

原子力の安全確保に取り組む専門家集団であるJNES。

その中心的な業務は安全確保のための検査・審査や防災対策、そして安全研究だ。

阿川孝司



定点“感”測①

52 地域合意に向けて「信頼」を「参加」で育む

崎田裕子

21 From Editors

- 54 会報 原子力関係会議案内、主催・共催行事、人事公募、連載講座「軽水炉プラント」「高速炉の変遷と現状」書籍残部販売のご案内、英文論文誌(Vol.47, No.6)目次、和文論文誌(Vol.9, No.2)目次、主要会務、編集後記、編集関係者一覧

WEB アンケート

3月号のアンケート結果をお知らせします。(p.53)
学会誌記事の評価をお願いします。<http://genshiryoku.com/enq/>

学会誌ホームページが変わりました
<http://www.aesj.or.jp/atomos/>

顔の見える原子力白書



内閣府 原子力委員会委員

秋庭 悦子 (あきば・えつこ)

早稲田大学商学部卒業。NPO 法人あすかエネルギーフォーラム理事長、(社)日本消費生活アドバイザー・コンサルタント協会常任理事などを経て、今年1月より現職。

4月9日、平成21年度版原子力白書が閣議で配布され、その後、一般に公表された。「原子力利用の新しい時代の始まりに向けて」というサブタイトルの本年の白書は、政権交代と原子力政策、地球温暖化対策や放射線利用など社会的課題に対する貢献、核不拡散、研究開発の4つに分けて概観している。特に、政権の新成長戦略(基本方針)における「グリーン・イノベーション」や「ライフ・イノベーション」に対して原子力が果たしうる貢献と、核不拡散や核セキュリティに対する認識の世界的な高まりを中心とした平成21年の国内外の原子力に関する動向と、今後に向けての課題を記載している。

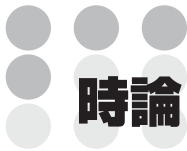
既に手に取られ方も多いと思うが、近藤委員長をはじめ5人の原子力委員の顔写真入りのコラムに「おや?」と思われたのではないだろうか。本年の白書は、1月に就任した新しい5人の原子力委員会として初めての白書になるため、委員の考え方が伝わるような工夫をしている。いわば「原子力委員会の顔の見える白書」である。また、できるだけ多くの国民に読んでいただきたいとの思いから、初めて「ですます調」を取り入れた親しみやすい記述になっている。ちなみに私のコラムは「高レベル放射性廃棄物処分の必要性と広聴広報」で、国民への分かりやすい情報提供と双方向コミュニケーションの必要性について書かせていただいた。さらに、今回は原子力委員が自らマスコミ関係者に説明を行う機会を増やすなど積極的にPRに努めた。

白書は原子力について知るには最適な教科書であり、一家に1冊は置いていただきたいと願っているが、なかなか発行部数が増えないのが現状である。そういう私も実は毎年購入していたわけではない。原子力を専攻している学生や関連業界の方々とはともかく、一般の消費者には内容も難しそうに見える上に分厚くて値段も高いので、敬遠されるのではないだろうか。来年度はさらに分かりやすく、読みやすくする工夫を考えたい。

そもそも白書とは何なのかネットのフリー百科事典で調べてみた。英国において、内閣が議会に提出する公式報告書をその表紙の色からホワイトペーパーと通称していたことから、日本でもそれに倣って政府が作成する報告書の通称を白書と呼ぶようになったとのことである。また、白書には「法定白書」、「非法定白書」、「それ以外の白書」の3種類あるが、原子力白書は閣議で了解を得た上で発表する「非法定白書」18のうちの1つである。そして、白書のうち最も発行部数が多いものは「防衛白書」であり、2006年の資料では4万5,296部発行されている。次いで「厚生労働白書」「中小企業白書」「環境白書」が続き、原子力白書は45白書のうち残念ながら36位で、発行部数は4,500部。防衛白書と桁が違うのは、産業の裾野が違うためだろうか。

私は消費生活アドバイザーの受験対策講座で「地球環境・エネルギー需給」の講師をしていたため、環境白書や循環型社会白書、エネルギー白書を購入していた。そして毎年開催される「環境白書を読む会」に参加していたが、これが企業の方や市民グループに大人気で早々に申し込まないと満員で断られることもあった。執筆者がその年の特徴や工夫などについて熱く語り、質問に答えてくれることが好評である。原子力白書もこのような「読む会」を開催してはどうだろうか。原子力委員が白書のコラムだけでなく、直接消費者と語り合うコミュニケーションの場が大切であると思っている。残念ながら原子力委員会の存在そのものを知らない消費者も多いのが現状だが、少しでも消費者との距離を近づけるためには、本当の意味で「顔の見える原子力委員会」になる必要がある。そのために広聴広報の仕組みを考え、実行したいと思っている。

(2010年 4月18日 記)



異分野からの……



中村 浩美(なかむら・ひろみ)

1946年札幌市生まれ。
同志社大学法学部(国際法/宇宙法)卒業。
雑誌編集長を経て航空評論家、科学ジャーナリスト、キャスターとして独立、評論活動に入る。航空、宇宙開発、エネルギー、地球環境、旅行文化など幅広い分野で活動。『飛行機をめぐる冒険』など著書多数。

「サイエンス・グランプリ」表彰式

新年早々に、「サイエンス・グランプリ」(小学生・中学生理科大賞)の表彰式が、科学技術館で開催された。サイエンス・グランプリは、次代を担う子供たちの理科・科学教育の振興を目的として、1都8県の小学4～6年生、中学1～3年生を対象に、理科に関する夏休み自由研究を募集し、優れた研究作品を表彰する催しだ。東京電力㈱の主催で毎年実施されており、15回目を迎えた。今回は小学生の部38,368点、中学生の部28,229点の応募があり、審査委員長の有馬朗人先生が挨拶で述べられたとおり『子供たちは理科離れていない』実態を証明するものとなった。各地区での審査、グランプリ審査を経て優秀作品が選ばれ、この日表彰された。

小学生の部は栃木県那須塩原市槻沢小学校の小川謙士君(6年)・真央さん(2年)兄妹の共同研究「コメツキムシのジャンプ」、中学生の部は東京都中野区立北中野中学校2年の大月綾乃さんの「車いす革命」が、最優秀作品に選ばれ、文部科学大臣賞・最優秀グランプリ賞が贈られた。作品内容を詳しく紹介する紙数がないのが残念だが、どちらも発想がユニークで、実験を繰り返した研究である点に特徴があった。

さらに表彰式に続いて行われたグランプリ受賞者の研究発表が、素晴らしい出来栄であった。また第4回中学生の部グランプリ受賞者で、現在は東京大学大学院で半導体の研究をしている庄司良子さんが、先輩受賞者として後輩たちに行った記念スピーチもまた素晴らしかった。科学技術者のコミュニケーション能力、プレゼンテーション能力が問われる昨今だが、次代のその能力の高さには驚かされるとともに、大いに頼もしく感じた。

この表彰式イベントに、私はゲストとして、HONDAのヒューマノイドロボット ASIMO とともに招かれ、ASIMO はデモンストレーションを、私はトークショーを担当した。サッカーボールを蹴るなど、一段と進化した ASIMO のデモを目の当たりにして、表彰式の緊張も緩和され会場は大いに盛り上がった。

私のトークは、堅苦しくなく、会場も参加できるものをとの要望だったので、画像を多く使い、ところどころ

にクイズもまじえた『ライト兄弟成功の秘密』というもの。1903年に人類初の動力飛行に成功したライト兄弟を、五つのキーワードで読み解き、その成功の秘密をみんなで考えようという趣旨だった。

ライト兄弟成功のキーワード

ライト兄弟成功の秘密、1つ目のキーワードは「熱意」だ。夢を実現したいという強い想いである。父親が巡回牧師というライト家は豊かとはいえず、兄弟の学歴も高校中退だったが、いつか空飛ぶ機械を作りたいという夢、その熱意は環境によって萎えることはなかった。

兄弟は少年時代から工作に優れていたようで、創意工夫の才があった。協力して雪遊びのソリや、当時、子供たちに人気のあったカイト(凧)を自作したり、ヘリコプタ型の飛ぶ玩具を複製したりしたエピソードが知られている。父は不在がちだったから、兄弟は母の影響を強く受けた。母親は裁縫の内職をしていたが、仕立てに必要なのは型紙だ。兄弟は母親の仕事から、正確に製図すれば正確にモノが作れることを学んだ。ソリやカイトの自作も、図面を引いて試行錯誤した成果だった。

飛ぶことを夢見ながら、兄弟は十代で社会的に自立する。まず印刷業(弟のオーヴィルが印刷機を自作した)、続いて自転車修理業を始める。19世紀末は前輪と後輪が同サイズで、ゴムタイヤを使う実用的な自転車が登場した時期で、自転車は流行の先端技術でもあった。ライト自転車商会の修理技術は評判となり、壊れたり古くなったものをリサイクルした中古自転車の売れ行きも好調で、兄弟はこのビジネスで成功をおさめる。この自転車屋を経営しながら、兄弟はいよいよ夢の実現に向かって動き出す。

そこで第2のキーワードは「準備」である。空飛ぶ機械の実現は、当時の世界のトレンドで、欧米をはじめ日本を含む各国に空飛ぶ夢に憑かれた人々がいた。アメリカでも、軍や政府の支援を受けた第一線の学者を筆頭に、さまざまなドリーマーたちがフライング・マシーンに挑戦していた。そこに兄弟は知識も資金力も不足なまま参戦したのだったが、そのための準備は徹底していた。

まず世界初のグライダー飛行に成功したドイツのリエンタールの翻訳本をはじめ、スミソニアン協会などから入手できる限りの文献・資料を集めた。疑問点は、一流の学者や研究者に直接手紙を書いて教えるを請うた。収集した資料をもとに、カイトから発展させたグライダーを設計し、実験を重ねたが期待した性能は一向に得られない。実は先人たちの論文やデータには、間違いや不正確なものが多かったのだ。ブレイクスルーは、自らの学習にしかない。兄弟は今でいう航空工学や航空力学に独学で挑み、試行錯誤の実験の繰り返しによって学習した。

空気の流れと翼型を研究するために必要なのは風洞(ウインド・トンネル)だ。兄弟はこれを自作した。この風洞は現在も残されているが、40×40×150センチほどの両端を開けた木箱だ。この中にさまざまな断面の翼型やグライダーの模型を置き、整流された空気を送り込んで、揚力と抗力、さらには翼の迎え角のデータを収集した。

そのデータに基づきグライダーを製作し、滑空実験を開始することになったが、まず必要なのが実験場所だった。実物大の滑空実験のためには、見物人に邪魔されない広い場所が必要だし、何より風の状態が重要だ。そこで兄弟は気象局に手紙を書き、アメリカ国内で一定の強風が吹く気象観測所の一覧表を入手する。こうして実験に理想的な場所として、故郷のオハイオ州デイトンから遠く離れたノースカロライナ州キティホークを選び、現地の測候所から詳細な風況のデータを提供してもらった。

キティホークは、大西洋岸に突き出た南北に細長いアウターバンクと呼ばれる砂州の半島にある、人里離れた漁村だ。現在は国立ライト兄弟記念公園として整備され、一帯は芝生に覆われているが、当時は果てしない砂浜の広がりだった。グライダーの滑空実験を繰り返したキルデビルヒルという砂地の丘も、現在は芝生で覆われ、頂上には記念碑と兄弟の胸像が建っている。

キーワードの3つ目は「実験」。準備段階でもさまざまな実験が繰り返されたが、フライング・マシーンへの道は、まず紐付きのボックスカイトを地面から操作する実験から始まり、人が乗れるグライダーに発展した。兄弟が優れていたのは、ただ単にジャンプの延長として飛ぶだけでなく、機体をコントロール、つまり操縦することを最初から考えていたことだ。

キルデビルヒルでの滑空実験は、1900~02年のあしかけ3年間で1,000回以上に達したが、その中で彼らは飛行の3軸制御を実現する。縦揺れ(ピッチング)、横揺れ(ローリング)、片揺れ(ヨーイング)のモーメントを、水平舵、ねじれ翼、垂直尾翼を備えることで制御することに成功したのだ。

こうして第4のキーワード「実行」、つまり動力飛行に挑む。まず必要なのはエンジンだが、希望するような馬

力があって軽量小型のガソリン・エンジンは存在しなかったところから、兄弟は自動車のエンジンをサンプルに、航空機用エンジンを自作した。必要なものは何でも自分たちで作ってしまうのが、兄弟の特徴でもある。

飛行にあたっては、ユニークな発想で取り組んだ。飛行の実現を第一義に考え、離陸にはカタパルトを利用した。機体は地面に敷かれたレールに乗せられ、重力を利用したシンプルなカタパルトで発進、レールを滑ってエンジン推力で離陸する。着陸装置には、車輪ではなくスキッド(ソリ)を使用した。砂地での着陸を安全に、スムーズに行う工夫だった。離陸後は、グライダー実験で実現した3軸制御と、身に付けた操縦技術で飛行する。

こうして1903年12月17日、ライト兄弟は人類初の動力飛行に成功した。コイントスで操縦の順番を決め、世界初の動力飛行は弟のオーヴィルが行った。兄弟は交代で操縦し、この日4回の飛行に成功した。

「用意周到」はイマジネーション

最後の、そしてここまでのキーワードすべての基調をなす、ライト兄弟成功のキーワードが「用意周到」だ。

ライト兄弟の「用意周到」は、成功後までをすでにイメージしていた。兄弟は、歴史的瞬間の証人、証拠写真の撮影、新聞社への連絡を用意していたのだ。

兄弟の成功には、キティホークの数少ない住民の協力が不可欠だった。滑空実験などに協力してくれたのは、水難救助所のクルー、漁師の家族、測候所の職員だった。飛行の歴史的瞬間は写真に撮られたが、離陸時に機体の主翼端を支えて伴走するウイルバーに代わって、シャッターを切ったのは地元の協力者だった。この撮影者は、歴史の証人ともなった。飛行の成功を知らせるため兄弟は電報を打ったが、その電文は測候所からノーフォークの気象台へリレーされ、そこからウエスタン・ユニオン電報会社へ伝えられて、デイトンの父親に電報が届けられた。電文には、新聞社への通知を請うとあった。

ライト兄弟の「用意周到」とは、つまりはイマジネーションである。さまざまなシーン、あらゆる状況を想像・想定して、用意周到に準備し実行した。創造力が科学技術者に必須なのはもちろんだが、想像力(イマジネーション)もまた不可欠の資質だと思う。「ほどほどでよい」や「内向型」の発想では、新しい地平は拓けない。いわゆる「仕分け」の発想からは、夢を描くことも実現することもできないと思う。

サイエンス・グランプリでのトークは、科学技術に関心を持つ子供たちへのエールだったが、それをこの小文で紹介したのは、異分野からのヒント、あるいはエールを意図したからだ。科学技術全般に共通するメタファー(暗喩)として、これらのキーワードを披露してみた。原子力分野に携わる皆さんには、どんなふうに取り取ってもらえるだろう。(2010年 2月26日 記)



核不拡散・核セキュリティ体制の強化と我が国の役割



木村 直人(きむら・なおひと)

文部科学省 研究開発局
核不拡散・保障措置室長
東京大学理学部卒、文部科学省(科学技術庁)に入省。原子力研究開発を担当する業務などに従事。在英国日本大使館科学担当書記官、科学技術政策担当大臣秘書官などを経て、2009年10月より現職。

1. はじめに

世界の核不拡散体制の強化の機運が高まる今日、日本は戦後一貫して原子力の平和利用を行ってきました。文部科学省は、現在まで、日本のすべての原子力施設や大学などにおいて平和利用を確認するための手段である保障措置活動を一貫して行ってきました。この4月からは、NPT体制を着実に強化していくために科学技術の視点から何ができるかを総合的な視野から検討するため、核不拡散・保障措置室が設置されました。本稿では、最近の核不拡散・核セキュリティを巡る動きと文部科学省における取組みについてご紹介します。

2. 核セキュリティサミット

4月12日及び13日、季節外れの寒さと厳戒な警備体制の中、米国ワシントンDCにおいて初の核セキュリティサミットが開催され、オバマ大統領を議長に、我が国から鳩山総理、メドヴェージェフ露大統領、胡錦濤中国国家主席、サルコジ仏大統領等、47か国及び3国際機関の代表が出席しました。「核セキュリティ」という特定のテーマで各国の首脳レベルがここまで集結するのは恐らく始めてのことではないかと思えます。

核セキュリティ強化への大きな動きについては、2009年4月のオバマ大統領によるプラハ演説から始まりました。フラチャニ広場における「核なき世界」演説により、核兵器のない世界の平和と安全を追求する決意を訴えます。さらに、7月のイタリア・ラクイアにおけるG8首脳会合においては、「不拡散に関するラクイア声明」が発表されました。

このような核不拡散にかかる国際社会の潮流は、2009年の後半に入り、より大きなものとなります。9月25日には、核軍縮・不拡散をテーマとしたはじめての国連安保理首脳会合が開催され、鳩山総理はスピーチの中で、日本が非核三原則を堅持し、核廃絶に向けて先頭に立つ旨を訴えるとともに、原子力の平和利用にあたり、保障措置(Safeguards)、核セキュリティ(Security)、原子力安全(Safety)という、いわゆる3Sについて、最高レベルの水準を遵守することが必要であると訴えています。またこの安保理サミットにおいては、「核なき世界へ」と題した決議が採択され、すべての人々にとって、より安

全な世界を追求し、核兵器のない世界に向けた条件を構築することが約束されました。その後、鳩山総理は、11月に来日したオバマ大統領との日米首脳会談後に「核兵器のない世界」に向けた日米共同ステートメントを発表しました。その後もサミットに向けての準備は進み、サミットの4日前には、プラハにおいて、米ロ両首脳が核兵器の削減に向けた次期START計画に署名するなど、雰囲気盛り上げながらサミット当日を迎えました。

(1) ナショナル・ステートメント

初日は、「核テロ及び不正取引」をテーマとして議論されました。我が国は鳩山総理から、非核兵器国の道を進むことが唯一の被爆国としての我が国の道義的責任であると考え、核廃絶の先頭に立ってきたことを述べるとともに、核テロ防止に貢献するためのイニシアティブとして、

- (1) 日本原子力研究開発機構に、アジア諸国を始めとする各国の核セキュリティ強化のためのセンター(「アジア核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(仮称)」)を設置。核不拡散・核セキュリティにかかる人材育成、キャパシティ・ビルディング、人的ネットワーク構築に貢献、
- (2) 核物質計量管理の高度化に資する測定技術や不正取引等された核物質の起源の特定に資する核検知・核鑑識技術の開発に関し、日米で研究協力を実施。今後、3年後を目途に、より正確で厳格な核物質の検知・鑑識技術を確立し、国際社会と共有することにより、国際社会に対して一層貢献すること、
- (3) 国際原子力機関(IAEA)核セキュリティ事業への人的・財政的貢献(約600万ドル規模)、
- (4) ベストプラクティス共有のため、世界核セキュリティ協会(WINS)会合の本邦開催

の4つの協力措置を表明しました。この協力措置についてはナショナル・ステートメントという形で各国に配布されました。ステートメントではこのほかに、今後、核解体、原子力の平和的利用を進める上で、核セキュリティの確保が重要であることを指摘するとともに、「4年以内に脆弱な管理下にある核物質の管理を徹底する」

とのオバマ大統領のイニシアティブを支持しました。さらに、地下鉄サリン事件として、我が国もテロを経験したことにふれた上で、テロの脅威について絶えず警鐘を鳴らすことの重要性を述べ、我が国が国内・国際的に実施してきた取組を紹介しています。

(2) コミュニケの採択

翌13日は、核セキュリティの向上及び不正取引防止のための国内措置、核セキュリティにおけるIAEAの役割、核セキュリティの向上及び不正取引防止のための国際措置を議題として意見交換が行われました。天野IAEA事務局長は、核セキュリティ分野におけるIAEAの活動実績を紹介するとともに、IAEAを強化すべき必要性を発言し、これに対して、多くの国より、IAEAの活動を支持し、IAEAは必要な権限と資源を有するべきとする旨の発言が行われました。サミット終了に際し、参加国首脳は、核テロ対策の強化に向けた具体的措置の必要性を認識で一致し、今後、取り組むべき措置等について記したコミュニケ及び作業計画を採択しました。なお、次回のサミットは、2012年に韓国で開催することになりました。

コミュニケの概要(本文)

1. 核兵器に使用されている核物質を含むすべての核物質及び原子力施設に対する効果的なセキュリティの維持については、国家の基本的責任を確認。
2. 核セキュリティの向上のため、国際社会として協調的に作業し、必要に応じて支援の要請及び提供を行うよう要請。
3. 高濃縮ウランと分離プルトニウムには特別な予防措置が必要。技術的・経済的に実行可能な場合における高濃縮ウランの使用最小化を奨励。
4. 既存の国際約束の完全履行奨励。未参加の国際約束へ早期加入に向けて行動。
5. 核物質防護条約及び核テロ防止条約を支持。
6. IAEAの重要な役割を再確認。IAEAの核セキュリティに関する活動の実施に必要な資源等を確保するよう行動。
7. 国連及び核テロ対抗グローバル・イニシアティブ等の貢献を認識。
8. キャパシティ・ビルディング及び技術開発のための国際協力の必要性を認識。
9. 核物質不正取引防止のための協力の必要性を認識。核検知等の情報共有合意。
10. 民間を含む原子力産業界の役割を認識。
11. 原子力エネルギーの平和利用の権利を侵害しない核セキュリティ実施支持。
12. 放射線源管理の奨励。

3. 文部科学省における取組

文部科学省では、昨年11月の鳩山・オバマ共同声明を受け、エネルギー省(DOE)との間で具体的な協力に向けた協議を続けてきましたが、基本的な枠組みの方向性が決まったことから、サミットの機会をとらえて、DOEとの間で覚書を締結し、核不拡散、保障措置、核セキュリティ分野の協力を進めていくこととしました。具体的には、(1)原子力新興国における保障措置システムの構築や、核セキュリティ等に関する人材育成の基盤支援、(2)日米両国がそれぞれ実施しているIAEA技術支援プログラムの連携、(3)新たな保障措置技術に対応した我が国査察官のトレーニング等を実施することとして、共同プロジェクトやセミナー、ワークショップを通じた科学技術情報の交換及び人材育成を対象として協力を進めていくこととしています。ナショナル・ステートメントで発表された、アジア総合支援センターや、核物質測定、核検知・鑑識技術の推進も、この日米協力をてこにして進めていきたいと考えています。

これらの分野における技術開発、特に核セキュリティや核鑑識に関する取組は、我々もほとんど未経験の分野です。多岐にわたる関係者が緊密な連携の下、目標を共有して進めていく体制を、適切な調整メカニズムの下、構築していかなければなりません。

4. おわりに

核不拡散を巡る世界の動きは、今年に入っても、より一層大きくなってきています。本誌が発行される頃には、2010年NPT再検討会議も閉幕し、今後の核不拡散体制の強化に向けた方向性が出されているはずです。日本は、現行のNPT体制の下で果たしてきた役割と経験を、積極的に国際社会に還元していかなければなりません。今後、我が国が本分野における国際的な議論をリードしていくためにも科学技術による貢献が重要になることは論をまちません。この点においても文部科学省の果たす役割は極めて大きいと、改めて身の引き締まる思いです。核不拡散・保障措置室では一層の努力をしまいる所存ですので、ご支援をよろしくお願いいたします。

(本稿において、意見にかかる部分は筆者の個人的見解であることを申し添えます。)

(2010年 4月23日 記)

会 告

会 員 各 位
(推薦会員・正会員・賛助会員)

平成22年 6 月

「第52回通常総会」のご通知

下記により、「第52回通常総会」を開催いたしたく、会員各位には多数ご出席下さいますよう、ご通知かたがたお願い申し上げます。総会の議決権は代議員にありますが、会員は総会に参加し、意見を述べることができます。

- 日 時 平成22年 6 月18日(金) 13:15~14:30
- 場 所 航空会館(501・502会議室)
東京都港区新橋 1 - 18 - 1 (TEL 03-3501-1272)
- 議 件 (1) 平成21年度事業報告
(2) 平成21年度収支決算報告および財産目録
(3) 平成22年度事業計画
(4) 平成22年度収支予算
(5) 一般法人への移行方針について
・日本原子力学会定款, 細則
・スケジュール(10月目途で申請)
(6) 平成22年度新役員の選任
(7) 平成22, 23年度代議員の選任および代議員の任期について
(8) 推薦会員の推薦



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。

「もんじゅ」が14年ぶりに試験運転を再開

福井県敦賀市にある日本原子力研究開発機構の高速増殖原型炉「もんじゅ」が5月6日、14年5ヶ月ぶりに試験運転を再開した。原子力機構では今後、7月下旬までかけて炉心確認試験を実施。来年には出力を定格の40%まで上げてプラントの確認試験を行った後、2012年から出力上昇運転に入り、13年から本格運転に入る予定。

「もんじゅ」は1995年に冷却材のナトリウムが漏

れ、その際にビデオ隠しが社会問題となり、運転停止が長期化していた。なお原子力機構では05年に改造工事を始め、国は今年3月までに安全性を確認する評価を終了。また福井県の西川一誠知事は4月28日に運転再開を了承し、これをうけて原子力安全・保安院が5月3日から5日にかけて、最終の検査を行っていた。

「環境の時代」に期待される原子力安全—原子力安全白書、社会的変化への対応を特集テーマに

原子力安全委員会は3月30日に、平成21年版の原子力安全白書を公表した。白書では、10年前のJCO臨界事故を始め、原子力の安全確保の取組みに大きな影響を与えた事故や不祥事、自然災害など、これまでの10年の経験と教訓を振り返るとともに、地球温暖化問題など環境への認識の高まりや諸外国での原子力発電所の導入や建設の拡大など、近年の原子力安全を取り巻く環境の変化を整理し、これからの10年を見据えて取り組んでいくべき課題をまとめた。

その課題の1つとして、既設の原子力施設の安全に関しては、IAEAの報告書にあるように、原子力の安全確保によって十分な運転実績を積み重ねてきたところであり、また、技術面で稼働率の向上や出力の向上などの利用の高度化や運転長期化によって、環境の時代に期待される役割に応えていくこと

が可能と指摘されており、新検査制度によって、より一層の安全確保と信頼性の向上が今後必要になってくるとしている。

その他、原子力施設のバックチェック等による耐震安全性の向上、使用済燃料の中間貯蔵や再処理による核燃料サイクル・放射性廃棄物の安全確保、人材育成、国際協力など、個別の課題への着実な対応を実施するとともに、関係者が共通して留意しておくべき問題意識として、JCO臨界事故の原因の1つにあったように、あらかじめ定められたことが守られない可能性があることを認識し、個人レベルで使命感の強化や人材育成等による能力の向上を図るだけでなく、できるだけ人為の介在しない仕組みの構築にも取り組んでいくことが重要であるとしている。

(資料提供：原子力安全委員会事務局)

松江で「第43回原産年次大会」を開催

日本原子力産業協会は4月20日から22日、島根県松江市のくにびきメッセで、「エネルギー供給と温暖化対策の担い手として—原子力の将来を考える」を基調テーマに第43回原産年次大会を開催した。大

会には、日本を含む19か国・地域、3国際機関から1,060人が参加した。

大会初日、今井敬・原産協会会長が、「温暖化対策の切り札」として原子力発電の重要性を改めて強

調した上で、日本の原子力発電稼働率に関し、このほど発表された世界の原子力発電所ランキングで九州電力の川内1号機がトップであったことを挙げ、「やればできる」として、稼働率向上に全力を傾注する必要性を訴えた。さらに、日本の高度な原子力発電技術を、積極的に海外展開することにより、国際的なエネルギー・セキュリティの強化、地球規模での温暖化防止に貢献できるとし、官民挙げたオール・ジャパン体制の構築を目指すべきと述べた。

大会開催に際し、鳩山由紀夫総理大臣から挨拶(近藤洋介・経済産業大臣政務官代読)が寄せられ、その中で首相は、CO₂の排出削減達成に、「地球温暖化問題とエネルギー安定供給を同時に解決できる原子力の活用が不可欠」との考えのもと、世界規模での地球温暖化問題に対処すべく、政府として原子力産業の国際展開に積極的に貢献する姿勢を示した。

