

巻頭言

1 共創型ファシリテーターの役割

今泉友里

時論

2 縄文時代の埋没林が語ること

井内千穂

特集 新型炉および核燃料サイクルの技術開発の方向性

11 次世代革新炉の開発・建設に向けた議論

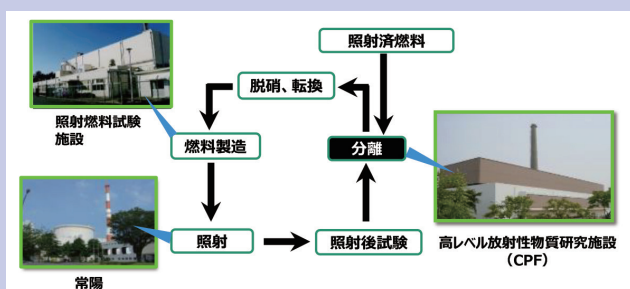
次世代革新炉の開発・建設をとりまく状況や革新炉ワーキンググループでの議論の概要を、最新の動向をまじえて紹介する。

黒崎 健

19 高速炉用酸化物燃料サイクル技術開発の現状

原子力機構で進めている高速炉用酸化物燃料サイクル技術開発として、燃料製造技術および再処理技術の現状と今後の方向性等について紹介する。

竹内正行



SmART サイクル研究の概要

Perspective

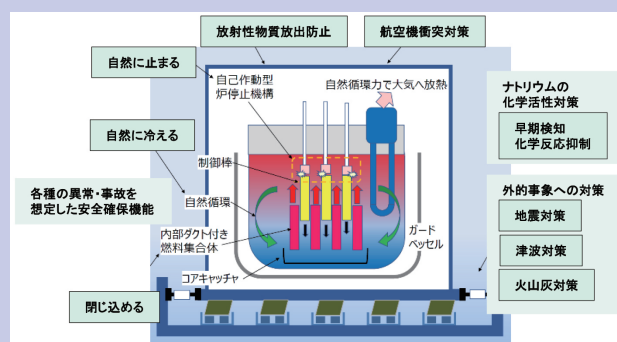
4 人の振り見てわが振りなおせ

鈴木早苗

15 2024 年以降の高速炉開発の在り方

昨年 12 月に改訂された「戦略ロードマップ」と、現在も検討が進められている状況を元に、次年度から開始される実証炉の概念設計を含めた開発の在り方について紹介する。

小竹庄司



ナトリウム冷却炉の特長をいかした安全特性

46 Column

科学コミュニケーションの重要性
状況とペナルティ
3 年間の活動から
志賀高原・京大ヒュッテ

佐々木帆南
菅原慎悦
森 タ乃
小出重幸

ジャーナリストの視点

48 処理水海洋放出の経緯から何を学ぶか

服部牧夫

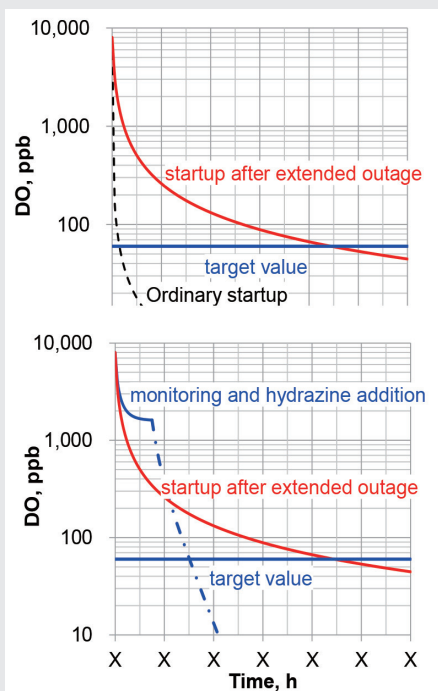


特集 プラント再稼働に必要な水化学の取り組み

24 PWR プラント再稼働に向けた1, 2次系水化学の取り組みについて

これまでのPWRプラント再稼働に際し、再稼働時の水質に起因する影響を最小限とすることを目的として検討した、水化学管理要領の概要について紹介する。

前田哲宏, 山崎慎吾, 石原伸夫, 荘田泰彦



O₂ スカベンジング手順のイメージ
(上: 追添加無し, 下: 追添加有り)

