

「日本の原子力を再生するための緊急提言」

2025年3月

「次世代原子力をめぐる研究会」

【構成】

- A. はじめに
- B. 分析
 - 1. 脱炭素やエネルギーをめぐる世界の情勢
 - 2. 原子力利用をめぐる世界の状況
 - 3. 原子力利用をめぐる日本の状況
 - 4. 日本の資金調達に関する環境の変化と課題
- C. 考察
 - 1. 基本的考え方
 - 2. 提言
 - 3. 最後に

A. はじめに

2022年10月、「次世代原子力をめぐる研究会」は田中伸男座長名で、「日本の原子力を再生するために」と題した中間提言を発表した¹。しかし、その後、長期化するロシアによるウクライナ侵攻や中東の不安定化、国際社会におけるグローバルサウスの台頭等世界のパワーバランスの変化等世界の状況は大きく変化している。同時に、情報通信におけるデジタル技術の急速な進化は電力需要の増加等に繋がり、エネルギー面にも大きな影響を与えている²。人工知能（AI）、IoT、クラウド、ビッグ・データ、バイオテクノロジー、ブロックチェーン等デジタル技術が関連する多くの分野で革新的な技術が次々と実用化され、技術それぞれの垣根を超え、経済・産業のみならず、社会や生活を大きく変えようとしている。このような大きな変化のうねりの中、原子力利用の面では、福島第一原子力発電所からの処理水の排出や電力自由化の進展を経て、事業環境も過去とは大きく異なってきている。

本提言は、原子発電所新增設の資金調達をめぐる課題等2022年の中間提言時には議論

¹ キヤノングローバル戦略研究所「次世代原子力をめぐる研究会」中間提言、「日本の原子力を再生するために」、2022年10月、
https://cigs.canon/uploads/2022/11/To_Revive_Japan%27s_Nuclear_Power_Plant_Yoshikawa_202210.pdf、2025年2月20日最終閲覧

² 資源エネルギー庁、「エネルギーを巡る状況について」、2024年5月、
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2024/055/055_004.pdf、2025年2月20日最終閲覧

が尽くされていなかった課題も考察の範囲に加え、その後の研究会における議論の進展を含めるとともに、この間の内外の原子力利用をめぐる動向の変化等も踏まえたものとなっている。

中間提言同様本提言は、基本的には、政府や国会等において原子力政策に携わる方々に対するものである。同時に、原子力利用に対する日本の草の根レベルの議論を活性化し、より多くの国民が原子力にかかわる課題を理解し、関心を持つことができるように、国民の方々に対する我々の意見表明でもある。

この時期に緊急提言を世に問うのは、今がまさに原子力利用をめぐる課題への対応を重要な国家政策として検討する最後のチャンスなのではないか、との現状認識に基づく。すなわち、世界を見渡せば、脱炭素の流れや上記のような変化の中で、原子力利用はその必要性や重要性があらためて強く認識され³、中国やインドだけでなく、先進国の一部の国でも新增設に向けた具体的な動きも見られる。日本でも、GX実現に向けた基本方針⁴が閣議決定され、その中で原子力発電の最大限の活用が謳われ、事業環境整備も議論されつつある。また第7次エネルギー基本計画⁵も発表され、将来に向けた原子力の重要性が再認識された。しかしながら、現実には、原子力利用の将来に関して、原子力発電所の新増設のみならず核燃料サイクルの完結も見通せない状況である等容易に解決できない課題が山積している。また、こういった直面する課題への解決策のみならず、原子力政策について中長期的な方向性も十分に示されているとは言い難い状況である。

日本の原子力利用を取り巻く状況を振り返ってみると、2011年の東日本大震災以降原子力産業は停滞してサプライチェーンも衰退し、原子力人材も高齢化する等先の見えない状況が継続している。将来の持続的成長に資する日本の原子力産業を再構築し、原子力利用を活性化するためには、今長期的な戦略の下、明確で確固たる意思をもって具体的な取組みを開始しなければ手遅れになるだろう。このような危機感があるがゆえに、まさに、最後のチャンスを逃さないために、本緊急提言をこの時期に発表するものである。

B. 分析

³ IEA, "The Path to a New Era for Nuclear Energy", January 2025

⁴ 資源エネルギー庁、「GX実現に向けた基本方針～今後10年を見据えたロードマップ～」、2023年2月、https://www.meti.go.jp/press/2022/02/20230210002/20230210002_1.pdf、2025年2月20日最終閲覧

⁵ 資源エネルギー庁、「エネルギー基本計画」、2025年2月、https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20250218_01.pdf、2025年2月20日最終閲覧

1. 脱炭素やエネルギーをめぐる世界の情勢

(1) 概況

ロシアのウクライナ侵攻に加え、中東情勢が緊迫化するに至り、エネルギー供給、とりわけ石油や天然ガス供給の不確実性が世界で高まり、その結果エネルギー政策におけるエネルギー安全保障の重要性が多くの国で改めて認識されている。また、特にパリ協定後多くの国がカーボン・ニュートラルを宣言する等、グローバルな脱炭素の流れは定着しつつある⁶。また、エネルギーの中で電力の占める重要性が高まると同時に情報通信技術の発展により電力需要は増加する見通しである。このような世界の大きな潮流の中、原子力は、電力の安定供給と脱炭素という二つの観点から再度その重要性を高め、改めて注目されている。

(2) 企業の動き

主要な世界企業が自らの企業活動による CO2 排出削減に努めている。加えて SCOPE 3、すなわちサプライチェーンの上下流にある企業が可能な限り炭素を排出しないクリーンな電力を使用するよう、購買契約に組み入れる働きかけを行っている⁷。その顕著な例が GAF A と呼ばれるグローバルな情報通信技術会社である。また、今後さらなる発展が予想される AI やブロックチェーン等のデジタル技術はデータセンター等電力消費が大きいことから、主要情報通信技術会社は、その電源として再生可能エネルギーの開発のみならず、原子力発電開発も積極的に支援している。例えば、グーグルは、小型モジュール炉 (SMR) から電力の供給を受ける計画を発表し、2030 年までに最初の SMR を稼働させるとしている。

