

特集

福島原発事故から6年－各学会の取組み

掲載は50音順



今号では福島原発事故から6年を経た中で、国内の主要学会による福島原発事故への取組みを紹介します。(写真は2016年11月の福島第一原子力発電所，出典は東京電力ホールディングス)

2 福島原発事故に対する化学工学会の取組み

化学工学会

4 環境放射能除染学会の活動と今後の展望

環境放射能除染学会

6 計測自動制御学会システムインテグレーション部門の取組み

計測自動制御学会

9 失敗学会による会議，検討，情報発信

失敗学会

14 大気環境学会の取組み

大気環境学会

16 海洋放射能汚染についての日本海洋学会の取組み

日本海洋学会

18 東日本大震災と日本学術会議

日本学術会議

20 日本技術士会の福島復興支援活動

日本技術士会

22 日本気象学会の取組み

日本気象学会

25 安全・安心な社会の実現に向けた航空宇宙分野の取組み

日本航空宇宙学会

27 原子力災害に対する日本コンクリート工学会の取組

日本コンクリート工学会

29 被害と苦悩の現場を直視し、政策提言を行う社会学

日本社会学会

31 東日本大震災を踏まえた日本地質学会の展開

日本地質学会

33 福島原発事故に対する日本土壌肥料学会の取組み

日本土壌肥料学会

36 日本品質管理学会の取組

日本品質管理学会

38 日本物理学会の取組み

日本物理学会

40 日本放射化学会と東京電力第一原発事故

日本放射化学会

43 福島原発事故に対する日本放射線影響学会の取組み

日本放射線影響学会

45 日本保健物理学会の取組み

日本保健物理学会

47 日本リスク研究学会の取組み

日本リスク研究学会

49 日本ロボット学会の取組み

日本ロボット学会

51 福島第一原子力廃炉への腐食防食学会の取組み

腐食防食学会

11 「廃炉地盤工学」の創生と原子力工学との協働

地盤工学会



放射線遮蔽性能と遮水性能の両方を保有する土質系超重泥水の開発

ジャーナリストの視点

58 福島原発事故から6年の現実

佐久間 順

53 NEWS

- 最終処分地候補地の選定基準案まとまる
- 原賠支援機構法改正案を閣議決定
- 原子力委が高速炉開発方針で見解
- 海外ニュース

理事会だより

59 「知の統合」に向けて、できるところから始めよう

宮原 要

35 From Editors

60 会報 原子力関係会議案内、人事公募、寄贈本一覧、平成29年度新規フェロー、平成28年度フェロー賞受賞者一覧、平成29年度「シルバー会員」・「永年会員」表彰、第49回（平成28年度）日本原子力学会賞受賞一覧、2016年度JNST Article Awards受賞一覧、英文論文誌（Vol.54, No.4）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/>

福島原発事故から6年

福島原発事故に対する各学会の取組み



本誌では福島原子力発電所事故が発生して以降、この事故やこの事故をとりまくさまざまなことについて、多角的な視野から分析した記事を掲載してきました。また、福島原発事故をめぐる状況は、この問題がどうして原子力だけで解決できる話ではなく、多様な知を結集する必要性を示しました。

このため本誌では、多くの学会との協働の一助として、国内の主要学会による福島原発事故への取組みを紹介します。この企画が、多様な知を結集するための契機の一助になることを期待します。(写真は2016年11月の東京電力福島第一原子力発電所、出典は東京電力ホールディングス)

福島原発事故に対する化学工学会の取組み

化学工学会 副会長 長谷部 伸治

公益社団法人化学工学会とは

本会は1936年に化学機械協会として発足し、1956年に化学工学協会、さらに1989年に現在の化学工学会に改名し現在に至っている。現在、約7,600名の会員からなり、7支部、14部会体制で活動している。

化学工学は、合理的な化学プロセスの開発・設計・操作を目的とする学問として、20世紀になって急速に発展してきた。その特徴は、対象とするプロセスから要素となる現象を抽出し、その本質と動的特性を定量的に捉え、さらに最適システムを構築することにより、物質・材料の高機能化と効率的生産のための方法論を探究することにある。このような特徴を有するため、化学工学の学問体系は、化学工業のみならず、石油精製、製鉄、原子力、製紙、食品、医薬品などの様々な産業や、地球規模での環境問題の解決手段や新しいエネルギー・資源の開発などに、幅広く活用されている。

以下、福島原発事故に関わる問題に対して、当学会がこれまで取り組んできた内容を簡単に紹介した後、今後どのような貢献ができるかを中心に記述する。

これまでの取組み

福島原発の事故後、化学工学会としては、「大震災による東日本の電力不足に関する緊急提言」を行い、多くの方の関心を集めた。その後、「ゼロから見直すエネルギー」(丸善出版、2012年)の出版等を通して、エネルギー利用に関する啓蒙活動を行ってきた。また、事故直後から学会会員が個人ベースで、本人の専門性を生かした活動をしてきた。2014年3月の年会においては、「震災復興・原発事故対策技術の展望」と題するフォーラムを開催し、学会員の活動を紹介すると共に、福島原発問題に関する情報提供と意見交換を行った。

このように、学会として情報発信を行い、また学会員は各自の専門性を生かし事故の収束に向けての活動に従事してきたが、学会としてまとまった活動はしてこなかった。その反省を踏まえ、対策が、応急処置から持続的な対応に変わりつつあった2014年6月、理事会直轄の組織として「福島原発事故対策検討委員会(以後、対策検討委員会)」を設立し、組織的な活動を開始した。

対策検討委員会では、まず現状把握を行うため、福島第一原子力発電所視察、IRIDや原子力学会との意見交換会の開催、原子力学会廃炉検討委員会へのオブザー

バー参加、NDFや関連企業等の関係者を招いての情報交換会を開催し、何が問題か、またどのような点で貢献可能かを議論してきた。また、毎年3月に開催される年会(2015、2016、2017年)においてシンポジウムを開き、会員への情報提供を行っている。

次項では、本委員会の議論を踏まえ、化学工学会およびその会員が福島原発事故対策に貢献できる点を、会員の専門性という観点からまとめたものを報告する。

化学工学が大きく貢献できる分野

(1) 分離操作に関する専門家集団として

福島原発事故に関する多くの問題は、放射性物質をいかに分離し隔離するか、という問題に帰着できる。本学会には、吸着、吸収、蒸留、分級、ろ過、膜分離、遠心分離など様々な分離操作に対する専門家が所属する。これらの研究者、技術者の有する知識や経験は、地域の土壌・湖沼の除染、サイト内建物外敷地除染、サイト内水除染、港湾除染などへの貢献が可能であり、事実これまでも大きく貢献してきた(例えば、港湾内の汚染水処理に役立つCs/Sr吸着繊維、吸着装置開発(千葉大:斎藤教授)など)。

事故後6年が経過し、これまで実施されてきた様々な取り組みの成果が明らかになってきているし、また困難な点も明確になってきている。例えば、土壌除染については、通常の吸着操作に比べ、吸着濃度が低いことから、脱着が非常に困難であり、別の物質に再度吸着させて分離しようとする、廃棄物を逆に増やす可能性がある。逆に言えば、新たな吸着剤を用いなくても、土壌の吸着能力をうまく利用できる可能性もある。吸着量は比表面積に大きく影響されることから、分級操作をうまく利用すれば、廃棄物を大きく減容させられる可能性もある。

中間貯蔵や最終貯蔵を安全、安心に実施するには、吸着物質の長期的安定性解析が不可欠である。これまで提案、実施されてきた様々な取り組みを総括し、得られているデータをフルに活用して、除染技術のモデル構築や、コストを意識した除染法を提案していくことが、化学工学技術者の責務であり、またそれが方法論の学問である化学工学が最も貢献できる分野でもある。

(2) プロセスの設計、運転に関する専門家集団として

緊急対策から、継続的対策へと変化している状況を踏まえ、これからの対策はコストをより意識したものにな

らざるを得ない。当学会には、化学プラントの設計、運転法の最適化に携わった経験を有する多くの技術者が所属している。当然ではあるが、商用プラントの設計、運転は、設備規模や経済性を常に意識して行われていることから、そこで得られた知識、ノウハウは除染設備の最適化、吸着剤のコストダウン等への貢献が可能である。

例えば、サイト内汚染水の浄化に関しては、異種核種、異濃度汚染水の徹底的な分別(混合させない)や、汚染水採取箇所最適化による分離設備への汚染水の最適供給、さらにリサイクル流れや運転条件の最適化に関して、貢献できる点は多々ある。

サイト内外を通して、今後も汚染水の浄化が継続して行われることを考えると、そこで用いられる大量の吸着剤の高効率化、低価格化は不可欠である。これまでの実績データをもとに挙動解析やモデル化を行い、その成果を元に新たな安価な吸着剤の開発や、その効率的な生産プロセスを構築していく必要がある。性能とコストのバランスをとることが重要で、化学プロセスの設計、運転に携わってきた化学工学技術者の腕の見せ所である。

使用済み吸着剤は放射性物質を含んでいることから、新たな放射性廃棄物となる。このような廃棄物を減らすためには、吸着材の長寿命化と使用済み吸着剤の減容処理プロセス開発が不可欠であり、この点に対しても、データを元に解析し、モデル化、最適化を考える化学工学的手法は適用できる。

(3) プロセスの計測、制御に関する専門家集団として

プロセスを最適に運転するためには、プロセス内の多くの箇所の情報に基づいて最適な操作法を定める必要があるが、サイト内では放射性物質の存在が対象の情報収集の妨げとなっている。程度の差はあるが、化学プラントにおいても、プラント内の全ての状態が計測されているわけではなく、様々な仮定の下に状態を推定し、運転・制御に活用している。そこで用いられている仮想計測手法は、福島第一の様々な処理プラントに活用できる。例えば、汚染水処理設備ではこれまで長期の運転実績があることから、そのデータを利用することにより、精密な仮想計測システムを導入可能であり、より多くの情報に基づいた、またより広範囲(時間、空間)を対象とした最適な運転法を提案できる可能性がある。

今後、廃炉に向けての原子炉本体のモデル化が必要となるが、物質収支、熱収支を駆使した対象の物理モデル構築は、化学工学の得意とする分野である。状況、目的に合わせ、様々な精度のモデル(データに基づくブラックボックスモデルから反応を含む数値流体力学シミュレーションを駆使した詳細モデルまで)を提示できる。早期にこのようなモデルを構築して、モデル化の鍵となる情報を明確化することにより、その計測・推定法を議論することが重要である。化学プラントで培った、シミュレーション、計測・制御技術、モデルに基づく状態

推定技術は、上記遂行にあたり大きな手助けになる。

(4) プロセスのマネジメントに関する専門家集団

福島第一原子力発電所は、現状、発電設備ではなく、汚染物質処理設備(一種の化学プラント)となっている。よって、発電設備とは異なる様々なプロジェクトのマネジメントが必要である。本学会には、化学プラントの立ち上げ、運転、改良、異常対応などに携わった多くの管理技術者が存在し、それらの技術者は、リスク管理、プロジェクト人員管理、プラント建設プロジェクト、物流等に関する専門家、およびそれらを総括してマネジメントする専門家である。現場では、今後も長期間にわたって新たなプラントの建設、運転が続けられると予想される。これらを安全かつ効率的に行っていくためには、これらの専門家と原子力設備に関する専門家が協調してプロジェクトを実施していくことが望ましい。本学会は、経験豊かなシニアエンジニアの集団(SCE・Net)を有しており、常に協力できる体制にある。

以上、化学工学が貢献できる分野を4つに分類して述べた。現在、対策検討委員会では、上述した点をまとめた「提言」を2017年3月を目処にまとめている。詳細は、当委員会 Web-site を参照されたい。

おわりに 情報の集中と選別

学協会連携への期待

福島原発事故対策はここで議論した問題に留まらず、多様な問題を含んでいる。対策に関しても、多くの情報が公開されている。しかしながら、多くの研究者・技術者は、福島復興・廃炉促進に貢献したいが、そのみに専念できる状況にない。このような研究者・技術者にとっては、現状は「情報の洪水」であり、各自が貢献できる分野の情報にたどり着くのに苦勞する状況にある。また、情報発信者も、適切なコメントが得られる研究者・技術者の所在がわからないのが、現状ではないだろうか。

一つ一つの課題は、一学会の専門分野を超えており、学協会が垣根を越えて連携し、客観的に解決指針を提示していく必要がある。その意味では、「福島復興・廃炉促進に貢献する学協会連絡会」は、意義深い組織であり、積極的な活動に期待したい。例えば、解決すべき課題が、学協会連絡会に集中して集められ、そこから各学協会に発信され、それを受けた各学協会が、その情報を共有すべき適切な下部組織に情報を伝達する、というような仕組みは作れないだろうか。必要とする情報(のみ)が、必要とされる研究者・技術者に届くことが、重要である。より広い範囲の研究者や技術者の協力が得られる仕組み作りが望まれる。なお当学会と対策検討委員会のHPは下記の通りである。

<http://www.scej.org/>

<http://www.scej.org/act-eve/organization/org-fukushima.html>

環境放射能除染学会の活動と今後の展望

環境放射能除染学会 会長 森田 昌敏

I. 環境放射能除染学会の発足と活動

一般社団法人環境放射能除染学会は、2011年10月に発足した新しい学会であります。2011年3月11日の大震災とそれにもとづく大津波により、福島第一原子力発電所は、深刻な被害に直面しました。炉心のメルトダウン、それにもよって大量の放射能が放出され、大規模な放射能汚染が発生しました。汚染の規模は、チェルノブイリ事故の20%程度に達し、半径20km以内およびホットスポットである飯館村は居住できない地域として7万人に及ぶ住民は、疎開を余儀なくされました。また、自主的に避難している住民も数多い状況です。

このような事態に対応し、住民の方々の健康を守り、また、地域の復旧・復興を目指して除染が開始されつつあります。このような環境の修復については、水銀やカドミウム、鉛などの土壤汚染対策など、環境有害物質除染の面で、多くの対策技術の経験が我が国には蓄積しており、それらを踏まえて、早く、安く、安全に進めていきたいということが、私たちの願いであります。

今回の放射能除染対策は、その規模が大きいこと、放射性物質(主としてセシウム134/137)の環境動態の知見が不十分であったことなどにより、技術的な模索が続けられました。これを多分野の科学者の協力により正しいアプローチとして実現できないかと追求しています。このため、現在まで12回の講演会を実施し、情報の交換と議論を行ってきました。また、5回の研究発表会を実施してきました。さらに学会誌を審査付きのジャーナルとして2013年から発行し始め、学術的な知見の集積を行ってきました。

除染は学校などの公共施設、道路などから開始され、居住地域についてはそこに居住する人々の被曝線量を最小にすることを目標に、汚染土壤の除去や屋根、壁の洗浄を中心に展開されました。その結果、個々人の追加被曝線量が1ミリシーベルト/年を実現できた地域がかなりの地域で実現し、汚染地という分類からはずれることが可能となってきています。県内の面積の2/3を占める森林については、手はついていませんし、また、タメ池はどうすべきかという問題は若干残っていますが、除染の仕事のかなりの部分は終了してきています。一方で、フレコンバッグに集積された汚染土壌は、今後、中間貯蔵施設に集められ、保管されて、30年後にはほかの場所での最終処分ということとされています。しかし、集積

された土壌は2,000万立方メートルを超える巨大な量であること、中間貯蔵施設の土地の買収の問題や、保管土壌の容積を小さくするための減容化の技術が必要とされています。学会の活動も、このようなニーズに答えるための技術開発が中心的なテーマとなっています。放射線強度の高い帰還困難区域の除染が国の事業としてすすめられていきますが、作業者の安全確保を含め、難しい作業が続くと思われます。

土壌に含まれるセシウムを抽出する分離技術は困難にぶつかっています。事故直後に行われた除染技術研究で、有望そうに思われた技術が、その後の時間経過とともにセシウムの土壌との結合が強まるにつれ、困難になってきている状況にあります。放射性セシウムが土壌中の雲母と強く結合することは1960年ごろより認識され、そのメカニズムとして雲母のシート面のはざまのフレイドエッジにはさみこまれ、強く固定されるという仮説が提案されてきました。福島のケースにおいても、大気中に放出されたセシウムが、湿式あるいは乾式沈着で地表面に落ち、土壌や植物体に付いた後、土壌にうつり、最初は粘土等のイオン交換サイトに結びついたあと、徐々にフレイドエッジのような固定的なサイトに移行されたものと考えられています。セシウムの抽出分離のためには、土壌中のセシウムの結合形態とか新しい技術の出現が必要とされてきています。

放射性セシウムによる環境汚染の状況は概ね理解されてきています。セシウムの環境動態の理解や未来予測も、可能に向かいつつあります。しかし、森林や海を含む水系環境については、もう少し調査が必要と思われます。また、第一原発そのものが、いわば潜在的な二次発生源として存在している現実があります。現在続けられている水処理が、地震・豪雨などの自然災害により機能しなくなる危険性も考えられなくはないかもしれません。環境を守るという点からの環境放射能学が求められます。

除染は、今後とも長期に及ぶ仕事になります。チェルノブイリの事故では、除染はほとんど行われず、広い面積の地域が不可住地域として放置されました。国土の狭いそして人口密度の高い日本にとっては、土地は大切であり、ある程度の除染は必要であります。費用対効果も考えつつ、着実な低減が求められます。また、並行して地域の復興を図っていくことは重要です。これには、社

会的なシステム研究や経済学的なアプローチが必要であり、産業の立地を含めて考えていく必要があります。

セシウム 134 の消失とともに放射線量の減少が見られ、また、セシウムの土壌との結合の強まりにより、生物汚染レベルの低下が続いています。収穫される農作物や魚介類の汚染レベルも、低下が全般的に進みつつあります。このようななかで、環境中でのセシウム分布や放射能濃度をモニタリングしその状況を理解しておくことは重要です。関連してリスクアセスメントやリスクコミュニケーションも除染学会のやらなければならない仕事の一つであります。

放射線のリスクを管理するために、電離剤が定められて、運用されていますが、事故後の放射能放出により、広い面積のエリアが管理区域というべき環境になりました。除染を円滑にすすめるためには、従前の規則でのしほりが強すぎるかもしれません。現実的な規則基準で運用することも必要となっています。そのとき、科学的な根拠と他のリスクとの整合性を確立しつつ、社会的なコンセンサス作りも必要と思われます。低濃度放射性物質のリスクは、他の局面でも出てきます。例えば、ウラン鉱山や自然由来の放射性物質の問題とも関連してきます。これらの課題を統一的な評価軸にのせていく学術的なアプローチは従来も考えられてきましたが、福島事故に関連して、ますます重要になっていくと思われます。チェルノブイリ事故に関係して行われているロシアの研究の一部に、料理の仕事や食事による放射線被曝影響の減少化を目指したものがあります。環境浄化だけではないアプローチも有効かもしれません。また、しばしば、“安全と安心”という言葉が使われます。“安心”には

心理的な要素も多く含まれており、“安全”を“安心”に結びつける手法も考慮すべき研究テーマであります。いずれにしても多角的な学際アプローチが必要であります。

II. 学会の活動の今後の展望

福島でのこの事象は、広範囲な低濃度の放射能汚染が存在する中で、私たちが安全に生きていくにはどうすればいいかを考えなければならない位置にいます。また一方で、核反応エネルギーは従来の各種エネルギーに較べて桁違いの大きさであることと、現代の科学者・技術者に与えられた新しい安全エネルギーの分野であることを思う時に、原子核科学は、私たちが挑戦し、克服し、活用すべき価値ある領域であると考えられます。地球が狭くなり、すべての事象は、環境問題としての視点が必要となっている今日、環境放射能除染学会と新たに世に送る学会誌が、この分野にもっとも有効に貢献することを心から願っております。

大気中に漏出した放射性セシウムだけでなく、原子力施設での放射能の閉じ込めや廃炉、そして地下水汚染防止など重要な発生源対策も課題として残っております。環境放射能の除染の技術として検討されたものが、今後、例えば廃炉にともなう低濃度汚染物や、周辺の土壌汚染対策などとして応用に向かっていくものと思われます。汚染能問題については、適用分野の分け隔てなく、科学技術の進歩として展開できればよいかと思っています。

なお当学会の HP は下記の通りです。

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

計測自動制御学会 システムインテグレーション部門の取組み

計測自動制御学会
システムインテグレーション部門長 神田 真司

I. はじめに

公益社団法人計測自動制御学会(SICE: Society of Instrument and Control Engineers)は1961年に、(社)日本計測学会と自動制御研究会の2団体が合併して発足された。現在、会員数は約5千名で、計測部門、制御部門、システム・情報部門、システムインテグレーション部門、産業応用部門、ライフエンジニアリング部門の6部門と全国の8支部で活動を行っている。

この中でシステムインテグレーション部門(以下、SI部門)は、計測、制御、システム・情報の基盤技術をベースに、複雑化するシステムの諸問題を解決するため、人間・社会・人工物に関わる様々なシステムの俯瞰的エンジニアリングとしてのシステムインテグレーションを構築するための活動を続けてきている¹⁾。SI部門は、このため、様々な領域の問題を深く議論するために23の部会と1つの調査研究委員会で構成されている。これらの部会の構成は、大きく以下の3つのカテゴリーに分類されている²⁾。

- (1) システムインテグレーションの基礎技術
- (2) 一般的なアプリケーション志向の分野
- (3) 新しい切り口でシステムを考える分野

また、基礎的な要素技術とシステムを俯瞰する技術を常に融合させて議論するため、毎年12月には、オーガナイズド・セッション(OS)制で構成するシステムインテグレーション部門講演会(SI部門講演会)を開催し、各部会が企画するセッションで、最新の研究成果を発表、活発な議論を行っている。2016年12月に札幌コンベンションセンターで開催されたSI部門講演会(SI2016)では、846件の発表講演と1,300名超の参加者があった。

このような活動の中で、日本で多発する地震などの災害対応、防災などに関する分野は、部門創設以来、中心的な議題の一つであり、部会活動、部門講演会などを通して活発な議論を行っている。本稿では、SI部門の災害対応関係の部会であるレスキュー工学部会の活動紹介と福島原発の廃炉・廃止措置のための技術開発に関するSI部門の取組みを紹介する。

II. レスキュー工学部会の活動

大規模災害に対する減災・防災問題に関して、計測自

動制御技術の貢献は必要不可欠である。そこで、システムインテグレーション部門レスキュー工学部会では、レスキュー工学の最新技術動向に関する講演を中心としたシンポジウムの開催や関連するロボットコンテストへの支援を通じて、「レスキュー工学」を推進するとともに、関連分野の人材育成に努めている。システムインテグレーション部門講演会では、積極的にオーガナイズド・セッションを企画し、毎年20件程度の講演(図1)があり、活発な議論が行われており、当該分野の研究者の交流を推進するとともに、研究活動の活性化に貢献してい



図1 OS「レスキュー工学」講演風景(SI2016)



図2 第16回レスキューロボットコンテスト(SI2016)



図3 ロボカップジャパンオープン2016

る。特に若手研究者に対しては、競基弘賞レスキュー工学奨励賞を贈賞している。また、関連するロボットコンテストであるレスキューロボットコンテスト(図2)およびロボカップレスキュー実機リーグの活動支援(図3)を行っている。それぞれ計測自動制御学会賞を設け、システムインテグレーションの観点から優秀なチームを表彰し、人材の育成に努めている。

Ⅲ. 福島原発廃炉・廃止のためのSI部門の取組み

東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所の廃止措置では、高放射線量をはじめとする複雑な環境条件下において安全かつ着実、円滑に作業を推進するための手段として遠隔技術が必要不可欠である。要求されるタスクは多岐にわたり、これに応じた機器やシステムの設計、構築には、遠隔システムの設計開発や操縦支援技術、放射線計測技術、環境認識技術、遮へい技術、除染技術、核種分析手法等の要素技術やサブシステム等を統合するためのシステムインテグレーション技術が重要な鍵をにぎる。そこで、これまでの災害対応関連のセッションと独立して、2016年の部門講演会より、OS「廃炉・廃止措置のための技術開発とシステムインテグレーション」(オーガナイザ：川端邦明(JAEA)、田村雄介(東大))が企画され、参加者間で議論が行われた。今後も、技術分野の研究者間での有機的な情報交換、共有を促進するための場としても継続して行く予定である。

システムインテグレーション部門に登録している会員に係る事柄としては、今後の廃止措置推進に係わる幅広い分野の知識をもった次世代の人材育成も重要な課題であることから、廃止措置研究・人材育成等強化プログラムが始められており、当部門登録の多くの研究者や関係者が関わっている。一方、ロボット等の遠隔技術の開発支援および操縦者訓練を目的とするモックアップ設備や要素試験設備が日本原子力研究開発機構檜葉遠隔技術開発センター(図4)において2016年4月より本格運用を開始されている。本施設は廃止措置関連技術や災害

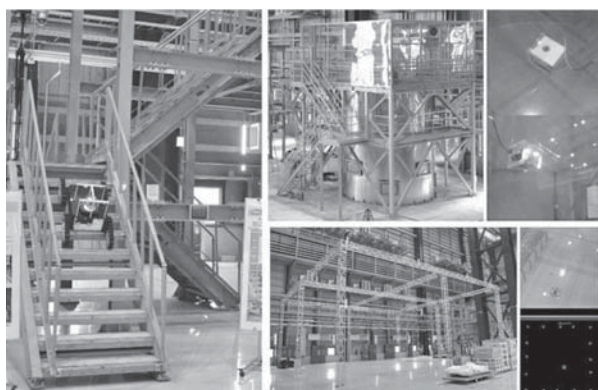


図4 檜葉遠隔技術開発センター試験棟の設備
(左：モックアップ階段、右上：ロボット試験用水槽、
右下：モーションキャプチャ)と利用の例
(国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構より提供)

対応技術の研究開発や遠隔作業の効率的推進に貢献するための施設として、モックアップ階段、ロボット試験用水槽、モーションキャプチャや、作業員訓練のためのバーチャルリアリティシステムを整備している。これらは一般に利用可能なものであり、システムインテグレーション分野の研究者にとっても実証実験等で重要な役割を果たすものとして期待されている。

福島第一原子力発電所の廃止措置には40年もの期間が必要という意見もある。今後も関係分野の研究者・技術者と協力しつつ、有機的なシステムインテグレーションによって問題解決に貢献していきたいと考えている。

Ⅳ. まとめ

計測自動制御学会システムインテグレーション部門では、計測・制御・システム・情報という基盤分野をベースに現在の複雑化する諸問題を解決するために必須なエンジニアリングのためのシステムインテグレーションを構築するための研究開発支援・そのための人材育成を継続的に続けている。

その中で、災害・防災に関わる分野は重要で、中心的な議題の一つであり、活発な議論を行っている。本稿では、そのための取組みとして、レスキュー工学部会、福島原発に関わる廃炉・廃止に関する取組みについて紹介した。これらの取組みの他にも、当初は遺棄化学兵器処理や地雷処理などを対象としていたが、近年は東日本大震災、並びに引き続き福島原発事故などにおける復興活動や対応活動のために、安全回復や安心安全確保の視点に立った自動化システムについて検討する「安全回復システム部会」がある。また、その他の部会内でも関連する技術分野の活動、部門講演会内での成果の発表を行っている。さらに、部門講演会では、将来を見据えて、OS「国際熱核融合実験炉(ITER)用保守ロボットの技術開発」(オーガナイザ：松日楽信人(芝浦工大)、他2名)を企画するなど、災害・防災とそれに関わる幅広い分野の取組みについてカバーしている。

災害対応・防災、さらには40年とも言われている期間の原発廃炉・廃止作業では、社会システムを含めた立場で、様々な要素技術を効果的に組み合わせるエンジニアリングが重要である。SI部門では、広い視野を持って、システムインテグレーションの構築のための技術開発支援・人材育成を続けていきたい。

最後に、今回、システムインテグレーション部門、およびSI部門内の災害・防災の取組み紹介の機会を与えて頂いた計測自動制御学会会長の菅野重樹先生に感謝します。また、本稿を執筆するにあたり、協力頂いたレスキュー工学部会主査の奥川雅之先生、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の川端邦明先生に感謝します。

なお、計測自動制御学会のHPは以下にある。

<http://www.sice.jp/>

システムインテグレーション部門のHPは以下にある。
<http://sice-si.org/>

－ 参考文献 －

- 1) 計測自動制御学会 50 年史, 計測と制御 Vol.50-8/9, p754/764, 2011.
- 2) 菅野重樹: システムインテグレーション(SI)の現状と将来, 計測と制御, Vol.47-4, pp369/370, 2008.

