

巻頭言

1 量子科学技術による調和ある多様性の創造

平野俊夫

時論

3 「バックエンド対策はそれほど高くない」ことを数値で示せ！

石川和男

SCOPE

40 量子科学技術を一体的・総合的に推進する QST

解説

35 福島後の原発裁判と司法の役割

原発の運転差止めを求める原発訴訟では、住民勝訴の裁判例が出るようになった。そこから、原発の安全性確保について、司法も加えた多重かつ多面的なチェック態勢の構築が展望される。

吉田克己

25 核のごみ処分をめぐって—「高レベル放射性廃棄物の処分をテーマとした Web 上の討論型世論調査」のシンポジウムから (1)

日本学術会議は「核のごみ」処分について、暫定保管と総量管理を柱とした多段階の国民的合意形成の必要性を提言。その有効性を検証するための実験を Web 上で試みた。」

今田高俊

30 討論型世論調査をめぐって—「高レベル放射性廃棄物の処分をテーマとした Web 上の討論型世論調査」のシンポジウムから (2)

市民による討議を政策に反映させる社会実験が世界各地で行われている。ここでは高レベル放射性廃棄物処分方法をテーマとして実施した討論型世論調査の概略を報告する。

坂野達郎

特集 「フランス原子力学会との日仏合同セッション報告」

11 地球温暖化防止への貢献と我が国の原子力再稼働

世界は「脱・炭素社会」に向けて大きく歩み出した。しかし日本では原子力発電所の再稼働が遅れて火力が90%を占める状態が続き、世界のトレンドから大きく遅れている。

奈良林 直

16 フランス原子力学会における COP21 への取り組み

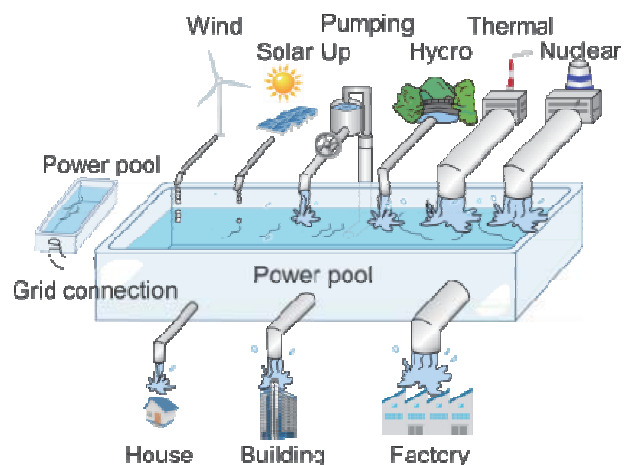
フランス原子力学会の活動を紹介する。なかでも「気候変動を解決するための原子力」の取り組みは、注目すべき活動である。

ヴァレリー フォードン、スニルフェリックス
エムリックタンギ

22 COP21 に向けた火力発電の役割と欧州の電力事情

COP21 の発効により日本では今後、原子力や再生可能エネルギーの比率が増加し、火力比率は減少する。一方で、負荷追従の役割を担う火力の役割は増々重要になってくる。

黒石卓司

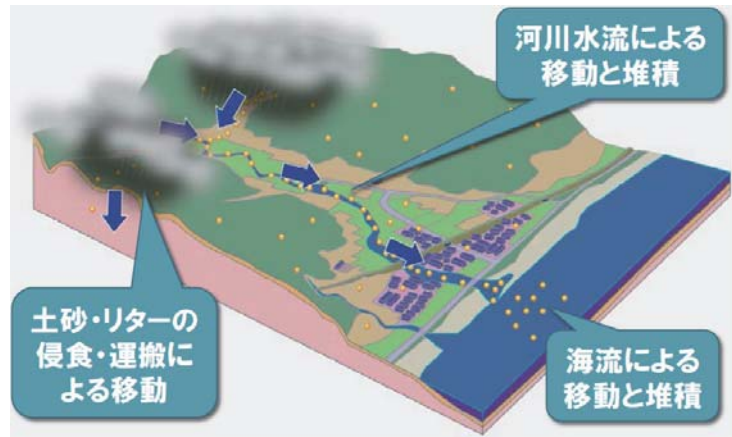


パワープールのイメージ

44 環境回復に関する取り組みの進展

1Fの事故に伴う環境汚染に対する環境回復に向けた取り組みとして、わが国で行われてきた環境研究の全体像とともに、日本原子力研究開発機構と国立環境研究所の調査研究の取り組みを紹介する。

宮原 要, 大原利眞



セシウムの移動を蓄積を支配するプロセス (JAEAのF-TRACEより)

5 NEWS

- 学会, 年会で人材教育の必要を求め
- 学会が核燃料サイクルの成立性を検討
- 合同企業説明会に事故以降最多来場
- 廃炉技術開発で若手が集い研究発表
- 海外ニュース

報告

49 「核のごみ」にまつわる中学生の対話

「核のごみ」の地層処分について、中学生が対話を試みる「中学生サミット」に同行した。大人も学びたい対話の可能性について報告する。

井内千穂



54 学会誌アンケート結果サマリ (2016年12～17年2月号)

小林容子

会議報告

57 アジアの原子力展望に関する国際会議 ANUP2016 — 継続的なエネルギー供給と人々の繁栄のための核燃料サイクル

津幡靖宏, 山村朝雄

談話室

56 負荷追従：再生可能エネルギーとの共存で原子力に要求される課題 — 高速炉への期待

関本 博, Georgy I. Toshinsky

理事会だより

58 原子力学会が強化すべきことは

中田耕太郎

- 21 From Editors
- 59 会告 平成 29 年度新役員候補者投票のお願い
- 61 会告 平成 29・30 年度代議員選挙結果の報告
- 62 日本原子力学会「2017 年秋の大会」発表および聴講申込受付のご案内
- 63 会報 原子力関係会議案内, 主催行事, 共催行事, 人事公募, 英文論文誌 (Vol.54, No.5) 目次, 主要会務, 編集後記, 編集関係者一覧

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

量子科学技術による調和ある多様性の創造

巻頭言



量子科学技術研究開発機構 理事長

平野 俊夫 (ひらの・としお)

大阪大学医学部卒業。大阪大学医学部長、大阪大学第17代総長を経て、2016年4月から現職。専門は、免疫学。サンド免疫学賞、藤原賞、クラフォード賞、日本国際賞などを受賞。2006年紫綬褒章受章。

2016年4月1日、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(量研：National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology:QST)が誕生しました。日本原子力研究開発機構の量子ビーム応用研究センターと核融合研究開発部門を放射線医学総合研究所(放医研)に移管統合して、新たな組織として発足しました。放射線の人体への影響や医学利用、放射線被ばく・防護医療に関する研究開発を行う「放射線医学研究開発部門」、荷電粒子・放射性同位元素、中性子、光子、放射光などの様々な量子ビームの発生・制御やこれらを応用した最先端の研究開発を行う「量子ビーム科学研究部門」、国際協力により核融合エネルギーの科学的・技術的成立性を実証するITER計画をはじめ、核融合エネルギーの早期実現を目指して総合的に研究開発を進める「核融合エネルギー研究開発部門」の三部門を研究開発の柱としています。

第5期科学技術基本計画では、未来社会の姿としてSociety 5.0が提案されています。それはサイバー空間と現実世界が融合された超スマート社会ですが、単なる情報社会とは異なり人間が人間らしく健康で生き生きと豊かに生活出来る社会です。同基本計画では基盤技術の1つとして「光・量子技術」が挙げられています。量研/QSTは、量子科学技術を基盤として、未来を拓くエネルギー、生活、命に関する研究開発を強力に推進することによって、超スマート社会の実現に貢献します。

人類の歴史は多様性による発展と対立の歴史です。今、人類は20万年の歴史上、5回目のグローバルレベルでの大変革期に突入しています。20万年間休む事なく大河のように打ち寄せるグローバル化の波がもたらす単一化とそれに対峙する多様性が激しく衝突し、多様性爆発の兆候を示しています。人類の未来を切り拓き、地球人社会実現のためには多様性の壁を乗り越え、異文化理解や異文化尊重を深める必要があり、人類共通言語である学問や科学技術、芸術、スポーツ、経済などの役割は益々重要になっています。

量研/QSTは「量子科学技術」を介して世界の人々と連携し、量子科学技術の発展を牽引することはもちろんのこと、人類社会に異文化理解・尊重の精神を育み、「調和ある多様性の創造」を推進し、我が国の発展はもちろん平和で心豊かな人類社会の発展に貢献する事を理念とし、「量子エネルギー工学」「量子材料・物質科学」「量子生命科学」「量子医学・医療」等の分野で世界を主導し、世界トップクラスの「量子科学技術研究開発プラットフォーム」構築を志します。

「量子エネルギー工学」という観点から推進している核融合エネルギー研究開発の主要事業である「ITER計画」や「核融合エネルギー研究分野における幅広いアプローチ(BA)活動」は、量研/QSTの理念具現化の象徴的プロジェクトととらえています。ITER計画は、日本、EU、ロシア、アメリカ、中国、韓国、インドの7極の国際協定の枠組で推進されています。BA活動も日本とEUとの国際協定に基づき推進されています。これらの二つの計画は人類究極のエネルギー源である核融合による発電を実現するという共通目的で推進さ

れており、また、協力しているどの参加極の貢献も欠けることなく完全に実施されて初めて完遂し得る、真の国際的共同プロジェクトと呼ぶに相応しいものです。人類共通の悲願である「核融合エネルギー研究開発」の下に集まった人々のコミュニケーションにより、異文化理解・尊重を深める、このことにより国家の壁を乗り越えて「調和ある多様性の創造」を推進する、素晴らしい取り組みと考えています。

また、放医研が世界で初めて開発に成功した重粒子線によるがん治療装置に関しては、量研/QST 設立のメリットを最大限生かし、QST 内の核融合部門やパワーレーザーの研究力を放医研のそれに統合する事により、QST 内は勿論のこと企業との調和ある多様性を創造し、次世代重粒子線がん治療装置である「量子メス」を開発し、世界に普及させる事により「がん死ゼロ」による健康長寿社会の実現に貢献していきます。また、生命科学と量子科学の時代である 21 世紀において、これらの研究領域を融合し、生命科学に分子レベルから量子レベルへのパラダイムシフトを誘発し、「量子生命科学」を量研/QST 内の研究者にとどまらず日本国内外の研究者と連携して推進していきます。

このように国内外の大学や産業界を含む研究機関や行政機関との人材交流や共同研究など、産学官連携活動を積極的に推進し、イノベーションハブとしての役割を担い、共創を誘発する場を形成するとともに、量子科学技術による「調和ある多様性の創造」により、平和で心豊かな人類社会の発展へ貢献するために、構成員一人ひとりの英知と力を発揮して、組織の全力を挙げて世界トップクラスの成果を生み出していく決意です。そのためには、関連する学会との活力ある協力・連携が欠かせません。多くの関係者のご協力とご支援をお願い申し上げますとともに、原子力学会の益々の発展を期待しております。

(2017年3月2日記)



「バックエンド対策はそれほど高くない」ことを 数値で示せ！



石川 和男 (いしかわ・かずお)

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

2014年に策定された現行「エネルギー基本計画」は、もうじき見直しの検討が始まる。これについて、3月8日の衆議院経済産業委員会で世耕弘成経済産業相は、「大幅に変えることはないと思うが、何らかの調整をするのか予断を持たずにしっかりと検討したい」、「コストの問題、環境負荷、安定性などを踏まえ、何か一つのエネルギーに頼ったり、過大に評価するのではなく、それぞれの良いところ、悪いところを冷静に見つめ、相互に補完し合うようなバランスあるエネルギー政策を進めるべき」、「(原子力は)引き続き安価な電源」、「新增設やリプレースは現状では難しく稼働できる原子力もそう多くない。現実的なエネルギー政策を考えなければならず、そうすると(2030年度の原子力比率は)20~22%になる」などと答弁。(以上、電気新聞その他報道より一部引用)

2022年までの“脱原子力”を目指すドイツでは、昨年10月、原子力発電所から出る使用済燃料の中間貯蔵と最終処分に要する経費として計236億ユーロ(約2.9兆円；1ユーロ=122円で換算。以下同じ)を四大電力会社に支払わせる法案を政府決定。中間貯蔵施設と処分場の建設・操業事業については政府に移管し、それに要する費用については電力会社に負担させる内容。四大電力会社は、①使用済燃料の専用格納容器(キャニスター)とその中間貯蔵施設の製造、最終処分場の建設・操業に必要な174億ユーロ(約2.1兆円)を政府が設ける新たな基金に拠出する、②2022年末までに62億ユーロ(約0.7兆円)を追加で拠出する、③これらの支払完了後には、更なる支払義務を負わせない、というもの。

将来的な中間貯蔵と最終処分に係る経費の調達については、政府が責任を負うことになる。放射性廃棄物の管理事業に係る官民の責任分担を明確にすることが目的であるこの法案の内容は、廃棄物管理コストを電力会社に全額負担させるとの従来からの政府方針を覆すものでもある。(以上、原子力産業新聞その他専門紙より一部引用)

日本の場合、ドイツのような明確な官民の費用負担区

分はない。日本では、使用済燃料の管理事業は電力会社に全面的に委ねられており、管理コストも電力会社の拠出によることが原則。最終処分に関しても同様。

日本では、原子力発電所敷地内の使用済燃料貯蔵設備の増容量化や中間貯蔵施設の建設・活用などの対策を実施することで、青森県六ヶ所村の日本原燃・六ヶ所再処理工場への搬出に加えて、電力業界全体で2020年頃までに約4,000トン、2030年頃までに約2,000トンで、合計約6,000トン(2016年9月末時点の各発電所貯蔵量合計の約4割相当)の貯蔵対策を目指す。

東京電力と日本原子力発電が使用済燃料を搬出する予定の中間貯蔵施設(青森県むつ市)は、2018年後半の事業開始を想定。関西電力は、2020年頃に中間貯蔵施設の建設計画地点を確定し、2030年頃には2,000トン規模で操業開始する計画。原子力発電所内のプールで5年ほど冷やした使用済燃料をキャスクに密封して空気で冷却する「乾式貯蔵」による中間貯蔵施設については、中部電力で2018年の使用開始が目指されている。

一見、民間企業である電力会社だけが進めているように見えるが、それは無理筋というもの。中間貯蔵施設や最終処分場の選定に当たっては、経産省が主導的に決めていかなければならないし、現にそういう方針だ。

選定場所が清々しい気持ちで決まることはないだろう。選定場所がどこだろうとも、猛反対運動が起こり、それが続いていくはずだ。国が前面に出て進めていく必要があるのには、こうした理由もある。

原子力発電事業のうち、核燃料の製造や原子力発電所の運転は「フロントエンド事業」と呼ばれ、使用済燃料の再処理や放射性廃棄物の処分、原子炉の廃炉事業は「バックエンド事業」と呼ばれる。使用済燃料の中間貯蔵や放射性廃棄物の最終処分は、「バックエンド事業」である。

原子力発電に使用されるのは核燃料(ウラン)であるが、発電により使用されるのは全体の3~5%で、残り95~97%は再利用できる核燃料(ウラン、プルトニウム)

を含んだもの。この残ったものが使用済燃料で、それを「再処理」してウランとプルトニウムを採取する。この採取されたウランとプルトニウムを用いて「MOX 燃料」という燃料に加工し、これを再び原子力発電所で使用する一連の工程が「核燃料サイクル」である。国内に現存する1万7,000トンの使用済燃料は有用な国産資源なのだ。

再処理の過程では、ウランとプルトニウムが採取された後に液状の廃棄物が生じるが、この廃棄物は放射能レベルが高いことから「高レベル放射性廃棄物」と呼ばれる。日本では、高レベル放射性廃棄物については、ガラスと混ぜて固化処理することになっている。使用済燃料を再処理せずにそのまま処分することを「直接処分」と呼ぶが、その場合には、使用済燃料そのものを高レベル放射性廃棄物の扱いで処理する必要がある。

高レベル放射性廃棄物は最終的にどこかの場所に処分されなければならないが、日本では、ガラスと混ぜて固化処理されたもの(ガラス固化体)を地下300メートル以深に埋めることが有力視されている。これが「最終処分」であるが、ガラス固化体は当初高温なので、それを冷却するために地上に「中間貯蔵」しておく必要がある。ガラス固化体の中間貯蔵の期間は30~50年とされており、その後最終処分される。その場所こそ、「最終処分場」である。

原子力発電事業は、開始から終了まで相当に永い期間を要する。全体で何年を要するのか、人類の誰も経験していないので正確なところはわからない。特にバックエンド事業に関しては、高レベル放射性廃棄物の最終処分の場所の選定だけでなく、国内における使用済燃料の再処理が円滑に進んでいないことなどの理由から、原子力事業全体が「破綻」しているのではないかと懸念が流布されている。

そこで、バックエンド事業の主な工程のうち、使用済燃料の再処理の前後について、予定通りに事が進まないことを見据えて柔軟な政策運営を企図することが必要となる。

そのため、①再処理前の中間貯蔵(使用済燃料を再処理する前の中間貯蔵)と、②再処理後の中間貯蔵(使用済燃料を再処理した後のガラス固化体を最終処分するまでの中間貯蔵)について、それぞれ1年延長するための費用を試算しておく。

①再処理前の中間貯蔵

<a> プール貯蔵(湿式貯蔵)を1年間行うことに要する費用：年間35億円

…概算値として、使用済燃料5,000トンに係るプール貯蔵の運転費1,395億円を40年で均等で支出するものと仮定すれば、年間35億円(=1,395億円÷40年)となる。

数値の出所：総合エネルギー調査会原子力部会中間報告(H10.6.11)中の「参考10 貯蔵施設の経済性試算につ

いて」]

 キャスク貯蔵(乾式貯蔵)を1年間行うことに要する費用：年間6億円

…概算値として、使用済燃料5,000トンに係るキャスク貯蔵の運転費1,200億円を5施設、保守的に40年で均等で支出するものと仮定すれば、年間6億円(=1,200億円÷5施設÷40年)となる。

数値の出所：総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト等検討小委員会報告書(H16.1.23)中の資料2〔使用済燃料の中間貯蔵(キャスク貯蔵)費用の内訳〕

②再処理後の中間貯蔵

<c> ガラス固化体の貯蔵を1年間行うことに要する費用：年間96億円

…上記<a>、の試算の前提とした使用済燃料5,000トンと同等のガラス固化体は約6,300本と試算されるので、ガラス固化体2,880本と同規模の施設は2.5ヶ所必要になると仮定。管理費用のうち「貯蔵費 運転保守費」と「貯蔵費 その他諸経費」の合計1,540億円が対象となるので、ガラス固化体約6,300本を1年間貯蔵する費用は、年間96億円(=1,540億円×2.5施設÷40年)となる。

数値の出所：総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト等検討小委員会報告書(H16.1.23)中の資料3〔返還高レベル放射性廃棄物管理費用の内訳〕

以上は、政府資料に基づいて行った一つの試算でしかない。政治や行政はうかうかしてはいけませんが、最終的に必要となる費用を確保するための手段を臨機応変に用意しておくべきである。こうした超長期的視野に立った幅のある政策運営を行うことが、もっとも現実的な『原発ゴミの正しい処し方』となろう。

日本の原子力発電の稼働率は、諸外国に比べて相当に低いと言わざるを得ない。特に震災以降はほぼゼロで推移してきている。ここ10年程度での概ねの推移を見ると、欧米や韓国での稼働率は80~90%台だが、日本は震災前の2003~2010年までを見ても、70%未満でしかない。日本の原子力発電の稼働率を欧米並みに引き上げることで、これまで遅れに遅れてきた再処理や最終処分に係る費用に充てるための原資を捻り出すことを検討していくべきだ。

こうした追加費用の総額は、使用済燃料を再処理するまでの期間や、ガラス固化体の中間貯蔵の期間を、最終的にどの程度にまで見込んでおくかにもよる。原子力発電からの収益をあらかじめ引き当てておくことで凌いでいける水準だろう。

いわゆる「トイレなきマンション」説は、政府を急かす材料にはなるだろうが、本質的な危機を招くものにはならない。

(2017年3月11日記)



原子力学会が春の年会、将来を見据えた人材教育の必要を求め

原子力学会は3月27日から29日までの3日間、神奈川県にある東海大で春の年会を開いた。招待講演では原子力委員会の岡芳明委員長が「原子力委員会の役割は指令塔ではなく、原子力に関するさまざまな課題を管理運営する羅針盤のような役目を果たす」とし、今後の原子力利用については電力分野における競争環境をふまえた上で、「それに対応したものが生き残る」と説明。原子力の安全確保については従来の取り締まり型から予防型へ移行し、原子力全般については異論をも尊重した対話の重要性や

知識基盤の強化を求めた。

理事会セッションは「大学における研究・教育現場から訴える」がテーマ。研究炉や核燃・RI施設での長期間にわたる停止や廃止が原子力分野における基礎基盤研究の実施や次世代への研究展開に影響を与えていることや、さまざまな課題に対して大学などが連携して取り組む必要性を指摘し新規制への対応に苦慮している実情が報告された。

(原子力学会誌編集委員会)

原子力学会が核燃料サイクルの成立性を検討へ

日本原子力学会(会長＝上坂充・東京大学工学系研究科教授)は「もんじゅ」の廃炉決定など、昨今の原子力・エネルギー政策の動向を踏まえ、核燃料サイクルの成立性に関する検討を2017年度より開始する。3月15日の同学会会長記者会見で報告されたもので、現状のウラン埋蔵量、コスト、使用済み燃料の発生量や処分オプションなど、目指すべき姿を見据え幅広く検討を行う。

核燃料サイクル政策の将来像については福島第一原子力発電所事故後、原子力委員会で、「将来の原子力発電規模に応じた核燃料サイクル政策の選択肢」として、使用済み燃料の取扱いの基本方針により、「全量再処理」、「再処理/直接処分併存」、「全量直接処分」の3つに分けて総合的な評価が行われたことがある。また、現行の「エネルギー基本計画」で、核燃料サイクル政策については将来的な技術動向、エネルギー需給、国際情勢など、様々な不確実性に対応する必要から「再処理やプルサーマル等を推進するとともに、中長期的な対応の柔軟性を持たせる」とされている。一方で、核燃料サイクルの中心となる六ヶ

所再処理工場は、原子力規制委員会による新規制基準への対応などから、しゅん工時期の延期が繰り返されており、使用済み燃料貯蔵のひっ迫が懸念されている。

こうした状況に関し原子力学会の再処理・リサイクル部会は、「核燃料サイクル堅持の方向性は極めて曖昧になってきた」として、新たに研究専門委員会を4月より立ち上げ、これまでの路線にとらわれず、(1)フロントエンド(ウラン資源など)の現状と課題、(2)核燃料サイクルの候補シナリオ、(3)再処理の現状と課題、(4)高速炉の可能性——といった論点から、核燃料サイクルが成立するシナリオについて幅広く検討を行うこととした。新たな専門委員会のもと、ウラン資源の確保については海水ウランの回収に関する現状調査などを実施するほか、これまでの資源論にとどまらず、「コストや環境負荷低減など、様々な観点で成立性について検討する必要」から、使用済み燃料直接処分も含め、複数の核燃料サイクルシナリオを検討候補にあげデータベース化も行う。

(資料提供：日本原子力産業協会、以下同じ)

合同企業説明会「原子力産業セミナー」に事故以降最多来場

原子力関係の合同企業説明会「PAI(Presentations by Atomic Industry) 原子力産業セミナー2018」(原産協会及び関西原子力懇談会主催)が3月4日、東京・秋葉原UDXビルで開催された。本セミナーは、原子力産業に関わる企業・機関の採用活動と学生の就職への支援、原子力産業への理解促進・情報提供を目的として毎年開催されているもの。36社が出展した企業ブースには、昨年

を大幅に上回る約300名の学生たちが訪れ、資料を手にしながら熱心に説明を聞いて回る姿が見られた。11日には大阪・梅田スカイビルでも開催される。

今回、電力関連では、東北電力が初参加したほか、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、電源開発、日本原子力発電、日本原燃が、大手メーカーでは東芝、日立、三菱重工業が参加し、東京会場の出展企業総数は前

回の31社を上回った。また、前回に続き、原子力規制庁が参加したほか、原子力安全推進協会(JANSI)が初めて参加。原子力の安全確保に係る人材ニーズも高まっているようだ。

JANSIでは、「『日本の原子力産業界における最高水準の安全性を追求していく』というミッションに共感し、目指すビジョンを共有していける若い仲間を求め」と、新卒採用に期待を寄せている。JANSIブースでは学生たちが、規制当局との役割分担、事業者からの独立性、女性の活躍分野など、JANSIの取組姿勢について説明を求める姿が見られた。

廃炉技術開発に向け、若手が集い研究発表

将来の原子力発電所廃炉現場での活用に向け、次世代の研究・技術者の育成を喚起する技術カンファレンスが3月7日、東京工業大学・大岡山キャンパスで開催され、大学・高等専門学校(高専)の学生たちによる研究成果が披露されるなどした。多方面の研究者が機関・分野の枠を越えて連携することを通じ、原子力の課題解決を目指す文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」の一環として行われたもの。

本事業のプログラム・ディレクターを務める原子力損害賠償・廃炉等支援機構理事長の山名元氏は、学生発表に先立ち基調講演を行い、福島県の被災地住民が帰還に際し不安に思うこととして、「原子力発電所の安全性」が多くあがっていることを述べ、福島第一原子力発電所の廃止措置に見通しを示すのは「技術者の責任」と訴えかけた。さらに、福島第一の廃炉は通常の原子力発電所にはない放射性物質のリスクがあることから、「建屋の老朽化も加わり、放置すればリスクが受容できないレベルにまで引き上がる」と強調し、「長い戦いに向け技術力を継続させていかねばならない」として若手の活躍に期待を寄せた。また、同氏は、福島第一の安全な廃炉完遂を目指し、国内外の専門家たちの英知を結集する国際フォーラム(第2回)が7月2、3日に、広野町といわき市で開催

参加した学生からは「原子力産業の将来性をより深く理解できた」、「文系でも働ける職種があることを知り、志望業界の幅が広がった」など、原子力産業への理解が深まったとの声が多かった。

本セミナーの来場者数は東京会場で見ると、福島第一原子力発電所事故の影響で大きく落ち込んだ2011年度以降では最多となった。今回は、特設ウェブサイトや大学へのチラシ配布・訪問説明などに加え、東京と大阪で原子力産業の認知向上や誤解払拭を目的としたプレイベントも開催するなど、積極的な周知活動を展開した。

されることを紹介した。

学生による研究発表は、燃料デブリ処理・放射性廃棄物処分、設備管理、核種分析など、7テーマ別に行われた。福島高専は遠隔技術に関連して、放射線影響や暗闇など様々な制約のある原子炉建屋を想定した競技フィールドで、学生たちが製作したロボットの動作を競う「廃炉創造ロボコン」への参加について発表。FRP(ガラス繊維強化プラスチック)に金属粉末を添加した遮へい材で、ガンマ線がロボットに与える影響を抑えられることを説明した。また、東北大学からは2組が発表し、それぞれ狭い通路でロボットの走行が滞る「壁デッドロック」現象を解消するための左右駆動輪速度の検証、ドラえもんの手を連想させるロボットハンド「ジャミング膜グリッパ機構」の実験について披露した。

このほか、土木学の観点から粘性を有した「超重泥水」による放射線遮へい(早稲田大学)、国内で初めて発電に成功した動力試験炉「JPDR」の解体管理データの統計分析に基づく廃止措置の作業人工数算出モデル(福井大学)など、ユニークな提案もあった。

カンファレンス終了後、優秀な学生発表への表彰が行われ、実行委員長の東工大・小原徹教授は、「すぐに現場で役立つようなものもある」などと講評を述べた。

海外ニュース (情報提供：日本原子力産業協会)

【国際】

IAEA 天野事務局長、世界政府サミットで原子力の役割強調

世界中の政府高官や政策決定者、国際機関のリーダー

などが集まって世界規模の課題を協議する「世界政府サミット」が2月12日からアラブ首長国連邦(UAE)のドバイで開催され、国際原子力機関(IAEA)の天野之弥事務局長は14日、原子力発電所で安全・セキュリティを確保する重要性を強調しつつ、原子力が今後も世界で大きな役割を果たしていくとの見解を表明した。地球温暖化

や経済開発、エネルギー供給保証に取り組む際の有力エネルギー源として、現在多くの国が原子力に注目しており、今後数十年の間に原子力の利用は拡大し続けるとの見通しを示している。

天野事務局長はまず、2011年の福島第一原子力発電所事故を振り返り、原子力発電所の安全・セキュリティ確保でIAEAが中心的役割を担っている点を強調した。同事故以降、安全性が第一であることに誰も異議を唱えなくなり、皆が同事故から数多くの教訓を学習。同事務局長が視察したすべての原子力発電所で変化が見られたとした。また、高レベル放射性廃棄物(HLW)と使用済燃料の管理についても、世界中で進展があったと指摘。地層処分場の建設に向けた手続きが具体的に進んでいるフィンランドやスウェーデン、フランスの名を挙げた。

同事務局長はまた、サミット終了後に開催国 UAE の外相やエネルギー相と会見し、UAE初の原子力設備となるバラカ発電所の建設状況について議論した。2012年に同発電所1号機が本格着工した際、UAEが30年ぶりの原子力発電新規導入国になった点に言及。急速な経済成長と電力需要の急増により、UAEが2008年に原子力発電の開発利用プログラムに乗り出したこと、同発電所の4基すべてが完成すれば、2020年までにピーク時の電力需要の25%を賄える見通しであることを改めて指摘した。その上で、IAEAは同発電所の完成に向けてUAEと緊密に連携し続けるだけでなく、バラカ発電所の運転期間中、それ以降も協力していくと強調。さらに、原子力の導入を新たに検討している国に対し、UAEが経験を共有していることを大いに歓迎すると述べた。

EU と IAEA, 原子力関連活動の協力強化で合意

欧州連合(EU)と国際原子力機関(IAEA)は2月16日、ブリュッセルのEU本部で15日に第5回目の高級実務者会合(SOM)を開催し、原子力科学の応用など原子力関連活動における両者間の協力強化で対策を講じていくとの合意に達したと発表した。特に、イランの核開発問題を巡って2015年7月に国連安保理5か国とドイツ、およびEUがイランと最終合意した「包括的共同行動計画(JCPOA)」については、それぞれの権限に基づいて支持することを再確認。JCPOAを「最悪の合意だ」と評価する米国のD. トランプ大統領がこれを破棄し、再交渉する考えを公言していることもあり、JCPOA共同委員会の調整役を務めるEUと、イラン側の誓約を検証・監視するIAEAが今後も緊密に連携し、同合意を継続的に実行していく考えが明らかにされた。EUからは具体的に、機器や訓練などの面でIAEAに技術的支援を行うと

したほか、JCPOAで民生用原子力協力について記した第3付属文書の実施に関しても、原子力安全研究などイランとの二国間協力に関する情報を提示した。

UNSCEAR が発電技術毎の被ばく線量を比較

国連総会直属の委員会である「原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)」は先月、「電離放射線の線源、影響及びリスクに関する(2016年版)報告書」を公表した。人や環境に及ぼす放射線や放射性物質の影響を評価した総会用の主要テキストに加えて、A~Dまで4つの科学的内容の付属書を取りまとめており、付属書Bでは石炭火力や原子力などの発電にともなう放射線被ばく線量を発電技術毎に評価。発電による一般住民の年間被ばく線量は概して少なく、一般的に見て環境放射線による平均線量の1%を大きく下回ることを確認したほか、発電技術の中でも総線量の半分以上が石炭火力によるものであり、原子力発電では総線量の5分の1以下であることが明らかになったとした。しかし、このような判明事項だけで、どの発電技術がほかよりも好ましいと指し示すつもりはなく、各国ともに放射線被ばくを含む様々なファクターに基づいて、適切な電源ミックスを選択しているとの認識を示した。

UNSCEARの説明によると、世界各国における電源ミックスは気候や環境、財源、政策的および経済的課題などの状況に応じて時と共に変化。各国政府や研究者が、様々な発電技術による一般住民や作業従事者および環境への影響を比較研究するなかで、電離放射線による影響は考慮すべき多くの評価ファクターの1つに過ぎない。それでも、1993年の前回報告書よりも一層完全なデータの収集や改良された手法が可能であることから、過去の評価結果を改訂し範囲を広げることは、そうした調査活動に対する有効な情報源になるとしている。

比較する電源として同報告書は、原子力、石炭、天然ガス、石油、バイオ燃料、地熱、および太陽光を対象としたが、情報データベースの豊富な原子力と石炭については特に詳細に調査を実施。どちらについても2010年実績に基づいて、燃料の採掘から発電所での燃焼、石炭灰や使用済燃料といった廃棄物の処理活動を含めた燃料サイクル全体の被ばく線量を評価した。その結果、原子力発電による集団線量は一般住民対象で130人・シーベルト(Sv)だった一方、石炭火力では発電所の新旧タイプにより、670~1,400人・Svの幅があった。このほか、LNGは55人・Sv、石油は0.03人・Sv、地熱は5~160人・Svだったとした。報告書はまた、当時のエネルギー供給シェア(石炭は40%、原子力は13%)を考慮して発