今後日本にデータセンター等に代表されるデジタル産業を誘致することを想定するのであれば、将来にわたってクリーンで大容量の電力を安定的に供給できる電源を確保しておく必要がある。日本ではこれまで電力需要が変動せず、むしろ低減傾向にあったが、今後はデータセンター等により増加する電力需要に応じてクリーンで安定的な電力を備える必要がある。

(3) 政治面の動き

米国では、大統領選挙において、トランプ氏が大統領に復帰した。1 月 20 日就任初日に、パリ協定からの離脱を宣言する等の内容を含む一連の大統領令⁸に署名し、バイデン政権が進めてきた気候変動・脱炭素政策を覆す方針を示した。ただ、バイデン政権の下で成立したインフレ抑制法 (IRA) 等の既存の規則と政策の見直しは、議会の審

⁶ Climate Ambition Alliance, “Net Zero 2050”, <https://climateaction.unfccc.int/Initiatives?id=48>, 2025 年 2 月 20 日最終閲覧

⁷ RE100, <https://www.there100.org/>, 2025 年 2 月 20 日最終閲覧

⁸ The White House, “Unleashing American Energy Executive Order,” “Unleashing Alaska’s Extraordinary Potential Executive Order,” “Declaring A National Energy Emergency Executive Order,” January 20, 2025

議が必要であり、場合によって法廷で争われる可能性が高く、今後も注目される。

欧州においては、昨年 7 月 EU 議会選挙が行われ、右派勢力が伸長した。これら右派勢力の中には、欧州「グリーンディール」の厳しい環境規制に反対するものもあり、今後の脱炭素の進展、欧州委員会（EC）での政策立案等にも影響を与える可能性もある。また EU を支えるフランスとドイツでも政権が大きな困難に直面している。

2. 原子力利用をめぐる世界の状況

（1）概況

世界的に原子力利用に対して注目が集まる中、従来型の軽水炉についてみると、主要先進国では、規制強化による建設期間の長期化、コスト上昇等を主因として停滞してはいるものの、英国やフランスをはじめとして新增設の取組は粛々と行われている。また、中国とインドでは従来型の軽水炉は、活況を呈しているといっていよいよ⁹。

小型モジュール炉（SMR）は、米国では GAF A や石油化学等多くのエネルギーを消費する企業が自社用に SMR 利用を検討する動きが広がる気配を見せてはいるものの、基本的には従来型軽水炉と同様、新技術の初期商品化に伴うコストの見通しと規制の不透明性等を背景として、現時点では未だ広がりやを欠いている状況である。

核融合は、原子力の分野で将来に明るい希望を抱かせる技術として、国際協力やベンチャーが増える等世界的に大いに盛り上がりを見せている。将来の事業化に成功するためには技術的基礎の確立と明確な企業戦略等が必要であり、何よりも適切なタイミングで投資が行われることが重要である。しかしながら、当該技術が実用化されるには未だ相当の時間を要するものと考えられる。

（2）英国の原子力政策

2024 年 1 月、保守党スナク政権は、英国がネットゼロを達成するために原子力発電がどのように貢献できるのかといった問題意識の下、Policy Paper “Civil Nuclear Roadmap to 2050”を発表した¹⁰。ここでは、英国の原子力発電について、現在の 6GW から 2050 年に 24GW まで発電能力を拡大するとしている一方で、自国の使用済み燃料に関して、再処理するのではなく直接廃棄処分とする方針に転換するとしている。日本同様、英国においても原子力利用技術や原子力人材の維持確保は大きな課題と認識されており、そのためにも国際協力が必要としている。こういった人材等の制約を踏まえて、国内での再処理や高速炉の自主開発を断念することで脱炭素電源としての原子力発電の建設と運転の拡大に集中しようとしているようにも考えられる。

（3）フランスの原子力政策

⁹ IEA, “The Path to a New Era for Nuclear Energy”, January 2025

¹⁰ Department for Energy Security & Net Zero, “Civil Nuclear: Roadmap to 2050”, January 2024

フランスは福島第一原子力発電所事故後電源構成の多様化を推進し、原子力発電への依存度を下げてきた。しかし、世界情勢の変化によりエネルギーの低炭素化とエネルギー安全保障や経済性の確保の重要性が高まったことを背景に、2022年2月10日、マクロン大統領は「フランス原子力の再興（ルネサンス）」を掲げ、国内に最大14基の原子炉新設の計画を発表し、再度原子力発電拡大へと舵を切った¹¹。

しかしながら、原子力発電事業環境を取り巻く状況は厳しく、原子力事業の中核を担う電気事業者であるフランス電力（EDF）は多額の負債を抱え経営難の状態にあり、同社の再建がフランス原子力産業の再興への重要なステップとなっている。一方、原子力大手のアレバ再編に伴い、現在はウラン鉱石の採掘から核燃料サイクル全体を手掛ける会社となったオラノは、日本を含む複数の国の核燃料の再処理を請け負うだけでなく、米国での濃縮施設建設を検討する等国際的な原子力サプライチェーンにおいて重要な役割を担っている。今後も濃縮や再処理についてさらに重要な拠点となろうとしていることが予想される。

（４）米国の原子力政策

2024年11月、COP29においてバイデン政権は2050年までに米国の原子力発電能力を3倍にするロードマップを示した¹²。これによると、米国は原子力発電所の新設や既存原子力発電所の再稼働、既存施設の改良により今世紀半ばまでに原子力発電容量を200GW増やすとしており、特に、今後10年で新たに35GWを稼働させることを目標としている。トランプ大統領は、選挙運動中にも新型原子炉の建設を呼びかけていたこともあり、こうした積極的な原子力政策が引き継がれる可能性は高いと考えられる。本年1月10日、トランプ大統領就任直前にエネルギー省（DOE）は、“5 Nuclear Energy Stories to Watch in 2025”¹³を発表しSMR、核燃料の国内製造等に言及している。