【計測自動制御学会 学会誌：計測と制御】

本学会の会誌「計測と制御」は、当学会設立の翌年にあたる1962年1月より発行している学会誌であり、55年にわたり毎月、会員に向けて、特集を企画し、「解説」と「事例紹介」で最新的话题をわかりやすく紹介している。また、「学会だより」、「部門・支部だより」といった学会内外の情報提供や「リレー解説」、「書評」など、さまざまな記事で、学会関連分野の幅広い情報も提供している。

会誌の企画、編集、発行は、本学会理事が務める委員長、副委員長と各部門、各支部より推薦された委員で構成される会誌編集委員会が担当している。

「計測と制御」の特集は、主に、計測、制御、システム・情報、システムインテグレーション、産業応用、ライフサイエンスの各分野から選んだその時々でもっともホットなトピックについて、内外の一流で活躍されている研究者・技術者により執筆を頂いる。解説記事は最新の学術、技術情報、および研究動向に関するものや、学生および若手研究者・技術者向けのチュートリアル的な解説など、大学・教育関係者だけではなく、産業関係者、学生まで多岐に渡る人材に向けて有用な情報を提供する内容となっている。過去1年間の特集・特別企画のタイトルを表1に示す。今後も、電子アーカイブや電子閲覧などの会員サービスの一層の充実とともに、わかり易く、読み易い記事になるように、会誌編集委員一同で努力していくつもりである。詳しくは、下記のウェブサイトをご覧ください。

表1 最近の「計測と制御」のタイトル一覧

特集	「産業用無線技術の最新動向と課題」	第55巻 第12号
特集	「ネットワーク上の制御と信号処理」	第55巻 第11号
特集	「ロボットと実環境の相互作用に基づく記号コミュニケーション基盤創成」	第55巻 第10号
特集	「農業生産支援と食料安全保障に向けた先進リモートセンシング技術」	第55巻 第9号
特集	「スマートワールド実現のための新たなシステムズアプローチを目指して」	第55巻 第8号
特集	「分散協調型エネルギー管理システム構築」	第55巻 第7号
特集	「ICTとロボットが拓く新しい土木建設施工の世界」	第55巻 第6号
特集	「モビリティを支えるシステム・情報技術」	第55巻 第5号
特別企画	「超スマート社会実現のためのシステム技術」	第55巻 第4号
特集	「次世代のシステム制御を支える基礎理論を求めて ～数学・物理学・化学・生物学・経済学・工学の視点から～」	
特集	「診断・判断のためのセンシング・情報分析技術—現状と将来への視点—」	第55巻 第3号
ミニ特集	「障害者支援のためのインターフェイス」 ／「安全な社会インフラ維持に向けてのセンシング」	第55巻 第2号
特集	「企業経営・組織運営への実験科学アプローチ」	第55巻 第1号

http://www.sice.jp/pub/pub_journal_j.html

なお、論文は、毎月発刊される日本語論文集「計測自動制御学会 論文集」と、隔月で発刊される英語論文集 SICE Journal of Control Measurement and System integration (JCMSI) の2誌がある。詳しくは、下記のウェブサイトをご覧ください。

http://www.sice.jp/pub/pub_papers.html

失敗学会による会議，検討，情報発信

失敗学会 会長 畑村 洋太郎
副会長 飯野 謙次

特定非営利活動法人失敗学会は、世の中の失敗，事故，不祥事の原因を究明し，同じことを繰り返さないためには何をしなければならないか，その方策を提案する。設立は，2002年11月。現在の会員数は652名，法人会員は33団体。その内訳は，製造業（機械，電気・電子，材料），エネルギー，ソフトウェア，食品，物流，金融，サービス，コンサルティング，研究所と多彩である。

2011年3月11日に福島原発事故があり，当会では3月14日から情報発信を始めた。本稿では，その情報発信を開始するに至った経緯，その後に行った検討会や講演会，結果の情報発信について概説するほか，当会メンバーが行った活動についても紹介する。まもなく，事故から6年が経過するが，福島原発事故による社会への影響の分析，再発防止のための情報発信は今でも継続している。

事故調査

失敗学会は，直接福島原発事故の調査にはかかわっていないが，東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会，いわゆる政府版事故調査委員長には，畑村が就任した。その他，この委員会の技術顧問に就任した淵上正朗小松製作所顧問は失敗学会設立時からの会員で現在は理事である。もう一人の技術顧問，安部誠治関西大学教授は後に失敗学会理事に就任した。

この委員会は2011年5月から1年余り後に最終報告書を提出して解散したが，12月の中間報告，翌年7月の最終報告とも，その分量は膨大で，興味のある人でもどちらか概要を読むのがせいぜいだらう。

専門が原子力発電から離れた人でも，何らかの生産活動は行っている。最終報告書最後に委員長所感として7項目の教訓が記されている（概要版には抜粋）ので，是非一読して今後に役立てていただきたい。

吉岡メモ

福島原発事故発生後，1号機が爆発したのは翌12日の15時36分ごろだった。巨大地震に襲われ，大津波に東北沿岸の町並みが襲われる映像にカタズを呑んでいると，いきなり原子炉建屋が吹っ飛ぶ映像を見せられた。人間は大きな事故が起きたとき，原因がわからないと非常な不安に襲われる。この時も，アメリカ，中国が国を挙げて，自国民の日本からの脱出を手助けしており，これは日本のメディアだけが取り上げない，何か隠された情報があるのではないかと疑心暗鬼になったものである。

この時，会員数人で回していたメーリングリストで，吉岡理事が，あれは水素爆発ではないかと理由をつけて示した。爆発のあった12日夜のことである。このメーリングリストに参加していた飯野は大いに安堵し，これは一般にもいち早く知らせたほうがよいと，ホームページで吉岡メモの公開連載を始めた。事故の解説から，被曝，後処理など様々な視点からの解説を2012年12月まで，計69本の解説記事を掲載した。この間，失敗学会ホームページへのアクセスは通常の4倍に跳ね上がり，2011年4月は12万セッションのアクセスがあった。

失敗学フォーラム

失敗学会では年に10回程度，毎回20人前後の参加者を集め，東京と大阪で交互に失敗学フォーラムを開催している。ここでは会の内外から講演者を招いて聴講，討論するほか，工場や展示を見学する。

ほとんどの失敗学フォーラムには非会員も参加でき，2011年4月9日に開催した，吉岡理事の緊急講演会には，会員115名のほか，一般から65名の参加があった。関心の高さを示したイベントだった。その後，このフォーラムでは年に2回ペースで福島原発事故を取り上げたが，2013年には，毎年5月の定例の春合宿で東北被災地を訪問した。福島原発を訪問することはできなかったが，津波後の復興が遅々として進まない状況に唖然とした。

福島原発における津波対策研究会

2013年12月，『3.11 原発過酷事故と東電等の刑事責任』と題された記事が発表された。著者は失敗学会監事の弁護士，古川元晴である。これを契機に学習会の機運が高まり，2月の失敗学フォーラムでの古川監事講演を皮切りに，2015年2月までに4回の公開討論会を行った。

この時は日本原子力学会の協力も得て，外部識者の参加があり，議論は白熱した。第4回公開討論会では国会事故調査委員会協力調査員，『原発と大津波警告を葬った人々』著者の添田孝史氏を招いて講演を拝聴した。

さらにこの講演をきっかけに，吉岡理事を中心に，飯野，淵上，古川，中尾政之東京大学教授が集まり，福島原発における津波対策研究会を立ち上げた。この会の目的は，以下2つの命題の解明であった。

- (1) 福島原発で，巨大津波を予測できたか
- (2) 予測できていたら，事前準備で事故の過酷性を回避することは可能だったか

この研究会が出した結論は、(1)巨大津波は十分予測できたものであった。(2)事故の発生は防ぎようがなかったが、バッテリー、高圧電源車、水中ポンプ、事前の訓練があれば、炉心溶融にいたる過酷事故にはなっていなかった、ということである。とくにこの準備の中でも、最重要なのは大津波の想定とそれに対応する訓練であった。他のバッテリー、高圧電源車、水中ポンプはその想定の結果、自然に導き出されたはずである。この結果は『福島原発における津波対策研究会・最終報告書』にまとめられ、失敗学会ホームページで公開している。

出版

政府版事故調による中間、および最終報告書は、ウェブから誰でもアクセスできる。しかし、その膨大な量と、概要版はどちらも図表が一点もないことから一般にはわかりにくい。そこで委員長畑村、二人の技術顧問、安部、淵上が、笠原直人東京大学教授を加えて、『福島原発で何が起きたか-政府事故調技術解説』を著作した(2012)。さらに3人は『福島原発事故はなぜ起きたか-政府事故調核心解説』(2013)も著作した。この2冊があれば、政府事故調版報告書のだいたいがわかるようになっていく。

国際的情報発信

政府版事故調報告書は、英語版も公開されている。失敗学会では、このように英語による情報発信も大切であるばかりではなく、福島原発事故のように世界にも影響を及ぼした場合には、関係者の責務であると考えられる。

2012年まで継続した吉岡メモは、1から4号機の事故概要をまとめて解説した技報であるが、英語化してホームページで“Technical Report: Fukushima Accident Summary”として公開している。

2013年10月、畑村がスペインの財団に招かれ、福島原発事故について2回講演を行った。これらは福島原発事故から何を学ばなければならないか、世界に向けてメッセージを発した形になる。この時は事故、およびその後の解説を行った上で、これからは自分の目で見、自分の脳で考え、自分で決定して行動を起こせることが重要であるというメッセージで締めくくった。

この直後、国際連合傘下の国際原子力機関(IAEA)に畑村が招聘され、飯野が通訳としてオーストリアに出かけた。IAEAが当初の報告書発表を遅らせ、途中からできた「人と組織」に関する調査部会に参加した。IAEAの調査成果は、2015年8月に天野之弥事務局長報告書として公開された。

先に紹介した『・・・何が起きたか』と『・・・なぜ起こったか』を合わせて飯野が翻訳したのが“The 2011 Fukushima Nuclear Power Plant Accident -How and Why It Happened”(2014)である。

また、福島原発における津波対策研究会の成果は、2015年6月、欧州品質会議(EOQ)、最終報告書は論文

“What Could Have Saved Fukushima From Its Severe Accident”として、2016年のアメリカ機械工学会国際会議(IMECE)で飯野が発表した。

除染実験

これも、失敗学会の活動ではなく、畑村の危険学プロジェクトの一環として行っている実験であるが、重要なので、ここに記述する。福島原発事故により、放射性物質に汚染された地域では、徐々に避難指示区域が解除され、人々が戻ることが可能になった。しかし、そのために行われた除染は十分なものではなく、居住区の周りだけ除染されても、被爆の可能性が打ち消されたわけではない。そこで畑村らは危険学プロジェクトで『その場処理の深穴埋め除染』を考え、実証実験を行っている。

この概念を下図に示す。これは土壌汚染が表面だけに留まっていることと、一度土壌の粒子に付着した放射性物質は、再び水に溶け出したり、洗い流されたりしないことに着目したものである。この方法の利点は、大量の汚染土を移動・保管する必要がなくなることである。

この実験は2013年度から継続しており、深穴に溜めた汚染土の放射性物質が流れ出さずに留まっていることを測定により実証している。この計測は今後も継続する。

まとめ

失敗学会では福島原発事故の原因、回避方法などにつき、討論、検討、情報発信を行った。危険学プロジェクトと協力して今後も、学習、情報発信を継続する。

なお失敗学会のHPは下記の通りである。

<http://www.shippai.org/>

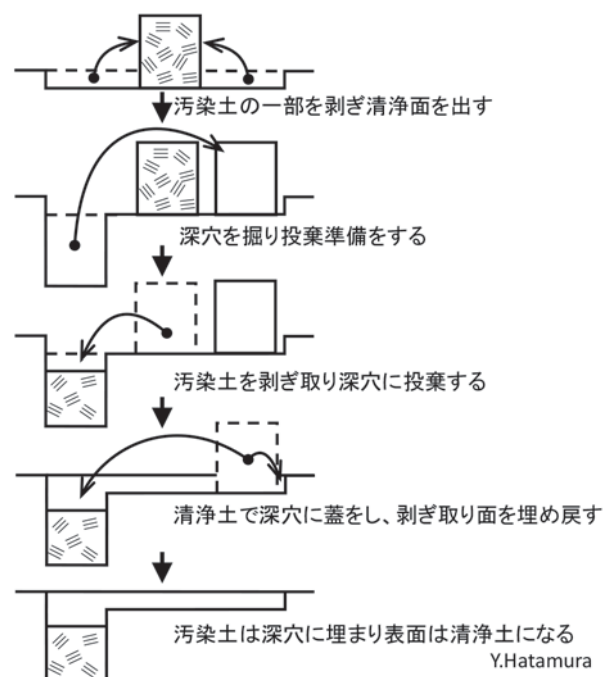


図1 その場処理の深穴埋め除染実験

Y.Hatamura

「廃炉地盤工学」の創生と原子力工学との協働

地盤工学会
福島第一原子力発電所廃止措置に向けた地盤工学的な新技術と人材育成に関する検討委員会座長 小峯 秀雄
早稲田大学理工学術院教授

地盤工学会の概要

公益社団法人地盤工学会は、1949年に国際土質基礎工学会の日本支部に相当する「日本土質基礎工学会委員会」として発足した。2016年11月現在の地盤工学会の会員数は、9,159名・団体で、その内訳は正会員が7,392人、学生会員が745人、名誉会員が150人、そして特別会員が872団体という構成である。

地盤は、すべての社会基盤施設を支えている。地盤の性質を知らなければ、堅固な施設を構築することはできない。また、新しい土地をつくり出し、斜面・地盤を安定なものにし、地下水環境を評価するにも、地盤に関する知識が欠かせない。地盤を構成する土を、様々な場面で材料として利用することも数多くある。このように、我々の生活に関連する地盤についての学術技術を扱うのが地盤工学であり、その地盤工学の専門家が集う学術団体が地盤工学会である。地盤工学会は、防災・環境・資源・エネルギー・住宅問題など、産学官のみならず、市民に密着した立場もしくは市民を取り込んだ形での課題の克服と合わせて、学会活動を常に社会に向けて発信している。その専門分野は、土木工学のみならず、建築、農学、地質の分野等々、多くの分野の横断的集まりである。また、人文・社会科学分野、環境科学分野、情報科学分野、農業・生物分野、化学分野との連携を通じて、俯瞰的学問展開を進めている。

福島第一原子力発電所廃止措置に向けた地盤工学的な新技術と人材育成に関する検討委員会の発足

福島第一原子力発電所事故後、当学会では、次のような委員会を発足させ、復興支援に全力を尽くしている。

「福島第一原子力発電所汚染水問題に関する会長特別懇談会(委員長：東畑郁生前会長、座長：小峯秀雄・早稲田大学教授)」では、福島第一原子力発電所の廃止措置に向けて、地盤工学の観点から原子力工学技術者と協働し活躍できる人材の育成と具体的な技術開発を進めるべく、文部科学省「国家課題対応型研究開発推進事業」『廃止措置等基盤研究・人材育成プログラム委託費』への研究提案を行い、2014年にフィージビリティ採択、2015年に本採択された。また、福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた地盤工学技術の観点からの廃炉シナリオ案と廃炉地盤工学に関する議論、福島第一原子力発電所構内

における汚染水対策等への地盤工学の観点からの見解を、2014年9月8日に表明した。2015年度からは、現在の「福島第一原子力発電所廃止措置に向けた地盤工学的な新技術と人材育成に関する検討委員会(略称：廃炉地盤工学委員会、委員長：東畑郁生前会長、座長：小峯秀雄・早稲田大学教授)」に発展し、72名もの委員・オブザーバーによる活発な研究活動が行われている。これらの活動の成果として、平成26年度文部科学省・国家課題対応型研究開発推進事業・廃止措置等基盤研究・人材育成プログラム委託費「汚染水対策・デブリ取出しから廃炉までを想定した地盤工学的な新技術開発と人材育成プログラム」報告書を発表するとともに、2015年度から地盤工学研究発表会(毎年開催)において、廃炉地盤工学に関する特別セッションを開催している。この他にも、「東日本大震災対応調査研究委員会・地盤環境研究委員会(委員長：勝見武・京都大学教授)」などを通じて、福島第一原子力発電所事故を起因とする一般環境における放射性セシウム汚染の問題を解決する具体的な方法の提案と環境影響評価法を公開し、社会還元している。

廃炉地盤工学の創生

地盤工学は原子力事業を支援する技術の一つとして、地下水流動予測や各種地盤改良工法等を通じて、福島第一原子力発電所における汚染水対策に寄与しているのみならず、廃炉に至る今後の作業でも地下掘削や放射性廃棄物処分において重要な役割を果たすことができる。一方、地盤工学・土木工学分野の専門家・技術者の多くは、一般公共事業への寄与を主な目的として技術開発を行っているため、必ずしも原子力工学分野に詳しくない。そのため、福島第一原子力発電所の燃料デブリ取出しから廃止措置に貢献できる基本的技術を保有しているにもかかわらず、原子力工学分野の求めている事項を認識していないが故に、直接的な寄与ができていない。今後40年以上にもわたる福島第一原子力発電所の事故収束に寄与できる人材を育成するためには、従来型の地盤工学・土木技術者教育に加え、原子力工学分野の知見・教育事項を取り入れた新しいカリキュラムの構築と実践が必要不可欠である。具体的には、20世紀に地盤工学・土木工学が多大な貢献を果たしてきた原子力発電所の立地・建設技術に加えて、放射性廃棄物の処分、解体・撤去など、

廃止措置に至る過程を一貫して担うことのできる教育プログラムを構築する。これにより、廃止措置において、地盤工学・土木工学の観点から寄与・貢献し、若者が将来の職業として魅力を感じる技術産業を創出できれば、東京電力福島第一廃炉推進カンパニー等への人材輩出および実効的な技術支援が可能になるものと考えている。

以上のような背景と実情を打開することを目指し、地盤工学会では「原子力損害賠償・廃炉等支援機構(2016)：東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2016,2016年7月13日」およびそれ以前に公開された戦略プランに基づき、実効性の高い研究および技術開発を行うと共に、それを支える次代の技術者を育成する教育プログラムの構築をねらいとして研究推進を行っている。2015年戦略プランでは「福島第一原子力発電所の廃炉作業は、事故に由来する通常の原子力発電所にはない放射性物質によるリスクを継続的に下げるための取り組みであり、当該戦略プランは中長期のリスク低減戦略の設計と言え、その策定に当たり、安全、確実、合理的、迅速、現場指向という5つの基本的考え方を定め、リスク低減の優先順位付けをして今後の取り組みをまとめている」とされる。そして、同ブ

ランでは優先順位により3つに分類された主要なリスク源のうち、可及的速やかに対処すべき「汚染水等」については既に対策が進められているという認識の下、周到的な準備を必要とし、数多くの課題にチャレンジしなければならない「燃料デブリ取り出し」と「長期的な措置を要する廃棄物対策」の検討を実施するとされる。

そこで、地盤工学会では「燃料デブリ取り出し」および「長期的な措置を要する廃棄物対策」に焦点を当てると共に、福島第一原子力発電所でこれらの作業を実施するにあたり、安全確保の観点から必要不可欠となる工事環境や工事に伴う周辺環境への影響評価も取り上げ、このような狙いを達成すべく、次のテーマ①～③を基盤研究として実施している。

テーマ①：現状から廃止措置までの長期間の地下水環境・作業環境の状況調査と将来予測

テーマ②：土・地盤の放射線遮蔽性能を活用したデブリ取り出し補助技術と掘削技術の適用評価、それに基づく実効性の高い数種類のデブリ処理メニューの提示

テーマ③：福島第一原子力発電所構内の除染廃棄物処分と原子炉建屋デコミッションに関する実現可能な技術の開発

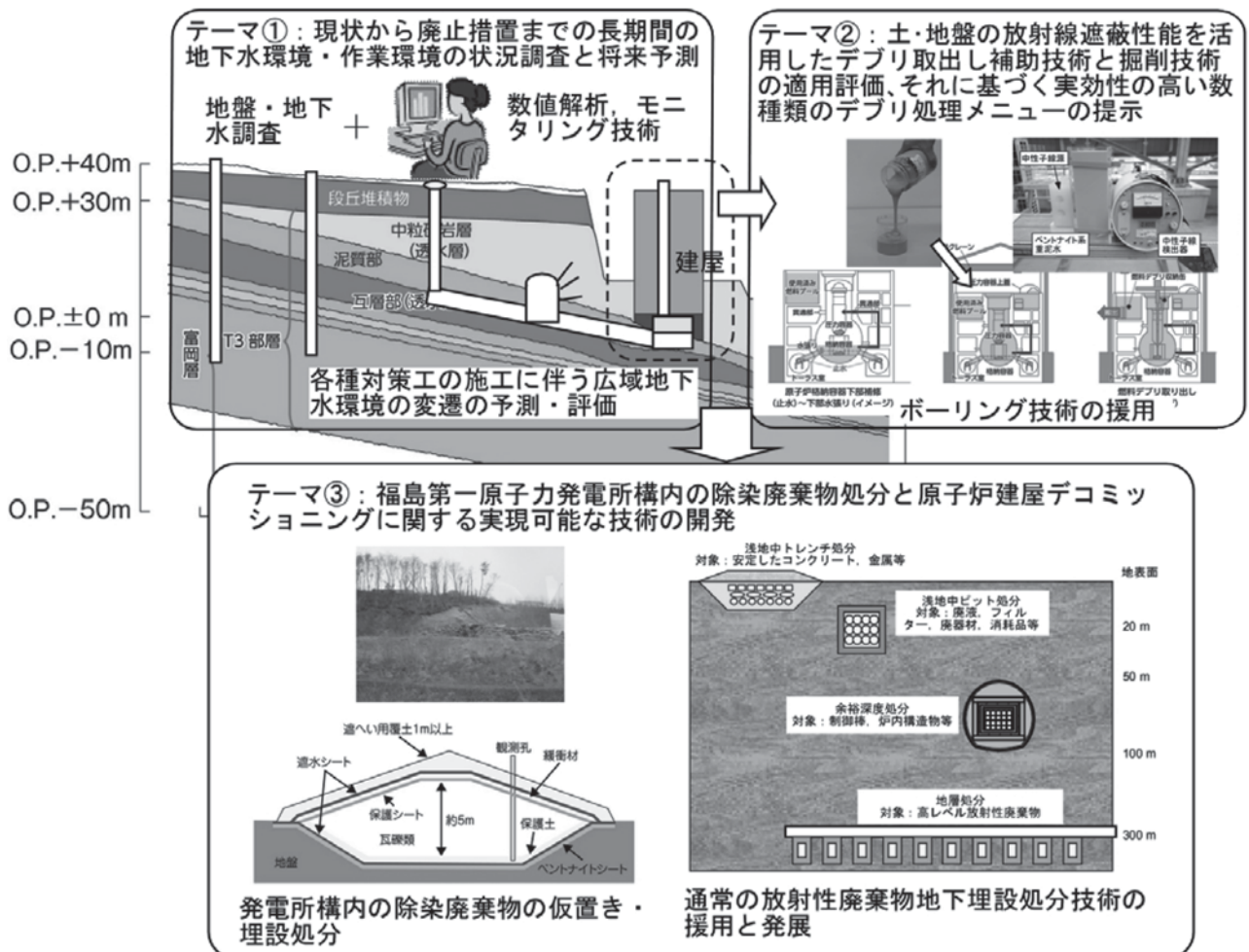


図1 各基盤研究で予想される成果の福島第一原子力発電所の廃止措置への適用の概念図

図1に廃炉地盤工学の基盤研究テーマとそれらの相関を模式図として示す。また、図2には、テーマ②として研究を進めている超重泥水の技術開発状況を示す。

廃炉基盤研究プラットフォームを通じた実効的貢献

先述の廃炉地盤工学の研究活動内容は、単に、学術的なものに留まることなく、当然のことであるが、福島第一原子力発電所の廃止措置の実務に反映させることを旨としている。現在、地盤工学会は、日本原子力研究開発機構・廃炉国際共同研究センター(CLADS)が中心となって設立した「廃炉基盤研究プラットフォーム」に加入

しており、原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)に設置された廃炉研究開発連携会議とも連携しながら、原子力工学と協働する地盤工学技術の展開を鋭意進めている。また、日本原子力学会が主導で創設した「福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会」にも参画している。引き続き、原子力工学と協働する地盤工学の拡充を図る所存である。なお、地盤工学会の研究情報は、以下のwebsiteを通じて公開している。

地盤工学会：<https://www.jiban.or.jp/>
https://www.jiban.or.jp/index.php?option=com_content&view=article&id=1811%3A2009-10-02-07-48-17&catid=88%3A2008-09-15-06-45-17&Itemid=147

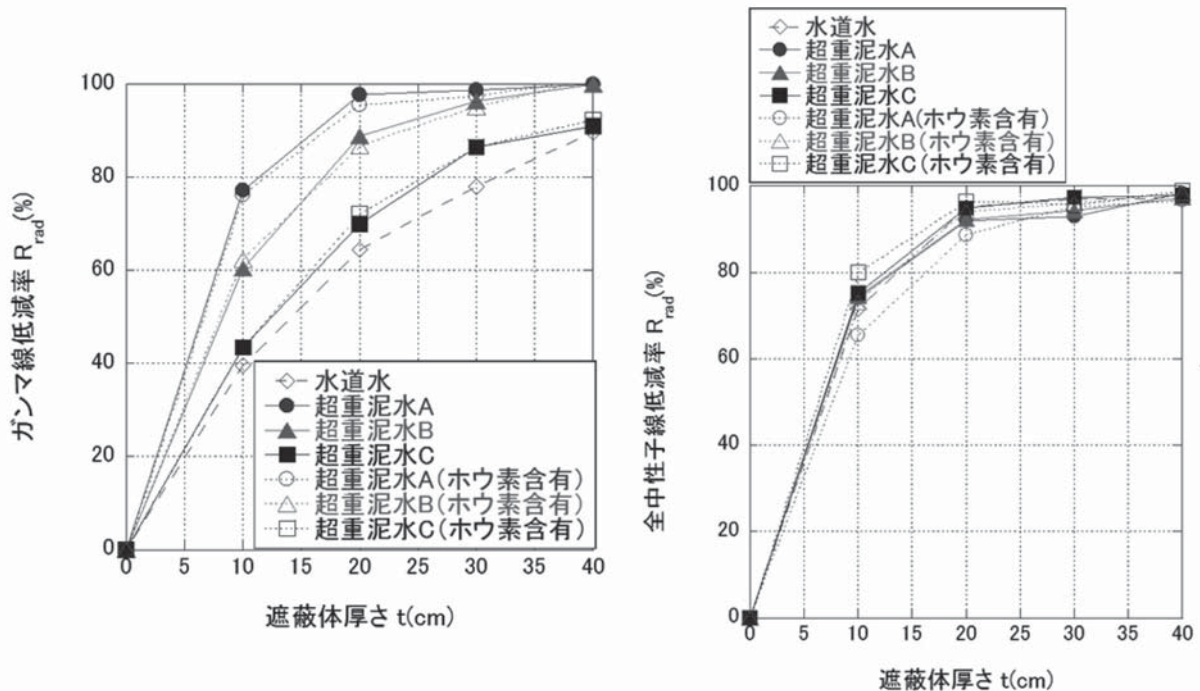
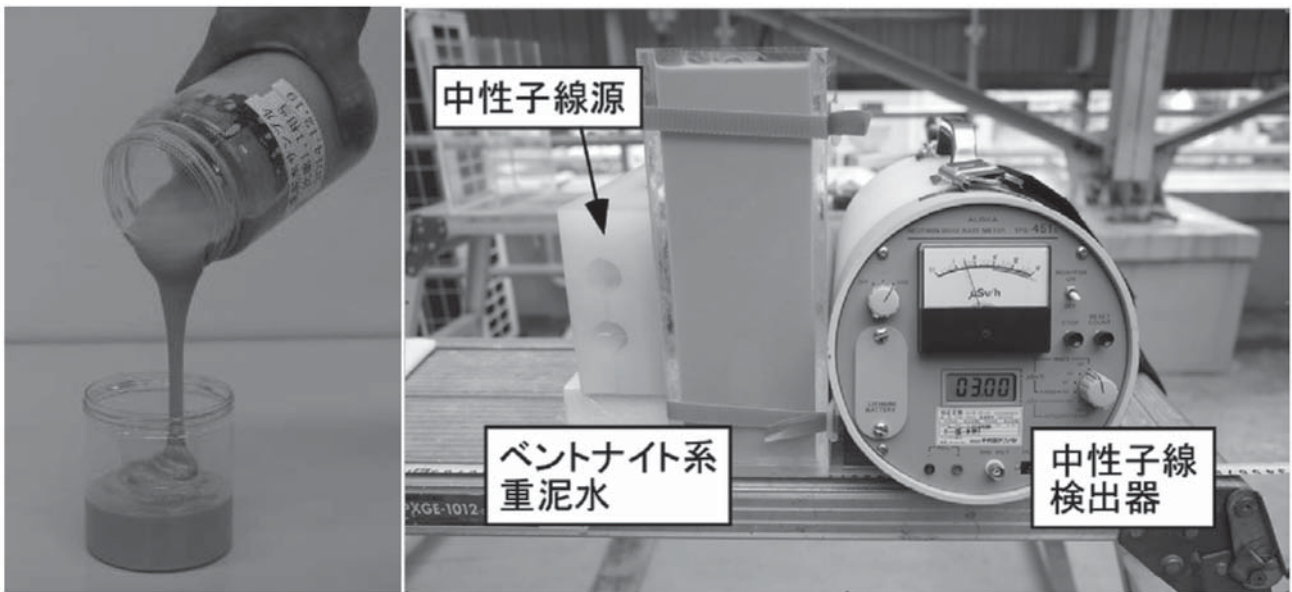


図2 放射線遮蔽と遮水の両性能を持つ超重泥水の放射線遮蔽実験と遮蔽特性

大気環境学会の取組み

大気環境学会 会長 大原 利眞
放射性物質動態分科会代表

はじめに

公益社団法人大気環境学会は、「大気環境に関する学術的な調査及び研究並びに知識の普及を図り、大気環境保全のために資すること」を目的として、1959年に大気汚染研究全国協議会として設立された。現在の会員数は約900名で、全国に6つの支部がある。また、大気環境に関する専門グループとして10の分科会を設けて活動を進めている。機関誌としては、大気環境学会誌を年6回隔月で発行しているほか、韓国と中国の大気環境学会と協働して英文論文誌「Asian Journal of Atmospheric Environment」を年4回発行している。

福島原発事故に対して、学会としての基本的姿勢を示すために、2011年3月に理事会名で「東北・関東大震災に関する緊急声明」¹⁾を発表した。この声明において、「事故原発からの放射性物質拡散に関しては、大気輸送・拡散現象や、それによって運ばれた物質が及ぼす影響という面から、当学会が取り上げるべき分野」であるとした上で、「放射性物質の環境動態と健康影響に関する科学的把握の難しさに加え、基礎的な知識普及も十分ではない現状において、不正確かつ不用意な情報発信は厳に慎まねばなりません。一方、多くの国民は、正確な科学的情報の迅速な提供を求めています。これらのことに十分な配慮を払いつつ、併せて、大気環境科学・技術に関わる学術団体として保有する、役立つ知識や情報の普及・活用等、社会への寄与ができるよう努めて参ります。」とのメッセージを社会に発信した。2013年には、福島原発事故に大気環境学会として中長期的に取り組むことを目的として、「放射性物質動態分科会」が発足し、事故による大気環境への影響に関する知見の共有と情報発信、原発周辺のモニタリング体制等の検討、他の学会や研究グループなどとの連携に取り組んでいる。福島原発事故に対する、本学会としての主な取組は表1のとおりである。日本原子力学会誌「ATOMOS(アトモス)」には2015年3月の特集号において、本学会の取組について報告している²⁾ので、本稿ではそれ以降の取組を中心に紹介する。

「事故直後の大気動態・炉内事象・初期被ばく」に関する市民公開集会の開催

2015年9月に早稲田大学で開催された第56回大気環境学会年会において、放射性物質動態分科会主催による特別集会「福島第一原子力発電所事故直後の大気中放射

性物質動態、炉内事象および初期被ばくの研究に関する新たな進展とその横断的な考察」を開催した³⁾。本集会は、学会参加者以外に対して無料公開とした。5件の講演(「SPM計測テープろ紙の分析による原発事故直後の大気中の放射性セシウムの時空間分布」、「原発事故により放出された放射性微粒子の物理化学的特徴」、「事故時の炉内事象の解析の現状と課題、初期被ばくの調査研究の

表1 福島原発事故に対する大気環境学会の主な取組

年月	取組みの内容
2011.3	福島原発事故に対する学会としての基本的姿勢を示すために、理事会名で「東北・関東大震災に関する緊急声明」を発表
2011.7	日本薬学会と共催して、市民講演会「放射性物質と環境影響」を開催
2011.9	第52回大気環境学会年会(長崎大学)において、市民公開の特別集会「福島原発事故による放射性物質の環境影響」を開催
2011.9 ~2012.7	放射線に関する基礎的な知識を学ぶために、大気環境学会誌に「放射線」をテーマとした入門講座を連続掲載
2012.9	第53回大気環境学会年会(神奈川大学)において、特別集会「福島原発事故の環境影響調査結果とモニタリングの現状・将来について」を開催
2013.5	福島原発事故問題に取り組むことを目的として、放射性物質動態分科会が発足
2013.9	第54回大気環境学会年会(新潟市)において、特別集会「福島原発事故による環境影響調査結果と放射性物質の動態研究の再構築に向けて」開催
2014.1	福島市においてシンポジウム「福島第一原子力発電所事故による環境放射能汚染の現状と課題 - 今、大気環境から考える放射能汚染 -」を開催。翌25日にはフィールドワークとして、福島県内の震災廃棄物の焼却炉や除染現場の状況を視察
2014.9	第55回大気環境学会年会(愛媛大学)において、全国環境研協議会との共催で特別集会「放射性物質の環境動態と自治体での取り組み」を開催
2015.3	福島大学で開催された国際ワークショップ「International Workshop on Dispersion and Deposition Modeling for Nuclear Accident Releases-Transfer of science from academic to operational models-」を後援
2015.3	日本原子力学会誌に「福島原発事故に対する大気環境学会の取組み」を寄稿
2015.9	第56回大気環境学会年会(早稲田大学)において、市民公開の特別集会「福島第一原子力発電所事故直後の大気中放射性物質動態、炉内事象および初期被ばくの研究に関する新たな進展とその横断的な考察」を開催
2016.3	解説「福島第一原子力発電所事故による放射性物質の大気環境影響調査研究の現状と課題」を大気環境学会誌に掲載
2016.9	第57回大気環境学会年会(北海道大学)において、特別集会「原子力防災と大気環境研究の接点を探る」を開催

現状と課題」,「原発事故により放出された大気中微粒子等のばく露評価とリスク評価のための学際研究」と質疑,その後の総合討論において,大気中での放射性物質の時間分布やいわゆるセシウムボールの動態,複雑な炉内事象や初期被ばく推定の確からしさなどについて,活発な議論がなされた。このような分野横断的な議論は,まだ開始されたばかりであり,今後,継続的に進めることの重要性が参加者の間で共有された。

「放射性物質の大気環境影響調査研究の現状と課題」に関する解説を掲載

福島原発事故による大気環境影響調査研究の現状と課題をとりまとめて,2016年3月に解説「福島第一原子力発電所事故による放射性物質の大気環境影響調査研究の現状と課題」を大気環境学会誌に掲載した⁴⁾。本解説は,福島原発事故に対して,「国内外の多くの研究者が,環境中に放出された放射性物質の実態と動態,人や生物・生態系への影響などに関する調査研究を進めてきた。大気環境への影響に関しても,大気環境学会員をはじめとする研究者・研究者集団によって,環境測定,大気モデリング,測定データ解析,被ばく評価などに関する調査研究が精力的に進められ,多くの科学的知見が集積されつつある。一方,未だに解明されてない事象,新たな疑問や課題もある。」という問題意識のもとで,「事故由来の放射性物質による大気環境影響に係る調査研究の到達点を総括し,今後の課題を提示すること」を目的としている。「1.はじめに」,「2.現状の課題と俯瞰」,「3.放射能ゾンデ観測研究」,「4.事故直後の大気濃度場の再現」,「5.Csボール」,「6.放射性物質を含む粒子の特性,および基礎データの保存」,「7.森林への大気沈着:大気-森林相互作用から見た課題」,「8.地表および植生からの再飛散」,「9.大気モデル」,「10.大気環境研究の視点からの被ばく評価」,「11.原発周辺のモニタリング体制など」,「12.自治体における環境放射能調査の現状と課題」,「13.終わりに」の13章で構成され,放射性物質動態分科会メンバーが執筆したほか,放射性物質の再飛散に詳しい茨城大学の北和之教授にも特別に寄稿して頂いた。今後も,調査研究の進捗に応じて同様の取組みをしていく予定である。

特別集会「原子力防災と大気環境研究の接点を探る」の開催

2016年9月に北海道大学で開催された第57回大気環境学会年会において,放射性物質動態分科会主催で上記の特別集会を開催した⁵⁾。本集会の趣旨は,福島原発事故,ならびに,その後の原子力災害対策指針の改訂等の動向を踏まえ,今後の原子力防災における大気環境研究,とりわけ大気モデルやモニタリング等の役割や課題等について情報共有・交換することである。4題の講演(「福島における大気環境中の放射性物質の現状と課題」,「原子力発電所事故に対する計画的な意思決定ツールの

必要性」,「北海道における原子力防災対策」,「自治体における原子力防災と大気環境研究一兵庫県の取組から一」)への質疑や最後の総合討論において活発な議論がなされた。講演及び質疑を通して,福島における大気環境中の放射性物質の現状と課題が共有されるとともに,原子力防災における大気環境モデルの役割に関する意見交換がなされた。また,大気環境分野にとどまらない本質的で重要な2つの論点が提起された。その一つは,モデル計算結果を含めて研究成果を防災計画にどのように活用するのか,どのように住民等に伝えるのか,リスクコミュニケーションはどうあるべきかという点である。もう一つは,原子力防災に関して学会等で議論する場合には,原子力発電所の推進や反対を前提とすることがないよう,あるいは,そのような誤解を招かないように注意すべきであることである。本集会は,大気環境に係る社会的問題に対して本学会がどのように取り組むべきかを考える貴重な機会となった。

おわりに

福島原発事故直後に発出した緊急声明(既出)にあるように,事故初期の放射性物質の放出・大気輸送・変質・沈着過程,住民への初期被ばく量,大気中の放射性物質の現状と将来変化などに関して,大気環境に関する多様な知識と経験,調査研究手法を活用して明らかにすることは,本学会として取り組むべき重要な課題である。

本学会は,放射性物質動態分科会を中心して,以下の取組を進めるものである。

(1)福島原発事故による放射性物質の大気環境影響に関する知見を取りまとめるとともに,被災地の住民や行政担当者にわかりやすく発信する。

(2)国内の原発周辺の大気環境モニタリングの体制等について検討する。

(3)他の学会や研究機関と連携して,勉強会やワークショップなどを開催し,放射性物質の大気環境動態に関する知見の総合化,必要な調査研究の提言を行う。

なお当学会のHPは次のとおりである。

<http://www.jsae-net.org/>

— 参考文献 —

- 1) 大気環境学会理事会, 2011: 東日本大震災に関する緊急声明. 大気環境学会誌, 46(3).
- 2) 大原利真, 2015: 福島原発事故に対する大気環境学会の取組み. 日本原子力学会誌, 57,185-187.
- 3) 森口祐一, 鶴田治雄, 2015: 第56回大気環境学会年会報告特別集会3. 大気環境学会誌, 50, N82.
- 4) 鶴田治雄ほか, 2016: 福島第一原子力発電所事故による大気環境影響調査研究の現状と課題. 大気環境学会誌, 51, A11-A19.
- 5) 大原利真, 鶴田治雄, 2016: 第57回大気環境学会年会報告特別集会2. 大気環境学会誌, 51, N90.