電所1基分の発電量に対する被ばく線量についても、2つの主要電源について評価。原子力が100万kWあたり0.43人・Svだったのに対し、石炭は0.7~1.4人・Svという結果になり、短期的にはどちらもほぼ同じという認識である。数百年単位の超長期で見た場合、原子力では長寿命核種による非常に少量の線量が蓄積されるため集団線量は大きくなるものの、一般住民の被ばくと職業被ばくを合計した1基あたりの集団線量は、たとえ500年間、長寿命核種が蓄積されたとしても石炭火力の線量が原子力より高くなるとの見方を示している。

一方、事故時の合計集団線量について報告書は、今回の電源比較評価の範囲外だったことを明らかにした。UNSCEARは過去に、チェルノブイリ事故について3回、福島第一原子力発電所事故についても2013年に線量評価を実施したが、事故による被ばく線量を通常運転による線量と直接比較することは難しいと指摘。理由として、事故直後における一般住民の被ばく線量は地理的に非常に局地的に分布するのに対し、発電所の通常運転による集団線量は地域的な人口や広域的人口の中で、一層均等に分布することを挙げた。それでも同報告書は、チェルノブイリや福島第一発電所のように深刻な事故による広域的人口の集団線量は、今回評価した電源の発電所を1年間通常運転した場合の世界人口の集団線量より、数桁大きくなるとの認識を示している。

【ロシア】

鉛冷却高速実証炉を含めた「ブレークスルー」計画で90億ルーブル投資

シベリア西部に位置するロシア・トムスク州の州政府は2月16日、同州における鉛冷却・高速炉のパイロット実証炉「BREST-300」とその燃料製造プラントの建設計画を含めた「ブレークスルー(PRORYV)」プロジェクトで、国営原子力総合企業ロスアトム社が2017年に合計90億ルーブル(=約177億円)の投資を計画していると発表した。15日に同州のS.ジバチキン知事がロスアトム社のA.リハチェフ総裁と会談した際、ロスアトム社の自己資金から70億ルーブル、その他の財源から20億ルーブルを調達すると同総裁から伝えられたもの。電気出力30万kWの「BREST-300」は、2014年9月にエネルギー技術研究所(NIKIET)が詳細設計を完了したと発表しており、運転開始は2020年に予定されている。このため、今年中にトムスク州セベルスクのシベリア化学コンビナート(SCC)で建設工事が始まる可能性があると見られている。着工のタイミングについては、SCC内の老朽設備で廃止措置が始まるのに合わせるということで、ジバチキン知事とリハチェフ総裁が合意した。

ロシアでは国内のエネルギー需要を満たすと共に、天然ウランと使用済燃料の有効活用を可能にするクローズド核燃料サイクルを確立するため、高速中性子炉の実用化を進めている。1969年から電気出力1.2万kWの高速実証炉「BOR-60」がディミトロフグラードで稼働しているほか、60万kWの原型炉「BN-600」、80万kWの実証炉「BN-800」がベロヤルスク原子力発電所で稼働中。2011年に始まった「ブレークスルー」プロジェクトでは、世界の原子力産業界でロシアがリーダー的立場に立てるような、競争力のある製品の創出を目的としている。新たな研究開発基盤を構築するための革新的技術開発として、ナトリウム冷却高速炉と並行して、鉛冷却高速炉の研究開発を進めており、その中でもSCCでは、「BREST-300」と専用の窒化物燃料(MNUP)製造プラント、および同炉から出る使用済燃料の再処理プラントを建設する予定。ロスアトム社傘下の燃料製造企業であるTVEL社の16日付け発表によると、プロジェクトの実施に際して必要となる組織体制や人員計画に関する承認手続きがすべて完了したことから、ロスアトム社が現在、スタッフを募集中。「BREST-300」と再処理プラント建設のためのエンジニアリング支援サービス関係スタッフについては、すでに採用を終えたとしている。

ロシアが多目的研究炉の建設含めた協力協定をザンビアと締結

ロシア国営の原子力総合企業ロスアトム社は2月16日、アフリカ南部のザンビアに原子力科学技術センターを建設するため、同国と政府間協力協定を結んだと発表した。同センターは原子力科学全般にわたる研究活動を可能にする様々な施設と研究所で構成され、出力1万kWの多目的(軽水冷却軽水減速)研究炉も格納予定。慢性的な電力不足に苦しむ同国では将来的に、ロシアの協力により200万kW程度の発電炉建設を計画していると言われており、この研究炉を訓練基地として原子力の専門的人材育成も実施する方針である。

ロシアとザンビアは2016年6月に原子力平和利用分野の二国間協力協定を締結しており、同年12月にはこの分野で3つの了解覚書と今回のセンター建設に関する合意文書に調印していた。覚書のうち1つはザンビアにおける原子力発電関係の能力開発と人材育成に関するもので、2つ目は原子力発電に対するザンビア国民の理解促進が目的。3つ目は原子力平和利用の規制と放射線安全に関する協力だった。

【ハンガリー】

増設計画、EUの国家補助規制をクリア

欧州連合(EU)の執行機関である欧州委員会(EC)は3月6日、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、国家資金による財政支援が含まれていると結論付けたものの、エネルギー市場における競争原理の歪みを制限する対策をハンガリー政府が誓約したことから、国家補助規則に基づいて同プロジェクトへの投資を承認すると発表した。ハンガリーは2014年に総工費120億ユーロ(約1兆4,466億円)と言われる同プロジェクトを競争入札せずにロシアに発注しており、ECは2015年11月、これが公的調達に関するEU指令に準拠しているかの調査を開始。同時にEU域内の競争法であるEU機能条約(TFEU)の国家補助規則に適合するかという点についても詳細な調査を始めていた。公的調達についてECは2016年11月に調査を完了し、違反行為がなかったことを認めた。国家補助に関しても今回、承認裁定を下したことから、ハンガリーは国内規制当局の許可を得た上で今年中にも同プロジェクトの準備作業を開始し、2018年の着工を目指すことになる。

パクシュ発電所はハンガリー唯一の原子力発電設備であり、総電力需要の約50%を賄う重要電源。1980年代に運転開始した既存の4基(各50万kWのロシア型PWR)で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(120万kW×2基)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をⅡ期工事として建設すると発表しており、翌月には総工費の約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月にロシアのエンジニアリング企業とエンジニアリング・資材調達・建設(EPC)契約を含む3つの関連契約を締結した。

【フランス】

アレバ社、2016年決算で損失額が大幅に縮減

2014年に48億ユーロ(約5,798億円)という過去最悪規模の損失を計上した仏アレバ社は、3月1日に2016年の決算を公表し、再建計画の進展により損失額が2015年の20億3,800万ユーロ(約2,449億円)から6億6,500万ユーロ(約799億円)に縮減されたことを明らかにした。同社の年間収益は1,000万ユーロ(約12億円)で前年実績の半分以下に低下し、ネット・キャッシュフロー

も前年実績のマイナス5億9,000万ユーロ(約708億円)がマイナス6億2,100万ユーロ(約746億円)に悪化したものの、2018年に10億ユーロ(約1,200億円)という貯蓄目標額は、すでに70%以上を達成した。フランス電力(EDF)に対する原子炉・機器部門(アレバNP社)の売却交渉については、2017年後半に売買手続を完了すると明言。残った燃料サイクル関係部門を統合して創設した子会社(仮称「NewCo」)およびアレバ社の資本増強も、欧州委員会(EC)が1月に提示した前提条件を満たした上で6月に詳細事項を設定するとしている。

発表によると、同社を取り巻く事業環境は2016年も依然として厳しく、特にウランや濃縮サービスの価格が急落したことを例として挙げた。一方、経営再建計画を継続的に実施し、2017年はその最終段階に入ると説明。2016年中に具体的に、次のような項目が進展したと述べた。すなわち、11月にNewCoを設立するとともに、アレバNP社の売買取引条件を定めたEDFとの契約書に調印。12月には、研究炉や原子力潜水艦等の事業を担当していたアレバTA社の株式売却契約も、国家出資庁や仏原子力・代替エネルギー庁(CEA)などの購入者連合と調印した。また、同社の再建計画に対してECから前提条件付きで同意が得られたほか、2017年2月3日にはアレバ社とNewCoの資本増強条件について株主から承認を得るとともに、NewCoに対する5%ずつ、合計5億ユーロ(約600億円)の出資で三菱重工業および日本原燃と大筋合意。このほか、風力発電部門であるADWEN社の売却交渉も今年1月決着しており、中国核工業集团公司(CNNC)とは、NewCoとの産業・商業協力で枠組合意に達したとしている。

また、同社が手がけている欧州加圧水型炉(EPR)建設プロジェクトでは、2016年に以下の作業が進捗したと説明。(1)フィンランドのオルキルオト3号機計画で、1次系への注水やフル・スケールのシミュレーター試験が完了、(2)中国の台山1号機計画で、温態機能試験の準備として計測制御(I&C)系のキャビネットを再配置、(3)仏国内のフランマンビル3号機計画で、原子炉容器の上蓋と下鏡で実施した機械的強度に関する最終試験プログラムの報告書を12月に安全規制当局に提出—である。

【米国】

SMR開発企業連合が官民連携による商業化を要請

米国で革新的な小型モジュール炉(SMR)設計の商業化を進めている企業連合「SMRスタート」は2月14日、米国で開発されたSMRの国内建設と将来的な輸出を加速するには、官民の連携が不可欠であると連邦政府に訴

える声明文を発表した。同企業連合にとって SMR は将来の戦略的エネルギー・オプションの1つであり、今後国内で閉鎖されていく発電設備の一部を補うためにも米国は 2020 年代半ばまでに同技術を利用可能にする必要があるとした。そのため官民の連携は、SMR 開発における臨時インフラの整備や市場リスクの軽減などにより技術開発を促進する「政策メカニズム」という位置づけであり、市場原理だけでは不十分な場合にも、様々な部分で官民が連携することにより、投資した以上の利益が国民にもたらされると指摘。民間企業はこれまで、SMR 開発に 10 億ドル以上を投じてきたが、2020 年代半ばまでに確実に SMR を利用可能な原子力オプションとするには、官民連携を通じてさらに多くの投資が必要になる。この投資により連邦政府側も、SMR の運転期間全体で関連の税収や雇用創出、経済生産といった形で見返りを得ることができると強調している。

SMR スタートは 2016 年 1 月、原子力発電事業や SMR 開発に携わる 9 社が創設した企業連合で、現在はベクテル社や BWXT 社、ホルテック・インターナショナル社、ニュースケール・パワー社、テネシー峡谷開発公社(TVA)など 14 社が加盟。米国ではエネルギー省(DOE)がすでに 2012 年から、官民折半の SMR 許認可技術支援(LTS)プログラムに 4 億 5,200 万ドルを拠出し、有望な 2 つの SMR 設計について商業化支援を実施中だが、同企業連合側では、国内建設と輸出という点で SMR が有する戦略的価値と固有の特質を適切に評価する法制が連邦政府や州政府で十分に整備されていないという認識。莫大な民間企業投資を補い、SMR 技術から利益を得るには、議会が十分な資金を 2018 会計年度とそれ以降の予算で承認・充当すべきだとしたほか、同企業連合が想定している連携方法、および連邦政府が取るべきその他のアクションを次のように説明した。

- (1) 2017 会計年度末に終了予定の LTS プログラムを継続するとともに、カバー範囲を設計の最終確定および規制審査と承認まで拡大する。2 つ以上の SMR 設計と複数の初期施設についてコストを折半することとし、2025 年まで利用可能にする。
- (2) 1 つの SMR 商業化プログラムにより、新たな SMR の自動継続的な開発が可能になるよう促進する。それには発電税控除(PTC)や電力購入契約(PPA)、融資保証プログラムなどの投資メカニズムを組み合わせたプログラムを利用可能にすべきである。
- (3) SMR 投資に対する税額控除(ITC)を実施し、米国内での SMR 施設の製造と海外への機器輸出

を実現できるような強固なサプライ・チェーンを形成する。

- (4) DOE が SMR の革新的能力に関する研究開発と実証を行う。例としては、負荷追従運転や産業用プロセス・ヒートの供給、海水の脱塩と精製、熱電併給への応用など。
- (5) SMR による発電電力を主要な配電網から独立した分散型電力網に確実につなげるため、DOE と DOD が要件と仕様を作成する。これにより、連邦政府の重要施設が自然現象や意図的な破壊工作の影響を受けにくくなるよう、信頼性と回復力の改善を図る。

【イラン】

ブシェール原子力発電所でⅡ期工事の建設工事開始

イランの原子力発電開発利用計画を支援しているロシアの国営原子力総合企業ロスアトム社によると、イラン南西部のブシェール原子力発電所でⅡ期工事(2, 3号機)の建設・設置作業が3月14日に始まった。両炉の起工式はすでに2016年9月に開催済みで、これまでにサイトの3区画で地盤の掘削作業などを開始。今回の記念式には顧客であるイランの原子力発電開発会社(NPPD)のほか、地元ブシェール州の代表者、ロスアトム社傘下で同プロジェクトを請け負ったアトムストロイエキスポート(ASE)社幹部などが出席した。2, 3号機は1号機と同じく、100万kW級のロシア型PWR(VVER)を採用しており、合計出力は210万kW。ただし、動的と静的両方の安全システムや二重格納容器を装備するなど、第3世代プラスの設計になるという。それぞれ2024年と2026年の営業運転開始を目指すとしている。

2013年に商業規模の発電炉としては中東唯一となる1号機が同発電所で営業運転を開始した後、ロスアトム社とイラン原子力庁(AEOI)は2014年11月、両国政府間の既存の協力協定を補完する議定書を締結した。この中で、ブシェール発電所2, 3号機に加えて、他のサイトでも4基をターンキー契約で建設協力する可能性が明記されたほか、これら8基で使用される核燃料はロシア側が供給するとともに、使用済燃料は再処理・貯蔵のため引き取るとした。同時に、ロスアトム社の子会社であるNIAEP—ASE社とNPPDは、ブシェールⅡ期工事についてターンキー・ベースのエンジニアリング・資材調達・建設(EPC)契約および関連のエンジニアリング調査と初期データ収集に関する契約を締結していた。

フランス原子力学会との日仏合同セッション報告

Part 1 地球温暖化防止への貢献と我が国の原子力再稼働

北海道大学 大学院工学研究院 特任教授 奈良林 直

2015年11月30日から、COP21(国連気候変動枠組条約第21回締約国会議)が、フランス・パリで開催され、同年12月12日に世界の気温上昇を2度未満に抑えるための取り組みが合意され、2020年以降、すべての国が協調して温暖化問題に取り組むための仕組みを示した新しい国際条約、パリ協定 COP21-Paris が採択された。さらに、2016年11月4日、地球温暖化防止の新たな国際的な枠組み「パリ協定」が発効し、11月7日からモロッコで開催された COP22 マラケシュ会議の第1回締約国会議(CMA1)で、2018年までに「パリ協定」の詳細なルールを決定するとして工程表が採択され、世界は化石燃料消費から離脱すべく「脱・炭素社会」に向けて大きく歩み出した。我が国は、国会での承認手続きに手間取り、批准が遅れたため、議決権を持たないオブザーバー参加となり、原子力発電所の再稼働が遅れるなか、火力が90%を占める状態が続くなかで、温室効果ガス抑制に動く世界のトレンドから大きく遅れてしまった。

KEYWORDS: COP21, COP22, Global warming, CO₂, Nuclear Power Plant, CO₂, Fossil Thermal Power Plant

I. はじめに

2013年6月にフランス原子力学会代表理事のヴァレリー・フォードン女史が日本原子力学会を訪問し、日仏両原子力学会の連携強化を提案された。当時、国際活動委員会の担当理事であった筆者は、木倉委員らが企画した福島第一原子力発電所の汚染水処理のセッションに続き、秋の大会、春の年会で計6回の日仏共同セッションを企画した。フィルターベント、緊急時支援隊 FARN と過酷事故対策など、そして2016年9月に COP21-Paris の地球気候変動問題に対する原子力の役割についての企画セッションを行った。この企画セッションの反響は大きく、今回の開催報告を掲載することになった次第である。

今回の報告は、以下の3つの記事から構成される。

Part 1 地球温暖化の現状認識と日本の再稼働状況

Part 2 フランス原子力学会の COP21 に対する取り組み

Part 3 COP21 に向けた火力発電の役割と欧州の電力事情

我が国が国策として原子力開発を行ってきた背景には、準国産のエネルギー確保(エネルギーセキュリティ)と地球温暖化ガスである二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギーの供給がある。また、使用済み燃料からウランやプルトニウムを取り出し、ウランの利用率を上げて人類2500年分のエネルギー源とし、再処

Report of France/Japan Joint Session Part 1 : Contribution of Japanese NPPs Restart to Protect the Global Warming : Tadashi Narabayashi.

(2017年1月5日 受理)

理により有害な長半減期のアメリカシウムなどを削減する高速炉などの開発にも取り組んできており、その基幹技術である再処理技術や、高速炉技術開発で日仏の連携は極めて重要である。

II. COP21 批准に出遅れた日本

2015年11月30日から、COP21(国連気候変動枠組条約第21回締約国会議)が、フランス・パリで開催された。そして同年12月12日、2週間の交渉の末、世界の気温上昇を2度未満に抑えるための取り組みに合意し、2020年以降、すべての国が協調して温暖化問題に取り組むための仕組みを示した新しい国際条約、パリ協定(the Paris Agreement)が採択された。さらに、2016年9月3日に温室効果ガスの二大排出国である米中が批准したことで、世界各国の批准が進み、2016年11月4日、地球温暖化防止の新たな国際的な枠組み「パリ協定」が発効し、11月7日から11月18日までモロッコ、マラケシュで開催された「国連気候変動枠組条約第22回締約国会議(COP22)」マラケシュ会議と第1回締約国会議(CMA1)で、2018年までに「パリ協定」の詳細なルールを決定するとして工程表が採択された。世界は化石燃料消費から離脱すべく「脱・炭素社会」に向けて大きく歩み出した。我が国は世界5位の温室効果ガス排出国だが、国会が開始するや大慌てで、異例の参議院、衆議院の順に採択したが、国会運営の不手際もあって野党から手続きが遅れたことに対して強い批判を浴び、我が国が批准したのは COP22 マラケシュ会議開幕の翌日だった。このため、CMA1 で日本は、議決権を持たないオブザーバー参加と

なった。東日本大震災後、原子力発電所の再稼働が遅れるなか、火力発電が90%を占めることについて何の危機感を持たない我が国は、温室効果ガス抑制に動く世界のトレンドから大きく遅れてしまった。

Ⅲ. 進行する地球温暖化の現状認識

イギリスの環境学者、ジェームズ・ラブロック博士によれば、増大する世界人口とそれに比例する世界のエネルギー消費により、二酸化炭素(以下、CO₂)の大気中濃度の上昇により地球温暖化が進み、図1に示すように、地球の平均気温が5℃上昇すると、南極と北極を除く世界の大陸の大部分は砂漠となると予想されている。加えて、海水表面温度の上昇により、海洋の対流が弱まり、海洋生物にとって必須な養分や酸素の供給が途絶え、海の砂漠化も進展すると警告されている。まさに、地球上の全生物の生存が脅かされる事態である。このような、危機的状況は、米国のアル・ゴア元副大統領が主演の「不都合な真実」で世界中の人々に周知され、ゴア氏はノーベル平和賞を受賞した。図2は、北海道大学をはじめ世界各国の南極観測隊が持ち帰った厚さ3,000mの氷床を鉄パイプでサンプリングしたアイスコアを分析して得られた、過去65万年の地球の大気組成のCO₂とメタン(CH₄)の変動を示したものである。太陽活動等による変動はあるものの、過去65万年にわたり地球のCO₂とメタンの濃度は、ほぼ一定幅の範囲にあった。しかし、時

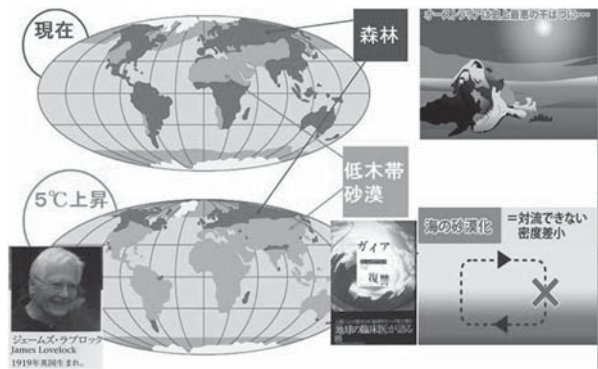


図1 ジェームズ ラブロック著「ガイアの復讐」¹⁾

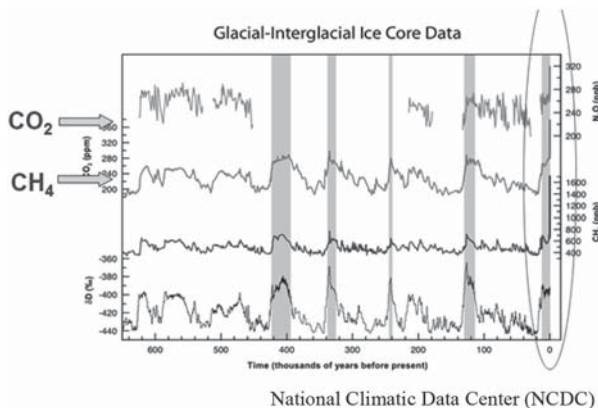


図2 南極アイスコアデータによる大気組成変動²⁾

間軸0年付近において、温室効果ガスであるCO₂やメタンの濃度が急上昇しているのである。これらの地球温暖化の要因と、世界各地で観察されている氷河や南極の氷床の溶解、北極海での貨物船の航行などの事実から、世界の環境学者の97%以上が、地球温暖化の進行を確信している。これがCOP21の批准やCOP22でのパリ協定の詳細なルールを決定する工程表が採択された背景である。

東日本大震災に伴う福島第一原発事故以降、原発の危険性や事故後の福島県の復興の遅れを指摘する報道番組は非常に多いが、地球温暖化の進行を指摘する番組は極端に減少してしまった。原発の再稼働が遅れ、火力発電が90%を占める我が国では、このような状態が日常化してしまい、地球温暖化への危機感が薄く、温室効果ガス抑制に動く世界のトレンドから大きく遅れている。

しかし、地球温暖化ガスによる地球温暖化の効果はかなり正確に評価されるようになっており、CO₂が無ければ地球の平均温度は-18℃になる(図3)。一方、北極の氷など表面が白い物質は、赤外線を吸収しないが、図4に示すように、北極やグリーンランドの氷は急速に縮小しており、最近では北極海でロシアの貨物船が航行している状態となり、2050年には、これらの氷はほぼ消滅すると予測されている。このような温暖化は世界各地で確認されている。例えば、熱帯雨林のブラジルのアマゾン川流域が砂漠化している。2100年には乾燥地帯になると予測されている。現在でも時々、アマゾン川の川底が干上がる現象が発生している。また、

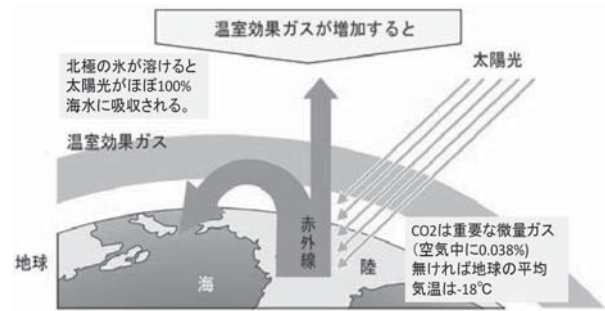


図3 温室効果ガスによる地球温暖化のメカニズム³⁾

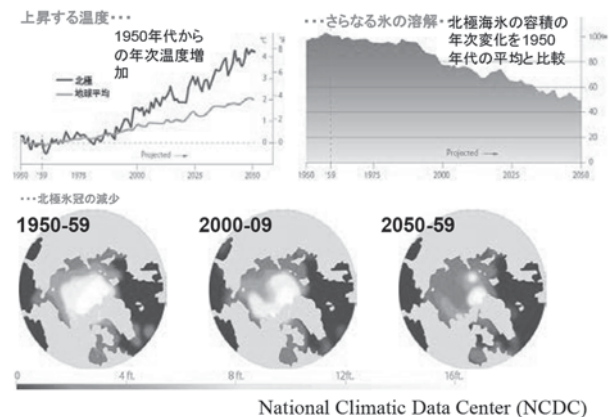


図4 地球温暖化による北極の氷の消滅²⁾

2003年と2006年の2回、欧州の干ばつと熱波が発生し、合計の死者5万人に達したと推計されている。だから、欧州では地球温暖化に対する危機感が高い。

米国でも、巨大ハリケーンが毎年来襲するようになった。1つのハリケーン・カトリーナだけで、死者1,000人を超えている。2012年10月29日には、アメリカ合衆国ニュージャージー州にハリケーン・サンディが上陸し、大都市であるニューヨークを直撃した。約4.3mの高潮により、世界経済の中心であるニューヨークのマンハッタン島が洪水となって、地下鉄等が浸水し、800万世帯が停電したことなどから、交通機関の麻痺、ビジネス活動の停止を通じて経済・社会活動に影響。死者はアメリカ全土及びカナダで132名(うち43名がニューヨーク市内)。ニュー York州及びニュージャージー州の被害額は合わせて8兆円規模に達した。

インドでも2013年10月12日に、東部のベンガル湾沿岸に、14年ぶりの規模となる巨大サイクロン・ファイリンが上陸した。ファイリンは12日夜にオリッサ州東部に上陸した後、勢力を弱めながら内陸部へ抜けた。直径は2400km、風速約70m/s、瞬間最大風速85m/sの猛烈な風が吹いた。暴風や高潮などで数十万戸の家屋が損壊。43人が死亡。避難した住民は100万人。避難警告は直撃の5日前に始まり、人的被害を最小限に食い止めた。被災地では主要道路が冠水し、送電線が寸断されるな

どの被害が出た。電力供給の再開には最長で1週間。鉄道網も影響を受けたほか、農作物にも甚大な被害が出た。

フィリピンでも、巨大台風18号が2013年11月に来襲した。5日夜から6日夜にかけての24時間で中心気圧が65hPa(ヘクトパスカル)低下して、905hPaに達し、6日21時には中心付近の風速60m/s、最大瞬間風速85m/sの「猛烈な台風」となってフィリピン海を西北西に進んでミンダナオ島に接近。7日21時、更に中心気圧が下がって895hPaに達し、中心付近の風速65m/s、最大瞬間風速90m/sと観測史上例をみない勢力となった。台風は現地時間8日午前4時40分(日本時間5時40分)頃にフィリピン中部のサマル島に上陸。サマル島からレイテ島、パナイ島とフィリピン中部ヴィサヤ諸島を横断して南シナ海へ抜ける進路を取った。なお、8日朝の時点での勢力について合同台風警報センターは最大風速87.5メートル、最大瞬間風速105m/sとなった。

我が国でも、2013年10月15日から16日にかけて、関東の東海上を通過した台風26号に伴い、関東の広い範囲に記録的大雨が観測された。特に伊豆大島では、24時間雨量が824mmに達し、土砂災害により甚大な被害が出た。更に、2016年には、東北地方沿岸から台風が上陸し、岩手県に甚大な被害を与え、次いで、北海道に3つの台風が相次いで来襲し、収穫前の野菜畑の土を持ち去り、農作物に甚大な被害を与えた。

このように、世界各地でハリケーン、台風、サイクロンの脅威が増しているのは、図5に示す、海水表面温度の上昇である。2℃の温度上昇で、海面から蒸発する蒸気量は2倍、つまりエネルギーも2倍になる。ハリケーンの強さを表すカテゴリー4、5に属する巨大ハリケーンの数はこの15年で、その前の15年間よりも確実に増加している。

このように地球温暖化による災害のリスクと死者の数が増加しているだけでなく、漁業に影響する海の砂漠化も進行している。図5に示すように、日本沿岸の海水温度は最大で1.6℃ほど上昇しており、台風が巨大化してきている原因であるが、海水温度の上昇に伴い、磯焼けが進行している。海に面する39都道府県のうち、34都道府県で、磯焼けの報告があり、魚や貝が多量に死んだり、海苔が不作になるなど、漁業への影響も顕著となっている。

ハリケーン・台風・サイクロン

海面温度の上昇により大規模・凶暴化
地球の自転により発生するコリオリ力のため反時計回りの大規模渦となり70m/s以上の強風と豪雨が発生する。

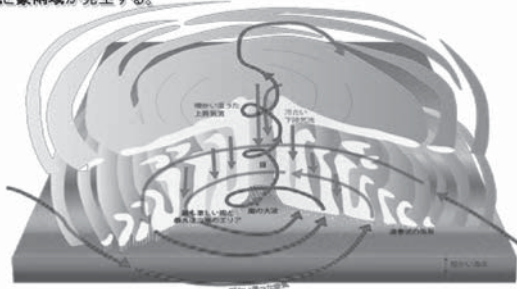
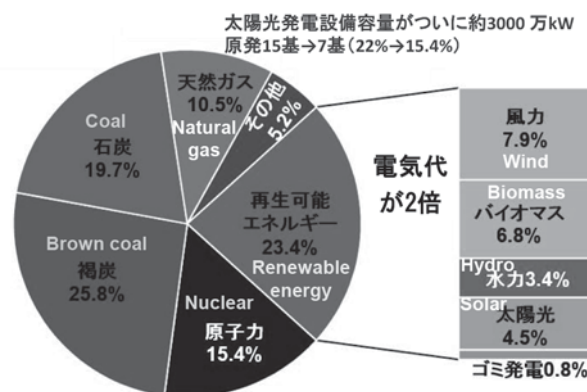


図5 ハリケーン・台風・サイクロンのメカニズム



BDEW, AG Energiebilanzen Stand: 12/2013

図6 ドイツの発電種別発電電力(kWh)比率

IV. 太陽光の金融商品化

このように、地球温暖化は顕著になり、深刻な被害が発生している一方、我が国の国民は、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの導入により、全てがうまくいくと信じているように思われる。しかし、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの増加により、不安定で変動の大きくなった電源を、火力発電所の高速度な負荷追従により安定化させるため、停電のリスクが増大し、しかも、CO₂の排出が増加してしまった。我が国がお手本と

したドイツでも失敗している。具体的に、図6のドイツの発電種別の kWh ベースの発電電力比率で説明する。ドイツは脱原発を選択し、15基あった原発を7基に減らした結果、原発の全電力に占める比率は22%から15.4%に減少した。一方、FIT(再生可能エネルギー優先買い取り制度)により太陽光は15基あった原発の発電設備容量の1.5倍に相当する3,000万kWも導入したのであるが、kWhで見るとわずか約5%しかない。一方、ドイツ北部は風が強いので、風力発電は約8%の電力を供給している。このため、ドイツ誌『シュピーゲル』が2012年1月16日号で太陽光発電を「巨大な金食い虫」(Massive Money Pit)として非難している。家庭用の電気代は2倍となり、「再生可能エネルギー貧乏」(Renewable poverty)としてメルケル政権への攻撃の対象となっている。なかでもひどいのが、秋の週末である。季節風が強く電気が余り、他国の電力も余剰状態のため、日本円で20円/kWhで買った電力を4円/kWhでたたき売っている。産業用の電気料金は安く抑えられているため、この逆ザヤはドイツの一般家庭が払っているのである。「ドイツは電気を輸出している。電気代も安い」との主張もあるが、実態はたたき売りの大損をしているのである。そしてFITはCO₂の排出削減が目的であったはずが、CO₂の排出も史上最高に達している。太陽光や風力の発電の谷を埋めているのが、ドイツ国内で産出する安い石炭や褐炭を燃料とする火力発電である。ドイツの太陽光の設備利用率はわずか10%である。残りを石炭火力が埋めているのである。ドイツの大手企業も高い電気代を嫌って隣国のチェコなどに工場を移している。電力不足に陥ったチェコでは石炭火力発電所を建設する。この結果、ドイツが太陽光や風力を増やせば増やすほど、欧州のCO₂排出は増加するのである。これは、グリーンエネルギーパラドックス(Green Energy Paradox)と呼ばれ、FIT制度の最大の矛盾となっている。

我が国では、FIT制度は、さらにひどい状態を生んでいる。太陽光の買い取り価格がソフトバンクの孫氏らの主張により当初42円/kWhと国際相場の2倍に設定されたため、太陽光は、金儲けのための金融商品に化けた。50kW以下の小口事業は、ほとんど規制がかからないために、「分譲」されて、投資の対象になっている。ネットでちょっと検索すればこれらの「金融商品」が多数販売されていることがわかる。「24円/kWhでも儲かる」と、盛んに投資を勧誘している。このようなことをやっている。我が国の美しい森林が伐採され、あちこちがはげ山になって、太陽パネルが設置されている。札幌から羽田にいく航空機の窓から関東地方、千葉県木更津の上空をみればぞっとする光景があちこちに見える。我が国の太陽光の設備利用率は12%である。24時間のうちの日照が6時間、晴天率50%を乗ずると12.5%となる。冬の北海道など晴天率は20%程度なので、冬場の北海道のメ



図7 山梨県北杜市の森林伐採太陽光乱開発⁴⁾

ガソーラーなど意味がないのである。晴天率が100%に近い、米国カリフォルニアなどとは大違いである。我が国で晴天率が高いのは山梨県、静岡県、四国くらいである。このため、山梨県では、乱開発が特にひどい(図7)。