（５）韓国の原子力政策

2022年7月、尹錫悦（ユン・ソンニョル）政権は、前政権の脱原子力政策から転換し、「新政権のエネルギー政策方向」を閣議決定し、脱炭素やエネルギー安全保障の強化、エネルギー分野での新産業創出を通じた次世代エネルギーシステムの実現をビジョンとして示した。その中で、原子力発電割合の拡大と化石燃料の輸入依存度低減等が目標として設定されている。見合わせていた新ハヌル原発3・4号機の建設再開や、安全性確保を前提とした継続運転を通じて、2030年までに原子力発電所を28基増やす等、原子力発電による発電割合を30%以上に拡大する方針である。

¹¹ Vie-publique.fr, “Déclaration de M. Emmanuel Macron, président de la République, sur la politique de l’énergie, à Belfort le 10 février 2022,” 10 février 2022

¹² The White House, “Safely and Responsibly Expanding U.S. Nuclear Energy: Development Targets and a Framework for Action”, November 2024

¹³ DOE, “5 Nuclear Energy Stories to Watch in 2025”, January 10, 2025

また、原子力発電所の輸出を支援するため、2030年までに10基の輸出を目標とし、さらに輸出用に独自の小型モジュール炉（SMR）の開発を推進している。

3. 原子力利用をめぐる日本の状況

（1）政策

東日本大震災以来停滞している日本の原子力政策だが、近年には少しずつ進展の兆しが見えてきている。2022年2月、「GX実現に向けた基本方針」¹⁴において、既存原子炉の再稼働に加え「次世代革新炉の開発・建設に取り組む」ことが宣言される等、GX推進の中で原子力が主要な柱の一つとして位置づけられた。また、既設原子炉の運転期間の延長についても、2023年5月に「GX脱炭素電源法」¹⁵の成立等既存原子炉を有効活用するための環境が整備されつつある。本年2月発表された第7次エネルギー基本計画においても、原子力への「依存度を可能な限り低減する」との文言への言及がなくなる等、原子力を重視する方向性はGX基本方針と平仄を合わせるものである。一方で、脱炭素とは整合的でない電力・石油等エネルギーに対する補助金は、段階的に廃止の方向は示されているものの、各党の支持も得て継続された。

（2）産業界の関心

クリーンで適切な価格による安定した電力供給は、産業の基礎として必要不可欠である。そういった観点から、日本の産業界から、停止している既存原子力発電所の再稼働を支持する意見は強い¹⁶。また化学や鉄鋼等高温を要する産業からは、次世代革新炉の一つである高温ガス炉を要望する声もある。原子力を活用した創薬等産業界においては発電以外の様々な分野で原子力を広く利用することについて期待もある。

（3）原子力利用の現状

残念ながら既存原子炉の再稼働は順調に進んでいない。このため、電力供給に占める原子力発電の割合は、依然8.5%（2023年度）にとどまっており¹⁷、第6次エネルギー基本計画で示された2030年20～22%を達成するのは非常に厳しい状況にある。また、核燃料サイクルについてはさらに厳しい状況となっている。高レベル放射性廃棄物の

¹⁴ 資源エネルギー庁、「GX実現に向けた基本方針～今後10年を見据えたロードマップ～」、2023年2月、https://www.meti.go.jp/press/2022/02/20230210002/20230210002_1.pdf、2025年2月20日最終閲覧

¹⁵ 内閣官房、「脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律案」、2023年2月28日

¹⁶ NHK、「エネルギー基本計画見直しへ経団連が原発の最大限の活用提言」、2024年11月22日、<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20241122/k10014646921000.html>、2025年2月20日最終閲覧

¹⁷ 資源エネルギー庁、「令和5年度エネルギー需給実績を取りまとめました（速報）」、2024年11月22日、<https://www.meti.go.jp/press/2024/11/20241122001/20241122001.html>、2025年2月20日最終閲覧

処分地については、いくつかの町村首長の勇気ある決断により候補地が出ており、文献調査に着手し取りまとめは行われたものの、未だに概要調査に進むかどうかの決定は行われていない。

岸田前総理の下で表明された大型革新的軽水炉の新規建設についても、建設が終わり運転に至るまでには時間がかかるものと思われる。この点、すでに将来の原子力新設について言及している英国、フランス、米国、韓国等と比較しても、日本の原力利用の動きは遅れていると言わざるを得ない。

（４）危機的事態における原子力利用

ロシアのウクライナ侵攻はあらためて類似の危機が世界の他の地でも起こりうることを想起させた。また、日本が石油資源の 90%以上を依存する中東地域は、依然として紛争や緊張が収まる見通しが立ちにくい状況である¹⁸。台湾有事勃発の蓋然性が高まる中で、化石燃料のサプライチェーンが閉ざされるような場合への対応として、様々なリスクを評価し管理し、その備えを行っておくことは日本の喫緊の課題である。今後再生可能エネルギーの割合が増え主力電源化することは規定路線であるが、日射量や風況等自然状況により発電量が変動する再生可能エネルギーへの依存が高まると、電力システム全体としては、需給のバランス維持が困難となり、脆弱性が増すことが懸念される。また、再生可能エネルギーの割合が高まった状況で危機的事態が発生する場合、現在 7 割を火力発電に依存しその燃料の大半を輸入に依存している日本の社会・経済は、一層脆弱な電力システムに依存することになる。火力発電の中心をなす燃料である天然ガスは、近年ではその調達先も徐々に分散してきているものの、依然として中東からのものが多いことから、台湾有事ともなれば供給が滞ることは明白である。1970 年代のオイルショック以降日本を含め先進国は危機対応として石油備蓄を保有してきたが、エネルギー需要における石油の役割は小さくなっている。一方で、天然ガスについては石油のような備蓄制度はない。このような観点からも、脱炭素電源としてのみならず、危機的事態における自主電源としても原子力の役割は一層大きい。

（５）原子力人材

既に指摘されているとおり、日本の原子力人材の問題は非常に深刻である。福島第一原子力発電所事故後、原子力設計・建設の経験を持つ人材は高齢化し、次世代の原子力人材は枯渇しつつある。設計・建設に長期間を有する原子力発電所は、式年遷宮のごとく数年に一度行うことによってその技術の継承が可能となる。この点において福島事故後、原子炉の輸出も止めてしまった事が悔やまれる。しかし、英国の原子力政

