

1F 廃炉の先研究会

「1F 廃炉の完了 2051 年」の見直しに関する提言

目次

要約

1. 本提言の背景と目的3
2. 「1F 廃炉の完了 2051 年」問題とは何か？3
3. 「1F 廃炉の完了 2051 年」はどのように決められたのか？4
4. 「1F 廃炉の完了 2051 年」の見直しはなぜ必要なのか？5
5. 「1F 廃炉の完了 2051 年」の見直しはなぜ難しいのか？6
6. 「1F 廃炉の完了 2051 年」の見直しをどのようにするのか？7
 - 6.1 中間ステート(中間目標)について考える
 - 6.2 中間ステート(中間目標)の条件:1F 廃炉の 3 大リスクの安定的管理
 - (1) 燃料プールからの使用済み燃料の取り出し
 - (2) 燃料デブリの取り出し:どこから、どれだけ燃料デブリを取り出すのか？
 - (3) 廃棄物の安定的管理
7. 誰が、どのように中間ステート(中間目標)を決めるのか？10

早稲田大学ふくしま浜通り未来創造リサーチセンター

2026 年 3 月 11 日

要約

本提言は、国や東京電力が頑なに堅持する「1F廃炉の完了 2051年」という問題の本質とその見直しの必要性や見直しの方法論などについて広く社会へ提言するものである。

「1F廃炉の完了 2051年」は、国と東京電力が2011年12月に策定した中長期ロードマップで定められた。その根拠は、米国スリーマイル・アイランド原発 2号機（TMI-2）事故の廃炉事業で行われた水を張って燃料デブリを取り出すことが、東京電力福島第一原子力発電所（以下、1F）でも可能であると想定したものであった。しかし現在では、1Fで水を張って燃料デブリを取り出すことが不可能であることは明白であり、早急に「1F廃炉の完了 2051年」の見直しが必要である。

国や東京電力は「1F廃炉の完了 2051年」の旗を下ろすと同時に、2051年廃炉完了に替わる別の廃炉目標の旗を掲げなければならないが、廃炉完了までの見通しは困難であり、現在の1F廃炉ガバナンスでは各主体の責任や役割が明確ではなく、見直しは難しい。難しいからといって見直しをしないと、ずるずると2051年が近づき、追い込まれて「1F廃炉の完了 2051年」は無理でしたとなる。そうすると、国・NDF（原子力損害賠償・廃炉等支援機構）・東京電力は決定的に社会的信頼や社会的支持を失う。

「1F廃炉の完了 2051年」を見直すためには、TMI-2の“Post-defueling Monitored Stage”（中間ステートに相当）を参考にして、1Fの中間ステート（中間目標）を設定することが必要である。1Fの中間ステートは、1Fの3大リスク（使用済み燃料、燃料デブリ、放射性廃棄物）を適切に安定的に管理できる状態として定義することが可能である。

中間ステート到達のために、3大リスクの中でも、特に燃料デブリをどこから、どれだけ取り出すのかを、科学的合理性と社会的合理性の観点から検討し、例えば、5割（440トン）から8割（704トン）の幅で燃料デブリの取り出し量を比較し、幾つかの選択肢（政策オプション）を考えると柔軟なアプローチが重要である。

選択肢をめぐる社会的熟議には、1F地域塾のような自主的な科学と政治と社会の協働による対話の場＝学びの場の形成と同時に、法制度や行政制度に基づくフォーマルな制度としての対話の場＝学びの場の創造が重要である。

1. 本提言の背景と目的

東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所の事故から 15 年を迎えた。2011 年 3 月 11 日の東日本大震災と福島原発事故の重要な教訓は想定外への対応と安全神話からの脱却の必要性である。これらの教訓は、真摯に現実を直視し、科学と政治と社会が協働し、科学的合理性と社会的合理性に基づき、原子力政策を形成することを日本社会に要請している(松岡他, 2022)。

福島第一原子力発電所(以下、1F)は、人類史に類のない 4 つの原子炉や建屋などが連鎖的に過酷事故を起こし、広範囲な放射能汚染と最大 16 万 5 千人の避難者をうみだした。事故発生から 15 年が経つが、約 880 トンと推定されている 1 号機、2 号機、3 号機の燃料デブリの本格取り出しは、当初の予定から大幅に遅れ、2037 年以降とされている。

2024 年と 2025 年に行われた 2 号機からの 2 回の燃料デブリの試験的取り出しで採取されたのは、約 0.9 グラムにすぎない。2037 年以降に燃料デブリの本格取り出しが行われる予定の 3 号機からの試験的取り出しは未だ行われていない。

今やほとんどの原子力分野の専門家は、2051 年の 1F 廃炉完了は無理だと考えている。にも関わらず、国と東京電力は、2011 年 12 月に策定した 1F 廃炉(廃止措置)の完了を 2051 年までに行うという目標を堅持している。

