

巻頭言

1 文明社会を支えるインフラ

竹村公太郎

時論

2 原発「復権」をはばむ壁

会川晴之

Perspective

4 情報フラット化時代のリテラシー

越智小枝

解説

39 放射線防護に係る放射線影響研究における論点と課題

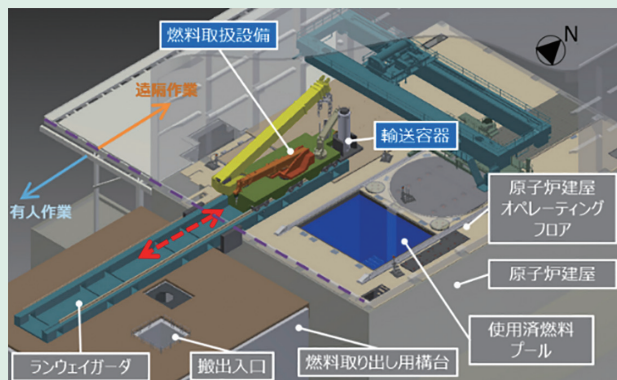
ICRP の主勧告は発行から 10 年以上が経過し、新しい主勧告策定に向けた検討が進められている。

岩崎利泰

21 2号機使用済燃料プールからの燃料取り出し設備の概要

1F 2号機の使用済燃料プールに貯蔵されている燃料を取り出すために、建屋外壁に設ける開口部から遠隔操作でプール燃料を取り出す工法を立案した。

東倉一郎 ほか



燃料取扱設備概要

特集 1F 廃炉に貢献するロボット技術開発

11 燃料デブリ取り出しのための作業空間整備に用いる遠隔技術

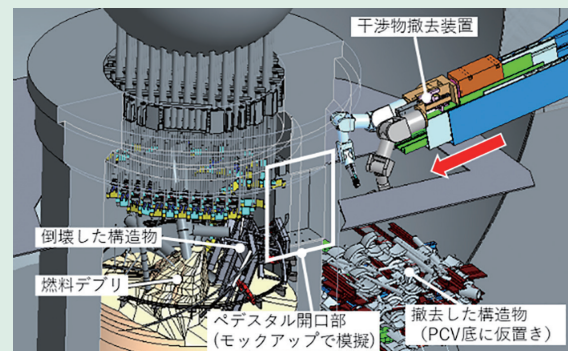
燃料デブリ取り出しのための作業空間整備向け遠隔技術として、PCV 内の構造物解体・撤去に用いる作業ロボットの開発と、要素試験による評価結果や課題について述べる。

清水和也

17 廃炉ロボットの遠隔操作を支援する軌道計画の開発

1F の燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けて、双腕マニピュレータを遠隔操作するオペレータを支援するため、軌道計画を開発した。

橋本達矢 ほか

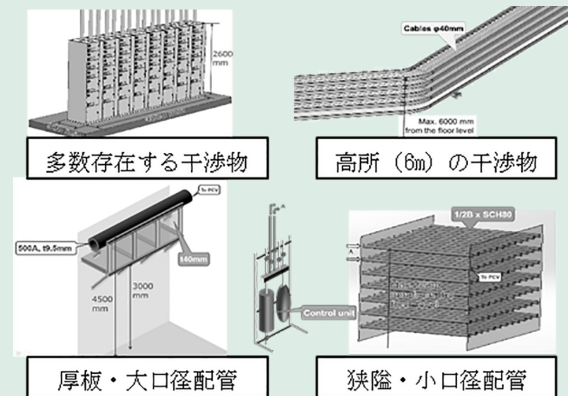


横アクセス工法の概要

23 原子炉建屋内の環境改善・干渉物撤去のための遠隔技術の開発

1F の燃料デブリ取り出しに向けて、原子炉建屋内に存在する干渉物を遠隔で撤去可能なロボаст性に優れた汎用性のあるロボットシステムを開発した。

三上祐矢, 大井戸康介, 谷口洋平



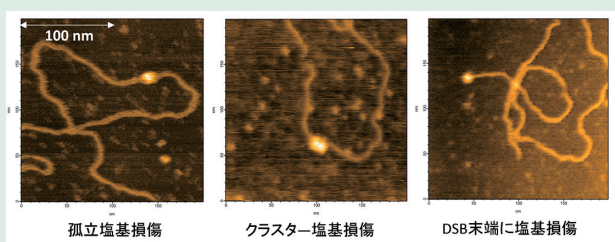
選択された4つの代表干渉物

26 電離放射線による DNA 損傷の特徴と修復について

一細胞にとってハイリスクな損傷とは

生物の遺伝を司る DNA は様々な電離放射線によって損傷を受ける。ナノメートルレベルの測定技術を用いて DNA 損傷の特徴を調べた結果、DNA の 2 本鎖切断末端付近に損傷が多数存在する場合には修復が難しいことを明らかにした。