¹⁸ 資源エネルギー庁、「エネルギーを巡る状況について」、2024 年 5 月、
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2024/055/055_004.pdf、
2025 年 2 月 20 日最終閲覧

策の転換においても見られるとおり、原子力人材の枯渇は日本に限った問題ではなく、広く先進国において共通の課題でもある。また、人材の多様化の観点から、OECD の原子力エネルギー政策機関である NEA は、女性の専門人材育成を重点課題の一つとしている¹⁹。日本は技術や危機管理上の経験を活かし国際的な人材の確保や教育においても協力することが可能である。

(6) 処理水と国際関係

福島第一原子力発電所敷地内のタンクに貯蔵されている水の処理と海洋放出については大きな課題であった。2021 年 4 月、政府は、この水から放射性物質を取り除いた処理水を海洋放出する²⁰ことを東京電力に許可し、東京電力は 2023 年、処理水の海洋放出を開始した。この処理水の海洋放出は、国際原子力機関 (IAEA) とも協議の上、放射性物質、特にトリチウムについて、国際保健機関 (WHO) の規準等にも十分適合するレベルであった。しかしながら、近隣諸国から強い反発を受けることとなり、その影響は、日本の海産物に対する輸入禁止等の形で継続している。

日本は政府を含め国全体で慎重に、国際的な基準にも十分適合するレベルで、また、情報開示や説明にも配慮しつつ行ってきた²¹としている。にもかかわらず、日ごろ日本とも良好な関係を維持し、国民レベルでも好意的な関係にある台湾からも強い反発を受けるに至ったことについては残念であり、その理由を検証して今後同様のことが生じないようにしていかなければならない。

【コラム 1】福島第一原子力発電所処理水問題

①2021 年 4 月 13 日に日本政府は、「ALPS(Advanced Liquid Processing System) 処理水」の海洋放出を、東京電力に許可した。2011 年東日本大震災後の福島第一原子力発電所のタンク内に貯蔵されている水から、ALPS という手法により放射性物質を除去し、さらに、海水により 100 倍以上に希釈して海洋放出する計画である。放射性物質を含む水を「汚染水」と呼ぶが、ALPS により放射性物質を除去した水は「ALPS 処理水」と呼び、両者は明確に区別される。ALPS は、国連科学委員会(the United Nations Scientific Committee on the Effects Atomic Radiation)の影響評価手法に基づいて採択された方法である。

¹⁹ NEA, “Roadmaps to New Nuclear 2024: Brief for Ministers and CEOs”, September 2024

²⁰ 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議、「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針」、2021 年 4 月 13 日、https://www.kantei.go.jp/jp/singi/hairo_osensui/dai5/siryou1.pdf、2025 年 2 月 20 日最終閲覧

²¹ METI, “Basic Policy on Handling of the ALPS Treated Water”, 13 April, 2021, https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/pdf/202104_bp_breifing.pdf、2025 年 2 月 20 日最終閲覧

②とくに注目されたのは、ALPS 処理水が含むトリチウムである。排出される ALPS 処理水は、世界保健機関（WHO）が設定する飲料水基準の7分の1のトリチウムを含む。福島第一原子力発電所施設からのトリチウムの年間排出量は、約 2.2trillion Bq である。諸外国の原子力施設が年間に排出するトリチウムの量に比べて、最も少ない量である。たとえば、2021 年、近隣国である中国の Hongyanhe は約 90trillion Bq、韓国の Kori は約 49trillion Bq、台湾の Maanshan は約 35trillion Bq のトリチウムを排出している。

③ALPS 処理水の海洋放出は、日本国内で議論を呼んだのみならず、国際的な非難を受けることにもなった。日本国内での議論は、原爆体験により日本国民が抱く原子力への特別な感情を反映している。しかし、国際法の側面に注目すると、ALPS 処理水の海洋放出は国際義務に適合している。陸からパイプラインを経由して海洋放出するが、日本の海洋放出は、陸地起因の海洋汚染防止に関する国連海洋法条約上の義務を履行している。また、国際原子力機関（IAEA）は、日本が海洋放出を決定した直後、同決定を支持する見解を公表した。事務局長 Rafael Marian Grossi 氏が、日本の海洋放出の方法は、技術的に実施可能であり国際実践に沿っていると述べている。かつ、「福島第一原子力発電所の廃炉活動の持続可能性にとって重要である」と指摘した。陸地起因の放出であるにもかかわらず、それに関係のない、「海洋投棄による海洋汚染」の条約体制において、日本の海洋放出を問題視する諸国も存在する。

④2023 年 4 月より、計画どおりに海洋放出が開始された。日本政府は、影響評価を継続するとともに、諸外国への情報公開や説明も実施している。IAEA による査察をはじめとして、密接な関係も維持している。本提言の執筆時点において、諸外国からの批判はほぼ終息しており、問題視しているのは限られた国だけである。

⑤同海洋放出は、IAEA 事務局長も「福島第一原子力発電所の廃炉活動の持続可能性にとって重要である」として明確に指摘したように、原子力施設の安全な解体のためにも、必要で適切な方法である。福島第一原子力発電所施設における貯蔵タンクの汚染水が、貯蔵量の上限に達する可能性もあり、それは、原子力施設の安全な解体を妨げる。だから、このタイミングで、安全な方法で ALPS 処理水を放出することが不可欠であった。

4. 資金調達に関する環境の変化と課題

（1）電力会社の収益性低下

従来電力会社の資金調達については、電力会社自らがその収益力を背景として行ってきたが、2011 年の福島第一原子力発電所事故以降電力会社の収益性は、次のような要因で著しく低下している。

①安全対策費用の増大

電力会社の設備投資をめぐる環境についてみると、津波、地震、火山、火災、テロ、複合要因による過酷事故に対する安全対策の強化、すなわち、追加的な対策が求められている。

