

巻頭言

1 原子力発電の社会的受容

藤沢久美

福島からの風

8 ならぬものはならぬ

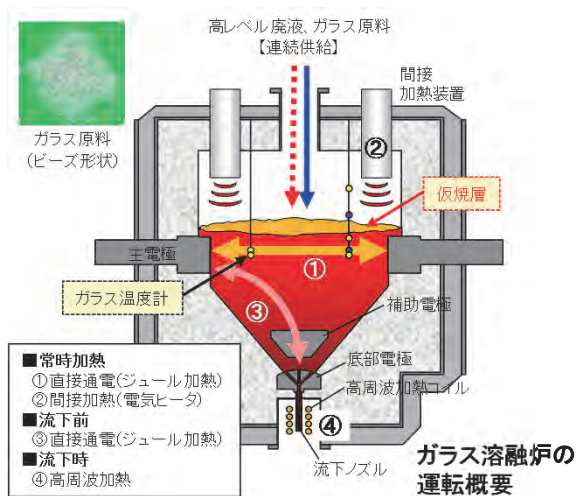
博多美保子

解説

15 六ヶ所再処理工場のガラス固化試験と 新型炉開発—核燃料サイクル施設における ガラス固化技術の確立への取組み

ガラス固化試験では数々のトラブルに遭遇したものの、2013年にはガラス溶融炉の安定運転試験、処理能力試験を完遂した。

大久保哲朗, 兼平憲男



解説シリーズ 地層処分サイト選定の取組状況 (1)

39 地質学的基準によるサイト選定 —ドイツ・スイス

両国では主に地質学的な基準などにに基づきサイトを絞り込む方式を採用しており、スイスではすでにサイトの具体的な絞り込みが開始されている。

徳島秀幸, 山本啓太

時論

2 自律化する科学技術—統合知を凌駕する部分的な知

科学技術は専門化し、細分化してきた。科学や社会のあるべき姿を内省する必要はないか。

佐田 務

4 国際原子力学会協議会 (INSC) と学会の関わり

INSC 議長を務めた経験をふまえ、INSC の理念や活動内容と今後の学会の関わりについて述べる。

二ノ方 壽

6 大飯判決と高浜仮処分決定に異議を申し立てる

高浜の仮処分決定は、国家のエネルギー安全保障という観点から見ると明らかに不合理である。

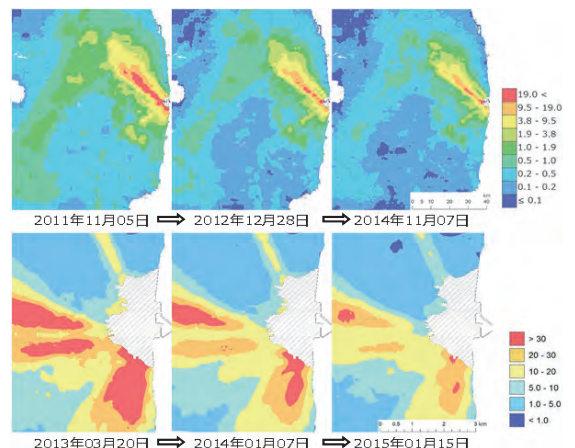
三橋貴明

解説シリーズ

21 環境回復の取組の概要と遠隔放射線モニタリング—原子力機構による環境回復の取組 (1)

原子力機構は、福島復興に向けて環境汚染への対処のため様々な活動を行ってきた。3回シリーズの第1回目となる今回は、同機構による活動概要と放射線分布を測定するための遠隔放射線モニタリング手法について解説する。

米谷雅之, 眞田幸尚



上は有人ヘリモニタリングによる発電所から約80km 圏内の線量率マップの時間変化, 下は無ヘリモニタリングによる発電所から約5km 圏内の線量率マップの時間変化

解説

27 除染等業務従事者等の被ばく線量登録管理制度的概要と被ばく線量状況

福島発電所事故によって汚染された地域における除染等作業の従事者を対象にした被ばく線量登録管理制度が発足した。この制度の概要と作業者の被ばく線量の状況を報告する。 宮部賢次郎, 他



31 世界的な賠償責任制度の構築を目指して「原子力損害の補完的な補償に関する条約(CSC)」の概要と締結の意義

日本政府は福島原発事故を踏まえて、CSCを締結した。その概要とわが国が加盟する意義、国内の対応について紹介する。 富野克彦

報告

44 福島各市町村は除染についてどう考えているのか？

“除染なくして復興なし”という福島復興政策は合理性や妥当性を失っており、その延長線上に、復興の姿を描くことはできない。 川崎興太

49 高レベル放射性廃棄物管理に関する最近の動向—2015IHLRWM会議の概要とNUMOセーフティケースの構築

太田久仁雄, 藤山哲雄

52 本能的に怖いと感じるものに対して—あなたはどのように説明しますか？

科学者は一般の人に説明する際に、誠実さと価値共感性を十分に示す必要がある。 久保 稔

57 国際舞台で研鑽を積んだ若手原子力人材—IAEAインターンシップ体験記

坂井悠介, 弘津嵩大, 本間雅之

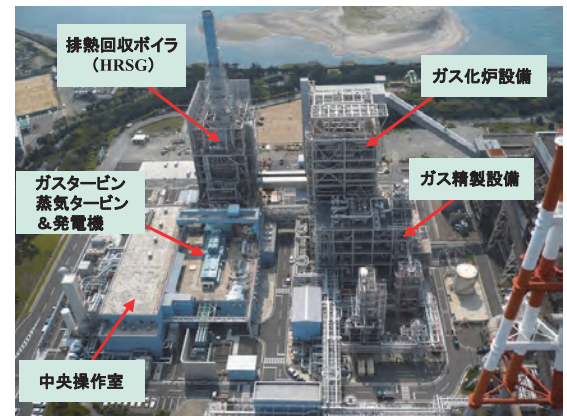
9 NEWS

- 上塚氏が原子力学会新会長に
- 高レベル廃棄物処分の全国シンポ始まる
- 原子力の自主的安全性向上で改善提言
- 規制委が原子力の安全文化で宣言案
- 海外ニュース

解説

34 石炭ガス化複合発電(IGCC)の最新事情と課題—エネルギーセキュリティ確保と地球温暖化対策の両立

石炭火力の役割が見直されつつある。高効率とCO₂排出量低減をめざした石炭ガス化複合発電(IGCC)技術の現状を解説する。 石橋喜孝



勿来IGCCの設備全景

理事会だより

61 学会 Web サイトの全面的リニューアル

59 新刊紹介「ドイツの脱原発がよくわかる本」

金子祥三

60 From Editors

62 会報 原子力関係会議案内, 寄贈本一覧, 新入会一覧, 英文論文誌 (Vol.52, No.7-8) 目次, 主要会務, 編集後記, 編集関係者一覧

学会誌に関するご意見・ご要望は、学会誌ホームページの「目安箱」(<https://ssl.aesj.net/publish/meyasubako>)にお寄せください。

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

原子力発電の社会的受容



シンクタンク・ソフィアバンク代表

藤沢 久美 (ふじさわ・くみ)

国内外の投資運用会社勤務を経て、日本初の投資信託評価会社を起業。シンクタンク・ソフィアバンクの設立に参画。現在、代表。文科省参与、政府各省の委員や理事、上場企業の社外取締役など兼務。「地方創生」の一翼を担う。

原子力発電を支持する方、反対する方、それぞれと対話をする機会を持ったことがある。総じて残る印象は、支持する方々はロジカルな方が多く、反対する方は感情的な人が多いということだ。反対の方々は、原子力発電は、危ない、不安、とにかくいやだとおっしゃる方が多い。しかし、これは異常なことではない。世の中はあらゆる分野で一部の専門家と知識を持たない大衆という構図で成り立っている。そして、大衆は、理屈では動かない。ノーベル賞受賞の行動経済学を紐解くまでもなく、それは誰もが実感していることだろう。

筆者は、2007年頃から2011年まで、原子力発電所、再処理施設、高速増殖炉、地下処分実験施設、研究機関、電力会社など、様々な原子力関連機関を訪問し、話を聞いた。その経験をもとに、原子力発電の社会的受容性について述べてみたい。

大衆が求めるのは、誠実さである。そして、ネットの時代と言える今、キーワードは、共感だ。発信した言葉が、どのような感情に響くかを意識しなくてはいけない。

たとえば、原子力施設の現場の些細なトラブルまで、すべて発表することで、広報担当者の中に後ろめたさという感情が日々、蓄積されているかもしれない。さらには、日々、各方面から届く原子力に対する批判に対応し、精神的にも疲れ、無力感を感じている担当者は少なくないだろう。そうした担当者から発せられる情報は、表面的には事務的かつ論理的であっても、大衆がその言葉の背景に感じるものは、別の感情である可能性は高い。

筆者は、技術者や作業者が、現実とその思いをもっと公に伝えるべきと考える。彼らには使命感がある。人は、真剣な人に感動し、共感する。原子力関係者の多くが、世の中が原発に対し理解してくれないと思っている。エネルギーの安定供給のために取り組んでいるのに、なぜ、わかってくれないのかという感情が強い。それが、世間と関係者との間に断絶を生んでいる。本来やるべきは、社会の受容性を議論する前に、当事者が社会、大衆を受容することではないだろうか。なぜ、理解してもらえないのか。そのことを、相手の感情を受け入れ、相手の立場で考えてみることで、何かが見えてくるのではないか。

筆者は、原子力発電所の従業員から、自ら地域の家を一軒ずつ回り、原発の説明をしているという話を聞いたことがある。彼らは、上司から指示されたことを語っているのではなく、自らの信念と誓いのようなものを語ってくれた。発電所近くに自らも家を持ち、家族を含む地域の人たちの命を預かっている覚悟があった。

原子力の置かれている状況を見ていると、かつての消費者金融と重なる。消費者金融は、サラ金と揶揄されて、最終的には法改正によって、ほぼすべてが廃業または大手金融グループに買収された。結果として、商店などの事業主は、つなぎ資金の確保などができなくなり、その多くが破綻した。消費者金融は、零細事業主の資金の安定供給元であったが、個人のサラ金地獄の話に政治が目を奪われ、その安定供給という役割を放棄することになった。彼らの多くが、世間は自分たちを認めてくれないという被害者意識が強く、自信をもって自らの仕事を語ることはなかった。

関係者は、今一度、プロとして原子力の使命を確認すると同時に、大衆の一人として感情を優先する人間の存在を確認してみてもどうだろうか。

(2015年5月22日記)



自律化する科学技術—統合知を凌駕する部分的な知



佐田 務 (さた・つとむ)

日本原子力研究開発機構に勤務，本誌編集長を兼ねる。専門は社会学。

技術が文明を呑みこんでしまった。(J・エリユール『技術社会』)

専門化し細分化する科学技術

近代科学は16世紀末に登場したガリレオによって黎明期を迎え、18世紀なかば以降になると、その進歩の速度を増してきた。その間、科学は進歩するために、各々の科学者が専門化することを必然的に要求した。

ところが科学者の専門化は、同時に科学の細分化をもたらした。その結果、19世紀には科学のごく特定の部門のみに精通した学者が増えてきた。科学はまさに文字通り、「科」ごとの「学」に分かれはじめたのである。さらに現代の科学技術は高度に専門化した結果、その最前線の状況は専門家でないとう理解しがたいものになっている。18世紀末に登場した百科全書派は、その全貌をとらえようと試みた最後の人たちだったかもしれない。

これは原子力も同様である。

原子力がエネルギーなどのさまざまな問題の解決にあたって相当程度、有効であることは間違いない事実だろう。けれども、そこでの専門家の多くは、自らが携わることごく限られた範囲の専門家でしかないことも、十分留意する必要がある。技術面はもとより、社会的側面を含めた原子力をめぐる状況の全貌について語るができる専門家は、この世にはいない。ましてや、科学技術全体についてはなおさらのことだ。

一方で、原子力やエネルギー問題の重要性が大きくなるにつれて、その政策決定は、この社会のありようや文明の行く末にまで関わりを持つようになる。だとすれば原子力に関わる専門家は、その影響力に見合う幅広い知見や俯瞰力と、卓越した倫理観や道徳性が必要になる。

とはいえ彼らの多くは、原子力やエネルギーのそれぞれの分野では専門性をもつが、俯瞰力や倫理観や道徳性の分野においてはふつうの人々でしかない。にもかかわらず原子力に関わる当事者たちは、自分の専門性という極めて部分的な才能と、個人というよりは多くの人々の努力の集積である業績とを背景に、その専門分野を超えたより広い範囲での影響力を行使することがある。

ここに一つの、落とし穴がある。

「他者から学ぶ」という謙虚さ

TMIやチェルノブイリの原発事故が起こった時に、日本国内では「わが国は安全性が高い炉型を採用しており、品質管理や運転管理が優れているため、このような大事故は起こらない」とする説明が数多くなされた。

しかし現実には、日本でも大事故が起きた。

福島原発事故前の日本の原子力関係者の中には、原発の安全性や品質について自分たちは高い水準にあるという特別意識、あるいは共同幻想のようなものが共有されていた。その意識が「他者から学ぶ」という謙虚さを失わせ、それが安全向上面に関する海外知見の反映の遅れや無視を招いた可能性がある。

さらに福島原発事故では、地震や津波をめぐるとの連携や協働の不十分さが、事故の遠因の一つとされた。

けれども、当事者が他者の声に耳をすまし、そこから学ぼうとする意欲がなければ、それらの知見が取り入れられ生かされることはない。事故前に、そうした意識が十分でなかったことは明らかだ。政府事故調は、関係者の役割が専門分野ごとに細分化し、個人の視野が狭くなっていることを指摘し(p.403)、学会事故調は、専門家が自ら狭い専門に閉じこもることで安全に見落としが生じたことを指摘した(p.356)。ものごとを俯瞰するためには、他者の声を聞く謙虚さと視界を広げようとする強靱な意思が必須である。

しかし、事故後の私たちは、そのことを本当に克服しているだろうか。

豊さと便利さの復讐

話を科学技術全般に戻す。現代の科学技術は部分的な専門人がもつ部分的な専門知識の成果が寄せ集められてきたにすぎないところが大きい。その結果としてこの世では、しばしば集積の誤謬をもたらす。

安くて良い品物の無条件の普及は、資源消費と環境破壊をもたらす。医療技術の進歩は人々の寿命を延ばし伝染病を撲滅することで福音をもたらしたが、同時に人口

の爆発的な増加を招き、地球規模でのストレスをもたらし問題の一因となっている。臓器移植や遺伝子治療の進歩は、私たちの個体や生命の再定義を否応なしに迫っている。

これらのことがらは、科学技術の一領域における問題の解決が、その解決と同時に別の領域での問題を生じさせる危険性を教えてくれる。統合知から抜け落ちた無知の部分がいささかのタイムラグを経て、〈負〉の力を静かに発揮する。その結果、「みんなが望んだことを行った結果、みんなが望まない結果がもたらされる」ことがある。地球環境問題は、その一つの例だ。

一方で科学技術は、私たちにとても洗練された形で、価値観の変容を迫っている。その代表が、高速や効率、正確だ。それらの要素はいつのまにか、私たちの人生の中でも重要な価値として君臨するようになってきた。

例えばJRは「のぞみ」や「リニア」へと高速化を進め、IT機器は情報処理能力の高速化と大容量化を驚異的なスピードで進めている。けれどもこうした技術製品の開発は、私たちの暮らしにどのような影響をもたらすかという検証がさまざまな角度から十分なされたいうえで、進められているわけではない。それは単に、技術と経済とが結びついただけの所産でしかない。

世の中は、私たちが何を望み、社会がどうあってほしいかという十分かつ真剣な検討がなされないままに、技術の所産物の集積体へと静かに、かつ着実に変容しつつある。その背後には、無限に膨張する人々の欲求を充足し触発することをめざす市場の姿が見える。

テレビや雑誌での広告は毎日、私たちに魅力的な言葉を投げかける。そのささやきに耳をすますと、自分が持っている携帯や服はみすばらしく見える。そのあげく、私たちはまだ使えるのに、耐用年数よりはるかに少ない年数でそれらを買ひ替え、ゴミを残す。

そこでの企業は、飽和状態にある市場でさらに自社商品の差別化を図るために、相応の研究開発費や広告費、そして設備投資を投入する。その結果、例えば国内のビール会社は今や、千種類を超す国産ビールを発売している。促成栽培を手がける農家は土の中にニクロム線を埋めて電気を通して、季節外れのタケノコを栽培する。

そして、私たちのそんな欲求のすべてを飲み込んだ形で、今のエネルギー需要の総体が立ちあがる。それを前提に、それを賄うために大型の原子力発電所や火力発電所の建設や運転が必要だとの論理が導かれる。

けれども、エネルギー需要の構造的な抑制を求めるような話は、「グローバルな競争」や「不況脱出」というかけ声のもとでは嘲笑されるか無視される。そんな話は反原発グループが時折、話題にする程度でしかない。今日の市場での生産活動は消費能力を上回り、それに伴う資源とエネルギーが消費され続けていることに、原子力関係

者や政府の担当者が思いを馳せることはほとんどない。

「社会を設計する学」の不在

近代社会は人々のさまざまな欲求に応えはじめた。私たちの生活は向上し、便利になり、快適になった。けれどもその欲求は際限なく進行し、地球環境問題をはじめとするさまざまな問題を引き起こし始めている。そして、これらのすべての過程に、科学技術という応援団が関わってきたのである。

その科学技術の全体がどのようなものか、それがどのような方向に向かっているかについて語るができる人は、この世にはいない。今の社会は、そのような統合知とはかけ離れた科学技術の成果に依存する程度が、ますます増大している。それは私たちに、何かしらの底知れぬ不安を予期させる。福島原発事故は、そのことを私たちに想起させる一つの契機ではなかったか。

社会全体の俯瞰、あるいは知の統合という試みがなされてこなかったわけではない。1999年の世界科学者会議は、「社会のための科学」という理念を高らかに掲げた。日本学術会議はこれを理念として取り入れるとともに、文理融合による「知の統合」を呼びかけ、近年には知の互換性と連携をめざすために、「知の統合プラットフォームの構築」を提唱した。さらには「あるものを探究」する認識科学と「あるべきものを探究」する設計科学の協働を訴えかけてきた。設計科学とは、これからの全体社会のデザインをめざす学にはかならない。

また、トランス・サイエンスやポスト・ノーマル・サイエンスなどの学が、科学の「あるべき姿」を模索し、今の科学知に限界があることを明示した。さらには「対話や協働」「多様性」「透明性」などのキーワードを提示するに至った。

けれども、学術会議やさまざまな学が提起する知の統合をめざす道筋は、今も方法論の試案的提示の段階にとどまっている。この取組を具体化するための明確な処方箋は、今も示されないままだ。

知の統合は、知を寄せ集めて社会の弱点やひずみを克服することが最終の目的ではない。社会のために学はどうあるべきか、どのような知が必要かを問いかける体系化とそれを具現化する創発性や意識変革こそが、めざすべき目標である。

だとするならば私たちはここで、個人個人がこの世のありようや、これからの世の中の望ましいデザインをめぐって、立ちどまって考えてみてはどうだろうか。知の統合というのは、そんな個人の自省から始まる可能性はないだろうか。ひょっとしたら私たちは、福島原発事故や地球環境問題よりもっとひどい、別のカタストロフィに向かっているかもしれないという懸念を払拭するためにも。

(2015年5月11日記)



国際原子力学会協議会 (INSC) と学会の関わり



二ノ方 壽 (にのかた・ひさし)

ミラノ工科大学 教授

東京大学大学院工学系研究科修了, 博士(工学)。前国際原子力学会協議会議長。

米国原子力学会熱流動部会長, 同理事および日本原子力学会理事歴任。米国原子力学会フェロー, 日本学術会議連繋会員, 東京工業大学名誉教授。2012年から現職。

1. はじめに

一つの学会でもできるが、多くの学会が集まればより効果的にできることが多々ある。例えば国連や国際原子力機関(IAEA)などの国際機関に提案する場合、学会がその国の政府に働きかける場合、提案が国際的に多くの学会の支持を得ていれば説得力を増す場合。また、国際的により多くの国に共有される普遍的な価値観、例えば職業倫理などの規定化等がそうであろう。

そこで、世界の原子力学会の間で進行中の協力、連絡および情報交換を促進するとともに、共同で行動を起こし必要ならば共同の代表を出して対処する目的で、1990年11月に設立されたのが、国際原子力学会協議会(International Nuclear Societies Council, 以下 INSC)で、国際原子力機関(IAEA)および国連環境計画(UNEP)が承認する NGO である。

筆者は2013年1月から2014年12月までの2年間、INSC 議長を務めた。その経験に基づき INSC の理念や活動内容を紹介し、今後の学会の関わりなどについて私見を述べる。なお INSC の設立と経緯は参考文献¹⁾に分かりやすく、全容についてはホームページの閲覧をお奨めする(<http://insc.ans.org/>)。

2. INSC とは何か

INSC の理念、活動の在り方を端的に示すものに世界綱領(Global Creed)がある。以下にその翻訳を紹介する(参考文献¹⁾から引用、一部修正)。

INSC 世界綱領

原子力の専門家は、以下を以てその職業の真摯性、名誉と尊厳を守り、そして高めるものとする。すなわち、

- ・原子力科学・技術の応用は人類への奉仕のためにあり、その秀逸で高い質を希求するべく学会および専門家の世界規模でのかかわりを増進させる
- ・原子力プロジェクトやプログラムを実施するには、公衆の健康と安全および環境保護をなお一層推進することとし、人類の福祉増進のために専門家の知識・技量の活用を促進させる

- ・原子力科学・技術平和利用と応用を強く推進する
- ・公衆に客観的かつ誠実な方法で、原子力科学・技術に関する事実を確実に伝える。

この世界綱領は年2回開催される定例の運営会議の冒頭で必ず朗読されるしきたりになっている。

INSC は設立以来、世界綱領と先に述べたような設立目的を含めたチャーター(定款と規則など)に基づき、全ての構成メンバーが共有すべき目的と達成目標を提示しつつ、原子力エネルギー利用技術の世界的拡がりにおける安全確保、平和利用、核不拡散の徹底について専門家の意見や提言をまとめた声明や意見書、調査検討報告書等を公表してきた。現在 37カ国・1地域の学協会が INSC に加盟、その学会員総数は8万人を超えられている。

INSC は世界を4地域とその他に分け議席を配分している。アジア・太平洋地域では、日本に2議席、豪州、中華台北、韓国が1議席ずつ。欧州地域は欧州原子力学会傘下の23カ国の学会に対し6議席。北米地域は米国4議席、カナダ2議席。中南米地域には6議席。その他イスラエル、パキスタン、インド、エジプト、タイに計5議席という次第。なお、全ての加盟国学会が一枚岩に結束しているわけではない。複数の学会がチャーターと世界綱領に署名を済ましていない。主に核不拡散推進に対する INSC の強い姿勢との不整合のためである。

最近の重要な活動成果として挙げられるのが、いかなる形でも核兵器の拡散につながらないように原子力技術の応用はなされるべきという鉄則の下、核不拡散制度が実効的であるための学会行動規範を定めた基本活動方針の表明である。実は、この基本方針は20年近くの議論を経てようやく陽の目を見たもので、2012年6月に合意。その後、機微な表現の修正や改訂を繰り返し、2014年3月にプレスリリースにこぎつけた。その翻訳は日本原子力学会のホームページに公開されている。

この他に宣言や報告・提案が数多くなされている。例えば、世界の「持続可能な発展を支えるための原子力科学・技術に関する宣言」や「原子力利用：次の50年のビ

ジョン」などである。これらの宣言や提言には、高速炉実用化による資源の有効活用や使用済み燃料のリサイクルと放射線利用を含み、気候変動、放射性物質による環境影響および経済的考察に関する合理的評価に基づいて、原子力はまさにエネルギーミックスの要で人類の福祉向上になくてはならないことを明確に示している。現在でも INSC の主張の柱として不変である。

INSC は加盟学会を代表して対外的活動を行う。IAEA 原子力安全条約への INSC からの意見の反映、G8 会議への働きかけ、また COP3(京都)や COP4 などから始まる世界気候変動枠組条約締約国会議への働きかけ、等がその例である。今年のコパ21 では、原子力エネルギーをクリーン開発メカニズムの対象に加えることを求め、日米仏をはじめとする世界中の原子力学会と INSC が一致して働きかける予定である。

3. 日本原子力学会の関わり

以下、INSC という世界に開かれた場で、福島第一原発事故を経験した日本だからこそできることは何か、考えてみたい。

学会は本来学問の発展の場である。日本原子力学会は、さらに社会との接点を重視し、国内向けに多くの声明文や見解を表明してきた。しかしながら、事故以降それらの表明の中身に対して、時折批判的な意見が寄せられるようになってきている。どうやら発信を求められた学会報告や見解が唯我独尊と取られたり、さらには学会が未だに利害関係から抜け出せないでいる組織として理解または事実誤認されたりした結果のように思われる。

専門家は、原子力は環境負荷が小さく、十分に安全で、安価で安定な電力を提供できるとして国民に説明または国民を説得しようとする。しかし社会はその説得を拒否し、原子力専門家とエネルギーミックスの議論を行う気持ちを持っていないように見える。結果として、専門家の知見が社会の意思決定に用いられないということほど我々原子力に携わってきた人間にとって、また日本国民にとってこれ以上不幸なことはない。原子力技術で以て人類の福祉増進に貢献するという INSC の理念は空念仏に終わるだけである。

こうしてみると日本には原子力専門家コミュニティが社会から疎外されている図式が浮き上がってくる。その「内」と「外」のギャップは海外から見ると理解し難いのだが、国内ではそのギャップを狭めようとする努力が確かに進行中である。学会が進めている福島特別プロジェクトや市民との情報交換など「内」から「外」へ出る地道な活動はその例である。しかしその努力があまり外国に伝わっていないのも事実であり、これは海の外つまり「海外」とのギャップといえるだろう。

こうした専門家と社会の関わりの問題は潜在的にどの国にも存在する。課題を INSC を通し世界で共有し、開

かれた場での議論を行って解決策を世に問うということは INSC の理念に十分適うものである。そして独善に陥らない国際的コンセンサスに基づく確信を国民に伝えることは大事なことである。

原発事故は何故起きたか、どう炉心溶融事故に進展したかを様々な側面から客観的且つ徹底的に解明していくことは日本のみでなく世界の原子力安全性の向上に繋がることは論を俟たない。日本の場合は逸早く規制基準の大幅なかさ上げに繋がった。この是非は別にしても、事故原因究明の過程で得られた知見、安全性に関して培われた考え方を開かれた国際社会に提示し、議論に耐えるものにするのが今問われているのではないだろうか。

卓近な例として、引き上げられた基準地震動を超える地震動に対する残留リスクの受け取り方の問題を INSC の組上に載せることも考えられる。一般的に設計基準事象を超える事象に対する対応も同様で、これも世界各国共通の課題である。リスクはゼロでない以上、想定被害を最小限にとどめる努力が求められる。社会は原子力以外のリスクについては受容できるが、原発に対してはこうした残留リスクも認めず絶対安全を求める傾向がある。一朝一夕にその傾向が変わるとは考え難い。INSC は、こうした問題や一般的な耐震安全に対する基本活動方針を議論して表明することに努力を惜しまない。

以上、これらの課題を熟議し、より持続可能で残留リスクを極小に抑え安定したエネルギーの在り方と将来を見越したビジョンを海外の原子力学会とともに INSC の場で追求することを提案したい。なお、本稿は「内」なる課題には触れるものではないが、「外」に向かう前に異分野の専門家間の議論や「内」での異論に対する真摯な取り組みなどがこれまで以上に重要になることであろう。

4. おわりに

外部の視点で批評されれば思考の深化が進む。国内だけでは分からなかったことが海外の目に曝され、改善が進む。批判されて進化するのはクルマやエレクトロニクス、製造技術だけではないだろう。日本原子力の立ち位置が見えるのは「内」から「外」、さらに「海の外」に出たときである。

日本の課題は他の国にも共通することが多い。共通の課題を同定し INSC を通して議論を深めることにより学会はさらなる国際貢献ができるし、INSC をこれまで以上に積極的に活用することは国際活動の場を拡げ、結果的に日本原子力学会のプレゼンスをより高めることに繋がることを読み取っていただければ幸いである。

(2015年4月15日記)

－ 参考文献 －

- 1) 堀雅夫, 国際原子力学会協議会とその役割, エネルギーレビュー, 1995.2, pp. 40-44.



大飯判決と高浜仮処分決定に異議を申し立てる

三橋 貴明 (みつはし・たかあき)



経世論研究所 所長

東京都立大学(現：首都大学東京)経済学部卒業。外資系IT企業、NEC、日本IBMなどを経て2008年に中小企業診断士として独立。三橋貴明診断士事務所(現：経世論研究所)を設立した。現在は経済評論家としても活躍中。

昨年、2014年5月、関西電力の大飯原発3号機、4号機の運転差し止めを求める判決において、「原子炉冷却や放射性物質の閉じ込めに欠陥があり、原発の運転で人格権が侵害される危険がある」と指摘し、運転再開をしないように命じる判決を下した福井地裁の樋口英明裁判長が、今年、15年4月14日、さらにとんでもない決定をした。運転を停止している関西電力高浜原子力発電所3号機、4号機の再稼働について、差し止めを命じる仮処分を決めてしまったのだ。

樋口英明裁判長は、「原子力規制委員会が策定した新規制基準は緩やかにすぎて合理性を欠き、適合しても安全性は確保されていない」

と、仮処分決定の理由について説明している。

原子力規制委員会の新規制基準が「緩やかにすぎて合理性を欠き」というならば、どのような基準にすれば「緩やかでなく合理的」だというのだろうか。筆者には、完全に「科学的」な話を、抽象用語をもってもっともらしい判決に仕立て上げているとしか思えない。

今回の仮処分決定が昨年の大飯原発の判決に比べて問題なのは、とりあえず関西電力が高浜原発を再稼働できないことが確定してしまったという点である。大飯原発の場合は、判決確定までは稼働できるわけだが、高浜原発は「再稼働不可能」になってしまった。

関西電力は執行停止を福井地裁に求め、さらに名古屋高裁(金沢支部)に抗告することになるだろうが、11月に予定されていた再稼働は、これではほぼ不可能になってしまった。

結果、関西電力は電気料金を再々値上げするか、もしくは債務超過という話になってしまう。債務超過になると、銀行融資等が受けられなくなり、発電所建設や送電網強化等も不可能になる。関西地区の「エネルギー安全保障」は崩壊してしまう。

というわけで、現実には再々値上げ以外には道がないように思えるが、それにしても今回の仮処分が問題だと思うのは、「樋口英明裁判長」

という一個人を「活用」し、反原発派が法律戦を仕掛け、勝利してしまったという点である。しかも、原発再稼働に「慎重」な原子力規制委員会が設定した「新規制基準」をも、樋口裁判長は完全否定してしまった。これでは、「法律戦」が全国の原発が存在する地裁に拡大しかねない。

実は、高浜原発の再稼働の差し止め仮処分申し立ては、14年11月に大津地方裁判所で、一度却下されたのだ。反原発派は、一度却下された仮処分申し立てについて、昨年5月に大飯原発運転差し止め判決を出した「樋口英明裁判長」がいる福井地裁において、あえて「再申し立て」を行ったわけである。

すでに、関西電力は電気料金の再値上げを決定しており、過去2年間で家庭が20%、企業は34%の負担増を強いられることになる。ここにさらに、高浜再稼働差し止めによる「再々値上げ」がのしかかってくるわけだ。

しかも、申立人は福井など4府県の住民9人でしかない。9人が仕掛けた法律戦に関西電力が破れ、関西地区の住民は電気料金の引き上げを強いられることになってしまった。

産経新聞が報じたところによると、関西電力は、「赤字回避には火力などの安全面を多少犠牲にするくらいしないと、うちは終わる」と、コメントしたとのことである。

終わるのは関西電力ではなく、関西地区のエネルギー安全保障だと思うわけだが、いずれにせよ「樋口英明裁判長」という一個人を利用した訴訟戦術、法律戦は、言葉を選ばずに書かせてもらえば、極めて悪質だ。

しかも、樋口裁判長は4月1日付で名古屋家裁に異動になっている。樋口裁判長は継続審理のため福井地裁の職務代行として、今回の仮処分決定を下した。引き継ぎが遅れているのを良いことに、樋口裁判長はいわば「駆け込み」で、日本のエネルギー安全保障を根本から揺るがす決定を下したことになる。

何しろ、高浜原発は現時点で安全対策が最も進んでいる原子力発電所である。これが「運転してはならない」という話になってしまうと、日本全国の原発は全て再稼働ができなくなってしまう。

司法の暴走、あるいは「樋口英明裁判長という一個人」の暴走としか思えない今回の仮処分決定は、国家全体のエネルギー安全保障という観点から見ると明らかに不合理で、さらに関西地区の人々を経済的に圧迫することになる。加えて、関電はメンテナンスコストを削減せざるを得ないであろうから、電力サービスの品質の面にも多大な悪影響を及ぼす。

そして、今回の「手法」「決定」が全国で活用されてしまうと、日本は国家全体のエネルギー安全保障が危機に瀕することになるわけだ。

すでにして、現在の日本はエネルギー安全保障が崩壊寸前の状況にある。改めて解説すると、エネルギー安全保障とは、電力をはじめとする我が国のエネルギー需要を、継続的に、安定的に、安価に満たすことを可能とする力と捉えてほしい。

エネルギー安全保障の肝は、何よりも「多様化」にある。震災前のわが国のエネルギー政策は「ベストミックス」を国是とし、原子力、火力、そして水力、太陽光、風力などの再生可能エネルギーなど、多様な電源を組み合わせる方針をとっていた。

また火力においては、石油、石炭、LNG(液化天然ガス)など燃料種の多様化を図り、調達先についても中東のように政治的に不安定な地域に偏ることのないよう努力が払われてきたのである。しかし、震災以降、全国の原子力発電所が停止した結果、バランスは大きく崩れ、現在、わが国の電力は、約9割を火力に依存している状況になっている。しかも、その大半を扱いにくいLNGで賄っているのだ。エネルギー安全保障の観点から、わが国の状況はいびつで脆弱なこと、この上なく、しかも異常としか表現できない状態が4年も続いている。この状況について、リアルな思考をせず、誰かが何とかしてくれるだろうと危機感を抱かない国民が多すぎる。

化石燃料のうち、最もコストが高いのは石油で、最も安いのは石炭だ。しかしながら、石炭はCO₂を大量に排出する。震災後、各電力会社が石油より安くクリーンなLNGへの依存度を高めていったのは当然だ。LNGの主な輸入先は、カタールをはじめとした中東諸国やマレーシアなどの東南アジア諸国、オーストラリアなどになる。日本のLNG基地には、毎日のように巨大なタンカー船が数珠つなぎになって入ってくる。中東や東南アジアと日本にまたがる長いシーレーンのどこかで有事が発生するようなことになれば、日本の電力供給がたちまち危機的状況に陥ることになる。

また、日本全国の原子力発電が停止した結果、代替として火力発電量が増加した。結果、LNGをはじめとする化石燃料費は昨年だけで3.7兆円も余計にかかり、こ

の4年の合計は12.7兆円にも上る。これだけの国富が、今後も海外に流出するようでは、喫緊の政治課題であるデフレ脱却などは夢物語だ。

デフレとは「総需要の不足」という現象である。総需要とは何かといえば、実はGDP(国内総生産)そのものになる。

国民は生産者として、モノやサービスという「付加価値(生産物)」を生産する。生産された付加価値に対し、誰かが消費もしくは投資として支出をすると、生産者に所得が生まれる。というわけで、所得創出のプロセスにおいて「生産」「支出」「所得」の3つの金額は必ず一致する。GDPとは「国内総生産」であるため、上記「生産」の合計である。とはいえ、生産、支出、所得は同一金額になるため、実はGDPとは国内の生産の合計であり、支出の合計であり、所得の合計でもあるのだ(これを「GDP三面等価の原則」と呼ぶ)。