地元自治体を代表して、溝口善兵衛・島根県知事および松浦正敬・松江市長は、「県・市内に立地する原子力発電所の一層の安全確保がなされるよう求める」などの意見を表明した。

天野之弥 IAEA 事務局長は講演の中で、IAEA は原子力発電導入を検討している60ヶ国以上の国に対して、法体系・規制の枠組整備から発電所の建設・試験・運転に至るまでの全段階で支援を強化する一方、健康、農業、水資源管理などでの原子力科学の応用技術利用を促進し、今年度は途上国における放射線を利用したがん対策に注力する考えを明らかにした。

米国エネルギー省(DOE)のW. ミラー原子力担当次官補は、オバマ政権の原子力政策について講演。30年ぶりの新規原子力発電所建設に向けた政府融資保証の適用、原子力研究開発への予算増加等、低炭素エネルギーとしての原子力の推進姿勢を示した。

気候変動問題解決の切り札として原子力をどう位置づけるかを議論するセッションでは、S. メルビン駐日デンマーク大使が、環境にやさしい「グリーンフューチャー」実現のため、原子力産業と再生可能エネルギー産業がいかに補完しあえるかがカギであると訴えた。

島根県での原子力発電の40年の歴史と今後を取り上げたセッションでは、地元関係者を交え、原子力発電を推進する上での社会とのコミュニケーション等について意見が交わされた。その中で、ドイツの原発立地自治体ビプリスのH. ガウス町長は、原子力発電が地元振興に大きく貢献しているが、脱原子力政策による発電所閉鎖という不確実な将来と向き合いながら生活しているとした上で、原子力発電が世界的に見直される今、ドイツにおいても原子力・エネルギーについて事実に基づく議論が重要であると訴えた。パネル討論では、原子力発電所に地元の特色をプラスして全国に発信していく必要性、原子力そのものの安全性というより原子力発電所運営のシステムに着目しての地域の信頼確保の重要性、原子力情報を市民に分かりやすく発信するために地元大学の役割への期待——などの意見が述べられた。

(資料提供：日本原子力産業協会)

日本とカザフが協力協定、ウラン資源確保に期待

日本とカザフスタンの政府間の原子力平和利用協力協定への署名が3月2日、岡田克也外務大臣とカマルディノフ駐日カザフ大使により、東京で行われた。

カザフスタンは、オーストラリアに次ぐウラン資源を埋蔵していることから、本協定締結により、安定的な核燃料資源の確保が見込まれるほか、今後、原子力発電導入を見込む同国に対し移転される関連品目・技術の平和的利用についても、法的に担保されることとなる。

08年6月の日カザフ首脳会談(当時、福田首相)により、両国間の原子力協力協定の早期妥結に努めることで一致し、交渉が進められてきた。原子力分野では、同年5月、経済産業省とカザフエネルギー資源省との覚書も署名されているほか、昨今では、高温ガス炉、核融合などの分野で、研究機関間の連携も進められていることから、協定締結により、今後は、両国間の協力強化が一層期待されそうだ。

(同)

国と原燃，青森県に返還低レベル廃棄物一時貯蔵を要請

直嶋正行経済産業大臣は3月6日、青森県庁を訪れ、三村申吾県知事らと会談し、海外からの返還低レベル廃棄物の受入れに対する地元了解を要請した。また、合わせて、六ヶ所核燃料サイクル施設の視察も行った。

高レベル放射性廃棄物ガラス固化体についてはすでに、六ヶ所村の貯蔵管理センターで一時貯蔵が行われているが、13年以降、フランスからの低レベル廃棄物の返還が見込まれることから、日本原燃と電

気事業連合会は3月2日、青森県と六ヶ所村に対し、これら廃棄物の受入れおよび一時貯蔵施設の 신설について、協力要請を行った。

低レベル廃棄物の受入れ・貯蔵施設は12年度の着工、18年度の操業開始が見込まれていることから、竣工までの間、高レベル廃棄物貯蔵管理センターでの一時貯蔵が必要となっている。

(同)

原燃，英国から初の高レベルガラス固化体を受入れ

電気事業連合会および日本原燃は、英国からの返還高レベル放射性廃棄物のガラス固化体を3月9日、青森県のむつ小川原港に陸揚げし、施設内に受け入れた、と発表した。東京電力、関西電力、四国電力、九州電力分の各7本の計28本で、輸送容器1基で運んできた。

日本は英仏に使用済み燃料の再処理委託を行い、そこから出てくる放射性廃棄物は日本に返還されることになっている。英国からは量がかさむ低レベル

廃棄物を高レベル放射性廃棄物に換算・交換して返還されてくるため、今後、約10年かけて計920本の高レベル放射性廃棄物が輸送されてくる計画だ。

フランスからの高レベル放射性廃棄物はすべて1,310本返還済みで、今後は低レベル廃棄物(固型物収納体約4,400本、低レベルガラス固化体約28本)の輸送が2013年から行われる予定だ。

(同)

政府が温対基本法を決定，原子力推進盛り込む

政府は3月12日、地球温暖化対策基本法案を閣議決定し、4月20日から衆院で審議入りした。同法案では、エネルギーの安定供給と温暖化ガス削減のために「原子力発電の推進」を盛り込んだものの、産業界がこぞって批判してきた国民的議論不足や国民生活への影響など、今後の国会論議や具体的な法案作りの中で、明確にしていくことなどが強く求められており、掲げた高い理想と現実社会との整合性、国際合意取付けへの困難な道のりが予想されている。

鳩山首相が国連演説で、すべての主要国による公平かつ実効性のある国際的な枠組みの構築と意欲的な削減目標の合意を前提に、日本の温室効果ガスの排出量を2020年までに25%削減すること、さらに長期的な観点から2050年までに80%削減することを表明したことを受けて、同法案は原子力をはじめ「あらゆる政策を総動員」することにより、目標を達成するため、地球温暖化対策の基本的な方向性を明示

した。

これらの目標を実現するための「基本的施策」の一つとして、「原子力に係る施策等」(第16条)を掲げ、温室効果ガスの排出量がより少ないエネルギー源への転換を促進するため、「特に原子力に係る施策については、安全の確保を旨として、国民の理解と信頼を得て、推進するものとする」との表現が盛り込まれた。

「革新的な技術開発の促進等」(第19条)では、国は地球温暖化の防止や適応技術の高度化や有効活用を図るために、①再生可能エネルギーの利用、②安全確保を基本とした原子力発電、③エネルギー使用の合理化、④燃料電池、⑤蓄電池、⑥二酸化炭素の回収・貯蔵——に関する革新的技術の開発・普及を促進する施策を講ずる、としている。

同法案の目的では、経済の成長、雇用の安定、エネルギーの安定供給の確保を図りつつ、人類共通の

課題である地球温暖化対策のために、「思い切った脱化石燃料化」をねらっている。

そのため、国内排出量取引制度の創設(施行後1年以内を目途に成案)をうたい、地球温暖化対策税の2011年度からの実施に向けた検討を行うとしている。温室効果ガスの限度を定める方法は、総量規制を基本にしつつ、生産規模1単位当たりの排出量を

限度とする方法についても検討を行うとしている。

また、太陽光、風力、水力、バイオマスなど再生可能エネルギーの供給目標を、05年実績の5.9%から20年までに10%に高めることを目標に掲げ、再生可能エネルギーからの発生電気の全量固定価格買取制度の導入も講ずる、ことを盛り込んだ。

(同)

内閣府が「科学技術と社会」世論調査、原子力などの不安が減少

内閣府が3月15日に発表した「科学技術と社会に関する世論調査」(1月実施)によると、科学技術を前向きにとらえる世相が強まっていることが浮き彫りになった。

有効回答数は全国1,916人。

科学技術に関する情報をどこから得ているか聞いたところ、テレビ87.1%、新聞・雑誌58.8%、インターネット21.8%、ラジオ12.2%、家族や友人との会話10.1%、書籍9.2%の順となった。

科学者や技術者から話を聞いてみたいか聞いたところ、「聞いてみたい」61.8%、「聞いてみたいとは思わない」37.8%だった。聞いてみたい分野は、地球環境問題61.7%、生命に関する科学技術や医療技術57.3%、食糧問題52.5%、エネルギー問題は47.5%で4位、次いで宇宙・海洋開発44.5%の順となった。07年12月の前回調査と比較すると、生命に関する科学技術や医療技術が52.4%から4.9ポイント上昇している。

科学技術の進展により、「社会や生活の安全性」が向上したと思うかと聞いたところ、「向上した」が84.2%、「向上していない」とする者が11.2%となった。

一方、科学技術のどのようなことに不安を感じるかを聞いたところ、地球環境問題が50.7%、「遺伝

子組換え食品、原子力発電などの安全性」が50.2%と高く、以下、「サイバーテロ、不正アクセスなどのIT犯罪」43.8%、「クローン人間を生み出すこと、兵器への利用などに関する倫理的な問題」42.3%などの順となった。前回調査と比較すると、地球環境問題が57.0%→50.7%、「遺伝子組換え食品、原子力発電などの安全性」が59.7%→50.2%、「サイバーテロ、不正アクセスなどのIT犯罪」が51.7%→43.8%と不安を感じる人の割合が減っている。

「日本が国際的な競争力を高めるためには、科学技術を発展させる必要がある」かを聞いたところ、「そう思う」86.7%、「そう思わない」9.4%。「日本の学校での理科や数学の授業は、生徒の科学的センスを育てるのに役立っている」かを聞いたところ、「そう思う」48.2%、「そう思わない」42.1%と拮抗した。

さらに、「資源・エネルギー問題、環境問題、水、食糧問題、感染症問題などの社会の新たな問題は、さらなる科学技術の発展によって解決される」という意見についてどう思うかを聞いたところ、「そう思う」が75.1%、「そう思わない」が18.9%で、肯定的な答えが圧倒的に多く、期待を含め、科学技術への信頼感が高いことが浮き彫りになっている。

(同)

東芝が米ベンチャーと、100年間の継続運転も視野に入れた革新炉開発へ

東芝は3月23日、米国原子力開発のベンチャー企業テラパワー社と協力して、約100年間、燃料交換せずに運転継続できる高速炉 TWR 炉の開発を行うとの一部の報道に対して、「当社からの発表ではな

い」としながらも、テラパワー社との技術協力の可能性について検討を開始していることは認めた。同社では、今後の開発や投資については、具体的に決定した事実はない、としている。

東芝は、独自に小型のナトリウム冷却高速炉として、燃料交換を必要とせず30年間運転でき、冷却材のナトリウムを駆動部のない電磁ポンプで移送し、緊急時にも自然通風で炉心崩壊熱の除去を行う4S炉(電気出力1万kW, 5万kW)を開発し、米NRCとの予備的折衝を重ね、今年、正式に型式認証申請を行うことを目指している。

テラパワー社は米国の技術革新起業組織のインテレクチュアル・ベンチャー社の子会社で、同社の原子力関係スピン・オフ・プロジェクトという位置付け。このインテレクチュアル社を創設したのが、元マイクロソフト社・技術担当責任者のN・ミアボルド氏で、マイクロソフト社の創業者であるビル・ゲイツ氏の部下だった人物だ。

ゲイツ氏は2月中旬、カリフォルニアで開催されたTED会議(普及価値のある技術等に関する識者の講演会)に登壇し、これまで自身の財団を通じて行ってきたマラリアなどのワクチン開発慈善活動に加え、世界を飢餓や貧困から救うためのエネルギー技術革新に取り組みたいと発言していた。

その中で同氏は、地球温暖化防止に役立つ安価でクリーンなエネルギーは、原子力が最も有望だと強調。そのための手段としてTWR(Traveling Wave Reactor: 進行波炉)の開発を提唱し、TWRの実行可能性や開発コストなどエンジニアリング調査を進めているテラパワー社の主要オーナーとなっている。

(同)

原産の動画配信のご案内

原産協会では、原子力関係の情報を毎月、動画配信(インターネット・テレビ)「Jaif Tv」として、原産協会ホームページ(<http://www.jaif.or.jp/>)から、無料でお届けしている。

2010年3月～5月の番組は以下の通り。

- ・東京電力柏崎刈羽原子力発電所の現状―「災害に強い世界に誇れる発電所」(3/15公開)
- ・世界に誇る日本の原子力発電技術(4/15公開)
- ・「第43回原産年次大会」レポート(5/17公開予定)

(同)

スーパーカミオカンデでJ-PARC加速器からのニュートリノを初めて検出―ニュートリノの性質の解明めざすT2K実験が進展

T2K実験グループは2月24日、茨城県東海村にある大強度陽子加速器施設J-PARCのニュートリノ実験施設で発生させたニュートリノを、295km離れた岐阜県飛騨市神岡町の検出器スーパーカミオカンデで検出することに成功した。

この実験は、ニュートリノビームがJ-PARCからスーパーカミオカンデに移動する間に、別の種類のニュートリノに変わる「ニュートリノ振動」と呼ばれる現象を高感度で測定することにより、ニュートリノの質量や世代間の関係など未知の性質の解明をめざすものである。東海村(Tokai)と神岡町(Kamioka)の頭文字を取って「T2K実験」と名付けられている。

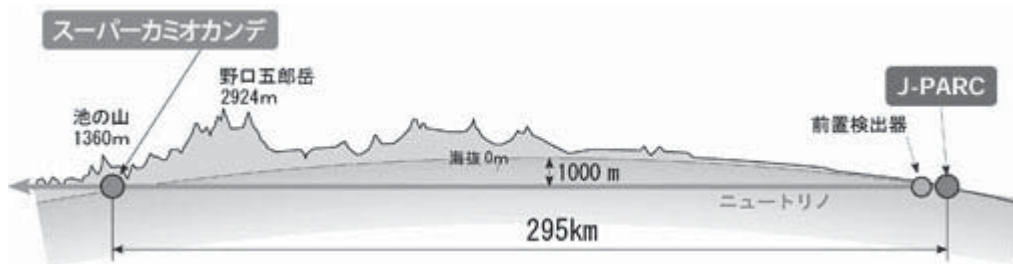
同グループでは昨年4月に、ニュートリノビームの初生成に成功。11月にはJ-PARC内にある前置検出器においてニュートリノの初検出に成功してい

た。さらに今年からはニュートリノビームを本格的に神岡に送り始め、今回のニュートリノ初検出に至ったものである。

今後は、加速器からのビームをさらに増強してスーパーカミオカンデでニュートリノ反応の観測を続け、世界最高感度での新しいタイプのニュートリノ振動の探索などの研究を進める予定である。

T2K実験の最大の目標は、まだ見つかっていない新しいタイプのニュートリノ振動の発見で、それをめざして世界では熾烈な国際競争が行われている。なお今回の実験で、スーパーカミオカンデやJ-PARCの高い性能が確認されたことにより、未発見の現象を世界に先駆けて観測することが期待される。

J-PARCは大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構(高エネ研)と独立行政法人日本原子



力研究開発機構(原子力機構)とが共同で建設した複合型の研究施設で、ニュートリノ実験施設、ハドロン実験施設、物質・生命科学実験施設から構成されている。

(参考：<http://www.jaea.go.jp/02/press2009/p10022501/index.html>)

(資料提供：J-PARC センター)

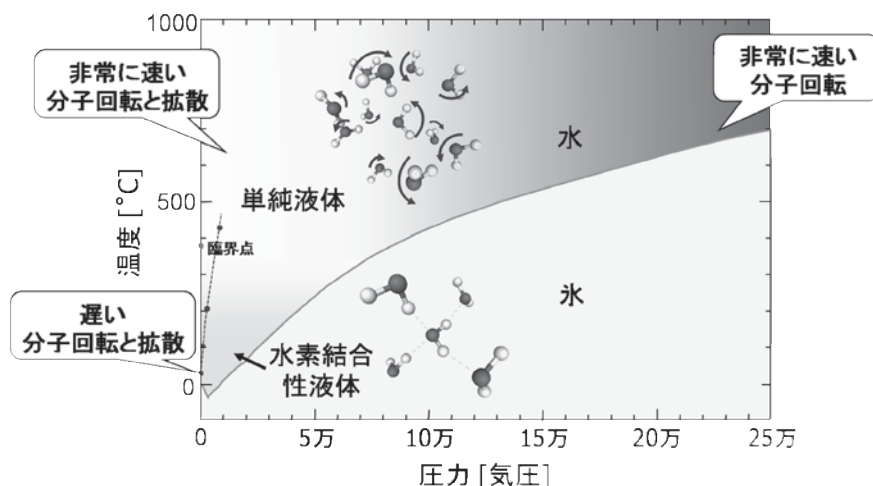
水の新たな姿を明らかに—水の不思議な性質の解明にまた一歩前進

原子力機構の量子ビーム応用研究部門の池田隆司研究副主幹と片山芳則研究主幹らは、高温下での水の構造の解明に成功し、通常の水とは異なる新たな姿を明らかにした。これは大型計算機を用いた第一原理分子動力学計算と「大型放射光施設 SPring-8」を用いた放射光 X 線回折実験による研究成果である。

水は私たちに最も身近な液体であるが、他の液体とは違った性質を示す特殊な液体である。たとえば普通の液体は温度の上昇とともに膨張するが、水は 0 度から約 4 度までは収縮する。また、同じような重さの他の分子からなる液体と比べ、非常に高い温度まで沸騰しない。これは、水は隣り合う水分子の間に水素結合を形成するため、液体中の分子配列に

固体状態である氷に類似した秩序が残るからだと考えられている。しかし、このような特殊な配列がさらに高温でどう変化するかは、その解明に密度を一定にしておくための高い圧力が必要であるため、よくわかっていなかった。

今回、研究チームは、通常の水と同じ密度でも高温高圧下では分子が極めて高速に回転するため、水素結合が安定に形成されず、分子の配列が普通の液体のようになることを理論的な計算によって明らかにした。さらに、大型放射光施設 SPring-8 で、1 万気圧近い圧力を加えて、密度を通常の水と同じに保ったまま 400 度以上の高温条件を実現して X 線回折実験を行うことに成功し、このような配列を実験で確かめることができた。本成果は、高温高圧の地



水の温度—圧力相図の概略図(黒色の球は酸素原子、白色の球は水素原子を表す)

球内部で物質の分解・合成に重要な働きをしていると考えられている水の役割の解明に役立つと期待される。

(参考：<http://www.jaea.go.jp/02/press2009/p10032902/index.html>)

(資料提供：日本原子力研究開発機構)

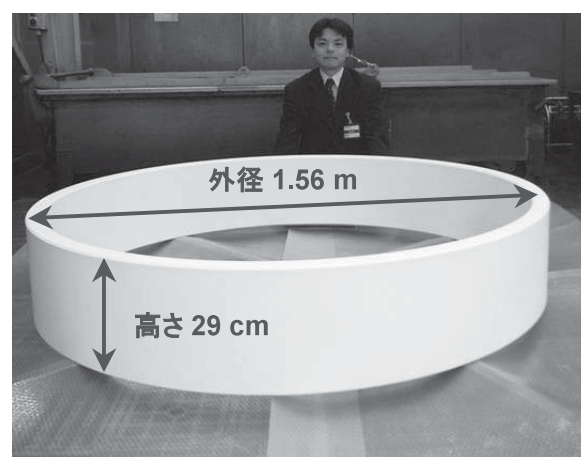
世界最大の高純度セラミックリングの絶縁性能を実証 —100万ボルト加速器を用いた ITER のプラズマ加熱装置開発が大きく前進

京セラ(株)と日立原町電子工業(株)、原子力機構の3社は、国際熱核融合実験炉 ITER の中性粒子ビーム入射装置(NBI)に用いる大型絶縁体(=写真)を試作し、高電圧絶縁試験を行った結果、ITER で要求される絶縁性能を世界で初めて実証した。

核融合反応でエネルギーを持続的に取り出すには、1億度以上のプラズマを実現する必要がある。そのためにはプラズマ自身に電流を流して加熱するジュール加熱だけでなく、外部からエネルギーを追加(追加熱)する必要がある。NBI は追加熱の手法の1つであり、高エネルギーの中性粒子ビームをプラズマに入射し、プラズマを加熱する。

ITER NBI では、100万ボルト加速器で負イオンを加速し、電気的に中性なビームに変換してプラズマに入射する。この100万ボルトの高電圧を絶縁するために、セラミックリングを5段重ねにした絶縁体が必要となる。この絶縁体の内部には加速器の運転に必要な多数の配線・配管を互いに絶縁して配置するため、外径1.56mという大きさが必要である。しかしながら、従来の技術で製作できるセラミックリングは、外径1m程度が限界であった。さらに、真空とガスの境界にもなるこのセラミックリングは、金属製リングと接合して密閉する必要があるが、その接合は非常に困難であった。

このため、原子力機構は京セラと共同で、新たな大型セラミックリング成形法を開発して、世界最大口径の高純度セラミックリングの製作に成功した。さらに、日立原町電子工業と共同で、大きなリング



状の接合面に接着剤の役割を果たす金属を均一に溶け込ませる機器を開発することにより、コバルト(ニッケル合金)製の接合用金属リングと大口徑セラミックリングのロウ付け接合に成功した。

また、原子力機構は、これまでの100万ボルト加速器開発で培った技術を応用して、金属と絶縁物の接合部を起点とする放電を抑制する電界緩和部品を開発した。これを絶縁体内部に取り付け高電圧絶縁試験を行ったところ、セラミック1個当たりの定格電圧を20%上回る直流24万ボルトを1時間以上安定に保持することに成功し、ITER で要求される絶縁性能を世界で初めて実証した。

(参考：<http://www.jaea.go.jp/02/press2009/p10031701/index.html>)

(資料提供：京セラ(株)、
日立原町電子工業(株)、原子力機構)

海外情報 (情報提供：日本原子力産業協会)

[ウクライナ]

IAEA, ウクライナ炉の安全性は国際基準に合致と評価

ウクライナ国営電力のエネルゴアトム社は2月19日、同国が欧州委員会(EC)と国際原子力機関(IAEA)と協力して実施した安全性評価により、同国内の原子力発電所の安全性が確認されたと発表した。

この審査は、同国とEUが締結したエネルギー協力に関する了解覚書(MOU)の中で実施が明記されていたもの。国内15基の原子炉が国際的な安全基準を満たしていることを確認するため、ウクライナおよび2国際機関の専門家が1年間にわたって行った。評価分野は、同国の既設原子炉の①設計、②操作性、③放射性廃棄物、④規制問題で、これまでにIAEAの運転安全性レビューチーム(OSART)が同国で行った14回の審査の結果が十分考慮されているとの評価を受けた。

設計面での不適合は認められず、192のIAEA要求項目のうち少なくとも172件が完全に満たされていた。また完全でなかった要件に関しては改善プログラムがすでに進行中で、これらが完了すれば国際的な安全基準に合致するものと判断されている。また、操作面での安全性も、他国の原子炉と同様、国際的な基準に対して「ほぼ完全に整合している」との評価結果だった。

[リトアニア]

意識調査で7割が原子力支持

リトアニア原子力発電安全検査局(VATESI)はこのほど、同国民の原子力に対する意識調査結果を公表し、73%が原子力発電所の安全な運転は可能であると回答したことを明らかにした。

同国は昨年末、総電力需要の約7割を賅っていた唯一の原子炉であるイグナリナ原子力発電所2号機(136万kW, RBMK)を閉鎖。欧州連合(EU)に加盟する際に課されていた条件を忠実に守った。VATESIではこれに先立つ昨年10~11月、世論調査

会社のバルチック社に依頼し、15~74歳までの国民1,000名を対象に原子力発電や廃棄物に対する認識を調査。2006年10月に欧州委員会(EC)のユーロパロメータ社が実施した調査の結果と比較した。

VATESIがこれから着手するイグナリナ発電所の廃止措置活動や、同発電所の代替電源として同じ敷地内に計画しているピサギナス発電所の建設について、世論の動向を探ったものと見られる。

それによると、「原子力発電所を安全に運転することは可能だ」とするリトアニア国民の割合は、06年調査の69%から4ポイント上昇して73%になった。放射性廃棄物に関しては、回答者の半数以上が「安全に貯蔵・輸送することができる」と回答。項目別の設問では、56%が安全管理に、59%が輸送に同意したとしている。

また、新たな貯蔵施設を建設する際に、最も懸案となる事項を尋ねた設問には、37%が「健康や環境に及ぶ潜在的な影響」を、36%が「放射性物質の環境への放出」を挙げた。

情報公開関係では、66%が「安全問題について完全には知らされていない」と回答したが、これは06年調査時の82%から16ポイントの改善。「十分に知らされている」とする国民の割合は25%にのぼっており、前回調査時の18%を上回ったことが明らかになった。

このような回答から同国民は特に、放射性廃棄物の貯蔵方法、貯蔵施設の場所と建設方法、およびイグナリナ原子力発電所が現在および将来にわたって国民の健康に及ぼすと思われる影響など——について「簡潔でわかりやすい情報」を求めていることが判明している。

[ポーランド]

27地点の候補サイトを公表、ザルノビエクが有力

ポーランドのW・パブラク副首相兼経済相は3月16日、記者会見し、原子力発電候補サイト27地点を発表した。いずれも安全性および地質特性等を考慮してランク付けがされており、かつて政治的な理由から原子力発電所の建設を断念した経緯のあるザル

ノビエクが最有力候補に挙げられている。

ポーランドのメディアはこのニュースで持ちきりで、Tvn24では再三にわたってザルノビエクの現在のフィルムを流し、特集を組むなど、国民の関心の高さがうかがえる。

ポーランドにとって原子力発電プロジェクトは、単なるエネルギー供給の手段ではない。15日に原産新聞のインタビューに応えた経済省原子力局のレウンスキ局長は、「単なるプラントの建設ではなく、ポーランド原子力部門の再生および産業界の強化にこそ意味がある」と熱く語った。

原子力発電プロジェクトの実施主体となるポーランド・エネルギーグループは、プロジェクトのパートナー企業を求め、すでに海外のエネルギー企業と協議を開始している。2013年にも着工し、20年の初号機運開を目指す。2サイトにそれぞれ2～3基ずつ、合計出力600万kWを建設する考えで、2号機以降は徐々に国産化を進めたい意向だ。世論への配慮もあり、ロシア型炉を採用することはありえないという。

[フランス]

原子力民生利用の国際会議で新規導入国支援を提言

フランス政府は3月8日と9日の2日間、経済協力開発機構・原子力機関(OECD/NEA)との協賛で「原子力民生利用へのアクセスに関する国際会議」をパリで開催した。冒頭、OECDのA・グリア事務総長の挨拶に続いて、フランスのN・サルコジ大統領が24分間にわたって熱意に溢れたスピーチを披露。「進歩と安全保障、貧困からの脱却と環境保護はトレードオフの関係ではなくすべて同時に満たす道がある」と指摘し、貧しい国々でも等しく原子力の導入が可能になるよう、国際金融機関による財政支援の必要性を強調した。また、原子炉設計の安全性を得点付けする中立の立場の国際機関や、高水準の技術者を養成する国際核エネルギー機関を創設すべきだと訴えた。

世界約60か国の代表を集めたこの会議は、原子力の新規導入でネックとなるいくつかの課題に焦点を当て、世界的な利用拡大のために国際的な協力強化を促すのが主な狙い。フランスには拡大基調にある

国際原子力市場で一層有利な立場を固めたいとの意図もあり、サルコジ大統領自らが陣頭指揮を取って関係各国に参加を呼びかけていた。

大統領はまず、2030年までに世界のエネルギー需要は40%の増加が見込まれるとし、地球温暖化に対処するためにも原子力が必要と指摘したが、フランスは原子力と同時に、再生可能エネルギーも必要と考えている点を強調。また、この時期までに増加する電力需要の80%が非OECD諸国からのものであり、使用量を抑えるなど経済成長なしで需要増に対処することは難しいと指摘した。

同大統領はさらに、「貧しい国には原子力を安全に利用することができず、その権利もない」とする考え方は傲慢この上ないと断言。原子力を持つ国と持たざる国とを差別化すべきでなく、原子力は今後、両者が新たに国際連携していくための「接着剤」になり得るとの見解を表明した。