赤松 憲, 中野敏彰

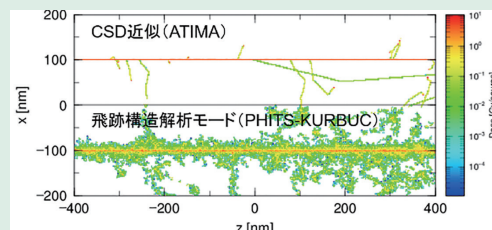


X 線照射 DNA に生じた損傷の AFM 観察画像 (DSB: 2 本鎖切断)

31 PHITS を用いた DNA 損傷計算 ーマクロからミクロへの挑戦

PHITS は物質中の放射線の振る舞いをコンピュータ内で再現する計算コードだ。私たちは PHITS を使って DNA のようなナノスケールの放射線影響を解明することに取り組んでいる。

佐藤達彦



CSD 近似と飛跡構造解析モードを用いて計算した水中の 5 MeV/n 炭素イオン飛跡周辺の付与エネルギー分布

34 パルスラジオリシス法による生体反応の研究

パルスラジオリシス法は高エネルギーの電子線を照射することによりおこる過程を追跡する手段で、ここでは生体反応の解明を解くツールとして使った研究を紹介する。

小林一雄

報告

44 理解活動としてのボードゲーム開発について

原産協会はエネルギーミックスをテーマとしたボードゲームを作成した。

深澤伊弦



Short Report

48 第 23 回シニアネットワーク連絡会 シンポジウムーエネルギー安全保障の 強化が我が国の生命線

G X 実行会議で原子力発電の最大限活用を目指すことが閣議決定された。これを実体あるものとして進めるの課題を議論した。

早野睦彦

50 Column

ジェンダー・バランスへの挑戦と意識改革 小林容子
大学における放射線業務従事者の管理について

山口克彦
ICRP2023 への新提案 坂東昌子

52 サイエンスあれこれ

秋江拓志, 笹原昭博

- 6 News
- 51 From Editors
- 53 会報 原子力関係会議案内, 訃報, 次年度会費請求のお知らせ, 新入会一覧, 人事公募, 英文論文誌 (Vol.61, No.3) 目次, 和文論文誌 (Vol.23, No.1) 目次, 主要会務, 編集委員コラム, 編集関係者一覧
- 56 Vol.66 (2024), No.3 J-STAGE 閲覧
購読者番号・パスワード

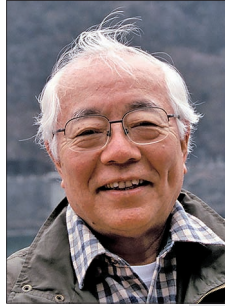
学会誌に関するご意見・ご要望は、学会誌ホームページの「目安箱」(<http://www.aesj.or.jp/publication/meyasu.html>) にお寄せください。

学会誌ホームページはこちら
https://www.aesj.net/publish/aesj_atomos



文明社会を支えるインフラ

巻頭言



日本水フォーラム代表理事，事務局長

竹村 公太郎（たけむら・こうたろう）

1970年東北大学工学部土木学科修士。建設省に入省。一貫して「水資源開発」と「洪水対策」行政に従事。1998年に河川局長に就任。2006年から現職。最新刊の著書は『日本史の謎は「地形」で解ける日本人の起源篇』。

見えない未来

建設省に入り3つのダム建設現場と長良川河口堰事業に従事してきました。この時期は「ダムはムダ」というキャッチフレーズで公共事業を否定する社会風潮の真ん中でした。私はダム建設・堰建設と、公共事業によるインフラ整備の必要性の説明という2つの任務を負わされていました。

