

シリーズ解説

我が国の最先端原子力研究開発

電中研 No. 12

14 放射線はどんなに微量であっても危険なのか—低線量・低線量率放射線の生体影響評価

放射線防護において、放射線が人に与える影響を表すためのモデルとして閾値なし直線(LNT)モデルがある。これは基準を安全側に考えるための管理目標値を示すためのものであるが、時として放射線はどんなに微量であっても量に応じた影響があるとの誤解の元となっている。

岩崎利泰, 富田雅典

報告

20 「くらしと廃棄物(ごみ)」—アンケート調査が明かした事実と今後の展開

一般の女性たちに放射性廃棄物について聞いたところ、約70%の人が、それについての広報活動をもっとすべきだと回答した。

乾 文子

24 核不拡散から考える核燃料サイクルの国際化

核燃料サイクルは、国際共有化により、効率的かつ核不拡散性の高いシステムの実現が可能と思われる。ここでは、そのための具体的なアイデアについて紹介する。

久野祐輔, J. S. Choi

29 首都圏住民と原子力学会員との間にある原子力に対する認識のギャップとは

首都圏住民と日本原子力学会員を対象として、2008年12月に「エネルギーと原子力に関するアンケート」調査を実施した。

木村 浩

32 原子力をめぐるマスメディア報道

新聞やテレビなどのマスメディアは原子力について、マイナスの側面だけを強調して報道することがある。その構造と背景には何があるのか。

佐田 務

巻頭言

1 日本の低炭素力

柏木孝夫

時論

2 科学を楽しむ「場」 ～科学フェスティバル

英国で人気を博す科学フェスティバル。そこには娯楽的な要素が盛り込まれているのが特徴だ。

元村有希子

連載講座 21世紀の原子力発電所廃止措置の技術動向(2)

35 廃止措置技術—鋼材解体の技術動向

軽水炉の解体においては、原子炉容器やコンクリート構造物の内側が放射化した生体遮蔽壁などを切断する技術が重要である。今回は、廃止措置に適用できる可能性がある鋼材解体技術について紹介する。

佐川 寛



ランチョセコの原子炉容器を切断した事例
工期9ヵ月、費用610万ドル、切断工数24,000人時、作業被ばく6.4レム

委員長あいさつ/委員紹介

49 編集委員長・編集長あいさつ/編集委員一覧

51 部会等運営委員長あいさつ/委員一覧

52 企画委員長あいさつ/企画委員一覧

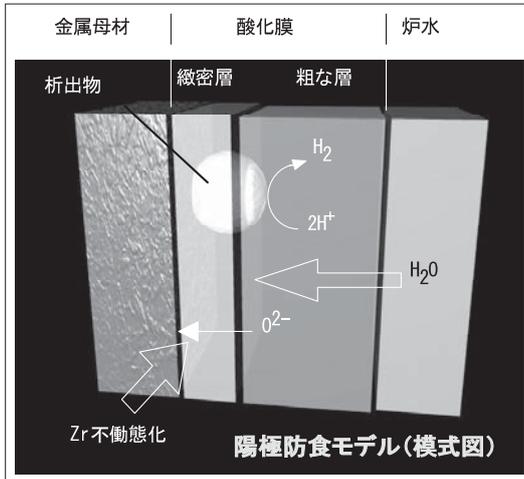
表紙イラスト サルラ / フランス・ペリゴール地方

フランス・ペリゴール地方にある中世の町並みを残す「サルラ」は、金色の石でできた建物とローズ石の屋根で有名で、旧市街はこの色で統一されている。高台に上がり見下ろした景色で、教会を中心に黄金色の家並が広がっていた。路地を歩くと今にも中世の人たちが現れそうな雰囲気がある。

絵 鈴木 新 ARATA SUZUKI
日本美術家連盟会員・JIAS 国際美術家協会会員

40 実機での水化学(1)—燃料/水相互作用

燃料は水環境から直接影響を受けるため、水質管理は重要な役割を果たす。ここでは、燃料被覆管と水との相互作用の観点から生じている事象を解説する。 村井琢弥, 磯部 毅



談話室

44 速い中性子による対称核分裂(その2) —原爆研究とサイクロトロン



仁科が小サイクロトロンによって挙げた成果は、バークレイの科学者達により確認された。それはさらに、原爆の研究へと発展していくことになる。 中根良平

46 癒しとともに。主観と客観の間を —過去・いま・未来を生きるために

誰しもがもつ自分のストーリーに寄り添い、それをゆっくりひも解くことが許されるなら、「癒し力」の源をつきとめられるかもしれない。 北岡哲子

会議報告

48 原子力プラントの革新に関する国際会議 ICAPP'99

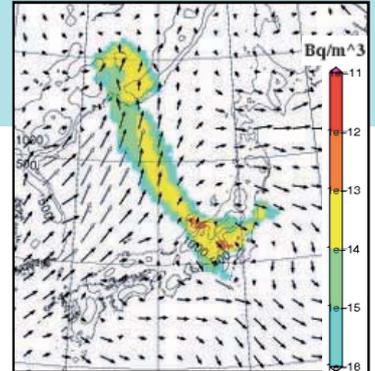
島津洋一郎, 奈良林 直

お知らせ

58 「2009年秋の年会」の見どころ

4 NEWS

- 原子力安全委、原子炉立地指針を改訂へ
- 政府中期目標、温暖化ガスを15%削減
- 電事連、プルサーマル計画見直し
- 国際原子力協議会が初会合
- 北朝鮮地下核実験による放射性物質の大気放出を仮定した WSPEEDI-II の大気拡散予測
- IAEA が京都で高速炉システム国際会議
- 原産、敦賀の女性グループと対話集会
- 「原子力産業セミナー 2011」を12月に開催
- 海外ニュース



北朝鮮地下核実験による放射性物質の大気放出を仮定した WSPEEDI-II の大気拡散予測 (News p. 6)

定点“感”測

56 もっとイージーに外へむかって

山岸和恵

ジャーナリストの視点

57 三つの感想

中村悦二

19 新刊紹介

「原子力発電所のプロセス計装の保守」

有田節男

43 From Editors

62 会報 原子力関係会議, 主催・共催行事, 原子力機構 H 22年度「先行基礎工学研究」案内, 人事公募, 平成22年度日本原子力学会奨学生の募集, 意見受付公告, 第42回日本原子力学会賞受賞候補者推薦募集, 英文論文誌目次 (Vol.46 No.9), 和文論文誌目次 (Vol.8 No.3), 主要会務, 編集後記

WEB アンケート

55 6月号のアンケート結果をお知らせします

53 より時空広い内容をめざして

この1年間に寄せられた意見をまとめました。小林容子 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/>

日本の低炭素力



東京工業大学 統合研究院 教授

柏木 孝夫 (かしわぎ・たかお)

東京工業大学工学部卒業。東京農工大教授を経て、07年から現職。総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会長。専門分野はエネルギー・環境システム、エネルギーシステム解析、冷凍・空気調和。

私は21世紀における日本の成長エンジンが低炭素型の経済モデルを逸早く構築することにあると考えている。科学的、分析的に理論武装された国際世論が必ず低炭素社会の実現を力強く牽引する。この世論はこれまで米国に向けられていたが、オバマ政権誕生に伴い、中国、インド等に向けられ始めた。低炭素社会の実現は加速度的に早まる。

現在、ポスト京都に対する中期目標に対し活発な議論が成されている。自民党は2005年比15%削減を提言し、民主党は同30%を主張している。国内でも政党間で数値目標に対する見解が異なるごとく、国際的には各国が、地球益を全面に出しながら国益をかけた戦略を国情に応じて激しく展開しているのが現状である。特に、自然エネルギーの導入目標は地域特性に大きく左右され、国家のエネルギー戦略そのものであるため、我国は工業国家として省エネルギー、新エネルギー、原子力をバランスさせた独自の戦略を持ちつつ粘り強い交渉を続けるべきである。

さて、地球環境問題の理念とは何であろうか？私は“衡平性”であると考えている。ポスト京都論議では、人類みな衡平性を保ちながら持続可能な開発・発展をするためには、どのような課題を解決しなければならないか、という難問に取り組んでおり、国連加盟国192ヶ国が皆手をつなぎ、192人193脚で走れるような環境をどう作るか問われている。このような理念のもと、地球環境問題はエネルギーと一体化して解くべき今世紀最大の国際政治課題として位置付けられており、技術立国日本として、絶好の機会が与えられたと見るべきではなかろうか。

私は低炭素システムに対する科学的検証から、電力に関して言えば、原子力・石炭火力などのメガインフラが全体のベースを担い、その基盤の上に自立性の高い地域共生型の新エネルギーが適切な規模でクラスターを形成してゆくことになることを確信している。原子力対新エネルギーという対比的な構図ではなく、双方を融合できるグランドデザインを描く中に最適解がある。すでに、我国は太陽光発電の大量導入に対する政治決断が成され、新エネルギーモデル国家としてのスタートを切った。補助金や固定価格買取取り制度の導入により、太陽光発電の国内市場を急成長させ、太陽光発電コストが売電コストを下回るトップランナー企業を世界に先駆け我国から出すための産業政策といっても過言ではない。

これらの政策手段により今後、くらしとエネルギーには自然エネルギー系の比率が高まり、太陽光発電などの不安定な分散型電源が建築物内や屋根などに大量導入されてくると、既存電力システムのスマートグリッド化はもとより、需要地に導入されたインテリジェントな分散型発電システムがエリア内に形成されたスマートエネルギーネットワークと一体化して低炭素社会が実現されていくことになる。

将来的に太陽電池・燃料電池あるいはプラグインハイブリッド車や電気自動車等が住宅とセットで導入され、それらのシステム化により、運輸エネルギーも含めゼロカーボンハウスも夢ではない。

最後に我国が先進工業国として低炭素産業構造のモデルを世界に示そうとするならば、コンビナート内に国策として産業用原子力発電所を立地するくらいの覚悟が必要であることを強調しむすびとしたい。

(2009年 8月4日記)



科学を楽しむ「場」～科学フェスティバル



元村有希子(もとむら・ゆきこ)

毎日新聞科学環境部 記者

1989年九州大学教育学部卒業。連載「理系白書」で06年、第1回科学ジャーナリスト大賞受賞。著書に「理系思考」(毎日新聞社)、「理系白書」(講談社文庫、共著)など。

科学への関心と呼ぶ「仕掛け」

この春公開され、世界でヒットした映画「天使と悪魔」は、キリスト教の総本山バチカンを舞台に、大学教授がテロリストとの闘いを繰り広げるストーリーだ。大量破壊兵器として使われたのは、欧州原子核研究機構(CERN)でひそかに作られていた「反物質」。敵はこれを盗み出し、次期教皇を選ぶ選挙のさなか、サン・ピエトロ寺院の奥深くに隠す。保存容器のバッテリーが切れると同時に反物質は容器と反応し、莫大なエネルギーを放出してバチカンを教皇もろとも吹っ飛ばしてしまうというわけだ。

もちろんこれはフィクション。反物質は反応性が極めて高いため保存することは不可能である。しかし、科学と宗教の対決というストーリーの舞台回しとして実在の研究所(CERN)を登場させ、実験が始まったばかりの大型加速器LHCで作った反物質を持ってくることで小説にリアリティーを持たせるあたり、原作者ダン・ブラウンは一級のストーリー・テラーだと感心した。

実際、CERNには「本当に反物質を保存しているのか」「おたくのロゴマークは実はヨハネの黙示録に出てくる666(悪魔の印)をアレンジしたものではないのか」といった質問が寄せられ、ホームページで公式に否定したほど^{a)}。先日来日したCERNの広報担当者は「素粒子や原子核に関心が集まるのはいいことだが、本当のことを書いてほしかった」と苦笑いしていた。どんなきっかけであれ、一般の人たちがCERNを知り、反物質について興味を持ち、物質世界の由来について考えてくれれば、それは効果があったと考えた方がいい。

私は2007年夏から1年間、英国に留学し、人々が科学とつきあう様子を眺めてその思いを強くした。今回はその中から、科学フェスティバルについて紹介したい。

英国の科学フェスティバル

科学フェスティバル、といってもイメージがわからない人が大半だろう。例えば日本では、理科教師の団体が全国で開いている「青少年のための科学の祭典」がある。17

年の歴史があり、毎年大勢のファンを集めるが、参加者の中心は理科教師と理科好きの子供だ。私が英国や欧州で見た科学フェスティバルは娯楽の要素が強く、あらゆる層の人々が集まる、まさに「お祭り」と呼んで差し支えないものだ。音楽祭や文学祭、映画祭などと同列のものとして科学フェスティバルが位置づけられ、それが地域の活性化にも一役買っていた。

英国でもっとも歴史のある科学フェスティバルは、非営利の団体「英国科学協会」(British Science Association)^{b)}が年次総会を兼ねて開いているもので、欧州では最大規模、始まりはなんと1831年だ。ちなみに「科学者」(scientist)という呼称や「恐竜」(dinosaur)という言葉は、この総会での議論で合意されたものだという。科学に触れる機会に乏しい地方の人たちのために各地を巡回する方式がとられ、それが今も続く。ホストになった自治体は大学やホールを提供し、学生や市民がボランティアとして参加する。著名な科学者たちが集まって、最新の研究成果を発表したり、さまざまなテーマについて議論する。報道機関の関心も高く、報道を通してフェスティバルの知名度があがり、参加者が増え、自治体にも経済的メリットをもたらす。

多様なスタイル、ターゲット

スコットランドの首都エジンバラでも、毎年春のイースター休暇を使って、科学フェスティバルが89年から開かれている^{c)}。エジンバラはミリタリー・タトゥーやフリンジフェスティバルが有名で、世界中からファンを集めるフェスティバルの街である。そこに「科学」が加わったのには理由がある。エジンバラは世界遺産にも指定された歴史の町という顔の一方で、生命科学研究は世界の先端を走る(クローン羊ドリーもエジンバラ生まれだ)。科学フェスティバルを開くことで地元の研究力をPR

^{a)}<http://angelsanddemons.cern.ch/>

^{b)}<http://www.britishtscienceassociation.org/web/>

^{c)}<http://www.sciencefestival.co.uk/>

し、企業誘致や優秀な学生の勧誘も狙っているのだ。

およそ2週間の会期中、100を超えるイベントが予定され、街中で科学に関するショー、実験教室などが家族で楽しめる。孫そっちのけで工作に励むおじいちゃんもいたりして、ほほえましいシーンをあちこちで見ることができる。

「科学に関心のない大人でも楽しめる」をモットーにしているのが、イングランドの小さな町チェルトナムで毎年6月に開かれる科学フェスティバル^{d)}。チェルトナムはもともと、ロンドンの貴族の保養地として栄えた静かな街で、大学も科学館も研究所もない。古くからジャズフェスティバル、映画祭、文学祭が開かれていたところへ02年から「科学」が加わった。

既存のフェスティバルの常連客を取り込む狙いもあって、堅苦しい雰囲気はない。依存症、肥満、セックス、原子力、クローン人間、遺伝子組み換え作物など、社会で論争を呼ぶテーマをためらいなく取り上げ、専門家をまじえて議論する。あるいはノーベル賞のパロディー「イグノーベル賞」の受賞者を招き、そのおかしく大真面目な研究発表を、ビール片手に楽しむといった肩のこらない催しもある。私が訪ねた07年のフェスティバルは、「利己的な遺伝子」などのベストセラーを著している動物行動学者のリチャード・ドーキンスがメインゲストだった。2,000円近い入場料にもかかわらず会場は満員。講演会の後にはサイン会があり、握手して一言二言話そうというファンの長い列ができていた。

成人の2%が参加

英政府による成人対象の調査^{e)}(08年)では、過去1年間に科学フェスティバルに行った人は2%。日本の人口に単純にあてはめるとざっと200万人、びっくりする数字である。あちこちで科学フェスティバルが開かれていることの証左でもあるが、それ以前に英国では科学が娯楽の一ジャンルになっている。同じ調査で「科学館」は18%、「科学に関する講演会」は8%(ちなみに観光施設31%、動物園26%、スポーツ観戦は27%)。どの数字も、

^{d)}フェスティバル全体のホームページはこちら。

<http://cheltenhamfestivals.com/>

^{e)}調査の概要や結果が見られる。

<http://www.rcuk.ac.uk/sis/pas.htm>

^{f)}英国の科学コミュニケーターの現状についての報告。

<http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/handle/2115/34812>

^{g)}はこだて国際科学祭

<http://www.sciencefestival.jp/festival/index.html>

東京国際科学フェスティバル

<http://tokyo.sci-fest.net/>

日本では考えられない。

とはいえ、音楽祭や文学祭に比べれば科学フェスティバルはまだマイナーで、主催者は金集めに苦勞していた。スポンサーを集めても、集客が少なければ翌年の運営に響く。同様に苦心していたのが「何をもって成功とするか」だった。

単なるイベントなら、来場者数や彼らが落とした金額で評価すればいい。しかし科学フェスティバルの目的はそこにとどまらない。大人たちが科学と等身大で向き合う知恵(リテラシー)を身につけること、子供たちが科学を好きになり、将来、科学に関する仕事に就くこと。続けることでフェスティバルの運営にかかわるさまざまな職業人(「科学コミュニケーター」と呼ばれる)が増え、科学と社会とをつなぐ人材の層が厚くなる^{f)}。参加した研究者や技術者自身にも社会と交流する経験が蓄積される。こんな、数字には表れない長期的な効果も見込める。

さて、私が各地の科学フェスティバルを訪ね歩いたのは、個人的な興味もあったが、科学技術振興機構の研究費を受けた調査チームの一員としてである(地域科学技術理解増進活動[『町おこし型』科学技術理解増進活動の調査研究])。科学をサカナに楽しむ文化を日本にも根付かせたい、その「場」として科学フェスティバルは有効なのではないかと考えたのだ。

日本でも始まった

そして今年、チームの仲間が中心になり、日本でも地域レベルの科学フェスティバルが始まる。北海道函館市で開かれる「はこだて国際科学祭」(8月22～30日)と東京都三鷹市と周辺自治体で開かれる「東京国際科学フェスティバル」(9月12～27日)である^{g)}。

「はこだて」は地元のはこだて未来大学や北海道大学水産学部、「東京」は国立天文台や国際基督教大学などが中心になり、地元自治体と住民を巻き込んで開催する。実験教室、環境に関するシンポジウム、地球儀のデザイン展、サイエンスカフェなど、さまざまな手法で科学を楽しみ、技術を考えようという催しが予定されている。

科学技術がこれほど進展した現代にもかかわらず、人々は科学をむしろ縁遠いもの、自分には関係のないものとみなしがちだ。科学を危険なもの、環境を壊す悪いものとする人々も増えているように感じる。科学技術が高度化・先端化するほど、この傾向は強くなるようだ。だからこそ、科学と社会との距離を縮めることに研究者や技術者は心を砕いてほしい。科学フェスティバルはそのきっかけとなる場を提供し、社会とのコミュニケーションを促進すると期待している。

(2009年 6月21日 記)



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

原子炉立地指針、45年ぶり改訂へ 原子力安全委が本格検討に着手

原子力安全委員会は、「原子炉立地指針およびその適用に関する判断のめやすについて」(立地指針)の見直しに着手した。同委員会の「立地指針等検討小委員会」(主査＝平野光将・東京都市大学工学部特任教授)が5月27日、検討を開始したもので、本格改定は1964年の同指針策定以来、45年ぶりのことになる。

安全委員会は去る4月23日、科学的合理性に基づく最新の知見を取り入れる観点から、安全審査指針類の具体的な体系化方策、基本的な安全確保の考え方について検討する方針を打ち出した。

原子炉立地指針は、陸上に定置する原子炉の設置に先立って行う安全審査の際、万一の事故に関連し

て、その立地条件の可否を判断する同委指針類の一つで、これまでも見直しが行われてきたものの、課題の抽出や論点の整理に留まり、64年策定以来、実質的な改訂にまで至っていない。今回の見直しに際しては、検討に長期を要すると考えられる項目については、指針を用いた安全規制の効果や運用可能性等を考慮し、段階的に見直す方法も検討する。

具体的には、現行の立地指針に示される「原則的立地条件」について、シビア・アクシデント研究や確率論的安全評価手法の進展、防災に係わる法令整備等、指針策定以降の変化を踏まえて、改訂の要否・内容など、検討を行い、1年以内を目途に中間報告を取りまとめる。(資料提供：日本原子力産業協会)

麻生首相 温暖化ガス削減で決断 政府中期目標15%減「原子力開発に全力」

麻生太郎首相は6月10日、2020年までの日本の温室効果ガス排出量削減の中期目標を「05年比15%減」(京都議定書の基準年90年比8%減)と決め、記者会見し発表した。主要排出国の全員参加と日本のリーダーシップ発揮をめざし、環境と経済を両立させつつ、原子力開発に全力をあげて取り組み、長期目標を実現させることを目指す。

政府の「中期目標検討委員会」(座長＝福井俊彦・前日本銀行総裁)が取りまとめた温暖化ガス排出の中期目標の6つの選択肢(05年比マイナス4%～同30%)のうち、太陽光発電やエコカー購入など最高効率の機器を現実的な範囲で最大限導入する「最大導入ケース」のマイナス14%に、首相はさらに1%を削減上乗せするマイナス15%を選択した。

同首相は6つの選択肢のうち、「14%削減から太陽光などの大胆な上乗せなどによって、さらに削減幅を大きくするものだ」と説明し、「オイルショックのときのエネルギー効率の改善30%を上回る33%の

改善を目指す極めて野心的なもの」と強調した。

また麻生首相は、日本の中期目標が欧州の13%減、米国の14%減の目標を上回るだけでなく、欧米とは異なり排出権購入や森林吸収分(京都議定書では計5.4%分)を含まない「真水の目標」であることを指摘。一方で、京都議定書後の新たな国際枠組みの中では、「これらの扱いをどうするかは、今後の国際交渉を見極めた上で判断したい」との方針を明らかにした。

同首相はさらに、長期目標の達成について、「2050年に60%から80%削減に向けて直線的な経路を歩むことは困難だ」と述べた上で、「革新技術や原子力の開発や普及に全力を挙げていく」との決意を語った。

首相は、「今や世界の人材、技術、資金がクリーンテクノロジーをめがけて奔流している。ここで手をこまねいてしまえば、日本はエネルギー効率の優位性を失い、次の世代に経済競争力のない、国際競争力のない日本を引き渡すことになるだろう」と警

鐘を鳴らした。

記者の「現状では京都議定書の削減目標もなかなか達成が難しい」との指摘について、「目標がなかなか達成できない数字になっている大きな理由は、や

はり地震で、東京電力の柏崎刈羽原子力発電所等が止まったのが一番大きく数字を変えた」と語り、原子力発電によるCO₂削減効果の大きさを再認識した。
(同)

電事連、プルサーマル計画見直し 「15年度までに16～18基」

電気事業連合会は6月12日、国内原子力発電所16～18基での実施を目指すプルサーマルの導入目標時期を、5年先送りすることを発表した。

原子力発電所を有する電力11社はこれまで、核燃料サイクルの確立に向け、「10年度までに全国で16～18基の原子炉でプルサーマルの導入を目指す」としていたが、MOX燃料加工工場の操業開始予定の延期といった最近の状況、6月2日の近藤駿介・原子力委員長の「計画を納得感があるものに」との意見などを踏まえ、12日、各社長で構成する「プルサーマル推進連絡協議会」において、計画を見直すこととなった。これにより、「遅くともMOX燃料加工工場が操業開始予定の15年度までに、全国で16～18基の原子炉でプルサーマルの導入を目指す」との新計画の実現に向け、全力で取り組むことを確認した。

これに伴い、本年3月に公表した「六ヶ所再処理工場で回収されるプルトニウムの利用計画」も見直し、MOX加工工場操業開始の12年度から15年度への延期に合わせ、電力各社による利用開始時期を変更した。

プルサーマル計画については、97年の電力全体の導入計画取りまとめ後、99年のMOX燃料データ改ざん問題、02年の点検不正問題等に起因する開始時期の遅延を踏まえ、03年12月、電事連として「10年度までに16～18基」との計画が再確認されていた。今回の計画見直しについて、森詳介・電事連会長は12日の定例会見で、エネルギーの安定的確保の上から、プルサーマルの重要性を再認識するとともに、「引き続き、ご理解とご支援のほど」と述べ、新たに策定された計画の着実な実現に向けた決意を表明した。
(同)

国際原子力協議会が初会合 官民連携し国際協力へ

原子力発電導入を計画する国の拡大を見据え、国内の官民連携強化に向けた協議を行う「国際原子力協力協議会」の初会合が6月18日、都内のホテルで開催された。今後、原則年1回程度開催し、核燃料サイクルを含む原子力発電に関する国際協力について、外国政府との合意等に基づく日本としての協力方針を共有するとともに、これに沿った適切な国際協力の実施のため、国と関係機関との役割分担を確認し、より効果的・効率的な推進体制の構築を目指す。

同協議会の構成組織は、政府側が内閣府、外務省、文部科学省、経産省、関係機関が海外電力調査会、核物質管理センター、原子力安全基盤機構、原子力国際協力センター、国際協力機構、電気事業連合会、原子力学会、原子力技術協会、原子力研究開発機構、原子力産業協会、電機工業会、貿易振興機構となっている。

冒頭、二階俊博経産相が挨拶に立ち、日本のこれまでの原子力開発、その安全運転の実績などに触れた上で、「原子力分野の国際協力は『原子力立国』としての責務」と述べ、同協議会の役割を強調、特に民間ベースの積極的な協力に期待感を示すなどした。また、二階大臣は、原子力国際協力の意義として、「国民に原子力の大切さを理解してもらう」ことも掲げたほか、出席者一同に対し、「教科書の中で原子力がどう扱われているか、よく知って欲しい」と述べるなど、初等中等教育段階からの原子力教育の充実にも言及した。

初回会合では、基本的考え方として、核不拡散、原子力安全、核セキュリティ(3S)の確保を大前提に、国際協力をより効果的かつ効率的に行うため、官民の連携を強化し、アジアを始めとした相手国の3S確保の状況、原子力発電導入・拡大計画、ニーズ等を的確に把握し、幅広い協力を柔軟に行うこと

などを確認した。また、国際協力の実施機関として「原子力国際協力センター」が創設されたことを歓迎し、同センターに対しては、関連情報やリソースの

提供等、中核的な役割を担うことを期待した。

(同)

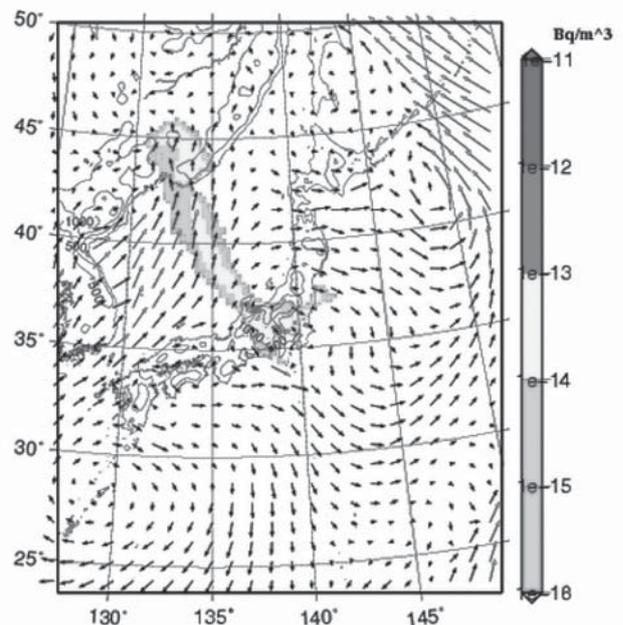
北朝鮮地下核実験による放射性物質の大気放出を仮定した WSPEEDI-Ⅱ の大気拡散予測 — 国の放射能モニタリング強化に資する予測情報の提供

北朝鮮は5月25日に、地下核実験の実施を発表した。地下核実験では、放射性物質は地下に閉じ込められるが、わずかに岩盤の亀裂等から大気に漏洩する可能性がある。そのため日本原子力研究開発機構では、平成20年に完成した、世界の原子力事故に対応可能な迅速大気拡散予測システムである“WSPEEDI: Worldwide version of System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information”の第2版(WSPEEDI-Ⅱ)を用いて、放射性物質が大気中に放出されたと仮定した大気拡散予測計算を実施し、文部科学省の依頼により予測結果の提供を行ってきた(図)。大気放出の有無や形態は不明なため、一定の計算条件を仮定し、毎日、最新の気象情報を入手するごとに、予測結果を更新してきた。この結果は、高空や地上での放射性物質の環境モニタリングのための参考情報として、文部科学省から関係省庁や関係地方公共団体に提供された。また、6月5日まで毎日、最新の予測結果が文部科学省ホームページ上で公開された。

原子力機構では今後も様々な大気拡散事象に積極的にWSPEEDI-Ⅱを適用し、システムの性能向上を図るとともに、社会に貢献していく所存である。

(資料提供：日本原子力研究開発機構)

Xe-133 concentration 2009-06-01_12h



一般的に、地下核実験の場合は大気中に放射性物質が放出されることは想定されず、仮に放出があったとしても放出源情報が不明であるが、計算条件を仮定し拡散予測を実施。

* 放出継続時間を5月30日0時から24時間と仮定した場合の6月1日21時の地上濃度分布の予測結果(文部科学省ホームページに掲載)

高速炉システム国際会議，IAEA が主催し，京都・敦賀で18年ぶりに開催

国際原子力機関(IAEA)は今年12月7日から11日までの5日間、高速炉システムに関する国際会議“International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles—Challenges and Opportunities”(FR09)を、日本原子力研究開発機構を実施機関として、京都(7～10日)、敦賀(11日)で開催

する。同会議では、高速炉とその燃料サイクルの開発に関する重要な課題を確認し議論するとともに、その効果的な推進に向けて国際協力や研究開発を促進させるために、各国および多国間の計画や新たな開発、開発成果について情報交換を行う。

同会議は1974年から各国主催で開催されていた

が、京都で開かれた1991年の第5回会合を最後に中断。しかし、近年の世界的な高速炉開発機運の高まりを受け、IAEAが主催し、18年ぶりの再開となった。

(詳細は、<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Meetings/Announcements.asp?ConfID=35426>,
<http://www.fr09.org/index.html>)

(同)

原産、敦賀の女性グループと3回目の対話集会を開催

原産協会では高レベル放射性廃棄物処分について、必要性や安全性についての情報を提供し、意見交換する活動(対話集会)を実施している。6月12日は、福井県原子力平和利用協議会(原平協)の女性グループの方々と、3回目の対話集会を持った(=写真)。

今回の対話集会では、高レベル放射性廃棄物処分の先進国であるスウェーデン、フィンランドの両国において、市民の方々がこの問題をどのようにとらえているのかをビデオ『北の大地の対話活動—北欧インタビュー集』で紹介した。また、資源エネルギー庁・地域広報対策室の室長からは、国の取組みについての説明をいただいた。意見交換では、国がもっ



と前面に出た取組みの必要性について、多くのご意見をいただいた。(資料提供：日本原子力産業協会)

「原子力産業セミナー2011」を12月に、東京と大阪で開催、参加企業を募集

原産協会は、理工系を中心とした大学生・大学院生を対象に、原子力産業界のPRと原子力産業の人材確保を目的として、2006年度より毎年「原子力産業セミナー」を開催している。第4回となる今年度のセミナーは、本年12月12日に東京・新宿エルタワー30階「サンスカイルーム」で、12月19日に大阪・新梅田研修センター2階「G・Lホール」で開催す