V. 我が国の電源系統の不安定化

欧州の送電網に接続されたドイツの電力網は比較的安定である。隣国のフランスからは原子力発電の電気が多量に供給されている。一方、我が国は電力網は、ロシアとも韓国とも接続されていない。このため、我が国において太陽光や風力発電の急激な変化を吸収しているのは、図8に示す複合サイクル(GTCC: Gas turbine combined Cycle)発電である。天然ガスを燃料とし、ガスタービンとその排熱で蒸気タービンを回す発電システムである。このガスタービンがまるで戦闘機のジェットエンジンのように機敏に出力を上下させて、発電と電力需要の時々刻々の変動に追従しているのである。詳細は黒石卓司氏の「COP21に向けた火力発電の役割」と欧州の電力事情にて解説があるが、蒸気タービンは慣性が大きいため、急峻な電力需要の上昇と下降には追従できない。そこで、前段のガスタービンの発電量を上下するのである。しかし、ガスタービンの発電比率は30%弱のため、調整能力には限界がある。図9のように、長期的にはCO₂削減のために火力発電の比率を下げて、再生可能エネルギーの比率を増やしていくため、調整能力はさらに限定される。

2016年10月12日に、埼玉県新座市の送電ケーブルを収納した洞道内でケーブル火災が発生し、埼玉県から東京都の中核の電が関東までの広域大停電が発生した。原因はケーブルの絶縁劣化とされているが、再生可能エネルギーが増えたことによる電力の潮流が不規則に変化することによる一時的な過電流説も囁かれている。

東京では、1987年7月23日に猛暑による冷房需要の急増による首都圏大停電が発生した。この対策として揚水発電所が建設されたが、原子力発電所が停止している状態では、揚水発電所への深夜電力を用いたダムへの揚水もコスト的にはメリットが無い。

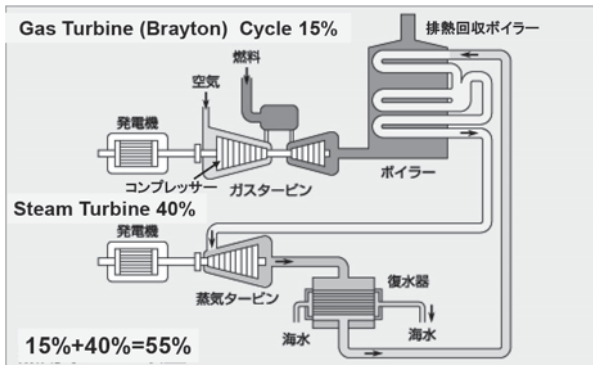


図8 ガスタービン複合サイクル発電(GTCC)³⁾

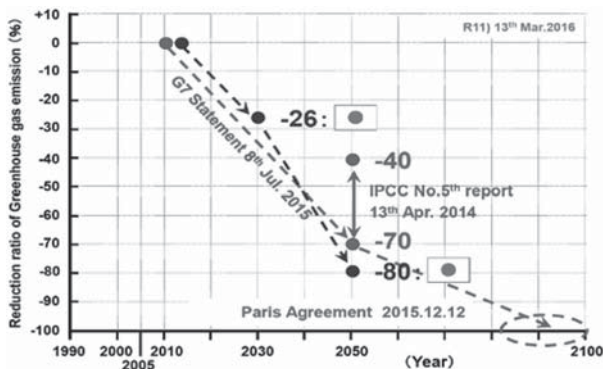


図9 発電によるCO2排出削減目標(COP21-Paris)⁵⁾

次いで、2006年8月14日、午前7時38分頃に、旧江戸川を航行中のクレーン船がブームを江東線の送電架空線(275kV 江東線1, 2号)に接触させ、これを切断したため、葛南、世田谷、荏田の3か所の変電所が停電。系統切替により午前7時46分に荏田変電所が復旧したが、午前7時58分には系統から孤立していた品川火力発電所が自動停止(朝の需要の伸びに伴い供給力とのバランスが崩壊したため)、江東、城南変電所が停電した。これにより東京都心部で97.4万軒、神奈川県横浜市北部・川崎市西部で22万軒、千葉県浦安市、市川市の一部で19.7万軒、合計約139.1万軒で停電が発生した。軒数としては1987年7月に発生した首都圏大停電の際の280万軒に次ぎ、史上2番目に多く、電力量では過去4番目となった。大手会社の多くがお盆休みとなっている時期のため、電力需要が通常より低下していたこともあり、3時間6分後の午前10時44分に全面復旧した。さらに2016年には、中部電力管内でも和歌山県から長野県に至る広域大停電が2回発生している。大規模停電で基幹ケーブルや変電所の変圧器コイルなどの焼損が発生すると、復旧に時間がかかるようになる。復旧に数時間以上の時間を要すると、病院などの非常電源の燃料が尽きて、病院の生命維持装置、保育器、人工透析、手術室設備などに影響が出て、極めてリスクの高い状態になる。このようなことから、ジェームズ・ラブロック博士らが



図10 映画「ガイアのメッセージ」⁶⁾

出演する映画「ガイアのメッセージ」(図10)では、原発を止めることによって高まるリスクについての指摘がある。

VI. まとめ

以上、2016年秋の大会のフランス原子力学会との日仏合同セッション報告のPart 1として「地球温暖化の進展と原発を止めているリスク」について述べた。進行する地球温暖化の現状について認識いただけたと思う。太陽光のソーラーパネルの増加は著しいが、我が国のCO₂の排出は過去最大となり、ほとんど減っていない。我が国の電力需要は年々減少しているが、これは、電力多消費産業が海外に移転しているためである。2011年以降、国内のアルミ精錬工場は消滅した。深夜電力は火力発電ではメリットが無く、深夜電力料金も3倍に値上がりした。

海外に移転できない中小企業にとっては、塗炭の苦しみの経営が続く。我が国の電力送電網も不安定化の兆しを見せており、原発を止めていることによるリスクが顕在化しつつある。安全性を高めて新規基準に適合した原子力発電所の1日も早い再稼働を願うばかりである。

— 参考文献 —

- 1) ジェームズラブロック著、秋元勇巳監修、竹村健一翻訳、中央公論新社(2006).
- 2) National Climatic Data Center (NCDC).
<https://www.ncdc.noaa.gov/>
- 3) 資源エネルギー庁「原子力・エネルギー図面集」(2008).
- 4) 石井孝明、太陽光発電の環境破壊を見る(上)—山梨県北杜市を例に、GEPR, (2015).
<http://www.gepr.org/ja/contents/20150706-01/>
- 5) 黒石卓司、日仏セッション講演資料(2017.9).
- 6) ジェームズ・ラブロック主演「ガイアのメッセージ」
[http://messageofgaia.com/\(フィルムヴォイス/ワック\).](http://messageofgaia.com/(フィルムヴォイス/ワック).)

著者紹介



奈良林 直 (ならばやし・ただし)

北海道大学

(専門分野/関心分野)

原子炉工学, 保全工学, 原子炉安全工学,
地球環境保全, 気液二相流

フランス原子力学会との日仏合同セッション報告

Part 2 フランス原子力学会における COP21 への取組み

フランス原子力学会 代表理事 ヴァレリー フォードン
 在日フランス大使館 原子力参事官 スニル フェリックス
 在日フランス大使館 原子力参事官補佐 エムリック タンギ

This paper urges negotiators at the United Nations Framework Convention on Climate Change Conference of the Parties (COP21) to develop an achievable agreement for the reduction of greenhouse gases that ensures the right of countries to choose nuclear energy in order to reduce greenhouse gas emissions while meeting their energy and development objectives. This choice should not be prejudiced against in any way by the new UNFCCC protocols, specifically with regards to access to climate funding mechanisms such as Green Climate Funds. "We strongly believe the world must use all available low-carbon energy sources, including nuclear energy, if it is to mitigate the effects of climate change and reduce greenhouse gas emissions while meeting development goals and not impeding on economic growth." The Nuclear for Climate campaign, in what we believe was the first ever COP discussion panel on nuclear and climate. The discussion was held inside the Generation Climate public arena, and attended by more than 200 people. Today, hydroelectricity and nuclear make up 90% of the electricity mix of the country, thus allowing the CO₂ emissions to remain at very low levels. The French nuclear fleet was built over a very short period of time, some 15 years. The replacement of some major components of the various reactors will therefore also take place over a very short period of time, almost at the same time for all reactors. Following the Fukushima accident, safety improvements, will need to be added the safety steps, required in order to extend the lifetime of plants beyond 40 years by "Grand Carénage program".

KEYWORDS: COP21-Paris, COP22, Global warming, CO₂, Nuclear Power Plant, NPP, CO₂,

I. はじめに

お集りの皆様こんにちは、フランス大使館のエムリック タンギです。本来でしたらフランス原子力学会のヴァレリー・フォードンとフランス大使館のスニル・フェリックスがこの2016年原子力学会秋の大会の企画セッションで皆様にお話することになっていたのですが、どうしても都合がつかず来日することができなくなってしまいました。大変申し訳なく思っているということを皆様にお伝えするよう頼まれました。又、私がフォードンに代わり、この大会に出席することを許して下さいました主催者に感謝いたします。今日は、COP21について、又この大規模な国際会議にフランス原子力学会がどのような貢献をすることができたかについて、お話

Report of France/Japan Joint Session Part 2: Contribution of the French Nuclear Society toward the COP21 Conference by "The Nuclear for Climate" campaign : Valérie Faudon, Sunil Félix, Aymeric Tanguy.

したいと思います。(以下、講演原稿の文体を「である調」に修正)

II. フランス原子力学会について

まず最初にフランス原子力学会、SFEN(スフェン)について簡単に説明する。1973年に設立されたフランス原子力学会、SFENは、研究機関、産業界、大学などのエンジニアや科学者約4000名が所属する、非営利の科学機関である。SFENは、原子力分野の科学・技術の最新の動向を話し合うためのフォーラム、つまり集団で議論をする場としての役割を果たしている。一般市民には原子力のことを学ぶ手助けをしたり、原子力の専門家には、集まって議論する場所やネットワークを提供している。SFENは、欧州原子力学会、ENSの設立メンバーであり、ENSの活動には積極的に参加している。SFENは欧州委員会、IAEAなどの国際機関とも常時連絡を持ち、フランス原子力産業会議や欧州原子力産業会議FORATOMと一緒に様々な活動を行っている。SFEN



図1 フランス原子力学会の国際活動

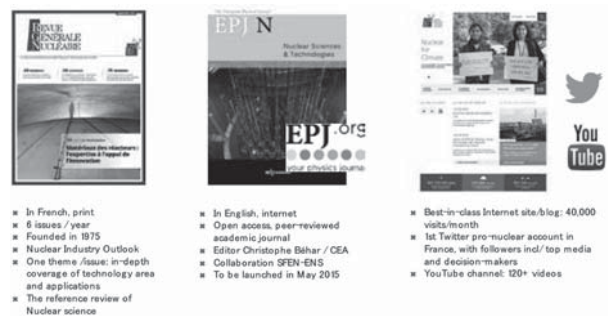


図3 SFENの出版およびSNSの活用

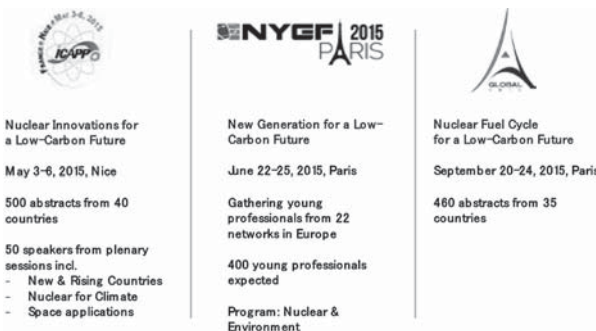


図2 低炭素未来社会のための英仏原子力パートナーシップ (2015)

は、世界規模で、若い世代の研究者やエンジニア及び横断的ミーティンググループに交流の道を提供している。SFENには研究分野及び産業分野の多数の専門家が参加しており、いくつかのフランスの団体の事務局も務めている。

SFENが科学・技術分野のハイレベルな交流や数々の国内及び国際イベントを主催し、スポンサーになるなど、将来を見据えた活動をしている一例である。

SFENは、図1に示すように、国際的な様々な場に参加し、又、外国の原子力学会とも協力関係があり、進取の気性と明確な情報提供並びに広報政策を持っている。

2015年にSFENが主催したイベントの一つについてお話しする。それは、図2に示す、低炭素未来社会のための英仏原子力パートナーシップである。イギリスとフランスは、CO₂の排出を減少させるために原子力が中心的な役割を果たすという経済モデルを再構築した。

イギリスの原子力計画は、両国にとって又両国の企業にとって、建設、燃料サイクルバックエンド及び研究開発分野での知識や経験を共有する良い機会となる。このような機会を協力関係の中で具体化するために、SFENが主導して議論を行ってもらい、両国のパートナーのマッチングを促進することができた。

SFENは又、出版及びソーシャルメディアを通して情報を発信しています。原子力産業の概況を提供する雑誌(1年に6回)を発行している。昨年からウェブサイトでも情報を発信している。

過去にSFENの貢献によって達成された、いくつかの

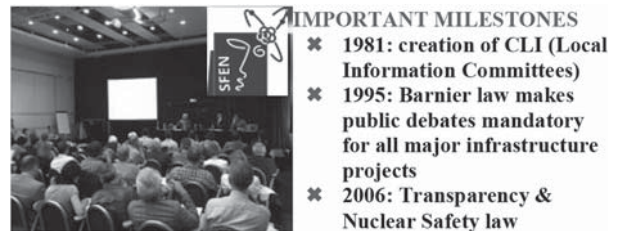


図4 SFENの貢献によって達成された代表的な実績

出来事をここに挙げる(図4)。

- ・1981年：一般市民が原子力分野の活動についての情報を得ることを目的としたCLI(地方情報委員会)という組織の設立
- ・1995年：全ての大規模なインフラの建設プロジェクトについて、国民的議論を義務付けたバルニエ法の成立。
- ・2006年：原子力安全と透明性に関する法律の成立。

フランス原子力史の中のこれらの重要な機会に、SFENは、議論の場をつくり、国民への情報提供を行い、原子力関係機関の情報交換を企画し、又、議会からの質問に回答するという役割を果たした。

III. COP21 への取り組み

SFENは又、原子力エネルギーに対する国民の信頼度を調べるためのアンケートや調査を行っている。例えば、福島事故が起こった後で、フランス国民に対する調査を実施した。SFENは原子力に関する重要な役割を演じており、その代表例が2015年6月にフランスの議会が採択したエネルギー法、高レベル廃棄物の地層処分に関するCIGEOプロジェクト、そしてCOP21などが挙げられる。SFENが取り組んでいる Nuclear for climate、即ち「気候変動を解決するための原子力」というイニシアティブについて説明する。地球温暖化に関する議論は、2015年12月にパリで開催されたCOP21会議のパリ協定に集約されたが、こういった議論は、世界中の原子力団体及び学会に刺激を与え、Nuclear for Climateというイニシアティブ(主導活動)が生まれた(図5)。Nuclear for climate(N4Cとも書く)は、全世界の原子力に携わる科学者や専門家、及び気候変動の問題と戦うために今こそ行動しなくてはならないと信じる市



図5 Nuclear for Climate-An initiative from nuclear associations for COP21 (2016年4月北京にて)



図6 COP21-Paris の期間中に開催された N4C のパネル討論会

民が、一緒になって行う草の根的な活動である。彼らは原子力が気候変動に対する解決策の一つだと確信している。

このイニシアティブの目標は、どのように気候変動問題と戦うのかを議論するきっかけをつくり、原子力エネルギーがそれに貢献できることを明確にすることである。SFEN は N4C に積極的に参加しており、図6に示すように、COP21 会議開催中、N4C は強い声明を出すことにより様々な議論に貢献した。SFEN は、地球の平均気温上昇を2℃に抑えるように、温室効果ガスの排出を制限するための合意が得られるよう、COP21 会議の交渉担当者に働きかけた。

私たちは、原子力エネルギーが、気候変動を抑制するための次の重要な鍵を握っている。

- ①発展を望み、なおかつ気候変動を抑えるには、世界は、原子力を含むあらゆる低炭素エネルギーの利用が必要。
- ②世界は、温室効果ガスを減らすためのステップを直ちに踏み出す必要がある。原子力エネルギーは、今日既に利用できるエネルギーであり、低炭素なエネルギーであることが証明されている。
- ③あらゆる国が、自国のエネルギー目標を達成し、かつ温室効果ガスを減らすために、原子力エネルギーを選択する権利がある。

Nuclear for Climate は、COP21 という文脈のなかで、エネルギーに関する議論を促進することに大いに貢献し

We proudly believe that nuclear energy is a key part of the solution

<p>NUCLEAR SOCIETIES Nice, May 4, 2015</p> <p>41 nuclear societies 50,000 scientists 38 countries</p>	<p>ENS YOUNG GENERATION Paris, June 24, 2015</p> <p>22 European nuclear young generation networks</p>	<p>WOMEN IN NUCLEAR Vienna, August 27, 2015</p> <p>500 women from 65 countries</p>
--	--	---

図7 「原子力が気候変動防止の切り札」提言を発信

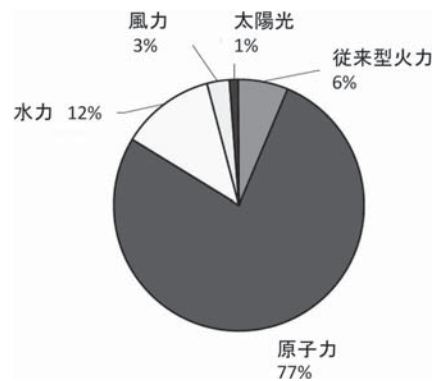


図8 フランスの発電のエネルギーミックス

た。図5に示すように、世界の原子力学会が2015年5月に一堂に会した。また、欧州原子力学会の若い世代が2015年6月に会合を開いた。さらに、Woman in Nuclear (WIN) は2015年8月に会合を開いた。このような会合の目的は、もちろん、気候変動問題に対する原子力エネルギーの貢献に関する知識を広めることである。これらの議論では、主要プレスへの記者会見に加え、最新の情報伝達ツールや SNS が利用され、原子力エネルギーの利用を主張するリーダー達の声明が流された。

このような方法は、特に原子力エネルギーについての間違った情報と戦うには、大変重要であることがわかった。図6に示す N4C 討論会が開催され、専門家や有名人が自らの意見を述べる機会となった。N4C は、COP21 の議論に貢献しただけでなく、2016年及び2017年のモロッコ会議及びアジアでの会議でも貢献できると考える。

IV. フランスの原子力事情と COP21 への取り組み

既にご存知のように、フランスは原子力エネルギーが地球温暖化問題に対する重要なカギとなると認識しており、フランスの原子力界は現在、その強化のために再編成を行っている。従って、このセッションは大変タイムリーなテーマを扱っているということが言えると思う。

図8はフランスの発電のエネルギーミックスを示しており、そのうち、原子力は発電の77%を占めている。

Low CO2 emissions: (AIE)
 France: 70 to 80 g CO2 per kWh
 Europe (average): 350g CO2 par kWh.

Electricity price: (Eurostat 2011).
 kWh: 0,138€
 Average in Europe is 40% more (0,187€).

Employment: (CFSN 2102)
 • 220,000 people employed (direct & indirect)
 • 2500 companies for 46Bn€ total turnover

Trade balance: (CFSN 2102)
 • €2Bn net electricity exports
 • €6Bn net exports (goods & services)

図9 原子力発電の長所

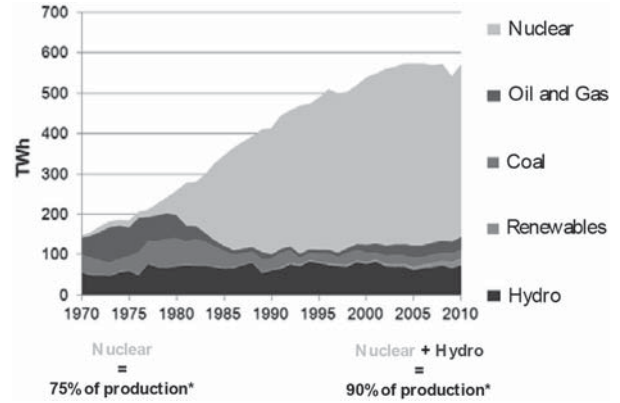


図11 水力と原子力で全電源の90%を占有

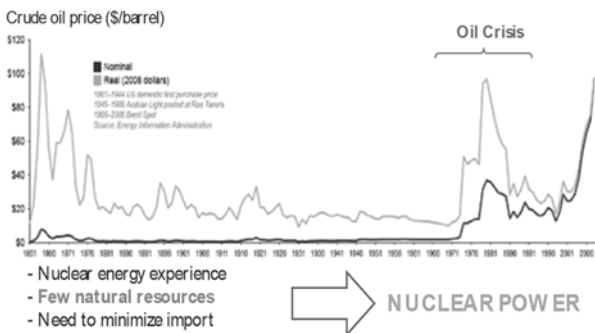


図10 オイルショックに対するフランスの決定

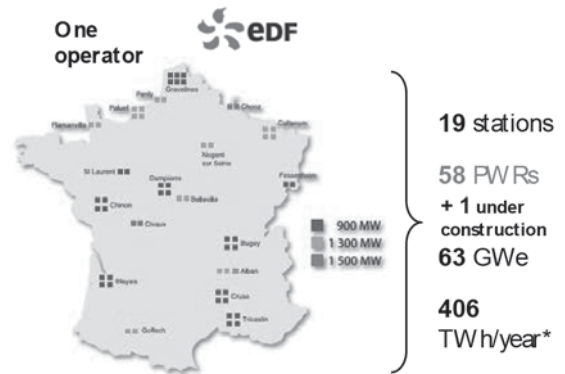


図12 フランスの原子力発電所の立地状況

2015年6月にフランスの議会によって可決されたエネルギー転換に関する法律のことを後ほどお話する時に、もう一度このグラフに触れる。

何故、原子力エネルギーなのか。原子力は次に挙げるような長所を持っており、これは良く知られていることである(図9)。

- ①クリーンなエネルギーであること。フランスの、キロワットアワー当たりのCO₂排出量は、EUの平均よりもかなり低いものになっている。
- ②原子力により、その国のエネルギー自給率が上がる。
- ③原子力は安価に電力を生産することができ、かつ雇用を創出し、お分かりのように、フランスの電気料金はEUの他の国より安く、雇用の規模も大きくなっている。
- ④原子力により、電力を輸出することができ、それはフランスの貿易収支にプラスに働いている。電力会社であるEDFは、イギリス、ドイツ、スペイン、イタリアなどに電力を輸出している。

ここで、フランスにおける原子力エネルギーの歴史についてお話する。フランスが原子力利用の決定をしたのは、図10に示すように、1970年代のオイルショックの時である。フランスには天然資源がなく、オイルショックの影響をおさえるために、フランス政府は、自国で生産できるエネルギーの生産能力を高めるという決

定を下した。その決定を受けて、フランスは15年という非常に短い期間に、58基の原子力発電所を建設したのである。現在、図11に示すように、水力と原子力が我が国のエネルギーミックスの90%を占めており、発電時のCO₂の排出レベルを非常に低く抑えることができています。

フランスの原子力を担う機関及び企業について説明する。EDF, AREVA, CEAなどは、世界的規模で活動を行っており、日本とも協力関係を持っている。

フランスの原子力発電所を図12に示す。19サイトの発電所に58基の原子力発電所があり、これら全ての炉が、90万kW、130万kW、160万kWで標準化されて、建設されてきている。更に、フランスでは初代の第3世代原子炉となるフラマンビル3号機が建設中(図13)である。

次に、電力会社であるEDFが行っている原子炉の寿命延長と出力増強のための大規模な改修計画(図14)について詳しく説明する。この大規模な計画をEDFはフランス語で「グラン・カレナージュ」と名付けた。カレナージュとは船をドックで改造することであり、大規模改修計画と訳す。この「グラン・カレナージュ」は、EDFが原子力発電所を改修し、安全レベルを上げ、条件を整えれば炉寿命を延ばすための事業である。この計画のコストは、2014年から2025年の期間で、約550億ユーロ

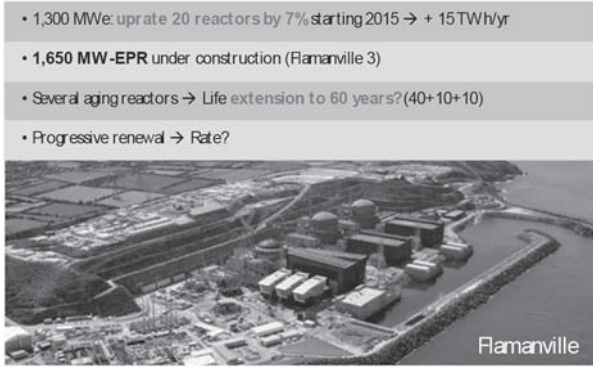


図 13 2015 年以降の大規模改修計画と EPR の建設

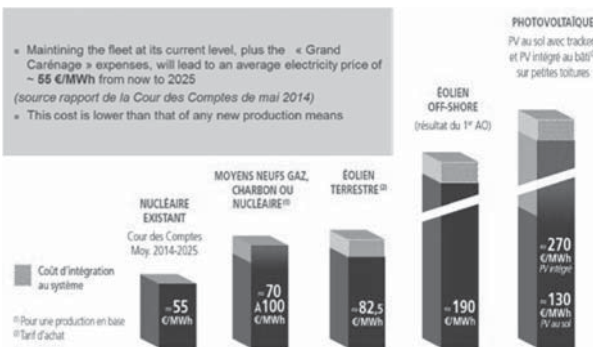
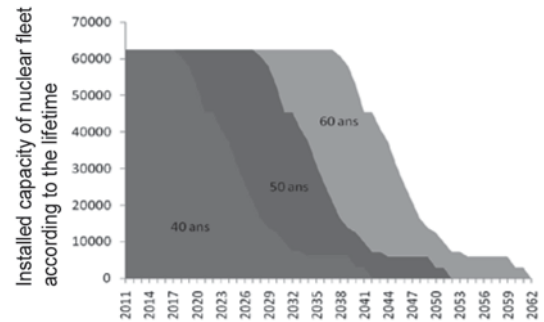


図 14 最も競争力のある出力増強の取り組み

(約 6 兆 3 千万円)と見積もられている。これには次が含まれる。

- ①全発電炉のメンテナンスに対する定期的な投資
- ②設計寿命以上に寿命を延ばすための投資で、この計画は次の 3 点で他に例を見ない計画となっている。
 - 1) 寿命について：フランスの原子力発電所は 15 年という非常に短い期間に建設された。従って、これらの炉の重要コンポーネントの交換もほとんど同じ時期に短期間で行わなくてはならない。寿命を延ばすことができれば、それらコンポーネントの交換又は炉のシャットダウンの時期を分散させることができる。
 - 2) 福島事故を受けての安全上の改善：タイトなスケジュールで、厳格な規制のもと、例えば非常用ディーゼル発電機は 2018 年までに運転ができるように装備しなくてはならない。このような安全上の改善に加えて 40 年の寿命を延長するための様々なステップが必要となる。
 - 3) 2000 年代の投資が少なかった時期の影響により、原子力発電所の建設が停止した期間があり、それを埋め合わせる必要がある。

この「グラン・カレナージュ」の経済コストはどのようなものか。この計画によって電力コストはどのようなものか。既存の発電炉の経済コストを見ると、初期投資コスト、メンテナンスコスト、そして「グラン・カレナージュ」計画のコストを含めて、その計画が実施されている期間、即ち 2014 年から 2025 年までの kWh の電力単



Need to allow for 60 years of operation, in order to spread out the shutdown of NPPs, between 50 years for the oldest ones, and 60 years for the youngest ones

図 15 40 年を超えて 50 年、60 年の長期運転を行った場合のフランスの原子力発電所の全設備容量の減少予想

価は 55€ となる。この料金は、その他の新設の発電源での単価よりも安価である。図 14 からは、新設の発電施設を建設すると、それが原子力でもガス火力でも石炭火力でも、電力単価が 70~100€ になることが分かる。「グラン・カレナージュ」で改修された原子炉による発電の場合は、単価は約 55€ である。これにより、原子力発電炉の寿命を延長することが、新しい発電施設を建設するより安く済むことが分かる。

「グラン・カレナージュ」計画のもう一つのプラスの点は、クリフエッジの問題を避けることができることである。図 15 に示すとおり、フランスの原子力発電炉が非常に短期間のうちに建設されたので、殆ど同じ時期に設計上の寿命を迎えることになり、寿命の延長を行わない場合は、殆ど同時期に全ての原子炉を止めなくてはならない。これがクリフエッジと呼ばれている問題である。この問題に対する解決策は、寿命を 60 年に延ばすことである。60 年の寿命が可能になれば、EDF は炉の停止時期を運転年数 50 年から 60 年の間に分散することができ、クリフエッジ効果を避けることができる。そして、これが COP21 の達成にもつながる。

V. まとめ

フランス原子力学会 SFEN と Nuclear for Climate について説明したが、COP21 の主な成果について以下にまとめる。

- 1) 各国は長期目標として、地球の平均気温上昇を 2℃ に抑えることに合意した(1.5℃ に抑える努力を追究)
- 2) 各国政府が、それぞれの国の気候変動に対するアクションプランを提出しました(約束草案)。これを集計すると温度上昇値は 2.7℃ となる。
- 3) すべての国が削減目標を一層高めるために、5 年ごとに見直し、提出・更新することに合意した。
- 4) 国連の機関が、環境面及び社会面で健全な技術を評価することになった。COP21 会議では、たくさんの技術的な議論もなされたということに言及したい。
- 5) 京都プロトコルに基づき、第二約束機関へのキャリー

オーバークレジットの計算方法も明確かつ透明性のあるものになった。

- 6) 2014年に開始した国際評価・レビュー(IAR)の第一ラウンドは成功裏に完了し、明確な規則もできた。
- 7) 既存技術の応用、適合、気候対策の強化、キャパシティービルディングなどに関する数多くの技術面・実施面でのテーマが議論され、成功裏に結論づけられた。
- 8) フランスの原子力発電所は非常に短期間で建設されたので、これらの炉は全て殆ど同じ時期に設計上の寿命を迎える(クリフェッジと呼ばれている問題)。この問題に対する解決策は、「グラン・カレナージュ」計画により、寿命を60年に延ばすことである。

著者紹介



ヴァレリー フォードン (Dr. Valérie Faudon)
フランス原子力学会 代表理事
(Delegate general of the SFEN)
(専門分野/関心分野)
Nuclear for Climate, COP21



スニル フェリックス (Dr. Sunil Félix)
在日フランス大使館原子力参事官
(専門分野/関心分野)
Generation IV International Forum,
Nuclear Counsellor



エムリック タンギ (Aymeric Tanguy)
在日フランス大使館原子力参事官補佐
(専門分野/関心分野)
International relations, Energy.



