ATOMOΣ 日本原子力学会誌 2015.5

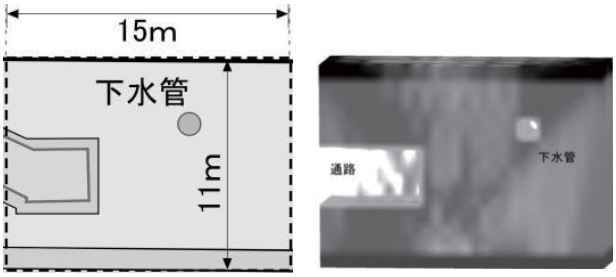
巻頭言

1 「審査と稼働の同時並行化」を原子力規制改革の柱に! 石川和男

解説シリーズ　ミューオン（1）

14 宇宙線ミューオンを利用した地盤や大型構造物の内部可視化技術

宇宙線ミューオンは，20 世紀後半に地盤や大型の構造物を対象に内部を可視化する技術として考案された。これまで火山内部の可視化などが実現している。本稿では地盤や大型構造物の可視化技術としての最近の成果を取り上げ解説する。 鈴木敬一



下水管や通路がある地下空間を３次元トモグラフィで探査した断面図の例

解説シリーズ　地層処分概念の変遷（1）

19 地層処分黎明期(1950 年代～ 1980 年代中頃)

高レベル放射性廃棄物の最終処分についてはなぜ地層処分が選ばれたのか。それはどのように具体化され，実施段階に入ろうとしているか。その経緯を３回に分けて紹介する。 増田純男，佐久間秀樹，梅木博之

連載　放射性廃棄物概論ー施設の運転および廃止措置により発生する放射性廃棄物の対策

50 第8回(最終回)将来展望

今回は放射性廃棄物の地層処分に焦点を合わせ，実施に向けた課題を整理する。また，福島原子力発電所事故に伴う廃棄物についての処分についての基本となる考え方について記述する。

大江俊昭，新堀雄一

時論

2 原子力の課題への挑戦

我が国がなすべきことはこれまで培ってきた原子力技術と事故の経験によって，世界の原子力安全の確保に貢献していくことだ。 田口　康

4 福島の理解自体の困難を乗り越えて

その背景には「敵・悲劇フレーム」と「量的把握の不可能化」がある。 開沼　博

6 IRED 2014 からのメッセージ

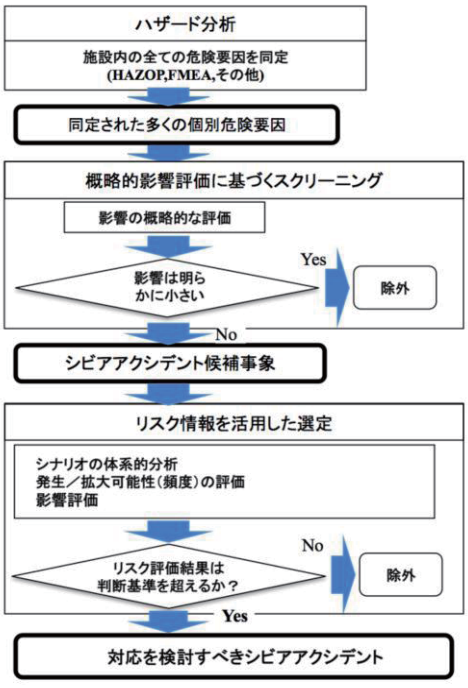
IRED は，再生可能や分散電源のエネルギーシステムへの統合に関する国際会議である。 荻本和彦

解説

25 核燃料サイクル施設における対応を検討すべきシビアアクシデントの選定方法と課題

再処理・リサイクル部会核燃料サイクル施設シビアアクシデント (SA) 研究 WG は，核燃料サイクル施設における内的及び外的事象に起因する事故 SA をとして選定する方法について議論し，その成果をまとめた。

再処理・リサイクル部会
核燃料サイクル施設シビアアクシデント研究 WG



解説

34　原子力における水素安全の課題と対策―原子力における水素安全対策高度化ハンドブック

福島第一原子力発電所事故では原子炉建屋で水素爆発が発生した。軽水炉の事故時水素をめぐる様々な事象の連鎖については異分野の専門家が共通の理解を持ち，共同でその知識を更新していくことが求められる。