海洋放射能汚染についての日本海洋学会の取組み

日本海洋学会 副会長 神田 穰太

日本海洋学会について

日本海洋学会(The Oceanographic Society of Japan)は、1941年(昭和16年)創立で、海洋に関する基礎科学分野の研究者で組織されている学会であり、現在の会員数は約1,800名である。海洋に関しては、水産、海事、船舶、土木などの多岐にわたる応用分野があるが、海洋そのものを対象とする基礎研究分野もある。それには、海水流動や熱収支などの物理学的研究、海水や堆積物の成分や物質循環に関する化学的研究、海洋生物や生態系についての生物学的研究などが含まれる。こうした研究分野を「海洋学」Oceanographyと呼び、学会の名称もそこに由来する。近年になって地球環境や気候変動における海洋の支配的な役割が広く認識されたこともあって、海洋学は地球科学(あるいは地球惑星科学)の重要な一翼を担うものとみなされている。日本海洋学会は、海洋学に関して我が国を代表する学会である。

原発事故直後の日本海洋学会の対応

日本海洋学会には、海洋環境問題、沿岸海洋などの研究会も設けられているが、組織的研究を学会あるいは研究会が主導するタイプの学会ではない。2011年3月11日の震災発生に際しての最初の対応は、3月22日から予定されていた春季大会の中止を決めたことである(3月14日)。その間の福島第一原子力発電所の状況については、必ずしも十分に情報が公開されなかったが、環境影響の大きさが徐々に明らかになってきた。

海洋についても、東京電力による発電所周辺海域のモニタリング(3月22日～)、文部科学省による発電所から30km以遠の海域についてのモニタリング(3月23日～)が相次いで開始された。モニタリング開始直後から、広範な海域で大気経由の沈着に由来する放射能が検出された。文科省のモニタリングでは、会員の利用も多い海洋研究開発機構の研究船が使用されたこともあり、会員の間でも海洋汚染への懸念が広がった。4月2日には2号機取水口付近から高濃度汚染水の漏出が確認された。また4月5日～10日の間に、低レベルの放射能汚染水が意図的に海洋へ放流され、周辺諸国からの非難を受ける事態にもなった。4月4日には早くもコウナゴの汚染が明らかになり、海洋や水産物の汚染が大きな問題としてクローズアップされた。

この状況を受けて、会員有志の呼びかけで、4月14日に東京大学本郷キャンパスにおいて「震災にともなう海

洋汚染に関する相談会」が開催された。100名を超える参加者による活発な意見交換が行われ、学会に対して今回の事態に対する組織的な対応が必要であるとの提言が出された。この相談会を踏まえ、翌4月15日の学会幹事会において「東日本大震災対応ワーキンググループ」(WG)の設置が決まった。

震災対応WGの設置と活動内容

4月18日には、花輪公雄会長(東北大学)が声明を公表し、「学会の総力を結集し、海洋環境の現状把握と将来予測に関して、情報の収集とその発信、そして提言や調査研究計画の組織化を通じて、震災対応に取り組む社会への貢献を目指す」ことを宣言した。4月22日の第1回WG会合で、下記のサブワーキンググループ(SWG)を設置して活動を開始した。

(1) 観測・モニタリング サブワーキンググループ

政府等の海洋放射能モニタリングに関して海洋を専門とする学会としての適切な提言をすることと、会員等による海洋放射能調査実施のために必要な情報交換の場を設けることが必要と考えられた。

5月22日には、広域観測が必要であること、沿岸域での観測が不十分であることなどを指摘した提言を発表した。この直後に観測海域の広域化がなされたが、依然として緊急時用の検出限界の高い測定方法が用いられていたため、測定値がND(測定限界以下)の羅列になることが常態化した。高精度分析法を導入して数値を公表することは、情報公開の面でも、放射性物質の分散状況、海洋生物への移行等を解析する上でも大きな意味があることから、7月25日に高精度分析法の導入を求める提言を発表した。

研究機関による独自調査も少しずつ始まったが、もとより学会には調査を調整する権限はない。しかし、調査計画の情報を迅速に収集・公開することで、試料採取や観測リソース投入を効率化することができる。SWGで調査航海やセディメントトラップ(放射性核種を海底に輸送する沈降粒子の捕集装置)設置についての情報を整理し、公開する活動に取り組んだ。放射能調査を初めて行う機関も多く、調査航海実施にあたっての法的規制や放射能対策などの情報交換にも協力した。

2011年11月～12月には、NHKからの申し入れにより発電所20キロ圏内の海域で共同調査を実施することになり、SWGを中心に対応にあたった。当時の20km

圏内には外部の研究者が立ち入れない状況が続いており、データ欠落と情報公開上の問題が指摘されていた。

(2) 分析・サンプリング サブワーキンググループ

海洋学には、海洋の放射性核種を測定し、海水輸送や物質移動の研究を行う分野が含まれる。我が国の海洋研究者は、大気圏内核実験に由来する人工放射性核種についても優れた研究実績があり、高精度の分析技術や必要な機器等を保有していた。このノウハウを共有し、大量の放射能測定試料と限られた分析リソースをマッチングさせることを目的としたSWGである。

放射能試料の採取方法、分析方法のマニュアル化、SWG会合での分析法の紹介などを行う一方、分析試料の採取状況と予定数量を把握し、試料採取者と試料測定者の一覧表を作成し、分析が効率的に進むように仲立ちをする活動を開始した。活動に伴う研究機関、研究者の費用負担を軽減するため、SWG取りまとめ役の植松光夫会員(東京大学)が中心となって、科学技術振興機構の「国際緊急共同研究・調査支援プログラム」の助成を受けるなど、経費面の支援も行った。また、極低レベルの放射性核種の測定には、低バックグラウンドの地下測定施設が必要となる場合があるが、国内唯一の金沢大学低レベル放射能実験施設の処理能力を超える分析依頼があったため、欧州委員会「基準物質・計量研究所(IRMM)」に花輪会長名で試料測定を依頼し、承諾された(11月10日)。2013年2月22日のまとめでは、本SWGの枠組みで採取された海水、粒子、生物、堆積物、大気塵の試料数は4,000を超えていた。

(3) モデリング サブワーキンググループ

海洋における放射性物質の移動、拡散については数値モデルによるシミュレーションが有用である。シミュレーション結果は分散状況が可視化され、わかりやすい利点があるが、モデルの構成、用いるデータなどにより結果が大きく異なり得る。実際に海外の研究機関から、様々に異なるシミュレーション結果が公表されていた。SWGでは、6つのモデルが参加し、諸条件をできるだけそろえてモデルの相互比較を行い、モデルの問題点等を検証したほか、一般向けに解釈にあたっての注意点などを公表する活動を行った。また、日本学術会議、原子力規制委員会への申し入れ、などへも情報を提供した。

(4) 生態系 サブワーキンググループ

東日本大震災に伴う津波および海洋汚染による沿岸生態系への影響について検討を行った。原発事故は対象としていないため詳細は省略するが、「東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討」と題する提言を2011年9月8日付で公表した。

(5) 広報・アウトリーチ サブワーキンググループ

学会からの情報発信を担当したSWGである。学会ホームページに東日本大震災特設サイトを設置し(4月20日)、サイトの一部については英語版も作成した。サ

イトでは、海洋中の放射性物質の挙動等に関するQ & A、ボランティア団体と協力したフランス放射線防護原子力安全研究所(INRS)の海洋放射能に関する報告書の日本語訳と補足説明、関連論文や出版物の紹介、シンポジウムや集会の報告などを掲載してきた。サイエンスアゴラへの参加や、会員向けや一般向けのシンポジウム等の企画にも協力した。

WG活動終了後の学会の対応・体制

震災対応WGと各SWGの活動は、2012年度末で終了し、その活動等は報告書として震災特設サイトで公開されている。2013年度から就任した植松光夫会長、2015年度からの日比谷紀之会長(東京大学)のもとでは、幹事に震災担当を置く体制で、必要に応じた情報交換や情報発信等を行ってきた。

この間に、各省庁の研究プロジェクトや科研費の新領域研究が開始され、調査・研究が研究機関レベルで円滑に動き始めた。また海洋汚染の状況把握が進み、堆積物や海洋生物の放射能レベルの低下の状況も明らかになってきた。これらのことから、学会としての震災対応には一応の区切りがついたものと認識している。しかし、課題として残っているものもいくつかある。

海洋汚染の問題は国際的な関心事でもあり、国際協力の継続と海外への情報発信は不可欠である。2011年5月～6月に早くも米国の調査船が西太平洋で国際共同調査を行うなど、海外の研究者による海域調査も行われている。多くは我が国の研究者との共同研究であるが、国際的な情報公開の一環としての側面もあり、調査への協力は日本の海洋研究コミュニティの国際的責任でもある。

情報発信面では、米国マサチューセッツ州のウッズホール海洋研究所における日本人研究者と米国研究者による海洋放射能汚染の一般向けコロキウムの開催(2013年5月)などで、WGメンバーが中心的な役割を果たしてきた。2014年3月には、在京の外国人を対象とした学会主催の公開コロキウムを開催する等の活動も行った。しかしながら、海外では依然として海洋汚染についての不正確なあるいは誇張した報道などもあり、正確な情報発信の継続は大きな課題である。

2013年夏になって、発電所から外海への放射性物質流出がクローズアップされるなど、発電所の状況は海洋研究の側から見ると不明な点が依然として多い。廃炉に向けた努力が継続する中で、汚染水の処理は順調に進んでいるとのことであるが、トリチウム水の保管が問題として残り、海洋への放出の可能性も取りざたされる。海洋研究の側からも、引き続きこうした問題への関与が必要であろうと考えている。

なお日本海洋学会のHPは下記の通りであり、震災特設サイト、震災対応WG報告書も下記からアクセスできる。
<http://kaiyo-gakkai.jp/jos/>

東日本大震災と日本学術会議

日本学術会議 会長 大西 隆
豊橋技術科学大学 学長

本誌には、これまで、「日本学術会議における原子力問題への取組み」(2015年2月号)と、「福島復興に向けて」(2016年5月号)と2回の寄稿の機会を得た。前者では、日本学術会議は、過去、学术界をリードする形で、原子力の平和利用として、原子力発電の導入を進めてきたことと、その後、必ずしも原子力発電での安全問題に一貫した姿勢で臨むことができたわけではなかったことへの反省を述べた。後者では、まだ、復興の見通しが立っているとは言い難い福島県原発事故被災地における課題と展望について、筆者も参加した被災12市町村の復興計画での議論に関連して論じた。これらの執筆時からそれほど時間が経っていないので、日本学術会議と原発との関係及び福島復興に関する筆者の考えについては、これらの論稿をご覧いただきたい。本稿では、一研究者として関わりを持ってきた津波被災地の復興事業を紹介して、津波被災地の今後の課題を述べることで、日本学術会議で今ちょうどとりまとめを行いつつある原子力発電のあり方について、私見を述べることで責めを果たしたい。

I. 海と生きる復興のあり方

筆者は、東日本大震災の直後に、釜石市と気仙沼市で復興計画の作成に携わった。両市とも大きな被害に見舞われた。筆者は政府が設けた東日本大震災復興構想会議の委員もしていたので、2011年6月に国の計画をまとめて、直ぐに、各市の復興計画の作成が本格化したという感じであった。まとまったのは、震災の年の終わり頃だったように思うが、議論の山場は夏頃と記憶している。多くの委員が、方向付けのために計画作成は重要だが、同時に復興のための具体的な事業が進まなければ復興の姿が見えないと感じていたように思う。特に筆者は、復興まちづくり会社という構想を提案して、復興事業そのものに多様な人々が参加して、震災でダメージを受けた街を活性化していく担い手が育っていくような復興事業が好ましいと考えていた。

筆者自身は、その後、日本学術会議の会長になったり、愛知県豊橋市にある大学の学長になったりして、動きが取りにくくなってしまった。しかし、筆者が東大の教師だった時期に発足した社会人大学院である「東大まちづくり大学院」の卒業生が計画の事業化の一端を担うことになり、昨年10月に写真のような復興事業が竣工した。

場所は、気仙沼の内湾地区、つまり、昔からの中心地域で、津波の被害に遭った地域でもある。今後の津波でも被害に遭いそうな港にも近い場所である。あえてこうした地域での復興事業を進めたのは、気仙沼市は、震災復興計画に「海と生きる」と名前をつけたことに示されるように、漁業、水産加工業、さらに造船業などを主力産業としており、その復興も、海とは切っても切れない関係にあることによる。もちろん、再来するかもしれない次の大津波で、死者を出さない復興計画とすることを基本に据えた。

しかし、一方で、日常的には海と深い関係のある活動が展開されるのに適したまちづくりを目指した。内湾地区の防潮堤計画で住民の支持を集めたのは、普段は海底に隠れ、津波時に浮力で浮き上がる堤防だった。この案は技術的な難点がクリアされずに実現できなかった。しかし、こうした案が支持を集めることを通じて、人々が海と接しながら復興を図ることを理想と考えていると知ることができる。

チームまちづくりという組織に集まった社会人大学院卒業生である松本昭さん(都市プランナー)や川崎泰之さん(大手ゼネコン)等が中心になって行った事業は、2,000平米ほどの敷地の地主さん達の参加を得て土地をまとめ、1階を老人健康施設、店舗等に、2階以上を災害公営住宅とする4階及び6階建ての復興建物の新設であった。直近の海岸線にできる予定の防潮堤の効果と合わせて、2階以上の住宅は、東日本大震災時の津波が到達しない高さとなっており、上層階へ避難することも、避難用階段を通じて裏山へ逃れることも可能である。一方



チームまちづくりによる復興事業
(中央の4階建ビルとその隣の6階建ビル)

で、海辺まではわずかな距離で、日常的に海を実感しながら生活を営める。

チームまちづくりは、また、同じ気仙沼で、既成市街地の空地を活用した防災集団移転促進事業も手がけた。この事業は、津波被災地で活用されている事業手法で、趣旨は、津波再来の危険のある場所から、安全な高台へ住宅を移転させて、安全・安心を確保しようというものである。しかし、適当な高台を見つけるのは容易ではなく、既成市街地からかなり離れてしまったり、勾配が急な場所に住宅地ができて、高齢者にとって、日常的な行き来が大変になるという問題が生じがちである。また、全国的な人口減少問題にも直面している被災地の街をさらに拡散するという問題も起こしかねない。

そこで、菅原茂気仙沼市長は、市街地内の安全な空地を活用した小規模な移転計画を提案した。移転元が被災地であることはもちろんだが、必ずしも一帯の地域でなくともいいという自由度ももたせた。チームまちづくりの面々は、このアイデアを事業計画として具体化し、実際に10戸程度の集落移転を実現した。近くにはスーパーがあり、日常生活に便利そうな既成市街地の一角を選定し、地権者の理解を得て事業化に結びつけた。

復興事業の全体から見れば、ささやかな2例に過ぎないが、市街地を拡散させないやり方で復興事業が動いていることに、更なる人口減少に見舞われるこれからの時代に対応した復興のあり方が示されているように思う。これらに続く事業が起って、以前の賑わいが復活することを期待したい。

II. 福島復興

岩手県、宮城県津波被災地では、既に建設事業が各地で進み、復興の具体的な姿が見えてきた。しかし、同じ東日本大震災の被災地でも福島県では事情が異なる。原発事故による放射能の影響があり、まだ多数の人が帰還できないからである。政府は、避難指示区域のうち、居住制限区域と避難指示解除準備区域について、指定を解除する見通しを示している。しかし、対象となる方々の中には、地域外での居住継続を選択する人々も少なくない。低線量であっても、出産・子育て期にある方々にとっては心配が大きいということであろう。原発事故が、こうした生活上の困難をもたらしているから、原因者である東京電力と国は、早期に帰還するかしないかによらず、被災者の生活再建を支える責任を持っている。

2016年12月に、経産省が、原発事故の被害額を修正して示した。それによれば、被害総額は21.5兆円で、従来の11兆円という被害額を10.5兆円増額修正したものとなった。その内訳は、廃炉8兆円(6兆円増額)、除染4兆円(1.5兆円増額)、中間貯蔵施設1.6兆円(0.5兆円増

額)、賠償7.9兆円(2.5兆円増額)である。

これらの費用を捻出するのに、東電の利益の留保(電力料金値下げ留保)、託送料金値上げへの転嫁(新電力利用者含む)、政府保有の東電株売却(株価3倍増を想定)、電源開発促進費の充当等が行われようとしている。重大事故を起こした責任が曖昧にされるというモラルハザードが起こらないように、東京電力の責任の明確化等の考え方の筋を曲げないことが重要となる。

実は、21.5兆円という被害額は、1970年代に次々と稼働開始した福島第1原発が供給した発電量(約1兆KWh)の総売上額をはるかに上回っている。こうした事故の可能性を織り込むと、原発は決して廉価な電力製造法ではないことが分かる。もちろん、原発事故には、従前の生活が維持できなくなるという無形の被害が重くのしかかるので、その影響はまさに計り知れない。

また、2016年末には、高速増殖炉原型炉として開発されたもんじゅの廃炉が決定された。この結果、使用済み核燃料からプルトニウムを取り出す再処理工場、プルトニウムとウランからMOX燃料を作るMOX燃料工場、さらにそれを利用する高速増殖炉からなる核燃料サイクル計画は改めて大きな壁に直面したことになる。核燃料サイクルの3要素のうちの一つとして完成したものがない中で、もんじゅが廃炉となり、高速増殖炉の実現性はさらに遠くなった。再処理によってプルトニウムが生産され続けられれば、核兵器への転用という危険が増す。さらに、原発からの使用済み核燃料を直接処分したり、再処理時に生成される高レベル放射性廃棄物を処分する方法は定まっていない。つまり、原発からの使用済み核燃料は、再処理するか、直接処分するかのいずれの方法をとるにしても暗礁に乗り上げたままであり、バックエンドから発想しても原発の存続には大きな困難が生じている。

原子力規制委員会では、各地の原発の再稼働に向けて新基準適合に関わる審査が進んでいる。しかし、一方で、原発の再稼働の将来に対する国民の不安は除かれていない。これまで述べてきたことをまとめれば、その背景には以下のような未解決の深刻な問題が存在すると言わなければならない。

- ① 異常自然現象やテロによって過酷事故が行った場合の被害の甚大さ
 - ② 被災地域における長期にわたる生活環境への影響
 - ③ 事故がなくとも生ずる使用済み核燃料の処分問題
- したがって、我が国では、原発なき安全・安心社会への道筋をつけるために、新たなエネルギー源としての再生可能エネルギーに関わる技術改良や蓄電池・揚水発電等の関連技術施設の拡充を進めて、供給量を増していくことが不可欠ではないか。

日本技術士会の福島復興支援活動

日本技術士会 原子力・放射線部会 部会長 佐々木 聡

I. 技術士制度と公益社団法人日本技術士会について

技術士制度は、技術士法(1957年公布)に基づく国家資格で、1959年16の部門で試験が開始された。現在は機械や農業から環境まで、社会生活に関連する科学技術全般を網羅する21の技術部門がある。登録者数は約9万人、試験は部門毎に行われ、登録数は10万件を超える。技術士(Professional Engineer: P.E., Jp)は、専門的応用能力を求められつつも、特定分野の技術能力を保証する業務独占や法定必置といった特典はない。一方で、社会の実課題に自立して業務を遂行するためのコンピテンシーを基本に、全ての技術部門において、一般的な守備範囲より広範な、横断的かつ基盤的な知見が求められる。例えば、原子力・放射線部門の場合、炉と核燃料サイクル、放射線利用・防護の全ての知見を試験で問われる。

技術者倫理が、三義務(信用失墜行為の禁止、守秘義務、技術士の名称表示の際の義務(取得部門の明記が必須))、二責務(公益確保、資質向上)として法で定められていることも特徴である。日本技術士会では1961年に技術士倫理要綱を定めており、他学協会に比べても早い。さらに、JCO臨界事故や企業の不祥事を受け、安全や倫理についての高度な見識や社会との対話を行う技術者の必要性が問われて2004年に誕生したのが原子力・放射線部門である。東京電力福島第一原子力発電所事故を防ぎ得なかったこと、その後の情報伝達等の不備により社会の混乱と不安を引き起こしたことの反省を踏まえ、部門設立時の技術士への要請が改めて問われている。

日本技術士会(1951年創立)は、2016年で65年が経過した。技術士制度の普及・啓発を目的として技術士法に明示された公益社団法人で、技術士試験の実施や技術士登録業務のほかに、APEC地域の14エコノミーが参加するAPECエンジニアやIPEA国際エンジニアの審査登録、技術士の品位保持や資質向上、社会貢献活動を行っている。技術士の活動分野は、コンサルティングや企業内業務のほか、公的機関や行政への協力、海外支援などがあり、日本技術士会の統括本部に委員会組織を置き、司法支援、防災支援、工事監査支援、科学技術支援、技術士による社会活動支援や地域産業の活性化支援に取り組んでいる。なお、統括本部は、部会や地方本部代表で構成されるため、必然的に特定分野に重きを置くことは難しい。また、統括本部と並列的に8つの地域本部、

各県支部、技術部門毎の部会があり、連携しつつも独自の活動を行っている。統括本部は各組織を緩やかに束ね、会全体としての活動を主導している。

II. 大規模災害時の技術士会の対応

大規模災害時には、統括本部に防災会議が設置される。1995年の阪神淡路大震災の反省を踏まえ、災害時の組織的活動を目指した災害対応調査委員会が1997年に設置され、2000年の三宅島噴火の経験を経て、防災支援委員会として常設化された。もう一つの反省は、大規模災害時の緊急・応急対策や復興対策を迅速かつ円滑に進めるには、行政と専門家集団が連携できる仕組みも必須なことある。また、課題も多岐にわたり一専門分野では対応が難しい。そのため、災害経験を踏まえ、または将来災害が起こる可能性の高い地域において、自治体との直接協定や、災害支援を目的に各地で設立された「災害復興まちづくり支援機構」や士業連携¹組織に加盟して、平時からの連携と人材交流を図っている。

具体的な行政支援には、(1)中国本部鳥取県支部と鳥取県との「防災活動における鳥取県と鳥取県技術士会との相互協力に関する協定(2006)」、(2)中部本部静岡県支部と静岡市との「災害時における市民への復興まちづくりの助言に関する協定書(2010)」、(3)静岡県支部と牧之原市との「公共土木施設に係る技術助言に関する包括協定(2015)」の直接提携と、(4)統括本部防災支援委員会の災害復興まちづくり支援機構及び墨田区災害復興支援組織を介しての東京都と墨田区、(5)近畿本部の阪神・淡路まちづくり支援機構を介して関西広域連合、(6)中国本部の広島県災害復興支援士業連絡会を介して広島県及び広島市への行政支援がある。また(7)神奈川県支部は横浜市の「地域まちづくり支援団体」に登録することで行政支援を行っている。なお(3)は発災時に加え、職員の技術力向上に資する平時の技術指導等も含めている。

この他にも省庁等から日本技術士会への人材募集には斡旋を行い、予め登録した技術士データベースや専門の合致する部会への紹介、案件毎の募集を行う。東日本大震災時には、地域本部や部会による支援とは別に、上記の仕組みを利用した技術士会全体での支援を行った。

¹ 士業連携とは、弁護士、税理士、司法書士…等「士」のつく職能集団(医師も含める場合あり)によるプロボノ活動の連携で、支援機構も士業連携を利用した活動を行っている。

Ⅲ. 東日本大震災時の具体的な技術士会の活動¹⁾

東日本大震災発災時には3月14日に会長声明を発し、3月18日に第1回防災会議を開催した。防災会議が主体となり会員へのアンケートを元に対応課題を公表し、現地調査や復興支援活動を取りまとめた。技術士の多くは企業等に属して本業の中で復興支援に従事したため、技術士としての活動には制約はあったものの、10の部会、全ての地方本部が独自の活動を行った。活動は技術士会の特徴を生かした直接支援と部会や地域の特徴を生かした後方支援に分けられる。以下に具体事例を記す。

1. 自治体や省庁との連携を利用した直接支援

①福島県避難者交流会、よろず相談会等への協力

首都圏に福島から避難された住民のために東京都や福島県等が主催した避難者交流会や相談会に、災害復興まちづくり支援機構等の士業連携組織とともに技術士会として住民相談に対応した。主に防災支援委員会と原子力・放射線部会が対応し、放射線の基礎や除染等の説明を行った。2011年3月末の東京ビックサイト遠地避難者相談会から2016年末までに30回以上の支援を行った。

②自治体への直接支援活動

富岡町復興ビジョン策定委員会は、富岡町の住民自ら住民帰還と再開発計画を考えるための委員会で、2011年8月から翌年1月まで7回開催された。原子力・放射線部会と防災支援委員会の技術士6名が支援に携わった。放射線や除染に関する基礎知識の解説、省庁の最新情報の伝達、現地調査に同行しての線量測定指導、再開発計画におけるゾーニングの基礎資料として線量減衰モデルの作成等を行い、結果は復興策定委員会に引き継がれた。復興計画策定への技術士の支援は、石巻市、大船渡市南三陸町、いわき市永崎及び沼の内地区でも実施した。

岩手県復興支援計画「なりわい」再生のために、経営工学部会は、岩手大学、釜石・大槌地域産業育成センター、岩手県技術士会と4者連携を行い、部会員10名で岩手三陸協力WGを組織し、人材育成と企業指導を行った。

避難住民一時帰宅支援は、原子力・放射線部会員10名が、所属組織を離れ技術士の肩書で、原子力災害現地対策本部の下で安全管理者等として支援活動に従事した。

③省庁から技術士会を経由した人材斡旋

復興庁から技術士への自治体職員の募集(福島・宮城・岩手)に対し斡旋を行った。企業に属する技術士には条件が厳しかったが、土木建築分野を中心に、福島県内ではいわき市と大熊町に復興支援人材を派遣している。

環境省から除染情報プラザへの専門家登録の要請があり、技術士会で斡旋した。多数の原子力・放射線部門の技術士が登録し、出張説明会等で講師を務めた。

④その他の直接支援

衛生工学部会が津波堆積物を含む災害廃棄物対策について、森林部会が海岸保安林と防潮堤の復旧について、水産部会が養殖業者等向け海岸瓦礫調査や風評被害対策

について、現地調査も踏まえて支援や提言を行った。

2. 情報発信による間接的な後方支援

多くの部会は現地調査や独自の検討を踏まえ、報告会やHP等による同一部門に向けた情報発信を行った。一方で原子力・放射線の基礎や福島の現状を伝える話題については、技術士の横の繋がりを利用した情報発信を重視した。原子力関係者によるリスクコミュニケーションは難しい場合も多いが、他部門の技術士に対する中立的な情報提供は、自らの判断での情報発信に期待がある。原子力関係者にとっても、反対意見や危惧を直接聞くことで必要な学びを知る良い機会となった。これらを契機に、部門間連携や意見交換会にも発展した。

福島関連の講演や見学会は原子力・放射線部会は49回、農業部会は21回、防災支援委員会は13回、統括本部は9回開催した。水産部会は会報等食品基準の解説で「福島原発事故後の飲食物摂取制限施策に関する国際整合性の課題」を行った。電気電子部会は電力エネルギー構想会議を設立し、(1)節電方法(2)原子力発電所等重要施設における電源信頼性の確保(3)電力エネルギー・ベストミックスについて検討し、HPで公開した。

3. 震災の教訓を生かすための活動

各地域本部は、直接支援のほか、震災を教訓として自らの地域の防災力を向上させる活動を展開した。

Ⅳ. 技術士活動の基本姿勢

技術士の社会貢献活動は、狭義の専門性よりも実学への対応を期待される。技術士が社会との対話を担うためには、技術分野全体を見渡す視野と幅広い知識、自ら学び続ける姿勢、高い職業倫理に加え、住民目線での活動が重視される。こういった素養を持つ個人への信頼が技術士への信頼につながり、公益確保に通じると思われる。本理念を示すにあたり、最後に前回の本誌での企画から吉川弘之先生の言葉¹⁾を紹介したい。

「専門家も信頼し、政治からも信頼される助言者、それは社会の利害から独立で、科学者の全意見を知って中庸な意見を述べる能力があり、どんな政策にも特別に組み込むことのない、中立な科学者」、「原子力専門家は、人々が原子力について個人として何をリスクと考えているかを教えてもらうための対話を行い、得たものを行政や教育者、地域の指導者等の社会の行動者に助言として伝えること」これは技術士が目指すべき姿に一致する。

なお日本技術士会震災関連HPと原子力・放射線部会のHPは下記の通りである。

震災関連 URL : http://www.engineer.or.jp/c_topics/001/001286.html

原子力・放射線部会 URL : http://www.engineer.or.jp/c_dpt/nucrad/

－ 参考文献 －

1) 吉川弘之, 日本原子力学会誌, Vol.57, No.3, 133-134, (2015).

