

巻頭言

1 気がつけば GX

大場紀章

時論

2 戦略的競争下の核兵器拡散問題と核不拡散体制

戸崎洋史

Perspective

4 なぜリプレースは進まないのか

山本隆三

報告 量子コンピュータの最新動向と原子力工学分野での応用利用の可能性

17 量子コンピュータの基礎と最新動向

量子力学の原理を応用した量子コンピュータは、従来のコンピュータではできないような複雑な問題を解くことができる。その基礎と量子ハードウェア、量子アルゴリズム、量子インスパイアード技術の最新動向を紹介する。

後藤隼人



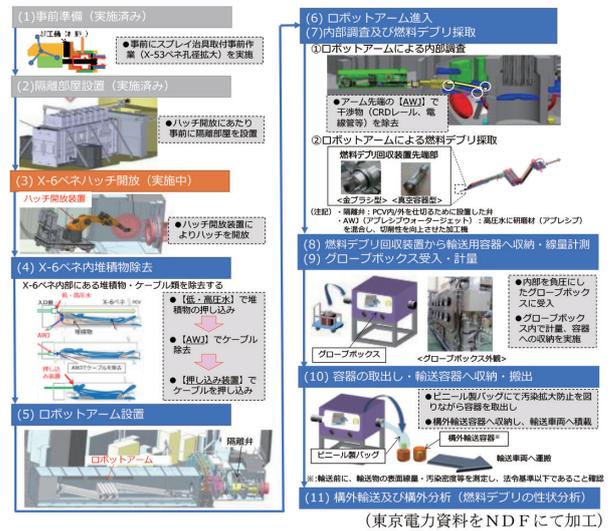
既存の量子アルゴリズムの分類

解説

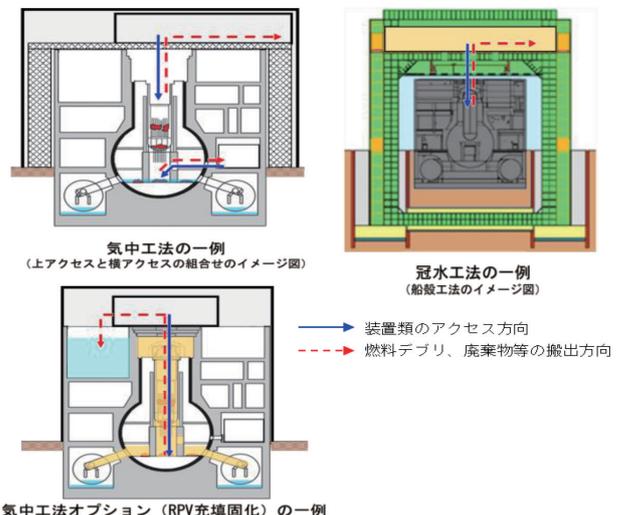
11 福島第一原子力発電所廃炉の現状と技術戦略 —廃炉のための技術戦略プラン 2023—

技術戦略プラン 2023 では、燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大の工法検討等の技術戦略を提示した。

中村紀吉



試験的取り出しの作業ステップ



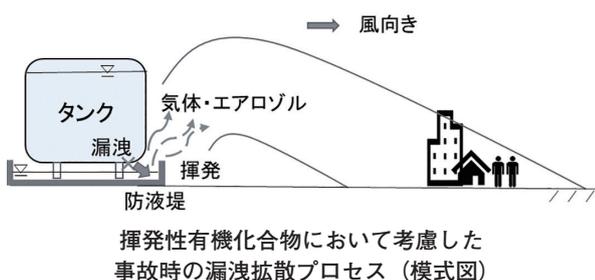
気中工法オプション (RPV充填固化) の一例

燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大の工法例

23 災害・事故時における化学物質漏洩の影響予測と管理に関する現状と課題

事故による化学物質漏洩がもたらす環境リスクを最小化するために、化学物質管理手法の体系化が求められている。本稿では、災害や事故による非定常の化学物質排出に係る影響評価・管理手法の事例と課題を紹介する。