こうした考えを背景に、同大統領は原子力カルネサンスに必要な要素として、資金調達や原子力計画を進める上での国民との密接な関わり、国際協力による教育訓練制度の拡充、核不拡散体制の遵守、集団的な安全確保、燃料の供給保証、廃棄物管理——などを列挙。世界銀行などの国際金融機関が原子力建設プロジェクトを融資対象としていないのは受入れがたいとしたほか、京都議定書のCDMにも原子力を加えるよう訴えた。

[トルコ]

韓国とシノップ・サイト計画の事前調査で合意

トルコは3月10日、黒海に面する北部シノップ地方に韓国製原子炉を建設することを念頭に、韓国との協力議定書に調印した。

トルコの発電公社(EUAS)と韓国電力公社(KEPCO)による調印式は、同日にイスタンブールで開催されていた両国のビジネス・フォーラムに合わせて行われ、同フォーラムの閉幕演説の中で正式に発表された。KEPCOが開発した第3世代で出力140万kWの改良型加圧水型炉(APR1400)の立地を想定し、共同で研究調査を行う計画。

韓国は昨年末にアラブ首長国連邦(UAE)初の原子力発電所建設計画を受注したのを弾みに、大々的

な原子炉輸出に乗り出している。UAEの契約獲得では提示価格の安さが重要なポイントだっただけに、トルコの計画でも今後、韓国がこの点を武器に契約をまとめる可能性は高い。

ただし、今回の議定書締結について韓国知識経済省は、「法的、制度的な面での事前基盤調査」と説明。トルコ・エネルギー天然資源省のT・ユルドゥズ大臣も、「今後、作業グループを複数設置し、双方が受け入れ可能と判断すれば、3～4か月以内に政府間協定締結の準備を整えたい」と表明している。

[インド] 露印が協力ロードマップ、インドに 16基建設へ

ロシアとインドは3月12日、原子力平和利用分野で2種類の協力合意文書に調印し、インドの3つのサイトで今後、新たに最大16基のロシア製原子炉を建設するなど、大規模な原子力協力のためのロードマップにより両国の連携を一層深めていくことになった。

原子力供給国グループ(NSG)によるインドへの原子力機器の禁輸は、米国の努力で2008年に解除されたが、ロシアはそれ以前の旧ソ連時代から同国への原子炉輸出で合意。こうした経緯から原子力分野におけるインドのロシアに対する信頼は厚く、「書類のみで協力を提案してくるその他の国と比較しても、提案内容が実証的なロシアは圧倒的に別格扱い」とも伝えられており、今後のインド市場においてロシアの優位が揺るがない可能性は高い。

今回の合意は、ロシアのV・プーチン首相がインドを訪問した際、航法衛星システムの取引など複数分野の合意文書とともに調印されており、同行したS・イワノフ副首相が報道陣に明らかにした。原子力協力のためのロードマップにより、ロシアはインドのクダンクラム原子力発電所で建設中の1,2号機に続いて後続の4基を2017年までに建設。1,2号機は今年後半および来年の運転開始を予定してお

り、3,4号機はこれらと同じくVVER1000型になる予定だ。

また、昨年12月に両国が原子力協力協定を締結した際、公表していた西ベンガルのハリプール・サイトでも6基を建設する計画。クダンクラムとは異なる設計の原子炉で、17年までにすべての準備工事を終え、最初の2基のコンクリート打設実施を目指す。第3のサイトについては詳細を明らかにしていないが、ここでも6基を建設すると見られている。

[米国] ホープクreek炉でもCo-60生産へ

米国原子力規制委員会(NRC)はこのほど、PSEGニュークリア社からの要請により、同社がデラウェア州で所有するホープクreek原子力発電所(BWR, 117万kW)でのコバルト60(Co-60)生産の可能性検討パイロット計画について公聴会を開催することとし、同計画をパブリックコメントに付した。

PSEG社の計画では、コバルト59の燃料ペレット入り燃料棒を組み込んだ改造燃料集合体を最大12体、炉心に挿入。運転中に中性子を吸収させてCo-60を作り出す。生産ベースに乗せる前に、改造した燃料集合体が運転中の状態で十分作動可能であることを確認するデータを収集する考え。NRCが現認可の修正を承認した場合、PSEG社はCo-60の生産および輸送が許されることから、今年秋に計画されている燃料交換のための停止期間に改造集合体を取り付けたいとしている。NRCの認可修正に関する審査では、発電所の通常運転と事故シナリオに基づいて改造燃料集合体の潜在的影響等が評価される予定だ。

Co-60はがん治療や食料品照射や医療機器の放射線滅菌等で需要が高く、商業用BWRを利用したCo-60生産はGE日立ニュークリア社も1月に実施計画を公表。すでにNRCの承認を得ている。

鳩山政権の地球温暖化対策の問題点

合理的根拠なき国内対策と戦略なき外交

21世紀政策研究所 澤 昭裕

地球温暖化対策は、環境保護を目的とした政策を単独で実施すればよいというものではなく、エネルギー政策、経済政策などさまざまな重要政策と調整していくことが必要である。また、世界のわずか4%しか排出割合のない我が国としては、諸外国がどのような政策をどのようなスピードで実施していくのかを十分考慮しながら、国内政策として何をどの程度講じていくかを検討しなければ、経済活動や日常生活に対する過剰な負担をもたらすのみならず、世界の温室効果ガス削減につながらない政策を採用してしまうことになりかねない。

よって、鳩山政権の地球温暖化対策の問題点を見ていくときには、国際的な動きと国内対策のバランスに焦点を当てていくことが重要である。

I. COP 15の評価

昨年12月に行われたコペンハーゲンでのCOP 15(第15回気候変動枠組み条約締約国会合)は、法的な国際合意をもたらすことができず、COPが「留意する(take note)」形で主要排出国が中期目標などを政治的にコミットする「コペンハーゲン合意」が結ばれるにとどまった。紙幅の関係上、同合意について詳しく述べることはできないが、その評価をまとめると次のとおりである。

- (1) 京都議定書を批准していない米国や京都議定書では温室効果ガス削減義務が課されていない中国等の新興途上国が合意に参加したことは評価できる。それは、コペンハーゲン合意が京都議定書とは異なり、法的に厳格な数量的削減義務(先進国)や削減のための行動(途上国)を政治的にコミットすることに留める、かわりに実施状況は厳格に監視していく、という妥協がなされたことで得られた結果である。米国は、今後ともコペンハーゲン合意を今後の交渉のベースにすると明言しており、京都議定書タイプの枠組みでは地球温暖化問題が解決しないということが明らかになった点は強調されてよい。
- (2) 国連での合意形成プロセスは、各国が拒否権を持っていることから、さまざまな議事進行妨害的な交渉が可能であり、迅速かつ効果的な合意に至ることは難しいという点で共通認識が生まれた。今後は、国連プロセスのみならず、地域内や二国間での交渉や協力合意の道も探索されていくだろう。

- (3) 鳩山政権は、事前に1990年比▲25%削減を目標として提示し、会議でのリーダーシップを狙っていたが、EUが▲20%削減目標を▲30%削減に引き上げることを断念したり、米国や中国も到底「野心的」とは言えない削減目標しか提示しなかったことから、鳩山政権の戦略が全く的外れだったことが明白になった。現場では、数値目標の多寡よりも、国際合意の枠組み全体に関する構想力が外交上のキーポイントになったのであり、数値目標しかカード(それもずっと以前に切っており、賞味期限切れ)を持たなかった日本は、国際交渉の中では全く存在感を示せなかった。

結局、コペンハーゲン合意では今年1月末までに各国とも中期目標を登録することになったが、その時点までに削減目標を深掘りした国はなく、先進国の中期目標全体を合計しても、1990年比▲13%~▲18%にしか届かない状況となってしまった。それも政治的なコミットにとどまることから、各国が遵守するかどうか保証の限りではないのである。地球環境を守ると高らかに宣言した日本外交は、十分な成果を上げることができずに、幕間に沈んでしまったのである。

その後のクロマグロ禁輸問題では、日本の経済生活を守るために政府一丸となって外交努力を行い、COP 15では抵抗勢力として評判が悪かった中国と組むことでアフリカ諸国の支持を確保し、資源管理のための規制を支持していた環境派グループの各国やNGOを外交的敗北に追い込んだ。米国の交渉団が「環境主義が経済主義に敗れた」と吐き捨てるように言った場面が報道されていたが、地球温暖化外交をめぐる日本政府のスタンスとクロマグロ問題でのスタンスが、これほどまで違うことに

The Fragility of PM Hatoyama's 25% Reduction Initiative:
Akihiro SAWA.

(2010年 4月5日 受理)

諸外国の目にはどのように映るのだろうか。

II. 功を焦る温暖化対策

鳩山政権の1990年比2020年▲25%削減目標は、世論の支持が高いと伝えられている。しかし、ある調査の自由記述欄を見て、ようやくその理由が明らかになった。この目標に賛成しているほとんどの人が、大きな誤解をしていたのである。賛成理由の代表的な例が、「▲25%削減はたぶん実現は無理。ただ、高い目標を掲げて努力していくことが大事であり、もし実現できなくても、国際社会は日本の努力に敬意を示すだろう」というものである。こうしたものの考え方は十分理解できる。高い目標とそれに向かう努力は、温暖化対策にかぎらず勉強やスポーツ、仕事でも経営でも、人間社会のあらゆる面で当てはまる考え方だろう。

しかし、この▲25%削減目標は、そうした「高い志」ではなく、「達成できなければ、国民の負担で経済的ペナルティを払う」という法的性格を持つものなのだ。国際公約であるだけでなく、今後、国内での経済活動・日常生活にまで規制が導入されるような性格の数値である。数値「目標」という言い方が誤解を招くのもかもしれないので、正確に表現すれば、「法的達成義務削減量」なのである。

100メートルを9秒0で走るという「目標」に向かってトレーニングを積むのは大事だ。しかし、「次のオリンピックで9秒0を切れなかったら罰金百万円」と法律で決められたらどうだろうか。9秒0で走れる技術や戦略があるのかを真剣に探索し、その結果見つからなければ、目標の設定自体を見直すのが当たり前だろう。「もし実現できなくても、国際社会は日本の努力に敬意を示す」のではなく、次期枠組みが京都議定書的な枠組みになれば、「達成できなければ、海外から排出権を買って義務を果たせ」と迫られるのである。そして、その排出権購入資金は国民の税金から賄うしかないのだ。そう言われると、「▲25%削減目標を打ち出す前に、技術的な実現性とコスト、さらに未達成の場合の負担まで十分かつ客観的に分析した上で数値を出す必要があった」と考え直す人も多いはずだ。

コペンハーゲン合意では、長期目標も中期目標も、法的拘束力のある数値としては設定されなかった。日本政府が期限までに提出した新中期目標である「1990年比▲25%削減」にも、まだ法的拘束力はない。しかし、こうした「目標」の法的性格について正確な理解が行きわたっていないとすれば、きちんと説明した上で、数値目標の是非について判断を求めなければならない。鳩山政権が提出した地球温暖化対策基本法案には、新中期目標は、公平かつ実効ある国際枠組みの成立とすべての主要国による野心的な目標の合意を条件として発効するものと明確にされているにもかかわらず、その後に発表された環

境省のロードマップ案などを見ると、すでに新中期目標が法的義務として発効しているかのごとくに議論が進められている。国民が「目標」の法的性格について誤解していることをいいことに、その点の説明を避けて対策の議論を強引に進めているとしか見えない。参議院選挙前に、マニフェストを実行しているというアリバイ作りをしようとしているのだろうか。

その前に重要なことは、国際的に公平な削減義務量ほどの程度なのかということについて、定見をもつことである。日本が突出して削減義務を負うことになれば、その義務を達成できない場合、排出権を海外から購入する義務が発生すると述べたが、その場合、排出権がもし海外に存在しているとすれば、排出権を供給している国は、恐らく削減義務が軽かったのだと推定される。京都議定書下での状況を見れば、現在、市場に供給されている排出権は、CDMから発生するものを除けば、ほとんどは東欧の余剰排出権である。ロシアは市場に供給せずに次期に持ち越そうとしているが、それを含めて考えれば、結局、ロシアや東欧は外交上厳しい枠ははめられず、かつ、経済崩壊によって温暖化対策とは無関係に温室効果ガスが減少したため、大きな余剰排出権が自動的に生み出されてしまっているのである。各国が公平な削減分担を行うということが国際的に合意されるとすれば、各国とも同じ程度の厳しさ(限界削減費用)で削減努力をしなければならなくなるため、余剰排出権は発生しなくなるのである。日本政府は、むしろそのような合意を目指す努力をしなければならない。

III. 非現実的な国内対策議論

鳩山政権の地球温暖化対策のうち、最も説明が不足している部分は、「削減義務が厳しければ、経済が成長し、国民負担は小さい」と一方で主張しながら、「▲25%削減のためには、環境税や排出量取引制度など、すべての政策手段を採る必要がある」と国民負担を急増させる政策を実施しようとしていることである。前者の命題が正しければ、環境税などの負担が必要ないばかりか、削減数値が大きければ大きいほど経済成長することになるはずである。その命題の正しさに自信があるなら、米国や中国に対して「貴国の数値目標は野心的ではない。それは貴国の経済成長をもたらしてくれるのだから、もっと削減目標を厳しくすべきだ」と主張すればよい。鳩山総理が条件に挙げた「公平かつ実効ある」枠組みを構築するためにも、各国に日本並みの厳しい削減目標を要求すべきだが、削減厳格化→経済成長という道筋が正しいのなら、外交的に働き掛けるのもたやすいはずである。しかし、これまで鳩山総理がそうしたセリフを諸外国に言ってきたということは耳にしていない。それどころか、COP 15では各国とも、自国の削減目標値をできるだけ「非野心的」なものにすることに汲々としており、EUも

EU 内部の消極派を説得できなかったのである。それはどの国も、温暖化対策は経済成長への足かせになるという認識が共通しているからなのだ。日本政府も、削減厳格化→経済成長命題を持ち出せば、各国から嘲笑にされることが分かっているから、国際的には一言もそういう主張はしてきていなかったのである。

しかし、最近に至って、地球温暖化対策基本法をめぐる一連の議論が公になるにつれ、地球温暖化対策と経済成長政策との間でのトレードオフを認めようとしないうる日本政府の経済オンチぶりを心配する声が出始めた。最近のウォールストリートジャーナルでは、地球温暖化対策法は日本経済に悪い影響を与えることを日本政府は理解していないという趣旨の記事^{a)}を「Japan's Carbon Harakiri」と題して流し、政策研究者の間では大きな話題となっている。

そもそも、1990年比▲25%削減目標はIPCCの第4次報告書に記載されている削減シナリオの一つがその根拠となっているようだが(それを鳩山政権では「科学の要請」と呼んでいる)、そのシナリオでは濃度450 ppmに安定させるために必要な先進国削減量は2020年に1990年比▲25%から▲40%となっている。もし、目標が厳しければ厳しいほど経済成長することが期待されるなら、その命題を信じている鳩山政権は、どうして▲40%という数値目標を採用しなかったのだろうか。いや、いっそのことゼロエミッション、すなわち▲100%という目標でもいいはずである。実は、削減目標の根拠となったIPCCの同報告書の別の部分では、世界中のほとんどすべてのモデルで、「安定化濃度を低くすればするほど、経済成長にはマイナス影響がある」という結論に至っている。経済影響についても、どうして同報告書の結果を素直に受け入れないのだろうか。

削減義務厳格化→経済成長命題を証明するため、麻生政権時代の中期目標に対する再計算を鳴り物入りで始めたが結局、▲25%目標は、やはり経済や国民に対して大きな負担をかけるという結果が出た。そのため、その内容は結局オーソライズされず、環境省が関係者と非公開でロードマップ案を作って3月に発表するという事になったのだが、その解説資料中に、某大学の研究者が試算したGDPや雇用にプラスという結果が盛り込まれた。ようやくプラス効果が証明されたかのように見えたが、その研究者のオリジナル資料^{b)}の最後には、「後半期間を経過すると、規制強化の負の影響が経済に現れる」と記述されている。にもかかわらず、こうした点は無視して2020年までにプラスの影響が出るように無理に計算された結果を、さらにつまみ食いした形で資料に盛り込

むことまでして、プラス効果を主張しようとしているのである。

環境省ロードマップでは、太陽光や風力発電に関する普及可能性などについて、相当非現実的な前提が置かれている。一つずつの前提について、様々な非現実性についての指摘は可能だが、それよりも問題は、そうした前提が「すべて、完全に」実現されなければ、すなわち「または」ではなく「かつ」で実現しなければ▲25%削減は実現しえないということである。かつて政府の政策の企画立案と実施に携わっていた筆者から見れば、こうした前提条件がすべて完全に満たされるなどということはないことである。京都議定書を批准する際に、原子力発電所は2010年までに13基建設稼働されるという前提が置かれていたが、これ一つをとっても実現していない。未達成によって削減できない量は、国際法的に義務が生じる枠組みを批准すれば、税金で排出権を購入してこななければならない。

しかし、これも考えようで、もし日本が下手な外交で日本だけが突出した数値目標を負い、各国とも楽な数値目標の下で余剰排出権を売り出してくれるとすれば、日本は高くつく国内対策(例えば再生可能エネルギーの全量買い取り制度、環境税、国内排出量取引制度など)は一切やめて、すべて排出権輸入によって削減目標を達成した方が安くつくことになる。もちろん、日本の国の富は国外に流出していくわけだが、経済の落ち込みや生活水準の低下は国内対策を実行するのに比べれば最小限に抑えられる。それよりなにより、排出権購入の財源として国民から環境税を目的税として課税すれば、温暖化対策で無謀な数値目標を掲げることの経済的な意味が、最も心に響く形で国民に伝えることができるという皮肉なメリットがある。

IV. 地球温暖化対策基本法案の問題点1 —法律の制定理由なし

公平な国際的枠組みに向けた外交努力、環境と経済の両立を可能にする現実的政策の企画立案が重要なこの時期、そうしたことを後回しにして鳩山政権は地球温暖化対策基本法案を国会に提出した。環境省の資料では本法案の必要性について、「京都議定書以降の新たな枠組み作りのための国際交渉に当たり、我が国における地球温暖化対策の基本的な方向性を法律として明示することが重要」としているが、例えば、▲25%削減のうちどの程度を国内対策(真水)で行うのかさえ明示できないようでは、「基本的な方向性」を明らかにしていないし、逆に国際交渉との関係で真水部分を明示しない方が戦略的だという理由で国内対策部分が特定できないのであれば、そもそも法律自体、何のために制定するのかという理由がなくなってしまう。

また、環境省の資料では、「削減目標の達成に向け、

^{a)}<http://online.wsj.com/article/SB10001424052702304561304575153193859046862.html>

^{b)}http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mlt_roadmap/comm/com01-05/mat04.pdf

総動員されるあらゆる政策を体系的に明らかにする必要」と指摘するが、内容的には排出量取引や環境税などを含め、すでに京都議定書目標達成計画の中で記載されている方法であり、目新しい政策自体が掲げられているわけではなく、新たな体系に沿って編集し直されているわけでもない。

コペンハーゲン合意では、中期目標どころか、長期目標についての数値も合意に至らなかった。長期目標について、何らの合意を得ていなければ、日本自身も国内対策としてどのような政策をどのような強度で行っていくべきかという、政策論として基本的な前提が定まらない。長期目標については、少なくとも国際合意ができることを前提条件とすべきだろう。長期目標についての合意がなければ、当然中期目標の前提条件である「すべての主要国の意欲的な目標の合意」が満たされているのかどうか判断のしようもないからである。

V. 地球温暖化対策基本法案の問題点2 —エネルギー・セキュリティの視点

エネルギーについては「再生可能エネルギー」の導入目標、固定価格買い取り制度のみが明示的に記載されているだけで、エネルギー・セキュリティとの調整については、基本計画の策定に向けてのプロセスで行うこととされているようである。温暖化問題解決の重要な手段である原子力発電所についても、安全を前提に推進とあるだけだ。

今の時代、再生可能エネルギーについて導入を進めていくという基本的方向性には誰も異を唱えないだろう。しかし、再生可能エネルギーの導入に積極的だといわれているEU(欧州連合)各国は、きちんとエネルギー・セキュリティについての問題も視野に入れながら進めているのである。環境先進国といわれるドイツは、電源構成中、石炭火力がいまだに5割を占めている。温暖化対策が何にもまして重要だと考えるのであれば、本来、石炭火力発電所の割合をもっと抜本的に下げるべきである。しかし、その割合を維持しているのは、天然ガスをロシアに依存している状況で、エネルギー・セキュリティを確保することが目的なのだ。同国では政治的に原子力オプションを取っていないため、温室効果ガスを少しでも下げようとするれば再生可能エネルギーに頼らざるをえないというのが本音である。

基本法レベルでは、エネルギー対策にも基本法が存在している。上記のように、温暖化対策とエネルギー・セキュリティが表裏一体の関係にある以上、両基本法が相互に関連したりチェックしたりする構造をとるべきだ。具体的には、両法に基本的政策の相互調整義務とそのプロセスを規定すべきだということである。

VI. 地球温暖化対策基本法の問題点3

—排出量取引および環境税の取扱い

排出量取引や環境税は、方法論である。今の政府の問題は、目的(削減目標がどうあるべきか、経済やエネルギー・セキュリティとして守るべき点が何かなど)についての議論は、「▲25%という数字を、口に出して言ってしまったから」という理由で、ほとんど深まらないままになっているにもかかわらず、方法論についての議論だけは、一生懸命になっていることである。昨年末の環境税も、京都議定書の目標達成のために環境税増税が必要なのか、あるいは次期枠組みの履行のために必要なのか、それともただ単に財源が必要だったのか。こうした目的が何なのかという議論がおざなりにされているがゆえに、経済的影響を直接受ける当事者である国民が取り残されていくのである。

排出量取引も同じである。これはどの目標をどの程度達成するために行う制度なのか。何度も触れているように、法的拘束力のある国際合意はまだできていないのである。京都議定書目標達成のために導入するのであれば、これから検討するのでは間に合わない。一方、次の枠組みにおける日本の義務を果たす目的で導入するつもりであれば、次の枠組みはまだ合意されていない。にもかかわらず、マニフェストに記載してあるからというだけで基本法案に盛り込むというのであれば、それは排出量取引制度導入を心待ちにしている利害関係者(EUを見れば、そうした勢力は明らかである)へのサービスではないかという疑念さえ生じさせる。

目的論を横に置くとしても、方法論として、例えばこれまで機能してきた自主行動計画のような仕組みでは目的が達成されないのか、経済的効果としては同値である環境税と排出量取引とを両方導入したら、同じ政策目的に2つの政策手段を割り当てるといふ愚を犯すことになるが、その点は議論されたのか。環境税も排出量取引も今後の議論に任ざれており、導入が決まったわけではないという理解であれば、基本法にそもそも書き込むこと自体不適切であり、導入が決まった時点で実体法を制定したり、税法を改正したりすれば済むことである。

再計算チームの結果の取扱いに見られるように、今の政府は都合の悪い数値や議論は、国民の目から伏せておくという行動原理が働いている。また、民主党の方に政調が存在しないため、国民の意見は政府にしか吸収するシステムがない中、自民党時代の審議会は機能させておらず、パブリックコメントも完全に無視されている。こうした政策決定プロセスは、環境問題だから許されると思っている政策決定者がいるのだとすれば、最近、問題になっているIPCCやクライメートゲート事件で明らかになった温暖化論者の研究者たちの「異論を受け付けず、都合のいいデータを政治利用する」という体質とそ

れほど変わらないものである。

クライメートゲートや IPCC の一連の不祥事後、英国の気候センター(MET office)が、「再度データをすべて公開して、世界の研究者で再検討しよう」と呼びかけ、国連の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は IPCC で第三者評価委員会の評価を受けることになった。日本での温暖化対策の政策決定過程も、そろそろオープンなものにしてはどうだろうか。そして、そうした国民各層からの意見吸収についての具体的な手続きを基本法に定めることを提案しておきたい。

著者紹介

澤 昭裕(さわ・あきひろ)



21世紀政策研究所
(専門分野/関心分野)環境問題/特に地球温暖化に関する政策課題

From Editors 編集委員会からのお知らせ

○学会誌記事執筆者のための

テンプレートを用意しました
執筆要領と合わせてご利用下さい



<http://www.aesj.or.jp/atomos/atomos.html>

○「投稿の手引」「和文論文テンプレート」を
改定しました。

<http://www.aesj.or.jp/publication/ronbunshi.htm>

—最近の編集委員会の話題より—
(5月7日 第11回編集幹事会)

【学会誌関係】

- ・編集委員会運営規約・学会誌規約・編集委員会運営内規、グループ運営要領の変更箇所を確認した。
- ・各グループ主査より H21 活動報告・H22 活動計画の説明があった。
- ・学会誌 6 月号より、学会誌編集者名の掲載場所等を変更

することとした。このスペースは『編集委員会からのお知らせ』等に使用する。

- ・日米欧原子力国際学生交流事業派遣学生レポートの報告は 1 ページから 1/2 ページとすることにした。

【論文誌関係】

- ・平成 22 年度の編集委員を承認した。
- ・編集委員会運営内規の改正について検討した。修正案を調整整理後、編集委員会の回議とする。
- ・掲載論文の印刷版と電子媒体公開版の図表の白黒印刷、カラー印刷は、予算の関係で当面一致させたままにすることとした。
- ・編集委員会英文エディターにより英文を校閲した原稿は、出版社による英文校閲を省略することとした。
- ・新論文審査システム開発状況が報告された。
- ・英文論文誌 NTHAS6 特集号の審査進捗状況が報告され、間に合えば 9 月号とすることとした。
- ・審査遅滞とそれに対する対処状況が報告された。

編集委員会連絡先 hensyu@aesj.or.jp

海の国のアトム

1. 宝の海へ大冒険

海洋研究開発機構 工藤 君明

海洋の科学と科学技術について、いまどんな研究が行われているのか、原子力にかかわっている方々にわかりやすく紹介するという機会をいただいた。地球は水の惑星といわれるが、それは地球の表面の2/3が海水で覆われているばかりでなく、固体地球の内部にも水の循環があり、そして巨大な山脈もかつては海の底だったからである。研究の分野は広く、専門分野が異なれば、なかなか理解も難しい。しかし分野が異なっても共通するのは人の情熱と努力である。自然の不思議に魅せられて科学するのは人である。科学技術を研究開発するのも、機器を操作し、データを管理するのも、また必要な予算を獲得して業務を管理するのも人である。さらに成果を享受し、評価するのも人である。人は国により、時代により、状況によってさまざまに異なる。しかし人を抜きに科学技術を語ることも、理解することも、役に立てることもできない。海洋研究開発機構(JAMSTEC)が進めている海洋の科学と科学技術を、研究開発にたずさわる人たち(ここではアトムと呼ぶ)の目線で解説していくことにしたい。

I. はじめに

海洋の研究分野は「現在の海」ばかりでなく、かつての海洋も含まれる。熱や二酸化炭素などは大気を通じて海洋と大陸で移動するので、両者は密接に関連している。魚や水や鉱物などの恵みをもたらす、台風や地震、津波などの災害をひきおこし、気候変動を緩和させる役目になってきた。この海洋を「利用」すること、「守る」こと、「知る」こと、そして海洋を通じて世界と「繋がる」ことがいま求められている。海洋研究開発機構(以下、JAMSTEC)は海洋を「知る」ことを中心に、海洋環境の保全や災害防止、資源利用、国際協力など、さまざまな分野での研究開発を進めている。

海洋を知るための科学研究と同時に、それを支える海洋科学技術の研究開発を進めている。JAMSTECの前身である海洋科学技術センターが設立されたのは1971年10月、旧科学技術庁の傘下であり、海洋の「科学技術」の研究開発が主要な任務とされていた。筆者は1983年に入所し、海洋の利用と海洋工学の研究開発にかかわってきた。当初のJAMSTECは科学技術を開発しても、科学者は大学や国立研究機関におり、うまくマッチングしていたとはいえなかった。科学者のニーズに合う科学技術を提供できているとはいいがたく、科学者もどんなものが必要かをうまく表現しているとはいいがたかった。

Atom's Adventures in Ocean; 1. Great Adventure to the Ocean of Treasure: Kimiaki KUDO.