私たち「1F 廃炉の先研究会」*は、2019 年 7 月の研究会設置以来、各界の専門家や福島の方々と交えた 1F 廃炉政策に関する研究会を 41 回開催してきた。2020 年 5 月には、『1F 廃炉の先研究会・中間報告』を公表し、技術的側面と社会的側面の統合的検討の必要性や「社会(地域)のなかの廃炉」アプローチの重要性を指摘した。

また、2022 年 7 月には、「早稲田大学ふくしま浜通り未来創造リサーチセンター」*と福島県立ふたば未来学園中学校・高等学校が協力協定を締結し、中学生・高校生や地域社会、NPO・地域組織、国や地方行政、大学・研究機関などの多様な人々による 1F 廃炉の先を考える対話の場(Place of Dialogue)＝学びの場(Learning Community)として「1F 地域塾」*を設置し、1F 廃炉の多様な将来像について議論してきた。

本提言は、私たち 1F 廃炉の先研究会が実践してきた科学と政治と社会の協働による対話の場＝学びの場の経験と知識を踏まえ、国や東京電力が頑なに堅持する「1F 廃炉の完了 2051 年」という問題の本質とその見直しの必要性や見直しの方法論などについて、国や東京電力などの関係機関をはじめ広く社会へ提言するものである。

*1F 廃炉の先研究会、早稲田大学ふくしま浜通り未来創造リサーチセンター、1F 地域塾の活動については、以下の Web サイトを参照されたい。1F 廃炉の先研究会は、早稲田大学をベースとした独立した研究会であり、1F 廃炉政策の調査研究を通じて広く社会に貢献したいと考えている。

<https://prj-matsuoka311.w.waseda.jp/research/hironoRC>

2. 「1F 廃炉の完了 2051 年」問題とは何か？

2011 年 12 月 21 日、原子力災害対策本部および政府・東京電力中長期対策会議は、『東京電力(株)福島第一原子力発電所 1~4 号機の廃止措置に向けた中長期ロードマップ』(以下、中長期ロードマップ)を策定した。この中長期ロードマップには、「1F 廃炉の完了 2051 年」に関する記述が複数箇所が存在する(一部略・一部追記、引用文については以下同)。

冒頭の p.1 では、「中長期の取組に関しては、本年(2011 年)8 月に原子力委員会に設置さ

れた東京電力（株）福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会において、技術課題、研究開発項目が整理されるとともに、『燃料デブリ取り出し開始までの期間は10年以内を目標。廃止措置がすべて終了するまでは30年以上の期間を要するものと推定される』との整理がなされている」とされているのに対し、p.8では「1～4号機の原子炉施設解体の終了時期としてステップ2完了から30～40年後を目標とする」とあり、「40年」が明示されている。

ここで「ステップ2完了」とは、1Fの1号機、2号機、3号機が冷温停止状態（原子炉内の水の温度が100℃未満の安定した状態）に達した2011年12月17日（当時の野田佳彦・総理大臣の事故収束宣言）を意味する。

2011年12月21日に策定された最初の中長期ロードマップは、1F「1～4号機の原子炉施設解体の終了時期としてステップ2完了から30～40年後を目標」として掲げたことから、2011年12月から40年後の2051年が1F廃炉の完了年と言われるようになった。

2011年12月21日に策定された中長期ロードマップは、2019年12月27日に第5回改定版が策定されている。しかし、廃止措置終了（本提言では、廃炉完了と同義として使用）まで30年から40年後という1F廃炉政策の目標は一貫して堅持され、2019年の中長期ロードマップ（第5回改定版）p.12でも、「第2期終了～廃止措置終了まで（目標はステップ2完了から30～40年後）」とされている。

3. 「1F 廃炉の完了 2051 年」はどのように決められたのか？

2011年12月21日に経済産業省本館で開催された政府・東京電力中長期対策会議・第1回会合において決定された中長期ロードマップ（初版）には、上述の p.1の記載に続き、「11月9日には、枝野経済産業大臣および細野原発事故収束・再発防止担当大臣より、廃止措置等に向けた中長期ロードマップの策定等についての指示（両大臣指示）が、東京電力、資源エネルギー庁、原子力安全・保安院に出された」とされている。

さらに p.5では「本ロードマップは、本年12月7日の原子力委員会専門部会報告書、並びに11月9日の両大臣指示を踏まえ、米国TMI-2（1979年のスリーマイル・アイランド原発2号機事故）の事故収束例など現時点における知見を基に東京電力、資源エネルギー庁、原子力安全・保安院の3者が協同にて策定したものである」、「第3期：第2期終了～廃止措置終了まで（目標は30～40年後）・燃料デブリ取り出しから廃止措置終了までの実行期間」との記載がある。

また、2011年12月7日の原子力委員会専門部会・報告書（東京電力（株）福島第一原子力発電所における中長期措置に関する検討結果）（以下、原子力委員会専門部会）では、以下のようなTMI-2の廃炉、特に燃料デブリ取り出しに関する詳しい記述がある。

