

新会長あいさつ

- 1 会員の活発な活動によって支えられている日本原子力学会

越塚誠一

時論

- 2 確信と懐疑のあいだ：
“Safe enough” 再考

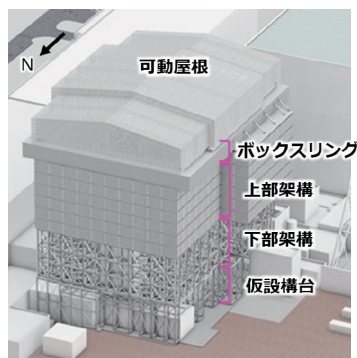
菅原慎悦

報告

- 26 福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水・処理水対策の現状

福島第一原子力発電所において廃炉・汚染水・処理水対策として進めている「使用済み燃料プールの燃料取出し作業」「燃料デブリ取り出し作業」「汚染水・処理水対策」等の取り組み状況について報告する。

小川智広



1号機大型カバーの概要図（イメージ）

- 32 複雑システムのリスクと
ステークホルダーコミュニケーション

原発の安全目標をめぐる背景と、その根拠や課題を整理した。そこでは関係者間で、「何を守りたいか」が共有されていることが前提となる。

小野恭子

- 36 中国・敦煌で開催した東アジア原子力
フォーラムに参加して

日・中・韓・台の関係機関は原子力の現状および開発のためのコミュニティの構築、放射性廃棄物管理とPAをテーマに議論を交わした。

Liu Daniel

Perspective

- 4 第7次エネルギー基本計画における
原子力政策の位置づけと課題

山本一郎

特集 1F 廃炉に貢献するロボット技術開発

- 10 ドローンを活用した1号機PCV内部
調査について

1Fの燃料デブリ取り出しに向けて空間線量率が高い1号機PCV内部を、ドローンを活用して調査した。

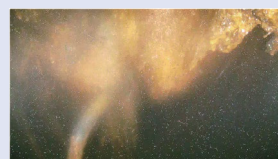
三浦拓也ほか



ペDESTAL開口部の状況



開口部に落下したCRD
ハウジング



ペDESTAL内で確認された
塊状の物体



ペDESTAL内壁面の状況

調査で確認されたPCV内の状況

- 14 JAEA 楢葉遠隔技術開発センターに
おけるDXを活用した1F廃炉等の
過酷環境ロボット開発環境の整備

JAEAでは1F廃炉作業に向けて、遠隔技術を活用する拠点「楢葉遠隔技術開発センター」を2016年度から本格運用した。施設には実規模モックアップ試験エリアやVR設備が整備されている。

田川明広

- 18 廃炉創造ロボコン

長期にわたる1Fの廃炉作業を継続していくためには、人材育成が重要だ。その一環として、全国の高専生を対象とした廃炉創造ロボコンを始めた。

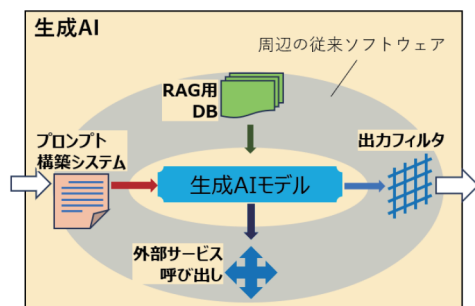
鈴木茂和

報告 原子力産業の未来を拓く： AI・大規模言語モデルの可能性

39 生成 AI の品質マネジメントに向けて

原子力産業のように非常に高いレベルの安全性が求められる分野では、生成 AI を利用するためには AI の安全性を実現し証明できなければならない。ここでは AI の品質マネジメントの実現に向けた課題と解決策の方向性を概説する。