さて、GDPを支出面、すなわち「需要面」で見ると、内需(国内の消費と投資)と外需(輸出から輸入を差し引いたもの)の2つに分解される。原発が再稼働しない場合、この「外需」という需要が縮小し、デフレ圧力となるのである。

なぜだろうか。もちろん、原発を再稼働しないために外国(特に中東)からの原油、LNGの購入が増え、わが国の貿易収支の赤字が拡大してしまうためだ。実は、国際収支上の「貿易収支+サービス収支」の合計こそが、GDPにおける「外需(厳密には純輸出と呼ぶ)」に該当するのである。

貿易赤字の拡大は、日本にとって「需要の削減」とイコールになる。つまりは、デフレ化圧力になるわけだ。

高浜原発に対する再稼働差し止め仮処分が、日本各地で伝播する事態になれば、わが国はエネルギー安全保障が決定的に壊れる。加えて、貿易赤字の拡大により、デフレ脱却が遠のき、さらに国民は電気料金の度重なる値上げに苦しめられる。特に、中小企業の中には電気料金引き上げによるコストアップに耐え切れず、倒産、廃業していくところが出てくるだろう。

デフレとは、国民の貧困化でもある。日本国民はデフレで貧困化する反対側で、電力会社の度重なる値上げに苦しめられることになるだろう。電気料金が上昇したところで、デフレ脱却という話にはならない。何しろ、電気料金上昇で我々が支払った費用の多くは、外国の産油国に流れてしまうのだ。

日本のエネルギー安全保障を危機に陥れ、国民を貧困化する可能性がある、今回の「司法の決定」には、一日本国民として心底から異議を申し立てたい。

(2015年4月20日記)

連載・福島からの風 第5回

“ならぬものはならぬ” ～ぶれない生き方を胆に銘じて～

歯科医師(田村市在住) 博多 美保子

1. わたしの病名

私の病名は「慢性外出性症候群」。

久しぶりに家中の戸を開け放ち天窓から降りそそぐ春の陽ざしの中、無防備に寝ほうけたのは、震災以来初めてである。娘が台所で洗い物をしている水の音を時折器がぶつかり合う音で目をさました。

庭には出狸々の葉が紅く風にゆらいでいる。今まで庭のけしきにも目をやるゆとりがなかったのかと、久しぶりにこち良さに浸った。

2. おめでたい性格

日常生活の中、マイナーな発想はしない。ちょっと落込んで、すぐに立ち直れる「おめでたい性格」であると自負していたが、原発事故後は深く落込み、私が私でなくなり、家族のすすめもあり、横浜に十日間避難した。4匹の犬の世話も友達に頼んで出かけたが、少し落ちついて、皆が福島で頑張っていることに気づき、福島と一緒に生きることを決意してからは、どうしたら元気で健康的に放射能と共に生きれるか、いろいろ情報を集めた。健康情報の発信源となり、役に立ってほしいと思った。

情報を集めるために、福島市、飯舘村、川俣町と線量計を持ち出向いた。農作地は住宅周辺に比べると、線量が低い。疲れていても、帰りは元気になっていた。なぜか考えた。低線量は体を元気にする？皆が頑張っている姿をみて元気を頂く？いろいろ考えたが――。

そこで気がついた。私の病名は「慢性外出性症候群」だった。事故後「うつ」ほくなっていたので、すっかり忘れていた。私の夫は内科医で13年前に他界したが、私がいただいた病名は「慢性外出性症候群」。とにかく3日と家にいられない。用を作って外出するのが、常でした。この病名はあまりにぴったりだったので、うれしくなっただれかれとなく話してしまいましたので、今では、隣近所、友達、従業員、家族にも定着して、友達には「今日は出かけるいな」、家族には「出かけて来たら」と後押しされる。ひょっとして、治療病名なんだと納得している私の病状を見て、確かな病名をつけてくれた夫に感謝している。

3. 悲しみに寄り添うということ

たくさんの人と出会った喜びには、数種のパターンしかないが、悲しみには、百人いれば百通りあり、相手の悲しみを理解するのは難しい。住み慣れたふるさとに帰れない苦しきは想像を絶する。お金で解決できる問題は

たやすいが、お金では絶対解決できない。同じ県民でも、いろいろ被害により温度差があり同じ気持ちになることは出来ないが、悲しみに寄り添うことは出来る。

話は変わるが、観光地で一番お土産を買う県民は福島県だと聞いたことがある。確かに餞別もあげないのに、親せき、隣近所、友達からおみやげを頂く連帯感がまだ残っている。県民性を考えると、自己主張が強くないのでけんかにならない。私には該当しないのですが…自分ががまんすれば争いにはならないと考えています。時々自分の考えを持っていないのではと、誤解を受けてしまうこともある。それに加えて「男尊女卑」の風習がまだに残っている。出しゃばらないで夫に従順な妻が『女性の鏡』みたいな…私のひがみかもしれませんが。大家族の家で育った夫は、目上の人が黒を白と言っても、反論出来ないことがあると言った。

意見の違いやギクシャクは相手が何を考えているか分かる大事なコミュニケーションである。対立や口論を恐れないで欲しい。いつまでもお人好しの県民で良いのだろうかと思う反面、穏やかな県民性が波風を立てずにじっと耐えていることを忘れないで欲しい。

4. ならぬものはならぬ

原発事故は、私達被害者が声を大にして事実を訴え続けていかなければならない。子孫のため、未来の日本のためにも。

そして何よりも、この生命体地球は人間だけのものではないことを忘れてはいけないと思う。浄化したり循環できる範囲の中で、動植物と共存していくことが、生命体の維持につながり、私達にも住み良い地球となるのではと思う。

「ならぬものはならぬ」ぶれない生き方を胆に銘じながら「慢性外出性症候群」とも仲良くむきあって生きたいと思う。

(2015年5月20日記)

著者紹介

博多美保子（はかた・みほこ）

田村市在住。神奈川県川崎市出身。神奈川歯科大学卒業後、地域医療にあたる。趣味は、詩吟、琵琶演奏、人の世話、そして農業。夢は、福島県が本当の意味の「福の島」になる事。自然、食べ物(野菜、果物、米)はもちろん、最も誇るべきは人材資源である。癒しのゾーンとして医療や病氣予防に活用する事。



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。

上塚氏が原子力学会新会長に

日本原子力学会は6月19日に総会を開き、新会長に上塚寛・日本原子力研究開発機構特別顧問を選任した。また副会長には東京大学の上坂充氏、エネルギー総合工学研究所の田中隆則氏、北海道大学の森冶嗣氏が就任した。

6月24日に開いた記者会見で上塚氏は「原子力学会は福島第一原子力発電所事故を、原子力の専門家集団として防げなかったことを真摯に受け止めて深く反省し、学会としてのあり方を根本的に問い直すとともに福島関連活動に取り組んできた。福島復興支援のための福島特別プロジェクトや廃炉検討委員会などの活動についてはこ

れからも、積極的に取り組んでいく。

また、国のエネルギー基本計画で2030年時点での電源構成として原子力の比率を20~22%と見込んだ案が公表されたが、世論調査の結果では今も、国民の間に原子力に対して厳しい見方がある。これらをふまえながら、学会では他の学協会の専門家との協働を図りつつ、環境の保全と社会の発展に寄与する調査研究活動については真摯に取り組んでいき、学術団体としての役割をきちんと果たしていきたい」と述べた。

(原子力学会編集委員会)

高レベル放射性廃棄物地層処分の全国シンポ始まる

高レベル放射性廃棄物の地層処分について考えるシンポジウムが5月23日、東京で開催された。新たな地層処分基本方針が22日に閣議決定されたことを受けて、処分地選定へとつなぐべく今回の東京開催を皮切りとして6月にかけて全国9都市で理解活動を展開するもの。

シンポジウムではまず、総合資源エネルギー調査会の放射性廃棄物ワーキンググループで委員長を務める増田寛也氏(野村総合研究所顧問)が基調講演に立ち、「日本の中長期的な将来課題」として、人口減少、財政・社会保障、エネルギーの問題を説いた上で、原子力発電の運転に伴って発生する高レベル放射性廃棄物の処分問題の議論に先鞭を付けた。その中で増田氏は、処分地選定が進まない中で、新たな地層処分基本方針で盛り込まれた「国による科学的有望地の提示」に関して、「地域で議論するきっかけとなるもの」との考えを示し、今後全国で開催されるシンポジウムでの有意義な議論に期待をかけた。

パネルディスカッションでは増田氏のほか、原子力発電環境整備機構理事長の近藤駿介氏、共同通信社元論説委員の谷口学氏、名古屋大学環境学研究科教授の吉田英

一氏が登壇。事前に受け付けた質問を元に討論が進められ、最も質問事項として多かった地層処分の安全性については、近藤氏が三浦半島で実施したボーリング調査で、埋設する深度となる地下300mに100万年前の海水が確認されたことについて触れ、国内に安定な地下環境が多く存在する可能性を述べた。また、吉田氏は、地質学の立場から、久慈の石油備蓄基地をエネルギー利用における地下立地の一例としてあげたほか、ガボンのオクロ天然原子炉跡に地層処分の可能性が発想されることなどを述べた。

日本学術会議は4月に、高レベル放射性廃棄物処分の暫定保管に関する提言を公表しているが、これについて増田氏は、「現世代での解決」を強調した上で、基本方針で述べている政策変更に伴う可逆性や将来世代の選択肢の担保などに触れ、ワーキンググループの議論と「広い意味では同じことを言っている」としている。

同シンポジウムは、高松、大阪、名古屋、広島、仙台、札幌、富山、福岡の順に、全国をカバーする形で開催される。

(資料提供：日本原子力産業協会、以下同じ)

総合エネ調 WG, 原子力の自主的安全性向上で改善提言

総合資源エネルギー調査会の専門家ワーキンググループは5月27日、原子力の自主的安全性向上に関する提言を取りまとめた。2014年5月に取りまとめた「原子力

の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言」を踏まえ、これまで1年間の取組を総点検し改善点を示すもの。

前回の提言を踏まえ、2014年10月に原子力リスク研

究センター(NRRC)が電力中央研究所に設置されたが、今回の提言では、「産業界として自主的に安全目標を設定していこうとする動き」として評価している。

またリスクコミュニケーションについては、原子力災害対策重点区域が30km圏内に拡大され、社会的関心も

高まっていることから、原子力発電のリスクをどのような形の情報として発信していくか、外部ステークホルダーからのフィードバックを自らのリスクマネジメントにおける意思決定にどう活用するのか、についてさらに検討が必要だと指摘している。

規制委員会が原子力の安全文化で宣言案

原子力規制委員会の「原子力安全文化に関する宣言」が概ねまとまった。5月27日の定例会合で示された案文によると、「原子力の利用に当たって最も優先されるべきは安全である。これを認識し継続して実践することを安全文化といい、安全文化の醸成は原子力に携わるすべての者の務めである」とうたい、原子力規制庁職員も含め同委自らが率先して行動するための指針として、「安全の最優先」、「リスクの程度を考慮した意思決定」、「安全文化の浸透と維持向上」、「高度な専門性の保持と組織的な学習」、「コミュニケーションの充実」、「常に問いかける姿勢」、「厳格かつ慎重な判断と迅速な行動」、「核セ

キュリティとの調和」について述べている。

このうち「安全の最優先」では、福島第一原子力発電所事故の教訓に立ち、「100%の安全はない、重大な事故は起こり得るとの透徹した認識」のもとで、規制委員会が使命とする「人と環境を守る」ことを記述。「コミュニケーションの充実」では、安全確保は職場内の対話と活発な議論が基本でなければならないとしているほか、透明性を高め信頼を確保するために、積極的な情報公開に努め外部とのコミュニケーションも十分図るよう求めている。

海外ニュース (情報提供：日本原子力産業協会)

【国際】

世界 39 の原子力学会、原子力で地球温暖化防止をと宣言

「原子力発電プラントの進歩に関する国際会議(ICAPP)2015」が5月3日から4日間、フランスのニースで開催され、世界5大陸の36か国と3団体の原子力科学者5万人を代表して、39の原子力学会が「原子力によって気候変動に立ち向かう」と誓約する憲章に署名した。

同憲章は、原子力を気候変動に対抗できる低炭素エネルギーの一つとして認識させる世界的イニシアチブ「気候変動のための原子力(Nuclear for Climate)」の主要要素という位置付け。原子力関係のエンジニアや科学者達は昨年夏から、この草の根イニシアチブに乗り出していた。当初の参加者はフランス、欧州、および米国の原子力学会のみだったが、今や多くの組織の代表者や総裁が同イニシアチブに賛同。「我々は気候変動問題の解決に原子力が重要な役割を果たすと誇りを持って信じる」と宣言するに至っており、日本からは日本原子力学会の藤田玲子会長が署名した。

彼らは、「CO₂排出量を抑えつつエネルギー需要を満

たすため、世界各国が原子力を含めて利用可能な低炭素技術を最大限に活用する必要がある」と強調。年末にパリで開催される国連気候変動枠組条約・締約国会議(COP)で、原子力を新たな対策枠組の低炭素エネルギー・オプションの一つと認識し、その他の低炭素技術と同様、気候変動基金の対象に含めるよう訴えている。

IAEA レビューミッション、双方向コミュニケーションなど助言

福島第一原子力発電所の廃炉に関して、IAEAが4月までに実施したレビューミッションの最終報告書が5月14日、経済産業省に提出された。レビューミッションは、J. C. レンティッホ氏(IAEA 核燃料サイクル・廃棄物技術部長)率いる専門家チームが、福島第一廃止措置計画の実施状況について、関係者との意見交換や現地視察を通じ助言を行うもので、今回で第3回目となる。レビューチームは2月の来日時、暫定報告書を公表しているが、このほど取りまとめられた最終報告書は、雨水流入への対応や情報公開のあり方について4月に行った追加調査の結果を補足する格好となっている。

今回の報告書では、廃止措置の進捗を評価する一方、発電所内に現存し工程の進展に伴い増加する放射性廃棄

物の長期的管理を重要視し、この関連では計5項目の助言を示した。その一つとして、「ほとんどの汚染されたがれきが表面のみしか汚染しておらず、一定程度まで容易に除染しうる」ことから、廃棄物量を低減するためクリアランスの採用などを提案している。

汚染水管理については、処理システムの改良・拡張、改良型タンクの設置、地下水バイパスの運用、陸側遮水壁の建設など、IAEA チームによる評価を述べた上で、今後の信頼性向上に向けて、水の捕集、処理、貯蔵などの多様な活動は相互依存性が非常に高く複雑なことから、東京電力に対し、コンピューターツールを用いて陸側と海側の両方の汚染水管理を一括して理解できるシステムの構築を助言している。

また、情報公開については、これまでのコミュニケーション強化の努力を認めつつも、双方向の対話促進とともに、発信された情報をメディアや公衆がどのように理解しているかを徹底分析するなど、改善に努めるよう助言している。

G7 サミット宣言、「世界中で高水準の原子力安全」盛り込む

G7 サミット(ドイツ・エルマウ)が6月8日、首脳宣言を発売し2日間の日程を終えた。日本からは安倍晋三首相が出席し、ドイツ、イタリア、カナダ、フランス、米国、英国、EUの首脳陣に、日本のエネルギーミックスや、年末のCOP21に向け温室効果ガスの排出削減目標に関する考え方を説明するなどした。

首脳宣言では、世界中で高水準の原子力安全を達成および維持することや、チェルノブイリ事故のサイトを安定させ、環境面においても安全なものにするよう、チェルノブイリ・シェルター事業を成功裏に完了させることが盛り込まれた。

また、先般開かれたNPT運用検討会議については、最終文書に関するコンセンサスが得られなかったことを「極めて遺憾」とした上で、引き続き、「核不拡散体制の礎石」として、NPTの掲げる「核軍縮」、「核不拡散」、「原子力平和利用」の3本柱にコミットしていくことを再確認した。

気候変動については、世界全体の温室効果ガス排出削減目標に向けた共通のビジョンとして、「2050年までに2010年比で40~70%の幅の上方の削減」とすることが掲げられた。

【米国】 規制委員会、3年ぶりに新規原子炉 の建設・運転を認可

米原子力規制委員会(NRC)は4月30日、DTE エナジー社がミシガン州のフェルミ原子力発電所サイトで計画している3号機増設計画に建設・運転一括認可(COL)を発売する方針を表明した。同計画のCOL審査における所定の公聴会が完了し、安全性と環境影響に関するNRCスタッフの評価により、COL発売に対する障害が適切に取り除かれたと判断したものの。

NRCは2012年2月にジョージア州のアルビン W. ポーグル3、4号機増設計画、同年3月にサウスカロライナ州のバーシル C. サマー2、3号機増設計画にCOLを発売しており、フェルミ増設計画へのCOLは3件目となる。10日後には正式に発売すると見込まれているが、DTE エナジー社では「実際に建設するという判断はまだ下しておらず、長期的な選択肢として保留しておく」との見解を表明した。

先行する2件ではウェスチングハウス(WH)社製・AP1000を採用しているのに対し、フェルミ計画ではGE日立ニュークリア社(GEH)製・ESBWR(高経済性・単純化BWR)の建設を想定。出力159.4万kWの第3世代プラス設計で、受動的安全系により電源喪失時に運転員の介入なしで7日以上原子炉冷却が可能だという。2014年9月にNRCは、同設計が米国の安全・規制要件すべてを満たした標準設計であるとする認証(DC)を発売。COL発売条件の一つがクリアされていた。

ただし、建設と運転の認可に際しNRCはいくつかの条件を提示。それらは、(1)過酷事故の影響緩和策や使用済み燃料貯蔵プールへの水位計設置命令など、福島第一事故後に追加した要件関連で具体的アクションを取る、(2)既存のBWRで承認済みの手続きに基づき、最初の起動時に原子炉蒸気乾燥機のモニタリングと分析を行う、(3)緊急時対策計画と手続き関連で福島第一事故後の側面から起動前スケジュールを設定する——などとなっている。

【フランス】 IRSN、原子力事故後の放射性物質 拡散研究で日本の気象庁と協力

フランス放射線防護原子力安全研究所(IRSN)は5月11日、福島第一事故に伴ない大気中に放出された放射性物質の地上での堆積メカニズムや動きを解明するため、日本の気象庁(JMA)と共同研究プログラムを開始する

と発表した。これは、科学技術分野における日仏協力であるユベール・キュリアン・パートナーシップ(PHC)のSAKURA プログラムの一部として実施されるもの。

IRSN は放射線関連の緊急事態に備えた対応能力向上のため、大気に放出された放射性物質の拡散モデルに係わるさまざまな研究プログラムを展開している。福島第一事故からの教訓は IRSN の既存の知識やパートナーである JMA の知識を深めるのにも役立つことから、両者の協力は次の3分野に集中してモデリングを行う計画。すなわち、(1)事故時に放出される放射能の量、(2)放射性核種が地上に堆積する複雑なプロセスと動力学、(3)緊急時の住民防護対策で基盤となる評価上の不確定要因のうち、特に気象条件に関連するもの——である。

IRSN としては、JMA の気象モデリング能力や、福島第一事故に携わった日本人研究者との協力による相乗効果から得られる恩恵に大いに期待するとコメントしている。

政府が EDF によるアレバ社原子炉事業の取得を承認

フランス大統領府は6月3日、2 大国资原子力企業の再編計画を発表し、財政難に陥ったアレバ社の原子炉事業をフランス電力(EDF)が取得する案を承認したことを明らかにした。オランド大統領とバルス首相のほかにエネルギー、経済、財務、外務担当の各閣僚を交えた同日の会合で決定したもので、フランスにおけるエネルギー自給とエネルギー移行計画、低炭素エネルギー生産を成功させる道筋になると強調。この統合により、意欲的な原子力輸出政策と国内原子力発電所の将来的な更新が可能になるとした。また、政府は必要に応じてアレバ社への新たな資本注入にも応じる考えを表明したと伝えられている。

今後、新設原子炉のマーケティングや設計、建設、プロジェクト管理、燃料関連サービスといった事業は EDF が主導する原子力専門の合併企業「アレバ NP 社」に集約されるが、アレバ社も少数株主として留まる予定。この包括的な戦略的連携の詳細条件については、両社が約1 か月間の交渉を通じて決定することになる。

かつては有数の優良企業だったアレバ社だが、近年は原子炉契約受注が低迷。昨年の決算では連結純損失が過去最高レベルの48億3,400万ユーロ(約6,300億円)に上ったが、フィンランドのオルキルオト3号機建設計画の遅延による損失7億ユーロを含めて主要原子力開発プロジェクトで被った追加損失は約20億ユーロに達していた。今年5月には2017年までに15~18%の人員費を削減する計画を公表しており、国内外で解雇される従業員

員数は6,000人とも予想されている。

【チェコ】

改定版エネルギー戦略で原子力の増強を明示

チェコの産業貿易省は5月19日、長期にわたった議論の末に改定した国家エネルギー戦略を承認した。2040年までに原子力の発電シェアを現在のレベル(2014年実績で35.8%)から6割近くまで上昇させるなど、国家的なエネルギー供給保証の実現には再生可能エネルギーとともに原子力開発の増強が重要な役割を果たすとの見解を表明した。しかし、テメリン原子力発電所増設計画を進めていたチェコ電力(CEZ)は2014年4月、完成原子炉からの電力に固定価格での買い取り保証は与えられないとする政府見解を受けて同計画を中止。同国政府は国家予算をリスクにさらすことなく原子力設備を増強する方策を模索していく考えとみられている。

産業貿易省のJ. ムラーデク大臣によると、改定版エネルギー戦略(ASEK)では国民や国家経済が必要とする安全で信頼性が高く、環境にも優しいエネルギーの供給保証を目的としており、たとえ不測の事態が生じた場合でも盤石なエネルギーが供給されることを目指した内容。2004年版の古いエネルギー戦略は2012年11月に一旦改定したものの、エネルギー部門や欧州経済で発生した様々な出来事を多くの点で反映されなくなっていた。特に、欧州連合が打ち出した目標の中でも地球温暖化対策やエネルギー政策に関するものを満たすには、新たな改定が必要だったと説明した。

こうした目標を達成するためのメカニズムとして、ASEK はエネルギー源のさらなる多様化と電熱供給の完全自給が重要だとしており、チェコにおいては原子力発電の拡大によってのみ、達成が可能だと指摘。2040年におけるバランスの取れたエネルギーミックスとして、総発電量に占める原子力シェアを46~58%、再生可能エネルギーは18~25%、天然ガスは5~15%とする一方、現在の主力エネルギー源である石炭は11~21%とする目標を提示している。

【ハンガリー】

原子力人材育成で中国と協力覚書

ハンガリー国家開発省は5月27日、原子力科学と産業の分野における人材育成や情報の普及、研究開発で協力していくとの覚書を中国国家能源局(CNEA)と締結したと発表した。M. シェスターク国家開発相がCNEAのヌル・ベクリ局長と首都ブダペストで調印したもので、

シエスターク大臣は CO₂排出量の削減に大きく貢献できる原子力発電の開発利用が中国で大きく進展していることを歓迎。この分野で両国が協力促進していく意義を強調した。

具体的な協力項目としては、原子力の平和利用活動に携わる科学者や指導者、研究者等に理論と実務の両面から特別訓練を実行うほか、訓練手法の開発と適用、原子力発電プラントにおける設計・建設・運転・メンテナンス経験や放射性廃棄物の取り扱いに関する知見の共有、および原子力に対する社会の認知度と受容の強化——などとなっている。

【ロシア】

多目的高速研究炉 MBIR に建設許可

ロシアの国立原子炉科学研究所(RIAR)は5月8日、ウリヤノフスク州ディミトロフグラードの同研究所における多目的高速中性子研究炉(MBIR)建設計画に連邦環境・技術・原子力規制庁(ROSTEKNADZOR)が建設許可を発給したと発表した。10年間有効な許可だが、RIARではこの夏にもMBIR原子炉建屋のコンクリート打設を実施し、2020年の運転開始を目指す考えだ。

ロシアでは国内のエネルギー需要を満たすとともに、天然ウランと使用済み燃料の利用効率を向上させるクローズド核燃料サイクルが可能な高速中性子炉の技術開発を進めており、2010年の連邦政府戦略では今後10年間の優先開発技術という位置付けになっている。

熱出力15万kWのMBIRでは幅広い原子炉研究や照射後研究が行われる計画で、1969年から稼働している高速実験炉「BOR-60」の後継炉となる予定。燃料にはウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)燃料が窒化物燃料の使用が見込まれている。昨年7月にサイト許可が下りたのに続き、10月にROSTEKNADZORが建設許可申請書の記述内容の確認を終えている。11月になるとRIARは公開入札でウラルエネルギー社を総合建設請負業者に選定。同社は、昨年6月に初臨界を達成したナトリウム冷却・高速実証炉「BN-800」であるペロヤルスク原子力発電所4号機の建設工事も請け負っていた。

【エジプト】

原子力導入計画で中国と協力覚書

エジプトが1980年代から検討している原子力発電導入計画について、中国核工業集团公司(CNNC)は5月27日、エジプト原子力発電所庁(NPPA)と協力していくための了解覚書に調印したと発表した。CNNC代表団

が21日から23日にかけてエジプトを訪問したのを機にカイロで調印したもの。CNNCは同覚書により、新たな段階に入ったエジプトの導入計画推進に協力する公式パートナーの一つになったと強調した。また、CNNCと中国広核集団有限公司(CGN)それぞれの第3世代設計を融合させて開発した「華龍1号」を同国に輸出するため、国家開発銀行のカイロ事務所にも訪れて、意見調整を行ったことを明らかにした。エジプトは今年2月、ロシアとも同様の覚書を結んでいることから、本計画に関する国際入札が韓国を含めて行われるとの見方も浮上している。

エジプトは人口の増加に伴う電力需要拡大への対処や生活水準の向上を目指し、1980年代に地中海沿岸のエル・ダバに100万kW級原子炉2基を建設する計画を打ち出した。しかし、チェルノブイリ事故を契機に計画は中断。2000年代に入り、政府は国際入札の手配や採用設計の選択調査等を行い、専門的人材の育成に必要な協力を韓国に依頼するなど準備作業を進めたが、2011年の政変(エジプト革命)により計画は棚上げ状態になっていた。

改めて国際入札が行われるという情報は昨年夏頃からエジプトのメディアで複数報道されており、入札条件として落札者はプロジェクトの資金調達に責任を負うなどと伝えられていた。ロシアと2月に結んだ協力覚書では、ロスアトム社とエジプト電力・再生可能エネルギー省が同プロジェクトでの協力に関して詳細な協議に入ることで合意。ロスアトム社は原子炉2基の建設と資金調達それぞれに関する政府間協定の締結に向けた準備を早急に行う必要があると指摘していた。

【南アフリカ】

原子力プラント新設で年内にベンダー選定

南アフリカ共和国エネルギー省のT. ジョマツト＝ピーターソン大臣は5月19日、2008年の原子力政策などに沿って960万kW分の原子力発電設備拡大プログラムを進めるため、年内にもベンダーを選定する方針を明らかにした。南アはこの準備作業として近年、国内に原子炉ベンダーを有する米国、韓国、ロシア、フランス、中国と原子力協力に関する政府間協定を締結済み。2023年には新設初号機の運転を開始するとしている。

この方針は同日、エネルギー相が議会で行った2015/16年の政策・予算演説に盛り込まれていたもの。同相はまず、国家開発計画が目標に掲げた5.5%の経済成長達成にはエネルギー供給保証が不可欠だとし、原子力新設プログラムとシェールガス資源の開発などを通じ

た電力インフラの開発は特に重要な役割を果たすと指摘。政府が2008年、経済成長の促進と社会経済的ニーズに対する組織的な取り組みとして原子力設備を増設する政策を承認したこと、および内閣が2010年に960万kWの原子炉新設を盛り込んだ統合資源計画(IRP)を承認していた事実に言及した。

エネルギー相は次に、原子力技術や資機材調達に関する協力や貿易の基盤として、様々な国との政府間協定に調印した点を強調。これらの協定を今後数週間以内に内閣に上程するのに続き、批准手続きのため議会に諮る計画だとした。具体的な資機材調達プロセスとして戦略的パートナーの選定も、4月に始まった本会計年度の第2四半期から競争的かつ公平に、透明性とコスト効果のある方法で始める予定で、年末までに内閣に結果を示したいとの抱負を表明した。

【中国】

「華龍1号」の実証炉プロジェクト、福清5号機が本格着工

中国核工業集团公司(CNNC)は5月7日、「華龍1号」設計の初の実証炉プロジェクトとなる福清原子力発電所5号機の建設工事を福建省のサイトで正式に開始した。福清をシルクロードの起点になぞらえ、中国が開発した第3世代の独自ブランド設計「華龍1号」を海外に大々的に輸出していくとの展望を明らかにした。「華龍1号」はCNNCと中国広核集团有限公司(CGN)それぞれの第3世代設計を融合して開発したもので、主要技術と機器の知的財産権は中国が保有。昨年8月に国家能源局と国家核安全局が全体設計を承認した後、同年11月にCNNCの福清5、6号機への採用、12月にはCGNの防城港3、4号機への採用が決定していた。

国務院がSNPTCとCPIの合併を承認、「国家電力投資集团公司」発足

中国の内閣に当たる国務院は5月29日、中国国家核電技術公司(SNPTC)と中国電力投資集团公司(CPI)の合併統合を承認した。これにより、中国核工業集团公司(CNNC)、中国広核集团有限公司(CGN)に並ぶ第3の大型原子力発電事業者「国家電力投資集团公司」が発足す

る。取締役会長にはSNPTCの王炳華・会長、総経理にはCPIの孟振平・副総経理が就任予定である。

SNPTCはこれまで、ウェスチングハウス(WH)社製AP1000を中心とする海外の第3世代原子力発電技術の導入・統合・国産化を担当し、中国が知的所有権を保有する出力拡大版「CAP1400」を開発。大手電力会社のCPIは遼寧省の紅沿河原子力発電所と、AP1000が2基建設中の山東省海陽原子力発電所に出資してきた。両国有企業の統合により、資源配分を合理化するとともに、国際市場で一層多くの新設プロジェクトを獲得するのが目的だ。

【韓国】

電力需給基本計画案で2029年までに2基新設、原子力設備を約24%に

韓国の産業通商資源省(MOTIE)は6月8日、石炭火力の比重を減らす一方、原子力と再生可能エネルギーで設備増強することを骨子とした第7次電力需給基本計画案を国会に提出した。2029年まで15年間の電力安定供給を目指したもので、原子炉を2基新設する一方で石炭火力発電所4基分の建設計画をキャンセルするという内容。需要を満たせる設備の建設と温室効果ガスの排出量削減に配慮しており、2029年の設備予備率は22%水準を目標にしたと説明した。同国最古の原子炉である古里1号機(PWR, 58.7万kW)の運転継続については、安全性と経済性、電力需給への影響を総合的に判断した上で判断する方針。同基本計画案は公聴会や電力政策審議会などを経て月末までに最終確定されるとしている。

同基本計画案によると、40年以上稼働した石炭火力発電所をリプレースする場合、既存の容量の範囲内で環境への影響が改善されている場合に限り建設を許可する。その結果、2029年の電源設備構成は定格容量基準で石炭が26.7%、原子力が23.7%、LNGが20.5%、再生可能エネルギーが20.2%となる見込み。ピーク時を基準とした場合は、石炭32.2%、原子力28.5%、LNG24.7%になるとした。第6次の需給計画と比較すると、石炭が2.5ポイント減少するのに対し、原子力とLNGの割合はそれぞれ1.1ポイントと0.4ポイント上昇することになる。

解説

六ヶ所再処理工場のガラス固化試験と新型炉開発

核燃料サイクル施設におけるガラス固化技術の確立への取組み

日本原燃(株) 大久保 哲朗, 兼平 憲男

我が国の核燃料サイクルの中核をなす再処理工場の安定的な操業は、核燃料サイクル技術を確立し長期的に安定した原子力エネルギー利用という観点から、重要な課題の一つと考えられる。再処理工場の中でも高レベル放射性廃液のガラス固化処理は国内技術により支えられており、高レベル放射性廃液の処理試験を通じてガラス固化技術の確立に取り組んでいる。本稿では、再処理工場におけるガラス固化試験の完遂と新型ガラス溶融炉の開発状況について解説する。

KEYWORDS: Rokkasho reprocessing plant, Active test, Vitrification Facility, glass melter, KMOC, Advanced glass melter, K2MOC, noble metals, High-frequency induction heating

I. はじめに

六ヶ所再処理工場では、試験運転の最終段階として使用済核燃料を用いたアクティブ試験を2006年3月より開始し、2007年11月より高レベル放射性廃液をガラス固化処理する試験(以下、「ガラス固化試験」という)を開始している。このガラス固化試験では数々のトラブルに遭遇したが、顕在化した技術的課題について徹底的に原因究明を行うとともに、対策の検証を積み重ねて2013年5月、約5年半に及ぶガラス固化試験を完遂した。

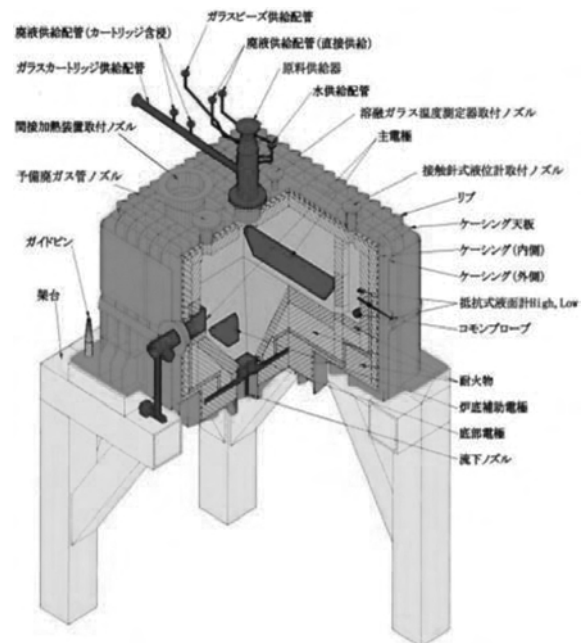
一方、ガラス固化試験において発生したトラブルを含めて、より安定した処理運転を達成するため独自に新型ガラス溶融炉の開発にも着手している。

II. 施設概要とガラス固化試験の経緯

1. ガラス溶融炉の概要

六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉は、直接通電によるジュール加熱を使うセラミックメルタ方式(LFCM方式: Liquid Fed Ceramic Melter)を採用している。

第1図にガラス溶融炉の鳥瞰図を示す。ガラス溶融炉は耐火レンガで構成された溶融槽とその外側を金属製のケーシングで覆った構造であり、溶融槽には対向する壁面に主電極と補助電極がそれぞれ一対ずつ、炉底部には



第1図 六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉鳥瞰図

底部電極が設置されており、底部電極の下に流下ノズルが設置されている。ガラスの溶融は電極間に通電することによるジュール加熱により行い、上部に設置した電気ヒータ(間接加熱装置)による加熱を補助的に使用することにより気相温度を調整する。ガラスを流下する時は流下ノズルを加熱し内部のガラスを溶融して流下し、停止する時は加熱をやめ流下ノズルに空気を吹付けて停止させる。

ガラス溶融炉には高レベル放射性廃液を供給するため

Establishment of vitrification technology in Rokkasho Reprocessing Plant: The result of the active test of Rokkasho vitrification facility, The Current status of new glass melter development: Tetsuro Okubo, Norio Kanehira.