小川　徹，中島　清，日野竜太郎

40　川内村における放射線健康リスクコミュニケーション―長崎大学・川内村復興推進拠点における活動を通して

放射線健康リスクコミュニケーションを行うにあたり，地元の行政機関と専門家とが連携を取り住民に対してきめ細かい対応をとっていくことが重要だ。

折田真紀子

「匠」たちの足跡

44　内部被ばく実験棟とプルトニウム内部被ばく研究　<一研究者の回想録>

放射線医学総合研究所では内部被ばく実験棟を建設し，プルトニウムの生物影響リスクを評価するための実験を行った。ここではその経緯と，そこから得られた成果を紹介する。

小木曽洋一

報告

56　ISCN-WINS 共催ワークショップ開催報告―核セキュリティと原子力安全のインターフェース

原子力安全と核セキュリティは密接に関係している事から，拮抗する事象の発生を抑制すると共に，双方の役割を尊重した対策を取る必要がある。

中村　陽

初期対応時を想定した演劇

8　NEWS

●「外から見た原子力学会」をテーマに
●1号機燃料は下部へ溶け落ちたと推定
●美浜など5基が廃炉に
●原子力委，基本的な考え方を取りまとめ
●高レベル廃棄物処分基本方針を改定へ
●規制委員会が5か年中期目標を決定
●ＩＡＥＡが福島第一をレビュー
●ＩＡＥＡ，日本の核セキュリティを評価
●原燃，ガラス固化流下性の向上を確認
●海外ニュース

会議報告

59　各国原子力分野の若手との議論で得た経験― 2014 年度世界原子力大学夏季研修に参加して　西内嗣浩

福島からの風

60　民間ボランティアの使命　吉田憲一

理事会だより

62　学会の経営健全化に向けた取り組み

33　From Editors
55　新刊紹介「生命科学の欲望と倫理」　木村逸郎
61　新刊紹介「プラズマ物理の基礎」　新谷吉郎
意見交換の広場「日本学術会議の「HLW 処分」について」　豊田正敏
63　会告　平成 27 年度新役員候補者投票のお願い
64　会告　平成 27・28 年度代議員の決定
65　会報　原子力関係会議案内，共催行事一覧，人事公募，新入会一覧，意見受付公告，英文論文誌（Vol.52,No.5）目次，主要会務，編集後記，編集関係者一覧
後付「第 47 回（平成 26 年度）日本原子力学会賞受賞概要」

学会誌に関するご意見・ご要望は，学会誌ホームページの「目安箱」（http://www.aesj.or.jp/publication/meyasu.html）にお寄せください。

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

「審査と稼働の同時並行化」を原子力規制改革の柱に！

巻頭言

NPO 法人社会保障経済研究所 代表
石川 和男（いしかわ・かずお）
1989 年東大工卒，通産省（現経済産業省）入省。
電力・ガス改革，産業保安，産業金融政策などに
従事。2007 年退官。

今の原子力規制運用における最大の隘路は，“40 年規制”と“バックフィット”。

まずバックフィット審査。これは本来，プラントを稼働させながら実施することが，諸外国の原子力規制や他の産業保安規制の運用とも整合する合理的な方法。だが規制委は，いわゆる“田中委員長私案”により，稼働させながらのバックフィット審査ではなく，停止した状態でのバックフィット審査に合格しないと再稼働は認めない，という運用ルールを決めてしまった。こんな重要ルールを法令ではなく私案で決めてしまうのは行政として甚だ不適格である。規制委は本当に行政機関なのか？それを黙認している政治やマスコミは一体何なのか？

次に 40 年規制。前政権時の法令変更により，“原則 40 年だが，規制委の認可で 1 回限り 20 年の運転延長が可能”とされた。この 40 年という数値に科学的根拠はない。この認可基準は，なんとバックフィット規制に係る基準と同じなのだ。40 年規制は長期運転原発の安全性確保に関するもので，バックフィット規制は原発を常に最新基準に適合させるためのもの。バックフィット規制の審査は再稼働までに行えばよいとしているのに対し，40 年期限を超えようとしている原発には 40 年期限までにバックフィット規制の完了を条件としている。これはおかしな話だ。

例えば，60 年までの運転が認可された原発で，60 年期限までに基準が見直されたら，その時点でバックフィット規制が適用される。バックフィット規制は原発の年齢に関わらず適用されるもの。40 年期限が迫る原発だけに適用されるものではない。他方で，こうした規制によって 40 年期限を迎えた原発の運転許可を失効させたとしても使用済燃料は存在しており，安全を保つ必要性は失効以前も失効以後も同じ。失効に至った原発では，使用済燃料の管理などに関してバックフィット規制が適用されるとしても，そのための設備投資を行うための資金調達能力はほぼ皆無だろう。