小西弘一ほか



生成 AI モデル周辺の従来ソフトウェア

43 米国の原子力産業における AI 活用の動向

米国の原子力発電所は長期運転が進む一方、安価な天然ガスとの競争により、運転・保守費用の削減が求められており、その解決策として AI 技術が注目されている。

今野雄太

報告 AI 時代のコード開発イノベーション

47 レガシーシステムからの脱却と次世代人材育成

炉物理分野におけるレガシーシステムに関するリスクを分析し、技術伝承に与える影響を検討。その課題に対処するために、AI 技術を活用した開発アプローチについて考察した。

巽 雅洋

56 Column

AI に“心の内”を語らせる時代へ
ICRP 次期勧告に向けて

小林容子
坂東昌子

57 サイエンスあれこれ

秋江拓志、笹原昭博

解説シリーズ 高速炉と高温ガス炉を 中心とした革新炉の開発動向（2）

21 高速炉サイクル開発動向 (燃料サイクルシステム)

「戦略ロードマップ」では 2026 年度頃を目途に、燃料技術の具体化を検討を行う計画である。その有力な候補である酸化燃料と金属燃料のサイクル技術について解説する。

竹内正行、尾形孝成

FOCUS

ダイバーシティ推進委員会の活動（6）

52 HP と SNS による情報発信

情報の適時性をより重視したリアルタイムでの発信を目指し、インスタグラムを立ち上げて運用している。

吉橋幸子、宮村浩子、佐賀井美都

福島からの風

54 時代をつなぐ～ 二つの新聞の物語

渡部 純

Gender Gap モダロジー

- 55 Think planetary, act personally. 梅原昭子
NUMO におけるジェンダーギャップの取り組み
斉藤寛之

ジャーナリストの視点

58 戦後 80 年に情報の危機を考える

伊藤 崇

- 6 News
- 13 From Editors
- 59 会報 原子力関係会議案内、新入会一覧、英文論文誌 (Vol.62, No.9) 目次、和文論文誌目次 (Vol.24, No.3) 目次、主要会務、編集委員コラム、編集関係者一覧
- 62 Vol.67(2025), No.9 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」
(https://www.aesj.net/publish/aesj_atomos/meyasu) にお寄せください。

新会長あいさつ

会員の活発な活動によって支えられている 日本原子力学会



令和7年度会長
越塚 誠一
(こしづか・せいいち)

2025年2月に第7次エネルギー基本計画が閣議決定され、わが国の原子力エネルギーは、国民からの信頼確保に努め安全性の確保を大前提に必要な規模を持続的に活用していくとの方針が示されました。そして、既設炉の最大限活用だけでなく、次世代炉の開発・設置に取り組むとされました。原子力エネルギーを持続的に活用していくには新しい炉の建設が必要です。次世代炉には安全性のさらなる向上を目指すことが求められており、それは当然ながら1F事故の反省を踏まえたものでなければなりません。さらには、安全マネジメント体制や自主的かつ継続的な安全性向上を目指す組織文化の醸成についても取り組む必要があります。日本原子力学会は全力をあげて1F事故調査を行ってその教訓を自らの反省とともに記しているだけでなく、教訓の反映状況に関するフォローも実施してきました。1F廃炉に関するさまざまな問題の調査および福島復興の活動にも精力的に取り組んでおります。日本原子力学会は1F事故の教訓を踏まえながら、原子力エネルギーの持続的な活用を学術・技術の面から支える役割を果たさなければなりません。

このような情勢の中で、会員の皆様とともに日本原子力学会の活動をさらに活発にしていきたいと考えております。重点項目については、昨年度と同じく「伝える」「つながる」「はぐくむ」を継続したいと思います。

第1の「伝える」は情報発信です。社会への発信に関しては、原子力および放射線に関する専門家集団である学会として、声明・プレスリリース・記者会見・ポジションステートメントに加えて、You TubeやXでの発信も行っています。また、学会誌による最新のニュースやトピックス、論文誌ではアーカイブ化された先端的な論文、および専門委員会の出版物は、学会の本来の重要な情報発信です。さらには、標準委員会で審議され制定されている多くの学会標準は価値ある情報発信です。

