

福島原発、現況と「廃炉」をめぐる* Regarding the current situation and "DECOMMISSIONING" in Fukushima Nuclear Power Plants

田中 史郎（宮城学院女子大学、名誉）

Tanaka Shiro (Miyagi Gakuin Women's Univ., Prof. Emeritus)

はじめに

1. 福島原発の概略と現況

- (1) プラント全容の確認と、「5つの作業」
- (2) 使用済み核燃料の取り出し

2. 汚染水の問題

- (1) 汚染水発生の構造
- (2) ALPS「処理水」の問題点
- (3) 貯蔵タンクと海洋放出

3. 廃炉のプロセスとゴール

- (1) 『中長期ロードマップ』等の相次ぐ変更
- (2) グリーンフィールドは不可能
- (3) それでも「廃炉」完了か
- (4) 石棺化をめぐる

結語

はじめに

原発事故の直後に発令された**原子力緊急事態宣言**は未だ継続中だが、廃炉にとって一つのステップとされているデブリの試験的な取り出しにかんして、動きがみられた。デブリの試験的な取り出しは、これまですでに3回の延期をしており、2024年8月22日に4回目の試みがなされたものの、今回も失敗したとのこと。報道各社の速報によれば、「操作手順を間違えて22日は着手に至らなかった」という¹⁾。原因は、釣り竿のような棒を格納容器に押し込む順番が違っていた点にあるという。初歩的なミスといわれる²⁾。

* 本稿校は、経済理論学会（第72回大会、立教大学、2024年9月）での報告に、加筆（2025年10月）加筆したものである。

¹⁾ 「朝日新聞デジタル」（2024b）

²⁾ 初歩的なミスといわれるが、その背景には種々の問題が潜んでいる。2点のみを指摘しておく。その第1は、この作業現場は放射線量がきわめて高いという点だ。それゆえ、作業員は短時間で交代しながら作業を進めることを余儀なくされているという。第2は、そのような現場で作業にあたっている作業員の中に、今回も東電の社員はいなかったという点だ。一貫してそうだが、現場作業は「協力企業」という名の、下請けや孫請け、曾孫請けといった体制でなされているのだ。つまり、異常な現場で異常な体制での作業だといわざるを得ない。

これまでの経緯をみると、デブリを試験的に取り出すといっても数グラム程度であり、本格的な取り出しとはあまりにかけ離れている³⁾。デブリの試験的な取り出しは、いわば象徴的なイベントといえなくもない。それすらも失敗と遅延の連続であり、当然ながら費用も嵩んでいることはいうまでもない。本稿においては費用の問題にかんしては立ち入らないが、そうした点も見逃せない⁴⁾。

さて、こうした現実の中で、事故の収束および廃炉に向けて筋道をつける『中長期ロードマップ』は 5 回の「改訂版」が出されて、『廃炉中長期実行プラン 2023』も発表された。これは作業の工程が順調に進んでいないことによるものだが、しかし廃炉まで「30～40 年」（2041～2051 年）⁵⁾ という題目のみは、何故か維持されている。そして、廃炉には不可欠として、ALPS「処理水」の海洋放出を、2023 年から強行した。

しかし、廃炉の不可能性が次第に明らかになるなかで、政府・東電は、「廃炉」の意味を曖昧にして最終形を示さない姑息なやり方に転じつつあるようにみえる。これまでの経過を踏まえ、論点を整理するとともに、方向性を示したい。

1. 福島第 1 原発の概略と現況

(1) プラント全容の確認と、「5 つの作業」

まず、福島原発プラントの全体配置を確認しておこう。福島第 1 原発（F1）のプラント全体の配置図は図 1 のようだ。海に向かって左から 1～4 号機となっている。この図 1 では、手前は「汚染処理水」（処理前の汚染水と処理後の汚染水）の所蔵タンクでいっぱいのように見えるが、南（右）側に若干の、北（左）側には広大な敷地がある。なお、凍土壁が 4 機の原子炉建屋を囲むように設置されていることが示されている。

³⁾ これまではロボットやロボットアームのようなものを格納容器内に送り込み、それによってデブリの取り出しを試みてきたものの、ことごとく失敗した（その原因の一つは、放射線量があまりに高く、モーターや制御回路が正常に作動しなかったことにあるという）。その経験をふまえ、今回は、「釣りざお式」と呼ばれる方法が用いられた。格納容器の横から「釣りざお」のような棒を差し込み、それでデブリを掴まむというもの（ゲームセンターの UFO キャッチャーを想定されたい）。したがって、今回も「試験的」との位置づけで、成功しても「耳かき 1 杯分」（数グラム）程度の取り出しになるといわれる。つまり、本来のデブリの取り出しとは別のものだ。「日本経済新聞」（2024b）

⁴⁾ 日本経済研究センターは、「事故処理費用、40 年間に 35 兆～80 兆円に」（日本経済研究センター、2019）という試算を示している。もっともこの費用は、汚染水を海洋放出すれば 35 兆円に近づき、海洋放出をしなければ 80 兆円に近づくというもので、その想定に問題は多い。ところで、日本の税収は、このところインフレで上振れしているとはいえ、70 兆円程度だ。場合によっては、1 年分の税金を全て投入しても、廃炉費用をまかなえないことを意味する。80 兆円が如何に高額か知るべきだ。なお、「日本経済新聞」（2024a）も参照のこと。

⁵⁾ 『中長期ロードマップ』などによれば、事故後に「冷温停止」が達成されたとする 2011 年 12 月を起点として時期が設定されている。したがって、廃炉まで「30～40 年」というのは、2041～51 年をさす。これが、「公約」だ。

図1 福島原発プラント全体の配置図



資料) 「毎日新聞」 (2021年3月10日)

さて、廃炉にかんする政府や東電の方針を関連資料からまとめてみることから始めたい。東京電力ホールディングス、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議『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』⁶⁾や東京電力ホールディングス『廃炉中長期実行プラン』⁷⁾、資源エネルギー庁『廃炉の大切な話』⁸⁾などにおいて、廃炉に向けての主な作業が示されている。それは、内容的には「5つの作業」として掲げられているものだ。

- ①使用済み核燃料のプールからの取り出し
- ②メルダウンしたデブリの取り出し
- ③絶えず発生する汚染水の対策
- ④ALPS「処理水」の処分
- ⑤原子炉施設の解体等