日本気象学会の取組み

日本気象学会 学術委員会放射能汚染に関する対策部会長 近藤 裕昭

はじめに

公益社団法人日本気象学会は、気象学、大気科学等の研究を盛んにし、その進歩をはかり、国内及び国外の関係学協会等と協力して学術及び科学技術、並びに文化の振興及び発展に寄与することを目的とする学術団体であり、その発足は1882年にさかのぼる。2016年3月末現在の会員数は3,485人(個人会員3,239名、団体会員201団体)である。日本地球惑星科学連合(JpGU)に加盟しており、学術委員会をはじめとした23の委員会で学会活動を分担している。機関紙は和文の「天気(毎月刊行)」のほか英文誌「Journal of Meteorological Society of Japan(気象集誌, 隔月刊行)」および on-line 英文レター誌の SOLA(随時 web に掲載)を発行している。また国際的には、2年ごとに各国持ち回りで日・中・韓気象学会共催国際学会を開催している。

日本気象学会の福島第一原子力発電所関連の活動や考え方についてはこの「ATOMOS」誌にもこれまで紹介されてきた^{1, 2)}。また、第39期の理事会の発足にともない、事故後に臨時に理事長直属の組織として立ち上げて活動してきた「原子力関連施設の事故に伴う放射線物質拡散に関する作業部会」を常設の学術委員会の下に「放射能汚染に関する対策部会」とし、長期的な展望にたつてこの問題と取り組んでいく体制をとる目的で2016年9月に組織変更を行った。

福島第一原子力発電所事故後、当学会では関係する研究集会・シンポジウムの主催・共催・後援のほか、日本原子力学会や日本学術会議における講演、原子力規制委員会へのパブリックコメント発出等の活動を行ってきた(表1)。表1に記載の活動のうち、下線を引いた活動については現在も日本気象学会のホームページで公開している。本稿では前稿¹⁾以降の活動の中から2015年3月に提出した原子力規制委員会への意見および2015年3月に福島大学で開催した国際ワークショップ(以下福島ワークショップと略す)の結果について報告するとともに、現在日本学術会議とともに取り組んでいる福島第一原子力発電所事故によって環境中に放出された放射性物質の輸送沈着過程に関する国際数値モデル比較の第2ラウンドについて紹介する。

原子力規制委員会への意見の提出

原子力規制委員会では2015年3月5日付で「原子力災

表1 震災後の日本気象学会の主な活動

年月	活動の内容
2011.5	「原子力関連施設の事故発生時の放射性物質拡散に関する作業部会」を設置(理事長直属とする)
2011.11	スペシャル・セッション「放射性物質輸送モデルに関する現状と課題」を2011年秋季大会で開催
2012.3	「原子力関連施設の事故発生時の放射性物質拡散への対策に関する提言」を発表
2012.5	公開シンポジウム「放射性物質等の移流拡散問題—モニタリング, 予測, 防災情報—」を2012年春季大会期間中に開催
2013.1	第93回米国気象学会年会において“Special Symposium on the Transport and Diffusion of Contaminants from the Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant: Present Status and Future Directions”を日米気象学会で共同主催
2013.6	学術会議公開シンポジウム「科学・公益・社会—情報発信のあり方を考える—」で講演(不確実性を含む予測情報を原子力防災にどのように役立てるか?)
2013.9	日米気象学会共催「福島第一原子力発電所からの汚染物質の輸送と拡散に関する特別シンポジウム—現状と将来への課題—」を機関誌「天気」に報告 ³⁾
2014.3	(公財)日本学術協力財団発行の「学術の動向」に寄稿 ⁴⁾
2014.12	「原子力関連施設の事故に伴う放射性物質の大気拡散監視・予測技術の強化に関する提言」を発表
2014.12	「原子力関連施設の事故に伴う放射性物質の大気拡散に関する数値予測情報の活用策について」を発表
2015.2	2014.12.17 発表の「提言」及び「活用策」を機関誌「天気」に掲載 ^{5, 6)}
2015.3	International workshop on dispersion and deposition modeling for nuclear accident releases の福島開催を後援(福島ワークショップ)
2015.3	原子力規制庁の意見照会に対して「原子力災害対策指針及び関係する原子力規制委員会規則の改正に関する意見」を提出
2015.3	日本原子力学会誌への寄稿 ¹⁾
2015.5	日本地球惑星科学連合(JpGU)のUnion Sessionで講演(福島第一原子力発電所事故関連の日本気象学会の活動)
2015.9	日本原子力学会秋季大会にて講演(原子力関連施設の事故に伴う放射性物質の大気拡散に関する数値予測情報の活用策について—日本気象学会の当該問題作業部会報告から—)
2015.12	福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会が発足, 参加
2016.2	日本原子力学会秋季大会講演について日本原子力学会誌に寄稿 ²⁾
2016.2	福島ワークショップの報告を米国気象学会機関誌 Bulletin of the American Meteorological Society に寄稿 ⁷⁾
2016.4	原子力規制庁との意見交換
2016.5	福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会第1回全体会合
2016.8	福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会第2回全体会合
2016.9	日本気象学会第39期理事会学術委員会で「原子力関連施設の事故発生時の放射性物質拡散に関する作業部会」を改変し「放射能汚染に関する対策部会」として学術委員会の一部会として承認

害対策指針(改定原案)及び原子力災害対策特別措置法に基づき原子力防災管理者が通報すべき事象等に関する規則の一部を改正する規則(案)に対する意見募集を行った⁸⁾。しかし、この内容は数値予測モデルの活用を提言した2014年12月17日の「原子力関連施設の事故に伴う放射性物質の大気拡散監視・予測技術の強化に関する提言」⁹⁾と相容れない内容であったため、改めて意見の提出を行った。その骨子は、

- ・防災機関は、緊急時、事故に関連するあらゆる情報を収集・精査し、状況の変化に応じて最善の策を選択できるように準備すべきである。モニタリングは重要であるが地上モニタリングでは上空を飛んでいったプルームを把握できず、降水があったときにどこに沈着するか事前に予測はつかない。精度の高いモニタリング情報と数値予測の双方の利点を生かして最大限活用すべきである。
- ・数値予測が持つ不確実性には、予測しないのに事象がおきてしまう「見逃し」と予測したのに事象が起きない「空振り」があるが、防災の観点からは「見逃し」を極力減らすことが重要である。原子力規制委員会は予測と異なる方向にプルームが飛ぶ「見逃し」のリスクについて言及しているが、予測に時空間的な幅を持たせることにより「見逃し」を抑えることは技術的に可能である。
- ・数値予測は平時から実施し、想定外の事象に備える訓練をしておくべきである。

3月5日付けの意見募集に対し、日本気象学会を含めて806件の意見提出があり、4月22日の原子力規制委員会でその対応が議論された¹⁰⁾。その結果、SPEEDI等の数値予測モデルを今後の緊急時対応には使用しないという結論は変更されず、SPEEDIを含む数値予測に関する情報は原子力規制委員会からは発出されないこととなった。

福島ワークショップから

2013年1月に米国オースチンでの第93回米国気象学会年会で開催された日米気象学会共催のワークショップでは、日米の気象学会のコミュニティがとりあえず事故直後に取り組んだことと、そこから明確になった課題に関する議論がなされた。ここで議論された内容から、特に放射性物質の拡散予測の不確実性が大きな問題であり、放出量推定、気象予測、沈着予測に比較的大きな不確実性があることが指摘された。2015年3月に福島大学で3日間の日程で開催された福島ワークショップではこれらの不確実性の中から、1日目には特に沈着の不確実性の問題に、また、予測を効果的に避難に結びつける観点から、2日目には拡散予測モデルやモニタリングの結果と意思決定・社会とのリスクコミュニケーションにテーマを設定してグループに分かれて議論を行った(3日目は現地視察)。ワークショップには国外から10カ国17名、国内から56名の参加があったが、国外からもほ

とんどの参加者が自国の経費で参加してくれた^{7, 11, 12)}。このワークショップの議論の結果は以下の3点にまとめられた^{7, 12)}。

- (1) 原子力規制委員会では緊急時の数値予測モデルを利用しないこととしているが、緊急時でも観測とモデルを併用することが重要であり、モニタリングによる正確な観測とモデルによる予測を含めた時空間的な拡がりの把握は補完的な関係にある。また、住民へのモデルの結果の利用方法等に関するリテラシー教育・普及そのための環境づくりも大切である。
- (2) 数値予測モデルの不確実性の削減には降水過程を含めた気象場予測の不確実性の削減が重要である。拡散・沈着過程の検証には福島事故における観測データに関する信頼性を評価しつつ、観測データとの比較を行うことが必要である。
- (3) 緊急時の意思決定者、数値予測モデルの開発者、ステークホルダー、地方自治体および地域住民の間で「信頼」を構築することが特に重要である。福島事故においては、住民にとっては国も専門家も自治体も信頼できない相手として相互のコミュニケーションと信頼が欠如していたが、これらは緊急時の問題ではなく、相互の普段のコミュニケーションによって構築することが重要である。

また(3)の信頼醸成については情報公開の重要性が指摘された。このワークショップ終了直後、Science誌の編集長であるM. McNuttより「A community for disaster science」という巻頭言が同誌に出され¹³⁾た。この内容は原子力災害を対象としたものではないがその中で「The worst time to be exchanging business card is during crisis.」という図とともに研究者(事象の科学的背景に目がいきがち)と防災対策を実施するコミュニティ(なるべく被害を少なく迅速に災害を終息させる)との間のギャップが存在し、これを埋めるため日ごろの両者のコミュニケーションをとることの重要性の指摘があり、特に国外からの福島ワークショップへの参加者の間で共感を呼んだ。

数値予測モデル国際比較

日本気象学会としては、数値モデルに基づく日々の気象予測が気象庁においてごく当たり前のごとく実用化していることから、原子力災害時にSPEEDIのような数値予測を活用した避難指示情報が出されることは至極当然のことと考えていた(気象庁も当時そのように考えていた¹⁴⁾)。しかし、実際にはSPEEDIが活用されることは無く、また今後も活用しないという方針が原子力規制委員会から前述のように明らかにされた。原子力規制委員会の指摘をうけるまでもなく、数値予測にはある程度の不確実性が伴うことは事実であり、日本気象学会のこれまでの提言もそのことをふまえてどのように活用できる

かという観点から行ってきた。

数値モデルの持つ不確実性について、気象を扱う学会としては不確実性の範囲をなるべくせばめ、また、不確実性を含む情報をどのようにわかりやすく的確に社会に伝えていくかは、今後の学会等の役割として重要な点でもある。このようなこともあって日本学術会議では福島事故の直後に世界の研究者に呼びかけて放射性物質の数値予測モデルの結果を集め、その比較を行った¹⁵⁾。この比較では、大気に関しては関東・東北地方から日本全域程度の領域に対して計算を行った領域規模大気輸送モデルと全球規模大気輸送モデル、海洋については海洋分散モデルの3つに大きく分けて比較がなされた。その結果、大気側の数値モデルの評価については、湿性沈着過程の差によるモデル結果の差が大きいこと、結果が気象データと放出シナリオ(この比較では統一されていない)による差に敏感に反応していること、大気モデルにより計算された海洋への沈着量が過小評価であることが指摘されるとともにそれらの改善への方針案が示された。

この第1ラウンドでは、モデルの検証に使用されたデータとしては2011年4月1日0時(世界標準時)時点で航空機によって計測された¹³⁷Cs積算沈着量しかなかった。また不確実性を小さくするためには放出量推計や気象データに関する不確実性を削減する必要があることが指摘された。一方、最近新たに大気環境測定局で測定されている浮遊粒子状物質(SPM)計(β線吸収法SPM計)のろ紙上に残されていた放射性物質を分析した結果が発表され^{16, 17, 18)}、これによって事故後の大気中の¹³⁷Cs濃度の時空間変動がかなり詳細にわかるようになった。これらのことから放出量データと気象データを統一した上で、もう一度数値拡散モデルの結果とSPM計から得られた¹³⁷Cs濃度の時空間変動を比較する第2ラウンドのモデル比較が現在実施されており、日本気象学会もこの活動を支援している。これらの活動の成果発表を含めた福島事故後6年を経過した関連研究成果に関する専門分科会を2017年5月の日本気象学会春季大会で予定している。

おわりに

前稿¹⁾以降の日本気象学会の活動について簡単にまとめた。最近の米国大統領選挙でもfake newsが問題となったが、原子力規制委員会から緊急時拡散予測に関しワンボイスでの情報が発せられないことが決定したことで、今後の緊急時には真偽を判別できない放射性物質の拡散に関する情報がweb上に氾濫する事態も憂慮され

る。このことは日本気象学会にとっても重い課題であり、今後の学術的な研究成果を踏まえてどのように情報を発信していくべきかについて検討を重ねていく予定である。

なお当学会のHPは下記の通りである。

<http://www.metsoc.jp/>

— 参考文献 —

- 1) 岩崎俊樹, 鶴田治雄, 中島映至, 近藤裕昭, 三上正男, 藤部文昭, 日本原子力学会誌, 57, 182-184(2015).
- 2) 山澤弘実, 木村秀精, 小山吉弘, 岩崎俊樹, 日本原子力学会誌, 58, 115-120(2016).
- 3) 近藤裕昭, 山田哲二, 茅野政道, 岩崎俊樹, 堅田元喜, 眞木貴史, 齊藤和雄, 寺田宏明, 鶴田治雄, 天気, 60, 723-728(2013).
- 4) 岩崎俊樹, 学術の動向, 19, 3_23-3_28(2014).
- 5) 新野宏, 天気, 62, 111-112(2015).
- 6) 日本気象学会「原子力関連施設の事故に伴う放射性物質拡散に関する作業部会」, 天気, 62, 113-123(2015).
- 7) Hanna, S., T. Yamada, H. Kondo, A. Watanabe and R. Ohba, Bull. Amer. Meteor. Soc., 97, ES31-ES36(2016).
- 8) 原子力規制委員会ホームページ, 2015 : https://www.nsr.go.jp/procedure/public_comment/20150305_01.html
- 9) 日本気象学会ホームページ, 2014 : <http://www.metsoc.jp/2014/12/17/2467>
- 10) 電子政府の総合窓口 e-gov ホームページ <http://search.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCMMSTDETAIL&id=198252321&Mode=2>
- 11) 東京大学生産技術研究所ホームページ, 2015 : <http://venus.iis.u-tokyo.ac.jp/english/workshop/newE.htm>
- 12) 近藤裕昭, 渡邊明, 大気環境学会誌, 50, N36-N37(2015).
- 13) McNutt, N., Science, 348, Issue 6230, 11(2015), DOI: 10.1126/science.aab2091.
- 14) 気象庁ホームページ, 長官記者会見要旨(平成23年11月17日) http://www.jma.go.jp/jma/kishou/tyoukan/2011/dg_20111117.html
- 15) 日本学術会議総合工学委員会原子力事故対応分科会, 2014 : <http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/kanji/pdf22/siryoy197-5-5-1.pdf>
- 16) Tsuruta, H., Y. Oura, M. Ebihara, T. Ohara and T. Nakajima, Sci. Rep. 4(2014), 6717:DOI:10.1038/srep06717.
- 17) Oura, Y. M. Ebihara, H. Tsuruta, T. Nakajima, T. Ohara, M. Ishimoto and Y. Katsumura, J. Radioanal Nucl. Chem., 303: 1555-1559(2015), doi:10.1007/s10967-014-3662-4.
- 18) Oura, Y., M. Ebihara, H. Tsuruta, T. Nakajima, T. Ohara, M. Ishimoto, H. Sawahata, Y. Katsumura, and W. Nitta, J. Nucl. Radiochem. Sci., 15, 1-12(2015).

安全・安心な社会の実現に向けた航空宇宙分野の取組み ～無人航空機の研究開発～

日本航空宇宙学会 第48期会長 澤田 恵介

日本航空宇宙学会の概要

一般社団法人日本航空宇宙学会は、航空宇宙に関する学理および応用の研究についての発表および連絡、知識の交換、情報の提供等を行う場となることにより、航空宇宙に関する研究の進歩普及を図り、わが国における学術の発展に寄与することを目的としている。前身は、1934年に設立された日本航空学会であり、戦後の航空再開による(財)日本航空学会の発足とその後の幾度かの改組を経て現在に至っている。現在の会員数は約4,300人で、その内訳は正会員約3,300人、学生会員約900人、その他名誉会員、賛助会員(関連企業、団体等)からなっている。

東日本大震災・福島原発事故への対応と課題

大規模災害において、地上インフラに依存しない情報収集や救助活動、通信手段の提供など、航空機や衛星の果たす役割は大きい。東日本大震災においても、交通網や通信網が寸断された状況下、津波による被害状況の把握や孤立住民の救助、救援物資の輸送、通信回線の提供などに大きく貢献している。また、福島第一原子力発電所事故の状況把握には無人航空機が活用された。

しかし、多くの課題も顕在化した。日本航空宇宙学会では「対震災航空宇宙技術調査タスクフォース」を設置して東日本大震災に対する航空宇宙技術の貢献と課題を分析し、再び起こり得る大規模災害に有効に対処するための提言を纏めている(表1)。本稿では、この提言において言及された「無人航空機」(無人機)について、特に原子力発電所事故や大規模広域災害への対応を想定した研究

表1 対震災航空宇宙技術調査タスクフォース 提言

非常時における航空輸送手段の確保
非常時における運航安全の確立 (無人航空機の実利用・運航体制構築のための安全性・信頼性・実運用データ蓄積)
広域にわたる常統的・即時的な情報の重層的把握の実現 (人工衛星、有人航空機、無人航空機を組み合わせた観測・情報伝達・共有システムの構築)
高速・大容量の通信システムの実現
他の学術技術分野との連携を進めるための他学協会との連携推進
航空宇宙分野の高度な安全性・信頼性技術研究と、教育・啓発活動の推進

開発を紹介する。

(1) 放射線モニタリング無人機システム

福島第一原子力発電所の事故によって放出された放射性物質の地表面への蓄積状況を把握するため、日本原子力研究開発機構(JAEA)では有人ヘリコプタ及び無人ヘリコプタを用いた放射線モニタリングを継続的に実施している。有人ヘリコプタには広い範囲を迅速に測定できる利点があるが、その運用が大がかりとなるため観測頻度が限られる。また、飛行高度が高いため詳細な分布の測定には適さない。一方、無人ヘリコプタによれば、地表近くから詳細な分布を測定することができる。プログラム飛行により同じ場所を繰り返し測定し、変化を調べることに適している。しかし、航続距離の制約から観測範囲が限られる。

これらを補完し、より効率的な放射線モニタリングを実現するために、JAEAと宇宙航空研究開発機構(JAXA)は共同で小型固定翼無人機による放射線モニタリングシステム(Unmanned Airplane for Radiation Monitoring System, UARMS)の開発を行った。UARMSによれば、有人ヘリコプタに比べ圧倒的に低いコストで運用できる上、搭乗者の被曝リスクもなく、地表近くを飛行することにより高分解能の測定が可能となる。また、緊急時には、遠方の運用拠点から広範囲を迅速に測定することができる。

機体の主要諸元を表2に示す。過去にJAXAが民間企業とともに開発した小型無人機の設計をベースに、冗長化設計や各種試験評価等によりシステムの安全性/信頼性向上を図り、地上安全を考慮したJAXAの安全技術基準に適合させている。また、観測精度向上のための

表2 UARMSの主要諸元

全長/全幅	2.7m/4.2m
全備重量	最大50kg
ペイロード	3~10kg
飛行高度	250m以下
飛行速度	90~126km/h
航続時間	6時間
動力装置	ガソリンエンジン
操縦方式	自動(プログラム) 離着陸は手動操縦
離着陸距離	200~300m



地形追従機能、目視範囲外飛行のための長距離通信装置等を新たに開発・実装した。平成 26 年度には JAEA が開発した観測機器(放射線検出器)を搭載して福島県内の避難指示区域で試験飛行を実施し、高い空間分解能の線量率測定に成功した。現在は JAEA により実用化に向けた運用試験が行われている。

(2) 複数 MAV 協調運用による複雑任務対応

小さな無人機(Micro Aerial Vehicle, MAV)は屋内空間を飛行することができる。そのため、原子力発電所事故やプラント火災の現場、倒壊の可能性がある建造物内など、人間が立ち入ることが困難な場所の状況把握/探索等に活用することが期待されている。しかし、災害現場では探索する空間の正確な地図情報が無く、また屋内ゆえに衛星測位が利用できない事、通信の見通しが限られる事など、様々な問題と制約条件が存在する。JAXA では、個々の能力は限られる MAV の集団を協調的に運用することによって、より大規模で複雑な任務を可能にするというコンセプト(図 1)のもと、その実現に必要な基礎技術の研究開発を行っている。また、平成 30 年度には、これらの基礎技術を中心にシステム技術として構築し、統合的な飛行実証試験を行うことを計画している。

・協調行動計画アルゴリズム

複数の MAV が協調して行動し、効率良くミッションをこなすためには、動的な行動計画手法が必要である。未知環境(建物の地図がない、あるいは災害によって事前の情報と環境が異なっている場合)に対しては、厳密な行動計画の最適化は合理的ではなく、また、現場環境で素早く行動決定するために、演算負荷の軽い手法が求められる。そこで本研究では比較的単純なルールベースの行動計画アルゴリズムによって、複数の機体が通信中継を行ったり相互の衝突を避けたりしながら全体として協調的な行動を計画するためのアルゴリズムの構築を進めている。それぞれの機体は状況に応じて柔軟に役割(例えば通信中継役や最深部での探索役)を変え、全体シ

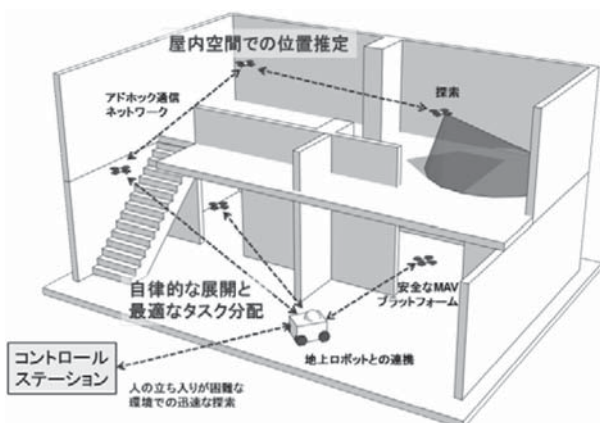


図 1 複数 MAV 協調運用による複雑任務対応コンセプト

ステムとして探索する。これにより、一部の機体に不具合があった場合等でも他の機体が自動的にそれを補い、ミッションを継続して遂行することが可能となる。

・非 GPS 航法技術

GPS 等の測位信号を受信できない屋内空間において、周囲の環境の特徴量を用いて“自己位置”の推定と周辺環境“地図”の作成を同時に行う SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) という手法がある。地上ロボット分野で発達した技術であり、これを MAV に適用すると、広い空間での自己位置推定の安定性等に課題が生じる。そこで、複数機間で情報を共有し、その特徴を活かして位置推定を行う研究を進めている。

(3) 高高度滞空型無人航空機システム

大規模広域災害における情報収集手段として地球観測衛星や航空機の有用性は広く認識されてきた。しかし、衛星はその軌道によって観測できるタイミングが限定される。また、広域を観測できる反面、用途によっては解像度が不足することもある。一方、航空機によれば、より詳細な情報を得られるが、悪天候によって飛行できない場合も多い。このような衛星/航空機のミッション能力を補完・補強し、危機対応における時間的・空間的な情報空白を埋めるための新たな観測プラットフォームとして、天候の影響を受けない高高度に長時間滞空できる高高度滞空型無人航空機システムの実現が期待される。

高高度滞空型無人航空機によれば、昼夜・天候によらず連続かつ詳細な情報収集が可能となる。特に、大規模地震に伴う地震火災や津波、火山噴火や豪雨による土砂災害などの進行性災害では時々刻々変化するその被害状況を逐次把握することが可能となり、効率的な救援活動に貢献できる。観測データは直接または衛星通信によって地上に伝送するが、光通信等による高速伝送が可能となれば、災害時にはこれをバックボーンとする通信ネットワークを提供することもできる。平時(発災前)には、火山や地殻変動のモニタリング、洋上に発生した台風の追跡観測などの予防的な災害対策に活用できるほか、違法な海上活動や海難事故、海洋汚染等の常統的な監視などによって、広く安全・安心な社会の実現に貢献することができる。

JAXA では、防災機関等の協力を得て、大規模広域災害や豪雨による土砂災害への対応を想定したミッション及びその運用コンセプトを検討するとともに、システム開発に必要な技術基盤を確立すべく、ミッション(センサ、通信等)、プラットフォーム(機体、エンジン)及び無人機の運航に係る主要技術の研究開発を進めている。

なお当学会の HP は下記の通りである。

<http://www.jsass.or.jp/>

原子力災害に対する日本コンクリート工学会の取組

日本コンクリート工学会 会長 丸山 久一

I. はじめに

公益社団法人日本コンクリート工学会では、東日本大震災の発災直後の2011年3月末に「東日本大震災に関する特別委員会」を立ち上げ、コンクリートの製造施設およびコンクリート構造物の被災状況の調査に着手した。「材料生産・施工小委員会」、「構造設計小委員会」、「エネルギー関連施設小委員会」と調査対象・内容に応じた3小委員会で2年間の活動を行った。その成果を643ページの報告書¹⁾にまとめ、2013年3月に刊行するとともに、4月にシンポジウムを開催した。

その中で、「エネルギー関連施設小委員会」では、原子力発電所の事故に関連して、コンクリート工学の観点から国内外の研究状況をとりまとめ、現状の分析を行うとともに将来の検討課題を整理した。委員の一人である青柳征夫博士(2014年逝去)は、1986年に爆発事故を起こしたチェルノブイリ原子力発電所事故の調査資料を入手し、和訳して出版した²⁾。この資料は、福島第一原子力発電所事故の際、コンクリート構造物にどのような影響があったのかについて、非常に多くの有益な情報を与えている。

特別委員会の原子力発電所事故に関する調査をさらに集中的に進めるために、2012年4月に「放射性物質の封じ込めとコンクリート材料の安全利用調査研究委員会」を設置し、放射性物質とコンクリートとの関わりをより広くかつ深く調査することとした。その成果を2014年6月に報告書として刊行した³⁾。汚染水の漏洩を防止するコンクリート技術、放射性物質により汚染された災害廃棄物の処理、処分に関するコンクリート技術、コンクリート構造物の除染技術およびコンクリートの放射線遮蔽効果等について、総合的にまとめている。

II. 事故によるコンクリート構造物の性能

(1) 核燃料の溶融によるコンクリート構造物の被災

前述のチェルノブイリ事故調査資料²⁾は非常に有益な情報となっている。溶融した高温の核燃料物質は接触した鋼板やコンクリート等を溶解させ、混合物を形成しながら流れ、管路を通過して下方に落ちて行った。図1に核燃料を含む溶融物の存在位置を示す。

厚さ2mの鉄筋コンクリート床版は高温の溶融物と接触し、1,400~1,600℃になり深さ45~70cmまで高温溶解を生じた。事故後、コンクリート材料の高温物性等に

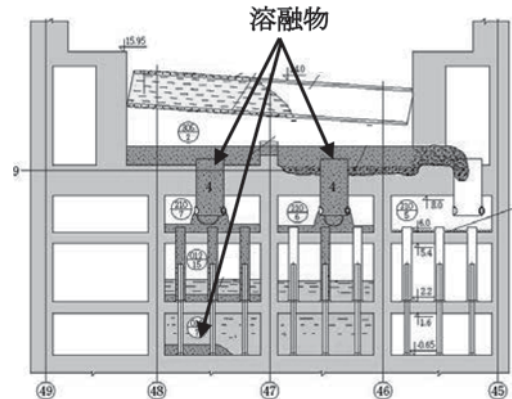


図1 炉心下区画における溶融物の分布

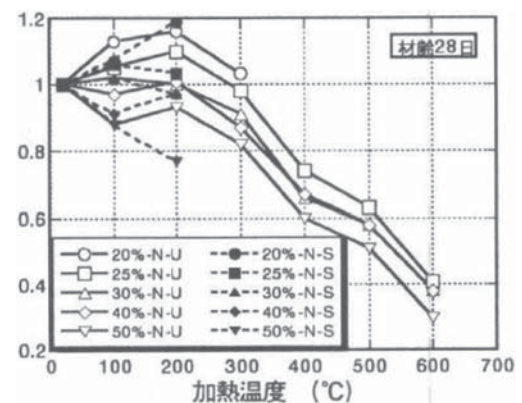


図2 圧縮強度比と加熱温度との関係

ついて実験的検討を行い、得られた特性値を用いて詳細な温度分布解析を行った。その結果、溶融物とコンクリートとの反応領域において、1,400℃の状態が27~35時間継続したと考えられ、コンクリートの高温侵食深さは70cm程度と算定された。

(2) 高温履歴を受けたコンクリートの力学特性

東京電力が公開しているデータによると、原子炉圧力容器周辺で測定した最高温度は、号機によって異なるが、1, 3号機で400℃(圧力容器下部)、2号機では700℃(CRDハウジング上部)となっている。必ずしもコンクリートや鉄筋の温度を直接計測している訳ではないが、コンクリートや鉄筋の温度履歴の影響を評価する上で参考になる値である。

図2は参考文献1)に掲載されているコンクリートの残存強度と加熱温度の関係である。縦軸は標準養生

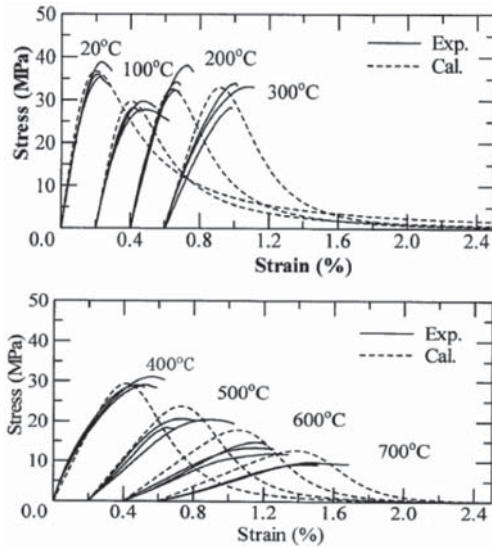


図3 応力ひずみ曲線に及ぼす加熱温度の影響

(20°C水中養生)における圧縮強度との比を示す。

圧縮強度の主要因子である水結合材比を20~50% (値の小さい方が圧縮強度が高い)とし、骨材として硬質砂岩を用いた場合の結果である。圧縮強度の大小に拘わらず、加熱温度が200°Cまではそれほど大きな影響は認められないが、300°Cを超えると残存強度は低下し始め、400°Cでは、強度比で0.7~0.6になる。この傾向は、他の研究者の実験結果でも同様に認められる。

図3に応力ひずみの温度による影響を示す。各温度における応力ひずみの形状を比較し易くするため、載荷開始点のひずみは右にシフトしてある。100°Cの加熱で圧縮強度が低下しているが、200°Cでは20°Cの場合と同様の圧縮強度となっていて、弾性係数もほとんど同じである。加熱温度が300°Cを超えると、圧縮強度の低下とともに弾性係数も低下する。

なお、実際の原子炉の運転を想定して、環境温度を65, 85, 110°Cで8年間暴露した結果によると、強度低下は若干認められるものの、強度比は0.8以上であることが報告されている。

(3) 高温履歴を受けた鉄筋の力学特性

図4は参考文献2)に掲載されている鉄筋の引張強度に及ぼす加熱温度の影響を示したものである。加熱状態のまま引張試験をした場合と、加熱後、一旦冷却して試験をした場合で違うことを示している。いずれにしても、加熱温度が400°C以下であれば、加熱の影響は認められない。なお、弾性係数は加熱温度の影響を受けるようで、同文献では、200°Cで10%、400°Cで20%程度低下すると示している。

(4) 放射線照射によるコンクリート強度への影響

参考文献1)によると、中性子線照射が $1 \times 10^{19}n/cm^2$ を超えると圧縮強度が低下する。ただし、実際の原子炉では照射量は $0.3 \times 10^{19}n/cm^2$ 以下なので、強度低下を

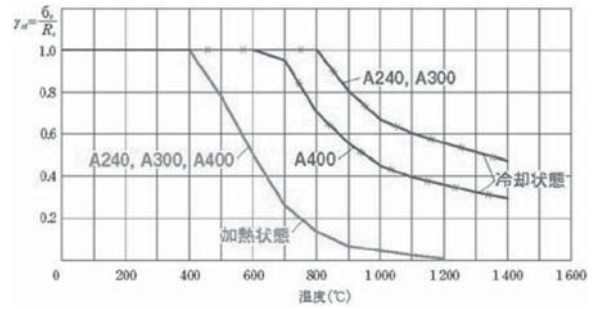


図4 鉄筋の引張強度に及ぼす加熱温度の影響

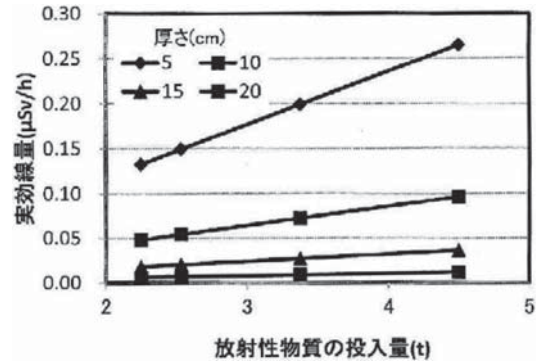


図5 コンクリートの格納容器から2m離れた空間に透過する放射線量の試算結果

考慮する必要はないようである。さらに、12年間使用した原子炉の厚さ2mを超える遮蔽コンクリートについて、コア供試体による試験結果によると、原子炉に近い表層30cm以内においては、初期強度の0.6程度となっていたが、外側では強度低下は認められなかった。

Ⅲ. コンクリートの放射線遮蔽効果

参考文献1)では、除染した汚染廃物の格納容器をコンクリートで作製する場合の必要厚さを検討している。コンクリートの密度を $2.7g/cm^3$ とした重量コンクリートの γ 線の遮蔽率に基づき、 $8,000Bq/kg$ の放射線量を有する汚染廃物を格納し、容器側面から2m離れた場所での実効線量を求めたところ、図5のような結果が得られた。ここで、容器から2mはなれた場所での許容実効線量を $1.0mSv/年(0.23\mu Sv/h)$ とすると、コンクリートの厚さは10cmで十分な遮蔽効果が得られる。

— 参考文献 —

- 1) 東日本大震災に関する特別委員会報告書, 日本コンクリート工学会, 2013年3月.
- 2) チェリノブイリ原子力発電所事故—コンクリート構造物に及ぼした影響—, А.Ф.М.ИП.ОВАНОВ, В.В.СОП.ОМОНОВ, З.М.П.АР.И.ОЛОВА, 訳者: 青柳征夫, 技報堂出版, 2013年5月.
- 3) 放射性物質の封じ込めとコンクリート材料の安全性利用調査研究委員会報告書, 日本コンクリート工学会, 2014年6月.