小野恭子



27 原子力分野における事故時のサイト外リスク評価 (レベル3 PRA) と防護措置

確率論的リスク評価 (PRA) のうち、サイト外におけるリスクを評価する手法であるレベル3 PRA の概要と、事故の影響を緩和するための緊急時の防護措置について紹介する。

津崎昌東

報告

35 ALPS 処理水海洋放出に関する経緯とその理解

ALPS 処理水の扱いに関する経緯と取組みと海域環境モニタリング、海洋放出に関する世論調査の結果を紹介する。

寺阪祐太ほか

Short Report

40 ダイバーシティ & インクルージョン推進に向けたアクションプラン - 1年目の活動と成果

本稿では、2023年度に実施した活動、特に目標シートの結果について報告する。

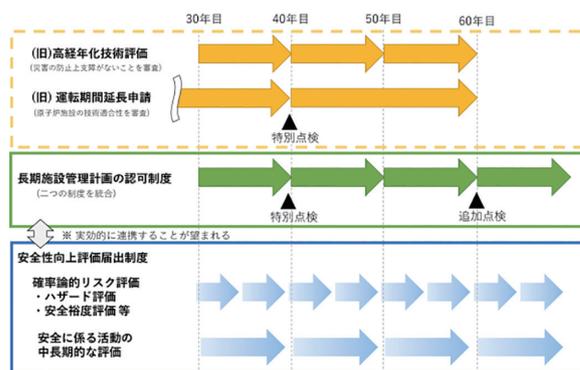
吉橋幸子

報告

31 標準委員会 2023 年秋の大会 企画セッション「安全な長期運転に向けた標準化活動」の報告

安全な長期運転に向けた取り組みとその標準化における留意点を解説する。

村上健太, 鬼沢邦雄, 山本章夫



長期運転のための制度の概要

42 Column

科学顧問の役割
ニーチェと包絡
患者さんは放射線が怖くない
高校生の原子力に関する意識調査 2023

小出重幸
菅原慎悦
妹尾優希
森 タ乃

- 6 News
- 39 From Editors
- 44 会報 原子力関係会議案内、次年度会費ご納入のお願い、第56回(2023年度)日本原子力学会賞受賞一覧、部会賞受賞一覧、支部賞受賞一覧、2023年度 JNST 賞受賞一覧、2024年度新規フェロー一覧、2023年度(第17回)「日本原子力学会フェロー賞」受賞者一覧、2024年度「永年・シルバー会員」表彰、英文論文誌 (Vol.61, No.4) 目次、主要会務、編集委員コラム、編集関係者一覧
- 53 「原子力学生国際交流事業」派遣学生募集
- 58 Vol.66 (2024), No.4 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



気がつけば GX

巻頭言



ポスト石油戦略研究所 代表

大場 紀章 (おおば・のりあき)

1979 年生まれ。京都大学理学研究科修士課程修了。民間シンクタンク勤務を経て現職。株式会社 JDSC エグゼクティブフェロー。専門は、化石燃料供給、エネルギー安全保障、次世代自動車技術。

ほんの 3 年前は猫も杓子もカーボンニュートラル・脱炭素と言っていたが、最近では GX リーグや GX-ETS(排出量取引)、GX 経済移行債など、いつの間にかなんでも GX(グリーントランスフォーメーション)と呼ぶようになりつつある。日本経済新聞は「NIKKEI GX」を創刊。東京工業大学では 2009 年に設立された先進エネルギー国際研究(AES)センターが「Tokyo Tech GXI」に発展的に継承された。

2023 年 5 月には、「GX 推進法」、「GX 脱炭素電源法」が策定され、7 月には「GX 推進戦略」が閣議決定されたが、実はそれらの正式名称に「脱炭素」の文字はあっても、「G」や「X」の文字はない。「GX リーグ」はもともと「カーボンニュートラルトップリーグ」の名称を変更したものだ。まるで脱炭素を GX に言い換えているようにも思える。