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—
(4月4日第10回編集幹事会)

【論文誌関係】

- ・平成29年2月16日～3月15日に英文誌へ30論文、和文誌へ4論文の投稿があった。
- ・平成28年度事業報告と平成29年度事業計画の概要が報告された。
- ・英訳出版WGから、今後の作業の流れに関して説明があった。当面、経費の仮見積もりや著者の承諾書を作成することとする。人件費を含めて予算を申請する。
- ・次年度の論文誌編集委員候補者を承認した。炉物理分野で韓国から1名の委員を招聘する予定。
- ・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。
- ・編集委員会規程のメール審議は承認されたが、出てきたコメントを検討し、原案通りで良いことを確認した。

【学会誌関係】

- ・委員長から理事会関係の報告と、学会誌福島関係の記事をデータベース化する件について、予算申請の確認があった。
- ・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、編集長から進捗状況の報告があった。
- ・本年4月号より、県立図書館、高専図書館へ学会誌の寄贈を開始。若い人たちの目につきやすい場所に置いてもらうよう依頼している。
- ・「1Fの廃止措置研究と人材育成」について座談会を実施した旨の報告があった。6または7月号に掲載予定。
- ・2017年春の年会の企画セッションの一般発表(1件)を記事化することとした。
- ・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>

フランス原子力学会との日仏合同セッション報告 Part 3 COP21 に向けた火力発電の役割と欧州の電力事情

株式会社 MHPS コントロールシステムズ 黒石 卓司

2015年12月の気候変動枠組み条約第21回締約国会議(COP21)において採択された気候変動抑制に関する多国間の国際的な協定(パリ協定)が合意。2016年11月に発効された。これに伴い日本における将来のエネルギーバランスはCO₂排出量の少ない原子力、再生可能エネルギーの比率が増加し、CO₂排出量の多い火力比率は減少する方向になる。一方、これまで高品質の電気を維持するために火力が柔軟的な負荷追従の役割を担ってきたが、火力比率が減少する将来は柔軟性のある火力の役割は増々重要になってくるであろう。

KEYWORDS: *The Role of Thermal Power, COP21, Renewable energy, Power Grid Capacity, Power pool, Touch and Go Operation, High quality electricity, IGCC, Energy Self-sufficiency Rate*

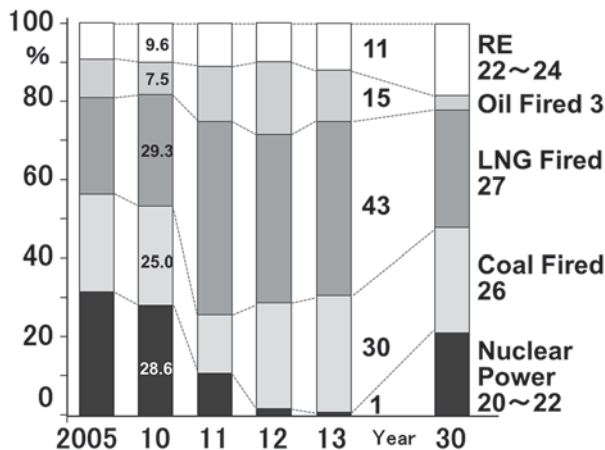
I. 2050年までのエネルギー比率目標

図1は、経済産業省・資源エネルギー庁が公表した2030年の電源比率を示したもので、原子力が20~22%、石炭火力が26%、LNG火力が27%、油火力が3%、再生可能エネルギーが22~24%という目標である。

ここで石炭、LNG、油をまとめた全火力の目標は56%になる。

また、図2は、2050年までの日本のエネルギー比率目標を示したものだ。

図2の2030年の原子力、火力、再生可能エネルギー比率は図1の2030年の比率を示している。



【Source: FEPC Japan 23rd May 2014】 Modified by Kuroishi

図1 2030年電源構成比率

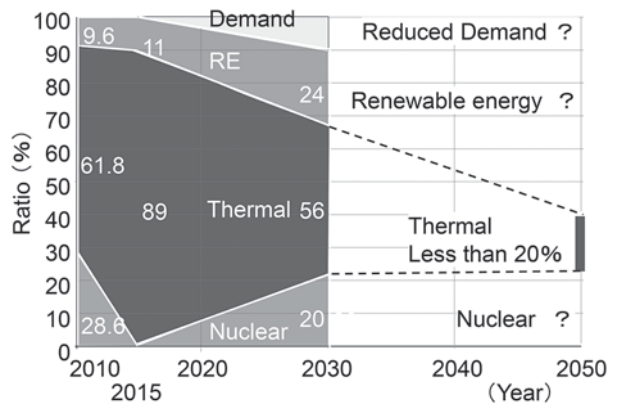


図2 2050年までのエネルギー比率予測

資源エネルギー庁は2050年までに温室効果ガスを80%削減するという目標を示したが、原子力、火力、再生可能エネルギーの比率までは表現されていない。

しかし、この80%削減目標を達成させるためにはCO₂排出を伴う火力比率を約20%まで低減させる必要があると理解すべきであろう。

ここで火力比率に注目してみると、2015年時点では89%、2030年時点で56%である。これらは電力系統制御を行うために十分な比率といえる。しかしながら、2050年の約20%まで削減されると現状の系統制御機能から推察すると必ずしも十分な比率とはいえない。

従って、約20%の火力比率で安定した電力系統を維持するためには、火力で新たな制御機能を付加する、あるいは、これまで電力系統制御に寄与していなかった電源も系統制御を行うなどの技術開発が必要になるだろう。

II. 日本と欧州の電力系統比較

図3に日本と欧州の電力系統比較を示す。

日本の発電設備容量は234GWに対し、欧州電力系統の発電設備容量は、UCTEが631GW、IPS/UPSが

Report of France/Japan Joint Session Part 3: The Role of Thermal Power toward COP21 for Load Follow in European Power Grid: Takashi Kuroishi.

(2017年1月2日 受理)

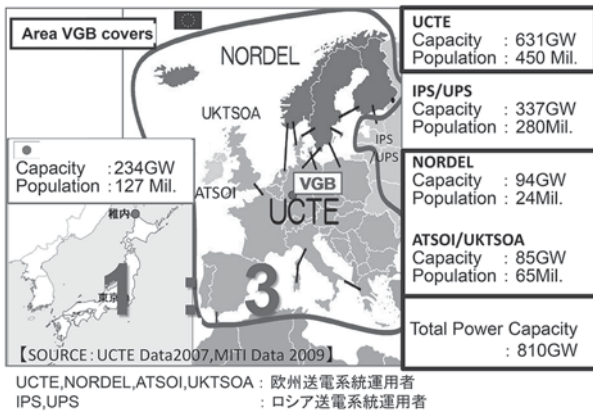


図3 日本と欧州の電力系統比較

337GW, NORDEL が 94GW, ATSOI/UKTSOA が 85GW, 合計発電設備容量は 810GW で、日本と欧州の比率は大よそ 1 : 3 である。

このように電力系統容量に違いがある場合、一概に容量だけでは正確な比較はできないものの、容量が大きい系統がより安定した系統といえる。

Ⅲ. パワープール

電気は貯めることができない。従って、その時に使う電気の量(需要)に合わせて発電(供給)する必要がある。

この需要と供給のバランスをとるために発電所の発電量は時々刻々制御されている。

図4に電力の需要と供給の関係を理解する際にイメージしやすいパワープールを示す。

パワープールに供給される電源は、原子力、火力、水力、揚水、太陽光、風力などがある。一方、需要は、工場、ビル、住宅などがある。このようなパワープールで常に周波数を一定に制御する電力系統制御とはプールのレベルを一定にすることである。

ここで需要変化に追従できる電源は主に火力、水力、揚水であるが、水力および揚水は充分な量がなく、主な調整役は火力が担っているといっても過言ではない。

原子力は基本的には一定運転、また、太陽光、風力はお天気任せ風任せであり、需要変化には追従できる電源とはいえない。

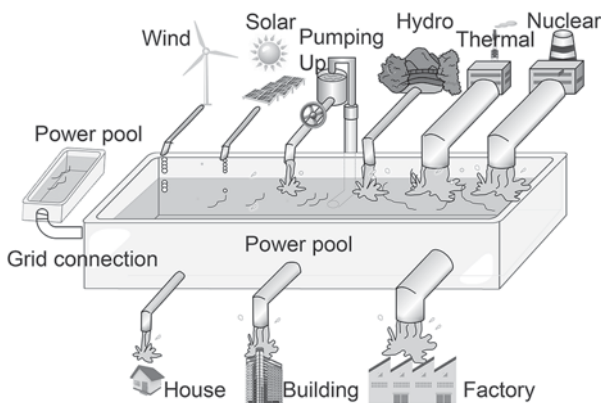


図4 パワープール

また、日本の系統は西日本エリアが 60Hz で、東日本エリアが 50Hz である。更に東日本エリアは本州と北海道が直流送電による連系線できつなっている。このように周波数変換、また、直流送電による連系は別のプールと考える必要がある。

図4中では、大きなプールと小さなプールを連系線で繋いだ表現をしているが、これは、本州と北海道との系統連系を示している。

Ⅱ. の日本と欧州の電力系統比較で、日本と欧州の比率は大よそ 1 : 3 であることを述べたが、パワープールで欧州と日本を比較する場合には、西日本と欧州の比率が大よそ 1 : 6、また、東日本と欧州の比率も同様に大よそ 1 : 6 と理解すれば判り易い。

Ⅳ. 柔軟的な負荷追従の役割を演じる火力

図5は、火力における負荷追従能力の可能性¹⁾について整理したものである。

横軸に負荷変化率(%/min)を、縦軸に最低負荷(%)を示す。

既存の一般的な石炭焼き超臨界圧貫流プラント(USC: Ultra Super Critical)は、負荷変化率 1~3%/min, 最低負荷は 25~30%程度で運転されている。これらに運用性改善を加えることで将来的には負荷変化率 5%/min, 最低負荷は 15%まで改善することは可能であろう。また、世界最高レベルの 7%/min, 8%が一つの目標である。

一方、既存のガス焼き GTCC(Gas Turbine Combined Cycle)プラントは、負荷変化率 5%/min, 最低負荷は 50%で運転している。これらに運用改善を加えることで将来的には、負荷変化率 10%/min まで改善することは可能であろう。また、世界最高レベルの負荷変化率 14%/min, 最低負荷は 25%が一つの目標である。

図6は、既存のガスまたは油焼き超臨界圧貫流プラントにおける FCB(Fast Cut Back)機能を示した図である。

FCBとは、電力系統事故が生じた場合に、瞬時に運転している発電プラントを系統から離脱させ、系統事故復

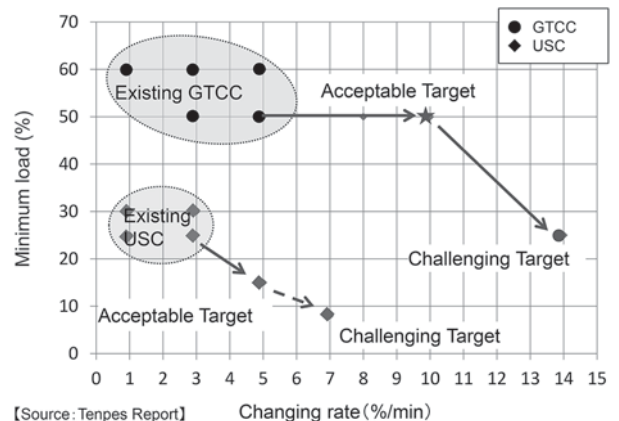


図5 火力における負荷追従能力の可能性

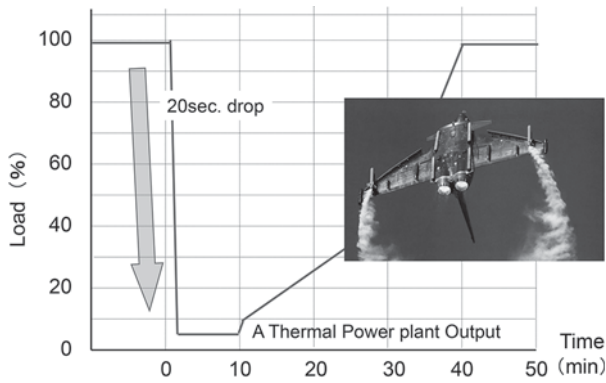


図6 FCB機能はタッチアンドゴー

旧後は速やかに系統連系し元の負荷まで復旧させる機能である。

一般的な火力のFCBは20秒で所内単独負荷(約3%)まで絞り込み、系統連系後は最速のユニット起動速度で元の負荷まで上昇させている。

この機能を説明する際に良く利用される例がジェット機が滑走路に着陸し、そのまま、離陸してゆくタッチアンドゴーである。

V. 高品質の電気維持に重要な火力

図7に、高品質の電気を維持するために重要な火力を示したものである。

電力を供給する主な電源として原子力をゾウ、太陽光と風力をカメ、そして、火力をサラブレットの動物に例えた図である。原子力はベースロード運転を行うことが大きな役割でありゾウに例えられる。但し、原子力からはCO₂排出が無い。

太陽光と風力は容量が小さいこととお天気任せ、風任せで需要調整能力がないためにカメに例えた。但し、これらの再生可能エネルギーからはCO₂排出が無い。

一方、火力は前述IV.で示した通り、負荷調整能力に優れているためにフットワークの良いサラブレットに例えた。但し、火力からはCO₂排出を伴う。

我々が不自由なく使う電気を高品質に保つためにはフットワークに優れた火力の役割が極めて重要だが、大幅な温室効果ガス削減を目標とするパリ協定の目標達成

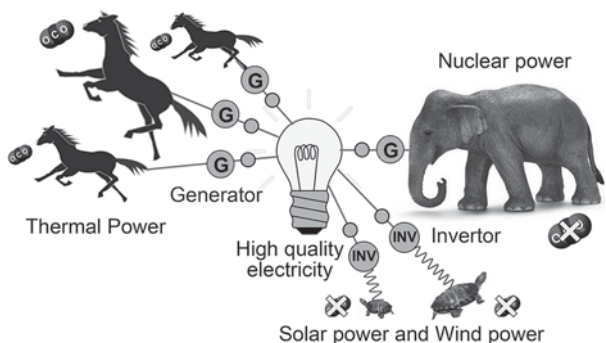


図7 高品質の電気を維持するために重要な火力

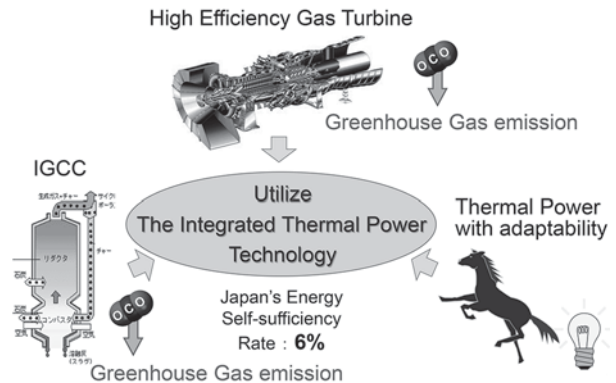


図8 COP21の目標達成に向けた火力の役割

のためには出来る限り火力から排出されるCO₂を削減する必要がある。

VI. まとめ(COP21の目標達成に向けた火力の役割)

図8 COP21の目標達成に向けた火力の役割は、火力技術を総動員することを示した図である。

日本はパリ協定の目標を達成させるためには、「CO₂排出を伴わない原子力、再生可能エネルギーを可能な限り利用してゆく。」これが大原則であることは間違いないであろう。

また、日本のエネルギー自給率は僅かに6%であり、燃料消費量削減およびCO₂削減の観点から、高効率技術をGTCCには適用してゆく。また、石炭焼き火力では、従来のUSCよりCO₂排出量が少ないIGCC(Integrated coal Gasification Combined Cycle)を積極的に導入し、CO₂排出量削減を目指してゆく必要があろう。

さらに、II.日本と欧州の電力系統比較で述べたように、日本は四方を海で囲まれた島国で他国との系統連系が難しい上に、欧州に比べても系統容量が小さいことから、高品質の電気を維持するためには欧州以上に木目細かい電力系統制御を行う必要がある。

このように、今後再生可能エネルギーが増え火力比率が低減してゆく将来には、如何にフットワークに優れた火力といえども限界が来る。それを回避する長期的エネルギー政策が重要である。

— 参考資料 —

- 1) “再生可能エネルギー時代の火力発電”新たな価値と役割、一般社団法人火力原子力発電技術協会、2014年6月。

著者紹介



黒石卓司 (くろいし・たかし)
 株式会社MHPS コントロールシステムズ
 顧問 博士(工学)
 (専門分野/関心分野)
 火力プラントの制御、世界のエネルギー事情、地球環境問題、脱炭素社会に向けた火力発電の役割

核のごみ処分をめぐる

—「高レベル放射性廃棄物の処分をテーマとした Web 上の 討論型世論調査」のシンポジウムから(1)

統計数理研究所 今田 高俊

日本学術会議は原子力発電にともなって発生する「核のごみ」処分について、暫定保管と総量管理を柱とした多段階の国民的合意形成の必要性を提言した。その有効性を検証するための実験を Web 上で試みた結果、地層処分のために必要な時間を確保し国民的議論による合意形成を求める暫定保管および核のごみの総量を計画的に管理する総量管理の必要性についての理解が深まることが確認された。

KEYWORDS: *high-level radioactive waste, deliberative poll, temporary storage, interim storage, management of total amount, consensus building*

I. 問題の経緯

日本では原子力発電により発生する使用済み核燃料は再処理され、ウランとプルトニウムを抽出して再利用する方針が採用されている。その際に残る廃液は高レベルの放射性物質を含むため、ガラスと混ぜてガラス固化体にして、300メートル以深の地下に1万年から10万年、埋設処分(地層処分)することになっている。この高レベル放射性廃棄物(いわゆる「核のごみ」であり、以下誤解が生じない範囲で略称を用いることがある)の地層処分をめぐる対策は遅々として進まず、悩ましい状況にあった。

こうしたなか、日本学術会議は、2010年9月7日付で、原子力委員会委員長から「高レベル放射性廃棄物の処分の取組みにおける国民に対する説明や情報提供のあり方についての提言の取りまとめ」という審議依頼を受け、課題別委員会「高レベル放射性廃棄物の処分に関する検討委員会」を設置し審議をおこなった。検討委員会では、これまでの政策方針や制度的枠組みを自明の前提にするのではなく、原点に立ち返った審議をおこない、「高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策の抜本的見

直し」、「暫定保管および総量管理を柱とした政策枠組みの再構築」、「討論の場の設置による多段階合意形成の手続きの必要性」など6つの提言を策定し、2012年9月11日に原子力委員会委員長に回答『高レベル放射性廃棄物の処分について』¹⁾(以下『回答』と略す)を手交した。

『回答』で提示した提言を政府等が政策等に反映しやすくするために、より一層の具体化を図ることが重要であるとの認識から、2013年5月、「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」を設置し、2015年4月、5領域、12の具体的政策からなる提言『高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策提言—国民的合意形成に向けた暫定保管』²⁾(以下『提言』と略す)を発出した。

並行して、2013年5月、日本学術会議社会学委員会の下に、「討論型世論調査分科会」を設置し、『回答』で提言した暫定保管、総量管理を中心に、核のごみの処分問題をテーマとした Web 上の討論型世論調査の実施と審議を進めた。そして2016年8月、調査の審議結果を報告『高レベル放射性廃棄物の処分をテーマとした Web 上の討論型世論調査』³⁾(以下『報告』と略す)としてまとめた。そのねらいは、核のごみ処分をテーマとした国民的合意形成の方法に関する具体的な処方箋の検討である。12月17日にこの報告をめぐるシンポジウムを開催したので、本稿では、討論型世論調査による核のごみ処分への理解と合意形成への寄与の可能性について考察する。

On Nuclear Waste Disposal ; From "Symposium on Deliberative Poll on the Web regarding the Disposal of High-Level Radioactive Waste"(I) : Takatoshi Imada.

(2017年2月1日 受理)

II. Web上の討論型世論調査

世論調査はある特定の事案、例えば分煙制度や憲法改正などについての賛否を尋ねることで、国民的な合意形成の程度を知ることに役立つ。政策担当者が事案に対する世論の動向に神経質になるのも、政策を実行に移すことを支持する合意形成がなされているか否かを知る必要があることによる。

しかし、世論調査の回答者は質問内容に関して必ずしも十分な情報を持っているわけではない。とりわけ、核のごみ処分や遺伝子操作など科学技術的専門性の高い事象についてそうである。このため、世論調査の結果を良質の民意とみなすことは難しい。民意の質を高めるためには十分な討議をおこなう必要がある。しかし、十分な討議をおこなうためには、討議参加者の規模を抑え少数人数グループによる討議が必要である。討議参加者の規模を抑えると、今度は代表性に問題が生じてしまう。

核のごみの処分に関する国民的合意形成を図るには、世論調査に求められる「意見の代表性」と少数人数グループによる「討議の質」の二律背反問題を克服する手続きが必要である。このために考案されたのが、討論型世論調査(Deliberative Poll[®]、以下DPと略す場合がある)であるⁱ。これは専門家によるシンポジウム形式ではなく、無作為に抽出されたミニ・パブリックスとしての市民自身が討議し合って理解を深め、良質な民意の形成を図ることに資する方法である。今回この調査を核のごみ処分問題についてWeb上で実施することにした。問題設定とその手続きは以下のようである。

核のごみの処分方法に関し、政府の既定方針である中間貯蔵を経た後の地層処分と日本学術会議の提案である暫定保管(および総量管理)にもとづく地層処分をめぐって参加者による討議を実施し、討議前後の態度変容を計測する。そして、核のごみ処分に対する国民の理解と合意を得るためにどちらの政策が優れているかを検証する。ここに中間貯蔵(interim storage)とは、地層処分のために核のごみを30年~50年冷却することであり、単に物理的な必要性からおこなわれる作業である。これに対し、暫定保管(temporary storage)とは、地層処分についての安全性確保の研究および国民的合意形成のための期間の確保と実施を主要目的とするものであり、地層処分のための冷却貯蔵だけでなく、それ以上に重要な目的が含まれる。すなわち、地層処分に踏み切るだけの科学的・技術的な知見の蓄積(例:科学的適地の選定、リスク評価の検討等)と、原子力発電関係者の信頼回復を図った上での合意形成がそれである。

以上を前提として、インターネット調査登録者から可

ⁱ 討論型世論調査(Deliberative Poll)はスタンフォード大学のジェイムズ・フィッシュキン教授が考案した手法である⁴⁾。討論型世論調査の考え方と方法については坂野達郎を参照⁵⁾。

能な限り日本を代表する標本が得られるような手続きにより、20歳以上の男女101名の対象者を抽出(比較のために討論非参加者1,000名も別途に抽出)ⁱⁱした。そして、6~8人からなる14組のグループに分け、各人に核のごみに関するわかりやすい資料(A4版40頁の討議用資料)ⁱⁱⁱを事前に読んでもらっておく。そして実験実施当日、グループごとにWeb上で「核のごみ」について討議および専門家との質疑をしてもらい、アンケート調査により討議前後の意識の変化を調べた。アンケート調査は、T1時点(討議用資料が配布される前=討議前)、T2時点(討議がおこなわれる直前=討議直前)、T3(討議後)の3回実施した。

III. 暫定保管を前提とした地層処分を 選好

今回の討論型世論調査では、核のごみ処分に関する政策態度は、いずれも「賛成する」を「1」、「反対する」を「7」、中間の意見を「4」とする7件法で尋ねている。態度変容の傾向を読み取りやすくするために、「1」、「2」、「3」を合計し「賛成する」に、「5」、「6」、「7」を「反対する」に、「4」を「どちらともいえない」に再カテゴリー化し、その結果を図にすることにした。また、使用した設問は、図の下に鍵括弧付で表記した。さらに、討議後(T3時点)の意見変容の討議前(T1)の意見に対する有意性検定 p も掲げてある^{iv}。

DPの結果によれば、討議の前と後では、「地層処分に賛成する」と答えた人の割合は、約33%から約49%に増加した(図1参照)。日本は地震・火山活動・地殻変動が活発に生じている「変動帯」や活断層が存在するが、資料を読んだり討議したりすることで、地層処分に対する理解が有意に進んだといえる。そして、討議をおこなうこ

ⁱⁱ 詳しい調査設計については、本稿に続く坂野達郎の解説論文を参照。

ⁱⁱⁱ 討議用資料は2部構成になっている。第1部「高レベル放射性廃棄物って何かご存じですか?」では、核のごみ問題の背景と現在の政府方針である地層処分の考え方について整理し、第2部「高レベル放射性廃棄物の処分について考える」では、核のごみの処分方法を選択するにあたっての論点を示した上で、それぞれの論点について賛成・反対両者からの意見を整理してある。詳しくは、『報告』の〈参考資料1〉「実験概要」を参照。

^{iv} ここで用いた有意性検定は、フィッシャーのExact検定である。この方法は標本数が少ない、2種類のカテゴリーに分類されたデータ分析において、カテゴリー間の有意差をテストする方法である。標本数が十分に多い場合は χ^2 検定が用いられる。なお、日本学術会議の『報告』では、7件法によるカテゴリーで検定しているが、本稿では3カテゴリーによる検定を用いている。

また p 値とは、データの差や関連性が統計的に有意であるか否か(危険率)を判定するための数値であり、一般にこの値が0.01(1%)ないし0.05(5%)未満の場合に有意である(帰無仮説が棄却される)と判定される。

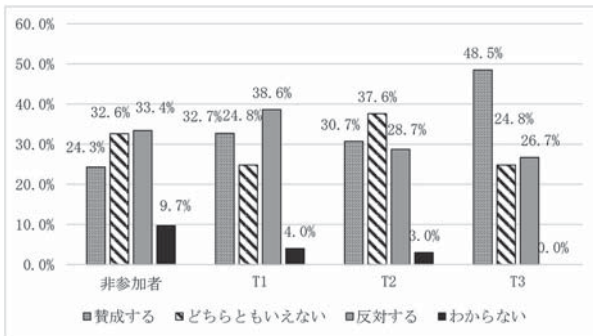


図1 地層処分に対する態度

設問「地層処分にあなたは賛成しますか。」 $p=0.03$ (T3 vs.T1). T1は討議前, Tは2討議直前, T3は討議後, 以下同様.

とによって, 漠然とした不安がより客観的なリスクとして捉えられるようになったため, 地層処分に対する賛成が増えたと推察される。ただし, 賛成すると答えた対象者は討議後で約5割であり, これをもって社会的合意形成が得られたと解釈するわけにはいかない^v。

高レベル放射性廃棄物の最終処分場の選定にあたっては, 長期に安定した地層が日本に存在するかどうかについて, 科学的根拠の厳密な検証が必要である。討議参加者の約5割しか賛成していないこと背景には, 万年, 十万年単位におよぶ超長期にわたって安定した地層を確認することに対する信頼と不安が相半ばしていることを表している。資料を読み討議した結果, 現在の科学的知識と技術的能力では限界があるという不安を払しょくできないでいる状態だといえる。

今回の調査では, 地層処分に対する支持が増加すると同時に, 暫定保管に対する支持も強まった(図2参照)。「地層処分に性急に着手するのではなく, 今しばらく時間をかけて, 広く国民的議論を行うべきである」とした人は, 約60%から約75%に増えた。75% = 3/4の賛成者がいるということは, 社会的合意形成の基準としてかなりリーズナブルな値である。

当初, 地層処分と暫定保管が対立するものとして報道される傾向があり討議参加者もそのように考えるのではないかと想定されたが, 参加者はそのように捉えていない。討論の結果, 地層処分の技術が実現するまでには長期間を要すると認識することにより, 暫定保管の支持率が高まったと考えられる。

そこで暫定保管の期間について尋ねてみた(図3参照)。討議前は10年未満が最も多く, 討議参加者の56.4%(T1)が10年未満と回答していた。これが, 討議後(T3)には, 10年~30年が41.6%と最頻値になる。30年以上とする者は, 討議後でも14.8%にしかならない。

^v 本稿では, 合意形成の在り方(状態)として, 賛成の割合が1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 6/7, 7/8, 8/9, 9/10, ……の数値で考えることにするが, 合意形成の分岐点として暫定的に3/4(75%)の賛成を想定する。

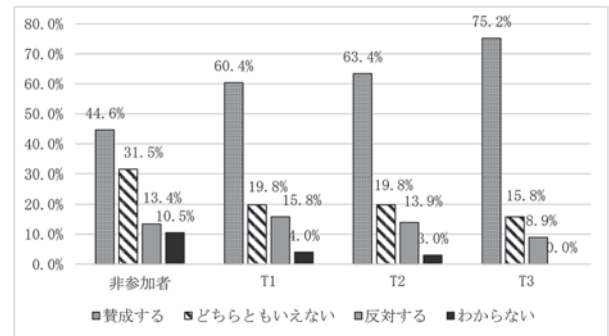


図2 暫定保管に対する態度

設問「『地層処分に性急に着手するのではなく, 今しばらく時間をかけて, 安全性と社会的に受け入れ可能な処分方法の在り方について広く国民的議論を行うべきである』との意見にあなたは賛成しますか。」 $p=0.04$ (T3 vs.T1).

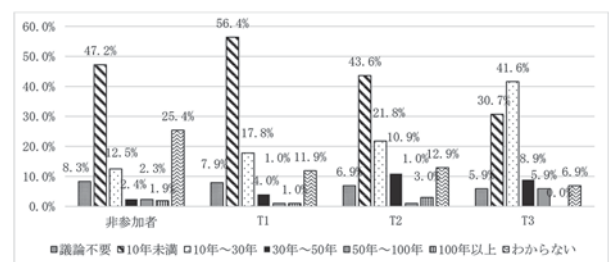


図3 暫定保管の期間

設問「地層処分にすぐに着手せず, 国民的議論を行う場合, 議論を行う期間は, 何年くらいが適当だと思いますか。」 $p=0.03$ (T3 vs.T1).

以上のことは, 討議の結果, 問題の性格から考えて短期に解決できない問題であるとの認識が高まったこと, しかしそれにもかかわらず, 一世代程度30年の間までに決着すべきという考えを反映した判断とみなせる。つまり, 自分たちが作り出した問題は自分たちの世代の責任で解決するという, 責任感を反映していることである。また, みずから考え意見を述べあうことで, 問題を解決しなければならないという意識と理解が高まったことをも反映している。このことは, 核のごみの処分方法に関しては専門家がシンポジウムで啓蒙するだけでなく, それ以上に市民同士の議論を高めていく必要性を示唆している。

高レベル放射性廃棄物に関するフォローアップ検討委員会は『提言』で, 一世代とみなせる30年の間に核のごみ処分に関する国民的合意形成および地層処分の適地と立地候補地を選定して最終処分場の決定をおこない, その後20年で処分場建設という提言をしたが, 討議参加者の回答はほぼこれに近くなっている。

重要なことは, 暫定保管の間に世代責任を果たすことである。電力会社・国・科学者はこの期間に国民の信頼回復を図ること, そして核のごみ処分に関する国民的合意形成, 立地候補地の選定をていねいにおこなう。その後, 20年かけて最終処分場を建設することである。そのような悠長なことをいっている場合でないという批判も

ありうるが、失われた信頼回復と最終処分に関する合意形成を図るには決して長くはない。

政府は既定方針である地層処分へのこだわりを捨てず、国が前面に出て核のごみの処分地選定に向けて、前のめり気味に活動を進めている。しかし、その方法は旧態然としているといわざるを得ない。たとえば昨年より、原子力発電所がある9電力会社の主要都市で、大規模なシンポジウムを開催して核のごみの地層処分に関する市民の理解を得るべく努力している(地層処分の意義と必要性を以前よりは丁寧に説明をするようになった)が、他方で自治体関係者(利害関係団体)と非公開の会合を持つという、市民にとって疑念を抱かざるをえないことをおこなっている。このようなことをしていると、国民的合意形成をし難くなるだろう。

IV. 総量管理の必要性を強く意識

総量管理とは、高レベル放射性廃棄物の総量に注目し、それを望ましい水準に保つことである。その方法としては、「総量の上限の確定」と「総量の増分の抑制」とがあり、その内実がいかなるものとなるかは、原子力政策の選択と深く関係してくる。

「総量の上限の確定」とは、核のごみ総量に上限を設定することであり、社会が脱原子力発電を選択する場合には、そのテンポに応じて上限が定まる。「総量の増分の抑制」とは、総量の増加を厳格に抑制することであり、単位発電量当たりの廃棄物の分量を可能な限り少ない量に抑え込むことである。この総量管理の考えはエネルギー政策にもかわり、暫定保管期間に議論されるべき重要なテーマである。

核のごみ処分に関する従来の日本国政府の政策に対する批判と不信の根底には、総量管理の考え方が欠落しているため、核のごみが無制限に増大していくことに対する歯止めが効かなくなりはしないかとする危惧があった。これに対し、総量管理という考え方は、原発推進か脱原発かという二者択一を超えて、数量的発想を可能にするので、今後の原子力発電の大局的政策を策定する上で重要な要因となりうるだけでなく、社会的合意にもとづいた核のごみ処分問題を解決するために、有効な手法である。

調査では、総量管理について2つの設問に分けて尋ねた。核のごみの処分は、社会的に受け入れ可能な核のごみの総量を決定してからおこなうべきであるか否か、および核のごみの総量が社会的に受け入れ可能な量を超える場合、原子力発電への依存度を見直すべきか、がそれらである。

前者についての結果を図4に掲げてある。受け入れ可能な総量を決定してから処分すべきであるとする考えに賛成する討議参加者は、討議前(T1)に57.4%であったが討議後(T3)には66.3%へと10%近く増加している。

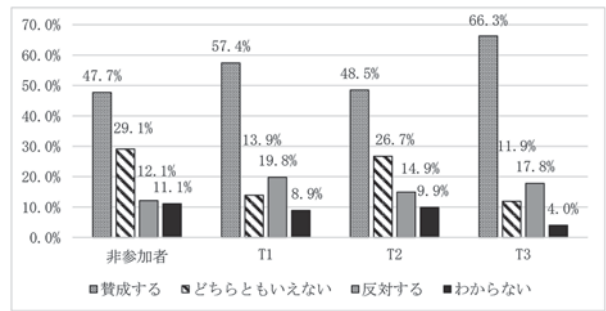


図4 総量管理に対する態度

設問「『処分方法や処分地の議論は、社会的に受け入れ可能な高レベル放射性廃棄物の総量について決定してから行うべきである』との意見に、あなたは賛成しますか。」 $p=0.672$ (T3 vs.T1).

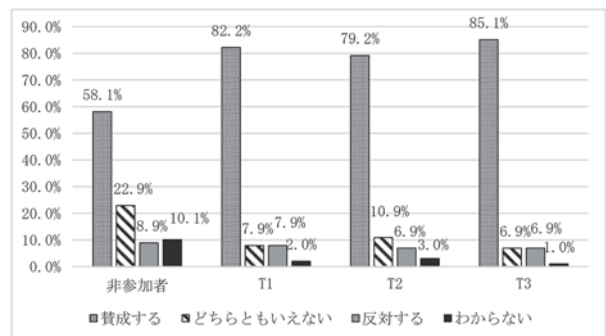


図5 原発依存度見直しの態度

設問「『高レベル放射性廃棄物の総量が、社会的に受け入れ可能な量を超える場合には、原子力発電への依存度を見直すべき』との意見について、あなたは賛成しますか。」 $p=0.905$ (T3 vs.T1).