「TMI-2クリーンアップ活動の場合、RPV（圧力容器）を水で満たすこと（水張り）が支障なく実施できたのに対し、1号機から3号機においては、タービン建屋に高濃度の汚染水が確認されていることから燃料を冷却した水はPCV（格納容器）から原子炉建屋底部、さらにはタービン建屋に漏れいしていると推測されており、水張りには非常な困難が予想される。

この漏れいしている汚染水の止水やPCV（格納容器）への水張りなどに向けて今後研究開発を進めることとしているが、万一水張りができない場合には、燃料デブリからの非常に強い放射線をどのように制限するかなどの研究開発が必要になる。そこで、現在有力な方法であるとして推進している方法の実施が困難とわかった場合には計画を変更しなければならない

ことにも十分配慮し、研究開発段階から代替方策についても並行して検討・準備することが重要である」（原子力委員会専門部会, 2011, p.10）。

この2011年12月7日の原子力委員会専門部会・報告書の p. 10の「TMI-2においては事故発生から約 6.5年後に燃料デブリの取り出しを開始し、取り出しの終了が約11年後であったことを踏まえれば、福島第一原子力発電所事故がTMI-2事故よりも厳しい状況であることから、燃料デブリの取り出しを終えるまでには、さらに長期間を要することが予測される」ことを唯一の根拠として、2011年12月21日の中長期ロードマップ・初版の「廃止措置終了まで（目標は30～40年後）」となったと推察される。

ただし、「廃止措置がすべて終了するまでは30年以上の期間を要するものと推定される」という専門部会の認識が、中長期ロードマップで「廃止措置終了まで（目標は30～40年後）」に変更された経緯について説明した資料はない。

ちなみに、1979年3月28日に発生したTMI-2事故の廃炉事業は、1993年12月28日にNRC（米国・原子力規制委員会）が“Post-defueling Monitored Stage”への移行を認可し、事故から14年で本提言における中間ステート（中間目標）に到達したと言える。しかし、現在もTMI-2の廃炉は完了していない。

4. 「1F廃炉の完了 2051年」の見直しはなぜ必要なのか？

2011年12月7日の原子力委員会専門部会・報告書は、TMI-2（米国スリーマイル・アイランド原発 2号機事故）のように、1Fの燃料デブリ取り出しにおいても「水張りで作業が出来る」ことが前提で議論がされ、「万一水張りができない場合には」「現在有力な方法であるとして推進している方法の実施が困難とわかった場合には計画を変更しなければならない」ことが明確に述べられている。

1号機、2号機、3号機の全ての圧力容器や格納容器が破損し、破損箇所の特定制や修復が不可能である1Fでは、TMI-2における「水を張って燃料デブリを取り出す」ことが不可能なことは、今や明白である。だとすれば、すみやかに「計画を変更しなければならない」。

松岡（2021）および松岡（2022）は、TMI-2の燃料デブリ取り出し期間を参照し、1Fの燃料デブリの取り出し期間について以下のように論じている（以下は松岡, 2022）。

「1F に比べて容易に燃料デブリ取り出しが可能であった TMI-2 でさえ、131,814kg の燃料デブリ取り出しに 4 年 3 ヶ月を要した。1 年間の作業日を土日を除き 260 日と仮定すると、4 年 3 ヶ月は 1,105 作業日となる。TMI-2 のデブリ取り出し 1 日当たりの作業効率は、 $131,814\text{kg} \div 1,105 \text{日} = 119.3\text{kg/日}$ となる。

1F の燃料デブリの総量を 880 トン（880,000kg）と仮定し、TMI-2 と同じ作業効率で燃料デブリ取り出しが可能と想定すると、1F の燃料デブリの全量取り出しに要する期間は、 $880,000\text{kg} \div 119.3\text{kg/日} = 7,376 \text{日}$ 、 $7,376 \text{日} \div 260 \text{日/年} = 28.3 \text{年}$ 、約 28 年となる。

TMI-2 のように水を張って取り出し作業ができない 1F では、ロボットアームなどを使用して取り出せる燃料デブリの量は、1 回当たり 20kg から 50kg 程度と推定される（複数の日本原子力学会員へのヒアリングに基づく）。

1F の燃料デブリ取り出し作業は、高い放射線という劣悪な環境条件における極めて緊張した作業となり、取り出した燃料デブリの計量・保管・管理も考えると、1 作業日当たり 1 回の燃料デブリ取り出しが可能かどうかということになる。

楽観的にみて、1作業日当たり50kgの燃料デブリの取り出しが可能と仮定し、年間作業日を260日とすると、880トンの燃料デブリの全量取り出しには $880,000\text{kg} \div 50\text{kg/日} = 17,600$ 日、 $17,600 \text{日} \div 260 \text{日/年} = 67.7$ 年、約68年が必要となる。

厳しくみて、1作業日当たり20kgの燃料デブリの取り出しが可能とすると、 $880,000\text{kg} \div 20\text{kg/日} = 44,000$ 日、 $44,000 \text{日} \div 260 \text{日/年} = 169.2$ 年、約170年が必要となる。