る。

前回の「原子力産業セミナー2010」では、45社の会員企業によるブース展示に、全国から理工系を中心に525名の学生が来場した。

今年度は、従来の東京会場に加えて、より幅広い会員ならびに学生に参加していただくため、大阪会場でも開催する。(同)

海外情報 (情報提供：日本原子力産業協会)

[ロシア]

TENEX社、米電力と濃縮ウラン供給契約を締結

ロシアのウラン製品・サービス販売企業であるテクスナプエクスポート(TENEX)社は5月26日、ロシア産ウラン製品の対米輸出規制が昨年2月に緩和

されて以来初めて、米国の原子力発電企業3社からなるフェエルコ社に直接、濃縮ウランを供給する長期契約を締結したと発表した。

フェエルコ社は米国のパシフィック・エナジー・フェエル社(パシフィック・ガス&エレクトリック社の子会社)とユニオン・エレクトリック社(アメン社の子会社)、およびルミネント社が原子炉用燃料とサービス調達のための協力会社として2003年に設立したもの。契約はこれら3社がそれぞれ、TENEX社と結んでおり、調印はTENEX社の親会

社であるロシアの総合原子力企業ロスアトム社のオフィスで、S・キリエニコ総裁も同席して行われた。

今回の契約により、TENEX社は2014年から20年まで、ロシア国内の4つの遠心分離濃縮工場で生産した濃縮ウランをフェルコ社の3社に供給する。

米国は1992年、旧ソ連諸国から米国向けに輸出されるウラン製品の量を直接的・間接的に問わず制限し、国内ウラン産業を保護することを目的とした「ダンピング調査保留協定」を、ロシアを含めた旧ソ連諸国と締結。翌93年にロシアの核兵器解体から出る高濃縮ウランを低濃縮ウランに希釈して米国に20年間供給する契約(HEU協定)をロシアと結んで以降は、同国から米国へのウラン製品輸出は、米国政府の代理機関であるUSEC(米国濃縮会社)に対するものに制限されてきた。

米国内の原子力発電会社が、HEU協定終了後の濃縮ウラン供給に懸念を抱いていたこともあり、米商務省は昨年2月、ダンピング調査保留協定の修正条項についてロスアトム社と合意・調印。これにより、ロシアは2011年からHEU協定が切れる2013年までの期間は、少量のウラン製品を直接米国の電力会社へ、また、2014年から20年までについても米国内の濃縮産業を損なわない程度(米国内の商業炉による所要量の20%、新規原子炉については無制限)のウラン製品を米国市場に輸出することが可能になったもの。

TENEX社、米エクセロンと燃料供給契約

ロシアのウラン製品・サービス販売企業であるテクスナプエクスポート(TENEX)社は6月3日、米国のエクセロン・ジェネレーション社(エクセロン社の子会社)に直接、濃縮ウランを長期にわたって供給する契約を締結したと発表した。

この契約は、5月26日にTENEX社と米国のフェルコ社が結んだ濃縮ウラン供給契約と同種のもので、TENEX社はロシアの4つの遠心分離濃縮工場で生産した濃縮ウランを2014年から20年まで、エクセロン社に直接供給する。

ロシアから米国への濃縮ウラン・サービスの供給は、両国政府が1992年に締結した「ダンピング調査保留協定」により、これまではUSEC(米国濃縮会社)

に対するものに制限されてきた。しかし、米商務省が昨年1月、同協定の修正条項についてロシア側と合意・調印したことにより、ロシアは2011年から13年までは少量のウラン製品を直接米国の電力会社へ、また、2014年から20年までは米国内の商業炉による所要量の20%(新規原子炉については無制限)までウラン製品の輸出が可能になった。

エクセロン社は米国最大手の電力卸売・小売企業で、約1,700万kWの原子力設備を保有している。

[カザフスタン]

国営原子力企業のトップが交代

カザフスタンの国営原子力企業であるカザトムプロム社は5月25日、複数の閣僚級ポスト経験者であるV・シュコルニク元原子力庁長官を5月21日付けで同社取締役会会長・社長に決定したと発表した。

カザフスタンの地元紙などによると、国内のウラン資源開発案件で日本の電力会社や商社、およびロシア、中国、カナダ、インドなどとの交渉責任者だったM・ジャキシエフ前社長は、検事総長命令により、21日付けで同社から解任、25日には横領容疑で治安当局に逮捕されたと伝えている。

カザフのウラン埋蔵量はオーストラリアに次いで世界第2位(全世界の約5分の1)といわれている。カザフのウラン資源開発で日本はこれまでに、丸紅、東芝、および東京、中部、東北の各電力がハラサン1、2鉱区計画で、また、住友商事と関西電力がウェスト・ムィンクドゥック鉱山計画で参加合意。これらに対する今後の影響を懸念する向きもある。

[スロバキア]

チェコのスコダ社が、モホフチェ3、4号の原子炉系を受注

チェコの重電機器製造会社であるスコダ社は6月15日、スロバキアのモホフチェ原子力発電所3、4号機を完成させるプロジェクトで、原子力系統設備(NI)機器を供給する契約を100億チェコ・コルナ(約512億円相当)でスロバキア電力公社(SE)と締結したと発表した。

両機の建設工事は10年以上にわたり中断していた

が、イタリア電力公社(ENEL)は2005年、両機の完成を条件にSE社を買収。昨年11月には作業の再開を宣言していた。両機が44万kW級ロシア型軽水炉(VVER)として着工したことから、SE社は両機の主要機器について、ロシアの大手重工会社であるOMZ社傘下のスコダ社と約2年にわたって交渉し、同社を主契約企業5社の1つに選択したとしている。

なお、SE社はこのほか、スロバキアのR・フィッコ首相が同席する場でスコダ社以外の機器供給業者—ロシアのアトムストロイエクスポート社、スロバキア原子力研究所、Enseco社など—とも、一部のNI機器供給契約を締結。計装制御(I&C)系については仏アレバ社と独シーメンス社が、タービン発電機器部分のエンジニアリング・建設、およびプロジェクト管理はENEL社のグループ企業が担当することになった。

フィッコ首相は、2013年までに3、4号機を完成させるという同プロジェクトについて、「27億ユーロという投資総額はスロバキアの歴史上、民間企業による投資としてはかつてない規模」と形容。政府が同計画を全面的に支援している点を強調した上で、「このような投資は世界中の経済を直撃している不況の影響を緩和することになるだろう」と指摘した。

[スウェーデン]

SKB、最終処分場をフォルスマルクに決定

スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社(SKB)は6月3日、原子炉から出る使用済み燃料の深地層最終処分場建設サイトとして、エストハンマルの海に面したフォルスマルク原子力発電所・隣接エリアに決定したと発表した。2002年から07年にかけて、もう1つの候補地であるオスカーシャムとともに現地を実施していたボーリング調査などのサイト調査の結果、同国で稼働する原子力発電所からの使用済み燃料をすべて、再処理せずに同地の地下約500mの結晶質岩盤上に直接処分することになった。SKBは今後、2023年の操業開始を目指して手続きを進めていく。

エストハンマルを選択した理由としてSKBは、

オスカーシャムと比べて、(1)処分場レベルの岩盤が乾燥しており亀裂が少ない、(2)掘削の必要な岩盤が少なく、埋戻し材が少量ですむ—などの技術的な特長を指摘。長期的に廃棄物の安全性を保つには重要な特性だとしている。地上施設は環境影響を軽減できるよう、既存の産業エリアに建設。同エリア内のインフラに対してはアクセス用の交通手段を整備する。今後は2010年を目処に、国の放射線安全当局および環境裁判所に設置許可申請書を提出するため、環境影響評価や安全分析に関する文書も含め、諸手続きの準備を進める計画だ。

処分場サイトの選定にあたり、SKBは93年から2000年までの間に国内8か所でフィージビリティ調査を終了。同年11月にサイト調査をオスカーシャム、ティーエルブ、エストハンマルの3つの自治体で実施することを決定した。過去7年ほどはもっぱら、自治体の承認が得られたオスカーシャムとエストハンマルでのサイト調査に作業は絞られていた。オスカーシャムには原子力発電所のほか、使用済み燃料・中間貯蔵施設「CLAB」やエスポ岩盤研究所、キャニスタ研究施設が立地するなど、もとよりSKBとの関係は良好。今年の春、同社は両自治体と地域支援協定を結んでおり、処分場サイトに選定されたエストハンマルには同協定に従って、インフラ整備や事業開発、教育等のための予備出資金として20億クローナの25%が、選定からはずれなかったオスカーシャムには立地による恩恵が得られなかった代償として残りの75%が提供される。

世界ではこれまで、2001年にフィンランドがユーロヨキ自治体のオルキルオトを使用済み燃料地層処分サイトに決定したほか、02年には米国がネバダ州ユッカマウンテンを使用済み燃料およびガラス固化体の処分サイトに決定(※政権交代により取消し)。スウェーデンはこれらに次いで3番目に高レベル放射性廃棄物処分サイトを決定したことになる。

[フィンランド]

ピュハヨキ市議会、新設原発の受入れ表明

フィンランドのフェンノボイマ社が新規原子力発電所建設計画サイトの1つに指名しているピュハヨキの市議会は6月9日、同計画に賛成する声明を16

対5で承認した。

地元自治体による賛成声明は建設計画を進めるに当たり非常に重要な要素。フェンノボイマ社は今年1月、ピュハヨキを含めた3地点を候補サイトとする建設計画の「原則決定」を政府に申請したことから、雇用経済相はこれらの自治体を含めた80の関係当局に対して、遅くとも15日までに声明文を提出するよう要請していた。

賛成声明文の中でピュハヨキ市は、「建設計画は特に、地元経済や人口構成に良い影響をもたらす」と指摘。採用される原子炉設計によっては、同市が受け取る固定資産税は年間380万～500万ユーロに、周辺地域の市町村税収入は年間で少なくとも200万ユーロに上昇すると試算している。また、原子炉完成後に創出される正規雇用数は400～500人分のほり、若くて教育レベルの高い人口層の流出を防ぐことになるとの見方を示した。

フェンノボイマ社が候補に挙げていた3サイトのうち、すでにルオツインピュハターは5月に賛成声明を承認。シモでも締切日までに同様の声明を出すとフェンノボイマ社では見ている。

アレバ社、世界で1万2,000人雇用 ヘネットキャンペーン開始

仏アレバ社はこのほど、北米やインドなど世界の6か国・地域を対象に、インターネットを活用して優秀な原子力エンジニアや技術者を今年中に1万2,000人募集するという新機軸の求人大キャンペーンを開始した。

これは同社にとって初めての試みで、将来のエネルギー供給上の課題や同社で急増する人的資源の需要増に対応するため、フランスの国内外で優秀な人材の注意を喚起するのが目的。世界的な経済不況下で多くの企業が新規雇用を手控えるなか、同社としては雇用推進のメッセージを強力に打ち出すとしており、今年中にフランスで4,000名を確保するほか、ドイツ、北米、中国、インドおよび中東で合計8,000人を雇用する。さし当たり、この5月から、仏・独・北米地域でのキャンペーンを開始しており、その他の地域についても、その数週間後から開始している。

アレバ社によると、同社はここ3年ほどの間に、

積極的な雇用策を取る国内企業として最初に名前の挙がる企業になりつつあるほか、一流大学卒の若手エンジニア達からは2番目に好まれる企業であるという。また、同社の人的資源担当上級副社長は近年の優秀な若手エンジニア達について、「その国籍と関係なく彼らは非常によく似ている」と指摘。彼らは概して母国語のほかに英語が堪能で、国境を超えて様々な国のウェブサイトを自由に閲覧できる。このため、同社は今回の求人キャンペーンを各国の活字媒体で展開するだけでなく、インターネット上にも同社の求人専用ウェブサイトを設置(<http://www.employer-brand.areva.com>)したもの。さらに、学生達が定期的に訪れる大手求人サイト等にもバナー広告を出すことになっているとしている。

[英国]

デコミ機構、セラフィールド用地の 売却を開始

英国の原子力デコミミッション機構(NDA)は6月8日、カンブリア州のセラフィールド原子力サイトに隣接した未使用地を新規原子炉建設用地として売却する手続きを開始した。

これはエネルギー・気候変動省(DECC)が進めている戦略的サイト評価(SSA)の一環で、英国国民の税金を有効に利用するという観点から実施しているもの。原子炉建設用地としてSSAに登録したサイトのうち、NDAは今年4月に3つの原子力発電所の隣接用地について競売を実施し、ウィルファ、オールドベリーの2サイトをドイツのRWEエヌ・パワー社とE.ON英国社の企業連合が、ブラッドウェルのサイトをEDFエナジー社が落札した。NDAはこれらの売却で合計3億8,700万ポンドの収益を得ている。

今回、約250ヘクタールのセラフィールド用地の競売にあたり、NDAでは第1段階として、入札希望者に対して関心表明書および署名入りの秘密保持契約書を提出するよう呼びかけている。入札参加者には売却予定地を視察し、資産価値を精査する機会が与えられる。

[スペイン]

原子力安全委、ガローニャ原発で 運転認可の10年延長を承認

スペインの規制当局である原子力安全委員会(CSN)は6月8日、サンタ・マリア・デ・ガローニャ原子力発電所(BWR, 46.6万kW)の運転認可の10年延長を承認すると発表した。

1971年に運開した同機の現行の運転認可は今年の7月に期限切れとなる。CSNは、同機を所有・運転するニュークレノール社が提出した認可更新申請書を6回にわたって審査・評価した結果、全会一致で認可の更新を認めたもの。ただし、延長が許されるのは基本的に同機の安全性と放射線防護の限界までという条件付きで、同機は設備の近代化で複数の改善が必要になった。

具体的にCSNは、2011年の燃料交換開始前までに、事故時の放射性ガスの適切な処理を可能にする新たなシステムの設置を要求。また、2013年の燃料交換前までには、安全関係の電気システムをその他のシステムから物理的な距離を取って独立させること、防火用の機器とシステムを改良すること、などを条件に挙げた。CSNはさらに、ニュークレノール社に対する補足的な技術指導として、さらなる計測活動の実施を指示しており、格納容器内の可燃性ガス計測設備の改良、地震のような外部事象に対する安全性改善などを要求している。

CSNでは以上のような提案を、すでに管轄の産業観光貿易省に提出済み。政府は7月初旬にも認可延長について最終的な判断を下す予定だと伝えられている。

[カナダ]

原子力公社、NRU 炉の復旧まで 3か月以上と見通し

カナダ原子力公社(AECL)は6月2日、重水漏れで5月14日に停止した放射性同位元素生産炉(NRU炉)の完全な復旧までには少なくとも3か月以上かかるとの見通しを明らかにした。

NRU炉は、造影剤の原料となるモリブデンも含め、世界の医療用アイソトープ需要の1/3を生産し

ているが、運開後すでに50年が経過するなど設備の老朽化が懸念されている。先月14日には、1時間に5kgの割合で重水が容器底部・外壁の腐食部分から漏洩しているのが検出され、AECLは同炉を停止。18日までに遠隔カメラを使った外壁全周の初期検査を完了したが、さらに複数の腐食が認められたため追加的な検査が必要な見通しだ。現在、圧力容器内の重水水位を下げ、約100本ある燃料棒の引抜き作業を実施するなど、原因の究明と修理の準備に当たっている。

しかし、引抜き作業だけで3～4週間を要するため、復旧まで「少なくとも3か月」という現時点の予測より先の見通しは、修理技術の選択などが決定してからのことになるとも説明している。

[米国]

オバマ大統領、イランの核開発疑惑 で対話促す

米国のB・オバマ大統領は6月4日、エジプトのカイロ大学で演説し、核開発が疑われているイランについて、あえて「核不拡散条約の枠内であればイランを含め、いかなる国も原子力を平和利用する権利がある」と述べ、両国は両国間の課題に無条件で取り組み、話し合うべきだと考えを表明した。

この演説は、相互尊重に基づいて米国とイスラム社会がいかに新しい関係を築いていくべきかを主題に行われたもの。今後はイスラム社会と西側諸国が尊重し合いつつ対話していく必要性を強く訴えるなど、核開発の確固たる証拠がないままイラク戦争に突入した前政権とは一線を画す意図があると見られている。

同大統領はまず、両国間の過去の紛争に捕らわれることなく、米国は前向きに行動を起こす準備があるとイラン国民に訴えるとともに、両国間には相互尊重に基づき、無条件で話し合うべき課題が多数あると指摘した。同大統領はその中でも特に、核兵器開発問題に関して「両国は重大な局面に達している」と言明。単に米国の利益という問題ではなく、中東地域の核開発競争防止が重要との認識を強調した。

同大統領はまた、「ある国々が核兵器を保有し、それ以外は持てない点に抗議する人々の気持ちは理解できる」と述べ、どの国が核兵器を保有できるか

選別できる国など存在しないと指摘。だからこそ自分は、核兵器保有国が存在しない世界を模索するという米国の責任を改めて明言したいと述べ、核不拡散条約の責任を遵守しさえすれば、いかなる国も原子力を平和利用する権利があるとの認識を示した。

B&W 社、小型モジュール炉設計「mPower」を公表

バブコック&ウィルコックス(B&W)社は6月10日、原子カルネッサンスで顕在化してきた必要性を満たす最良の原子炉設計として、北米にある同社の既存工場で製造が可能で、設備の増強も容易という電気出力12.5万kWの小型モジュール原子炉の設計を公開した。

「mPower」の登録商標で呼称される同設計は、濃縮度5%のウラン燃料を使用し、受動的な安全性を備えた第3世代+の新型軽水炉(ALWR)。B&W社によると、米国の既存の原子力規制や供給チェーン、電力会社の操業インフラの枠内で認証・製造・操業が可能で、具体的には次のような特徴があるとしている。

(1)12.5万kWと小型で、立地サイトや送電網の制約に関わらず、需要に応じて設備の増強が容易、(2)受動的安全性など実証済みの新型軽水炉設計であるため、許認可手続きの最小限化や安全性および信頼性の向上が図れる、(3)米国とカナダにある既存工場原子炉蒸気系統設備(NSSS)を製造し、建設サイトまで鉄道で輸送が可能、(4)5年間燃料交換なしの運転サイクルを予定しており、運転コストを軽減できる、(5)使用済み燃料の貯蔵用プールを備えた地下式格納構造により、60年の耐用期間中に廃棄物の短期的管理とセキュリティ改善が図れる——など。

B&W社はすでに、mPower炉プロジェクトの開発と許認可および納入を促進する新たな事業ユニットとして「B&W モジュラー・ニュークリア・エナジー社」を設立。2011年にも設計認証(DC)を申請する予定である旨を、米原子力規制委員会(NRC)に通知済みであるほか、北米や欧州およびその他の地域で顧客と規制上の要求項目を満たせるよう、原子炉の開発と顧客支援を目的としたグローバル・チームも結成した。

さらにテネシー峡谷開発公社(TVA)からは将

来、同炉を建設する可能性のあるサイト評価のための同意書(LOI)を受領。TVA、およびTVAの地元自治体と協力電力会社で構成される企業連合との間では、同地域の発電設備多様化を念頭に、同炉を複数建設する可能性調査についても了解覚書(MOU)を締結済みだとしている。

DOE 原子力担当次官補にミラー氏

米国のB・オバマ大統領は6月10日、米エネルギー省の原子力担当次官補にテキサスA&M大学のワレン・F・“ピート”・ミラー非常勤教授を指名した。議会上院の承認後、正式に就任する。

ミラー氏はオバマ大統領と同じくイリノイ州シカゴ出身。米陸軍士官学校で理学士の学位を取得したベトナム退役軍人で、シカゴのノースウエスタン大で原子力工学博士号を取得している。2001年まではロスアラモス国立研究所で研究員として勤務していた。米原子力学会、全米技術アカデミーの会員。

[中国]

三門原発で格納容器の底蓋組立て

中国の国家核電技術公司(SNPTC)傘下の山東核電設備製造有限公司(SNPEMC)は5日、浙江省の三門原子力発電所建設サイトで、世界初のAP1000となる1号機(100万kW)用格納容器の底蓋鋼板の組立てが始まったと発表した。

SNPEMCは、AP1000のような第3世代原子炉技術の習得に加えて、圧力容器や格納容器、機器モジュールなどの国内製造を目標に2007年に設立された。三門発電所計画だけでなく、山東省・海陽原子力発電所に建設されるAP1000にも関わっており、今月2日には米国機械学会(ASME)から原子力用プラント機器に関する品質保証のN認証、およびNPT認証を受けるなど、「N-スタンプ」製品の製造認証を取得。同社製品の品質が国際レベルに達しつつある点を強調している。

SNPEMCによると、AP1000の格納容器は、中国が開発している第2世代原子炉の格納容器と異なり、厚さ約1メートルのコンクリートと44ミリのステンレス鋼による2重構造。格納容器用鋼板は今月初旬にすべてサイトに到着し、組立て作業は7月末

頃までに完了する。1号機の運転開始は13年になる計画である。

東方電気、嶺澳4の国産圧力容器を出荷

中国国有の電力設備生産大手企業である中国東方電気重型機器有限公司は6月15日、中国初の国産大型原子力機器となる嶺澳原子力発電所4号機用の圧力容器(PV)を広州の南沙港から出荷したと発表した。

広東省の嶺澳原子力発電所では、仏アレバ社(当時のフラマトム社)から導入した1,2号機(PWR2基、各99万kW)が稼働中。東方電気は両機の主要設備下請け製造から技術の蓄積を開始し、2期工事として建設中の同3,4号機(PWR2基、各108万kW)では、原子炉系統設備の製造をアレバ社から受注していた。

PV製造についてはこれまで60万kW級原子炉用しか製造経験のなかった東方電気が、今回100万kW級原子炉の大型機器製造に成功したことについて、同発電所を所有する広東核電集団有限公司(CGNPC)では、「原子炉の国産化率向上のみならず、広東省の原子力供給チェーンのレベル改善につながる飛躍的な進歩」と評価。1,2号機で30%だった国産化率が3,4号機では60%に上昇する予定であることを強調した。CGNPCはまた、近年、中国がフランスの技術をベースに開発している第2世代の国産原子炉「CPR1000」の国産化状況についても触れ、現在建設中の紅沿河、寧徳、陽江の各原子力発電所では国産化率がそれぞれ、75%、80%、83%

に達する計画であることを明らかにした。

同日に行われた記念式典では、CGNPCや国家原子力安全局などの幹部らが出席し、長さ13m、重さ320トン以上に及ぶ国産大型PVの完成を祝った。3,4号機の運転は2010~11年を予定している。

〔国際〕

水戸でITER理事会開催、18年までに初プラズマを目標

ITERは6月17,18日に水戸市で理事会を開催し、2018年末までのファースト・プラズマ発生、2026年に重水素とトリチウムを用いた運転を行うことなど、運転段階に向けた目標時期を承認した。

理事会には、ITER計画に参画する日本、欧州、中国、インド、韓国、ロシア、米国の7極代表が一堂に会し、ITER設計仕様等の概要をまとめる「ITER計画ベースライン文書」について審議したほか、18年末までのファースト・プラズマ達成を目標時期として承認するなどした。

また、理事会は、ITER建設を完了するために必要な資源を考慮した現実的なスケジュールの最終化を要請、計画の全体的なリスクを大幅に低減するよう、真空容器の内側に設置する機器を取り付ける前に、ITER本体の主要機器の組立と試験を一緒に行うことを確認した。ベースライン文書は、11月の次回理事会で採択される予定。

ITER計画の進捗状況を報告した池田要・ITER機構長は、「核融合が安全で無尽蔵なエネルギー源であることを実証する途上」にあるなどと述べ、各極政府の継続的な支援に感謝の意を表明した。

我が国の最先端原子力研究開発

シリーズ解説 第12回

放射線はどんなに微量であっても危険なのか

低線量・低線量率放射線の生体影響評価

電力中央研究所 岩崎 利泰, 富田 雅典

放射線防護において、放射線が人に与える影響を表すためのモデルとして、しきい値なし直線(LNT)モデルがある。これは基準を安全側に考えるための管理目標値を示すためのものであるが、時として放射線はどんなに微量であっても量に応じた影響があるとの誤解の元となっている。電力中央研究所(電中研)では、低線量や低線量率のときに実際にどのような影響があるかを明らかにするため、生物学的な機構面から取り組んでいる。その概要について紹介する。

I. 低線量放射線の影響

放射線に害があることは広く知られている。しかし、往々にして放射線＝がんという理解であることが多く、どんなに微量の放射線であっても、それに応じてがんのリスクが上がると考えられがちである。その一方、我々が日常的に受けている放射線については、意識されることが少ない。我々は、大地、食物、空気などから日常的に放射線を受けている。その量(線量と呼ぶ)は世界平均で年間2.4ミリシーベルト(mSv)であり、一生の間には100～200 mSv程度の放射線を受けることになる。そのような少ない量(低線量)の放射線によって人の健康にどのような影響があると考えられるのだろうか。

1. 疫学

疫学とは、人の集団を対象として健康に影響を与える要因について調べる学問であり、人に関する直接的な科学的情報源となる。放射線の健康影響に関しては、広島、長崎の原爆被ばく者の疫学調査(Life Span Study; LSS)が最大の情報源である。その結果の記述モデルとして、しきい値なし直線(Linear non-threshold; LNT)モデルが採用されている。これは、それ以下では影響がないとする線量(しきい値)を設定せず、線量に応じ線型に影響

が増加するとしたモデルであり、これがそのまま、放射線の利用に際して、その障害を最小限にとどめるための規制(放射線防護)の基本的な考え方として取り入れられている。すなわち、このLNTを低線量へも外挿し、微量の放射線でも相応のリスクが存在するとして、規制を行うのである。

しかしLSSについて実際のデータを詳細に見ると、低線量域ではデータのばらつきが大きく、成人では100 mSv以下ではリスクの増加が有意ではない。このようにLNTは科学的に証明されたモデルではなく、あくまで放射線管理の目的のためにのみ用いるモデルなのである。さらに、近年は規制の文書¹⁾においてもLNTの無制限な適用に制限をかける記述がなされている。少量の被ばくに対するリスクを推定する目的でLNTを用いるのは適切ではないとし、特に、チェルノブイリ事故の死者数の予測といったような、少量の被ばくを大人数で掛け合わせて大人口への発がんリスクを推定するような計算を行うことは避けるべきと明言されていることには注意すべきである。

また、原爆はまとまった量の放射線を一瞬で受けた場合であるが、一般公衆や作業者の場合にはそのような被ばくは極めてまれである。一方、単位時間当たりを受ける放射線の量(線量率)が少ない場合には、同じ線量であっても生物学的な影響が少ないことが知られている。したがって、線量率が低い場合に実際にどのようなリスクが観察されるのかを知ることも、リスクの実態を知る上で重要である。

Biological Effects of Low dose/Low dose-rate Ionizing Radiation: Toshiyasu IWASAKI, Masanori TOMITA.