ただし、 p 値は0.672と大きく、討議前後で有意な変化があったとは言い難い。このことは、資料を読み討議をおこなうか否かにかかわらず、過半数を超える対象者が受け入れ可能な総量を事前に決めてから核のごみの処分方法や処分地の議論をすべきだと考えていることを表す。

さらに、核のごみの総量と原子力発電への依存度の見直しとの関係を探った質問では、核のごみの総量が社会的に受け入れ可能な量を超える場合には、原子力発電への依存度を見直すべきだとする意見に賛成する割合は、討議前に82.2%であったが、討議後も85.1%とほとんど変化していない。 p 値も0.905と高く有意差がまったくない(図5参照)。このことは、資料を読んで皆と議論するしないにかかわらず、核のごみをため込んでその処分に手をこまねくようでは、原子力発電を見直さざるをえないとする合意が形成されているとみなしうる。ただし、討論非参加者は原発依存見直しに賛成する者が58.1%であり、参加者の討論前のそれと大きな開きがある点に注意が必要である。これは討議参加者の問題意識の高さを示しており、『報告』(4-5頁)で述べてあるように、討議参加者は核のごみ処分についての知識量と関心が、当初から非参加者に比べて高い。

総量管理という提案に対する支持率は、政府の既定方

針である地層処分よりも高い(図1および図4参照)。その最大の理由は、総量管理の提案が原子力発電への依存度を所与として廃棄物問題を考えるのではなく、廃棄物の受け入れ可能量から逆に原発依存度を見直すという考え方をしていることにありと推察される。

2011年3月11日に発生した福島第一原子力発電所の事故により、わが国はエネルギー政策の基本的な見直しを余儀なくされている。今後のエネルギー政策における原子力発電の占める割合をどのようにするかがその焦点である。

政府は、2015年に2030年度の望ましい電源構成(ベストミックス)案を決め、原子力発電比率を20~22%とした。以降3年ごとにエネルギー基本計画の検討をおこなう、長期エネルギー需給見通しについて見直すこととしている。福島第一原子力発電所事故が起きる以前よりは低減させるが、引き続き一定程度は維持する決定である。しかし、現状で存在する核のごみに加えて、今後発生する同廃棄物の総量を資料として追加して議論を重ねることが不可欠であろう。現在および将来にわたって発生する核のごみの総量をどのように管理するかの議論なしに、原子力発電比率の選択をおこなうことは、エネルギー問題を先送りすることに等しい。

フォローアップ検討委員会委で発出した『提言』で、原発再稼働の条件の一つとして「新たに発生する高レベル放射性廃棄物の保管容量の確保及び暫定保管に関する計画の作成を条件とすべきである」とした。原子力発電のバックエンド問題をきちんと国民に示した上での議論が不可欠である。

V. まとめと課題

通常の世論調査では、十分な情報や人の意見を聞く機会がないままの意見しか捉えることができない。今回の実験では、民主的な討議が核のごみ処分に対する理解を深め、処分についての必要性和責任感の醸成に寄与することが確認された。

以上のことは、核のごみ処分方法に関して、専門家がシンポジウムで啓蒙するだけでなく、それ以上に市民同士の議論を高めていく必要があることを示唆する。とりわけ、地層処分のために必要な時間を確保し国民的議論

による合意形成を求める暫定保管および原子力発電により産出される核のごみの総量を計画的に管理する総量管理の必要性が確認できた。この方法を基礎にして核のごみ問題についての国民的議論を興し、草の根からの合意形成を図っていくことが求められる。

今回実施したWeb上の討論型世論調査には、手続き上いくつかの課題が残されているが、少人数による熟議の積み重ねが核のごみ処分についての国民的合意形成に有効な方法であることを示唆している。今後の大きな課題は、実験規模を拡大することである。通常世論調査の対象者が1000人から3000人であるから、次の目標は同程度までWeb会議システム参加者数を増やすことである。

— 参考資料 —

- 1) 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, 回答『高レベル放射性廃棄物の処分について』2012.
(<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-k159-1.pdf>)
- 2) 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, 提言『高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策提言—国民的合意形成に向けた暫定保管』2015.
(<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t212-1.pdf>)
- 3) 日本学術会議 社会学委員会討論型世論調査分科会, 報告『高レベル放射性廃棄物の処分をテーマとしたWeb上の討論型世論調査』2016.
(<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h1608-24-2.pdf>)
- 4) Fishkin, J., *When the People Speak*, Oxford: Oxford University Press, 2009(曾根泰教監修・岩本貴子訳, 『人々の声が響き合うとき』早川書房, 2011).
- 5) 坂野達郎, 「討議型世論調査(DP)—民意の変容を世論調査で確かめる」篠原一編著『討議デモクラシーの挑戦—ミニ・パブリックスが拓く新しい政治』岩波書店: 3-31頁, 2012.

著者紹介



今田高俊 (いまだ・たかとし)
東京工業大学名誉教授・統計数理研究所客員教授
(専門分野/関心分野)社会学/社会システム論, リスク社会論, 持続可能社会

討論型世論調査をめぐって

—「高レベル放射性廃棄物の処分をテーマとした Web 上の 討論型世論調査」のシンポジウムから (2)

東京工業大学 坂野 達郎

無作為抽出した市民(ミニ・パブリックス)による討議を政策に反映させるための社会実験が世界各地で行われている。討論型世論調査は、そういった手法の一つである。本稿では、2015年3月に高レベル放射性廃棄物処分方法をテーマとして Web 会議システムを用いて実施した討論型世論調査の概略を報告するとともに、同手法を合意形成や政策決定に活用する可能性について述べる。

KEYWORDS: *deliberative poll, public opinion, collective will formation, consensus building, high-level radioactive waste, temporary storage*

I. ミニ・パブリックスを活用した討議 民主主義の社会実験

国民意識を捉える代表的手法に世論調査がある。しかし、世論調査の回答者は必ずしも十分な情報を持っているわけではない。そのため、世論調査の結果を良質の民意とみなすことは難しい。一方、タウンミーティングなどの場で討議を行えば、意見の質は高まるかもしれないが、そのような場に集まる参加者の属性には偏りが生じることが多いため、意見の代表性が問題になる。この討議の質と代表性をめぐると二律背反問題を解決する方法として、無作為抽出した市民(ミニ・パブリックス)を活用した社会実験が世界各地で行われている。無作為抽出された市民が、十分な情報提供の下で討議を行えば、代表性を確保しつつ討議の質を高めることができるはずだという着想に基づいている。

討論型世論調査(Deliberative Polling[®])の頭文字をとり以下 DP)は、意見の代表性と討議の質の二律背反問題を克服する手法として、スタンフォード大学 J. Fishkin 教授が考案した手法である。計画細胞(Planning Cell)、市民陪審(Citizen Jury)、コンセンサス会議(Consensus

Conference)とともに、ミニパブリックス型手法を代表する手法の一つである^{1, 2)}。

ミニ・パブリックスを活用した手法は、主に2つの前提を共有している³⁾。代表性と討議合理性に関する前提である。無作為抽出市民から構成されるミニ・パブリックスの代表性は、選挙によって選出される代表者グループよりも高いという代表性に関する前提、第二に、そのように選出された市民による討議の場は、理想的発話状況に近づけやすいという討議合理性に関する前提である。DPは、他のミニ・パブリックス型手法と比較して、厳密な無作為抽出を重視している点、及び討議参加者の合意を求めない点に特徴がある。他の手法が、ミニ・パブリックスによる評決あるいは提言を求めているのに対して対照的である。

DP 創始者である J. Fishkin は、著書『When the People Speak』で、過去二十年にわたる事例を引きながら、DPの成果を検証している⁴⁾。まず、代表性について見てみると、討議への参加を強制することができないため多少のバイアスは避けられないため、多くの事例で、高学歴、男性、高齢者の比率が高くなる傾向があるものの、無作為抽出を採用しない方法に比べれば、母集団に格段と近い属性の参加者確保に成功しているとしている。討議の質に関しては、ほとんどの DP で、討議前後で有意に知識量が増加すること、また、知識が増加するほど態度変化が起きやすいことが報告されている。他方

On Deliberative Poll: From "Symposium on Deliberative Poll on the Web regarding the Disposal of High-Level Radioactive Waste" (2): Tatsuro Sakano.

(2017年3月1日 受理)

で、人は自分の信じたいものを信じる傾向があるので、討議をすればするほど、意見は分極化するという批判がある。しかし、DPでは、今のところ分極化が起きたという報告はない。無作為抽出された市民が一定の対話ルールにしたがって討議を行うためと考えられている。価値判断についてしてみると、特殊利益の支持が減り、一般利益の支持が増加した事例が報告されている。日本で行われたDPでも、ほぼ同様の結果が得られている³⁾。総じて判断するならば、参加バイアスは完全には解消しきれていないものの、市民全体の属性分布に近いミニ・パブリックスを構成することは可能であり、集団分極化や特定階層によるコミュニケーション支配も、モデレーションの技術により防ぐことができ、結果としてより合理的な判断を形成する学習の場となっていると言えるのである。

しかし、問題も指摘されている。代表性については、討議による意見変容を前提にする以上、社会属性(demographic representation)ではなく意見の代表性(discursive representation)をチェックする手法を開発する必要があるといわれている。合理性については、J. Fishkin等の既存研究では、討議によって形成された判断の合理性を間接的に評価しているにとどまっておらず、より直接的に評価する方法を模索する必要がある。さらに、当初の期待に反してDPの実社会へのインパクトはあまり大きいとはいえないという現状がある。ミニ・パブリックスというミクロレベルの場で形成された意見を、現実社会というマクロレベルの意思決定にどのように結び付けることが望ましいのか、またどのように結び付けることが可能なのかという問題には、理論上も実践上もまだ十分な回答がえられていない。ミニ・パブリックスをめぐるミクロ-マクロ問題として、DPに限らず、ミニ・パブリックス研究者の多くが取り組んでいる課題の一つである⁵⁾。

ミクロ-マクロ問題を解決し、DPを普及していく上で、障害になっている要因の一つにコスト問題がある。DPを実施するためには、通常の世論調査にはない、参加者の交通費、宿泊費などの費用に加えて、食事の手配や会議場の設営等々、多大な労力が必要になる。また、全国から移動し宿泊するとなると、その時間制約から参加可能者が限られてしまうという問題がある。米国では、この問題を解決するためにオンライン上でDPが行われているが、これまで日本では実施されていなかった。

もし、実空間上で行ってきたDPと同じ質の討議がオンライン上で行えるならば、DPの利点を活かしたままコストを大幅に削減できる。また、従来の方法では時間制約から討議に参加できなかった人々の参加機会が広がることも期待できる。そこで、2015年3月に、日本初のオンライン上のDPを実施した。討議テーマは、高レベ

ル放射性廃棄物処分方法についてである。実験では、政府の既定方針である地層処分と、原子力委員会から日本学術会議宛に審議依頼のあった「高レベル放射性廃棄物の処分に関する取組みについて」の回答で示された、暫定保管と総量管理をめぐるWeb会議システムを使い討議を行い、討議の前後で意見変容を計測した⁶⁾。

II. 高レベル放射性廃棄物処分方法をテーマとしたWeb DPの実験デザイン

実験は、2014年12月から討議参加者の募集を開始し、2015年3月1日に討議会を実施した。参加者は、インターネット調査会社(株)ネオマーケティング登録のモニターから125名抽出した。抽出にあたっては、20歳以上有権者を母集団とし、参加者の年齢、性別、居住地の分布が、母集団の分布に近くなるように抽出した。抽出した125名に対して事前に会議システム接続チェックとリハーサルを実施し、その結果、辞退、技術的理由で参加できない者が14名、さらに、Web当日に、アクセスのあった111名中、通信回線の不安定など技術的な理由により、辞退者3名、午後のみ参加した者7名となり、午前午後通しですべての討議に参加した者は、101名となった。この101名を有効参加者として分析を行った。今回の参加者抽出方法は、無作為抽出ではない。より厳密な無作為抽出は可能ではあるが、効率的にWeb会議システムを使用できる有権者を抽出するために、今回の方法を採用した。後述するように、年齢、性別、居住地分布に関して、概ね母集団分布に近い参加者となっている。

実験は、DPの標準手続きに従って3回のアンケート調査、及び1回の討議会を以下の日程で行った。

- ・2015年2月初旬 第1回アンケート(T1調査)
- ・2015年3月1日 Web討議会
- ・同日討議会直前 第2回アンケート(T2調査)
- ・同日討議会直後 第3回アンケート(T3調査)

T1、T2、T3の3時点で態度を比較できるように3回のアンケートは、同じ質問項目を使用している。なお、T1調査と同時期に、参加者と同様に、年齢、性別、居住地の分布が、母集団の分布に近くなるように1000名抽出し、コントロール群とした。尚、コントロール群には参加者と同一内容の質問紙調査のみを実施した。

討議会参加者に対しては、T1調査実施後にA4版41頁の討議用資料を配布した。内容は、2部構成になっている。第I部「高レベル放射性廃棄物って何かご存じですか?」では、高レベル放射性廃棄物問題の背景と現在の政府方針である地層処分の考え方について整理し、第II部「高レベル放射性廃棄物の処分について考える」では、高レベル放射性廃棄物の処分方法を選択するにあたっての論点を示した上で、それぞれの論点について賛成・反対両者からの意見を整理した。同資料は、東京工

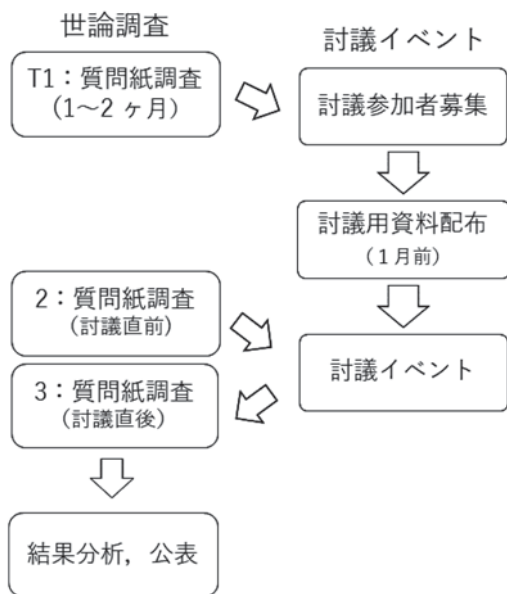


図1 討論型世論調査の流れ

業大学坂野研究室が、日本学術会議社会学委員会討論型世論調査分科会の監修の下で作成した。参考にした情報は、経済産業省・資源エネルギー庁、及び原子力発電環境整備機構が公表している文書、及び立場を異にする専門家に対するインタビューをもとにしている。

次に討議会の概略について述べる。DPの標準手続きでは、討議会は、まず、①無作為抽出された討議会参加者(以下、参加者)を15人程度の少人数グループに分けて討議を行う。グループ討議では、討議の最後にグループごとに専門家に対する質問を決める。②続いて、全グループが集まった全体会において、グループ代表と専門家の間で質疑応答を行う。通常、グループ討議、質疑応答セッションは、それぞれ90分程度行われる。このグループ討議+質疑応答セッションをワンセットとして、これをサブテーマごとに繰り返す。今回のWeb討議会も、この形式を踏襲した。ただし、技術上の制約から、グループ規模を6名から8名とし、計14グループに参加者を分けた。また、ネット上で集中力を長時間にわたって維持することに懸念があったため、グループ討議の時間は75分間とし、続く専門家との質疑を70分間とした。当日は、これを午前午後に分け、計2回繰り返した。専門家の人選は、討議テーマに対する立場の違いを反映するように各回6名とした。グループ討議のモデレーターは、日本ファシリテーション協会の会員に依頼し、Web会議システムは、(株)V-Cubeのシステムを用いた。尚、討議参加謝礼として、12,000円に加えて、ヘッドセットの無償配布を行った。

Ⅲ. 社会属性及び政策態度からみた討議参加者の代表性

表1から5は、直近の国勢調査等のデータを用い、母

表1 討議参加者の性別分布の比較 ()内%

性別	母集団*	非参加者 P=0.028	参加者 P=0.778
男性	48.1%	545(54.5)	50(49.5)
女性	51.9%	455(45.5)	51(50.5)
計	100.0%	1000(100.0)	101(100.0)

*H.26年10月総務省人口推計 20歳以上

表2 討議参加者の年齢分布の比較 ()内%

年齢	母集団*	非参加者 P=0.000	参加者 P=0.623
20代	15.6%	88(9.0)	12(11.9)
30代	19.8%	183(18.7)	21(20.8)
40代	22.7%	267(27.3)	26(25.7)
50代	19.3%	266(27.2)	23(22.8)
60代	22.6%	173(17.7)	19(18.8)
計	100.00%	977(100.0) ⁺	101(100.0)

*H.26年10月総務省人口推計 20歳以上 ⁺70代と80代23名を除く

表3 討議参加者の居住地分布の比較 ()内%

居住地	母集団*	非参加者 P=0.000	参加者 P=0.851
原発非立地県	78.0%	730(73.0)	78(77.2)
原発立地県	22.0%	270(27.0)	23(22.8)
合計	100.0%	1000(100.0)	101(100.0)

*H.26年10月総務省人口推計 20歳以上

表4 討議参加者の学歴分布の比較 ()内%

学歴	母集団 ¹	非参加者 ² P=0.001	参加者 ² P=0.001
中学校卒	18.8%	32(3.2)	0(0.0)
高校卒	46.3%	320(32.0)	16(15.8)
専門学校卒	14.9%	85(8.5)	12(11.9)
短大卒		118(11.8)	10(9.9)
高等専門学校卒		23(2.3)	2(2.0)
4年制大学卒	20.0%	386(38.6)	53(52.5)
大学院卒		36(3.6)	8(7.9)
合計	100.0%	1000(100.0)	101(100.0)

¹ 平H.22年度国勢調査 20歳以上

² モンテカルロ法(試行回数1000)で計算

集団である20歳以上の日本人と討議参加者の属性分布に差があるかどうか χ^2 乗検定を行った結果である。比較に用いた属性は、性別、年齢、居住地(原子力発電所の立地県居住者の比率)、教育程度、職業、の5つであるⁱ。

非参加者は、標本サイズが大きいため全ての属性で有意差が出ているが、参加者の性別、居住地(原子力発電所

ⁱ 母集団の性別、年齢、居住地は、平成26年10月の総務省人口推計を、教育については平成22年度国勢調査を、職業については、大阪大学SPP2015を用いた。尚、標本数が5以下のセルを含む学歴と職業については、モンテカルロ法によりp値を計算している。

表5 討議参加者の職業分布の比較 ()内%

職業	大阪大学 SPP2015	非参加者* P=0.001	参加者* P=0.001
経営者・役員	159(4.4)	11(1.1)	1(1.0)
公務員	1554(43.5)	39(3.9)	6(5.9)
会社員(正社員)		315(31.5)	36(35.6)
会社員(派遣・ 契約社員)	221(6.2)	23(2.3)	4(4.0)
自営業・農林 漁業・自由業	284(7.9)	139(13.9)	12(11.9)
パートタイム・ アルバイト	699(19.6)	122(12.2)	9(8.9)
学生	88(2.5)	23(2.3)	1(1.0)
主婦・主夫	444(12.4)	166(16.6)	17(16.8)
無職	119(3.3)	143(14.3)	12(11.9)
その他	7(0.2)	19(1.9)	3(3.0)
合計	3575(100.0)	1000(100.0)	101(100.0)

*モンテカルロ法(試行回数1000)で計算

の立地県居住者の比率)は、5%水準で有意差がないことが確認された(表1, 表3)。年齢については、インターネットモニターの性格上、70歳以上の参加者が得られなかった。しかし、20代から60代の日本人の年齢分布と比較してみると、両者に有意差がないことが確認された(表2)。職業については、有意にパートタイム・アルバイト従事者が少なく無職の者が多くなっている(表5)。ただし、パートタイム・アルバイト従事者と無職は、定義が曖昧なこともあるため、両者を一つのカテゴリーにまとめて検定を行うと、有意差がなくなった(p値は0.224)。教育程度についてみてみると、参加者は高学歴者が有意に多いことがわかる。

前述したとおり、既存のDPでも、討議への参加を強制することができないためサンプリングバイアスをなくすことには必ずしも成功していない。多くの事例で、高学歴、男性、高齢者の比率が高くなる傾向が報告されている。ただし、公募と比較すると代表性の高い参加者が得られること、また、標準的な世論調査であっても回答率の低さや、それに伴う属性分布のズレは避けられないという実態もある。より代表性の高い参加者を得る工夫は、DPに限らずサンプリングを行う調査手法に共通する課題であると考えられる。総合的に判断して、既存のDPと同程度の代表性確保できたと考えている。

IV. 討議によって形成された意見の合理性

1. 知識の増加に基づいた判断の形成

今回の分析では、主要な政策態度として、地層処分に対する態度、暫定保管に対する態度を計測した。本誌の今田による解説にあるように、討議前T1と討議後T3の政策態度を比較すると、地層処分と暫定保管に対する態度はともに有意に変化している。それでは、この討議前後の態度変化は、意味ある変化と言えるのだろうか。

表6 知識量の増加

	T1	T2	T3
平均正答数 μ	1.6	3.2***	4.7***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$ $p = \Pr(\mu_i = \mu_{i-1})$

Fishkin は、討議によって意味ある意見変化が起きたかどうかを確認するために、まず、アンケートの知識を問う設問を用い、知識の増加量から討議による学習効果の確認を行っている⁴⁾。前述したとおり、政策争点に関連する知識が、討議参加によって増えることは、既存DPに共通して確認できる現象である。今回は、高レベル放射性廃棄物処分方法に関連する8つの問を設定し、その正答数によって、知識増加の程度を確認した。表6には、各時点での平均正答数と、1時点前の平均正答数との差の検定の結果を示した。討議用資料配布前時点(T1)の平均正答設問数は1.6問、配布後討議前時点(T2)で3.2問、討議後(T3)に4.7問と、どの時点間でも有意に増加することがわかる。紙媒体を使った情報提供だけではなく、Web上の討議によっても、実空間上の討議と同様に学習が進んだことを示す結果となっている。

2. 政策判断構造の変化

知識の増加は、より合理的な判断を形成する上での必要条件ではあるが、間接的な証拠にしかない。そこで、坂野(2013)³⁾に従い、政策判断構造を、事実判断と倫理判断を政策態度にマッピングする関数と考え、討議前後における政策判断構造を推計し、政策判断構造にどのような変化が生じたか分析した。

地層処分が法定の処分方法に決定した背景には、地層処分は技術的に長時間にわたって安全を確保することが可能だという前提がある。これに対して、現在の科学的知見では、必ずしも安全に隔離できる場所を特定できないという認識が、暫定保管の前提にはある。もし、確実に長期にわたって人間社会から隔離できるならば、将来世代が被る危険や負担をなくすることができるので、自世代処理の原則を貫くことが可能になる。しかし、リスクをゼロにできない可能性があるとするれば、将来世代がその時代の最新の知見に基づき処分方法を見直し選択する機会を残すことがむしろ、世代間の公平性を満たすことになる。すなわち、地層処分支持者と暫定保管支持者の判断構造の違いは、リスク判断において前者は肯定的で後者は否定的ないしは中立的であり、倫理判断において前者は自世代処理の原則を重視し、後者は将来世代の選択機会を重視する傾向があると予想される。

そこで、分析は、地層処分、及び暫定保管に対する態度を被説明変数とし、説明変数としては、長期(1万年~10万年)にわたって安全性を確保できるかどうかというリスク認識と、世代間公平性に関する二つの倫理判断(「自世代処理の原則」と、「将来世代の選択の自由」)を用

いて、回帰分析を行った。

分析結果の詳細は割愛するがⁱⁱ、地層処分と暫定保管のどちらも、それらを有意に説明する要因が、T1, T2, T3で変化していることが確認された。唯一安定した影響力を持っているのは、リスク回避認識が地層処分を支持する要因となっていることのみであった。一方、同変数は、T1時点では、暫定保管不支持の理由として有意な効果を持っていたものの、T2, T3では、暫定保管の支持、不支持には影響を与えなくなる。暫定保管の問題が、討議の結果、事実問題ではなく、より倫理的な問題ととらえられるようになったことを示している。また、T1, T2時点の判断構造は、地層処分支持は、リスク回避可能との事実判断と、自世代処理を重んじる倫理判断によって高まり、暫定保管支持は、リスク回避は困難であるとの事実判断と、将来世代に撰択の機会を残すべきとの倫理判断によって高まるとの仮説と一致しない説明変数が有意な効果を持っていたのに対して、T3時点では、仮説と一致する説明変数のみが有意な効果を持つように変容した。このことは、政策判断が、討議を経ることでより合理的な根拠にもとづくように変化したことを示唆している。

V. まとめと課題

以上の結果をまとめると、実空間での討議をオンライン上の討議に移行しても、DPのフォーマットに従ってデザインされた討議の場は、代表性と合理性(事実判断と倫理判断についてより妥当性の高い根拠に基づいているという意味で)を兼ね備えた民意を知るための装置として機能しうることが示されたと考えている。特に、今回のテーマである高レベル放射性廃棄物処分方法についていえば、無作為に選ばれたミニ・パブリックスによる民主的な討議が、核のごみ処分に対する理解を深め、処分についての必要性和責任感の醸成に寄与することが示されたと考えている。今後、この方法を拡張して高レベル放射性廃棄物の処分についての国民的議論を興し、草の根からの合意形成を図っていくことが期待される。

ただ、DPで形成された意見とは何か、DPをどのように活用していくのかという点に関しては、さらに議論を深める必要がある。DPは、基本的に世論調査手法である。代表性と合理性がある意見は、より多くの市民に強制力なく受け入れられるはずなので、結果的に合意形成

に寄与することが期待されるにすぎない。また、従来の世論調査と異なり、母集団のそのままの意見を正確に補足することよりは、より質の高い意見を構築することを重視している。ただ、意見構築の側面を重視するならば、事前に設計されたアンケートではなく、討議の結果構築された意見をより制約の少ない形で取り出す他の手法との併用も視野に入れて手法の改善を行うことが必要になる。最後に、討議イシューとアンケートの設計において、どこまでステークホルダーの合意をとれるかという点も重要な課題である。既存の法的枠組みを前提にした政策実施の有効性を高めるための議論だけではなく、既存政策の根本的な枠組み自体の再検討にもDPを使うことは可能である。後者の場合、ステークホルダーの合意を誰がどのようにとってDPを実施するのが重要な課題となるだろう。

— 参考資料 —

- 1) Smith, G., *Democratic Innovations: Designing Institutions for Citizen Participation*. Cambridge, Cambridge University Press, 2009.
- 2) 篠原一編著『討議デモクラシーの挑戦—ミニ・パブリックスが拓く新しい政治』岩波書店, 2012.
- 3) 坂野達郎, 「ミニ・パブリックスを活用した討議デモクラシーの可能性: 神奈川県 Deliberative Poll 実験を題材にして」『公共選択』, 59, 48-65, 2013.
- 4) Fishkin, J., *When the People Speak*, Oxford: Oxford University Press, 2009(曾根泰教監修・岩本貴子訳, 『人々の声が響き合うとき』早川書房, 2011).
- 5) 坂野達郎, 「討論型世論調査—反実仮想の世論形成装置」遠藤薫編著『ソーシャルメディアと<世論>形成』東京電機大学出版局: 239-250頁, 2016.
- 6) 日本学術会議 社会学委員会討論型世論調査分科会, 報告『高レベル放射性廃棄物の処分をテーマとしたWeb上の討論型世論調査』2016.
- 7) 坂野達郎・渋谷壮「高レベル放射性廃棄物処分に関する討論型世論調査実験—オンラインでの小集団討議の効果について」, 平成26年度日本政治学会全国大会発表, 2016.

著者紹介

坂野達郎 (さかの・たつろう)

東京工業大学教授

(専門分野/関心分野) 社会工学, 公共システム・デザイン



ⁱⁱ分析結果の詳細は、坂野・渋谷(2016)⁷⁾参照

福島後の原発裁判と司法の役割

早稲田大学大学院法務研究科 吉田 克己

原発設置認可の取消しやその建設・運転の差止めを求める原発訴訟は、福島第一原発事故前には、若干の例外を除いてすべて住民敗訴の結果に終わっていた。福島後は、大飯原発に関する福井地裁の差止認容判決や高浜原発に関する大津地裁の差止認容仮処分決定など、注目すべき住民勝訴の裁判例が出るようになってきている。判断を導く論理にも、従前とは異なる新たなものが見出される。これらを通じて、従来は基本的には行政の一元的チェックに委ねられていた原発の安全性確保について、司法も加えた多重かつ多元的なチェック態勢の構築が展望される。

KEYWORDS: Nuclear power plant, Fukushima nuclear power plant accident, Secure safety, Trial cases, Role of justice

I. 福島第一原発事故後の新たな展開

1. 福島前後の裁判例の概況

原発裁判には、原発設置認可の取消しを求める行政訴訟と、その建設・運転の差止めを求める民事訴訟との2種類がある。福島第一原発事故前の状況を概観すると、行政訴訟が多かったが(伊方〔1970年代〕、東海、福島第二、もんじゅ、泊など)、次第に民事訴訟が増えてきていた(女川〔1990年代〕、浜岡、志賀、高浜、島根など)。福島後は、行政訴訟もあるが(大間、東海第二、川内)、民事訴訟が増えている(泊、柏崎刈羽、志賀、浜岡、大飯、高浜)。また、仮処分事件も増えている(大飯、高浜)。

福島前は、行政訴訟、民事訴訟のいずれにおいても、住民側の連戦連敗という状況であった。たしかに、住民勝訴になった判決も、2件だけではあるが存在した。動燃もんじゅ訴訟控訴審判決(名古屋高裁金沢支部2003年1月27日判決)と北陸電力志賀原発2号炉訴訟第1審判決(金沢地裁2006年3月24日判決)である。しかし、いずれも上級審では覆されている。

福島後は、潮目が変わってきている。大飯原発に関する福井地裁の運転差止認容判決(福井地裁2014年5月21日判決)や高浜原発に関する大津地裁の運転差止認容仮処分決定(大津地裁2016年3月9日決定)など、注目すべき住民勝訴の裁判例が出るようになったのである。もちろん住民敗訴の裁判例もあるが、そこにおいても、

The nuclear trials after Fukushima nuclear power plant accident and the role of justice : Katsumi Yoshida.