原発の安全を考える時，“停止＝稼働時より安全”でもなく，“稼働＝停止時より危険”でもないことをしっかりと認識しておく必要がある。原発の運営においては，安定的な発電によって安全投資のための資金を調達しなければならない。原発のライフサイクルがそういうものであることは，建設計画段階から了知されていることだ。

今，40 年以上の運転延長を目指している関西電力の高浜原発 1・2 号機と美浜 3 号機。ただでさえ“無期限”化しているバックフィット審査を，40 年規制と絡め，1 年程度で審査が終わらなかったら，それは事業者の対応が悪いからと事業者に責任を押し付けるのが現行のバックフィット審査の運用。これは適切な規制運用ではない。

規制委はバックフィット審査の途中で 40 年期限を迎えた原発についても，運転許可を失効させるのではなく，審査を継続するような規制改革を行うべきだ。その際，バックフィット規制の運用として，稼働（発電）しながらの審査の実施を積極的に容認していくことも必須である。40 年規制は原発を殺処分するためのルールではなく，原子力平和利用を適切に進めていくためのルール。「年間 3.7 兆円」，「1 日当たり 100 億円」を超える国富流出を一刻も早く止め，原発の安全投資へと振り向けていくための財源を確保すべきだ。それこそが『原発の正常化』に他ならないからだ。

（2015 年 3 月 5 日 記）

時論

原子力の課題への挑戦

田口　康（たぐち・やすし）
文部科学省大臣官房審議官（研究開発局担当）
1986年科学技術庁入庁。1996年在ロシア大使館一等書記官，2001年文部科学大臣秘書官事務取扱，2007年研究振興局研究環境・産業連携課長，2009年研究開発局原子力計画課長，2010年同環境エネルギー課長，2012年同開発企画課長，2014年大臣官房政策課長などを歴任し，2015年1月より現職。

私が，「原子力の岐路，私の岐路」というタイトルで2009年10月号の本誌本欄に寄稿させていただいてから5年半が経過した。当時は「原子力ルネサンス」という言葉が使われるほど原子力の有用性が認められ，地球温暖化ガス排出削減への貢献，原子力発電プラントの輸出，高速増殖炉実証炉建設計画の前倒しなど，原子力開発利用への機運がおそらく原子力の黎明期以来高まっていた。一方で将来に向けて解決すべき多くの課題もあり，人材確保をはじめ我が国の原子力技術の国際競争力を高めていくことが必要だった。東京電力福島第一原子力発電所（1F）事故以降，成すべきことは多様さと困難さを増しているが，今，これらに果敢に挑戦していくことが必要だと思う。

エネルギー安全保障や温暖化ガス排出削減など我が国にとっての原子力エネルギーの重要性・必要性は，多くの（大半ではないかも知れないが）国民に認識されていることと思う。だからこそ，あのような事故の後も政府はエネルギー基本計画において原子力を「重要なベースロード電源」として位置づけた。また，国際的には原子力発電が拡大していく中，我が国がなすべきことはこれまで培ってきた原子力技術と事故の経験によって，世界の原子力安全の確保に貢献していくことだと考えるし，多くの国々がそれを期待している。

そして原子力発電を行う限りは，使用済燃料を含む放射性廃棄物の処理・処分の問題を解決しなければならない。ここには，数々の，また研究から実際の処分まで様々な段階のチャレンジングな課題がある。まず実現すべきは六カ所の再処理施設の運転開始とそこから出てくる高レベル放射性廃棄物の処分地の選定であるが，中長期的には減容化・有害度低減のための高速炉やADS（加速器駆動システム）による核変換技術の開発がある。高速炉による消滅処理と核燃料サイクルの高度化の研究開発を本格化するためにもんじゅの再稼働を早く実現させなければならない。ADSは未だ基礎的研究段階であるが，我が国の加速器技術の優位性も活かすことができ科学的・技術的にも大変興味深い。また，高レベル放射性廃棄物処分では安全をより確かなものにするための技術開発や試験のみならず，処分地選定のための社会科学的アプローチが求められている。

さらに，エネルギー基本計画においては，高温ガス炉の研究開発を進めることが明記された。燃料電池自動車の市販開始等水素エネルギーの本格的な利用が視野に入り，また，固有安全性の高い中小型炉が国際的に注目されてきている中，高温ガス炉が見直されている。日本原子力研究開発機構（JAEA）は高温工学試験研究炉（HTTR）の開発・運転を通じて，950℃という世界一の熱取り出し能力を達成しており，これを次の段階に発展させることが重要である。まもなく「高温ガス炉産学官協議会」も設置されることとなっており，今後の展開に期待が持てる。