29 PWR プラントの高経年化対策としての一次冷却材の溶存水素濃度最適化に関する取り組み

PWRの高経年化とともにNi基合金の応力腐食割れが顕在化している。ここではそれを抑制できる可能性のある一次冷却材の溶存水素濃度の最適化について述べる。

杉野 亘

32 BWR プラントの腐食電位測定

再稼働後の沸騰水型原子炉(BWR)の稼働率を低下させる要因の一つに、応力腐食割れ(SCC)がある。水化学分野でのSCC対策として、環境条件を制御する腐食環境緩和技術がある。適用効果の確認のため腐食電位をセンサで測定している。

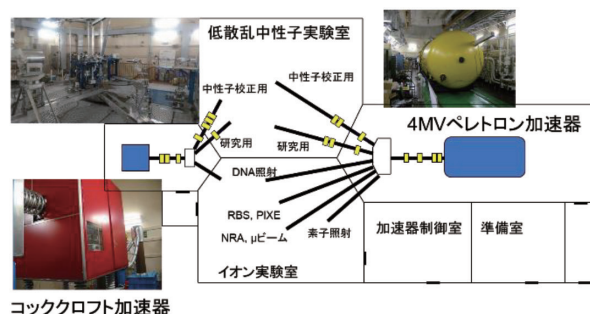
伊藤 剛, 和田陽一, 石田一成, 清水亮介

解説 放射線標準のトレンド

37 中性子標準の現在と今後

日本における中性子標準の研究は、1954年にスタートした。現在までの中性子標準と今後の中性子標準に関する取り組みを紹介する。

松本哲郎 他

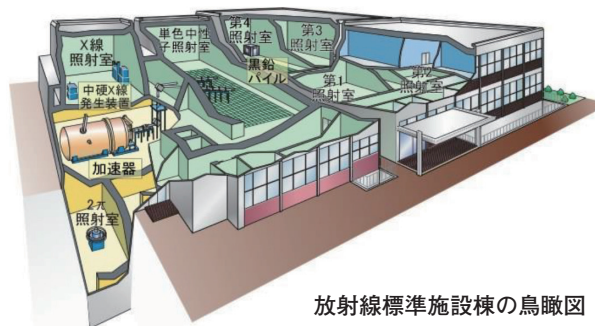


産総研中性子標準施設の概略図

42 JAEA における二次標準の現状について

原子力機構の放射線標準施設棟に整備されているX線、γ線、β線および中性子線の各種二次標準場の現状と今後の展開について概説する。

谷村嘉彦, 吉富 寛



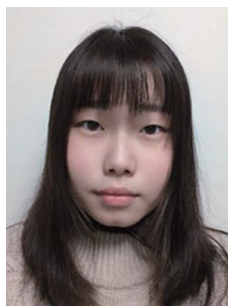
放射線標準施設棟の鳥瞰図

- 6 News
- 23 From Editors
- 49 会報 原子力関係会議案内, 基金寄付者芳名一覧, 次年度会費請求のお知らせ, 寄贈本一覧, 原子力総合シンポジウム2023開催のご案内, 英文論文誌(Vol.61, No.1)目次, 主要会務, 編集委員コラム, 編集関係者一覧
- 52 Vol.66 (2024), No.1 J-STAGE 閲覧
購読者番号・パスワード

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

共創型ファシリテーターの役割

巻頭言



桜美林大学教育探究科学群

今泉 友里 (いまいずみ・ゆり)

2023年3月福井南高等学校卒業

2023年4月桜美林大学入学

原子力発電に関する講演会やグループワークに参加した時に、しばしば感じることもある。参加者の知識量の違いなどから講演会で話の内容が分からないことや、質問さえもしにくくなること、そしてグループワークで話しにくい雰囲気になることなどだ。それは私自身の経験でもある。そんな課題が解決されれば、今以上に原子力発電について議論されやすくなるのではないかと考えている。しかし、話しにくいと感じている本人からはなかなか動きにくい。そこで、話しにくいと感じている人や他の人を繋げる役割を持つファシリテーターのような第三者がいることで、それは解決できるのではないかと考えている。

