

原子力の価値と学会の果たすべき役割を改めて考える

Rethinking the Value of Nuclear Power and the Roles of Atomic Energy Society of Japan

(2) 原子力の未来像 WG の取り組み

(2) Approaches by the Nuclear Energy Future Image WG

*村上 健太

東京大学

1. 未来像検討ワーキンググループとは

2020年4月、理事会は2050年を担う世代に原子力の未来像の検討を依頼し、それをシンポジウム等によって学会員全体で共有することを企画した。全19部会、若手連絡会、学生連絡会からそれぞれ数名の委員が推薦され、企画委員会が事務局を務める形で未来像検討ワーキンググループ（以後、WG）が組織された。WGの運営方針や検討内容は委員に一任されたが、原子力学会全体を包絡できるようなテーマ選定や、「社会との協働を意識して目標を練り上げること」が要請された。WGでは、2021年3月12日に中間報告を兼ねた拡大勉強会という位置づけのシンポジウムを開催した[1, 2]。その後も若手連絡会と共同で勉強会等の企画を続けており、「原子力の価値と学会の果たすべき役割」のプロフィールが明確になりつつある。

本稿は、活動を通じてWGのリーダである著者が把握した論点を整理し、著者個人の意見も加えて考察したものである。WGとしての結論は、2021年度中に予定されている最終報告会にてご紹介させて頂きたい。なお、本稿で紹介する現状分析の多くは、未来像検討WGや若手連絡会の勉強会において紹介された資料に基づいている。

2. 気候変動問題を起点に原子力エネルギーを考える

IPCC 第五次評価報告書 (2013-14) は、1870年以降の人為起源CO₂累積排出量と地表平均温度上昇の間に近似的な比例関係があることを示した。つまり、気温上昇を一定水準に抑えるには、いずれかの段階で人為起源CO₂のネット排出量をゼロにする必要があることが明示された。カーボンニュートラル (CN) という長期目標とパリ協定によって気候変動対策の大枠が定まったことから、この分野に積極的な投資を呼び込む環境が整った[3]。しかし原子力エネルギーの場合、電源としての政策的位置づけの不安定性や、5~10年での投資回収可能性の観点から、必ずしも民間資金が容易に流入する状況になっていない[1,4]。

「2050年CN達成」は現実的だが、とても難しいゴール設定であることに留意が必要である。仮に、電力部門が完全な脱炭素化に成功したとしても、エネルギー利用構造が変わらなければ排出量は約半減に留まる。社会全体で省エネ、電化、水素等への燃料転換を進める必要がある。電力の脱炭素化すらも難しいゴールである。例えば、永井らは社会的受容性（つまり、法規制や土地利用の競合等）と立地条件に基づいて再エネ導入ポテンシャルを試算し、再エネ発電量は6500億kWh程度まで拡張できると評価している。これは、日本の総発電量の40~50%程度である[3]。ようやく「再エネ vs 原子力」というような無為な論説を学会内で耳にすることが減ってきたが、CN達成のためにはあらゆる技術を動員する必要があるということを繰り返し強調しておきたい。

WGでは、再生可能エネルギー大量導入と関係の深い技術課題である「電力システムの安定性」と「水素利用」への理解を深めるため、若手連絡会と連携して勉強会を企画している。どちらの論点も、需要家のニーズを高い解像度で把握することが不可欠であるが、学会における議論は未だそのレベルに達しているとは言えないだろう。電力網に関しては、現時点で外部化の目途が立っていない原子力エネルギーの価値（例えば、回転機の慣性力を活かした周波数安定性への貢献）を、プラント毎に定量的に把握することが必要である。これらの価値は他の供給者とのバランスで決まるため、長期的な変化を予測して定期的に見直すならば、いずれ市場化の道が拓けるかもしれない。水素の場合、技術開発要素が多く、現時点で2050年における利用の形

態を詳細に予測することは難しい。利用総量の期待値と調達方法の想定を把握した上で、将来像の解像度を上げていく努力を継続する必要がある。エネルギー安全保障の視点で原子力エネルギーの役割を考える上でも、再生可能エネルギーの海外依存度は重要な要素となる。