(2015年4月30日 受理)

高放射線環境となり、人が直接メンテナンスすることができないためパワーコンピュータと呼ばれるロボットアームを使って遠隔操作で実施する。

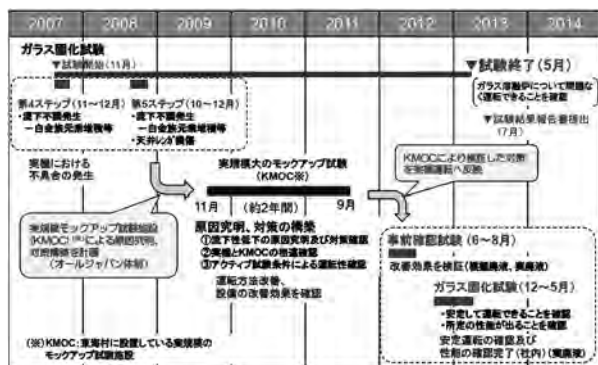
2. ガラス固化試験の経緯

再処理工場のアクティブ試験は処理する使用済燃料の燃焼度を段階的に高くしながら実施しており、ガラス固化試験は使用済燃料の燃焼度が比較的高くなった段階で開始した。ガラス固化試験の開始後、高レベル放射性廃棄物に含まれる白金族元素(Ru, Rh, Pd)が炉底部へ沈降、堆積してガラス流下性が悪化する事象が発生した。対策の検討を行い運転方法の改善を図ったものの次に実施した試験においても同様にガラスの流下性が悪化、安定的な運転の継続には至らなかった。さらに、流下ガラスによる流下ノズル閉塞やガラス溶融炉の天井レンガの一部損傷など設備に関する様々なトラブルにも遭遇した。第2図にガラス固化試験の経緯を示す。

設備トラブルについては、遠隔技術を駆使して処置を行い復旧しており、特にガラス溶融炉の天井レンガの一部損傷に関しては、天井レンガの一部が剥離して落下したものであるが、遠隔操作によるレンガ回収装置を短期間で開発するなどして対応した。なお、ガラス溶融炉については安全に運転できることを確認した上で以降の試験を実施している。

一方、ガラス溶融炉の運転方法の改善については、白金族元素が炉底部へ沈降、堆積しないよう溶融ガラス温度を適切に監視しコントロールすること、ガラス流下性を確保するため流下ノズルの温度を上昇させることなど、設備改善とともに運転方法の改善などを検討した。対策の検討はガラス関係の研究機関、大学、企業等の有識者にも積極的に意見を伺うなど協力を得て取り組んだ。

これらの対策について、ガラス溶融炉の開発時代に製作されたJAEA(日本原子力研究開発機構)の東海事業所にある実規模大のモックアップ溶融炉(以下、「KMOC」という)を活用し、対策の効果を検証する試験を約2年間にわたり行い、KMOCにより検証した運転



第2図 ガラス固化試験の経緯

方法と設備改善を六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉(以下、「実機溶融炉」という)に反映してガラス固化試験を再開した。

再開後のガラス固化試験では、改善効果を確認するための試験として「事前確認試験」を先行して実施し、ステップ・バイ・ステップで効果の一つずつ確認した上で「ガラス固化試験」を実施し、2013年5月にガラス固化試験を完遂した。

Ⅲ. 運転改善とガラス固化試験結果

1. ガラス溶融炉の運転管理

(1) ガラス温度の監視と仮焼層形成

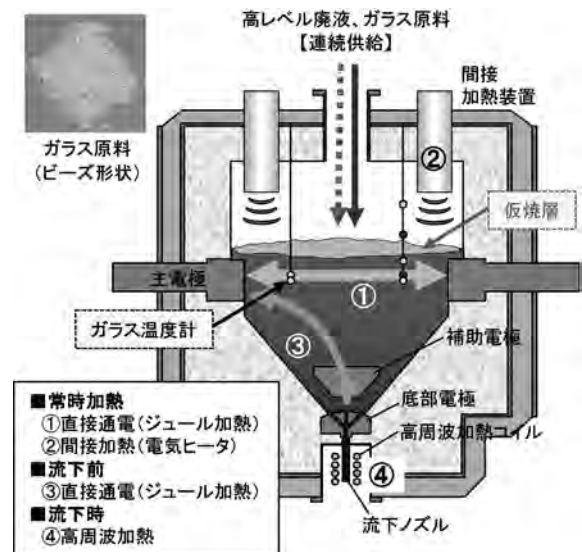
ガラス溶融炉内では、高レベル放射性廃液とガラス原料(ビーズ形状)が混合され加熱されることにより、廃液の水分の蒸発・脱硝・酸化等の反応が起こるとともにガラス原料が溶融し廃棄物成分と混ざり合う。この過程で形成される層を「仮焼層」と呼んでいる。一旦、仮焼層となった廃棄物成分とガラス原料はその後さらに加熱されガラス化し、廃棄物成分を含有したガラスとなる。

ガラス溶融炉の運転では、溶融炉内の熱的なバランスを保つために、この仮焼層が非常に重要である。仮焼層の存在によりジュール加熱して溶融したガラスは効率的に高温で維持することができる、つまり仮焼層は「蓋」の役割を果たしているのである。

仮焼層が厚く形成されると溶融ガラスから気相への熱逃げがなくなりガラス温度が過剰に高くなるが、仮焼層が薄いと気相への熱逃げが多くなりガラス温度が低くなる。適度な厚さの仮焼層を形成して維持するためには、ガラス温度、気相温度を適切な目標温度に調整する必要がある。第3図にガラス溶融炉の運転概要を示す。

(2) 白金族元素の挙動管理

高レベル放射性廃液中に含まれる白金族元素はガラスへの溶解度が低く、溶融ガラス中では粒子状で存在して



第3図 ガラス溶融炉の運転概要

おりガラスより比重が大きいため沈降しやすい性質がある。また、白金族元素が炉底部に沈降して濃度が上昇するとガラスの粘性が増加して流動しにくくなると共に、沈降した白金族元素に電流の一部が流れてしまいガラスを加熱するためのジュール発熱に影響を与えるというガラス溶融炉の運転においては非常に厄介な物質である。

白金族元素の沈降を抑制するため炉底部温度は低めに維持して運転するが、流下操作を行うためには炉底部を加熱する必要がある。運転管理においては、炉底部温度を流下に必要な温度まで短時間で上昇させ、流下操作を完了したら直ちに炉底部を冷却し、白金族元素の過剰な沈降を抑制する運転方法を採用している。これを「炉底低温運転」と呼んでいる。

炉底部温度の調整方法は補助電極と底部電極の空気冷却により行っているが、炉底部の加熱、流下、冷却を繰り返しながら炉底部を適正な温度に調整するためには、きめ細かな冷却空気流量の調整が必要となる。

(3) 設備と運転方法の改善

(1) ガラス温度測定点の追加

ガラス固化試験の開始段階で発生した流下性の悪化は、適切な仮焼層形成ができず、ガラス温度が安定しなかったことが直接原因であった。仮焼層が安定しない要因は溶融ガラス温度の測定点が1点のみであり、温度を的確に把握できていなかったことが考えられた。KMOCにおいて従来より深い位置で溶融ガラス温度を計測した結果、平均的に高くかつ比較的安定した温度を測定できることを確認した。この結果を踏まえて、実機溶融炉においても従来より深い位置の計測出来るよう温度計測点を追加するとともに、温度監視の信頼性を高めるため、同じ深さで水平方向の別の位置でも溶融ガラス温度が計測できるよう温度計を追加する改造を行った。

(2) 流下ノズル温度上昇対策

ガラス溶融炉は運転中、負圧を維持しているためケーシングの貫通部やフランジの隙間からインリーク(微小の空気吸込み)があり、流下ノズル温度が低くなっている。流下ノズル温度を高く維持することができれば流下しやすくなるため、流下ノズル周辺のインリークを抑制する改善方法を検討した。具体的にはケーシングと流下ノズルの隙間に断熱材を施工したのであるが、これをKMOCにより検証した結果、流下性が向上することが確認されたため実機溶融炉にも適用した。

(3) その他の改善

上述した改善のほか、以下の事項についてKMOCで検証し実機溶融炉へ反映している。

- ・主電極電力と間接加熱電力の調整についてガラス溶融炉の運転状態の熱バランスを評価する専用プログラムを導入
- ・溶融炉内における白金族元素の沈降状態をよりの確

に把握するためにガラス流下速度や電気抵抗値、炉底加熱性などについて運転指標を定めた

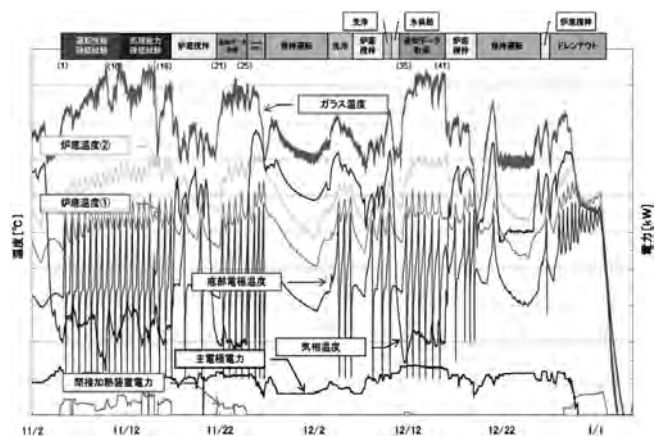
- ・運転指標に基づいて白金族元素の沈降が進行した場合に、高レベル放射性廃液の代わりに模擬廃液を供給することによる白金族元素の抽出し運転(以下、「洗浄運転」という)が実施できる設備を設置、白金族元素の炉底部への堆積を予防するため定期的な洗浄運転を実施

また、KMOCにおいて2年間にわたって実施した試験を通してガラス溶融炉の運転操作に習熟したことも大きな成果の一つと考えている。

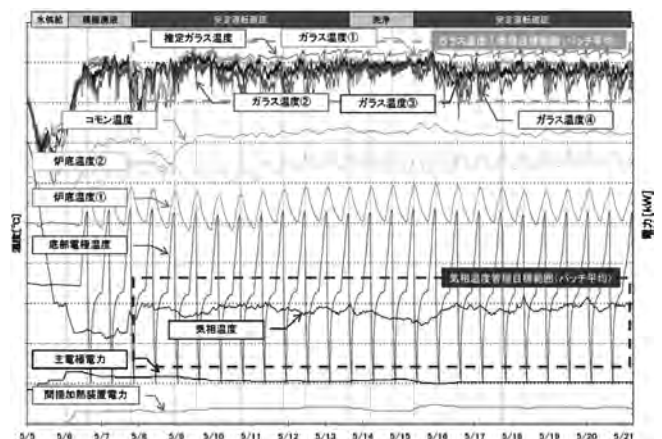
(4) ガラス固化試験結果

再開後のガラス固化試験は、改善効果を実機溶融炉で確認するための「事前確認試験」と、安定運転やガラス溶融炉の処理能力を確認する試験とを分けて実施した。事前確認試験では模擬ガラスや模擬廃液を使用して改善効果の確認を行い、KMOCと実機溶融炉の熱特性の違いを踏まえて運転条件の微調整を行った。第4図にガラス固化試験開始当初の運転データを、第5図に再開後のガラス固化試験運転データを示す。

ガラス固化試験における安定運転確認では、10バッチごとに洗浄運転を行いながら合計で25バッチの処理運転を行い、ガラス温度、気相温度、炉底温度とも所定の



第4図 ガラス固化試験開始当初の運転データ



第5図 再開後のガラス固化試験運転データ

管理目標範囲内に収めることにより良好な流下性を維持することができた。また、処理能力確認では、高レベル放射性廃液 70L/h 以上を供給して処理できることを確認し、2013 年 5 月にガラス固化試験を完遂した。

IV. 新型ガラス溶融炉の開発状況

本章では、日本原燃株がガラス溶融炉高度化研究として、白金族元素の堆積の抑制、流下性の向上等を目指して開発を進めてきた各種ガラス固化技術開発の成果について報告する。

1. 開発の背景

六ヶ所再処理工場に設置している現行型のガラス溶融炉のアクティブ試験において、幾つかの技術的課題が発生した。設備の不具合を除き、以下の 2 事象に代表される。

- (1) 炉底傾斜部に白金族元素が沈降、堆積すると、白金族元素堆積部に電流が選択的に流れ、炉底ガラスの加熱性が低下し、増粘することで流下性能が悪化する事象
- (2) ガラス溶融炉内に溶融炉の運転等に影響を及ぼすイエローフェーズ (Yellow phase, 以下「YP」という) が発生した事象

これらの事象は、炉内温度管理を厳密に行い、定期的な模擬廃液を溶融炉に供給して白金族元素の炉内濃度を低下させる、実廃液に調整液と呼ばれる添加剤を加えることで YP を形成する成分濃度を低下させて発生を抑制する等の運転管理によって事象発生を防止している。このように現行型のガラス溶融炉は KMOC 試験やアクティブ試験を通じて一部の設備改造や運転管理技術の改良によって安定的に運転できることを確認している。一方、本ガラス溶融炉は設計寿命が 5 年程度であり、その更新時期に合わせて、ガラス素材自身やハード設計により事象の発生を抑制できる、より性能の高い新型ガラス溶融炉を導入することを目標に開発を実施した。

2. 開発の目的

改良されたガラス固化技術の開発の中で現行型ガラス溶融炉の性能を向上させるため、以下の項目を重点に置いた開発を進めた。なお、開発には現行型ガラス溶融炉の KMOC 試験やアクティブ試験で得られた知見や改善点を全て反映する。

(1) 新ガラス素材の開発

- ① より多くの高レベル廃液中の廃棄物成分等を充填可能な新しいガラス素材の開発
- ② YP の発生を抑制可能な新しいガラス素材を開発

(2) 白金族元素の抜き出し性の向上

- ① 現行型ガラス溶融炉の設計を変更し、白金族元素の沈降、堆積抑制を図れるガラス溶融炉の構造や炉底

部加熱方法等の開発

- ② ガラスを溶融する性能や炉内モニタリング性能等を向上させる要素技術の開発
- ③ 上記を踏まえた実規模の新型ガラス溶融炉の設計、製作
- ④ 開発を補完するガラス溶融炉解析コード、物性等の基礎データ取得の拡充

3. 開発マネジメント

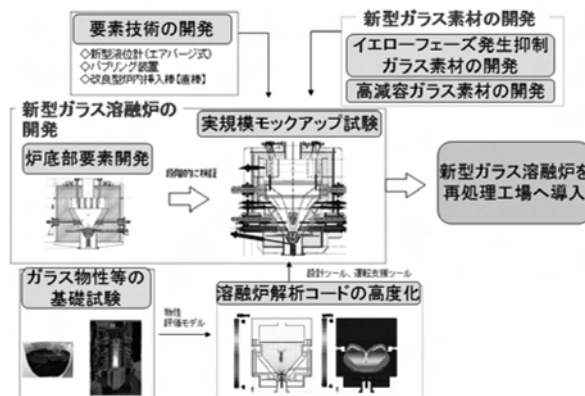
(1) 開発方法

- ① 新ガラス素材の開発においては、候補となるガラス素材について実験室規模での試験(るつぼ試験)や小型溶融炉等を用いた試験を段階的に進めて評価を行い、最終的には新型ガラス溶融炉の実規模モックアップ試験により性能を確認する計画とした。
- ② 新型ガラス溶融炉の開発においては、第 6 図に示すように、ガラス溶融炉の構成技術である炉底部要素開発および炉内要素技術の開発を進めるとともに、それらを反映した新型ガラス溶融炉の実規模モックアップ試験炉の設計・製作を行った。また、ガラス物性等の基礎試験で得られた基礎データ等を元に高度化したガラス溶融炉解析コードを用いて実規模モックアップ試験方法の検討に利用した。開発の最終段階では、実規模モックアップ試験炉を運転した成果に基づいて性能を評価する方法を採用した。

(2) 開発体制

日本原燃は本開発の実施にあたり、試験計画の策定、実施、評価等について総括的に管理を行っており、新型ガラス溶融炉の開発に係る専門的・工業規模での試験を六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉の設計・製作・試運転の実績を有するメーカーに、基礎的研究を大学・研究機関・メーカーに請負または委託した。

また、日本原燃は本研究開発の遂行にあたり、ガラス、製鉄溶鋸炉および原子力の専門家等の外部有識者から構成されるガラス固化技術研究評価委員会を開催し、都度開発の方向性、試験の計画策定、成果等において評価・助言を受けた。



第 6 図 開発フロー

(3) 研究開発計画

開発は2009年度から開始し、2011年度末までに新ガラス素材開発や新型ガラス溶融炉の構成技術である各要素技術開発を完了させており、炉底部技術開発等の部分モックアップ試験の結果や現行型ガラス溶融炉のアクティブ試験結果等を十分に設計反映した後、2012年度末までに試験用の新型ガラス溶融炉(以下、「K2MOC」という)の製作を完了した。ガラス溶融炉解析コードによる運転方法等の事前解析を行った後に2013年度11月から模擬廃液を用いた実規模モックアップ試験を開始した。

4. 新型ガラス溶融炉の開発

(1) 主な改良点

第7図に現行ガラス溶融炉と新型ガラス溶融炉(K2MOC)の構造比較を示す。新型ガラス溶融炉には、白金族元素の流下性を向上させるため、炉底部の形状をこれまでの四角錐・45°傾斜から円錐・60°傾斜に変更し、さらに第7図の写真に示す底部電極高周波加熱装置等の炉底部の加熱手段を追加している。これらの新型ガラス溶融炉に導入するガラス固化技術については、炉底部部分を模擬したモックアップ試験装置等による試験で効果の検証を事前に行っている。

(2) 要素技術および新ガラス素材の開発

(1) 要素技術の開発

新しい要素技術の開発として、白金族元素の炉底部への堆積時における対策、炉内のガラス保有量の正確な把握。YPの発生抑制対策として、それぞれかくはん装置、エアバージ式液位計、バブリング装置を開発した。

(2) 新ガラス素材の開発

アルミニウム(Al)、ケイ素(Si)等の原料ガラスビーズ中のガラス成分の一部を廃液側に分配し、ガラスの溶融性を高める方法(再分配法)により、廃液中に含まれるモリブデン(Mo)酸塩等と原料ガラス

ビーズの初期の溶解反応速度を向上させてYP発生を抑制できる新素材の開発を行った。

5. 新型ガラス溶融炉のモックアップ試験

(1) 試験計画

上述のガラス溶融炉構成技術は、総合的な効果の検証のために、高レベル放射性廃液の成分・組成を非放射性の成分で模擬した、模擬ガラス、低模擬廃液、高模擬廃液(白金族元素を含む模擬廃液)をK2MOCに供給して段階的に溶融試験を行い、炉の熱特性把握、白金族元素の抜き出し性、ガラスの流下性等を確認した。

モックアップ試験は試験目的に応じて試験フェーズを設定し、データを取得しながら段階的に実施している。得られた試験成果で総合的に評価を行い、更新用のガラス溶融炉の設計に反映する計画である。

(1) 第一段階試験(K2MOC試験フェーズI)

新型ガラス溶融炉における基本特性の把握や改良項目の効果の確認を実施。炉内温度分布や運転方法は性能の比較を行うため、現行型ガラス溶融炉と可能な限り同じにした。

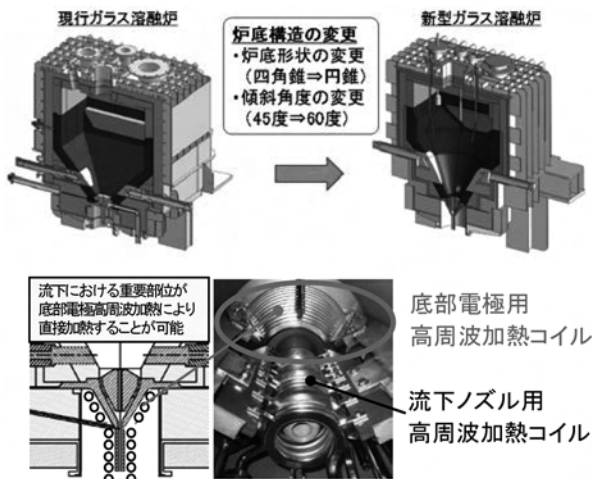
(2) 第二段階試験(K2MOC試験フェーズII)

第一段階試験の結果を踏まえ、前半試験では新型ガラス溶融炉に適した運転方法を確立、連続的な安定運転性を確認した。また、現在実施中である後半試験では設計条件での運転性や最大処理能力等を確認する計画である。

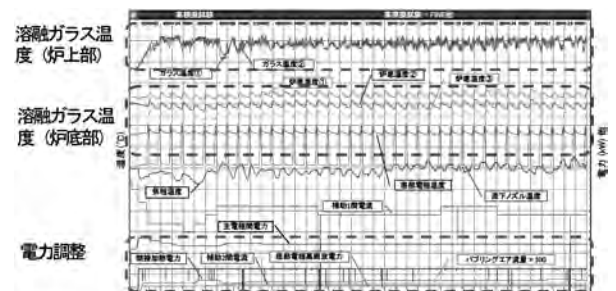
(2) 試験結果

(1) 温度管理

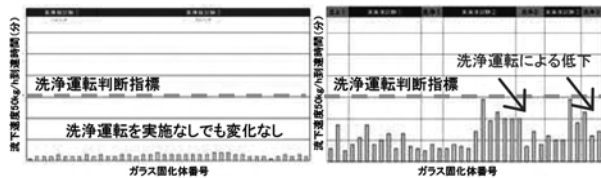
高模擬廃液試験の温度推移を第8図(フェーズII前半試験)に示す。フェーズI,II試験ともに各ガラス温度計指示値をもとに主電極電力、間接加熱電力を調整することで、ガラス温度および気相温度を目標温度に制御することができた。また、炉底部の温度管理についても高周波加熱装置等を用いた炉底加熱、放冷を繰り返し安定して運転することができた。なお、フェーズII試験(前半試験)では、炉底部加熱方法等の運転方法の最適化を図るとともに現行型ガラス溶融炉が運転管理として実施している定期的な洗浄運転を実施せずに連続して安定した温度管理が実現できている。



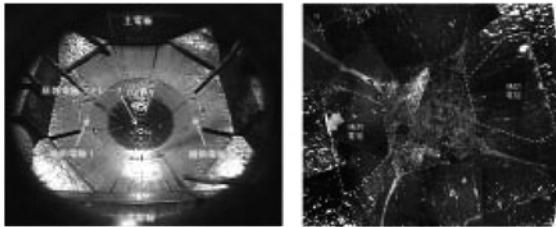
第7図 現行ガラス溶融炉と新型ガラス溶融炉(K2MOC)の構造の比較(上)、底部電極高周波加熱装置(下)



第8図 ガラス溶融温度管理(フェーズII前半試験)



第9図 流下性データ(左:フェーズⅡ前半試験, 右:ガラス固化試験2013年5月)



第10図 新型炉モックアップ試験(左)と六ヶ所再処理工場B系列ガラス固化試験(右)のドレンアウト試験後の炉内観察結果

(2) ガラスの流下性

バッチ毎に、ガラス流下時の流下速度が50kg/hに到達した時間の推移を第9図に示す。本到達時間は、現行ガラス溶融炉において、白金族元素の堆積によりガラス流下速度が顕著に悪化する前に回復運転(洗浄運転)に移行するための流下性低下の判断指標として用いている。試験の結果、フェーズⅠ,Ⅱ試験ともに流下開始後数分程度で流下速度50kg/hに到達しており、流下回数を重ねても流下性は良好であり、白金族元素が炉底部に堆積した傾向は確認されなかった。現行型ガラス溶融炉では定期的な洗浄運転を実施することで白金族元素の堆積を抑制し、安定した継続運転が実現できていることに対して、新型ガラス溶融炉では洗浄運転を行わずに40バッチの連続運転を実現した。

(3) ドレンアウト試験

ドレンアウト試験後の炉内観察結果を第10図に示す。現行ガラス溶融炉と異なり、モックアップ試験炉では炉内のガラスは全て排出されており、白金族元素等の残留物も確認されなかった。

V. まとめ

2007年より開始した六ヶ所再処理工場のガラス固化試験では数々のトラブルに遭遇したものの、国内のガラス関係研究機関、大学、企業等の協力も得ながらKMOCにより改善の効果を検証し、2013年にガラス溶融炉の安定運転試験、処理能力試験について完遂した。

また、2009年度から開始した新型ガラス溶融炉の開発は、各技術の開発を段階的に進め、フルスケール規模の

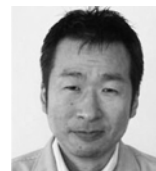
試験用ガラス溶融炉の製作を行った後に模擬廃液を用いた実規模モックアップ試験を2013年度から実施している。構造変更に伴う溶融炉の熱的特性の把握、底部電極高周波加熱装置を用いた炉底部加熱性、白金族元素の抜き出し性等の現行型ガラス溶融炉から改良設計した項目が現行型ガラス溶融炉よりも優位な性能を示すことを確認した。現在実施しているK2MOC試験フェーズⅡ(後半)を終了した後に技術導入検討を実施し、更新用ガラス溶融炉の設計に反映していく計画である。

今後の課題として、運転管理上重要な事項の一つである仮焼層の形成管理について、さらに改善していく必要がある。特に仮焼層の形成は、供給する高レベル放射性廃液の性状や供給速度の変化に対して影響を受けやすいため、廃液供給条件に応じて投入電力を精度よく予測するとともに、気相温度の変化から炉内状況を推定して対応する必要がある。これまでの運転では経験者の判断に委ねられる部分が多かったが、熱バランスを評価するための専用プログラムを導入するとともに運転対応のマニュアル化を進めており、今後、ソフト面の整備にも取り組んでいく必要がある。

— 参考資料 —

- 1) 第1回核燃料サイクル関連分野に係る技術に関する施策・事業評価検討会使用済燃料再処理事業高度化補助金に係る事業評価用資料 資料6.
- 2) H. Sugiyama, N. Moriya, Y. Tanaka, E. Ochi, Mock-Up Test for Development of an Advanced Melter, Proc. GLOBAL 2011, Paper No. 442223.
- 3) 核燃料サイクル技術の安定性に関する検討 第一ステップ再処理工場におけるガラス固化設備の安定運転実現に向けた見通しの技術評価 報告書(平成25年9月), エネルギー総合工学研究所.
- 4) 第10回 再処理・リサイクル部会セミナー 報告 (http://www.aesj.or.jp/~recycle/2015_semi_05.pdf).

著者紹介



大久保哲朗 (おおくぼ・てつろう)
日本原燃(株)
(専門分野/関心分野)ガラス固化技術



兼平憲男 (かねひら・のりお)
日本原燃(株)
(専門分野/関心分野)ガラス固化技術

解説シリーズ

環境回復の取組の概要と遠隔放射線モニタリング

原子力機構による環境回復の取組(1)

日本原子力研究開発機構 米谷 雅之, 眞田 幸尚

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故より3年が経過し、放射性物質に汚染された環境を修復するための技術開発の加速化が求められている。原子力機構は、事故以来、福島復興に向けて環境汚染への対処のため様々な活動を行ってきた。ここでは、解説シリーズの第1弾として、原子力機構における活動の概要及び放射線分布を測定するための遠隔放射線モニタリング手法の現状と課題について解説する。

KEYWORDS: *Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, Accident, environmental recovery, remote radiation monitoring, JAEA*

I. はじめに

東日本大震災による東京電力第一原子力発電所事故(以下、発電所事故)により環境中に放射性物質が放出された。我が国唯一の総合的な原子力の研究機関である国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(以下、原子力機構)は、これまで培ってきた放射性物質を取り扱う技術のノウハウを駆使して、環境中のモニタリングによる汚染状況の把握や環境回復の基本的な手法として除染が有効であることを、政府からの受託事業を通じて実証してきた。この成果を踏まえ、福島県を中心に各自治体等で復興計画の策定や除染事業が進められている。

緊急時の対応の一環として、原子力機構が取り組んできた環境回復に係る研究開発は、平成27年度までの政府が示した集中復興期間を終えるとともに、今後は平成27年度より福島県内に開設・運営が開始される「環境創造センター」を中心に展開される。

事故から4年経過した現在及び今後の原子力機構の環境回復に向けた取組について、3回シリーズで報告する。

II. 原子力機構における環境回復の取組

1. 国の取組方針と法的措置

平成23年11月11日に「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故

Outline of the activity for the environmental recovery and the R&D of remoteradiation monitoring: activities for the environmental recovery by JAEA (I) Masayuki Yoneya, Yukihisa Sanada.

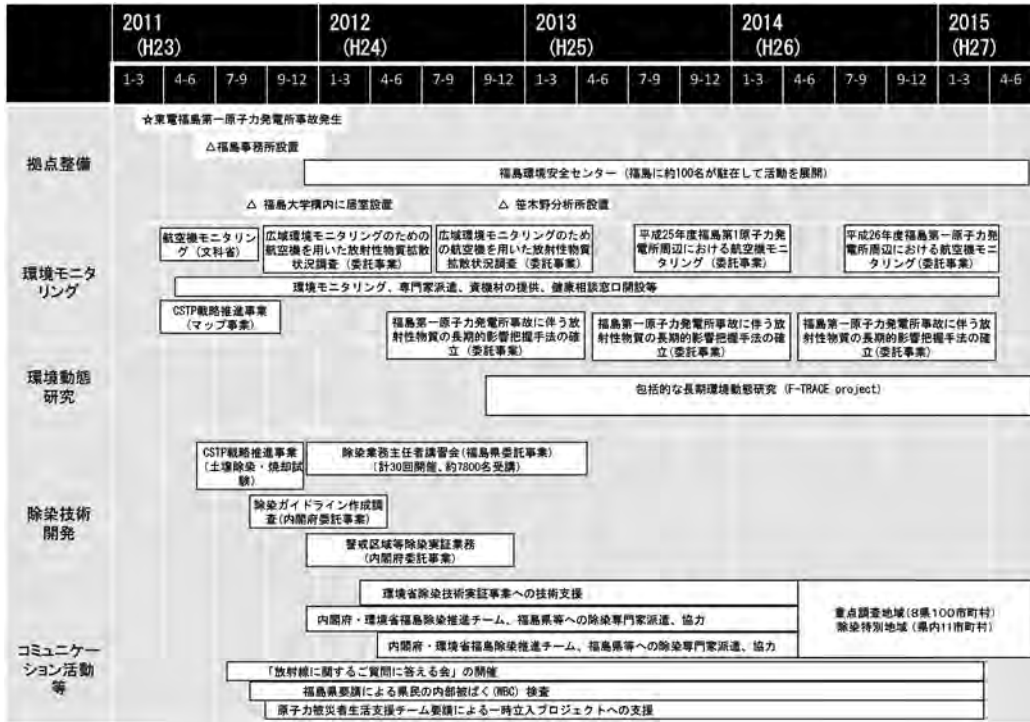
(2015年5月13日 受理)

により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」に基づく基本方針が閣議決定され、ここに示された方針に従い、原子力機構は福島県やその周辺の環境の修復に向けた活動を開始した。さらに、平成24年7月13日に定められた「福島復興再生特別措置法」に基づき、「福島復興再生基本方針」が閣議決定され、この方針に従い原子力機構は研究開発に係る諸活動を進めてきた。第1図に、原子力機構の主な環境回復に関わる活動についてまとめる。

2. 環境モニタリング及び環境動態研究

発電所事故後、日本全国の汚染状況を確認するために有人ヘリを用いた放射線モニタリングが文科省と米国エネルギー省により開始された。事故以前には日本において確立されていなかった本技術は、原子力機構により標準化され、現在も原子力規制庁により継続的な調査が行われている¹⁾。本手法で描かれたマップは、日本中に広がりつつあった放射線に対する不安を払しょくするとともに、除染の区域や避難区域を決定する基礎資料となった。本技術をベースとした遠隔モニタリング技術は最近、技術革新の著しい無人機をプラットフォームとして新たな展開を見せており、その詳細について述べる。

また、地上からは、原子力機構を初めとし放射線に関係した研究を行っていた大学等の国内の研究機関が文部科学省のもとに集結し、線量率の測定やサンプリングによる測定をベースとした放射線等の分布マップを作成する事業が行われた²⁾。本事業は、その後「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」として継続的に行われ、環境中での放射性物質の移



第1図 原子力機構の主な環境回復にかかる活動経緯

行に関する知見や予測シミュレーションなどの研究成果を提供している。一方、地層処分の評価のため放射性核種の移行等をテーマとしていた研究者を中心に、長期的な放射性核種の環境動態研究を行う「福島長期環境動態研究(F-TRACE)プロジェクト」³⁾を立ち上げ、詳細な環境動態に関する知見を得るための研究を実施している。これら環境動態研究の詳細については、シリーズ発表の第2回目以降に報告する。

3. 除染活動の先鞭となるモデル事業の実施及び自治体の支援活動

震災後まもなくの平成23年6月、原子力機構は福島県福島市内に拠点を構え、住民不安の解消のための放射線に関する知識の普及活動などさまざまな緊急時対応を行った。その後、同年10月より内閣府「福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務」(略称：除染モデル事業)を機構は受託した。同事業が環境回復におけるさまざまな取り組みの起点となっている。

本事業では、事故後の汚染に対して、環境回復のために除染技術が適用可能であることを、避難区域の11市町村を対象に具体的に示した。また、学校の校庭や公園の汚染された土壌面を剥ぎ取る深さを決定する方法として、土壌の深度方向の放射性セシウムの分布測定が行われた。これらの知見は、環境動態研究として森林や河川敷等、さまざまな土壌の汚染状況の把握に生かされている。

さらに、同事業では除染により発生した廃棄物を中間貯蔵開始前に仮置きすることについても注力した。仮置きであるため、強固な固定施設とした場合、費用増大や

建設期間が長期となり適さないが、他方、放射線を遮蔽することなど一定の安全性の確保が求められ、両方の相反する要求を満たすため、機構のこれまで培ってきた放射性廃棄物の取扱技術を活用した。除染技術の実証及びその後の本格除染時の自治体への支援活動等については、シリーズ発表の第2回目以降に報告する。

Ⅲ. 遠隔放射線測定技術の概要

発電所事故直後、原子力機構は環境への放射性物質の拡散状況を調査するために、有人のヘリコプター(以下、有人ヘリ)や無人の飛行体を用いた空からの放射線測定技術の開発・運用を開始した。事故の影響を調査する上で、上空からの放射線測定技術は、山林や田畑などの人が容易に入れない場所の測定が可能であること、広い範囲の空間線量率や地表面に沈着した放射性セシウムの分布を視覚的に把握できることから極めて有用な技術である。

原子力機構が開発した自律型の無人のヘリコプターを用いた放射線測定システムは、線量率の高いエリアや河川敷等の調査で活用されている⁴⁾。さらに1回の航続距離の長い無人飛行機や急速に普及が進んでいるドローンに放射線検出器を搭載したシステムの開発も進んでいる。

これらの技術は、現状の発電所事故からの環境回復に役立てるだけでなく、将来的に原子力防災のツールとして整備することを目標としている。本稿では、発電所事故により放出された放射性セシウムの分布測定に使用されている、もしくは研究開発が行われている遠隔放射線モニタリングツールとそれを用いた放射線測定技術及び今後の課題について概説する。