(2009年 5月26日 受理)

低線量率の場合を直接対象とした疫学調査として、高自然放射線地域(High Background Radiation Area; HBRA)の疫学調査がある。世界には平均よりも3~5倍程度自然放射線が高い地域があることが知られており、当所では中国・インドの疫学調査の支援を行っている。そのうちインド・ケララ州の住民を対象とした疫学調査結果が2009年1月に公表された²⁾。そこでは、年平均線量率や総線量が高い場合でもがん罹患・非がん死亡といった健康影響が有意に観察されなかった。これは以前に発表した中国におけるHBRA疫学結果とも一致した結果となっており、低線量率の場合にはリスクの上昇が観察されないことを示唆した結果となっている。これらHBRAの疫学調査については集団を拡大した調査を継続しており、今後さらなる精度の向上が期待される。

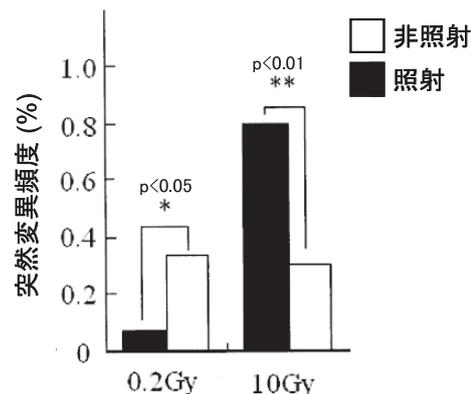
ただ、低線量放射線の疫学については、放射線の影響が小さいために、個人差などによるばらつきの影響を大きく受け、決定的な情報を得ることが難しい。そのため、低線量・低線量率で実際にどのような影響があるのかを正しく理解するためには、機構面からどのような現象が起こっているのかを理解することが重要となる。

2. 突然変異と低線量

機構的には、放射線の生物影響は、被ばくした細胞において、2重らせん構造を形成しているDNAの両鎖に切断が生じた、DNA 2本鎖切断が生じることに起因すると考えられている。DNA 2本鎖切断は、DNA損傷の中でもっとも致命的な損傷であり、未修復や誤修復に伴って、突然変異や細胞死などを引き起こす。

放射線によるDNA 2本鎖切断の生成それ自体は物理的過程であるため、線量に比例して確率的に生じる。そして、その結果として生じるとされている突然変異が、がんの原因となると考えられていることが、LNTモデルの機構的な論拠となっている。歴史的にも、1930年にOliverが、突然変異が線量に直線的に比例していることをショウジョウバエの精子を用いて示したことに基づいて、LNTの考え方が提案されている。しかし、当所でこの実験の内容を詳細に検討したところ、Oliverの実験系では、精子が成熟した段階のハエに放射線を照射していることがわかった。成熟した精子は、DNA修復能力を持たない、生体内でも極めて特殊な細胞である。そのため、生命一般にLNTが当てはまるかどうかは、DNA修復能力を持つ細胞でも同様な結果が再現されるかが重要となる。

そこでOliverと同じ指標を用い、DNA修復能力を失う前の未熟な精子の段階でX線照射を行って突然変異を調べる実験を当所にて行った³⁾。その結果、10 Gyといった高線量では確かに突然変異頻度の有意な上昇が観察されるのに対し、200 mGy付近の低線量域では逆に、非照射群に対して有意に低下することが観察された(第



第1図 DNA修復能力を持つショウジョウバエを用いた時の放射線誘発突然変異の線量応答

1図)。さらに同じ実験を、今度はDNA修復機能を欠く個体を用いて行ったところ、Oliverと同様に、線量に対して直線的な増加が観察され、低線量での突然変異頻度が非照射群よりも減少する結果は、得られなかった。すなわち、LNTはDNA 2本鎖切断の生成という物理学的現象については成り立つが、突然変異という生物学的な現象には、DNA修復機能が存在するために必ずしも成立しない可能性があることを示唆したのである。

この実験には低線量の現象を研究するために重要なポイントが含まれている。それは低線量の微妙な影響を検出するために十分な精度を持つ実験系であるかという点である。突然変異については、トータルで100万匹以上のマウスを用いたメガマウスと呼ばれる実験でも検証が行われ、そこではこのような現象は報告されていない。しかし、自然突然変異はマウスでもショウジョウバエでも100万分の1程度という低い頻度の現象である。メガマウス実験では7つの遺伝子しか対象にしていない。そのため、1点の測定につき数万匹程度のマウスを用いたのでは観察できるイベント数は高々数十万となり、自然突然変異と同程度の頻度の現象の解析を行うことはできない。一方、ハエの実験では、1つの染色体に載っている全遺伝子約2,000の致死突然変異を対象とした実験となっており、1点3,000匹の測定で観察できるイベント数は約600万となる。これが、これまで報告されていなかった自然突然変異のレベルよりもさらに頻度が低くなるという現象を解析できた理由であると考えている。

3. 低線量・低線量率による生物学的現象

このように生物学的応答を考慮に入れると、低線量や低線量率の放射線では、高線量・高線量率の放射線と異なる現象が見られることが明らかとなってきた。電中研では特に低線量率の場合に着目し、現象を確認し機構を解明するために、マウスや細胞を長期間にわたって低線量率で照射し続けることのできる設備を導入し、実験を行ってきた。照射室として鉛コンクリートで遮蔽された

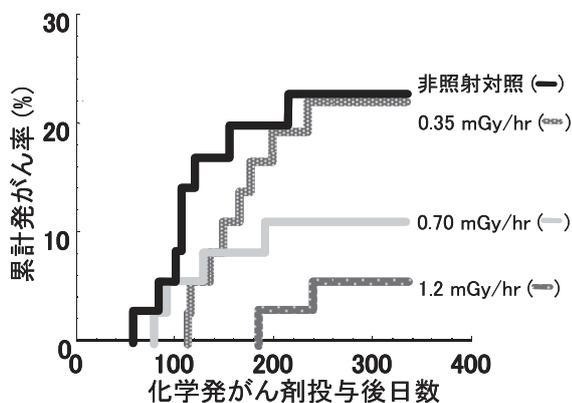


第2図 長期低線量率照射設備

12 m × 9 m のクリーンルームの一端に¹³⁷Cs 線源を設置した(第2図)。その照射範囲内にマウス飼育棚や細胞用インキュベータ(培養用保温装置)を置き、その位置を変えることで、約0.3~3 mGy/h の線量率で照射を行いながら、マウスや細胞を長期間維持することを可能としている。

マウスの個体を用いることの意義は、生物個体レベルで意味を持つ現象を観察できることにある。これまでに連続照射を行いながら飼育したマウスを用いた実験で、正常な細胞では細胞増殖率などに顕著な影響を与えない程度の線量率である1 mGy/h 程度の線量率で、臓器の抗酸化機能が亢進することなどを見い出してきた。特に興味深い事例としては、マウスの皮下に化学発がん剤を埋め込んでその発がん率を観察した実験において、化学発がんによる発がん率が、1 mGy/h の線量率を照射しながら飼育したときに抑制されることを、再現性を持って見い出した(第3図)。

これらの結果から、生体は低線量率放射線に対しても確かに応答を行っており、その意義が線量・線量率によって異なることが明らかとなった。これまでは意義として生体防御機能の活性化という観点に着目してきた。



第3図 低線量率連続照射下での化学発がん剤投与後の発がん率の線量率による違い
図は純系C57BL/6Nマウスを使用したときの結果。

今後は、これらの応答がリスクという観点でどのような意義を持つのかを明らかにするために、より詳細な検討を行っていくことを予定している。

4. 放射線応答に影響を与える要因の解明

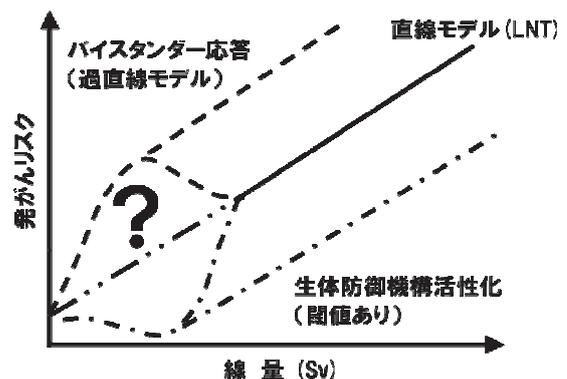
近年、放射線に対する分子・細胞レベルの生物学的機構の理解が進むにつれて、低線量域で、高線量の場合とは異なる応答を示す現象が報告されるようになった。その中で「非標的効果」と呼ばれる、放射線によってDNAに生じた初期損傷に起因しない現象は、それが生体防御側の意義を持つならばリスクをLNTよりも低く、逆に害を増幅する側の意義を持つならば、リスクを引き上げる可能性があることを示唆している(第4図)。低線量・低線量率の放射線応答を、機構面から正確に理解するためには、このような放射線応答を修飾すると考えられる要因の詳細な機構を明らかにするとともに、その個体における意義を明らかにすることが重要となる。本稿の後半では、「非標的効果」のうち、放射線誘発バイスタンダー応答についての、当所の取り組みについて詳述する。

II. マイクロビームを用いた放射線誘発バイスタンダー応答の影響評価

1. 放射線誘発バイスタンダー応答と過直線モデル

(1) 放射線誘発バイスタンダー応答とは

前半で述べたように、放射線生物影響は、放射線を被ばくした細胞において、DNAに傷がつくことによって生じると考えられている。一方、この約20年の間に、低線量・低線量率放射線が生物に及ぼす影響は、高線量・高線量率放射線の場合とは異なることが明らかになるに従い、放射線によるDNA初期損傷に直線起因しない「非標的効果」が注目されるようになった。非標的効果には、低線量・低線量率放射線の事前照射により、その後の高線量放射線照射による効果が低減される「放射線適応応答」、照射後も生き残った細胞が、複数回細胞分裂を繰り返した後に生じるゲノム上の変化であり、染色体異常、突然変異、遅延性細胞死などを誘導する「ゲノム不



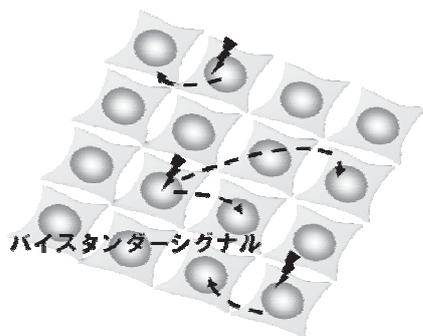
第4図 過直線モデルとバイスタンダー応答

安定性」などのさまざまな生物応答が含まれるが、中でも最も特徴的なのが、「放射線誘発バスタンダー(傍観者)応答」である。

放射線誘発バスタンダー応答は、放射線のトラック(飛跡)がヒットした細胞の周辺に存在するトラックがまったくヒットしなかった細胞に誘導される生物応答として一般に定義されている。1992年に Nagasawa と Little⁴⁾により、1%未満の細胞の核に α 線が通過したのみであるにもかかわらず、その細胞集団の30%の細胞に、生物効果(姉妹染色分体交換)が生じたことが報告されたことをきっかけとして、著しく注目されるようになった。

(2) 低線量放射線生物影響とバスタンダー応答

放射線の線量が低くなると、エネルギー付与の基本単位である荷電粒子のトラック数が減少するのでその分布の偏りが無視できなくなり、組織内の一部の細胞にのみトラックがヒットする状況が生じる(第5図)。このトラックがヒットした細胞とヒットしなかった細胞が混在する状況下において、バスタンダー応答が誘導され、ヒットしなかった細胞にも、ヒットした細胞と同様の影響が生じるのであれば、放射線防護の目的で用いられている LNT モデルにより、中、高線量域から外挿される低線量域のリスクよりも高くなる(過直線モデル)という推測がある(第4図)。コロンビア大学(米国)では、突然変異誘発頻度を高感度で検出することが可能な AL 細胞(ハムスター細胞由来にヒト11番染色体が導入されたハイブリッド細胞)を用いた研究結果から、細胞の核を通過する α 線の数4個から1個に減少すると、突然変異誘発効率も直線的に減少するが、平均1個以下になるとこの直線で外挿される値よりも高い値を示すことを明らかにしている⁵⁾。一方、X線や γ 線などの光子放射線によるバスタンダー応答は、いまだに十分に明らかにされていない。前述のように、低線量・低線量率のX線・ γ 線を用いたモデル動物実験では、むしろ生体防御機構が活性化し、バックグラウンドレベル以下となる場合もあるとともに、高バックグラウンド地域の疫学調査



一部の細胞のみ照射され、バスタンダーシグナルが非照射細胞に伝達される

第5図 低線量放射線によるバスタンダー応答

においても、リスクが高くなるという結果は得られていない。国際放射線防護委員会(ICRP)の2007年勧告⁶⁾では、バスタンダー応答やゲノム不安定性、放射線適応応答の健康影響における知見は、放射線防護の目的で取り入れるためには不十分であり、また多くの場合、これらの細胞のプロセスはリスクの疫学調査に含まれているはずだとし、リスク評価体系に取り入れられることはなかった。現状では、低線量放射線のリスクを理解するための主たるメカニズムとして、バスタンダー応答の機構解明は重要であるという共通認識が得られつつある。

2. X線マイクロビームを用いたバスタンダー応答研究

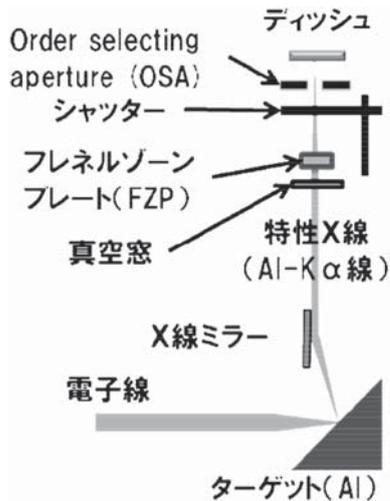
(1) マイクロビーム X線照射システム

放射線誘発バスタンダー応答を解明するためには、1個1個の細胞を的確に照射することが可能な、マイクロビーム照射装置が不可欠となる。電中研では、低線量X線によるバスタンダー応答の解明を目的として、デスクトップ型のマイクロビームX線照射システムを、2007年3月に導入した(第6図)。国内で作製された生物照射用X線マイクロビーム装置として、初めてフレネルゾーンプレート(FZP:同心円上に透明・不透明の帯を交互に配置することにより、特定の波長のX線を回折させて集光する光学素子)による集光光学系を用いた。本システムは、電子銃、ターゲット、X線集光装置、電動ステージ、共焦点レーザー顕微鏡などから構成される本体と、電子銃および真空(ターボ)ポンプのコントローラを組み込んだ電源盤、照射制御・画像解析用PCなどからなる。

第7図にX線の発生、集光過程を示す。X線マイクロビームを照射するためには、まず電子銃で加速・収束した電子線を、アルミニウムのターゲットに照射しX線を発生させる。発生したX線は、X線ミラーで反射することにより制動X線の高エネルギー成分をカットし、FZPに導く。本システムのFZPは、1.49 keVのアルミニウム特性X線(K- α 線)を集光するように設計されている。回折させたX線は、Order selecting aperture



第6図 マイクロビーム X線照射システム

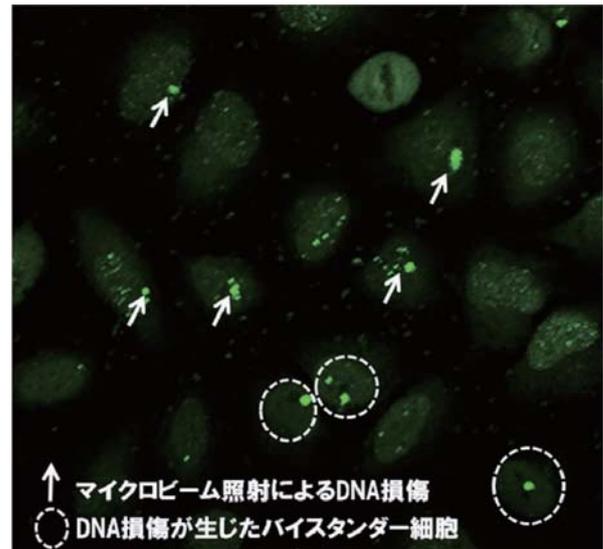


第7図 X線の発生と集光

(OSA)と呼ばれるピンホールを通すことにより, 1.49 keV のアルミニウム特性 X 線以外の X 線が遮蔽される。このシステムによって X 線の単色化と集光の両方が行えるようになっている。照射時間は, FZP と OSA の間に設置したシャッターの開閉によって調整できる。真空窓から OSA までの部分は, ヘリウムで置換することにより, X 線の減衰を最低限に抑えている。精密な物理測定の結果, 直径 $1.8\ \mu\text{m}$ のビームサイズが得られていることを確認した。線量率は, 電流値を調整することにより容易に変更することが可能であるが, 現在はビームが直径 $1.8\ \mu\text{m}$ の円であると仮定した場合に, 照射領域内の線量率が $1\ \text{Gy/s}$ となる条件を主に用いている。

(2) X線マイクロビームを用いたバystanダー 応答研究

第8図に X 線マイクロビーム照射後の DNA 修復タンパク質53BP1の局在変化を示す。X 線マイクロビームを照射したヒト正常線維芽細胞では, 照射部位に DNA 損傷が生じることにより, 53BP1が損傷部位に集積した。さらに, 周辺の非照射細胞の一部にも照射した細胞と同様の53BP1の集積が認められた。すなわち, バystanダー応答によって DNA 損傷が生じたと推測される。さらに, 照射容器上の約70万個のヒト正常線維芽細胞のうち, 5細胞のみを X 線マイクロビームで照射した場合, $0.5\ \text{Gy}$ 以上の線量で, 細胞生存率は最大で約88%まで低下するが, 線量が高くなると生存率は一度回復し, さらに高い線量になると再び生存率が低下するという特徴的な線量応答を見出している。すなわちバystanダー応答のメカニズムが標的(照射)細胞への線量に応じて異なる可能性が示唆された。最初に生存率が低下する線量域では, 主に一酸化窒素(NO)ラジカルがバystanダー応答の伝達に関与する結果が得られている。現在, 実際に問題となる $100\ \text{mSv}$ 以下の低線量域でのバ



第8図 バystanダー応答による DNA 損傷
X 線マイクロビームをヒト正常線維芽細胞に照射後, DNA 修復タンパク質53BP1の局在を観察した。

stanダー応答の有無を定量的に解析するとともに, NO ラジカルによってバystanダー細胞に生じる生物影響の種類とその分子機構の解析を進めている。NO ラジカルは, 放射線適応応答を誘導することが明らかになっており⁹⁾, バystanダー応答が他の非標的効果の起点となっている可能性も考えられる。

また, マイクロビーム X 線照射システムでは, 個々の細胞の座標を記録し, 追跡して解析することが可能である。この特徴を生かせば, 任意の照射間隔で細胞を分割照射することができるため, 低線量率放射線の生物影響の解析に応用することも可能となる。

本システムを用いた共同利用研究を希望される方は, ぜひ著者までご連絡いただきたい。

—参考資料—

- 1) The International Commission on Radiological Protection, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection; Publication 103, Elsevier, Amsterdam, (2007).
- 2) R. R. Nair, *et al.*, "Background radiation and cancer incidence in Kerala, India—Karanagappally cohort study". *Health Phys.*, **96**, 55-66 (2009).
- 3) T. Koana, *et al.*, "Reduction of background mutations by low-dose X irradiation of Drosophila spermatocytes at a low dose rate". *Radiat. Res.*, **167**, 217-221 (2007).
- 4) H. Nagasawa J., B. Little, "Induction of sister chromatid exchanges by extremely low doses of α -particles". *Cancer Res.*, **52**, 6394-6396 (1992).
- 5) E. J. Hall, T. K. Hei, "Genomic instability and bystander effects induced by high-LET radiation", *Oncogene*, **22**,

7034-7042 (2003).

- 6) H. Matsumoto, A. Takahashi, T. Ohnishi, "Nitric oxide radicals choreograph a radioadaptive response", *Cancer Res.*, **67**, 8574-8579 (2007).

著者紹介

岩崎利泰(いわさき・としやす)



(財)電力中央研究所 原子力技術研究所・放射線安全研究センター
(専門分野/関心分野)放射線生物学・細胞遺伝学

富田雅典(とみた・まさのり)



(財)電力中央研究所 原子力技術研究所・放射線安全研究センター
(専門分野/関心分野)放射線生物学・生物物理学

新刊紹介

原子力発電所のプロセス計装の保守

H. M. Hashemian 著, 木村逸郎, 石原信二訳, 227 p. (2009.3), ERC 出版,
(定価8,000円) ISBN 978-4-900622-46-3

本書には、30年にわたり著者とそのスタッフが米国を始めとし、各国の原子力発電所の計装制御システムを試験することによって得られた現場に直結したプロセス計装の保守に関する知識がまとめられている。

本書は、温度と圧力の計装の概要と試験方法および長期運転と高経年化に伴う不具合例を主体とした構成となっているが、加えて米国の政府機関との共同開発の概要や、IAEA、国際計測制御学会 (ISA)、国際電気標準会議 (IEC) 等の規格制定への著者の貢献内容が示されている。

1章の序論ではプロセス計器の校正、オンライン監視、炉内振動、温度検出器の応答試験などが概説されており、2章および3章では本書の執筆経緯、原子力発電所計装の保守がまとめられている。4章は原子力発電所の温度計装に関して、測温抵抗体 (RTD) を代表にその開発の歴史から特性および経年劣化について詳細に示してある。さらに動的応答性

や電気絶縁劣化等についての注意事項や不具合事例についても詳しい。

5章では冗長性を持たせた検出器群の校正を検証するための比較校正法に関し、実務ベースの内容がしっかり論じられている。6章は RTD と熱電対の応答時間試験法について事例豊富に展開されている。7章および8章の圧力伝送器と導圧管の構造と特性についても多数の事例が示されており理解しやすい。9章では圧力伝送器と導圧管の動特性の測定法として標準的なランプ法、雑音解析法についても言及している。10章の導圧管不具合のオンライン検出法についても具体的でわかり易い。多数の参考文献に加えて、学術雑誌の記事、技術報告書、IAEA 出版物、書籍、学会発表予稿、特許など豊富な関連資料が記載されており、プロセス計装の保守の実務を理解する上で大変役立つ。

全体を通じて、豊富な図解と写真掲載により原理や特性の理解が容易である。また、過去の不具合事例も具体的に示されており、留意すべき点を体得できる。

本書は、プロセス計装の保守にかかわる担当者、設計者さらには研究開発者にとって大変有益であるとともに、保守技術伝承としても有用である。

(日立製作所・有田節男)





くらしと廃棄物(ごみ) アンケート調査が明かした事実と今後の展開

WEN 会員 消費生活アドバイザー 乾 文子

高レベル放射性廃棄物の最終処分地に関する議論がなかなか活性化しないが、一般の女性たちは「放射性廃棄物」についてどのような意見を持っているのか。「くらしと廃棄物(ごみ)」に関するアンケート調査は、生活者とエネルギーの専門家を結ぶパイプ役として活動してきたウイメンズ・エナジー・ネットワーク(WEN)が、身近な「ごみ」から「高レベル放射性廃棄物」までを含む廃棄物(ごみ)について、生活者の視点から調査を実施したものである。その結果、ごみの処分に関して「必ずしも適切に処分されていない」と考える人が、全体の3割強にのぼるなど、廃棄物の処分に対する人々の信頼度が低いこと、また、約70%の人が「放射性廃棄物についての広報活動をもっとすべき」と回答し、一般女性が多く情報を求めていることなどが明らかになった。

このほど、ウイメンズ・エナジー・ネットワーク(WEN)では、2008年8月から9月にかけて行った「くらしと廃棄物(ごみ)」に関するアンケート調査の結果をまとめた。本調査は、身近な「ごみ」から「放射性廃棄物」までを含めて、私たちの暮らしに関わる「廃棄物(ごみ)」について、日ごろ、一般の女性がどのように感じているか、生活者の視点から調査したものである。

調査票の設計にあたっては当初、放射性廃棄物を「ごみ」と表現することに対して、プロジェクトのメンバー内でも異論があった。しかし、放射性廃棄物が、私たちの日常生活に欠かすことのできない電気の使用によって出される「ごみ」だとの認識を持てば、処分計画についてもおのずと理解しやすくなるのではないかとこの考えに基づき、このようなアンケート調査票ができあがった。

本稿では、紙幅の関係上、主な調査結果を紹介するに留めるが、実際の調査票はWENのホームページ上に公開しているので、ぜひご覧いただきたい。

I. 調査の概要

この種の調査結果を分析する際に気をつけなければならないことは、調査の対象と調査方法にあることは周知のとおりである。一般的な調査では対象者の選定には、無作為抽出法を用いる場合が多い。しかしながら、本調査は、世論調査、市場調査などではないので、調査範囲を首都圏在住者に限定するとともに、回答者の年齢のバランスを考慮しながら、WEN会員のネットワークを通じて、放射性廃棄物に関する専門知識のない女性に調査票を配布した。

本調査の回収率は、85.4%(有効回答率97.7%)となり、この種の調査にしては極めて高いといえる。その理由として、質問票送付時に、500円相当のQUOカード

を謝礼として同封(一部手渡し)したことによるものと考えているが、先述のとおり、回答者の選定に一定のバイアスがかかっている可能性は否定できない。将来、無作為抽出による統計的な手法で、より規模の大きい調査が実施されることを期待したい。

◆調査対象	首都圏在住18~69歳女性
◆調査時期	2008年8月25日~9月17日
◆調査方法	郵送法(一部手渡しを含む)
◆回収状況	配布数898件
◆回収数(率)	回収数767件(85.4%)
◆有効回答数(率)	749件(97.7%)

II. 回答者の属性

本調査の回答者の年代および職業は第1図のとおりである。「~20歳代」には18歳以上の学生が含まれている。

III. 調査結果の概要

一般ごみに関する意識と、放射性廃棄物に関する意識を調査するにあたり、「廃棄物(ごみ)」に対するイメージを聞いている(第2図)。

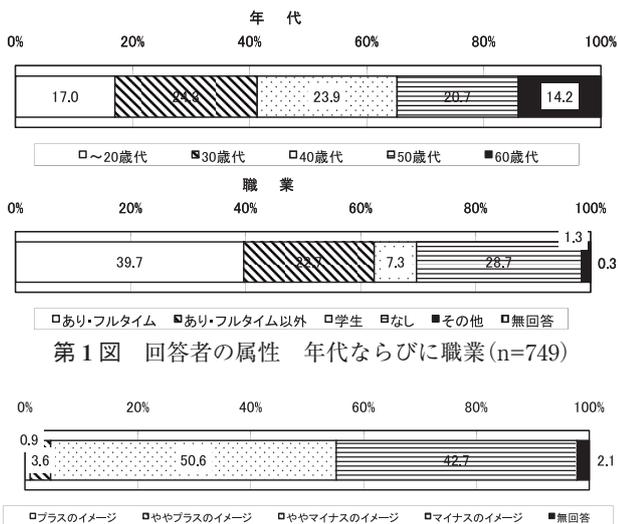
「廃棄物(ごみ)」という言葉を見たり聞いたりしたときのイメージを聞いたところ、プラスのイメージを持っている人は全体の4.5%に過ぎず、マイナスのイメージをもつ人は93.3%であった。

また、「廃棄物(ごみ)」と聞いたときに結び付けられる言葉を28個の選択肢の中から複数回答で聞いたところ、回答数の多かった順に「分別(70.6%)」「不法投棄(68.1%)」「再利用(リサイクル)(66.4%)」「埋める(58.6%)」「汚い(58.5%)」となっている。前の設問でマイナスイメージをもつ人が大半を占めたにもかかわらず、「分別」「再利用」など積極的な言葉と結び付ける回答が多かったことは、注目できる。

では、実際の分別状況はどうだろうか(第3図)。「ア

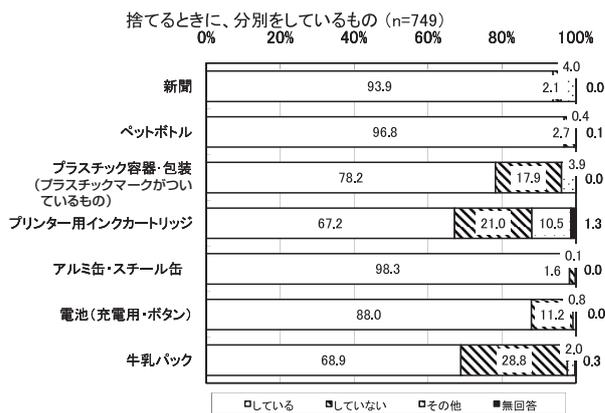
“Living and Wastes”; Facts Revealed by Questionnaire Survey and WEN's Further Development : Fumiko INUI

(2009年5月22日 受理)

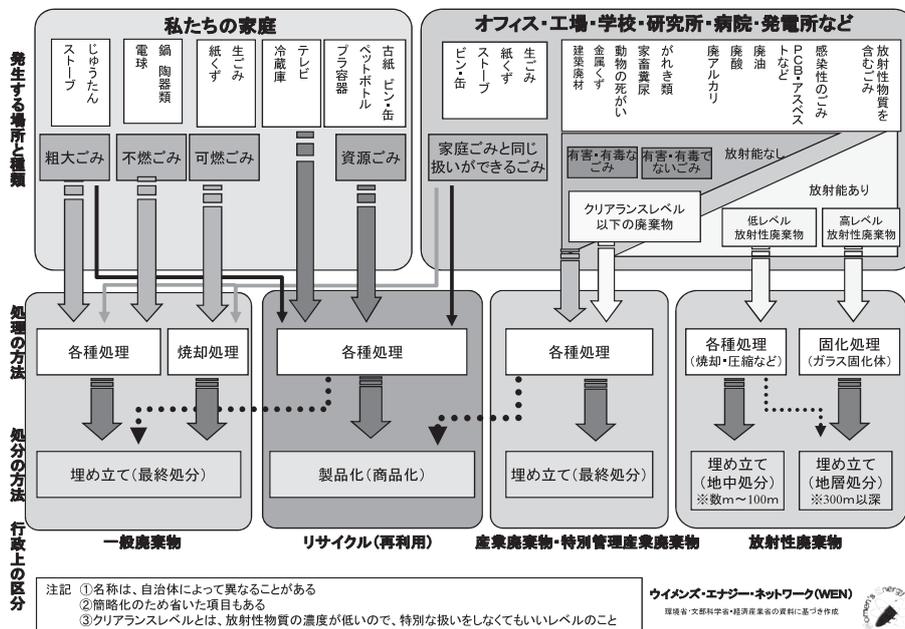


第1図 回答者の属性 年代ならびに職業(n=749)

第2図 廃棄物(ごみ)という言葉のイメージ(n=749)



第3図 捨てるときに分別しているもの(n=749)



第4図 くらしと廃棄物(ごみ) WEN作成図

ルミ缶・スチール缶」「ペットボトル」「新聞」の分別を行っている人は9割を超えており、分別に対する意識の高さが伺える結果となった。

また、最近では、買い物の際に、不要なレジ袋は断ったり、バッグの持参を薦めるCMなどを見かける機会が多くなっているが、「買い物にエコバッグ(マイバッグ)を持って行くか」と聞いたところ、「必ず持って行く(32.4%)」「たまに持って行く(48.2%)」と、実に8割弱の人が「持って行く」と回答している。一方、「環境家計簿をつけているか」を聞いたところ、52.1%が「環境家計簿を知らない」と回答しており、「つけていない(42.3%)」とあわせると9割強が環境家計簿^{a)}に関心を持っていないことがわかった。

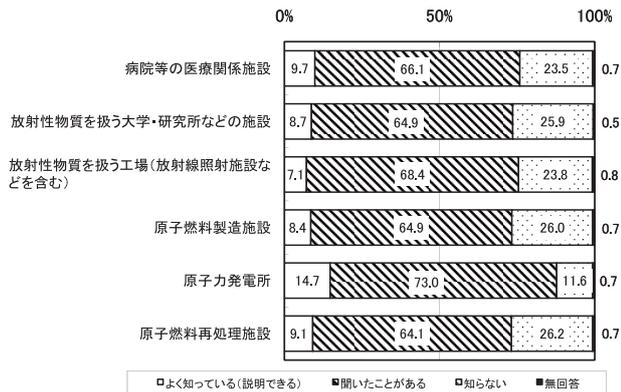
IV. 廃棄物(ごみ)の種類とその処理・処分

今回、調査を実施するにあたって、WENでは「くら

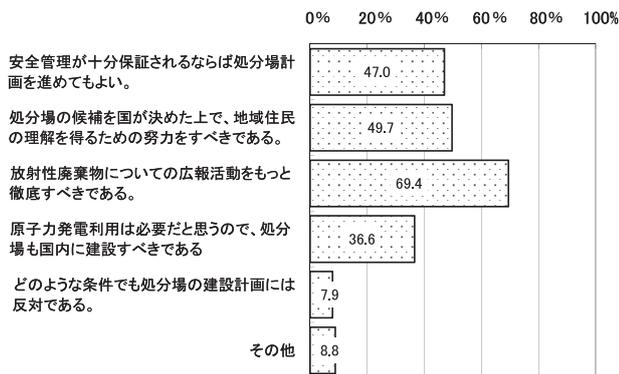
しと廃棄物(ごみ)」に関する図を作成し、いくつかの設問は本図を参照しながら回答してもらった(第4図)。

図からわかるように、「廃棄物(ごみ)」は、実にさまざまな形態をし、複雑な処理を経て、最終的に処分されている。しかしながら、「すべてのごみはその種類に応じて、適性に処理されたあと、最終的に処分されている」と思うかどうかを聞いたところ、「必ずしも適切に処分されていない」と考える人が、全体の3割強にのぼっている。その理由を具体的に記述してもらったが、「不法投棄」「ルール違反」「うやむや」などの回答が見られ、ごみの処理・処分に関する信頼が意外にも低いことが伺えた。このことは、「廃棄物(ごみ)」と聞いてイメージする

^{a)}生活の中でどのくらい環境負荷を発生させているか、毎月使用する電気、ガス、水道、ガソリン、燃えるごみなどの量に二酸化炭素(CO₂)を出す係数を掛けて、その家庭でのCO₂排出量を計算する形式のことが多い。



第5図 放射性廃棄物が発生する場所(n=749)



第6図 高レベル放射性廃棄物処分場計画(n=749)

言葉の中で、「不法投棄」と回答した人が多かったことも関連があるといえよう。廃棄物の処分に関する人々の信頼を高めることが、放射性廃棄物の処理・処分に対する安心感を醸成することにもつながるのではないだろうか。

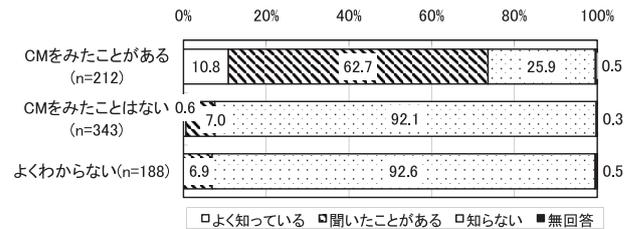
V. 放射性廃棄物

次に、放射性廃棄物に焦点をあてた設問についてみてみたい。まず、放射性廃棄物の発生場所について知っているかどうかを聞いたところ、「原子力発電所」からの発生について、「知っている」あるいは「聞いたことがある」と回答した人は87.7%で、もっとも多かった(第5図)。

しかし、原子力発電所以外の施設からの発生について、「知っている」あるいは「聞いたことがある」と回答した人は、いずれも75%前後にとどまっている。

次に、放射性廃棄物の発生に関する内容の認知度を調べた。それぞれの項目について「知っている」あるいは「聞いたことがある」と回答した人が、過半数を占めたものは、「日本のエネルギー自給率が4%であること」「日本の発電電力量の3割が原子力発電によるものであること」「使用済み燃料を再処理していること」である。逆に、「知っている」と回答した人が1割に満たなかった項目は、「フィンランドでは2020年操業を目指して最終処分場の準備を進めていること」「クリアランスレベルは自然放射線の1/100以下に設定されていること」であった。