3. モジュール化という視点から原子力学を考える

原子力は総合工学 (integrated engineering) である。原子力システムの安全は、関係するすべての技術領域において不確かさの影響を十分抑制することによって実現する。原子力安全の枠組みの中で長年研究されてきた研究課題は (たとえ安全に関する意思決定に直接使えないとしても) 分野の研究者が注目する「共通問題」としての価値を有していた。「幅広く学術を下支えする」という原子力学の役割は、貨幣価値に換算し難い原子力産業の特徴の一つである。原子力学は、こうして培われた多様な要素技術を垂直統合し、高い品質マネジメントの下で組み上げる方法を標準化することで、高い信頼性をもつ社会インフラを提供することに貢献してきた。

一方で、過去四半世紀の産業構造の変化には、統合化よりもモジュール化を重視する潮流がある。これは、単に製品を構造的に分割するというのではなく、情報共有のあり方を含めて事業をカプセル化するという概念である。規定された内容以外の情報が隠されることを寄与の条件としてモジュールが連結されることにより、調整コストを抑えてモジュール内での情報処理を効率化すると共に、過剰反応を抑制しながら環境変化に柔軟に対応することが可能になる[5]。

おそらく、原子力セクターの組織構造だけでなく、原子力学に関係した学術分野 (言い換えると部会) も、現在の外部環境に変化に合わせた情報共有や意思決定のために最適な形にはなっていない。組織構造は歴史的な経緯に強く依存するので、この問題に対する抜本的な解決策は存在しないだろう。しかし、原子力の意思決定に使用された情報処理プロセスを属人的な部分も含めて文書化しておくことは、将来必要なリストラクションにとって極めて重要である。

小型モジュール炉 (SMR) の導入は、産業としてだけでなく、また学術としても原子力学を発展させるチャンスである。事業者にとっての SMR の利点は、プロジェクト開始から本格運用に至る期間 (この期間は収益がないため事業リスクが高い期間でもある) において、統合してマネジメントする必要のあるプロセスを大幅に減らせることとされている。ただし、この利点を生かせるかどうかは、適切な規制制度の存在に大きく依存する[6]。SMR の導入検討が規制制度改革につながることへの期待が高まるが、その成否には、原子力規制委員会のコミットメントに加えて、過去の規制経験や安全研究によって得られた知識群が効率的な意思決定に資する形に構造化されていることが関係する。

SMR 実用化までの道のりには、SMR 本体の開発に加え、製造技術、エネルギー利用、核燃料サイクル等の研究課題がある。周辺領域では、原子炉の炉型に過度に依存しない形 (Technology Inclusive) での研究開発が特に重要である。多くの研究者は、「垂直統合的な原子力システム」の一部分を改良とするという発想から脱却しつつある。つまり、国策から一文を引用して論文のイントロダクションを正当化するという慣習を捨て、自分の研究の本質的な意義や多様な応用先を見つめ直し始めている。

垂直統合型からモジュール型への技術構造の転換は、「総合工学」としての原子力の価値を損なうものではない。モジュール化の代表例とされているシリコンバレーモデルでは、ベンチャーキャピタルによるコーディネートがアクター間の情報交換だけでなく、アクターのガバナンスにおいても大きな役割を果たしたとされている[5]。原子力では、今後も専門家が触媒としての (またはそれ以上の) 役割を果たすことが求められ続けるだろう。また、外部化しにくい原子力産業の価値を評価してアクターに予見性を与えるために国が一定の役割を果たし続けることは、構造変化の有無に関わらず重要である。

4. 環境問題として原子力の受容性を考える

WG の設置目標は「社会との協働を意識して (原子力の) 目標を練り上げること」であるが、WG を通じて社会とゴールが多様であることが強く認識されるようになってきた。例えば、Environment (環境)、Social (社会)、Governance (企業統治) といった非財務情報を考慮した ESG 投資を呼び込むために企業が重視す