IV. 遠隔放射線モニタリングの手法

1. プラットフォーム

プラットフォームとしての飛行体は、それぞれの特徴に応じて、適用先が分けられる。有人ヘリは、基本的に測定できない場所はないが、航空法の制約を受けるため、低空で飛ぶことが難しい。また、測定が大がかりなものであり、実施するには十分な準備と態勢が必要である。それに対して、農薬散布等で多くの使用実績のある無人ヘリコプターにプログラム飛行の機能を付加した自律型の無人ヘリコプター(ヤマハ発動機社製 R-MAX G1, 以下、無人ヘリ)は、低空での飛行による詳細なモニタリングが可能であるが、無線でコントロールする地上局との離間距離が最大 3km 程度と測定範囲が限られる。また、標高 1,000m を超えるような山間地や無線電波が届きにくい入り組んだ地形の地域では測定は困難である。有人ヘリと無人ヘリを補間する技術として、原子力機構では、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と共同で無人航空機を用いた放射線測定システム(Unmanned Airplane Radiation Monitoring System: 以下、UARMS)の開発を行っている⁵⁾。UARMS の特徴は、長距離通信での無人飛行が可能(最大約 100km)及び航続距離が長い(最大約 6 時間)ことが挙げられ、将来的には原子力防災ツールとして適用が可能と考えている。また、マルチローター(複数の回転翼)の小型無人ヘリコプター(ドローン)を用いた測定技術についても開発が進められている。ドローンの利点は操作がしやすく、コストがかからない点である。第 1 表にこれらの遠隔放射線モニタリングツールの特徴についてまとめる。

2. 測定システム

搭載する検出器は、NaI や LaBr₃等の γ 線エネルギー弁別の可能なシンチレーション検出器が使用される。検出器の大きさは、適用するプラットフォームの最大のペイロードや飛行の高度によって選択される。有人ヘリの場合は、40cm×10cm×5cm×6 本(12L)の NaI シンチレーション検出器、無人ヘリには、直径 3.8cm × 高さ 3.8cm(0.13L)の円柱型の LaBr₃シンチレーション検出器が使用されている。UARMS には、直径 7.62cm × 高さ 7.62cm(0.13L)の円柱型の LaBr₃シンチレーション検出器、ドローンには、1cm×1cm×2cm の立方体型の GAGG シンチレーション検出器が採用されている。

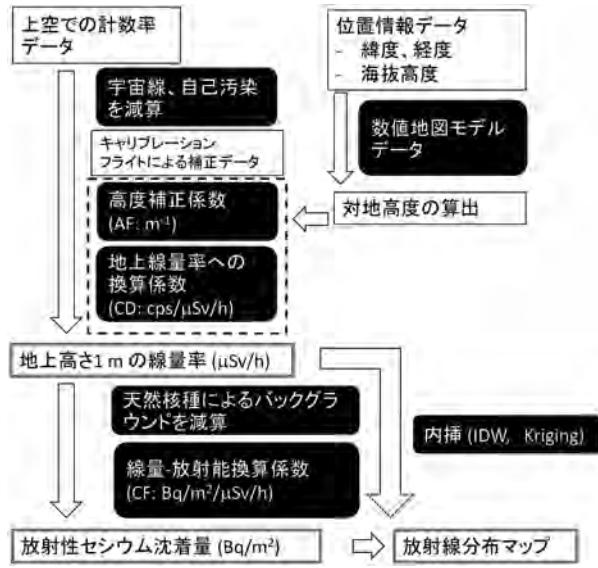
これらの検出器を搭載した機体で、目的のエリアをくし形に一定速度でフライトを行いながら、一定時間ごとに γ 線スペクトルデータと同時に全地球測位システム(Global Positioning System: GPS)により対応する位置情報(緯度、経度、海拔高度)を取得する。

3. 解析手法

遠隔放射線モニタリングによる一般的な地上における線量率及び放射性セシウムの沈着量への換算手法について、第 2 図に示す。まず、上空で取得した γ 線スペクトルから、宇宙線や機体や検出器に含まれる自己汚染による計数を減算する。その後、地形が平坦で地上の線量率が均一な場所において、地上でのサーベイメータや Ge 検出器を用いた測定値と比較することによって求めた換算係数により、地上の線量率や放射性セシウム濃度に換算する。NaI シンチレーション検出器など放射性セシウムと天然由来の放射性核種との弁別が難しい検出器の場合には、地表における放射性セシウムの浸透具合を表す

第 1 表 遠隔放射線モニタリングに使用されているプラットフォームとしての機体の種類と特徴

	有人ヘリコプター	無人ヘリコプター	無人飛行機	ドローン
				
最大飛行時間	2時間程度	90 分	6時間	15分
ペイロード	100 kg 以上	10 kg	10 kg	3 kg
遠隔操作の距離	-	3 ~ 5 km	100 km 程度	数100 m 以下
モニタリング上の利点	遠距離飛行可能	プログラム飛行が可能 校正のためのホバリング が可能	プログラム飛行が可能 燃費がよく長距離の遠隔 操縦が可能	プログラム飛行が可能 操縦が簡単
モニタリング上の欠点	搭乗員の被ばく 航空法の制限	遠隔操縦の距離が短い 操縦のための訓練要	校正のためのホバリング ができない 操縦のための訓練要	遠隔操縦の距離が短い ペイロードが小さい
地形追従	パイロットの操縦による	パイロットの操縦による	DEMデータを基にした オートパイロット	パイロットの操縦による
安全性	飛行実績豊富	冗長系などの安全性考慮、 農薬散布等実績多い	実績が少ないが、冗長系 などの安全性機能	飛行実績少ない、安全性 機能少ないが軽量
経済性	使用料が高額	初期投資が必要	無人ヘリコプターに比 べると安価	安価
その他	民間ヘリ運航会社を利用	国内で実績がある自律型 はヤマハ発動機製のみ	JAEAとJAXAで 共同開発中	国内外で開発



第2図 遠隔放射線測定における一般的な解析フロー

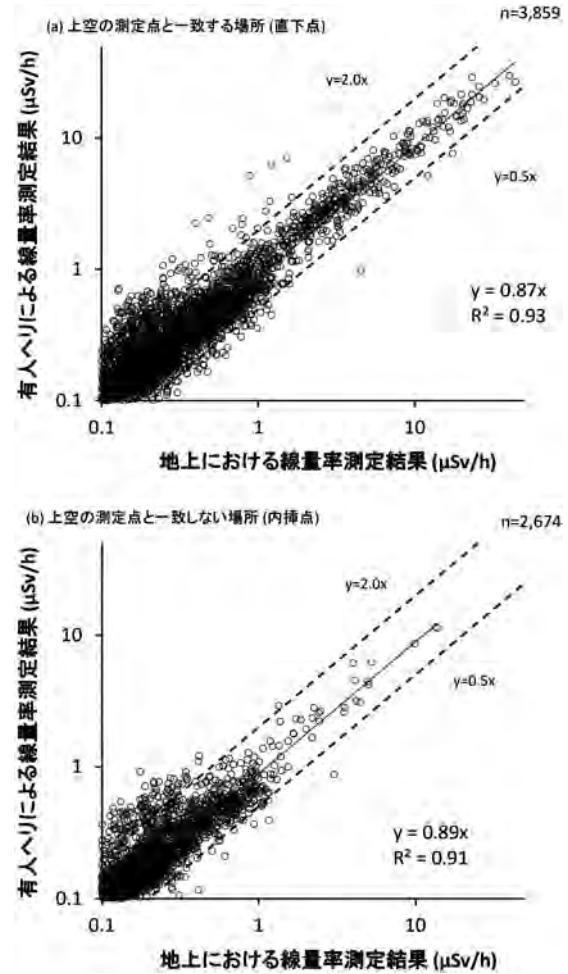
係数である重量緩衝深度(β)を仮定することにより求めた線量率から地表面の放射性セシウム濃度に換算する係数⁶⁾を使用することより、放射性セシウムの沈着量を算出する。これらの測定結果は、Inverse Distance Weighted (IDW)法や Kriging 法を用いて内挿しコンター図として表示している。内挿法に用いるパラメータは、測定の範囲やツールによって最適化している。

4. 地上の測定結果との比較

本手法の妥当性は、地上でのサーベイメータなどでの測定値と比較して検証している。第3図(a)に検証例として、原子力規制庁の行った平成26年度の有人ヘリによる航空機モニタリングの結果及び同時期における地上測定の結果を比較した例を示す。ここでは、地上測定点と上空の測定点の距離が近い点(300m以内)を抽出し、比較している。

また、前述のとおりマップの作成には、測定点間の値を内挿法により推定しているため、上空で測定した点から離れるに従って地上の線量率とのマッチングが悪くなることが想定される。第3図(b)に内挿の妥当性についても検証した例を示すため、比較した例を示す。ここでは、地上測定点と上空の測定点の距離が遠い点(300m以上)を抽出し比較している。

このように、両結果とも、0.5~2.0倍の範囲に分布しており、上空からの測定結果は、地上での測定結果をよく再現できているといえる。また、現状の放射線分布に対し設定している測点の間隔や速度などの条件が合理的であることも示している。このように、遠隔放射線モニタリングの目的は地上における線量率や放射性物質濃度を評価することにあるため、地上での測定値と様々な観点で比較しその妥当性を評価することが必要である。



第3図 有人ヘリによる測定結果と地上測定値の比較
(a: 上空での測定点と直下の地上測定データの比較;
b: 上空での測定点から距離がある場所(内挿点)と地上測定データの比較)

V. 測定結果例

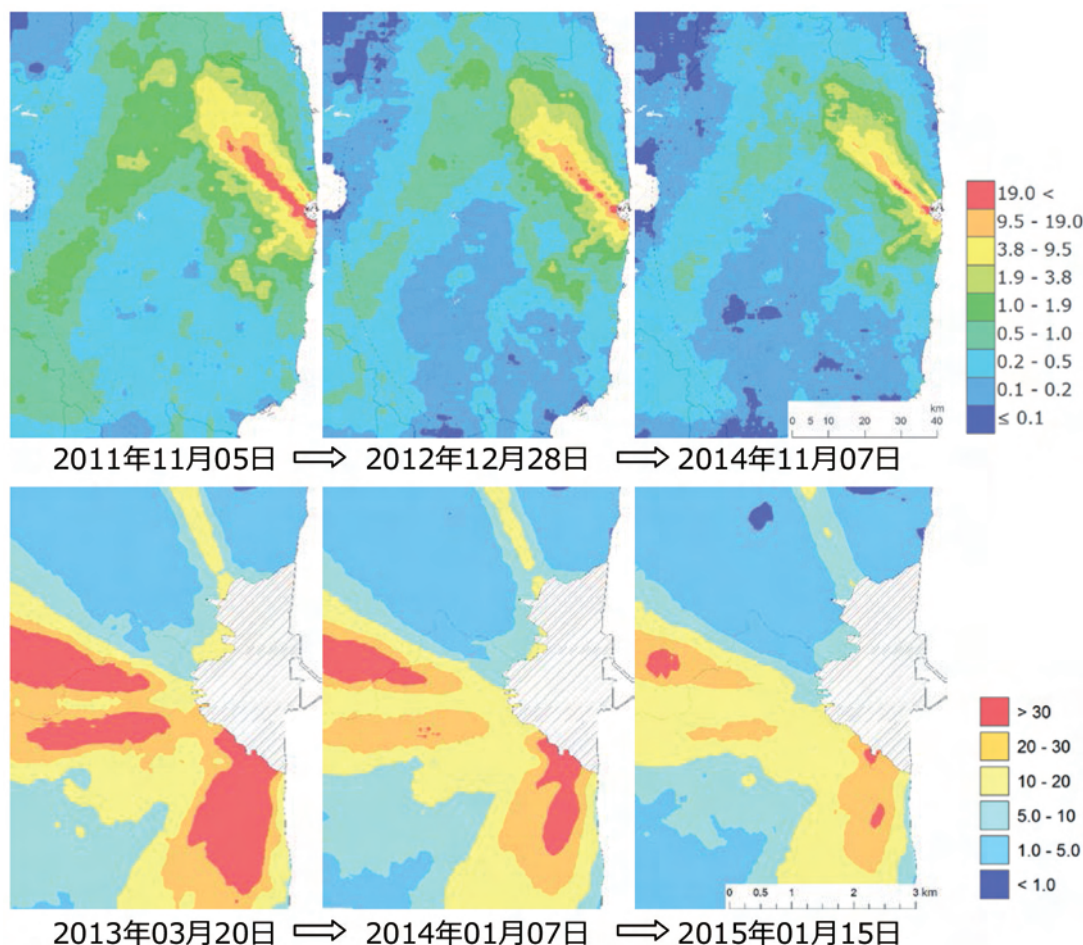
1. 有人ヘリによる広域な放射線モニタリング

有人ヘリによるモニタリングは事故直後から原子力発電所を中心とした放射性セシウムの影響の比較的高い地域について、継続的に測定が実施されており、線量率の変化状況が可視化されている。特に、発電所から80km圏内の測定は計8回行われている。第4図に結果の一部を示す。測定の時期とともに、線量率の高い暖色系の面積が小さくなっていることが分かる。

本データは、除染等の区域設定の基礎資料となっているだけでなく、環境放射能の研究者にも用いられている。また、小学生の教科書の副読本中に採用されているなど⁷⁾、住民への説明資料として活用されている。

2. 無人ヘリによる発電所から5km圏内におけるモニタリング

東京電力福島第一原子力発電所から3km圏内については、航空法による飛行制限区域(平成25年2月5日までは飛行禁止区域、現在は高度1,500mまでの飛行制限



第4図 上段：有人ヘリモニタリングによる発電所から約80 km 圏内の線量率マップの時間変化
 下段：無人ヘリモニタリングによる発電所から約5 km 圏内の線量率マップの時間変化

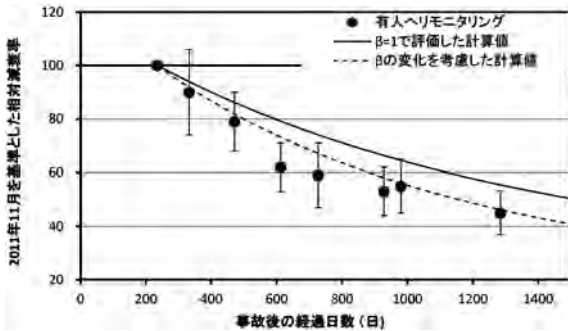
区域)となっており、有人ヘリによる航空機モニタリングは実施されていない。また、地上での測定結果も限られており、別の手法による全体像の把握が必要であった。そこで、平成24年度より無人ヘリを用いて発電所から3km圏内のモニタリングを開始した。発電所周辺は、線量率が高く避難指示区域に設定されているが、詳細測定により放射性物質の拡散状況を細かく把握できると考えられる。本地域では、原子力規制庁の実施している「放射性物質の長期的影響把握手法の確立事業²⁾」の一環として、過去6回のデータが取得されており、線量率の変化傾向が示されている。第4図に結果の一部を示す。有人ヘリのモニタリングと同様に、線量率の高い暖色系の面積が小さくなっていることが分かる。同地域は、除染廃棄物の中間貯蔵場が多く建設されるエリアでもあり、今後も無人ヘリによる継続的なモニタリングが必要である。

3. 線量率分布の変化傾向

モニタリング時期による変化を、より定量的に比較するために、第4図に示した有人ヘリのモニタリング区域を250mメッシュに分割し、2011年11月の測定結果を基準とし、各測定結果の同メッシュのデータの比(相対

減衰率)を求め、更に比を平均化し、経過時間とともに第5図にプロットした。同図には比較のため、重量緩衝深度を一定($\beta = 1$)として放射性セシウムの沈着量と地上1m高さでの空間線量率の換算係数と放射性セシウムの物理的半減期から計算した線量率の変化(実線)を示す。このように、経過日数が長くなるにつれて、物理的半減期から計算した線量率の変化よりも有人ヘリによる実測値は減少率が大きい傾向にあることが分かる。一方、事故後、継続的にスクレーパープレート(フレームで規定された範囲の土壌を、表層から順に任意の厚さで削り取る土壌採取器具)を用いて土壌中の放射性セシウムの深度分布を調査した結果を見ると、事故後から年々深度が深くなってきていることが報告されている²⁾。この報告結果から重量緩衝深度の変化を考慮し線量率を計算することができる。重量緩衝深度が、経過時間と一次関数の関係にあると仮定し、文部科学省「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法⁶⁾」に重量緩衝深度毎に与えられている換算係数から、理論的な線量率の変化を計算した。計算結果を、第5図に示す(点線)。このように、有人ヘリの測定結果と計算結果はよく一致することが分かる。

この結果は、土壌中への浸透度合いが線量率の変化に



第5図 有人ヘリによる避難指示区域のモニタリング結果における変化傾向(誤差棒は比の標準偏差)

大きな影響を与えることを示唆している。しかしながら上空からの測定の場合、平坦で攪乱の少ない土壌の場所だけでなく、森林、山林や住宅地なども測定範囲に含むため、単純な重量緩衝深度の考え方が適用できない場所も多い。今後、土地利用状況との関連や森林や構造物の上空を測定した場合の評価方法の検討が必要と考える。

V. 成果と今後の課題

発電所事故以来、有人ヘリや無人ヘリによるモニタリングが日本で実施されて4年目となり、パラメータの精度やシステムの定期的な保守及び軽微なトラブルへの対応経験により、作成する放射線量率マップの精度は高まってきているといえる。発電所事故直後から、米国エネルギー省は航空機モニタリングを実施しており、有効なデータを残している。これらのデータは、国内の研究者により事故直後の ^{131}I の分布図⁸⁾や海水面における放射性物質の分布図として公表されている⁹⁾。今後、米国や英国のような、航空機モニタリング先進国と同様に現在の技術を維持するとともに、国際間で方法を比較手法の標準化を目指すことが必要だと考える。

有人ヘリと無人ヘリによるモニタリングを補間する技術として、前述のとおり、原子力機構はJAXAとの共同研究により、UARMSの開発を行っている。このシステムは、発災現場から100km以上離れた場所においてコントロールしながら飛行することができることから、操作員の安全を確保しながら測定でき、緊急時においても広い範囲を遠隔でモニタリング可能なツールとして有用であると考えている。しかしながら、まだ開発段階にあり、有人ヘリや無人ヘリのような実績はないため、システム全体としても安全性、危険を回避する能力を十分に確保できるよう実用化に向けて開発が必要である。

ドローンによる放射線測定は、今後、利用法も含めて将来性の高い分野と言えよう。しかしながら、安価で簡便な手法だけに、安全性を確保する技術の開発も必要になる。また、低高度は周辺の放射線の影響を受けやすいことが想定されることから、線量の評価技術も今後の課

題である。

事故以前には、“点の集合”であった放射線モニタリングが、航空機モニタリングを初めとする遠隔モニタリングの実施により、“面”のモニタリングとして情報提供が可能となった。今後、福島第一原発周辺でのモニタリングだけでなく、原子力防災ツールとして、それぞれの長所を組み合わせるモニタリングシステムを整備していくことが重要であろう。

— 参考資料 —

- 1) 原子力規制庁ホームページ：航空機モニタリング結果
<http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/List/191/List-1.html> (2015年4月閲覧)。
- 2) 原子力規制庁ホームページ：文部科学省による放射線量等分布マップ(線量測定マップ)の作成について
http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/6000/5044/24/5600_080218.pdf(2015年4月閲覧)。
- 3) 原子力機構ホームページ：福島県における放射性核種の環境中移動調査・研究～福島長期環境動態研究(F-TRACE)プロジェクト～
<http://fukushima.jaea.go.jp/initiatives/cat01/pdf/project.pdf> (2015年4月閲覧)。
- 4) 眞田幸尚, 他, 原子力発電所事故後の無人ヘリコプターを用いた放射線測定, JAEA-Research 2013-049, (2013)。
- 5) 佐藤昌之, 他, Multiple Model Approachによる構造化ロバスト制御器設計法を適用した放射線モニタリング無人固定翼機の飛行制御設計-福島県浪江町における放射線モニタリング飛行-, 計測自動制御学会論文集, 51, 215-225(2015)。
- 6) 文部科学省, ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法, 放射能測定法シリーズ 33(1992)。
- 7) 文部科学省ホームページ：小学生のための放射線副読本,
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afildfile/2014/03/03/1344729_1_1.pdf(2015年4月閲覧)。
- 8) 鳥居建男, 事故後初期の航空機モニタリングから得られたヨウ素 131 沈着量の分布, 日本原子力学会誌, 55, 702-706 (2013)。
- 9) Inomata, Y. et al., Distribution of radionuclides in surface seawater obtained by an aerial radiological survey, J. Nucl. Sci. Technol., 51, 1059-1063(2014)。

著者紹介



米谷雅之 (よねや・まさゆき)

日本原子力研究開発機構
(専門分野/関心分野)高レベル放射性廃棄物処理



眞田幸尚 (さなだ・ゆきひさ)

日本原子力研究開発機構
(専門分野/関心分野)放射線計測, 放射線管理

解説

除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度の概要と被ばく線量状況

放射線影響協会 宮部 賢次郎, 他

東京電力(株)福島第一発電所事故によって放射性物質で汚染された地域における除染等作業の従事者を対象にした被ばく線量登録管理制度が発足し、公益財団法人 放射線影響協会放射線従事者中央登録センターが主体となって制度の運用を行い、除染等事業者からの定期的な被ばく線量の登録及び被ばく線量記録の引渡しが行われている。本稿では、除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度の概要と登録などの実績及びこれまでに登録されたデータに基づく作業者の被ばく線量の状況について報告する。

KEYWORDS: Radiation Exposure dose, Decontamination works, Dose registration system

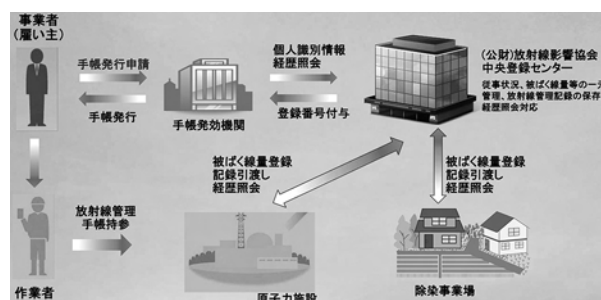
I. はじめに

東日本大震災に伴い発生した東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故により飛散した放射性物質で汚染された地域において、除染等の事業が行われている。除染等の事業に従事する作業者の被ばく線量は、それぞれの除染等事業を行う事業者(以下、「除染等事業者」という)が法令に基づき管理を行っているが、作業者が複数の除染等事業者間を移動することも多いことから、それぞれの除染等事業者が記録した被ばく線量を一つの機関で一元的に管理することにより作業者一人ひとりの被ばく線量を容易に把握する必要がある。平成25年8月に、除染等事業者は、「除染等業務従事者等の被ばく線量を一元的に管理する方法を検討するための検討会」を設立し、原子力発電所等の放射線業務従事者を対象として実施されている「放射線管理手帳制度」や「原子力事業従業員被ばく線量登録管理制度」(以下、「原子力登録管理制度」という)と同様の制度を、除染等事業においても実現することで合意した¹⁾。これを受け、平成25年11月15日に、除染等事業に従事する作業者の被ばく線量を一元的に管理するための「除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度」(以下、「除染登録管理制度」という)が発足した。

原子力登録管理制度と除染登録管理制度と合わせた被

Radiation Dose Registration System for Decontamination Works and Dose Distribution of Workers : Kenjiro Miyabe.

(2015年5月25日 受理)



第1図 被ばく線量登録管理制度と放射線管理手帳の運用

ばく線量登録管理制度及び放射線管理手帳の運用の概要を第1図に示す。

除染登録管理制度においては、公益財団法人 放射線影響協会放射線従事者中央登録センター(以下、「中央登録センター」という)が制度の運営主体となり、除染等事業に従事する作業者の被ばく線量などの情報をデータベースに登録し、長期的に保管し管理する。登録された情報は作業者の被ばく線量管理に役立てるため、制度に参加する除染等事業者、放射線管理手帳発効機関及び原子力事業者(除染等業務に従事したことのある作業者を放射線従事者として指定する)によって被ばく線量の照会などに共同利用される。

II. 除染登録管理制度の概要

除染登録管理制度の検討に当たっては、既存の原子力登録管理制度を参考にするとともに、除染等事業に関わる下記の特徴も考慮した。

- (1) 放射線管理の経験が少ない又はその経験がない事業者が除染等事業を行うことから、除染等事業を行う事業者が制度の必要性を認識するとともに、制度の運用方法などについて正しく理解することが重要である。
- (2) 国発注の本格除染事業では大手の建設企業が元請事業者となるが、自治体発注の除染等事業では規模の小さな企業や共同企業体などが元請事業者となることから、数多くの事業者が制度に参加することになる。
- 3) 除染工事の期間は1~2年程度と比較的短く、又、工事終了後は事業場が閉鎖になる場合もあることを踏まえ、工事期間中の線量登録及び工事完了後の記録引渡しを確実にを行う必要がある。
- (4) 作業によっては短期間で複数の事業者あるいは工事を移動して除染等の事業に従事するとともに、原子力施設と除染等事業場と行き来することから、その移動の都度被ばく線量の前歴を確認できるようにする必要がある。

1. 制度の対象範囲

除染登録管理制度は、除染電離則²⁾第2条第7項で定める「土壌の除染等の業務」、「廃棄物収集等業務」、「特定汚染土壌等取扱業務」、第8項で定める「特定線量下業務」及び電離則³⁾第2条第3項で定める「放射線業務」のうち事故由来廃棄物等の処分の業務に関する事業(これらをあわせて「除染等事業」という。また、除染等事業に従事する作業者を「除染等業務従事者等」という)を行う元請事業者を対象としている。

除染等事業に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン^{4, 5)}では、元請事業者が放射線管理者を選任するとともに関係請負事業者(元請事業者の下で除染等事業に関わる事業者)の労働者の被ばく管理を一元的に行うこととしている。除染等事業においては放射線作業を行ったことのない関係請負事業者も多いことを考慮し、元請事業者を制度参加の対象とした。

除染登録管理制度において、制度に参加する元請事業者は、第1表に示す事業の区分に応じて同表の右欄に示した項目を実施する。

なお、除染登録管理制度の発足に合わせて、前述のガイドラインにて、元請事業者に対して「労働者の過去の累積被ばく線量の適切な把握、被ばく線量記録などの散逸の防止を図るため、除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度に参加すること」が明記された。

2. 除染登録管理制度の仕組み

(1) 放射線管理手帳の取得等

除染等事業の元請事業者及び放射線管理を自ら行うことが出来る関係請負事業者は、除染等業務従事者等に関

第1表 事業区分毎の制度への参加項目

除染等事業の区分	登録管理制度への参加項目
除染特別地域における除染等事業	①放射線管理手帳の取得、使用 ②事業場登録、定期線量登録(四半期毎) ③経歴照会(被ばく前歴等) ④被ばく線量記録及び除染電離健康診断記録の引き渡し(工事完了時)
除染特別地域以外における除染等事業	①被ばく線量記録及び除染電離健康診断記録の引き渡し(工事完了時)
事故由来廃棄物の処分等に関する事業(除染特別地域内・外)	①放射線管理手帳の取得、使用 ②事業場登録、定期線量登録(3ヶ月毎) ③経歴照会(被ばく前歴等) ④被ばく線量記録及び除染電離健康診断記録の引き渡し(工事完了時)

わる放射線管理手帳の発行申請、被ばく線量の放射線管理手帳への記入などを行う。

(2) 事業場登録及び定期線量登録

元請事業者は、除染等事業のために設置した事業場の名称及び工事件名などを事業場毎に中央登録センターのシステムへ登録する。

また、元請事業者は四半期毎に、除染等業務従事者等の、

ア. 個人識別項目

イ. 従事情報(工事件名、作業開始日、作業終了日など)

ウ. 被ばく線量(実効線量当量)

を報告対象となる四半期の末日の3ヶ月後までに中央登録センターのシステムへ登録(定期線量登録)を行う。

(3) 法定記録の引渡し

元請事業者は、除染等事業の工期の終了から原則として3ヶ月以内に、法令規則に基づく除染等業務従事者等の被ばく線量記録及び電離健康診断記録を中央登録センターに引き渡す。

中央登録センターは、引き渡された記録をマイクロフィルム化して長期保管する。

(4) 経歴照会及び開示請求

元請事業者は、中央登録センターに登録された除染等業務従事者等の被ばく線量及び保管されている記録の内容を照会することが出来る。この場合、データの共同利用として、元請事業者は除染登録管理制度に参加している他の元請事業者が登録した被ばく線量などのデータ及び記録についても照会することが出来る。

また、作業者本人は自らの被ばく線量などのデータ及び記録の内容について開示請求を行うことが出来る。

(5) 登録等に使用するシステム

除染登録管理制度の発足当初は、暫定的なパソコンを利用して事業場名及び工事件名の登録、定期線量の登録などを行った。平成26年12月8日からは、除染登録管

理制度用に開発したシステムを使用して、制度参加事業者の専用端末よりインターネット回線を介し、除染等業務従事者等の被ばく線量の照会などがオンラインで可能となった。

3. 原子力登録管理制度との連携

原子力施設の放射線業務従事者を対象にした被ばく線量管理制度は昭和52年11月に発足し、放射線管理手帳制度と相まって35年以上にわたって被ばく線量の一元的な管理が行われている。

作業によっては原子力施設と除染等事業場の両方を移動して放射線作業に従事するケースも多く、原子力施設あるいは除染事業場で放射線作業に従事する都度それまでの被ばく線量(前歴線量)などの確認が必要となる。

そこで、除染登録管理制度及び原子力登録管理制度の参加事業者が相互に作業者の被ばく線量などの情報を確認するため、以下のようなシステムを整備した。

- ア. 原子力事業者は、自らの施設で作業する放射線業務従事者に限って、除染登録管理制度で登録された被ばく線量などの情報を端末から照会することが出来る。
- イ. 除染等事業者は自らの事業場で作業する除染等業務従事者等に限って、原子力登録管理制度で登録された被ばく線量などの情報を端末から照会することが出来る。
- ウ. 放射線管理手帳発効機関は、原子力登録管理制度及び除染登録管理制度の登録情報を端末から照会することが出来る。

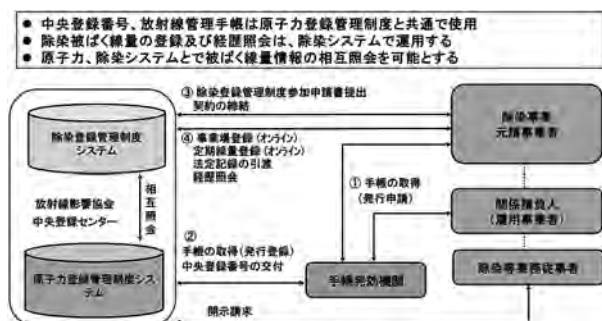
除染登録管理制度と原子力登録管理制度との関係を第2図に示す。

III. 制度の運用状況

除染登録管理制度における各種登録及び記録引渡しの状況を第2表に示す。

平成27年3月末現在において除染登録管理制度に参加する事業者数は160(定期線量登録及び記録引渡しを行う事業者49, 記録引渡しのみを行う事業者111)となっている。

また、除染登録管理制度では定期線量の登録が四半期



第2図 除染登録管理制度の概要及び原子力登録管理制度との関係

第2表 除染登録管理制度における各種登録等の状況

項目		登録等の件数
制度参加事業者数	定期線量登録及び記録引き渡し	49 ⁱ
	記録引き渡しのみ	111 ⁱ
事業場登録		154 ⁱ
工事件名登録		281 ⁱ
定期線量登録(四半期毎)		132,306 ⁱⁱ
記録引き渡し		11,226 ⁱⁱ

ⁱ 平成27年3月31日現在の加入又は登録数

ⁱⁱ 平成27年3月31日までの累積件数

単位で行われ、平成27年3月末までに累計で132,306件となった。

また、記録の引渡しは11,226件となっており、この記録は、順次、電子画像(紙文書の記録はスキャナーにより電子画像化する)からマイクロフィルムを作成し、マイクロフィルム文書を原本として保管している。

除染登録管理制度と原子力登録管理制度のそれぞれの登録情報について相互に経歴照会を行うことが可能であり、平成27年3月末現在6,809件の照会があった。

IV. 除染等業務従事者の被ばく線量

除染登録管理制度で登録された定期線量のデータを用いて統計資料を作成することにより、除染等業務従事者の被ばく線量の分布や線量限度の遵守状況などを把握することができる。

1. データの集計方法

(1) 個人毎の集計

個人を識別するための番号(中央登録番号)を基に個人毎の線量を集計した。

(2) 線量の取扱い

除染電離則に定める線量限度と対比するため、厚生労働省のガイドライン⁴⁾に示された線量の取扱い(平成23年3月11日から平成23年12月1日までに受けた線量は、平成24年1月1日に受けた線量とみなして合算すること)に従い、平成23年の被ばく線量については平成24年の統計に加えて線量分布表の作成を行った。

(3) 年間線量の対象期間

年間の被ばく線量は、該当年(暦年)の1月1日から12月31日までの線量が対象となる。

2. 統計データ

除染等業務従事者等の平成24年及び平成25年の年間の被ばく線量の分布を第3表に示す。

平成24年の統計データにおいては、従事者数の合計が11,058人、平均の被ばく線量は0.5mSv、個人の最大線量は13.9mSv、及び合計線量は5,226.0人・mSvであった。

第3表 除染等業務従事者等の被ばく線量分布

年	1mSv 以下 (人)	1 を超え 3mSv 以下 (人)	3 を超え 5mSv 以下 (人)	5 を超え 10mSv 以下 (人)	10 を超え 15mSv 以下 (人)	15 を超え 20mSv 以下 (人)	20 を超える (人)	人数 (人)	合計線量 (人・mSv)	平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)
平成 24 年	9,989	738	169	130	32	0	0	11,058	5,226.0	0.5	13.9
	90.3%	6.7%	1.5%	1.2%	0.3%	0%	0%				
平成 25 年	17,569	2,787	168	40	0	0	0	20,564	10,719.8	0.5	6.7
	85.4%	13.6%	0.8%	0.2%	0%	0%	0%				

(H27. 3. 30 までの登録データ)

この線量分布には平成 23 から平成 24 年に行われた除染モデル実証事業に関わる被ばく線量⁶⁾も含まれている。また、従事者の内の 90.3% は 1mSv 以下であった。

平成 25 年については、従事者数の合計が 20,564 人、平均の被ばく線量は 0.5mSv、個人の最大線量は 6.7mSv 及び合計線量は 10,719.8 人・mSv であった。また、従事者の内の 85.4% は 1mSv 以下であった。

なお、平成 24 年及び平成 25 年における除染等業務従事者等の年間の被ばく線量は除染電離則に定める線量限度(50mSv/年)を下回っていた。また、年間の平均線量 0.5mSv は、東電福島第一原子力発電所事故以前の平成 21 年度の原子力施設における放射線業務従事者の平均線量 1.1mSv⁷⁾の半分以下であった。

V. まとめ

除染登録管理制度の発足により、これまで除染等事業の各元請事業者および関係請負事業者で管理されていた除染等業務従事者等の被ばく線量などの情報が中央登録センターで一括して登録・保管されるとともに、原子力施設での被ばく線量と合わせて一人ひとりの従事者の被ばく線量の一元的な管理及び照会などへの対応ができるようになった。また、被ばく線量記録及び電離健康診断記録の長期的な保管・管理が可能となり、記録の散逸の防止が図られる。

除染登録管理制度を適切に運用していくためには、制度に参加する元請事業者のみならず、多くの関係請負事業者の理解と認識を深める必要がある。また、登録システムの機能や操作性の改良や向上などを図り制度参加事業者からの速やかで確実な線量登録及び記録引渡しを行うようにするとともに、放射線管理手帳の確実な運用(手帳の発行、記帳、工事完了又は離職時の本人への速やかな返却など)を図っていく必要がある。

除染等事業においては個々の工事などの作業計画及び管理体制に基づき作業者の被ばく線量の管理が行われている。しかしながら、除染等事業においては、事業の計画や目標(線量低減化)、作業の形態・方法、環境条件(空間線量)などによって作業者の被ばく線量が変化する。

今後も、除染等業務従事者等の被ばく線量分布などのデータを公表する予定であり、その結果が除染等事業における放射線管理に反映されることを期待する。

— 参考資料 —

- 1) 除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度検討会中間とりまとめ(平成 25 年 11 月 15 日)、同最終とりまとめ(平成 25 年 12 月 26 日)。
- 2) 東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則(平成 23 年 12 月 22 日 厚生労働省令第 152 号)。
- 3) 電離放射線障害防止規則(平成 25 年 7 月 8 日改正)。
- 4) 除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン(平成 23 年 12 月 22 日付け基発 1222 第 6 号、平成 26 年 12 月 26 日付け改正)。
- 5) 事故由来廃棄物等処分業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン(平成 25 年 4 月 12 日付け基発 0412 第 2 号、平成 26 年 12 月 26 日付け改正)。
- 6) 浅野智宏、警戒区域等におけるモデル実証事業に係る放射線管理について、保健物理, 47(4), 241~246(2012)。
- 7) 公益財団法人 放射線影響協会ホームページ

著者紹介

宮部賢次郎(みやべ・けんじろう)

放射線影響協会

放射線従事者中央登録センター

(専門分野)放射線管理, 放射線計測

伊藤敦夫(いとう・あつお)

放射線影響協会

放射線従事者中央登録センター

(専門分野)放射線管理

安武恒夫(やすたけ・つねお)

放射線影響協会

放射線従事者中央登録センター

(専門分野)放射線管理

小川 翼(おがわ・つばさ)

放射線影響協会

放射線従事者中央登録センター

(専門分野)放射線管理

解説

世界的な賠償責任制度の構築を目指して

「原子力損害の補完的な補償に関する条約(CSC)」の概要と締結の意義

日本原子力産業協会 富野 克彦

福島第一原子力発電所事故を踏まえて日本は、政府として原子力損害賠償に関する国際的な制度構築の重要性を認識しCSC(CONVENTION ON SUPPLEMENTARY COMPENSATION FOR NUCLEAR DAMAGE)を締結した。CSCには補完基金制度や裁判管轄権、準拠法等に関する規定がある。その概要と、わが国が加盟する意義についてまとめて紹介する。また、加盟に伴う国内制度を整備する法律、国内の賠償制度を条約上の制度と適合させるための原賠二法の改正についても紹介する。

KEYWORDS: CSC, convention, damage, compensation, liability

I. はじめに

2013年11月1日、外務大臣から「政府として、国際的な原子力損害賠償制度の構築に参加することの重要性を認識し、福島第一原発の廃炉・汚染水対策に知見を有する外国企業が参入する環境を整えるため、『原子力損害の補完的な補償に関する条約(CSC)』を締結する」という政府方針が発表された。その後、様々な調整を経て2014年11月に国会で承認、2015年1月15日には政府がIAEAに受諾書を寄託し、これによって5カ国以上の加盟と4億kW以上の原子力設備容量という発効要件を満たしたため、2015年4月15日、CSCが発効した。現在の加盟国はアルゼンチン、日本、モロッコ、ルーマニア、アラブ首長国連邦、米国の6カ国である。以下にCSCの概要と、加盟にあたり国内で整備された制度を解説する。

II. CSCの規定内容

CSCは国際的な基金による補償額の増大をもって各国の補償制度を補完し、世界的な責任制度を構築することを目的としている。主な規定内容は以下の通りである。

1. CSCに加盟できる国

パリ条約やウィーン条約の加盟国ではない国がCSC

Toward the worldwide liability regime: significance and overview of CONVENTION ON SUPPLEMENTARY COMPENSATION FOR NUCLEAR DAMAGE (CSC)-:
Katsuhiko Tomino.