また高レベル放射性廃棄物処分場の計画に対する意見を聞いたところ、69.4%の人が「放射性廃棄物について



第7図 NUMOのCM視聴別にみたNUMOの認知度(n=743)

の広報活動をもっとすべき」と回答しており、一般の女性が多くの情報を求めていることがわかった(第6図)。

さらに、高レベル放射性廃棄物に関連して、意見・感想など、自由記述を求めたところ、全体の61.1%にあたる458名の記入があった。主な意見として、「放射性廃棄物について知らなかった」「放射性廃棄物についてもっと知るべき」、あるいは放射性廃棄物について「もっと広報すべき」「もっと情報提供すべき」といった意見が多くみられた。

VI. NUMO提供のテレビCMの認知

28.3%の人がNUMO(原子力発電環境整備機構)のテレビCM(2008年8~9月に放映)を「みたことがある」と回答。45.8%の人が「みたことはない」と回答した。

年代別に見ると、「20歳代」が34.6%と一番高く、年代が高いほど割合が低くなる。また、NUMOそのものの認知度は、「よく知っている」または「聞いたことがある」と回答した人をあわせても3割弱にとどまっているが、CMを「みたことがある」人はNUMOそのものの認知度も高く、CMの効果が伺える。今後は名称のみならず、さらに詳しい情報提供が期待される(第7図)。

VII. おわりに

今回の調査票は、設問数も多く、「回答しやすい」ものとはいえないが、6割強の回答者が自由記述にも記載するなど多くの人に熱心に回答いただけた。中でも、放射性廃棄物についてもっと知りたい、情報が欲しいとの記述が多く見られたことは、今後のWENの活動にとって大いに励みとなる。

NUMO提供のテレビCMの認知度を見てもわかるように、放射性廃棄物に関する情報は、まだまだ生活者に届いているとはいえない。国、関係機関が連携して、地道に、ねばり強く情報発信していくことが求められる。

著者紹介

乾 文子(いぬい・ふみこ)



WEN会員 消費生活アドバイザー
(専門・関心分野)エネルギー問題

前述の WEN「くらしと廃棄物(ごみ)」のアンケート調査に関わったメンバーの感想を紹介します。

主婦の視点から 桑井優子(環境カウンセラー)

13年間、3人の子を育てながら、専業主婦として過ごした後、2年前に WEN に復帰し、このプロジェクトに参加した。

このアンケートによると、20、30歳代でゴミ処理場を見学したことがある人は、その大部分が「学校で」と答えている。環境教育が学校で行われていることがうかがえる。我が家の子供達も、学校で環境教育を受けた後は、意識が飛躍的に高まったと実感している。一方、エネルギー教育はどうか。さっぱり我が家には届いてこない。正しい知識を持たない者に、正しい判断はできない。

このプロジェクトに参加して驚いたのは、放射性廃棄物が、研究開発から出たものと、電力からのものに分けて考えられていることだ。一般から見れば、同一のものであるのに。そろそろ、省庁の縦割りの垣根をはずすときではないだろうか。処分の問題は、国、事業者の本気の覚悟と誠実さが伝わり、心と心が触れ合ったとき、なんらかの光が見えてくる予感がしている。

私も廃棄物を出すものの一人として、母として、何ができるか考えていきたい。その中で、今回のアンケートが、考える一つの大きな糧になると確信している。

自由記入を集約して

神谷真美(日本原子力発電株 NUMO 出向)

アンケートの間6は、問5の質問内容についての意見、感想などを自由に記入してもらった。全回答者749名のうち458名が細かく意見や感想を記入されており、環境問題や廃棄物(ごみ)問題への関心の高さが伺える。同時に、アンケートへの関心の高さとメンバーは自負している。なかには原子力発電や放射性廃棄物について、不安である、止めるべき、関心がないといった意見も見られた。

多くは「放射性廃棄物について知らなかった」「怖いというイメージしか持っていなかった」ことを振り返り、「もっと知るべき」「広報や情報提供すべき」というもので、問5に記載したガラス固化といった処理方法や諸外国の状況など具体的なことについても「もっと知りたい」という要望が印象的だった。

また、放射性廃棄物を身近な場所で処分するとなると自分はどうかといった心境を述べつつも「自分たちが出す廃棄物は国内で処分すべき」と明確に示す人が少なからず見られた。廃棄物(ごみ)に対する責任感のような気持ちがあるのだ。

WEN としては、この知識欲と責任感のような気持ちを大切にしながら、自ら勉強し、情報提供していければ

と思った。

「くらしと廃棄物」の図を作成して

辰巳 渚(株家事塾代表、消費行動研究者)

現在は環境意識や行動が定着して、廃棄物(ごみ)に対しても循環する資源の一形態として見る視点が、生活者のなかに形成されている。しかし一方、実際に家庭から出したごみの「その先」は、見通しがきかない状態だ。意識の高い層ほど、「この私の行動は、ほんとうに資源の循環に役に立っているのか」といったいらだちを共有しているといえよう。

今回、私は第4図の叩き台を作成したが、全体像を把握するのにやや苦勞した。要は、「川上から川下へ」的な従来の直線状の流れに、循環させようという現在進行形の流れが混入しているからであろう。それでも、この図1枚に整理できたことは今回の調査の成果であり、現代に生きる人はこの図程度の把握は必要なのかもしれない、とも思う。

ところで、かつての感覚は、物が貴重だったから「捨てるのはもったいない」であった。いまは「これも資源なのにごみになるなら、もったいない」である。私が教える講座でも、「使い切る」視点を話すと、共感の声が高い。こう考えると、核燃料サイクルについて「使い切るための仕組みなのだ」と説明すると、理解が早いのではないだろうか。

次に何をするか

浅田浄江(消費生活アドバイザー)

WEN のプロジェクト名は「くらし」で始まるものが3つある。今回アンケート調査を実施した「くらしと廃棄物」もその一つ。女性たちは多くの場合、日常生活の事例から物事を類推するのが得意である。というよりもその方が納得しやすい。「高レベル放射性廃棄物」という一見、自分たちの生活とは全く関係がないと思われがちはこの問題をいかに自分の問題として捉えてもらうか、考えてもらうかを検討することは、同時に、アンケートの設計をどうするかという作業と重なった。

WEN のアンケートは、情報提供型の意識調査といえる。アンケートに答えることによって、そのテーマについての知識が総合的に身に付くことを目指しているからだ。この道筋をたどると女性たちの理解度、満足度が高くなることは実証済みといい。課題はいかに魅力的な問口を作るかということである。

3月5日の報告会以降、図表(第4図)の借用依頼が続いた。好感度の高いこの図表を基に、今年度は広報媒体を作成予定である。ボランティアな活動に、さまざまな分野で活躍する会員達の知恵の相乗効果を期待したい。



核不拡散から考える核燃料サイクルの国際化

東京大学大学院 GCOE プログラム
国際保障学研究会

久野 祐輔, ジョーシャン・チョイ

東京大学大学院 GCOE プログラム (GoNERI) の国際保障学研究会では、「核燃料サイクルの国際化」が、原子力のグローバルな平和利用推進と核不拡散懸念増大への対応という両ニーズを同時に満たす有益なオプションの一つと考え、その望ましい形態について検討した。関係国の自発的参加を促すようなシステム、すなわち、「平等性」が確保され、「経済合理性」、「安定性」が確保でき、しかも「核不拡散効果」の高いもの(透明性)、さらに、資源の有効利用や核不拡散性からプルトニウムの回収利用を含めた効率的なアイデアについて提案をまとめた。

I. はじめに

近年、原子力発電の導入気運は世界的に高まりつつあるが、それに伴い、原子力の平和利用において、ウラン濃縮や使用済み燃料の処理といった核燃料サイクルにおける機微な技術および核物質の拡散への懸念も増加している。原子炉と異なり、核燃料サイクルは、各国ごとに保持するには非効率的な技術であるという点を考え併せた場合、核燃料サイクルの国際的共有化、すなわち多国間アプローチ(多国間管理・国際管理)という考え方がクローズアップされ、核不拡散および原子力エネルギー効率的利用の観点から、近年、その議論は活発化の兆しを見せている。多国間アプローチ自体は新しい話ではなく、古くは、1946年のトルーマン政権下でまとめられた国際管理構想にまで遡り、その後、類似の議論・提案が繰り返されたものの実現に至っていない(過去の経緯については他報¹⁾を参照されたい)。

現在、国際的に議論されている多国間アプローチによる提案のほとんどが、燃料供給保証、すなわち核燃料サイクルのフロントエンドに焦点が置かれている。核不拡散の観点では、これにより機微技術の一つであるウラン濃縮技術が拡散することを抑止する効果が期待できる。しかし、一方で、このような促進案において同時に重要な課題となるのが、「使用済み燃料」の管理・貯蔵および、処理(処分)ニーズに対応するシステムである。増大化する原子力国において個々の国による「使用済み燃料」の蓄積は、安全上の問題のみならず、核拡散上のリスク(使用済み燃料中のプルトニウムの拡散というリスク)を伴う。世界の使用済み燃料の蓄積の現状および今後の予測として、2007年時点において、全世界で約17.5万トンの使用済み燃料が蓄積されており、2020年、2030年には、それぞれ27万トン、38万トンに増加するとされてい

る²⁾。これに含まれるプルトニウムの割合を1%と仮定すれば、3,800tのプルトニウムが使用済み燃料として複数の国に拡散的に蓄積することになる。

よって、燃料供給保証(フロントエンド)と同様に、バックエンドへの対策を国際管理のもと多国間で講じることが、核不拡散問題を解決する上で重要な手段であると思われる。すなわち、フロントエンドとバックエンドの両者のパッケージからなる多国間アプローチの考え方は、今後の原子力の国際的な展開として、平和利用と核不拡散両側面の推進において重要と思われる。

東京大学大学院 GCOE プログラム (GoNERI) では、核不拡散に係る議論・研究を原子力界でより広く推進することを目的に、原子力産業、電力、原子力関係研究所、大学等のメンバーからなる「国際保障学研究会」を2008年10月に設置した。その活動の一環として「燃料サイクルの国際化」を、グローバルな観点から、今後の原子力平和利用推進と核不拡散対策両面における重要なオプションととらえ、その望ましい形態について検討を行った。以下にその内容を紹介する。

II. 原子力ニーズ拡大に伴う核拡散対策としての燃料サイクル国際化

今後の世界的な原子力発電需要の伸びとともに、核拡散の懸念が強まっている。従来の「保障措置」だけでは、もはや核不拡散のための対策としては十分とはいえず、国際社会は、核拡散抵抗性などさらなる対策の強化を要求している³⁾。しかし、一方でそれによる更なる経済的負担は、歓迎されるものではない。また一般に、濃縮・再処理のような機微技術が多国へ拡散することは好まれることではなく、その反面、核燃料サイクルについて「持てる国」「持たざる国」という不平等性の問題についても、国際社会はなんらかの解を示す必要がある。このような背景から、「国際管理・多国間管理」は、経済的かつ効率的で、しかも透明性の向上により、上記課題に対し国際的コンセンサスが得られやすい解決策としてとらえることができる。

International Nuclear Fuel Cycle Framework from Nuclear Non-Proliferation Viewpoint: Yusuke KUNO, Jor-Shan CHOI.

(2009年 6月29日 受理)

Ⅲ. 核燃料サイクル国際化による拡散防止効果

核燃料リース方式(供給する燃料をリースとしてとらえ使用後に返還するもの)を含め、使用済み燃料の「引取り先」が存在すれば、再処理施設を建設したいというインセンティブを減じることができる。すなわち濃縮や再処理から得られる利益を多国間で共有することができれば、機微技術保有に関するインセンティブの軽減につながる。また、多国間アプローチによる参加国の透明性の強化、使用済み燃料の引取りによるプルトニウム(使用済み燃料に含まれる)の拡散抑制、さらに多国間管理下でのフルスコープ保障措置適用等により機微技術保有国(燃料サイクルホスト国)自身による転用リスクの軽減も可能となる。その他、使用済み燃料貯蔵の集中化(多国間管理)、核燃料サイクル国の限定化による広義での核セキュリティ向上も見込まれる。

Ⅳ. 多国間アプローチにおける機微技術の不拡散

米国科学アカデミー(NAS)およびロシア科学アカデミー(RAS)合同委員会の共同研究報告書⁴⁾によれば、多国間管理下にある国際核燃料センターにおいて技術漏洩のリスクがある、すなわち、パキスタン、リビア、北朝鮮およびイランの核兵器プログラムに参与したA.Q.カーンの核の闇市場に見られるような機微技術漏洩の可能性があるとされている。国際核燃料センター自身が機微技術の拡散源とならないよう効果的な技術管理が必要である。ユーロディフ社やロシア国際濃縮センターでは、施設のホスト国のみが技術にアクセスでき、施設の運転スタッフはホスト国が提供する。一方でURENCOにおいては、パートナー国はすべてが遠心分離技術にアクセスできるが、協定により技術に対して適切なセキュリティを提供し、技術を他に提供しない組織が設立された。

近年、提案されている国際濃縮センターでは、遠心分離機が「ブラックボックス化」され、スタッフは技術にアクセスすることができない(例えば米国立濃縮施設(NEF)やURENCO濃縮施設(George Besse II))。技術の「ブラックボックス化」とともに重要なのは、機微情報にアクセスすることを許可された職員のセキュリティ・クリアランス⁵⁾について合意した手続を確立することである。国際センターにおいては、機微技術が適切に防護され、スタッフが自国に帰国した際に、その国の核兵器開発に貢献する知識を得ることのないよう適切なアレンジメントを保証する協定が必要となる(以上NAS/RAS報告書より仮訳引用)。

いずれにしても、機微技術拡散防止は、非常に重要であり、核燃料サイクルの国際化に伴い、その技術管理には高い厳格さが要求される。

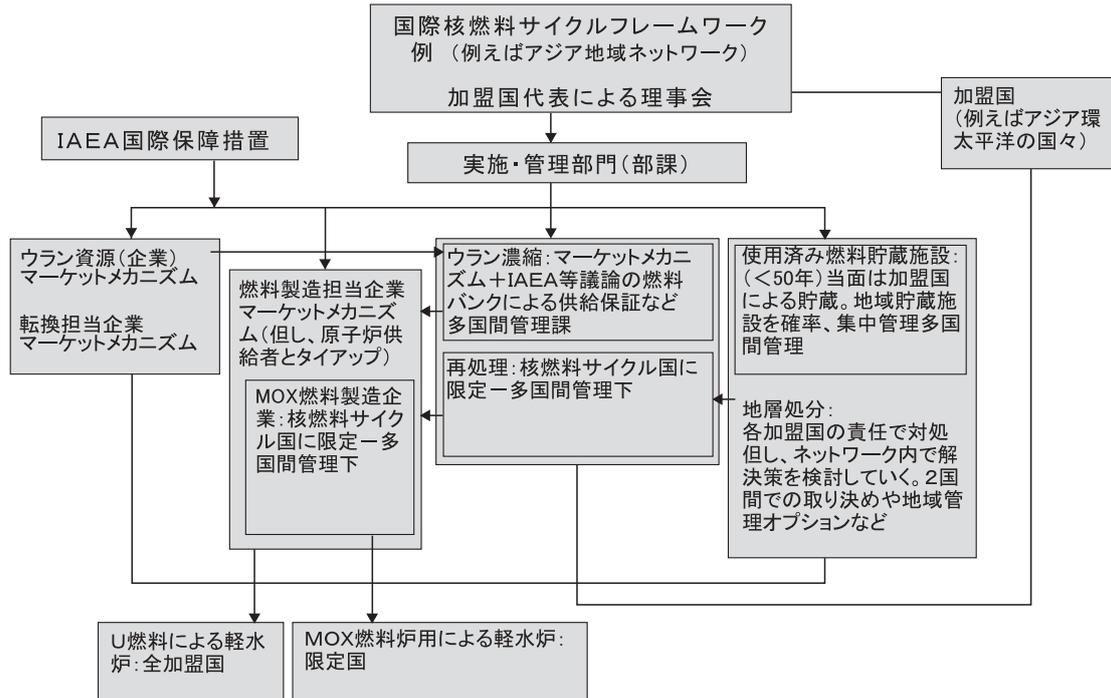
Ⅴ. 国際(地域)核燃料サイクルフレームワークの提案

多国間アプローチを成立させるに当たって重要なことは、国際社会に広く受け入れられるようなシステムであることである。そのため、検討に当たって、①普遍性(平等性)、②透明性(核不拡散国際レジーム下にあること)、③経済合理性(市場経済)、④自発性(自主的参加を促すインセンティブをもつもの)、⑤安定性(不都合による脱退などが容易に起こらないもの)、を基本とした⁵⁾。さらに、資源の有効利用からプルトニウムの回収利用を含めた効率的なアイデアについて提案をまとめた。核燃料サイクルおよびプルトニウム利用については、常に、実用時期についての議論が存在するが、エネルギーの有効利用や環境負荷低減など、長期的観点における意義やウラン資源供給保証における中長期的な不確実性、そして、使用済み燃料長期貯蔵における課題、中長期的観点での経済的成立性、核燃料サイクル技術確立・拡大に要する多大な時間など、複数のファクターを考慮すれば、使用済み燃料の貯蔵と並行して、現時点から核燃料サイクル(再処理)を実施し、プルトニウム利用を開始していくことは、グローバルなエネルギーセキュリティ戦略として重要と考えた。

国際(地域)核燃料サイクルフレームワークは、私企業多国籍コンソーシアム(民間)および施設の属する国(ホスト国)、パートナー国からなる「運営組織」を形成することにより実施する(第1図参照)。以下フレームワーク運営の概要は、以下のとおりである。

- (1) 設立・管理・運営に当たっては、加盟国による理事会のもと「運営組織」を形成して協議・実施される。
- (2) 運営組織の構成は、私企業多国籍コンソーシアム(民間)および施設の属する国(ホスト国)、パートナー国からなる。
- (3) 資本出資は、ホスト国が中心となり、他国(パートナー国)による資本参加がこれを支援する。
- (4) ただし、パートナー国は、濃縮・再処理技術にアクセスすることはできない(ブラックボックス)、また、ホスト国の国民が中心的構成要員となるコンソーシアム内における情報管理は、極めて厳格に行う(ホスト国が責任)。
- (5) 各施設運転管理上の基本的責任(3S、すなわち核不拡散、セキュリティ、安全に関する基本的なもの)は、施設が設置される国家および担当するコンソーシアムが負う。
- (6) 施設運営上の責任(保障措置を含む)は、出資国が中心となる加盟国理事会が施設管理担当国家および

⁴⁾機密情報にアクセスする個人について、セキュリティ上、問題がないかをチェックするシステム。



第1図 国際(地域)核燃料サイクルフレームワーク運営形態例

コンソーシアムとともに負うものとする。

- (7) 施設の「多国間管理」の基本として、多国(加盟国)による厳格な保障措置を実施する(地域計量管理システム)。検証においてはIAEAとともに効率的に実施される(参加国の核物質管理情報の共有化による透明性確保)。

国際(地域)燃料サイクルについての具体的な提案は下記の通りである(第2図参照)。

- (1) 本フレームワークの加盟国は、基本的に核燃料サイクル国(自国領土において核燃料サイクルビジネスを展開する国)およびそれ以外の国(非サイクル国と呼ぶ)という2つの形態に分別される。
- (2) 核燃料サイクル国となるオプションは、第1表に示す要件を満たせば、基本的にどの国も権利を有する(初期に非サイクル国として参加する国においても、ニーズや環境の変化に伴い、燃料サイクル国へ転換するケースもある):核燃料サイクルへの参入についての適合審査は、本サイクルを運営管理する参加国全体の総意に基づき同運営組織の理事会が、IAEAのコンサルテーションのもと実施する。
- (3) 非サイクル国は、使用済み燃料(SF)発生に際して、それを速やかに国際使用済み燃料貯蔵施設に送付することを基本とする。同貯蔵施設の実現までは、濃縮ウラン燃料供給元の国への返還を基本とするが、供給元の国にその貯蔵・処理技術がない場合については、暫定的に、発生国にて貯蔵する。
- (4) 使用済み燃料返還・引取り・処理は、主に核兵器国がこの役割を担う(いわゆるNPTにおける核兵

器国優位の代償)。ただし、非核兵器国における平和目的としての実施を否定するものではない。この場合の国際サイクルへの貢献は、プルトニウムの蓄積問題等にも係わるため、非核兵器国は、可能な範囲での自発的な協力にとどまるべきである(核兵器国における義務的貢献とは異なる位置づけとなる)。

- (5) バックエンド対応(使用済み燃料再処理, 高放射性廃棄物(HLW)処分)体制確立と並行して、短中期的措置として上述の国際使用済み燃料中間貯蔵施設(多国間管理による)を設ける(最大約50年目途)。中長期的には、プルトニウム等エネルギー源の効率的利用, 使用済み燃料の安全・不拡散対策, 廃棄物の環境負荷低減のため, 使用済み燃料の長期貯蔵や使用済み燃料直接処分は考えない。使用済み燃料の処理については、使用済み燃料オーナー国や、貯蔵場

第1表 核燃料サイクル国となる要件(非核兵器国)

- ・燃料サイクル所持に係るニーズとシーズの一致が明確であること
- ・核燃料サイクルに係る計画と活動について、国際社会が認めるレベルの透明性を有すること
- ・包括的保障措置協定, 追加議定書からなる保障措置制度受入れなど, 国際社会が求める高いレベルの核不拡散体制下にあること
- ・国際社会が認める技術能力を保有していること(安全性)
- ・核不拡散に係る国際規範遵守, および核不拡散へ向けた国際的取組みに関し, 長年の優れた実績を有すること
- ・核セキュリティ対策が国際レベルにあること(核物質防護条約, 核テロ防止条約批准)

Ⅵ. 本提案の弱点および今後の検討課題

本構想における弱点および今後の検討課題(チャレンジ)については以下のとおりである。

- (1) 独立志向の国の参加は期待困難, すなわち, 絶対的な核不拡散対策にはならない(潜在的に核兵器保有オプションを志向する国に対する効果はない)。
- (2) 使用済み燃料集中管理に伴う使用済み燃料輸送のコスト・セキュリティ対策など新たな問題を生ずること(体制確立へのチャレンジ)。
- (3) 各国の国民コンセンサス・地元(ローカル)問題対応など構想実現化へ向けての障壁。
- (4) 濃縮ウランの市場原理に準ずるフレームワーク内安定的供給システム樹立へのチャレンジ。
- (5) 使用済み燃料の集中貯蔵場確立へのチャレンジ(サイクル国, 主に核兵器国へ期待)。
- (6) 使用済み燃料の国際再処理サービスシステム確立へのチャレンジ。
- (7) 私企業多国籍コンソーシアムによる濃縮・再処理の確立へのチャレンジ(機能, 技術情報管理)。
- (8) 地域計量・保障措置システム確立および国際保障措置との協力体制確立へのチャレンジ。
- (9) HLW 環境負荷軽減への技術開発チャレンジ。
- (10) HLW の処分場の確立についてのチャレンジ(当面の HLW の貯蔵場確保の問題も含む)。
- (11) 核物質・核燃料取扱いの規制に関するチャレンジ(従来の各国および供給国との間の二国間協定上の規制により, 貯蔵, 管轄外移転, 再処理, 形状内容の変更, 濃縮に際して, 供給国の同意が必要等)。

Ⅶ. 終わりに

国際保障学研究会では, 今回「核不拡散から考える国際(地域)核燃料サイクル構想」と題したテーマについて研究を実施したが, そのテーマが壮大であるがゆえに, 今回の検討では, 概念的なフレームワークの提案に留まるものとなっている。本構想の実現に向けては, 上述のように多くのチャレンジが残されており, 単なる一過性の研究では解決し難いテーマであると思われる。また, 本年6月のIAEA理事会にて, 期待の高かった「核拡散脅威イニシアティブ(NTI)提案に基づくIAEA燃料バンク創設構想」が合意に至らなかったことは, 核不拡散という切り口からの国際化提案の難しさを物語っている。今後, 東京大学 GCOE では, 上述の「国際化」案の, アジア・環太平洋という「地域」における適用に焦点をおいた研究をすすめるとともに, 国内外の関係者と協議を

重ね, 本構想の発展に努めたい。

本研究報告の詳細は, 次のアドレスへアクセスされたい。http://www.nt.u-tokyo.ac.jp/gcoe/jpn/research/nonproliferation/docs/asia_fuel_cycle_kuno.pdf

国際保障学研究会

主査: 田中知(東京大学大学院), 副主査: 久野祐輔(東京大学大学院), 他27名(電力, 原子力関連産業, 原子力関連研究所, 大学等から)の委員で構成。ただし, ここに示した構想は, 研究会で示された代表的な意見を集約したものであり, 各委員が所属する企業・団体を代表するものではないことを特記しておく。

— 参考文献 —

- 1) J-S.Choi, 久野祐輔, “核燃料サイクル国際化および地域管理に関する考え方について”, 原子力 eye, 55〔5〕, 59-63(2009)。
- 2) http://www.soc.nii.ac.jp/aesj/division/recycle/HP2008%20KOBE%20WS/Panel_Dr.Nomura.pdf
- 3) 久野祐輔, J-S.Choi, “核拡散抵抗性と保障措置一次世代核燃料サイクル設計における核不拡散対策の基本的考え方”, 日本原子力学会誌, 51〔2〕, 94-99(2009)。
- 4) 米国科学アカデミー(NAS), ロシア科学アカデミー(RAS)合同委員会共同研究報告書「核燃料サイクルの国際化(Internationalization of the Nuclear Fuel Cycle : Goals, Strategies, and Challenges)」, ISBN 13-978-0-309-12660-1, 全米アカデミー出版, www.nap.edu(2009)。
- 5) 次の論文より部分引用: 鈴木達治郎, “核燃料サイクル多国間管理構想(MNA)背景分析と実現に向けての課題”, 原子力学会誌, 49〔6〕, 402(2007)。

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・東京大学原子力国際専攻
(専門分野/関心分野)核不拡散: 核拡散抵抗性, 保障措置・保障措置分析, 透明性

Jor-Shan Choi(ジョーシャン・チョイ)



東京大学 G-COE プログラム
(専門分野/関心分野)
核不拡散: 核拡散抵抗性, 保障措置, 原子力材料, 国際燃料サイクル

報告

首都圏住民と原子力学会員との間にある
原子力に対する認識のギャップとは

東京大学 木村 浩

2008年12月に、首都圏住民と日本原子力学会員を対象として、「エネルギーと原子力に関するアンケート」調査を実施した。本稿では、その結果のポイントを概覧するとともに、首都圏住民と学会員との間にある、原子力に対する認識のギャップを指摘する。

I. はじめに

現在、日本原子力学会「マスコミ報道と原子力世論に関するデータベース構築と拡充」特別専門委員会は、首都圏住民と日本原子力学会員を対象として、「エネルギーと原子力に関するアンケート」調査を行っている。

この調査はさまざまな意義のもとに行われているが、そのひとつとして、「市民と専門家の違いを浮き彫りにし、市民が専門家を知る機会とすると同時に、専門家の冷静な自省を促すこと」を掲げている。社会と原子力の関係性が問題となる一因として、市民と専門家の認識のギャップというものがあることは、1980年代当初から指摘されている。すなわち、わが国における今後の原子力利用をどうしてゆくのかを市民とともに考えるような社会を創り出すためには、原子力に対して市民が持っている認識や価値観を専門家が知り、そこにあるギャップを、自らを変えながら埋めてゆく努力をすることが非常に大切なのである。

本稿では、2008年12月に実施した「エネルギーと原子力に関するアンケート」調査から見えてきた市民と専門家との間にある原子力に対する認識のギャップを示す。これによって、原子力専門家が、市民の認識を知るとともに、自らを客観的に見る機会となれば幸いである。

II. 調査の設計・実施

社会と原子力の関係性が研究課題として取り上げられるようになって久しい。その解決の端緒たらんとし、今日に至るまで、原子力に対する市民の認識を測ろうとする調査や研究は数多く行われてきた。そして、これらの調査や研究から、原子力に対する有用性の認識や不安感、関心、原子力界に対する信頼などが、社会と原子力との関係性を論じるうえで重要な心理的要因となること

What is the Cognitive Gap between People in the Tokyo Metropolitan Area and Members of the Atomic Energy Society of Japan Regarding Nuclear Power? : Hiroshi KIMURA.