(2010年 2月22日 受理)

しかし多くの人たちの努力が積み重ねられ、一つの組織のなかに科学研究と科学技術とが統合的に配置され、開発ニーズが内部で検討され、研究施設は内部で利用され、外部にも公開されて運用されるようになっていく。昨今では、研究は大学でやればいいのか、という主張がなされている。たしかに研究は個人がやるものであるが、個人でつくりだせる科学技術はおのずと限界がある。一方で、国家レベルの科学研究ともなれば、施設を個人レベルで運用されたのではたまらない。組織としてきちんとした運用計画があり、運用体制ができていなければならない。そのために巨大な科学技術施設を開発し維持し発展させていくためには、長期的視点に立ち、目的の明確な研究組織がなければならない。現在のJAMSTECはそのように運営されている。JAMSTECを基軸にして、大学にも研究組織があり、大学や外国との共同利用があり、研究サイドからの要求に応える運用組織および体制ができていく。

科学研究は多くの要素がうまくバランスよく機能していなければ成果をあげられない。どんなに優秀な研究者がいても、とってくるデータがいい加減なものなら、いい成果をあげることはできない。研究施設をどんなにうまく運用したくても、予算措置がなければ動かすことはできない。国民の税金を研究予算としたくても、いい成果がなければ、非難されるだろう。この3つの循環は小さくもなり、大きくもなれる。海洋の分野でどのような努力がなされているのかを、これから3回にわたって紹介していく。資源の宝庫である深海の探査、深海底を掘

削して地球史を解き明かす研究、海洋の現象を観測するとともに未来予測するための計算科学などを話題としてとりあげる。

II. 珍妙な貝

1. インド洋における熱水活動域の発見

「運航長、右に行きますか、左にしますか？」

「…左に行きましょう」

「了解、『かいこう』は進路を左にとり、しばらく前進」

JAMSTECの無人探査機「かいこう」と支援母船「かいいい」は2000年の9月、インド洋2,500 mの海底を探査していた。無人探査機(ROV: Remotely Operated Vehicle)は母船とケーブルでつながっている。ブークル本体の運転、ケーブルのハンドリング、そして腕と手のようなマニピュレータの操作をする3名のパイロットが母船の操縦室から映像を見ながら操縦している。全体を統括指揮するのが運航長である。この海域には海底から熱水が噴出する「熱水活動域」があると信じられており、これまで多くの研究者が何年も何度も探査をつづけてきたが、いまだ発見されていなかった。

画像に写るのは闇夜を懐中電灯で照らしたくらいしか見えない。懐中電灯よりひどいかもしれない。水中では光の減衰が大きいので、せいぜい3~5 mくらいしか見えないのだ。広大なインド洋から熱水活動域があるかもしれない範囲を絞りこんでも、やはり広い。しかし先ほどの会話があったから5分ほどして、前方に電信柱みたいなものが見えたという。近づいてみると、それは真っ白な「電信柱」だった。てっぺんから真っ黒な煙を吐き出している。ウワーッと大歓声があがった。インド洋で初めてチムニーが発見された瞬間だ。よく観てみると白のはエビがびっしりと貼りついているからだった。

チムニーというのは、地球内部で温められた熱水が硫化水素や金属を溶かしこんで海底から噴出するときに、冷たい海水に触れて金属元素が析出し煙突状に沈殿したものである。水は地上だと100℃にしかならないが、深海は高圧のため、ずっと高い温度まで上昇するのである。

「運航長、どうしてあの時、左に行けと指示したのですか？」「訊かれたから思わず答えたのだが、そのちょっとまえにエビが左の方に泳いでいくのを見かけたので、それならなにかがあると思ったのだよ」

調査隊はそれから周辺海域を概査し、チムニーの位置や大きさ、活動状況、生物群集など、最低限の調査をして帰路についた。熱水鉱床を発見したことは正確な位置とともに公表され、この海域は「かいいいフィールド」と名づけられた。

2. かいいいフィールド

太平洋と大西洋にはそれぞれ「中央海嶺」という海底大山脈があり、ともに東西のプレートを押し出している。

また海嶺のあちこちに熱水が噴出する「熱水活動域」がいくつも発見されており、そこには地上の生態系とはまるで異なるものが発達している。地上あるいは海面近くにおける生命のエネルギー源は太陽光であり、植物が炭素から光合成によって有機物をつくりだし、動物がそれを利用して生活を営み、さらにこれらを利用する菌類などがいる。

深海底には光が届かない。このため光合成をする植物を基盤とする生態系は成り立たず、海面などから降りそぐ生物の死骸で生活する深海魚などが生息しているにすぎない。ところが熱水活動域には海底から噴出する熱水に含まれる硫黄を利用する生態系が発達していることがわかってきた。太平洋と大西洋の中央海嶺、それから西太平洋のパプア・ニューギニアの近くにある海底の拡大軸や沖縄周辺でも熱水活動域が発見されている。しかし広大なインド洋では一つも発見されてこなかった。

「かいいいフィールド」はインド洋のほぼ中央部にあるロドリゲス三重点の付近にある。三重点とは、3つの海洋プレートがせめぎあっている場所である。中央インド洋海嶺と「Tの字」型に交差して南西インド洋海嶺がはしっている。このため三重点は特異な海域となっている。ここには熱水活動海域があるはずであると、多くの研究者が長年にわたって調査してきたのである。

「かいいいフィールド」はこのロドリゲス三重点より北へ22 km、水深2,420~2,450 mにある。インド洋において深海底熱水活動域を世界で初めて発見したことは詳細な情報とともに世界に発信された。

この海域で世界の研究者がただちに調査を開始した。米国チームは2001年4月に「かいいいフィールド」の少し南にある三重点(南緯25度30分)から南緯23度まで中央海嶺を調査した。この結果、「かいいいフィールド」の北北西160 kmに新たな熱水活動域を発見し、「エドモンドフィールド」と名づけた。また「かいいいフィールド」ではエビや二枚貝やアルペンガイ(巻貝)などを採集した。ところがこのなかに珍妙な巻貝がいたのである。足の表面が硫化鉄という金属の鱗で覆われており、この時点では、どんなものか不明とされたが、形態の特徴から scaly-foot gastropod(スケアリーフット: 鱗のある足をもつ巻貝)と名づけられた。「エドモンドフィールド」には生息していなかったと報告された¹⁾。

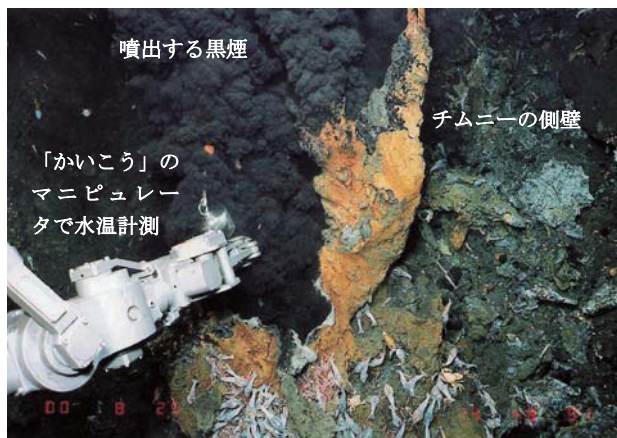
3. しんかい6500

日本チームは2002年1月にJAMSTECの有人潜水船「しんかい6500」がこの海域を再調査した。「しんかい6500」は内径2.0 mの球状をした耐圧殻のなかにパイロット2名と研究者1名が乗船する。この耐圧殻にはアクリル製の小さい覗き窓が3つついており、研究者が目視で観測しながら潜水船を誘導し、パイロットが安全確認しながら操船するものである。単独で潜航調査する

が、海面には支援母船「よこすか」が待機し、音響で通信をしながら位置を確認している。「しんかい6500」は海面から最大深度6,500 mまで2時間かけて降下、4時間の調査潜航の後に2時間かけて浮上する設計になっている。調査海域の水深が小さい場合には調査時間も多くとれることになる。研究者は1分でも長く海底にとどまって調査したいところである。

このときの調査で、日本として初めてスケーリーフット数匹を捕獲している。これまでのことから、この珍妙な巻貝は、鱗をもつという形態からまったくの新種であること、その鱗が硫化鉄できていること、またそれまで知られていた熱水域の巻貝はエラに細菌を共生させて栄養を得ているのに、この巻貝は消化管の組織に共生細菌を棲まわしていることが明らかにされた。しかも「かいいいフィールド」にごくわずかしか生息していないと考えられていた。スケーリーフットはどんな行動をするのか、どんな環境に生息するのかなどの生態はまったく謎のままだった。

2006年2月に、インド洋中央海嶺における熱水活動域の調査が行われた。このときは「しんかい6500」により「かいいいフィールド」と「エドモンドフィールド」が潜航調査された。熱水活動域というのは、たとえていうと、地上の「地獄谷」に似ており、比較的狭いところにチムニーが林立しているという。「しんかい6500」はチムニーに近づき、表面から目視観測しながら、電気掃除機みたいな吸引装置(スラップガン)で付着している生物を採集していく。これはチムニーを破壊せずに、生物の生息環境を確認、計測しながら採集していくために必要なことである。アルビンガイがびっしり付着しているチムニーをじっくり観察していた研究者が、パイロットにもっと近くよう指示をだした。そこはすでに調査がすすんでいるチムニーだったが、研究者はなにかが有りそうだと感じて、再度調査することにしたのだ。アルビンガイを取り



第1図 インド洋で初めて発見された熱水噴出孔 水温360℃の黒煙を噴出している。「かいいい」のマニピュレータが水温を計測している。チムニーの周りに見える小さくて長いものが深海に棲むエビ。



第2図 インド洋のロドリゲス三重点(南緯25度30分, 東経70度)の近くにある「かいいいフィールド」(●), ただし「2つ海嶺」は三重点近傍の概略を示す。

除いてみると、そこにスケーリーフットが密集していたのである。それは「文殊チムニー」と名づけられている。アルビンガイは近くのチムニーにも、ずっと離れた「エドモンドフィールド」のチムニーにも生息しているのに、スケーリーフットは「文殊チムニー」にだけ、しかもアルビンガイなどの内側に隠れるように生息していたのだ。この調査では合計184個体が採集され、支援母船の船上でも飼育および生態観察が可能となったのである。スケーリーフットは鱗を広げてチムニーに強く付着し、いっしょにいるエビやカニから身を守っていることが明らかにされた²⁾。

そして2009年11月、「しんかい6500」「よこすか」は「か



第3図 スケーリーフット Scaly-foot gastropod
和名: ウロコフネタマガイ (*Crysmallon squamiferum*)
は硫化鉄の鱗をもつ珍妙な巻貝, インド洋の「かいいいフィールド」の熱水噴出孔にのみ確認されている。大きさは4~5 cm。鱗は捕食を防ぐためと考えられている。

いれいフィールド」を調査し、数千匹からなるスケーリーフットの大群集を発見したのである。これまで予想されていたよりも、高温で硫化水素濃度が高く、酸素濃度の低い環境にも広く生息していることが明らかにされ、また船上で3週間以上にわたる飼育に世界で初めて成功し、謎に包まれたスケーリーフットの進化とか生理や生態の解明など多くの研究が可能となったのである³⁾。

Ⅲ. 深海調査のプラットフォーム

1. 深海有人潜水船

深海は英語で abyss という。底知れぬ深み、という意味である。19世紀の中ごろまで、海の生物は魚やクジラのように海面近くを泳いでいるだけであり、深海に生物は存在できないはずだから存在していないと信じられていた。しかし長いチェーンの先にドレッジという器具をつけて海底をひっかいて引き上げてみると、驚くほど多様な生き物があるらしいことがわかってきた。19世紀末には、英国の軍艦「チャレンジャー」が深海に初めてメスを入れ、深海生物やマンガンノジュール(海水中のマンガンや鉄が沈着して団塊状になったもの)などを発見している。第二次世界大戦前後から、水中音響技術やエレクトロニクスなどの科学技術が海洋調査に応用されて海洋科学は大きく発展してきた⁴⁾。

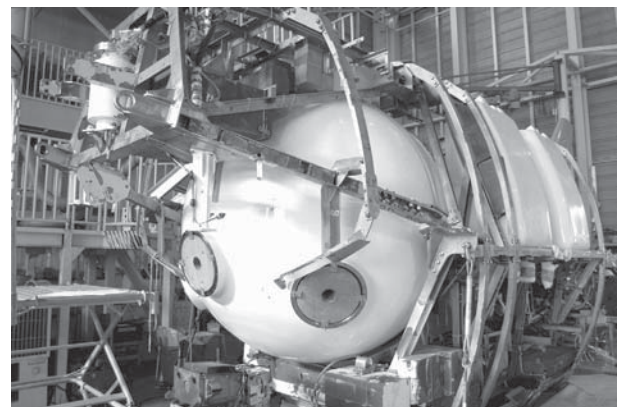
深海にどんな生物がいるのか、どのように生きているのか。自分の目で確かめてみたい、というのは海洋学者の夢である。「深海の船」づくりが始まった。1930年代に鉄の球(バチスフィア)に乗りこんで、船から吊り下げてもらって海中を観察した。まだ動きまわることはできない。それでも深海魚などを観察できた。深海有人潜水船の世界では「第0次世代」といわれているものである。なんとか動きまわるものがほしい、というのが次の挑戦であった。

人類として初めて気球で成層圏に達したスイスの物理学者オーギュスト・ピカールが、その気球の原理を応用して発明したのが「バチスカーフ(深海の船)」であった。直径2mの耐圧球に人間が乗り、それを海中で浮いていられるように重量とつりあう浮力をつくらなければならない。例えば木材の比重は0.6くらいであり、水に半分ほど浮いているが、大深度では圧力に押しつぶされてしまい、浮き上がってくることができなくなってしまう。バチスカーフは大量のガソリンを詰めたタンクがとりつけられた。レギュラーガソリンの比重は0.73。4トンの船体のために、75トンの浮力材が必要であり、100m³以上のタンクを装備したという。それでも1960年、マリアナ海溝のチャレンジャー海淵において、10,906mの潜航を記録している。しかし海中を「自由」に動きまわるようになったとはいえ、動きは鈍重、目的地までは海面を曳航されるため、どこにでもというわけにはいかず、取扱いも危険だった。それでも1万m級の大深度をな

しとげ、動きまわられたというのが「第一世代」の有人潜水船であった。

そして現在は第二世代の有人潜水船の時代である。重量が15トン程度の小型軽量の潜水船が開発され、専用の母船で目的地まで運搬され、海中でも広範囲に動きまわるものが開発されてきた。この世代の基本技術は、軽くて堅牢な浮力材の開発、人間が滞在する耐圧殻の軽量化、海中で動きまわるための動力源の改良、さらに安全対策技術の確立であった。世界で運用されているのは米国のアルビン(Alvin, 最大深度4,500m)、フランスのノティール(Nautile, 6,000m級)、ロシアのミール(Mir, 6,000m級)、そして日本の「しんかい6500」である。

浮力材として、シntaxチック・フォーム(syntactic foam)が開発された。数十μmの小さなガラス球を樹脂で固めて整形したものである。「しんかい6500」の浮力材の比重は0.54である。「しんかい6500」は1970年代にも提案されていたが、日本に技術の実績はまるでなかった。建造技術と運航技術を確立するために、「しんかい2000」が開発建造された(第4図)。チタン製の耐圧殻の建造をはじめとする多くの技術が開発され、1980年代に最大潜航深度6,500mの有人潜水船が開発建造されたのである。パイロットと研究者が耐圧殻の内部から海中を覗くアクリル樹脂の窓、これによって海中の観察ばかりでなく、安全な運航も可能である。深海と海上の母船をつなぐ水中通話機、海中で障害物を探査する音響ソナーなど、当時までに開発されている最先端の技術が結集されていた。



第4図 「しんかい6500」のチタン製耐圧殻

内径2.0m、板厚73.5mm、電子ビーム溶接を多用して製造された、この技術は後に原子炉の圧力容器やH₂ロケットの製造に応用された。

「しんかい6500」は91年に調査潜航に投入され、それ以来、多くの成果をあげてきた。三陸沖にある日本海溝では世界最深部に棲む生物群集を発見、高圧環境を好む菌類を深度6,500mで発見、プレートが沈みこむときにできたと考えられる裂け目を世界で初めて発見するなど、世界最大の潜航能力を活かしたさまざまな成果をあげ、

2007年3月に通算1,000回, 2009年11月に1,176回を達成している。これまでの成果を大きくまとめると,

(1) 地球の成り立ちの解明

現在の地球観では地球表面がいくつかの地殻(プレート)で覆われており, 海洋地殻が大陸地殻とぶつかりあい, ひずみのエネルギーが蓄積し, これが一挙に開放されて巨大地震が発生するとされている。地球内部の動きによってもたらされるいろんな現象を海底で観測調査することにより地球の姿が理解されてきた。

(2) 生物の進化の解明

地球表層では, 太陽エネルギーと炭素を基本にした生態系ができあがっている。しかし深海底には太陽エネルギーには依存せず, 地球内部から湧き出してくる硫化水素やメタンガスをエネルギー源として有機物を合成する細菌を基に生態系ができあがっていることが解明されてきた。

(3) 深海生物の利用と保全

深海生物資源の持続的利用とか, 多様な生理機能をもつ深海生物の遺伝子資源(生物の遺伝子は独自の機能をもつものがあり, 有用な資源とされる)を研究していくことが必要とされている。

(4) 熱と物質の循環の解明

気候変動など地球環境変動の歴史は海底に堆積したものに, まるで磁気テープみたいに記録されている。また海底の熱水活動によって放出された熱や物質は地球環境に影響を及ぼし, 鉱物資源として濃縮されてきた。地球環境変動の理解と海底鉱物資源の利用は今後とも重要とされている。

2. 無人探査機

深海底を探査したり, 作業をしたり, サンプルをとってきたりするものとして, 有人の潜水船と, 調査船とケーブルでつながった無人機(Remotely Operated Vehicle: ROV)を紹介したが, 近年では, 自律型無人探査機(Autonomous Underwater Vehicle: AUV)が開発されており, 性能がますます向上している。海底資源などを広範囲に, しかも海底に接近して探査ができるものである。ケーブルとつながっていないために, 機体が安定しており, 音響ノイズが少なく, 海底の精密な地形図や海底下の構造をイメージでき, これによって, 資源の分布などを高精度に評価できることが期待されている。また海底での断層や地滑りなどを短時間で高精度に調査でき, また特定の海域を繰り返し調査してデータを蓄積により, 変動する現象を定量的に把握できることになる⁵⁾。

しかし, AUVの最大のネックは動力源である。バッテリーを多く搭載すれば, 計測機器が制限されるディレンマがある。動力源や搭載する音響機器の高性能化が緊急の開発課題になっている。

3. 課題とアトムの夢

深海底の探査プラットフォームはそれぞれが開発され, あるものは商品化されて運用されている。有人潜水船「しんかい6500」は建造されてからはほぼ20年近くが経とうとしている。あと何年活躍できるのか, 搭載する機材やシステムは時代遅れとなっていないか, 次世代の「有人潜水船」はいつから検討を始めるのか, いくつも課題がある。

ここでは, 有人潜水船, 有索の無人機, 自律型無人機を統合したシステム開発を提案したい。技術開発者はややもすると, 自分が開発しているハードを最高性能のものにしがちである。一つの製品でなんでもできるなら, それに越したことはない。しかしそれは難しい。むしろみんなで協働作業するシステムを考えるべきであろう。たとえていえば, 映画をとるとき, カメラから照明から音声からなんでもしよって活躍する監督がいたとしても, たいしたことはできない。深海で対象に照明を当てると, 海中の懸濁物に当たってハレーションが起きてしまう。どうするか。バーを出して, それに照明を載せるのか。照明係のAUVをつれていけばいいのではないのか。さまざまな作業AUVをひきつけて協働作業をさせ, 有人潜水船やROVなどはAUVに監督する機能や, 電源を供給する機能に限定すればいい。そして原子力関係者には, 海洋における最大のネックである動力源を長期にわたり供給できるシステムの開発を真剣に考えていただきたい。

—参考資料—

- 1) Van Dover, *et al.*, "Biogeography and Ecological Setting of Indian Ocean Hydrothermal Vents", *Science*, **26**, (Oct. 2001).
- 2) 海洋研究開発機構, 他, "硫化鉄のうろこを持つ巻貝の生態解明に手がかり", 報道発表, 2006年3月30日.
- 3) 海洋研究開発機構, 他, "深海の奇妙な巻貝・スケーリーフットの大群集を発見—謎につつまれた生態の解明に期待", 報道発表, 2009年11月30日.
- 4) 工藤君明, "海外における深海有人潜水船の開発動向と我が国の進むべき道", 科学技術動向, 2007年9月号.
- 5) 月岡 哲, "AUVによる海底精密調査", 日本深海技術協会会報, 2009年4号.

著者紹介

工藤君明(くどう・きみあき)



海洋研究開発機構
(専門分野)海洋構造物工学, 海洋環境工学, 近年は日本の科学技術を日本文化の観点から検討している

原子力学会「2010年春の年会」から

JCO 事故の全容を再検証

原子力学会が JCO 臨界事故で特別セッション

日本原子力学会は3月26日から3日間、茨城大学で開いた2010年春の年会で、「JCO 臨界事故から何を学ぶべきか」をテーマにした特別セッションを設けて、この事故の全容やそれがもたらした影響、それから得られた教訓などについて、改めて検証した。

120人が参加した初日の総合セッションでは、当時の原子力安全委員会委員長代理だった住田健二氏がまず、学会としての姿勢と取組み方を紹介。続いて、学会の「JCO 臨界事故国際調査協力」特別専門委員会の主査を務めた田中俊一氏が事故の経過と、それがもたらした意味を詳細に説明し、「事故から10年たった今、事故の教訓を風化させてはならない」と強調した。さらに学会の JCO 事故調査委員会の委員長だった成合英樹氏は、「最近の現場では安全とは関係ないトラブル対応や、マスコミ・地方自治体への対応に時間がとられ、それが士気の低下をもたらすことが心配」との懸念を表明した。



その後のパネル討論では、放射線医学総合研究所の明石真言緊急被ばく医療センター長が、当時の現地での緊急放射線影響対策にあたった体験を踏まえて、緊急時には住民にわかりやすく迅速に情報を提供する必要を提言。茨城大学の熊沢紀之准教授は、一周辺住民としての事故体験と、原子力施設と地域社会の話し合いの場を求めている努力を紹介した。また NHK の七沢潔氏は、国の事故調査委員会による原因究明は不完全であったと指摘し、社会技術システム安全研究所の田辺文也氏は、事故原因の背景には安全規制側にも問題があったとして、そこから学ぶべき教訓に目をそむけてはならないと述べた。さらに東海村の村上達也村長は、原子力の推進と安全を担う機関の分離を求めた。なお27、28日には、6部会による JCO 関連の企画セッションが開催された。

学会と IAEA は昨年、評価報告書をまとめた

会合ではまず、原子力学会の横溝英明会長(日本原子力研究開発機構)が、「JCO 事故から10年目の節目を迎えた。それを総括する機会として、このセッションを企画した」と趣旨を説明。続いて事故当時、原子力安全委員会委員長代理であり、事故の翌年から2年間、原子力学会会長を務めた住田健二氏(大阪大学名誉教授)が、「日本原子力学会と JCO 臨界事故」というテーマで、こう説明を始めた。

「JCO 臨界事故については、さまざまな分析や報告がなされた。その代表的なものは、原子力安全委員会に設置されたウラン加工工場臨界事故調査委員会が、1999年末にまとめた報告書である。なお、この委員会は予算などの制約から、事故からわずか3ヶ月という短期間での発表を余儀なくされた。報告書にも今後の検討課題100項目余が列記されていた。しかし、その後の行政改革などにより、報告書が示した今後の課題については、果た

されないままとなった」

「一方、日本原子力学会は事故直後に会長声明を発し、「原子力安全」調査専門委員会(関本博委員長、東工大教授)など事故の調査活動を開始。「2000年春の年会」では学会企画の7件を含め合計62件の発表がなされた。しかし、その後も政府全体を総括する立場からの調査報告はついに提出されなかった。このため原子力学会では、この事故に関連する事実関係や背景を客観的に整理した上で、国民に説明する社会的責任があるとの認識のもとに、JCO 事故調査委員会(成合英樹委員長)を設置。そこでこの事故の総合的な再調査を行い、その成果をまとめた報告書を2005年に発刊した¹⁾。さらに IAEA とともに国際的な調査を立ち上げることになり、原子力学会は既設の JCO 事故調査委員会を改組して「JCO 臨界事故国際調査協力」特別専門委員会(田中俊一主査)を設けて検討し、2009年4月にA4判120頁余りの報告をまとめた²⁾。こうした作業は、あくまで学会の自主的な事業として実施された」

事故の教訓を風化させてはならない

次に、「JCO 臨界事故国際調査協力」特別専門委員会の主査を務めた田中俊一氏が登壇。「事故が起きたことを私が知ったのは、事故から2時間余り後。科学技術庁から連絡があり、私を含む専門家が召集された。翌日に臨界が終息した時には、安堵というより脱力感を覚えた」と記憶している。そのことを思い出しながら、この事故の全容とそれがもたらした教訓をふりかえってみたい」と述べて、説明を始めた。

「この事故は JCO 東海事業所の転換試験棟の化学処理施設で、核燃料サイクル開発機構の高速実験炉「常陽」の燃料となるウランの再転換加工を行っている最中に発生した。この施設では U_3O_8 粉末を硝酸に溶かした硝酸ウラニル溶液を製造していた。この工程では臨界防止のため、作業単位(バッチ)あたりのウラン量を2.4 kg 以下に制限して、各段階で加工することとされていた。

一方、発注元であるサイクル機構からは、製品として約16.8 kg(約7バッチ)の均一な硝酸ウラニル溶液が要求されていた。このため事故当時の作業者は、沈殿槽を使って均一化作業を行っていた。これらの作業は、許可されていない方法だった。そして1999年9月30日に、約16 kg の U 溶液を沈殿槽に投入した時に即発臨界に至り、その臨界反応はその後20時間続いた。この事故による総核分裂数は 2.5×10^{18} と推測されている。なお臨界事故は世界で22回起こっているが、この事故はそのうち、3番目に大きい事故だった」

「臨界事故の発生とその継続が確認されたのは、事故から5時間以上経った後のことである。当日の夕方には日本原子力研究所構内の科学技術庁現地対策本部に関係者が集まり、臨界終息の方法を議論した。その結果、沈殿槽を囲む冷却ジャケットの水を抜くことで臨界を停止できるだろうとの見通しが立てられ、翌日午前2時半から水抜き作業を開始。6時に臨界が停止した。この間、東海村は独自の判断で、事故現場から約350 m 以内の居住者161名を避難させ、茨城県は10 km 圏内の住民に屋内待機を要請した」

「この事故では、沈殿槽での核分裂反応によって中性子とガンマ線が発生し、一般住民を含めた被ばく事故となった。なお数 Gy 以上の重度の被ばくを受けた作業員3名のうち2名はその後死亡し、他の1名は退院した。

また、事故時に事業所内にいた JCO 従業員が169名、防災業務に従事した者260名(うち報道関係者26名)、周辺の一般住民234名が1 mSv 以上、被ばくした。

事故の直接の原因は、転換試験棟での再転換、硝酸ウラニル溶液の均一化などの一連の作業が、国の安全審査で許可された方法から逸脱して行われたことである。その背景には、臨界管理が必要な20%濃縮ウランを化学処理するという作業に対して、規制行政庁や申請者に十分

な理解がなかったこと、また規制から逸脱した行為が繰り返され、拡大していったこと、臨界管理に対する作業員の知識の欠如などがあげられる」

「JCO 臨界事故は、わが国ばかりでなく国際的にも、原子力エネルギー利用について多くの教訓を残すものであり、本学会が協力して、IAEA は2009年5月にこの事故から得られる教訓を整理した報告を公表した。その主な内容は、

- ・十分な知識と技術を有する技術者の確保、安全文化に対する認識、作業工程などの策定、顧客との協力などにおける経営の問題
- ・原子力防災に対する準備と対応の備えの欠如
- ・安全規制システムの不備