なぜ GX という言葉が使われるようになったのか、詳しい経緯はわからないが、最初に登場したのはおそらく 2021 年 6 月の経団連の提言である。そして、そのすぐ後に策定された第六次エネルギー基本計画の中で 1 度だけ言及されている。翌年 2022 年 5 月 18 日に発表された経団連の提言タイトルは、そのものズバリ「グリーントランスフォーメーション(GX)に向けて」であった。この提言には「年平均 2 兆円の GX ボンドの発行」との記載があるが、その発表翌日、岸田総理は提言内容とほぼ同じ「10 年間で 20 兆円の GX 経済移行債」の検討を指示。また、提言には「GX 実現会議」の創設や(2 ヶ月後に「GX 実行会議」が開催)、排出量取引制度(後の GX-ETS)など、現在の政府の GX 政策の骨子の多くが盛り込まれており、経団連の政策影響力の大きさには驚かされる。

とはいえ、これだけ GX が広まったのは、日本の意思決定層の中に脱炭素よりも GX という表現を好む傾向があるからではないかと想像できる。「脱炭素」というと温室効果ガス排出量の削減が至上命題となり、再エネ推進によるコスト増、あるいは「脱」という文字から「脱成長」を思い起こさせるネガティブなイメージがある。一方で、GX とすれば単純な排出量削減というよりは、DX からの類推から、グリーンを起点としたより広範な産業転換を想起させる。脱炭素政策を、「再エネか原発か」といった旧来の単純なエネルギー供給の問題としてではなく、エネルギーを使う側の需要の問題、つまり産業政策を含めたものとして捉えるべき、という気持ちが、こうした言い換えをよしとした人の心理にあるのではないだろうか。

実際の GX 政策の中身は非常に幅広いが、実は従来政策の延長にない主要要素は、原子力政策の変更(稼働延長と建て直し)と成長志向型カーボンプライシング(GX 経済移行債、排出量取引、化石燃料賦課金)の 2 つであり、その意味において原子力政策は GX の最重要項目の一つである。また、「GX 脱炭素電源法」において細かな再エネ政策と併せて原子力に関する多くの重要な法改正が行われたことを考えると、もはや「GX 電源=原子力」といっても過言ではない。こうして考えてみると、GX とは脱炭素だけでなく原子力のリブランディングにもなっている。GX というスローガンの推進力に期待しつつ、イメージが先行して中身の議論が覆い隠されてしまわないことを強く願っている。

(2024 年 2 月 20 日 記)



戦略的競争下の核兵器拡散問題と核不拡散体制



戸崎 洋史 (とさき・ひろふみ)

日本国際問題研究所軍縮・科学技術センター所長

日本国際問題研究所軍縮・不拡散促進センター主任研究員、九州大学客員教授、広島市立大学非常勤講師などを歴任。専門は核軍備管理・不拡散、核戦略・抑止論など安全保障問題。博士(国際公共政策)。

2010年代半ば以降、米国、中国およびロシアによる大国間競争と、これら3カ国が深く関係する地域での地政学的競争を伴う戦略的競争が激しさを増しつつある。国際社会の関心は、ロシアによる核恫喝を伴うウクライナ侵略も相まって、核兵器使用可能性の高まり、核軍拡競争の顕在化、そして核軍備管理・軍縮の停滞・逆行へと集まっている。しかしながら、その戦略的競争が核兵器拡散問題に及ぼしうる影響も、決して無視できない。

第一に、北朝鮮およびイランは、核不拡散義務違反のレベルを上げており、国際社会は状況の悪化を止められずにいる。そこでは、後述のように中露の対応も問題となっている。

第二に、安全保障環境が悪化し、核の脅威も高まるなかで、核兵器取得への関心を高める非核兵器国が増えつつある。なかでも、サウジアラビアや韓国からは、その関心を示唆する発言がたびたびなされている。