(2009年 6月12日 受理)

がわかってきた。

そこで、本特別専門委員会では、新たに調査を設計するにあたり、主たる質問項目として、これらの心理的要因を測るための質問を調査票に組み込んだ。

「エネルギーと原子力に関するアンケート」調査は2006年度から始まった。首都圏住民を対象にした調査は、2007年5～6月に第1回を、2008年12月に第2回を実施した。また、原子力学会員を対象にした調査は、2007年1～2月に第1回を、2008年1～2月に第2回を、2008年12月に第3回を実施した。

第1表は、これらの調査のなかで最新の調査となる、第2回首都圏住民調査および第3回学会員調査の実施概要を示している。次の章では、この2つの調査から示された結果の一部を紹介してゆく。

第1表 2008年12月調査の実施概要

	首都圏住民調査	学会員調査
対象	首都圏30 km 圏内住民	日本原子力学会員
方法	割り当て留め置き法	1,400名を無作為抽出し、郵送法
実施時期	2008年12月	2008年12月
回収数 (回収率)	500名	611名(43.6%)

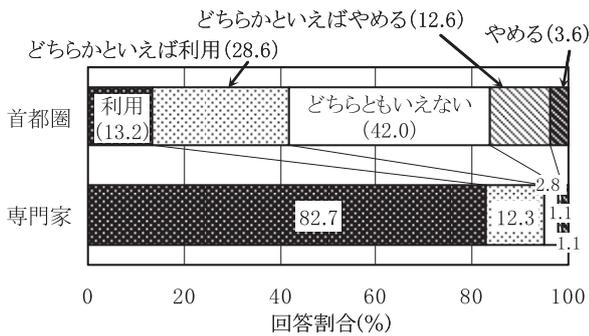
III. 原子力に対する認識とギャップ

本章では、2008年12月に行った首都圏住民調査と学会員調査の結果の要点を、「原子力利用と有用性」「不安感と安全性の認識」の2つの観点から整理して示す。

1. 原子力利用と有用性

第1図は、原子力発電の利用について質問した結果である。これを見ると、学会員はほとんどが原子力発電を利用すべきと考えていることがわかる。首都圏住民も、原子力発電を利用すべきと回答する側が優勢であり、やめるべきと回答する者は2割に満たない。その他の質問も考慮すると、多くの首都圏住民は、電力供給や地球温

Q. あなたは、今後、原子力発電を利用してゆくべきと考えますか、それともやめるべきだと考えますか。



第1図 原子力発電の利用

※図中では、首都圏住民調査の結果を「首都圏」、学会員調査の結果を「専門家」として示す。以下の図もすべて同様。

暖化抑制の観点から、原子力発電の有用性のある程度認めており、現時点について利用すべきと考えているようである。

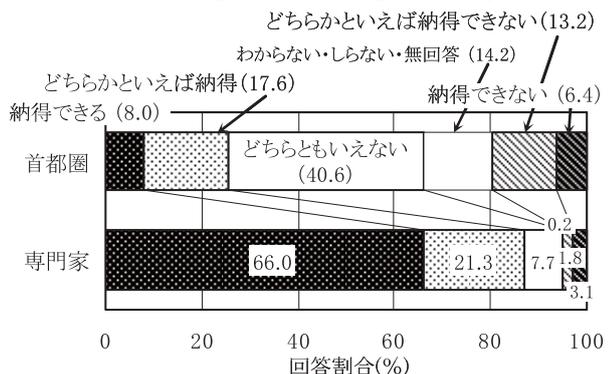
しかし、第2図に示されるように、首都圏住民は、将来にわたって原子力発電を利用し続けるかと聞かれると、どう考えてよいか、明確な判断ができずにいる。一方、学会員は、近い将来に原子力発電に代わる発電方法はないと考えている。

そして、この結果を受けるように、今後のエネルギー開発について、首都圏住民は原子力発電以外のエネルギーの開発も進めてほしいと回答し、また、学会員は今後も原子力の技術開発をやりたいと回答する。ここにも首都圏住民と学会員とのギャップが存在している。

2. 不安感と安全性の認識

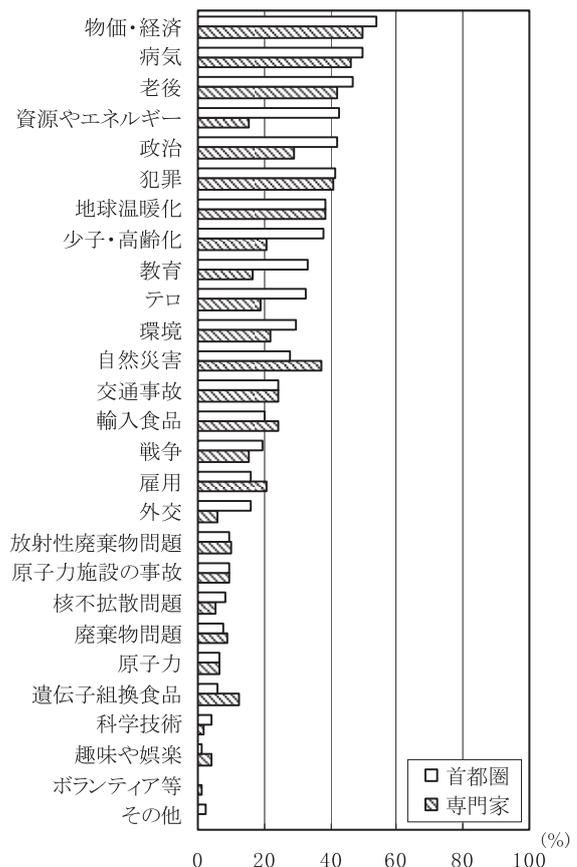
第3図は、原子力に特定することなく、社会全体の事柄に対する不安を質問した結果である。これを見ると、首都圏住民は、資源・エネルギーや地球温暖化、環境などに不安を感じていることがわかる。また、原子力に対する不安については、普段の生活のなかではほとんど抱いていないことがわかる。学会員も、資源・エネルギーについてはやや楽観的な見方が認められるもの、ほと

Q. 日本での原子力発電による現在の発電量を考えると、近い将来に原子力発電に代わる発電方法はない。



第2図 原子力発電に代わる発電方法の有無

Q. 以下のような事柄のうち、あなたが普段の生活を送るうえで不安を感じる事柄はどれですか。(複数選択)



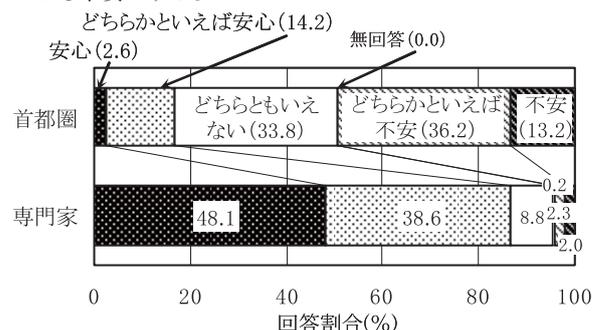
第3図 社会全般の事柄に対する不安

んどる事柄に対する不安感について、首都圏住民と同一ような傾向を示す。

しかし、いったん「原子力」というトピックに固定して質問した場合には、首都圏住民と学会員はまったく異なる回答をする。

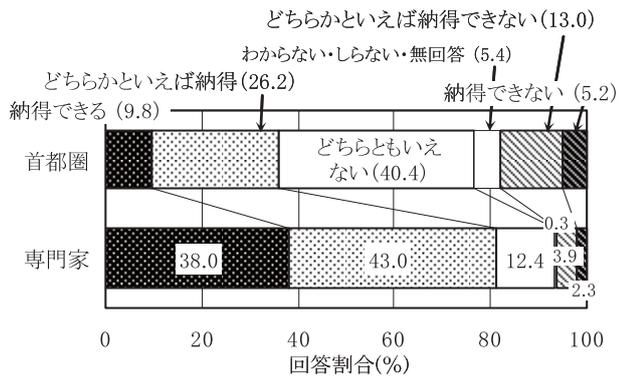
たとえば、第4図は、原子力発電の利用についての安心感・不安感を示したものである。学会員は原子力発電の利用にほとんど不安を感じていないといえるが、首都圏住民の場合は、5割もの回答者が不安感を示し、安心していると回答する者は2割に満たない。

Q. あなたは原子力発電の利用について、安心ですか、それとも不安ですか。



第4図 原子力に対する不安感

Q. 原子力に携わる人たちの安全確保に対する意識や努力を信頼している。



第5図 原子力に携わる人への信頼

同じように、原子力に関する安全性の認識も、首都圏住民と学会員とはまったく逆の傾向を示す。原子力事故や地震の影響、発電所の高経年化など、原子力の安全性にかかわる事柄において、学会員はおおむね安全側の認識が多いのだが、首都圏住民は危険側の認識が強い。

Ⅳ. おわりに—信頼の醸成に向けて

さて、本稿の結びの章としては、社会からの信頼を醸成するための、さまざまな取組みを生み出す一助になるべく、信頼についての調査結果を示しておきたい。

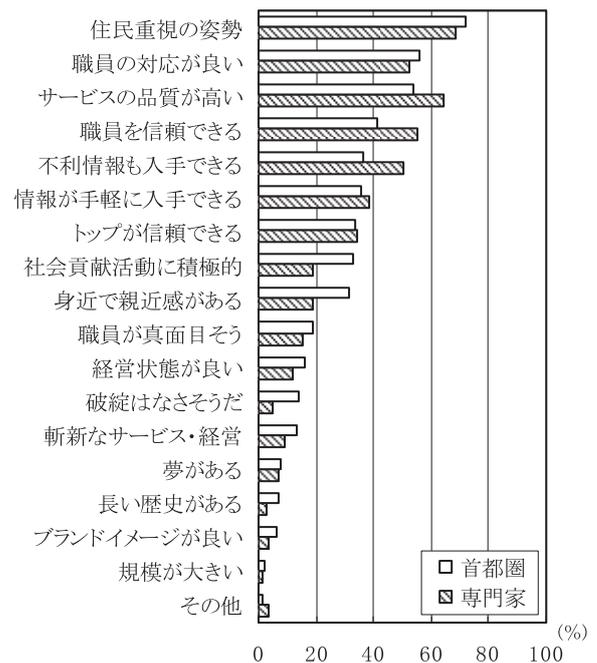
第5図は、原子力に携わる人への信頼を質問した結果である。学会員が、原子力に携わる人の安全確保に対する意識や努力を信頼しているのは、当然といえる。しかし、実は首都圏住民においても、原子力に携わる人の意識や努力を信頼すると回答する者が多く、信頼していないと回答する者は2割を切る。

また、この質問については、2007年に実施した第1回調査時と比べて、首都圏住民の回答が信頼している側へ有意にシフトしている。市民は、原子力界が安全確保のために日々努力していることを感じて、原子力界にある一定の信頼感を置くようになりつつあるようだ。

ここで、第6図は、一般的な公的機関を信頼するための要件を示したものである。これを見ると、首都圏住民も、学会員も、その機関を信頼するためにもっとも大切なものとして、「住民重視の姿勢」を挙げている。ついで、職員の対応や信頼性、高品質なサービス、不利情報も含めた情報の入手容易性と続く。

つまり、原子力界が社会に信頼され、今後も原子力を利用してゆけるような状況を創り出すために大切なことは、日々の安全確保のための努力(高品質なサービス)、誠実な人材の確保と育成(職員の対応や信頼性)、市民の目線に立った地道で正直な活動(住民重視の姿勢、情報

Q. あなたは、どのような公的機関であれば信頼できると思いますか。(複数選択)



第6図 公的機関を信頼する要件

公開と透明性)に尽きる。このような取組みは、時間がかかるものの、しかし着実に、市民へと伝わってゆく。市民の知識が向上すれば原子力は受け入れられる、というような一昔前の思込みは誤りであることを述べて、本稿の結びとする。

本報告は、日本原子力学会「マスコミ報道と原子力世論に関するデータベース構築と拡充」特別専門委員会が原子力安全基盤機構より受託をうけて、平成17年度より実施している「原子力安全に係る世論動向に関する調査」の結果を踏まえたものである。また、本調査の元データは現在公開に向けて準備中である。本件に関する問い合わせは、筆者(kimura@nuclear.jp)まで。

最後に、調査の検討段階から実施にいたるまで、下岡浩氏(エネルギー総合工学研究所)、篠田佳彦氏(日本原子力研究開発機構)の両氏に大変お世話になった。ここに謝意を表す。また、調査に回答くださった多くの方々、学会員の方々に感謝する。

著者紹介

木村 浩(きむら・ひろし)



東京大学
(専門分野)原子力社会工学, 中でも, パブリックコミュニケーション, 社会制度設計。

報 告

原子力をめぐるマスメディア報道

日本原子力研究開発機構 佐田 務

新聞やテレビなどのマスメディアは原子力について、マイナスの側面だけを強調して報道することがある。また原子力に携わるの間では、そのような報道が、原子力に対する世論醸成に悪い影響を与えるとの懸念が示されることがある。しかしながらマスメディアのそうした姿勢の背景には、原子力がかつ固有の要因や、それを取り巻く社会状況が関わる。さらにそこにはメディア側と、メディアに対する原子力関係者の間の認識のずれの問題もひそむ。ここではラスウェルのモデルなどをもとに、こうした原子力をめぐるマスメディア報道の構造と、それをめぐる状況の一端を分析する。

一部のメディアで進む報道の娯楽化

本稿では、原子力をめぐるマスメディア報道を取り巻く状況を、ラスウェルのモデル(第1図)をもとに、送り手分析、内容分析、媒体分析、受け手分析、効果分析の領域に分けて分析する。なお、ここではマスメディアを、大量かつ多様な受け手に対して、メッセージを定期的に伝える主体とし、具体的な伝達過程についてはマスメディア報道と定義する。また情報の送り手や受け手及びその伝達過程を含む総体を俯瞰的に見る場合には、マス・コミュニケーションという言葉を用いる。

最初に情報の送り手であるマスメディアを、ごく簡単に分類する。

国内のマスメディアにはさまざまなものがある。それらが占める時間的・空間的規模に注目するならば、新聞は全国紙、ブロック紙、県紙、コミュニティペーパーなどに、雑誌は週刊誌、月刊誌、季刊誌などに分けることができる。テレビはキー局/全国ネット、地方局、ケーブルテレビに分けることができる。また、その内容に注目するならば、新聞は一般紙、夕刊紙、専門紙、スポーツ紙などに、雑誌は総合誌、女性誌、経済誌、専門誌などに分類することができる。

続いて、主要なマスメディアの特性を簡単に分類する。

テレビは、速報性とビジュアル面で優れる。しかしニュース番組では迅速性が重視されるとともに、放映時間が限られているため、さまざまな話題については短い時間内に、要約的で速報的に紹介されることが多い。原子力についても、特別番組などを除けばそれはあてはまる。またテレビは、放映内容をあとで確認することが難しい特性をもつ。なおNHKを除けば、地上波は無料で手軽に視聴することができる。このためにテレビは、他のメディアより広範な受け手に、情報が提供されることが多い。

News Coverage of Nuclear Power : Tsutomu SATA.
(2009年 6月15日 受理)



第1図 ラスウェルのコミュニケーション・モデル

新聞や雑誌は、速報性とビジュアル性ではテレビに劣るものの、ニュース報道面での情報伝達量は一般的にテレビを上回る。このため原子力については、相対的にテレビより詳しく紹介されることが多い。その内容をあとで確認することは、比較的容易である。なお、これらの情報は原則として、有料で提供される。

一方、マスメディアの定義にあてはまらない部分を含むものの、近年の普及が著しいインターネットは、速報性と多様性、双方向性に優れる特徴をもつ。しかしながらその中には、内容の信頼性が低いものが混じる。

なお店頭売りに頼る週刊誌や、テレビのワイドショーにおいては、購買あるいは視聴を目的として、取材対象や紹介される内容が、読者や視聴者の関心あるいは好奇心がもたれるようなものに偏る傾向がある。こうした媒体においては、読者の購買や視聴率獲得がそれらの主体の成立基盤とも密接に関わるため、作り手側には常に「売れなければならない」、「視聴されなければならない」という強迫観念がある場合があり、そのことが報道の娯楽化と結びつきやすい側面をもつ。一部の週刊誌で時として見られる原子力に関する過激な報道の背景には、このことが関わっている可能性がある。

リスク認知で高い関心をもたれる原子力

次に、マスメディアが扱う対象に起因する要因について分析する。

マスメディアは、何かの出来事によって被害が生じた場合、その被害の大きさだけでなく、原因や対象によっても報道ぶりを変える。例えば自然災害より、人為災害

第1表 リスク認知と評価に関する質的要因(Covelloほか1988)

公衆の関心が高くなる要因	
大災害の可能性	死傷が同時的、同一地域で起きる
周知度	なじみがない
理解度	メカニズムやプロセスが理解しにくい
個人による制御	制御できない
曝露への任意性	災害への関わりが本意
子供への影響	子供に特にリスクがある
影響の現れ方	遅れて現れる
後世代への影響	ある
被害者の身元	被害者の身元が確認できる
恐怖	大きい
責任当局への信頼度	責任当局への信頼が欠如
報道機関の注目度	高い
事故頻度	重大な事故と、時に小さな事故
公平性	リスクと便益の不公平な分布
便益	明らかではない
可逆性	影響は不可逆的
原因	人間の行為や過失による

を大きく報道する。またなじみがあるものより、なじみがない出来事の方に、高い関心を示す。

一方、リスク認知研究によれば、対象がもつ要因がリスク認知と評価に影響を与えることが知られている。例えばCovelloらは、公衆のリスク認知に影響を与える要因として、上記のようなものをあげた(第1表)。

これらの報告では、自分でコントロールできないものや、リスクと便益とが不公平に分布しているもの、そのメカニズムやプロセスが理解しにくいものなどの要因をもつものに対して、人々はより高い関心をもつとともに、そのリスクは受容されにくいと指摘されている。

そして原子力発電は、それらの特性の多くをもっている。このためマスメディア報道において、原子力のリスクが過大に評価されることが多いことについては、このことが影響を与えている可能性がある。

ニュースではマイナスの側面だけが報道されやすい

続いて、マスメディアが原子力を取り上げる場合の内容の特徴について述べる。

新聞やテレビには、限られた紙面と放映時間という制約がある。このため、そこでの内容はおのずと、事件や事故といった特異なできごとに限られる傾向がある。このため原子力については、結果として事故やトラブルといったマイナスの側面だけが伝えられ、エネルギー供給面で貢献しているという日常的な社会的事実が伝えられる機会は、まずない。これもまた、原子力の宿命である。

なお消費者の購買あるいは視聴で成り立っているメディアに対し、「原子力発電についてはマイナス面だけでなく、エネルギー供給面で一定の役割を果たしているというプラス面も伝えるべきだ」と批判するその姿勢には、メディアのもつ役割や機能に対する根本的な誤解がある。メディアは公正を標榜することが多いものの、これまで述べてきたように、メディアやそれを取り巻く状況を考慮するならば、それは残念ながら、幻想としての目標でしかないのである。

世論は新聞の主張にではなく、事実に影響をうける

しかし、メディアがそのように原子力のマイナスの側面だけを伝えたととしても、その内容や主張が、そのまま読者の態度を変容させるわけでない。マス・コミュニケーション分野における受容過程についてのこれまでの研究成果によれば、基本的に情報の受け手に対するメディアの影響は複合的、状況的であるとするものが主流である。

また、その受容過程においては、情報の受け手の属性や特性も、大きな影響を与える。その問題に対する受け手の専門知識の多寡、政治的信念、科学技術に対する態度、情報アクセスに対する能動性や対象選択、あるいは文化規範などが、それである。

さらには、全国紙の1面トップに報道された内容と、ワイドショーで取り上げられた内容の影響力がおのずと異なるように、マスメディア自身の属性、あるいはそれを取り巻く状況も影響を与える。

こうした背景のもとに受け手は、受け取った情報の内容を、自らのフレームに沿って、しばしば再解釈したり加工、改変したり、あるいは無視したりする。要するにマスメディアが伝える内容は、マスメディアや受け手の属性や、それを取り巻く状況などさまざまな要因の中で作用する影響の一つでしかない。

とはいえ、新聞が伝える事実としての内容が、世論をある程度、動かすことがあることもまた、確かなことである。しかしながらここでは、ベレルソンが『コミュニケーションと世論』(邦訳1968)で述べたように、新聞が伝える主張や解説よりも、社会的事実の方がより大きな影響を与える。原子力にあてはめれば、マスメディアが原子力のことをさまざまに評価する主張や解説より、原子力発電所での事故の有無や運転実績という事実の方が、より影響力を与える。

かつては原子力推進一辺倒だった新聞報道

なお原子力に対して、やや辛口が混じる今のマスメディアの報道姿勢は、昔からそうだったわけではない。

朝日新聞の社説の見出しに、原子力の平和利用が初めて登場したのは1946年1月22日のこと。その時の社説は原子力について、こう書いた。

「人類は、原子力時代に入ったといはれる。…この時代を、人類史上、無比の光榮ある時代にたらしむる責務は、世界各國の双肩にあるといはねばならぬ。換言すれば、原子力時代を世界の歴史の上に、どう形成するか、これが各國民に與へられた共通の課題なのである」
「原子エネルギーの利用が可能になったことは、技術史の上からみて、過去の如何なる発明をも凌駕する眞に劃期的な出来事である」

それからおよそ10年後に、日本は原子力ブームを迎える。新聞各紙では、原子力を礼賛する記事が数多く掲載された。なお朝日新聞の社説のうち、1956年の見出しで原子力について言及されたものは、下記の通りである。そこには、原子力に対する熱い期待を読み取ることができる。

- 1月 原子力開発の根本方針
- 2月 原子力産業会議に望む
- 5月 原子力政策の対立をほぐせ
- 6月 英国動力炉の輸入
- 8月 原子力計画の審議に望む
- 8月 原子力予算の増大
- 9月 国際原子力機関の創設
- 10月 コールダー・ホールの完成
- 12月 アジア原子力センターのために

それから50年を経た2007年。原子力に言及した同紙の社説の見出しは、こう変わった。

- 2月 原発データ ウソが隠す事故の兆候
- 3月 原発臨界事故 この隠蔽は悪質だ
- 3月 原子力白書 温暖化で舞い上がる時か
- 4月 原発の不正 発想転換しミスを語れ
- 7月 中越沖地震 原発の耐震力が心配だ
- 7月 原発と地震 「想定外」では済まない
- 7月 原発の火事 119番頼みではダメだ
- 7月 原発の損傷 調査に時間を惜しむな
- 8月 電力不足 この夏は乗り切ったが
- 9月 原発の耐震 この試算では安心できぬ
- 10月 浜岡原発判決 これで安心できるのか

なお原子力に対する同紙の報道姿勢は、70年代前半までは推進基調が優勢だったが、原子力船「むつ」の放射線漏れや敦賀発電所での放射能漏れ、そして米国スリーマイル事故などを契機に、少しずつ批判的な姿勢が混じるようになる。さらに旧ソ連のチェルノブイリ事故や、国内で起きた事故や不祥事を経て、しだいに批判姿勢を強める傾向が続いている。

安定した運転実績こそが、世論を動かす

一方、総理府(現：内閣府)が国内で原子力について初めて本格的な世論調査を行ったのが、1968年。「原子力の平和利用を進めること」について聞いた質問に対する回答は、賛成が58%、反対がわずか3%。まさに、多くの人々がこぞって原子力に賛成していた時代だった。

この世論調査の結果も、「むつ」や TMI 事故を経て、1970年代後半から80年代前半にかけて、賛成の割合は30

～40%台まで落ち込む。しかし、内閣府の世論調査に限って言うならば、原子力に対する賛成意見のボトムはそのころで、それ以降はわずかずつではあるものの、徐々に賛成が盛り返す傾向にある。

朝日新聞の社説は、長期的には原子力に対してしだいに批判的になっていく傾向が続いているが、この世論調査結果を見る限りでは、世論は朝日新聞の社説にそれほど、呼応してはいない。

これはさきほどのベレルソンらが言ったこととほぼ符合する。要するに新聞が原子力のことを多少批判的に書いたとしても、人々は日本の原子力発電所は基本的には安定した運転実績によって私たちの暮らしに貢献していることを、きちんと認識していると思われる。

これまでの話をまとめる。

原子力をめぐる世論に最も大きな影響を与えるのは、原子力発電所で深刻な事故が起きたか、あるいは安定した運転実績によってエネルギー供給面で貢献しているかどうかという社会的事実である。次に影響を与えるのが推進主体への信頼性、つまり能力と公正・正直さの実現にある。

なお、原子力発電所が安定した運転を続けている時は、そのことをマスメディアが報道することはほとんどない。しかしながらその状態は、飛行機や新幹線が事故もなくきちんと運航・運転されていることと同じで、人々はそのことをニュースとして知らされていなくても、その社会的事実はおのずと伝わっている。

原子力に携わる人たちに今、求められていることは、マスメディア報道に一喜一憂することなく、原子力発電所での安定的な運転実績という使命を果たし、そのことを社会に示し続けることにある。この問題をめぐる世の中の人々の最大の関心はそこにあるのであり、そのことによって人々は、心を動かされていくのである。

本研究は、日本原子力学会「マスコミ報道と原子力世論に関するデータベース構築と拡充」特別専門委員会が原子力安全基盤機構より受託をうけて、平成17年度より実施している「原子力安全に係るマスコミ報道に関する調査」の結果を踏まえたものである。

著者紹介

佐田 務(さた・つとむ)



日本原子力学会「マスコミ報道と原子力世論に関するデータベース構築と拡充」委員会マスコミ対応 WG 主査
(専門・関心分野)原子力発電の社会的受容、マス・コミュニケーション、社会運動論

連載講座

21世紀の原子力発電所廃止措置の技術動向

第2回 廃止措置技術—鋼材解体の技術動向

三菱重工業(株) 佐川 寛

I. はじめに

軽水炉の廃止措置における解体技術としては、大型で堅牢な原子炉容器、炉内構造物などの鋼構造物切断およびコンクリート構造物の内側が放射化した生体遮蔽壁の切断技術が重要である。

このうち鋼構造物の解体については、我が国では当初はアークガウジング+ガス切断法、レーザー法などの切断性能の優れた熱的切断法が注目されてきた。

これらの解体切断技術については、試験などによる技術的確認試験が主体であったため、2次廃棄物の発生量や作業性、安全性を考慮した総合的な検討・評価は今後の課題となっている。

一方、近年の海外商業用軽水炉廃止措置においては、原子炉圧力容器等の解体撤去の実績が出てきつつあるが、この中では、必ずしも切断性能だけに優れた工法が選定されているとは限らない。

最近の海外の実績からは、炉内構造物や原子炉容器の切断にはアブレイシブウォータージェット切断や機械的切断法など、飛散する放射性粉塵の少ない切断方法が使用される傾向がある。

したがって、今後の解体技術の選定にあたっては、実績が出てきた海外の商業用軽水炉廃止措置の事例についても着目し、切断工法等の評価・選定を行い、解体撤去手法を構築することが重要と考えられる。

II. 鋼材解体技術の種類と分類

廃止措置に適用実績がある、あるいは適用候補として検討された鋼材解体技術について紹介する。

既存の公開文献等で取り上げられた実績のある技術、および NUPEC 廃炉設備確認試験等で取り上げられた最

第1表 解体技術分類・体系図(鋼材解体)

中分類	小分類	解体機器または工法名	
熱的切断	レーザー利用	COレーザー切断	
		CO ₂ レーザー切断	
		YAGレーザー切断	
		ヨウ素レーザー切断	
		ファイバーレーザー切断	
	電気エネルギー利用	プラズマアーク切断	プラズマアーク切断
			アークソー切断
		アーク切断	TIG切断
			MIG切断
			溶種式ウォータージェット切断
	組合せ技術・電気エネルギー・酸化反応熱利用	酸化反応熱利用(ガス切断)	酸素アーク切断
			酸素ガス切断
			酸素ガス切断
酸化反応熱利用(ガス切断)	酸化反応熱利用(ガス切断)	バウダ・ガス切断	
		Oxy-Gasoline Torch切断	
		酸素槍(テルミット反応ランス)	
放電加工切断	放電加工切断	放電加工切断(EDM)	
		金属崩壊切断(MDM)	
機械式切断	研削による切断	アブレイシブウォータージェット切断	
		アブレイシブ切断機	
	物理的切断	往復運動等による切断	ニブラおよびせん断機
			ハックソー
			レシプロソー
			ギロチンソー
			ディスクカッター(ソー)
		フライス切断	
		回転運動等による切断	バンド(チェーン)ソー
			ダイヤモンド・ワイヤー・ソー
			ディスクカッター(ソー)
			ローラ・カッタ
	ロータリーカッタ		
	爆破切断	成型爆薬切断	クラムシェル(貝殻)型旋盤
			成型爆薬切断

□ : 国内において適用実績・確認試験等のデータがあるもの
 ■ : 海外廃止措置に適用実績があるもの

新技術などの中から選定・整理を行ったものを第1表に示す。

鋼材解体技術は、熱的切断、機械式切断に分類されるが、それぞれ、熱的切断技術では利用する熱源、機械式切断では利用する工具の機械的特徴による小分類を行い、該当する解体機器や工法を整理した。

一般に、金属構造物や機器の切断・解体作業は、建屋の解体作業に先行して実施される。解体対象物には大型の構造物から小口径配管等まで様々であるが、小型の対象物に対しては、軽量で切断速度が早く、作業員が比較的扱いやすい在来工法が適するため、機械式切断(手動式)による工法が採用されることが多い。

一方、炉内構造物や原子炉圧力容器等の解体では、作

Trend on Decommissioning Technology of Nuclear Power Plants in 21 st Century(2) : Decommissioning Technologies —Technology Trends of Steel-materials Cutting Technologies : Hiroshi SAGAWA.