である。さらに将来の課題として、原子力(放射線)事故の社会的な影響、低線量の被ばくを受けた住民の医学的な対応などをあげている」

「JCO 臨界事故については、厳しい安全規制によって律されるべき原子力事業が、規制そのものに落ち度があったことが、一連の調査の中で明らかにされている。加えて、この事故に関しては、事故が起こるかなり以前から、安全規制を逸脱する裏マニュアルが存在していたことも明らかにされている。臨界事故から10年余りが経過し、多くの事故と同じように時間が経過し、人が変わるとともに事故の記憶は次第に薄れつつある。しかし、潜在的に大きな危険性を内在している原子力に従事する者は、国内、国外を問わず、事業者であるか、規制者であるかなど、その立場を問わず、事故の教訓を繰り返すうし、学ぶことが大事である」

国際化の中で原子力安全のシステム再構築を

続いて、元 JCO 事故調査委員会委員長の成合英樹氏(筑波大名誉教授)が登壇。「JCO 臨界事故から学ぶ原子力安全」と題して、原子力安全の上で学ぶべき課題について次のように講演した。

「原子力安全委員会は事故後にウラン加工工場臨界事故調査委員会を設置して、103項目の改善提案を盛り込んだ報告書を公表。政府は原子炉等規制法を改正して核燃料サイクル施設の規制を科学技術庁から通商産業省に移し、原子力災害対策特別措置法を制定。同時に原子力安全・防災対策の予算を計上した。また核燃料加工事業者の定期検査や、保安検査等、規制が強化された。さらに2000年4月には原子力安全委員会を科学技術庁から総理府に移管し、2001年1月の省庁再編の際には、原子力安全・保安院を経済産業省に設置して安全規制の独立性を強めた。特に防災では、原子力防災専門官の常駐、オフサイトセンターの設置、そして原子力総合防災訓練の実施等が行われるようになった」

「事故は、JCO が当初認可された工程と異なる未許可の機器使用を繰り返すことにより発生したもので、単な

る人為ミスではなく、不十分な教育訓練を含めて安全上重要な規制に対する組織的な違反といえる。組織としての安全確保体制をしっかりとしたものにし、かつその風化を防ぐ努力が安全文化であるが、JCOの場合、トータルなグランドデザインがないまま個々の当事者が局所最適的な意思決定を行ったことにより、安全文化の風化を招いた。専門性の高い原子力技術では当事者である企業自らの自己規制が重要であり、それにより安全文化が高まる。しかし小さな組織では自己規制が難しく、安全文化の風化が早く進みやすいので規制者発注者等外部の注意が重要である」

「国の規制は事業者の自己規制が働いているかをチェックすることだが、核燃料加工事業に対して不十分な規制で、さらに安全設計を重視し安全運転管理の重要性への認識が不足していた。一方、外部規制のいたづらな強化は事業者の自己責任の自覚を失わせる。組織の大きさも考慮した規制のあり方を検討することが重要である」

「次に、現地の対応を考える。事故後、国からの指示を待つまでもなく、東海村による早期の350 m 近傍の住民避難要請が行われた。これは適切で良い判断であった。一方、午後10時30分の茨城県による10 km 圏屋内待避勧告は過度の対応であった。なお国の初期対応には時間がかかる。防災においては地元自治体の判断がまず重要であり、専門的技術的な知見の活用ができる環境の整備が重要である」

「原子力の高度な技術を使いこなすには専門技術者の役割が重要であるが、それと共に今日の高度な技術社会の本質を考えなければならない。国の事故調査委員会の吉川委員長も委員会報告書の結言に代えた委員長所感で、二律背反問題を取り上げている。すなわち、A. 安全性を向上させると効率が低下する。B. 規制を強化すると創意工夫がなくなる。C. 監視を強化すると士気が低下する。D. マニュアル化すると自主性を失う。E. フールプルーフは技能低下を招く。F. 責任をキーパーソンに集中すると集団がばらばらになる。G. 責任を厳密にすると事故隠しが起こる。H. 情報公開すると過度に保守的になる。そして、長期的視野に立って原子力を考えるとこのような二律背反問題を解決しないと原子力の将来性はないが、この矛盾は十分解決可能性を持つとしている。原子力の問題の本質の根は深い」

「最近の日本の原子力の課題を考える。原子力発電所の大きな課題が稼働率の低下で、世界でも最も低い部類に属する。また事業者の課題では、安全とは関係ないトラブルで時間を取られ、マスコミや地方自治体への一生懸命な対応も理解されないこともあり、士気の低下が感じられる。規制の合理化も必要で、官庁の無謬性への固執や縦割り行政の問題もあるが、さらに現状は原子力安全・保安院と原子力安全委員会、そして地方自治体の三

重規制となっている。重要な点は慎重に、しかしそうでないところでは効率的な規制が行われるシステムが必要である。マスメディアには、重要な点と瑣末な点とをわきまえた報道を望む。また特に日本の原子力の喫緊の課題が研究基盤の弱体化と人材問題である」

「技術開発には、創意工夫や士気の向上が必要で、士気の低下や効率性への過度な指向は、JCO化を招きかねない。グローバリゼーションの中、世界の新規プラント建設で日本のメーカー、電力会社、そして規制機関も協力が求められている。日本独自のシステムを再構築し、よりよい安全な原子力を求めていきたい」

住民が必要とする情報を、迅速に伝える

セッションの後半は住田健二氏と、事故当時の原子力安全委員会委員で放射線影響協会の松原純子氏の共同座長でパネル討論を開催。放射線医学総合研究所の明石真言氏は、「施設周辺に住む一般の人々の被ばく線量は十分低く、原子力安全委員会健康管理検討委員会が2000年3月にまとめた報告では、『放射線の影響が検出できるような特別な健康診断は考えられない』としている。にもかかわらず、住民の健康診断は現在も引き続き行われており、放射線の影響が出るかもしれないと思っている住民もいる。事故当時、健康影響を速やかに説明できなかった我々医療側にも、対応の遅れがあった。もっと早く、放医研の専門家が来て健康影響について説明してくれていたなら、住民の不安が軽減され、風評被害などの経済的ダメージも少なかったはずだとの指摘もうけた」

「しかしながら当時の私たちは、何をしたらいいのか、何が起きているのかさえ、わからない状態だった。そして事故から10年たった今、事故当時、実際に行われたことの意味、検証が十分に行われ、教訓が十分に生かされているわけではない。五感に訴えない放射線被ばく事故に関する科学的なデータと迅速でわかりやすい説明が、唯一住民とのコミュニケーションである。万一の事故が起きた時に、住民に迅速かつ正確にわかりやすく情報を提供できる体制が確立されているだろうか」との懸念を投げかけた。

十分ではなかった防災教育

また茨城大学の熊沢紀之氏は、「事故当日は、NHKニュースの情報が頼りだった。地元は原子力発祥の県でありながら、原子力防災教育は不備だった。臨界継続という言葉の怖さも理解されていなかった。事故直後にアトムワールド、テラパーク、原子力科学館に行ってみたが、どの施設も防災避難のための教育や展示を全く行っていなかった。私たちが知りたいのは事故があった時、洗濯物はどうするのか、食べ物はどうなのかといった情報だ。最近も展示館を見て回ったが、事故については数枚のパネルが追加されたただけだ。事故が起きたことと、

防災対策をきちんと伝えることが、信頼につながる」と指摘した。

「私はJCO事故の前に起きたアスファルト固化処理施設事故のあと行われた説明会に、参加したことがある。それは事故の真摯な反省と住民に対する説明というより、組織防衛のための説明会という印象を強く受けた。その時に『東海村で予想される最大の事故が起こっても屋内待避で十分である』という説明があったことを、鮮明に記憶している。また担当者の『私たちに信じて下さい』という言葉には、違和感を覚えた。その後、JCO事故が起こった。その時の説明会でも、事業者は安全性の強調のみで、住民に真摯に向き合っているとは思えなかった」

「しかし、この10年間の間に、防災無線の設置がなされ、事故を前提とした避難訓練が行われるようになった。茨城大学の学生による原子力防災ビデオも作製し公表した。また、茨城大学と東海村がこの10年間にわたって共同開催している市民公開型授業『原子力施設と地域社会』は学生、市民に加えて行政や事業者が自由に議論できる場を提供している。この場ではお互いを尊敬し、本音で議論できるように心がけてきた。その結果、多くのことで相互に理解しあえたと思っている」

この事故は決して、特殊なケースではない

事故原因の分析を行ってきた田辺文也氏(社会技術システム安全研究所)は事故の原因について整理。「現場レベルでの“ウランは溶液では臨界にならない”という誤ったシステム理解が大きな役割を果たしたが、それは作業に付随する潜在的危険がどのように防がれているか知らされないことから形成されたものであり、組織レベルでのリスクコミュニケーションと安全教育の欠如からきている。また作業を行ったスペシャルクルーに課せられた過大な労働負荷も重要な役割をもっているが、それは、経営レベルによる無理な合理化に起因する」と指摘した。

また「硝酸ウラニル溶液製造(混合均一化を含む)が設備設計で考慮されていないことが現場でのアドホックな設備改変をもたらす基となっているが、それには発注者である旧動燃からの設備改造依頼の際に製品溶液仕様、発注計画が伝えられなかった問題があり、国による安全規制でも安全審査で製品溶液製造工程がほとんど検討されずに見逃された、等の問題がある。さらにこの事故を特殊なものだとして特異性を強調し、そこから得られる教訓を学ぼうとしない風潮を克服しなければならない」と指摘した。

真実の究明に真摯であれ

NHKスペシャル「東海村臨界事故への道」を2003年に放送し、同名の書籍を出版したのが、NHKの七沢潔氏

だ。同氏はまず、国のJCO事故調査報告書が「直接の事故原因はすべて作業者の逸脱だ」とした時に、「チェルノブイリ事故は、運転員の信じられない規則違反で起きた」とされたことを思い出した。これは科学的説明として不十分であり、むしろ「政治的な言語」に聞こえたと回顧した。同氏はさらに元チェルノブイリ原子力発電所核安全副主任ニコライ・カルパンの「私は事故後、虚偽や隠蔽を嫌になるほど見た。その結果、人間が原子力をやっていけると信じるができなくなった」という言葉を引用。真実の究明を阻害する要因として、次のようなことながらを指摘した。

「国の事故調査委員会は公正さを欠き、原因追及が中途半端だった。わずか3ヶ月で調査が打ち切れ、作業員や国の安全審査官へのヒアリングも行われなかった。また事故調には2人の旧動燃の委員がおり、事務局は監督官庁の科技庁が務めた。このため発注者である旧動燃の関わりや国の規制の実態など事故の背景の解明が阻害され、より普遍性のある教訓が導き出されるべきところを、特殊な企業が起こした特殊な事故という印象が形成され、社会に流布された」

「水戸地裁による裁判終了後、2万ページに及ぶ裁判資料が公開された。結果として、1983～84年のJCO転換試験棟改造の許認可をめぐる国の不十分な安全審査を背景に、輸送の効率化を求める発注者・動燃によるウラン溶液の混合均一化の要求が、事故の温床となる未認可で不適切な工程であるクロスブレンディングを生み、動燃の核燃料製造事業の迷走に端を発する発注の不規則化とJCOの組織的な安全崩壊の中で、工程の逸脱がエスカレートしていったプロセスが明らかになった」

「このような事故が起きた時には調査主体から利害関係者を排除し、真実を客観的に十分に調査し、隠すことなく結果を公表すること。そのような国民から信頼される事故調査の体制を確立すべきであること、そして改善策を講じるのなら、インスタントに考えたうわべの策でなく、徹底した調査で判明した本当の実態をもとに、現実的に効力のある策を講じることを提案する」

規制機関に権威と信頼を

一方、東海村村長の村上達也氏は、JCO事故を、「原子力界の本家筋ではない周辺会社が、違法マニュアルを作成して監督官庁の規制を逸脱し、その結果、臨界を起こした。それは常識はずれで、論外の事故である」と総括することは、本質を隠蔽するものだと指摘。「問題は臨界事故を起こした日本社会、あるいは事故を防ぐことができない日本の社会や原子力界の体質とその究明にある」と述べた。

「この事故の背景には、3つの特質がある。1つは原子力政策の国権の推進姿勢と金権支配体質、2つ目は排他的、特権的で均一な業界体質、3つ目が根拠なき過信、

安全神話だ。阪神大震災の前にロスの大地震が起きて高速道路が壊れた時に専門家は、『日本ではこんなことは起きない』と発言していた。しかし日本でも実際に、そうだった。これと同じことを、原子力の専門家も繰り返している。専門家はしばしば、資源確保や安全保障の重要性を語る。しかしそれは、戦前の日本のようすを思い出させる言葉だ。これらの体質は、日本のムラ社会に染み込んだ体質であり、簡単には変わるものではない」

「一方、安全規制の法律や組織体制は、事故後には迅速に整備された。しかし、国権的な推進体制や自己中心的な業界体質は、全く変わっていない。安全規制を担う機関と推進を担う機関とがいまだに分離していないのは、その象徴だ。規制機関に権威と信頼とがあれば、不合理なことにはならないと思っている」

現場では、常に「問いかける姿勢」を

続く自由討論では七沢氏が、『事故を起こした JCO は特殊な会社だった』ということで収めたいと思った人がたくさんいる。私は JCO 事故ではなく、東海村臨界事故だと呼んでいる。旧動燃など多くの東海村に住む原子力関係者が関わって起きた事故だからだ。事故後に安全文化が強調されたが、その意味があいまいなまま使われている気がする。安全文化をもった社会は、建設的な批判を排除しない社会だ。原子力が用いられるのは、業界内で閉じた社会の中ではない。その資金は社会で賄われており、万一の事故の際の被害は市民にも及ぶ。そこでの批判は当然あるべきで、今回のような機会を設けることは大切である」と指摘。村上氏は「その意見に賛成する。原子力は共存共栄というが、実態は植民地支配だ。原子力の組織に比べ、地域社会の個人の力は弱い。地方には国に依存しない自主と自立が必要。また経済だけで世の中は動かない。またプルサーマル受諾が遅ればもらえる額が少なくなるようなくみではいけない」

また熊沢氏は「七沢氏、村上氏の主張される建設的な批判を受け入れることのできる社会システムの構築を目指すことが重要だと思う。その一例として、原子力の展示施設で事業者に都合の良いことのみを展示するのではなく、反対派のための展示スペースを確保するなどの方針転換を行うべきだと思う」と述べた。

一方、会場からは、東海村に住む人が、「JCO 事故後の被ばく量は、健康に影響がないと言われた。その根拠は何か。被ばくの影響は、被ばくした量に比例すると聞く。低線量では影響がないと言い切れるのか」と質問。これに対し、松原純子氏は、「放射線の影響は、量が問題となる。事故が起きた施設周辺に住む人たちの被ばく量は mGy の単位であり、きわめて低い。原子力安全委員会の健康管理委員会でもこの被ばく量では健康に影響

はないと結論づけ、希望者には住民の不安をなくするためのサービスとして健診を行うとした。被ばくの影響は、被ばくした量に比例する LNT 仮説(しきい値がない直線仮説)もあるが、それはあくまで放射線防護のための仮説であり、きわめて低い線量の被ばくでは、体に有意な影響は観察できない」と回答した。

さらに「JCO 事故後も、住民に対する健康診断が続いている。これから数十年もかけて行くと聞く。ということは、その影響が将来あるかどうか分からないから行くというのが、その趣旨ではないのか」との質問について、明石氏は「私はその健診に携わっている。なお健診を続けていることが、そのように誤解されることが、続けることのデメリットだと思っている。この健診で、事故の健康影響を見つけれられると思っている専門家は誰もいない」と述べた。

また、事故後に招集された専門家は、「当時、情報がほとんど入らず、テレビから得るのがせいぜいだった。海外では一般の人向け用の事前の対応として、電話帳に事故時のマニュアルが書いてあるところがある」と発言。また別の専門家は「国の事故調の報告は3ヶ月でまとめられたが、原研ではその後、3年かけてこの問題に取り組んで研究を続けた」と述べた。

さらに田辺氏は「安全文化では『問いかける姿勢』が大事だ。これは、現場でも『科学する心』と『科学する力』を持ち続けるべきで、経営では『不都合な問いかけ』に対しても真摯に対処することが重要だということである」と指摘。最後に住田氏が、「JCO 事故から10年たった。今日のこの企画は、これが最後ではなく、これからの再スタートという意味がある。これからも、事故から得られた教訓を生かし続けなければならない」と締めくくった。

この記事は登壇者の発言を、当日配布された予稿集で補足したものです。また組織名は、当時のものを使用しました。

(佐田 務, 澤田 隆)

—参考文献—

- 1) 日本原子力学会 JCO 事故調査委員会, JCO 臨界事故; その全貌の解明 事実・要因・対応, 東海大学出版会, (2005).
- 2) IAEA Working Material, *Lessons Learned from the JCO Nuclear Criticality Accident in Japan in 1999*, (2009).
<http://www-ns.iaea.org/downloads/iec/tokaimura-report.pdf>
<http://www-ns.iaea.org/downloads/iec/tokaimura-report-figures-photos.pdf>

報 告

原子力平和利用推進に伴う核不拡散問題への
国際的な取組み「原子力平和利用と核不拡散, 核軍縮にかかわる
国際フォーラム」の結果より日本原子力研究開発機構¹⁾, 久野 祐輔^{1,2)}, 直井 洋介¹⁾, 山村 司^{1,2)}
東京大学大学院²⁾

我が国は、これまで核不拡散に係る国際規範を確実に遵守しつつ、原子力の平和利用を推進してきた。また核軍縮の促進に対しても強力な後押し役を果たしてきた。しかし一方で、核拡散に対する懸念は世界的に高まっており、原子力の平和利用をも脅かす状況にある。今後、平和利用-核不拡散(軍縮)において日本が具体的に世界をリードし貢献していくことがますます重要になってきているが、そのためには多くのチャレンジを乗り越える必要がある。本報告では「原子力平和利用と核不拡散, 核軍縮にかかわる国際フォーラム」(昨年12月開催)においてなされた議論について整理し紹介するとともに今後の課題・取組みについて考察する。

I. はじめに

近年、地球温暖化対策、化石燃料への依存軽減の必要性から、原子力発電の有用性が再認識され、原子力導入の気運が高まっている。一方で、イラン・北朝鮮の核問題や核テロの現実化など核拡散の懸念もあり、核不拡散・核セキュリティにかかわる課題がより顕在化してくるものと予測される。核不拡散に関し、我が国では従来の国際原子力機関(IAEA)との間の包括的保障措置協定の下での保障措置と1999年に締結した追加議定書の下での保障措置を最適化する、統合保障措置とよばれる新たな概念が2004年から適用された。また、核セキュリティに関しては、2001年9月11日の同時多発テロを契機として、世界的にその重要性に対する認識が高まっており、我が国でも、IAEAの勧告に基づき核物質防護にかかわる原子炉等規制法の改正が2005年12月になされ、核物質防護が強化された。

一方、米国では、オバマ政権の政策発表などに伴い、核不拡散体制強化に向けたさまざまなイニシアティブが動き始めている。プラハ演説において、核兵器のない世界を目指して具体的な方策を取るというスローガンのもと、核兵器用の核分裂性物質の生産を検証可能な方法で禁止する兵器用核分裂性物質生産禁止条約(FMCT)や核実験を世界規模で禁止する包括的核実験禁止条約(CTBT)の批准を目指すといった核軍縮を推進する提案とともに、IAEAに資源と権限を与える等の核兵器不拡散条約(NPT)の強化を図る、民生用原子力協力のため

国際的な核燃料バンクを含む新たな枠組みを作り、核拡散の危険を増すことなしに原子力利用にアクセスできるようにするなど、核不拡散・セキュリティ対策の強化について、これまでにない強い決意が示された。

資源のほとんどない我が国は、核燃料サイクルの確立に向けて原子力の平和利用を推進する一方、サイクル施設に適用する保障措置技術を米国などと協力して開発してIAEAに提供し、また、東海再処理施設の核拡散抵抗性を高める混合脱硝技術を自ら開発して導入するなど、保障措置を中心にさまざまな核不拡散への努力や貢献を積極的に行ってきた。その結果、非核兵器国では唯一、フルスケールでの核燃料サイクルを確立するという、世界でもユニークなステータスを築きあげてきた。しかしながら、今後の平和利用推進にあたって、これまでの核不拡散政策の延長線上の対策だけでは必ずしも十分でなく、自ら積極的にかつ有効な手立てを打ち出していくことが重要になる。また、本年は、核兵器不拡散条約(NPT)発効後40年目という節目になるが、5月のNPT運用検討会議に当たり、核兵器保有国は、核軍縮への一層の取組みを示すと同時に、原子力平和利用における核兵器国・非核兵器国間の不平等問題の解消を含めた新たな核不拡散対策を提案していくことが重要となる。

昨年12月3～4日に浜離宮朝日小ホールで開催された「原子力平和利用と核不拡散・核軍縮にかかわる国際フォーラム」(日本原子力研究開発機構、日本国際問題研究所、東京大学G-COE共催)では、原子力平和利用推進に伴う核拡散への対応等について、国際的にどのような課題があり、それらに対し何をすべきか、どのように取り組むべきかについて、世界の有識者とともに討論を実施した。同フォーラムでは、「核不拡散, 原子力平和利用, 核軍縮」「保障措置, 核セキュリティ, 核拡散抵抗

International Approaches against Nuclear Issues Associated with Peaceful Use of Atomic Energy: Yusuke KUNO, Yosuke NAOI, Tsukasa YAMAMURA.

(2010年2月15日 受理)

性)「核燃料サイクルの多国間管理」という3つの関連するテーマについて、円卓の形式にて徹底した討論を実施した。以下、討論において示された主な意見を中心に議論を整理し紹介するとともに、そこから得られた結果について考察する。

II. 核不拡散, 原子力平和利用, 核軍縮への取組み

1. 3S(原子力安全, 核不拡散, 核セキュリティ)

いわゆる3S(原子力安全, 保障措置(核不拡散), 核セキュリティを意味する)は, 2008年のG8北海道・洞爺湖サミットにおいて, 原子力平和利用の根本原則として, 日本のイニシアティブによって首脳宣言に盛り込まれた。本フォーラムにおいても, 複数のパネリストから, 新規原子力発電導入国が3Sを確保すること, 原子力先進国やIAEAがこれらの国の3S確保に関し, 支援を行うことの重要性が示された。他方で, 3Sを前面に打ち出すことが, 新規原子力発電導入国に対する規制強化という側面でもとらえられることに対する懸念も指摘された。日本の専門家等からは, 関係国およびIAEAと協力して, 3Sイニシアティブを具体化していくことの重要性が述べられた。3S概念の検討にあたっては, IAEAが規制機関としてだけでなく, 開発促進機関としての役割をも担っていることに配慮しながら, 両者のバランスをとった形で検討を行うことが重要と考えられる。

2. NPTに内在する不平等性

NPTには, 内在的に, 核兵器国と非核兵器国との間の不平等が存在するが, この点をどうとらえ, 克服していくかについて, 米国, フランスからの参加者と, 日本の専門家および一般聴衆の間で見解が対立した。米国の政府関係者は, 核兵器国が自発的に保障措置対象をIAEAに提示して行う保障措置や追加議定書の適用など, 核兵器国側の取組みを強調し, また, フランスの関係者は, 核兵器国であるがゆえに, 保障措置の適用に関し, 難しい問題(濃縮施設への保障措置の適用, 日本等の非核兵器国から移転された核物質に限ったIAEA保障措置の適用など)が存在することを指摘した。他方, 日本の専門家からは, 不平等を緩和する観点から, FMCTの議論を進めることなどの重要性が指摘された。非核兵器国が抱くNPT体制の不平等感に異を唱える核兵器国側との認識のギャップは大きく, 本フォーラムにおけるような議論を通じて, このギャップを埋めていく努力が重要であることが認識された。

3. NPT非加盟国との協力

NPTの非加盟国との協力の是非について, 特にインドとの協力を焦点置いて議論がなされた。米国政府からの参加者は, 米印原子力協力が, 当面, 核兵器を放棄

する可能性がない国をそのままの状態での国際核不拡散体制の外側に置いておくのは妥当ではないという現実的な考え方から推進されたものであり, 本協力を推進するにあたり考慮した要素として, (1)インドが人口10億人を擁する大国であること, (2)民主国家であること, (3)インドの核兵器能力は不法に取得したのではないこと, (4)インドからの核拡散の実績はないこと, (5)インドの電力需要が化石燃料で賄われた場合の環境への影響を挙げた。一般聴衆からは, 本件の, 北朝鮮等, 他の懸念国などへの影響, 核実験実施の場合の取扱いについての米印間の解釈の相違の観点から, 批判的な見解が述べられた。日本の専門家からは, 日印間の協力にあたっては, 少なくともインドのCTBT批准を前提とすべきとの考え方も示された。米印原子力協力は, インドを国際核不拡散体制に取り込む現実的な方策であるとする米国政府の考え方と, インドとの協力はNPT体制を損ねるものであるという一般的な世論とのギャップは大きい, 両方の考え方を考慮に入れつつ, 今後, 日本はインドとの原子力協力を考えた場合に, インド側にいかなる要件を求めていくのかが注目される。

4. 核軍縮

米国の政府関係者からは, NPTの不平等性を緩和する観点からの核軍縮の意義について, 否定的な見解が示されたのに対し, ブラジルの参加者は, 核兵器国が核軍縮を推進しない限り, 追加議定書の批准等, 核不拡散に関する追加的な措置を取るつもりはないとの考えを明確に示し, この点についても, 両者の見解のギャップが明らかになった。オバマ大統領によるプラハ演説等により, 核軍縮の推進に向けての機運が高まっているが, CTBTの発効, FMCTの交渉開始など, 実際に核軍縮を目に見える形で進めるのは, 必ずしも容易ではないものと考えられる。

5. 人材育成

ブラジル, フランス, 韓国, 日本, 英国, 米国の専門家から, それぞれの国が抱える原子力分野における人材育成上の課題や, 有用な人材を確保するための方策が述べられた。一般聴衆からは, 人材育成に関しては, 単に数を確保するだけでなく, 人材の質を高めることが重要であること, また, 学生には, 国の政策とは無関係にあらゆる国の人々と話をする事ができるという利点があり, 学生時代に海外との人材交流の機会を与えることで, 国際的なメンタリティを育成することが重要ではないかとの意見が表明された。今後, 原子力発電が世界的に拡大していくことが予想される中で, 原子力分野の人材不足は原子力先進国, 新規原子力発電導入国に共通する深刻な問題であり, IAEAや国際協力を通じた人材育成の取組みは重要であることが改めて認識された。

Ⅲ. 保障措置, 核拡散抵抗性, 核セキュリティへの対応

1. 保障措置の強化, 追加議定書の普遍化

追加議定書(AP)は, 未申告の核物質や原子力活動を探知する強力なツールである。包括的な保障措置協定を結んでいても, イランのように提供される情報が不十分では, 原子力活動の全体像が見えてこないケースがあり, APの適用, さらに現APを超えた保障措置の強化を考えていく必要がある。APの普遍化, すなわち, できる限り多くの国が批准することが重要であるとのコンセンサスが得られつつある。本フォーラムでの議論においても, 複数のパネリストから, その普遍化の重要性が表明された。とりわけ, 日本政府関係者からは, APの普遍化推進は日本外交の柱であることが述べられた。他方, ブラジルの参加者からは, AP批准について, 実質的な障害があるわけではないが, 核兵器国が核軍縮を推進しない限り, APの批准等, 核不拡散に関する追加的措置を取るつもりがないことが明確に述べられた。APを批准することは, 規制強化, 主権の侵害につながるという懸念があることは否定できず, こうした懸念を克服し, 普遍化を前進させるためには, AP批准によって得られる政治的メリットの部分強調すること, APの批准に向けてのプロセスがIAEAとの間における信頼関係構築の過程であることの認識を促すことが重要と考えられる。また, 未申告活動の探知技術に加えて, 「特別査察」のような既存の権限を行使すること, 追加議定書を超える新たな措置についての検討の必要性(APプラスと呼ばれる)が示された。