被害と苦悩の現場を直視し、政策提言を行う社会学

日本社会学会 常務理事 長谷川 公一

世界で3番目に古く、3番目に大きな社会学会

日本社会学会(The Japan Sociological Society)は、社会学の研究を促進しその発展普及を図ることを目的とする全国的な研究者組織である。1924年(大正13年)に設立された。学会大会は、本年11月に第90回大会を開催予定である。国際的にみると、社会学の学会としては、アメリカ社会学会(1905年設立)、ドイツ社会学会(1909年設立)に次いで3番目に古く、会員数も約3,700名であり、アメリカ社会学会(約13,000名)、中国社会学会(約6,000名)に次いで3番目に規模の大きな学会である。

社会学は分野が広範域にわたることが大きな特色である。空間的には家族から都市、国家、東アジアやアジアなどのエリア、世界社会に至るまで、歴史的には、フランス革命以降の近・現代社会を対象にしている。ゆりかごから死後の霊的世界に至るまで、社会現象あるところすべてに社会学者は関心を寄せている。日本社会学会は会員の専攻分野を「その他」を含め、計32に分けている。

社会学には、日本家族社会学会、日本都市社会学会、環境社会学会のような分野別の学会もある。東北社会学会のような地域別の学会もある。日本社会学会とこれら分野別・地域別の計31の学会は、社会学系コンソーシアムを組織し、連携を図っている。

社会学的研究—福島事故前と事故後

福島第一原子力発電所事故(以下、福島原発事故)まで、原子力発電や原子力施設に関する日本の社会学者の研究関心は、研究者の数や視点、著作の点数などの点でも限られていた。吉岡斉らによる科学社会学・科学史的研究、船橋晴俊・長谷川公一・飯島伸子・茅野恒秀らによる環境社会学的な研究、新潟県巻町の住民投票をめぐる中澤秀雄・渡辺登らによる地域社会学的な研究、福島第一原発と地域社会に関する開沼博の研究などが、原発問題に関する社会学の代表的な研究だった。日本社会学会の機関誌で原発問題が特集されたり、学会大会のシンポジウムで原発問題が取り上げられたことはなかった。

福島事故を契機として状況は一変した。2011年から14年までの研究動向は、とくに学会としての組織的な取り組みに焦点をあてて、本誌57巻3号掲載の岩井紀子「東日本大震災と原発事故への社会学の取り組み」に詳しい。本稿では重複を避けるために、この岩井論文では言

及されていない論点・動向に力点を置いて紹介したい。

事故後の新たな研究としては、福島原発事故の構造的背景とエネルギー政策に関する吉岡斉・松本三和夫・船橋晴俊・長谷川公一らの公共政策論的研究、被爆国でもある日本社会が原子力発電を1950年代からどのように受容してきたのかに関する吉見俊哉・山本昭宏らによる歴史社会学的な研究、同事故とメディア報道に関する伊藤守らによる社会情報学的研究、原発に批判的な運動に関する小熊英二・町村敬志・野宮大志郎らによる社会運動論的研究、後述するような、この原発事故が地域社会や地域住民にどのような被害や影響をもたらしているのかに関する環境社会学的・地域社会学的研究など、多彩な研究が精力的に展開されてきた。

福島原発事故に関する社会学的な分析に対しては、国際的な関心も高く、国内外で、福島原発事故に関する多くの国際シンポジウムが開催されている。2014年7月に横浜市で開催された国際社会学会(ISA)の世界社会学会議横浜大会のAbstract集をFukushimaで検索してみると、タイトル・サブタイトルにFukushimaの語を含むものは、社会運動・環境社会学などを中心に4セッション、日本人研究者を中心に全体で計35報告だった。

〈現場性〉を重視した被害・影響調査

日本の社会学の特質はフィールドワークを重ねる徹底した〈現場性〉にある。地域社会や地域住民の被害・影響に関する調査がきわめて活発に行われている。多くの調査チームが組織され、各チームのネットワーク化・連携も積極的になされている。山下祐介・山本薫子・藤川賢・関礼子・吉原直樹・佐藤彰彦・福岡安則・浦野正樹・牧野有紀らは、それぞれ現地に通いつめ、詳細な影響調査を行ってきた。中通りの市町村に住む母子を対象とした成元哲・牛島佳代らによるメンタルヘルス調査も特筆すべき研究である。福島県内の大学に所属する研究者は、様々な意味で非常な緊張を強いられているが、今井照・加藤眞義(福島大)、高木竜輔(いわき明星大学)らはそれぞれ地域の声を発信し続け、問題提起を続けている。

社会学者がとりわけ丹念に拾い上げているのは、北海道から沖縄までほぼ全都道府県にわたる母子避難者などの広域避難者・自主避難者の声である。原口弥生・山根純佳・松井克浩・高橋征仁・後藤範章らは、それぞれ茨

城県・山形県・新潟県・沖縄県・岡山県などへの自主避難者が抱える様々な葛藤・苦悩と問題状況、それを支える支援の動きを詳細に論じてきた。

福島原発事故による放射能汚染は、福島県だけの問題ではない。ホットスポットは隣接する宮城県・茨城県・栃木県、さらに千葉県・東京都などにも及んでいる。放射線量の自主測定運動が各地に広がっている。都市社会学者の五十嵐泰正は、居住する柏市における自主測定による農業生産者と消費者の信頼関係の構築に実践的に関与してきた。

原発事故と社会

福島原発事故はなぜ起こったのか。地震や津波の多い国であるにもかかわらず、日本のエネルギー政策はなぜ原子力偏重だったのか。「原子力ムラ」と呼ばれるような政官財学メディアによる閉鎖的な複合的サークルがなぜ強力で、市民社会からの批判的な声がなぜ弱かったのか。電力会社によるメディアのコントロール、地域支配はどのような仕組みだったのか。原子力偏重のエネルギー政策から脱却することは、電力需給の観点から、また政策決定過程の視点から可能なのか。

長期化する原発避難をめぐる、個人・家族・地域社会・市町村・県の各レベルでどのような問題が顕在化しているのか。半減期が長く、不可視性が強く、医療の専門家の間でも意見がきびしく分かれる低線量被曝という問題のもとで、東電による補償の切り捨て、政府と福島県によって「早期帰還」圧力が高まる中、いかに亀裂と分断・相互不信が昂進していかざるをえないのか。

こうした深刻な状況の中で、避難自治体の再建は本当に可能なのか。岩手県や宮城県などの津波被災地の復興・地域再生と、福島県の双葉郡・相馬郡、相馬市・南相馬市の再建は、どのような共通点を持ち、どのように異質なのか。

原発事故と社会をめぐる、このように多くの論点が噴出している。原発と原発事故は、多くの社会学的な論点を内包している。フィールド調査にもとづく実証的な学として、現実批判の学として、政策論的な学としての社会学の有効性が問われている。

福島原発事故と東日本大震災に関する社会学者による総合的な論集としては、2011年9月の日本社会学会大会テーマセッションをもとにした田中重好・船橋晴俊・正村俊之編『東日本大震災と社会学』（2013年）があり、11本の論文のうち、5本は福島原発事故に直接焦点をあてたものである。

社会学からの総合的な東日本大震災と福島原発事故の研究の現時点での総括として、船橋晴俊・田中重好・長谷川公一監修による『被災地から未来を考える』全3巻が2017年に刊行予定である。第1巻『原発事故と避難』の全巻、第3巻『震災と復興』の第3部「原発被害をどう

乗り越えるのか」が、福島原発事故を扱っている。

原子力・エネルギー・気候変動政策への関与

「原子力と社会」というテーマが多くの特論を内包しているにも関わらず、中央政府レベルでの原子力政策・エネルギー政策の決定過程に関与している社会学者の数はきわめて限られている。社会学者が消極的なのではない、政府側が委員に加えようとならないのである。日本の原子力政策・エネルギー政策の決定過程の閉鎖性の証左ともいえる。社会学者が積極的に関与しているのは、日本学術会議の委員会、原子力市民委員会などの原子力政策に批判的なNGOなどである。岩井論文も紹介している日本学術会議社会学委員会「東日本大震災の被害構造と日本社会の再建の道を探る分科会（震災再建分科会）」（座長・船橋晴俊）、「日本学術会議高レベル放射性廃棄物の処分に関する検討委員会」とそれに続く「日本学術会議高レベル放射性廃棄物の処分に関するフォローアップ」検討委員会」（ともに委員長・今田高俊）の報告や提言は、多くの社会的反響を呼び起こした。

原子力市民委員会は2013年4月に発足した。「脱原発社会建設のための具体的道筋について、公共政策上の提案を行うための専門的組織」である。船橋晴俊（初代座長）・吉岡斉（船橋の急逝後、第二代座長）・細川弘明・茅野恒秀は、委員として精力的に活動し、『原発ゼロ社会への道』（2014年）ほかの政策提言において大きな役割を果たしている。

原発のない脱原子力社会への転換の必要性については、社会学では、長谷川公一が、米国カリフォルニア州やヨーロッパでのフィールドワークをもとに『脱原子力社会の選択』（1996年）を刊行し先鞭を付けた。電力供給体制の改革の必要性を説き、エネルギー利用の効率化と再生可能エネルギーによる電力供給という未来像をいち早く提起した。

再生可能エネルギーと地域社会・市民社会、再生可能エネルギーを普及させるための政策研究は、寺田良一・丸山康司・西城戸誠・谷口吉光など、日本の環境社会学者が熱心に取り組んできたテーマである。

気候変動問題は、反面ではエネルギー問題でもある。気候変動問題に関する社会学的研究は、環境社会学を中心に国際的に急増している。池田寛二・青柳みどりが先鞭を付け、長谷川公一・品田知美・佐藤圭一らは、2009年に、世界20ヶ国の調査チームからなる「気候変動政策の国際比較研究」の日本チームを組織し、新聞記事の計量的分析・関係者への聴取調査にもとづいて実証的な国際比較研究を行っている。

エネルギー政策の転換、気候変動政策の前進に向けても、社会学者は精力的に研究を展開している。

なお当学会のHPは下記の通りである。

<http://www.gakkai.ne.jp/jss/>

東日本大震災を踏まえた日本地質学会の展開

日本地質学会 会長 渡部 芳夫

はじめに

一般社団法人日本地質学会は、地質学の発展や普及を目指し1893年に創立されました。来年2018年には創立125周年を迎える、日本の地球諸科学関連学協会の中で最大規模の学会です。大学をはじめ研究機関の研究者や学校の教員、地質学を社会に役立てる仕事をしている方々や、大学生、大学院生、地質学を勉強している人など約3,800人が所属し、この分野を包括しています。

私たち地質学会員は、地球とは常に変動してきたものでしたし、これからも変動し続けるものだと理解しています。今の瞬間の地球の姿を正確に把握する手段は、進化し続ける論理と技術により次々に提供されていますが、それを遙かに上回る地球変動の時間スケールまで地質学は扱っています。このことは、今回の大震災とそれに引き続いた原発事故に直面して、地質学の社会への貢献のあり方を再認識させられることとなりました。

理解し予測しなければならぬ自然現象とその予測精度は密接に関係しており、手に取る事のできる観測データは現実のものとして説得力があります。一方、目にしていない過去や将来の事象については、自然や歴史に残されている情報から再現し予測しなければなりません。特に専門知識がなくても理解してゆかなければならない社会の安全安心に関しては、不確実性の程度が事実をどう受容するかに大きく影響を与えます。数ヶ月後の状態を、現在を元に予想することと、数百年後に起こりえる事を過去数千年に起こった事実を元に予測することは、思考としては似通った作業ですが、その間には社会が受容するには越えられない信頼性のギャップが存在していました。この点が、地質学の社会貢献への越えるべき本質的な課題の一つだったと感じました。

本稿では、震災以降の日本地質学会での活動を簡単にご紹介しつつ、社会の安心安全への地質学的課題とそれらへの貢献について、簡単にご説明したいと思います。

東日本大震災・福島原発事故直後の提言と緊急事業

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、我が国観測史上経験したことのない桁違いの出来事でした。また、被災地の広がりや残された傷跡の深さ、とりわけ津波被害はこれまでの対策の深刻な遅れを浮き彫りにしました。さらにこれに引き続き発生し

た東京電力福島第一原子力発電所の事故は、防災・減災だけでなく復旧・復興への全学際分野からの貢献が求められることとなりました。

本学会では、この大震災による被害を軽減することはできなかったのかという反省に基づき、翌月には「東日本大震災に関する地質学からの提言」を取りまとめて公表しました(2011.4.5)。

この時点では、震災や事故影響の実体を把握して総括できるような情報は十分に得られていませんでしたので、提言は地質学が果たせたはずだった役割を、今後の社会生活や経済活動の中でどのように役立てられるかという観点で検討したものです。破滅的な被害からの復旧・復興のグランドデザインおよび今後の防災・減災対策への地質学的観点から、巨大地震にとどまらず巨大カルデラ噴火や海水準変動などの繰り返し発生する変動の周期の把握精度を高めていきつつ、その成果を社会全体に認知して頂くということが提言の中心になりました。

また、2012年までに学会として、復旧復興に関わる調査研究事業を学会員から公募し、除染や液状化被害に関する実証的調査や、被災した貴重な標本類の救済事業を実施しました。多くの当学会員が被災地域にも在住・勤務していたことから、被災地に密着した緊急課題解決を中心として事業を行い、一定の貢献が果たせたと考えています。

今回の災害の引き金となった地震については地質学的調査により、これまで繰り返されてきたものであることは分かっていました。しかし、具体的な災害の復旧や復興に直結する事業等に、即効性のある活動がなかなかできないもどかしさもあり、それを後の活動にどう繋げていくのかも課題と認識した次第です。

地質学的観点からの災害調査と大規模自然災害に対する学術研究の推進

(1) 集積された地質学的知見の活用

地震調査研究推進本部による当時の海溝型地震の長期評価によれば、超巨大地震の発生確率が低く評価されていました。その専門的な理由としては、年齢が1億年以上の冷却した太平洋プレートが沈み込む東北沖日本海溝では超巨大地震を起こしにくいことや、西日本に較べて古い文書記録が少ないために、地震の歴史的な記録からも差し迫った危機が感じ取れなかったためとも言えるでしょ

う。実際に記録のある地震観測と近年のGPSによる日本列島の歪速度観測などに基づいても、非地震性のすべりによりゆっくりと変形は解消されていて破壊的地震は起きにくいと考えられていました。ところが地質構造の解析からは、これらと合致しない、非常に大きな地殻の圧縮が想定されていました。これら一見して矛盾する情報の取り扱いについては、現在もまだ活発な議論が続いています。

この点に関し、地質学の貢献が不十分だった最大の理由は、地質学的データや解釈が、精度の高い観測データに対して十分な説得力を持つだけの時間と空間精度を確保できなかったためではないでしょうか。近代的な手法による観測が行われている期間は、蓄積されている地質時代と比較すると桁違いに短いのですが、その情報の精度は非常に高いものです。そのような中で、最近の観測情報に変化がない場合でも、地質学的な長期間で見える大きな変動により注目するべきでしたが、精度の面で説得力が十分ではありませんでした。

震災や原発事故の後に、近年の高精度な観測情報と超長期的な地質学的変動評価のバランスに注意が必要な事象や施策が次々に提示されています。「原子力発電所の火山影響評価ガイド」や高レベル放射性廃棄物の最終処分を巡っての「科学的有望地」の検討などです。いずれも、非常に精度の高い工学的技術と地質学的知見の協力が不可欠ですが、地質学的期間での予測や裏付けとなる過去の履歴の時間スケールが地質学的に超長期であるが故に、不確実性の面で両者の間に不連続が見受けられてしまいがちです。その結果として地質学的データが社会での受容性を下げることになるのは避けねばなりません。この点での解決には、地質学的知見の蓄積をいかに定量化して工学的諸策に融合させるか、蓄積された地質学的知見が社会で実際に有効利用されるための努力が欠かせないと思います。

今回のような再来周期が数100年から1,000年に亘る変動現象については、数千年以上の期間に亘るデータが重要です。定量的な知見の蓄積とともに、地形や地層に残されている記録の解析からより高解像度の情報を取得するための技術開発を推進し、それらを裏支える地下の物質の変形過程についての物質科学的研究も加速されています。

(2) 地震災害と地域防災教育、市民の防災意識向上の課題

今回の震災を機に、一旦は地質学的研究の意義が高まったと感じましたが、実際にそれを現実の防災や減災に反映させていかねばなりません。特に今回の震災では、地域の防災教育や市民の防災意識の高さによって多くの人命が救われた例も少なくありませんでした。世界でも有数の地震・火山国である日本では、住民一人一人が国土

の特徴や自然災害の基本的な事柄を知ることが、何よりも実効性のある防災や減災につながるでしょう。人材育成や防災教育という、ともすると教育の場だけの課題と考えられがちですが、社会の災害に対する頑強性は、家族全体のリテラシーに支えられます。昔ながらの“おばあちゃんの知恵”というレベルで、裏山の危険性や地震の時の避難路などが引き継がれていくのが理想です。そのために日本地質学会は、学校教育での指導要領、社会人の生涯教育、そして自治体などでの防災施策支援のすべてにバランス良く貢献していこうとしています。

さらに震災時から目に見えて進んだのが、市民による情報の即時共有の意識です。当時、広範囲に公的機関の配信がインターネット上で断絶しましたが、草の根活動に始まった伝言板型の情報共有システムは、防災活動や自治体などの支援に役立つものとなりました。必要なときに必要としている人に、理解できる形で常時提供されている情報は、市民の知恵に繋がります。人材育成には非常に時間と経費がかかりますが、蓄積されている専門知識を、市民の理解しやすい形に整形して提供する事は、地質学会としても重点的に進めているところです。

工学・理学の壁を越えた知恵の統合

蓄積された知見とそれに裏付けられた技術という組み合わせは、社会が受け入れるために必要な条件です。今回の震災を通じて、知的基盤としての理学とそれを踏まえて問題解決を果たす工学といった分業的な考え方は、今後の多くの課題の解決が長期に亘る安全安心を求める現状に照らすと、不要なものであると思うに至ります。地質学の研究対象は目の前にある大地であり地球ですが、現在は見ることでできない過去数億年間の履歴や、数万年後の将来に至る長期的変動を扱っています。さらにそれら多くの地質変動は、地震学、火山学、堆積学、地下水や海洋の生化学などに加え、第四紀学や古生物学を始めとする地球の変動履歴の復元に必要な分野など、多くの知見を融合させなければなりません。

したがって、日本地質学会としては、上記分野の諸学術研究団体・学会との連携を促進しているところです。今後は地質学的時間スケールと精度が必要とされている知見を着実に蓄積し続けるとともに、それらが喫緊の社会的課題の解決により有効に役立てられるよう、工学的課題解決への切れ目のない知恵となる事を目指すべきではないかと考えています。

なお当学会のHPは下記の通りです。

<http://geosociety.jp/>

震災に関連した当時の活動資料は、下記をご覧ください。

<http://geosociety.jp/hazard/category0011.html>

福島原発事故に対する日本土壌肥料学会の取組み

日本土壌肥料学会 副会長 木村 武

日本土壌肥料学会の概要

一般社団法人日本土壌肥料学会は、食糧の生産に深く関与する土壌学、肥科学、植物栄養学の近代的な理論と技術体系を構築することを目的として、1927年に設立され、現在では国土資源の保全に関する環境科学の分野なども含む会員数約2,500の学術団体である。

原発事故被災地域の復興に関連する学会の活動

福島第一原子力発電所事故以前から、当学会では核実験由来による放射性核種の農林地における長期モニタリングや、土壌-植物系における放射性核種の動態解明等に関する知見を集積していた。

今回の原発事故以降は、①学会ホームページ(HP)からの情報発信、②シンポジウム・講演会の開催、③学会

表1 福島原発事故に対する日本土壌肥料学会の取組み

年次	学会HPを通じた情報発信等	主催講演会、シンポジウム等	学会誌(特集号) 学会発表(大会のみ)
2011	<ul style="list-style-type: none"> ◆原発事故関連情報(http://jssspn.jp/info/nuclear/index.html) (1)放射性核種(セシウム)の土壌-作物(特に水稲)系での動きに関する基礎的知見 (2)セシウム(Cs)の土壌でのふるまいと農作物への移行(2013年改訂) (3)放射性ストロンチウム(Sr)の土壌-作物系での動きに関する基礎的知見 (4)水田環境における放射性核種の移行評価モデル (5)セシウム(Cs)の植物移行とそのメカニズム (6)森林生態系における放射性セシウム(Cs)の動態とキノコへの移行 (7)農業環境における放射能汚染の低減化に関する提言 ◆放射性セシウムに関する一般の方むけのQ&Aによる解説 (http://jssspn.jp/info/nuclear/4137.html) ◆津波関連情報(http://jssspn.jp/info/nuclear/post-23.html) (1)津波・高潮による塩害(1) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆つくば大会公開シンポジウム 「放射性核種の土壌中での挙動と植物汚染～福島原発事故以前と以降～」 	<ul style="list-style-type: none"> ◆つくば大会一般発表(1/536)* *課題名等に「放射性」「セシウム」または「Cs」を含む発表数/一般発表課題合計
2012	<ul style="list-style-type: none"> ◆日本農学会「東日本大震災からの農林水産業の復興に向けて—被害の認識と理解、復興へのテクニカル リコメンデーション—」(他学協会とともにWGに参画) ◆「土と肥料」の講演会(東日本大震災・原発事故による農耕地および農作物被害と復興対策—1年後の現状認識)開催報告及び講演資料 (http://jssspn.jp/info/nuclear/2012.html) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆「土と肥料」の講演会 「東日本大震災・原発事故による農耕地および農作物被害と復興対策—1年後の現状認識」 ◆鳥取大会ミニシンポジウム 「土壌、資材による放射性セシウムの捕捉、吸着」「作物への放射性セシウムの移行・沈着」「放射性セシウムの永年性作物への移行」「放射性セシウムのモニタリング、水稲への移行」 	<ul style="list-style-type: none"> ◆鳥取大会一般発表(58/558)
2013	<ul style="list-style-type: none"> ◆原発事故関連情報(http://jssspn.jp/info/nuclear/index.html) (2)セシウム(Cs)の土壌でのふるまいと農作物への移行(2013年改訂) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆名古屋大会シンポジウム 「復興農学—東日本大震災からの復興への土壌科学の貢献と課題」 ◆名古屋大会公開シンポジウム 「正しく知ろう、土壌と作物の放射性セシウム低減への取り組み」 	<ul style="list-style-type: none"> ◆名古屋大会一般発表(46/557)
2014	<ul style="list-style-type: none"> ◆日本学術会議農学委員会土壌科学分科会提言 「放射能汚染地における除染の推進について～現実を直視した科学的な除染を～」 (http://jssspn.jp/info/nuclear/post-99.html) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆東京大会シンポジウム 「土壌化学で解く放射性セシウム—土壌鉱物間の反応機構 Traditional and state of the art approaches—」 ◆東京大会公開シンポジウム 「福島県二本松市 NPO法人「ゆききの里東和ふるさとづくり協議会」の放射性 Cs 汚染からの農業復興に関しての取り組みと農工大の支援活動報告」 	<ul style="list-style-type: none"> ◆東京大会一般発表(42/528) ◆SSPN 60(6) Fukushima special section
2015	<ul style="list-style-type: none"> ◆土肥誌85(2)放射能土壌汚染対策特集をWeb公開 (http://jssspn.jp/info/nuclear/web.html) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆京都大会シンポジウム 「津波被災農地の営農再開における土壌肥料分野の貢献と課題」 	<ul style="list-style-type: none"> ◆京都大会一般講演(56/559) ◆SSPN 61(1) Fukushima special section ◆SSPN 61(2) Fukushima special section ◆土肥誌85(2)放射能土壌汚染対策特集
2016	<ul style="list-style-type: none"> ◆「土と肥料」の講演会(東日本大震災被災地における農業復興を支える対策技術研究の貢献と課題～5年後の現状認識～)開催報告及び講演資料 (http://jssspn.jp/info/nuclear/2016.html) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆「土と肥料」の講演会 「東日本大震災被災地における農業復興を支える対策技術研究の貢献と課題～5年後の現状認識～」 ◆佐賀大会公開シンポジウム 「事故から5年—農業環境・農作物・農業経済の変遷と課題」 	<ul style="list-style-type: none"> ◆佐賀大会一般発表(46/534)

発表や学会誌への原著論文および総説の掲載などを通じて、学術的な情報発信、提言等を行ってきた(表1)。また、原発事故だけでなく東日本大震災に伴う地震・津波被害についても、同様の取組を行っている。

①学会HPからの情報発信では、学会内に「土壌・農作物等への原発事故影響WG」を設置し、放射性セシウム等の土壌-作物系におけるふるまいと農作物への移行に関する基礎的知見や一般の方向けQ & A解説などをとりまとめて、2011年3月28日から掲載を始めた。また、日本農学会による東日本大震災からの農林水産業の復興に向けたテクニカル・リコメンデーションや、日本学術会議による放射能汚染地における除染の推進に関する提言の作成に連携・協力し、その内容をHPに掲載した。

②学会主催のシンポジウム・講演会では、毎年の大会において公開を含むシンポジウムを行い、放射性セシウムに関する科学的な情報を整理・提供するとともに、学問分野が取り組むべき課題を論議した。また、事故から1年、5年の節目の現状認識を「土と肥料」の講演会で採り上げ、被災地の状況や復興を支える取組みの課題についてレビューを行ってきた。

③学会誌・学会発表における取組みでは、事故翌年以降の大会における原発事故関連の発表課題が毎年40~50件で、これは全発表課題数の約1割を占めている。また、2015年には会誌である日本土壌肥科学雑誌において「放射能土壌汚染対策特集」を組み、放射性セシウムの環境動態、作物の放射性セシウム吸収メカニズムと吸収抑制対策、除染と除染廃棄物の減容化技術に関する原発事故以降の取組成果をまとめて示した。さらに、欧文誌SSPN(Soil Science and Plant Nutrition)でも2014年から「Fukushima Special Section」を組み、原発事故関連の原著論文や総説を掲載し、国内外へ情報を発信した。

会員が所属する機関等における取組成果の例

当学会が直接マネジメントする研究プロジェクトなどはないが、会員が所属する機関において、他の研究分野や行政部局と連携した取組は多岐にわたる。その一部を会誌「放射能土壌汚染対策特集」の内容から抜粋して以下に示す。

①放射性セシウムの環境動態に関しては、農林地土壌の多地点における分析に基づく汚染実態とその経時的推移はマップ化され、土壌の種類や粘土鉱物組成などの知見などを併せて、農作物への汚染リスクの評価や土壌立地に応じた除染技術の選択などにも活用されている。

②作物の放射性セシウム吸収メカニズムと吸収抑制対策では、カリウム肥料の施用による土壌から作物への放射性セシウムの移行低減技術がある。図の右側のように、土壌の全放射性セシウム濃度は必ずしも玄米中の濃度と正の相関を示さない。一方、左側の図に示したように、土壌の交換性カリウム(土壌粒子にイオン結合し、他の陽イオンと交換され作物に吸収利用される形態のカリウム)が土壌100g当たりK₂Oとして25mg程度までは、その濃度が高いほど、玄米への放射性セシウムの移行係数が大きく低下することが明らかにされた。この25mg/100gは通常の水稲栽培土壌における適正水準の範囲内の数値で悪影響は想定されないため、事後翌年の2012年作から土壌の交換性カリウム含量25mg/100gを目標とするカリウム施肥が対策技術として実施された。米の全袋検査が行われている福島県の約1,000万袋のうち、米の基準値である100Bq/kgを超過したのは、対策実施初年目の2012年産で70袋、対策が浸透した2015年、2016年産では0袋になるなど、作付再開に貢献している。カリウム施肥対策は、米以外にも、大豆、そば、飼料作物などへも活用されている。そのほか、茶や果樹などの永年作物では、樹体内での放射性セシウムの

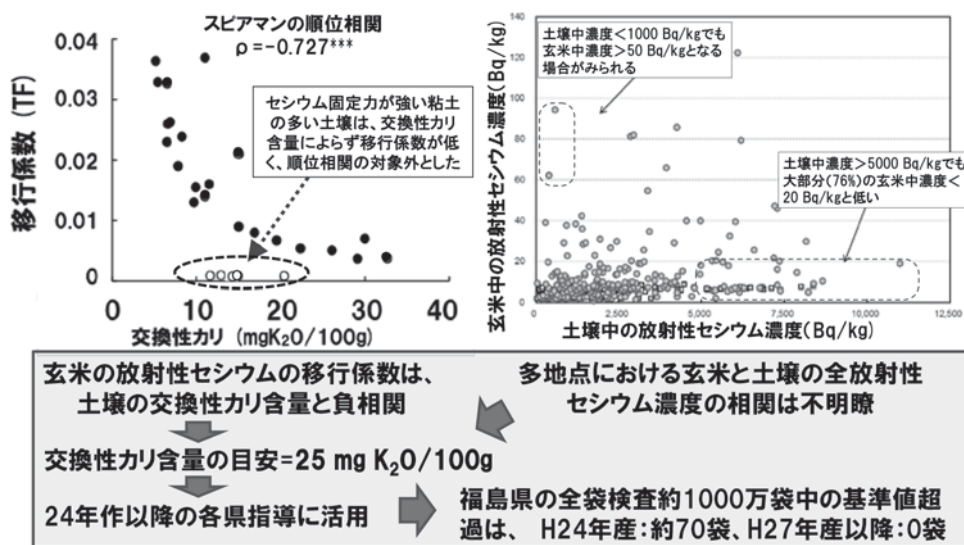


図1 土壌のカリ供給方向上による放射性セシウムの作物への移行低減 (農林水産省、福島県、農研機構の公表資料より作成)

分布等の研究成果とともに、剪定・剪枝など汚染部位の除去が対策技術として活用されている。

③除染廃棄物の処理では、土壌に強く固定された数万 Bq/kg 以上の放射性セシウムを乾式処理により分離・除去し、クリアランスレベルの 100 Bq/kg 未満とし、建設用に利用可能な資材化の可能性を、2012 年 3 月に小型処理プラントを用いて示した。この成果は、現在、環境省の減容化事業の中で飯館村蕨平地区仮設焼却施設の一部に活用され、2015 年度から稼働している。

学協会間の連携への期待

原発事故から 6 年になろうとする時間が経過し、その間に被災地の復興を支える研究、技術開発が取組まれ、多岐にわたる成果が得られている。しかし、被災地の復興は道半ばであり、科学的な知見の発信、技術的支援の継続とその強化・加速が必要である。

そのため、多くの学協会が有する専門的な知見・技術を散逸させることなく集積し、整理して発信するとともに、学協会間のさらなる情報共有と連携が期待される。

なお当学会の HP は下記の通りである。

<http://jssspn.jp/>



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 —
(3 月 8 日第 9 回編集幹事会)

【論文誌関係】

- ・平成 29 年 1 月 16 日～2 月 15 日に英文誌へ 31 論文、和文誌へ 3 論文の投稿があった。
- ・米国原子力学会の論文誌 3 誌が英文誌と同じ Taylor&Francis 社から 2017 年より出版され始めたことが報告された。
- ・英訳出版 WG から、学会誌記事からの英訳候補解説等一覧が示された。経費の見積もりを依頼することとする。
- ・次年度の論文誌編集委員の分野別の人数を仮決定した。委員の推薦を分野別責任者へ依頼する。
- ・論文審査・査読要領の見直しに合わせて検討していた Article と Technical Material の説明文の原案を検討した。
- ・編集委員会規程の微修正案を承認した。編集委員会メール審議とする。
- ・極めて悪質な剽窃論文が投稿され、即時掲載否としたことが報告された。