楽観的に考えて1Fの燃料デブリの全量を取り出しには70年ほどかかり、厳しくみると170年が必要と推定される。

TMI-2では、燃料デブリ1,125kg、核燃料としては900kg程度が、まだ残っていると推定されている（GPU N, 1990）。1Fに比べてはるかに条件の良かったTMI-2でさえ燃料デブリ全量取り出しが出来なかったことを考えると、1Fの燃料デブリ全量取り出しは、客観的根拠を欠いていると言わざるを得ない」（松岡, 2022, pp. 90-91）。

現実性のない具体性を欠いた「1F廃炉の完了2051年」という目標を掲げ続けることは、福島県浜通り地域の復興への思いや日本社会の1F廃炉への期待や信頼を裏切るだけでなく、1F廃炉の過酷な現場で働く作業員は、目標の全く見えない作業を続けることになり、現場の士気低下に繋がりがかねない。

また、安全で円滑な廃炉作業には、1F廃炉の過酷な現場を担う作業員を、国民がリスペクトし社会的に支援することが不可欠であるが、現実性のない目標は、日本社会と1F廃炉の現場の双方に大きな不信と分断をつくりだす。

5. 「1F廃炉の完了 2051年」の見直しはなぜ難しいのか？

2051年廃炉完了という中長期ロードマップを見直すことは大変難しい課題である。なぜなら、国・NDF（原子力損害賠償・廃炉等支援機構）・東京電力は、「1F廃炉の完了 2051年」の旗を下ろすと同時に、2051年廃炉完了に替わる別の廃炉目標の旗を掲げなければ、1F廃炉事業への社会的信頼や社会的支持を決定的に失うことになり、岸田内閣以来の原発回帰政策そのものが大きく揺らぐことになりかねないからである。

しかし、「1F廃炉の完了 2051年」の旗に替えて、新たな2051年廃炉完了に替わる別の廃炉目標の旗を掲げることは、廃炉完了までの技術的・社会的見通しが困難な状況に加え、現在の国・NDF・東京電力の相互依存関係からなるリーダーシップもフォロアーシップも極めて曖昧な1F廃炉ガバナンスでは、「1F廃炉の完了 2051年」の見直しは難しい。

現在の1F廃炉ガバナンスでは、NDFが「1F廃炉のための技術戦略プラン」という1F廃炉の根幹をなす戦略を策定することになっている。NDFは、JAEA（日本原子力研究開発機構）や東京電力の出身者を中心とした組織であり、技術的アプローチだけから1F廃炉を考える傾向が強い。

1F廃炉の先研究会は、従来の原子力工学を中心とした「廃炉のなかの社会」というアプローチではなく、「社会のなかの廃炉」「地域のなかの廃炉」というアプローチが1F廃炉においては極めて重要なことを明らかにしてきたが（1F廃炉の先研究会, 2020）、現在のNDFでは1F廃炉の社会的側面を検討することが困難である。1F廃炉の技術的側面だけでなく、社会的側面の検討も含めた総合的な検討が出来なければ、2051年廃炉完了に替わる別の廃炉目標を作成することは難しいと言わざるを得ない。

しかし、難しいからといって見直しをしないと、現在の「1F廃炉の完了 2051年」の旗を掲

げたまま、ずるずると2051年に近づくことになる。そうして、結局、追い込まれてから「1F 廃炉の完了 2051年」は無理ですということになる。そうすると、この場合も、国・NDF・東京電力は決定的に社会的信頼や社会的支持を失うことになる。

だとすれば、大変難しいけれども、どのようにすれば「1F廃炉の完了 2051年」の見直しができるのか、どのようなプロセスや方法で見直しの議論をすれば、社会的納得が得られるのかについて、広く深く考えることが必要である。

6. 「1F 廃炉の完了 2051 年」の見直しをどのようにするのか？

6.1 中間ステート(中間目標)について考える

2017年7月以来、41回の1F廃炉の先研究会の研究蓄積から明らかになった重要な点は、現在の1Fにはまだよく分からないことが多くあり、そもそも何が分からないのかがよく分からないという Unknown Unknowns な領域が大きく存在することである。このことは、まだ見えていない1F廃炉の課題が、技術的にも社会的にも多く存在する可能性を強く示唆している。

こうした状況で1F廃炉の最終形(エンド・ステート、健全炉の廃炉であればグリーンフィールド)を示すことは無理である。むしろ、現実的で実現可能な中間ステートを明確にし、中間ステートで立ち止まり、今後の1F廃炉事業の進め方を広く深く検討すべきである。

エンド・ステートを示すことが難しいというだけでなく、1F廃炉の中間ステート設定は以下の理由からも必要である。

最終節の「7. 誰が、どのように中間ステート(中間目標)を決めるのか？」で詳しく述べるが、中間ステートを決めるプロセスにおいて、科学と政治と社会の協働による立場と世代を超えた「対話の場」＝「学びの場」を形成することで、1F廃炉の最終形(エンド・ステート)を技術的観点と社会的観点を統合した総合的観点から検討することが可能となることが重要である。