第三に、核兵器取得の潜在能力となり得る核関連技術を持つ国が増加する可能性である。エネルギー問題や気候変動問題が喫緊の課題となり、あるいは戦略的競争がナショナリズムを惹起することで、原子力発電の導入に関心を示す国が増加してきた。それ以上に問題視されるのは、拡散懸念国、さらには核兵器取得の潜在能力を持つ国の増加によって、核兵器関連資機材・技術の不法取引・移転の可能性も高まりかねないことである。

第四に、核不拡散体制において特権的に核兵器の保有を認められ、だからこそ非核兵器国よりも大きな責任を担うべき核兵器国の同体制への対応である。核兵器国による核軍縮への一層の消極性は、核兵器国と非核兵器国の義務の不平等性という核不拡散体制の構造的課題を従前以上に非核兵器国に意識させる。それは、核兵器禁止条約の成立に象徴されるように、核兵器国に核軍縮の実施を求める主張を強める一方で、非同盟諸国を中心に、非核兵器国へのさらなる義務や負担を課すような核不拡散強化への反発も高めている。

また、核不拡散体制を一貫して主導してきた米国の力が相対的に低下し、核兵器拡散問題への米国の説得や強

制による解決が難しくなりつつあるという現実も無視し得ない。

さらに、最も憂慮すべき問題として、中国とロシアが核不拡散体制や核兵器拡散問題への機会主義的な言動を顕著にしていることが挙げられる。たとえば中露は、北朝鮮の活発化する核・ミサイル活動を非難せず、国連安全保障理事会での制裁決議や非難声明の採択に反対し、逆に米国の政策を批判し、対北朝鮮制裁を緩和すべきだと主張するなど、北朝鮮を擁護する姿勢を隠さない。

ロシアはさらに、北朝鮮からミサイルを含む武器弾薬などの供給を受けている。その見返りに北朝鮮への核・ミサイルに絡む協力がなされることも懸念される。これらはいずれも、安保理決議の明確な違反である。また、ロシアの核恫喝を伴うウクライナ侵略は、消極的安全保証(非核兵器国に対する核兵器の使用または使用の威嚇を行わない)やブダペスト覚書(ロシアなどがウクライナに独立、主権、既存の国境の尊重、安全の保証などを約束)に反する行為であり、ウクライナに対する原子力施設への攻撃や占拠、偽情報の喧伝など続いている。

中国も、ALPS処理水を「汚染水」と称したり、日本が米国との核共有を検討していると示唆したりするなど、日米などへの、事実の歪曲や恣意的な解釈を交えた批判を繰り返している。

さらに、中露は、原子力協力の受領国による核不拡散、原子力安全、核セキュリティにかかる措置の条件を西側諸国のものと比べて低く設定した原子力協力を推進している。世界で建設・計画中の原発のうち約7割を中露製が占める背景には、受領国にとって価格と負担の低さが魅力となっただけという。しかしながら、それは同時に、原子力事故、核テロ、さらには核兵器拡散のリスクを高めかねない。

もちろん、少なくとも現時点で、北朝鮮やイランに続いて、核兵器の取得を明らかに試みる非核兵器国はない。そこには、大多数の非核兵器国が依然として核不拡散義務・規範の遵守を重視していること、多くの非核兵器国には核兵器を独自に開発・取得するための技術力に

欠けること、ならびに核兵器取得の動機が抑制されるインセンティブ(自国周辺での核兵器拡散を招かない)やディスインセンティブ(国際的な非難や非軍事的・軍事的制裁を招くリスク、あるいは秘密裏の核兵器開発が探知される可能性など)があることなどが要因として挙げられる。

核不拡散体制はこれまでも厳しい挑戦に直面してきたが、状況の一層の悪化を抑制し、核不拡散義務・措置の強化策を講じるなどして、ひとまずの取束がもたらされてきた。しかしながら、上述のような動向が続けば、核不拡散体制の弱体化が現実のものとなり、結果として核兵器の一層の拡散をもたらす可能性は皆無ではない。