2. IAEA 保障措置の効果, 効率化

IAEA関係者は, 情報駆動型(インフォメーションドリブン)保障措置といわれる新しい保障措置において, 情報分析を向上させること, 国, 地域の査察体系の有効活用が今後の効率化につながると述べた。また, 日本の専門家および政府関係者からは, 計量管理ベースの保障措置は基本であるが, 活動の透明性を高め, 転用や不正使用がないことを確認することによって, 保障措置の効率化が可能であること, 日本では, 複雑多岐な施設に対して保障措置が適用され, IAEAの査察業務量の約20%を占めており, 今後, 六ヶ所再処理工場の本格運転, 六ヶ所MOX製造施設の建設等を控え, さらに効率化が必要になることが述べられ, そのために, 現在, 国内保障措置システムの強化による持続可能な保障措置戦略を策定している旨, 報告された。

将来の核燃料サイクルに対する保障措置については, スループット(扱い量)の増加, 不均質物質, 固体・液体混合物等に対してどのように対応するかといった技術的なチャレンジがあり, リモート査察に関し, 工程の自動

化や接近困難な設備などに対応するため, 最新技術を導入するなど, 革新的な査察活動を行うことが必要と思われる。「Safeguards By Design」(設計段階から保障措置の適用を考慮していく)の考え方の採用により効率化が図られる。そのためにも, 設計者が十分, 保障措置を理解することが重要になる。また, 日, 米, 仏, 露における技術開発, 国際協力も重要と考えられる。

3. 地域的な保障措置取組みの有効性

ブラジルからの参加者より, ブラジル・アルゼンチン核物質計量管理機関(ABACC)が設立された経緯が述べられるとともに, IAEA, ABACC, ブラジル, アルゼンチンの4者間で保障措置協定を締結し, 平和利用の核物質の転用がないことを確認し, IAEA保障措置の省力化に貢献している旨の報告がなされた。

一方, フランスからの参加者より, ヨーロッパではEURATOM条約に基づいて, 地域保障措置を実施していること, 申告された核物質が転用されていないことを監督することを目的に, 核兵器国, 非核兵器国に差別なしに保障措置を適用しており, 結果はIAEAへも報告していることが述べられた。また, 韓国からの参加者からは, アジアにおいても, 2009年に「アジア太平洋保障措置ネットワーク(APSIN)」が設立され, アジアで初めての保障措置に関する多国間イニシアティブが実現しつつあり, 今後, 地域保障措置の可能性についての議論の高まりが期待される旨の報告がなされた。

4. 保障措置の差別化, 核兵器国/非核兵器国における差に関する問題

ロシアからの参加者は, FBR開発, 乾式再処理開発を含む新しい計画を持つが, 将来の燃料サイクルに適用する保障措置技術の開発が重要と述べた。日本の専門家からは, 核兵器国への査察が必要かどうかの考え方にはギャップがあるが, 公平性の観点から, 民生利用の施設については, 実際に査察の対象とするか否かは別として, 全施設を査察の対象としてスタンバイしておくべきであり, それらに対する効率的な査察を検討していくべきとの意見が示された。一方, IAEAでは, 基本的には保障措置に差別はしていないが, 例えば, イランにおいては, 通常の保障措置以上の活動が適用されているなど, その国の保障措置制度等を考慮して, 差別化の検討が行われていることが紹介された。

5. 核拡散抵抗性の役割

核物質取扱施設の増加, プルトニウム利用の拡大に対応し, 保障措置など制度による規制に加え, 高い転用探知確率, 接近しにくさ, 取り扱いにくさといった技術的な核拡散抵抗性を高めることが重要とされている¹⁾。拡散リスクを減らすことが重要であり, 「抵抗性技術」を設

計段階から取り込むことにより、転用パスを減らすことができれば、経済性の側面からも有効になる。日本の参加者からは、抵抗性の高い技術を標準技術として普及させるためには、経済的なインセンティブが必要であること、また、米国の参加者からは、抵抗性技術の向上によって保障措置が適用しにくくなる場合もあるため、抵抗性技術開発において、保障措置の適用しやすさ、効率性への配慮は重要であることが指摘された。抵抗性技術は、核不拡散性向上のための一つのステップであり、これにより保障措置が低減される可能性も秘めている。ただ、保障措置が十分に適用され、透明性の高い国では、ブレークアウト(制度からの脱退)等のリスクが低いので、抵抗性技術の有効性は高くないかもしれない。いずれにしても、保障措置と抵抗性技術の相乗効果を追求すべきである、という意見が出された。

6. 核セキュリティ

9.11同時多発テロなどを背景に、国際社会は放射性同位元素を使った汚い爆弾を含めた核テロ対策として、核セキュリティを一段と厳しくする方向に動いている。日本の専門家からは、セキュリティに関しては、脅威が高い国、低い国、例えば日本のように銃の保有が認められていないような国もあり、一律に考えることが難しく、各国の事情を考慮した議論が重要になるとの意見がなされた。米国の専門家は、脅威をどう評価するかが重要であり、過小評価または、過大評価しても原子力産業を窮地に追い込む可能性があるとして指摘した。核セキュリティ強化のために、施設が過剰設計になる可能性が高く、コスト増大の問題、利便性が低下する可能性がある点を考慮した議論が不可欠である。また、平和利用が進むにつれ、輸送時のセキュリティが重要になるので、いかに核テロから守っていくかを考えることが重要である。これに関して、ロシアの専門家からは、輸送物の位置や量などを把握する、信頼性のある国際管理システムの構築を目指すべきとの意見もなされた。

IV. 核燃料サイクルの多国間管理

1. 核燃料の供給保証の実現性

供給保証は、核不拡散以外の政治的原因で、濃縮ウランの供給が途絶した国に対し、供給を保証する国際枠組みである²⁾。2003年以降、これに関し12の提案がなされ、2009年11月のIAEA理事会で、ロシア・アンガルス国際ウラン濃縮センター(IUEC)での低濃縮ウラン(LEU)備蓄の創設と、備蓄からのLEU供給に関し、関連協定案につき決議案が採択され、実現に向け始動した。これは多国間管理構想の推進力となり得ると考えられるが、ロシアからの参加者は、2年前に設立されたIUECについては、濃縮の契約はまだ1件も締結されておらず、むしろ、IUECの機能として、LEUの供給保

証だけでは不十分で、燃料ペレット、燃料集合体の製造や、使用済燃料管理の機能も持たせることが必要と述べた。フランスからの参加者は、新規原子力導入国の中で、濃縮施設の建設を提案している国は今のところなく、ウラン濃縮技術の開発や施設建設には巨額な費用を要するため、少数基しか持たない新規原子力発電導入国がこれを行うことは現実的ではないこと、1970年代には、濃縮役務の供給者が米国とソ連だけであり、米国が他の国に対する燃料の供給を保証することを拒否したため、URENCOやEurodiffが設立されたこと、現在、4～6の濃縮事業者による、市場原理の下での価格競争が存在し、WTOが、適正な競争が行われているか否かを監視していること、市場メカニズムと政治的な措置の橋渡しをするものとして、当該国の核不拡散コミットメントの遵守状況のレビューを前提とした、長期(10年)にわたる輸出許可が有効であることを述べた。

一方、国連軍縮研究所(UNIDIR)からの参加者は、上述のIAEA理事会では、IUEC-LEU備蓄の創設とLEU供給に関して、非同盟(NAM)諸国等の反対を押し切った形で決議案が採択されており、受領国(主に途上国)が、供給国(主に先進国)に対し、疑念や不信感を抱きかねないと主張した。また、本アプローチは、核不拡散を主たる目的としているだけに、受領国と供給国の間で共通理解が得られない限り、メカニズム構築は難しいと述べた。供給保証が原子力平和利用にとってどんな意味があるのか(コストの低減など)を訴えること、政治的、非商業的理由による途絶がいかなるものであるかを明確にすること、既存の市場を混乱させるようなものではないこと、押しつけるのではなく、必要性を訴えかけるアプローチなどが重要になる。エネルギーの自立の観点から、濃縮技術を持ちたいという国に対して、どう対処していくべきかが一つの課題である。自立だけではなく、ブラジルやカザフスタンなどのウラン資源国にとっては、付加価値をつけてビジネスを行いたいということが、濃縮を志向する要因になっており、供給保証による機微技術拡散防止へのインセンティブを働きにくくしている。

2. 多国間管理構想およびその公平性の確保

多国間管理構想³⁾は、前述の万一における「供給保証」だけでなく、定常的な「供給」や核燃料サイクルサービスを国際的枠組みで展開するアプローチであり、機微技術の拡散防止に資するものである。米国からの参加者によれば、ブッシュ大統領(当時)が、2004年に濃縮、再処理技術を有する原子力供給国は、濃縮、再処理技術や施設を、すでにそうした技術、施設を保有している国以外には移転しないことを提案したが、この提案は、現状の技術保有国・非保有国の区分を固定化するものであるとの懸念を引き起こした。米国では、その後、当該提案を、

受領国にとってより受け入れやすいアプローチ, すなわち, 受領国に濃縮, 再処理の放棄を要求しない方向に変えようとしているとのことであった。重要なことは, 濃縮の「技術的能力」の拡散を防止することであり, 新規原子力発電導入国に魅力的なインセンティブを提供し, その代わりに, 燃料サイクル技術を開発することがないようにすることである。

3. 多国間管理構想の推進方法

多国間管理構想に関しては, これまで燃料供給保証というフロントエンドが中心であったが, これからはバックエンドも含めた検討がなされるべき。バックエンドの国際化にあたっては, まずは技術の確立が必要であり, 更なる研究開発およびそのための国際協力が奨励されるべきである。中国からの参加者は, 米, 露, 日, 韓, 中, 印等の大きな原子力プログラムを有する国は, コスト等の問題で他国にすべてを依存することはできず, まず自国内で核燃料サイクル施設を設計し, 建設, 運営していく必要があり, よって, 国際的(地域的)な核燃料センターを創設する際にも, その国のプログラムを基盤に考えるとの意見を示した。韓国の参加者からは, 韓国では濃縮, 再処理能力を有しておらず, 2030年までに原子力のシェアを59%に増やす計画のため, 使用済燃料は2100年までに10万トンに達することが想定されること, 使用済燃料管理は深刻な問題で, 海外依存も必要な選択肢と考えており, その多国間アプローチについての国際的な議論を必要としていること, 多国間管理構想は経済的なインセンティブを有するもの, メカニズムにぜひとも参加したいとのインセンティブを与えられるものである必要があることが述べられた。使用済燃料の引取りや管理の保証も含めれば, 政治的要素や不信・疑念を取り除ける可能性はある。

フランスからの参加者は, 英仏両国は商業用の再処理施設を所有しており, 他の国に対して再処理役務を提供することが可能と述べた。ただし, 高レベル放射性廃棄物は返還する必要があること, 廃棄物を発生させた国がその管理に責任を有すること等の条件が含まれる。プルトニウム利用について, ロシアのシナリオは, 次世代高速炉ができるまでは再処理せず, その間は中間貯蔵としている。日本からの参加者は, 使用済燃料の国際貯蔵をしながら, 併行してプルトニウム利用を促進することが必要であり, 高速増殖炉が必要になってから急に始めたのでは遅いと主張した。いずれにしても, 各国ごとに原子力を取り巻く状況は異なり, 議論を収束させることは難しいが, ステップ・バイ・ステップで実現可能な部分から始める, 例えば, まず使用済燃料の中間貯蔵施設を多国間あるいは地域で創設することが考えられる。

4. 今後の課題, 多国間管理議論において考慮すべきこと,

米国からの参加者は, 核燃料サイクル施設の多国間管理を議論していく際に, 何を目的に, 誰を参加させ, どのレベルで多国間管理化を図るのか, 技術のブラックボックス化を求めているのか, それは受領国の要求と合致するものなのか, 産業界に受け入れられるものなのか, 等々, 詳細を一つ一つ積み上げていくことが必要と述べた。フランスからの参加者は, 核不拡散を確保することは, 産業界自身の利益につながるという考え方が重要であるとした。日本からの参加者は, 多国間管理の議論には, 我が国も積極的に参画していくべきであり, 議論にあたっては, 保障措置の低減の可能性など, 新たな枠組みのポジティブな側面を強調することが重要であること, 原子力が地球環境あるいはエネルギー安定確保のために必要であるという共通理念の下で, それを平和利用に限定していこうという共通認識を持ち, 多くの場で議論することが大事であるとの考えが示された。原子力が地球の持続可能な発展のためにどうしても必要であると皆が信じるのであれば, 国だけの問題ではなく, これに関わる産業界, 研究機関, 大学の関係者すべてが, その思いの下, それぞれがどのような責任や役割を果たしていけるのかについての認識を共有することが重要と述べた。

V. まとめ

本フォーラムでは, すべての論点において必ずしも共通認識に至ったわけではないが, 出された意見の中で重要かつ大勢が一致したと思われる考えについて以下にまとめる。新規原子力発電導入国に受け入れられる形での3Sの推進や原子力の人材育成は重要。保障措置では追加議定書の普遍化はもとより, IAEA 保障措置のより効果的な活用や機能の強化が重要, さらに平和利用においては, 経済合理性の確保される中での保障措置と抵抗性技術の相乗効果を追求すること, 核セキュリティの認識を高めるとともに国情に合った適切な対策を講じることが重要。根強く存在するNPTの不平等解消のためにも, 核兵器国による軍縮促進努力や民生利用における明確な不拡散対策を示すことが必要。原子力の平和利用と核不拡散両立には, 多国間管理構想が, 燃料供給や使用済燃料問題解決, 資源の有効利用において国際ロードマップともなる効果的な考え方である。多国間管理構想において, 平等性, 透明性, 経済合理性が確保されれば, 魅力的な枠組みとなり, 多くの参加国を得ることができ, 結果的に核不拡散上有効な対策となるものと考えられる。

今回の議論を通し, 依然として, 持てるものと持たざるものの差別論が, 課題解決を難しくしていることに改めて気付かされた。我が国は, 核不拡散規範に真摯に従

うとともに、核不拡散のために国際協力を惜しまないという一貫した原子力平和利用推進政策により、国際社会からの信頼を得てきた。特に、保障措置や核拡散抵抗性を高める技術開発など、技術力でこれらを支えてきた経験を有する。今後とも、過去の実績に甘んじることなく、核不拡散および核セキュリティの強化というより厳しい国際環境下で、平和利用と核不拡散の両立にかかわる国際社会の課題解決のためにリード・貢献していくことが重要であると痛感した。

—参考文献—

- 1) 千崎雅生, 久野祐輔, 井上尚子, 勝村聡一郎, “次世代原子力システムの核拡散抵抗性”, 日本原子力学会誌, 50 [6], 368~373(2008).
- 2) 直井洋介, 小林直樹, 若林修二, 田崎真樹子, 原子力 eye, 56[2], 52-56(2010), 56[3], 33-37(2010), 56[4], 50-53(2010).
- 3) 久野祐輔, J-S. Choi, “核不拡散から考える核燃料サイクルの国際化”, 日本原子力学会誌, 51[9], 678~682(2009).

著者紹介

久野祐輔(くの・ゆうすけ)



日本原子力研究開発機構, 東京大学大学院
(専門分野/関心分野)核不拡散抵抗性・保障
措置・保障措置分析

直井洋介(なおい・ようすけ)



日本原子力研究開発機構
(専門分野/関心分野)核不拡散科学技術,
燃料供給保証

山村 司(やまむら・つかさ)



日本原子力研究開発機構, 東京大学大学院
(専門分野/関心分野)核不拡散政策

学会誌への投稿原稿の扱いについて —採否に関する判断条件—

編集委員会

学会誌への投稿は、それに先立ち記事提案書(学会 HP に記載)の提出が必要となります。提出された記事提案書は編集委員会で審議し、通過したものについて(投稿)原稿を提出していただくことにしています。

編集委員会では、会員の皆様から寄せられる投稿原稿、投書には、謙虚に耳を傾け誠実に対応するようにしています。

記事の内容については、著者に責任がありますが、学会誌へ投稿された原稿を記事として掲載するかどうかについては、編集委員会が判断いたします。編集委員会が下記のいずれかに該当すると判断した記事提案書(場合によっては、記事提案書に基づき執筆された投稿原稿)については、記事として掲載することをお断りすることになっています。

- (1) 事実を無視し、あるいは歪曲した意見。
- (2) 文章に論理性がなく、意味不明な場合。
- (3) 掲載することにより、学会の品位に傷がつく恐れがある場合。
- (4) 良識に欠けると思われる意見。例えば、個人あるいは組織への中傷・誹謗、一方的な極め付けなど。
- (5) 美醜、好悪に類する判断が求められている場合。
- (6) すでに掲載された記事と同様の内容を繰り返し主張している場合。
- (7) 商業的な広告・宣伝などを目的とする場合。
- (8) 会員にとって掲載する意味がない。
- (9) 内容がタイムリーでない。
- (10) 内容が正しいかどうか判断できない。
- (11) 関係する機関の了解が得られていない。
- (12) 余り期間を空けない同一者からの投稿。

(注1) 記事提案書の審議結果については約1か月で事務局よりお知らせいたします。

(注2) 掲載否の場合、該当事由の番号をお知らせしますが、それ以上の説明は致しません。また、編集委員会に対する常識を欠いた要求*が求められた場合にも返答いたしません。

*例えば、極めて短い期限での返答の要求、守秘義務に反する情報開示を求めたりする場合など。

(2009年7月3日改定)

連載
講座ICRP 新勧告
—新しい放射線防護の考え方と基準

第3回 放射線防護に用いられる諸量

(独)放射線医学総合研究所 保田 浩志

I. はじめに

放射線防護の分野で用いられている量、いわゆる“防護量(Protection Quantities)”は、分かりにくい。この分野で長く仕事をしている身でも、よくそう思う。

何が理解を難しくしているのだろうか。

まず、防護量が“測定できない量”であることだろう。和訳では“線量計測量”とされていて紛らわしいが、測れないものをどうやって定量し管理するのか。

次に、“個人の特徴は考慮しない”とされている点だ。同じ量の放射線を浴びても、女性と男性、子供と大人、太った人と痩せた人では受ける影響が違ってくるだろうことは、素人でも察しがつく。そうした違いを無視してもよいのだろうか。

そして、“被ばく線量”とされるものに、数多くの似たような量があることだ。実効線量、等価線量、預託線量、周辺線量当量、個人線量当量等。同じSvという単位を持つのに、意味は異なる。もう少し覚えやすいようにできないのだろうか。

このように、放射線防護の分野で用いられる量には、定義だけを聴いても腑に落ちないことが多い。よく分からないので当局の言うまま記憶しておこうという人も少なくないように思う。デスクワークの人はそれでよいかもしれないが、実際に放射線を扱う作業をしている人たちには、自ら身の安全を判断・確保できるよう、防護量の意味や適用限界等について、納得しておいてほしいと思う。

そのような願いから、本稿では、放射線防護に用いられている諸量について、2007年のICRP勧告¹⁾で改訂された内容を踏まえながら、その意味や具体的な算定方法等の平易な解説を試みる。

New ICRP Recommendation—New Radiation Protection Principle and Standards(3); Quantities for Radiological Protection: Hiroshi YASUDA.

(2010年 2月1日 受理)

各回タイトル

第1回 放射線防護の歴史的展開

第2回 放射線防護の生物学的側面

II. 防護量の意味

防護量は、放射線から人の健康を確実に防護することを狙いとして、放射線被ばくの程度が容認できるレベルにあることを確認するために用いられる量である。評価する人の判断を重んじた、合意された手順に従って導き出される量であり、“物理量”とは一線を画す。

物理量には、厳然とした真値があり、正確な方法で精密な測定を繰り返すことにより、統計学的な不確かさとともに、その真値を客観的に知ることができる。

一方、防護量は、実際に測ることのできない、統計学的な不確かさのない推定量である。架空の人体が吸収した放射線のエネルギー量を部位ごとに計算し、重みづけをして合算した値を正解とする。極端な言い方をすれば、関係者の合意さえ得られれば、正解の値はいかようにでも変えることができる。

そんな量が、果たしてどう役に立つのだろうか。

これについての理解を助けるために例を挙げると、放射線の被ばく線量に係る評価は、騒音レベルの評価に似ている面がある。

音の大きさを表す、デシベル(db)という単位を持つ量は、大多数の人が聞き取れる波長域の音について、基準値に対する音圧の比の対数として求められる。実際には、音の感じ方には個人差があり、特定の音に敏感な人や聞こえない人などもある。さらに心理的な要因も大きく作用する。そうした不確かさを踏まえた上で、平均的な人の聴覚に合うような音圧の定量法を定め、その方法で得た値を騒音レベルとして取り扱う。

住宅地のそばに高速道路や線路を建設する場合、基準を超える騒音が生じないか事前に評価し、必要と判断されれば計画を見直したり防音壁を作ったりなどの対策を施す。施工後に住民から騒音についての苦情があった場合には、専用の測定装置で測られた音圧のレベルから、対策の要否や事業者の対応責任等を判断する。その判断においては、対象とする住民を特定しない、平均的な人の聴覚を模擬した騒音の評価が行われる。

放射線防護に用いられる線量評価の体系も、同様の考え方に根ざしている。すなわち、あらゆる人を放射線から平等に防護するため、平均的な成人の身体的特徴を持

つ“標準人(Reference Person)”を想定し、その人が被ばくする放射線の量を、関係者で合意された共通の方法で推定する。この“最良推定量”が防護量にあたる。

防護量は、放射線防護の基準を下回る低いレベルの被ばくに適用される。その評価は、時間的な被ばくのパターンや線量率の影響、線源の所在一身体の外か内か—など影響を受けないとされ、共通の方法で行われる。

こうした特長を持つ防護量は、放射線を発生する装置を設計したり、放射性物質を含む材料を扱ったりする場合に、計画の実施に伴う放射線被ばくの安全性を判断するのに大いに役立つ。

ただし、例えば放射線事故が起こった直後など、被ばくした人の年齢、性別、体格等が確実に特定できる場合には、防護量は使うべきではない。このような顔のある個人が評価の対象になるケースでは、各人の身体的特徴を反映した現実的な評価が推奨される。

また、組織反応(確定的影響)が生じ得るような高い線量の被ばくを伴う場合に、防護量を用いて除染や医療処置などの要否を判断するのは適切ではない。このような緊急時の線量評価では、吸収線量と生物学的効果比(RBE)の組合せを用いるのが妥当である。

なお、放射線被ばくに対する評価では、騒音の場合にはない問題点が2つある。それは、臓器・組織によって放射線感受性が異なることと、放射線の線質(種類やエネルギー)によって生物効果に違いが出ることだ。

騒音の場合は、音の感知に関係する臓器は耳(聴神経を含む)だけといえる。よって、聴覚を模擬した音圧の測定装置により、信頼性高く騒音レベルを評価できる。一方、放射線被ばくにおいては、放射線感受性が異なる様々な臓器・組織が評価の対象になる。臓器の多くは体内にあるので、その線量を直接測定するわけにいかず(第1図)、モデル計算によって推定するしかない。その推定においては、生物効果の異なる様々な放射線について、標準人の体内における挙動を正確に予測することが

必要になる。

次章では、そのような特徴を持つ防護量の評価体系について具体的に述べてみたい。

Ⅲ. 防護量の体系

1. 線量評価の体系

放射線防護の基本をなす量は、吸収線量、等価線量、実効線量の3つである。このうち、“等価線量”と“実効線量”が防護量に当たる。

防護量の評価手順は以下のものである。

まず人体各部の吸収線量を求める。吸収線量 D は、電離作用を持つ放射線が質量 dm の物質に与えたエネルギー $d\varepsilon$ から、次式により定まる。そのSI単位は J kg^{-1} 、特別な名称は Gy である。

$$D = d\varepsilon / dm \quad (1)$$

この D は、防護量と異なり、測定が可能な、統計学的不確かさを持つ物理量である。

次に、外部から人体に入射するまたは体内にある放射性核種から放出される放射線 R について、 D を特定の臓器または組織 T にわたって平均化し、平均吸収線量 $D_{T,R}$ を求める。続いて、 $D_{T,R}$ に放射線加重係数 w_R を乗じた量の合算値として、次式のように等価線量 H_T を算出する。その単位は J kg^{-1} 、特別な名称は Sv である。

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R} \quad (2)$$

w_R の値については、線質と生物効果の関係に基づき、放射線の種類とエネルギーに応じた適当な数値が勧告されている(詳しくは後述)。

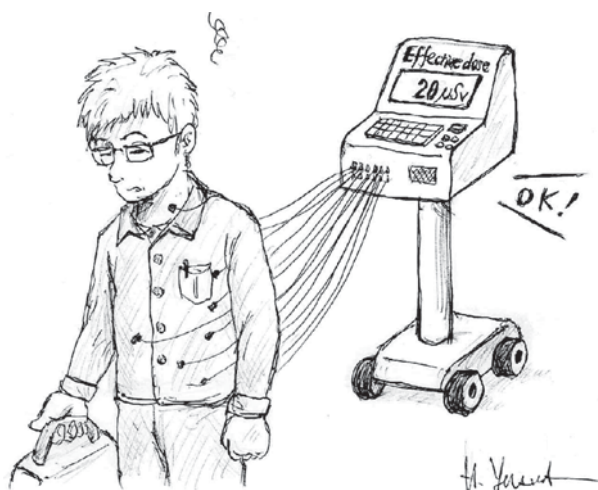
そして、標準男性および標準女性それぞれについて、対象となるすべての臓器・組織の等価線量 H_T^M および H_T^F を求める。そして、各臓器・組織の放射線感受性を考慮しつつ、男女平均の等価線量を合計することにより、実効線量 E を求める。以下にその計算式を示す。その単位は J kg^{-1} 、特別な名称は Sv である。

$$E = \sum_T w_T \left[\frac{H_T^M + H_T^F}{2} \right] \quad (3)$$

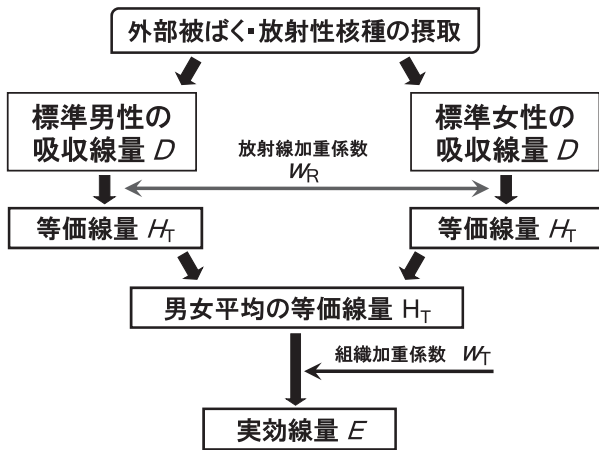
ここで、 w_T は組織加重係数と呼ばれ、放射線感受性の大きな臓器ほど大きな値を持つ(詳しくは後述)。なお、すべての部位の w_T を合計した値は1になる。

これらの防護量の評価の流れを第2図に示す。

上記の線量評価のスキームは、1990年勧告²⁾に提示され、2007年勧告でもほぼ踏襲されている。2007年勧告で改訂されたのは、標準人のファントム1つだけで H_T 値を計算することから、男女別モデルで計算された H_T 値を平均化する方法への変更である。なお、これに関して、2007年勧告には、男女の生殖器を持つ両性具有モデルを用いて計算しても結果は大きく変わらないと記されている。



第1図 現実的でない防護量測定装置



第2図 2007年勧告で示された線量評価の体系

2. 等価線量

臓器・組織の被ばく線量を意味する等価線量は、その名が示すとおり、異なる線質の放射線がある臓器・組織に付与したエネルギーを、共通の尺度の値に変換して表すための量である。

同じ吸収線量でも、放射線の線質(種類やエネルギー)により、生物効果の程度は異なる。人が被ばくし得る放射線には、光子、電子、ミュー粒子、パイ中間子、中性子、陽子、アルファ粒子等の線質の異なる粒子があり、人体への影響にも違いが観られる。よって、これらの粒子を区別し、適当な重みづけを行って等価線量を評価する必要がある。