(2015年4月7日 受理)

に加盟する場合、その条件としてCSCの「付属書」の規定に適合する国内法が要求される。

付属書にはパリ条約、ウィーン条約と同様に、用語の定義、運営者の厳格責任や責任集中、責任制限額、損害賠償措置、国家補償、時効、求償権の制限といった、一定水準以上の賠償が迅速に行われるために必要な基本的原則が定められている^{1,4)}。つまり、付属書の規定に適合するような国内法を作れば、自ずとパリ条約、ウィーン条約に加盟する場合と同等の基本的な諸原則を備えた原子力損害賠償制度が当該国に整備されることになる。なお、米国は連邦法で原子力事業者への責任集中を規定できないためパリ条約やウィーン条約に加盟できないが、CSC付属書には米国に配慮した特別な規定が設けられており、米国も加盟要件を満たすことができる。

2. CSC本文の規定内容

CSCには、用語の定義、目的、適用範囲のほか、資金的保証、負担金の計算方法、資金の割当方法、裁判管轄権、準拠法などが規定されており、これらの規定はパリ条約、ウィーン条約の規定と矛盾しないよう権限や義務が整理されている^{1,4)}。

(1) 資金的保証の仕組み

一定水準以上の賠償が迅速に行われるよう、CSCには以下のような資金的保証の仕組みがある。

(a)原子力施設を持つ締約国は、1回の原子力事故あたり3億SDR(SDR:特別引出権)(約470億円)以上の金額が原子力損害の賠償のために利用できることを確保する必要がある。

(b)この金額に加え、締約国はCSC第4条に規定され

ている計算式に従って各締約国が拠出する公的資金(補完基金)を利用できる。

これらの資金は、締約国の間では国籍、住所、居所に基づく差別をすることなく公平に分配されなければならないことが規定されている。また(b)に基づく資金の50%は事故発生国の内外で被った原子力損害に、50%は原子力事故発生国の外で被った原子力損害の賠償に利用できる。

(b)の資金のための計算基準は、締約国の原子力設備容量と国連の分担金によって決定され、締約国の設備容量が増えればより多くの資金が利用可能になる。

(2) 国際裁判管轄権、準拠法

国をまたぐ原子力損害に関する問題を迅速、公平に解決するために、CSCにはパリ条約やウィーン条約と同様に、訴訟を起こすことができる裁判所(国際裁判管轄権)と、裁判を行うための法律(準拠法)が規定されている。

原子力損害賠償に関する訴訟の裁判管轄権は、事故が生じた締約国の裁判所のみにあるため、各締約国の被害者は事故発生国以外で訴訟を起こすことが制限される。また、準拠法は管轄裁判所が属する国の法令とされる。

III. CSC 締結に伴うわが国の対応

1. 国内法令と整合をとるための留保

わが国はCSC締結にあたり、国内制度との整合をとるため、CSCの一部の規定を留保している²⁾。

(1) 少量の核物質の適用除外

少量の核物質等を原子力損害賠償補償制度(以下「原賠制度」)の適用除外とするために用いる基準について、CSCではIAEAの基準により除外できることを規定しているが、基準がまだないため、日本の基準を使って除外するものを決められるよう留保した。

(2) 排他的経済水域(EEZ)内で輸送中に発生した事故の賠償責任

締約国間の輸送中の事故について、CSCには原則として送付人が責任を負い、契約があれば契約に従うという規定がある。しかし、わが国の領海内と排他的経済水域の中で発生した事故は、わが国の法律により責任の所在を決定できるよう留保した。

(3) 原子力施設内の財産

わが国の原子力損害の賠償に関する法律(以下「原賠法」)では事故を起こした原子力事業者以外の財産はサイトの中にあるものについても原賠制度の対象としているが、CSCはサイト内の財産は他人の財産も含めて規定の対象外としている。これについてはサイト内にある協力企業の財産等を考慮して留保した。

2. CSC 関連二法

CSC加盟に伴い2つの法律が制定された³⁾。

(1) 補完基金への対応

CSCは各国が拠出金を出し合って作る補完基金を事故国の中で分配する仕組みになっており、これに対応する国内制度が「原子力損害の補完的な補償に関する条約の実施に伴う原子力損害賠償資金の補助等に関する法律」として新規に制定された。

この法律では、日本政府がCSCの締約国として拠出金を負担する場合に、その原資として原子力事業者から負担金を徴収する仕組みが規定されている。原子力事業者は、事故が起きたときには補助金を受ける受益者であること、事故の原因となる原子力施設を持っている原因者であることから、原子力事業者が拠出金の原資を負担する仕組みとされた。全ての原子力事業者が毎年度納める一般負担金と、事故を起こした原子力事業者が事故を起こしたときに納める特別負担金の二種類が設定されている。

一般負担金は、原子力損害賠償補償契約の補償料率と同様の考え方にに基づき、日本の拠出金負担額と過去の事故の確率等から算出した金額を全原子力事業者からの合計として集める。

特別負担金は、日本で事故が発生したときに日本政府が補完基金に拠出する負担分について、事故を起こした事業者に課すこととしており、現状では70億円程度が徴収される。

一方、日本で事故が発生して日本政府が補完基金から受けた拠出金(現状では140億円程度)は、それを政府から事故を起こした事業者に対する補助金として配分する仕組みとしている。つまり、日本の原子力事業者が事故を起こした場合には、原子力事業者は70億円程度を日本政府に支払う代わりに、日本を含めた締約国からの拠出金140億円程度を、日本政府を通じて補助金として受取ることになるので、実質70億円程度が事業者に支払われる計算となる。

(2) 原賠法と補償契約法の一部改正

わが国の原賠制度をCSCに適合させるための法整備として「原子力損害の賠償に関する法律及び原子力損害賠償補償契約に関する法律の一部を改正する法律」が制定され、主に以下の事項が改正された。

(1)原子力事業者間で核燃料物質等を運搬する場合の原子力損害賠償責任に関する特約に関して、CSC付属書では「書面による特約」と書いてあるが、原賠法では形式を指定していなかったため「書面による」と改正された。

(2)CSC付属書の規定に従い、原子力損害を被った被害者に重大な過失があったときには、裁判所がこれを考慮して損害賠償の額を定めることができる規定が新たに設けられた。

(3)原子力損害の原因を作った第三者に対して原子力事業者から求償する権利について、改正前の原賠法では自然人であっても法人であっても故意によって生じた場合あるいは特約がある場合は求償権があったが、CSC付

属書の規定に従い、「自然人の故意」「書面による特約」と改正された。

(4)核燃料物質等の運搬に係る責任保険契約と補償契約の解除について、CSC 付属書の規定に従い、運搬中は解除できないこと、保険契約については解除の前にあらかじめ文部科学大臣に届出をすること、届出をして90日後に解除の効力が生ずることが新たに規定された。

一方、わが国の原賠法とCSCでは原子力損害の定義が異なるが、わが国で実際に支払われた賠償は一部留保されているものを除きCSCの規定に収まることから特に改正されていない。また、わが国の原賠制度では賠償措置額が240億円、40億円とされている施設があるものの、賠償金額に制限はなく必要な場合には政府が賠償に必要な援助を行う規定もあるため、CSCが規定する3億SDRの資金的保証が確保されているものとされる。

なお、CSCに規定されている裁判管轄権の専有については、条約が直接適用されることから民事訴訟法の改正は行われていない。日本の裁判所が管轄する裁判の準拠法は、CSCの規定に従って日本の法とされ、「法の適用に関する通則法」に基づいて適用される法が判断されることとなる。

IV. わが国にとってのCSC締結の意義

外務省の資料によれば、CSC締結の意義として「我が国がこの条約を締結し、その早期発効に寄与することは、原子力損害に関する国際的な賠償制度への貢献、原子力事故時の賠償の充実と被害者の迅速かつ公平な救済及び法的予見性の向上が可能になることから有意義である」とされており、早期国会承認が求められる理由として「我が国がこの条約を締結することにより、その早期発効に寄与するとともに、発効当初から締約国として条約の実効性を高めるために積極的に参画し、国際的な原子力損害賠償制度の構築に寄与すること等が重要であること」が挙げられている²⁾。

具体的には、例えば締約国の外国企業が日本において原子力事業に参入する場合に、日本で発生した原子力事故に関する損害賠償の裁判は日本だけで行われるようになるため、法的予見性が向上し、福島第一原発の廃炉・汚染水対策に知見を有する外国企業が参入しやすくなるなどのメリットが挙げられる。同様に、わが国のメーカーが海外の締約国に原子力機器を輸出する場合にも、事故発生国で裁判が行われ、事故を起こした原子力事業者が賠償責任が集中されることから法的予見性が向上し、輸出の際の賠償リスクが軽減される。これに対してはメーカーを利するもので問題だという批判があるが、そもそも原子力事業者だけに無過失責任を負わせる仕組みは請求対象を明確にして迅速に救済するための仕組みであることを忘れてはならない。また、事故発生国から他国に被害が及ぶ場合などを考慮すればメーカーがあら

ゆる場合に責任を免れられるわけではないことにも留意が必要である。

そして、法的予見性よりも重要なのは、わが国が原子力損害に関する国際的な賠償制度に対して貢献していくという意義である。わが国を含め近隣のアジア地域はこれまで原子力損害賠償に関する国際枠組みに加わってこなかった。しかし、福島第一原子力発電所事故を経験したわが国は、世界的な責任制度を構築しようとするCSCの目的を踏まえて、被害者救済の実効性を向上させるべく、近隣アジアを含めた国際的な枠組みの構築に貢献していかなければならない。

V. 結言

パリ条約から始まった原子力損害賠償に関する国際枠組みはこれまで普遍性や実効性の向上を目指して工夫されてきた。CSCはあらゆる国を1つの枠組みに収められる普遍性を持っており、加盟国が増えるほど補完基金の金額も増え、被害者救済の実効性が向上していくという特徴を持っている。この特徴を生かして、将来的にはウィーン条約加盟国やパリ条約加盟国までも取り込み、世界的な責任制度を構築することが望ましい。その上で、締約国間の合意により補完基金の拠出金額を増やしていくことも検討されれば、被害者救済の実効性は益々高まっていくだろう。

また、当然ながら条約は締約国間でなければ効力を発揮しないことから、原子力施設を持つ国だけでなく、その周辺国にも加盟を呼びかけて、より実効性、普遍性を高めていくことも必要であろう。わが国は福島第一原子力発電所事故の経験を活かし、近隣アジア地域を中心とした国際枠組みの構築に加え、枠組みの価値を高めていく取り組みにも積極的に貢献していくことが大切である。

なお、本稿における意見は筆者の個人的な見解である。

— 参考資料 —

- 1) 日本エネルギー法研究所「原子力損害の補完的補償に関する条約各条の解説及び法的問題点の検討」, (2012).
- 2) 外務省ウェブサイト,
http://www.mofa.go.jp/mofaj/ila/trt/page22_001625.html
- 3) 文部科学省ウェブサイト,
http://www.mext.go.jp/b_menu/houan/an/detail/1353123.htm
- 4) 日本原子力産業協会 人材育成部 大西一之, 富野克彦, 「あなたに知ってもらいたい原賠制度」, (2014).

著者紹介



富野克彦 (とみの・かつひこ)

日本原子力産業協会
(専門分野/関心分野)原子力政策/特に原子力損害賠償制度, 原子力産業の海外展開, 核燃料サイクル, 新型炉, 人材育成

石炭ガス化複合発電(IGCC)の最新事情と課題

エネルギーセキュリティー確保と地球温暖化対策の両立

常磐共同火力(株) 勿来発電所 石橋 喜孝

原子力発電が困難になっている現在、ベースロード電源として石炭火力の稼働率が増加するとともに、新規の石炭火力建設計画も増えている状況にある。しかしながら石炭火力発電にはCO₂排出量が多いという弱点があり、これを克服するために高効率な石炭火力発電技術が求められている。石炭ガス化複合発電(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle)がこの選択肢となり得るか、技術の現状を解説する。

KEYWORDS: IGCC, coal, gasification, combined cycle, air blown, Clean coal, high efficiency, Nakoso, Joban Joint Power Company

I. はじめに

石炭は、他の化石燃料である石油や天然ガスに比べて埋蔵量が多く、かつ世界中に広く分布しているため、価格が低廉であるとともに価格の変動も少ない。今でも世界の発電の約40%は石炭火力が占めている。

日本でも昭和30年代の高度成長は、日本各地で産出された国内炭によって支えられたが、その後、低廉な石油が輸入されるようになり、一時は火力発電は石油に取って代わられたものの、1973年に始まった石油ショック以降、安価な海外炭を使用する石炭火力が復活し、現在は日本の電力量の約3割を担っている。

日本は少資源国である事から、少しでも化石燃料の使用量を減らすべく、どの国より省エネ・省資源に取り組んできた。従来型の火力発電では、蒸気の温度と圧力を高めれば高めるほど効率が向上するため、この開発を進めてきた。例えば超々臨界圧発電(USC)技術は、日本が開発した技術であり、既に世界に広く普及している。

さらなる高効率を達成させるためには、LNG火力で主流となっている複合発電を石炭火力の世界にも適用することであるが、石炭をガス化してこれを可能とする技術がIGCCである。本解説では、日本におけるIGCCの技術開発状況、課題について述べることにする。

なお、空気吹きIGCCのパイロットプラント試験、実証プラント試験は、福島県いわき市にある常磐共同火力

The Latest status and Subject of the Air-blown IGCC: Yoshitaka Ishibashi.

(2015年5月7日 受理)



第1図 常磐共同火力(株) 勿来発電所全景

(株)勿来発電所構内において行われた。勿来発電所は、常磐炭鉱の低品位炭を使用するために作られた発電所であるが、石炭設備や送電線などのインフラが整っていたことに加え、かつて総合排煙処理システムの開発、石炭流体化燃料であるCWM(Coal Water Mixture)の開発導入が行われた場所であり、石炭の新技術開発への対応力があると評価され、IGCC開発サイトに選定された。

II. 高効率石炭火力発電技術の変遷

汽力発電(ボイラ+蒸気タービン)の歴史は、19世紀後半の産業革命当時に始まったが、当初は圧力と温度が低い亜臨界圧の蒸気条件であったため、発電効率は10%に満たないものであった。その後、蒸気圧力、蒸気温度の上昇と共に、発電効率も徐々に30%台まで向上し、1970年代には始めて超臨界圧(SC: Super Critical)のボイラが誕生、発電効率は40%程度まで向上した。2000年以

降は超々臨界圧(USC: Ultra Super Critical)のボイラが日本で開発され、現在はこれが主流となっている。現在のUSCは蒸気温度600℃級が主流であるが、700℃級のUSC(A-USC: Advanced USC)の開発も進められており、これが実現できれば45%以上の発電効率が可能となる。ただし700℃に耐え、かつ経済的に成立する金属材料の開発が課題となっている。

一方、LNG(液化天然ガス)の世界ではガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた高効率の複合発電(CC: Combined Cycle)が1985年に始まり、現在はLNG火力のほとんどが複合発電になっている。石炭の世界でも複合発電の導入を目指し、まずは加圧流動床複合発電(PFBC: Pressurized Fluidized Bed Combustion)が導入されたが、大型の流動床技術は難しく、日本に3基導入されたのみでその後は普及していない。現在、最も期待されている高効率石炭火力発電技術が、噴流床方式の石炭ガス化複合発電(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle)であり、送電端の発電効率が48~50%が期待できる。

III. IGCC 開発の歴史

1. 欧米での IGCC 開発

第1表に示す通り、IGCC実証試験開発は、1994年頃、オランダ、スペイン、米国でほぼ同時期に始まった。当時はこれらのプロジェクトは世界のIGCC4大プロジェクトと呼ばれた。これらIGCCの共通の特徴は、酸素で石炭をガス化する酸素吹きガス化炉を用いている事である。

酸素吹きの石炭ガス化炉は化学工業の世界では100年以上の歴史があり、アンモニア製造、メタノール製造、ガソリン合成等に広く実用化されている。欧米で開発が進んでいるIGCCのガス化炉は全て化学工業用のガス化炉を転用した酸素吹き方式である。化学工業では製品の純度が重要であるため、不純物としての窒素の混じらない酸素吹き方式を使用してきたが、発電用途に使用した場合には、酸素製造に多くの動力を使用してしまうため、送電端の発電効率が低くなってしまふ。

第1表 世界のIGCCプロジェクト

プロジェクト	Buggenum オランダ	Puertollano スペイン	Wabash River 米国	Tampa 米国	Nakoso 勿来 日本
ガス化炉形式	酸素吹き 乾式給炭 Shell	酸素吹き 乾式給炭 Plenflo	酸素吹き 湿式給炭 E-Gas™	酸素吹き 湿式給炭 GE	空気吹き 乾式給炭 MHI
石炭消費量	2,000 t/d	2,600 t/d	2,500 t/d	2,500 t/d	1,700 t/d
発電端出力 (GT温度)	284 MW 1,100℃級	335 MW 1,300℃級	297 MW 1,300℃級	315 MW 1,300℃級	250MW 1,200℃級
実証試験 開始時期	1994年1月	1997年12月	1995年10月	1996年9月	2007年9月

一方、日本でのIGCC開発は、欧米に比べて約10年遅れたものの、酸素製造動力が不要で、より高い送電端効率が得られる空気吹きガス化方式を開発・採用した。

2. 国内での IGCC 開発

空気吹きIGCCの開発は、下記の3ステップで行われた。

- ① 2t/日規模の小型ガス化炉試験(1983~1995)
実施主体: 電力中央研究所, 三菱重工
- ② 200t/日規模のパイロットプラント試験
実施主体: IGC 研究組合(1991~1996)
費用負担: 国補助90%, 残りは電力会社負担
- ③ 1,700t/日規模, 出力250MWの実証試験(2007~2012)
実施主体: (株)クリーンコールパワー研究所
費用負担: 国補助30%, 残りは電力会社負担

①→②へのスケールアップ比率は100倍と大きかったため、②のパイロットプラント試験では様々なトラブルが発生したが、ガス化炉の改造を行いながら、最終的には安定運転を達成した。

②→③へのスケールアップ比率は8.5倍であり、10倍以内の妥当なスケールアップ比率であったため、③のIGCC実証試験はほぼ計画通り順調に進捗した。②と③の試験は、常磐共同火力(株)勿来発電所の構内で行われた。

空気吹きIGCCの開発は約32年間に亘って進められてきたが、商用機設計に必要な、信頼性、環境性、高効率、炭種適合性、経済性、運用性等に関する全てのデータを取得できたことから、平成25年3月末をもって実証試験を終了することになった。

研究終了後、(株)クリーンコールパワー研究所は常磐共同火力に吸収合併され、出力250MWのIGCC実証機は商用転用され、現在は勿来発電所10号機として稼働を継続している。(本プラントは海外から「勿来IGCC」と呼ばれている。)

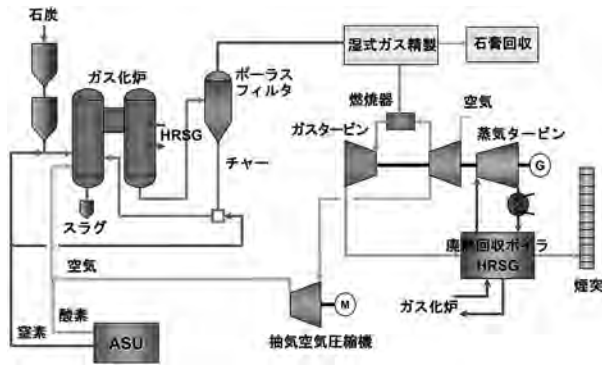
なお、国内では(株)大崎クールジェンによって、酸素吹きIGCCの開発も進められている。こちらは単なる高効率発電だけでなく、水素製造や燃料電池複合発電(IGFC)と言った多目的の将来技術の開発も目的としているため、酸素吹きIGCCを選択している。現在、広島県の大崎上島で166MW級のIGCCプラントを建設中である。

IV. 空気吹き IGCC の設備概要と特徴

1. IGCC の設備概要

IGCCは、ガス化炉設備、ガス精製設備、複合発電設備から構成され、全体系統を第2図に示す。

ガス化炉は約30気圧と高圧であり、石炭は微粉炭機で粉砕された後、窒素で約30気圧に加圧され、ガス化炉内に投入される。窒素で加圧するのは石炭の自然発熱を



第2図 空気吹きIGCCの系統図

防止するためであり、この窒素を生成するため空気分離設備(ASU)を持っている。

石炭はガス化炉内で石炭ガスとなり、ガス精製設備で不純物が除去された後、ガスタービンの燃焼器で燃焼される。ガスタービンの排気ガスは排熱回収ボイラを通して煙突から排出される。この排熱回収ボイラで発生する蒸気、およびガス化炉のSGC熱交換器(SynGas Cooler)で発生する蒸気を合わせて蒸気タービンを駆動する。ガスタービンと蒸気タービンの2つのパワーで発電機を回す。すなわち複合発電を行う。

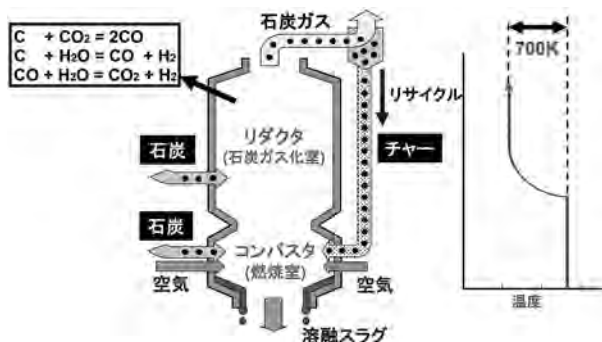
LNG複合発電では通常、ガスタービンと蒸気タービンの出力比率は約2:1であるが、IGCCではガス化炉側からも蒸気が発生するため、この比率が約1:1となる。

2. ガス化の原理

石炭のガス化反応とは部分燃焼である。石炭中の炭素は完全燃焼すれば全てCO₂になるが、空気比0.4程度で部分燃焼させることにより、カロリーを持ったCOガスとH₂ガスが生成し、ガスタービンの燃料となる。

ガス化反応を起こすためには1,800℃程度の高温が必要となる。酸素吹きガス化炉であれば高温の維持が容易であるが、空気吹きでは難しい。これを可能とするため、ガス化炉を燃焼室とガス化室に分けた二室二段噴流床方式の空気吹きガス化炉を開発した。(第3図参照)

石炭中には通常、10%程度の灰分が含まれるが、灰分は約1,800℃に維持した燃焼室で熔融し、スラグとして排出される。燃焼室の炉壁保護には、耐火材ではなく、セルフコーティング方式を採用している。すなわち溶け



第3図 空気吹き石炭ガス化の原理

たスラグが旋回流によって炉壁に付着し、高温の輻射熱から炉壁を守る。ガス化反応はガス化室で起こるが、この反応は吸熱反応であるため、約700℃の温度低下がある。

また、ガス化反応は部分燃焼であるため、石炭はガス化室を1回通過するだけでは完全ガス化は出来ず、未燃分としてチャーが残る。このチャーはフィルターで分離し再びガス化炉に戻すことにより、全ての炭素分をガス化する。

3. ガス精製の原理

ガス精製は湿式を採用している。ガス化炉からの石炭ガス中には、窒素化合物(NH₃)、硫黄化合物(H₂S)、塩素化合物(HCl)等の不純物が含まれており、これらを取り除かないとガスタービンの燃料とする事は出来ない。水溶性のNH₃とHClは水で、H₂Sはアミン吸収液で除去する。吸収したH₂Sは石膏に変換し売却できる。

乾式のガス精製が採用できればより高い効率を得られるが、まだ技術課題が残っており、湿式を採用している。

4. IGCCのメリット

IGCCには、下記の5つのメリットがある。

(1) 発電効率の向上

IGCCの発電効率は、採用するガスタービンの燃焼温度が高いほど上昇する。燃焼温度1,500℃級のガスタービンを採用した場合には、従来の微粉炭火力に対して、約2割の送電端効率の向上が可能であり、その分だけ石炭の使用量が減り、CO₂排出量も減らすことができる。

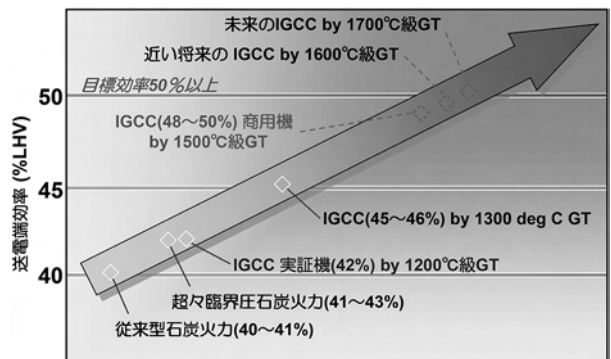
将来的には、現在LNG火力で採用が始まっている1,600℃級ガスタービンを採用することにより、約50%の送電端効率が可能となる。(第4図参照)

(2) 環境特性の向上

IGCCでは、ガスタービンで燃焼する前の燃料ガスの段階で不純物を取り除くので、煙突から排出されるSO_x、NO_x、ばいじんの量も低減できる。(第4表参照) またCO₂排出量原単位については、1,500℃級ガスタービンを採用した場合、重油火力と同等になる。

(3) 適用炭種の拡大

従来石炭火力とIGCCでは、利用に向けた炭種が少し異なる。従来石炭火力では、石炭灰がボイラ内で熔融す



第4図 空気吹きIGCCによる発電効率の向上



第5図 石炭灰スラグの有効利用



第6図 勿来IGCCの設備全景

ることを嫌うため、豪州炭のように灰融点の高い石炭を好む。一方IGCCでは石炭灰はガス化炉内で溶解して排出するため、むしろ灰融点の低い石炭が適する。いわゆる低品位炭(亜瀝青炭等)は一般的に灰融点が低く、IGCCではこれらの石炭が利用可能となる。

(4) 灰の有効利用拡大

石炭灰は、従来石炭火力では粉状のフライアッシュとして排出されるが、IGCCでは小石状の熔融スラグとして排出されるため、灰の体積がほぼ半減される。またスラグはガラス質となっているため微量成分の溶出がなく、土木工事材料への有効利用を進めている。(第5図参照)

(5) 用水使用量の削減

IGCCは複合発電設備であるため、復水器の冷却水量(温排水量)を約30%削減できる。

また、従来石炭火力では排煙脱硫装置に大量の水を使用するが、IGCCでは生成ガスから直接脱硫するため、用水使用量を大幅に削減できる。

V. 勿来IGCCの設備と運転状況

1. 勿来IGCCの設備構成

勿来IGCCの設備仕様を第2表に、設備全景写真を第6図に示す。

勿来IGCCは研究設備として計画したので、その出力は商用機の約半分の25万kWとした。このため燃焼温度1,200℃級のガスタービンを採用したので送電端効率

第2表 勿来IGCCの設備仕様

出 方	250 MW		
石炭消費量	約 1,700 t/日		
方 式	ガス化炉	空気吹き&乾式給炭	
	ガス精製	湿式(MDEA)+石膏回収	
	ガスタービン	1200℃級(50Hz)	
目標熱効率	発電端	48% (LHV)	46% (HHV)
	送電端	42% (LHV)	40.5% (HHV)
環境特性 (目標値)	SOx排出濃度	8 ppm	(16%O ₂ 換算)
	NOx排出濃度	5 ppm	
	ばいじん排出濃度	4 mg/m ³ N	

は42%(LHVベース)に留まっているが、商用段階においては1,400℃~1,600℃級ガスタービンを採用することにより出力50~70万kW、送電端効率48%~50%が達成できる見込みである。

2. 勿来IGCCの運転状況

(1) IGCC実証機時代の運転成果(2007~2012)

ガス化炉の安定運転はスラグの流下状況を見るとわかる。この様子を第7図に示す。燃焼室下部のスラグホールから二筋のスラグが連続的に流れ落ちているが、これがガス化炉安定運転の証拠である。

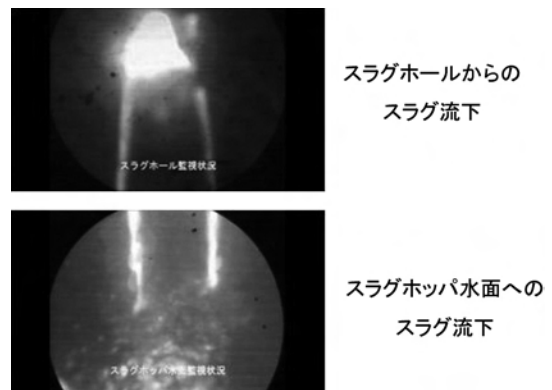
また、性能試験結果の一例を第3表に示す。測定データはほぼ設計値どおりであることがわかる。ガスタービンと蒸気タービンの出力比はほぼ1:1、発生する生成ガスの組成はCOが約30%、H₂が約10%、発熱量は5MJ/m³N程度であること等が特徴である。

2007年9月に試験運転を開始し、半年後に定格出力250MWの安定運転を確認、1年後には当初目標の2,000時間連続運転を達成できた。その後、耐久性試験、炭種変化試験、運用性拡大試験等を行い所要の成果を得た。5年半にわたる実証運転試験の成果を第4表に示す。

(2) 商用転用後の運転状況(2013~)

商用転用後の勿来IGCCでは、IGCCとして世界最長の連続運転3,917時間を達成することができた。このときの負荷カーブを第8図に示す。

途中3回ほど設備の故障で負荷低減をしたが、ほぼ定



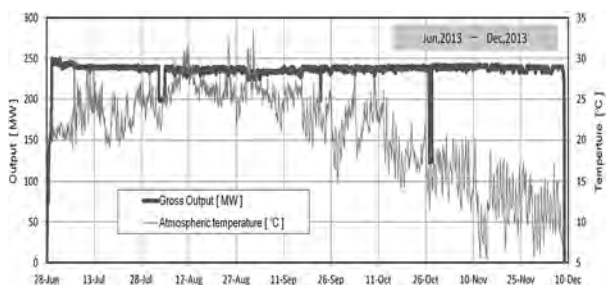
第7図 スラグの流下状況

第3表 性能試験結果の一例

	設計値	試験結果
大気温度	15°C	13.1°C
発電端出力	250 MW	250.0 MW
ガスタービン出力	128.9 MW	124.4 MW
蒸気タービン出力	121.1 MW	125.8 MW
送電端効率(LHV)	42%	42.4%
石炭ガス 発熱量	4.8 MJ/m ³ N	5.2 MJ/m ³ N
組成 CO	28.0%	30.5%
CO ₂	3.8%	2.8%
H ₂	10.4%	10.5%
CH ₄	0.3%	0.7%
N ₂ & Others	57.5%	55.5%
環境性能 (16% O ₂ 換算)	<目標値>	
SO _x	8 ppm	1.0ppm
NO _x	5 ppm	3.4 ppm
煤塵	4 mg/m ³ N	<0.1 mg/m ³ N