現在、私が通っている大学の教育探究科学群では、共創型ファシリテーターという人材育成を目的の一つとしており、それが、私が感じている課題を解決する人材だと考えている。共創型ファシリテーターとは人と人を繋ぐ役割を担うものだが、社会教育士が持つ役割と近い。文部科学省のホームページからの引用だが

“社会教育士は令和2年度から始まった制度ですが、もともと「社会教育主事」という、社会教育を行う者に対する専門的技術的な助言・指導に当たる専門的教育職員の制度があり、社会教育法に基づいて教育委員会に置くこととされています。社会教育士制度は、この社会教育主事になるために修得すべき科目等を定めた社会教育主事講習等規程の一部改正によってできた制度です。”

とある。このような経緯からできた制度だが、その役割について社会教育士に求められる3つの能力と共に説明したい。まず、地域が抱える子育て支援や過疎化などの課題を解決するためのきっかけとなる、人々の自発的な学習、学びを促進するファシリテーション能力。そこから発信する活動を支え、人々の考えを他に伝えていくプレゼンテーション能力。人や地域、企業などを協働へと導くコーディネート能力。これらの能力により地域課題への活動を持続的に支援していくことが、社会教育士の役割である。実際に活動している方をみると、この文だけでは、説明しきれない奥深い役割だとわかる。この社会教育士の役割を共創型ファシリテーターは含み、さらに人と人を繋ぐことに特化した新しい役割だと私は考えている。また、支援する側以外にも、主軸となって活動するように自分が中心となって周囲を引き込み、自分が挑戦していくなどさまざまな立ち位置から個人に対してや集団に対してもアプローチしていくことも共創型ファシリテーターの特徴だ。これらを兼ね備えた人材が今後原子力発電に関して学習するなどの活動をしたい人を支援したり、周りを巻き込み活動できたりするのではないだろうか。「共創」は異なる立場の人たちが集まり、協力し新しいものを産み出すという意味がある。繋がりを作り、知識量の差で人と話しにくいなどと思っている人たちへそのような考えのもとにアプローチすることで私が感じている課題の解決に向かう。その先として、新しいものを共創することが地層処分問題などの原子力発電が抱える課題の解決にも繋がる。共創型ファシリテーターの役割はこれからさらに重要になってくるのではないだろうか。現在、私も大学で共創型ファシリテーターを目指しているが、同じように目指す仲間が増えることを願っている。

(2023年11月19日 記)



縄文時代の埋没林が語ること



井内 千穂 (いうち・ちほ)

フリージャーナリスト/大学院生
京大法卒。旧・中小企業金融公庫(現・日本政策金融公庫)、英字新聞社ジャパンタイムズ勤務を経て、2016年よりフリーランス。共著に『みんなで考えるトリチウム水問題』(2021)。法政大学大学院公共政策研究科修士課程に在籍中。

創意あふれる市民の自主企画

2023年10月、高レベル放射性廃棄物の処分を考える活動に取り組む福井県の市民団体に同行して鳥根県を訪ねた。福井県は原子力発電電力量が全国一位。そして、鳥根県は全国で唯一、県庁所在地の松江市に原子力発電所が立地する。その松江で活動している“同志”たる市民団体との交流を通じて実現した充実したプログラムには、鳥根原子力発電所の見学のみならず、三瓶山の地下にある埋没林を見に行くという珍しい企画が含まれていた。まずは、稀有な見学先を選んだ福井と鳥根の両団体のクリエイティブな自主活動に敬意を表し、同行の機会をいただいた奇遇に感謝したい。

神話の国の火山と埋没林

鳥根県中央部にそびえる三瓶山は、標高1,126mの活火山。『出雲国風土記』の国引き神話にも登場する名峰である。出雲空港到着後、海岸線に向かうバスの車窓から仰ぎ見るこんもりした山容が、神話の世界を彷彿とさせる。道中、波高い日本海や風況を生かした風力発電施設を眺めるうちにバスは左に折れ、山道を登り始めた。