(2017年2月10日受理)

変化の兆しが見出される。

2. 裁判所はどのような論理で原発差止めを認容したか

(1) ラディカルな法理の提示：大飯差止認容判決

大飯原発運転差止認容判決は、その結論だけでなく、そこに至る論理の点でも注目に値する判決であった。ここでは、原発裁判の領域においてラディカルな法理が提示されているからである。2点に注目しておきたい。

第1に、大飯判決は、保護法益としての人格権にきわめて高い位置づけを与えている。同判決によれば、「人格権は憲法上の権利」であり、「また人の生命を基礎とするものであるがゆえに、我が国の法制下においてはこれを超える価値を他に見出すことはできない」ものである。それゆえ、「生命を守り生活を維持するという人格権の根幹部分に対する具体的侵害のおそれがあるときは、その侵害の理由、根拠、侵害者の過失の有無や差止めによって受ける不利益の大きさを問うことなく、人格権そのものに基づいて侵害行為の差止めを請求できることになる」。原発に求められる「安全性、信頼性は極めて高度なものでなければならず、万一の場合にも放射性物質の危険から国民を守るべく万全の措置がとられなければならない」。そして、人格権という根源的な権利がきわめて広範囲に奪われるという「事態を招く具体的危険性が万が一でもあれば、その差止めが認められるのは当然である」とされるのである。

第2に、この判決は、行政判断との関係で裁判所の判断の独自性を強調する。同判決によれば、「高度の専門

性を要することから科学的、専門技術的見地からなされる審査は専門技術的な裁量を伴うものとしてその判断が尊重されるべき」ものだとしても、人格権侵害の具体的危険の有無については、それとは別に、司法審査が及ぼされるべきである。

人格権が、法的に保護される権利利益(保護法益)として高い価値を持っていること自体は、従来からも認められてきた。しかし、大飯判決ほどその要保護性を高く評価する判決は、まず見出すことができない。原発事故における被害の深刻性がその背景にあると推測される。また、司法判断の独自性の強調は、伊方原発訴訟最高裁判決以来の判例法理とは、一線を画するものである。

(2) オーソドックスな論理に基づく認容例：高浜原発差止認容仮処分決定

これに対して、同じく差止認容裁判例であるが、高浜原発運転差止仮処分決定は、伝統的な原発訴訟の論理からそれほど離れるものではない。同決定は、原発訴訟における保護法益である人格権侵害のおそれが高いことについては住民が立証すべきものとしつつ、原発の安全性に関する資料の多くを電力会社が保持していることから、安全性確保に関する証拠をまずもって電力会社側が提出すべきものとする(仮処分事件であるから、一応の証明でよい。これを「疎明」という)。これは、従来の裁判例の論理と同様である。ところで、従来の裁判例は、電力会社によるこの証明を比較的簡単に認めてきた。これに対して、高浜決定は、この事件においては、過酷事故対策や耐震性能の点で電力会社による疎明がなお十分ではないと判断した。この点に関する判断の厳格さが、従来の裁判例と結論を分けるポイントになったと考えられる。

3. 差止めを否定する裁判所の判断の論理はどのようなものであったか

福島後の差止否定例として重要なのは、川内原発仮処分申立即時抗告審決定である福岡高裁宮崎支部2016年4月6日決定である。この決定によれば、差止めは、人格権侵害の「高度の蓋然性」がある場合に認められるのが原則である。これに対して、本件では、「生命、身体という各人の人格に本質的な価値」が問題となっており、「本件原子炉施設の安全性の欠如に起因する放射線被曝という侵害行為の態様、当該侵害行為によって受ける原告人らの被害の重大さ及び深刻さに鑑みると……」、本件における差止めを認めるには、生命、身体侵害の「具体的な危険」の存在で足りる。これが川内決定の一般論である。この論理は、人格権が持つ価値の高さを強調するという点では、大飯判決の発想とも繋がるものである。

しかし、川内決定は、他方で、絶対的安全性を確保することは不可能であることから、原発の「リスクを許容するか否か、許容するとしてどの限度まで許容するか

は、社会通念を基準として判断するほかないというべきである」とする。この社会通念論が、差止否定の結論を導くポイントとなった。この社会通念論と新規制基準とが活用されて、結論的には、川内原発における人格権侵害の具体的危険の存在が否定されたからである。とりわけ川内原発における判断のポイントとなる火山事象の影響については、新規制基準の問題点が指摘されながらも、きわめて低頻度のリスクについては、「この種の自然災害の危険性(リスク)についてまで安全性確保の上で考慮すべきであるという社会通念が確立している」とまで認めることはでき「ない」という理由で、原発に安全性に欠けるところがあるとはいえないと判断されたのである。

II. 原発事故の被害とは何か—保護法益論

1. 生命・身体を中核とする保護法益としての人格権

(1) 生命侵害を中核とする人格権侵害の具体的危険があれば差止めが認められる

ある行為の差止めが認められるためには、絶対的な権利が現実的に侵害されること、またはその具体的な危険があることが必要である。これを逆の面から言い換えると、これらの要件が満たされれば、差止めが認められる。これが、伝統的な法理論である。もっとも、これでは要件がきつすぎるとして、権利侵害に至らない利益侵害でも、差止めを認めるべきだという考え方も、最近では有力に主張されている。

原発については、生命・身体という利益を中核とする人格権が差止めを根拠づける保護法益として援用される。したがって、この人格権侵害の具体的危険があれば、差止めが認められることで法理論的には問題がない。原発であっても、他の原因による人格権侵害と区別する理由がないからである。しかし、実際には、保護法益としての人格権にどの程度大きな価値を認めるか具体的な危険の存在についての判断の厳密性が異なってくることは、十分にありうることである。

原発裁判で保護法益としての人格権の価値を最も強調するのは、大飯原発差止認容判決である。この点はすでに触れたが、とりわけ「生命」がそこで強調されていたことに注意を払っておきたい。生命が保護法益として最大限の配慮を払われるべきことに、異論の余地はない。それは、大飯判決が述べるように、「最高の価値」であり「根源的な権利」である。大飯判決は、このような至高の利益と原子力発電所運転の利益との調整が問題となっているという枠組みで問題を把握する。そうすると、後者は、経済活動の自由にすぎないから、憲法上は人格権の中核部分よりも劣位に置かれるべきということになる。他方で、原発事故は、この根源的権利をきわめて広範に奪う危険をはらんでいる。このようにして、「かような

事態を招く具体的危険性が万が一でもあれば、その差止めが認められる」という結論が導かれるわけである。

(2) 生命侵害だけを問題にすることで足りるか？

ところで、「根源的な権利」侵害として生命侵害だけをここで強調すると、原発事故では人命は失われていないではないかという反論が予想される。この反論は、原発事故を狭く捉えすぎていると言わなければならない。福島第一原発事故でも、関連死者は少なくない。また長期の放射能の影響を考えると、原発事故では人命被害はないなどとは到底言えなくなる。しかし、それだけを強調するとさらに、人命を広範に奪う可能性がある他のリスクとの比較という問題が出てくる。たとえば、年間数千人の人命を奪っている自動車の販売が許容されているのに、原発だけが「万が一の具体的危険性」で差し止められるのはなぜか、というような疑問あるいは批判である。

この点については、現在の日本では、自動車の運行については社会的合意が成立しているが、原発に関しては国民の意見が激しく対立している点が指摘されているⁱ。それはたしかにそうである。しかし、そうだとすると、今度は、何故に自動車とは異なり原発については社会的合意が成立しないのかがさらに問われることになる。自動車等のリスクと原発のリスクとを区別しうる視点が必要である。

2. 個人的・個別的人格権を超えて

(1) 被害の甚大性

原発事故が深刻な人格権侵害をもたらすという場合には、同時にその範囲がきわめて広範にわたり、かつ、被害が長期に及ぶことにも留意する必要がある。また、その被害は、人に限定されず、自然環境にも及ぶ。要するに、原発被害の甚大性である。

被害の甚大性という原発被害の特徴は、当然のことながら、これまでの原発訴訟においても、住民側から繰り返し指摘されてきた。この点はまた、大飯運転差止め判決でも意識されている。「人格権は各個人に由来するものであるが、その侵害形態が多数人の人格権を同時に侵害する性質を有するとき、その差止めの要請が強く働くのは理の当然である」と説かれるのである。

しかし、この観点だけで自動車等のリスクとの差別化が図れるかについては、なお疑問が残る。

(2) 国・社会に対する影響の深刻性

原発事故は、個々人の生活の場を奪うとともに、地域社会に深刻な被害をもたらす。地域社会自体の維持が困難になり、時としてそれが崩壊するという事態をもたらしているのである。福島事故の損害賠償においては、「ふるさと喪失」という従来の裁判には登場していない新し

い種類の損害賠償が問題になっているⁱⁱ。これは、地域社会の喪失という被害が現実化したことを意味している。

原発事故はさらに、地域社会に止まらず、その延長線上で国の存続自体にもかかわる深刻な影響をもたらしている。福島事故でも、東京への影響と東京からの避難の可能性の検討が問題となった。大飯判決が述べた内容に依拠すると、4号機の使用済み核燃料プールの冷却水が偶然的な事情から確保されるという事態が生じなかったらこの可能性が現実のものになっていたという推論も成り立つ。国の存立にすらかかわるという事態を国民の目から捉え返すと、それは祖国喪失の危機ということである。

これらのリスクは、原発以外のリスクからは、まず生じない性格のものである。これを原発被害の特異な深刻性と特徴づけておきたい。この点にこそ、原発のリスクを自動車等の他のリスクから区別する理由がある。このような深刻なリスクがあるからこそ、原発については、万が一にもリスクが具体的に発現しないようにすることが求められるのである。

III. 安全性レベルと行政・司法の役割分担

1. 安全性レベルにおける2つの考え方の対立

(1) 出発点としての伊方最高裁判決とその後の裁判例
伊方原発訴訟に関する1992年10月29日の最高裁判決は、原発裁判に関する最初の最高裁判決として、後の原発裁判にきわめて大きな影響を及ぼした。この判決に関しては、次の両面に注意しておきたい。

①この判決は、原子炉等規制法が定める原子炉設置許可の基準は、重大な危害を及ぼすような「災害が万が一にも起こらないようにするため」のものだという理解を示している。相当に高い安全性のレベルである。

②しかし、この判決は、他方で、審理の対象をきわめて限定的に捉えている。

第1に、安全性審査に関して、いわゆる判断過程審査論あるいは専門技術的裁量論と呼ばれる考え方が採用される。すなわち、原発の安全性審査には、専門技術的知見に基づく総合的判断が必要なのであって、これは、原子炉安全専門審査会が行うべきである。司法審査は、その判断に不合理な点があるか否かの観点から行われるべきである。

第2に、安全審査の対象に関して、いわゆる基本設計論が採用される。すなわち、「原子炉設置の許可の段階の安全審査においては、当該原子炉施設の安全性にかかわる事項のすべてをその対象とするものではなく、その基本設計の安全性にかかわる事項のみをその対象とするものと解するのが相当である」とされるのである。その結果、固体廃棄物の最終処分の方法、使用済燃料の再処

ⁱ 大塚直「大飯原発運転差止め訴訟第1審判決の意義と課題」法学教室410号(2014年)87頁。

ⁱⁱ 除本理史『原発賠償を問う』(岩波書店、2013年)36-37頁。

理及び輸送の方法並びに温排水の熱による影響等にかかわる事項など、原発というシステムの安全性にかかわる事項が、司法審査の対象から落ちることになった。

以上にまとめた①と②の2つの方向は、必ずしも整合的ではなく、緊張関係をはらんでいる。①の安全性レベルの設定は、原発の高い安全性を志向するのに対して、②の審理対象の限定は、それに阻害的に機能しうるからである。

その後の裁判例は、②の方向を前面に出すとともに、その方向をさらに強めていく。また、①についても、伊方最高裁判決の文言を離れて、相対的安全性の論理と社会通念論を前面に出すようになる。たとえば、志賀原発差止訴訟の控訴審判決である名古屋高裁金沢支部2009年3月18日判決は、「科学技術を利用した各種の機械、装置等については、絶対的に災害発生の危険がないという『絶対的安全性』は想定できないから、原子炉施設においても、放射線、放射性物質の環境への排出を完全に防止することを意味するということはできず、放射線、放射性物質の環境への排出を可及的に少なくし、これによる災害発生の危険性を社会通念上無視し得る程度に小さなものに保つことを意味すると解するのが相当である」と述べている。

(2) 福島後の裁判例

福島後の裁判例にも、この社会通念論を踏襲するものはある。先に福島後の差止め否定例として引いた川内原発仮処分事件に関する福岡高裁宮崎支部2016年4月6日決定もそうであるし、同じく否定例である高浜原発に関する福井地裁2015年12月24日決定もそうである。社会通念論の採用が、これらの裁判例における差止め否定判断を導いたポイントだとも言える。

これに対して、大飯原発差止認容判決は、「原子力発電所に求められるべき安全性、信頼性は極めて高度なものでなければならぬ」ことからすれば、「万一の場合にも放射性物質の危険から国民を守るべく万全の措置がとられなければならない」とし、事故の「具体的危険性が万が一でもあれば、その差止めが認められるのは当然である」と説く。万全の措置論と特徴づけることができる発想である。

(3) あるべき安全性レベルをどこに求めるか？

原発を設置・運用する限り、絶対的安全性を確保することは不可能である。したがって、対立はその点にあるのではない。絶対的安全性を確保しえないことを前提として、どの程度の安全性確保を目指すかが論点である。

相対的安全性論は、原発のリスクを他のリスクある諸施設等と同列に置く議論である。たとえば、先に引いた志賀原発差止訴訟の控訴審判決は、「科学技術を利用した各種の機械、装置等」と原発とを同列に置くのである。しかし、原発事故が生じる場合には、他に例がない甚大かつ特異に深刻な被害が生じる。これを考慮するなら

ば、原発を他のリスクある諸施設等と同列に置く相対的安全性論が適切でないことは明らかであろう。問題は、その上でどの程度の安全性の水準を設定するかである。基本的には、伊方最高裁判決が述べた「災害が万が一にも起こらないようにする」という水準が適切であろう。大飯判決の「万全の措置論」は、この水準の直接の延長線上にある。

2. 行政・司法の役割分担

(1) 行政の判断尊重論とそれへの反撥

原発裁判においては、伝統的に行政の判断尊重論が支配的であった。原発という科学的知見が不可欠である問題領域においては、専門家の判断を基本的には尊重するということである。行政訴訟である伊方最高裁判決において、この考え方が明示されたし、その後の民事訴訟においても、この考え方が踏襲されている。つまり、被告である電力会社は「当該具体的審査基準に不合理な点のないこと及び当該発電用原子炉施設が当該具体的審査基準に適合するとした原子力規制委員会の判断に不合理な点がないことないしその調査審議及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落がないことを相当の根拠、資料に基づき主張、立証(……)すれば足りる」といふべきである」とされるのである(前掲の川内原発仮処分申立即時抗告審決定)。

裁判官は、原発の安全性を科学的に判断する訓練を受けていないことを考えれば、このような専門家の判断尊重の姿勢は、ある意味で当然とも言える。しかし、福島の実験は、専門家の判断を絶対視してよいのかという反省をもたらした。そのような反省を踏まえた判断を下したのが、大飯判決である。次のように述べている。「規制基準への適合性の判断を厳密に行うためには高度の専門技術的な知識、知見を要することから、司法判断が規制基準への適合性の有無それ自体を対象とするのではなく、適合していると判断することに相当の根拠、資料があるか否かという判断にとどまることが多かったのには相応の理由があるといふべきである。これに対し、(1)の理に基づく裁判所の判断は4以下に認定説示するように必ずしも高度の専門技術的な知識、知見を要するものではない」。

ここで挙げられている「(1)の理」とは生命を中核とする人格権の重要性から、万が一にでも人格権侵害の具体的危険性がある場合には、差止めが認められるという法理のことを指し、「4以下に認定説示する」とは、とりわけ冷却機能の維持に関する問題点(地震対策の不十分性)と、使用済み核燃料の危険性を踏まえた「閉じ込めるといふ構造」に関する問題点である。大飯判決は、これらの点に関する安全性がクリアされていないことを理由に、差止めを認めたのである。このように、大飯判決は、専門家の判断を否定しているわけではない。それとは別

の法的観点からの判断の可能性を肯定したところに、大飯判決の判断の特徴がある。しかし、それによって、専門家の判断の意味が大きく相対化されることはたしかである。

(2) どのように考えるべきか？——多重チェック態勢の構築

ある特定の原発の安全性の評価には、専門技術的判断が必要である以上、一般論としては、専門家(行政)の判断を無視するわけにはいかないⁱⁱⁱ。その意味で、大飯判決の立論を行き過ぎとする批判はありうる。

しかし、他方で、専門家(行政)の判断に対して実体的なところで異議を唱えることを全面的に否定する見解は、原発の持つ危険性に鑑みて、妥当性に欠ける。原発に内在する圧倒的な危険性を考慮すれば、安全性に関する判断についても多重チェックを行うことが必要である。専門家が間違わないという保障はない。それは福島で実証されている。原発の危険の現実化を避けるために可能なことは、誤りうる人間の様々な判断について多重にチェックをかけることである。

このチェックは、裁判官に対して、科学者と同様の判断を行うことを要求するものではない。専門的な訓練を受けていない裁判官にそれを要求することは無理である。そうではなくて、裁判官に求められているのは、原告の立証活動に基づいて、法的判断を下すことである。もちろん、そのためには、専門的・科学的知見が求められる。裁判官は、そのために勉強すべきであるし、現に勉強しているはずである。その上で、専門家とは別の法的観点から判断を下すのである。それは、原発裁判に限らず、他の領域における複雑訴訟と言われる裁判、たとえば医療訴訟や建築訴訟において、裁判官が行っている判断と同質のものである。原発裁判だけが例外と考える必要はない。

IV. おわりに

最後に、福島後の原発裁判の状況を踏まえた司法の役割に関して本稿が論じたことを、若干の点を補足しつつまとめておく。

①原発には、生命を中核とする個別的な人格権侵害の危険とともに、それを超えた法益侵害をもたらす危険がある。人格権侵害がきわめて広範な範囲に及ぶ危険があ

るとともに(被害の甚大性)、被害が地域社会の喪失をもたらす危険、さらには国の存立にもかかわる危険があるのである(被害の特異な深刻性)。人格権を基礎に置きつつ、このような被害の実態を適切に表現する保護法益を構成することは、法学に課された課題である。

②そのような被害の特質を考慮すると、原発には、きわめて高い安全性が求められる。それは、伊方最高裁判決が定式化したように、事故を万が一にも起こさないというレベルの安全性と考えるべきである。原発に求められる安全性を「科学技術を利用した各種の機関、装置等(例えば、自動車、飛行機、鉄道、船等の交通機関、医薬品、電気器具、ガス器具、レントゲン等の医療用の放射線利用等)」と同列に置く考え方^{iv}は、原発の安全性レベルの理解として、適切ではない。

③このレベルの安全性を確保するために、多元的で多重のチェック態勢を構築すべきであり、司法は、その一翼を担うべきである。原発の差止めは、原発一般の安全性を問題とするものではなく、基本的には問題となっている当該原発の具体的な安全性欠如を理由とするものである。電力会社は、求められる安全性レベルを確保することによって、差止めを免れることができる。電力会社は、特異に深刻な被害をもたらしうる原発を稼働させるのであれば、そのような安全性を確保するための努力を惜むべきではない。

— 参考資料 —

- 1) 伊方訴訟最高裁判決：最判 1992 年 10 月 29 日民集 46 巻 7 号 1174 頁。
- 2) 大飯原発 3、4 号機差止訴訟第 1 審判決：福井地判 2014 年 5 月 21 日判例時報 2228 号 72 頁。
- 3) 高浜原発 3、4 号機仮差止仮処分決定：大津地決 2016 年 3 月 9 日判例時報 2290 号 75 頁。
- 4) 大飯判決批判として：高木光「原発訴訟における民事法の役割——大飯 3・4 号機差止め判決を念頭において」自治研究 91 巻 10 号(2015 年)。
- 5) 高木論文批判として：斎藤浩「原発訴訟と裁判官の営為について」自治研究 92 巻 2 号、3 号(2016 年)。

著者紹介



吉田克己(よしだ・かつみ)
早稲田大学大学院法務研究科教授
(専門分野)民法

ⁱⁱⁱ もっとも、そのような判断が成り立つためには、当該専門家集団の判断が公平中立であることが前提となる。現在の原子力規制委員会の前身である原子力安全委員会と原子力安全・保安院による審査体制がこの条件を満たしていたかについては、重大な疑義が提示されていたことも指摘しておく必要がある。推進と規制の完全分離が確保されていなかったからである。たとえば、伴英幸「原子力政策は変わらなければならない」世界 2011 年 5 月号 167-168 頁参照。

^{iv} 高橋利文「判例解説」『最高裁判所判例解説民事篇平成 4 年度』(法曹会、1995 年)418 頁。この判例解説は、最高裁調査官によるものである。最高裁調査官による判例解説は、半ば公的なものとして一般的にも後の裁判に大きな影響を及ぼすが、伊方訴訟最高裁判決に関するこの判例解説も、後の原発裁判に大きな影響を及ぼした。

量子科学技術を一体的・総合的に推進する QST

量子科学技術研究開発機構

量子科学技術研究開発機構(QST)は、量子科学技術に関する研究開発や放射線の人体への影響、被ばく医療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等の業務を総合的に行うことにより、量子科学技術と放射線医学に関する科学技術の水準の向上を図ることを使命としています。ここではQSTが手がけている主な活動内容を紹介します。

I. 放射線科学で健康と安心を支える 放射線医学総合研究部門

量子科学技術研究開発機構(QST)には、放射線医学総合研究部門、量子ビーム科学研究部門、核融合エネルギー研究開発部門があります。放射線医学総合研究部門(放医研)は、QST本部同様千葉県千葉市稲毛区にあり、放射線の人体への影響・予防、並びに放射線の診断・治療などの医学的利用に関する研究開発等を総合的に行うことにより、放射線医学に関する科学技術の水準向上を図ることを目的として、1957年に設立されました。今年で創立60年を迎えます。現在は、重粒子線によるがん治療研究や生体における分子レベルの変化を画像化する分子イメージング研究など「攻めの研究」と、放射線の生体影響の解明や放射線防護、緊急被ばく医療研究などの「守りの研究」を推進するとともに、これらの分野の人材育成・研修事業を行っています。放射線の生体影響・放射線防護の研究分野では、昨年12月に、マウスを用いて少量ずつ長い時間の被ばく(低線量率被ばく)に起因する発がんリスクを直接的に評価する研究成果についてプレスリリースを行い、大きな反響をいただきました。放医研は、これらの研究、業務を円滑に遂行するために、医学、生物、物理、化学といった幅広い分野で強い連携を推進している世界的にもユニークな組織です。特に、2011年3月11日の東京電力福島第一原子力発電所の事故では、緊急被ばく医療体制が速やかに機能し、それまで当研究所が培ってきた放射線研究の総合力を最大限に発揮し、全所一丸となって復興に尽力することができました。放医研の大きな特徴として、病院の併設があります(図1)。この病院は、がんの放射線治療に特化した非常にユニークな存在です。悪性腫瘍に対する放射線治療・診断を中心とした先進医療や臨床試験、保険診療が



図1 放射線医学総合研究所病院

行われていますが、緊急被ばく医療体制においては、高度被ばく医療支援センターとして指定され、重篤な外部被ばく・内部被ばく患者の診療等の実施機能も備えています。病棟は、患者さんのプライバシーを守り、家族とのふれあいを重視するとともに、高いアメニティーと優れたユーティリティを考慮して設計されています。病院を支えるスタッフは、世界に例を見ない診療技術の確立を通して、近隣アジアや欧米諸国に対する国際貢献の役割も担っています。

重粒子線治療研究部は、重粒子を用いたがん治療に関する研究を行っています。重粒子線は病巣への線量集中性に優れるとともに生物効果も高く、がん治療に適した性質を持つ放射線です。その研究成果として本年3月には、手術が難しい頭頸部の粘膜悪性黒色腫に対して重粒子線治療が有効であることを明らかにし、プレス発表を行いました。重粒子線がん治療は、2003年に厚生労働省から先端医療の承認を受け、2016年には一部の疾患について保険の適用対象として認められています。現在は、さらに治療法を高度化して、より患者さんの負担が少なく、治療期間も短く、さらに良好な結果が期待できる治



図2 回転ガントリー治療室

療法の確立と標準化を目指しています。2011年に開始されたスキャニング照射治療については、すでに1,000名を超える患者さんに適用し、その利点を生かした利用法の開発にも取り組んでいます。また、2016年に完成し、2017年度から治療開始予定の回転ガントリーを用いることで、副作用の更なる低減と、腫瘍に対する効果の向上及び患者さんの負担軽減が期待されます(図2)。

このほか、放医研には、PET(陽電子放射断層撮影)やMRI(磁気共鳴画像)などの画像診断装置を駆使し、基礎的研究、医工連携研究、前臨床研究、臨床応用研究などの幅広い分野において、がんを中心とした研究に取り組んでいる分子イメージング診断治療研究部と統合失調症、うつ病やアルツハイマー病などの精神・神経疾患を対象に、その病態の理解及び早期診断、さらに薬物などによる治療の評価法の開発などを行う脳機能イメージング研究部などがあります。

II. 明日のテクノロジーを切り拓く 量子ビーム科学研究部門

量子ビーム科学研究部門には、高崎量子応用研究所と関西光科学研究所の2つの研究所があります。高崎量子応用研究所にはイオン照射研究施設(TIARA)、コバルト60ガンマ線照射施設、電子線照射施設の3つの照射施設があります。その中でもTIARAは世界初の材料・バイオ応用研究専用の施設で、サイクロトロン、タンデム加速器、シングルエンド加速器、イオン注入装置の4種類のイオン加速器を備えています。これらの施設の量子ビームを用いて「みる」「つくる」「なおす」をテーマに研究開発を行っています。「なおす」研究では、TIARAで製造したアルファ線放出核種 ^{211}At (アスタチン-211)を標識したがん治療薬が悪性褐色細胞腫の治療に有効であることを明らかにし、昨年6月にプレス発表を行いました。この成果は、これまで別々の研究機関(原子力機構と放医研)に属していた研究チームが、機関統合を契機に、基礎から臨床研究までを切れ目なく見据えた効率的な研究体制を構築し、それぞれが有していた放射性同位体製造技術と薬剤合成技術を融合させることにより、初

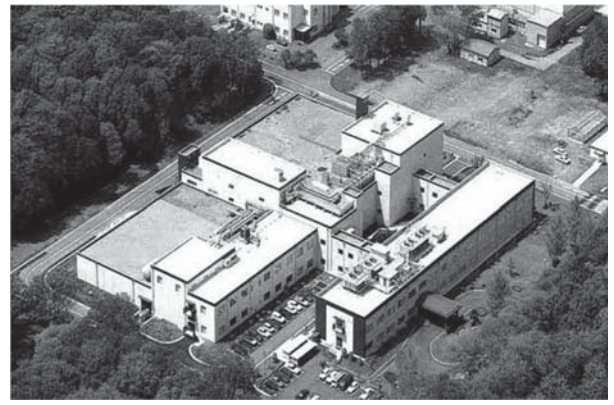


図3 イオン照射研究施設(TIARA)

めて実現したものです。「みる」研究では、ポジトロン放出核種を用いてヨシとイネの中のナトリウムの動きを可視化する技術開発を、「つくる」研究では、風味のバランスが良く、従来の酵母にはない「甘い香り」を持つ新しい清酒酵母を作出するなど、イオンビームを用いた品種改良の研究開発を実施しています。また、高強度MeV級クラスターイオンビーム等の新たなビーム技術の開発も行っています(図3)。

一方、コバルト60ガンマ線照射施設や電子線照射施設を利用した放射線グラフト重合技術の研究では、文部科学省と連携し、QSTのイノベーションハブの先駆けの一つとして先端高分子機能性材料アライアンスを開始しました。参画企業とともに、大量の実験データを統合的に活用する設計型物質・材料研究(マテリアルズインフォマテクス)を活用した先進的な材料開発を推進し、燃料電池膜、水素貯蔵材料等の性能を大幅に向上できる未来の先端高分子機能性材料の創出に向けた新しい開発手法の研究を進めています。

さらに、QST未来戦略に基づいた拠点間連携を強力に推進しています。「量子材料・物質科学」分野においては、量子機能材料スピントロニクス(東海地区・播磨地区)や極短紫外線の発生・制御・利用技術を融合した先端微細加工プラットフォームの形成(高崎地区・東海地区・木津地区)、水素吸蔵合金・燃料電池等の開発に関わる研究(高崎地区・播磨地区)を進めています。「量子生命科学」分野においては量子システム細胞科学(東海地区・高崎地区・木津地区)を実施しています。

また、高崎量子応用研究所の支分組織である茨城県東海村の東海量子ビーム応用研究センターでは、中性子や放射光、レーザー等の量子ビーム施設を利用し、疾患の早期発見やより治療効果の高い創薬に必要なタンパク質の全原子構造解析技術開発、加速器による医療用RI製造技術開発等を行っています。

関西光科学研究所は京都府の木津地区と兵庫県の播磨地区に研究拠点が 있습니다。木津地区では、最先端のレーザー技術開発とそれを基盤とした学術の最先端を目指した研究やイノベーションの創出を目指すレーザーの

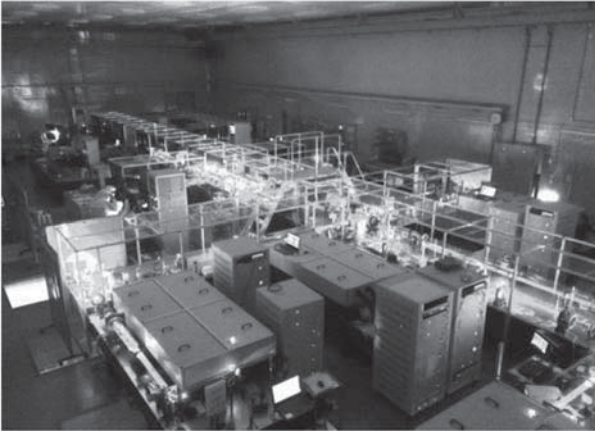


図4 J-KAREN-P レーザー

産業・医療応用に関する研究を行っています。中でも、世界トップクラスの高強度レーザーであるJ-KAREN-P レーザー(図4)は、30Jのレーザーエネルギーを30フェムト秒(30兆分の1秒)の時間に閉じ込めることにより1000兆ワットの超高強度を実現でき、それを約1マイクロメートルの極小領域に集光することにより、がん治療にも応用可能な高エネルギーイオンを発生することができます。昨年12月に締結されたQSTと民間企業4社との量子メスの開発に関する協定では、関西研は、高強度レーザーを用いたイオン入射器の小型化を目指した研究開発を受け持っています。このほか、軟X線の領域でレーザー発振するX線レーザー装置や1キロヘルツで1ピコ秒の強力レーザーパルスが発生する高繰り返し高出力レーザー(QUADRA-T)の開発も行っています。レーザー技術の応用では、トンネルのコンクリート壁の欠陥を遠隔かつ高速で検査可能なレーザー欠陥検出法の開発や指に針を刺すことなく指でセンサーに触れるだけで瞬時に血糖値の測定が可能なレーザー非侵襲血糖値センサーの開発などを行っています。

播磨地区では、2本のQST専用のビームラインBL11XU(QST極限量子ダイナミクスビームラインI)及びBL14B1(QST極限量子ダイナミクスビームラインII)を活用し、原子一層を見分ける放射光技術と計算科学により、スピントロニクス素子など先端機能性材料の機能の核心を観る研究を行っています。最近では、放射光の超単色X線を活用してナノスケールの局所磁性探査を実現させるなど先進的観測手法の高度化を達成した他、機能を持つ材料を実際に動作している状況で観察できるオペランド測定技術の利用で水素を多く含む新規金属水素化物の合成に成功するなど、水素貯蔵材料などの環境・エネルギー材料研究や放射光と計算科学を活用した研究で革新性の高い成果を創出しています。

Ⅲ. 核融合エネルギーの実用化をめざす 核融合エネルギー研究開発部門

核融合エネルギー研究開発部門では、那珂核融合研究



図5 昨年10月にITER機構長のピゴ氏(右)が来日

所と六ヶ所核融合研究所を拠点として、太陽で起きている核融合反応を地上で実現し、エネルギーとして利用するための研究開発を行っています。核融合は、温暖化の原因となる二酸化炭素を排出しないことから地球環境に調和し、燃料である重水素と三重水素の供給を止めれば反応が止まることから安全性にも優れ、重水素と、三重水素を生成するリチウムがいずれも海中に豊富に存在することから枯渇することのない新しいエネルギーとして期待されています。

現在、我が国を始め、欧州、ロシア、アメリカ、韓国、中国、インドが共同で実施しているITER(国際熱核融合実験炉)計画において、50万キロワットの核融合エネルギーの発生を世界で初めて実証する実験炉の建設がフランスにおいて行われており、QSTは我が国の国内実施機関としてこの活動に参加しています(図5)。

那珂核融合研究所では、このITER計画に関して、各加盟者が分担して製作するITERの機器のうち、我が国が担当する最先端技術を用いた超伝導コイル等の開発と製作を進めるとともに、ITER計画を運営する国際機関であるITER機構への職員の派遣などの人的貢献を行っています。

また、QSTは、ITER計画を支援し、かつITER計画の次の段階として核融合による発電を初めて実証する「核融合原型炉」の早期実現を目指すことを目的に、日欧が共同で実施している「核融合エネルギー研究分野における幅広いアプローチ(BA)活動」に我が国の国内実施機関として参加しています。

那珂核融合研究所では、BA活動の下で我が国最大の核融合実験装置「JT-60」を、超伝導コイルを備えた新たな実験装置「JT-60SA(Super Advanced)」に改造する「サテライト・トカマク計画」を進めています。昨年12月下旬には、欧州で製作された超伝導トロイダル磁場コイルをJT-60SA本体へ組み込む作業が開始されました(図6)。

六ヶ所核融合研究所では、BA活動の下で「国際核融合エネルギー研究センター事業(IFERC)」及び「国際核融合材料照射施設に関する工学実証及び工学設計活動

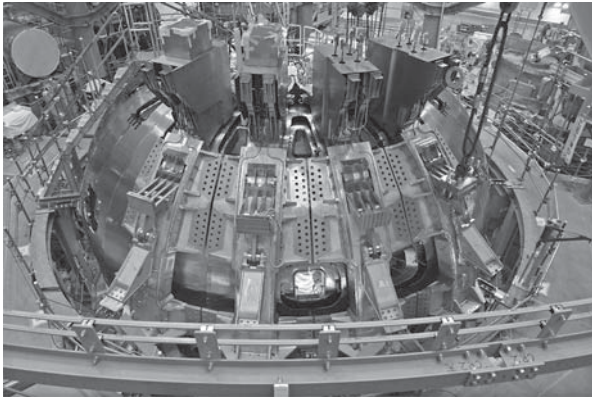


図6 JT-60SA 本体に組み込まれるトロイダル磁場コイル

(IFMIF/EVEDA)の2つのプロジェクトを進めています。IFMIF/EVEDA 事業では、これまでに世界に類のない大電流で定常運転を行う加速器開発を進めており、欧州が製作した構成機器が順次、六ヶ所核融合研究所に搬入され、同研究所の施設において据付及び調整を実施しています。

核融合エネルギー研究開発部門では、ITER 計画や BA 活動に加え、実験炉 ITER を活用した研究開発、JT-60SA を活用して進める先進プラズマ研究開発、BA 活動で整備した施設を活用・拡充して進める核融合理工学研究開発へと事業を展開することで、「核融合原型炉」への道を拓く核融合研究の国際的中核拠点としての役割を果たしていきたいと考えています。

学会誌への投稿記事の採否に関する判断基準

日本原子力学会 編集委員会

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

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

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

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

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

(改定2012年6月1日)