第4表 実証運転試験の成果

項目	目標	達成状況
システムの安全性	定格出力での安定運転、異常時の安全停止を確認	定格出力250MWでの安定運転を確認(H20/3)
環境性	ばい煙濃度(煙突出口) 目標:SO _x :8ppm NO _x :5ppm ばいじん:4mg/m ³ Nの達成	目標ばい煙濃度以下を確認(H20/3) 実績値:SO _x :1.0ppm NO _x :3.4ppm ばいじん:0.1mg/m ³ N
信頼性	2000時間(夏季3ヶ月間相当)の連続運転の達成	連続運転2,039時間を達成(H20/9) 震災復旧後連続運転2,238時間を達成(H23/11)
炭種適合性	設計炭(中国神華炭)以外の石炭についても安定運転を確認	北米PRB亜亜青炭、インドネシア亜亜青炭、コロンビア炭、ロシア炭、カナダ炭等
高効率性	目標送電端効率42%の達成	送電端効率42.9%を達成(H21/1)
耐久性	5000時間新久運転試験後、設備の開放点検を行い検証	・年間5000時間運転到達(H22/6) ・開放点検により設備に重大な損傷なしを確認 ・大地震(震度6弱)でも損傷せず、耐震性を確認
経済性	商用機における建設費、運転費、保守費等を総合的に評価	建設費はUSCに比べて約2割高くなるが、燃料代は高効率のため約2割安くなり、発電原価はUSCと同等の見込み
運用性	火力プラントとしての運用性の向上	従来型石炭火力並の運用性を確認(H23/3) (起動時間15時間、最低負荷36%、負荷変化率3%/分等)



第8図 IGCC 世界最長連続運転時の負荷カーブ

格出力で連続運転ができた。ただし、もともと勿来IGCCは研究設備として建設された設備であり、予備機が少ない等の制約もあり、現時点での暦日年間利用率は50%程度である。2015年度には長期間の設備耐力強化工事を予定しており、改造後は利用率をさらに向上させていく予定である。

VI. IGCCの普及に向けて

1. 福島復興IGCCの建設

勿来IGCCの成功を受け、東京電力が福島復興の一環として、勿来発電所隣接地および広野火力発電所構内に2基の大型IGCCの建設計画を進めている。現在環境アセスメントの手中であり、2020年の運転開始を予定している。燃焼温度1,400°C級のガスタービンを採用することにより、出力は540MW、発電効率(送電端)は48%となる計画である。

2. 普及に向けての課題

IGCCは多くのメリットを持っているが、強いて言えば機器点数が多く、設備が複雑になることがデメリットと言える。このため部品レベルの故障確率が高まり信頼性の維持が大変であること、また建設費が従来型に対して若干高くなることが課題となる。

信頼性に関しては、日本の高い技術力でカバーしながら、福島復興IGCCでは従来石炭火力を超える高稼働運転を目指している。

建設費に関しては、福島復興IGCCは大型IGCCの初号機であり、いわゆる特注設計となるため若干割高なものになってしまう。しかし、複数号機建設以降はメーカーであるMHPS(三菱日立パワーシステムズ)において生産ラインが整い、また習熟化が進むことにより、十分価格競争力のあるレベルになることを期待している。

3. IGCCの発展型(CCS, IGFC)

火力発電からCO₂をさらに削減する技術としてはCCS(CO₂回収貯留: Carbon Capture & Storage)がある。従来型の石炭火力では、ボイラで燃焼後にCO₂を回収することになるが、IGCCの場合には燃焼前にCO₂回収できる特徴があり、必要とする動力が低減できる。しかしながら回収技術の検証、地中処分後のCO₂挙動解明、コスト負担等まだまだ課題が多い。

またIGCCの次の世代の高効率発電として、燃料電池複合発電(IGFC: Integrated coal Gasification Fuel cell Combined cycle)がある。燃料電池、ガスタービン、蒸気タービンによるトリプル複合発電を行うことで、55%以上の送電端効率が期待できる。現時点では燃料電池のコストが課題であるが、将来的に日本を代表する技術に育っていくことを期待している。

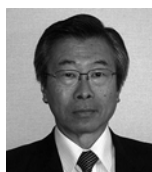
4. 海外への展開

日本の石炭火力は、海外の石炭火力に比べると発電効率が低い。一方、米国、中国を始めとして、世界では古くから効率の悪い石炭火力が多数稼働しており、これらをIGCCにリプレース出来れば、日本にIGCCを導入するより地球温暖化防止への寄与度は高くなる。IGCCを日本に導入すれば2割程度のCO₂削減であるが、海外に導入すれば3割~4割のCO₂削減につながる。

以上、日本で独自に開発した空気吹きIGCCが世界に普及し、地球温暖化防止に貢献できることを期待したい。

以上

著者紹介



石橋喜孝 (いしばし・よしたか)
常磐共同火力(株) 勿来発電所
石炭ガス化発電事業本部 本部長
(専門分野/関心分野)石炭火力高効率発電

解説シリーズ

地層処分のサイト選定の取組状況(その1)

地質学的基準によるサイト選定—ドイツ, スイス—

原子力環境整備促進・資金管理センター 徳島 秀幸, 山本 啓太

わが国同様、諸外国においても高レベル放射性廃棄物などの地層処分に向けた取組が行われている。ドイツでは、ゴアレーベンにおいて処分場を建設することとし、1970年代から探査が行われてきた。しかし、2013年に新たにサイト選定を行うための法律が制定され、現在はその実施に向けた準備が行われている。また、スイスでは、低中レベル放射性廃棄物処分場建設計画の失敗を受け、必要な法制度などを整備したのち、2008年からサイト選定が行われている。これら両国のサイト選定に共通することは、主に地質学的な基準に基づきサイトの絞り込みを行っていく方式を採用していることである。わが国においても、高レベル放射性廃棄物処分事業に関して、法令に基づく処分地選定調査に入る前段階に科学的有望地を提示し、重点的な理解活動を進めることを検討しており、これら両国の事例は、今後のわが国の取組に参考になるものと考えられる。

KEYWORDS: *Germany, Switzerland, High-level Radioactive Waste, Geological Disposal, Repository Site Selection, Geological selection criteria, Repository Site Selection Act, Sectoral Plan for Deep Geological Repositories*

I. はじめに

高レベル放射性廃棄物は、極めて長期にわたりわれわれの生活環境から遠ざける必要があり、その方法として地下深くの安定な地層中に処分する「地層処分」が最も好ましい処分方法であることが、国際的な共通認識となっている。処分事業の進捗状況については、フィンランドやスウェーデンなどの処分場サイトが決定し許認可段階まで進んでいる国、カナダ、スイスなど現在処分場のサイト選定が行われている国など様ではない。米国やドイツのように、一度は処分場サイトを選定したものの、地元などの反対のため、サイトの見直しが進められている国もある。

そこで本解説では、今後のわが国のサイト選定で参考とするため、2回のシリーズで、今後サイト選定が行われる国、現在サイト選定が行われている国を取り上げ、サイト選定方法採用の経緯、実際の選定の実施状況などを報告する。

第1回目として、主に地質学的な基準により適地を絞

り込んでいくことで処分場サイトを選定する方針を示しているドイツおよび実際にサイト選定を行っているスイスを取り上げる。

II. ドイツにおける地層処分

ドイツにおける高レベル放射性廃棄物等(ドイツでは発熱性放射性廃棄物と呼ぶ)の地層処分に関しては、2013年に新たにサイト選定を行うための手続きなどを規定する「発熱性放射性廃棄物処分場のサイト選定手続きを定める法律」(以下、サイト選定法という)¹⁾が制定され、現在は、サイト選定実施のための準備段階にある。このサイト選定法に示されている選定手続きでは、主に地質学的な基準などに基づき段階的に処分場サイトを選定していき、各段階において影響を受ける自治体などに意見を述べる機会を与える方式が採用されている。以下では、ドイツにおける高レベル放射性廃棄物等の処分計画について、サイト選定法制定までの経緯をまとめたいので、サイト選定法に基づく選定手続きを解説する。

1. 経緯

(1) ゴアレーベン

ドイツでは1960年代からすべての放射性廃棄物を地層処分する方針であり、岩塩層での処分が有力なオプションとされてきた。また、処分場の建設・操業につい

Status of site selection for geological disposal facility in foreign countries (1) : German and Swiss cases : Hideyuki Tokushima, Keita Yamamoto.

(2015年4月23日 受理)

ては、連邦政府が責任を有することが原子力法において規定されており、連邦放射線防護庁(BfS)が処分実施主体としての役割を有している。

地層処分場のサイト選定は、1970年代にドイツ北部の岩塩層を対象として行われた。その結果、1979年に処分場候補サイトとしてニーダーザクセン州のゴアレーベン(岩塩層)が選ばれ、同サイトの処分場としての適性を判断するための探査が行われることとなった。1979年から地上からの探査が始まり、その結果をうけて、1983年に同サイトの適性を示す評価結果がまとめられた。1986年からは地下での探査が始まった。

しかし、1998年の政権交代によって誕生した連立政権は2000年に、主要電力会社との間でゴアレーベンでの探査について3~10年間凍結することで合意した。ゴアレーベンでの探査については、結局10年間凍結された。その後、2010年に探査は一時的に再開されたが、2013年に施行されたサイト選定法により、少なくとも一旦は終了した(詳細は後述)。

ゴアレーベンサイトには、使用済燃料や返還廃棄物などの集中中間貯蔵施設も設置されており、処分場の設置計画や中間貯蔵施設への廃棄物の輸送などに対する激しい反対運動が行われてきた。また、連邦政府が、ゴアレーベンでの地下探査を行うことを決める根拠となった1983年の評価に対して政治的影響があったとの疑念もあり、同サイトについては必ずしも高レベル放射性廃棄物等の処分場サイトとしてコンセンサスが得られたものではなかった。

(2) サイトの見直しの動き

2000年からのゴアレーベンにおける探査の凍結に加え、1998年に成立した連立政権は、放射性廃棄物処分場サイト選定手続きのあり方、岩塩層以外でのサイト要件などを検討する目的でサイト選定手続委員会(AkEnd)を1999年に設置した。AkEndは最終的に2002年に検討結果をまとめた報告書を公表し、この中で地球科学および社会科学の基準による3段階からなる選定手続きを提案していた。しかし、この選定手続きの実施に必要な法制度が作られることはなかったため、これまでAkEndの選定手続きが実施されることはなく、ゴアレーベンが処分場候補サイトとされてきた。

ゴアレーベンでの探査凍結期間が終了した2010年10月から探査は再開されたが、2011年3月の東京電力(株)福島第一原子力発電所事故をきっかけとしたドイツでの原子力発電からの撤退の動きの中で、高レベル放射性廃棄物等の処分がこの分野で残された重要な課題として再確認され、新たな法律を制定し、あらためてサイト選定を行うことが連邦政府とすべての州の間で合意された。この新たなサイト選定を行うための法律であるサイト選定法は、2013年7月に制定された。

2. サイト選定法に基づくサイト選定

(1) 高レベル放射性廃棄物処分委員会

サイト選定法では、まず、高レベル放射性廃棄物処分委員会を設置することが規定されている。同委員会は第1表のような合計33名の委員ⁱで構成されることが規定されている。

また、高レベル放射性廃棄物処分委員会の役割は、次の事項を検討し2015年末までに連邦政府に提案することとされている。

- ▶地層処分の代替処分概念の検討を行うかどうか
- ▶処分の安全要件、サイトの地層の地球科学、水資源および地域開発計画画面での除外基準・最低要件、母岩固有の除外基準および選定基準、予備的安全評価の実施方法など
- ▶処分の欠陥が認識された際に行う欠陥是正措置(回収可能性、可逆性などの問題を含む)に関する基準
- ▶サイト選定に係る組織と手続きに関する要件、ならびにこれら組織や手続きに関する代替案の検討
- ▶公衆参加および公衆への情報提供、透明性確保のための要件

高レベル放射性廃棄物処分委員会の提案するサイト選定基準などについては、連邦議会において法律を制定し確定される。

高レベル放射性廃棄物処分委員会は、2014年5月にすべての委員が任命され活動を開始した。現時点(2015年4月)までに11回の会合が開催されている。なお、同委員会は設置が半年程度遅れたため、活動期間についても半年延長され、2016年中ごろに提案を行うことが見込まれているⁱⁱⁱ。

(2) サイト選定手続きの概要および特徴

サイト選定法では、①地上からの探査地域の選定、②地下探査サイトの選定、③処分場サイトの選定の3段階からなる手続きが規定されている。①および②の段階では、実施主体であるBfSが、高レベル放射性廃棄物処分委員会の提案に基づいて策定された地質学的な基準など

第1表 高レベル放射性廃棄物処分委員会の委員構成

委員長	学术界代表(8名)
労働組合代表(2名)	経済団体代表(2名)
主教団体代表(2名)	環境団体代表(2名)
連邦議会議員(8名)	連邦参議院代表(8名) ⁱⁱ

ⁱ 実際には2名の委員長が交代で議事進行を行うため、34名の委員が存在する。

ⁱⁱ ドイツの国会は二院制であり、連邦議会と連邦参議院からなるが、連邦参議院は直接選挙で選出されるのではなく、自治権を有する州の代表で構成される。

ⁱⁱⁱ サイト選定法では、6カ月の活動期間の延長が1回に限り可能とされている。

に従い、地上からの探査地域および地下探査サイトの提案を行う(それぞれ、わが国の概要調査および精密調査に相当)。これら提案については、新たな規制機関として設置される放射性廃棄物処分庁(BfE)が審査し、連邦議会が法律を制定して確定する。③の処分場サイトを選定する段階では、地下での探査結果などにに基づきBfSが行った予備的安全評価の結果などを考慮に入れ、BfEが処分場サイトの提案を行う。

この提案に基づき、法律を制定して処分場サイトが確定される。サイト選定法では、2031年までに処分場サイトを決定することが規定されている。

また、サイト選定法では、同法の制定まで処分場候補サイトとされていたゴアレーベンについての扱いが規定されている。新たに行われるサイト選定との関連では、ゴアレーベンは選定手続きの各段階において、同法に従い策定される選定基準により除外された場合には検討対象から外されることが規定されている。

サイト選定法に基づく選定手続きの特徴としては、以下を挙げることができる。

- ▶主に地質学的などに基づくサイトの絞り込み
- ▶選定基準、探査地域やサイト、処分場サイトについては、法律を制定し確定
- ▶規制機関であるBfEの広範な関与

探査サイトや処分場サイトのように重要な決定については、法律を制定し確定することで、国民を代表する連邦議会および州を代表する連邦参議院の審議・承認手続きを経ることになり、国全体としてのコンセンサスを獲得したもとのとする意図があると考えられる。しかし、政権交代や政党・州の意向などの影響を受け、プロセスが停滞する可能性があるともいえる。

また、BfEは独立した規制機関として設置され、サイト選定法に基づく選定だけでなく、処分場の許認可発給なども実施していくこととされている。サイト選定法に規定されたBfEの役割は、BfSが提案した地下探査地域・サイトの審査や処分場サイトの提案のほか、実施主体とともに選定手続きの初期段階から情報提供活動を行っていくことが含まれている。さらに、選定手続きのさまざまな段階において市民集会を開催すること、地表からの探査が行われる地域および地下探査サイトに市民事務所を設置し、住民に対して独立した立場から専門的な助言を与えることが規定されている。このような放射性廃棄物処分分野における規制機関からの市民への説明の重要性については、国際的にも認識されている(例えば、参考資料2)など参照)。

なお、BfEは、2014年9月にBfE設置法に基づき設置され活動を始めている。

今後、まずは高レベル放射性廃棄物処分委員会による提案が2016年にも行われる。その後、必要な法制度な

どを整備したのち、2018年ごろからサイト選定の手続きが開始されることが見込まれている。

III. スイスにおける地層処分

スイスでは、連邦政府が策定した特別計画「地層処分場」方針部分(以下、特別計画という)に基づいて3段階からなる地層処分場のサイト選定プロセスが実施されており、現在はその第2段階にある。このプロセスは、連邦政府の主導で、主に地質学的観点から考慮して進められてきた。以下ではまず、2008年の特別計画策定までについて説明し、なぜこうした選定プロセスが実施されるようになったのか、また、サイト選定において適用される基準について解説する。

1. 特別計画「地層処分場」方針部分の策定

(1) 策定までのプロセス

2000年制定の都市計画令の第14条では、「連邦は、その任務が地域と環境に重大な影響を及ぼすとき、その任務に関する計画と調整のため、方針および特別計画を策定する」として、大型のインフラプロジェクトを実施する場合、連邦政府が特別計画を定めると規定されている。特別計画はこれまで空港、鉄道、送電などのインフラの整備に関する分野について策定されてきた。

都市計画令の規定の通り、2005年施行の原子力令の第5条において、「連邦は、当局のために地層処分場における放射性廃棄物の処分に関する、拘束力のある目標および基準を特別計画で定める」とされている。この規定に基づき、連邦エネルギー庁(BfE)により地層処分場についての特別計画の策定作業が開始された。BfEは2006年3月に特別計画の草案を公表し、2006年11月までに連邦官庁、州、近隣諸国、政党などこの草案について議論や対話型ワークショップを実施した。こうした書面やワークショップでの議論の結果を受け、BfEは草案を改訂した。改訂された草案については、都市計画令第19条の規定に基づき、2007年1月から4月にかけて官庁、州、市町村、政党、個人を対象に意見聴取が実施され、スイスの各地や近隣国であるドイツでは情報提供イベントが開催された。これらの結果を踏まえ、草案はさらに改訂され、日本の内閣に相当する連邦評議会が2008年4月に特別計画を承認することで策定作業が終了した。

(2) サイト選定プロセスの特徴

特別計画に基づくサイト選定プロセスには2つの特徴がある。第一の特徴は、主に地質学的基準に基づき3段階でサイト選定が実施されることである。サイト選定の第1段階では、スイス全土を対象に絞り込みを実施し、地層処分場の地下施設が建設される可能性のある範囲を示す「地質学的候補エリア」が複数選定される。

第2段階では、地上施設の設置区域の絞り込みおよび

地質学的候補エリアの絞り込みが行われる。まず、地域参加の一環として州や自治体の代表者、経済団体、政党、教会などの代表者、NGO、その他の一般市民が参加する「地域会議」がBFEの主導で設置される。地域会議は、実施主体である放射性廃棄物管理共同組合(NAGRA)が提案した地上施設の設置区域案について議論を行う。この結果を踏まえNAGRAは、地質学的候補エリアごとに1カ所程度まで地上施設の設置区域を絞り込む。地上施設に関する評価も考慮に入れ、第2段階では2カ所以上の地質学的候補エリアまで絞り込まれる。

第3段階では、高レベル放射性廃棄物用の処分場サイト、低中レベル放射性廃棄物用の処分場サイト、それぞれ1カ所が選定される。なお、高レベル放射性廃棄物用と低中レベル放射性廃棄物用処分場を同じサイトに建設する可能性もある^{iv}。第3段階でのNAGRAによる1カ所の処分場の提案については、スイス独自の許認可手続きである「概要承認」手続きを経て最終的な処分場サイトとして確定される。概要承認は、建設許可の申請前に実施され、プロジェクトの基本的な特徴や立地場所を定めるものである。連邦評議会が概要承認を発給し、連邦議会の承認を必要とするが、連邦議会の承認に関する決定については、連邦議会の承認から100日以内に5万人の署名が集まれば、国民投票にかけることができる。

以上のサイト選定の各段階で共通のプロセスとしては、まず、実施主体であるNAGRAが候補となるエリアやサイトを提案し、連邦原子力安全検査局(ENSI)などの規制機関が審査を加えることである。規制機関の審査結果を踏まえてBFEは、成果報告書とファクトシートの草案を作成し、草案に対する州や関心のある住民などの意見を考慮して草案の改訂を行う。改訂された草案を連邦評議会が承認することにより各段階が終了する。第3段階については、改訂された成果報告書とファクトシートの草案を連邦評議会が承認し、概要承認についての一連の手続きが終了する。

第二の特徴は、特別計画に基づくサイト選定が連邦政府の主導のもとで実施され、第1段階で選定された地元は、選定プロセスから撤退する権利を有さないことである。前述のように、概要承認手続きの一部として国民投票が実施され、概要承認の発給が承認されなかった場合にのみ、選定プロセスから撤退することが可能となる。この背景となっているのは、1995年と2002年の二度にわたって行われた、スイス中部ニドヴァルデン州ヴェレンベルグでの低中レベル放射性廃棄物処分場の建設に関する是非を問う州民投票の結果である。当時は州が地下探査の許可を発給しており、この許可発給の是非について州民投票が行われた^v。投票の結果、許可発給は二度とも否決され、プロジェクトは中止された。2005年に施行された原子力法では、原子力施設の建設および地球

科学的調査に対する州の許可は必要としないと規定され、地元が選定プロセスから撤退することは不可能となった。

2. サイト選定基準とこれまでの経過

(1) 第1段階での安全性と技術的実現可能性に関する評価および基準

特別計画に基づくサイト選定第1段階は、2008年にNAGRAが、高レベル放射性廃棄物用の処分場について3カ所、低中レベル放射性廃棄物用の処分場について6カ所の地質学的候補エリアを提案することで開始された。2011年11月には連邦評議会がこの提案を承認した。この地質学的候補エリアの提案は、特別計画に示された安全性と技術的実現可能性に関する以下の評価基準³⁾に基づき全国から絞り込みによって行われた。

NAGRAは、絞り込みにおいて第2表の13の基準項目に対応する指標を設定し、それぞれの指標について定量的に評価し、この評価に基づき各基準項目を「非常に適格である」、「適格である」、「条件付きで適格である」、「あまり適格ではない」の尺度に分類した。提案に際しては、すべての基準項目が「条件付きで適格である」よりも上の尺度で評価されたエリアだけを抽出した。

(2) 第2段階での安全性と科学的・技術的な評価

サイト選定の第2段階でNAGRAは、地域会議との協議を踏まえ、2014年5月までに地上施設の設置区域を選定した。地域会議の多くは、NAGRAの地上施設の設置区域の選定結果に否定的な姿勢を示した。

第2表 安全性と技術的実現可能性に関する評価基準

基準グループ	基準項目
1. 母岩ないし有効な閉じ込めエリアの特性	1.1 サイト規模
	1.2 水力学的バリア機能
	1.3 地球化学的条件
	1.4 放出経路
2. 長期安定性	2.1 サイト・岩盤特性の安定性
	2.2 侵食
	2.3 処分場による影響
	2.4 地下資源の利用による影響
3. 地質学的知見の信頼性	3.1 岩盤の特性の評価可能性
	3.2 空間的な条件の調査可能性
	3.3 長期的変化の予測可能性
4. 建設上の適性	4.1 岩盤力学的特性と条件
	4.2 地下坑道の掘削と排水

^{iv} スイスではすべての放射性廃棄物を地層処分する方針である。

^v 1995年の第1回目の投票では、探査坑の掘削許可の発給の是非に加え、連邦による概要承認に対する州の承認の是非が問われた。

地上施設の評価結果を踏まえ、高レベル放射性廃棄物用の処分場、低中レベル放射性廃棄物用の処分場の提案のためにNAGRAは絞り込みを行い、2015年1月にそれぞれ2つの地質学的候補エリア「チューリッヒ北東部」と「ジュラ東部」を提案した。

NAGRAは第2段階においても安全性と科学的・技術的な観点から、「天然バリアの有効性」、「天然バリアの長期安定性」、「天然バリアの探査可能性・評価可能性」、「建設上の適性」の評価項目を設けた。さらに、その下に指標を設定し、第1段階と同様の評価方法で指標、項目を定量的に評価するとともに、この評価結果に基づき「最適」、「適格である」、「条件付きで適格である」、「あまり適格ではない」の尺度に分類し、地質学的候補エリアを評価した。

NAGRAの提案した高レベル放射性廃棄物用の2つの地質学的候補エリアは、各評価項目および指標が「最適」または「適格である」と評価されていた。また、提案した2つのエリアは、不透水性の岩盤であるオパリナス粘土が適切な深度にあり、氷河などによる侵食の影響を受けず長期に安定して存在しているため、放射性廃棄物を安全に閉じ込めることができると結論付けた。他方、高レベル放射性廃棄物の地質学的候補エリアについて、今回予備候補^{vi}となった「北部レゲレン」については、「建設上の適性」があまり適格ではないと評価された。この理由として、処分場の設置が可能な領域が深部に位置しており、処分場の建設作業が困難であること、深部に処分場を建設した場合、天然バリアに大きな損傷が及ぶ可能性があることを挙げている。

今後は、規制機関であるENSIが2016年を目途に、NAGRAが提案した2つの地質学的候補エリアについて審査する見込みである。また、第2段階の終了は2017年半ば、第3段階の終了は2027年が見込まれており、その後、地下特性調査施設の建設・操業を経て、2050年には低中レベル放射性廃棄物用の処分場、2060年には高レベル放射性廃棄物用の処分場の操業を開始する見込みである。

IV. おわりに

今回解説したドイツおよびスイスにおいては、主に地質学的な基準に従い段階的にサイト選定を行っていく方式を採用している。一方、わが国では処分地選定に向け、最終処分関係閣僚会議で決定された方針に基づき、国が科学的有望地を提示し、重点的な理解活動などを実施する方針を示している⁴⁾。本解説で取り上げたこれら両国の取組、特にスイスの事例では、すでに地質学的な基準に基づきサイトの絞り込みが行われており、わが国

の科学的有望地の提示のためのプロセスに参考となるものと考えられる。また、これらの国は、過去に処分場計画の挫折(ドイツはゴアレーベン、スイスはヴェレンベルグ⁵⁾)を経験している。この経験から、現在サイト選定が進められているスイスにおいても、候補サイトの存在する地域の同意を得るための努力を続けている。過去の繰り返しとにならないためにも、両国のサイト選定において今後、地元自治体などからの事業への支持を得ることが重要と考えられる。今後のこれらの両国における合意形成などの取組は、わが国にとっても注目に値するものと考えられる。

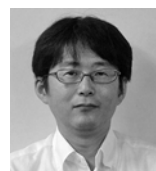
— 参考資料 —

- 1) Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz -StandAG) (2013) (ドイツ語)【発熱性放射性廃棄物処分場のサイト選定手続きを定める法律】
<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/standag/gesamt.pdf>
- 2) OECD/NEA, The Evolving Role and Image of the Regulator in Radioactive Waste Management Trends over Two Decades (2012).
- 3) Swiss Federal Office of Energy (BFE), Sectoral Plan for Deep Geological Repositories (2008) (英語)【特別計画「地層処分場」方針部分】
<http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01375/04389/index.html?lang=en>
- 4) 経済産業省、高レベル放射性廃棄物の最終処分に向けた今後の取組の進め方(第2回最終処分関係閣僚会議資料)(平成26年9月30日)。
- 5) 経済産業省 資源エネルギー庁、諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について2015年版(2015年2月)。

著者紹介



徳島秀幸 (とくしま・ひでゆき)
原子力環境整備促進・資金管理センター
(専門分野/関心分野)環境問題/放射性廃棄物の処分



山本啓太 (やまもと・けいた)
原子力環境整備促進・資金管理センター
(専門分野/関心分野)政治問題/放射性廃棄物の処分

^{vi} 安全性の観点から劣っている地質学的候補エリアについて、NAGRAは予備候補として取り扱う(placed in reserve)としている。



福島の市町村は除染についてどう考えているのか？

福島大学 川崎 興太

本稿は、除染に関する現状や課題などを把握することを目的として、平成24年から平成26年までの3年間にわたって実施した福島県内の市町村を対象とするアンケート調査の結果の一部を報告するものである。結論として、福島原発事故が発生してから4年以上が経過した現在、「除染なくして復興なし」というドグマのもとに構造化されている福島復興政策は、既にその合理性や妥当性を失っており、その延長線上に、福島の復興の姿を描くことはできない状況に至っていることを指摘している。

KEYWORDS : Radioactivity, Decontamination, Revitalization, Municipality, Fukushima

I. はじめに

福島復興政策は、除染を福島復興の起点であり基盤として位置づけた上で、避難指示区域内にあっては「帰還」、避難指示区域外にあっては「居住」を前提として、「住民の復興＝生活の再生」と「ふるさとの復興＝場所の再生」を同時に実現することを目指して構造化されている。除染の根拠法は、平成24年1月に全面的に施行された放射性物質汚染対処特別措置法(以下「特措法」)である。平成27年4月末現在、この特措法に基づき、福島県では、全59市町村のうち、国が除染を行う除染特別地域が11市町村に、主として市町村が除染を行う汚染状況重点調査地域が39市町村に指定されており¹、それぞれの地域で除染が進められている。

しかし、既に福島原発事故が発生してから4年以上、特措法が全面的に施行されてから約3年半が経過しており、放射能汚染の状況も、除染の意義や役割も大きく変化している。同時に、除染に関する科学的・経験的な知見も蓄積されてきており、いわば「除染なくして復興なし」とのドグマに基づいて進められている福島復興政策の合理性や妥当性を冷静に評価することが可能かつ必要になりつつある。

こうした状況認識のもとに、筆者は、別稿において、福島復興政策の再構築に向けた検討課題として、①福島復興の起点かつ基盤とされている除染の政策的な位置づけを見直すこと、②多様な住民が多様な生活設計をなすように「避難」や「移住」にかかわる支援策を創設・充実すること、③現在の避難者に対する生活支援策を創設・充実することを提起した^{1, 2)}。

また、その続稿において、除染・復興政策の問題点と

Municipalities' recognition concerning decontamination : Kota Kawasaki.

(2015年5月28日 受理)

課題として、汚染状況重点調査地域については、①緊急的な放射線防護のための除染の自己目的化、②放射能汚染環境の回復に向けた解決策の不在を指摘し、除染特別地域については、①除染を前提としない復興政策の確立、②広域単位での除染・復興政策・体制の確立を指摘した³⁾。

筆者は、今なお、こうした考えに基本的に変更はないが、その一方で、復興の主体とされている市町村は、除染についてどう考えているのであろうか？この点に関して、筆者は、除染に関する現状や課題などを把握するため、平成24年から平成26年までの3年間にわたり、福島県内の市町村を対象としてアンケート調査を実施しているので(第1表)、本稿ではその結果の一部を報告する。なお、平成24年と平成25年の調査の結果については、既に、行政区域の全域が除染特別地域に指定されている7市町村を除く52市町村^{4, 5)}、除染特別地域に指定されている11市町村に分けて公表しているが⁶⁾、本稿では、平成26年の調査の結果を含めて報告する。

II. 汚染状況重点調査地域等の市町村の除染に関する認識

特措法では、汚染状況重点調査地域における除染の主体は、基本的に市町村とされている。しかし、汚染状況重点調査地域に指定されていない市町村であっても、特措法に基づかない除染が行われている場合がある。

このため、筆者は、行政区域の全域が除染特別地域に

¹ 厳密に言えば、除染特別地域は7市町村の行政区域の全域と4市町村の行政区域の一部の区域に、汚染状況重点調査地域は35市町村の行政区域の全域と4市町村の行政区域の一部の区域に指定されている。なお、汚染状況重点調査地域は、平成23年12月に40市町村、平成24年2月に1市町村に指定されたが、平成24年12月と平成26年11月にそれぞれ1市町村で解除されたため、39市町村になっている。

第1表 アンケート調査の概要

調査対象	調査期間	配布数	回収数	回収率	調査項目
行政区域の全域が除染特別地域に指定されている7市町村を除く福島県内の52市町村	平成24年7月初旬～10月末	52	51	98%	●地域指定の状況、除染実施計画の策定状況、除染の進捗状況 ●除染を進める上での課題 ●国と福島県の除染に対する取り組みに関する評価 ●除染の終了の目安と安全・安心性の回復の目安 ●除染の効果に関する認識 など
	平成25年7月初旬～9月末	52	49	94%	
	平成26年7月末～9月末	52	52	100%	
除染特別地域に指定されている福島県内の11市町村	平成25年7月初旬～9月末	11	9	82%	●国と福島県の除染に対する取り組みに関する評価 ●除染の終了の目安と安全・安心性の回復の目安 ●除染による住民の帰還や安全・安心性の回復の可能性 ●除染を進める上での特に重要な課題 ●中間貯蔵施設の設置の必要性や可能性 など
	平成26年7月末～9月末	11	11	100%	

指定されている7市町村を除く52市町村を対象としてアンケート調査を実施している。以下では、その52市町村のうち、特措法の全面施行後に市町村主体の除染の実績も予定もない12市町村を除く40市町村の回答の結果の一部を紹介するⁱⁱ。

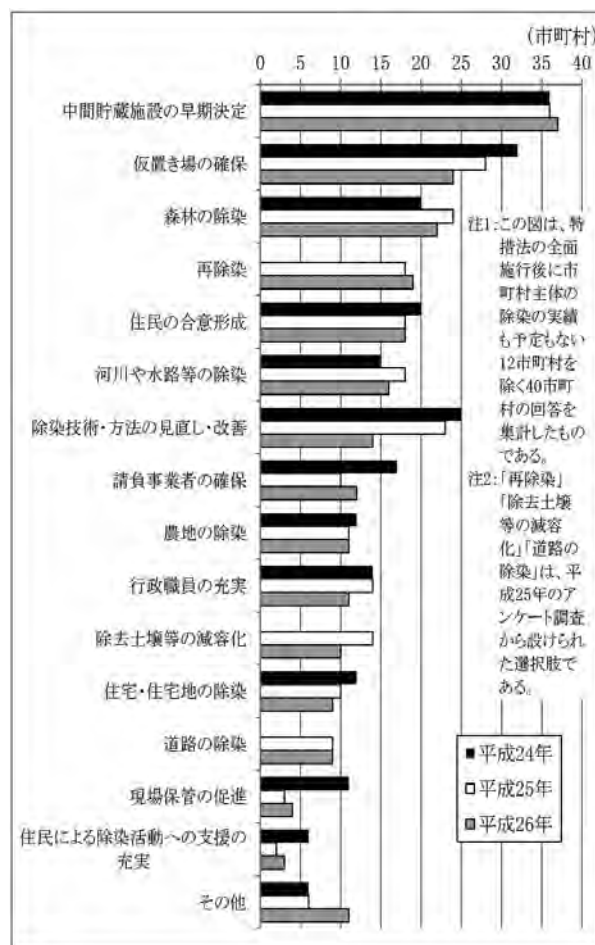
1. 除染を進める上での課題

第1図は、40市町村の除染を進める上での課題に関する認識を示すものである。平成26年の調査では、「中間貯蔵施設の早期決定」が37市町村(93%)で最も多く、次いで、「仮置き場の確保」が24市町村(60%)、「森林の除染」が22市町村(55%)、「再除染」が19市町村(48%)、「住民の合意形成」が18市町村(45%)となっており、基本的な傾向は平成24年や平成25年の調査の結果と変わらないことが確認できる。

特に「中間貯蔵施設の早期決定」が多いが、これは「仮置き場の確保」や「住民の合意形成」と密接に関係している。すなわち、除染を円滑に進めるためには仮置き場が必要であるところ、平成27年1月の供用開始が予定されていた中間貯蔵施設の設置時期と設置場所が確定していないためⁱⁱⁱ、住民は仮置き場がそのまま最終処分場になってしまうのではないかと不安感と不信感を払拭することができず、これが原因となって仮置き場を確保することが難しいというのが多くの市町村の認識である。

2. 除染の終了の目安と安全・安心な生活環境の回復効果

空間線量率がどの程度になるまで除染を続けるべきか？ この設問は平成25年の調査から設けたものであ



第1図 除染を進める上での課題

るが(以下、本章では同様)、平成26年の調査では、「0.23μSv/h」が25市町村(63%)^{iv}、「その他」が9市町村

ⁱⁱ 脚注iで述べた通り、平成24年の調査から平成26年の調査の間に、汚染状況重点調査地域に指定されている市町村の数は変化しているが、特措法の全面施行後に市町村主体の除染の実績も予定もない市町村は40市町村で変わらない。