【学会誌関係】

- ・学会誌福島関係の記事をデータベース化する案について、編集長から報告があった。論文誌では学会誌記事英文化に向けて、記事の選定作業が進んでいるとの報告が出席者からあった。
- ・4 月号「震災 6 年目特集」企画について、進捗状況の報告があった。23 学会からの寄稿があり、4 月号掲載で入稿済みである。
- ・2 月号、学会誌アンケート結果の報告があった。至近号に 2016 年 12 月号～2017 年 2 月号までのサマリを掲載する予定。
- ・「編集委員会規程」、「学会誌に関する規定」の最終確認を行った。一部修正を加え、編集委員会のメール審議に入ることとした。
- ・2017 年春の年会企画セッションからの記事候補を選出した。
- ・記事の進捗状況、巻頭言、時論その他記事の企画検討をした。

編集委員会連絡先 <hensyu@aesj.or.jp>

日本品質管理学会の取組

日本品質管理学会 伊藤 誠
安全・安心社会技術連携特別委員会委員長・前理事

筆者は、一般社団法人日本品質管理学会において、「信頼性・安全性計画研究会」の第二期主査を務めた。その在任中に東日本大震災を経験し、信頼性・安全性を専門とする立場から、震災対応の諸問題、ベストプラクティスなどの調査・分析を行った。その後理事として、安全・安心社会技術連携特別委員会の委員長を担当し、原子力を中心とした安全問題に関するワークショップの開催などに関与してきた。その経験を踏まえて、本学会における取組を紹介する機会を与えられることとなった。

本来ならば本稿は学会を代表する立場で執筆すべきであるかもしれない。しかし、ここではあえて一会員としての視点から、これまで様々な形で取り組んできた日本品質管理学会内の震災対応活動を紹介していきたいと考える。この点について、本企画の趣旨に反してしまうかもしれないが、お許しただけなら幸いである。

日本品質管理学会(JSQC)について

日本品質管理学会は、品質管理に関する学理及び技術の進歩発達を図り、もって学術、産業の発展に寄与することを目的としている。

本学会の設立は1970年で、現在の会員数は約2千人である。本学会は、その学術的特性上、実務に携わっておられる会員が多い点に特徴がある。実際、学界の会員は200名程度しかない。さらに、「職域会員」という制度を持っており、企業の中での品質保証担当など、品質管理にゆかりのある職域にある人が会員となることができる。これは、特定の個人ではなく、その職域にある人に会員資格を与えるものであるため、人事異動でほかの人が新たに担当になった場合、その新しい人が職域会員の資格をそのまま引き継ぐことができる。

企業人が多い学会ではあるものの、研究成果に要求するレベルは高い。昔を知る先生に言わせると、「JSQCの論文誌でリジェクトされた論文をしかたなくIEEEの雑誌に投稿した」というほどだったという。そのことの真偽はともかく、本学会が日本の「品質」を支えているという自負は強く、学術成果に高いレベルを求める文化は健在である。年に1度授賞されるはずの「最優秀論文賞」はよほど論文の質が高くないと授与されず、「該当なし」の年が多い。

東日本大震災後の対応について

本学会の会員には、医療分野の質の問題にかかわって

いる方もおられるが、歴史的経緯もあり、多くは製造業に関係している。このため、本学会における東日本大震災への対応も、製造業における事業継続、生産の再開にかかるものが多かった。

東日本大震災が発生したのち、理事会を中心として、学会として社会に貢献できることは何かということについての検討が直ちに進められた。その当時、この甚大な被害をもたらした震災に即し、学会として何か社会に貢献できることをしたい、しなければならない、という思いを持つ人は多かったと記憶している。そうしていろいろ模索した結果、たどり着いた一つの答えが、被災地における生産活動の再開に際して留意すべき事項などについての情報をまとめた「東日本大震災に関する支援情報」のページを本会ウェブサイト上に開設することであった。

信頼性・安全性計画研究会での取り組み

当時、筆者は信頼性・安全性計画研究会の主査を務めており、月に1回程度の会合を持ち、品質・信頼性・安全性に関する問題の調査・分析などに取り組んでいた。巨大な震災が発生したのち、この研究会としては、おろおろするばかりでろくに社会貢献はできなかったのであるが、しばらくたって、腹が据わってくるようになった。この学会は品質管理に関する学理・技術の進歩・発達に取り組むのが使命である。品質管理、信頼性・安全性に関して今回の震災から得られる教訓・知見を適切な形で蓄積をしていくことこそが、本研究会において今なすべきことであろうと考えるに至った。

本研究会の委員でもある鈴木和幸電気通信大学名誉教授が常々指摘しているように、予測できないことには対処できない。東日本大震災では、予測できていなかったことばかりで、うまくいかなかったことばかりであった。しかし、世の中をよく見ていけば、迅速に生産再開ができた事例や、甚大な被害を免れた事例などを見出すことができる。

そうした成功例をよく調べ、そこにどのような要因・構造があるのかを明らかにしようという取り組みを行うことになった。なお、福島第一原子力発電所の事故についても、分析を行い、研究会・学会としての見解を発信すべきではないかという議論もあった。しかし、事故原因についての本研究会・学会としての独自の分析はあえて行わなかった。詳細な分析を行う固有技術の知識も不

足していたし、タイミングを逃したのも重要な理由である。むしろ、幅広く様々な分野を俯瞰し、これからの産業界において参考となる知見をまとめていくことに力点を置く方が、本研究会の強みを活かせると考えた。

そこで、本研究会では、迅速な生産再開に成功した事例、事業継続に成功した事例、被害抑止に成功した事例などを収集・整理した。さらに、とくに重要と思われる事例については、それらに直接かかわった方々を研究会に招いて取り組み内容をご紹介いただくとともに、ディスカッションを行うという研究会を繰り返し実施した。

そうした活動の成果にもとづいて、2013年5月17日にJSQC第146回シンポジウム「震災時対応の成功事例から学ぶ—未然防止の知恵—」を開催した。さらには、そこでの議論を踏まえ、本学会誌「品質」Vol. 43, No. 4において、同名のタイトルを冠した特集号を編集した¹⁾。

筆者は、一連の調査活動の中で、女川原発の事例についても調査を行っている。原子力業界で活動されている本誌読者の皆様にとっては、女川原発が津波に耐え抜いたことは周知の事実であろうと思われるが、ここで少し紹介しておきたい。この調査において、約40年前の原子炉設置許可申請書やその添付資料を調べる機会を得た。設置許可申請書自体は型通りのものであるが、添付資料の方はそれぞれの事業者やその当時の世相を反映していて、大変興味深い。なかでも、東北電力の津波に対する並々ならぬ関心の高さは、特筆に値する。昭和40年から45年にかけて設置が申請されたいくつかの原子炉のうち、「津波」についての検討結果を明確に論じているのは、筆者の調べた限り女川原発のみであった。ただし、リスクの源は必ずしも津波だけではないので、今回の事例をもって、特定の事業者が素晴らしく、特定の事業者がダメだというようなことを言うわけにはいかない。

組織が抱えているリスクは多数あり、対策に用いることのできるリソースは限られている。すべてのリスクに対して万全の対策を取ることは、絵に描いた餅にすぎない。リスクには不確かさが伴うので、対策には当たり外れが出るのは避けられない。そのような状況のもとで、起きてしまった結果だけを以てよし悪しを議論するのではなく、その結果をもたらしたプロセスに着目し、そのプロセスをより良いものにしていく取組が事業者に求められているのではないだろうか。

プロセスへの着目と、それに基づく継続的な改善は、日本品質管理学会が得意とするところである。通常の製造工程であれば、良品の数でプロセスのよしあしを評価できる。しかし、原子力発電プラントなどの安全性を考えた場合、結果でプロセスを評価するというアプローチはうまくいかないかもしれない。何事もない、というのが当たり前の世界においては、良くなったのか悪くなったのかを結果系で評価するのは難しい。

そこで、プロセス自体を評価するような方法や、それ

に基づくプロセスの改善の方法などについての研究が必要になってくる。一部そうした研究・実践も進められているが、まだまだ十分だとはいえない。

安全・安心社会技術連携特別委員会での取り組み

日本品質管理学会では、本委員会が対応窓口となつて、日本原子力学会社会・環境部会、ヒューマン・マシン・システム研究部会、日本人間工学会安全人間工学委員会との共催による「安全・安心のための管理技術と社会環境」ワークショップを定期的に開催している²⁾。

このワークショップは、もともとは「原子力の安全管理と社会環境」と題して2007年から開催していたものであり、原子力の安全を議論の中心にそえて、原子力の専門家、ヒューマンファクターの専門家と管理技術の専門家とが一堂に会して討論を行うという、他に類のないものである。この1, 2年は、原子力に限定せずに、広く安全の問題に対して管理技術がどう貢献できるかを議論しているが、原子力安全は依然として重要なテーマの一つではある。

このように、先に述べたプロセスへの着目に基づく原子力の安全性の向上というアプローチは、福島原子力発電所の事故以前から、ワークショップでの議論という形ではあるにしろ、取り組みは進んでいたのである。このワークショップをおこなってきたことは、結果としては福島第一原子力発電所の事故を防ぐことには貢献できなかったが、全体的な方向性としては必ずしも間違ったことをやってきたわけではないと考えている。

しかし、理念として語ることと、現実の実務に対策を織り込んでいくこととの間には大きなギャップがある。そのギャップを埋めていかなければならない。

今後の課題

今後数十年に渡り、原子力の安全を確保していくことは日本社会において重要なテーマであり続けるだろうと思われる。中長期の視点で、日本品質管理学会がこれまでに蓄積してきた学術的知見・ノウハウを活かし、原子力安全のさらなる向上に貢献していくことができると考えている。そのためには、人材・研究拠点の育成、研究資金の確保が必要不可欠であり、学会横断的な研究戦略を描いていくことが重要である。今日、研究者を取り巻く環境は厳しい。学会間の具体的な連携を通じて、これまでにない新しいアプローチを打ち立てていくことを期待したい。

なお当学会のHPは下記の通りである。

<http://www.jsqc.org/>

— 参考文献 —

- 1) 伊藤誠, 他: 特集「震災時対応の成功事例から学ぶ—未然防止の知恵—」, 品質, Vol. 43, No. 4, pp. 4-33, 2013.
- 2) 「原子力の安全管理と社会環境」ワークショップ報告書 <http://nvresearch.webcrow.jp/reports.html>

日本物理学会の取組み

日本物理学会 会長(第71・72期) 藤井 保彦

I. はじめに

一般社団法人日本物理学会は、物理学の学理および応用に関する研究発表、知識交換、会員相互・関連団体との連携協力により、物理学の進歩普及を図り、もって学術の発展に寄与することを目的としており、現在約17,000人の会員を擁している。またこれまでに、13名の会員がノーベル賞(物理学11, 化学2)を受賞している。

歴史的には、1877年(明治10年)に創立された東京数学会社に源を發し、東京数学物理学会(1884年)、日本数学物理学会(1919年)と改称し、第2次大戦後の1946年1月に解散するまでの69年間、数学界と学術的に同じ屋根の下で活動していた。そして1946年に現在の日本物理学会と日本数学会が独立して設立されて以来、昨年2016年は設立70年、今年2017年は創立から140年の節目を迎えている。

ちょうど2年前の本誌の「知の統合に向けて」と題する特集記事中に、当時の日本物理学会会長(第70期)であった兵頭俊夫氏の「東日本大震災・原子炉事故への日本物理学会の取組み」の報告がある(ATOMOS Vol.57, No.3(2015)158)。そこでは事故発生直後から約4年間の活動を紹介しているので、ここでは主にそれ以降の活動について報告する。

本会では昨年「福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会」の活動に参画するに当たり、関連する情報を整理統合したポータルサイト(http://www.jps.or.jp/public/fnpp_act/index.php)を2016年11月にオープンした。そこでは本会の活動を次のように分類し、(1)以外は常時更新している：

- (1) 会員による初期の活動
- (2) 本会主催シンポジウム・講演など(一般市民、学会員対象)
- (3) 「放射線測定データアーカイブズ」活動
- (4) 「福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会」活動

II. 本会主催シンポジウム・講演など

2014年以降の活動としては、第70回(2015年)年次大会(2015.3.21~24, 早稲田大)中に次の「物理と社会」シンポジウムを開催した。

「パグウォッシュ会議2015年長崎開催に向けて一核の

被害のない世界と科学者の社会的責任—」(2015年3月22日)

1. 趣旨説明：パグウォッシュ会議2015年長崎開催に向けて
稲垣知宏(広大情報メディア)
2. 福島原発事故の教訓と科学者の社会的責任：2015年パグウォッシュ会議に向けて
鈴木達治郎(長崎大RECNA)
3. パグウォッシュと湯川精神・科学者の責任再考
坂東昌子(NPO 法人あいんしゅたいん)
4. 核の脅威：原爆被爆被害を通して
川野徳幸(広大平和科学研究セ)
5. 物理学者の社会的責任シンポジウムからパグウォッシュ会議に向けて
吉野太郎(関学大総合政策)
6. 講演者による補足と講演者間の応答
鈴木氏, 坂東氏, 川野氏, 吉野氏
7. 総合討論

III. 「放射線測定データアーカイブズ」活動

東京電力福島第一原子力発電所事故に関わる放射線測定データは、重要なデータとして人々に共有され、後世に残されるべきである。そのためには、様々な形で散在するデータの散逸、消失から守るための長期的な保全措置を講じる必要があり、それらのアーカイブズを作成する活動に日本物理学会は当初から主導的役割を果たしてきた(第69期：斯波弘行会長、伊藤好孝理事)。現在は日本学術会議が主導するワーキンググループに担当理事ならびに会長(副会長)が参画している。それらの経緯は次のとおりである：

- ・2012.7 理事会で福島第一原発事故の放射線測定データアーカイブについて検討開始。ワーキンググループ立ち上げ。
- ・2012.9 日本アーカイブズ学会と合同で「放射線アーカイブズ拡大ワーキンググループ」を立ち上げ。福島第一原発事故に関わる放射線測定データに関して、メタデータの収集と保全の枠組みについて共同で検討を開始。
- ・2013.9 日本学術会議(第22期)総合工学委員会原子力事故対応分科会の「原発事故による環境汚染調査に関

する検討小委員会」下の「初期被ばく関連データ発掘・収集ワーキンググループ」と合同し、「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する放射線・放射能測定データアーカイブズワーキンググループ」発足。

- ・2013.11.1 日本アーカイブズ学会・日本物理学会両学会長連名により、放射線測定データのアーカイブ化の重要性と測定データの保全を訴えるための声明発表。
- ・2015.4 日本学術会議(第23期)総合工学委員会原子力事故対応分科会の「原発事故による環境汚染調査に関する検討小委員会」の下に「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する放射線・放射能測定データアーカイブズワーキンググループ」再設置。
- ・2015.8.14 第1回 WG 開催(学術会議)
委員長：伊藤好孝(名大・宇宙地球環境研究所)
幹事：高橋知之(京大・原子炉実験所)
委員：22名(本会から櫻井博儀理事/理研・東大)
オブザーバー：3名(本会から藤井保彦会長・柴田利明副会長/東工大)
- ・2015.12.22 第2回 WG 開催(学術会議)
- ・2016.3.18 第3回 WG 開催(名大東京オフィス)
- ・2016.10.6 第4回 WG 開催(名大東京オフィス)
委員長：伊藤好孝(名大・宇宙地球環境研究所)
幹事：高橋知之(京大・原子炉実験所)
委員：22名(本会から永江知文理事/京大)
オブザーバー：2名(本会から藤井保彦会長)

WG では、各界で行われた放射線測定データのメタ情報収集・データベース化と、その検索サーバーの開発、公開に向けた枠組みや手順の整備、などについて議論してきた。初期被ばく関連データ発掘・収集 WG 時代の2012年8月には、学協会ルートを通じて測定データの所在に関するアンケート調査を行い、2015年からはインターネット上に公開された放射線測定データのメタ情報を収集し、メタデータベースを作成した。現在2017年

春公開を目指してメタデータベース検索サーバーの開発と公開手続きの検討を行なっている。また、放射線測定データ情報を広く収集する窓口サイト(<http://www.radarc311.jp>)を設置し、まもなく情報提供の呼びかけを、学協会ルートやプレスリリースなどを通じて行う予定である。

IV. 「福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会」活動

本連絡会は、東京電力福島第一原子力発電所事故に関連する活動について、学協会が相互に情報交換を行い連携協力することにより、福島復興と廃炉推進に貢献する活動の一層の効果的・効率的な実施・推進を図ることを目的として、日本原子力学会の呼び掛けにより32学協会が賛同して2016年5月20日に設立された。連絡会のHP(<http://www.anfurd.jp/>)

日本物理学会では、日本原子力学会が福島原発事故4年目を迎えて特集した「原発事故から4年—いま問われる『知の統合』、福島原発事故に対する各学会の取組み」(同学会誌 ATOMOΣ Vol.57, No.3 (2015))に、当時の兵頭俊夫会長が寄稿したことが契機になり、次のような経緯を経て参画している。

- ・2015.12.21 準備会開催(新橋)
- ・2016.5.20 第1回全体会開催(新橋)
- ・2016.8.2 第2回全体会開催(新橋)

活動としては、主に廃炉推進のオンサイトと福島復興のオフサイトに関わる部分に大別しているが、日本物理学会は当面後者に関する情報交換を主に行う。

本稿の作成には、伊藤好孝氏(名大・宇宙地球環境研究所)の協力得た。

なお、当学会のHPは下記の通りである。

<http://www.jps.or.jp/>

日本放射化学会と東京電力福島第一原発事故

日本放射化学会 会長 中西 友子

今回、日本放射化学会における東京電力福島第一原発事故に関わる調査・研究活動を調べたいとの依頼があった。日本放射化学会では学会設立当初から放射能汚染や環境中の放射性物質の動態が常に重要な研究テーマであった。そこで放射化学分野において、どのように環境放射能研究が醸成されてきたかについてここに紹介し、次に福島原発事故に関する日本放射化学会の活動について述べてみたい。

I. ビキニ事件が大きく関与

日本放射化学会の母体である日本放射化学討論会の第1回会合の開催は、日本原子力学会の設立よりも2年早く、1957年に遡る。当時は、1954年のビキニ環礁での放射線被ばくの事故を受け、原爆実験によるフォールアウトについての研究がさかんに行われており、現在の福島事故後と類似した状況であった。そして研究面ではビキニの事件をきっかけとして物理や化学の専門家の議論が活発となり、当時、新しい研究分野と目された「放射化学」についての草分けの時代が始まったのである。その詳細は、「遠き峯々 木村健二郎その時代」(1990年、岩波ブックサービスセンター)に詳しく綴られている。特に化学の分野では、分析化学、無機化学、地球化学研究者などが集まり、互いの研究を通して放射化学という分野が醸成されていった。つまり、放射化学者は、今回の福島の事故よりも60年以上も前から環境中の放射能汚染、放射能動態についての研究の重要性を認識し、それまでの核化学からさらに進んで環境放射能研究分野の研究を進展させてきたとみることができる。

II. 1957年に始まった環境放射能研究発表

日本放射化学会における研究の内容は、現在、1957年の初回から討論会の研究発表要旨が全てHPで閲覧可能であり、かつキーワード検索もできるようになっている。当初は言うまでもなく発表要旨は手書きであるが、日本のかつての放射化学の優れた研究者の発表要旨も閲覧することができる。初回の1957年の会合では天然放射能に始まり、放射性同位体の製造、放射能測定、放射化学分析、放射化分析、ホットアトムと放射化学の基礎分野をほとんど網羅した発表が行われている。そして3日続いた発表の後半部分では放射化学の応用編として、核燃料再処理と廃棄物処理にはじまり、ビキニの事故を

受け、放射性フォールアウトについての研究が発表の大半を占めた。フォールアウトの分離定量、核種分析だけでなく、測定法も報告されている。フォールアウトの対象も、今の福島事故後と同様であり、雨水、落下塵に始まり、食品、人体の測定も行われている。しかもその中では ^{90}Sr の測定や分析法も多く、当時から ^{90}Sr の分析法が焦点となっていたことが判る(図1)。

1959年の第3回目の発表となると、多様なフォールアウト研究が発表され、降雨中の ^{90}Sr の季節変化も非常にきれいな分析値が得られている。加えて環境中の ^{90}Sr の測定は海水中濃度や気象との関連も含め、各々、気象研におられた猿橋勝子先生と三宅泰雄先生が発表されている。ビキニの灰の分析から核分裂生成物の各種土壌への吸着、除染法について、また食品中の ^{90}Sr の測定から一日の摂取量も測定されている。どれも福島事故後に行われている調査・研究と基本的には同様の研究である。

1957年とは日本で最初の研究炉であるJRR1が臨界となった年であり、この研究炉を用いることにより、どのような放射性同位体がどう製造され、どのように分離・分析されるのかについての詳細な研究が始まったのである。そのため、研究対象となる放射性同位元素の種類も飛躍的に多くなり、核分裂生成物も含め、放射性核種の化学的性質が網羅的に調べられるようになった。そのため、フォールアウトの核種の分離・分析研究は次第に廃液・廃棄物処理をはじめとする他の研究の中に拡散していったのである。

III. 日本放射化学会と福島原発事故

福島事故に関わる環境放射能研究にはかなりの数の日本放射化学会員が関与しているが研究グループの規模は個人単位から大きなプロジェクト研究まで様々である。2011年に纏められた日本放射化学会の取り組みは以下の通りであった。

- 会員の自発的環境測定推進呼びかけ、ホームページ(HP)への公開
- 日本地球化学会/日本地球惑星科学会連合との連携による放射性核種測定への参画
- 福島県土壌測定：県と農水省主導による農地土壌調査の測定依頼への対応
- 福島県土壌調査PJの推進(文科省主導PJ)
- 放射化学討論会の特別公開セッションの実施

B部会 (応用放射化学)

討論主題: 核燃料再処理及び廃棄物処理に関する放射化学的

問題

(総説) 核燃料再処理および廃棄物処理について。(30)

日本原子力研 中井敏夫

B-1 (1) ウランのTBP抽出に関する一考察 (13)

日本原子力研 O内藤奎爾、鈴木敏夫

B-2 (2) TBPによる核分裂生成物の分配平衡。(13)

日本原子力研 O梅沢広一、原礼文助

B-3 (3) 廃棄物処理におけるルテニウムの分離。(13)

日本原子力研 中井敏夫 矢島聖侠

O木村幹 山口千鶴子

B-4 (4) 放射汚染除去に関する基礎的研究。Fe(OH)₃ の効果 (13)

京大理 石橋雅義、重松恒信、小山睦夫

B-5 (5) 希土塩酸溶液中のZr-95及びNb-95の強酸性陽イオン交換樹脂に対する挙動。(13)

日本原子力研 矢島聖侠

B-6 (6) J.R.R. / 燃料溶解に関する報告。(13)

日本原子力研 内藤奎爾 梅沢弘一

特別講演

ユネスコ主催 ラジオアイソトープ会議に出席して。(60)

日本原子力研 木村健二郎

(終了後 懇親会 会場上に同じ)

討論主題: 放射性フォールアウトおよび汚染された物質中の

放射性核種の分離定量に関する問題

B-7 (1) イオン交換樹脂による水中の核分裂生成物質の分離定量について — 特に夾雑物及びキヤリヤーの処理について。(12)

神戶大理 O平田博行 北野康

B-8 (2) 雨水及びフォールアウト中のSr-90の定量について。(12)

国立予防研 伊沢正実、永井充、岩田辰夫

樽谷修 実食洋子、

B-9 (3) 雨及び落下塵の放射性ストロントニウム含量について (12)

京大研 三宅泰雄 杉浦吉雄

猿橋勝子 葛城幸雄

B-10 (4) フォールアウト中のSr-90およびSr-89の分析について。(12)

東大理研 O千葉盛人 斎藤信房

料 研 橋爪朗

B-11 (5) 1956〜7年新潟における雨水中のSr-90の含量。(12)

新潟大理 小山誠太郎 外扶武

B-12 (6) 天然水中のSr-90の辺差分析法について。(12)

鹿児島大文理 O大西富雄 鎌田政明

B-13 (7) カリウム含有試料のK-40補正について。(12)

東大理 村上悠紀雄

B-14 (8) フォールアウト中のプルトニウムの分析について。(12)

東大理 斎藤信房 O岡根達世

B-15 (9) 食品、人体、土壌等におけるセシウム-137の濃度決定。(15)

群馬大工 O山県登 松田俊治

山梨大 山梨登 田島栄作

B-16 (10) フォールアウト及び植物中のSr-90及びCs-137の放射化学分析 (15)

静大教育 O塩川孝信 八木益男

小林啓示 曾根教夫

(11) (総説) 放射能汚染の諸問題 (30)

東京教育大理 三宅泰雄

図1 第一回放射化学討論会講演集(昭和32年12月学士会館)

中でも、①の会員への呼びかけは3月15日に行われ、HP公開開始は3月22日と極めて迅速に行われ、学会誌(JNRS)特集号も出版された。④の測定試料もエアダスト、土壌、花粉と多岐に渡っているが、土壌試料の採取は2,000ヶ所を上回り、福島県における放射性セシウムだけでなく、放射性ヨウ素のマッピングも行われた。

昨年の放射化学会では口頭発表の約3割、ポスター発表では半数ほどが福島事故関連の研究発表であった。日本放射化学会の年会での発表も含め、以下にごく簡単ではあるが特筆したい活動を紹介する。

① 山本政儀(金沢大学, 2016年の学会賞受賞者)

2016年の放射化学会受賞者である、山本特任教授は、アクチノイドの専門家であるが、一貫して環境放射能の研究を続けてきた。それも土壌・水などに含まれる放射性核種について、国内に留まらず、セミパラチンスクでの原爆実験の影響も詳細に研究し、カザフスタンからの特別賞も受賞している。福島の事故直後には福島第一原発正面から僅か1kmの地点での土壌を分析しNHKのETV特集にも報道された。

② 「環境放射能」研究会

日本放射化学会員が行っている環境放射能についての活動は、福島事故より前から行われているものが多いがその中でも、当時の高エネルギー研究所との共催で、「環境放射能」研究会が1999年から開催されてきており、昨年で第17回目となった。毎年100件ほどの発表があり約200人が参加してきている。若手の奨励賞や、一部、中高生のポスター発表も行われている。

③ 大学等の連携研究

学会員の連携した活動を数例紹介する。まず、文部科学省の新学術領域研究も含む科研費に関わる篠原厚大阪大学教授と長尾誠也金沢大学教授の活動を紹介したい。

篠原教授は京都大学、金沢大学などと共同して全国規模の土壌の大規模サンプリングを展開中であり、福島原発事故による放射性核種の放出機構と化学状態の解明へと研究を進展させようとしている。化学形態については、エアロゾル、セシウムボールの研究も含め、炉内事象の模擬化学実験や核種輸送経路実験を通して環境中の微量核種を精密に測定しようとする試みである。なお、セシウムボールについては筑波大の末木啓介教授の取り組みが2014年12月NHKサイエンスゼロで紹介されている。

金沢大学の長尾教授は科研費・新学術領域研究において、河川中の放射性セシウムについて東北大学と共同研究を行っている。この河川研究は海洋研究へと展開してきており、福島海洋科学館、群馬県水産試験場、海洋技術安全研究所、Woods Hall 海洋研究所との共同研究ならびに海洋調査船での海水の調査も行われている。

④ 農業分野の影響調査

福島事故の農林・畜産・水産業への影響については東京大学農学部が事故直後から40-50人の教員が共同研究を展開してきており、その結果は定期的な調査研究結果の報告会(これまでに13回実施)、と共に学術書としてSpringer社などから出版してきている。また、これらの成果を基に、大学のカリキュラムとしての放射線教育を開始した。

始めに述べた1954年のビキニ環礁における水爆実験の影響が、その後の放射化学の発展を促したように、今回の福島事故を受けて環境放射能研究の流れが放射化学分野の中でさらに深化されていくものと考えている。

なお当学会のHPは下記の通りである。
<http://www.radiochem.org/index-j.html>

福島原発事故に対する日本放射線影響学会の取組み

日本放射線影響学会 理事長 藤堂 剛

I. 一般社団法人日本放射線影響学会の設立および活動

1954年3月1日、ビキニ環礁での米国による水爆実験に巻き込まれた漁船第五福竜丸の乗組員23名がフォールアウトによる被ばくを受け、急性放射線症を発症する事態となった。事故後、基礎班、医学班、生物班、水産班、地球物理班からなる放射線影響調査特別委員会が設置され、放射線の環境および人体に対する総合的な影響研究が開始された。放射線影響研究の進展にともない、幅広い専門分野の研究者の分野横断的な相互理解の必要性が認識され、「放射線が人体と環境に与える影響およびこれに関する諸科学の進歩に寄与し、研究者間の連絡と協力を計ることを目的」として日本放射線影響学会が1959年7月2日設立された。以後、本学会は基礎研究を中心に会員の情報交換の場を提供し、研究の推進をはかるとともに、チェルノブイリ原子力発電事故、JCO ウラン加工施設における臨界事故、東京電力福島第一原子力発電所事故、あるいは放射線診断での医療被ばくによる健康問題(Lancet 論文問題)等に対処する等、社会への貢献を果たしてきている。現在の会員数は約900人で、その多くは、アカデミックおよび企業の基礎研究者及び学生である。近年は、医学・生物系の研究者の割合が増加している。

II. 福島第一原子力発電所事故への対応

福島第一原子力発電所事故後、当学会では被災された地域およびそれ以外の地域での啓発活動および環境・健康影響に関する学術活動を行ってきた。

III. 初期対応

設立の経緯およびその後の学会活動で述べさせていただいたように、本学会員の多くは放射線の環境および生物影響研究を本務としており、その専門性を活かすべく事故後直ちに会員有志が個人的に活動を開始した。同時に学会としても素早い対応を行なったが、短いながらもタイムラグがあり、学会対応のいくつかは先行した個人的活動を集約し、それらを引き継ぐものとなった。会員による初期活動の一つは、ホームページ「放射線の健康影響に関するQ&A」の立ち上げである。これは渡邊正己会員(当時京都大学原子炉実験所教授)が会員から有志を募り、主にメールにより一般の方々からの質問に対し解説を返信する形式の啓発活動で、事故直後の3月18日に開始され、それ以後膨大な数の質問が寄せられた。

その後本グループの活動は、本学会が引き継ぎ、現在も続けられている。その詳細については、以下の「啓発活動」で述べる。学会としては、日本学術会議からの「東日本大震災への学術としての対応についての意見募集」へ参画するとともに、同年5月8日に「震災対策検討ワーキンググループ」を設置し、日本科学未来館が立ち上げる「地震・原発・放射線等関連情報発信ページ」の内容について監修を行うとともに、学会長に「日本放射線影響学会が福島第一原子力発電所事故を受けて行うべき行動について」の答申を行った。これを受け、学会として同年8月13日に「原発事故対応委員会」を設置し、学会長が委員長となり学会としての活動を統括する事とした。その後、本委員会の活動は「教育・研修委員会」を経て「放射線災害対応委員会」に引き継がれている。

IV. 啓発活動

1. 「放射線の健康影響に関するQ&A」：メールによる放射線影響に関する疑問への対応

既に述べたように、本活動は、震災直後に開始されたが、極めて多数の質問が寄せられ、最初の2ヶ月の間に約1,500件、その後の3ヶ月間に約2,500件を超える質問に回答した。質問は全国から寄せられ、被災地のみならず一般の方々の放射線被ばくに対する関心が極めて高いことを示している。本活動は現在でも続けられており、本学会ホームページの表紙画面に「どんな質問でも学術的な情報支援を行います。放射線の生体影響に関する疑問を解消しませんか?」のパナーを設置し、一般の方々が自由に質問できるようにしている。

2. セミナー・講演会の開催

「放射線の健康影響に関するQ&A」グループおよび「原発事故対応委員会」「教育・研修委員会」「放射線災害対応委員会」により、被災地を中心に全国で「放射線影響解説セミナー」「放射線影響解説討論会」「放射線影響解説講演会」を開催している。開催回数は、平成28年1月末の段階で合計157回を数え、延べ人数で15,222人が受講している。本活動は、市役所・保育園・小中高校等の公的組織、あるいは病院や様々な団体等に現地の世話人となっていただき、講演場所の確保および広報等の企画をお願いし、本学会から数名の講師を派遣し開催するという形態を取っている。受講者としては、一般の方々から、保育園・幼稚園・小中高校の先生・生徒、医師、看護師まで幅広い職種・年齢の方が参加されている。ま

た、開催場所も、福島県内を含む被災地のみならず、全国様々な場所で広範囲に開催している。

3. 出版活動

「放射線の健康影響に関する Q&A」グループおよび「教育・研修委員会」が編集した放射線影響に関する一般向け解説書「本当のことを教えて！放射線リスク-放射線影響研究者からのメッセージ」を 2014 年(平成 26 年)10 月 1 日に出版した。