インフラの必要性は、私にとってあまりにも自明でした。

インフラは未来世代に対する責任です。現在、私たちは先人たちが整備したインフラを享受し、安全と豊かさを謳歌しています。先人のおかげで現在生きている私たちの責務は、次世代の人々が安全に安心して生きる社会を引き継いでいくことです。先人たちの造り上げた社会を未来に継がず、今だけを謳歌していくのは無責任です。

しかし、未来社会は見えません。見えない未来社会を想像し、次世代を思いやる必要があります。見えない未来社会のインフラ説明は極めて難しい作業になります。

更に厄介なのが、インフラそのものの難しさがあります。インフラの「構造物」は見えますが、インフラの「機能」は目に見えないのです。脳の構造は解剖で見えますが、脳の機能は目に見えないのと同じです。

人々に見えない未来、見えないインフラ機能を説明する。この困難な壁をどうやって克服していくかが課題でした。

見えないインフラの機能

人にある事象を説明するには武器が必要です。見えない事象を説明するには言葉を繰り返すより可視化です。見えないインフラを可視化するため七転八倒しました。

インフラ・ストラクチャー (Infra Structure) の Infra は直訳で下部です。社会の下部構造とは、人々の生活と社会活動を下部で支える構造物です。

では、社会の下部構造を構成する要素は何か。何年も、何度も自問していきました。その結果、「安全」「食糧」「エネルギー」「交流」の絞り込みに到達しました。次に下部構造の4要素「安全」「食糧」「エネルギー」「交流」をいかにして可視化して表現するか。さらに、下部構造の4要素の内の1つが衰退したり崩壊したりすれば、社会全体が衰退し崩壊していくことを説明しなければなりません。

文明のモデル

その構造を、ジグソーパズルのピースで表現することにしました(図1)。このモデルでは一つのピースが壊れたら、ピースの組み合わせが壊れ、上部の社会全体も崩壊していきます。(図2)が、その様子を表わしています。このモデルは分かりやすかったのか、多くの人々がうなずいてくれました。

地形と気象は各国によって異なります。その地形と気象に合った文明や社会が生まれていきます。しかし、どの文明も共通するインフラを必要とします。その人類に共通して必要なのが「安全」「食糧」「エネルギー」「交流」なのです。

21世紀の今に生きている私たちは、未来の次世代のため確たる4要素のインフラを引き渡していく必要があるのです。
(2024年1月1日記)

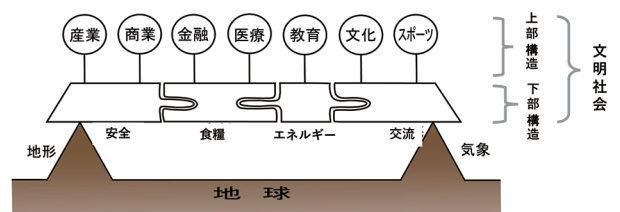


図1

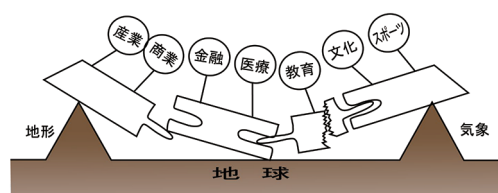


図2



原発「復権」をはばむ壁



会川 晴之 (あいかわ・はるゆき)

毎日新聞社専門編集委員

87年毎日新聞社入社。経済部、政治部、ウィーン特派員、欧州総局長(ロンドン)、北米総局長(ワシントン)などを歴任。日米両国が進めたモンゴルへの核廃棄物計画の特報で11年度のボーン・上田記念国際記者賞受賞。新著に「核の復権」(角川新書)

2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所事故をきっかけに急減速した「原発ルネサンス」。だが、地球温暖化ガスの削減が待ったなしの状況になる中、「原発復権」とも言える動きが内外で続いている。

そんな動きに水をさすかのように、日本では24年の正月早々、石川県志賀町で最大震度7を観測する能登半島地震が起きた。大事に至らなかったが、北陸電力志賀原発では、変圧器などの一部機器に不具合が生じた。薄れかけていた福島原発事故の記憶を呼び起こした。

原発を再評価する動きに死角はないのだろうか。

＊

原発回帰の流れが始まったのは、22年1月にあった欧州連合(EU)の会合がきっかけだった。EUは、この会合で、石炭や石油に比べて温暖化ガス排出量の少ない天然ガスや原発を、環境にやさしい「グリーン」エネルギーに認定するかどうかを議論する。