補足しつつ内容を確認しよう。みられるように、作業の順序としては、まず、それぞれ

⁶⁾ 『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』（初版）は、2011年12月に発表されたが、順次改訂版が示され、2019年12月には「改定第5版」が上梓されている。つまり、6つのバージョンが存在する。各版の差異を問題にするさいには、それを明記するが、その必要がない場合には『中長期ロードマップ』と記述する。

⁷⁾ 2020年に『廃炉中長期実行プラン』が刊行されている。このプランは、以降、20年から発行されており、最新版は2024年版である。これは、「中長期ロードマップや原子力規制委員会のリスクマップに掲げられた目標を達成するための廃炉全体の主要な作業プロセスを示すために作成しました。」とあるが、内容から見るとそれらの位置づけは必ずしも明確ではない。この『廃炉中長期実行プラン』は、先の『中長期ロードマップ』を引き継ぐように発行されている。

⁸⁾ 本冊子は、2016年から発行されており、最新版は2024年版である。

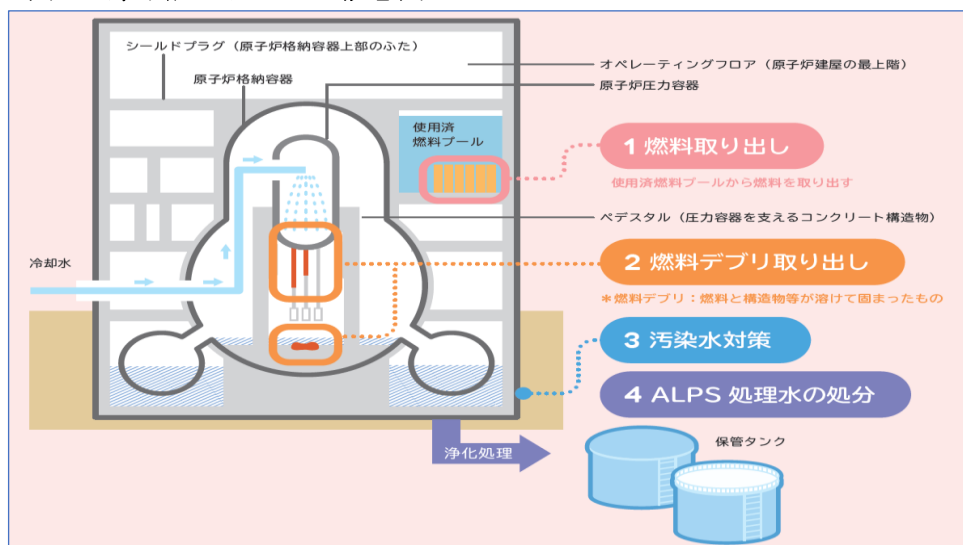
の建屋内の使用済み核燃料プールにある**使用済み核燃料の取り出し**が最初の作業である。震災や津波によって、建屋の耐久性に深刻な問題が指摘されており、使用済み核燃料を建屋外の別のプールへ移動させることが急がれているのだ。これは取り出しというより、単なる移動だが、それでも当初の計画通りには進んでいない。

この作業の後に、最大の困難を伴うメルダウンしたデブリの取り出しという作業の順になる。後に再度述べるが、デブリの総量は約 880 トンともいわれており⁹⁾、途方もない量である。量が莫大であるばかりでなく、高い熱量、そして高い放射線量は作業の困難さを突きつける。

また、同時に、後にみるように、絶えず発生する汚染水の対策と、それを ALPS で処理した後に発生する「処理水」の問題が廃炉の完了まで続くことになる。

そしてデブリ取り出しの完了の後に、原子炉施設の解体等が行われると計画されている。しかし、原子炉施設や建屋の解体によって発生する核廃棄物の保管方式や保管場所など、全く手つかずの問題である。そもそも、解体によって発生する、放射性廃棄物の全体量も分からないままだ。

図 2 原子炉プラントの概念図



資料）資源エネルギー庁「廃炉の大切な話」（2024 年）

⁹⁾ 政府・東電などでは、デブリの量を約 880 トンと公表しているが、実態は必ずしも明らかではない。

なお、無事故の原発では、使用済み核燃料は纏めて専用容器（キャスク）に入れ、保管をすることになる。その場合、燃料集合体 69 体を 1 つのキャスクに入れるようだ。燃料集合体 69 体の重量は約 12 トンで、キャスクは 120 トンとのこと（「明日新聞」2024a）。つまり、元々の使用済み核燃料の 11 倍の重量になる。例えば、デブリの保管も使用済み核燃料のそれと同様だとすると、キャスク（あるいは同等品）に入れた重量はやはり 11 倍程度になろう。先の約 880 トンのデブリを容器に入れた場合の重量は、約 9,680 トンにもなる。無事故原発の使用済み核燃料と異なり、デブリは放射性物質がむき出しになっているので、より厳重で大がかりな容器（キャスク）が必要になるかも知れない。

以上の内容を理解しやすくするために、原子炉建屋の概念図を掲げておこう。この図 2 は、上の作業にほぼ対応して示されている。なお、「原子炉施設の解体等」に関しては、これを撤去することになるので、当然ながら示されていない。

(2) 使用済み核燃料の取り出し

これら「5 つの作業」の中で、それなりに作業が進んでいるのが、使用済み核燃料のプールからの取り出しなので、それについて、各号機毎にみておこう。

『中長期ロードマップ』（初版、2011 年）においては、第 1 の作業である使用済み核燃料のプールからの取り出しは、1～4 号機とも 10 年以内（2021 年まで）に完了する予定とされていた。しかし、必ずしもそのようには進んでない。

1 号機 1 号機は、2011 年 3 月 12 日に水素爆発。水素爆発を起こし、建屋の屋根が崩壊していたので、瓦礫等を取り出す作業において放射性物質を含むダストの飛散を防止するため、建屋全体を覆う「カバー」を設置とのこと¹⁰⁾。その後、使用済み核燃料の取り出しとなるが、その開始は、2027～28 年と予定されている。かなりの遅れだ。

2 号機 2 号機は、水素爆発を免れていて、写真で見える限り建屋の原型を保っている。だが、使用済み燃料の取り出しの開始は、2024～25 年とのこと。2 号機も予定通り作業が進んでいるとはいえない。