人影まばらな山中、さんべ縄文の森ミュージアムの敷地には低層の建物がひっそり佇むばかりだが、地味な入口から地下への階段を下りていくと、眼下に巨大な木々が屹立していた。

約4000年前、三瓶山の噴火で埋もれた縄文時代の森だ。森がそのまま、直径30m、深さ13.5mの地下空間に展示されている。当時の地面に根を張ったまま、大きなものは根回り10mに達し、生きていた時の推定樹高50mという杉の巨木である。展示空間の壁の外にも、倒木も含めると2,000本ぐらい出てくる可能性があり、世界に類を見ない規模の埋没林だという。

噴火による土石流と火砕流に、普通ならなぎ倒され、焼け焦げてしまうはずの木々が、地形的な偶然がいくつか重なったことで、直立したままその場で耐え、火山の噴出物に埋もれたとは、奇跡というほかない。さらに、酸素をほとんど含まない地下水が豊富な場所に閉じ込められて“缶詰”のような状態だったという話で、木々は

腐朽せず、4000年前の姿をとどめる。長い幹を残す埋没林は珍しいそう。まさに、神話の国の“御神木”がここに立つ。畏怖の念を呼び起こす自然の驚異である。

20億年前の「天然原子炉」

自然の驚異と言えば、アフリカに20億年前の「天然原子炉」があったという話を思い出す。

1972年、中部アフリカのガボン共和国の熱帯雨林にあるオクロ鉱床から採掘されたウラン鉱石中のウラン235の含有率が極端に低いという異常が発見された。かつてガボンを植民地支配し、当時はそこでウラン採掘を行っていたフランスが行った調査によると、天然ウラン中のウラン235の含有率は、地球でも月でも隕石でも0.72%であるところ、オクロではウラン235が0.62~0.64%等、ウラン含有率が低かったのである。20億年前のウラン235の濃度は3.7%程度であったと推定され、現在の原子炉と変わらないらしい。また、地球科学的調査から、18億年前までには地殻が形成され、海ができていたことが判明しているそう。オクロではウランの溶けこんだ水溶液の酸化還元反応によりウランが沈殿・蓄積してウラン鉱床が形成され、そこに水が流れ込んで自然発生的に核分裂連鎖反応が臨界となり、水が沸騰と凝縮を繰り返すという固有の特徴の下で核分裂反応が自然に制御され、約60万年間運転を継続したと考えられている。

地球の進化の過程でつくられ、稼働し、停止した天然の原子炉群！ そんなことがあるのかと驚愕した。と同時に、そのメカニズムを突き止めた人間の科学にも感嘆する。その核分裂によって生じた生成物は、20億年の間、地中でほとんど動いていないことがわかり、放射性廃棄物の処分方法として、地層処分が有力視される一つの根拠となっているという。

フランスの事業者は、オクロのウラン鉱石を30年間で掘り尽くし、ウラン鉱山の閉鎖と同時に天然原子炉群を破壊した。研究はシミュレーションでも続けられると判断したそう。露天掘りが行われた巨大なすり鉢には汚染した機材が捨てられ、放射能を遮蔽するために水で満たされたという。「天然原子炉」という言葉に眩惑さ

れ、いつか訪ねてみたい気持ちに駆られた私は、それがすでに破壊されたと知って、とても残念に思った。

人間の侵入というリスク

20億年前のアフリカの天然原子炉を発見したのも、破壊したのも、現代の人間の仕業だった。北の国フィンランドでは、高レベル放射性廃棄物の最終処分場オンカロの建設が進むが、関係者が最も懸念するのは、未来の人間の侵入だという。付近一帯は10億年以上活動していない安定した地質の岩盤で、ドキュメンタリー映画『100,000年後の安全』に登場するオンカロ副社長は、地震や地殻変動の心配はしていなかったが、「予測不能なのは人間の行動だ。穴を掘るかもしれん」と言った。映画には、未来の人間に危険を警告するために標識をつくるべきか、真面目に検討する様子が描かれている。

そして、三瓶山の地下に眠っていた縄文時代の埋没林は、時を経て1980年代、水田の整備工事という人間社会のごく普通の営みをきっかけに発掘されたのだった。火山の猛威に耐え、地中でひたすら立ち続け、ある日、人間の手で掘り出された木々は、「全くいつ何が起きるか予測不能だ」と無言で語るようだ。