②電力自由化による総括原価方式の廃止

2000年3月から段階的に電力自由化が行われてきたが、2016年には一般家庭や商店や小規模事務所等低圧市場に拡大された。これにより電力市場は全面的に自由競争市場となり、同時に従来電力会社に十分な設備投資を可能としてきた総括原価方式による電力価格の設定は撤廃された。すなわち、電力会社は従来のように電力売電価格の設定によるコストの回収を担保されてはならず、より効率的を重視した経営を目指すこととなり、その結果、新規設備投資についても慎重にならざるを得なくなった²²。

③原子力発電所の停止による火力発電所への依存

福島第一原子力発電所事故により全電力会社の原子力発電所が停止し、火力発電の焼き増しが必要となったことで燃料費が嵩むこととなった。

(2) 電力会社の資金調達

福島第一原子力発電所事故以前、電力会社の設備投資は電力会社が発行する電力債を原資としていた。電力債は、高度成長期の旺盛な電力需要を背景とし、主に発電所建設のために発行される低金利の長期社債であったが、この電力債には、「一般担保付」という特徴があった。これは、電力会社の「すべての資産を担保とする」もので、債権者は債務者である電力会社が債務不履行となる場合には、電力会社のもつすべての資産から債権回収を行うことが可能であった。言い換えれば、電力債の債権者は債権回収時には非常に強い立場を持っていたのである。

電力自由化に伴って行われた発送電分離をめぐり、この「一般担保」の取扱いが課題となった。すなわち、社債発行会社（主に電力持ち株会社）と担保となる資産を保有する事業会社（発電会社あるいは送配電会社）が分離され、いわば一般担保が空洞化した。また、この担保があるために電力債保有者が優先的に資金を回収することとなり、原子力発電所事故が起きた場合に被害者への賠償の妨げになるのではないかとの懸念も生じた。これらのことから政府は、2020年4月1日を持って電力債の一般担保を廃止し、5年間に限り一般担保付社債の発行が可能となる経過措置が設けられた²³。

【コラム2】資金調達に関する原子力事業特有の課題

原子力発電所は、計画から運転（運転期間だけでも最長60年）、廃炉や放射性廃棄物の処分等バックエンドの対応までいれると非常に長期のプロジェクトである。ま

²² 資源エネルギー庁、「電気料金設定の仕組み」、

https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/fee/structure/pricing/、2025年2月20日最終閲覧

²³ 内閣官房、「電気事業法等の一部を改正する等の法律案」、2020年3月

た、資金面についていえば、長期間に亘る建設期間とそれに伴う建設コストに加えて、安全基準等規制が改正されればその対応のためのコストがかかる等様々な投資が必要となる。したがって、このように長期にわたる期間について、市場環境の変化や電力会社の状況等を踏まえ、コスト総額や回収見通しを一定の蓋然性のもとに見通すことは極めて困難である。同時に、使用済み燃料の再処理、高レベル放射線廃棄物の処理処分や廃炉等バックエンドについては、そのための体制や技術が十分には確立されておらず未だ不確実な部分が多い。さらに、電力会社の収入はあくまでも電気という商品の市場価格を前提とするものであり、上記に揚げたような原子力事業特有の事業リスクが電力価格設定の際に反映されるわけではない。

このように原子力利用には事業に固有の課題があり、結果として事業の予測が非常に困難である。つまり、電力自由化の下での市場と原子力発電の新增設は決して相性が良いとは言い難い。一方で、長い建設期間とこれに伴うコストならびにリスクが周到に回避できれば、いったん運転開始を迎えた原子力発電は、安全確保さえできれば、運転期間が長いため、運転コストは低く、電力会社の収益性にも寄与するだけでなく、消費者・需要家への価格負担も比較的低い。

C. 考察

1. 基本的考え方

(1) 国家意思とエネルギー・原子力利用戦略

世界では、運転開始までの時間が長期化し、規制の不透明性等とも相まってコストが高騰しているため総じて原子力利用への新規投資が必ずしも順調ではないが、明確な国家戦略と一定の国民の支持がある英国とフランスにおいては原子力発電所の新設が進んでいる。例えば、英国においては脱炭素の流れの中で原子力利用の必要性を明確に位置付けたうえで、関連する資源を原子力発電に集中し、同時に積極的な国際協力を進めることでコストの課題を乗り越えようとしていると考えられる。また、フランスにおいては、脱炭素とウクライナ戦争を踏まえて、豊富な原子力発電所の建設運営経験を基礎に、可能な限りの標準化を行うことで、コストの課題を克服しようとしている。また、原子力利用に非常に積極的な中国とインドは、明確な国家意思でこれらの課題を乗り切っており、特に中国においてはコストも低くなっている²⁴。

先述のような原子力利用の特性や原子力利用をめぐる環境変化を踏まえ、原子力利用を積極的にまた円滑に進めている他国の例を参考にすれば、日本で原子力利用を今後も継続するためには、

①コストを可能な限り低減し、原子力利用にできるだけ円滑に投資がなされるような

²⁴ IEA, “The Path to a New Era for Nuclear Energy”, January 2025

制度や環境を整備するための努力を加速し不断に継続するとともに、

②原子力利用を明確な国家戦略として位置づけ、安全保障や平和外交等の国家としての活動において原子力利用に独自の価値があることを国家意思として鮮明にするといった2点が特に必要である。

(2) 政治の関与とリーダーシップ

日本が原子爆弾による世界で唯一の被爆国であること、福島第一原子力発電所事故という未曾有の大事故を経験したこと、また従前と比べ国全体の資源が限られてきていること、さらに、本来原子力利用が、特にバックエンド対策も含めれば非常に長期間影響を及ぼすことから、今後原子力発電所の新設を含め将来の原子力利用を進めるためには、政治の明確なリーダーシップの下で、政治による関与と意思が断固たる形で示されなければならない。特に、原子力利用が非常に長期間にわたることを勘案すると、例えばコストが高く、市場原理だけに任せていては十分な投資が得られないといったような困難な時期が必ず訪れるが、このような時こそ高レベル放射性廃棄物の処理処分も含め政策や対策をやりきる覚悟が必要である。