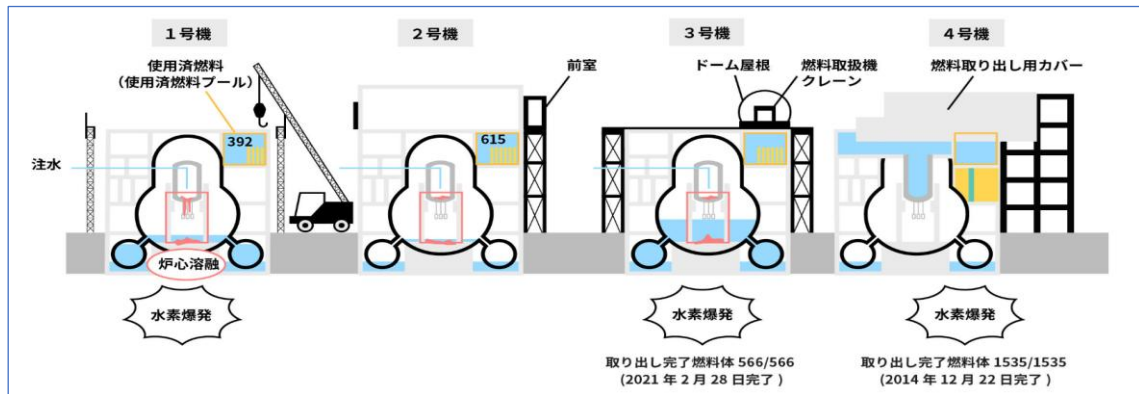
3 号機 3 号機は、14 日に水素爆発。もっとも激しい爆発だったが、それゆえ障害物が吹き飛び、皮肉にも作業が進んだ。建屋の屋上に「ドーム屋根」が設置され、使用済み燃料の取り出しは、21 年に完了している。

4 号機 4 号機は、運転停止中であったものの水素が流れ込み、15 日に水素爆発。使用済み燃料のプールにあった使用済み核燃料は、最も早く 2014 年に取り出しを終えている。

図 3 は、これらを纏め図示したものだ。作業の第 1 段階である、使用済み核燃料の建屋内プールからの取り出しにおいても、ほぼ予定通りに進んだのは、2 つの号機にすぎない。

¹⁰⁾ この「カバー」は、2022 年の資料（資源エネルギー庁『廃炉の大切な話』2022 年）では 23 年に設置完了となっていたが、24 年の資料（同、2024 年）では「カバーを設置しています」の説明書きがあり、工事が進行中の写真が掲載されている。現時点では、カバーの設置工事は完了していないようだ。

図3 各号機の作業進捗状況



資料) 復興庁 (https://fukushima-updates.reconstruction.go.jp/faq/fk_210.html)

さて、順序としては、メルtdownしたデブリの取り出しの問題に関説すべきだが、これは多くの問題を孕んでいる課題なので、先に、流れ込む地下水とそれとも関連する汚染水処理の問題について述べよう。

2. 汚染水の問題

(1) 汚染水発生の構造

まず、汚染水とは何かを確認しておく。デブリは未だに高放射線と高熱を発生し続けているので、放射線を遮断するとともに冷却しなければならない。それには水が必要だ。メルtdownしたデブリの放射線の遮断と冷却をするために圧力容器内に注入された水は、圧力容器が破損（メルトスルー）しているため外部の格納容器に漏れ出し、また、格納容器も破損（メルトアウト）しているのでその外部の建屋にまで達している¹¹⁾。これらの水は、直接、燃料デブリに触れているので、高濃度の放射能汚染水になる。

また、一番外側の建屋はもともと遮水構造になっていないので、上流からの地下水や雨水が入り込み、先の冷却水と混ざり合うことで、大量の汚染水の発生となっている。

仮に建屋内の水位がその外側よりも高ければ、汚染水はさらに外側（自然界）に漏れ出す。それゆえ、絶えず、建屋内とその周辺の水位を低くするため、汚染水をくみ出し保管しなければならない。これが、汚染水の問題だ。

本来ならば、圧力容器と格納容器の「穴」や「亀裂」を塞ぐことが解決策となるが、こ

¹¹⁾ 圧力容器が正常ならば、冷却用の水を巡回させることが出来るので、それが外部に出ることはない。また、圧力容器が破損していても格納容器が正常ならば、汚染水は格納容器内に留まっている。だが、これも破損しているので、汚染水は直接外界に漏れ出ている。

核燃料棒が破損溶融するところをメルtdown、溶融した核燃料が、圧力容器を突き破り外部に露出することをメルトスルー、そして、それがさらに最後の砦である格納容器をも破損し外部に露出することをメルトアウトという。福島原発では、運転していた、1、2、3号機の全てで、メルトアウトが生じている。図3では、1号機のみが「炉心溶融」と記されているが、正しくない。

これらの付近は放射線量がきわめて高く人が近づくことは出来ない。遠隔操縦のロボットでさえ、放射線の影響で満足に作動していない。圧力容器や格納容器の修理などは全く不可能だ。

そこで弥縫策として、2つの対策がとられてきた。

その第1は、上流から建屋に入り込む地下水量を減少させること、第2は、絶えず建屋内とその周辺の水位を周囲より低くして外部に汚染水が漏れ出ないようにすること、またそれでも漏れ出る汚染水を建屋の海側（東側）で汲み上げることだ。

第1の建屋内への流入を減少させる方法として、川上に、①ドレイン（井戸）を掘り、そこから汚染前の地下水を汲み上げること、②また、凍土壁を作り水の浸入を押さえることが行われている。もっとも、凍土壁に関しては効果が疑わしいことが、当初から指摘されている¹²⁾。

そして、第2の、外部への汚染水の流出の防止については、先と同様に、川下側の、①ドレイン（井戸）からの汚染水の揚水、②凍土壁での汚染水の遮断という手段がとられている。もっとも、先と同様に、凍土壁の効果は疑わしい。

(2) ALPS「処理水」の問題点

ドレイン（井戸）から汲み上げられた汚染水は、当然ながら溜まり続ける。そこで、これを浄化する切り札後して登場したのがALPSだ¹³⁾。こうして、ALPS処理前の汚染水と処理後のそれがタンクに貯蔵されている。タンクの貯蔵量は、約137万トンだとされているが、そのうち、2023年時点で、120万トン程度が使用されているという¹⁴⁾。タンクが大量に並んでいる画像を目にすることがある通りだ（図表1）。

政府や東電は、ALPS「処理水」を安全だとして、2023年から海洋放出を強行している

¹²⁾ 凍土壁がさほど機能していない点にかんしては、「産経新聞」（2017）、田中史郎（2018a）を参照されたい。

¹³⁾ ALPSとは、Advanced Liquid Processing Systemの略で、様々な放射性物質を取り除いて浄化する「多核種除去設備」のこと。ALPSは、トリチウム以外の放射性物質を、安全基準を満たすまで十分浄化することができる性能を持っており、その性能を安定して発揮することが出来ると、公式的には謳われている。しかし、実態はそうではない。