第2の「つながる」は学会内外の連携です。1F廃炉と福島復興の活動は、学会内外との連携を取りつつ継続して進めていく責務があります。専門家の間の交流である年会や大会、支部・部会・連絡会・専門委員会の活動は、研究や技術開発を活性化していくためには必須の学会活動です。日本学術会議において開催されている原子力総合シンポジウムは学会外との連携活動です。国際会議の開催など、国際的な連携も重要です。会員に加わっていただく準備として、会費がかからずに本会の連絡が届く会友制度については、さらにつながりを広げていくことを目指しています。

第3の「はぐくむ」は人材育成です。教育委員会においては、高等教育における原子力施設見学会、初等・中等教育における教科書調査、技術者教育におけるCPDや技術士講習会が行われています。各支部ではオープンスクール、シニアネットワークでは学生との対話、若手連絡会の勉強会、学生連絡会のポスターセッションも継続的に実施されています。表彰についても人材育成の要素が多分にあります。小・中・高等学校の先生方を対象とした教育会員制度も運用しています。人材育成は原子力エネルギーを持続的に活用していくための基盤であり、学会の役割は大きいと考えています。特に、1F事故の教訓を人材育成の中にかに組み込んでいくかが課題であると思います。

学会活動は会員皆様の活動の集約であり、学会運営にあたっては会員の皆様のご意見が反映されるように心がけなければなりません。また、事務局の方々の熱心なサポートがあってこそ円滑な運営ができますので、事務局との協力は不可欠です。健全な財務を維持することも必要です。1年間、どうぞよろしくお願いいたします。

(2025年6月20日記)



確信と懐疑のあいだ：“Safe enough” 再考



菅原 慎悦 (すがわら・しんえつ)

関西大学社会安全学部准教授
 東京大学大学院原子力国際専攻博士課程修了後、(一財)電力中央研究所社会経済研究所及び同・原子力リスク研究センター主任研究員を経て、2019年9月より現職。専門はリスクガバナンス、科学技術社会論。博士(工学)。

本稿執筆現在(2025年7月初旬)、柏崎刈羽原子力発電所の再稼働をめぐる、地元理解が焦点となっている。再稼働等の重要な意思決定に際して、法的権限を持った規制当局の許認可に加え、立地地域(特に立地県知事)の理解が必要という社会的・政治的現実、日本の原子力関係者にとって長年の課題であり続けている。

福島第一原子力発電所事故(1F事故)後、わが国でも過酷事故が実際に起こることが強く認識される一方、規制者のトップが「規制基準の適合性審査は行うが、安全だとは言わない」と言明するなかで、「安全」とは何なのか、事業者の行う努力によって「安全」が適切に確保されていることを誰が責任をもって確認するのか、宙に浮いたままとされている。安全協定の位置付けや原子力安全と防災との関係など議論すべき点は多々あるが、本稿では「安全目標」や「リスク低減」の観点から、手短かに私見を述べたい。事故を経験したわが国では、このような原子力安全の根幹をめぐる論理や哲学、仕組みを丁寧に織り直すことが、安全確保にとっても、また社会との関係再構築においても、不可欠と考えるからである。

技術と社会を架橋する安全目標

「どれだけ安全ならば十分安全と言えるか」(How safe is safe enough?)という根源的な問いをめぐり、原子力分野では他に先駆けて、リスクを物差しとする「安全目標」が開発されてきた。例えば米国では、原子力由来のリスクが公衆個人の生命・健康リスクを有意に増加させないこと、社会的リスクについては他の発電技術と同等以下に抑制することを定性的目標として掲げ、具体的には「他のリスクの0.1%」を超えないことを定量的目標としている。日本でも、2000年代前半に原子力安全委員会が専門部会を設置して濃密な議論を行い、2003年に安全目標案が、2006年に性能目標案が公表された。加えて1F事故後、原子力規制委員会は、Cs放出量が100 TBqを超える大規模放出事故の頻度目標を提案した。ただし、日本の安全目標は明確な形で決定されているとは言い難く、目標間の整合性にも問題を抱えている。