また、このような国家意思の前提としては、当然ながら政治により示された方針に対して国民の幅広い理解と支持が不可欠である。こういった政治による関与と意思の表明は、個別の政策を推進しつつ、国民とコミュニケーションをとり、国民と議論する中で醸成される必要がある。

(3) 2050年カーボン・ニュートラルに向けて

当面は、「GX実現に向けた基本方針」や第7次エネルギー基本計画にあるとおり、電力需要を満たし、脱炭素を進めるためにも、原子力利用について安全を確保したうえで、再稼働と運転期間の延長を進め、同時に革新的大型軽水炉の建設等を推進すべきである。政府が表明した政策を着実に進めることで、原子力政策に対する信頼と将来に対する明確な見通しを国民や経済界に示すことが重要だ。しかし、それだけでは十分ではない。何よりも、政府から原子力利用について情報が積極的に発信されると同時に、政治の場でも、透明性のある形で、大いに原子力政策が議論されなければならない。

(4) 2050年を超えて

2050年を超えてさらに長期の課題として、高レベル放射性廃棄物の処分の問題がある。この高レベル放射性廃棄物は将来地層処分されるか、数十万年にわたり人間の生活環境から隔離する必要がある。高レベル放射性廃棄物の処分に関しては、いくつか動きはあるものの、文献調査から次の段階に進めておらず、その結果最終処分場が決まっていない状況が続いている。この問題については、仮に今原子力利用を停止したとしても、将来の国民の負担となって残っていくものであり、今まさに対応を加速していくべき課題である。このため、考えられるあらゆる選択肢について検討を加速すべき

であるが、その有力な一つが乾式再処理や金属燃料サイクルだ。これは米国アルゴンヌ国立研究所が提案した高速炉燃料としてスラグ状の金属燃料を用い、高温冶金法の一つである乾式再処理法により、使用済み燃料のプルトニウムとマイナーアクチニドを同時に回収することで、核不拡散性とコスト低減を同時に実現するものである²⁵。ここでは、既に高レベル放射性廃棄物の処分を数十万年から 300 年の問題にすることに成功している。乾式再処理法は、福島第一原子力発電所事故で破損した燃料である燃料デブリを処理できる可能性のある技術でもある。こういった乾式再処理・金属燃料サイクルも含め、高レベル放射性廃棄物の処分の問題について、今こそ過去とは非連続の形で対応を加速しなければならない。また、米国アルゴンヌ国立研究所で研究している統合型高速炉（IFR）は、いわば高レベル放射性廃棄物処理機能が付随した原子力発電でもあり、世界でも商業化の前例がないものである。こういった原子力分野で次世代に向けたイノベーションを、世界唯一の被爆国であり、かつ、福島を事故を経験した日本がリードすることも意味がある。

【コラム 3】統合型原子炉

金属燃料高速炉と乾式再処理が一体化となったプラントは、米国 Argonne 国立研究所が提案したもので、経済性と核不拡散性が高く、統合型原子炉（Integral Fast Reactor：IFR）と呼ばれている。高速炉では、燃料としてスラグ状の金属燃料を用いる。乾式再処理では、使用済み燃料を高温冶金法の一つである電気分解法の陽極で溶解した後、多量にあるウランをまず低炭素鋼製の固体陰極を用いて回収する。次に陰極を液体カドミウム陰極に交換することで、マイナーアクチニドをプルトニウムと同時に回収することができる。

この技術の特長はいくつか挙げられる。まず、プルトニウムを純粋な形で回収できないことから爆弾製造が困難で、核不拡散性が高い。次に、使用済み燃料から半減期が長く放射線の高いマイナーアクチニドを回収することにより、高レベル放射性廃棄物の処分のための貯蔵期間を十万年から 300 年程度に短縮できる。第三に、熱中性子では反応しないマイナーアクチニドは、高速中性子を用いることで核変換できることから燃料として利用できる。第四に、熔融塩の入った電解槽の 1 つだけで使用済み燃料の溶解、核分裂生成物の分離、ウランとプルトニウムを分けて回収できることからコスト低減が期待できる。

また、乾式再処理技術は、福島第一発電所事故で原子炉に溜まっている燃料デブリの処理に利用できる可能性がある。燃料デブリは、ウランやプルトニウムに加えマイナーアクチニドと被覆管の材料のジルコニウム等が混ざった複合酸化物である。前処理法として熔融塩電解法を用いて金属に還元することで、乾式再処理技術が適用できると想定さ

²⁵ Charles E. Till and Yoon IL Chang, “Plentiful Energy”, 2011

れる。既にスリーマイル島事故の模擬デブリを用いた試験では、ピューレックス法の沸騰硝酸で溶解しなかったが、熔融塩電解法では溶解したとの試験結果²⁶が得られている。

2. 提言

2022 年の中間提言では、高レベル放射性廃棄物処理、核不拡散への貢献及びリスクミニマムをポスト大型軽水炉時代の持続可能なものとするための 3 条件として提案した²⁷。その後、脱炭素や電力需要等との関係で、原子力利用の重要性が一層高まる中、日本国内の原子力人材に対する危機感等を踏まえれば、特に高レベル放射性廃棄物の処分の重要性と緊急性が高まっていることは先述のとおりである。以下では、この 3 条件に加えて新しい状況の下で日本の原子力利用が意味のある形で進んでいくために必要な課題と対応の方向性を提言する。

(1) 「原子力ビジョン」

電力や原子力利用の位置づけや環境が従前と異なる中、「GX に向けた基本方針」や第 7 次エネルギー基本計画だけではなく、今後原子力のライフサイクル全体を見据え、原子力を中心に据えた国家としての「原子力ビジョン」が今こそ必要である。このような「原子力ビジョン」を国全体で議論し検討する過程は、政治の明確なリーダーシップを示し政治による関与と意思を醸成する絶好の機会であり、国が覚悟をもって長期間にわたるビジョンを示すことで、原子力のサプライチェーンの維持・発展やひいてはコストに対しても好環境が醸成されることが期待される。「原子力ビジョンは」、原子力政策に関する情報を十分に開示し、透明性を確保したうえで、発電から核燃料サイクル、特にバックエンドといった幅広い原子力の専門家の意見を基礎に、社会における多くの関係者の意見を踏まえて、従来とは異なる開かれたプロセスで議論し意見集約されなければならない。「原子力ビジョン」には、原子力発電のみならず、放射性廃棄物の処分の方針等を含めた核燃料サイクル全体を視野に入れることが重要だ。同時に、世界情勢、特にアジア・近隣諸国をめぐる緊張した情勢等をしっかり見据え、危機的状況が日本のエネルギー政策全体に与える影響を想定し・分析したうえで原