私は，かつて安全規制を担当していた頃から，原子力開発利用を規定するのは安全規制のあり方だと考えていた。しかしながら，霞ヶ関の省庁の中で規制業務は，政策の企画・立案業務などと比べてあまり高い地位を与えられず，政策的な決定事項を実現するための新たな基準等の作成を除き，主として既定の基準等に基づく確実な業務の実施のみが求められてきたのではないだろうか。原子力の安全確保のための規制は，国民からの信任を得て原子力開発利用を進めていくために最も重要であり，確実な安全規制業務の実施が求められる一方，新技術の適用や世界的な動向も見ながらその手法や安全確保の考え方を常に進化させて行くべきものであると思う。それがあって初めて事業者は新技術の導入や安全性向上のための研究開発等が可能となる。1F事故後の原子力規制委員会の設置や新規制基準の適用によって，私がかつて考えていたことが現実のものとなっているが，最新の科学的知見を合理的な規制に繋げていく安全規制の専門人材の育成と確保が最大の課題であると思う。

これら従来からの課題に加えて，1F事故そのものへ

の対応が我が国の最重要課題として残っている。

汚染水対策では，モニタリングと汚染物質の性状把握，流出対策，処理等を行うが，そこでは地質学や様々な核種除去プロセスのための化学等の知見や技術開発が必要となる。

廃炉作業は更に技術的難易度の高い多くの課題があり，人類の英知を結集して取り組むべき課題である。現在は，メルトダウンした1〜3号機の炉内状況の把握とそれに基づく技術戦略を構築中であるが，ロボット技術や高エネルギー物理学研究所（KEK）のミュオン測定装置を用いるなど，様々な分野での最新の知見を導入してデブリ取り出しを実現すべく研究開発やその成果の応用への取組が行われている。JAEA はこれを加速するため「廃炉国際共同研究センター」を設置し，東電，国内外の企業，大学，研究機関の共同の場とする計画である。研究開発が一定程度進んでデブリ取り出し作業が始まった後も作業中に生じ得る様々な課題を解決するため，作業現場と研究現場の連携が不可欠となるだろう。廃炉作業を通じて，他分野へのスピンアウトも可能な世界初の技術がいくつも出てくることが期待される。

サイト外では，避難区域の解除に向けた取組が被災地の復興のために必須である。除染作業や中間貯蔵施設の整備が続く一方で，福島県が「環境創造センター」を整備し，環境放射能のモニタリング，JAEA 及び国立環境研究所による除染や環境回復のための調査研究，モニタリング結果や研究成果の情報収集・発信，放射線や環境に関する教育・研修・交流が実施される。

また，原子力損害賠償法に基づき民法等の専門家から成る原子力損害賠償紛争審査会が示した指針に従い，東電はこれまで5兆円近い賠償金を被害者に支払っているが，原子力損害賠償紛争解決センター（ADR センター）が設置され，400 名以上の弁護士が被害者と東電の和解を仲介しており，これまで7万人近い被害者が ADR センターを利用し，事故から4年が経過した現在も毎月数百件の仲介申し立てがある。

以上のような我が国の原子力を取り巻く課題に取り組んでいくためには多種多様な人材が必要である。そして今，原子力人材の育成・確保が大きな課題とされている。原子力関係企業による合同就職説明会では，参加企業数及び参加者数ともに平成 23 年以降激減している。我が子が電力会社を含め原子力関係の仕事に就くことに反対する親も多いと聞く。原子力人材の不足の象徴としてよく大学の原子力工学科等の数や学生数を引用することがあるが，大学で何を専攻しても，原子力の仕事は幅広く必ずどこかでそれを活かせるだろう。決して基盤技術を空洞化させてはいけないが，より多種多様な人材を取り込んでいくことが重要であり，「原子力村」との批判を払拭するためにも，我が国全体，ひいては人類全体の問題として様々な人達を巻き込んで仕事を進めていくことが必要だと思う。その上で，これまで述べてきたような課題に対して興味と問題意識を持って積極的に取り組む人材の育成と確保をすることが必要である。どれも社会的・技術的な意義とやりがいのある仕事であり，自然科学あるいは社会科学としてもそれぞれの分野で新しい価値を創造し得る。しかも原子力エネルギーの利用に賛成か反対かは問題とならない課題も多い。日本弁護士連合会は，原発の再稼働反対と即時廃止の意見書を出しているが，被害者救済のための ADR センターの活動を支援している。