簡便に言えば、ALPSの全体は複数の吸着塔の集合体からできており、吸着塔ごとに吸着剤とフィルターが設置されている。要するに、家庭用の浄水器を巨大化したものだ。これによって、汚染水に含まれる63種類の放射性物質のうち、セシウムを含む62種類を除去するという。そこで、この浄化装置を通すことで、トリチウム以外の放射性物質を国の規制基準値を下回るまで取り除いた水をALPS「処理水」と呼ぶ。また、ここで使用された、吸着剤やフィルターは「高性能容器（HIC、High Integrity Container）」に保管され、一時保管施設へ輸送、貯蔵されるという。

¹⁴⁾ マンモス（スーパー）タンカー（VLCC。Very Large Crude Carrier）とよばれる巨大船舶の積載量が30万トン前後なので、120万トンはその4艘分程度となる。

が¹⁵⁾、問題は大きい。

ALPS「処理水」の海洋放出にかんしては、第1に、海洋放出にかかわる手続きの問題、そして、第2に、ALPS「処理水」が本当に無害かという問題の二つがある。

第1の問題。政府・東電は、これまで一貫して、「関係者の理解なしにはいかなる処分も行わない」と福島県漁連に約束してきたが、それをいとも簡単に反故にした。こうした横暴は許されるものではなからう¹⁶⁾。

第2の問題。政府・東電はALPS「処理水」の安全性を強調している。だが、ここでも、①ALPSはトリチウム以外の放射性物質を全て除去出来るのか、また、②そうだとした場合、残留するトリチウム水が本当に無害かという問題が残る。

まず、①トリチウム以外の放射性物質を除去出来るのかという問題にかんして、それはかなり怪しいといわざるを得ない。

というのも、ALPS処理で除去できないのはトリチウムだけではない。セシウム137やセシウム135、ストロンチウム90、ヨウ素131やヨウ素129など12の核種は除去できていない。ALPSでも処理できない核種のうち、11核種は通常原発排水には含まれていない核種だ。つまり、通常運転している原発から放出される排水とメルトダウンを起こした福島原発から放出されるALPS処理水はまったく性質が異なるのだ¹⁷⁾。

そして、②残留トリチウムの安全性にかかわる問題。トリチウムの半減期は12.3年で、リスクが相当低くなるまでに100年以上かかる。また、体内に取り込まれたトリチウムは排出されるが、それが半分になるまでには10日程度かかる¹⁸⁾とされている。トリチウムの放射する「β線」のエネルギーは非常に低いものの、体内に存在する間に遺伝子を傷つけ続ける恐れがある。また、体内で有機結合型トリチウムに変化すると体内にとどまる期間が長くなる可能性もあるからだ¹⁸⁾。

¹⁵⁾ 仮に、東電の方針通りに海洋放出がなされたとしても、それが終了するのに30～40年を要するという。グリーンピース・ジャパン（2022）を参照。

¹⁶⁾ この問題に関して、自由法曹団は抗議の声明を出している。自由法曹団（2023）。

¹⁷⁾ 「長周新聞」（2021）。なお、「朝日新聞」（2018）では、ALPS浄化後も基準2万倍の放射性物質が存在すること、「朝日新聞」（2020）では、ALPS処理水の約7割は法令の放出基準の濃度を超えていることが暴露されている。

¹⁸⁾ 放射線の生物への影響について。被爆には**外部被曝**と**内部被曝**があり、その影響は異なる。外部被曝では、α線の場合、その被曝は体表の角質層で止まってしまうこと（α線の透過距離は数十μm）から、影響が現れることはない。β線は皮膚を通過する（透過距離は数mm）ので、被曝線量が高い場合には熱傷のような症状を引き起こすが、体の奥深くまで届くことはない。そして、γ線は体の奥の重要な臓器まで到達する。したがって、外部被曝で問題になるのは特にγ線だ。

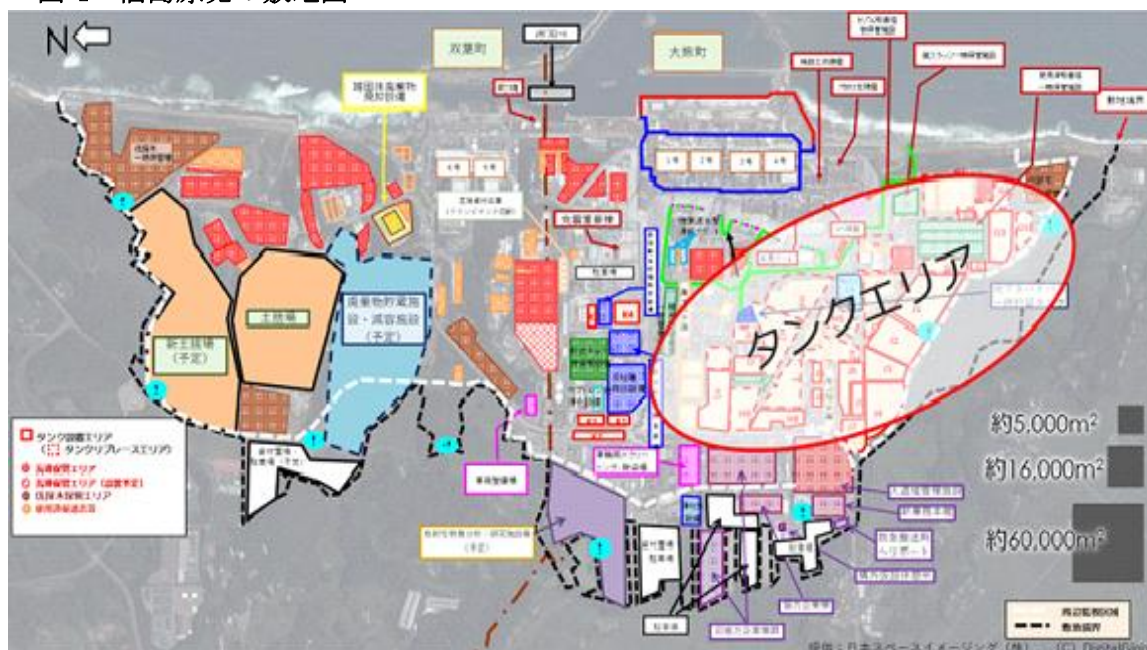
一方、内部被曝では、距離が近いので、α線、β線、γ線を放出する全ての放射性物質が体内の細胞に影響を及ぼす可能性がある。α線の場合は、飛ぶ距離から考えても、その影響は放射性物質が存在する組織内に限定されるが、生物への影響力は強く、内部被曝に関して注意を要する。γ線の場合は、飛ぶ距離が長いので、全身に影響を及ぼす可能性がある。また、β線は、α線とγ線の両方の性