安全目標には、安全確保活動や規制行政の一貫性・合

理性の向上と、リスクの「社会的受容」の目安としての役割の両面があり、それらを架橋することに最重要の存在意義があると筆者は考えている。これまでも具体的な架橋の仕方について論考を重ねてきたが^{1)~3)}、本稿では「確信」と「懐疑」の両立という点に着目したい。

「リスク低減」は本当に善か？

1F事故後の産業界は、厳格化された規制基準への適合性確保に努めるのみならず、「自主的安全性向上」にも取り組み、リスクを下げ続けることに注力している。実際、再稼働済みプラントの確率論的リスク評価(PRA)の結果は、定量的補助目標(例えば炉心損傷頻度 10^{-4})と比べ、数桁低い値となっている。然らば、社会的に受容可能なリスク水準たる目標値よりも当該原子炉のリスクが小さいことを強調することで、立地地域ないし一般の人々が原子力の安全性を理解し、延いては再稼働や原子力利用への社会的合意が得られやすくなるのではないか—私の周囲でも、このような形での安全目標への期待をしばしば耳にする。ここには、「リスクは小さければ小さいほど良く、また社会的に受容されるはず」という暗黙の想定があるように見受けられる。

だが、本当にそうか？ リスクを下げれば下げるほど、安全は向上していると言えるのか？ リスクが小さくなればなるほど、社会はそれを受容するだろうか？

プラントの現場技術者からは、数多くの設備追設等によって発電所運営が限界に近付いているのでは、との声が聞こえてくる。リスクを下げることで自体が目的化し、本当に取り組むべき問題の探索よりも、評価上リスクを下げられる問題にばかり組織的注意が向けられる懸念もある。さらに、多くのプラントではPRA結果が目標値を大幅に下回っており、「より低い目標値に向けてリスク低減に努める」という構図になっていない。結果として、安全目標は、すでに十分な安全が確保されていることを説明するための道具として見なされるかもしれない。

ここで注意したいのは、評価されたリスクの小ささによって現状が十分安全であるとの確信を得、以て社会を説得しようとする構図が、1F事故前のそれと同型だと

いう点である。事故以前、「日本の原子力発電所は十分安全である」という社会への説明に、安全目標案がしばしば参照されてきた。一方、当時公表されていたリスク評価は内的事象のみが対象であり、その小ささに目を奪われて外的事象への展開は手薄であった⁴⁾。結果的に、知識や方法論の限界に正面から向き合わず、それでいて社会に対しリスクの受容を強く促すような説明を行ってきたことは、原子力専門家の傲慢さの象徴と見られても仕方あるまい。事故から10年以上が経ち、リスクは小さく抑制できていると専門家は言うものの、本当にその言を信じてよいのか、という社会的懸念はおそらく払拭されていない。本誌昨年7月号の寿楽氏による『安全神話』の機能的等価物としての『リスク神話』⁵⁾との批判は、この点を指摘したものと筆者は受け止めている。

現行枠組の外に出る努力を

「安全文化」の議論では、「われわれの組織は良い安全文化を構築できている」という認識は、当該組織がそうっていないことを示唆する、との指摘がある⁶⁾。蓋し、この警句は安全目標にも当てはまるだろう。現状ですでに十分安全と考え、その妥当性に対する問い直しを怠るならば、それは“Safe enough”とは言えまい。

このジレンマに満ちた“Safe enough?”の問いに対し、リスクの小ささのみをもって応答することは「十分」ではあるまい。リスクを低く抑制できているという確信を高めるとともに、確信を高めるほど陥りがちな知的過信に対しても適切な注意を向け続けることが、このパラドキシカルな問いへの向き合い方であろう。事故を経験したわが国におけるリスク受容の議論は、「10のマイナス何乗であればよい」という単純な構造ではなく、リスクを低く抑えられているというわれわれの認識を支えている種々の知見や前提を、批判的に問い直し続けられるかどうかにかかっている。すなわち、既存の枠組に沿って安全努力を重ねることと、そこから敢えて外に出ようとする努力とを適切にバランスさせることが、安全確保上もまた社会的受容の観点からも重要と思料する。リスクを下げるのみならず、安全確保努力の方向性を見直す回路を埋め込むことが、知的偏りを防ぎ⁷⁾、技術的謙虚さを確保し⁸⁾、社会との信頼構築にも寄与するだろう。