本稿を読んでくれている学生や若手研究者・技術者には，是非，何らかの形でこれらの課題に取り組んでくれることを望む。

私は，前回の「時論」を米国の初代原子力委員長リリエンソールの言葉を引用して次のような文章で結んだ。

―著書「岐路に立つ原子力」の中でリリエンソールは，「原子力とともに生きることが，きたるべき未来のすべての人類の“生”（あるいは“死”）の条件の一つである」と述べている。我々は，核軍縮や核不拡散と同時に，原子力というプロメテウスの火を安全に使いこなし，人類の持続的な発展を図るための道のりを着実に進まなければならない。原子力に携わる関係者が自信を持って，かつ，市民に対する謙虚な姿勢を忘れずに，我が国の原子力平和利用を進めていくことを確信している。私自身もその一員として努力を惜しまず職務を全うしたい。―

上記の思いは今でもまったく変わらないし，我が国の多くの原子力関係者も同じ思いを共有していると信じている。

（2015 年 3 月 17 日 記）

時論

福島の理解自体の困難を乗り越えて

開沼　博（かいぬま・ひろし）
福島大学うつくしまふくしま未来支援センター特任研究員
東京大学文学部卒。同大学院学際情報学府修士課程修了。現在，同博士課程在籍。専攻は社会学。経済産業省資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会原子力小委員会委員を務める。著書に『「フクシマ」論　原子力ムラはなぜ生まれたのか』（青土社）など。

2011年3月11日から今日まで，東日本大震災・福島第一原発事故の影響は続いている。ただ，多くの人が「福島の問題」の困難を認識しているが，その内実を具体的にどれだけ理解しているかはわからない。

「除染」「避難」「賠償」といった象徴的なイメージと結び付けられた福島像は氾濫するが，産業や雇用，医療・福祉，家族，教育等に対する3・11の影響や避難指示区域周辺に住む人の生活がいかなるものか具体的に把握している人は少ないのではないか。

本来ならば，時間の経過とともに論点が整理され，熱狂が落ち着く中で情緒的な議論が整理される可能性もあっただろう。だが，現実は逆に進んではいないか。つまり，論点は複雑化し，理解可能性が下がり，情緒的な議論が論理的な議論を圧倒する。一方では，「原発・放射線」でも「政府・東電」でもいいが「敵」を吊るし上げる議論が，他方では「かわいそう，いつまでも苦しみ続ける人々」を恣意的に切り取った形で「悲劇」を強調し続ける「いい話」が手を変え品を変え再生産され続ける。

当然，「敵」も「悲劇」も一定程度必要だ。「原発・放射線」「政府・東電」が何も咎められることなく免罪されるほど起こっている事態は甘いものではない。悲劇の共有も重要な営為だ。例えば，心的外傷を癒やし，未来への教訓を残す上で重要な意味を持つ。

しかし，あまりにも，物事の認識がこの「敵・悲劇フレーム」に陥るがゆえに私たちが本来捉えるものを捉えきれずに来た部分はあった。いま，私たちは福島の何を知り得ているのか。多くの人は「敵」と「悲劇」があるというメタ情報以上の何を知っているのだろうか。あるいは，本誌をご覧の方の中には，福島第一原発の状況や周辺の環境の状況について誰よりも詳しく知る専門家の方々も多くいるだろうがその上で，福島に生きる人々の暮らしの状況，産業のあり様，未来の描き方についてまで知り得ているのか。

「福島の問題」は時間の経過とともにより複雑になってきている。「福島の問題」の理解自体が困難になっていることを理解するべきだ。

理解自体が困難になってきている背景の一つには，いま述べた「敵・悲劇フレーム」があるだろう。もう一つは「量的把握の不可能化」がある。それぞれ説明する。

過剰な「敵・悲劇フレーム」が社会に固定化することは，社会学的には「モラル・パニック」と呼ばれる社会現象としてとらえられる。「モラル・パニック」は本来，社会で共有すべき認識が共有されない状態を生み出す。

「モラル・パニック」とは，人々が漠然と感じる社会不安・恐怖感の原因を，社会体制が根本的に抱える危機自体にではなく，ある特殊な集団・事象に求める現象のことを言う。わかりやすいのが「魔女狩り」と呼ばれる現象だ。貧困・疫病・政治的抑圧などによって高まる不安のはけ口が，でっち上げてでも作られた「敵」に向けられ，それを過剰に情緒を煽るような「悲劇」が支える。

その際，「モラル」が語られることがポイントだ。つまり，「我こそが正義の側に立っている」という前提のもとで，その吊し上げ合戦は正当化され，過激化する。ナチズムにせよレイシズムにせよ，「歌舞伎町浄化作戦」や「禁煙ファシズム」と呼ばれる，人によっては過剰だとみなす施策にせよ，背景には，古来人類が繰り返してきた，同構造の集合行動の要素が見える。