4. 市民公開講座

学会の年次大会に合わせ市民公開講座を開催している。以下にそのテーマ及び開催場所・日時を示す。

「低線量被ばくのリスクを科学する - 福島原発事故を受けて -」(2011 年 11 月 19 日；神戸市)

「放射線とマスメディア」(2012 年 9 月 8 日；仙台市)

「福島の現状と復興に向けた弘前大学の取り組み」(2013 年 10 月 20 日；青森市)

「放射線の基礎と応用 - 福島事故と放射線/今だからこそ考える、私たちの暮らしとエネルギー問題」(2014 年 10 月 1 日；鹿児島市)

「広島・長崎が 5 年目の福島に贈るメッセージ～被ばく者に寄り添っての健康見守りと科学調査の調和点～」(2016 年 10 月 26 日；広島市)

5. 一般市民に対する教育プログラム

一般の方々に、系統的に講義を聞いていただき、より深く放射線について理解していただく為に、「放射線の健康影響に関する Q&A」セミナーを担当する教授陣を中心に教育プログラムを設定し、京都大学放射線生物研究センター並びにお茶の水女子大で、計 4 講座の連続講義を行い、20 名の修了生を輩出した。

6. 社会に向けた意見発信

コミック週刊誌に「福島の真実編」と副題のついた作品が掲載された。科学的な見地から「真実」と名付けるにはふさわしくないと判断できる箇所を含んでおり、この点をホームページ上で科学的事実とともに指摘した。

V. 学術活動

1. 学術大会でのシンポジウム・ワークショップ

本学会年次大会において、福島第一原子力発電所事故関連のシンポジウム・ワークショップを開催してきた。以下にシンポジウムのタイトルを記載させていただく。

・第 54 回大会(神戸市)特別シンポジウム「福島原子力発電所事故の概要と環境汚染、線量評価、健康影響」

・第 55 回大会(仙台市)特別シンポジウム 1「原子炉で何がおこったか、2「緊急被ばく医療」、6「放射能汚染と除染」、7「被災動物から学ぶ」

・第 56 回大会(青森市)特別シンポジウム「Advances in dosimetric and medical management of radiation emergencies」

・第 15 回国際放射線学会(京都市)シンポジウム「Lessons learned in health and medical aspects: from A-bomb and

Chernobyl to Fukushima」[「Environmental and health effect of the Fukushima nuclear accident」]

・第 59 回大会(広島市)特別シンポジウム 1「福島原発事故による環境影響」、2「福島原発事故への対応と健康影響評価」

2. 学会誌特集号の出版

本学会は、学会誌として Journal of Radiation Research(JRR)(英文誌、1960 年創刊、2015 年度インパクトファクター 1.54)を刊行している。福島第一原発事故による環境および健康影響に関する 10 編の論文を掲載した JRR 特集号(Special Issue-Fukushima)を 2015 年(平成 27 年)12 月に発行した。本特集号発刊によりダウンロード数が 180%増加した。また、JRR および他のジャーナル 9 誌からを含め 30 編からなる論文を「福島コレクション」として、JRR ホームページ上で 2016 年 3 月 11 日に無料公開した。これによりダウンロード数が 512%増加した。ダウンロード数の顕著な増加は、学術的にも多大な関心を集めていることを示している。

3. 放射線リスク科学教育の推進

事故後に行っている講演会で痛感されるのは、我が国では放射線に関する知識が行き渡っていないことである。これは一般の方々に限らず、一般の方々が健康問題で頼りにすべき医療関係者においても同様である。一般の方々以上に医療関係者には放射線に関する知識が重要であり、本学会では医学部での放射線リスク科学教育の充実を訴えてきた。幸い日本学術会議(第 22 期)の放射線防護・リスクマネジメント分科会からの提言もあり、国立大学医学部長会議の下にワーキング・グループが設置され改善への歩みが開始されている。

VI. 今後の予定

本学会が行ってきた福島第一原子力発電所事故に対する啓発活動および学術活動について述べてきた。福島第一原子力発電所事故による放射線の環境影響および健康影響は、本学会が今後数十年に渡り取り組むべき課題である。これまでの活動を引き継ぎ、啓発活動および学術活動を行うのが基本方針であるが、時間経過とともに被災者が必要とする事項が変化し、また事故後調査の成果が蓄積されてくると思われる。これらに柔軟に対処したいと考えている。本学会会員には、福島での健康調査に直接あるいは間接的に関わっている研究者が多くいる。それらの研究成果を学会として適宜纏めて発表する機会を確保して行きたいと考えている。

「放射線の健康影響に関する Q&A」グループおよび本学会委員会による講演活動には京都大学放射線生物研究センター、財団法人国立大学協会、独立行政法人科学技術振興機構、日本コルマー株式会社、公益財団法人ひと・健康・未来研究財団からファイナンシャル面でのご支援を受けた。この紙面をお借りして御礼申し上げる。

本学会のホームページ < <https://www.jrrs.org> >

日本保健物理学会の取組み

日本保健物理学会 会長 甲斐 倫明

I. はじめに

一般社団法人日本保健物理学会は、1962年に120名の会員で日本保健物理協議会としてスタートした。国際的には学会の連合組織である国際放射線防護学会(IRPA)が1965年に結成され、当時の日本保健物理協議会の全会員約300名が創立会員としてIRPAへの入会を認められた。IRPAの国際会議は第1回IRPAがローマで開催された後、4年ごと世界各地で開催されてきた。2000年には日本保健物理学会がホスト(草間朋子組織委員長)となつて、第10回国際会議(IRPA10)を広島で開催し、世界54カ国・地域から1,179名にのぼる世界の放射線防護に関係する研究者・行政関係者・技術者・実務家が参加した。原爆の投下地である広島で開催したことは歴史的にも記念すべきIRPAとなった。当時の日本保健物理学会は会員数約1,100名を抱えていた。その後、多くの会員が定年を迎えるようになり、高齢化とともに入退会数のバランスもあって現在の会員数は700名あまりとなっている。とくに若手会員の減少は放射線防護分野の人材育成の厳しい現状を反映している。放射線防護の学術団体として50年以上にわたって長きに活動してきた歴史の中で、JCO事故と福島第一原子力発電所事故と重大な2つの原子力事故を経験し、放射線防護の新たな課題に直面してきた。原子力事故の社会的な特性もあって、保健物理学会は、低線量での防護ではしきい線量がないと仮定するリスクベースの放射線防護の根本問題の難しさと常に向き合う中で歩んできた。

II. 福島第一原子力発電所事故対応

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故(福島事故)を受けて、日本保健物理学会は、学会ホームページに「暮らしの放射線Q&A」コーナーを設け、一般の方々からの相談を受け丁寧に対応していき取組みを行った。2013年1月末までに質問の受け付けを終了するまでに1,870件の質問が寄せられた。現在、このサイトは閉鎖しているが、そのうち80を厳選して全面的に改稿したものは朝日出版社から「専門家が答える暮らしの放射線Q&A」として出版されている。この中には、当時の社会の不安定な状況を反映して質問というよりも大変厳しいお叱りや批判もある。放射線防護専門家に対する辛辣な意見もそのまま掲載してある。当時の厳しい社会との関係を見てとることができる。しかし、全般的には頂きたいかなる質問に対しても軽重によって区別するこ

となく、できる限り科学的な根拠をつけて丁寧に説明することを行ったことは高く評価された。一方、学会として福島事故がもたらした問題を分析し、2012年4月17日に「福島第一原子力発電所事故に関する放射線防護上の課題 —日本保健物理学会の対応と提言」をまとめた。2012年に英国グラスゴーで開催された第13回国際放射線防護学会(IRPA13)に報告し、2014年11月28日に「Issues and Recommendations Associated with Radiation Protection after Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Disaster」というタイトルの英文報告書として公表した。2014年11月28日には、第2期提言として和文・英文の報告書をまとめた。これらの内容は、学会主催の福島プロジェクト特別シンポジウムI(2013年5月25日開催)及びII(2014年2月22日開催)や、事故報告書(政府、国会、東電)の分析を行いまとめられた。

III. 専門研究会

日本保健物理学会には専門研究会の仕組みがあり、会員が自らメンバーを組織して、少ないながらも活動費の支援を受けて放射線防護の課題に2年間で取り組むことができる。過去10年間には、下記に示す専門研究会が活動してきた。研究会の名称から明らかのように放射線防護の多様なテーマに会員が取り組んでいることがわかる。すでに終了した専門研究会の報告書は学会ホームページに掲載されている。

- ・航空機乗務員の宇宙線被ばくに関する専門研究会
- ・放射線防護に用いる線量概念の専門研究会
- ・ICRP新消化管モデル専門研究会
- ・ウランの健康影響検討専門研究会
- ・放射線安全の新しいパラダイム検討専門研究会
- ・放射線教育の推進支援に関する専門研究会
- ・医療放射線リスク専門研究会
- ・ラドンの防護規準に関する専門研究会
- ・放射性核種ごとの防護上の制限値に関する専門研究会
- ・体外計測に関する標準計測法の策定に関する専門研究会
- ・福島第一原子力発電所事故後における放射線防護上の教訓に関する専門研究会(28年度まで活動中)
- ・水晶体の線源限度に関する専門研究会(28年度まで活動中)
- ・低線量・低線量率リスク推定法専門研究会(28年度から開始)
- ・原子力防災における体外計測の経験の総括と課題に関

する専門研究会(28年度から開始)

この専門研究会の活動は、会員からボトムアップで組織され、企画委員会および理事会で承認を得て開始するもので、学会の活性化には欠かせない活動のひとつである。福島事故後の専門研究会は福島事故問題と関係したものが中心となって活動を行ってきている。

IV. 臨時委員会の設置

福島事故後、専門家集団は厳しい社会との関係にある中で、学術団体としてしっかり前に進むために、学術的成果と社会との信頼回復に向けた取組みを2015年には開始した。まず、2つの臨時委員会を設置し、放射線防護専門集団である保健物理学会が取組むべき放射線防護の学術的課題として、国民線量評価と内部被ばく影響評価を取り上げた。大地や大気中の放射性核種、宇宙放射線、食品中の放射性物質等による被ばく線量については、1955年に設置された国連科学委員会(UNSCEAR)が世界的な調査を進め、数年間の検討結果を報告書として継続的に公表してきた。しかし、そこには日本のデータはない。国内では原子力安全研究協会が国民線量に関する報告書を取りまとめてきたが、その刊行は不定期で約20年のインターバル(1992年及び2011年)があったし、国際的な発信力にも欠けていた。国民線量評価委員会では、日常的に受けている自然放射線を中心として線量評価データをレビューし、その結果を論文で公表する。また、学会として、継続的に国民線量評価を進める枠組み作りの検討を行うことを目的とした委員会である。内部被ばく影響評価委員会は、福島事故後に社会的関心が高い内部被ばくに対する健康影響は専門家でさえ一般にわかりにくい。放射線防護では、預託線量と臓器平均吸収線量による評価法に基づく内部被ばく線量を計算し、実効線量が同じであれば外部被ばくと同じ全身等価リスクという前提で放射線防護が組み立てられている。このような状況の中で、内部被ばくに関する線量評価とその健康影響については、影響との関係から線量評価法に対する批判や誤解があり、社会の中にも十分な理解が得られていない。日本保健物理学会は、内部被ばくの線量評価法とその影響に関する知見をレビューし、科学と防護の基礎を明らかにし、社会に発信する役割があることから、本委員会を設置し、内部被ばく影響評価に関するレビュー論文をまとめ、社会に解説することにした。また、内部被ばく影響評価委員会が中心となって、平成28年度から、環境省の環境研究総合推進費「原発事故により放出された大気中微粒子等のばく露評価とリスク評価のための学際研究」のサブテーマとして、不溶性微粒子の放射性セシウムからの体内被ばく線量評価研究に取組を開始した。

V. これからの課題

従来、学会の役割は研究発表会と学会誌の発行を中心

として会員の学術活動および実践活動の支援であったし、今後も中心にあることは間違いがない。学術的成果の発信にとどまらず、日本保健物理学会のこれからの取組を展望するとき、他学会および他分野との連携強化を進めていくことが必要と考えている。

福島事故によって次の問題が顕在化したと認識している。古典的な放射線防護規制の限界、専門家間の理解・認識の違いが与える社会的影響、放射線分野の特殊性・閉鎖性などの問題は日常の放射線管理では顕在化することがなかったが、事故の非日常性と社会的な影響によって増幅した。そこで、社会における専門家の役割が問われる状況において、放射線防護に関するコンセンサスの不足が社会から信頼を失った面があった。放射線影響、その理解をもとに放射線防護体系との関係、さらにはリスク感覚など、放射線に従事する専門家のスペクトルが広いこともあり、専門家間で共通の理解をもっているとは限らない。むしろ乖離が顕著に認められる。しかし、社会から見たとき、放射線は何がわかっている、何がわかっているのか、その状況のもとでいかなるアプローチをしているのか、広い意味での放射線専門家集団がコンセンサスをもつことは社会との信頼回復を得るためには不可欠である。

「福島第一原子力発電所事故に関する放射線防護上の課題—日本保健物理学会の対応と提言」に整理された数多くの提言や課題は今後の議論の放射線防護を考える上での重要な資料となると考える。しかし、それを実現するあるいは解決策を見つけていく際に、従来のように放射線防護の専門家集団だけでは困難さが伴う。それは放射線防護の多くの課題がサイエンスや技術的な方法だけでは解決できない問題であり、社会的な判断を含むものが多いからである。まずは、関連学会連携を推進し、放射線問題の対話を通してコンセンサスの構築を行っていく必要がある。また、線量概念の複雑さや物理量からリスク量まで扱う放射線分野の特殊性・閉鎖性からくる他分野の専門家とのギャップを埋めていくためには、他分野との連携も進め、分野を超えた学術的交流を推進していく必要がある。これらは、放射線防護を専門とする学術団体が行うべき新しい課題である。

なお当学会のHPは下記の通りである。本稿で述べて報告書などはすべて掲載されている。

<http://www.jhps.or.jp/>

— 参考資料 —

1) 甲斐倫明, (巻頭言)これからの保健物理を考える, 保健物理, 50(3),155-157,2015.

本稿は、日本放射線安全管理学会第13回シンポジウムで講演した内容(放射線安全管理学会誌, 15(2),138-139,2016)を加筆修正したものである。

日本リスク研究学会の取組み

日本リスク研究学会 会長 前田 恭伸

日本リスク研究学会の紹介

科学技術の発展は、私たちの社会に多大な恩恵をもたらすと同時に、様々な不確定性(リスク)を内包している。それらリスクの適切な評価と管理を扱うために、一般社団法人日本リスク研究学会は1988年に設立された。当初より学際的なアプローチを重視し、自然科学、医学、工学、社会科学等といった多様な分野を専門とする研究者や実務担当者の交流を進めるとともに、研究発表の場を提供してきた。扱う分野も、環境、防災、生態、食品安全、放射線、社会心理、保険・金融などに及んでいる。

学会誌は、国内誌を季刊で発行しているほか、欧州に拠点を置く Society for Risk Analysis-Europe とともに、Journal of Risk Research を共同発行している。また、『リスク学事典』を2000年に発行した。その中で、防災科学、公衆衛生、環境医学、環境工学、放射線科学、保健学、社会心理学、災害心理学、経営学など、個別分野における「安全の科学」をふまえて発展した、総合科学としての「リスク学」の成果を体系的に紹介している。2006年には増補改訂版も出版された。さらに、2008年に発行した『リスク学用語小辞典』は、リスク関連用語の辞典として本邦初となる書であり、全12領域・約1,600語を取録し、広範かつ専門性の高い用語を平易に解説している。

福島原発事故への本学会の取組み

福島第一原子力発電所事故後、本学会では会員がそれぞれの立場から取組みを行うとともに、学会全体としてもいくつかの活動を行ってきた。これらのうち、原子力・放射線リスクに対する取組み、食品安全に対する取組み、特に学会として対応してきた震災直後の災害対応特設サイト、そして東日本大震災対応特別委員会の活動について紹介する。

原子力・放射線リスクへの取組み

本学会員の中には原子力・放射線のリスクに関する専門家が多くおり、その多くは震災直後から現在に至るまで、各々の立場で事故対応の支援を行っている。その活動は、現地派遣による放射線モニタリングや県民の線量評価、リスクコミュニケーションや放射線教育、放射線規制への助言や国際機関への情報発信、さらにはこうした活動のための人材育成などと多岐にわたる。こうした個人の経験や知見は、年次大会のシンポジウム等を介し

て会員間で共有するとともに、学会誌上でも報告し社会にも広く発信している。特に放射線のリスク知覚やコミュニケーションに関しては、毎年数多くの成果発表がなされるとともに、特別セッションが企画され、評価手法や今後の課題、あるいは異なる立場でのアプローチなどについて深い議論を行ってきた。

自然科学と社会科学の両面から総合的にリスク関連の判断を行う学問領域を、放射線分野では「放射線防護」と呼び、他分野では「レギュラトリーサイエンス」と呼んでいるが、当学会においてその垣根はない。「リスク研究の在り方」「災害のアセスメントとガバナンス」「安全目標」「リスク報道におけるメディアとの連携」などをテーマにしたイベントでは、放射線や原子力だけの議論に閉じず、包括的かつ学際的な視点からの議論を行なっている。

被災者を主人公とする復興のあり方の検討及び食品安全

事故当初厚生労働省は、飲食による危害発生防止と国民の健康保護の観点から「飲食物の摂取制限に関する指標」を参考に暫定規制値を公表し、規制値超過食品の出荷停止などの対応で消費者の安全を守った。この検査結果は同省ホームページに公表されたが、多項目の膨大な表でかつ説明不足のため国民の理解を十分支援できず風評被害を招いた。関澤純元会長は食品安全に関わり、被災地を含む全国数十か所に招かれ放射性物質別、月別、食品別の分かりやすいグラフなどで汚染の推移を示し質問に答え、多くの方から理解と納得を得た。この成果は、食品衛生学雑誌、日本リスク研究学会誌にて報告され、さらに研究者以外の理解支援のため「食品の安全と放射性汚染」(コープ出版)として出版された。他方、多数の被災者が住む家を奪われ、無理な移動や介護不備のため多くの方が亡くなり、見通しが持てず自殺される方が少なくない状況にある。国の一律的除染と帰還推進に対し、研究グループとしては被災者の自主選択を尊重し、被災地NPOなどに協力し彼らの実情と要求を取材しビデオライブラリとして共有し、被災者を主人公とする今後の生活と復興を考える支援を続け、この経過は日本リスク研究学会年会にて報告されている。

震災直後の特設ウェブサイトの運用

東日本大震災直後、頻繁な余震の発生、そして、福島原

電力発電所事故の影響で様々な情報が飛び交い、市民にとっては不安な日々が続いていた。そこで、当学会では、その不安や疑問を少しでも解消するために、市民から質問を受け付け、リスクの専門家として回答するための Web サイトとして、「一般社団法人 日本リスク研究学会 災害対応特設サイト」を 2011 年 3 月 20 日に開設した。

Web サイトは当時の学会長と数名の学会員がボランティアで設置・運営し、市民から受け付けた質問毎に、その分野で専門的知見を有する学会員に回答を募り、結果を Web サイト上で公開するという流れで行われた。

質問は地震災害と原発災害の 2 つに大きく分かれ、その多くは 3 月と 4 月の 2 ヶ月間に寄せられた。最後の質問は 9 月に受け付けたもので、結果として、地震災害に関する質問が 19 件、原発災害に関する質問が 20 件となった。

原発災害に関する質問の多くは、飲料水や食品に対する放射性物質による汚染に関するものであった。例えば、「牛乳や野菜に放射能汚染が広がっていると聞きましたが、どのようなものが食べられないのでしょうか?」「食べ物から放射能を取り除く効果的な方法を教えてください。」(原文通り)というような質問が寄せられた。また、「イソジンやヨードチンキなどを飲めば、被ばくしても大丈夫ですか?」というような、当時一般に流布していた不確実な情報に関する質問もみられた。回答においては、リスクに関する専門的視点に立ちながらも、理解しやすい表現にしよう努めた。また、「たとえば、放射線を気にしすぎて食が偏って健康を害することがあっては本末転倒」(原文通り)という形で、様々なリスクの総合的な理解を促すことも、リスクを専門とする学会として重要視した。

その後も、当学会ではいつでも質問を受け付けることができる状態で Web サイトを運営していたが、それ以降質問が寄せられることはなく、2014 年 8 月をもって、Web サイトでの質問受付を終了した。なお、ここで寄せられた質問と回答は、災害対応時の記録として、当学会の Web サイトにおいて保存・公開を継続している¹⁾。

東日本大震災対応特別委員会の活動

本学会では、2011 年 8 月に東日本大震災対応特別委員会を設置し、リスク学の視点から分野横断的に研究を集約し、情報を発信する取組を行ってきた。

まず、2011 年度 11 月には年次大会において下記の 2 つの特別セッションを実施した。

特別セッション(1)リスク学から見る「想定外」: LPHC (Low Probability High Consequence) リスクのアセスメント・ガバナンス再考

特別セッション(2)東日本大震災からの復興の課題と対応: リスクに協働して対処する側面から

次に海外への情報発信として、英文冊子が作成され、

2013 年 3 月 11 日に公開された²⁾。この冊子は、東日本大震災に対する日本のリスク研究者の取り組みについて、できるだけバラエティに富んだ論文を集め、海外に向けて公開することを第一の目的として編集された。33 名の日本のリスク研究者が執筆した。英文冊子の公開後、最初の 1 年だけで 2,000 件を超えるダウンロードがあり、日本のほか、アメリカ、ブラジル、オーストラリアなど様々な国からアクセスされた。

これらの情報発信に加え、特別委員会では調査のための小委員会を設けた。震災と原発事故後のわが国の社会において、10 年後、30 年後を見据えた時にどのようなリスクが起りうるかについて、本学会員を対象としたデルファイ法によって、わが国の将来のリスクシナリオを明らかにしようというのが、この委員会の狙いであった。災害後 4 年間に渡って続けられた調査の結果は「日本リスク研究学会からの提言」という形で Web サイトに公開された³⁾。その概要は下記のようなものである。

- ・将来のエネルギー政策に対する学会員の意見は「脱原発シナリオ」と「ベストミックス(原発共存)シナリオ」の二つに分かれた。回答者の 6 割は原発共存シナリオがより現実的であると回答し、4 割はその逆の回答をした。
- ・今後備えなければならないリスクとして、エネルギー開発、世界的食糧問題、少子高齢化、地球温暖化、巨大地震と津波、電子情報と ICT の脆弱性、アジア諸国の政治・経済・外交・軍事からのリスク、パンデミックなどが挙げられた。
- ・エネルギー開発のリスク、世界的食糧問題、地球温暖化などは原発共存シナリオを加速するだろう。一方、巨大地震と津波、少子高齢化、ICT の脆弱性などのリスクはシナリオを脱原発にシフトさせる可能性を持つ。

将来のエネルギー政策を十分吟味するとともに、来るべきリスクに十分に対処することが求められている。

なお当学会の HP は下記の通りである。

(本学会の HP <http://www.sra-japan.jp/cms/>)

— 参考資料 —

- 1) 一般社団法人日本リスク研究学会(2016): 一般社団法人日本リスク研究学会 災害対応特設サイトバックアップデータ, <http://www.sra-japan.jp/cms/download/251/>
- 2) The Committee of the Great East Japan Disaster, Society for Risk Analysis, Japan (2013): Emerging Risk Issues learned from the 2011 Disaster as Multiple Events of Earthquake, Tsunami and Fukushima Nuclear Accident, <http://www.sra-japan.jp/cms/uploads/311Booklet.pdf>
- 3) 東日本大震災調査特別委員会(2016): 日本リスク研究学会からの提言 地震発生から 5 年を踏まえて, http://www.sra-japan.jp/cms/uploads/message_from_SRA_Japan.pdf

日本ロボット学会の取組み

日本ロボット学会 副会長 吉見 卓
理事・事務局長 細田 祐司

日本ロボット学会の概要

一般社団法人日本ロボット学会は、学术界及び産業界のロボット工学の相互発展を目指し、研究発表と技術交流の場を提供することを目的として、1983年1月28日に発足した。現在個人会員数は約4,100名、また賛助会員数は約70団体で、個人会員の内訳は、大学・国公立研究機関関係者の正会員、企業人の正会員、学生会員が各々約1/3である。当学会の基本的な活動としては、日本ロボット学会誌及びAdvanced Roboticsの発刊、日本ロボット学会学術講演会及びロボティクスシンポジウム(3学会持ち回り)の主催、ロボット工学セミナーの実施、各種国際学会の共催・協賛、各種表彰、各種研究会活動等がある。これに加えて、若手工学教育事業、産学連携活動、今回紹介する防災対応ロボット技術・運用に係る活動等、社会のニーズに応える活動を積極的に推進している。

東日本大震災・福島原発事故に関連した活動

日本ロボット学会では、東日本大震災の発生以来、ロボットの利用に関して情報収集を行い、東日本大震災関連の委員会を学会内に立ち上げ、継続的な活動を行ってきた¹⁾。以下に、その内容を紹介する。

①日本ロボット技術関連学術団体共同声明(2011.4)

東日本大震災およびそれに伴う福島原子力災害への対策およびそれからの復興に向け貢献するとの強い決意のもと、日本ロボット学会をはじめとするロボット技術に関連する5つの学術団体が、「東日本大震災およびそれに伴う福島原子力災害に対する日本のロボット技術の適用に関する声明」²⁾を発表した。

②対災害ロボティクス・タスクフォース(2011.8-)

対災害ロボティクス・タスクフォース³⁾は、東日本大震災と福島原子力災害からの復旧・復興に向けて、ロボット技術を有効に利用するための技術上の問題、適用と運用の方策などについての情報交換、意見交換を行うために集まった有志の会である。日本のロボット技術関連の各種学術団体、日本学術会議、産業界などとも連携する超学会組織であるが、その設立からその後の活動において、当学会会員である東京大学の浅間一教授、中村仁彦教授らをはじめとする、多くの研究者が中心的な役割を果たしている。

③東日本大震災関連調査研究委員会(2011.10-2014.12)

原子力発電災害対応のロボット、および広く災害関連対応のロボットに関する、2つの研究委員会が設立され、活動を行った。

・原子力関係記録作成分科会

今回の福島原発事故への情報提供に関わり、原子力発電災害対応のロボット技術視点の記録・今後の提言を目的として、当該分科会の活動が行われた。2012年9月に開催された、第30回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2012)では、中間報告として、一般公開パネルディスカッション「原子力ロボット技術と可能性」が、また、2013年9月に開催された、第31回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2013)では、最終報告として、シンポジウム「原子力ロボットの記録と提言の最終報告会」が開催された。また、2014年10月には、下記構成の報告書「原子力ロボット記録と提言」が作成・公開された。

- (1) 世界の原発事故に対応するロボットの過去の事例
- (2) 今次の日本の原発事故に関するロボットとその運用方法
- (3) 将来の原発対応ロボットの技術開発や組織構成などに関する提言

・災害関係記録作成分科会

東日本大震災とは別に、日本国内の様々な場所で日常的に発生している自然災害を対象とし、地域と災害との関係に注目した災害関連対応のロボット技術視点の記録・今後の提言を目的として、当該分科会の活動が行われた。2013年9月に開催された、第31回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2013)において、ストラテジックセッション「災害関係記録分科会からのメッセージ」が開催され、火山噴火による災害と対応について、中山間地の災害と対応について、北海道・中部地方・近畿地方・四国地方・九州地方における災害と対応についての各報告と、ディスカッションが行われた。また、2013年10月には、報告書「災害対応の記録—日本ロボット学会災害関係記録分科会からの報告—」が作成された。

④広域災害対応に関する技術基盤調査研究委員会

(2013.1-)

本調査研究委員会は、日本の産官学連携によって、国内外の災害に関する技術基盤プラットフォーム構築および交流をいかに進めるべきかについて議論し、安心・安

全に関する技術基盤ならびに、その技術基盤を整備、保守、運営、運用する方法を調査することを目的として活動を行っている。

⑤廃炉に向けたロボットの調査研究と社会貢献に関する調査研究委員会(2015.1-)

福島原発の廃炉にかかわる遠隔操作ロボットに関し、関連学会と連携し、ロボット技術からの俯瞰的支援と社会に受け入れられるロボット技術貢献の在り方を検討・提言することを目的として設置された調査研究委員会である。福島原発の廃炉に向けて、日本原子力学会との連携が必須となることから、同学会と共同で設置した。当該委員会は、日本原子力学会内では、廃炉検討委員会ロボット分科会として位置づけられているが、委員は双方で共通であり、両学会のメンバーが連携して活発に活動を進めている。2015年9月に開催された、第33回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2015)のオープンフォーラムでは、シンポジウム「廃炉に向けた日本原子力学会との連携と課題」が開催され、双方の学会員から情報提供の発表やパネル討論が行われた。また、ワーキンググループにて活動内容の詳細な検討が行われ、その結果をまとめた提言に基づき、両学会の共同企画として、廃炉に利用できる技術やアイデアを広く学会員や一般から募集するロボット技術提案公募「廃炉のためのロボット技術コンペーあなたの技術・アイデアに基づく新しい廃炉のためのロボット技術提案一」が実施された。福島原発の廃炉作業は、両学会に所属する技術者・研究者はもとより、さまざまな人々の英知を集結して解決していくことが必要な難しい作業であり、本研究会は、そこへの貢献の役割を担っていく。

⑥産業競争力懇談会での防災対応ロボット政策提言

当学会は、2011年から2014年の間、産業競争力懇談会(COCN)プロジェクト、その後を引き継いだCOCN推進連絡会議⁵⁾に参画し、防災対応ロボットの社会実装に対する、技術促進、確実に現場で役に立つロボットとするための社会設計、運用組織体制、規制緩和等に関する政策提言を進めており、具体的な成果を上げてきた。同プロジェクトは、東京大学浅間一教授をプロジェクトリーダーとして、メンバー(主に企業)約60団体(人員:約150名)、官公庁を含むオブザーバー約15団体の規模で推進してきた。初年度及び2012年度の「災害対応ロボットと運用システムのあり方プロジェクト」では、防災対応ロボットの技術開発方針とロボット運用体制の整備に関する基本的な検討を推進した。続く2013年度の「災害対応ロボットセンター設立構想プロジェクト」では、従来の災害対応ロボット普及のネックであった、使い手の不在、ロボットの製品としての完成度の問題に対する解として、国の指令塔機能を備えたロボットの運用組織である災害対応ロボットセンターの設立について検討し政府提言を行った。同組織は専門オペレータを育成

しつつ、ロボットの運用技術の向上・維持を図り、同時にロボットの実用性向上に向けた継続的改良開発を行い、何時でも防災対応ロボットを使える体制を確保する状況を目指した。2014年度の「災害対応ロボットの社会実装プロジェクト」では、防災対応ロボットの配備計画による市場創出について検討を進めた。防災ロボット自体の市場規模は単独で事業が維持できるほど大きくはなく、社会インフラメンテナンス等、更に広範囲の市場での派生技術利用、システム転用が必要であり、プロジェクトでは、技術・運用の標準化、ノウハウのデータベース化、ロボット運用対応電波法改定等の環境整備について検討し、施策提言を行った。COCNプロジェクトは、2014年度で一応終結し、2015年度からは、「災害対応ロボット推進連絡会」として活動を継続し、COCNプロジェクトで提起した各種政策を、最終的に社会実装に結び付けるためのアクションを行っている。これらの活動の結果として、以下のような実績を上げている。

- (1) 経産省は、2016年度に51億円の規模で、ロボットテストフィールド等整備事業に着手し、福島県南相馬市に、陸上、空中、水上/水中ロボット向けの災害環境模擬運用を実施可能な設備の構築を進めている。
- (2) 2016年8月31日、総務省令第八十三号で電波法施行規則の改正が行われ、9月より無人移動体画像伝送システムの共用が開始となった。現在、2016年7月に設立された日本無人機運行管理コンソーシアム(JUTM)⁶⁾にてロボット無線運用の統括管理を行っている。
- (3) 「日本再興戦略2016」に向け、小型無人機利活用と研究開発ロードマップを策定した。
- (4) 国交省向けに、小型無人機の安全確保に関する制度設計の方向性・中間まとめを行った。

これらの活動は現在も継続中で、2015年5月発足の「ロボット革命イニシアチブ協議会」⁷⁾とも連携して、官民連携の政策推進を図っている。

— 参考文献 —

- 1) 日本ロボット学会東日本大震災関連サイト
<http://www.rsj.or.jp/activity/shinsai/>
- 2) 日本ロボット技術関連学術団体共同声明
https://roboticstaskforce.files.wordpress.com/2011/04/roboticstf_1r3.pdf
- 3) 対災害ロボティクス・タスクフォースの公式ブログ
<https://roboticstaskforce.wordpress.com/>
- 4) 廃炉に向けたロボットの調査研究と社会貢献に関する研究会
<http://www.rsj.or.jp/activity/committees-sg/dec>
- 5) COCN推進連絡会議
<http://www.cocn.jp/report.html>
- 6) 日本無人機運行管理コンソーシアム(JUTM)
<http://www.jutm.org/about.html>
- 7) ロボット革命イニシアチブ協議会
<https://www.jmfri.gr.jp/outline/establishment.html>