また、中間ステートにおいてエンド・ステートを議論することは、「復興と廃炉の両立」の具体的な内容を検討することとなり、復興と廃炉に関する新たな知識創造を可能とする。こうした新たな知識創造は、復興と廃炉の好循環を可能にする技術と社会の両面からのイノベーションの創出へと繋がる。

その際、福島原子力災害の記憶と記録の将来世代への継承という観点から、リスク・マネジメントが適切に安定的に行われることを条件に、1号機、2号機、3号機のどこかの主要部分を現場において事故遺構として保存することを広く深く議論すべきである。

ちなみに、TMI-2(スリーマイル・アイランド原発2号機事故)では、1979年3月28日の事故から14年後の1993年12月28日に、NRC(米国・原子力規制委員会)が Post-defueling Monitored Stage(中間ステートに相当)への移行を認可し、中間ステートに到達した(松岡, 2022)。TMI-2の Post-defueling Monitored Stage とは、131,814kgの燃料デブリの99%が取り出され、安定的に管理・監視をすること以外には何もしなくても、原子炉や格納容器などが安定的な状態で保たれる段階を意味している。

それでは、TMI-2とは大きく状況の異なる1F廃炉において、中間ステートはどのように考えたらよいのだろうか。

2025年12月8日に開催した第39回1F廃炉の先研究会の井上 正(1F廃炉の先研究会・副代表、電力中央研究所・名誉シニアアドバイザー)報告「デブリ取り出しと廃棄物問題から1Fの将来を考える」では、1Fの3大リスクとして(1)1号機と2号機の燃料プールにある使用

済み燃料、(2) 1号機、2号機、3号機の燃料デブリ、(3) 汚染水処理によって発生する二次廃棄物や建屋に堆積した汚泥なども含めた放射性廃棄物の3点が指摘された(井上, 2025)。

この井上報告に基づく、1Fの中間ステートとは、中間ステートに至るプロセスで必要とされる「大きな人的資源」を投入しなくても、これらの3大リスクが適切に安定的に管理できる状態と定義することが可能である。そのため、特に燃料デブリに注目すると、燃料デブリが大量に堆積している個所から一定程度の燃料デブリの取り出しを行い、炉心の水による冷却を不要とし、残存燃料デブリによる1Fオフサイト(敷地外)への放射性物質の漏洩の懸念がない状態にすることを意味する。

なお、3大リスクとしては取り上げていないが、汚染水問題も1Fにおけるリスク・マネジメントとして重要である。現状では地下水の流入などに伴う汚染水の発生が続き、極めて長期間にわたり処理水の海洋放出が続くことになる。このことは、汚染水の処理浄化設備の維持・管理・更新や作業員の被曝事故の可能性なども含め、1Fにおいて高いリスクが存在し続けることになる。改めて、汚染水の発生をゼロにする根本的対策を検討することが必要であることを指摘しておきたい。

以下、3大リスクの適切な管理(保管・監視を含む)について検討する。

6.2 中間ステート(中間目標)の条件:1F 廃炉の3大リスクの安定的管理

(1) 燃料プールからの使用済み燃料の取り出し

1号機と2号機の燃料プールにある使用済み燃料の取り出しについては、1号機は2027年から2028年の取り出し開始に向けた準備が進んでいる。また、2号機については、すでに使用済み燃料取り出しのための構台が設置されており、2026年度に取り出しが開始される予定である。

すでに取り出された4号機や3号機の使用済み燃料も含め、2030年代前半には1Fの全ての使用済み燃料の適切な収納・管理・監視が可能になる。

(2) 燃料デブリの取り出し:どこから、どれだけ燃料デブリを取り出すのか?

燃料デブリの本格取り出しは、2037年以降に3号機から行うとされている。しかし、3号機からの燃料デブリの試験的取り出しは未だ行われていない。3号機では事故前の2010年8月21日に32体のMOX燃料が装荷され(3号機の燃料は548体)、2010年10月26日にプルサーマル発電による営業運転を開始していた。3号機の燃料デブリの組成は2号機とは異なる可能性があり、本格取り出しの前に格納容器の各箇所から丁寧な試験的取り出しを行う必要がある。

現在、NDF(原子力損害賠償・廃炉等支援機構)を中心に、3号機からの燃料デブリの本格取り出しの方法として「充填固化+気中工法」が提案され、格納容器の上側と横側から燃料デブリにアプローチすると言われている。しかし、こうした手法・アプローチの技術的成立可能性や環境影響評価、さらには費用面も含めた社会経済的アセスメントは行われていない。

そもそも、分からないことの多い1F廃炉において、技術的・環境的・社会経済的アセスメントを実施することは大変難しい。実際には、少しずつやりつつ考えていく(learning by doing)という、極めて高度な順応的管理(adaptive management)アプローチしか方法がないと考えられる。本格取り出しで想定されている1作業日当たり数10kgオーダーの燃料デブリを取り出すには、相当な学習(習熟)時間を要するであろう。