福島環境回復に向けた取り組み

第1回 環境回復に関する取り組みの進展

日本原子力研究開発機構 宮原 要, 国立環境研究所 大原 利眞

本稿(第1回)では、本連載講座のねらいと1Fの事故とその影響の概要、チェルノブイリ事故との比較、これまでの行政的な取り組みの概要などを簡単に述べたうえで、事故に伴う環境汚染に対して、福島環境回復に向けた取り組みとして、わが国で行われてきた環境研究の全体像とともに、日本原子力研究開発機構(JAEA)と国立環境研究所(NIES)の調査研究の取り組みを紹介する。

KEYWORDS: *environmental resilience, Fukushima Daiichi accident, radioactivity release, environmental monitoring and mapping, radioecological research, waste management, removed soil and waste, reuse and recycle, individual dose, risk communication*

I. はじめに(連載講座のねらい)

2011年3月11日の東日本大震災に伴う東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下、1F)の事故から約6年が経過した。福島環境回復に向けた取り組みとして、1Fの事故により環境に存在することとなった放射性物質の分布状況を評価し、その変化の将来予測を行うとともに、除染等により生じる除去土壌等の取り扱い、森林から河川、河口へと至る流域圏での放射性セシウムの動きと生活環境や農林水産物への影響の評価が行われてきた。本連載講座では、これまでの環境回復の取り組みで整備してきた技術や得られた科学的な知見、並びにそれらに基づく住民の方々とのコミュニケーションについて概説する。

II. 1F事故と環境影響、行政対応の概況

1. 1F事故の概要

1Fの事故の進展に伴い1~3号機が炉心損傷、溶融に至り放射性物質が環境中へ放出された。運転中であった1~3号機は地震により直ちに自動停止したもの、地震による外部電源喪失、非常用発電機からの電源の津波による喪失により全交流電源喪失の事態となった。炉心損傷に伴う水素発生に起因する压力容器内と格納容器内の圧力上昇、バントの実施、水素爆発(1, 3号機と3号機に隣接する停止中の4号機)、2号機圧力抑制室の圧力急低下などにより大量の放射性物質が環境中へ放出された。

Challenges for enhancing Fukushima environmental resilience (I): status and lessons : Kaname Miyahara, Toshimasa Ohara. (2017年2月26日受理)

1F事故の経緯等詳しくは他の資料を参照頂きたい^{1, 2)}。

2. 1F事故による環境影響

上述のとおり、放射性物質の放出が複数の事象により生じており、地表への沈着はさらに放出時の気象条件(風向きや降雨、降雪の有無など)に依存することから複雑である。放射性物質の地表への沈着量は乾性か湿性かに依存し、地形や土地利用状況によっても異なる。

1Fの事故後初期は¹³¹Iの沈着による空間線量等への寄与が重要であったが、半減期が8日間と短いことから、現在では¹³⁷Cs(半減期30年)と¹³⁴Cs(半減期2年)が支配的となっている。揮発性の小さい放射性物質である⁹⁰Srは¹³⁷Csと比べ4桁程度まで低い地表への沈着量が測定されており、さらに非揮発性のPuは極めて沈着量が小さく1Fの事故前の環境中での測定値のほぼ変動範囲内であった。

本来であれば、原子力発電所の事故時に放出される揮発性の放射性物質は排気筒モニタでの測定と気象データにより環境への放出と拡散状況を予想することが可能となり、原子力発電所周辺の広域モニタリングネットワークにより精度を高める。しかしながら今回の1Fの事故では、排気筒やほとんどのモニタリングネットワークが地震に伴う津波により機能せず、航空機モニタリングによる空間線量分布と放射性物質沈着分布のマップ作成が、1Fから北西方向の主要な沈着分布に基づく避難指示区域の設定に重要な役割を果たした。

サーベイメータによる定点測定、走行サーベイ、歩行サーベイによる測定に基づく詳しい情報によるマップも作成された。さらに深さ方向のセシウム分布の調査から、地表に沈着したほとんど(9割)のセシウムが地表から深さ5cmまでにとどまっており、深さ方向を加えた3

次元的な分布の理解を踏まえ除染計画が立案された。

福島県の面積の約7割を森林が占めるため、地表への沈着分布において植生にどの程度セシウムが捉えられたかが重要となり、沈着後の雨水での洗い流しや落葉により林床へと至るセシウムの森林内での分布の時間変化は、常緑樹と1Fの事故の際、葉がなかった落葉樹では異なることとなる。

3. チェルノブイリ事故との比較

1F事故による環境への放射性物質の放出と沈着分布は、チェルノブイリ事故によるものとは大きく異なる。国際原子力事象評価尺度(INES)では、両者の事故ともにレベル7(深刻な事故)と評価された。

チェルノブイリの4号機は停止試験での出力急上昇により炉心が爆発し減速材である黒鉛の火災が2週間生じた。炉心のかんりの放射性物質が環境中に放出され揮発性だけでなく非揮発性の放射性物質も微細なエアロゾルとして放出された。

1F事故では、地震後直ちに自動停止し、炉心溶融に至るまでに短半減期核種が減衰したこと、特に格納容器が揮発性の放射性物質の放出を抑制し、非揮発性の放射性物質を格納容器から外に殆ど出さなかったことから、希ガスを除く揮発性の放射性物質の環境への放出はチェルノブイリ事故の10%にとどまり、非揮発性の放射性物質の放出は極めて少なかった。1Fの事故で放出された放射性物質の80%は陸域ではなく海域に移流・拡散されたことも陸域の環境影響を小さくすることに寄与した。

^{131}I が減衰した後は、放射性セシウムが環境中での分布を支配している。これは、チェルノブイリ事故による立入禁止区域内での炉心に含まれた様々な放射性物質が分布する状況とは対照的である。

チェルノブイリ事故で揮発性の放射性セシウムが沈着した北欧や英国北部の丘陵地帯では福島と類似性がある(英国北部の丘陵地帯は気象条件も類似している)。

原子力発電所事故による放射性物質の放出については、1957年の英国ウィンズケールでの火災事故(INESのレベル5)の例もある。これらの地域では避難指示区域は設定されず、一部食品の流通制限は行われたものの広域の除染も行われていない。

福島では、放射性セシウムの物理的崩壊だけでなく、自然のウェザリング作用、さらには広域の除染により生活環境での空間線量は大きく低減してきている。

4. 行政的取り組み

1F事故後、国と地方公共団体は、放射性物質による環境汚染からの環境回復に向けて様々な行政的取り組みを実施してきた。2011年8月に制定された「放射性物質汚染対処特措法」(以下、特措法)に基づいて、事故由来の放射性物質によって生じた汚染廃棄物の処理や除染等の措

置、これを支える除染技術の検証・開発や実証事業、総合モニタリング計画に沿った環境放射線モニタリング、放射線計測の分析技術・機器開発事業などが進められた。また、放射線による人の健康へのリスク管理のため、福島県によって県民健康調査が実施されている。野生動植物への影響把握に関しては、放射性物質の影響把握に係る情報の集約・分析・評価などが行われている。

除染に関しては、特措法において除染の対象として「除染特別地域」と「汚染状況重点調査地域」が規定された。除染特別地域として、警戒区域または計画的避難区域の指定を受けたことがある地域(福島県内の11市町村)が指定されており、国が除染事業を進めている。また、地域の空間放射線量率が毎時 $0.23\mu\text{Sv}$ 以上の地域がある市町村について汚染状況重点調査地域が指定され、市町村が実施計画を定めて除染を実施している。

汚染廃棄物の処理に関しては、特措法に基づき、福島県の汚染廃棄物対策地域内における災害廃棄物等(「対策地域内廃棄物」)および1F事故由来の放射性物質によって放射能濃度が $8,000\text{Bq/kg}$ を超えるものであって環境大臣が指定した廃棄物(「指定廃棄物」)については、国が処理することとなった。対策地域内廃棄物については、仮置場への搬入および可燃物の焼却処理等が進められている。一方、指定廃棄物の処理は当該指定廃棄物が発生した都道府県内で行うこととされ、福島県内の指定廃棄物については、 10万 Bq/kg 以下のものは既存の管理型処分場、 10万 Bq/kg 超のものは中間貯蔵施設に搬入される計画である。また、下水汚泥や農林業系廃棄物などの指定廃棄物については、福島県内において焼却等の減容化が実施され、 $8,000\text{Bq/kg}$ 以下の農林業系廃棄物については、市町村等によって処理が行われている。

III. 環境研究の進展

1. 研究展開の俯瞰

1F事故発生直後から多くの科学者が、土壌、森林、河川、海洋、生物・生態系等における放射能汚染の実態解明に献身的に取り組んできた。また、大気や海洋へ放出された放射性物質の量や広がりを明らかにする調査研究が実施された。これらの初期の活動は、個人や研究室といった小規模で自発的な草の根活動からはじまり、その後、次第に組織化されていった。日本の社会全体が重苦しい雰囲気覆われている中で実施されたこれらの先進的な活動は、被災地の環境回復と復興に大きな役割を果たした。一方、環境汚染の深刻さ・広がりからすると、取り組み全体としては必ずしも十分ではなかった。

現在、福島県の環境回復に関する調査研究は、様々な研究機関や行政機関によって実施されている。その対象は、放射線・放射性物質の計測、環境中での動態と影響、除染、廃棄物の処理・処分など多様であり、従事する専

門家の学術分野も多岐に及んでいる。全容を正確に把握するのは難しいが、日本学術会議が2014年9月に発表した提言³⁾における俯瞰的まとめが参考になる。その中において、放射性物質の環境動態に関わる主な研究主体として、環境省、文科省(後に、原子力規制庁)、福島県、JAEAやNIESなど12の研究機関、大学(筑波大、東大、東京海洋大ほか)、東京電力がリストアップされている。また、文部科学省科学研究費補助金による新学術領域研究「福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態に関する学際的研究」のような研究プロジェクトも実施されている。

2. JAEAの取り組み

JAEAは、1Fの事故直後から災害対策基本法の指定公共機関として活動を開始し、国からの受託による放射線モニタリングや除染モデル実証事業等を実施してきた。さらに、国内外の関係機関と協力しつつ、セシウムの環境中での移行挙動を調べる長期環境動態研究など環境回復に率先して取り組んできた(図1)。

(1) 除染モデル実証事業

除染モデル実証事業(2011年9月~2012年6月)では、避難指示区域での宅地、農地、森林などの土地利用状況ごとに複数の除染手法を適用し、除染効果、施工速さ、歩掛、コスト、施工適用条件、施工上の留意点等を整理した。とくに除去物発生量は仮置場等の確保と密接に関わるため、除染効果を確保しつつ除去物の発生量を抑えることに着目してデータを取得した。このため、試験施工を行い、予め剥ぎ取り深さ等と除染効果の関係を把握し、剥ぎ取り深さ等を決定して本施工を行った。また、除染計画の立案には、除染効果を予測する解析評価を有効に活用した。除染モデル実証事業等で得られた知見を踏まえ、環境省により除染関係ガイドライン等が制定され、国と自治体による本格除染が進められた。2017年4月までに、帰還困難区域を除きほとんどの自治体で避難指示が解除された。

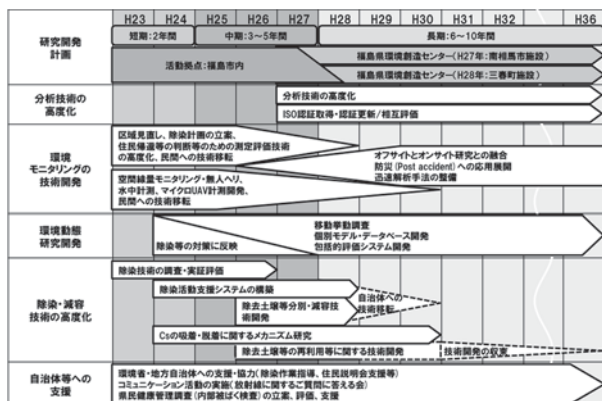


図1 環境回復に関わるロードマップ(JAEA)

(2) 放射線モニタリング・マッピング

放射線モニタリングとそれに基づく放射性物質の地表への沈着状況等のマッピングでは、放射性物質の沈着分布および時間変化の傾向を詳細に把握することにより、住民の被ばく線量の推定や除染の計画立案等のための基本情報を整えた。

関係省庁や地方自治体が個別に独自形式で公開されていた環境モニタリングデータを一元的に集約し、形式や精度を統一して相互比較可能なデータに変換するとともに、マップやグラフを活用した直感的に把握しやすい情報として整備し、一般の方にも利用しやすい情報サイト「放射性物質モニタリングデータの情報公開サイト」を公開している。

走行サーベイやサーベイメータにより5年間にわたり定期的に測定された空間線量率データに基づき、1F事故後から現在に至るまでの放射性物質分布の経時変化を分析した。その結果、避難指示区域や中通り地域を中心に、森林以外の地域では、空間線量率は半減期に基づく放射性崩壊に比べて早く減少してきており、空間線量率の減少傾向は、土地利用状況、空間線量率の大きさ、人間活動の有無によって異なることが分かった。

走行サーベイ等のデータから土地利用区分ごとに空間線量の早い減衰と遅い減衰を統計的に評価し、空間線量の予測結果を30年後まで示し、避難指示が必要な地域の面積の大幅な縮小を予測した。

(3) セシウムの長期環境動態研究

森林から河川、河口へと至る流域圏での放射性セシウムの動きと生活環境や農林水産物への影響の変化を理解するため、2012年11月から福島長期環境動態プロジェクト(F-TRACE)を立ち上げた(図2)。環境中に沈着した放射性セシウムの影響については、樹木から地表面へ移動する放射性セシウム量は、地表面から流出する量を上回り、全体として森林内に留まる傾向にある。森林内における放射性セシウム蓄積量は、森林土壌が大部分を占めており、スギ等の立木における蓄積量は非常に小さい。また、森林から河川水系への放射性セシウムの流出は限定的であった。市街地に降下した放射性セシウムの



図2 福島長期環境動態研究プロジェクト(F-TRACE)

多くは、事故後の数年間で流失した。雨水による土壌の侵食や風化等の自然現象により徐々に環境が回復してきている。

さらに流域圏でのセシウムの移動と蓄積について森林内での樹冠から林床への移動量、林床から土壌侵食による流出量、河川での平水時から高水時での土壌粒子の移動量の変化、河川敷やダムでの土壌粒子の堆積に伴うセシウムの蓄積の定量的な把握を踏まえ、請戸川水系を例として、流域全体におけるセシウムの移動と蓄積量を評価した。河川から沿岸へのセシウムの流出は限られており、現在では福島沿岸の水産物中のセシウム濃度は基準を超えるものが検出されなくなっている。

(4) 除去土壌等の減容・再生利用

福島県内の除染等の措置で生じた除去土壌等について、中間貯蔵開始後30年以内の県外最終処分の完了に向けて、環境省が2016年4月に「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略」を策定した。この減容・再生利用に資するため、粘土鉱物と放射性セシウムの相互作用に関する土壌中の存在形態や吸着能についての研究として、放射光、中性子、電子顕微鏡および第一原理計算などを利用した、原子・分子レベル解析による土壌粒子に対する吸着機構解明を実施している。そこで、粘土鉱物にセシウムが捕捉される動的過程、捕捉後の安定化、特定の鉱物への濃縮過程メカニズムなど明らかにしてきた。さらに、これらの知見を踏まえ、経済性に優れ、環境調和型の除染、減容化プロセス開発を行っている。

(5) 個人線量評価と住民とのコミュニケーション

さらに個人の外部被ばくの評価(個人線量評価)に取り組んでいる。福島市等の住民の協力を得て継続的にポケット線量計を所持して頂き直接個人線量を測定する取り組みを続けてきているが、避難区域においては、帰還した時の生活スタイルに基づくできるだけ現実的な個人線量の推定が求められることから、協力者への聞き取りとそれに基づく生活経路での歩行サーベイを組み合わせることで個人線量の推定を行った。自治体の協力を得て帰還後の生活パターンを用意頂き、推定結果を住民の方々に説明させて頂いたところ多くのご質問やご要望を頂いた。帰還しようとしている住民の方々にとって必要としている情報を提供でき、良好なコミュニケーションを図ることができた。自治体と協働で取り組んだことが極めて重要であった。

3. NIESの取り組み

NIESは、長年にわたり培ってきた環境研究の蓄積をもとに、東日本大震災の直後から、地震、津波、さらには1F事故によって引き起こされた環境汚染とその環境回復に関する研究を災害環境研究と位置づけ、様々な調査・研究を開始した。2011年度後半からは、研究活動を本格化し、放射性物質に汚染された廃棄物等の適切な管

廃棄物管理システム

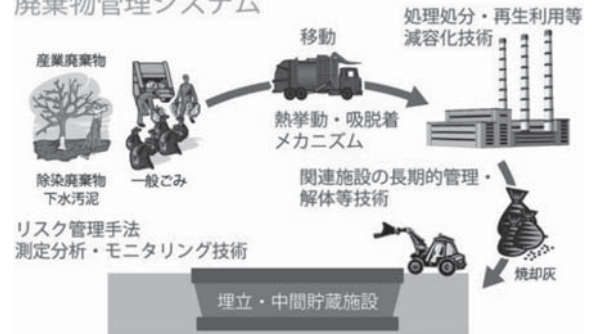


図3 NIESの汚染廃棄物研究の概要

理、処理・処分方法などに関する「汚染廃棄物研究」と、環境中における放射性物質の計測・シミュレーションを通じた動態解明、ヒトへの被ばく量解析および生物・生態系に対する影響評価に関する「環境動態・影響研究」を中心にして取り組んできた。現在は、これら2つの研究を、放射性物質により汚染された被災地の環境をできるだけ速やかに回復することを目的とした「環境回復研究」に統合し、研究を推進している。

(1) 汚染廃棄物研究

事故直後から、放射性物質に汚染された廃棄物・土壌等の処理処分技術・システムの確立について総合的に取り組み、科学的知見を環境省などに提供することにより、汚染廃棄物等の適正かつ円滑な処理の推進に貢献してきた(図3)。具体的には、現地調査、基礎実験、フィールド実証試験およびシステム分析等により、放射性物質の基礎物性・挙動特性等を踏まえた、各処理プロセス(保管、減容化、再生利用、貯蔵、最終処分等)における制御技術・システムの開発・高度化・評価、関連処理施設の長期的管理および解体・廃止等手法に関する調査研究を実施した。また、測定分析・モニタリング技術、廃棄物処理・資源循環システム全体でのフロー・ストックおよび放射性物質管理方策等に関する調査研究も進めた。

このような蓄積のもとに、現在は、国の喫緊の最重要課題である中間貯蔵と県外最終処分に向けた減容化技術等の研究開発に取り組むとともに、指定廃棄物等の処理処分に係る技術的課題解決のための研究開発を進めている。具体的には、①放射性物質を含む廃棄物等の減容化技術(熱的減容化技術とセメント技術適用)の開発・高度化、②資源循環・廃棄物処理過程におけるフロー・ストックの適正化技術と管理手法の確立、③低汚染廃棄物等の最終処分および除去土壌等の中間貯蔵プロセスの適正化と長期管理手法の開発・提案に取り組んでいる。

(2) 環境動態・影響研究

放射性物質に汚染された土壌、森林、河川、湖沼、沿岸等の汚染実態と環境動態を把握し、将来動向を予測するために、汚染程度の異なる流域圏を対象として、多媒体環境モデリング、環境動態計測、環境データ解析を統

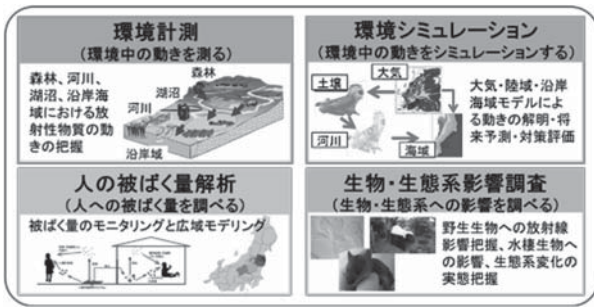


図4 NIESの環境動態・影響研究の概要

合した研究を、事故直後から実施してきた(図4)。これらの研究成果を国や地方自治体に提供し、除染等の環境回復に関する取り組みの推進を科学的側面から支援した。また、人への被ばく量の広域的な解析や放射性物質による生物・生態系に対する影響研究を進めてきた。

現在は、森林・水域等の環境中に残存している放射性物質の環境動態に関する長期的観点からの調査・研究と、帰還地域における長期的環境影響評価および生活者の安全安心な生活基盤確保のための生活環境リスク管理手法の構築、生態系サービスを含めた生態系アセスメントを実施している。具体的には、①環境動態計測とモデリングによる多媒体環境における放射性物質の動態解明および将来予測、②環境放射線と人為的攪乱による生物・生態系への影響評価、③生活圏における人への被ばく線量と化学物質曝露の評価に取り組んでいる。

(3) 災害環境研究の総合的な展開

上記の「環境回復研究」に加え、環境と調和した被災地の復興を支援することを目的として、地域環境診断と将来シナリオの作成、省エネルギーな技術開発や地域事業設計、住民が参画する計画づくりなどに取り組む「環境創生研究」と、東日本大震災等の災害によって得られた経験・教訓をもとに、環境・安全・安心面から将来の災害に備えることを目的とした「災害環境マネジメント研究」を実施している。NIESは、これらの研究によって、被災地の環境回復と復興を研究面・技術面で支援するとともに、将来の災害に備えたまちづくり・社会づくりに貢献することを目指している。

IV. おわりに(2回目以降に向けて)

2015年4月に福島県、JAEA、NIESの三機関が環境創造センターにおける連携協力協定を締結した。福島県は、三春町に環境の回復・創造に向けた統合的な取り組みを行う拠点として環境創造センターを、またその支所として南相馬市に環境放射線センターを設置し、三機関は環境創造センターでの活動を開始した。福島における環境回復の理解を進めるため、多様化している地域・個人からのニーズにきめ細かく対応しつつ、住民の方々が本当に必要としている情報や知見をタイムリーに提供できるよう取り組んでおり、環境創造センターの三機関が主導して環境回復の取り組みで得られた知識の整理を行っていく。第2回目以降、福島環境回復に向けた具体的な取り組みの現状について紹介する。

— 参考資料 —

- 1) 国会事故調 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会 報告書, 平成24年7月.
- 2) 東京電力ホールディングスホームページ: <http://www.tepco.co.jp/en/decommission/index-e.html>, (平成29年2月1日閲覧).
- 3) 日本学術会議, 提言「復興に向けた長期的な放射能対策のために—学術専門家を交えた省庁横断的な放射能対策の必要性—」, 平成26年9月.

著者紹介

宮原 要 (みやはら・かなめ)


日本原子力研究開発機構
(専門分野/関心分野) 地層処分の安全評価, 福島環境回復



大原 利眞 (おおはら・としまさ)

国立環境研究所
(専門分野/関心分野) 大気環境科学・工学, 福島環境回復と持続可能な復興




 報告

「核のごみ」にまつわる中学生の対話

フリージャーナリスト 井内 千穂

原子力発電にまつわる複雑に絡まり合った問題を前にすると、無力感を覚えて思考停止する、あるいは、感情的に反発し合う場面がよくある。しかし、それでは不毛な平行線が続くばかりで問題はなんら解決しない。自分の頭で考え、他者の考えにも共感することはできないのか？ 難題中の難題である「核のごみ」の地層処分について、中学生が対話を試みる「中学生サミット」に同行して考えさせられた、大人も学びたい対話の可能性について報告する。

KEYWORDS: *high-level radioactive waste, deep geological repository, dialogue, facilitation, debate*

I. はじめに

原子力発電所を稼働すれば、放射性物質を含む廃棄物が排出される。この「核のごみ」をどうするのか？ 数年前まで私はそんなことを意識することもなく暮らしていた。この問題の深刻さに気づいたのが、2011年3月、東日本大震災で福島第一原発が事故を起こしたことがきっかけだと、のん気なものだったと恥ずかしく思う。

震災直後の2011年4月、フィンランドの放射性廃棄物最終処分場「オンカロ」を扱ったマイケル・マドセン監督のドキュメンタリー映画『100,000年後の安全』が日本でも緊急公開され反響を呼んだ。放射性廃棄物の処分には10万年という途方もない時間を考える必要があることを知り、絶望的な気持ちになったものだ。

原発を再稼働するにしろ脱原発を目指すにしろ、既に発生してしまった放射性廃棄物はなくならない。それを10万年間も人間が住む環境から隔離しておけるのか？

その2年後の2013年9月、日本での核のごみ問題に迫るドキュメンタリー映画『ザ・サイト』を観た。監督の稲垣美穂子さんが大学在学中の2006年から国内各地に足を運び取材した映像をまとめた力作で、最終処分場を巡る日本的な現状が赤裸々に映し出されている。渋谷で開催された上映会&トークイベントに参加してみたら、定員40名ほどのミニシアターは満席。原子力の専門家、関係省庁の担当者も参加し、小規模だからこそマスメディアによる一方通行の情報の氾濫とは違った情報の共有や質疑応答が活発に行われていた。私はこのような建設的な意見交換の場の可能性に強く感銘を受けた。

Junior high school students take part in dialogue about high-level radioactive waste : Chiho Iuchi.

(2017年2月10日 受理)

当時、新聞社の片隅で無力感に悶々としていた私にとって、それは方向転換を促す一つのきっかけとなった。

その後、顔が見える程度の人数で話し合う場を提供すべく自分なりに試行錯誤する中で、このたび、中学生が核のごみの地層処分について話し合うという「中学生サミット」にオブザーバーとして同行する機会を得た。

II. 「中学生サミット2017」に同行して

1. 「中学生サミット」とは

この「中学生サミット」は東京工業大学の学術フォーラム『多価値化の世紀と原子力』（代表：澤田哲生助教）が主催する企画で、ここ数年、毎年1回開催されている。

「サミットのテーマは、『どうする！？核のごみ(高レベル放射性廃棄物)』である。その目標は、中学生の目線で、ダイアログ(対話)やファシリテーションを行うことである。ポイントは二つある。①議論を自分たちで内省的かつ発見的に構築し、議論を楽しめるか、②立場(出身地域、原子力立地地域—都市消費地、学年、ジェンダーなど)を超えて、相手に配慮した意見の表明や対話ができるか、である。(後略)」(月刊『世界と日本』No.1263 & No.1264 合併号 澤田哲生著「原子力問題の諸相—パラダイムシフトに向けて」より)

核のごみをどうすればいいのか？ 地層処分が最も現実的だと言われているが、正直なところ誰にもわからない。そのような問題を中学生はどう考えるのだろうか？

2. 地下500メートルの世界

新年早々の週末、岐阜県瑞浪駅に集合した中学生たちと、主催・引率・オブザーバーの大人たちで総勢約20名。地層処分の研究開発を行っているJAEAの瑞浪超深地層研究所へ向かう。



図1 岐阜県内の瑞浪超深地層研究所で地下500メートルの研究坑道を見学(写真:井内千穂)

『ザ・サイト』で見た北海道の幌延深地層研究センターよりもさらに深く、地下500メートルの研究坑道を見学するために、中学生たちと一緒に地中へ潜るエレベーターに乗り込む。昨年も参加した生徒たちによると、地下300メートルの坑道ではもっと地下水が多かったそうだが、地下500メートルでも花崗岩の隙間から水が沁み出すのが見え、坑道の先に設けられた止水壁の向こうには大量の地下水がたまっているのだと説明があった。地上よりも温かく湿った空気を体感しつつ、想像していたよりも地下の世界を近く感じた。地下300メートル以深への地層処分は、もちろん地上よりは遠くて「安全」かもしれないが、人間が住む環境からそれほど隔離されるようには思えない。こんなことも実際に地下に降りてみて初めて感じることだろう。

3. 中学生の疑問に NUMO が答える

瑞浪見学後の夜には、中学生たちから事前に提出されていた質問に答える形で、「国が進めている核燃料サイクルとは何か」「核燃料サイクルに関する現状の問題点」「ガラス固化体処分と直接処分のメリット・デメリット」「国の直接処分に関する研究」「スウェーデン・フィンランドの処分方法」「沿岸海底下処分」の各項目について、原子力発電環境整備機構(NUMO)の加来謙一課長が解説するというトークセッションが行われた。

高レベル放射性廃棄物の最終処分を担う事業者としてではなく、そこで誠実に仕事をしている一人の大人の顔を見ながら話を聴くことは中学生たちにとって貴重な機会であろう。逆に中学生にもわかるような説明をすることは専門家にとっても貴重な機会に違いない。

実際に地下500メートルの坑道を見学し、地層処分を担う組織の専門家の説明を受けた上で、翌日、中学生たちはダイアログ(対話)セッションに臨んだ。

4. 中学生の「対話」

中学生自身のファシリテーションによる話し合いがこのサミットの眼目である。参加したのは、横浜の中学1年女子4名と中学2年男子3名、青森県六ヶ所村の中学

1年男子3名、合わせて10名の生徒たち。全国6地域の中学生が集まったという昨年に比べて、今年は学校数も生徒数も少ないが、少人数ならではの話しやすさもあるのではないかと。ファシリテーター役を務めた横浜の中学2年の男子3人は、昨年もサミットに参加し今年先輩として話し合いをリードする側に回った形だ。

まずは核のごみの処分方法として「高レベル放射性廃棄物の地層処分」「使用済み核燃料の直接処分」「高レベル放射性廃棄物の沿岸海底下処分」のそれぞれについてメリットとデメリットを整理する作業が始まった。

各自が付箋にメリットとデメリットを書き出し、ホワイトボードに掲げられた模造紙に貼っていく。この進め方も中学生自身のアイデアである。時折、ファシリテーター役の3人が「思いつきでもいいので」「疑問があったら NUMO の方に聞いてもいいので」などと声をかける以外は黙々と作業が続き、会場は静まり返っている。活発なディスカッションをイメージしていたのでやや拍子抜けするが、大人たちは黙って見守る。

次に、2年生ファシリテーターからの指示で、1年生7名が2グループに分かれ、これまで作業した3つの処分方法のいずれかについて、付箋を整理してメリットとデメリットをまとめるグループワークに移った。

グループは、六ヶ所村の男子3名と横浜の女子4名をそれぞれ2つに分けて組み合わせるように工夫されたが、昨日会ったばかりの他校の異性と話し合うことにはやや抵抗感があるように見受けられ、このまとめ作業に入っても相変わらず静けさが支配する会場である。

グループワークの間に、ファシリテーター役の3人にこっそり声をかけてみたら、昨年とは雰囲気全然違う、時間が余りそうだと焦っていた。昨年はもっと人数が多かったし積極的に発言する生徒が多くて大いに盛り上がったのに、今年は参加者が少なく、みんなおとなしくて困った、どうしよう・・・と言っている。

まとめ作業に30分以上かけた後、「使用済み核燃料の直接処分」と「高レベル放射性廃棄物の沿岸海洋下処分」のメリットとデメリットについて、各担当グループが発表した。生徒たちはやや緊張気味に訥々と語ったが、発表内容はしっかりしている。少なくとも核のごみの処分について知識を深めている様子がうかがえた。

さて、いよいよこれから「話し合い」が始まるのか？相変わらず静かな雰囲気ファシリテーター役3人組が困惑している。ここから先どうやって進めたらいいのか？自由に話し合えと言ったら発言しにくいだろうと危惧しているようだ。ここで澤田助教が少しばかり助け船を出す形で、ファシリテーターも含め10名の生徒たちが輪になって座ることになった。司会のK君は半信半疑だったが、とりあえず隣同士で話してみることに。

隣の生徒と交わす話の内容は近くまで寄ってもわからないほどのささやき声だったが、時折「対話」らしきもの

が辛うじて聞こえてくる。隣同士しばらく話してみるが、ファシリテーター役3人組はなおも進行に苦心している。・・・「人替えてみる？今度右隣りとか」「それ変わらない、変わらない」「じゃあ、T君進めて」「急にこっちに振らないで」「じゃあ、今度は右隣りの人とお話できる？みんな静かだから。俺だとみんな文句言うからY君進めていいよ。いい？じゃあどうぞ」・・・

内輪もめを始める先輩たちに苦笑して顔を見合わせる中1女子。さらにしばらく隣同士での話し合いが続く。

・・・「ひどいと思わない？東京の人が六ヶ所村に再処理工場を作ってしまったんだよ。今は中間貯蔵施設。でも最終処分場となったら、昨日の話でも掘り起こすってことはないわけだから永遠にそこに埋めとくんだよ。俺は都会人が責任を持って東京とか神奈川に埋めるべきだと思うんだけどなあ」「でも土地がないと思います」「ああ、土地がない？なるほどね」「無人島？東京の人たちはどう？あ、神奈川の人。今まで地方に原発を押しつけていたわけだよ。最終処分場が来ていいと思う？これも押しつけなんだけど、福島の本当に原発の近くで線量が高くてもう二度と住めないようなところに最終処分場を作るっていうのはどう？」「それは線量が高くて近寄れないからそういう施設を作るのも無理だと思います」・・・

小声のつぶやきに終始する様子は聞いていて歯がゆい。やはりこれは日本的な有り様なのか？それともファシリテーションの問題なのだろうか？座席を替えて、さらに「隣同士の話し合い」が続いた。