²⁶ 鷲谷、「デブリの化学的特性と各種再処理技術の適用可能性検討・デブリ特性の把握と処理方策の検討」原子力学会「2012 年春の年会」企画セッション「次世代再処理技術」研究専門委員会報告「次世代再処理技術から見たデブリ処理の技術的課題」, 2012 年

²⁷ キヤノングローバル戦略研究所、「次世代原子力をめぐる研究会」中間提言、「日本の原子力を再生するために」、2022 年 10 月、
https://cigs.canon/uploads/2022/11/To_Revive_Japan%27s_Nuclear_Power_Plant_Yoshikawa_202210.pdf
f、2025 年 2 月 20 日最終閲覧

子力利用のあり方を検討しなければならない。こうして、国民だけでなく、産業界、地方等国内関係者や国際協力の相手方を含む政府、産業界等に日本の将来展望と決意を示す必要がある。

(2) 放射性廃棄物・廃炉と高速炉

従来の大型軽水炉に伴う安全性の問題や使用済核燃料に含まれる高レベル放射線廃棄物の処理処分、また、経済性の課題等を考慮すれば、これらの課題を解決する高速炉への転換は急務と言える。実際、ロシアや中国においては、高速炉の開発は西側諸国に先んじている²⁸。こういった状況を踏まえれば、日本は英国、フランス、米国、韓国等との国際協力体制を築き、開発や実用化に伴う時間・コスト・人材の重複を避けつつ、次世代高速炉の実用化に向けた国際協力の体制も構築していくべきである。福島第一原子力発電所事故への対応の経験等日本特有の知見等を生かしつつ、次世代に向けた原子力の国際連携を設計・検討し、西側諸国全体の持続可能な原子力産業モデルを構築することが求められる。

乾式再処理・高速炉サイクルに関する具体的な取り組みとして、米国アイダホ国立研究所（INL）と協力し、米国で保管しているスリーマイル島原子力発電所（TMI）事故で発生したデブリを用いた乾式再処理法の試験を、日米に加え乾式再処理の実証研究を行ってきた韓国を含めた3カ国共同で実施することが必要である。軽水炉・ピューレックス法による再処理という従来の方式に対して、日米韓で異なる方式の開発をリードすることは、原子力平和利用を一層推進することにつながる。特に日本は従来国際的な原子力平和利用のモデルを示してきたことから、日本との共同実施は意味のあることとなろう。実際に福島第一原子力発電所事故の燃料デブリを用いた試験をするためにはかなり時間がかかるので、その前に同事故の際に原子炉建屋の燃料プールに保管されていたが海水をかぶったため六ヶ所村再処理工場では処理できない使用済み燃料を、乾式再処理の溶融塩電解法により処理する試験を実施する。この試験により、溶融塩電解還元法により金属に転換された使用済み燃料のウラン、プルトニウムおよびマイナーアクチニドは、まず、低炭素鋼製の固体陰極で大部分のウランを析出回収した後、液体カドミウム陰極でウラン、プルトニウムがマイナーアクチニドと同時に析出できることを実燃料で実証する。これにより、福島第一原子力発電所事故の燃料デブリを乾式再処理法で処理し、金属燃料高速炉サイクルにつなげるための新たな一歩となる。

(3) 国際協力

世界的に原子力利用を支える人材をはじめ原子力利用のための資源は限られている状況にある。原子力利用をめぐる様々な分野で国際協力を行うのは緊急の課題である。

²⁸ IEA, “The Path to a New Era for Nuclear Energy”, January 2025

また、特に同様の課題に直面し、同時に基本的な価値を共有する主要国間で国との間でサプライチェーンを共同して構築し維持していくことも今後ますます必要性が高まっていく。こういった観点を踏まえて国際協力を進めていく必要がある。

一方、国際協力を日本にとって有意義な形で行うためには、全面的に他国に依存するのではなく、原子力利用に関する日本の現状や将来展望を踏まえた国家間の戦略的交渉も求められる。統合型高速炉 IFR(Integral Fast Reactor)の開発に伴う米国アルゴンヌ国立研究所との協力、高温ガス炉の実用化に伴う英国ナショナル・ニュークリア・ラボラトリー (NNL) との協力²⁹、SMR の開発に伴う韓国原子力研究所 (KAERI) との協調、ウラン燃料の濃縮や使用済み燃料の再処理に伴うフランスや米国との協力等を最大限活用し、西側諸国の原子力サプライチェーンを再構築するとともに、日本としてその中の重要な一角を占める存在となるような戦略を持って臨むことが求められる。

(4) 円滑な金融

原子力利用に関する規制の強化や建設期間の延長等といった事業者には予見が困難なリスクがあることは先述のとおりであるが、これらのリスクへの対応として、資金調達の多様化や国として一定のリスクを負うことも検討の余地がある。金融機関による電力会社への貸付（いわゆるコーポレート・ファイナンス）だけでなく、プロジェクト・ファイナンス（特定のプロジェクトに対するファイナンス償還原資をプロジェクトのキャッシュフローに限定するスキーム）の活用により金融機関以外の資金源を導入することが必要だ。また、国が関与する財務補助策の海外事例としては、英国等が導入している CfD (Contract for Difference, 差金決済) や RAB (Regulated Asset Base) がある³⁰。コロナ禍やロシアのウクライナ侵攻等に伴う建設期間の長期化や部材、燃料、人件費の高騰に伴う建設コストの高騰を経て、欧州では、国が一時的に建設リスクを取るスキームが見受けられる。発電所の完工間近になり建設コストが低減する段階で