高線量の厳しい環境条件の1F廃炉作業では、出来るだけ、遠隔操作やロボットなどを活用

すべきであるが、取り出した燃料デブリの計量や保管・管理などを考えると、現場の作業員の役割は不可欠である。こうした作業員の被曝対策なども考慮すると、初期の段階では1作業日当たり数kg オーダーの燃料デブリ取り出しが現実的な作業効率であるように考えられる。

燃料デブリの本格取り出しの後には、取り出した燃料デブリの管理（保管・監視を含む）をどうするのかというとても悩ましい大きな課題が存在する。また、燃料デブリ取り出し作業に使用される機器や工具は、それ自体が放射性廃棄物となり、燃料デブリの本格取り出しをすればするほど、放射性廃棄物の量が増大する。未だ実際に使用されていないイギリス生まれのロボットアームも、格納容器内で動きがとれなくなれば、長さ22m、重さ4.6トンの放射性廃棄物が格納容器内に生まれ、廃炉作業の大きな障害となる。

このように1号機、2号機、3号機からの燃料デブリの取り出しは大変難しく、安全第一で慎重に進めることが必要な作業であるが、燃料デブリは1Fの最大のリスクであるという現実には直視しなければならない。1号機、2号機、3号機の格納容器や圧力容器の破損状況もよく分からないし、いまだに汚染水が発生し続けている状況では、1986年に起きたチェルノブイリ原発4号機事故でとられた石棺方式で長期間の管理を行うことは合理的ではないと考えられる。

それでは、燃料デブリのリスク水準を合理的に下げ、安定的に管理できる中間ステートに移行するには、燃料デブリの取り出しをどこから、どれだけ行えば良いのだろうか。

1号機、2号機、3号機の燃料デブリが圧力容器・格納容器の様々な箇所が存在することを考えると、圧力容器や格納容器の底部などの主要な堆積部分から燃料デブリを取り出すことで中間ステートを考えても良いのではないかと考える。

逆に言えば、燃料デブリの主要な堆積部分に加えて、さらにそれ以外からの燃料デブリを取り出そうとすると、それまで以上に厳しく困難な燃料デブリ取り出し作業が予想され、作業員の被曝や事故などの可能性が上昇し、総体としてみたりリスク水準が高まると考えられ、科学的にも社会的にも合理的ではない。廃炉作業員の被曝問題は、TMI-2の燃料デブリ取り出しにおいて最重要事項として検討された点である。

いずれにしろ、1Fの中間ステート到達のために、燃料デブリをどこから、どれだけ取り出すのかを検討し、例えば、5割（440トン）から8割（704トン）の幅で取り出し量を比較し、幾つかの選択肢（政策オプション）を考えるとという柔軟なアプローチが重要である。

(3) 廃棄物の安定的管理

燃料デブリの本格取り出しは、高線量の放射性廃棄物（高レベル放射性廃棄物に相当）の大量発生とこれらの廃棄物の安定的保管・管理・監視という次の大きな課題を生み出す。しかし、一方、現状においても、汚染水の浄化処理の過程で高レベル放射性物質を含む二次廃棄物などの大量の放射性廃棄物が発生しており、こうした廃棄物の保管・管理・監視をどうするのが、1Fリスク・マネジメントの最後の大きな課題である。

現状では、これら大量の放射性廃棄物の1F敷地外での最終処分を見通すことは困難であるため、約350haの1F敷地内での廃棄物の安定的管理（保管・監視を含む）が必要となる。

2037年以降に本格化する予定の燃料デブリ取り出し作業や現在も日々生じている汚染水処理に伴うスラリーなどの廃棄物も含め、1F廃炉作業の長期化を考えると、1F敷地（約350ha）だけで廃棄物を安定的に保管・管理・監視することが、近い将来、困難になることが予想される。

一方、1F敷地を取り巻く約1,600haの中間貯蔵施設には、除染事業で生じた除去土壌約1,422

万 m³ (2025 年末) が存在する。このうちの約 4 分の 3 が 8,000Bq/kg 以下の除去土壌であるが、中間貯蔵施設には、除染で生じた草木などの可燃物を焼却・溶融した灰などの 10 万 Bq/kg を超える廃棄物も存在する。

こうした中間貯蔵施設の除去土壌や廃棄物の処理・処分として、2045 年 3 月までに、8,000Bq/kg 以下の除去土壌の福島県外における公共事業への再生利用を進め、10 万 Bq/kg 超の焼却灰などの廃棄物や高濃度の除去土壌の県外最終処分が予定されている。