終盤で司会のK君が「何か疑問とか出ました？そのお二人、いちばん活発に議論していたみたいだけど」と声をかける。「無人島に埋める場合に、人間の管理がなくても良いのかあったほうが良いのか話し合っていました」「だって、地層処分っていうのはそもそも人間の管理は要らないんでしょ？」「私はあったほうが良いと思います。テロとかが起きる可能性はあると思うから」「いや、ここに埋めたとはいわないで、いつの間にか埋めると思う」「憲法を改正したら核の軍事利用ができるの？」・・・急に話が飛んだりしつつも皆の意見が徐々に出てくる気配が感じられたところで時間になり、盛り上がったとは言いがたいままダイアログセッションは終了した。

Ⅲ. 中学生との対話

一泊二日にわたる中学生サミット。昨年はずいぶん盛り上がったと聞く話し合いが、今年はおとなしく終わってしまったのが正直なところ少し残念だった。しかし、それは大人の物差しによる期待に過ぎないかもしれない。授業参観ではないのだから、大人に見せるために話し合いをやっているわけではないのだ。実際のところ、彼らは今回のサミットをどう感じたのだろうか。もう一

度会って直接聞いてみたいと思った。さすがに六ヶ所村は遠いので、とりあえず横浜の中学校へ出向いた。

井内：ファシリテーションは難しかった？

K君(中2)：後半は「もっとみんなの近くに入ってサポートしたほうがいいよ」という(澤田先生の)アドバイスを受けたので、そういうことをしてみたら、ちょっとうまく行ったかなあと思ったんですよ。前半もそういうふうにできたらよかったですと思いました。

井内：後半というのは輪になって話し始めてからですね？隣の人と話すようなことをもっとやればよかったということ？

Y君(中2)：でも、付箋を貼って、それをメリットとデメリットに整理して考えることが対話の前提条件じゃないですか。それがわかっていなかったら会話すら成り立たないから。

核のごみの3つの処分方法について、それぞれのメリットとデメリットを自分なりに考えて付箋に書いて貼り、他の人が書いた付箋も見ても整理するという作業自体は楽しかったと1年生の女子がみまうなずく。

ファシリテーター役だった2年生の3人としては、もっと意見がどんどん出る話し合いをイメージしていたようだ。昨年とはとにかく付箋にもいろいろ書いて貼って活発に発言したと。

井内：六ヶ所村の生徒さんたちと少し話して、印象に残っていることはありますか？

Sさん(中1)：放射性廃棄物があることが怖いなあとは感じてなくて、東京のほうだと土地が高いとかそういう問題があるからこっちにあるというふうに思っていて、別にイヤだとは思っていないのが意外でした。

輪になって、隣の席になった六ヶ所村の生徒と話した時に「地層処分を六ヶ所村でやってもいい」という発言があり、「それにはすごく驚きました」と2年男子たちが答



図2 地層処分のメリットとデメリットを書き出し、整理する作業を通して参加生徒が知識を共有(写真：井内千穂)

えた。みんなが同じ意見ではないだろうけれど、六ヶ所村の中学生の生の声を聞いてかなりショックを受けていた。都会の生徒たちは、彼らなりに「東京の押しつけ」を申し訳なく思っているのである。

井内：では東京に埋めますか？

K君：僕は電力を使う都市圏に埋めるべきだと思います。

Y君：正直、埋めてほしくはないです。でも、それ日本国民というか全員だと思うんです。わざわざ埋めてほしいという人は絶対いないわけですから。

今回の新しい話題として出てきた「沿岸海底処分」も一つの可能性としてはありうるという反応を見せつつ、本当に地下に埋めていいのかどうかと突き詰めると、それこそ「大人たちの意見を鵜呑みにすれば」安全だということになるけれど、そこは本当にわからない。わからないからその場がシーンとなる。

昨年はなぜ話し合いが活発に盛り上がったのだろうか？ 前回サミットでファシリテーター役を務めた現3年生女子の先輩たちについて2年のY君が語った。

Y君：あの人たちすごくしゃべれるんですよ。今回、自分たちは1年生に対して「これやってください」って遠くから言うだけで、しゃべれなかったじゃないですか。

確かに、3年生の彼女たちは昨年行われた別のイベントでも、たとえ、途中で何を言っているのか自分でもわからなくなろうとも臆することなく話していた。今年の生徒は、もっときちんとした意見が言いたくて、結果的に発言しにくかったのだろうか。

Sさん：そこまでではないんですけど、あまり文が整っていないと、何が言いたいのかという質問が多く出て答えられないのがきついたので、やっぱりそんなに質問が出ないぐらいには言えたほうがいいなと思います。自分の中でこんがらがると会話が成り立たなくなるので、それはイヤだなあとします。

K君：でも、突っ込まれてもそれに対応することも社会では必要なんで、それでもいいから言ってほしかったと思います。

昨年話し合いが盛り上がったもう一つの理由は、それがディベート形式だったからだと思われる。地層処分について賛成の立場と反対の立場に分かれ、自分の考えはさておき、それぞれの立場から考えられるあらゆる意見を戦わせたわけだ。

「ディベートならどっち側になってもいくらか意見が出てくる」でも、去年のディベートと同じことをやるのはいやだと思った「バトルするのもやめたいなあ

て」と2年生のファシリテーター3人組は振り返る。

そこで、今年はディベート形式ではなく、様々な処分方法のメリットとデメリットを整理し、それを参加者の共通認識にした上で、自分はどのようにするのがいいと思うかを出し合うという対話を目指した。しかし、まだまだ考えを整理しきれなくて、自分の意見をまとめるのが難しかったようだ。

大人にだってわからない。難しい問題だ。ネット上にもありとあらゆる情報が氾濫し、読めば読むほど、どうしたらいいのか本当にわからなくなる。

地層処分について賛成か反対かに分かれてディベートすることは、両方の立場を理解して自分の頭を整理するためには有効であるかもしれない。また、意見を活発に戦わせること自体にディスカッションとしての充実感もあるだろう。それはそれで悪くない。

では、今回のセッションは失敗だったのだろうか？

解決困難なテーマに挑み、きわめて高度な対話を目指していた割には、ファシリテーターの彼らは、処分方法のメリットとデメリットを整理する段階では、その後どう進めるかあまり考えていなかったらしい。しかし、アドバイスを受けて輪になって隣の人と話す「対話」をやり始めてみると面白くて、続けていたらもっと意見が出そうだと思うところで終わったようだ。

「続きをやりたいですか？」と聞いかけたら、「やる機会を設けていただけたら」という答えが返ってきて、「六ヶ所村にも行ってみたい」「あれ(再処理工場)が見られるのなら」「日本原燃には言いたいことがいろいろある」などと声が上がった。彼らは昨年の秋、浜岡原発を見学した経験もある。今回は地下500メートルの坑道でやはり熱心に見学していた。現場を見ることは大事だ。六ヶ所村を訪ねて、今回のサミットで一緒だった生徒たちと再会すれば、進んで、もっと彼らの意見を聞きたいし自分の意見も言えるようになりそう…おとなしいけれど思慮深い1年生女子の面々も前向きだった。

JAEAやNUMOの説明がどう聞こえたかも敢えて尋ねてみた。今年初めて参加した1年生女子たちは「半信半疑」「だいたいは本当なんだろうけど、少しは盛っているのかなと思った」と比較的クールだったが、それぞれの分野の専門家である大人が、中学生にもわかるように説明してくれていることは素直に受けとめているようだった。一方、2年生男子たちは「去年は完全に鵜呑みでした」と振り返った上で、今年は「疑問を持ちながら話を聞いた」「とりあえずひと通り聞いておいて、ネットで調べて照らし合わせたりした」などと述べ、なかなかの批判精神がみられる。

IV. 六ヶ所村からの手紙

横浜の中学生に会いに行ってから数日後、六ヶ所村からメールが届いた。はるばる青森から岐阜まで新幹線と

在来線を乗り継いで、1年生の男子生徒3人を引率してきた若い先生が取りまとめてくれた彼らの感想が添付されている。箇条書きの短い文章にも三者三様の意見の違いが見られるのが面白い。そして、彼らも横浜の中学生たちと語り合うことで感じる場所があったようだ。コメントの一部を紹介する。

T君(中1)：(サミットに参加した理由は)お父さんが原子力についての仕事をしていて、興味をもったから。海の近くに埋めるといふ案はいいと思わなかった。もしかしたら海にすむ生物に影響を与えてしまうかもしれないし、もし崩れたら最悪の状態になると思うから。

R君(中1)：僕は、海の下に埋めるのが良いと思いました。広いし、安全で人もいない海の下なら、ロンドン条約にもひっかかりません。けど、もし何かあったら魚たちはどうなるのかと考えると怖いです。

輪になってみんなで話し合いをしました。そこでは、大人なしでの意見交換だったので、先輩たちは大変そうでしたが、とても楽しかったです。みんなはこう思っていて、でも大人はこう思っている。子どもと大人で考え方が違ったりするのも面白かったです。

I君(中1)：サミットに参加して分かったことは、他の地域では考えが全く違うということです。自分は、核のごみは輸送のリスクが高いから、もう六ヶ所に埋めていいと思っていたけど、神奈川の人、都会の人が原子力で発電した電気を多く使っているから東京に埋めるべき、と全く意見が異なっていて、そこが面白いと思いました。また意見交換をしたいと思いました。

確かに、今年の話し合いはおとなしく静かだった。あまりに小さな声だったので、オブザーバーの大人たちもどかしく感じた。しかし、輪になって隣の生徒と語り合うことで確実に「対話」がなされていたのだ。六ヶ所村と横浜の同年代の生徒たちは、大人たちが想像する以上に、お互いの考え方の違いに耳を傾け合い、意見交換を楽しんでいた。

「白熱教室」のように会場が盛り上がるためには、なにはともあれ、もっと気軽に人前で発言する積極性や訓練が必要なのだろう。それが国際標準であり、日本人が苦手とするスキルでもある。また、ディベートのような形式を取らないで自由にディスカッションを行う場合、それをリードするファシリテーションがそんなに簡単でないことも、やってみて初めてわかったことだろう。参加者にとって、いずれも貴重な経験だ。

一方で、今回の中学生たちから逆に教えられたのは、大きな声で活発に自己主張し合うことだけが話し合いの目的ではないということ。傍目にはわかりにくかった



図3 輪になって隣の生徒と意見交換することから少しずつ対話が進展しつつある(写真：井内千穂)

が、彼らには発言する際の思慮深さや立場を超えて相手の考えに耳を傾ける姿勢があったし、輪になって話すのが面白かったと言っている。もうしばらく話を続けていけば、自分たちで議論を構築できるところまで辿り着いたかもしれない。ぜひ続きをやってもらいたいものだ。

あの場に参加して、核のごみの処分という巨大なテーマに取り組んで、一人ひとりの生徒たちはそれぞれ大いに刺激を受けている。心の中で様々な動きがあったことが彼らの感想からもよくわかる。もちろん、彼ら自身もこのままで良いと思っているわけではなく、それぞれの課題を見つけたことだろう。次に同じ話を聞くときには違った耳で聞こう。次に話し合いをするときには自分の考えを整理して堂々と言えるようになろう。そして、建設的な「対話」を続けたい。「中学生サミット」はそのことに気づく体験の「場」と言える。大人も単なるオブザーバーではなく、大いに学んだのであった。

原子力発電にまつわる複雑に絡まり合った問題を前にすると無力感を覚え、とくに一般市民は思考停止したり、感情的に反発し合ったりする場面がよくある。しかし、社会の一員である一人ひとりが、自分の目で見て、自分の頭で考え、他者も自分の頭で考えた多様な意見を持っているのだと互いに認め合うことで、ようやく対話が始まるのではないか。お互いの考えを理解し、そこから新たな考えを創り出そうとする「対話」こそは、答えがないように思える複雑な問題を一歩ずつでも解決に近づけていく力になると私は信じる。一人ひとりの考えの集積が社会を構築しているのだから。

著者紹介



井内千穂(いうち・ちほ)

フリージャーナリスト

元・英字新聞ジャパンタイムズ編集者。関心事は個の力と集団の関係。音楽および人物取材記事執筆の傍ら、討論の場を提供するイベント企画を手がける。

学会誌アンケート結果サマリ (2016年12～2017年2月号)

学会員の方のご意見を学会誌の記事企画等に反映させ、より良い学会誌の記事企画を行うために、2016年9月号より原子力学会誌のアンケート調査を再開しました。アンケートは、毎月月初めに AESJ メールで学会員に回答を依頼する方式とし、アンケート結果は、3ヶ月ごとにサマリを学会誌に報告するものとしていますが、第2回目のサマリを報告いたします。

I. 2016年12月号アンケート結果

○アンケート実施期間：2016年12月1日～28日

アンケート回答数：91名

1. 回答者のプロフィール

【年齢構成】

20代	2.2%	学生	1.2%
30代	11.0%	大学関係	7.3%
40代	27.5%	企業	28.0%
50代	27.5%	電力関係	9.8%
60代	23.1%	研究機関	35.4%
70代～	8.8%	その他	18.3%

【所属組織】

2. 集計結果

表1 12月号で興味を引かれた記事(上位5件)

順位	回答数	記事種別	タイトル
1	43	座談会	「もんじゅ」の今後は、地元とも十分な共考を -地元軽視は、国への不信感につながる
2	41	座談会	「もんじゅ」存続こそが日本の選道
3	39	巻頭言	敦賀と原子力
4	35	時論	ウランは十分あるか？石油文明の頂点を生きる 現代の責任
5	32	もんじゅ特集	「人のふんどしですもうとるな」

II. 2017年1月号アンケート結果

○アンケート実施期間：2017年1月4日～27日

アンケート回答数：97名

1. 回答者のプロフィール

【年齢構成】

20代	3.1%	学生	2.1%
30代	13.4%	大学関係	8.3%
40代	16.5%	企業	33.3%
50代	36.1%	電力関係	5.2%
60代	22.7%	研究機関	31.3%
70代～	8.2%	その他	19.8%

【所属組織】

2. 集計結果

表2 1月号で興味を引かれた記事(上位5件)

順位	回答数	記事種別	タイトル
1	41	1F 特集	各号機 使用済燃料プールからの燃料取り出しに 向けた全体計画
2	36	巻頭言	原子燃料サイクル事業に未来を託す
3	33	1F 特集	3号機 オペフロにおけるγ線スペクトル評価及 び線量測定結果
4	32	1F 特集	3号機 有人作業エリアの線量率評価
4	32	1F 特集	3号機 燃料取り出しに向けた準備状況

III. 2017年2月号アンケート結果

○アンケート実施期間：2017年2月1日～28日

アンケート回答数：81名

1. 回答者のプロフィール

【年齢構成】

20代	3.7%	学生	1.3%
30代	16.0%	大学関係	11.3%
40代	19.8%	企業	32.5%
50代	23.5%	電力関係	11.3%
60代	27.2%	研究機関	26.3%
70代～	9.9%	その他	17.5%

【所属組織】

2. 集計結果

表3 2月号で興味を引かれた記事(上位5件)

順位	回答数	記事種別	タイトル
1	42	特集	原発と司法-原子力界は何をなすべきか 原発 の安全性や日本の状況をていねいに説明する
2	37	特集	原発と司法-原子力界は何をなすべきか 科学 技術と社会との関係構築について原子力界の見 識が問われている
3	35	特集	原発と司法-原子力界は何をなすべきか 原発の運 転差し止めをめぐる最近の仮処分決定のあらまし
4	33	巻頭言	原子力立地地域の思い
5	30	時論	この国の原子力の現場にて
5	30	ジャーナリストの視点	対話は「わかりあえない」ことから

IV. 学会誌に対するご意見

学会誌アンケートでは、①学会誌の記事企画や記事の内容についての意見、②今後、学会誌に掲載を希望する記事、③編集委員会への要望や意見 の3種類の自由記

入欄を設け、学会員のご意見を伺っています。

これまでのアンケートで頂いたご意見から、今回は、12月号の「もんじゅ」特集と、「学会誌の電子化とHPでの公開」に関するご意見を以下に紹介いたします。

(1)12月号「もんじゅ」特集について

○もんじゅについては重要な議論で非常に興味深かったです。これが外に広がらないといけないのですが、難しいですね。

○座談会で議論されている内容が特定の思想に偏っており、学会誌として不適切であるように感じる。

○同一テーマが座談会などで頻繁に取り上げられているよう見受けられる。広い範囲を取り扱う原子力学に整合する記事企画として欲しい。

○もんじゅの概要ということ年配の人にはおさらい、若い人は多くを知らないなのでその解説もすべきでは。

○もんじゅ特集を楽しみに読み始めましたが、あまりにも似た論調が多く途中でやめてしまいました。存続のメリットは理解できるのですが、新たな組織を提示できなかったことが主要因であり、そのことに対する考察や提言がもっとあってもよかったのではないかと考えます。学会誌は科学的根拠に基づいて公正であるべきと思いますが、今回は3.11前に似た閉鎖性を感じました。

○今回のもんじゅ特集は様々な意見を網羅した大変読み応えのあるものでしたが、問題は座談会でも述べておられたように、意思決定をする政府に声が届いておらず、また世論をリードする、メディアの考えを変えるに至っていないことです。引き続き、読み応えのある記事の掲載を期待しております。

○もんじゅの特集は廃炉問題が報道される以前にすべき話で、後づけの感がします。先見性をもった特集を期待したい。

○各記事の論点がばらばらで関係者の不満のガス抜き程度の意味しかない。これまでもんじゅの成果がなかったのは事実なので、せめて、高速炉開発が問題なのか、運営主体の旧動燃が問題なのか、もんじゅという施設が問題なのかぐらいは論点整理して欲しかった。学会なのに他人事のような印象を受ける。

○今回の紙面は、率直な意見が出され、規制との間に溝があるように見える。双方の意見もあるが、規制に関する科学的な議論、討論をしてもらいたい。

○12月のもんじゅ特集で世の碩学が指摘されているが、反対派の方が先手を取っていると感じる。反対派より一枚上手になるに資する様な記事が若手の賛成派を増やす為に必要と思考します。

○今後も、今回のようにテーマを決めて特集記事を集めて掲載する号がたまにあると面白いと思う。

○今回の特集のように関連する記事を集めて掲載する形式は、その物事の状況がよくわかり読み応えがあった。

(2)学会誌の電子化とHPへの公開に対するご意見

○現在は、紙面の一部のみ、かなり時間が経ってから学会のHPに掲載されていますが、できればバックナンバーを含め即時にHPから参照できるようにしてほしい。

○学会誌は紙ではなく、電子媒体が欲しい。

○J-STAGE等においてバックナンバーの公開はできないのでしょうか。

○学会誌をPDF形式で配布してほしい。

○経費削減のため、学会誌は紙をやめて、全部Webジャーナルにしてほしい。

○学会誌のインターネット配信を希望します。インターネット配信によって、図表・写真のカラー化、動画等の利用が可能になり、コンテンツの多様化が図れ、読者の興味が増すのではないかと。

【本件に関する学会誌編集委員会の見解】

学会誌の公開等に関する現状は以下の通りです。

(1)2001年以前の記事はJ-STAGEですでに公開されています。

(2)2002年～2007年の記事については、非公開となっています。

(3)2008年以降の記事については、学会HPの「学会誌立ち読み」のページで1ヶ月遅れで一部公開しています。

原子力学会誌編集委員会では、学会員からの要望や他学会の状況などを勘案した上で下記のように変更することについて、理事会などの了解を得ました。

(1)発行から2年以上経過した記事については、J-STAGEで公開致します。(ただし、実際の公開はJ-STAGEの都合により平成30年度以降になります。)

(2)J-STAGEでの公開が実現するまでの暫定措置として、「学会誌HP上の学会誌立ち読み」のページで、2002年以降の記事で発行から2年以上経過したものについては、全文を公開する準備を進めています。

(3)発行からの経過時間が2年未満の記事については、「学会誌立ち読み」のページにおいて、現在1割程度しか公開していませんが、注目記事を含めて3割程度を公開するように致します。

また、現状案では2年経過したものを全面公開する予定ですが、学会内のコンセンサスが得られれば、将来は半年経過したものまで全面公開する予定で検討を進めています。

以上、2016年12月～2017年2月号のアンケート結果を中心に概要を紹介しました。今後も毎月アンケートを実施しますので、会員の方の忌憚のないご意見を募ります。

(本誌諮問委員 小林容子)

負荷追従：再生可能エネルギーとの共存で 原子力に要求される課題—高速炉への期待

東京工業大学 関本 博

State Scientific Centre of Russian Federation Georgy I. Toshinsky

電力需要は1日の時刻や1年の季節によって大きく変動する。しかしその需要量は過去のデータを用いれば数%の精度で予測できるとされている。火力、水力、原子力の3つでこの需要をまかなっていたときは、火力と貯水池型水力のみでこれらの変化に容易に追従できた。

かつて、電力系統に占める原子力の割合が増加し続けていたところ、いつまでも原子力が基底負荷運転を続けることは不可能と考えられ、負荷追従運転が精力的に研究された時期があった。しかしその後、日本など多くの国では、電力コストに占める資本費の割合の高い原子力では稼働率を高めたほうが経済的に有利と考えられたこともあり、全電源に占める原子力の割合を押さえて、基底負荷運転を続けている。

これに対しフランスではPWRの優位性を確信してシェアを拡大した。このため、灰色制御棒の導入といった工夫をしたりして、先に述べた1日や1年の予測可能な需要の変化に対して、原子炉で追従運転をしている。

しかし、これから問題になると考えられるのはまったく新しい負荷追従運転である。

炭酸ガスのゼロエミッションを目指すというのが世界のコンセンサスになってきている。即ち火力を無くそうというわけである。無くなった分を原子力で補うというのなら、水力と原子力による負荷追従はそれほど難しくはない。しかし、火力を再生可能エネルギーで置き換えるというのが、世界のコンセンサスとなってきている。再生可能エネルギーとして有望なのは風力と太陽光である。これらの再生可能エネルギーと水力だけでは全ての時間にわたって電力を供給することはできない。電力貯蔵にも限界がある。炭酸ガスのゼロエミッションを目指すのであれば、原子炉を増やして、これで負荷追従することになるであろう。この場合、負荷変動は気象に左右されるため、今までと比べかなり激しいものとなり、かつ予測が困難なものになる。このような場合でも現在の原子炉で負荷追従運転は可能であろうか。

現在運転されている軽水炉による負荷追従運転では、キセノンの毒作用が大きな問題になると考えられる。

Xe-135とI-135の炉心蓄積量を常時正確に把握しておかねばならない。例えそれができたとしても、天気や風向きがよくなり原子炉出力を速やかに下げる必要が生じた場合、安易に下げれば、Xe-135が蓄積してしばらく原子炉を再起動できなくなる可能性がある。その間に出力を上げる必要が生じた場合、対応できないことになる。他にも色々問題となる場合が考えられる。

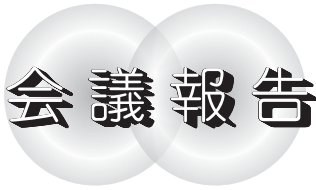
高速炉を用いれば、キセノンの毒作用はなくなり、このような事態は避けられる。参考までに原子力潜水艦における原子炉の負荷追従特性について記しておく。

現在就航している原子力潜水艦は核兵器を搭載して海中に潜んでいる。場所を特定されないことが重要であり、あまり移動する必要はないといわれている。このような場合、原子炉の負荷追従は重要な問題ではなく、軽水炉で十分である。しかし、潜水艦の中には攻撃型といわれるものがあり、この場合、迅速な負荷追従が不可欠となる。このような型の原子炉としてよく知られているのが、旧ソ連で開発された鉛ビスマス冷却ペリリウム減速の小型原子炉である。この炉は中速中性子炉で、熱中性子成分は軽水炉に比べて少なく、キセノンの毒作用も小さい。また内圧が低く炉容器壁が薄肉であるため、出力変更をすばやくできる。この負荷追従特性の良さは極めて優秀な攻撃型原子力潜水艦を実現させ、その性能はギネスブックに記載されるとともに、アメリカの潜水艦から恐れられた。

これらの経験は、負荷追従運転が可能な原子炉として、ロシアの鉛ビスマス冷却モジュラー高速炉SVBR計画に活かされている。日本においても東工大で鉛ビスマス冷却小型高速炉の設計研究が進んでいる。

失敗の後には、性能を押さえてでも、成功確率が高い目標に変えた方がよい。日本の高速炉計画においては、まずは負荷追従の容易な固有安全高速炉に取り組み、再生可能エネルギーとの両立性を確かめながら、増殖や核種変換を行う原子炉の開発をしていくのがひとつの容易で着実な道筋と考えられる。

(2017年1月1日記)



アジアの原子力展望に関する国際会議 ANUP2016

継続的なエネルギーの供給と人々の繁栄のための核燃料サイクル

ANUP2016 : International Conf. on Asian Nuclear Prospects

2016年10月24～27日(仙台市, 日本)

東北大学 川内萩ホール(仙台市)において、2016年10月24日～27日に「アジアの原子力展望に関する国際会議」(Asian Nuclear Prospects 2016, ANUP2016)が日本原子力学会の主催で開催された。本会議は、アジアにおける核燃料サイクルを中心とした原子力技術の現状と将来を議論する場として2008年に神戸で初回が開催され、以降インド、中国、韓国において2年毎に継続しており、5回目で再び日本において主催の運びとなった。

川内萩ホールでは、口頭発表70件、ポスター発表39件があり、約150名の出席者があった。発表分野ごとの件数としては、新世代の原子炉・燃料サイクル・分離変換、及び放射性廃棄物管理に関するものが多くを占めた。海外からはこれまでANUPを順次開催してきたインド、中国、韓国からの参加者が多く、加えて台湾、インドネシア、IAEA、アメリカ、フランスからの参加者があった。とりわけアジア各国からの参加者は20～40代の若い世代の気鋭の研究者が中心となっていた。

初日の開会式では、藤田組織委員長より開催経緯が紹介されるとともに、会議のスコープである化石燃料消費の抑制策としての原子力利用、使用済燃料管理と燃料資源のリサイクルおよび人材育成がアジアと世界における重要な関心事であることが述べられた。つづく基調講演では、岡原子力委員長よりアジアのエネルギー需要の増大、世界的な気候変動、エネルギーセキュリティなどの観点からの原子力の位置づけとアジアにおける原子力発電の進展について述べられた。さらにわが国における燃料サイクル事業の進展、高速炉開発の現状、福島事故対応の進捗に関して紹介があった。

つづいて各国からの招待講演があった。まずインドからは高速炉と燃料再処理の実績が紹介された。CORAL試験施設における再処理技術開発が進展しており、新たな再処理実証施設DFRPがホット運転間近であること、さらに高速炉と燃料取扱施設を集中立地するFRFCF計画の着工状況の報告があった。再処理廃液からのアメリカシウム等マイナーアクチノイド(MA)の分離回収を目的とする溶媒抽出法についても報告があった。中国からは、近年の再処理パイロット施設の操業開始や、新鋭のCLARL研究施設について紹介があり、ネプツニウムの挙動を制御できる湿式再処理法の開発の進展状況が報告された。韓国からは高温の溶融塩を媒体とした電解法に

よる再処理とMA回収に関して、米国との協力関係の進展が強調され将来のロードマップが示された。米国からはエネルギー省の原子力分野のイノベーションの加速施策、フランスからはエネルギー転換法に対応して再生可能エネルギーと共存するための再処理、MOX燃料利用、処分技術の取組みの紹介があった。日本からは日本原子力研究開発機構より高速炉と燃料サイクル開発をとりまく環境の変化について、日本原燃(株)より新規規制基準への対応と更なる安全向上へのとりくみに関し講演があった。

技術講演では三つの会場が設けられ、燃料サイクル、分離変換に係わる基礎科学、溶媒抽出や吸着分離、燃料・材料、MAや核分裂生成物の分離回収、廃棄物処理・処分、ガラス固化に関する発表があった。加えて福島特別セッションでは、経済産業省及び東京電力ホールディングスより震災後の復旧作業の進展についてビデオ上映を交えた紹介があった。また科学技術振興機構が進めているImPACTプロジェクトの概要と進捗に関するセッションが設けられ先進的な研究の紹介がなされた。

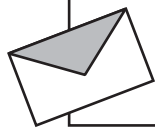
会議全体を通して印象的に感じられたのは、中国やインドのようにエネルギー供給のための原子力開発が急務とされ研究開発の意気込みと実績を積極的にアピールするアジア新興国と、新たな課題の克服に向けた模索と着実な努力を重ねるわが国が対照的だったことである。

三日目の閉会式では、深澤実行委員長から全体総括があり、つづいて優れた発表を行った学生5名に対し組織委員長より表彰があった。またインドのVasudeva Rao氏より、次回会議を2018年にインドにおいて開催することが予告され、2年後の再会を誓って散会となった。

最終日は日本原燃(株)の協力のもと、青森県六ヶ所村の燃料サイクル関連施設(ウラン濃縮工場、再処理工場、廃棄物埋設施設など)の見学会が行われた。参加者18名のうち3分の2が中国、韓国などの若手研究者であり、活発な質疑があり海外の関心の高さがうかがえた。見学会はアジアの研究者にとって貴重な機会となったと思われる。全日程終了後には、会議の成功を祝して参加者から多くの賛辞が寄せられた。

(日本原子力研究開発機構 津幡靖宏、東北大学 山村朝雄、2016年12月26日記)

理事会だより



原子力学会が強化すべきことは

港区新橋 2-3-7。当地にあるビルの 3 階に原子力学会の事務局が置かれている。

理事会傘下の各種委員会会議はこの事務局の会議室にて主に開催される。理事会の活動拠点である。理事会だよりの中でも常置委員会などの組織が紹介されているが、私が理事として出席している委員会の活動状況やトピックスなどを紹介する。

この記事が掲載される頃は理事就任後約 1 年。総務財務と標準活動運営などを中心に、この他、経営改善小委員会、部会等運営委員会、国際活動委員会、フェロー企画運営小委員会にて活動を行っている。各委員会では自らのミッションを遂行するとともに、運営の効率化と活動の実態とを鑑みながら、規程などの改定を進めている。このような地道な対応が原子力学会の経営の改善を育んでいる。財務に関しては、月次の予算管理を事務局と共に進めることで、期初の計画に沿った予算執行の確認が行われている。部会、支部、連絡会、委員会、事務局など全組織が費用抑制に努めた結果、財務改善が進み、剰余金も出るまでに至った。財政的に余裕のある時期に、有効なフリーキャッシュの活用を理事会として検討を進め、原子力学会として強化すべき点に予算を充当していくことになった。年会・大会や部会・標準などの学会の活動は従来通り活発であり、学会が開催するシンポジウムを通して情報発信が行われている。原子力学会の強化すべき点として、①会員獲得、②原子力・放射線の平和利用に対する理解活動が挙げられる。この会員獲得・原子力理解活動に関しては、2016 年度中に部会・支部に対して活動の募集を行い、その結果として 8 件の応募があり、今期から活動が進められている。支部からは学生を対象とした夏合宿・オープンスクールの開催・学生の学会の発表支援、部会・連絡会からは、現場視察による理解促進・コンピュータグラフィックスの提供による理解活動の推進などが実施される。原子力理解活動の促進と会員獲得の効果を期待したい。

原子力学会では毎年会員数が 100 名程度減少しており、減少傾向を成行きのままにしておくことは、学会の基盤へ将来的には影響を及ぼす。とりわけ、将来の原子力を支えていく若手の入会数の増加が求められる。学生会員であった方が、企業に就職された際に正会員に登録せず、そのまま退会する方も少なくない。学会での活動は研究発表の場としてだけでなく、学会が行うシンポ

ジウムや各種の委員会への参加を通じて、原子力・放射線に関する最新の情報交換ができる場であることを改めて認識頂き、原子力学会への入会・継続をお願いしたい。本記事が掲載される頃には、大学研究室あるいは職場に新人が配属された頃と考えるが、原子力学会への入会を勧めていただきたい。

学会では本来の活動や組織の強化のため、学会員へのサービス強化のための施策を実施している。春の年会での演題登録・予稿公開システムのアプリ試用を実施、学会ホームページのアクセススピードの改善を今後行っていく。フェロー企画運営小委員会ではフェロー向けの洗練されたピンバッジ製作の企画が行われている。国際化対応として、標準・ガイドラインの英訳を実施している。これらの活動により、会員サービスへの向上も進めている。

原子力学会では、理事会傘下の委員会で、その運営の改善を絶えず図っている。原子力や放射線に対する理解活動と会員獲得を強化すべき項目として取り上げ、部会や支部に対して、これを実現するための活動を募集し、必要な予算を充当し、活動の支援を行っている。このような活動は単年度だけでは十分では浸透せず、今後も地道に継続していくことが必要である。

会員獲得と原子力・放射線に対する理解活動を強化項目として現状では掲げているが、これ以外にはないのだろうか。フェイクニュースという言葉を聞くときがある。膨大な情報が溢れている中、正確な情報源を得て、的確な判断ができるようにすべきではないか。学会の行動指針にある「信頼醸成への貢献」「社会に役立つ原子力技術の追求」に則して、原子力や放射線に対する正しい理解を促進する上でも、科学的根拠に立脚した情報提供源とその仕組み(欲しい人が引き出せる方法)が必要となってくるものと個人的には考える。

学会員の皆様にあっても、原子力や放射線に対する理解と会員獲得に対する活動への支援をお願いするとともに、効果的な施策やアイデアがあれば是非提案いただきたい。

(中田耕太郎)

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