(2009年 3月11日 受理)

各回タイトル

第1回 廃止措置の世界の概況とわが国の現状

業環境が高放射線量下となり、かつ切断対象物の肉厚も大きくなる傾向がある。この場合は、遠隔操作技術と、高い熱的エネルギーを効率よく対象物に投入可能な熱的切断技術、あるいは最新の機械式切断技術とを組み合わせる方法が適用されることが多くなる。

Ⅲ. 鋼材解体技術選定にあたっての留意事項

鋼材解体技術は、熱的切断工法、機械式切断工法等があるが、原子力施設を構成する金属構造物は、その設置(使用)環境、構造・寸法、材質等が多岐にわたるため、技術の適用箇所により切断技術の選定、遠隔操作範囲と適用技術選定等は大きく異なる。

特に金属構造物等には、その汚染状態により放射線量の高い部位が存在するため、解体に当たっては遠隔操作による対応が必要となる部位が存在する。

また、廃止措置計画を策定するに当たり、当該施設における解体シナリオ、除染、安全評価(管理)、発生する放射性廃棄物の処理処分対策等が総合的に検討・評価されるため、おのおのの施設事情によっても異なる可能性がある。解体対象機器等の特徴と留意点を第2表に示す。

1. 高放射性部位の解体

作業員の安全性(被ばく低減)を最優先することが必要であり、遠隔操作技術との組合せが不可欠となる。また解体作業の経済性も併せて重視されるものと考えられ、解体装置費用(必要インフラ設備(換気、集塵、排水等の設備を含む))、解体効率等も含め、総合的な評価・判断がなされるものと考えられる。

(1) 切断技術

比較的狭隘な環境にある炉内構造物等に対しては、アクセス性や切断効率等を勘案し、また水中での切断可否といった適用条件や、管理・非管理区域の区分と設定、適用実績なども考慮して選定することが必要である。

候補技術としては、レーザー切断、プラズマアーク切断、アブレイシブウォータージェット切断等が挙げられる。このうち、レーザー切断の先端技術に関しては、近年、高性能化・高効率化・小型化等が図られており、適

第2表 主要解体対象機器等の特徴と考慮すべき優先事項(鋼材解体)

分類	放射性部位		一般部位(クリアランスレベル以下)
	高放射性部位	低放射性部位	
主要解体対象機器等	原子炉容器(PWR、BWR) 炉内構造物(PWR、BWR) 蒸気発生器伝熱管(PWR)	一次系主配管(PWR) 主蒸気系配管(BWR)	二次系配管(PWR) タービン(PWR、BWR) 給水系統(PWR、BWR)
考慮すべき優先事項	遠隔操作性 区分解体 二次廃棄物の低減	区分解体 二次廃棄物の低減	解体作業効率性 作業安全性

用段階における技術開発状況、レーザー管理区域の設定範囲等のコストや安全性への影響要因なども考慮の上、選定されるものと考えられる。

一方、原子炉容器等の極厚構造物への適用に関しても、考慮事項としては炉内構造物切断と同様である。使用環境や対象構造などから、先に挙げたレーザー切断、プラズマアーク切断、アブレイシブウォータージェット切断やアークソー等の切断技術が候補となるものと予想される。

(2) 遠隔操作性

切断技術との組合せ技術として適切な選定が必要となる。ただし、遠隔操作技術に関しては、実績も豊富であり、技術の適用性上、特別な課題は少ないものと考えられるため、コスト(作業効率性)や安全性を勘案の上、適切な選定を行うことが可能と考えられる。

(3) 2次廃棄物の低減

上記に示した技術選定に当たっては、2次廃棄物の発生量低減や作業安全性等にも十分に配慮する必要がある。

一般にガス切断、プラズマアーク切断等は切断面が比較的大きくなることから、2次廃棄物量が多くなる傾向にあると考えられるため、対象物の切断環境・条件等に応じ、汚染拡大防止のためのグリーンハウスの適切な設置、廃棄物の処理処分等の観点も配慮する必要がある。

2. 低放射性部位の解体

作業員の安全性(被ばく低減)を最優先することが必要であるが、適用環境によっては遠隔操作技術適用の要求を課さずに解体工事を行える部位もあるため、技術分類表に示した技術のうち、多くが適用可能となると考えられる。

したがって、安全性を確保しつつ、適用環境・条件に応じ、作業効率やコスト的に有利な技術が候補になると予想される。

Ⅳ. 鋼材解体技術適用・開発実績

1. 適用実績(国内廃止措置)

上記分類でまとめたうち、実際に廃止措置の鋼材切断技術として国内で適用実績があるもの、適用することを前提に開発された技術を紹介する。

(1) 日本原子力研究所(現 日本原子力研究開発機構)JPDRでの実績

JPDRの廃止措置に当たり、炉内構造物、および原子炉容器の解体工事に適用された解体技術は次の通りである。

(a) 炉内構造物の解体

炉内構造物は高度に放射化されたステンレス鋼製で、複雑形状の構造物で、また原子炉容器内の比較的狭い空

間に設置されていることから、解体時には作業者の被ばく低減、解体作業効率の向上を図るため、遠隔操作による切断技術が必要であった。

JPDR 炉内構造物の解体では、マニピュレータ式ロボットとして、7関節7自由度を有するものを用いた水中プラズマアーク切断装置と、5自由度を有するマスト型水中切断装置が開発され、適用された。

なお、プラズマアーク切断技術は、狭隘な JPDR の炉内構造物の切断対象に対し、切断トーチが小型・軽量であり、対象部位の切断や遠隔操作性に優れることなどから選定されている。

さらに、アシストガスとしては、冷却能力に優れた H_2 および不活性ガスである Ar の混合ガスを用いる場合に切断性能が優れ、1,000 A トーチにて板厚130 mm (ステンレス鋼) を水中で切断することが可能であったため、これらのガスが選定された。第1図に、マスト型水中プラズマアーク切断装置による JPDR 炉内構造物の解体概念を示す。

なお、本工事においては上記遠隔切断技術に加え、切断時に発生する気中・水中浮遊回収のための2次生成物回収技術、切断片を移送するためのハンドリング技術、切断状況を監視するための監視技術等の各種技術が組み合わされ適用された。

(b) 原子炉圧力容器の解体

原子炉容器は、極厚の低合金鋼(最大厚さ: 420 mm)の内面に6~15 mm のステンレス鋼またはインコネルの内張が施されており、解体時にはこの複合材の構造物を切断することが必要となる。

さらに、原子炉容器は中性子照射による放射化のた

め、切断時の被ばく低減の観点から、遠隔切断技術が要求される。

日本原子力研究所では、JPDR の解体に当たり、上記に示した原子炉容器切断に対する要求を踏まえ、アークソー切断技術、アークガウジング+ガス切断技術が候補として挙げられたが、複合材の切断が可能で、水中切断でフェーム発生量を少なくするため、原子炉圧力容器に適した特長を有するアークソー切断技術が選定された。

(2) NUPEC 確証試験

原子炉容器など線量当量率の高い機器を安全・確実・合理的に解体することを目指した切断技術の開発が進められてきた。

(a) 原子炉容器

アークガウジングとガス切断工法を組み合わせることで、110万 kW 級の原子炉容器に使用されているインコネルやステンレス鋼がクラッドされている低合金鋼(最大厚さ420 mm)を一体切断できることを確証している。

(b) 炉内構造物

炉内構造物は高度に放射化されており、接近が困難なため、遠隔操作装置と組み合わせた解体工法、機器を適用する必要がある。本試験で対象とするステンレス鋼製の炉内構造物の切断は、その板厚が大きく、放射化レベルが高いことなどから、切断能力、作業効率および遠隔操作性に有利な「炭酸ガスレーザー切断工法」を用いた切断技術の開発が行われた。

試験の結果、出力21 kW の一酸化炭素ガスレーザー切断装置を用い、気中で310 mm、水中で150 mm までのステンレス鋼に対して、2次生成物の発生量が少ない切断を行えることを確証した。

(3) JAEA ふげんの解体計画

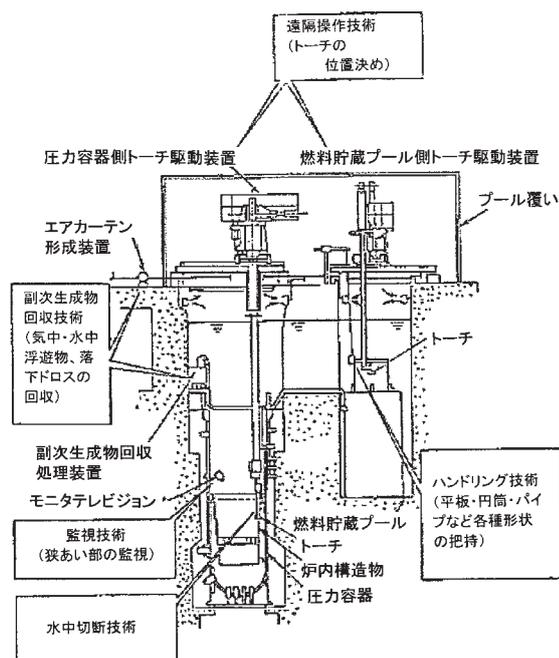
JAEA ふげんでは、原子炉本体の解体技術の選定が進められている。原子炉本体の主要な構造部材である圧力管とカランドリア管の切断技術については、アブレイシブウォータージェット切断の適用が検討されている。

原子炉施設の解体においては、放射性物質の汚染拡大防止を考慮すべきであるが、構造材を切断すると、材料が熱によって蒸発したり溶けたりして、ヒュームやドロス等が発生する。

原子力施設の構造物である場合には、ヒューム等に放射性物質が含まれる可能性があるため、できるだけそれらの発生を少ない切断方法を選択する必要があると判断され、アブレイシブウォータージェット切断の適用が計画されている。

2. 適用実績(海外廃止措置技術)

海外に目を向けると、これまで、世界では20基程度の原子力発電炉の解体工事が行われてきた実績があるが、主要な解体・除染工事の方法は必ずしも固定された技術ではなく、解体プラントによって、さまざまな方法が用



第1図 JPDR の炉内構造物の解体概念
(マスト型水中プラズマアーク切断装置を利用)

第3表 海外廃止措置に適用された鋼材解体技術(解体未実施プラントを含む)

プラント名	炉型, 出力	デコミ状況	炉内構造物切断	原子炉容器切断
EBWR	BWR, 4 MW	1980年代完	PAC, ガス切断	ガス切断
Indian Point 1	PWR, 286 MW	安全貯蔵中	(未実施)	(未実施)
Humboldt Bay	BWR, 75 MW	安全貯蔵中	(未実施)	(未実施)
Shipping Port	PWR, 72 MW	1998完	PAC	(一体撤去)
Dresden 1	BWR, 210 MW	安全貯蔵中	(未実施)	(未実施)
Rancho Seco	PWR, 966 MW	2008完	<u>機械的ソー</u>	<u>AWJ/気中</u> <u>DWS/RVH, RH</u>
Fort St.Vrain	HTGR, 342 MW	1997完	PAC/水中	<u>DWS</u>
Yankee Rowe	PWR, 185 MW	2008完	PAC/水中	(一体撤去)
San Onofre	PWR, 456 MW	2008完	<u>AWJ/水中</u>	(一体撤去)
Trojan	PWR, 1178 MW	2005完	(一体撤去)	(一体撤去)
Conn.Yankee	PWR, 600 MW	2007完	<u>AWJ/水中</u>	(一体撤去)
Big Rock Point	BWR, 75 MW	2007完	<u>機械的ソー</u>	<u>DWS/RN/CO₂冷却</u> (一体撤去)
Maine Yankee	PWR, 85 MW	2005完	<u>AWJ/水中</u>	(一体撤去)
Zion 1&2	PWR, 1085 MW	安全貯蔵中	(未実施)	(未実施)
Millstone 1	BWR, 689 MW	安全貯蔵中	(未実施)	(未実施)
WAGR	AGR, 33 MW	2015完予定	PAC/気中, グラインダ	パウダー酸素プロパン
BR-3	PWR, 11 MW	完	ミリング/放電加工切断/ <u>バンドソー水中</u>	<u>ミリング/バンドソー水中</u>
Gundremingen	BWR, 250 MW	最終段階	PAC/ハックソー	ガス切断
Greifswald	WWER, 370 MW	2012完予定	PAC 水中/ <u>ハンドソー</u>	<u>ハンドソー/気中</u>
Wurgassen	BWR, 670 MW	2008完	<u>機械的せん断ほか</u>	<u>AWJ or PAC/気中</u>

(注記) アンダーライン：機械式切断

PAC：プラズマアーク切断 AWJ：アブレイシブウォータージェット切断 DWS：ダイヤモンドワイヤソー RVH：Reactor Vessel Head RN：Reactor Nozzles

いられている。

(1) 海外での適用技術の概況

海外廃止措置に適用された鋼材解体技術を第3表に示す。これには、安全貯蔵中のため切断未実施のプラントを含む。

米国では、これまでに約10基の軽水炉が解体された。原子炉圧力容器、炉内構造物の切断には、プラズマアーク切断法、アブレイシブウォータージェット切断、機械的切断法が適用されている。

原子炉圧力容器切断には当初、水中プラズマアーク切断が用いられたが、水中への放射性物質の拡散などの問題から、良好な結果が得られなかった事例があり、最近ではアブレイシブウォータージェット切断が適用される傾向がある。

米国以外では、ドイツにおける Gundremingen, Wurgassen, Greifswald などの解体事例があり、適用されている技術は米国と同様である。

(2) 主要技術の適用状況と今後の動向

米国では、これまで大型解体物一体撤去が主流であったため、炉内構造物などの切断は行われてこなかったが、最近では切断される傾向にある。炉内構造物に対する工法としては、プラズマアーク切断、アブレイシブ

ウォータージェット切断、機械的切断が使用されており、最近では、加熱法のプラズマアーク切断は、2次廃棄物の汚染拡大が大きいため、採用されない傾向がみられ、アブレイシブウォータージェット切断や機械的方法が採用される傾向である。

最近、米国の Rancho Seco で、原子炉容器切断に気中でのアブレイシブウォータージェット切断が採用され、工期は初期トラブルで2ヶ月遅れが生じたが、9ヶ月で工事を完了した。

Rancho Seco の原子炉容器切断例を第2図に示す。

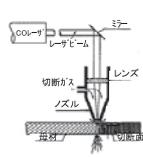
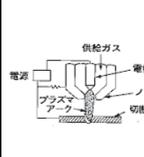
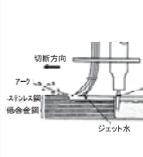
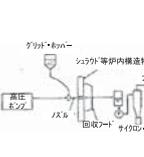
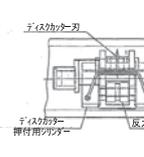
我が国では、原子炉容器は水中切断を中心に検討してきたが、Rancho Seco の経験に基づいてさらに検討する必要がある。

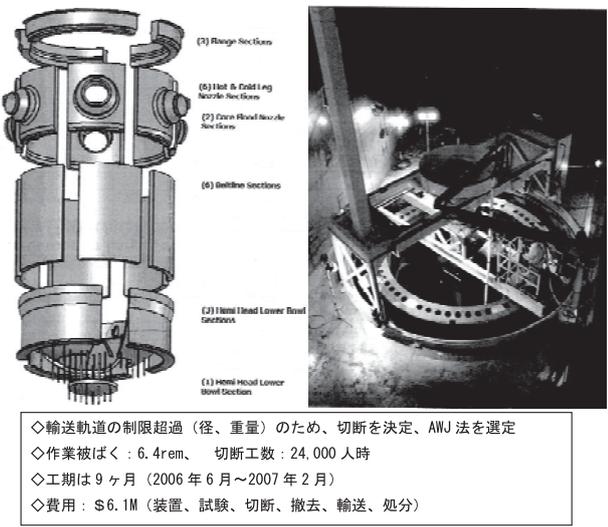
3. 鋼材解体技術の適用実績

上記で紹介してきた熱的切断技術、機械式切断技術のうち、適用・開発実績のある技術を中心に、適用実績、切断性能・条件、運用上の留意点について、第4表に整理した。

我が国では、切断速度優先から、熱的切断法が主体に選定され、開発、適用されてきたが、海外では機械式切断工法の適用も出てきており、熱的切断方法に匹敵する最大板厚の切断実績が出つつある。

第4表 鋼材解体技術の適用実績

区分	熱的切断			機械式切断		
技術名称	COレーザー切断	プラズマアーク切断	ガウジング+ガス切断	アブレイシブ・ウォータージェット切断	バンド(チェーン)ソー	ディスクカッター(ソー)
概要と特徴						
実績	基礎試験装置による技術開発段階 (NUPEC炉内構造物切断技術確認試験)	JPDR炉内構造物切断に適用、他に米EBWR、ヤンキーロー等、英ウィンスケールAGR等NUPEC確認試験で二次生成物評価を実施	実プラント原子炉压力容器模擬試験体に対する水中切断試験の実施例有り。(NUPEC確認試験)	福島第一発電所BWRシャフト等炉内構造物取替工事二次切断に適用、他に米国プラントなど海外で多数実績有。	使用実績は多い。(Dounreay施設解体等に使用)	JPDR原子炉压力容器接続配管(ディスクカッター)、ディスクソーは、海外ではDounreay施設解体等に使用する等、使用実績は多い。
性能・条件	<ul style="list-style-type: none"> 操作方法: 遠隔操作 切断環境: 気中/水中 動力源: レーザ発振器 操作時補給材: アシストガス 性能: 水中; 例 板厚30~150mm (SUS) に対し、切断速度: 10~260mm/min. の範囲で設定 廃棄物種類: 気中/水中浮遊物、ドロス 廃棄物量: 切断条件による 	<ul style="list-style-type: none"> 【JPDR実地試験の例】 操作方法: 遠隔操作 切断環境: 水中 動力源: 電力 操作時補給材: 作動ガス 性能: 水中; 板厚130mm (SUS) に対し、75mm/min. 廃棄物種類: 水中浮遊物、ドロス 廃棄物量: RPV内で35kg回収、他 	<ul style="list-style-type: none"> 【NUPEC試験の一例】 操作方法: 遠隔操作 切断環境: 水中 動力源: 電源、酸素、プロパンガス、圧縮空気 操作時補給材: ジェット水等 性能: (例) 板厚350mm (SUS+低合金鋼) に対し、100mm/min. 廃棄物種類: 気中・水中浮遊物、ドロス 廃棄物量: 気中浮遊物; 約2.3g/m、水中浮遊物; 約280g/m、ドロス; 約38g/m 	<ul style="list-style-type: none"> 【福島第一発電所工事例】 操作方法: 遠隔操作 切断環境: 水中 動力源: 超高压ポンプ 操作時補給材: 研磨材 性能: (例) SUS (75mm) に対し約75mm/min. 廃棄物種類: 研磨材が二次廃棄物となる 廃棄物量: 1~2kg/min. 	<ul style="list-style-type: none"> 操作方法: 手動操作 切断環境: 気中 動力源: 電源 操作時補給材: 無し 性能: ー 廃棄物種類: 気中浮遊物等 廃棄物量: 切断条件による 	<ul style="list-style-type: none"> 【モックアップ試験】 操作方法: 遠隔操作 切断環境: 気中 動力源: 電力 操作時補給材: 無し 性能: ー 廃棄物種類: 300A配管 (SUS; 33.3mm) に対し、28min. 300A配管 (SUS; 33.3mm) に対し、2.5min. 廃棄物種類: ー 廃棄物量: 切り粉は殆ど発生しない。
適用上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> レーザー管理区域の設定 ドロス等による引火の可能性 スタンドオフ量の制御 鏡によるレーザーの光伝送を行うため、遠隔操作性に制限有り 	<ul style="list-style-type: none"> 効率的に実施するためには、切断対象物とプラズマトーチの間隔を一定値に設定する必要有り。 二次生成物は、解体エリアをバリアで囲い、局部換気装置設置でフィルタを介し飛散防止を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 安全器(逆火防止器)の設置。 二次生成物発生量の低減。 	<ul style="list-style-type: none"> スクドオフの制御精度向上 水中使用: 研磨材回収装置が必要 気中使用: 騒音対策等が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的に切断速度小。 鋸刃の冷却要。 刃交換煩雑。 装置の大型化及び反復して切断することにより、厚板の切断も可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 切り粉は発生しないが、汚染拡大防止措置要。



第2図 Rancho Secoにおける原子炉容器のAWJによる切断事例

今後の廃止措置計画に採用する鋼材切断技術については、国内外で、広く適用実績を調査し、実績・性能を評価した上で、選定することが重要である。

一参考文献一

- 1) 原子力発電機構 廃止措置総合技術調査委員会編, 廃止技術ハンドブック 除染・解体・再利用編, (2007).
- 2) 第1回廃止措置技術セミナー資料, エネルギー総合工学研究所, 2009年1月14日.
- 3) 日本原子力研究開発機構「未来を拓く原子力ホームページ」バックエンドに関わる研究開発.
- 4) 石倉 武, 諸外国における軽水炉廃止措置事例について, 敦賀商工会議所 廃止措置研究会, 平成21年3月27日.

著者紹介

佐川 寛(さがわ・ひろし)

三菱重工業株
(専門分野/関心分野)放射性廃棄物処理・処分, 燃料再処理



連載
講座

軽水炉プラントの水化学

第7回 実機での水化学(1)―燃料/水相互作用

三菱マテリアル(株) 村井 琢弥, 磯部 毅

I. はじめに

燃料は水環境から直接影響を受けるため、水質管理は重要な役割を果たす。本稿では、燃料被覆管と水との相互作用の観点から生じている事象を解説する。

原子炉水の水質管理は、炉内構造物や燃料部材の健全性に影響を与える。従来、水質管理の変更は、炉内構造物の長期保護や原子炉作業者の被ばく低減等を主な目的として行われてきたこともあり、水質と構造材料(ステンレス鋼やNi系合金)の健全性との相関に関する知見が比較的多く集積されている。

一方、近年、水化学の改良が実機燃料の健全性に影響を与えたと見られる事例が国際会議等で報告されている。発生機構や根本的原因などは不明であるが、実炉での問題が確認されたことから、水化学と燃料健全性との相関に関心が集まっている。

こうした水化学の改良と燃料健全性との相関について、現状、どのような知見が得られているのだろうか？ここでは、燃料被覆管材料であるジルコニウム合金と、水あるいは水蒸気との相互作用に関し、いくつかの水質因子の影響について最近の研究事例を交えながら概説する。

II. ジルコニウム合金と炉内環境相互作用

第1図に原子炉内でのジルコニウム合金と環境との相互作用を模式的に示す。照射、水質や温度等の環境条件の影響を受け、ジルコニウム合金には腐食、水素吸収やクラッド付着が生じる。なお、ここでは主として被覆管

の酸化膜外側に付着する腐食生成物をクラッドと総称する。図中では単純化しているが、たとえば、照射は放射線分解を通じて水質に影響するだけでなく、はじき出し効果などにより、ジルコニウム合金の金属組織やその上に生成した酸化膜の組織に変化をもたらすことが知られている。また、金属組織に吸収された水素がジルコニウム合金の腐食に影響を及ぼし、酸化膜の外側に付着したクラッドが、伝熱性や核的特性の局所的な変化などの形で燃料棒の腐食や核的特性(AOA)に影響することも知られており、こうした因子間での相互作用は非常に複雑なものとなっている。

III. ジルコニウム合金の腐食・水素吸収の基礎

ジルコニウム合金の腐食反応は、炉水(もしくは水蒸気)を分解して生じる酸素で金属ジルコニウムが酸化し、合金の表面に比較的厚い酸化膜を生じる。



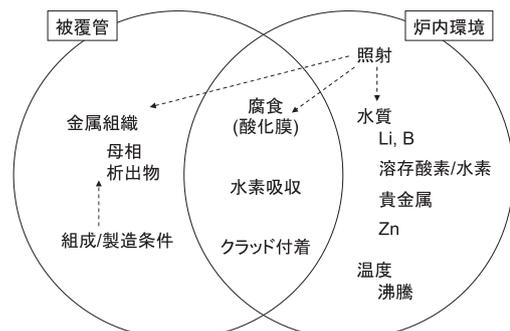
さらに、上式で発生した水素をジルコニウム母材側に取り込み、その多くは合金中に水素化物の形で集積されていく。合金の組成によって吸収特性には差があるものの、ジルコニウム合金は本質的に腐食と同時に、水素を吸収する材料である。

ジルコニウム合金の基本的な腐食・水素吸収機構については、これまで精力的に研究が行われ、種々の機構モデルが提唱されている。初期の研究は腐食を現象論的にとらえたものが多く、原因と結果の区別が曖昧であった

Water Chemistry of LWR Plants(7); *Water Chemistry in Actual Plants—Interaction between Nuclear Fuel and Reactor Water Chemistry*: Takuya MURAI, Takeshi ISOBE.
(2008年 4月13日 受理)

各回タイトル

- 第1回 軽水炉プラントにおける水の役割と水化学制御
- 第2回 水化学の基礎—腐食と電気化学
- 第3回 水化学の基礎—酸化皮膜特性
- 第4回 水化学の基礎—放射線化学
- 第5回 水化学の基礎—水質計測
- 第6回 水化学の基礎—水の浄化と浄化装置



第1図 原子炉内でのジルコニウム合金被覆管と環境相互作用

が、ここ10～15年ほどの間に機構論に踏み込んだ研究が見られるようになった。著者が提唱している陽極防食機構モデル¹⁾もその一つである。これは、実用ジルカロイ被覆管の組織中に見られる金属間化合物が、腐食反応における効率的なカソードサイトとなりカソード反応を促進する。すなわち、金属間化合物の存在が酸化剤の役目を果たし、アノード反応であるジルコニウム母相の不動態化を促進するというものである。さらに同機構モデルの本質として、金属間化合物が合金の水素吸収挙動に参与している可能性を示唆している(第2図)。

また、ジルコニウム合金被覆管の酸化膜上にPdをコーティングし、その状態で腐食試験を行ったところ、Pdをコーティングしていないものに比べ、合金母相への水素吸収が大幅に抑制された²⁾。これは腐食反応におけるカソード反応が、金属-酸化膜界面近傍ではなくPd上で優先的に進行し、金属-酸化膜界面から酸化膜で隔てられた位置で水素が発生したため、金属母相側への水素吸収が減少したものと解釈される。

さらに、カナダのCANDU炉圧力管(ジルコニウム-ニオブ合金)の水素吸収低減を目的として、腐食試験環境へインヒビタを添加し腐食試験を行ったもの³⁾がある。これによると、インヒビタとして硝酸塩を添加した場合に、ジルコニウム合金試料の水素吸収量が低減した。ただし、試料を予備酸化する(試料表面に酸化膜をつけてから腐食試験をする)と、その抑制効果が大幅に減少していることから、ジルコニウム合金の水素吸収機構としては、環境に直接接触する酸化膜表面よりも、金属-酸化膜界面での実効的な水素分圧のようなものが影響因子であることを示唆していると考えられる。

一方、最近の高性能被覆管材料としては、ジルコニウム合金にニオブを含有するものが多く見られる。ニオブを含有する組成では、上述のような金属間化合物を含まない合金においても、一般的な傾向として水素吸収が低減する。このことから、ニオブ含有による耐食・低水素

吸収機構については、ジルカロイ系合金(ジルコニウム母相+金属間化合物組織)のそれと異なる可能性が高い。しかし、現状は現象論的な知見の集積にとどまっている。

このように機構に踏み込んだ研究・知見が徐々に増えている。今後、統一論的な腐食・水素吸収機構の解明は燃料被覆管材料の開発において重要であり、水化学ロードマップの中でも燃料被覆管に関する重要な研究課題の一つとして位置づけられている。

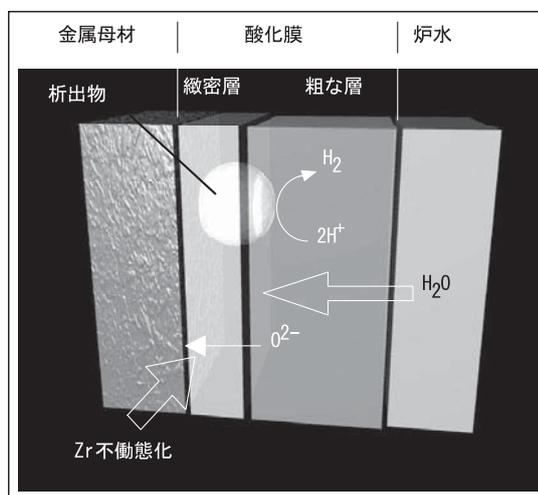
IV. 燃料の健全性と水化学との相互作用

1. 溶存水素の影響

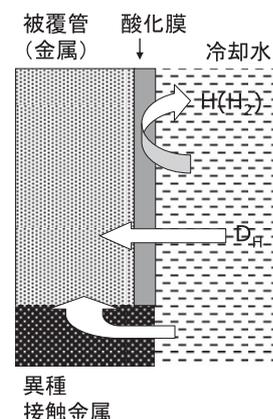
最近のBWRでは、炉水の酸化性を低減し構造材料の腐食を抑制する目的で、給水中への水素注入、いわゆるHWC(Hydrogen Water Chemistry)運転が行われている。またPWRでも、構造材料の応力腐食割れ(SCC)の抑制とクラッド析出/溶解の制御の目的で、水素注入量の最適化が検討されている。

このように炉内構造材の腐食抑制を主目的に注入される水素であるが、燃料被覆管材料のジルコニウム合金がもともと水素を吸収しやすい金属であるため、水素注入により合金中への水素吸収が増大する懸念がある。第3図に被覆管金属部への水素の侵入経路を示す。溶存水素の直接取込みのほかに、腐食反応で発生した水素の吸収や接触する異種金属を経由する取り込みが考えられる。これらのうち、溶存水素については、ジルコニウム合金の腐食・水素吸収特性に及ぼす試験水への加圧水素(溶存水素量)依存性が調査されたが、ニッケルを含むジルカロイ-2では若干の水素吸収量増加が認められたものの、現実的な水素濃度範囲では大きな影響は認められない⁵⁾。そのため、異種金属接触による経路を除けば、腐食反応が主な水素吸収経路であると考えられている。

なお、PWRでも水素注入量が多い場合は、炉水中のNiOが還元され、燃料被覆管表面に金属Niの析出が起こる可能性があり、これが水素吸収経路やカソードサイ



第2図 陽極防食モデル(模式図)



第3図 水素の侵入経路

トとなって、燃料被覆管の腐食・水素吸収挙動に悪影響を及ぼす可能性がある。こうしたクラッド挙動との関連から、水素注入量の最適値については現在も議論的となっている。

2. Li の影響(PWR)

一般的な PWR の運転条件においては、燃料反応度制御のため、中性子吸収剤であるホウ素がホウ酸のかたちで炉水へ添加される。ホウ酸添加により炉水の酸性が強くなると構造材料に種々の悪影響が出るため、これを中和するために水酸化 Li が添加される。

炉外における極端な高濃度の水酸化 Li 水中(0.01 mol/l 程度添加)での腐食試験では、ジルコニウム合金の耐食性は急激に低下することが知られている⁶⁾。

こうしたジルコニウム合金の腐食に対する Li の影響機構についても諸説がある。たとえば、酸化膜中に取り込まれた Li 酸化物の溶解度が高く、酸化膜に欠陥を生じるため腐食が加速するとする説や、LiOH に替えて NaOH, KOH など原子半径の小さなアルカリ金属塩を添加した腐食試験の結果から、酸化膜内の格子歪みが影響しているとする説、さらには pH や LiOH の乖離度が影響しているなどの説がある。しかし、統一論的な見解には至っていない。

なお、一般的な PWR の運転条件における Li 濃度(2 ~ 3 ppm 程度)では、実用ジルコニウム合金が加速腐食を示すことはない。

3. Zn 注入の影響

Zn 注入は、配管表面にある複合酸化物中の Co を Zn イオンと置換して放射性 Co 核種を放出させる効果と、Zn 酸化物が配管表面皮膜に取り込まれることで、炉水中の放射性 Co の取込みを抑制する効果により、配管の線量低減を図っている。

炉外で Zn 注入を模擬したループ試験では、ジルコイ-2の酸化膜表面に付着するクラッドが、薄く緻密なものに変化したという報告がある。このような結果と実機での経験を考慮し、燃料棒表面で沸騰濃縮がある BWR では、給水系からの Zn 持込量を一定以下(0.4 ppb 以下)に抑制して適用している。Zn 注入処理のみでジルコニウム合金の腐食・水素吸収挙動に対して顕著な影響があったという報告は少ないが、後述のように、複数の水化学管理条件との複合により、被覆管に影響を及ぼす可能性がある。

4. 貴金属注入の影響

貴金属注入では、Pt や Rh を錯体の形で炉水に注入し構造物表面へ析出させ、これらが水素電極として作用することで溶存水素による炉内環境の腐食電位(ECP)の低下効果を増大させる。より少ない水素注入量で ECP を

低下させることができ、主蒸気系での放射性¹⁶N を含むアンモニア(¹⁶NH₃)によるタービン系線量率の増大を回避できるため、近年、多くの BWR で適用されている。

実機データについては、GE 型式の BWR に関するものが多く、これまでのところ貴金属注入が直接的にジルコニウム合金の腐食・水素吸収挙動に悪影響を与えた事例は見当たらない。しかし、注入した貴金属の大部分が構造物ではなく、燃料被覆管の表面に析出する傾向が確認されている。このため、注入した貴金属がジルコニウム合金と直接金属接触(付着)した場合の合金への影響を避けるため、燃料棒表面に十分な皮膜が形成されたあとに注入する運用がなされる。

また、こうした触媒特性をもつ表面を形成することから、後述の Zn 注入同様に、複数の水化学管理条件との複合効果にも注意を払う必要がある。

V. 水化学管理と燃料破損に関する情報

本章では、比較的新しい水化学管理が行われた原子炉で発生した、実際の燃料破損事例を紹介する。これらは 2004 年の米国原子力学会国際会議(ANS 2004 International Meeting on LWR Fuel Performance)において報告されている。

まず、米国内の Browns Ferry 炉(BWR)における異常腐食による約 66 集合体の破損事例が報告された⁷⁾。これらの炉では、典型的な貴金属注入と比較的高濃度の Zn 注入の水化学管理が採用されていた。照射後試験(PIE)や製造時品質の再確認などが行われた結果から、被覆管に付着したクラッド中の Fe 濃度が高いことが明らかになった。最終的には原因不明とされたものの、当該集合体の燃料被覆管がなんらかの加速腐食環境にさらされたと推定された。

同会議では River Bend 炉(BWR)で初装荷の低燃焼度燃料集合体 7 体が破損した事例も報告された⁸⁾。こちらは Zn 注入と水素注入が行われており、炉水中の Fe・Cu 濃度も比較的高い状態にあった。破損燃料の被覆管には大量のクラッドが付着しており、クラッドの異常付着による熱伝導性低下が被覆管の加速腐食を引き起こしたものと推定された。被覆管表層のクラッドを除去したところ、さらに強固なクラッドの層が被覆管に付着しているのが見つかった。クラッドの分析値からは、Cu や Zn が検出された。

さらに、貴金属注入と燃料へのクラッド付着に関する詳細な報告も見られた⁹⁾。

同報告では、注入された Pt や Rh のうち、その大部分が燃料被覆管の表面に析出し、かつ高負荷低燃焼度の燃料表面へ再分布する傾向にあること、クラッドの成分は Fe や Zn の酸化物であるが、その組成中の Zn 濃度は炉水中の Zn 濃度や Fe 濃度の影響を大きく受けるこ

と、Pt や Rh は比較的容易に除去できるクラッド層に多く含まれていることなどが示された。この報告では、貴金属注入と Zn 注入量増の組合せが強固なクラッド付着を起こす可能性を示唆し、貴金属注入を行う炉で暫定的に Zn 注入量を制限する方針を示していた。

上記3件は BWR での事例であったが、PWR でもクラッド付着による破損事例が報告されており、水化学が燃料の健全性に大きな影響を与えることは明らかである。

こうした新しい水化学管理に伴う燃料被覆管へのクラッド付着に関しては、燃料被覆管の加速腐食のみならず、副次的効果として被ばく線量増加の可能性があり、今後も水化学が対処していかなければならない大きな問題である。

しかし、プラントごとに水化学管理の影響傾向が異なり、複数の水化学管理の組合せで問題が生じるなど、非常に複雑な状況となっており、その機構解明にはさらなる調査研究が必要である。

—参考文献—

- 1) T. Murai, ASTM STP 1354, p.623-640 (2000).
- 2) N. Ramasubramanian, ASTM STP 1423, p.222-244 (2002).
- 3) M. B. Elmoselhi, ASTM STP 1467, p.563-581 (2005).
- 4) 日本機械学会編, ジルコニウム合金ハンドブック, (1997).