しかし、こうした政策の社会的理解や社会的受容性は低く、再生利用や県外最終処分を進めるには解決すべき課題が山積している。

1F の廃棄物と中間貯蔵施設の廃棄物・除去土壌は性状が大きく異なるものも多いが、中間貯蔵施設の廃棄物・除去土壌の減容化（濃縮）を行えば、技術的に安定的管理を進めるうえで、1F の廃棄物との共通点は少なくない。これらの一体的な保管・管理施設の設置も含め、1F 廃棄物と中間貯蔵施設の廃棄物を統合的に管理する多様な可能性（政策オプション）を柔軟に検討すべき時期にきている。1F 廃炉の中間ステートは中間貯蔵施設用地の将来像と密接に関連するものであり、福島の地域社会や日本社会の人々に広く開かれた形で考えるべき課題である。

「1F 廃炉の完了 2051 年」も中間貯蔵施設の除去土壌・廃棄物の県外最終処分 2045 年も、2011 年の東日本大震災と福島原発事故によって非常に混乱した政治社会状況の中で、ごく一部の人々によって政策枠組みが決められたものである。東日本大震災と福島原発事故から 15 年という時の経過の中で新たに分かってきた事実や情報や知識を踏まえ、科学と政治と社会の協働による立場と世代を超えた対話の場＝学びの場を形成し、政策イノベーションに取り組むことが必要である。

また、こうした政策イノベーションの実現には、福島だけでなく、広く日本社会の人々、とりわけ 1F の電力消費地であった東京圏の人々の福島の復興と廃炉への社会的関心を醸成することが重要である。そのためには、現在、福島県浜通りにある中間貯蔵事業情報センター（大熊町）や東京電力廃炉資料館（富岡町）を、東京圏に新たに整備することを検討すべきである。

7. 誰が、どのように中間ステート(中間目標)を決めるのか？

中間ステート到達までに必要とされる大きな人的資源を投入しなくても、3 大リスクが適切に処理・管理・監視できる状態が 1F 廃炉の中間ステートであると定義したが、中間ステートと言えるかどうかを判定する基準を明確にすることが重要である。

基本的には、科学的合理性に基づく技術的基準と社会的合理性に基づく社会的基準を統合して判断することが重要である。特に、社会的基準としては、事故処理費用全体（現在、23.4 兆円と想定）や廃炉費用（現在、8 兆円と想定）が、中間ステートの選択肢によってどのように変化するのか、そうした廃炉費用にどの程度の社会的受容性があるのかを、社会的熟議を通じて判断することが重要である。

したがって、誰が、どのように中間ステートを決めるのかを、福島の地域社会や日本社会の幅広い人々と共に議論し、一緒に考えることが、社会的納得感が得られるかどうかによって決定的に重要である。

この点に関連し、1F 廃炉ガバナンス改革の必要性を指摘しておきたい。現在の 1F 廃炉における国・NDF（原子力損害賠償・廃炉等支援機構）・東京電力という構造において、「1F 廃炉のための技術戦略プラン」という 1F 廃炉の根幹をなす戦略を NDF が策定していることは、東

京電力の 1F 廃炉事業者としてのオーナーシップや社会的責任が明確にならないことに繋がっている。このことは、東京電力の経営体としての持続性をめぐる重大な社会的リスクであり、同時に、1F 廃炉事業の持続性に関する大きな社会的リスクであることを、私たちは広く深く考えることが必要である。

現在の 1F 廃炉ガバナンスは各関係主体の役割や責任が明確ではないので、責任主体や役割分担を明示することが必要である。そのためには、チェルノブイリ廃炉法なども踏まえ、国会審議などで 1F 廃炉問題を見える化するためにも、1F 廃炉の最終形（エンド・ステート）の提示や第三者監視機関の設置を含む 1F 廃炉法の制定も検討すべきであろう。また、原子力規制委員会がより積極的な役割を果たすことも求められる。

なお、中長期ロードマップでは「復興と廃炉の両立」が強調されているが、その内容や定義は明確ではない（松岡, 2020）。また、1F 廃炉の関係者は「1F 廃炉が完了しない限り福島復興は終わらない」と言ってきたが、「1F 廃炉の完了」の意味や定義は明確ではなかった。持続可能な福島の復興のあり方を考えると、先の全く見えない「1F 廃炉の完了 2051 年」という政策目標ではなく、3 大リスクが適切に処理・管理・監視できる中間ステートを、福島復興政策の重要な目標として設定することを検討すべきであろう。

私たち 1F 廃炉の先研究会は、従来の原子力の専門家や関係者の「廃炉のなかの社会」というアプローチではなく、「社会のなかの廃炉」「地域のなかの廃炉」というアプローチが、1F 廃炉においては重要であることを明らかにしてきた（1F 廃炉の先研究会, 2020）。

原子力災害からの復興と廃炉を共に進め、未曾有の事故の教訓を日本だけでなく世界の経験とすることが重要である。「社会のなかの廃炉」「地域のなかの廃炉」というアプローチを具体化するためには、私たちが行ってきた 1F 地域塾のような科学と政治と社会の協働による立場と世代を超えた対話の場＝学びの場の形成が必要である（松岡, 2024；朱・松岡, 2024）。