ⁱⁱⁱ 当初、国は、平成27年1月から、除染に伴って発生した除去土壌等を中間貯蔵施設へと搬入を開始することを予定していた。平成27年3月になって、一部供用開始されることになったが、今なお、中間貯蔵施設の建設をめぐる権利者交渉や賠償の問題、仮置き場などからの輸送の問題など、多くの問題が残されている。

^{iv} 平成23年11月に閣議決定された特措法に基づく基本方針では、土壌等の除染等の措置に係る目標として、追加被ばく線量が20mSv/y未満である地域については、長期的には追加被ばく線量が1mSv/y以下となることが掲げられている。そして、追加被ばく線量1mSv/yは、一時間当たりの空間線量率に換算すると0.23μSv/hとされ、この0.23μSv/hが汚染状況重点調査地域の指定基準と同時に、除染の実施基準(交付金の交付基準)とされている。しかし、目標はあくまでも追加被ばく線量1mSv/yであって、空間線量率0.23μSv/hではないとされている。

(23%), 「原発事故前と同程度」が3市町村(8%)^ν、無回答が3市町村(8%)となっており、基本的には平成25年の調査の結果と変わらない(第2図)。

他方、空間線量率がどの程度になれば、住民は安全に安心して生活することができるようになるか? 平成26年の調査では、「原発事故前と同程度」が15市町村(38%), 「0.23μSv/h」が14市町村(35%), 「その他」が6市町村(15%), 無回答が5市町村(13%)である(第3図)。平成25年の調査の結果と比べると、「0.23μSv/h」の割合が高まっているが、除染などによって空間線量率が0.23μSv/h未満になったとしても、原発事故前と同程度にならなければ、住民は安全に安心して生活することができるようにはならないと認識している市町村が少ないということは変わらない。

3. 除染の安全・安心性の回復効果と回復可能性

安全・安心な生活環境を回復させる上で、除染は効果があると思うか? 平成26年の調査では、「思う」と回答しているのは39市町村(98%), 「思わない」と回答しているのは0市町村(0%), 無回答は1市町村(3%)であり、平成24年や平成25年の調査の結果と比べると、「思う」の割合が高まっている(第4図)。「思う」理由については、除染によって一定の線量低減効果が確認されていて、線量の低減によって住民は安全感・安心感が得られ

るからという回答が多く、基本的には平成24年や平成25年の調査の結果と同様である。

また、除染実施計画などに基づいて除染を実施すれば、住民は安全に安心して生活することができるようになると思うか? 平成26年の調査では、「思う」と回答しているのは25市町村(63%), 「思わない」と回答しているのは12市町村(30%), 無回答は3市町村(8%)であり、平成24年や平成25年の調査の結果と比べると、基本的な傾向は変わらない(第5図)。「思う」理由としては、上記の安全・安心性の回復効果に関する回答と同じものが多く、これも基本的には平成24年や平成25年の調査の結果と同様である。「思わない」理由についても、基本的には平成24年や平成25年の調査の結果と同様であり、原発事故前と同程度の線量まで下らない限り安全に安心して生活できるとは考えられないからという回答が多いが、平成26年の調査では、除染の対象が生活圏に限られており、生活圏以外の広大な空間が放置されているからという回答も多くなっている⁷⁾。

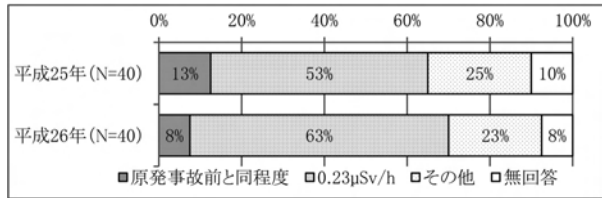
III. 除染特別地域の市町村の除染に関する認識

以下では、除染特別地域に指定されている11市町村の除染に関する認識を示す。汚染状況重点調査地域における除染の主体は、基本的に市町村であるのに対して、除染特別地域における除染の主体は国であるので、11市町村の除染に関する認識は、制度的には除染の「受け手」の認識を示すものである。

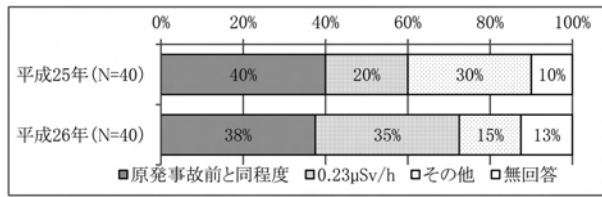
1. 除染を進める上での特に重要な課題

第2表は、11市町村の除染を進める上での特に重要な課題に関する認識を示すものである。平成26年の調査では、「仮置き場の確保」が5市町村(45%)で最も多く、次いで、「除染対象外の森林やため池などの除染」が4市町村(36%), 「住民の同意取得」と「家屋の取り壊しを望む町民の増加への対応」がそれぞれ2市町村(18%)となっている。

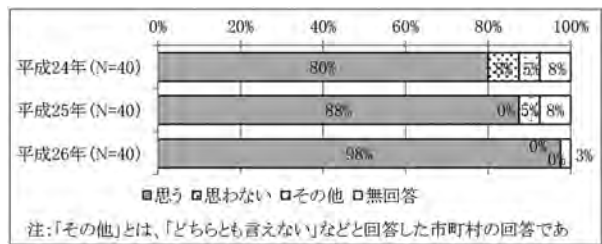
平成25年の調査と平成26年の調査の結果を比較すると、仮置き場の確保や森林の除染などが多いという共通点は見られるものの、むしろ、除染の進展などに伴って、同じ市町村でも異なる課題が挙げられるようになっていたり、課題が多様化していることがわかる。



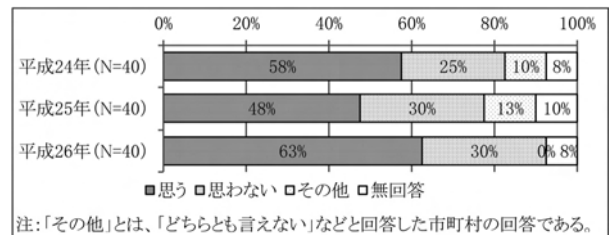
第2図 除染の終了の目安



第3図 安全・安心性の回復の目安



第4図 除染の安全・安心な生活環境の回復効果



第5図 除染による安全・安心な住民生活の回復可能性

^ν 原発事故前の福島県における空間線量率は、0.04μSv/h前後であった。

第2表 除染を進める上での特に重要な課題

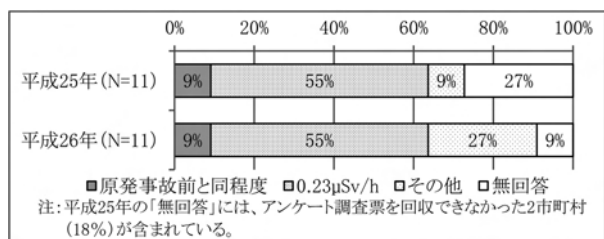
平成25年アンケート調査		
川俣町	●森林全体の除染	●営農再開・事業所再開
田村市	無回答	●長期的な放射線の管理
南相馬市	無回答	●無回答
楢葉町	●仮置き場の確保	●屋外の汚染廃棄物の処理
富岡町	●現行の除染技術・方法による線量低減効果の限界への対応	●森林全体の除染
川内村	●仮置き場の確保	●除染廃棄物の減容化(焼却炉の設置等)
大熊町	●仮置き場の確保	●現行の除染技術・方法による線量低減効果の限界への対応
双葉町	●現行の除染技術・方法による線量低減効果の限界とその結果に対する住民の不信感への対応	●森林全体の除染
浪江町	無回答	●丁寧な除染
葛尾村	●仮置き場の確保	●住民の要望に見合った除染の実施
飯館村	●住民の要望に見合った除染の実施	-
平成26年アンケート調査		
川俣町	●除染対象外の森林や溜池などの除染	●仮置き場の設置・管理と中間貯蔵施設の早期設置
田村市	無回答	●ホットスポット対策の長期継続
南相馬市	●現行の除染技術・方法による線量低減効果の限界への対応	●除染同意書の取得率の向上
楢葉町	●仮置き場の確保	●屋外の汚染廃棄物の処理
富岡町	●除染対象外の森林や溜池などの除染	●帰還困難区域での除染の実施
川内村	●効率的な除染方法の確立	●再汚染への対応
大熊町	●地権者の同意取得	●仮置き場の確保
双葉町	●営農再開の可能性を考慮した方法での農地除染の実施	●再除染の工法の確立
浪江町	●住民の要望に見合った除染の実施	●仮置き場の確保
葛尾村	●空間線量率0.23μSv/h以下にすること	●森林の除染方法の確立
飯館村	●除染による目標線量率の確立	●除染対象外の森林や溜池などの除染

注:この表は、除染特別地域に指定されている11市町村が除染を進める上での特に重要な課題について、3つ以内で記述した結果を整理したものである。

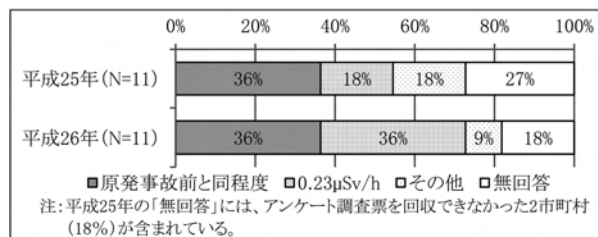
2. 除染の終了の目安と安全・安心な生活環境の回復効果

空間線量率がどの程度になるまで除染を続けるべきか？平成26年の調査では、「0.23μSv/h」が6市町村(55%)、「その他」が3市町村(27%)、「原発事故前と同程度」が1市町村(9%)、無回答が1市町村(9%)となっており、基本的には平成25年の調査の結果と変わらない(第6図)。

他方、空間線量率がどの程度になれば、住民は帰還して安全に安心して生活することができるようになるか？平成26年の調査では、「原発事故前と同程度」と「0.23μSv/h」がそれぞれ4市町村(36%)、「その他」が1市町村(9%)、無回答が2市町村(18%)である(第7図)。平成25年の調査の結果と比べると、「0.23μSv/h」の割合が高まっているが、汚染状況重点調査地域等の市町村と同様に、除染などによって空間線量率が0.23μSv/h未



第6図 除染の終了の目安



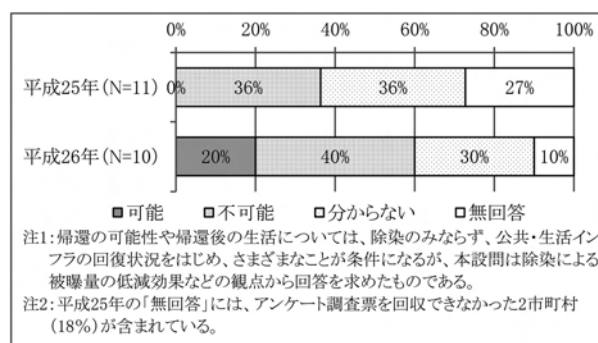
第7図 安全・安心性の回復の目安

になったとしても、原発事故前と同程度にならなければ、住民は安全に安心して生活することができるようにはならないと認識している市町村が少なくないということ是不変ならない。

3. 除染による住民の帰還や安全・安心性の回復の可能性

特別地域内除染実施計画に基づいて除染を実施すれば、住民は帰還して安全に安心して生活することができるようになるか？平成26年の調査では、避難指示解除準備区域については、「可能」と回答しているのは2市町村(20%)、「不可能」と回答しているのは4市町村(40%)、「分からない」と回答しているのは3市町村(30%)、無回答は1市町村(10%)である(第8図)^{vi}。居住制限区域については、それぞれ1市町村(13%)、2市町村(25%)、4市町村(50%)、1市町村(13%)である(第9図)。帰還困難区域については、それぞれ1市町村(14%)、3市町村(43%)、1市町村(14%)、2市町村(29%)である(第10図)^{vii}。

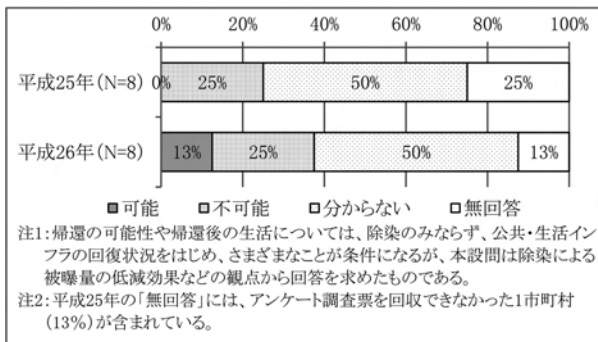
平成25年の調査の結果と比べると、それぞれの区域に関して若干の変化は見られるものの、平成25年の調査でも平成26年の調査でも、多くの市町村は、避難指示



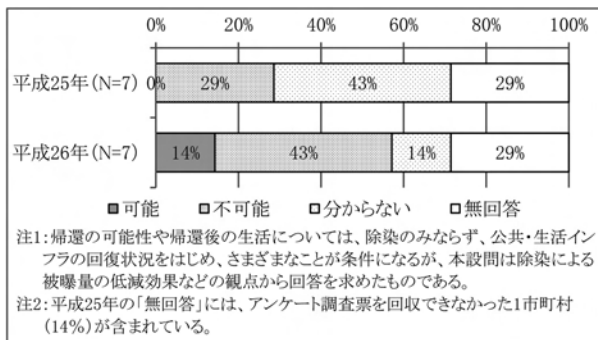
第8図 避難指示解除準備区域における除染による住民の帰還や安全・安心性の回復の可能性

^{vi} 避難指示解除準備区域については、平成26年4月1日に田村市で解除されたため、当該区域が指定されている市町村数は11市町村から10市町村に減少している。

^{vii} 平成26年4月に避難指示解除準備区域が解除された田村市に対しては、平成26年の調査において、住民は帰還して安全に安心して生活することができるようになってきているかどうかを聞いたが、回答を得ることはできなかった。



第9図 居住制限区域における除染による住民の帰還や安全・安心性の回復の可能性



第10図 帰還困難区域における除染による住民の帰還や安全・安心性の回復の可能性

区域の種類にかかわらず、除染を実施しても住民が帰還して安全に安心して生活することは不可能と認識している、または、分からないという状況にあることがわかる。不可能である理由としては、平成25年の調査でも平成26年の調査でも、除染の実施後にも線量が高いこと、安全・安心に関する判断基準はそれぞれの住民で異なること、住民は原発事故前の水準に戻るまで安心できないと考えていることなどが挙げられている。

IV. 結びにかえて

復興庁は、平成27年5月に「集中復興期間の総括及び平成28年度以降の復旧・復興事業のあり方」を発表し、平成23～27年度の「集中復興期間」での一連の取り組みによって、被災地の復興は新たなステージへと移りつつあるとの認識のもとに、平成28～32年度を「復興・創生期間」と位置づけ、一部の事業については自治体負担を導入するとの考え方を示した。ただし、原子力災害被災地域については、復旧から本格復興・再生の段階に向けて、引き続き自治体負担ゼロで、国が責任を持って取り組むものとし、除染を事業の筆頭に掲げた。

しかし、福島原発事故が発生してから4年以上が経過

して、空間線量率は除染なしでも半分以下になっており、これに伴って除染の意義や役割も大きく変化している。同時に、浜通りや中通りに位置する多くの地域では、現行の除染技術・方法によっては、即座に「原発事故前と同程度」には回復できないことも明らかになっている。ふるさと帰還に向けて、除染に期待を寄せざるを得ない除染特別地域の市町村自身でさえ、避難指示区域の種類にかかわらず、除染を実施しても、住民は帰還して安全に安心して生活することができるようにはならないと考えているように、“除染なくして復興なし”というドグマのもとに構造化されている福島復興政策は、既にその合理性や妥当性を失っており、その延長線上に、福島の復興の姿を描くことはできない状況に至っている。

本稿の冒頭に掲げた筆者の3つの論文の結論は、およそこうした考えを念頭においてのことである。

－ 参考文献 －

- 1) 川崎興太(2014a)「福島の除染と復興－福島復興政策の再構築に向けた検討課題－」『都市問題』第105巻、第3号、91-108頁。
- 2) 川崎興太(2015a)「除染と復興」東日本大震災合同調査報告書編集委員会『東日本大震災合同調査報告 都市計画編』日本計画学会、29-30頁(DVD版：336-350頁)。
- 3) 川崎興太(2014b)「除染・復興政策の問題点と課題－福島原発事故から3年半が経った今－」『都市計画』第311号、48-51頁。
- 4) 川崎興太(2013)「福島県における市町村主体の除染計画・活動の実態と課題－福島第一原子力発電所事故後の最初期の記録－」『日本都市計画学会都市計画論文集』第48巻、第2号、135-146頁。
- 5) 川崎興太(2014c)「福島県における市町村主体の除染の実態と課題－福島第一原子力発電所事故から2年半後の記録－」『日本都市計画学会都市計画論文集』第49巻、第2号、186-197頁。
- 6) 川崎興太(2015b)「除染特別地域における除染の実態と市町村の評価と見解－福島第一原子力発電所事故から2年半後の記録－」『日本都市計画学会都市計画論文集』第50巻、第1号、8-19頁。
- 7) 川崎興太(2014d)「生活者の心と除染と復興」『日本放射線安全管理学会 第13回学術大会 講演予稿集』29-41頁。

著者紹介



川崎興太 (かわさき・こうた)
福島大学 共生システム理工学類
(専門分野/関心分野)都市計画・まちづくり

報告

高レベル放射性廃棄物管理に関する最近の動向
2015IHLRWM 会議の概要と NUMO セーフティケースの構築

原子力発電環境整備機構(NUMO) 太田 久仁雄, 藤山 哲雄

米国原子力学会主催の 2015IHLRWM 会議が米国サウスカロライナ州チャールストンにおいて開催された。高レベル放射性廃棄物の管理の全般を対象に、とくに地層処分事業の進展や合意形成の取り組みなどに焦点を当てた口頭発表やパネル討論が活発に行われ、各国の最近の動向を把握するとともに、今後のわが国の地層処分事業に活用できる有益な情報を得た。また、NUMO が構築を進めているセーフティケースについて報告を行った。

KEYWORDS : *High-level radioactive waste, Management, Recent developments, IHLRWM Conference, Safety case*

1. はじめに

米国原子力学会(American Nuclear Society)が主催する 2015 International High-Level Radioactive Waste Management (IHLRWM) Conference(高レベル放射性廃棄物の管理に関する国際会議)が、2015 年 4 月 12~16 日の 5 日間にわたり、米国サウスカロライナ州チャールストンにおいて開催された。IHLRWM 会議は、そのタイトルのとおり高レベル放射性廃棄物の管理に特化し、科学技術的な側面に限らず、社会的な側面や規制の観点も含めた報告や議論を幅広く行うための国際的な場である。その対象は、高レベル放射性廃棄物の発生、輸送・貯蔵、処理・処分に加え、施設の除染や廃止措置、サイトの環境修復、安全規制やステークホルダーの関与など多岐にわたる。当該会議は、1990 年に米国ラスベガスで第 1 回が開催され、1996 年までは毎年、その後は 2~3 年に 1 回の開催頻度となり、今回が第 15 回に当たる。

2. 会議の概要

今回の会議には、米国、カナダ、英国、スウェーデン、日本、フランスなど、合計 15 カ国の実施主体、規制機関、研究機関、大学や企業などから約 150 名が参加した。そのうち、約 6 割は米国からの参加者であり、日本からの参加者は 6 名であった。

会議の主要テーマは「使用済燃料およびガラス固化体の総合管理を通じた処分実現のための現実的な対策」とされ、技術的な会合は 3 日半にわたり、3 回の全体セッション、2 回の特別セッション、45 の技術セッションにおいて、約 150 件の口頭発表およびパネル討論が行われた。このうち全体セッションでは、フィンランドやス

ウェーデンなどにおける地層処分事業の現状、合意形成に基づくサイト選定、高レベル放射性廃棄物の貯蔵・輸送に関する取り組みが取り上げられた。いずれのテーマも国際的な関心事ではあるものの、とくに米国における関心が高く、登壇者と米国の参加者との間の議論に多くの時間が割かれた。このようなテーマ設定および進め方から、今回の会議は、各国において講じられている対策を浮き彫りにすることにより、「高レベル放射性廃棄物対策は手に負えない厄介な問題である」という世間一般の認識に反論するねらいがあったことがうかがえる。

主要なセッションにおける報告やトピックスの概要を以下にまとめる。

(1) 各国の地層処分事業の現状

オープニングセッションとして、フィンランド、フランス、スウェーデン、米国の各実施主体から、地層処分事業の現状に関する概括的な報告があり、フィンランドにおける 2020 年の操業許可申請のためのセーフティケース(TURVA-2020)構築に向けた準備や、フランスにおける CIGÉO(高レベル・長寿命中レベル放射性廃棄物の地層処分産業センター)基本計画に基づく今後の取り組みなどが紹介された。

地層処分事業が進展している主要な要因として、フィンランド、フランス、スウェーデンともに「地層処分が唯一の解決策である」との国民の理解を挙げ、さらにフィンランドでは、透明性のある許認可プロセスや国としての枠組みを早期に確立したことを強調していた。会場からは、住民との対話活動などを通じて学んだことや、長期にわたる地層処分事業におけるリスクや知識のマネジメントに関する考え方などに関心が寄せられた。

(2) サイト選定における合意形成

各国の合意形成に向けた取り組みとして、米国における中間貯蔵施設の建設に対する原子力立地地域の住民意識調査の結果、カナダの段階的なサイト選定プロセスに

Recent developments in the management of high-level radioactive wastes ; Overview of the 2015 IHLRWM conference and the NUMO 2015 safety case : Kunio Ota, Tetsuo Fujiyama.
(2015 年 5 月 29 日 受理)

おける「もっと学ぼう」プログラムや学習支援活動への経済的支援、スウェーデンのサイト選定における合意形成の歴史などの報告およびパネル討論が行われた。

パネル討論では、地層処分事業の進展は技術論および合意形成のどちらが欠けても期待できないことや、地域との合意形成のためには、十分な対話を進め、情報を積極的に公開し、信頼関係に基づく地域とのパートナーシップを確立する必要があることが強調されていた。

(3) 規制・制度関連トピックス

規制制度の整備が進んでいる米国、フィンランド、スウェーデンなどにおける規制制度の内容や現状、地層処分事業の前進に向けた課題、米国の WIPP (廃棄物隔離パイロットプラント) における地表への放射性物質の漏洩事象後の復旧計画など、多岐にわたる報告およびパネル討論が行われた。

福島第一原子力発電所事故や WIPP における放射性物質の漏洩事象を受け、現在までに、多くの国々において安全基準や制度の見直しが図られている。また、地層処分事業が進展しているスウェーデンにおいて、規制機関が地層処分に関する国民のより一層の理解促進に向けた対話を今後の重要な取り組みと位置づけている点は注目される。さらに、今後の取り組みにあたり、人材の流出を防ぎ、知識を最大限に創り出し保持できるような仕組みづくりに今以上に目を向けるべきとの提言もあった。

(4) 超深孔処分

大深度ボーリング孔を利用し地下 3~5km に廃棄体を処分する超深孔処分について、ボーリング孔の掘削技術やシーリング技術、サイト選定、今後の課題など、広範な報告および活発なパネル討論が行われた。

現在、米国では、2012 年のブルーリボン委員会の勧告を受け、代替処分オプションの一つとして超深孔処分の技術開発に加え、超深孔処分場の立地選定に向けた技術的・社会的な要件の検討なども進められている。パネル討論では、地下深部の地質環境を調査する技術に加え、廃棄体が定置の際に処分孔内で動かなくなった場合の対処方法、回収可能性の確保などの技術的な課題が示された。一方、超深孔処分の費用は坑道型処分の 20% 程度という試算もあり、あきらめずに技術開発を進めていくことが大切であるとの意見も出された。

(5) 処分場のサイト選定

スイス、英国、カナダにおけるサイト選定の現状に加え、スイスやチェコなどにおける地下研究施設を利用した研究開発に関する報告があった。

スイスでは、サイト選定プロセスの第 2 段階において、対象となるオパリナス粘土層の水理学的・化学的な特性や長期にわたる安定性、サイト調査の容易性、工学的な実現可能性の観点から適格性の評価が行われ、2 箇所の候補地域が実施主体によって提案されている。今

後、その技術レビューと並行して地震波を用いた詳細な地下探査が行われる。また、英国では、これまでの取り組みから得られた教訓として、手続きを進めるうえで地域が追い込まれないように配慮し、地質環境や経済的支援などに関して求められる情報を確実に提供しつつ、地域との協働プロセスを策定する新たなサイト選定プロセスが展開されている。

(6) 処分場の設計

人工バリアの THMC (熱・水理・力学・化学) 連成解析モデルの開発など、処分場の設計に関する技術開発を中心とした報告が行われた。

スイスでは、高温環境下での緩衝材 (ベントナイト) の特性変化に関して、地下研究施設における実規模の加熱試験 (約 140°C) が進められており、さらに高温の加熱試験 (150~200°C) についても計画の検討が開始されたところである。また、カナダでは、わが国で検討を進めている PEM (廃棄体・人工バリア一体型モジュール) に類似したバッファボックス (使用済燃料容器をベントナイトブロックおよび厚さ 1mm の金属シートで包み込んだ箱型のモジュール) の定置に関する検討が進められている。

(7) 処分場の安全評価・性能評価

カナダ、フランス、スウェーデンなどにおける処分場の閉鎖後の安全評価に関する報告が行われた。

スウェーデンでは、低酸素下での銅製キャニスタの腐食および緩衝材の浸食に関するシナリオの評価が進められており、処分サイトの地質環境下での緩衝材の浸食量について現実的な評価結果が示された。各国ともに、安全性に影響を与える可能性のある事象について、シナリオの作成および分類に注力しており、カナダでは、氷河の影響や地震が発端事象として選択され、シナリオの抽出では火山活動の排除および 100 万年間で 100m 程度の隆起が前提とされている。この検討において破壊的とされるシナリオは、わが国のように火山の噴火が処分場を直撃するといった合理的には想定し得ない極端な What-if シナリオや稀頻度シナリオとは大きく異なっている。

(8) その他

生物圏評価では、BIOPROTA と呼ばれる国際共同研究プロジェクトの主要な成果や現実的な評価モデルの開発などに関する報告、核燃料サイクルおよび高レベル放射性廃棄物の輸送・貯蔵では、使用済燃料のキャニスタの開発や乾式貯蔵などに関する報告が行われた。また、特別セッションでは、福島第一原子力発電所事故の収束に向けた取り組みや今後の課題に関する情報提供があった。

3. NUMO セーフティケースの構築

今回の会議において、NUMO からは構築を進めているセーフティケースに関する 4 件の報告を行った。セー

フティケースとは、地層処分の長期にわたる安全性を科学技術的な論拠や証拠に基づき説明する文書である。

わが国では、20年以上にわたる研究成果の集大成により地層処分の技術的な信頼性を示した「第2次取りまとめ」¹⁾をよりどころとして、地層処分計画が事業段階へと進展し、地層処分に関する科学的知見の蓄積や技術開発が進められてきた。一方、2011年の東北地方太平洋沖地震および福島第一原子力発電所事故の発生により、地層処分の技術的な信頼性を改めて評価する必要性が示された²⁾。このような状況を踏まえ、NUMOは、地層処分事業の技術的な信頼性を高めるとともに、今後の事業展開に向けた着実な準備を進めることを目的として、最新の科学技術的な知見や地層処分に関する国際的な議論を反映したセーフティケースの構築に着手した。

処分場の候補となる場所や母岩が特定されていない現段階において、このセーフティケースでは、長期にわたり安全な地層処分の実現性を示すための論拠として、①サイト選定プロセスにより現実的に想定される複数の候補母岩(岩種)について、処分場の設計から安全評価までの一連の検討を実施することにより、地層処分を実現するための技術的な準備が整っていること、②処分場の閉鎖前・後において安全性を確保できる見通しがあることを示す。このアプローチの「第2次取りまとめ」とは異なる特徴は、以下のようにまとめられる。

- ・知識マネジメントや品質マネジメント、人材育成や技術継承などの観点を含め、事業者としての取り組みの方針や考え方を安全戦略として具体化する
- ・わが国の地下深部における現実的な地質環境の特徴を反映した候補母岩のモデルを作成し、処分場の設計および安全評価を行う
- ・多様な地質環境に対応できる設計オプションの準備、経済性を考慮した人工バリアの設計仕様の合理化の方向性、回収可能性を支える技術を提示する
- ・福島第一原子力発電所事故以降、社会からの関心が高まった操業時における安全性の評価結果や事故時の対応などについて提示する
- ・様々な不確実性を適切に取り扱うため、閉鎖後長期の安全性の評価にリスク論的な手法を導入する

今回の会議における発表では、セーフティケース完成後の予定、対象とする廃棄物や岩盤の種類、規制側との

議論の状況、国による科学的有望地に関する議論を踏まえた今後の取り組み、回収可能性を維持する期間などに関する多くの質問があり、とくに日本と同じ状況にある米国や英国の参加者から高い関心が寄せられた。

NUMO セーフティケースは、2015年度末の完成を目指して解析や取りまとめなどを鋭意進めており、その具体的な内容などについては機会を改めて報告したい。

4. おわりに

今回の会議は、高レベル放射性廃棄物の管理の全般にわたり各国の考え方や最近の動向を把握し、今後の地層処分事業に活用できる考え方や方法論などの情報を得るとともに、NUMO セーフティケースの構築に対する様々な意見をいただくうえで大変良い機会であった。また、米国や英国などの国際的な議論の場を利用した課題解決に向けた積極的な姿勢は見習うべきものがあった。

今後も、わが国における地層処分事業の進展や技術開発の成果などに関する積極的な情報発信が重要であることは言うまでもないが、前述のような国際的な議論の場において、わが国における考え方や技術、得られた知見などが国際的に共有され、より一層貢献することが強く期待される。

— 参考文献 —

- 1) 核燃料サイクル開発機構：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的な信頼性－地層処分研究開発第2次取りまとめ、1999。
- 2) 総合資源エネルギー調査会：放射性廃棄物WG中間とりまとめ、総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 放射性廃棄物WG、2014。

著者紹介



太田久仁雄 (おおた・くにお)
原子力発電環境整備機構
(専門分野/関心分野)放射性廃棄物の処分



藤山哲雄 (ふじやま・てつお)
原子力発電環境整備機構
(専門分野/関心分野)放射性廃棄物の処分



本能的に怖いと感じるものに対して

—あなたはどのように説明しますか?—

つくば科学万博記念財団 久保 稔

I. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に伴って発生した東京電力福島第一原子力発電所事故(以下「福島事故」)は多くの地域と多くの人々に多大の被害を及ぼし、その影響は現在も続いている。この福島事故により、原子力技術は社会から大きく信頼を失った。しかし、福島事故の前には原子力技術を含む科学技術について、社会から信頼されていたのであろうか。科学技術が持つ問題の背景、リスク、一般の人たちと科学者の認識の違いについて分析する。また、科学技術が一般の人たちに受け入れられるためには科学技術に関係する専門家はどのように説明すべきかについて論じる。

1. 放射線の食品照射

(1) 食品照射の処理量

アジア、EU、米国における食品照射の処理量については、2010年の調査時点における処理量の総量は約400,000トンであり、1,000トン以上の国は10カ国であった。中国、ベトナム、米国の処理量が他の国に比べて突出している。具体的には、中国は200,000トン以上、米国は103,000トン、ベトナムは66,000トン等となっており、10カ国のうちアジアの6カ国が含まれており、約半数を占めていた。なお、メキシコから米国への農産物の植物検疫が約10,300トンとなっており、メキシコは食品照射を積極的に実施している^{1,2)}。

(2) 放射線利用に関する意識調査

わが国は、1967年から食品の照射研究を開始し、照射研究の分野で世界的にリーダーシップを取っていた。現在、北海道の土幌町農協でジャガイモの放射線照射のみが芽止めを目的にして実施されており、2010年時点で約6,000トンが放射線照射された。少し古くなるが、2001年及び2005年に実施した放射線利用に関する意識調査として、NPO法人のウィメンズ・エナジー・ネットワーク(WEN)が20歳以上の女性(専門家をのぞく)を対象とした「くらしと放射線」アンケート調査³⁾を行っている。「放射線」という言葉を見たり聞いたりした時、怖いもの

For those feel instinctively scary: How do you explain? : Minoru Kubo.