²⁹ JAEA, “Memorandum of co-operation between Japan Atomic Energy Agency and National Nuclear Laboratory limited in the field of High Temperature Gas-cooled reactor technologies,” <https://www.jaea.go.jp/02/press2023/p23090701/att1.pdf>, 2025 年 2 月 20 日最終閲覧

³⁰ これらはどちらも事業者のコスト・投資回収を一定程度担保するもので、CfD は事業者の投資リスクを減らすことを目的に運転開始からの期間を設定して（例えば 20 年間等）対象となる電源の固定価格「ストライク・プライス」と市場価格の間の変動する差額を政府が補填するもので、これにより事業者の投資回収は売電開始から数年間は担保される。しかし、CfD スキームは運転開始後に売電を開始した資産にしか適用されず、金融機関等資金の出し手は 20 年にもなる可能性がある建設期間中はまったく回収できないという欠点があったが、これを解消すべく設計されたのが RAB (規制資産ベース、Regulated Asset Base) である。CfD が運転開始後にしか適用されないのに対し、RAB は建設期間中から一定の金額の回収が可能となる。その仕組みは、規制当局が認可した投資分の回収を、電力の利用者が支払う規制料金を通じて行うというもので、CfD が原子力発電所の運転開始後にしか適用されないのに対し、RAB は建設期間中からコストの一部回収が可能になる。特に RAB は金融機関にとっても建設時から返済が行われるため、バンカビリティの向上には効果的と言える。

民間投資を呼び込む手法である。おそらく日本でも新增設の際に民間資金を呼び込むためには、建設リスクから民間投資を回避させる方策が必要となるとも考えられる。既に長期間の商用運転の実績がある軽水炉に対して、高速炉、高温ガス炉、SMR等の次世代原子炉については、現在開発途上であり、このような次世代原子炉に対して金融を付与するのは大変困難である。この様な実績のない、しかし将来の新たな技術に対する金融の一部として、近年海外の原子力利用やエネルギートランジションに伴う新技術を用いた施設の建設や運転に対する保険は、実用化実績に乏しい施設の建設等に対する金融を円滑化するものとして重要な役割を担うものとなろう。

高温ガス炉やナトリウム小型高速炉等を含むSMRについては、さらに異なる課題がある。大型炉が社会インフラとして広く地域の産業や居住者に電力を供給する一方で、多くのSMRは社会インフラというよりも、オフ・グリッドの脱炭素電源として特定の企業や工場あるいは産業クラスターに対しクリーン電力と熱また熱をつかった水素等を提供するといった活用方法が想定される。したがって、オフテイカー（電力会社）である企業がオペレーターである電力会社と長期の売電契約を締結し、これを担保とした資金調達を行うか、オフテイカーが直接投資を行うか、といったスキームを検討する必要がある。また、フィンランドで活用されているマンカラ方式³¹では、電力を大量消費する企業がコンソーシウムの出資者となり、当該コンソーシウムが原子力発電所建設に出資するとともに、金融機関も政府保証を得て直接融資を行い、発電所を建設、運転開始後に発電される電力はコンソーシウムの出資者が購入する権利を持つ。この方法は特定の大量電力消費を行う需要家に限定して発電する施設を想定する場合に一考に値すると考えられる。いずれの場合においても、実績のない新技術への投資であり、当初数年間は投資リターンを得ることが難しい場合には、今後日本でも立ち上がることが予想されているカーボンクレジットの活用も考慮すべきである。

（5）国民参加と双方向コミュニケーション

中間提言においても、3つの条件のための「環境整備」として述べたが、あらためて提言の一つとして加えたい。すなわち、欧州等諸外国で見られるように、エネルギー・温暖化問題は本来市民生活、経済活動等とも密接に関連する重要な課題である。再生可能エネルギーが急速に普及し、電源・エネルギー源の「分散化」が注目される中、エネルギー政策・温暖化政策の企画立案、実施の各段階で、議論に立地地域の市民の参加が確保されなければならない。またそのためにも、政策過程の透明性を増し、国は地方市民との間で双方向のコミュニケーションに努めなければならない。同時に、国は、考えられるリスクについても、科学的で客観的な根拠に基づく説明を粘り強く貫くことを忘れてはならない。

³¹ Borenius, “What is the Mankala model found in Finnish power production?”, October 17, 2022

国民の原子力政策の立案・決定への参加は、原子力政策の基盤をより強固なものとする。こういった実効性のある国民参加を確保するためにも、国民の原子力利用に関するリテラシーの向上に国も関心を払い、機会を提供するようにしなければならない。

3. 最後に

先に政治の意思・戦略の必要性を述べたが、政治の意思の形成が困難であれば、これまで述べてきたような原子力利用をめぐる諸環境の変化を踏まえ、さらに時間の制約を勘案すれば、従来の政策を継続して原子力利用を進めるよりは、むしろ「次善の策」を選択すべきである。すなわち、従来の政策を大転換して、原子力人材が国内にあるうちにこれまでの原子力利用を再稼働等既存原子力発電の活用と後始末、すなわち廃炉、福島デブリ処理や使用済み核燃料の管理・処理処分の課題、特に高レベル放射性廃棄物の処分に集中すべきである。

明確な国家としての意思なく原子力利用を進める場合、原子力利用が予測ほど進まず、放射性廃棄物の最終処分場も決まらず、その間に国内の原子力サプライチェーンの維持が困難となり、原子力人材も先細ってくるのが懸念される。残念ながら、これがこれまでの傾向である。本来原子力利用は非常に長期の課題であり、金額も大きく、産学官を巻き込む重要な国家プロジェクトであるが、一方で、日本の現状は原子力利用に黎明期から拡大期に経験した「勢い」よりも「成熟」が支配している。財政も非常に厳しく、国際社会での地位もかつてほどではない。このような状況で、政治の意思や明確なリーダーシップが発揮されない中で原子力利用について多くを同時に追求すること自身が大きなリスクだと考えるからである。

(以上)