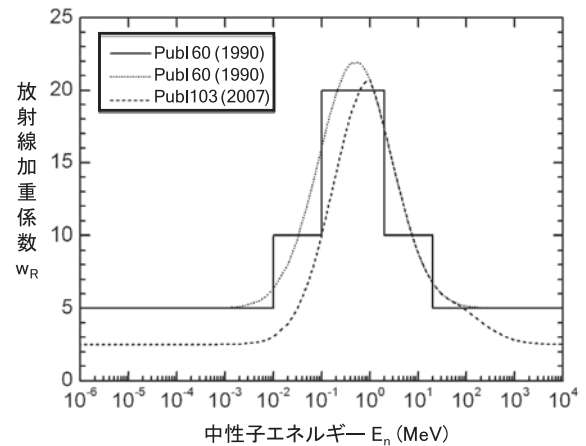
その重みづけに使われるパラメータが、放射線加重係数 w_R である。 w_R の値は、様々な放射線の生物学的効果比(RBE)のデータに基づき、LETの低い光子を基準($w_R = 1$)とした整数値で与えられている。第1表に、2007年勧告で提示された w_R 値を、1990年勧告の値と併せて示す。連続関数で与えられている中性子の w_R 値については、中性子エネルギー E_n を変数としたプロットを第3図に示す。その関数形は、以下のとおりである。

$$w_R = \begin{cases} 2.5 + 18.2 e^{-[\ln(E_n)]^2/6} \dots E_n < 1 \text{ MeV} \\ 5.0 + 17.0 e^{-[\ln(2E_n)]^2/6} \dots 1 \text{ MeV} \leq E_n \leq 50 \text{ MeV} \\ 2.5 + 3.25 e^{-[\ln(0.04E_n)]^2/6} \dots E_n > 50 \text{ MeV} \end{cases} \quad (4)$$

第1表 新たに勧告された放射線加重係数(w_R)の値 (1990年勧告の値との対比で示す)

放射線のタイプ	2007	1990
光子	1	1
電子とミュー粒子	1	1
陽子と荷電パイ中間子	2	5 (陽子のみ)
アルファ粒子, 核分裂片, 重イオン	20	20
中性子	連続関数(第3図参照)	階段関数

注) すべての数値は、人体へ入射する放射線、または内部放射線源に関しては摂り込まれた放射性核種から放出される放射線に関係する。



第3図 新たに勧告された中性子の放射線加重係数とエネルギーの関係(1990年勧告(ICRP Publ.60)の値と比較して示す)

1990年勧告との対比でみると(第1表, 第3図参照), 新しい勧告では、陽子と中性子の w_R 値が小さくなったことが分かる。陽子の w_R は5から2へと60%も小さくなり、中性子の w_R 値は1 MeV以下と100 MeV以上のエネルギー領域で最大50%下がっている。また、荷電パイ中間子の $w_R (= 2)$ が新たに追加された。その他の粒子: 光子, 電子, ミュー粒子, アルファ粒子, 核分裂片, 重イオンについてはそのままである。

これらの w_R 値の改訂は、評価の基本となる生物学的データの精度が高まったわけではなく、平均線質係数 q_E による評価値³⁾との整合性をとることを主な狙いとした、実用上の考慮に基づいている。

例えば、陽子の w_R 値の変更(5 → 2)は、放射線実務において、平均線質係数が2よりも大きくなるような低エネルギー陽子による被ばくがほとんど想定されないことによる。陽子が対象となるケースには、上空を飛行する航空機乗務員や宇宙飛行士等の宇宙線による被ばくが挙げられるが、線量に比較的大きく寄与するのは、100 MeVを超える(平均線質係数が1.2を下回る)高エネルギーの陽子である。

中性子については、まず、運用上の利便性を勘案して階段関数を止め、連続関数のみを選択している。1 MeV未満のエネルギー域については、Publ. 92³⁾で示された平均線質係数に関係づけられた曲線に基づいて w_R 値を与え、50 MeV以上の高エネルギー域では、中性子の w_R 値は先述した陽子の w_R 値(= 2)に漸近的に近づくはずであるという物理学的な推論によっている。

荷電パイ中間子の追加の背景には、近年の調査研究により、大気圏上空における航空機乗務員の被ばくや高エネルギー粒子線加速器施設における放射線作業員の被ばくにおいて、パイ粒子の寄与が明らかになってきたことがある。一般にパイ粒子はクーロン相互作用をもたらす低LET粒子とみなされるが、一部が原子核に捕えられ

高LET粒子を放出して崩壊する現象(いわゆる“スター”)を起こすこと等から、 w_R 値を2としている。

3. 実効線量

確率的影響のリスクを管理するために広く用いられている実効線量は、標準とされる男女について、各臓器・組織の等価線量の平均値を、その相対的な放射線感受性を考慮しつつ合算した量として得られる(第1図参照)。

各臓器・組織の放射線感受性は、組織加重係数 w_T の値として数量化されている。 w_T 値は、単位人口・単位線量あたりのがん登録患者数を基に、がんの致死率や寿命損失年数、痛みや苦しみなど生活の質(QOL)の悪化を加味して調整された損害のレベルに対応するよう定められている。

第2表に、2007年勧告で提示された w_T 値を、1990年勧告の値と併せて示す。新しい勧告での主な改訂事項は以下のとおりである。

- ・生殖腺の値が0.20から0.08へ顕著に小さくなった。
- ・乳房の値が0.05から0.12に大きくなった。
- ・脳および唾液腺の w_T 値(0.01)が与えられた。
- ・残りの組織の値が0.05から0.12に大きくなり、その構成が変わった。

生殖腺の w_T 値が下げられた主な理由は、最近の知見の集積により、遺伝性疾患のリスクがこれまで考えられていたよりも小さいという事実が明白になってきたことによる。以前の勧告では、すべての遺伝性疾患は致死的と仮定していたが、今回の勧告では致死割合を80%と定めた。また、遺伝的なリスクに関して、1990年勧告では長期間の平衡値に基づいて考えていたが、2007年勧告で

は被ばくした個人と第2世代のみを分析対象としている。

ところで、1990年勧告で登場した実効線量は、大きく異なる状況の被ばく、例えば外部被ばくと内部被ばくなど、あらゆる線源からの寄与を加算して1つの量で表すことを可能にし、線量の記録や基準値との比較を容易にした。

一方、実効線量の解釈や扱い方には若干混乱が観られていた。その状況を踏まえ、2007年勧告では、それまであいまいさが残っていた実効線量の適用範囲について、明解な規定がなされている。以下にその部分を要約する。

- ・実効線量は、男性および女性の標準人の数学ファントムを用いて計算された、平均の等価線量から算定される。特定の被ばく条件は考慮されるが、個人の特徴は考慮されない。
- ・実効線量は、放射線防護の計画と最適化のための予測的な線量評価、線量限度の遵守を実証するための適及的な線量評価、もしくは、線量拘束値や参考レベル等の基準値と線量を対比する目的に用いる。
- ・実効線量は、疫学的な評価には推奨されない。また、特定された個人が受けた被ばくに関する適及的なリスクの評価にも用いるべきでない。
- ・組織反応の評価に対しては、実効線量の使用は不適切である。このような状況では、吸収線量を推定し、適切な RBE を考慮することが必要である。

これらの指針は、実効線量の近似的な測定に用いられる“実用量”⁴⁾との使い分けを含め、防護量の誤用を防ぐのに役立つだろう。

第2表 組織加重係数(w_T)の新旧勧告での対比

組織	2007	1990	備考
骨髄	0.12	0.12	
結腸	0.12	0.12	
肺	0.12	0.12	
胃	0.12	0.12	
乳房	0.12	0.05	増
生殖腺	0.08	0.20	減
膀胱	0.04	0.05	減
食道	0.04	0.05	減
肝臓	0.04	0.05	減
甲状腺	0.04	0.05	減
骨表面	0.01	0.01	
脳	0.01	—	新
唾液腺	0.01	—	新
皮膚	0.01	0.01	
残りの組織*	0.12	0.05	増
合計	1.00	1.00	

*2007年勧告における“残りの組織”には、副腎、胸腔外領域、胆のう、心臓、腎臓、リンパ節、筋肉、口腔粘膜、脾臓、前立腺(男性のみ)、小腸、脾臓、胸腺、子宮/頸部(女性のみ)が含まれる。

V. さいごに

本稿では、放射線防護の基本となる量、すなわち“防護量”の意味や評価体系について、2007年勧告で新たに示された内容を適宜紹介しながら概説した。浅く拙い文章ながら、読んで頂いた方が何となくでも理解が進んだと感じてくださるようなら嬉しい。

2007年勧告では、線量評価の体系については前回の勧告をほぼ踏襲している。すなわち、基本的な物理量として吸収線量を用い、放射線の線質を考慮して各臓器・組織の等価線量を求め、放射線の確率的影響に係る各部位の感受性の違いを考慮して実効線量を推定する。放射線防護の基盤を成す線量の体系がこのように確固としていることは、放射線管理の現場における混乱や負担増を回避できるという点で好ましい。

2007年勧告における、防護量についての主な改正点をまとめると、以下ようになる。

- ・等価線量の算定において、両性具有ファントムに代えて、男女別の標準ファントムを用いることとされ

た。

- ・放射線加重係数について、陽子と中性子の値が小さくなり、荷電パイ中間子の値が追加された。
- ・組織加重係数について、生殖腺や乳房等、一部の臓器の値が変更された。

上記の改正を受け、これから当分の間、新しいファントムや加重係数に対応するための検討が国際的に活発に行われると予想される。そして、数年内には、フルエンスから実効線量を算定するための線量換算係数や、放射性核種の摂取量または吸入量から預託線量を算出するための線量係数等に関する新しいデータベースが提供されるだろう。

また、2007年勧告では、1990年勧告以降、あいまいさが残っていた実効線量の適用範囲について踏み込んだ記述がなされ、防護量の扱い方がより明瞭になった。分かりにくい防護量を誤りなく使えるようにしてくれる、そうしたアドバイスは大いに歓迎したい。

本文をまとめるにあたり、(財)放射線影響協会のICRP調査研究連絡会で行われた議論を参考にさせて頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

—参考資料—

- 1) ICRP, "2007 recommendations of the International Commission of Radiological Protection," Publ. 103, Annals of ICRP vol.37[2/4], Pergamon Press, Oxford, (2007).
- 2) ICRP, "1990 recommendations of the International Commission of Radiological Protection," Publ. 60, Annals of ICRP vol.21[4], Pergamon Press, Oxford, (1991).
- 3) ICRP, "Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q) and radiation weighting factor (w_R)," Publ. 92, Annals of ICRP vol.33[4], Pergamon Press, Oxford, (2003).
- 4) ICRU, "Quantities and units in radiation protection dosimetry," Report 51, ICRU Publications: Bethesda, MD, (1997).

著者紹介

保田浩志(やすだ・ひろし)



(独)放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター
(専門分野)宇宙線被ばく/線量評価/放射線防護



スイスの原子力事情

(社)海外電力調査会 東海 邦博

フランス、フィンランド、英国、イタリアに続いて、スイスでも新規建設の動きがある。原子力モラトリアムのあったスイスも、法改正で新規建設が可能となり、電気事業者は建て替えに向けて許認可申請を開始した。以下、本稿では新規建設の動きを中心にスイスの原子力事情を紹介する。

I. 原子力発電開発

1. 経緯

(1) 原子力発電は水力に次ぐ重要な電源

従来、スイスはアルプス山系の水力資源に恵まれ、水力発電が電源の中心であった。しかし、化石燃料資源に乏しく、国内に有力な重電メーカーを抱えていることから、1960年代後半の早い時期から原子力開発も手がけてきた。

その結果、スイスでは2010年初め現在、ベツナウ(38万kW 2基)、ゲスゲン(102万kW 1基)、ライプシュタット(122万kW 1基)、ミューレベルク(37.2万kW 1基)の4つのサイトに5基340万kWが運転されている。2008年の各ユニットの稼働率(設備利用率)は90%を上回っており、前年に続き好調であった。ゲスゲンは周辺の工場向けに、また、ベツナウは「レフナ」と呼ばれる地域暖房網向けに熱供給も行っている。

原子力は水力とともにスイスの電力供給を支える重要な電源となっており、2008年の発電電力量(670億kWh)のうち、水力(56%)に次いで約40%を占める。

(2) モラトリアムで将来、需給逼迫の恐れ

しかし、このスイスにおいても、チェルノブイリ事故の影響で90年代以降、原子力開発は停滞してきた。イタリアのような原子力施設の閉鎖には至らなかったが、1990年には「原子力モラトリアム」を求める国民投票が採択され、2000年までの10年間、原子力発電所の新規建設が凍結されることとなった。

このモラトリアムはスイスの電力需給に影響を与えた。スイスは従来、豊富な水力発電により近隣諸国に余剰電力を輸出してきたが、近年、需要が一定の伸びを示す一方、モラトリアムで発電設備の新規建設が停滞したため、2008年の輸出入差引きは12億kWhの輸出超過に留まった。将来的にも、フランスからの電力輸入契約が2017年に期限を迎えること、初期に建設された3基が2020年初めに閉鎖される予定であることなどから、今

後、新規建設がなければ、2020年以降、電力需給の逼迫が予想される事態となっている。

2. 新規建設に向けての動き

(1) 法改正で新規建設凍結を解除

このような状況を背景に、モラトリアム明けの2003年に実施された国民投票では、反対派から提出された、新規建設の凍結延長と既設炉の運転期間を限定することを求める発議、および脱原子力と再処理禁止を求める発議はいずれも反対多数で否決された。

これを受けて、連邦政府は2005年、原子力法を改正し、原子力政策の再定義を行った。この改正法では、まず原子力発電を維持することが確認され、既設発電所はこれまでどおり運転期間に制限を設けないことにするとともに、新規建設は凍結が解除された。

さらに、2007年には、連邦政府は「2035年までのエネルギー見通し」を発表し、2020年以降、原子力発電所の閉鎖で電力需給が逼迫すると予想されることから、ベース負荷を担う電源として、原子力発電設備の建て替えとガス火力(原子力発電所運転開始までの繋ぎとして)の建設が必要とした。

(2) 大手電力会社が相次いで新規建設を申請

この政府の動きに呼応して、電気事業者も新規建設に向けて動き出した。

スイス大手電力ATEL社(現在はEOSと合併しAlpiq社となっている)の子会社・ニーダーラムト原子力発電会社は2008年6月、連邦政府に、ゲスゲン原子力発電所に隣接するサイトに原子力発電プラント1基を建設する概要承認申請を行った。ATELはゲスゲン、ライプシュタット両発電所それぞれに40%、27%を出資しているが、ゲスゲン・サイトが手狭なため、隣接する土地に建設することにしたものである。

同社は、炉型はBWR、PWRのいずれでも可能とし、出力も110万kW級、160万kW級のいずれも検討している。

この建設計画について、地元のゾロトゥルン州は賛成と伝えられている。同州では、2003年の脱原子力の国民

投票で住民の73%が反対票を投じている。2007年には、州議会が州政府に建設プロジェクトを支援することを求めた。

このATELに続いて、スイス大手の電力会社・AXPO社およびBKW-FMB エネルギー社も、2008年12月、両社が所有するベツナウ、ミュレベルク両発電所の3基のプラントの建て替えとして、新たに2基建設する概要承認申請を連邦政府に行った。具体的な出力、炉型はATELと同様未定であるが、出力160万kWまでの同じ炉型のプラントを各サイトに1基ずつ建設する予定である。ミュレベルクについては、ベルン州政府が建設に賛成の意向を示している。

ただ、実際の建設には、まず基数の調整が必要である。連邦政府から、既設の原子力発電所の運転期間を延長すれば、3基も必要はなく2基で十分との見方が示されているためである。現在、議会(上院)エネルギー委員会で関連のヒアリングが行われており、政府はこの議会からの勧告を踏まえて結論を出す予定である。その後、早ければ国民投票が2013年頃実施され、賛成が得られれば許認可手続き、建設へと進み、2020～2023年頃には運転開始となるものと予想されている。

Ⅱ. 放射性廃棄物処理・処分

1. 現状：中間貯蔵施設で保管

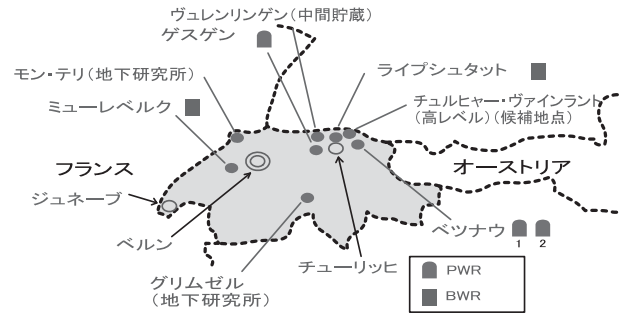
スイスは、再処理サイクルを前提に原子力開発を進めてきた。しかし、これまでフランスなど海外に委託して行ってきた再処理は、前述の2005年の原子力法改正によって、委託契約が切れる2006年以降、10年間にわたって凍結されることとなった。

放射性廃棄物については、電力会社など廃棄物発生者によって設立された「スイス放射性廃棄物管理共同組合」(NAGRA)が、処分施設の立地・建設に責任を負っている。高レベルは他の先進国同様、深地層処分する方針で、地層はチュルヒャー・ヴァインラント地域などに分布する乳白粘土層(堆積岩の一種)、あるいはアールガウ北部などに分布する結晶質岩盤(花崗岩の一種)が適当と考えられている。

現在のところ、低・中レベル、高レベルともに最終処分施設の立地には至っていない。

低・中レベルについては、NAGRAは1993年にニトバルデン州ベレンベルクを候補地点として選定したが、1995年、2002年と二度にわたり住民投票で否決され、計画は頓挫した。

そのため、低・中レベル、高レベルともに廃棄物は現在、NAGRAが2001年にヴェレンリンゲンに建設した集中・中間貯蔵施設(ZWILAG)に貯蔵されている。また、各発電所サイトには使用済み燃料貯蔵施設も設置されている。



第1図 スイスの原子力発電所と放射性廃棄物関連地点
出典：日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向(2009)」などより作成。

2. 今後の計画：すでに6か所の立地候補地域を選定
現在、NAGRAは2008年4月に決まった「特別計画」の手順・基準関連方針に従って、処分施設立地に向けての作業を進めている。この方針では、次の3段階の手順を経てサイト選定を行い、許認可手続きを実施する。

- (1) 第1段階：NAGRAと廃棄物発生者が、地元、州などの地方自治体と協議し、立地地域を選定。
- (2) 第2段階：立地地域の可能サイトについての技術的、社会経済的側面などを検討。低・中レベル、高レベルのいずれについても2サイト以上の候補地点を選定。
- (3) 第3段階：これらの候補地点の中から、低・中レベル、高レベルそれぞれ1か所、あるいは低・中レベル、高レベル共同のサイト1か所を選定し、連邦政府に対して概要承認許可を申請。政府が承認すれば、議会で承認手続き実施。発議があれば国民投票を実施。

この方針に従い2008年11月には、第1段階として、NAGRAが提案した候補地域が連邦政府から発表された。候補地域は高レベルが3か所、低・中レベルが6か所であるが、後者のうち3か所は高レベルと重複しており、実際には6か所である。1か所を除いてドイツ国境に近い北部に位置している。

6箇所の中でも、NAGRAはチュルヒャー・ヴァインラント、ベツベルク、ズエートランデンを特に評価している。前の2地域はNAGRAの実行可能性調査ですらに対象となった地域である。

続いて2009年12月には、各候補地域内の「暫定的計画範囲」(地上施設が建設可能な地点の範囲を暫定的に設定)が確定された。

NAGRAは今後、2011年頃には最終的な「計画範囲」を確定し第2段階の作業を行い、2013～16年には第3段階、2017～20年にはサイト承認、2020年には建設許可、2030～35年には低・中レベル施設、また2040～50年には高レベル施設の運転開始に持ち込む計画である。

JNES は、原子力の安全確保に取り組む専門家集団です

2003年に規制支援のために発足

独立行政法人 原子力安全基盤機構(JNES)は、原子力安全行政の基盤的業務を行う専門機関である。国が実施してきた検査の一部と、原子力発電技術機構(NUPEC)や発電設備技術検査協会などの公益法人に委託してきた安全審査の解析評価や原子力に関する機器や設備の信頼性に関する試験研究などの業務を一元的に実施するため、2003年10月に発足した。

主要業務は安全確保のための検査・審査や防災対策、安全研究など

JNES は原子力の安全確保に関する専門的・基盤的な業務を行っている。

(1) 検査・安全審査・防災関連業務

原子力施設等の安全確保を目的に、①検査業務、②安全審査に係る解析、③原子力防災対策に係る業務等を実施している。

① 検査

厳格な資格要件を満たした検査員が、科学的・合理的な判断に基づいた検査審査マニュアル等を基にして、安全規制の法令に基づく原子力施設の検査、安全管理審査および安全性の確認に関する業務を実施している。

また国からの指示で、立入検査、保全計画書の確認等も行っている。新検査制度の円滑な立ち上げへの取組みも行っている。第1図は原子力発電所での検査の様子である。



第1図 原子力発電所での検査

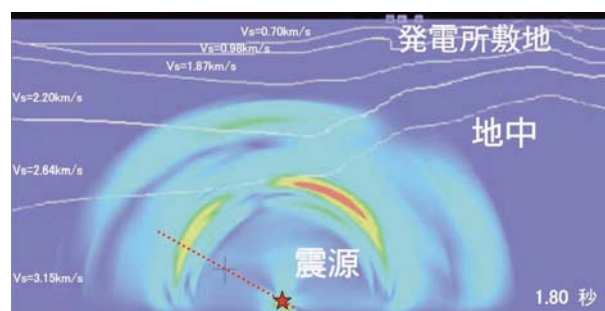
② 安全審査

原子力安全・保安院が行う安全審査の支援として、原

子力施設の設置、改造等の申請書の解析等について、JNESで独自の手法で行っている解析(クロスチェック解析という)は、熱水力設計、放射線遮へい設計、構造強度、耐震設計などである。

許認可審査ではないが、耐震設計審査指針の改訂(2006年9月)による既設プラントの耐震バックチェックのクロスチェック解析も実施している。

また、2007年7月に起きた新潟県中越沖地震の際に、柏崎刈羽原子力発電所において設計基準地震動の2～3倍を超える地震動が観測されたが、その原因究明およびプラント再立ち上げ検討のためのクロスチェック解析を行った。第2図は原因究明のため、深部地下構造での地震動伝播を分析したものである。



第2図 新潟県中越沖地震による地震動の分析

震源周辺の地下構造モデルを用いて、発電所に強い地震動をもたらした敷地近傍のアスペリティ(断層破壊が大きい領域)からの地震動の伝播状況を解析した結果。強い地震動が敷地方向に放射される状況が見てとれる。アスペリティは敷地西方約7 km、深さ約11 km。図中のVsは地盤の硬さを表す各地層のせん断波速度で、地下深部の地層は大きく褶曲している。

③ 原子力防災

原子力災害等が発生した場合、JNESは法令または原子力安全・保安院の要請に基づき、原子力防災に係る業務を実施する。また、原子力災害等に備えるための平常時の業務として、国および地方自治体が行う原子力防災訓練の支援、地方自治体職員等の原子力防災関係者に対する原子力防災研修および緊急事態応急対策拠点施設(オフサイトセンター)を活用した習熟訓練、同センターの設備等物的基盤の適切な更新・維持管理、体制および要員の維持・改善等を実施している。第3図は平成



第3図 総合防災訓練(総理による緊急事態宣言の発出)

21年度に国の総合防災訓練を支援した時の様子である。

(2) 安全研究

原子力施設等の安全規制における規格基準の整備、安全確保のための基盤の整備等を目的に、安全研究を実施している。高経年化対策、核燃料の安全、ヒューマンファクター、確率論的安全評価、シビアアクシデント、放射性廃棄物処分などがあり、次にその例をあげる。

① 高経年化対策

日本の発電用原子力プラント54基のうち、30年を越えて運転するプラントは2010年3月現在で18基あり、このうち1基は40年を迎え、2基は今年40年を迎えようとしている。増え続ける高経年化プラントの健全性を維持し続け、安全、安心を確保していくためには、劣化メカニズムを含め、劣化事象の管理に必要な研究は大変重要なものである。高経年化への対応としては、原子力プラント機器の劣化事象である低サイクル疲労、中性子照射脆化、照射誘起応力腐食割れ、2相ステンレス鋼の熱脆化、ケーブル劣化、コンクリート劣化などに関する研究や健全性維持に必要な検査、評価、補修に関する研究を実施している。

② 放射性廃棄物・使用済燃料

放射性廃棄物処分では、放射能レベルの区分(浅地中処分、余裕深度処分、地層処分)に応じて、安全性確認のための各種基準、要領等の整備を行っている。また、そのために、深地層における地下水流動、地質変動や人工バリアの長期劣化挙動の試験研究を行っている。さらに、使用済燃料の中間貯蔵については、貯蔵施設に関する安全性とともに、輸送・貯蔵兼用の容器(キャスク)の安全性に関する試験研究を行っている。

(3) 安全情報

原子力施設の安全規制に関する海外の安全情報の収集・分析や国際協力活動を実施している。

海外への貢献、情報発信としては、IAEA(国際原子力機関)を初めとし、米国、中国、フランス、東南アジア各国等の原子力関係機関と提携し技術情報の提供を行っている。特に、IAEA に対しては、耐震技術の優れた日本として種々の貢献をしている。

例えば、IAEA の耐震基準(地震動評価ガイド)の改定に伴い、JNES は専門家として参加し、日本の地震動評価に関わる最新知見である断層モデルによる地震動評価技術を反映した。また、IAEA 津波EBP(Extra Budgetary Programme)を提案し、参加各国へ原子力施設の津波・地震防災情報システムおよび津波解析コードの提供と運用支援および技術訓練を行った。

さらなる情報の共有をめざして

JNES では、我が国の原子力施設の安全を確保するために、さらに専門性を高めるとともに、情報発信力および国際性の向上に努めている。例えば、国内外の原子力施設で発生したトラブルのうち、重要事例を抽出するとともに、国内で反映すべき内容を情報として国に提供していく。さらに、IAEA や OECD/NEA(経済協力開発機構/原子力機構)等との情報交換、近隣アジア諸国との安全協力、JNES と同様な海外の技術支援機関等との協力を推進し、日本と世界における原子力安全の更なる向上に貢献していく。

原子力安全基盤機構(JNES)の概要

主要業務：原子力施設に関する検査等、安全性に関する解析・評価、防災対策、安全確保に関する調査・試験・研究及び安全確保に関する情報の収集・整理・提供

設立：2003年10月1日

理事長：曾我部 捷洋(そがべ・かつひろ)

職員数：446名(2010年1月1日現在)

予算規模：約207億円(2010年度運営費交付金)

HP：<http://www.jnes.go.jp/>

(広報室 阿川孝司、2010年 3月23日 記)

私の 主張

国産核計算コードと核データのルネサンス

我々は何をすべきなのか

文部科学省 須山 賢也

1. 序論—原子力ルネサンスに必要なものは？

筆者が原子力の国際関係に関わる現在の職場に来てから1年以上が過ぎた。原子力界の世界的な潮流や核セキュリティ・核不拡散などの問題に対する議論が欧米諸国(特に米国)の意志によって大きく動かされると同時に、彼等がまた自国に有利なポジションを得るために、様々な努力をしていることを普段の業務の中で強く感じている。振り返って、我が国の原子力産業の国際展開を考える時、その時にはやはり我が国が得意とする分野、そして我が国が原子力を導入した時の経験に基づいた分野を足がかりとしていくことが、効率的かつ他国の理解や協力を得やすい方法ではないかと思われる。

原子力はそれを受け入れるための社会的および技術的な素地が十分にあることが要求される分野であり、経験や知識の集積が必須であることはいうまでもない。我が国で比較的スムーズに原子力利用が進んだのは、大型のハードウェアを作成して確実にプラントとして作り上げることが可能であっただけでなく、原子炉物理等の基礎的な分野の技術開発も自らの手で実施するだけの素地があったからだと思う。日本では、日本原子力研究開発機構(以下、原子力機構)が中心となって、核設計や核燃料サイクルの様々な分野で利用される核計算コード、例えば熱中性子炉評価のための核計算コードシステム SRAC や評価済核データライブラリー(以下、核データ)である JENDL を開発し利用してきた。これらは、開発の経緯やノウハウを含めてハードウェアと同様に重要な要素であるので、我が国が原子力技術を国際展開する際のセールスポイントの一つとならないだろうか。