電力供給の7割を原発に頼るフランスや、原発依存度が高い中東欧諸国が支持する一方、脱原発に取り組むドイツや、伝統的に反原発で知られるデンマークやオーストリアなどが反対に回った。最終的には原発推進派の意見が勝り、原発は天然ガスとともに「グリーン」と認定された。

その直後の2月、推進派に追い風が吹く。ロシアがウクライナに侵攻、多くの欧州諸国がロシア産天然ガスの輸入停止や大幅削減に踏み切る。早急に代替エネルギーを手当する必要性が生じ、原子力の注目度が高まった。

こうした流れを受け、23年12月には、第28回国連気候変動枠組条約締約国会議(COP28)の場で、日米など22カ国が、原発の発電設備容量を50年までに20年比で3倍にまで高める宣言を採択した。

原発が再注目される背景には、再生可能エネルギー技術の停滞もありそうだ。数字だけを見ると、太陽光や風力などを軸に再生可能エネルギーの伸びは著しい。発電シェアは、02年はわずか1.7%だったが、22年には21.7%に増えた。太陽光は年4割、風力も年2割ずつ増えている。だが、カーボンニュートラルの実現と、経済

状況に見合った電力供給の双方を満たすには力不足だ。

2年間の東京勤務をはさみ、私は03年から12年にかけて欧州で特派員生活を送った。取材した温暖化対策専門家は、再生可能エネルギーに強い期待を寄せる一方で、「再生可能エネルギーは、もう一段の技術的ブレークスルーが必要だ」と強調していた。残念ながら、人類はまだそうした革新的な技術を手にしていない。

原発以外に打開策が見当たらない。そんな現実を受けて英国は今年、50年までに2,400万キロワットの新規原発を整備する計画を打ち出した。フランスや中東欧などの欧州諸国、中国や中東・アフリカなどの新興諸国でも、原発の新設計画が相次いでいる。

＊

日本でも原発回帰を目指す動きが続く。岸田政権は、グリーン・トランスフォーメーション(GX)を掲げ、既存原発の「最大限活用」を目指すほか、福島事故後は封印していた新規原発の建設も進めようとしている。

政府は、①原発再稼働の推進②原発の寿命を「最大60年」から、「60年超」へと延長する③「次世代革新炉」と呼ぶ新型原発の導入――を3本柱に掲げ、23年には関連法制の整備を終えた。日本でも原発回帰が実現できるかどうかは、24年からの取り組みが正念場となる。ただ、その実現を阻む壁も多そうだ。

一つ目は再稼働問題だ。原発の安全審査を担当する原子力規制委員会は、これまで17基に「合格」通知を出した。ただ、追加工事や、運転再開に向けた地元との交渉が難航、24年1月時点で再稼働した原発は12基にとどまっている。

政府は、審査に合格しながら動いていない残り5基の早期再稼働を目指している。東北電力の女川原発2号機、中国電力の島根原発2号機は、多少の遅れはあるものの、今夏にも再稼働する運びだ。

問題は東京電力柏崎刈羽原発の6号機と7号機(新潟県柏崎市・刈羽村)、そして日本原電の東海第二原発(茨城県東海村)だ。

柏崎刈羽原発は、テロ対策への不備などを理由に、規

制委が事実上の「運転禁止命令」を出していたが、23年12月末にこれを解除した。ただ、地元・新潟県の花角知事は運転再開への態度を明確に示していない。民意を問うための出直し知事選が実施される可能性もあり、不透明感が漂う。

東海第二原発は、事故時の避難計画作成が難航している。緊急防護措置準備区域(UPZ)に指定された原発から30キロ圏内には約92万人が居住し、茨城県東海村が県や周辺自治体とともに避難計画作成を続けている。

ちなみに、福島原発事故前の防災対象地域は、原発の半径約10キロだったが、実際の事故の影響は約30～50キロ離れた飯館村にまで及んだ。飯館村は全村民が避難、事故から12年を経たいまも、帰還できない人が多い。