(2015年4月5日 受理)

第1表 「放射線」いう言葉を見たり聞いたりした時、怖いものだというイメージがあるか (%)

	そう思う	ややそう思う	ややそう思うあまりそう思わない	そう思わない	無回答
第1回調査 2001年 n = 972	28.2	50.1	15.7	6.0	0
第2回調査 2005年 n = 808	34.4	46.8	14.6	2.8	1.4

だというイメージがあるかとの質問について、第1表に示すように、2001年及び2005年の調査結果では「そう思う」と「ややそう思う」の合計が8割を超える高い割合であった。

また、2001年の意識調査として、放射線の利用に関する知識として、ジャガイモの照射について質問した。全体(1,018人)のうち、「よく知っている」が24%、「聞いたことがある」が35%、「知らない」が41%であった。そのうち、20歳代の人(208人)では、「よく知っている」が10%、「聞いたことがある」が23%、「知らない」が67%であり、若い人ほどジャガイモの照射について知らない人が多いという結果であった。

また、2008年2月に厚生労働省が(株)三菱総合研究所(略:三菱総研)に委託して、食品への放射線照射についての意識調査を実施した⁴⁾。照射食品に対する認知の状況、懸念事項等を把握するため、インターネットを活用したアンケート調査を実施した。具体的には、日本全国の一般市民モニター(インターネット・アンケートシステムの登録モニター)の中から、3,015人を選び、意識調査を行ったものである。

ジャガイモ等の発芽防止については、「よく知っている」が約11%、「少し知っている」が約17%、「聞いたことがある」が約23%、「知らない」が約49%の半数であった。放射線が照射された食品について、安全性が確保された上であれば、照射食品を購入したいですかとの質問に対しては、「購入したい」が約5%、「どちらかというで購入したい」が約14%、「どちらともいえない」が約40%、「どちらかといえば購入したくない」が約32%、

「購入したくない」が約 10%となっている。このことは、放射線が照射された食品について、安全性が確保されたとしても、「どちらかといえば購入したくない」、または、「購入したくない」の合計が約 42%と高い割合を示していることを示している。消費者は、科学的な理由に基づいて、明確な立場をとる意見は少なく、全体としては照射食品の購入には否定的であると言える。

2001 年、2005 年、2008 年に実施した WEN 及び三菱総研の調査結果から、約 4 割から 5 割の人はジャガイモに放射線を照射して発芽防止していることを知らないことが分かった。(第 2 表参照)

「放射線」という言葉を見たり聞いたりした時に怖いというイメージを持つ人が 8 割を超える高い割合になっていることやジャガイモに放射線を照射して発芽防止することが認められていることについて半分の人が知らない状況で、科学技術や放射線影響についてどのように説明すべきであろうか。感覚的に、また、感情的に危険ではないかと不安を持っている人に科学技術的に説明しても、一般の人は理解するのであろうか。科学者、技術者がサイエンスカフェ等の場で専門的なことを技術的に分かりやすく説明している姿を見ると、筆者の経験からは、果たして、感覚的な不安や感情的に心配していることに対して十分応えているのか疑問を持たざるを得ない。なお、2001 年、2004 年及び 2008 年の調査時期は国内外で食品への放射線照射やリスクコミュニケーションの重要性が議論された時期であった。

2. 放射性物質の農作物への影響と食品購買意識

(1) 放射性物質の農作物への影響

東日本大震災に伴う福島事故により大気中に放出された放射性物質は福島県を中心に広い範囲に風などにより拡散し、降雨などにより地表に降下した。人間を含めた動植物に対しては、放射性ヨウ素、放射性セシウムが放射線の影響を与える放射性物質と考えられる。

保高(2012)は、地表面に沈着した放射性セシウムの大部分は土壌表面付近に残存していると推測⁵⁾し、放射性物質の植物への吸収について、葉面や樹皮に沈着した放射性物質がそこから吸収される経路(直接吸収経路)と土

壤に沈着した放射性物質が根から吸収される経路(経根吸収経路)について分析した。ジャガイモ、ネギ、ホウレンソウ、コメなどの土壌から農作物への放射性物質の移行を調査し、一部のキノコ類などは放射性セシウムの検出率が高いとした。以降、農作物などの食品中の放射性物質を調べるモニタリング検査は継続して行われ、4 年間の検査総数は 3,300 万件を超えている。農林水産省のまとめでは、基準値を超えた割合は大幅に減った。2011 年度(11 年 3 月を含む)は 3.4%だったが、2012 年度は 0.02%に激減し、2014 年度は 12 月 22 日時点で 0.002%となっている。野菜類は 2 年連続で基準値超えがゼロ、全検査している福島県産米も 2014 年度には初めてゼロになった。

(2) 食品購買意欲の分析

食品の放射能汚染と食品購買の問題については、人々は日常生活の中で、健康の問題ととらえ、大きな社会的な関心事となっている。

新山(2012)は、「放射性物質の健康影響に対する消費者心理」⁶⁾の中で、「この問題に対する判断や行動は、個人の価値の中心に近いところにあり、消費者/市民にとってきわめて鋭敏な問題であることがうかがわれる。」と述べている。福島事故後に、農林水産省、水産庁、地方自治体、農業協同組合などでは、農産物、水産物の放射能汚染の検査を行ってきた。そのうち検査に合格をしたものだけを市場に出荷している。科学者はその結果をみて、農産物の安全性を理解すると思っている傾向がみられるが、消費者が検査に合格した農産物、水産物の購入にためらいがあることも事実である。

2014 年度に文部科学省から NPO 法人パブリック・アウトリーチが受託して社会調査が行われた⁷⁾。2014 年 1 月に実施したエネルギーと原子力に関するアンケート(首都圏住民の回収 500 名、原子力学会員の回収 558 件)で、「店で販売されている福島県産の食品は安全だと思う」との一つの質問があった。首都圏住民は、安全だと思う人が約 3 割、原子力学会員は約 9 割の人が安全だと思うとの調査結果であった。ここに、原子力関係者と一般の人たちにおける、放射能で汚染した食品に対する危険性の認識のギャップが存在するのではないかと考える。

新山(2012)が指摘するように不安になる理由や原因は科学的に説明できないとか、感覚的(感情的)に理解できないとか、将来的には心配であるとかが考えられる。

栗山(2012)は、コメを対象に放射性物質が消費者の食品購買行動に及ぼす影響について、関東地区と関西地区の消費者に対して、以下のように消費者の心理をまとめている⁸⁾。「コメを福島事故以前と同じように買っているのか」との質問に、7 割以上の回答者は事故以前と同じように買っていると答えたが、東北・北関東産以外の米を購入していると答えた消費者が関東では 15%、関西で

第 2 表 ジャガイモに放射線を照射して発芽防止することが認められていることについての調査 (%)

調査機関	調査実施年	対象人数(人)	よく知っている	少し知っている	聞いたことがある	知らない
WEN	2001	1,018	24.1	-	35.4	40.0
	2005	808	17.6	-	32.1	49.6
三菱総研	2008	3,015	11.2	22.5	22.5	49.4

本表は参考資料 3) 及び 4) を基に筆者が整理したもの

は22%であったとある。アンケート調査を実施した時期(2011年6月実施)を考えると、事故直後には2011年3月11日の福島事故以前の放射能汚染の影響のない時期に収穫したコメにもかかわらず、東北・北関東産のコメを購入するか否かについて不安視をして、購入に消極的になった消費者心理が存在していたことになる。

一方、4年経った2015年の3月9日付けの朝日新聞によると、「農産物や魚介類からの放射性物質の検出、大きく減った震災4年」の見出しで、「原発事故の発生から4年がたち、農産物や魚介類などから検出される放射性物質は大きく減った。だが、福島県産の価格は元に戻っていない。」と報道している。また、消費者庁が2015年3月10日に発表した「風評被害に関する消費者意識の実態調査(第5回)について」では、放射性物質の含まれない食品を買いたいから」と回答した1,182人について、購入をためらう産地は「福島県」と回答した人は回答者全体(N=5,176)に対して17.4%であったと報告されている。放射能汚染の心配がないと安全を確認したコメの購入に対して、この数字を大きいか、小さいかの判断はあるが、栗山(2012)の2011年の数字が「関東では15%、関西では22%」であったことを考えると、4年間の時間が経ったにもかかわらず、福島県産米の購入をためらう数値に大きな変化がないと言わざるを得ない。このことは、一般の人の中には科学的な判断よりも感覚的な判断で食品の購入を判断する人もいるということが言えるのではないかと。なお、栗山(2012)の調査結果は事故直後の福島事故の影響が十分把握されていない時期の消費者の放射能汚染の不安を表したものとと言える。また、消費者庁(2015)の調査結果は福島事故を経験した4年後の消費者の放射能汚染リスクに対する心理を表したものとと言える。

II. リスクコミュニケーション

1. リスクコミュニケーションとの出会い

1981年に米国のサンディア国立研究所でのEmergency Management研究の中で、初めてリスクコミュニケーションに出会った。当時の研究はリスクデータの開示、リスクの結果の比較を如何に説明するかが課題であった。2000年にJCO臨界事故後の政府調査団の一員として同研究所を訪問した時には、友人から米国等ではTMI事故以降のリスクコミュニケーションの経験を通して信頼はコミュニケーションのテクニックだけでは獲得できないと、失敗と反省が述べられた。以降、具体的な結果を求めない相互作用プロセスによる意見交換過程をリスクコミュニケーションとして重視しているとの説明があった。

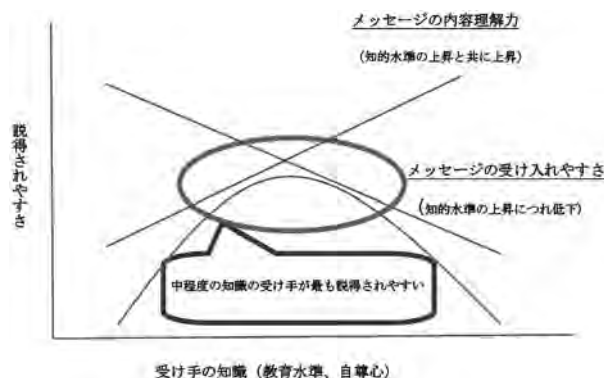
2. リスクコミュニケーションはなぜ失敗するのか

唐木(2014)は、「リスクコミュニケーションがなぜ失敗するか」⁹⁾についてシンポジウム等で発表している。リスクコミュニケーションの大きな役割の一つは情報伝達である。しかし、交わされる情報量が増えれば適切な判断ができると考えがちだが、必ずしも、そうではない。情報が増えれば増えるほど、判断は感情的になっていく傾向があると指摘している。1986年に英国で出されたボドマーレポートに端を発した「欠如モデル」では、情報の不足や十分理解されていないから、市民はその科学技術を受容しないと考え、情報を増やすことが受容を促進するとの考えである。しかし、1990年代以降、Dr. Wynne等から指摘と批判があり、情報量が増えるに従って受容は必ずしも正比例しないとも言われている。佐々(2011)は、「不足している情報が得られると、情報不足からくる不安が小さくなって市民の理解・受容が進むが、ある程度以上の情報を得ると、自尊心が高まり簡単に受容しなくなってくる」¹⁰⁾と指摘している。吉川(2015)は、「説明すれば分かってくれる?」¹¹⁾のテーマについて、受け手の知識、教育水準、自尊心と説得されやすさとの関係について、説得されやすさの関係は山型になると指摘している。筆者は、第1図に示す山から右側の中に感情的な要因が入ってくるのではないかと、また、唐木(2014)の指摘は欠如モデルに対する指摘と同じ立場にあるのではないかと考える。唐木(2014)は、情報源が信頼されていないと情報伝達があっても受信者に受け取られる情報は増えないとも指摘している。リスクコミュニケーションの成功の鍵は関係者間の信頼の醸成であり、リスクコミュニケーターが信頼されないとリスクコミュニケーションは成功しない。

食品照射や原子力エネルギーの利用の問題については、市民や多くの専門家が議論を行い、多くの情報が交換されていることが現状である。その状態で、感情的にならないで、適切な判断をすることが必要である。これは、単にリスクコミュニケーションを繰り返し行っても、良い結果をもたらさないことを暗示している。

(1) リスク・アナリシス

食品照射の問題に限らず、科学技術の問題の社会的な



第1図 説明すれば分かってくれる?

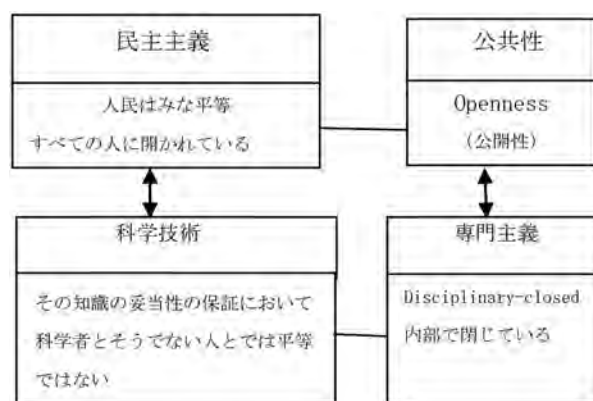
理解や認知の問題解決に当たっては、リスクコミュニケーションの役割や特徴を十分理解して、総合的に判断するリスク・アナリシスの概念¹²⁾を導入することが考えられる。国際連合食糧農業機関(FAO)と世界保健機構(WHO)が2006年に食品安全リスク・アナリシス(Food safety risk analysis)を出版した¹³⁾。リスク・アナリシスの構成要素はリスク評価(Risk Assessment)とリスク管理(Risk Management)及びリスクコミュニケーションからなっている(第2図参照)。また、特定される種々の選択肢に基づいたリスクの裁量の選択を行うために、食品に関する化学的、生物学的及び物理的な可能性のある危険性についての関連する科学的及び非科学的な情報を体系的に、透明性を持って情報収集し、分析して評価するプロセスを提供するものとして説明されている。リスク・アナリシスは、リスク評価とリスク管理が独立して行われること、また、リスクコミュニケーションが有効に機能して、全体的なリスク・アナリシスが可能になることを示しており、個々のリスク評価よりも、総合的なリスク評価が重要である。また、総合的なリスク評価中ではリスクコミュニケーションの果たす役割が大きいことを示している。

(2) オープンな議論の重要性

1986年に英国で初めて狂牛病(牛海綿状脳症: Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE))が発見された。その際、英国ではフィリップス委員会(BSE調査委員会)は報告書の中で、今後の公共政策のあり方に関して、不確実なリスクを伴う問題についての意思決定に際しては、国民の信頼が何よりも重要であり、「公開性」と「透明性」と国民とのオープンな真摯な討議が必要であるとしている。「絶対的安全」からリスクを伴う「相対的安全」へと、考え方を変更しなければならないことも指摘した。

食品照射、原子力エネルギーについてもBSE問題と同じように「公開性」と「透明性」を通じた国民とオープンな議論が肝要で、如何に国民と専門家とのオープンな議論を行うかのシステムを構築することが必要である。

藤垣(2012)は、「民主主義においては、「平等」「全ての



第3図 科学技術と民主主義の関係

人に判断が開かれている」とのことに対して、科学知識の妥当性の保証においては、「科学者とそうでない人では平等でなく」「科学者集団内部で閉じている」という特徴を持っている。」と指摘している¹⁴⁾。(第3図参照)。

一般の人と専門家との間では、知識や情報の「非対称性」があり、専門家はそれを認識しなければならない。専門家の中では、常識と考えることであっても一般の市民にとって必ずしも当たり前でないことも多い。一般の人々はいわゆる常識を持っている。専門的知識でない一般的知識(経験知)を持つとされる一般の人と、専門的知識(専門知)を持つ専門家とのコミュニケーションはどのように成立するのであろうか、どうあるべきなのかを絶えず考える必要がある。一般の人々は専門家にはない経験や感覚で物事を判断しており、その判断は、専門家でも気づかない生活体験からの貴重な経験の積み重ねを基に行われる。専門家は一般人との議論の中で傾聴すべきことが多々あることを理解する必要がある。専門家の価値観とは異なる専門家でも気付かない一般の人々の知恵を参考にすることが必要である。

科学技術が一般の人に受け入れられるためには、科学技術の成果、実用可能性、社会的な受け入れ及び心理的な受け入れを可能とする条件を整えることが必要である。専門家は、謙虚な態度と倫理観を絶えず持って、一般の人への説明に臨まなければならない。また、専門家には、科学技術の専門的な説明能力だけでなく、一般の人への科学者・技術者の謙虚性、誠実性及び倫理性を伝えられる説明能力の向上(Media Training for Scientists)が望まれる。また、藤垣(2012)は、科学的知見は時々刻々更新され、常に新しいものにとって代わるものであると以下のように述べている¹³⁾。

「a. 科学的知見は書き換わる。b. いますぐ答えのないものもある。c. 根拠となる科学的知見がまだ得られていないこともある。d. 根拠となる科学的知見が出るまで待ってられないこともある。」

科学技術の不確実性について、特質を的確に捉えた表現であり、科学技術の議論は、幅広くオープンで行うことが一層重要になる。



第2図 リスク・アナリシスの構成要素

(リスク・アナリシス(Risk analysis)は、体系的な考えであり、認識、コスト、環境、文化的要因に関する収集される利用可能な科学的証拠や情報に基づいて行われる情報交換・意思疎通。)

第2図は参考資料13)の内容を筆者が編集して、説明を加えて整理したものである。

第3表 実用的なハーバーマス理論の構造
(スピーチの4種類, 対応する妥当性の主張と談話のタイプ)

発言の行為	妥当性の主張	談話	例題
コミュニケーションのスピーチ (Communicative)	分かりやすさ	説明的	交差点に面している建物の騒音は、環境基準以下であることが求められる。
事実に関するスピーチ (Constantive)	正しさ	理論的	A 交差点に面している建物の騒音を測定したところ、40 デシベルであった。
規制のスピーチ (Regulative)	規範的公正さ	実務的	この40 デシベルは、環境基準(騒音)の60 デシベルより低く、また、毎日測定している。
感情に関するスピーチ (Representative)	誠実さ	治療的	騒音が基準以下であっても、夜よく眠れないか心配。どうしたらよいでしょうか？

本表は参考資料15)を基に筆者が編集・説明を加え整理したもの

(3) ハーバーマスのコミュニケーション理論の展開

本能的に怖いと感じるものに対して、どのように説明すべきなのかについてまとめる。かつて筆者は米国で、ドイツのハーバーマスのコミュニケーション理論を緊急時に応用できないかとの実務的な観点から教育を受けた。ハーバーマスの理論を実務的に展開したレン(1995)はコミュニケーションには4つの種類があると主張している。分かりやすさ、正しさ、規範的公正さ、誠実さである。第3表¹⁵⁾にこれらの関係をまとめた。

III. まとめ

科学者は分かりやすさ、正しさ、規範的公正さについて専門家としての知見を活用して説明することができる。しかし、感情的な内容を含んだ不安や心配に対しては科学的に説明し切ることが難しい。これまでいろいろなところで討論を経験してきたが、自分の主張以前に、相手の話をよく聞き、不安に思っている人の気持ちに共感(Empathy)することが重要であるように思う。相手の心配や不安の背景を理解した上で、科学者の誠実さを示し、私も同じ世界に立っているとの気持ちを伝え、その上で科学的な説明を行うことが重要である。例題としては、かつて米国で教わった先生から課題として与えられた「騒音が基準以下であっても夜よく眠れないか心配です。」を挙げた。さて、例題に挙げた設問に皆さんはどのように答えますか？

— 参考文献 —

- 久米民和(2008) 世界における食品照射の処理量と経済規模, 食品照射 第43巻 第1, 2号(2008).
- 久米民和(2012) アジアにおける食品照射の最新動向, 食品照射 第47巻第1号(2012).
- 碧海西葵(2002)「くらしと放射線」アンケート調査結果報告書 WEN「くらしと放射線」プロジェクト(2002年3月)ウイメンズ・エナジー・ネットワーク(WEN); 浅田浄江, 碧海西葵(2006)第2回「くらしと放射線」アンケート調査結果報告書(2006年3月)ウイメンズ・エナジー・ネットワーク(WEN).
- (株)三菱総合研究所(2008) 食品への放射線照射についての科学知見のとりまとめ業務報告書.
- 保高徹生(2012)「放射性物質の土壤中での挙動及び農作物への影響-対策の整理と課題」放射性物質と食品・健康リスク, 農業と経済 2012.1 臨時増刊号 pp.102-111, 昭和堂).
- 新山陽子(2012)「放射性物質の健康影響に対する消費者の心理」放射性物質と食品・健康リスク, 農業と経済 2012.1 臨時増刊号 pp.5-17, 昭和堂).
- NPO法人パブリック・アウトリーチ(2013)「エネルギーと原子力に関するアンケート」調査 原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ「原子カムラ」の境界を越えるためのコミュニケーション・フィールドの試行.
<http://ponpo.jp/forum/pdf/2013aesj-cross.pdf>
- 栗山浩一(2012)「放射性物質と食品購買行動」放射性物質と食品・健康リスク 農業と経済 2012.1 臨時増刊号 pp.30-38, 昭和堂).
- 唐木英明(2014)「不安の構造~なぜリスクコミュニケーションは失敗するのか」くらしとバイオプラザ2
<http://www.life-bio.or.jp/topics/topics582.html>
- 佐々義子(2010)「科学・技術と市民との関わり(パブリックエンゲージメント)」バイオテクノロジーと社会, pp.162-177 放送大学教育振興会.
- 吉川肇子(2015)危機時におけるコミュニケーション 健康危機管理対策研修会(2015年1月20日神奈川県川崎市高津市民会館)
<http://www.city.kawasaki.jp/350/cmsfiles/contents/0000057/57232/siryoku.pdf>
- 新山陽子(2014)「食品の安全, 信頼とフードシステム」アグリビジネスと日本農業, pp.152-153 放送大学教育振興会.
- FAO/WHO(2006) Food safety risk analysis, A guide for national food safety authorities.
- 藤垣裕子(2012)「科学技術と民主主義」改訂版, 社会技術概論 pp.132-143 NHK 出版.
- Ortwin Renn(1995) Fairness and Competence in Citizen Participation, Springer-Science+Business Media Dordrecht.

著者紹介



久保 稔(くぼ・みのる)

つくば科学万博記念財団

(専門分野/関心分野)

核燃料輸送, 危機管理, リスクコミュニケーション

報告

国際舞台で研鑽を積んだ、若手原子力人材
IAEA インターンシップ体験記

東京工業大学 坂井 悠介, 名古屋大学 弘津 嵩大, 京都大学 本間 雅之

平成 26 年度文部科学省復興対策特別事業「国際原子力教育ネットワークによる戦略的原子力人材育成モデル事業」の一環として、3 名の学生が平成 26 年 9 月 15 日から 12 月 12 日までの約 3 ヶ月間、国際原子力機関(IAEA)でインターンシップを行った。各々、業務を通して国民性の違いや自身の存在意義の創出等に苦労した。今回の経験を通して認識した、自国に誇りを持つ重要性や相手の価値観や考え方を尊重し受容する必要性等を具体例を交えて紹介する。

KEYWORDS: IAEA, International Internship, Global Nuclear Education Network, SMR, Fusion, Nuclear Export

I. はじめに

平成 26 年度文部科学省復興対策特別事業「国際原子力教育ネットワークによる戦略的原子力人材育成モデル事業」¹⁾の一環として、上記 3 名が平成 26 年 9 月 15 日から 12 月 12 日までの約 3 ヶ月間、国際原子力機関(IAEA)でインターンシップを行った。

II. インターンシップから得たこと

1. 原子力発電技術開発課における実習経験(1)

私が配属された原子力局原子力発電技術開発課(以下 NPTDS と記す)は、高温ガス冷却炉などの先進的な原子炉システムやその応用に関する技術情報および開発動向の収集、分析、さらに報告書や専門文書等を通じて加盟諸国へ情報提供を行っている。私は M.Hadid Subki 氏の指導の下、SMR (Small Modular Reactor)と呼ばれるモジュール式の中小型炉を取り扱うチームに所属し、主に以下の業務に従事した。

一つに、弘津と共に、IAEA のウェブサイト掲載予定の世界各国が開発している主な SMR(約 40 個)の要約作成を行った。NPTDS では既に専門文書の中で SMR を紹介しているが、各々の説明が非常に長く、要点が伝わりにくいためである。各原子炉が持つ特徴を本質的に理解することに加え、IAEA の中立的な視点から文章を作成することが求められる仕事であり、多様な英語表現の必要性を認識した。

二つに、「日本の原発輸出における法的な課題点」という議題のドキュメント作成を行った。私は日本の原発輸出に対する国際的な見解を得られる貴重な機会になると

考え、半ば強引に上司に提案し実行した。主に、日本が関わる原発輸出計画、また原発を輸出する際に生じる法的な問題点(賠償責任や知的財産等)について分析を行い、課題点や今後の展望をまとめた。多くの方から意見および協力を得ることで、ドキュメントを完成させることができ、上司や同僚から高い評価を得ることができた。上記の他に、IAEA 総会でのサイドイベント補助や東南アジア・アフリカ諸国向けの会議参加等を行った。

全ての業務において、語学力および専門性の不十分さを実感した。そして何より、国際組織において自身の存在意義を見出し実行する重要性を認識できたことが有意義であった。ドキュメント作成過程において、経験豊富な専門家に囲まれながらも、粘り強く上司や同僚に質問をしに行き、何でも吸収し自身の業務を達成しようとする貪欲な姿勢が功を奏したと考える。今後グローバルに働く上で、貪欲に自身の存在意義を創出する重要性を認識しながら、周囲から信頼を得ていきたいと思う。今後の課題としては、日本語と同程度のアウトプットができる語学力を身に付け、専門性を向上させることである。(坂井悠介)

2. 原子力発電技術開発課における実習経験(2)

私も原子力発電技術開発課に配属され、最新の SMR に関する業務に従事した。配属されてしばらくは坂井と共に約 40 個の SMR の要約作成を行い、これらの記事を IAEA のウェブサイトに掲載した。この業務により、自身の記事が目に見える形で世界に公表されたことは非常にありがたい経験となった。

その後は、原子力と再生エネルギーを組み合わせたハイブリッドシステムに関する文書作成に携わった。具体的には、日本企業のウェブサイトや経済産業省の統計データ、IAEA 図書館の文献などを用い、日本のエネルギー情勢やハイブリッドシステムに関する活動について調査し、SMR と再生エネルギーをどのように組み合わせ

A profound experience Japanese nuclear students gained on the global stage: memoirs of IAEA internship: Yusuke Sakai, Takahiro Hirotsu, Masayuki Homma.

(2015 年 4 月 9 日 受理)

せるのが有効か、という内容の文書を作成した。

これらの業務を行う中で印象的だったことは、いずれのSMRについても、安全性がしきりに強調されていた点である²⁾。福島事故のように、世界でも高い原子力技術を持つ日本で事故が起こったことにより、さらなる安全性が求められていると感じた。また、日本人スタッフの方から、福島事故の際、現地の作業員は適切な判断をとり最善の努力をした、という話を聞いた。そのため今後の原子力の海外展開には、原子炉そのものの安全性向上やAM対策設備を充実させるとともに、高い使命感と倫理観を持った「人材」の教育も重要であると感じた。より高い安全基準や教育水準を築き、それを世界の標準として示していくことが原子力の重大事故を経験した私たち日本人の使命であると考えた。

福島事故から4年がたった今でも、『東京はもはや住める場所ではない』といった情報はネット上にあり、それを閲覧した海外のインターン生から情報の真偽を問われたこともあった。海外の優秀なインターン生でもそのような情報を真に受けしてしまうところに、情報社会の恐ろしさを感じた。また、日本は欧米から地理的に離れた国であるので、そういった情報を信じやすい人は一般的なレベルではさらに多くなるのではと思った。今後私たち日本人は、国内はもちろん、海外の人達に向けて正しい情報を発信していかなければならない。(弘津嵩大)

3. 物理課における実習経験

私は京都大学で核融合プラズマ物理工学を学んでいることから、原子力科学・応用局の物理課に配属され、核融合に関連する複数の業務に従事した。2014年10月中旬にロシア・サンクトペテルブルクにおいて第25回IAEA核融合エネルギー会議が開催され、私は約550本に及ぶ投稿論文のレイアウトの審査を行うなど、同会議運営のバックアップ作業に携わった。たとえばウクライナ問題をめぐる米露関係悪化のため、アメリカの国立研究機関に所属する研究者はロシアへの渡航が認められず、結果として会議出席者が当初の予定より激減するなど、世界の動向を身をもって知る機会があった。それは国際機関での仕事ならではの経験であった。

同国際会議の準備業務においては、トラブルにも見舞われた。本来ならば審査結果および付記したコメントは、メールの形で著者に通知されるはずであった。しかしオンライン投稿審査システムの問題が原因で、著者にその通知が行き渡っていなかったのである。論文再提出の要請に応じない著者を対象としてリマインダを一斉送信したが、当然多くの著者は何を修正すべきか把握していない。翌朝出勤してメールボックスを開けば、世界中からの問い合わせのメールで溢れていた。善後策を上司へ提案し、著者らに適切な対処を促すなど、事態の収拾に努めた。それでも会議の開催日が間近に迫っていたため、すべての提言について上司の同意が得られたわけで

はなかった。著者・発表者らにさらなる混乱を招きかねない点もあり、我々日本人の感覚からすればもっと丁寧に対応したいと思うこともあった。

このように国民性の違いから戸惑うケースが当初は少なくなかったが、同時に、国際機関での業務を進めるうえで、他国の職員の多様な価値観や考え方を尊重し受容することも必須であると感じた。担当上司からは、私の仕事に対する実直な姿勢やその質の高さを評価いただき、私の思う日本人らしい方法で微力ながら国際機関へ貢献できたことに満足している。(本間雅之)

III. これから

私たちは今回、自身の存在意義を創り出し、日本人としての誇りを持つ重要性、相手の価値観や考え方を尊重し受容する必要性、および語学能力の未熟さを実感した。また自国を国際機関から俯瞰できたことに加え、原子力分野に限らず、世界各国の政治や歴史等、多岐にわたる分野について考える機会を得ることも出来た。この経験を活かし、今後は私たちの思う、日本人らしさを出しながら世界を舞台に活躍していきたい。

また国際組織における邦人職員・インターン生の少なさを目の当たりにした。語学の壁を越えれば、日本の学生は世界で十分通用できると考える。今後、臆さず、挑戦することが我々を含めた日本の若い世代に求められていると言える。

— 参考文献 —

- 1) 国際原子力教育ネットワークによる戦略的原子力人材育成モデル事業
<http://www.nr.titech.ac.jp/d-atom/Japanese/Organization/index.html>
- 2) Advances in Small Modular Reactor Technology Developments
https://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/SMR/files/IAEA_SMR_Booklet_2014.pdf

著者紹介



坂井悠介 (さかい・ゆうすけ)

東京工業大学 理工学研究科 原子核工学専攻
(専門分野/関心分野)原子力学, 高分子化学



弘津嵩大 (ひろつ・たかひろ)

名古屋大学 工学研究科 量子工学専攻
(専門分野/関心分野)量子ビーム計測工学, エネルギー問題全般



本間雅之 (ほんま・まさゆき)

京都大学 工学研究科 原子核工学専攻
(専門分野/関心分野)核融合学, プラズマ理工学

新刊紹介

ドイツの脱原発がよくわかる本 日本が見習ってはいけない理由

川口マーン恵美著, 222p.(2015.4), 草思社。
(定価 1,400 円) ISBN 978-4-7942-2125-4

著者はドイツ在住 30 年の音楽家で、これまでドイツと日本の比較を客観的に行い、それぞれの長所と短所を公平かつわかり易く紹介して来ている。その著者が再生可能エネルギー増加と脱原子力に進むドイツの問題点を明確に指摘し、日本は決して真似してはいけないと論じている。自前のエネルギー資源である褐炭で 300 年自立可能なドイツと自給率わずか 6%との日本を比較し、エネルギーセキュリティの大事さを説くと共に、長所のみをほめはやして欠点や課題を冷静かつ定量的に論じようとしなない人々の問題点も指摘している。

著者は幅広くインタビューし、現場に足を運んでおり、技術的な指摘事項も的確で違和感がない。

ただし、“原発を推進すべし”と明確に述べるに際しては、著者もかなりの決断を要したようである。そしてその最大の依りどころとなったのは、真摯な日本人技術者に対する信頼感であった。福島第二原発を見学し、玉島火力発電所で錆だらけのボイラの中に入り、必死になって取り組んでいる現場技術者の姿を見て、ドイツとは異なる日本への信頼感を持たれたようである。われわれ技術に携わるものは、現場のみならず、方針決定に関与するものも含めて、この著者の日本人技術者に対する信頼感を崩すことがないように自戒したいと改めて思いつつ、この本が多くの方に読んでいただけることを願うものである。(東京大学生産技術研究所・金子祥三)



目安箱への投書のご案内

日本原子力学会 編集委員会

編集委員会は、読者・会員・投稿者等からのご意見、ご提案をいただき、よりよい学会誌編集活動を目指すべく、意見窓口「目安箱」を設けております。

- ・学会誌の企画、編集、掲載記事や論文に関すること。
- ・新刊図書の本評の推薦

などについてのご意見・ご要望がございましたら、学会ホームページ

<https://ssl.aesj.net/publish/meyasubako>, または E-Mail: aesj2005meyasu@aesj.or.jpにてお寄せください。

編集委員会にて検討後、担当者より回答させていただきます。

学会誌編集活動への皆様の積極的なご参加をお願いいたします。



From Editors 編集委員会からのお知らせ

－最近の編集委員会の話題より－
(7月7日第1回編集幹事会)

【論文誌関係】

- ・6月期に英文誌へ31論文、和文誌へ4論文が投稿された。
- ・英文誌で審査通過後掲載までの期間が長期化していることについての対応策を検討した。
- ・JNST Article Awards 手順書、論文賞正式推薦書の書き方ガイドラインの微修正を承認した。
- ・投稿規定の改定案を検討した。
- ・新任編集委員に対して説明会を開催した。

【学会誌関係】

- ・新任編集理事から挨拶があった。
- ・編集長より、新年度の運営方針や学会誌 ATOMO Σ のありかた、今後、議論討論するものについて説明があった。
- ・記事企画・編集の現状と課題、QR、校閲の工程作業の簡素化について話し合いがあった。
- ・次号以降の進捗状況の報告と確認を行った。

編集委員会連絡先<hensyu@aesj.or.jp>

学会誌への投稿記事の採否に関する判断基準

日本原子力学会 編集委員会

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

投稿記事の内容については著者に責任がありますが、記事提案書の審議において、投稿記事が下記のいずれかに該当すると判断した場合は、学会誌に掲載することをお断りすることになっています。なお、記事提案書に基づいて執筆された記事原稿につきましても、下記のいずれかに該当すると判断した場合や、記事提案書と異なる内容の原稿が提出された場合は、掲載することをお断りすることになっています。

- (1) 事実を無視し、あるいは歪曲した意見。
- (2) 真偽が不明な内容を含む場合。
- (3) 文章に論理性がない場合。文章が意味不明な場合。
- (4) 掲載することにより、学会の品位に傷がつく恐れがある場合。
- (5) 良識に欠けると思われる意見。例えば、個人あるいは組織の中傷・誹謗、一方的な極め付けなど。
- (6) 美醜、好悪に類する判断に依拠している場合。
- (7) すでに掲載された記事と同様の内容である場合。
- (8) 商業的な広告・宣伝などを目的とする場合。
- (9) 会員にとって掲載する価値がない場合。
- (10) 余り期間を空けない同一者からの投稿。

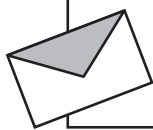
(注1) 記事提案書の審議結果については約1か月で事務局よりお知らせいたします。

(注2) 掲載否の場合、該当事由の番号をお知らせしますが、それ以上の説明は致しません。

(改定 2012年6月1日)

理事会だより

学会 Web サイトの全面的リニューアル



この度、学会の Web サイトの全面的なリニューアルを実施し、平成 27 年 5 月 25 日から運用を開始しました。従来の Web ページはスクラッチ&ビルド的に運用されてきたために情報管理の面から一貫性に欠け、ユーザビリティ的にも決して使い易いページとは言えませんでした。今回のリニューアルにあたっては、会員サービス委員会の協力のもとで、会員の方からネットアンケートにより Web サイトに対する意見を募るといった初めての試みを行い、その結果をリニューアルの方針に反映させています。今回のリニューアルにおいて特に重視した項目は以下の通りです。

- (1) Web サイト全体の情報の整理する
- (2) 情報コンテンツへのアクセスを容易にする

(1)に関しては従来の Web サイトが各ページ間のリンクが整理されておらず、全てトップページ経由で移動しなければならず使いにくい構成となっていたものを、ページ上部の共通リンクを通じて移動を容易にしました。

(2)に関しては、学会の Web サイトに何を期待するかという点に関して、原子力に関連した情報ソースとしての役割を期待するという意見が多かったことに対応して、学会が保有している情報コンテンツへのアクセスと、購入プロセスの改善を図りました。これまでサイトの中で分散していた関連書籍・図書の購入を一括して一つのページにまとめ、更にネット販売でよく使われているショッピングカート機能を使って購入が出来るようにした。会員の皆様には是非積極的にご活用頂きたいと思います。



第 2 図 書籍購入画面

今回の Web サイトのリニューアルにあたっては、学会事務局の積極的な関与も一つの重要な要素でした。今回のリニューアルに伴いこれまで行っていた HTML での直接的なページの記述から、いわゆる CMS (Contents Management System) による管理に移行することになりました。CMS は定型的な処理を行う場合は簡単に行うことが可能になりますが、これまでとは全く異なる処理になるため、慣れるまで時間がかかるという難点もあります。今回は会員管理システム WG のメンバーの方にそのままホームページ WG になって頂き、開発段階から積極的に関与して頂きました。年度末の業務多忙の中、対応頂いたことに感謝致します。

今後の課題としては、会員の方から要望が多かった会員専用ページの充実を図る必要があると考えています。そのためには現在システムの更新を予定している会員管理システムとの連携が必要ですので今回のリニューアルでは見送っています。更に、会員間のコミュニケーションの基盤となるような機能に関しての要望もあり、次のアップデートで検討をしていく予定です。

最後に、リニューアルに伴いサイトの応答が遅くなっております。これはサーバー会社との契約の問題もあり、今後改善を行っていく予定です。今しばらくご辛抱頂きたくお願い申し上げます。

(理事・会員サービス委員会幹事 高橋 信)

「理事会だより」へのご意見、ご提案の送り先
rijikaidayori@aesj.or.jp



第 1 図 トップページ画面