2. 我が国の核計算コードや核データの状況

我が国で開発した核計算コードや核データは外国産のそれらと比較して性能に遜色はなく、研究開発現場では広く利用されているものの、いまだに我が国の実プラントの解析や安全審査において主要なポジションを獲得できていないのではないかと危惧を関係者が共有する状況にある。

筆者は原子力機構では臨界安全に関わっていたのでその例を示すが、現在、この分野では米国 NRC がオクリッジ国立研究所において開発をすすめている SCALE (Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation Modular Code System) が標準的な立場を確立した。近年広く利用される連続エネルギーモンテカル

ロコードの分野でも、我が国は MVP (Monte Carlo code for particle transport calculation on vector processor) という高速・高精度なコードを自ら開発しているにもかかわらず、米国ロスアラモス国立研究所が開発した MCNP (Monte Carlo N-Particle Transport Code System) の国内ユーザーは多い。核計算コードの入力となるデータライブラリーについても同様で、我が国の核データ JENDL に基づくデータライブラリーは SCALE や MCNP の標準配布パッケージに含まれず、それらのコードの国内ユーザーは通常、米国の核データ ENDF を使用している。MCNP については、国内関係者の努力により JENDL に基づくデータライブラリーが準備されているが、SCALE 用のデータライブラリーは作成されていないため、SCALE ユーザーは JENDL を利用できない。

外国産でも性能が良いものが利用できるのであれば問題ないではないか、という意見もあるかもしれない。しかし、こういったツールを外部機関に依存することは、解析手法のブラックボックス化や諸外国に基幹の技術を握られることを意味する。例えば、2009年に MCNP の諸外国への開示が制限されることが米国よりアナウンスされ、世界各国の関係者間に衝撃が走ったことは記憶に新しいし、核データでいえば、以前 ENDF の第5版 ENDF/B-V が非公開となった時期があった。これらの事実、「足りないモノは買ってくればよい」という楽観的市場論に基づく論法の危険性と、必要な基本的技術は我々自身の手で作り出すべきであるということを示してはいないだろうか。

3. 原子力コードや核データに必要な組織的体制

なぜ我が国の核計算コードや核データは主役の座を国内においても獲得しきれないのであろうか。筆者は、そのヒントは核計算コードや核データはそれ自身が開発経験や知見の集積物であり、その開発において開発者とユーザーの対話に基づく継続的な作業が重要であることにあると考えている。例として示した前述の SCALE や MCNP は、開発が始まってからの数十年間にわたる継続的な努力の結果、広く世界にユーザーを獲得するに至っている。また、最近では米国が開始した国際臨界安全ベンチマーク評価プロジェクト(The International Criticality Safety Benchmark Evaluation Project; ICSBEP)のサンプル解析に SCALE や MCNP が採用される例が多く、それらのコードのユーザーは、ENDF

を使用した場合の精度評価がすでに ICSBEP によって実施されているという安心感を得ることができる効果も大きいだろう。

これに関して筆者の経験を2つ紹介したい。筆者は2002年頃にフランスの中核的な核計算コード APOLLO 2 を開発している CEA サクレ研究所を訪問したことがある。説明用ポスターが中国語を含む数カ国の言語で作成され、コード単体ではないにしても明確に国際展開を意識していた。実際、米国での許認可でも使用され、関係者の積極的な態度は印象的であった。また2007年の臨界安全性国際会議では、世界各国の関係機関が、単に性能(精度)の向上だけではなく、ユーザーの利便性向上や解析結果の品質保証といった観点まで含めて核計算コードの開発を進めていた。

一方、我が国におけるこれら核計算コードや核データの開発は、精度の検証や計算機能の開発に重点がおかれ、ユーザーの利便性の向上や国内外でのユーザー獲得のための努力にまで手が回らなかったように思われる。従来、計算精度の確認のためのベンチマークと結果の取りまとめ、ユーザーサポートは開発者の貴重な善意によって実施されていた。これまでの関係者の努力に敬意を表したいが、原子力機構の開発したコードや核データに対して、組織的な精度評価やメンテナンスを継続的に実施する体制を構築してほしいという声は以前より存在していたし、コードについては、GUIによる統合的解析環境の整備など、一般的なユーザーが望む付加的な機能は多い。

また、核計算コードや核データのユーザーを増やすという観点から見た国際展開は、原子力機構における留学生の受入れやアジア原子力協力フォーラム(FNCA)の枠組みによる国産原子力コードを使った技術協力が行われているが、利用者を増やすための積極的なアプローチはない。公開となった国産核計算コードは NEA データバンクへ、また核データも公開後に NEA データバンクや IAEA に登録され、世界各国で使ってもらうための基礎的環境は整備されているが、米国の SCALE や MCNP について NEA データバンクでトレーニングコースが実施されているような、国産核計算コードや核データを海外で普及させる取組みは、原子力機構が開発した使用済燃料同位体組成データベース SFCOMPO が NEA で運用されている以外は皆無である。

4. では、いかに

我が国では原子力機構のみならず、各メーカーや大学

においても核計算コードの開発が行われており、統一的なシステムの開発や提供が困難なのかもしれないが、上に述べた状況を打開するには、まず、開発した我々自身が国産核計算コードや核データを積極的に利用するだけでなく、NEA データバンクや2国間の協力関係など様々なチャンネルを通じ、それらを世界で広く利用してもらうための活動が必要である。すなわち、我が国の核計算コードや核データの地位を確実なものとすると同時に、新興国に対する協力において我が国のプレゼンスの向上を図るという観点からも、旧日本原子力研究所時代から開発してきた核計算コードと核データを中核とした標準的核計算コードシステムに組織的なサポートを行い、それが我が国だけでなく世界各地で一定の割合で利用されるように、努力を継続していくべきである。

また、研究という視点で核計算コードや核データを論じれば、それらのメンテナンスや GUI 整備は成果として認められないであろう。よってこの実現には、研究開発を実施する部隊とは別の観点を有するしっかりとした組織と十分な資源を継続的に維持していく必要がある。もちろん、配布パッケージの作成時のバージョン管理や核不拡散にも考慮した配布先の検討などに、これまで以上の注意が必要となることはいうまでもない。

5. おわりに

お正月に夢のようなことを書いているのかもしれない。しかし、昨年は我が国の最新核データ JENDL-4 がその姿を見せ、関係者の中で MCNP 配布禁止問題が真剣に論じられた1年であった。良いものは黙っていても使ってもらえるという時代ではなく、良いものであればこそ、それを広く使ってもらうための努力を継続的にを行い、また、自分達の旗を高く掲げることが必要なだろう。国産核計算コードと核データの普及は、原子力ルネサンスの時代だからこそ、関係者が真剣に考えなければならないことである。多くの方々にぜひご検討いただけることを願っている。

(2010年 1月3日記)

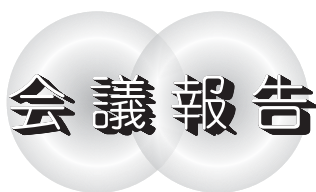
著者紹介

須山賢也(すやま・けんや)



文部科学省

(専門分野/関心分野) 使用済燃料組成と臨界安全評価、原子力開発における国際協力と知識管理



実験炉物理国際フォーラム 若手研究者としての「温故知新」と今後の活用・期待 International Symposium on Experimental Reactor Physics 2010年3月4～5日(京都大学原子炉実験所, 大阪)

概要

2010年3月4～5日に京大炉において、実験炉物理国際シンポジウムが開催され、臨界実験装置および実機における炉物理実験を中心として、関連する研究について最新および包括的な講演が行われた。実験炉物理の「過去・現在・未来」を聴くことができる機会に、多数の学生・若手技術者が参加した。本シンポジウムでは海外からの報告として、①CEA・Fougera氏よりEOLEにおける実験概説ならびに今後の増設計画、②チャーマス工科大学・Pázsit氏より炉雑音解析手法を用いた炉心診断手法について、③Vincá研究所・Pešić氏よりRB炉で実施した結合炉体系の実験概説、④Kyung Hee大学のKim氏よりAGN 201-Kにおける炉物理教育ならびに未臨界度測定実験、といった報告がなされた。また、国内の報告としては、①北大・島津氏より実機PWRにおける炉物理試験の発展、②東芝・三橋氏よりNCAにおける実験概説、③JAEA・外池氏よりJAEAにおける熱炉体系の実験施設の歴史、ならびにSTACYの実験概説及び将来計画、④JAEA・岡島氏よりJAEAにおける高速炉体系の歴史(Bee, FCA, 常陽, もんじゅ)に沿った実験概説、⑤名大・山根氏より未臨界度測定手法について、⑥京大・代谷氏よりKUCAにおける炉物理教育ならびに実験概説、といった報告がなされた。

トピックス

以下、筆者が特に関心を持った話題に焦点を絞って内容を紹介する。

(1) 臨界集合体関連の報告

国内における次世代軽水炉の実現に向けたR&Dという観点から、①NCAにおける低濃度可燃性毒物入りの濃縮度5 wt%超燃料に関する実験、②STACYにおける中性子吸収毒物(FP元素やGd等)を溶解させた濃縮度5 wt%超硝酸ウラニル水溶液+UO₂燃料棒体系の実験、といった話題は非常に興味深い内容であった。これらの実験成果は、次世代軽水炉において導入が期待される濃縮度5 wt%超高燃焼度燃料の開発に資するものであり、今後のさらなる研究の発展を期待したい。また、

京大炉におけるFFAG加速器とKUCA固体減速架台を組み合わせた加速器駆動未臨界炉実験は、日本が世界に誇る最先端の研究内容であり、4日の明け方3時にトリウム装荷炉心を対象に本実験が実施されたという、まさにホットな話題を伺うことができたことも印象深かった。

(2) 実機関連の報告

北大の島津氏より報告のあった国内PWR実機におけるドップラー係数測定は、実機での測定により実証することができたという点で非常に価値のある成果であると感じた。また、チャーマス工科大学・Pešić氏からは炉雑音解析手法の実機への応用例として、BWRの不安定性解析・炉心バレルの振動解析・冷却材速度分布測定といった例も紹介され、海外における産学連携の鑑として学ぶべき点が多いと感じた。

所感

(1) 温故知新

国内・海外の臨界実験施設の歴史がうかがえたことは、筆者のような当時を知らない若手にとっては新鮮かつ貴重な機会であった。現在、臨界実験施設を新たに設計・建設するという機会には減多に恵まれない。それ故に、原子力黎明期に活躍された先人の方々が、これらの設計・開発するにあたって、どういった苦勞をされたか、そういった体験談にこそ、われわれのような若い世代は学ぶべきところが多いと感じた次第である。

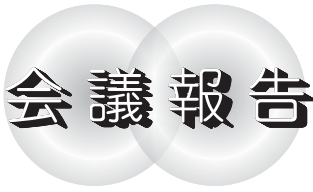
(2) 今後の活用と期待

将来の原子力業界を担う人材を育成することは一つの重要な課題であり、学生実験等の教育的利用により臨界実験施設が果たす役割は非常に大きいと考える。また、このような教育的利用の観点だけでなく、既設炉における新技術の導入や、次世代軽水炉・高速炉・革新炉の将来的な実現に向けて、今後も技術開発・検証を益々進めていく必要があり、実験施設がそういった新しいニーズに答えていくことも重要となる。故に、国内の臨界実験施設を維持し今後も有効に活用し続けていくことは、将来の人材育成・技術開発の鍵になると感じた次第である。

(名古屋大学・遠藤知弘, 2010年4月15日記)



懇親会における参加者集合写真



日本保健物理学会 特別シンポジウム「放射線審議会・ 原子力安全委員会における放射線防護に係る 基本的考え方の検討状況について」参加印象記

2010年1月19日(東京大学工学部, 東京)

このシンポジウムは、放射線防護分野に関連する国等の審議会の動向について関係者の理解を深めるため、日本保健物理学会の主催で開催されたもので、日本保健物理学会、日本原子力学会等の学会関係者約140名が参加して、最近、関心の高まっている放射性廃棄物の処分に係る話題等を中心に活発な討論が行われた。

1. 基調講演

中村尚司氏(東北大・放射線審議会会長)から、本シンポジウム直前に放射線審議会基本部会で決定されたばかりの「放射性固体廃棄物埋設処分及びクリアランスに係る放射線防護に関する基本的考え方について」の内容が報告された。主な結論として、我が国における放射性固体廃棄物埋設地の管理期間終了後の公衆の線量規準は線量拘束値である $300 \mu\text{Sv}/\text{年}$ を上限とすることが処分方法によらず妥当であることおよび防護の最適化の観点から、公衆の被ばく線量が設定された値を下回る場合でも、当該被ばく線量が合理的に達成できる限り低くなるよう考慮が払われるべきであることなどが報告された。

続いて杉浦紳之氏(近畿大)からは、原子力安全委員会における放射線防護関連事項の検討を行う枠組みや最近の安全審査指針類の見直しの動向等について報告された。原子炉立地審査指針の適用に際しての個人のめやす線量を実効線量で示すことにより、プルトニウムめやす線量を廃止する方針が示されてきていることは、最近の放射線防護の体系が反映される動きとして注目される。

2. パネルディスカッション

下 道国氏(藤田保健衛生大)を座長として「放射性固体廃棄物の処分に係る線量基準を考える」と題して、3名のパネリストによる講演と討論が行われた。重要な論点の一つは、基調講演で紹介された $300 \mu\text{Sv}/\text{年}$ を上限とした線量拘束値に加えて、 $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ といった厳しい設計目標を設定すべきかどうかという点であった。

山名 元氏(京都大)は、議論の前提となる放射性固体廃棄物の特性と処分場の概念、余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方の検討状況について具体例を交えてわかりやすく解説された。余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方の検討にあたっては、「線量限度」「線量拘束値」「防護の最適化を求める目標リスクレベル」「シナリオのめやすとしての線量」などの相対的な関係に関する議論が活発であったことが紹介され、放射線防護上の規準と、工

学システムに求めるべき規制の基準の関係が、これらの議論の本質的な中心であったことを指摘した。

甲斐倫明氏(大分看護科学大)からは、これまでの国際放射線防護委員会報告書の放射性廃棄物の防護の考え方がレビューされるとともに、潜在被ばくの取扱いについて、遠い将来に長期にわたり線量の不確かさを伴うこと、線量推定の結果は健康損害の尺度とはならず、確率や発生時の影響を低減するための措置を検討するにあたって処分システムに与えられる防護の指標として考えればよいのではないかとといった考え方が示された。

山本英明氏(原子力機構)からは、低レベル放射性廃棄物埋設に関する安全規制の基本的考え方について、過去の原子力安全委員会等の検討結果である「[管理期間]終了以降は、安全規制を要しない段階に至ること」とする考え方は、管理期間中に放射能が十分に減衰するような放射性廃棄物の埋設を想定していたことに起源があることが関連報告書類の時系列紹介によって示された。また、放射性廃棄物処分の安全評価に共通する事項として、評価対象期間が極めて長いことに伴う不確かさを考慮するためにリスク論的考え方を適用した安全評価を行うべきことなどの考えが示されていること等が報告された。原子力安全委員会専門部会「余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方」の取りまとめについては、報告書案で示された安全審査のための「めやす」は放射線防護のための国内の他の規準との整合性を考慮すべきであり、この観点から、委員として代案を提出したとの報告があった。

3. 所感

保健物理を専門とする筆者は、もう少し早く放射性廃棄物処分の専門家を交えたこのようなシンポジウムを開催すべきであったと感じた。また、放射性廃棄物処分のような極めて長期間にわたる放射線防護の問題は、不確定な要素が多く、安全設計上のリスク目標値を厳しい水準とせざるを得ないわが国の事情は理解する反面、この問題への過剰な資源の配分を防ぐ合理的な防護の最適化手順の整備や、厳しい設計目標値そのものが安全と危険との境界であるといった社会的な誤解を防ぐ方策を模索することが課題であると感じた。なお、シンポジウムで配布された講演資料は、日本保健物理学会のホームページ(<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jhps/>)に掲載されている。(日本原子力研究開発機構・百瀬琢磨, 2010年 3月17日 記)

ウィーンを離れられない5つの理由

「月刊ウィーン」編集長 福田 和代

自力をモットーにウィーンで生活し始めて25年以上が過ぎた。日本の会社を辞めた時の退職金を生活資金としてウィーン大学に入学、2年ほど遊学して帰国するはずだったのに、ウィーンから離れられず現在に至っている。

《ウィーンは世界一》と、かつてモーツァルトは手紙にしたためた。昨年はスイスの某コンサルタント会社が世界の都市の生活の質について調査し、同様の結果を発表した。私にとってウィーンが世界一暮らしやすい街かどうかはわからないが、住み続ける理由は、(1)水がおいしい、(2)街並がきれい、(3)交通が便利、(4)オペラが安い、(5)今の仕事が面白い、という5点に尽きる。

ウィーンの水道水はアルプスからの天然水。複数の水源から全長3,300 kmの長いパイプを経て蛇口に至る。湧き水の勢いが強いのでポンプは必要なく、それどころか発電までできて2万世帯に電力を供給している。伝統的なウィーンのカフェハウスではコーヒーを注文すると銀の小盆にコーヒーと共にコップ1杯の水も載ってくる。

リング通りに囲まれたウィーンを中心部、つまり王宮やシュテファン大聖堂のある旧市街はユネスコ文化遺産に登録されている。歴史的建造物、広場、公園…街を散歩するだけでも目の保養になり、心豊かになる。

街全体がこじんまりしている上に、路面電車、地下鉄、バスなど公共交通機関が発達しているので移動に便利。混んでいても隣の人に身体が接するようなことはない。今年9月から地下鉄は週末が24時間運行となる。

ウィーンのアパレルは世界屈指の歌劇場で、魅力的な演目、優れた歌手、素晴らしい指揮者とオーケストラが揃う。ほぼ毎日公演し、演目は毎晩違う。オペラファンでなくともウィーンに来た人にぜひお勧めしたいスポットのひとつである。チケットはピンキリ。数をこなす私は格安カテゴリー(8~13ユーロ)の席を買う。ビギナーには最上カテゴリー(130~240ユーロ)をお勧めする。内容がよくわからなくても、よく見ると楽しめる。

ウィーンは表向きのんびりした感じの街と思われがちだが、私には十分刺激的である。私が編集するオーストリア唯一の日本語情報紙「月刊ウィーン」はヨーロッパ激動の1989年に創刊され、昨年夏から21年目に突入した。A4サイズ12頁の薄さと、表紙はウィーンでその月に鑑賞できる名画で飾るという方針を貫き、音楽と美術と国際関係の都ウィーンの月々の話題と情報を提供してきた。現在掲載中のエッセイは4つ。創刊号から休みなく続いている『ウィーン知らなくてもいい話』は次号で250

回目を迎える。この話を編さんして出版された単行本は3冊にのぼる。執筆者の河野純一(横浜市立大学教授)さんは昨年、秋篠宮ご夫妻のウィーン訪問の前に「月刊ウィーン」持参で皇居に出向いてご進講した。オーストリア文学が専門の須永恒雄(明治大学教授)さんは『ブルックナーのウィーン』を連載中。『ウィーン・ア・ラ・カルト』を執筆するエッセイストの近藤常恭さんはウィーンで創業35年の日本食品店の店主でもある。現在「ナポレオンの置土産」をシリーズで執筆。日本原子力研究開発機構の当時ウィーン事務局長だった杉本 純(原子力研修センター長)さんには『原子力の話』を数年前からお願いしている。今は国別「欧州原子力事情」を連載中。3月号はウクライナだった。チェルノブイリ発電所管理棟の会議室に向かう階段で最後の1段だけがなくてこけてしまったという痛い体験を語り、硬い話の最後にオチをつけて読者サービスするなど心憎い。エッセイの他は広告も含めて私の持ち分である。オペラ座や楽友協会など音楽関係のプログラム、博物館美術館の特別展やイベントなどを紹介し、写真を主体とした特別取材とレポートも行う。写真も記事も現地発オリジナルを旨とし、カメラ持参で記者会見に行くのが日課となっている。行き先はジャーナリストクラブ、劇場、美術館、大統領府、首相府、官庁、国連、研究所、カフェ、直接現場など様々。見学、研修もある。知る楽しさとわかる喜びが得られるこの仕事は当然やめられそうにない。数年前、ウィーン的女性ジャーナリストが書いた「サフィア」というイラク女性の半生記を読んで感動。頑張って和訳し、立派な本が完成した時はうれしかった。つい最近、別のウィーン的女性ジャーナリストが、15年以上オーストリアに潜伏していた北朝鮮元工作員の暴露話を本にした。先日、その元工作員にインタビューして面白い話を聞くこともできた。(2010年 3月10日 記)



福田和代(ふくだ・かずよ)

群馬県生まれ。早稲田大学第一文学部独文科卒業後、精密機械メーカーに入社、英語とドイツ語の技術翻訳を担当。自主退社後、横浜に翻訳事務所を設立すると同時に渡欧。ドイツでのウォーミングアップを経て、同年ウィーン大学に入学し、翻訳通訳科に学ぶ。1989年より日本語情報紙『月刊ウィーン』編集長。ジャーナリスト。在ウィーン。http://gekkanwien.blog14.fc2.com
主な訳書：J.A. ガイスラー著「新生イラクを担う族長の娘サフィア SAFIA」、清流出版、2006年。ISBN4-86029-152-2



⑪ 地域合意に向けて「信頼」を「参加」で育む

NPO 法人持続可能な社会をつくる元気ネット理事長 崎田裕子



「市民参加」で自らの課題として「責任」を共有

高レベル放射性廃棄物「電気のごみ」の地層処分を進めるには、「技術」「処分地」「信頼」の三拍子が必要なことは、多くの方の賛同をいただけるでしょう。

そこにもう一つ私が強調したいのは「市民参加」です。先日、専門家の対話を拝聴する機会がありました。けれど残念ながら、くらしや地域の視点がほとんどなく、処分地選定に向けた合意形成の道筋には、まだまだ遠い印象がありました。

「電気のごみ」の適正処理は、電気を供給する事業者だけでなく、恩恵を享受する私たち一人一人の問題です。まず学び、自らの課題として考え、共に責任を担う……。そう、人ごとではなく、責任の共有が重要な要素であり、そのためには市民もこの課題に「参加」し、役割を担うことが必要と考えます。

「地域ワークショップ」で風の変化を体感

そう考え、2007年に資源エネルギー庁「草の根広報事業」に他団体と連携して応募。選定を受けて、私たちのくらしと直結する課題として話し合う「地域ワークショップ」を、3年間に全国30カ所で開催してきました。

ねらいは一定の結論を導くことではなく、学び合う場の提供。開催地域に根差して活動する環境、エネルギー、まちづくりなどの“地域リーダー”がグループ討論の進行役を担い、率直な意見交流を推進してきました。

放射線廃棄物について知る場がない一般参加者から、「そんな課題知らなかった」「自分のくらしと関係があるとは思わなかった」等、まず驚きの声が上がります。そこで、専門家の情報提供と処分事業関係者を交えた率直な意見交換を半日続けるだけで、参加者の反応は少しずつ変わります。「私たち世代が生んだ課題として真剣に考えたい」「継続して学び合う場が欲しい」「なぜ教育現場や報道機関が積極的に伝えないのか」「回覧板を活用して、知らせれば」等々。そして、「調査地になれば地域の将来と大きくかかわるので、住民や事業者の声も反映してほしい」と参加の場づくり提案も生まれます。

風の変化を体感してほしいと願い、2009年度はこれまで以上に開催地の商工業者、行政職員、議員、マスコミ、教育関係等にも声かけしてきました。ただし、市町村職員の方は、参加が少ないのが現状です。

「全国で1カ所この課題を引き受ける地域が、全国から感謝されるまち、誇れるまちにならないと」そんな感想が多く場で語られていることも、伝えたいと思っています。

住民と調査関係者の「顔の見える信頼」に向けて

社会の冷静な関心が高まれば、近い将来、調査に勇気を持って手を挙げる自治体が出てくるでしょう。その時、全国の学び合いの継続だけでなく、手を挙げた地域で、住民と調査関係者の顔の見える信頼づくりが重要です。

地域ワークショップでも、「地下の処分場はどういうイメージ?」「海外の処分地の選定状況は?」という具体的な質問が増え、昨年夏、NPO 法人メンバー4人で、貯金をはたいて海外視察を敢行しました。

複数候補から処分地が絞られた国を選び、スウェーデン「エスポ岩盤研究所」とフランス「ビュール地下研究所」を視察し、地域やNGOとの信頼づくりに関して伺ってきました。印象深かったのは、国ごとに選定過程は違いますが、地域住民への情報発信やコミュニケーション拠点となる第三者機関があり、住民団体やNGOの学びを支援していること。そして広報担当者だけでなく、調査事業にかかわるすべての人たちが、地域住民との信頼関係づくりの顔としての自覚を持ち、住民の不安心に寄り添い、敬意を払っていることでした。

フランスでは、広域で指定された調査候補地域に、住民が共に学び合う地域協議会「クリス」があり、国の放射性廃棄物基金が支援。見学会、研修会、住民目線の処分事業評価などを実施しています。また、地域産業育成を支援するための事業者組織「ジップ」も活動し、バイオガспラントなど地域資源を活用した産業興しを実施。老人施設を建てた地域では、周囲に薬局や従業員家族の保育所が整備され、地域の人々も暮らしやすくなったという話を伺いました。

近い将来、調査候補地の手が挙がった時、住民・商工業者が自ら学び合い、地域の将来づくりに「参加」する場をつくり、共に「責任」をもって歩んでゆけるように。そのような準備が着実に進むことを願っています。

(2010年 4月6日 記)

崎田裕子(さきた・ゆうこ)

ジャーナリスト・環境カウンセラー。NPOで「市民が創る環境のまち元気大賞」を主宰し、全国の個性ある環境まちづくりを応援。「環境ビジネスウィメン」代表として、官民連携の環境ビジネスコンテスト「eco japan cup」運営にも関わり、環境と経済の好循環実現をめざす。中央環境審議会委員、総合資源エネルギー調査会委員、総合科学技術会議専門委員他。

原発報道への批判記事に対し高い関心

原子力災害の医療現場の記事には共感の声 （3月号の Web アンケート結果）

「原子力学会誌」3月号に対して寄せられた Web アンケートの結果をご紹介します。今回は60名の方から、回答がありました。

1. 高く評価された記事

Web アンケートでは、各記事の内容及び書き方について、それぞれ5段階で評価していただいています。3月号で高く評価された記事について、「内容」、「書き方」に分けてそれぞれ上位4件をご紹介します。

第1表 「内容」の評価点の高かった記事(上位4件)

順位	記事の種類	タイトル	評点 (内容)
1	談話室 (2)	編集で現場の事実と剥離してしまっ た報道番組 NHK スペシャル「原発解体～ 世界の現場は警告する」	4.18
2	定点 “感”測	原子力災害に医師として携わっ て感じてきたこと	4.13
3	ATOMOΣ Special	世界の原子力事情(3) 欧州総括編	4.08
4	ジャーナ リストの視点	“切り札”扱いに慢心するなかれ	3.96

第2表 「書き方」の評価点の高かった記事(上位4件)

順位	記事の種類	タイトル	評点 (書き方)
1	インタビュー	「日豪主導の国際委員会で核不 拡散・核軍縮の推進,核廃絶へ」	4.00
2	定点 “感”測	原子力災害に医師として携わっ て感じてきたこと	3.83
3	談話室 (2)	編集で現場の事実と剥離してし まった報道番組 NHK スペシャル「原発解体～ 世界の現場は警告する」	3.82
4	巻頭言	「未来のための原子力」をめざして	3.75

原発解体の報道番組に関する記事が「内容」、「書き方」とも上位にきています。

2. 自由記入欄の代表的なコメント、要望等

- (1) 解説「カオス現象の解説と一提言」に関して、「停電の日」を、エコ記念日として設けるという提案は興味深かった。
- (2) 談話室(2)に関して、この報道番組を録画して見ており、筆者と同様な感想を持っていた。もう少し、大きく取りあげてもよいと思う。

3. 編集委員会からの回答

- (1) 「定点“感”測」や「ジャーナリストの視点」の記事の掲載位置をもっと前にすべきという意見がありました。

学会誌ではこれからも、会員の皆様により質の高い情報を送りたいと考えております。記事に対する評価はもとより、さまざまな提案もぜひ、Web アンケートでお寄せ下さるようお願いいたします。