べきステークホルダとして、国連・政府、国際金融機関・機関投資家、NGO、消費者、取引先、そして組織内部が示されている[4]。導入ポテンシャルに関する議論[3]から明らかのように、再生可能エネルギーの導入でも社会的受容性が大きな課題となっている。通常、個人がリスクマネジメントに参画できない事業は、その人のリスクテイクの対象から外される。したがって、すべてのエネルギー事業において、重要なステークホルダを特定して、リスクマネジメントに参加を促す努力が求められるようになるだろう。原子力のリスクを説明する目的は、安心感の醸成から、ステークホルダのリスクマネジメントに必要な情報提供へと重心移動する必要がある。

原子力の受容性を「海を綺麗にする」などの「環境問題」の類型と見なすなら、死亡リスクの抑制が問題の解消と直結しないことは明らかだろう。問題にチームで取り組む必要性や、多様なアクターがチームに参加する必要性も自明である。近藤[7]は、総合地球環境学研究所において実施された多数の環境問題の共同研究プロジェクトを調査し、社会の多様な主体と協働して研究を進める際に気をつけるべきことを分析している。チームのメンバーシップを包摂的（来る者拒まず、去る者追わず）にする；相対的に声の小さいアクターの参加を意図的に促す；プロセスを可視化する；参加の動機や「対価」がアクター毎に異なることへ配慮する；等が重要だとされている。原子力学会でも、幅広いアクターを巻き込んで活発に活動しているプロジェクト（例えば、[8]）は、この特徴の多くの部分を有している。原子力が環境問題だと認識に立って議論することの功罪については、技術者目線で原子力の未来像を検討する活動[9]と並行して、WGの中で丁寧に議論したいと考えている。

これまでの議論は、国が定める最小要求としての「安全目標」の必要性と矛盾するものではない。しかしライフプランや医療の在り方の変化を踏まえて安全目標の更新を続けていくことは容易でない。医療や産業保安に関係した幅広い専門家との協働が不可欠だが、高度な社会セキュリティを必要とする産業の代表として、原子力の専門家には議論をリードする役割が求められるだろう。近年の遺伝子診断技術等の進歩からすると、個人における疾病の発生時期などをかなり精度良く予測できる時代が来るだろう。その時、外乱となる放射線リスクがどのように受け止めてもらうかを今から戦略的に検討する必要がある。

5. WGの取り纏め方針

WGは今後、これまでの議論を取りまとめると共に、検討した未来像を学会員に共有するためのシンポジウム等を企画する予定である。WGで描く未来像は、気候変動問題を起点としたTechnology Inclusiveなものになるだろう。WGが契機の一つとなって学会内で複数の企画が立ち上がっており、それだけでも本企画は成功したと考えている。WG委員は、WG解散後も学会のコアメンバーとして、学会員が原子力を取り巻く課題を見つけ出して、自ら探求する取り組み[8]を活性化することに貢献するだろう。

参考文献

- [1] 村上健太, 他, 「当事者の視点から2050年の原子力像を考える」, ATOMOΣ 2021年8月号(予定)
- [2] 日本原子力学会, シンポジウム「原子力の未来像を考える」, 2021年3月12日, <https://www.acsj.net/vision2050symp>
- [3] 堀尾健太, 永井雄宇, 「『カーボンニュートラル』と原子力」, 同上
- [4] 齋田温子「気候変動起点の外部環境変化を踏まえた原子力の未来:カーボンニュートラル政策の動向と投資家の視点」, 同上
- [5] 例えば, 青木昌彦「比較制度分析に向けて」NTT出版, 2003年
- [6] 例えば, R. Meserve, Annual Letter of Assessment 2018, https://www.iaea.org/sites/default/files/2018_annual_letter_final.pdf
- [7] 近藤康久, 「オープンチームサイエンス ひらかれた協働研究の方法論」 学術の動向 2021年2月号, 102-106
- [8] 例えば, 羽倉尚人, 他「課題を見つけ出す工夫・仕組みをどのように具体化していくか」, 2と同じ
- [9] 竹田敏「研究者の視点からの原子力の魅力と役割」, 同上

*Kenta Murakami, The University of Tokyo