地下で見る同床異夢

現代によみがえった縄文時代の埋没林を目の当たりにして、何を感じるかは人それぞれだろう。発見当時の写真に写る木の幹が、まるでベントナイトに包まれたガラス固化体のように見えたのは、我ながらどうかしていると思うが、それは、この見学ツアーのテーマが地層処分だったからかもしれない。

火山の噴火は天変地異の最たるもの。人間の都市だろうが自然の森林だろうが、それまで地上で繁栄していた全てが一瞬で破壊され、埋もれてしまう。だから、高レベル放射性廃棄物を地上で管理することはリスクが高すぎるという見解には一理ある。そして、4000年もの長い年月、腐朽せず、当初に近い状態が維持された巨木は、地下が物を閉じ込める力を示す事例ではある。しかし、「人間は穴を掘るかもしれん」のもその通りだった。

高レベル放射性廃棄物の処分という難問について、地層処分が適切だと考える人も、懐疑的な人も、この埋没林と一緒に見ながら、ああでもないこうでもないと言語合ってみたらどうだろう？ 同じ場所を見ても、とらえ方は違うかもしれない。だからこそ、互いに想像を膨らませれば、少し考え方の幅が広がりそうだ。一刻も早い地層処分でも、長期間の地上保管でもない、違ったアイデアも浮かんできそうではないか。

埋没林から膨らむ妄想

たとえば、この埋没林と同じぐらい浅い地下に埋めたらどうだろう？ 浅地層処分という言葉もある。都内の地下鉄で言えば、日比谷線の日比谷駅が地下15mだというから、三瓶山の展示空間と同じぐらいの深さだ。無酸素状態の水を確保して“缶詰”状態の環境を整えれば、あの杉の木のように、使用済燃料やガラス固化体のキャニスターが腐食しないで4000年ぐらい維持されるかもしれない。浅地層での“缶詰”施設の建設は、現代の工学技術で十分可能に思われる。むしろ、地下300mの深地層より水をコントロールしやすい気がするの素人考えだろうか。ちゃんと缶詰状態が維持できているかどうかはモニタリングする必要があるだろう。もちろん、侵入者を防ぐため監視も怠りなく。やはり、高レベルの放射性廃棄物には、現在の原子力施設並みに厳重な管理が必要なのではないか？ 何か異常が起きたら取り出せる方が安心だし、“缶詰”作戦がうまくいかない場合には、別の方法で仕切り直す判断も求められよう。

そして、このような物を残した20世紀の人類の“業績”を子々孫々に語り継ぎ、管理を引き継ぎながら、この先どうしたらいいか、各時代の状況に応じて話し合い続けてもらう。子孫の負担になるのは申し訳ないし、何万年も管理できるとは思わないが、いきなり千年・万年先のシュールな未来へタイムスリップするわけではない。放射性廃棄物を管理できるかどうかは、現在の世代が、子どもや孫のために持続可能な社会を残せるかどうか次第ではないだろうか。なんなら、一カ所に集約しないで、“缶詰”施設を全国展開したらどうだろう？ 特定の地域にだけ負担をかけるのではなく、全国民が当事者意識を持つようになるかもしれない・・・そんな妄想が膨らむ埋没林であった。同じ埋没林を見ても、全く違った妄想もあるに違いない。ぜひ、聞いてみたい。

縄文の森を見られるうちに

さんべ縄文の森ミュージアムでは、“開缶”状態と言える展示空間で木々を保存するために、トレハロースを塗布するなど、懸命な努力が続けられているが、空気に触れている以上、腐朽は避けられないようだ。ここにも人間の工学技術の限界がある。今のうちに縄文時代の杉の巨木と対面して、地下の世界と人間の営みに思いを馳せてみることをお勧めしたい。

(2023年11月20日記)

— 参考文献 —

内山田康(2021)『放射能の人類学 ムナナのウラン鉱山を歩く』
楠戸伊緒里(2012)『放射性廃棄物の憂鬱』
マイケル・マドセン(2011)『100,000年後の安全』