核不拡散は、多くの国々による義務の遵守と、核兵器取得を技術的に抑制する措置によって支えられてきた。それは、核不拡散体制の維持、更新、強化にかかる不断の取り組みを必要とする。国際の平和と安全、ならびに核兵器のない世界の実現に向けて最も重要な構成要素の一つである核不拡散体制が厳しい挑戦に直面するなかで、その再活性化のための取り組みは急務である。

1970年に発効した核兵器不拡散条約(NPT)を礎とする核不拡散体制は、主として国際原子力機関(IAEA)保障措置や原子力供給国グループ(NSG)のガイドラインに基づく輸出管理などの供給側アプローチ核兵器の取得に必要な核関連資機材・技術、とりわけ核分裂性物質の核兵器への転用を探知・阻止するための措置一構築・強化を通じて核兵器の拡散を防止してきた。もちろん、今後も供給側アプローチは核兵器の拡散防止に不可欠であり、新たな技術や知見も取り込みつつ、強化していく必要がある。

他方で、供給側アプローチの既存の措置は、非核兵器国による秘密裏の核兵器開発・取得を探知し防止する高い能力を有している。問題は、それらを受諾・実施していない国が依然として少なくないという現状である。まずは、IAEA保障措置追加議定書、輸出管理など、これまでに強化されてきた既存の核不拡散措置をすべての国が受諾し、着実に実施するための努力が求められる。

同時に、核兵器取得の動機を低減するという需要側アプローチに、従前以上に焦点を当てるべきである。安全保障環境の改善、地域における紛争の外交的解決に向けた取り組み、消極的安全保証の再確認などにより、非核兵器国による核兵器取得の誘因を抑制することが重要で

ある。核不拡散体制の原則、規範、ルールが国家安全保障にとっても、また国際公益や国際秩序にとっても重要であり、逸脱行為は想定を超えた不利益をもたらしかねないことを再確認することも必要である。

その意味で、非核兵器国以上に核不拡散体制から恩恵を受ける核兵器国が果たすべき責任は極めて大きい。核兵器国による核軍縮への真剣な取り組みの必要性については言うまでもない。また、とりわけ中露には、核不拡散体制を損なう言動を見直すことが求められる。

この点で、非核兵器国には、核兵器拡散を促進しかねないような核兵器国の言動を容認も黙認もせず、明確に非難しなければならない(ロシアによる核恫喝に対して、非難を控える非核兵器国も少なくない)。また、非核兵器国は、核兵器国による機会主義的な言動からの利益を得ようとせず、特に核不拡散、原子力安全、核セキュリティの強化を織り込んだ原子力協力の受け入れを進めるべきである。

日本が核不拡散体制の再活性化に向けて果たすべき役割は小さくない。第一に、日本は、特にグローバルサウスに、追加議定書や輸出管理をはじめとして核不拡散措置の受諾、実施、遵守にかかるアウトリーチ活動を従前以上に積極化することが求められる。第二に、日本は、核不拡散体制に反する核兵器国の言動を、他の西側諸国と引き続き明確に非難するとともに、非難を抑制・躊躇する他の非核兵器国にも働きかけ、非難の声をより大きくしていく必要がある。第三に、核不拡散、原子力安全、核セキュリティの義務・責務に対する最小限の条件しか課さない原子力協力の反対し、少なくとも日米が設定しているような、より高いレベルでの実施を国際標準化するといった取り組みも検討できよう。第四に、拡散抵抗性が高く、かつ競争力のある新型炉・革新炉の開発は、安全で持続可能な原子力利用を促進し、核拡散のリスクを低減し、さらに核不拡散体制における日本の発言力を維持する取り組みとして推進すべきである。第五に、IAEAへの財政的、技術的、人的支援の継続・強化は、日本にとって、今後も核不拡散にかかる国際支援の中核的な取り組みである。最後に、核軍縮・不拡散の重要性と核のリスクを次世代に伝え、より積極的な貢献を続けるべく、日本は軍縮・不拡散教育の促進にも一層注力することが求められる。

(2024年1月28日記)