- 5) E. Hillner, WAPD-TM-411, (1964).
- 6) F. Garzarolli, ASTM STP 1295, p.850-864 (1996).
- 7) T. A. Keys, "Fuel Corrosion Failures in the Browns Ferry Nuclear Plant", *Proc. ANS 2004 Int. Meeting on LWR Fuel Performance*, (2004).
- 8) E. J. Ruzauskas, "Fuel Failures During Cycle 11 at River Bend", *Proc. ANS 2004 Int. Meeting on LWR Fuel Performance*, (2004).
- 9) B. Cheng, "Effects of Noble Metal Chemical Application on Fuel Performance", *Proc. ANS 2004 Int. Meeting on LWR Fuel Performance*, (2004).

著者紹介

村井琢弥(むらい・たくや)



三菱マテリアル(株) 非鉄材料技術研究所
(関心分野)金属電気化学

磯部 毅(いそべ・たけし)



三菱マテリアル(株) 非鉄材料技術研究所
(関心分野)軽水炉用被覆管材料

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—
(8月7日 第2回編集幹事会)

【学会誌関係】

- ・「私の主張」欄への投稿の扱いについて検討。投稿原稿の採否の条件と基準としては、「投稿原稿の採否に関する判断基準 (HP 掲載の記事作成手順一覧⑱)」と「学会誌記事校閲の判断基準 (HP 掲載の同⑳)」の2つのステップで判定していることを確認した。
- ・学会誌の著作権の取扱いについて、著作権の譲渡同意書が必要な掲載欄については、著者より署名を求めることにした。
- ・記事執筆者の所属、氏名の記載方法について、「学会 HP

記事作成手順一覧⑱」の見直しを行い、修正版を HP に掲載することとした。

- ・連載講座「軽水炉プラント」および「高速炉の変遷と現状」の書籍化について検討した。
- ・学会誌の広告料収入の現状について報告があり、今後増収のための活動することとした。
- ・Web アンケート・システムについて項目追加等の改善を進めることとした。
- ・各編集グループから活動報告があり、今後の企画記事について議論した。

【論文誌関係】

- ・学会論文賞への編集委員会からの推薦に関して検討し、3論文を推薦することとした。なお、別の1論文に関しては、他の賞への推薦を勧誘する。
- ・学術雑誌出版社である Taylor&Francis 社から、論文誌出版に関して提案があるようなので、話を聞くこととした。
- ・推薦のあった1名を編集委員として追加することが認められた。
- ・論文誌幹事会への参加委員を少し増やすことを検討する。

編集委員会連絡先 hensyu@aesj.or.jp

談話室

速い中性子による対称核分裂(その2) 原爆研究とサイクロトロン

仁科記念財団 中根 良平

セグレの追試と対称核分裂の確認

「セグレが盛んに(大サイクロトロン)16ミリオンのDをベリリウムに当て10グラムのウランを使って我々の結果をチェックしています。半減期3時間半の銀が得られ、パラジウムPd(17時間)から得られるのだらうと言っていました。トリウムで来週試みるそうです。シーボルクとリビーの要求により化学のセミナーで20分から30分間話すことになりました」(1940年9月7日)と、矢崎は仁科に報告している¹⁾。

セグレのこの追試によって始まった対称核分裂の確認は、後にセグレとシーボルクによって *Phys. Rev.*²⁾ に報告された。

核分裂収率を質量数で整理すると、遅い中性子、速い中性子のどちらの場合にも、M字状の分布になることは現在ではよく知られている。本稿で述べた対称核分裂はそのM字分布の真ん中の谷の部分(質量数で110~120近辺)にあたり、非対称核分裂は両端のピーク部分に相当する。速い中性子による核分裂では、遅い中性子の場合に比べて対称核分裂の割合が上昇し、M字の谷の部分が増著に浅くなり、その領域の核種の検出が容易になる。当時の欧米の核分裂研究は、核反応効率を高めるためにパラフィンなどで減速した中性子を使うのが主流であった。仁科らは速い中性子を減速せずにそのまま使用したため、対称核分裂を米国に先行して発見できたのである。

フェルミの激励

仁科が小サイクロトロンによって挙げたこれらの素晴らしい成果は、大サイクロトロンを用いたパークレイの科学者達により引き継がれ、確認された。そしてさらに大きく発展し、やがて原爆の研究、開発へと発展してゆくのである。例えばウラン²³⁷Uから生成する93番元素(原子量237)は、マンハッタン計画中に発見され、原子炉の中で大量に作られた。それは93番元素の中で半減期が最も長いので、単離して化学的性質を調べるのに適していたからである。これらはすべて戦後になって発表された。

矢崎はパークレイを去った後、ニューヨーク(コロンビア大)、プリンストン、ロチェスター、ボストンなどを歴訪し、いずれからも詳細な報告の手紙を仁科に送っている。しかし面白いのは訪問の主目的であるサイクロトロン建設に関して記したものは僅かで、ほとんどは速

い中性子による研究に関するものばかりであった。

例えばボーアとともに核分裂をするのはウラン²³⁵Uであると理論的解明をしたホイーラーをプリンストン大学に訪問した時、ホイーラーは「カドミウム115, 117, またパラジウム112を同定したのはうまい。いま potential barrier model と dynamic barrier model の2つの型のmodelで計算しているが、大体の傾向は君の結果から見ると dynamic のほうがよさそうだ」(1940年10月15日)と誉めている。また核分裂をするのはウラン²³⁵Uであることを実証したコロンビア大学のダニングは、ちょうど分解整備中のサイクロトロンを丁寧に見せてくれた後、「君は速い中性子をやってくれ、こちらはもっぱら遅い中性子だ」と言っている。さらにフェルミに紹介され、「速い中性子の研究は中々いいから、しっかりやってくれ」(1940年10月17日)と励まされて感激している¹⁾。

原爆研究の開始

そして矢崎は11月、大きな成果を上げて帰国する。しかし9月4日、最初にパークレイを訪れた時、クックセイがサイクロトロンの設計図の青写真を書くことを約束してくれたが、結局「差上げることは出来ませんでした。ある種の説明できない理由のため……」(1941年1月8日)との断り状が届いた。1940年度後半期の米国の大きな情勢変化をうかがわせた。

マクミランが米国ウラン委員会の要請を果たさぬまま、MITに去ったので、12月、改めてウラン委員会はローレンスにプルトニウム²³⁹Puをつくり、その核分裂特性を計測することを要請した。そして翌年から米国の原爆研究開発が大々的に発展するのである。

日本でも1940年4月、陸軍の航空技術研究所が原爆の可能性の調査をはじめている。そして帰国した矢崎は研究所で講演し、「米国はウランの輸出を禁止した。原子問題で何かやっていると考えるをえない」と述べた。翌1941年4月になって所長の安田武雄中将が理化学研究所長の大河内正敏に原爆研究を委託した。大河内はその軍命令を仁科と飯盛里安に伝え、飯盛は直ちにウラン鉱石処理工場の建設を開始した^{3~5)}。

大サイクロトロンの改造

仁科は「サイクロトロン建設は日本学術振興会の業務

であるが、陸軍航空技術研究所の委託研究にも利用されることになった」と述べ、資材供給を商工省に申請した¹⁾。そして1942年3月、ローレンスらの指摘を受けた部分をすべて改良した設計図を新しく書き直し、7月組立開始、43年2月組立完了、調整に入り、翌44年2月初めてビームを出すことに成功した。最近発見された建設日記には「二月十五日(火)午後、windowの外に白いbeamの出るのを認める。Dee voltageを上げると益々明るくなる」と記されている。そして核分裂反応の研究等が始まるのである⁶⁾。

「二号研究」

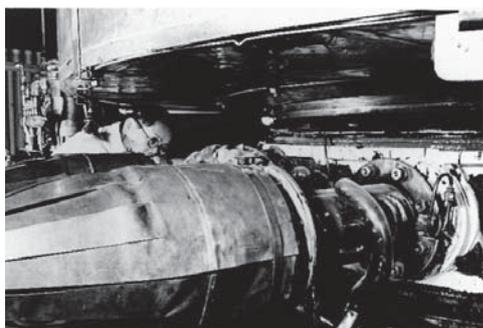
仁科は1942年の暮、SOS(うずまき型質量分析器)型電磁気分離法によるウラン濃縮を考えたが、いろいろな事情からその計画を放棄し、改めて10%、10 kgのウラン²³⁵Uで原爆が可能と計算して、10%ウラン²³⁵Uを濃縮するには熱拡散法が適当であると陸軍航空技術研究所に報告した。翌1943年5月、次のような3つのテーマからなる「二号研究」と称した原爆研究が陸軍航空本部の直轄研究(軍事機密)として開始された。

- (1) 大サイクロトンの建設と核分裂反応の研究
- (2) 熱拡散法によるウラン濃縮の研究
- (3) ウラン資源の探索

(1)と(2)は仁科が担当し、(3)は飯盛が担当した。大サイクロトンによる研究では、核分裂反応の物理的定数などが測定された。熱拡散法の研究では、UF₆の熱拡散を行うための熱拡散塔が建設された。ウランの資源の探索では、主として朝鮮で採取された鉱石の分析や、輸入された鉱石などから酸化ウランの製造が行われた。なお1944年2月、技術院の戦時研究実施計画に「二号研究」が「放射性元素に関する研究」と名称を換えて登録された¹⁾。しかし1945年4月13日の東京大空襲により小サイクロトンも熱拡散塔も、そして酸化ウラン製造工場もすべて焼失し、「二号研究」は何の成果も上げぬままに終了した^{1,4)}。

大サイクロトンの破壊

大サイクロトンは幸いにも4月13日の空襲にも無事



大サイクロトンと仁科芳雄
加速電極に高周波電圧をかける導電管と仁科



小サイクロトンと仁科芳雄
高周波系の調整をする仁科

であったので、終戦後、GHQは大サイクロトンによる生物学、医学の研究を許可した。しかし11月、マンハッタン計画司令部のブリット少佐がグローブス少将に承認されたとして、サイクロトンの破壊を米国陸軍省に要請したため、大サイクロトンは破壊され、東京湾に捨てられた。“野蛮で愚かな行為”という抗議が米国の科学界に澎湃として湧き上がったので、最後は陸軍長官が謝罪したが、後の祭りであった。

仁科は放射性同位体の炭素¹⁴Cと窒素¹⁵Nを大サイクロトンで作成し、生物学のトレーサ研究を行うつもりであったが、止むを得ず安定同位体の窒素¹⁵Nを分離し、動植物のトレーサ研究を行い、食料増産に貢献するとして農林省の委託研究をうけた。彼の死後、99.9% ¹⁵Nの分離に成功し、それは多くの大学や研究機関でトレーサ研究に利用された¹⁾。

戦争と基礎研究

仁科は戦時中も常々、「戦争が終わって蓋を開けたとき、日本の研究が遅れていたら恥だ。戦争中といえども基礎研究を進めるべきだ」と主張していたと朝永振一郎が証言している⁷⁾。長岡半太郎をはじめ日本の科学者は誰も戦争中に原爆ができるとは考えていなかった。仁科は「二号研究」を将来の核エネルギー利用のための基礎研究と捉えていた。とすれば彼に宛てた先述の矢崎の書簡を読むと、対称核分裂とウラン²³⁷Uの発見をローレンスやフェルミらに激賞されて高揚し、核物理の分野で世界のトップに伍して研究しているとの自負を持って、戦争が終わった時点でもそうありたいと願ったであろうことは十分に察せられるのである。(2009年3月19日記)

—参考文献—

- 1) 中根, 仁科雄, 仁科浩, 矢崎, 江沢編, 仁科芳雄往復書簡集, みすず書房, (2006).
- 2) E. Segre, G. T. Seaborg, *Phys. Rev.*, **59**, 212(1941).
- 3) 安田武雄, 原子力工業, **1**, 44(1955).
- 4) 「昭和史の天皇」4, 78(1968), 読売新聞.
- 5) Researcher, 研究と開発, **14**, 18(1970), PR企画社.
- 6) 仁科記念財団所蔵建設日記.
- 7) 「朝永振一郎著作集」, みすず書房, Vol.6, p.211(1982).

談話室

癒しとともに。主観と客観の間を 過去・いま・未来を生きるために

東京工業大学大学院理工学研究科
機械物理工学専攻

北岡 哲子

ストーリー

人は誰もが自分のストーリー(物語)をもって生きています。ストーリーは単なる記憶でも脳に蓄積された情報でもありません。取り出されるときに、無意識に再構築されるのがストーリーなのです。物語において過去の事実が何であったのかはあまり重要ではないのです。気づけば、自身の感情や価値観で様々な色に脚色された自分だけの真実、つまりストーリーが、自己の背後に積み上げられています。そして、折に触れ、そのストーリー中のあるページが心を支配し、場面場面の自己の感情を決めていく。今が過去をうみだし、ストーリーは常に今を生きているのかもしれませんが、同じことを体験しても、人の反応が全く同じにならないのは、感情や行動の元となっているストーリーが千差万別で同じものは一つもないからです。

もちろん私にもストーリーがあります。思いをはせると、イメージがモノクロからカラーに突然変わる瞬間があります。10数年前のある日、殺人被害者家族・殺人加害者家族の心理的サポートがしたい、という思いに強く駆られました。それをしなければ死ねないとまで思いました。あの日から、その所思だけで進んできたのです。

絆と切なさ癒し

殺人というテーマは非日常的に思われるようです。なぜそのようなテーマを選択したのかよく訊かれますが、身近に殺人を経験したわけでもありませんし、確固たる理由はないので答えに困ります。理由はストーリーに存在するものですが、自分では該当するページを見つけられないことも多々あります。だからこそ客観性を重んじる研究が必要になります。自分の眼では直接見えないものには誰も魅かれるから、他者のストーリーに興味を持ち問うのでしょうか。しかし、訊かれる側は、自分のストーリーをたとえ断片的であっても臆面もなく披露する勇気がない、分からない時は、もっともらしい後付けや美化した言葉に摩り替えてしまうものです。

肉眼では観察できない心の内面を研究対象としている私が、何より心掛けてことがあります。研究の核はインタビュー調査が成立することですが、被験者のストーリーに関わり踏み込もうとするとき、それが許されるかどうかはこちらの資質に委ねられています。真のス

トーリーテラーになってもらうためには、偽りのない真摯で謙虚な気持ちと態度なくしてはありえません。後に詳細を紹介させていただく研究テーマは『癒し』です。癒しは各人が胸に刻んできたストーリーと深い関係があります。モーツアルトに癒される人もいれば、忌野清志郎のロックに癒される人もいます。なぜなのでしょうか？

各人に寄り添いそのストーリーと一緒にゆっくりひも解くことが許されるなら、「癒し力」の源をつきとめられるかもしれません。ストーリーにまつわるこの“ひも解き”作業は、深い迷路を、幼子連れてさまよい歩くのに似ています。真摯で謙虚な気持ちと態度に加えて、膨大な時間が必要となるのです。

原子力、そして安全と安心

癒しの視点から、原子力のキーワードである安全と安心について考えてみましょう。安全は、科学・技術的な事実を根拠とし、さまざまな数字を人々に示し、安全性の証を示すことができます。一方、安心とは、数字で裏打ちされた事実を認識した上で、その人が安心と感じられるか否が鍵ですね。同じ事実を前に、安心と感じられる人と感じられない人がいるのは、知識の差の問題ではなく、個々人の持つストーリーがそうさせているのではないのでしょうか。そうならば、多くの人に共通な安心感というものは存在しないかも知れません。癒しと同様に、安心は人の心を健やかに保つのに有益です。しかし、その構造の解明はなかなか難しいようにみえます。

癒し工学とは

さて、癒しの社会的背景、由来などに触れながら、いよいよ『癒し工学』をご説明しましょう。

心の虚しさは情熱を殺ぎます。虚しさのもつ力は、社会のために自分の知識や技術を活かしたいと思う人々の志や、熱意までもかき消すほど強いものです。物質的に満足していても心が満たされない現代人の多くは、自分では埋められない空虚感に、知らず知らずのうちに心を侵食されています。空虚感が増幅すると、自己中心的な不満が恨みや怒りなどの危険な感情に姿を変え、いじめや暴力、無差別殺人、己にむけば自殺等様々な問題行動を引き起こす場合も少なくありません。少しでも好転さ

せるには、人々の怒り、不満、虚しさやつらさを和らげ、ある種の満足感をもたらす刺激が重要なのです。この刺激が「癒し」なのです。癒しは心にプラスに働き、危険な感情を平常心に素早く戻す作用をします。人々が癒されるならば、社会全体の癒しにもなると思うのです。

ところで「癒し」とは一体何なのでしょう。

感情なのか状態なのか、定義もはっきりしていない曖昧模糊としたこの「癒し」という言葉にさえ、人は安らぎをおぼえます。この言葉がこんなに社会に広まり認知されているのに、実は私たちは癒しに対する共通理解をまだ持っていません。「癒す」は古くからある仏教用語です。この「癒す」という動詞ではなく、「癒し」という名詞。広辞苑第五版には掲載されていないのです。日本で癒しという言葉が初めてマスメディアに登場したのは遠い昔ではありません。1988年11月、読売新聞に小林敬和記者の『癒し・心に根ざす病を解く』という記事が載りました。そこで紹介されたのが上田紀行氏(東工大准教授)が開催した「スリランカの悪魔祓いー癒しのコスモロジー」でした。スリランカの未開社会で病にかかり仲間から孤立した人々(恐らく分鬱の状態)は、悪魔に憑かれたとされ、呪術医の悪魔祓いを受ける。その結果、病が治り仲間の輪に戻れた状態を「癒された」と表現したのです。仲間が時間をかけてもとの社会の中に人を取り戻す行為を癒しと呼んだのです。いま、私たちはこの来歴からは想像もつかないほど、「癒し」をファジーに使っていませんか。

バブル崩壊後の日本。過剰なストレスや喪失感で疲弊した人々が癒しを求めました。1999年に「癒し」が流行語大賞を受賞した後、癒しブーム到来。今なお勢いは衰えず、多種多様の癒しグッズがヒット商品になっています。今や人にも物にも癒しを求め癒されている証でしょう。

心を扱う研究は、客観的な計測が困難で、科学的俎上に乗りにくく、長年にわたって謎を多く残してきました。特に癒しはそうです。そこで私は、「癒し・癒される」という言葉の使用例、心理学的知見、識者の見解などを検討し統合した上で、以下のように定義しました。

『癒しとは、満たされない心を独力で緩和したり、直したり、解放したりすることが不可能な人を、元の状態やより好ましい状態に戻ることを助ける刺激である』、そして、

『癒されるとは、心がより好ましい状態に戻るプロセスである』。

これに従えば、癒しという刺激は、人間関係はもちろんのこと、芸術作品・音楽・映画・本・ゲーム・おもちゃ・植物・香り・宗教・笑い、など様々なものにあります。心の琴線を震わす何か、つまり“癒し刺激”，を科学的に解明したい。そう思った時、まず世の中には古今東西隠れた叡智の次元に満ちている『芸術』があると気づ

きました。深く傷つき人生を捨てたいほど絶望の淵にあっても、ふと耳にした曲の1フレーズや目にした1枚の画がそれを一変させるほどの感動を引き起こす。芸術には人の心を奮い立たせる力がある。それこそが志や情熱の原点であり、まさに癒し刺激そのものでは。これを利用すれば心という無形な難物に起因した、現代を象徴する問題行動を解決する糸口になりえると考えました。

そこで、世界的に有名な芸術絵画の顔表情を癒しの要素抽出のサンプルとして採用し、視た者が癒されるのか癒されないのかという心理実験を行います。そうして、「癒される表情」が存在するかどうかを表情分析・認識・生成システムを用いて解明し、表情から癒しを測定できるようにしました。その結果、各人の癒される表情が明確にできるシステムを構築したのです。

こうして世界で初めて「癒し工学」を提唱しました。癒し工学では、個々人に適切な癒しの特徴を工学的に抽出分析し、癒しの構造的特徴を数量化します。そして社会の誰に対しても、最も確かな癒しの提供を追求します。芸術に限らず癒し刺激になる様々なアイテムを、人々が必要に応じて自由に獲得できれば、心の平安や平常心を保つ方法が確立できます。通り魔的殺人事件など社会を震撼させる事件の抑止の一助になると考えます。癒し工学は、教育、医療、カウンセリング、環境、社会に関係します。その特徴上、学際的な研究が基本です。工学、心理学、芸術、環境学、人類宗教学など多分野に広がる活動が不可欠です。分野を問わず、諸先輩方のアドバイスやご協力を頂きたいと切に願っています。

(2009年 5月12日 記)

—参考文献—

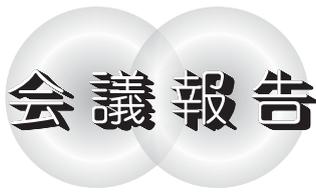
- 1) T. Kitaoka, L. Diago, S. Kitazaki, I. Hagiwara, S. Yamane, "Definition, Detection and Generation of Iyashi Expression", *J. Comput. Sci. Technol.*, 2[4], 413-422 (2008).
- 2) L. Diago, T. Kitaoka, I. Hagiwara, "Development of a System for Automatic Facial Expression Analysis", *J. Comput. Sci. Technol.*, 2[4], 401-412 (2008).
- 3) 北岡哲子, ルイス・ディアゴ, 萩原一郎, 北崎智之, "ファジー推論第Ⅱ類を用いた表情分析法の開発—ニューラルネットワークによる分析と比較して", 日本シミュレーション学会に投稿.

著者紹介

北岡哲子(きたおか・てつこ)



2004年7月以降、東京工業大学機械物理工学専攻研究員。異分野から工学の世界に。感情・表情・脳と癒し(刺激)が課題。癒し工学を提唱し、芸術、心理学、工学等の新学際研究に従事し、日本機械学会にて2008年12月に「癒し工学研究会」を設立。



原子力プラントの革新に関する国際会議

ICAPP'09 : 2009 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants

2009年5月10～14日(京王プラザホテル, 東京)

本会共催の標記会議が5月10日から14日にかけて東京、京王プラザホテルにて開催。参加者数は557名、発表論文は373編、従来の実績と比較しても遜色のない会議であった。各トラックリーダーの報告を誌面の関係で要約し、概要をお伝える。

Track 1 「軽水炉」では、新型軽水炉の状況、改良技術、低減速型軽水炉開発、小型軽水炉、建設工法、次世代軽水炉開発など幅広く議論され、発表者も、多国にわたり、原子力ルネッサンスが国際的であることを伺わせる。

Track 2 「高温ガス炉と水素製造」では、原子炉設計、熱交換器設計、炉特性、事故時の熱流動挙動、解析コードの検証、水素製造等の幅広い分野で活発な議論があった。全体的に見ても高温ガス炉の安全性に関する発表が多く、また熱の供給源として高温ガス炉への注目が着実に高まっている。**Track 3 「高速炉、超臨界圧水炉」**では、超臨界圧水炉、ナトリウム炉の設計の現状やそれを支える研究開発の詳しい発表が多数あり、活発な議論から、将来炉への高い関心を印象づけた。**Track 4 「運転経験と保全」**では、新潟県中越沖地震の発表を特別に1つのセッションとした。全体としては安全評価や安全文化の醸成、補修戦略などソフト的な技術に関するテーマが多かった。被ばく低減に関連する発表もあり、日本の被ばく低減に向けた活動の活発化が見える。**Track 5 「安全性評価と規制」**では、欧州各国による軽水炉のシビアアクシデント試験解析結果の検討状況の報告に加えて、重水炉のシビアアクシデント解析、最適評価コードをベースとした統計的安全評価手法の導入、日本から高速炉のリスク評価手法開発の現況及び線量評価に係る物質拡散モデル等について報告された。次世代型軽水炉の安全設計として、主に静的機能による安全設備の拡充及び設計ベースに関する検討等が報告された。**Track 6 「炉物理」**では、炉心計算法では、核計算コードユーザに直接興味もてる発表が大半を占めた。被覆粒子燃料の非均質性の扱いなど韓国が元気。ゼロ出力炉とオンパワーでの実験や解析も、100% MOX、超5%高濃縮など、目的のはっきりした発表が多く、また内容も充実していた。**Track 7 「伝熱流動解析と実験」**では、二相流などの伝熱流動に関する基盤的な研究から、計算流体力学に関する研究、および軽水炉、ガス炉、高速炉などを対象とした熱流動に関する応用的な研究まで、約50件の発表があり、いずれも積極的な質疑応答が行われた。また、第四世代炉開発の現状等についてIAEAから今後の研究の拡大が大いに期待できるとの報告が行われた。**Track 8**

「燃料サイクルと廃棄物」では、MOX燃料導入計画や更なる高燃焼度化に伴い必要とされる、MOX燃料の燃料製造プロセスや物性測定などの材料特性に関する報告、超高燃焼度を目標とした可燃性毒物を利用した超5%高濃縮燃料に関する報告への関心が高かった。また、LWRからFBRへの移行シナリオを核分裂物質の観点から検討された報告や、高速炉をTRU専燃高速炉や金属燃料高速炉とする提案なども行われた。**Track 9 「原子炉材料・構造」**では、既存炉の寿命延長のための規制整備、軽水炉の建設合理化、将来炉向け材料開発、中越沖地震クラスの大規模地震に対応した試験、解析手法開発、等々多岐にわたり、大変形構造解析に関連して、イタリアの若手研究者が理論的に厳密な扱いの必要性を強調するなど、突っ込んだディスカッションも行われた。また次世代原子炉用被覆管材料開発に関する10編のシリーズ発表(日本)、GEN-IV向け材料開発に関する発表(仏)等、着実な研究の進展が窺えた。**Track 10 「エネルギーと地域共生」**では、エネルギーセキュリティのモデル化研究、将来のCO₂削減のためのシナリオ研究の発表があり、原子力の可能性と限界について議論された。また、低線量放射線が生体に必ずしも悪い影響を及ぼさないとする研究、多目的小型原子炉システムの設計研究、およびプラグイン・ハイブリッド自動車(PHEV)の導入ポテンシャルとCO₂排出抑制効果の評価に関する研究の発表があった。**Track 11 「原子力推進・展開」**では、改良型軽水炉のIAEA技術評価構想、韓国の原子力推進政策、各国原子力推進政策の評論、TRISO燃料適用のPWR炉心概念、静的安全系FBR、欧米EPRの経緯と現状について、欧米日韓の各国より、幅広い分野の発表と活発な議論が行われた。**Track 12 「革新型炉・宇宙炉」**では、4件もの原子力電気推進に関する論文が日本から発表された。原子炉用MHD変換系の提案、地域のエネルギー供給源としての炉の提案、熔融塩炉における核データの不確定性の議論、中性子核変換半導体製造に関する発表等があった。**Track 13 「世界に原子力を広めるインフラ」**では、核燃料サイクル社会工学面、核燃料の国際管理、ユニークな学生たちの共同設計演習(PBL)の紹介の発表があった。ロス・アラモスで開発した資源・インフラ需要モデル、原子力産業の発展の歴史の分析から、規模拡大に限界があるのではないかという発表があった。

(北海道大学・島津洋一郎, 奈良林 直,

2009年 6月25日 記)



編集委員会 平成21年編集委員長あいさつ —50周年を経て—

京都大学 森山 裕文

学会と会員を結ぶ機関誌としての学会誌は、本学会設立当初から発行され、本年4月の第51巻第4号は50周年記念特集号となりました。また1964年創刊の英文論文誌は本年第46巻となり、2002年創刊の和文論文誌とともに、研究成果を世に送る機関誌として発行されています。これら機関誌の発行は、学会においても大きな事業の一つとして位置付けられておりますが、その実務は、学会誌・論文誌の各編集長をはじめとする編集委員会委員を中心に、多数の査読委員のご協力を得て、まさにボランティアに行われているところです。この機会に関係各位のご尽力、ご協力に改めて感謝と敬意を表したいと思います。

さて、50周年を経て、インターネットなどの情報システムが驚異的に発展し、さまざまな情報が溢れる中、原子力の分野においても質の高い適切な情報が求められ、学会誌や論文誌の役割はむしろますます重要になっていくと考えられます。読者に対しては、質の高い適切な情報をできる限り速く提供する必要がありますが、このためには、学会誌や論文誌の質の維持・向上に努めること、その体制を確保することが何よりも肝要です。その一環として、電子化・Web化を進めて審査・編集作業の迅速性を高め、英文論文誌においては国際化への対応を進めていますので、会員各位のご理解とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

副会長 辻蔵米蔵 理事 中安文雄

理事 野村茂雄 理事 服部俊幸

論文誌編集長あいさつ

論文誌は学会の知的財産

東京工業大学 矢野 豊彦

編集長を引き受けてかれこれ9年目になります。この間、和文論文誌の創設、審査の迅速化、論文種別と審査基準の改定、英文の全文素読校閲導入等、改革を鋭意進めてきました。その結果、英文・和文誌ともに投稿数の増加に結びつき、英文誌ではインパクトファクターが米国原子力学会発行誌と肩を並べるまでになりました。また、海外からの投稿が増加し、平成18～20年度には約30%を占めるまでになりました。今年度は、インターネットを全面的に取り入れた新しい論文投稿・審査システムへの切替えを予定しております。これにより、海外からの投稿がより増加することが期待されます。英文論文誌は代表的な国際誌として、また和文論文誌は研究者はもとより一般社会に開かれた研究論文誌として、質の高い論文を掲載・公表していくことが編集委員会に課せられた役割であり、原子力学会の誇るべき知的財産を築いていく道程であると認識しております。なお、投稿論文の審査は多数の会員にボランティアをお願いしております。真摯なご協力に感謝いたします。

学会誌編集長あいさつ

編集理念に基づく記事企画を編集委員の
チームワークで

エナジス 近藤 吉明

学会誌は、

- ・原子力・エネルギーに関する時宜を得た情報の提供
- ・将来を担う若い人材、学生、分野を異にする会員に読まれ役立つ情報の提供
- ・編集委員会による自主的な編集、運営

を編集理念としています。

現在の学会誌記事は8割以上が編集委員会の企画記事で構成されており、その評価は記事企画で決まります。学会誌の記事企画のほとんどは、編集経験数年以上の編集委員と学会誌諮問委員を合わせて10名足らずの委員の献身的な活動に依存しています。今年度は、編集委員会の業務分担グループ制度を生かし、メールの活用による多数の編集委員のチームワークで記事企画に取り組んで参ります。Web アンケート評価結果など、読者の皆様のご意見に率直に耳を傾けるとともに、その要望にどのように応えていくか真摯に検討し、質の高い適切な情報をできるだけ早く提供していきたいと思っております。会員各位のご理解とご協力をお願いいたします。