原発復権を阻む壁は、これ以外にもある。

政府は、法改正で原発の運転期間を「60年超」にまで伸ばし、東日本大震災後に規制委の審査で原発が停止していた期間なども、運転期間から「除外」する措置も設けた。東電柏崎刈羽や原電東海第二など、すでに運転停止期間が10年以上に及ぶ炉が複数あることが背景だ。

ただ、60年超などを実施しても、日本が抱える根本的な問題は解決しない。日本で新設された原発は09年の北海道電力泊3号機が最後で、多くの炉が歳を重ねている。規制委に申請中の原発を含め、33基すべての原発が60年間運転した場合でも、新たな原発ができない限り、日本の原発の数は急激に減っていく。

原発の新規立地は、依然として難しい状況にあり、電力会社は既存原発サイトの再活用を見据えている。建て替えの有力候補地は、3基のうち2基が廃炉となり、3基目も36年には運転開始から60年を迎える関西電力美浜原発や、2基のうち1基の廃炉が決まった原電敦賀原発とみられている。

日本政府は、原発復権の切り札として「次世代革新炉」を進める考えだ。▽革新軽水炉▽小型軽水炉(SMR)▽高温ガス炉▽高速炉▽核融合炉の5種類を想定している。

注目株は、海外で人気の高いSMRと呼ばれる出力30万キロワット以下の小型軽水炉だ。SMRは、機器をモジュール化して現場で組み立てる簡便さが売り物で、従来型炉なら5年から7年かかる工期を、3年程度に短縮できる。さらに、小型なため冷却しやすく「大型炉よりも安全性が向上する」ことが利点とされている。

30年までに温室効果ガス排出量を1990年比で55%以上削減する目標掲げるEU諸国では、工期が短いSMRを導入して目標達成を目指す動きが活発だ。ポーランドやルーマニアなどで商談成立が相次いでいる。

SMRは、地球温暖化対策のため廃止や縮小する方向

にある石炭火力発電所の置き換えに最適な発電施設としても注目度が高い。石炭火力の発電容量は70万キロワット以下が多く、SMRを1基から数基、組み合わせて置き換える方式が考えられている。

従来と同じ場所に発電所を設置できれば、すでに整備済みの送電網や、炉の冷却に使う水の確保、機器を輸送する鉄道網や道路網など活用できるものも多い。コスト減につながる。さらに、廃止される火力発電所で働く労働者の再雇用にもつながるメリットもある。

ただ、日本でのSMR導入には難点がある。

日本の原子力委員会は、82年の原子力長期計画に、中小型原子炉の多目的熱利用が「比較的早期に実現する可能性がある」と明記した。だがその後も日本では1基も中小型炉が建設されなかったほか、多目的熱利用も実現していない。理由は簡単で、原発立地の確保が難しい事情があるためだ。立地を最大限活用するには、中小型炉ではなく、大型炉となる。

さらにここに来て、思わぬ伏兵が登場した。SMRのコストが期待していたよりも割高になるとの懸念だ。

1基あたりの出力が7万7,000キロワットのSMRを開発、業界トップを走ってきた米ニュースケール社は23年11月、米中西部のアイダホ州の国立研究所内でのSMR計画の中止を発表した。初号機稼働は29年の予定だった。

新型コロナ禍やウクライナ戦争をきっかけに物価が上昇し、資材調達費や建設費が高騰した。設定した電気料金を5割ほど値上げしないと採算がとれない状況になり、顧客の理解が得られなかった。ただ、同社は、米国以外での事業は継続する見込みだという。世界的なインフレ進行という予想外の障害につまずいた形だ。

原発復権を阻む最後の壁は、原発に関わるメーカーや技術者の不足問題だ。

米国では、79年にあったスリーマイル島原発事故以降、原発の新設がほぼ止まったことで、熟練工の確保や技術の継承が難しいことが課題となっている。

日本でも、原発圧力容器の製造シェア8割を占め、海外資本によるM&Aの標的ともなった日本製鋼所が福島原発事故後に苦境に陥った。世界的に原発需要が急減、その直撃を受けた。ただこの1～2年は欧州からの受注が再開、復活の道が見え始めている。

とはいえ、中小メーカーや下請け企業の中には、すでに原子力事業から撤退した企業も多い。原子力を学ぶ学生も減るなど、原子力産業を支える屋台骨が揺らぐ実態もある。「壁」は意外と高そうだ。

(2024年1月23日記)