(3) 貯蔵タンクと海洋放出

では、この汚染水、ALPS「処理水」はどうすべきか。言うまでもなく、ALPS「処理水」を海洋放出するべきではなく、大型タンクによる長期保管を行うことが基本であろう。またはその過程で「モルタル固化」の可能性も追求すべきだ。そうして、放射線量の減衰を待つしかない。

そうすると、保管場所の確保が問題となるが、建屋の南側に僅か、そして北側には広大な敷地がある。政府・東電はタンクの設置場所がないことを理由としているが、そうではない。

図4 福島原発の敷地図



資料) 資源エネルギー庁 (<https://www.enecho.meti.go.jp/>)

図4のように、タンクエリアの南側に数十万平米、原発建屋の北側には敷地全体の半分以上の敷地がある。図1と図4は基本的に同じものだが、この問題を考えるには、図4を前提にすることが適当だろう。

この北側エリアは、東電の敷地利用計画によれば、取り出したデブリの一時保管場所となっている。しかし、周知のように、また後述するように、デブリの本格的な取り出しは暗礁にのり上げている。全く目処が立っていないどころか、不可能であるともいわれている。

したがって、この北側エリアに大型タンクを設置することは可能であり、現実的でもある。やや目の子算だが、林立する現在のタンクエリア面積よりも遙かに広いので、少なく

質を持つといわれる。環境省(2016)参照。

とも、15 年程度分を保管することは可能だろう。これが唯一の可能性であり現実性だ。

3. 廃炉のプロセスとゴール

(1) 『中長期ロードマップ』等の相次ぐ変更

既述のように、政府・東電は、東京電力ホールディングス、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議の名において、事故の発生した 2011 年に『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』を発表した。しかし、現実にはその行程はほぼ満たされず、相次いで改訂が行われてきた。具体的には以下のよう。

2011 年 12 月『中長期ロードマップ』（初版）

2012 年 7 月『中長期ロードマップ』（改訂第 1 版）

2013 年 6 月『中長期ロードマップ』（改訂第 2 版）

2015 年 6 月『中長期ロードマップ』（改訂第 3 版）

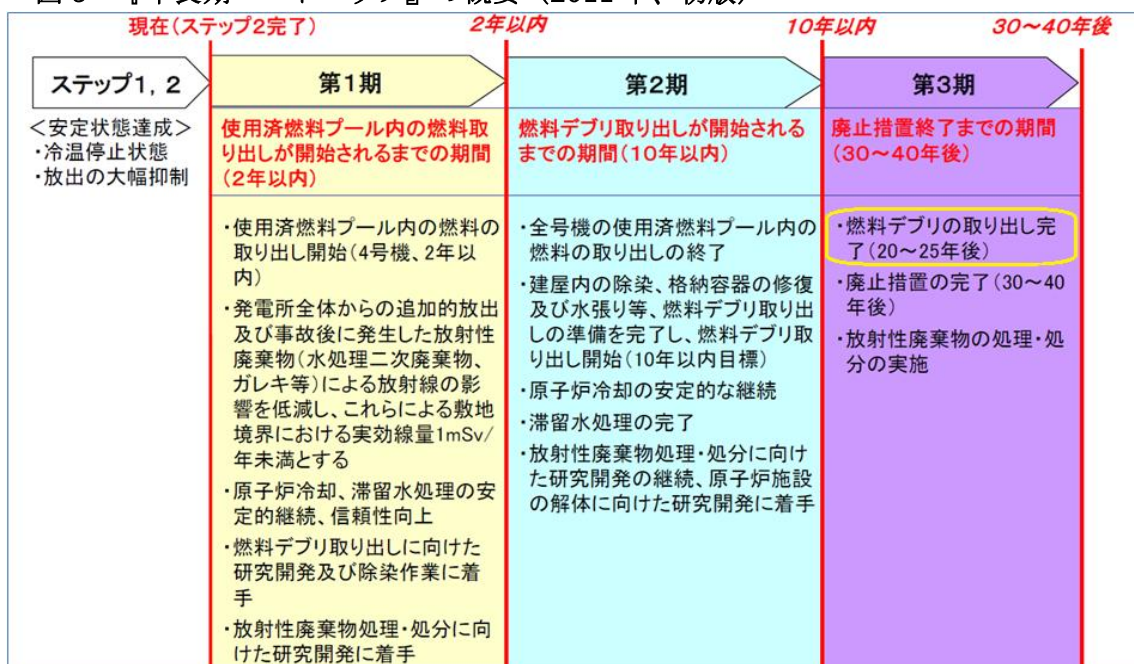
2017 年 9 月『中長期ロードマップ』（改訂第 4 版）

2019 年 12 月『中長期ロードマップ』（改訂第 5 版）

この過程で、行程がかなり変更されているが、何故か「廃止措置終了までの期間（30～40 年）」は変更されていない。立ち入ってみよう。

図 5 は、『中長期ロードマップ』の概要（2011 年、初版）である。この内容を若干確認しておこう。みられるように、全体の工程は 3 つの期に分けられている。

図 5 『中長期ロードマップ』の概要（2011 年、初版）

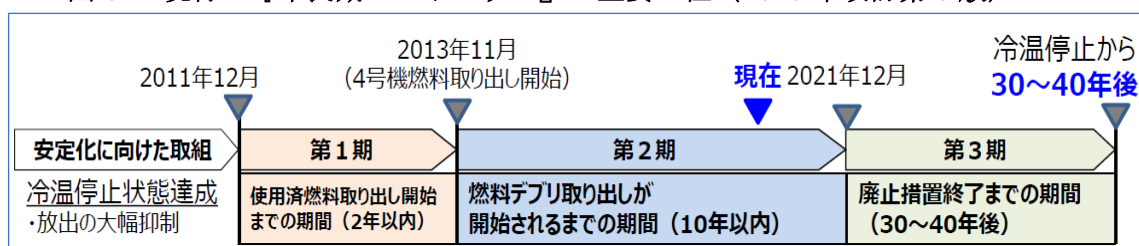


資料)「福島第一原子力発電所 1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」(概要版)(2011 年 12 月)