ただ，3・11以後のモラル・パニックがそれらと違う点もある。それは科学と統制システム，それら自体がモラル・パニックの対象となったことだ。すなわち，「原発・放射線」等の科学と「政府・東電」等の統制システム自体が「反モラル」「悪」とされた。

通常，モラル・パニックの中で「不安・不満の原因の全て」とされる対象について，例えば「その民族（or 宗教，文化，科学技術…）を蔑む理屈は合理性に照らして誤っている」と科学的に指摘する，あるいは，「その行動は政治的に正当性・正統性を持たない」と統制システムが指摘したり制度変更を模索したりすることでモラル・パニックの収束に向かう可能性が生まれる。しかし，その「歯止め」であるはずの「科学」や「統制システム」自体の信頼が失われている中ではモラル・パニックは落としどこ

ろを見失う。疑似科学や安易な体制批判が「合理的」「正当・正統」とされ続ける。

これは大雑把な議論ではあるが，「福島の問題」の理解を困難にする背景にたしかに存在する構造であろう。

もう一つは，それと直接的につながっている課題であるが，「量的把握の不可能化」がある。例えば，放射線に関するリスクの判断をする前提として，食品の基準値を他先進国と比較したり，空間線量を世界の高い地域と比較したり，成田－ニューヨーク間の飛行機往復時の被ばく量と比較したりする。こういった「モノサシ」の共有・啓発を進めようとすること自体が批判される，例えば「御用学者」というレッテル貼りの的となるような状況があった。いまも一定程度続いているだろう。

たしかに，初期対応にまずい部分もあった。例えば，福島に暮らす小さな子を持つ女性が，専門家の講演を聞きに行ったらタバコと放射線のリスク比較の話をされ「子どもがタバコ吸っているわけでもないのに何言っているんだ」と憤るのを聞いたことがある。科学者が悪気なく使った話だろうが，その女性の感覚もわかる。「安全だという答えありき」というメタ情報しか彼女は受け取っていなかった。そのようなことが積み重なる中で「リスク・コミュニケーション」と聞いただけで「安全神話の再生」と批判的に見る人もいる。

ただ，そんな「量的把握を可能にすることに抵抗する」社会的意識が強すぎた結果，量的把握のための「モノサシ」が共有されて来なかった状況もあるのではないか。調査をすると先に出したような最低限の知識を知らずに，漠然とした不安を語り続けるひとは多い。

また，4 年たつ中で福島での継続的な調査の中からわかってきた知識も知られていない。

例えば，福島県産米の全量全袋検査の結果，毎年 1,000 万袋ほどの中で基準値 100Bq/kg以上のものが限りなくゼロになり，20Bq/kg以上のものですらほとんど出なくなっていること。試験操業の対象となるような魚介類でも同様に放射線自体検出されないこと。ホールボディカウンターやガラスバッチを用いた大規模調査で，外部被ばくや内部被ばくの量は，野生のイノシシ・シカ・キノコ・山菜を食べ続けるようなことをせずに通常に暮らしていれば，ほとんどが検出限界値以下のものであること。これらについても，私は調査を進めているが，極めて現状理解が進んでいない状況は続いている。

3・11 後，人文・社会科学者の中には，あたかも自分たちが一方的な被害者であるかのように振る舞う者も少なからずいた。疑似科学を信じこみデマをばら撒いたり，「人々が立ち上がれば社会は変わる」などと無茶な根性論を繰り返したりしながらモラル・パニックに加担してきた。

あるいは，「現代は科学の問題を科学では解決できないトランスサイエンスの時代である」とか，「人々の知識の欠如を埋めれば科学技術の受け入れが進むという欠如モデルではダメだ」といった言い方をしながら科学における社会的合意の重要性を説く者もいた。その考え自体には全く合意する。たしかに，「トランスサイエンス」も「欠如モデル批判」も考え方として重要だし，科学において社会的合意もますます重視されるべきだ。しかし，それらが「量的把握の不可能化」に加担してきた側面もあるだろう。数値・データに基づいた最低限の科学的前提も共有していない，今後もしそうにない現状は，3・11 後の福島への認識についてトンデモサイエンスを生み出しても，それ以上の何かを生み出すことはないだろう。