1F 廃炉の中間ステートやエンド・ステートという問題は、技術的検討は不可欠であるが、技術的に決めることが出来ないトランス・サイエンス的課題（Trans-Scientific Problems）であり、社会的に決めるしかない（松岡他, 2022）。また、1F 廃炉に要する時間や費用の見通しが困難な状況を考えると、現在と将来の世代における世代間公平性も重要な検討課題である。こうした点からも、科学と政治と社会の協働による立場と世代を超えた対話の場＝学びの場の形成が重要である。

科学と政治と社会の協働による対話の場＝学びの場は、ボランティアでインフォーマルな 1F 地域塾だけでなく、TMI-2 における市民パネル（連邦法に基づき NRC（米国・原子力規制委員会）が設置した TMI-2 廃炉に関する市民委員会）のように、法制度や行政制度に基づくフォーマルな制度としての対話の場＝学びの場も重要である。

私たち 1F 廃炉の先研究会は、今後とも、1F 地域塾のような自主的な科学と政治と社会の協働による対話の場＝学びの場の形成と進化に取り組むと同時に、法制度や行政制度に基づくフォーマルな制度としての対話の場＝学びの場創造への挑戦を続けたいと考えている。

付記

本提言は、1F 廃炉の先研究会代表・松岡俊二（早稲田大学教授）、副代表・井上 正（電力中央研究所名誉シニアアドバイザー）、副代表・小磯匡大（福島県立ふたば未来学園高等学校教諭）、副代表・崎田裕子（ジャーナリスト・環境カウンセラー）、副代表・森口祐一（東京大学名誉教授）の 5 名によって作成した。本提言の作成プロセスでは、国（原子力規制委員会）をはじめとする原子力

関係者や福島県浜通り地域の方々などの多くの皆さんからコメントをいただいた。また、2026年2月26日に開催した第41回1F廃炉の先研究会では、浅間 一（東京大学・国際高等研究所・東京カレッジ・特任教授、東京大学・名誉教授）、福地慶太郎（朝日新聞社・くらし科学医療部・記者）、菅波香織（未来会議・事務局長、弁護士、福島県いわき市）、鈴木達治郎（NPO 法人ピースデポ・代表、長崎大学・客員教授、元原子力委員会・委員長代理）の各氏と、本提言をめぐる議論を行った。諸事情から、本提言に名前を明記することのできない方々からの意見も含め、本提言の作成プロセスに参加した多くの皆さんに心より感謝します。なお、言うまでもなく、本提言の全ての責任は1F廃炉の先研究会の代表・副代表の5名にあります。

参考文献

- 原子力委員会・東京電力(株)福島第一原子力発電所中長期措置検討専門部会(2011)『東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置に関する検討結果』。
https://www.aec.go.jp/kettei/kettei/20111213_2.pdf
- 原子力災害対策本部, 政府・東京電力中長期対策会議(2011)『東京電力(株)福島第一原子力発電所1~4号機の廃止措置に向けた中長期ロードマップ』。
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/111221_01b.pdf
- 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議(2019)『東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ』。
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20191227.pdf>
- 1F廃炉の先研究会(2020)『1F廃炉の先研究会・中間報告』。
https://prj-matsuoka311.w.waseda.jp/material/1Fstudy_InterimReport.pdf
- 井上 正(2025)「デブリ取り出しと廃棄物問題から1Fの将来を考える」第39回1F廃炉の先研究会・報告(2025年12月8日,早稲田大学オンライン)。
https://prj-matsuoka311.w.waseda.jp/material/1Fstudy_39th_materials.pdf
- 松岡俊二(2020)『復興と廃炉の両立』を考える:東日本大震災と福島復興『アジア太平洋討究』40, pp. 27-43. https://www.jstage.jst.go.jp/article/wiapstokyu/40/0/40_27/_article/-char/ja/
- 松岡俊二(2021)「1F廃炉の将来像と『デブリ取り出し』を考える」『環境経済・政策研究』14(2), pp. 43-47. https://smatsu.w.waseda.jp/material/Matsuoka_2021_1Fdebris.pdf
- 松岡俊二(2022)「スリーマイル・アイランド原発2号機の廃炉事業と1F廃炉の将来像を考える」『アジア太平洋討究』44, pp. 77-100.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/wiapstokyu/44/0/44_77/_article/-char/ja/
- 松岡俊二・他(2022)『未来へ繋ぐ災害対策:科学と政治と社会の協働のために』有斐閣, 298pp.
<https://www.yuhikaku.co.jp/books/detail/9784641174801>
- 松岡俊二(2024)「科学と政治と社会の協働による『対話の場』から福島の復興と廃炉を考える」『アジア太平洋討究』49, pp.19-27.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/wiapstokyu/49/0/49_19/_article/-char/ja/
- 朱 鈺・松岡俊二(2024)「対話の場と社会的学習:福島における1F地域塾の経験から」『アジア太平洋討究』48, pp.65-92.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/wiapstokyu/48/0/48_67/_article/-char/ja/