その第1期のメルクマールは、使用済み核燃料のプールからの取り出しの開始とされている。第2期では、その取り出しを、この期（2021年）内に「終了」することとしている。また、橋頭堡としてこの期にデブリの「取り出し開始」が掲げられている。そして第3期では、デブリの「取り出しの完了」を「20～25年後」（2031年～2036年）とし、さらに、「廃止措置の完了」を「30～40年後」つまり、2041年～2051年としている。いわゆる廃炉が、早ければ2041年に遅くとも2051年に完了しているという行程だ。

このような工程表から出発したものの、作業は予定通りに進まず、繰り返し『中長期ロードマップ』の見直しがなされ、最新の改定第5版（2019年）では、以下のようになっている。

図6 現行の『中長期ロードマップ』の主要工程（2019年改訂第5版）



資料）「福島第一原子力発電所の廃炉に向けた中長期ロードマップ改訂案について」（2019年12月）

一見すると、この図6は、先の図5と同様に見えるが、必ずしもそうではない。『中長期ロードマップ』（改定第5版）の説明文を勘案してまとめると以下のよう。注目されるのは、次の点だ。

第1に、使用済み核燃料のプールからの取り出しの完了時期が示されていない。当初の予定では、2021年までに完了とされていたにもかかわらずだ。つまり、1号機と2号機では使用済み核燃料の取り出しの目処が立っていないということか。

また、第2に、より重要なことは、デブリの取り出し開始の時期は変わらないものの、その完了の時期が示されていない点だ¹⁹⁾。図4にみられた、「燃料デブリの取り出しの完了（20～25年後）」の部分が消されている。『中長期ロードマップ』に開始時期が示されることは当然ながら、その終了時期の記述がないのはどういう意味だろうか。もっとも、そして、それにもかかわらず、「廃止措置終了」は「30～40年後」とされている。要するに、2041年から2051年には「廃止措置終了」というフレーズが繰り返されているのだ。これまで、『中長期ロードマップ』の改定においては、いわば現状追認の形で個々の作業内容の先延ばしがなされてきたが、何故か最終ゴールについて今のところ変更がない。

しかし、デブリにかんしては、これまで全く手もつけられない状態であり、このままではだれが考えても、遅くとも2051年というタイムリミットの厳守は不可能だろう²⁰⁾。

¹⁹⁾ デブリの取り出し開始の完了が示されなくなったのは、2015年6月の改定第3版からである。

²⁰⁾ 「福島民報」の福島県民に対する世論調査によれば、「2051年までの第1原発廃炉完了」について、

デブリの取り出し後に開始されるデブリの格納や処理の方法も不明だ。また、圧力容器・格納容器・建屋などの解体方法、それによって発生する膨大な汚染廃棄物の処理方法やその保管場所なども全くの手つかずのままだ²¹⁾。

(2) グリーンフィールドは不可能

繰り返しになるが、廃炉作業は遅れに遅れている。そして、現状を追認するように『中長期ロードマップ』は書き換えられているが、それも限界に近づきつつある。

もっとも、こうした事態は、研究者などからは当初から言われてきたことだ。

まず核心のデブリの取り出しに関して、『「燃料デブリ取り出し工法評価小委員会」報告書』²²⁾を参考にしながらみてみよう。

第1に、現在でも圧力容器内にあるデブリは、その状態さえも把握されていない。むしろ、飛び散ったデブリの塊によって機材を入れることやそれを先に進めることが出来ないという問題がある。

それとともに第2に、細い隙間から、遠隔操作やロボットなどによる調査が試みられているが、そこで用いられている半導体やモーターがあまりに高い放射線量のもとではほとんど作動しないのだ。故障だらけである。

そうした二つ事態もあって、デブリの取り出し方法は未定のままだ。2015年前後では、「燃料デブリ取り出し工法」として、幾つかが検討されていた。

放射線を遮断するには「水」の壁がもっとも適しているので、それを利用するもので、広義の「冠水工法」と呼ばれる。

まず、一番内側の圧力容器に水を満たしつつ、デブリを取り出す方法が検討されたようだ。だが、圧力容器が破損しているので、それを水で満たすことは出来ないという結論になった。

そこで、その外側の格納容器を水で満たす方法が考えられたようだ。その一つは、原子

「達成できない」という回答が「78.3%」だ。「福島民報」（2024）。当然であろう。

²¹⁾ 福島原発の廃棄物には、通常の前発の廃炉から生まれる廃棄物以上に大きな特徴がある。①通常の前子炉の廃止措置に伴い発生する放射性廃棄物と比べて物量が多いこと。通常の前子力発電所の廃止措置であれば、廃棄物総量のうち、約9割が「放射性廃棄物でない廃棄物」として取り扱われるが、福島前発では全ての廃棄物を「放射性廃棄物」として取り扱わなければならない可能性がある。②処理・処分の実績があまりに乏しいこと。例えば、汚染水を処理した後に残る水処理二次廃棄物は、通常の前発の運転・廃止措置では発生しない廃棄物であり、処理経験がない。③非常に高濃度の放射性廃棄物が存在すること。メルトダウンにより通常の前炉とは異なり、むき出しとなってさらされた廃棄物は、高濃度の放射性物質物と一体化している可能性が高い。④そして、特に③ともかかわるが、デブリの性状など、全く分かっていないものがあること。言うまでもなく、圧力容器はもとより、格納容器にも近づくことは不可能で、その内部はほとんど不明だ。

²²⁾ 原子力損害賠償・廃炉等支援機構（2024）

炉格納容器の上部まで完全に冠水する格納容器「完全冠水工法」であり、もう一つは、水位を格納容器上部より下とした状態でデブリ取り出しを行う格納容器「部分冠水工法」である。「部分冠水工法」は米スリーマイル島原発事故のさいに用いられた実績もある。しかし、福島原発では、格納容器も破損しているので、いずれの「冠水工法」も不可能だとされている。

そこで、さらにその外側の建屋内部全体に水を張るようなことも考えられたようだが、建屋にはそのような水圧に耐えることは到底出来ない。たとえ、震災前の建屋であっても、水圧によって建屋が崩壊するといわれる。

以上の三つの方法はいずれも不可能だとされた。

そこで苦肉の策として、「**気中工法**」なるものが検討されたようだ。これは、空気で冷却しつつデブリの取り出し作業を行うというものだが、あまりに高い放射線を「気中」で防いで、その中で作業するには出来ない。