これらの現状を踏まえ，乗り越えながら「福島の問題」を理解する前提を整えていかなければならない。原子炉や放射性物質に対応することも勿論重要だが，それだけではなく総体的に「福島の問題」を捉えていく必要がある。3・11 から 4 年にあわせて刊行する拙著『はじめての福島学』（イーストプレス社）は 3・11 後の福島について，人口，産業，雇用，家族，旧警戒区域などの現状をデータから読み解くものだが，これは，ここまで述べてきたような課題を乗り越えながら総体的な「福島の問題」を理解する前提をつくるための一つの試みだ。4 年経ったことで様々なデータが揃い，混乱も落ち着きが見えてきたからこそできる議論をしている。

山積する原子力に関する種々の課題を解決するためにも，「福島の問題」を多くの関係者が理解し，あるいは研究を深めることのメリットは小さくはないだろう。ぜひ多くの人に福島の問題に関わってもらいたい。

（2015 年 1 月 26 日 記）

時論

IRED2014 からのメッセージ

荻本 和彦（おぎもと・かずひこ）
東京大学 特任教授
東京大学工学部卒業。電源開発に入社し，直流送電，電力系統解析，技術戦略などに従事，2008 年より東京大学生産技術研究所エネルギー工学連携センター特任教授（現職）

IRED は，再生可能や分散電源のエネルギーシステムへの統合に関する国際会議である。2014 年 11 月の IRED2014 では，29 カ国から 349 名の参加者が，政府，産業，電力会社，研究機関の多様な分野の専門家がそれぞれの最新の動向を報告し，活発な議論が行われた。本稿では，この IRED2014 の概要とそこからの日本そして世界に対するメッセージについて述べる。

1. IRED2014

IRED（the International Conference on Integration of Renewable Energy and Distributed Energy Resources）は，2004 年ベルギーのブリュッセルでの第 1 回を皮切りに，米国ナパ，フランスのニース，米国アルバカーキ，前回の 2012 年ドイツのベルリンと，2 年毎に開催されてきた。第 6 回である IRED2014 は，初めてのアジア開催として，2014 年 11 月に，3 日間の本会議と 2 日間のサイドイベントによる日程で，紅葉の京都国際会議場で開催された。筆者は，会議議長としてこの会議に参加した。

IRED2014 では，アジアから 20 名，ヨーロッパから 15 名，北米から 14 名の，合計 17 カ国 49 名のハイレベル専門家による，再生可能エネルギーおよび分散型エネルギー資源とスマートグリッドに関する最新技術，市場と政策に関する招待講演と，一般論文のポスター発表が行われた。

招待講演では，ハイレベルの招待講演者と聴衆は，プレナリーと 6 つのセッションを通して，それぞれの経験と最新の情報を共有することができた。議論された内容は，導入のための政策とプログラム（Session 1），再生可能エネルギーと分散電源のより多くの連系のための標準（Session 2），大規模プロジェクトポートフォリオの成果報告（Session 3），送電・配電・需要の各層における技術，システム化，モデリング・シミュレーションの最新動向（Session 4），市場と規制の枠組み（Session 5），近未来の最終消費者のエネルギーマネジメントシステム（Session 6）であった。

また，本分野の国際的な活動に関するサイドイベントとしては，International Institute for Energy Systems Integration Workshop，ELECTRA IRP/EERA Smart Grids Workshop，ISGAN Smart Grid International Research Facilities Network （SIRFN） Technical Meeting，Microgrid Application to Infrastructure Resilience，U.S.–Japan Collaborative Smart Grid Project Workshop 2014 が行われた。

ポスター発表では，42 件の報告が行われ，会議の議論をより多くの視点から深堀りすることができた。 技術交流会では，それぞれのポスターの内容を 2 分間で述べるエレベータトークが行われ，参加者間の対話とネットワーク作りが促進された。ポスター発表では，3 つの優良賞と 2 つの若手エンジニア賞が与えられた。

IRED2014 の詳細なプログラム，講演資料等については，http://www.ired2014.org/index.html を参照されたい。

2. IRED2014 の背景

IRED が取り扱う分野は，いわゆるスマートグリッドと呼ばれる分野である。スマートグリッドという言葉は 2008 年頃，当時のオバマ新政権がリーマンショック後の景気低迷への対応策として，スマートグリッド分野への政策的な大規模な投資を発表し，日本を含めた各国がそれにほぼ追随したことで人口に膾炙するようになった。

当時，海外では，最大需要の増加に電力供給が不足（どちらかというと米国の状況），再生可能エネルギーの導入のために電力システムの何らかの対応が必要（どちらかというと欧州の状況）などの異なる理由で，スマートメータを始めとする技術に大きな期待が寄せられた。他方，日本では電力需給に大きな課題がなく，日本の電力システムはすでにスマートであるという冷めた見方も多かった。