日本の原子力安全の経緯を踏まえると、「枠組の外に出る」ことへの資源配分は特に重要と思われる。複数の事故調が述べるように、わが国では、定められた枠組に沿った努力やその都度都度の事象や社会的懸念への対応は徹底して行いが、その「外」への目配りは薄くなりがちである(軽微なトラブル防止の徹底に対し過酷事故への想像力不足、内的事象アクシデント・マネジメントへの注力の一方で外的事象の等閑視、耐震や構造強化に対する傾注の一方で随件事象たる津波対策の手薄さ等)。

米国の安全目標は、PRAの登場とTMI原子力発電所事故を契機とし、リスクを媒介としてSafe enoughの水準を見定めるという形で胚胎した。その際、「受容可能なリスク」をめぐる深い議論と併せ、補助目標として広く使われる炉心損傷頻度(CDF) 10^{-4} と早期大規模放出頻度(LERF) 10^{-5} の間の“0.1”によって、深層防護における防止と緩和の大局的なバランスの目安も示している。

本稿では、このバランスを認識的な意味での深層防護に拡張し、1F事故後の安全目標の姿として構想したい。いま注目を浴びている事象への対処や既存の安全枠組に基づく努力と、そこから敢えて距離をとり健全な懐疑を突きつける取組との、高次のバランスの目安としての安全目標である。詳細は現在構想中の別稿に譲るが、ある水準までリスクを低減したとき、リスクをさらに下げ続けることを無条件に是とするのではなく、その問題やその枠組の中でさらにリスク低減を目指すことと、別の問題や現行枠組の外側へと注意資源を向けることとの比較考量を意識的に行うことが重要であり、安全目標はその認識的なスイッチの役割を果たすこととなる。あくまで個人的感覚だが、安全確保努力の総量のうち現行枠組の外に出ようとする努力を1割ほど組み込むという意味で、“0.1”は程よいバランスではないかと思う。

このように、リスク低減努力と併せ、その努力の方向性を建設的かつ批判的に見直し続けることが、1F事故からの教訓を踏まえた「継続的安全性向上」の姿であり、これに資する安全目標を当事国である日本が「発明」することは、世界の原子力安全にとっても大きな意味があろう。紙面が尽きてしまったが、立地地域等からのインプットは、既存枠組内での努力を促す側面がある一方、その外に出る取組の刺激となる可能性もある。安全目標を明確な形で定め、それを高いレベルで考慮し適切な舵取りを行う役割を、5名の規制委員には期待したい。

－ 参考文献 －

- 1) Sugawara S, Challenging epistemic hierarchy: Reincorporating societal risks into nuclear safety goals, *Energy Res. Soc. Sci.* 122: 103984, 2025.
- 2) Sugawara S, Addressing “beyond control”: nuclear safety goals in the age of risk governance, *J. Risk Res.* 1-16, 2024.
- 3) Sugawara S, How useful is setting safety goals?, *Risk Anal.* 44(10): 2324-2332, 2024.
- 4) 菅原・稲村, 我が国の原子力分野における安全目標の活用, 電中研報告 Y15016, 2016.
- 5) 寿楽, 本会会員は原子力のリスクの「破局性」を語れ, 日本原子力学会誌 66(7): 332-333, 2024.
- 6) Hale AR, Culture's confusions, *Saf. Sci.* 34: 1-14, 2000.
- 7) Verma A, Accidents, Paradoxes and the Epistemic Future of Nuclear Policy, *Inkstick*, 2021.
- 8) Jasanoff S, Technologies of humility, *Nature* 450, 33, 2007.

(2025年7月9日記)