編集委員会委員一覧

学会誌編集長

近藤 吉明(エナジス)
 (副)白川 典幸(エネ総研)
 (副)佐田 務*(原子力機構)

論文誌編集長

矢野 豊彦(東工大)
 (副)橋本 憲吾(近畿大)

グループ主査

A 澤田 哲生(東工大) 7分野
 B 植田 伸幸(電中研)
 C 川島 正俊(東芝エンジ)
 D 高橋 知之(京大) 12分野
 E 北田 孝典(阪大)
 L 松浦 治明(東工大) 9分野
 M 執行 信寛(九大) 2分野
 N 川原 顕磨呂(熊本大) 6分野
 P 前畑 京介(九大) 2分野
 Q 小林 容子(テプシス)

編集顧問

(共)河出 清(名大名誉)
 (学)鈴木達治郎(東大)
 (論)森田 健治(名城大)
 (論)中島 健(京大)
 (論)林 洋(原子力機構)

学会誌専任

嶋田昭一郎(元三菱重工)
 関 泰(元原子力機構)
 根井 弘道(元東芝)

1分野 総論

入江 一友(東大)
 小野 清(原子力機構)
 田邊 朋行(電中研)
 八木 絵香(阪大)

2分野 放射線工学と加速器・ビーム科学

今野 力(原子力機構)
 執行 信寛(九大)
 原田 秀郎(原子力機構)
 原野 英樹(産総研)
 前畑 京介(九大)
 村田 勲(阪大)
 渡辺 賢一(名大)

3分野 炉物理

岩本 達也(GNF-J)
 高木 直行(東海大)
 長家 康展(原子力機構)
 卞 哲浩(京大炉)
 松本 英樹(三菱重工)
 山岡 光明(東芝)
 山本 俊弘(原子力機構)
 若林 利男(東北大)

4分野 原子炉計測制御、ヒューマン
マシンシステム

高橋 信(東北大)
 廣瀬 行徳(東芝)

5分野 遠隔操作, 原子炉機器

谷内 廣明(トランスニュークリア)

6分野 伝熱流動

岩城 智香子(東芝)
 江里 幸一郎(原子力機構)
 岡田 英俊(NUPEC)
 川原 顕磨呂(熊本大)
 工藤 義朗(GNF-J)
 宋 明良(神戸大)
 波津久 達也(海洋大)

7分野 原子炉運転管理, 原子力安全工学

安部 信明(東芝)
 石井 佳彦(日立)
 内山 軍蔵(原子力機構)
 笠原 文雄(JNES)
 澤田 哲生(東工大)
 高田 孝(阪大)
 西 義久(電中研)

8分野 原子力材料, 核燃料

鶴飼 重治(北大)
 太田 丈児(電中研)
 佐藤 修彰(東北大)
 芝 清之(原子力機構)
 藤森 治男(日立 GE ニュークリア・
 エナジー)
 山村 朝雄(東北大)

9分野 炉化学, 放射化学, 燃料再処理,
保障措置技術

市川 長佳(東芝)
 笹平 朗(日立)
 倉岡 悦周(東北大)
 駒 義和(原子力機構)
 藤井 俊行(京大)
 松浦 治明(東工大)
 松村 達郎(原子力機構)

10分野 放射性廃棄物の処理, 処分

稲垣 八穂広(九大)
 上田 真三(三菱マテリアル)
 長尾 誠也(北大)
 西 高志(日立)
 三倉 通孝(東芝)
 山口 徹治(原子力機構)

11分野 核融合工学

宇田 達彦(核融合研)
 河村 繕範(原子力機構)

12分野 保健物理と環境科学

木名瀬 栄(原子力機構)
 高橋 知之(京大)
 三浦 太一(KEK)
 森泉 純(名大)

学会誌諮問委員

石橋すおみ(東京電力)
 喜多 智彦(原産協会)
 小林 大和(資源エネルギー庁)
 佐田 務(原子力機構)
 原 昭吾(原子力安全・保安院)
 一杉 義美(日本原燃)
 矢野 眞理(JNES)

*印は諮問委員兼務



部会等運営委員会

部会等運営委員会委員長就任あいさつ 部会等が支える日本原子力学会の活動

北海道大学 佐藤 正知

部会等運営委員会は、年会、大会など、費用収益を伴う事業の推進、並びに部会、連絡会、専門委員会などの運営を担当しています。これらの活動は、編集委員会による学会誌・論文誌発行などと並んで、学会活動の基本であります。

年会・大会については、オンライン登録、CD-ROM予稿集発刊、若手会員のポスターセッション、Webによるプログラム編成の実施、年会・大会のウェルカムレセプションの創設などが進められてきました。一方、部会、連絡会、専門委員会等の運営については、その活動状況の報告・把握が始まったばかりであり、企画委員会と連

携をとりながらそのあり方を含めた議論が行われます。

現在、17部会、5連絡会が各分野の活動を担い、結果として、日本原子力学会の活動が活性化しています。その一方で、部会等が増えたことから、学会活動が細分化している面も否めません。専門分野別活動と、分野横断的な活動がバランスをとって展開できるように知恵を出すことが求められます。

本委員会は、多くの会員の皆様に直接的に関連した課題を扱っています。常に会員の皆様の目線に立って活動をしていく所存です。会員の皆様のご支援・ご協力をどうかよろしく願いたします。

副会長 工藤和彦 理事 中安文男
理事 小川順子 理事 服部俊幸

理事 寺井隆幸 理事 山内 澄
理事 森山裕丈



炉物理
岩崎智彦
東北大学



核融合工学
林 巧
日本原子力研究開発機構



核燃料
安部田貞昭
三菱商事(株)



バックエンド
山田憲和
三菱マテリアル(株)



ヒューマン・マシン・システム
五福明夫
岡山大学



熱流動
大川富雄
大阪大学



放射線工学
神野郁夫
京都大学



加速器・ビーム科学
古澤孝弘
大阪大学



社会・環境
三島 毅
(株)大林組



保健物理・環境科学
飯本武志
東京大学



核データ
中島 健
京都大学



材料
四籠樹男
東北大学



原子力発電
河村浩孝
電力中央研究所



再処理・リサイクル
深澤哲生
日立GEニュークリア・エナジー(株)



計算科学技術
笠原文雄
原子力安全基盤機構



水化学
渡辺義史
北海道電力(株)



原子力安全
澤田 隆
三菱重工(株)



海外情報連絡会
豊原尚実
(株)東芝



学生連絡会
嶋田和真
東京大学



原子力青年ネットワーク
連絡会
羽倉尚人
東京都市大学



シニアネットワーク
連絡会
石井正則
元 IHI



核不拡散・保障措置
・核セキュリティ連絡会
鈴木美寿
日本原子力研究開発機構

企画委員会

企画委員長あいさつ 行動する委員会として



小川徹委員長の後を受け、企画委員会を担当することになりました。1年間、担当理事として企画委員会に携わってきました。本委員会は日本原子力学会の理念・ビジョン・構想を検討し、学会のあるべき姿の企画・具体化を主たるミッションとしています。また、学会内の常設委員会や、部会、連絡会、専門委員会等に関する事項を審議することを任務としています。

学会の理念・ビジョンは「日本原子力学会の行動方針」として定めており、学会のホームページで公開しています。学会活動の企画・運営は、これら理念やビジョンを具体化するために行うものですが、実際の本委員会の運営・審議は、なかなかバラエティに富んでおります。本委員会では、外部から受託事業を受ける場合の各

日立GEニュークリア・エナジー(株) 小澤 通裕

種専門委員会の設置等、規程類の見直し・整理、他学会・機関からの依頼対応などの審議や、学会から社会への情報発信の一環として、万が一発生した異常事象の解説チームの設置など、学会の関係委員会と協調して対応を進めています。

本委員会は行動する信頼される組織として、他の委員会等との連携も図りながら、学会のあるべき姿にむけ活動をしていきたいと考えています。幸い本委員会の委員は、幅広い分野の学官産の専門家で構成されており、学会という公平、公正、透明な議論のできる場を活用して、その果すべき役割、会員活動の支援等を常に考えながら課題の解決を図って行きたいと考えています。

副会長 平山英夫 理事 小川順子 理事 石井慶造
理事 池本一郎 理事 黒田雄二 理事 森山裕丈



副委員長
小川 徹
日本原子力研究開発機構



委員
澤田 隆
三菱重工業(株)



委員
藤田玲子
(株)東芝



委員
大場恭子
金沢工業大学



委員
三原隆嗣
資源エネルギー庁



委員
関村直人
東京大学



委員
青山肇男
(株)日立製作所



委員
石寺孝充
日本原子力研究開発機構



委員
中塚 亨
日本原子力研究開発機構

より時空の広い内容をめざして

2008年度の Web アンケートのまとめ(2008年4月～2009年3月)

原子力学会では、多くの会員の皆様からご意見を伺うために、学会誌に対する Web アンケートを2006年4月から開始し、同年10月号より、毎月の集計結果を学会誌上で公開している。アンケート開始2年目の2007年度には、前年度のアンケート結果を参考に、さまざまな学会誌の改革を行い、2008年度は、原子力分野の代表的雑誌を目指した記事企画を行った。2008年度のアンケート結果から、これらの記事企画の成果の検証と今後の課題の抽出を行った。

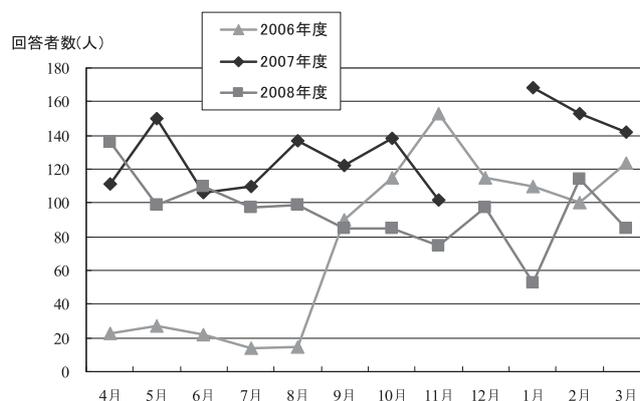
1. 2008年度の学会誌編集に関するトピックス

2006～2007年度の Web アンケート結果やその他の意見を基に、原子力分野の代表的雑誌を目指して、さまざまな記事企画を2008年度に実施した。学会誌編集に関するトピックスを挙げると、

- (1) 2007年度の Web アンケート調査より、「巻頭言」、「時論」、「解説」、「インタビュー」、「連載講座」、「ジャーナリストの視点」の評価が高いことが判明したので、これらの記事を中心とした記事企画に注力した。
 - (2) 「高速炉」(2008年5月号で終了/全10回)と「軽水炉」(2009年2月号で終了/全17回)に関する「連載講座」が終了し、新たに、「核融合炉」の連載講座を2008年8月号より、「軽水炉の水化学」の連載講座を2009年2月号から開始した。
 - (3) 新たに、シリーズ解説として「わが国の最先端研究開発」を開始した。
 - (4) 原子力学会の創立50周年に関連して、50周年記念企画記事を2008年9月～2009年3月まで、35件掲載した。
 - (5) 原稿の字数管理にテンプレートを適用し、記事種別別ページ数管理を徹底するとともに、編集作業の効率化を図った。
 - (6) 「編集後記」は、直接編集に携わっている編集委員・諮問委員が担当することにした。
 - (7) 学会誌包装ラップを、3色刷りから2色刷りに変更した。
 - (8) 学会誌のページ数管理を厳格化した。
- これらの記事企画の成果については、後ほど触れることとする。

2. 回答者数の3年間の推移

2006～2008年度の Web アンケートの回答者数の推移を第1図に示す。2006年度の後半と2007年度は、毎月の回答者数として3桁を確保することができたが、これは部会モニターの協力によるところが大きかった。部会モニターは、原則として、各部会より、10名ずつモニターを選出していただき、アンケートの回答を依頼した。



第1図 Web アンケート回答者数の推移

第1表 月別平均評価点

号	評価対象 記事数	評価(5点満点)			
		平均	内容	書き方	差
2008年4月	16	3.45	3.49	3.41	0.09
2008年5月	18	3.37	3.39	3.36	0.03
2008年6月	20	3.39	3.45	3.32	0.13
2008年7月	20	3.41	3.45	3.37	0.08
2008年8月	16	3.47	3.52	3.42	0.10
2008年9月	23	3.41	3.45	3.37	0.07
2008年10月	21	3.58	3.65	3.51	0.13
2008年11月	25	3.48	3.56	3.39	0.17
2008年12月	23	3.46	3.55	3.37	0.17
2009年1月	25	3.49	3.55	3.43	0.12
2009年2月	25	3.34	3.40	3.28	0.12
2009年3月	23	3.47	3.55	3.39	0.16
平均	255	3.44	3.50	3.39	0.12

部会モニターは3ヶ月交代で、5期お願いしたが、2008年度からは、部会モニター経験者への回答協力依頼に切り替えた。そのため、2008年度の回答者数は、2007年度より若干減少している。アンケートの精度を維持するためには、適切な母集団が必要であるので、回答者数の維持とフレッシュな意見の採用を目指して、2009年4月からは、この1年間の学会新規加入者にも、個別にメールで回答依頼を送っている。

3. 記事別評価点

Web アンケートでは、各記事について、「内容」と「書き方」に分けて、5点評価を実施しており、学会誌の企画・編集作業において、その結果を利用している。第1表は、2008年度の月別平均評価点を示したものである。

10月号の評価点が一番高くなっているが、10月号では、「時論」、「講演」、「談話室」、「書評」の評価点が特に高く、全体の点を引き上げたものと思われる。また、第2表に、2006～2008年度の平均評価点の比較を示す。2008年度は評価対象記事数がかなり増えているが、これは、50周年記念記事を企画したことにより、ページ数の少ない記事が従来より増加したためである。2008年度の評価点は、Webアンケートの結果を採り入れて学会誌の改革を実施した2007年度とほぼ同程度となっており、改革後の品質が維持されたといえる。

第3表には、2008年度の記事別の平均評価点の比較を示す。主な分析評価は、以下の通りである。

- (1) 記事別平均評価点を上位順に見ると、「ジャーナリストの視点」、「巻頭言」、「50周年解説」、「時論」、「講演」の順となっている。
- (2) 「ジャーナリストの視点」、「巻頭言」、「50周年解説」は「内容」、「書き方」とも評価点が高い。
- (3) このほか、「NEWS」、「談話室」や、50周年記念記事の「巻頭言アーカイブ」、「フリートーク」も特に評価点が高かった。
- (4) 2007年度に、平均評価点が3.68と高かった、連載講座は、3.39に下がっており、特に「書き方」の評価点が低くなっている。これは、非常に好評であった「高速炉」と「軽水炉」の連載(第4表)が終了したためであり、後続の連載講座の奮起を期待する。
- (5) 「部会便り」、「支部便り」、「会議報告」は評価点が低く、これは前年度までの傾向と同じである。これらの記事については今後、検討が必要である。
- (6) 解説、特集および連載講座といった専門性が高く、記述が詳細にわたる記事では、「内容」の評価点に比べ「書き方」の評価点が相対的に低い傾向が前年度に引き続き顕著である。一方、このような記事でも、執筆者の技量(文章表現、読みやすさ)が高い記事では、評価点が高い場合もあり、記事企画だけではなく、執筆者個人の力量も問われている。
- (7) 「内容」に比べ「書き方」の評価点が低めとなる傾向は、前年度と同一である。編集委員会では記事の読みやすさ、わかりやすさの追求を図ってきたが、さらなる不断の努力が必要である。
- (8) 「50周年記念企画記事」は、通常記事より評価点が高く、WGを作って注力してきた成果が実ったといえる。

4. 自由記入コメントと今後の課題

Webアンケートでは、読者の忌憚のないご意見を伺うために、「学会誌に対する要望」、「今後の掲載希望記事」、「編集委員会への要望」の3種類の自由記入欄を設けており、2008年度は合計で253件のコメントをいただ

第2表 平均評価点の年度比較

年度	評価対象 記事数	平均評価(5点満点)			
		平均	内容	書き方	差
2006年度	224	3.37	3.40	3.33	0.07
2007年度	196	3.41	3.48	3.35	0.13
2008年度	255	3.44	3.50	3.38	0.12

第3表 記事別の平均評価点(2008年度)

記事の種類	評価対象 記事数	平均評価(5点満点)			
		平均	内容	書き方	差
表紙	12	3.35	3.31	3.38	-0.07
巻頭言	12	3.69	3.69	3.69	0.00
時論	16	3.62	3.70	3.53	0.17
NEWS	12	3.58	3.67	3.48	0.19
Nuclear Newsを見て	4	3.35	3.44	3.25	0.19
解説	23	3.49	3.63	3.35	0.28
シリーズ解説	9	3.40	3.48	3.32	0.16
特集	2	3.45	3.67	3.22	0.45
連載講座	24	3.39	3.52	3.26	0.26
講演	3	3.62	3.75	3.49	0.26
インタビュー	1	3.52	3.55	3.48	0.07
報告	9	3.45	3.56	3.34	0.22
リレーエッセイ	6	3.31	3.22	3.40	-0.18
ジャーナリストの視点	11	3.73	3.79	3.67	0.12
会議報告	17	3.19	3.21	3.17	0.04
新刊紹介、書評	10	3.34	3.34	3.33	0.01
談話室	12	3.60	3.65	3.55	0.10
部会便り	2	3.10	3.09	3.10	-0.01
日米欧学生交流	2	3.34	3.31	3.37	-0.06
支部便り	4	3.20	3.18	3.22	-0.04
私の主張	4	3.39	3.51	3.27	0.24
WEBアンケート結果	13	3.32	3.32	3.31	0.01
その他	12	3.32	3.35	3.29	0.06
50周年 公募記事	7	3.42	3.48	3.36	0.12
50周年 タイムカプセル	10	3.36	3.37	3.34	0.03
50周年 巻頭言アーカイブ	4	3.55	3.64	3.45	0.19
50周年 シニアの自論	10	3.47	3.51	3.42	0.09
50周年 解説	2	3.66	3.78	3.54	0.24
50周年 フリートーク	2	3.56	3.70	3.41	0.29
平均	255	3.44	3.50	3.38	0.12
通常記事平均	220	3.42	3.48	3.37	0.11
50周年記事平均	35	3.50	3.58	3.42	0.16

(□ 上位5件)

第4表 好評であった連載講座の平均評価点

連載講座名	連載回数	平均評価(5点満点)			
		平均	内容	書き方	差
高速炉	10	3.61	3.76	3.46	0.30
軽水炉	17	3.63	3.74	3.51	0.23

いた。これらのコメントの傾向をまとめると以下のようになる。

- (1) 著名人やジャーナリスト、立地地域の住民など、学会外部からの意見を求める声が多い。
- (2) 読者は、現在の知識だけではなく、歴史的経緯や遺産、未来の設計図、国際的動向、社会との繋がり等、幅広い知識を求めている。
- (3) 社会の原子力への理解を得るためには何をすべきか等、いろいろな角度から真摯に考えている読者が多い。

これらの読者の要望に対して、学会誌がどのように答えていくか、大変難しい面もあるが、今後、編集委員会で地道に検討していきたい。

(担当編集委員 小林容子)

信頼獲得の説明改善が鍵

安全規制に関する問題点を直言した記事が好評

(6月号の Web アンケート結果)

「原子力学会誌」6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110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、各記事の内容および書き方について、それぞれ5段階で評価していただいています。6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	時論(1)	国民の信頼獲得には国民の健康と安全を守る基本姿勢を示すことが重要	4.09
2	巻頭言	クリーンエネルギーが開く未来	4.06
2	解説(4)	原子力と日本人の安全観	4.06
4	解説(1)	米国オバマ政権の核不拡散・原子力政策	3.94

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	時論(1)	国民の信頼獲得には国民の健康と安全を守る基本姿勢を示すことが重要	3.91
2	巻頭言	クリーンエネルギーが開く未来	3.84
2	解説(1)	米国オバマ政権の核不拡散・原子力政策	3.58
4	解説(4)	原子力と日本人の安全観	3.56

今月は、「内容」、「書き方」とも、同じ記事が上位4件に入っています。

2. 自由記入欄の代表的なコメント、要望等

- (1) 会議報告の掲載が開催時から遅れすぎている。3ヶ月以内を目指してほしい。
- (2) 「時論(1)」に関して、国民の味方であることを絶えず繰り返して発言し、また文書にも記載することの重要性を知らされた。
- (3) 「解説(1)」に関して、原子力の平和利用は核廃絶と表裏一体ではないだろうか。国民の理解を得て原子力の平和利用を推進する上でも、核廃絶の大きな視点から捉えてほしい。
- (4) 「解説(2)」100年にわたるエネルギー需給構造の変革シナリオに関して、日本人は目先のことだけに目がいくようだが、エネルギーはますます需要が増えるのであるから、このように100年くらい先を見ながら議論することが重要である。

3. 編集委員会からの回答

- (1) 上記(1)のコメントにつきましては、現在、会議報告の記事掲載までのプロセスの見直しを行なっております。賞味期限切れにならないように、努力したいと思います。

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。



③ もっとイージーに外へむかって



福井県小浜市 山岸 和恵

反対運動は無意味でした

うちのホテルの目と鼻の先に原子力発電所があります。小浜の隣町のおおい^{a)}町に立地された大飯発電所です。あの発電所はおおい町の中心から最も離れていて、実は小浜の方が近い。私にすれば、あれはNIMBY (Not in my back yard) どころか YIMFY (Yes, in my front yard) ですよ。なにかあれば被害を受けるのはむしろ小浜かもしれません。かつて小浜は反対運動がきつくて、何も知らない地元住民は、「あんなもの(原発)が来れば、爆発して地元は吹っ飛んでしまう」という反対派の言質に翻弄され、おびえました。電力の人たちの努力も虚しく、他には誰も推進派を助けてくれませんでした。小浜市の原発誘致は失敗しましたが、隣町の原発は今日と鼻の先にある。反対派は実に無意味なことをしたのです。

マリンミュージアム

私は鯖江(越前、嶺北地域)の生まれで、縁あってこの地に根を下ろしました。陸上の中距離で高校時代に県の記録を持っていました。夫はここ小浜の旅館の生まれで国体優勝経験のある陸上選手でした。そういう縁です。

小浜に来た昭和45年は、関西電力の用地買収の最中でした。大飯にくるのか、小浜の田烏(たがらす)に来るのか。小浜の反対運動には、他所から関係ない人たちがいっぱい乗り込んできました。方や私たち推進派は細々と勉強会を催していましたが、やがてそれもままならなくなりました。当時、私と仲間は、ある構想を持っていました。“Marine Museum(海洋博物館)”です。海洋生態系とエネルギー・放射線、そして小浜の特色ある環境、歴史、観光が多様に融合し、気づき学べる空間。電気の大消費地の都市からも来てみたくなるアメニティ空間を創りたい……そんな夢を語り合っていたのです。しかし、この夢は潰えました。その時から、きっといつかは取り戻したい、そう思い続けてきました。孫子のためにも。

わかさ会

若狭地域一帯は、かつて夏の一大保養地でした。海水浴です。海は綺麗で海産物は豊富。緑豊かな里山では農産物も豊富。そういう豊かな土地に旅館業が栄え、いま『わかさ会』という女将の集まりがあります。電力事業に関連して、いろんな方々に私たちの宿を利用していただいています。電力から見学や勉強の機会もいただいています。有り難いことです。ただ、私たちわかさ会は、そのような機会をもっと多種多様に拡げていき地元の足腰を強くしたい。選ばれた者だけではない、自ら疑問を持った人々が自由に訪れ、問題解決に取り組める場所と機会が必要です。

原子力の安全や放射線の素朴な疑問が、地元だからこ

^{a)}現在の町名は“おおい”。発電所の名称は“大飯”。誘致当時の町名は大飯町。

そたくさんあります。意外にも、原子力の理解は地元であまり進んでいません。例えば、原発の温排水に活きのいい魚介類がたくさんいますね。そんなことも「なぜなの？」ですが、誰もキチンと答えてくれない。そんなところへ、「ありゃあ放射能喰っているせいだ」といわれて、それは違うでしょうと思っても、ちゃんと反論できません。偉い先生の講演も良いのですが、お爺ちゃんお婆ちゃんそして子供たちの目線で問ひかけ、答えていただく機会がほしい。

私はあるとき、孫の学校のカリキュラムみて愕然としました。原子力の地元なのに、エネルギーについて学ぶ工夫がほとんどないのです。これでは地パワーはつきません。教育は大事で、地元で根付き地元を活性化させる。そんな人材を育てる大学がこの地にほしい。今の大学教育は都市への指向性が強過ぎます。

原子力の方たちって、空間的にも心理的にも原子力に閉じこもっていないで、もっとイージーに外に向かってほしい。私たちの悩みも知ってほしい。安全も技術問題と同時に、外の、つまり社会との関係の問題だと思のですよ。だからこそ、長い目でみれば、自由に問ひかけ学べる機会と空間がほしい。そこから、双方向の地域共生、そして持続的な地域振興が芽生えていくのでは。これ、経験に基づく女の直感です。だれか、この気持ちを真摯に受け止めて助けてくれないかなあ……率直な願いです。

予測できないこと

私は、越前(嶺北)に生まれ若狭(嶺南)に根付きましたので両方の地域性や心意気がよくわかります。小異はさておき、この福井の地そして日本で、未来を担う子供たちに何がしてやれるか、何が残せるかです。日本のエネルギー問題って、本当はとても深刻じゃあないですか。賛成か反対かという二元的問題ではとらえられないです。もっと現実を正視してキッチリ理解し、判断したい。

技術って、ある程度将来が予測できるから技術なのですよね。でも美浜の事故は起りましたね。社会の問題はもっと予測困難です。だからこそいろんな立場の人が集まって一緒に考えることが重要です。原子力学会の皆さんは、そういうところにもっと目を向けていただきたいと思います。(2009年 7月24日 記)

山岸和恵(やまぎし・かずえ)

小浜市白浜『ホテルアーバンポート』女将。若狭地域の旅館業女将の会『わかさ会』(<http://www.wakasa-kai.net/>)代表。あなたの思いでを預かる『おもいで銀行』を創始。家族は、長男夫婦、娘、そして孫が4人。小浜からOBAMAへの世界展開を身近な目線で画策中。

趣味：特定の趣味はなく、広く浅くなんでもトライ!

座右の銘：一期一会～いまのひと刻を大切に～

ジャーナリストの視点 Journalist's eyes

三つの感想

原子力 eye 編集長 中村 悦二

エネルギー・原子力分野の門外漢である身で、原子力 eye の編集に携わって3年余が経ちました。現在、感じていることを3つ述べさせていただきます。

まず、分かり易さの追求について、です。当初、PA (社会的な受容性) などという社会学用語に遭遇して面喰いました。慣れとは恐ろしいもので、今では私自身、PA などと口にすることがあるのですが、原子力の理解増進を広く図ろうとする際に、使う場所・状況を間違えると、高飛車な業界だな、と思われかねません。

原子力の専門用語は難解です。基本的な素養のない文系人間にとっては、その理解は難事業です。各地でエネルギー・原子力の理解活動を行っている女性グループの代表に活動の紹介記事を依頼したことがありました。その中で、ある方は、講座やシンポジウムを開催する側に一番欠けているのは聴衆側への配慮、とし、専門的な言葉を並べ難解な説明をされると参加者は睡魔との闘いを強いられる、と指摘しています。そして、分かり易い言葉で話せる講師ランキングの作成を提唱しています。

原子力に限らず、科学技術関係の専門家の話を聞いていて感じるのは、省略や譬えを上手に使って一般の方に理解させる技を磨いてほしいこと。本当に経済のことを理解しているエコノミストなどの譬えは的確で、「分からせる技」を感じることがあります。

原子力のことを広く理解してもらうには、タレントを使うのも一法なのでしょうが、求められているのは専門家による分からせる技を發揮した分かり易い説明です。「完璧主義」は学問の上では重要なのですが、庶民の世界では耳をふさがれる元となるようです。

人により得手不得手があり、話すのが苦手な方もいると思います。そこは、相互補完で願いたいものです。

また、「核燃料サイクル」、「原子燃料サイクル」といった用語の不統一が是正されることも必要でしょうし、一般向けに書く際には、学会の用語法や論文調を避け、学校で使われている常用漢字・送り仮名を使ってほしいものです。その努力から何か生まれてくるはずです。

次は、原子力界関係者の「攻撃性」に関して、です。マスコミに対する批判は根強いですし、現在評判の太陽光発電など新・再生可能エネルギーに対しても、原子力関係者は、供給の安定性の問題などを鋭く批判するのをよく耳にします。批判精神が旺盛なことは健全なことですが、そうした攻撃性の生み出す効果はいかなものなのでしょう。

マスコミの過ちに対し、目くじらを立てて「マスコ

ミは理解が足らん」というと、恨みを買います。マスコミ界との日頃の接触、付き合いがものをいう場合は多いものです。分かり易い形での日常的な情報提供はいざという時に役立ちます。

新・再生可能エネルギーにしても、世の中が温暖化防止で注目し、広い支持を得ているのですから、そうしたエネルギー源との共存を打ち出したほうが得策。「原子力は基幹電源として最上」とばかりいってはいは「唯我独尊」と映りかねません。

関係者の「攻撃性」は、長い冬の時代の所産なのかもしれませぬ。しかし、原子力が世界的に見直されている折、反対者がいるのは社会が健全な証拠、と構える余裕が欲しい気がします。

最後は、「もんじゅ」について、です。私は熱心な仏教徒ではありません。が、人工構造物に文殊の名を冠することに違和感を覚えます。9世紀前半に遣唐使の一員として大陸に渡り、苦難のすえ五台山に至った圓仁はさりげない形ですが、文殊師利菩薩の化現について触れています(『入唐求法巡礼行記』、深谷憲一訳、中公文庫)。ライシャワー大使はこの日記をマルコ・ポーロの『東方見聞録』を凌ぐ書、と評価していました。化現の真偽についての論議はさておくとしても、文殊、普賢といった菩薩は信仰の対象であり、日本文化の一角を占めるものです(ちなみに、現代語訳者の深谷氏は、日本経済新聞社の文化部長をされた方です)。

仏教界から、もんじゅ命名、に対し抗議があったと聞きます。もんじゅの再稼働に際し、改名を考えてはいかがでしょうか。マーケティングの世界では、改名で急に人気が出ることもあるといいます。事業主体の名は何回も変わっています。英断を持って改名に踏みきり、プロジェクト進展、社会の理解増進が図られることを期待するのも一考の価値あり、と思われるのですが一。
(2009年 7月13日 記)



中村 悦二(なかむら・えつじ)

原子力 eye 編集長

1971年、東京外国語大学ヒンディー科卒。日刊工業新聞社編集局ロサンゼルス支局長、東南アジア支局長(在シンガポール)、経済部部長職編集委員、総合事業局テクノ事業部長などを経て2003年7月退社。その後、国連世界食糧計画(WFP)日本事務所などを経て2006年4月より現職。著書に『マルチメディアが教育を変えるー米国情報産業の狙うもの』(共著、日刊工業新聞社刊)など。