福島第一原子力廃炉への腐食防食学会の取組み

腐食防食学会 会長 原 信義

公益社団法人腐食防食学会は材料全般の腐食防食に関する研究の促進及び技術の普及を目的として、1933年に発足した。現在の会員数は約1,440人で、その内訳は、正会員(個人会員)1,160人、学生会員100人、特別会員(法人会員)180社である。

I. はじめに

福島第一原子力発電所事故後、当学会では腐食防食に関する研究や技術を支援してきた。福島第一原子力発電所では汚染水対策など種々の課題に直面しながらも、廃炉に向けた取組みが一步一步着実に進められている。当学会では、原子力分野として従前よりBWR/PWR軽水炉や再処理プラント等におけるSCC、減肉、IASCCなどの腐食や放射線が関与した種々の材料劣化事象の問題解決に積極的に取り組んできた。但し、福島第一原子力事故後の安定化対応並びに廃止措置で重要な事象は、軽水炉環境で通常課題となる300℃近い高温純水環境下での腐食ではなく、海水を含んだ常温環境下での腐食である。このことは、従前の軽水炉材料研究で取り扱ってきた極低不純物濃度の高温高圧水中における腐食とは現象そのものが大きく異なるため、問題解決にあたっては異なる視点の導入が重要であった。

当学会は大気・水・土壌などにおける各種材料の環境劣化現象を対象として、それらの腐食メカニズム、寿命評価、防食技術など基礎基盤技術から工学的応用技術まで幅広く取り扱っている。具体的には、腐食が対象となる設備としてエネルギー関連では、原子力・火力・水力・ガス等電力・ガス設備や送電・変電・配電等流通設備を対象にしており、それ以外の分野では、化学プラント、鉄鋼、自動車、海洋港湾設備、建物設備、電子部品と実に多種多様な設備を研究対象としている。海岸沿いの機器・構造物など海水が関与する腐食評価と防食対策についても数多く議論されており、学会として海水環境における各種材料の電気化学的評価や寿命評価などに関する豊富な知見を有する。

福島第一原子力発電所の廃止措置では、放射線による影響などの原子力特有の課題とともに、海水腐食という異なる環境劣化を同時に勘案する必要があり、TMIやチェルノブイリなど他の原子力事故とは異なる特殊性を有する。このため、対象分野をこえた腐食を俯瞰する洞察力と複合化した対策技術が継続的に求められており、

当学会が福島事故直後から数多くの腐食対策に貢献してきたポイントはまさにこの点にある。

本稿では、今まで当学会が実施してきた廃炉に関する活動を報告し、次に学術討論会で議論された内容について概要を述べる。最後に、地域復興に関連する学会活動及び今後の課題や他学協会への期待について報告する。

II. 福島第一原子力発電所の廃炉に関連する活動

廃炉工程を安全かつ着実に進める上で、原子炉格納容器・建屋の健全性・信頼性を確保することは最重要課題であり、構造物の腐食挙動の推定や防食対策が必要とされている。そのため、多くの学会員が原子炉圧力容器、原子炉格納容器、使用済み燃料プール及び給水・排水配管などの機器・構造物の腐食並びに防食の研究に取り組んでおり、その成果の一部は福島第一原子力発電所の廃炉現場に反映されている。

これらの研究成果に関する幅広い議論の場として、学術講演大会において特別セッションを設けている。2012年春以来、これまでに講演セッションを含めて合計6回開催している。学術討論会では、廃炉作業を実施している東京電力、廃炉研究を実施している国際廃炉研究開発機構(IRID)、日本原子力研究開発機構(JAEA)、電力中央研究所、東芝、日立GE、三菱重工等関連プラントメーカー、燃料メーカーのGNF-Jや海水防食技術に詳しい荏原製作所、栗田工業、学会腐食センター並びに基礎・基盤研究を実施している東北大学、大阪府立大学、早稲田大学等大学研究機関や物質・材料研究機構のみならず、廃炉作業の安全性審査を行う原子力規制庁からも講演があり、毎回活発な討議が行われている。

III. 福島第一廃炉の腐食対策について

上記討論会などを通じて、震災以降、数多くの福島第一腐食事象に関して多くの討論がされてきた。震災直後は福島第一安定化のための対策技術が議論され、海水を注入した使用済み燃料プール及び原子炉格納容器に関する防食対策が議論の中核であった。安定化後は、冠水時や燃料デブリ取り出し作業を含めた腐食対策として、臨界防止策も勘案した防食技術について議論されている。また、放射性二次廃棄物保管容器の腐食評価について議論されるなど、廃炉作業全体にわたる腐食リスクをどのように低減するかについて活発な議論が行われている。

以下では討論会で議論された内容と、福島第一原子力発電所に適用された評価・対策技術を紹介する。

1. 使用済み燃料プールにおける腐食対策

炉心及び使用済み燃料プールを冷却する緊急措置として海水が注入されたため、各設備の腐食リスクが顕在化した。また3号機使用済み燃料プールでは、崩落したコンクリート瓦礫により、プール水のpHが11.2に上昇したため、アルカリ化によるAl製燃料ラックの腐食が懸念された。このため、弱酸であるホウ酸注入によりpHが緩衝された。震災後の使用済み燃料プール及び原子炉の腐食抑制策としては冷却とともに、①脱酸素、②塩分除去、③微生物の殺菌が適宜適応された。注水への窒素バブルにより溶存酸素は低減され、また閉鎖系のPCV/RPVにおいては更に窒素ガス封入によって溶存酸素が低減された。更に、ヒドラジン注入も併せて採用された。ヒドラジンは脱酸素剤としてボイラー設備やPWRプラントでの実績が豊富であり、また殺菌作用があることから、微生物繁殖抑制に対しても有効と評価された。TMIでは油混入などによる水質悪化の結果、微生物(藻)が原子炉内の滞留水中で繁殖して、1年近く廃炉工程が遅延したとの苦い経験がある。微生物の繁殖は当時米国では予期していなかった事象であったが、福島においては近隣ダムから冷却水を供給したこともあり、早期に対策が検討された。放射線の効果については、その後、JAEAにより評価され、放射線環境下ではヒドラジンはより高い脱酸素効果を示すことが確認された。

以上、実環境にあわせた対策技術の長所と短所を熟慮した上で、段階を踏んで防食技術が実機に適用されてきており、東京電力、JAEA及び海水防食有識者の講演を基に海水腐食緩和策の妥当性評価を含め、積極的な議論を行ってきた。

2. 原子炉格納容器等構造物の腐食評価

今後の原子炉建屋及び原子炉格納容器の機能維持を継続するためには、将来起こるかもしれない地震を想定した耐震評価が求められるが、長期健全性評価にあたっては、事故直後に高温履歴を受けその後再冠水されたコンクリート部材の強度変化や海水による鉄筋腐食、並びに原子炉系主要配管材である炭素鋼の腐食減肉を考慮に入れる必要がある。冠水状態で燃料デブリを取り出す方法は、周辺環境や作業員への被曝低減の観点から確実な工法である。但し、冠水に伴い水重量が増加することや、その後の作業である燃料デブリ取出しのための重機や放射性物質飛散防止用セルの設置等により、更に負荷が増加するため、構造物の必要肉厚確保のためには減肉対策が重要となる。燃料デブリ取出し前には、格納容器や圧力容器の蓋を開けるため、大気中酸素が系統内に侵入しうる。また、冠水時には臨界防止剤を添加することも場合によってはありうる。この様に、構造物健全性維持の

ためには、将来の廃炉作業を想定した環境下での腐食対策を検討しておくことが重要であり、本学会では、IRID及び関連プラントメーカ、東京電力、大阪府立大学、原子力規制庁などからの報告を基に、腐食対策について議論している。

3. その他機器の腐食評価

上記以外として、汚染水処理設備や保管容器の耐食性評価、注水系配管の流動腐食評価等が重要である。例えば、汚染水はゼオライト等を用いてセシウムなどの放射性物質を除去し容器に保管されている。高濃度セシウム保管容器には多少の塩分を含む水が残存しているため、容器材料であるSUS316L鋼の孔食や応力腐食割れが懸念された。JAEAは放射線環境下での腐食試験を実施し、容器に内包されたセシウム吸着材のゼオライトが鉄の腐食電位を自然電位よりも低下させ、海水塩分による容器腐食を発生しにくくすることを見出した。また東北大学では流動環境下での炭素鋼の腐食を研究しており、中長期的な安全性確保の視点から配管健全性を評価している。

IV. 原子力災害により汚染された地域の復興に関連する学会活動

学会としては、地域復興に関連した特別な委員会を設置しての活動を行ってはいないが、本会主催の「第60回材料と環境討論会」を福島市で開催した(2013年9月24日~26日、コラッセ福島)。福島の現状を全国からの参加者(約400名)に理解してもらうとともに、地域経済の復興に多少なりとも貢献できたと考える。講演会では福島第一原発事故に関わる特別セッションを設け、本会が学術の観点から廃炉の課題に取り組むことを示した。

V. 活動における課題や他学協会への期待

当学会は腐食防食の学術の観点から、廃炉事業に関わる技術者・研究者の活動を継続的・積極的に支援していく予定である。上記に示したように単独の技術領域では解決できない課題も多くあると考えられるので、他の学協会との情報交換や連携も必要であり、本連絡会の機能の一つとして期待している。例えば、機器・構造物の長期耐久性を確保するためには、それらの許容状態とは何かを時間軸を考慮して見極めた上で、腐食を含めた安全確保が可能なクライテリアを設定することが肝要であり、腐食と耐震という異なる分野の専門的意見を取り入れた検討も必要である。

また福島、特に浜通り地域の復興を加速する活動を学協会が連携して考えることも極めて重要であると考えており、今後の検討課題と認識している。

なお当学会のHPは下記の通りである。

<http://www.jcorr.or.jp/>



最終処分地候補地の選定基準案まとまる

高レベル放射性廃棄物の最終処分場の候補地について検討している総合資源エネルギー調査会の地層処分技術ワーキンググループは3月2日の会合で、適性を判断する要件をまとめた。また、従来の「科学的有望地」や「適正がある」という言い方を控え、「好ましい特性が確認できる可能性が相対的に高い地域」、「好ましくない特性があると推定される地域」などに整理することとした。

選定基準案では近くに火山や活断層があること、地温

が高い場所、隆起や浸食が大きいこと、軟弱な地盤があることなど処分地としての適正さに欠ける要件が一つでも該当すると、「好ましくない特性があると推定される地域」に分類される。また、それらがどれも該当しない「好ましい特性が確認できる可能性が相対的に高い地域」のうち、海岸からの距離が近いエリア（沿岸海底下や島嶼部を含む）については「輸送面でも好ましい地域」と再分類される。（原子力学会誌編集委員会）

原賠支援機構法改正案を閣議決定

政府は2月7日、福島第一原子力発電所の廃炉の確実な実施に向け、積立金制度を創設することを柱とした「原子力損害賠償・廃炉等支援機構法」の改正案を閣議決定した。

同法に基づき設置されている原子力損害賠償・廃炉等支援機構は、福島第一原子力発電所事故に伴う賠償円滑化のため必要な資金交付などの業務を担っているが、廃炉と賠償の関連性を考慮し、2014年の法改正により、事故炉の廃炉関係業務が追加。政府による大方針や監視のもとで技術的支援を総合的に行うことで、「東京電力が取り組む廃炉を着実に進められる体制」を構築している。

一方で、廃炉を遂行するには、長期にわたる巨額の資金需要に対応するための制度整備が必要とされている。

経済産業省の「東京電力改革・1F問題委員会」が昨年12月に取りまとめた提言によると、廃炉費用としては当初見込まれた2兆円に加えて、燃料デブリ取り出しの関連で、最大6兆円の追加資金を要すると試算しており、賠償、除染なども含め、「福島事業を長い目で展望した上で必要な資金規模」が指摘されている。

今回の法改正により、東京電力に対しは廃炉の実施計画を届け出させ、毎年度事故炉廃炉に充てる必要な資金を原賠支援機構に積み立てることを義務付ける。また、積立金の額の認可に当たり、必要な場合には経産省や原賠支援機構が立入検査を行えることも規定している。

（資料提供：日本原子力産業協会、以下同じ）

原子力委員会が高速炉開発方針で見解

原子力委員会は1月13日、昨年12月に原子力関係閣僚会議で「高速炉開発の方針」および「もんじゅの取扱いに関する政府方針」が決定したことを受け、高速炉開発について見解を発出した。

廃止措置に移行することとなった「もんじゅ」については、高速炉発電を目指し技術的成果や知見が得られ、「建設したことによる目的はある程度達成された」と一定の評価を示す一方、様々なトラブルによって研究開発や商業化に向けた道筋が不明確になったと反省点をあげた。今後の高速炉開発に向けて「もんじゅ」の経験や福島第一原子力発電所事故、電力自由化などを踏まえ、商業利用を念頭に置き進めるべきだとしている。その際には、高速炉の開発・建設コストの低減に努めつつ国際的なウラ

ン資源の賦存状況に留意するとともに、高速炉の最終的な廃棄処分のコスト等も含めた幅広い視野での減容化・有害度低減について、適切に評価することを求めた。

今後の高速炉開発にあたっては商業化を目指して目標設定を行い、そのための条件を開発当初から検討・設定した上で開発を進める必要があるとして、開発・建設コストの低減など高い経済性が求められることに留意すべきだとした。「高速炉開発の方針」では、今後10年程度の開発作業を特定する「戦略ロードマップ」を2018年目途に策定することとしているが、本見解では将来実現すべき高速炉の商業化ビジネスとしての成立条件や、目標についても検討すべきとしている。

海外ニュース (情報提供：日本原子力産業協会)

【米国】

シンクタンク、原子力発電所の早期閉鎖がCO₂を増大させたと分析

米国のクリーン・エネルギー研究・政策分析組織である「環境プロGRESS(EP)」は1月16日、カリフォルニア州で過去に原子力発電所建設計画がキャンセルされたことや、既存の原子力発電所が早期閉鎖されたことにより、同州のCO₂排出量はそうでなかった場合の2.5倍に増大したとの分析結果を公表した。EPは著名な環境活動家のM. シェレンバーガー氏が創設した団体で、新設計画が取りやめとならず、既存炉がそのまま維持されていれば、同州における総発電電力量の73%は低炭素エネルギーによるものとなり、原子力が全体の48%を供給していたはずだと指摘。これに対して、実績値では低炭素エネルギー源の発電量はたった34%であり、原子力の貢献度も9%に留まったと強調している。

EPはまず、1960年代～1970年代に州内では複数の原子力新設計画があったものの、サンホアキン発電所やサンデザート発電所、ディアプロキャニオン発電所3～5号機などの計画が着工を間近に控えてキャンセルされたと説明。いくつかの証拠文献名を挙げた上で、J. ブラウン州知事やシエラ・クラブ、天然資源保護協議会(NRDC)を含めた反原子力活動家やグループの反対運動が原因であり、石炭火力でその分の電力需要を満たすことになったとした。また、早期閉鎖を余儀なくされた原子力発電所としては、地元の住民投票が原因となったランチョセコ発電所、蒸気発生器の修理が長期化したことで州の公益事業委から閉鎖を働きかけられたサンオノフレ発電所の事例を挙げた。さらに、2024年と2025年の現行認可満了時に閉鎖が決まったディアプロキャニオン1, 2号機については、「2030年までに再生可能エネルギーの発電シェアを50%まで拡大する」とした州政府の政策基準が一因であると述べている。

今回の計算分析でEPは、これらの原子力発電所の代わりに天然ガス火力発電所が建設されたことを想定。実際には同州では、1970年代から石炭火力が大きなシェアを占めていることから、保守的な試算になったとした。州内の全電源による発電量や発電部門からのCO₂排出量については、同州のエネルギー年鑑や大気資源局(CARB)などのデータを活用している。また、人口規模や需要増加率、総発電量、および非化石エネルギー源による供給量といったパラメーターは同一とした上で、原子力発電所の活用によって不要になる石炭火力とガス火

力の発電量を減算。これらで削減されるCO₂排出量はそれぞれ、kWhあたり0.98kgと0.4kgの炭素集約度で計算した。

その結果、2014年に同州では、原子力発電所建設計画と既存炉が存続していた場合に比べて3,050万トン余分にCO₂が排出されたとEPは明言。これは、バージニアやミネソタ、ニュージャージーなど23州の発電部門による排出量と同量、あるいはそれを上回ったほか、アイダホ、ニューハンプシャー、ロードアイランドなどの8州では、商業部門、発電部門、住宅・産業部門、輸送部門からの合計排出量より多かったと指摘している。

下院、新型原子炉技術の研究開発促進法案を可決

昨年11月の連邦議会議員選挙で発足した米国の新しい議会下院は1月23日、民生用の先進的な原子炉技術の研究開発およびその許認可と商業化促進を目的とする法案(H. R. 590)を可決した。同法案を共同提案した超党派の下院議員は、国内原子力産業が安全確実な原子力の平和利用を保証するとともに最強の国家セキュリティ・ツールであるとした上で、今後も国際的な民生用原子力市場をリードし続ける必要があると認識。このため、固有の安全性を有する原子炉や、放射性廃棄物の排出量が少ないもの、核燃料の有効利用が可能であったり、熱効率や核拡散抵抗性が高いといった特長を持つ先進的な原子炉設計の研究開発を促進し、商業化に導くような、新たな許認可の規制枠組策定を目指している。同法案はすでに翌24日に上院に送付され、2回の読み会を経て通商・科学・交通委員会に付託された。

同法案はまず、背景説明部分で、米国の原子力発電所が総発電量の約20%、低炭素電源による発電量の約60%を賅っているほか、定常的に稼働率90%で稼働するなど信頼性の高い適正価格の電力を供給している事実而言及。地元コミュニティには高給の雇用を提供し、国には数十億ドル規模の経済活動をもたらしているとした。こうしたことから、国内の商用軽水炉の維持と新型設計の利用拡大は信頼できるベースロード電力の継続的な供給を支えるとともに、原子力発電における米国のリーダーシップ維持につながると強調。リスク情報を活用した効率的でコスト効果の高い、実績主義の規制枠組を設定することが新型原子炉設計の開発には有効だと指摘している。

この目的を果たす基盤として、同法案はエネルギー省(DOE)と原子力規制委員会(NRC)が以下の課題につい

て了解書を締結すべきだと明記。すなわち、民間原子力産業が安全かつ革新的な新型炉の研究開発と実証、および商業化申請をタイムリーに行えるよう、(1)DOEとNRCがそれぞれの役割に応じた十分な技術的知見を保有する、(2)数学的モデル等に基づいて新型炉の性能や挙動を計算するために、コンピューターとソフトウェア・コードを活用する、(3)DOEは研究開発用の既存設備を維持するとともに新たな設備を建設。NRCも必要に応じてこれらの施設を活用する——である。

その上で、NRCは法案成立後1年以内に新型設計のために、効率的で技術毎に公平かつリスク情報を活用した新しい規制枠組の策定プランを議会に提出することになる。同プランでは具体的に、以下のような点を評価する予定である。

- ・ 新型炉の許認可ならではの特徴、および関連する法制上、規制上、政策上の課題点。
- ・ 新型炉の許認可を既存の連邦規則で行うオプションと、新たな規制枠組で行うオプション、およびこれらを組み合わせたオプション。
- ・ 申請からNRCの最終決定までの期間短縮や申請書の修正・補正にともなう遅延を縮小するなど、新型炉の許認可を迅速化・簡素化するオプション。
- ・ 期間短縮と柔軟性拡大のため、合意に基づいた基準やコードを新型炉の規制枠組に盛り込むオプション。
- ・ 申請審査に段階目標を設けるなど、新型炉の許認可枠組を一層予測可能なものにするオプション。
- ・ 申請者が段階的な審査プロセスを利用できるオプション。

【スペイン】

規制当局、ガローニャ原子力発電所の再稼働を条件付き承認

スペイン原子力安全委員会(CSN)は2月8日、ヌクレノール社が2013年に正式閉鎖したサンタマリア・デ・ガローニャ原子力発電所(BWR, 46.6万kW)の再稼働と合計60年間運転することを条件付きで承認した。定期安全審査報告書など様々な文書を詳細に分析した上で委員5名のうち4名が賛成票を投じたものだが、最終的にエネルギー観光省から再稼働承認を得るには、福島第一原子力発電所事故後の対策を含めた改修など、発電所の安全確保と放射線防護で10項目の条件を満たすことが必要。このうち8項目は国内すべての原子力発電所で適用可能な一般要件であることから、原子炉の新設が禁止されている同国で、他の既存炉7基についても最大60年まで運転期間の延長に道を拓くテスト・ケースになるとの見方もある。

スペインでは、2013年初頭から原子力発電事業者に新

たな税が課せられることになったため、ヌクレノール社はガローニャ発電所で2013年7月以降の運転認可を申請せず、2012年末に運転を停止した。その後、燃料をすべて取り出すとともに使用済燃料もプールに移送するなど、同発電所は2013年7月で正式閉鎖となったが、2014年2月に内閣は「安全性や放射線防護以外の理由で閉鎖した発電所に限り運転終了後1年以内であれば認可の更新申請を可能にする」との王国令を承認。ヌクレノール社は2014年5月、同発電所を2031年まで合計60年運転するための認可更新を申請していた。

再稼働条件のうち8項目は、原子力・放射線規制に基づく年間報告書の提出や、放射性廃棄物のサイト外への移送、次の定期安全審査の準備報告といった一般的な内容。一方、同発電所個別の条件としてはまず、燃料の再装荷前に安全確保と放射線防護に関する必要手続を補足的技術指示書(ITC)に沿って完了し、CSNから肯定的評価を得る必要がある。具体的には、静的水素再結合装置(PAR)やフィルター付きベントシステムの設定に関する対策の実行や緊急時管理支援センター(CAGE)の建設、大量の汚染水管理に関する妥当性確認試験の実施、冷却水喪失時に一定量の水を近隣のエプロ川から取水・貯蔵する戦略の提案など、となっている。

もう1項目は、臨界条件を達成する前に、発電所の安全運転を保証する手続をITCに沿って終わるというもの。ヌクレノール社は、経年劣化の評価管理に関する包括的計画について、改善提案が行われた部分が盛り込まれるよう見直すとともに、金属疲労などの劣化に関する時間依存解析を運転期間の延長分について再評価しなければならない。また、発電所の正確な動的応答を確認する試験プログラムを作成し、臨界達成予定日の少なくとも9か月前にCSNに提示すること、運転員の技術的能力の再構築プログラムについて実施状況をCSNに報告すること——などが含まれている。

【フランス】

アレバ社、米国廃止措置市場でのプレゼンス拡大で米社と合併

仏アレバ社が米国で所有するアレバ・ニュークリア・マテリアルズ(ANM)社は2月1日、米国で今後の拡大が見込まれている原子力施設の廃止措置市場で台頭していくため、こうした作業の迅速化を目指した合併事業体「アクセレレイテッド・デコミッションング・パートナーズ(ADP)社」を米国のノーススター社と設立したと発表した。ノーススター社はニューヨークを本拠地とする経験豊富な環境評価・解体の専門業者で、全米50州で事業認可を取得済みであるほか原子力施設の廃止措置や緊急

時対応および資産の復旧管理についても経験がある。一方の ANM 社は、原子炉事業部門の売却にともない、残る核燃料サイクル部門等を統合して設立された新会社 (NewCo) の米国法人。NewCo が原子力施設の機器解体・除染で有する 30 年以上の経験、および使用済燃料の輸送・貯蔵で蓄積した 60 年以上の経験を元に、ノーススター社の能力を組み合わせ、施設の廃止措置やクリーン・アップ、ウランの販売と転換・濃縮、使用済燃料管理といったサービスを米国の産業市場と連邦政府市場に提供していく考えだ。

発表によると、ADP 社は米国で原子力施設の廃止措置を安全かつ原子力規制委員会 (NRC) と州政府の全要件に準じて実行するため、管理や規制、技術および財政のすべての側面で必要な資格を保有することになる。米国で閉鎖が予定されている複数の原子力発電所についてはすでに、廃止措置と解体の見積り作業を電気事業者と実施中。閉鎖した時点で発電所と使用済燃料の所有権を電気事業者から ADP 社に移転する条件の交渉も含め、2017 年末までにこの作業を完了する計画である。所有権を廃止措置と使用済燃料管理の専門家に完全に移すことで、廃止措置作業を迅速化する革新的アプローチを産業界に提供できると ANM 社は強調。2 社の能力と専門的知見を結集すれば、閉鎖段階に至った原子力発電所でも安全・確実との認識が産業界や一般市民にもたらされるとした。ノーススター社も、施設の閉鎖が予定されているコミュニティや事業者にとって、ADP 社は有能なパートナーになると明言している。

米国では昨年 11 月、エンタジー社が 2014 年に永久閉鎖したバーモント・ヤンキー原子力発電所をノーススター・グループ・サービス社に売却するとともに、NRC が発給したライセンスも移転すると発表した。実際の取引は NRC と州政府から承認を得ることが条件だが、発電所の売却により 2068 年に予定されていた除染と解体作業の開始は 2021 年に前倒しされ、2075 年に予定されていた廃止措置と復旧作業の完了も 2030 年に前倒しされる。また、使用済燃料を乾式貯蔵施設 (ISFSI) に移送する作業も、当初予定より 2 年早い 2018 年に完了するとしている。

【英国】 政府、EU 離脱を明記した「Brexit」 白書を議会に提出

欧州連合 (EU) からの離脱交渉開始に向けて英国政府は 2 月 2 日、EU と英国の双方に利益がもたらされるような、建設的かつ前向きなパートナーシップの構築を目指したプランを「Brexit」に関する白書として議会に提出した。メイ首相が 1 月 17 日に公表した EU 離脱交渉におけ

る 12 の原則項目を反映しつつ、現在の状況と今後の展望をまとめた内容。EU 域内の民生用原子力発電と放射性廃棄物管理の法的枠組を規定した欧州原子力共同体 (ユーラトム) から離脱すると明記した。原子力産業が英国の主要戦略として重要であることに変わりないとの認識を強調した上で、離脱した場合でも民生用原子力協力や保障措置、安全確保、核物質の取引等における欧州その他の国際パートナーとの緊密かつ効果的な取り決め維持という明確な姿勢にも影響はないと断言した。原子力関係の研究開発についても、協力取り決めの代替案を模索することで国際協力を継続していくとの方針を示している。

EU 離脱担当省の D. デビス大臣によると、同白書では英国を真にグローバルな自立した国にするというメイ首相のビジョンを確認しており、EU との関係も意欲的なものとするのが目標。首相が示した 12 項目の中でも、英国と EU 加盟国間で最も自由、かつ摩擦の少ない貿易を保証することに主眼を置いており、包括的な自由貿易協定や新たな税関協定を結ぶことで、新しい戦略的連携関係を構築することは双方の利益に合うことだと強調した。

ユーラトムとの今後の関係については、白書の全 12 項目中、第 8 項目で「離脱手続を定めたりスポン条約第 50 条を行使するにあたって、EU から離脱するのと同様にユーラトムからも離脱する」と明記。理由として、欧州委員会や閣僚理事会などの EU 機関と同じ制度をユーラトムが使っている点に触れ、英国の法制の中でユーラトムが EU に含まれることは 2008 年の EU 改正法が明確に示していると説明した。その上で、首相も述べているように英国は科学・研究の関連分野で EU 加盟国と協力することを望んでおり、原子力はその主要部分になると指摘。英国とユーラトムの厳密な関係性や、原子力事項の協力手段は今後の交渉次第であるとした。また、英国では原子力産業が戦略的に重要であること、ユーラトムからの離脱が民生用原子力分野の諸外国との取り決め維持に影響しないことを強調。英国は原子力研究開発で世界のリーダー的立場にあることから、このような重要分野での意欲が削がれることはないし、国際協力の重要性も十分認識しているとした。

【チェコ】 増設計画の加速で原子力常設委員会 に 3 つの作業部会

チェコの J. ムラーデク産業貿易相は 1 月 25 日、政府の「原子力発電に関する国家アクション計画 (NAP・NE)」に新たな推進力を与えるため、原子力に関する常設委員会に 3 つの作業部会を設置すると発表した。NAP は既存のドコバニ、テメリン両原子力発電所に少なくとも 1

基ずつ、可能であれば2基ずつ増設する準備を開始する必要があると指摘しており、チェコ電力(CEZ)は昨年7月、ドコバニ発電所におけるリプレース用の原子炉2基の増設計画について、環境影響評価の準備を始めていた。作業部会は(1)財務、(2)法制、(3)技術・投資——の3戦略について各々、分析するとしており、様々な事業投資モデルを準備するとともに、経済性分析を実施予定。国家予算や公的資金を投入した場合の影響、EUの国家補助規則との整合性についても分析すると説明した。

2015年の「国家エネルギー戦略」の中で、チェコ政府は2040年までに原子力発電シェアを6割まで上昇させる必要があると指摘。NAP・NEは同戦略のフォロー計画という位置づけで、化石燃料のシェアを下げた将来のエネルギー・ミックスにおいて、再生可能エネルギーとともに原子力が果たす重要な役割を強調していた。CEZ社は既存のテメリン発電所(108万kWのPWR×2基)で2009年から2基分の増設計画の入札準備を進めていたが、政府が発電電力の買い取り保証を与えないと表明したため、2014年に入札を中止した。一方のドコバニ発電所(51万kWのPWR×4基)では、既存炉が技術的に良好な状態にあるため、CEZ社は2035年まではこれらで安全な運転継続が可能と予測。この年に最初の1基が完成するよう同社が進めているリプレース用増設計画については、一部の国際メディアが昨年11月、ロシアのロスアトム社、フランス電力(EDF)とアレバ社の連合、米国のウェスチングハウス(WH)社、日仏合弁のアトメア社、韓国水力・原子力会社(KHNP)、中国広核集团有限公司(CGN)の6社が関心表明を行ったと報じている。

【ロシア】

大統領、「ハンガリーの増設計画に100%資金調達可能」

ロシアのV・プーチン大統領が2月2日、総工費120億ユーロ(約1兆4,385億円)というハンガリーのパクシュ原子力発電所5、6号機増設プロジェクトについて、ロシアが100%融資することも可能と述べたことが明らかになった。同大統領がロシアとハンガリー両国間の経

済協力問題を協議するためハンガリーの首都ブダペストを訪問した際、同国のV・オルバーン首相との共同記者会見で述べたもの。同プロジェクトについては、EU競争法の国家補助規則に適合するか欧州委員会(EC)が現在調査中であることから、オルバーン首相は、今年中にもプロジェクトの準備作業を開始し、2018年に建設工事を開始したいとの抱負を述べた。

ハンガリーでは、国内唯一の原子力発電設備であるパクシュ発電所(50万kWのロシア型PWR×4基)で総電力需要の約40%を賄っているが、経年化が進んでいるため、将来的なリプレースを念頭に5、6号機の増設を計画している。政府は2014年1月、ロシアからの融資により両炉(各120万kWのロシア型PWR)をⅡ期工事として建設すると発表した後、翌2月に総工費の約8割にあたる最大100億ユーロ(約1兆2,000億円)を完成後21年間の低金利ローンで返済することでロシアと合意。同年12月にはロシアのエンジニアリング企業と(1)エンジニアリング・資材調達・建設(EPC)契約、(2)完成炉の運転・管理契約、(3)燃料供給契約——を締結した。

しかし、ECは2015年11月、ハンガリー政府が透明性の確保手順を踏まずにこれらの契約を直接発注したとして、(1)公的調達に関するEU指令に準拠しているか、(2)国家補助規則に適合しているか——の2点について審査を開始。(1)については昨年11月、一部メディアにより、違反行為はなかったとEU側が認めたことが伝えられる一方、(2)については未だ調査中となっている。

2日の記者会見でオルバーン首相は、「障害の大方はすでに取り払われたという点で我々は同意した」とコメント。未解決の一件についても、EUの判断待ちであることを記者達に伝えた。プーチン大統領も、両国がともに同プロジェクトを非常に重要視していると、Ⅱ期工事の2基が完成すればハンガリーの発電量は倍増し、新たな生産設備の開発に必要な電力を賄うことができるほか、新たに1万人分の高給雇用が創出されると指摘した。また、ロシアは総工費の80%といわず、100%融資する用意があることをオルバーン首相に伝えたと説明。その場合は合意協定の条件を若干変更することになるが、もちろん実行は可能だと強調した。