その後，海外では風力発電や太陽光発電での大規模導入により，配電網や送電網の電圧，容量の問題にはじまり，最近ではそれらの出力の不確定で大きな変動による電力システム全体の需給調整の安定問題が顕在化してきた。ドイツや米国カリフォルニア州は，国内の報道でも理想的な再生可能エネルギーの導入事例として紹介され

ることが多かったが，変動する再生可能エネルギーの大量導入により，もはや再生可能エネルギーの「優先給電」といった運用における特別扱いは限界に達し，どのようにして出力抑制を行うことが適切なのかという議論が活発化している。

我が国では，東日本大震災と福島第一原子力発電所事故に端を発する電力需給の問題は，2014 年 4 月のエネルギー基本計画の改訂の後も本質的な解決には程遠い状況である。これに加え，再生可能エネルギー導入へのあまりに高い期待は，2012 年 7 月の固定価格買取制度において，国際的な相場に対しかなり高い買取価格を設定した結果，太陽光発電の大量の導入申し込み・実際の導入につながり，北海道や九州南部に代表される比較的地価の安いエリアへの大量導入が続いている。この状況において，日本は，出力が不確定に大きく変動する再生可能エネルギー発電の導入の課題の深刻さにおいて，世界有数の水準に達したといえる。

3. IRED2014 からのメッセージ

上述の背景のもと，IRED2014 からのメッセージは，「風力発電や太陽光発電のように，出力が不確定に大きく変動する再生可能エネルギー発電を大規模に活用するためには，現在そして将来のエネルギーシステムのすべての可能性を使ってシステムの『柔軟性』を向上することが必要」でありそのためには「新しいエネルギーシステムの形成には，技術ばかりではなく，制度や運用ルールの改善，ライフスタイルの変化も必要」ということである。

具体的には，Session 1 では従来議論されることの多い地域に加え，世界には，アジア，南米など様々な背景と課題に取り組みを行っている国・地域があること，Session 2 では，多数の分散システムを安全，安定，経済的に調整するための標準の重要性，Session 3 では大規模実証試験の最新報告が総括的に議論された。Session 4 では送電，配電，需要の各層について，個別の技術，システム化，モデリング・解析技術などが議論され，再生可能エネルギーの出力抑制(調整)，需要の調整，システム運用などによる課題解決の可能性が議論された。Session 5 では，卸電力市場や電力システム運用，規制の枠組みの実践と機能向上の可能性が議論され，Session 6 では電力システムの需給調整の切り札となる需要の能動化のうち，家庭などの分散エネルギーマネジメントシステムに焦点を当てた議論が行われた。

これらの議論を通して浮き彫りになったのは，2012 年の前回のベルリンでの IRED2012 の後の大きな状況変化として，「日本を含めた各国は，出力が不確定に大きく変動する再生可能エネルギー発電の導入の課題解決の必要性とチャンスを同じレベルで共有している」ことである。会議のある参加者は，現在の電気事業，電力市場のモデルでは解決が難しいこの状況を「溶ける電気事業・壊れる電力市場」と表現した。

標準化の議論に見られたように，教訓を共有しようとする特定のテーマに関する議論がある一方，それぞれの国や地域の実情に合わせた，地域特有の実態に沿った解決策が模索される状況もある。技術や市場の議論に見られるように，次世代のエネルギーシステムのための確実な価値を持つ多様な技術を我々は開発し，実用レベルに達しつつあるが，その技術を活用し収益化する市場設計，運用制度が不足している現実もある。

IRED2014 は，再生可能エネルギー発電の導入の世界共通の課題の深刻さと，その解決のための，技術的，制度的な必要性を示したといえる。

4. おわりに

IRED2014 の最大の価値は，日本がこれからエネルギーの分野で進む道について，アジアの東端から個別の専門家を訪問するなど限られた環境でしか得られない生きた情報を，各国の様々な分野のトップレベルの専門家による 5 日間の議論を通して目の当りにできたことである。

将来への大きな期待のみでは，社会インフラとしてのエネルギー・電力システムの進化に係る困難な課題を解決することはできない。特に，今般の課題の解決には，既存のエネルギー・電力システムの資産の最大活用と，社会インフラとして安定性，経済性，環境性そして安全性を兼ね備えた持続的なシステムの進化を，技術の開発・導入と制度の整備・改善と併せて計画的に進めることが重要と考えられる。

IRED2014 で得た知識を，今後の取り組みに活用できることを期待する。

(2015 年 1 月 29 日 記)