また、この「気中工法」の亜種として、「**充填固化工法**」なるのも検討されている。これは、一定時間の後に固まる流動性がある充填材を注入するというもの。充填剤が安定固化したところで、比較的小さな開口部から遠隔操作装置を用いてデブリや炉内構造物等を取り出す工法である。しかし、この場合には充填範囲がかなり広範になると予想されるが、そうしだすとすると、放射性廃棄物の量がさらに増大するという難点がある。もっとも、そもそもそのような「充填材」が少なくとも現在では存在していないという根本問題がある。

こうした状況のなかで、「東京電力は燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大のための工法概念を検討しているものの、炉内状況の不確かさや特殊な現場での工学的な確証が未だ途上にあることから工法の具体化が難しく、技術課題の検討が進まないことが、ますます工法の選定を難しくするという隘路に直面している。」²³⁾ という本音が吐露されている。要するに、実際のデブリの取り出しどころか、その工法さえも定まっていないというのが現実だ。

したがって、デブリの取り出しは、政府や東電のいう「廃炉完了」期間内ではそもそも不可能だといわざるを得ない。このような状況は、当初から見込まれていたともいえよう。

(3) それでも「廃炉」完了か

このように、肝腎のデブリの取り出しは困難であり、したがって今（2024年）から17～27年での廃炉は不可能だと思われる。にもかかわらず、「廃止措置終了」の期限だけは変更されていない。

常識的に考えれば不思議だが、このところ「廃炉」が可能という説が囁かれ始めている。例えていえば、サーカーの試合でゲームの最中にゴールポストそのものをずらすこと、つまり、相手がゴールしそうであればゴールポストを後ろに、逆に自らのゴールが難しければそれをボールが入りやすいように移動させることだ。要するに、「廃炉」の定義を変え

²³⁾ 原子力損害賠償・廃炉等支援機構（2024）、1頁。

るのではないかということである。

これまでは、廃炉といえば、いわゆる「グリーンフィールド」²⁴⁾をさす。つまり完全な更地になり、そこには住宅があり、商店も建つ風景がイメージされる。あるいは農業や工業が営まれているかも知れない。

しかし、東電の「もっと知りたい廃炉のこと」という Web ページでは以下のような記述がある²⁵⁾。これは問答形式で述べられているものだが、関係箇所の全文を掲載しよう。

「質問：どうなれば『廃炉』は完了するのか？ / 答え：福島第一原子力発電所の『廃炉』は、『放射性物質によるリスクから人と環境を守るための継続的なリスク低減』を実践していく活動であると考えています。事故を起こした福島第一原子力発電所の『廃炉』の最終的な姿について、いつまでに、どのような状態にしていくかについては、地元の方々をはじめとする関係者の皆さまや国、関係機関等と相談させて頂きながら、検討を進めていくことになると考えています。当社は、地元の皆さまの想いを受け止めながら、引き続き、安全・着実に、ひとつひとつ福島第一原子力発電所の廃炉作業を進めてまいります。」と²⁶⁾。これが「公式見解」のようだ。

ここでは、2点を指摘しよう。まず第1は、廃炉を、完了した「状態」ではなく、「リスク低減を実践していく活動」と定義している点だ。言葉として、意味を取りにくいのが、「廃炉」を「活動」だとすれば、すでに廃炉は実行されていることになる。

そして第2は、廃炉の「最終的な姿について、...どのような状態にしていくかについては、...検討を進めていくことになる...。」としている点だ。廃炉というゴールを、明確に示さず、「検討を進め」という。廃炉を、「グリーンフィールド」をさすものだと示していない。「廃炉」の定義を故意に曖昧にしているといわざるを得ないのだ。そうだとすれば、ある意味でいつでも「廃炉」の完了といえる。そしてそれをもって、東電の責任は終了ということにもなりかねない。

すでに、『中長期ロードマップ』から「20～25年後」という「デブリ取り出し終了時期」の記述が削除されていることを確認したが、それらは布石なのかも知れない。

最新版の『中長期ロードマップ』では「廃止措置の終了までの期間」が2011年から「30～40年後」されているものも、「廃止措置の終了」が「デブリ取り出し終了」や「原子炉解体終了」を含む状態であるかは示されていない。

深読みすれば、燃料デブリは取り出さず、損傷した原子炉はそのまま放置し、汚染水を海洋放出するシステムとそれに関心になる世論操作が済んだ時点で「これで廃止措置の

²⁴⁾ グリーンフィールドに明確な定義はない。有害な廃棄物などによって汚染されている土地を「ブラウンフィールド」と呼ぶのに対して、汚染されていない土地をこのように呼ぶ。

²⁵⁾ 東京電力（2024）

²⁶⁾ 2024年4月に、東電「東京電力廃炉資料館」（福島県双葉郡富岡町）を訪問し、説明を受けた。その際に、廃炉の最終形やその具体像について質問したが、回答はこの「公式見解」と同様なものであった。

終了」、すなわち「廃炉の完了」という事態になりかねないということだ。事を出来るだけ先送りし、現在かかわっている者が、2050年頃にはすでにその立場に存在しないことを盾にとり、全てを有耶無耶にするのではないか。「形だけの廃炉の完了」という形式を作るわけだ。こうしたシナリオが懸念される。

だが、実際には汚染水問題が解決したわけでも、デブリの取り出しが完了してわけでもない。にもかかわらず、それらは「廃炉後の作業」というようにして、政府・東電等の責任は全うされたことにする、そうした事態が見え隠れする。

この間の『中長期ロードマップ』や Web ページの記述をみるとそのように危惧せざるを得ない。

(4) 石棺化をめぐる

だがいうまもなく、たとえ事態を有耶無耶することによって廃炉が「完了」したとして東電が免罪されても、事故と後処理の現実は残り続ける。単なる政治的な問題で片付かない。では、どうすべきか。

第1に、危惧される曖昧な「形だけの廃炉の完了」を阻止することだ。何よりも、いかなる状態をもって廃炉とするか、これを明確にさせなければならない。言い換えれば、完全なグリーンフィールドの実現までは廃炉が完了していないことを明示させるべきである。そしてそれが東電の責任であることを確認すべきだろう。

その上で、第2に、グリーンフィールドまでの、本来の意味の「ロードマップ」の作成が求められる。その「ロードマップ」は、放射能の半減期から考えて、世紀単位の工程を想定しなければならないだろう。

ヒトを含む動物にとって脅威となる放射性物質のセシウム137とストロンチウム90の半減期は、それぞれ30年と28年だ。例えば、100年という時間が経過すれば、放射能は概ね10分の1に、200年待てば約100分の1に減衰する。

その間は、いわば長い時間稼ぎであって、事故原発プラントの安定化とその維持が求められる。具体的には、①事故で損傷し、耐震性の低下した施設の強化だ。今後の地震や津波に備えるための強化に他ならない。これらは、世紀単位の時間に耐える補修が必要なので、おそらくは1回では完結しない。世紀を超えた経年変化も加味されなければならない。

それと同時に、②環境汚染を防止する対策も不可欠だ。放射性物質の環境への拡散を防ぐことは、放射能事故に固有なものだが、それを疎かにすることは出来ない。

そして、③同時に、何よりも、このような作業にあたる労働者の被爆を最小限に抑えることが求められる。

繰り返しになるが、この工程は、世紀を越える時間を要するので、技術の開発はもとより、技能の継承も射程入れたものとせざるを得ない。

こうした、一連の対策を「石棺化」や「シェルター化」、「ドーム化」と呼ぶとしたら、そうした、技術や政策的な道筋を示すことが必要ではないか。

もっとも、「石棺」をめぐるのは、錯綜した問題がある。

まず、経緯をみておこう。

原子力損害賠償・廃炉等支援機構が示した、2015年7月の「技術戦略プラン」に「石棺式」という用語が用いたことが発端だ。これに対して、福島県（内堀雅雄知事）などは猛反発を示し、それに対して国は「石棺」の方針そのものを否定するという事態に至った。高木陽介経産副大臣（当時）が「国として石棺で処理する考えは一切ない」と述べ事態の収拾に回ったのだった²⁷⁾。

というのも、第1に、これまですでにみてきた『中長期ロードマップ』には、「石棺」にかんするような記述は一切ないこと、第2に、また、これまで、デブリを取り出した後に、それを県外に保管することになっていたこと、これらと齟齬するというわけだ。

要するに、デブリの取り出しに失敗し、その弥縫策として事故プラントを鉄板とコンクリートで固め、政府や東電は逃げ出しを図るのではないかとの疑念があったのだ。当然の懸念であり、怒りであろう。

したがって、「石棺」という用語には注意を払う必要がある。その上で、チェルノブイリ原発の例は参考になろう。

周知のように、1986年4月にチェルノブイリ原発事故が発生したが、その年の11月には「石棺」と呼ばれるコンクリート製の構造物が作られた。しかし、これは応急的な工事だったこともあり、老朽化が進み、放射能漏れや耐久性が問題となってきた。そこで、2012年には「新シェルター」の建設に着手することになる。ドーム（かまぼこ）型の覆いを、事故プラントに隣接する土地でスライド用のレールの上で組み立ててから、それを用いて原発まで移動させるという構想だ。高さ105メートルのドーム型の鉄骨構造物の建設はこうして作られた。そして、2016年には、このドーム型の「新シェルター」がこれまでの「石棺」をスッポリと覆うことになったのだ。この鋼鉄製のドームの耐用年数は100年とされているが、その後には、さらに外側に「新々シェルター」が作られることになるだろう。

むろん、核燃料が中に残されたままで、廃炉の見通しは立っていない状況だ。そうした実情をふまえて、ひたすら放射線量の減衰を待つのであって、その間は事故プラントの崩壊を防ぐとともに環境への放射性物質の拡散を防止するというものだ。

もっとも、福島原発の場合には、より難問があるといわれる²⁸⁾。

というのは、以下のよう。チェルノブイリ原発の場合は、メルトアウトした核燃料デブリが土台を溶かして地下水域に入るといった恐れがあったが、幸いにも熔融燃料は途中で止まり地下水と接触することを免れたという。これには、作業にあたった労働者の決死隊による突貫工事が功を奏したとのこと。それは、地下に坑道を掘り、冷却のため液体窒素で充填するという作業だったという。

しかし、福島原発の場合には、抜け落ちたデブリの一部は地下水と接触し、放射性物質

²⁷⁾ 「福島民友」（2016）

²⁸⁾ 以下の記述にかんしては、杉本達也（2023）を参考にした。

は地下水に溶けだし続けている。そして、その一部は太平洋に流れ込んでいる。

「石棺」化をするには、まず大量に流れ込む地下水を遮断しなければならない。既述のように、凍土壁での遮断は失敗しているので、耐用年数が数世紀に及ぶ本格的な遮断壁が必要だ。ただ、放射線量が非常に高いと予想される地下に坑道を掘り、対策を行うことは不可能に近いほど困難だといわれる。

それでも、本来の廃炉が不可能ならば、時間を稼ぐ何らかの対策しかない。吉岡斉と小出裕章の発言を紹介しよう。

吉岡斉は以下のように述べている。「福島第一原発も当面石棺化するしかない。発熱量がわずかなので、何らかの事故があっても核物質の再燃はまず起こらない。100～200 年経過すれば、放射線量は相当減るので、その時点で高濃度の物質の取り出しを考えればいい」AERA(2017)

また、小出裕章は以下のようにいう。「廃炉できなければどうすればいいか。できうることは、1986 年のチェルノブイリ原発事故の時に実施したように、原子炉建屋全体をコンクリート製の構造物「石棺」で封じ込めるしかありません。」AERA(2022)²⁹⁾。こうして、環境への放射性物質の流出を最小化しつつ、一方で、世紀単位の時間稼ぎをし、他方で、「ロボット技術や放射線の遮蔽技術の開発」AERA(2022)を進めるというものだ。

いずれの提言も、途方もない困難な状況が継続していることを前提にした、苦渋の言葉といえよう。そのような困難がいまだに継続していることを、確認しなければならない。

結語

これまでの議論を纏めよう。

いわゆる『中長期ロードマップ』は、作業の遅れを追認しつつ「改定」されたきた。例えば、使用済み核燃料の取り出しの完了時期などがそうだ。しかし、「廃止措置の完了」を「30～40 年後」（2041～2051 年）とするゴールだけは、何故か変えられないままであった。いうまでもなく、矛盾そのものである。

そして「廃炉」を錦の御旗として汚染水の海洋投棄が昨年より強行されてきた。汚染水の海洋投棄は、手続き的にも、その危険性からも許しがたいことだが、これが「廃炉」というお題目によって合理化されていったのである。

しかし、「廃炉」は政府・東電のいう「2041～2051 年」という期間内では、客観的に困難だ。これまでの作業の進捗状況、および各種の放射性物質の放射能半減期から考えて、この時間では無理だといわざるを得ない。

だが、ここで危惧されるのは、「形だけの廃炉の完了」で、政府・東電が免責されることという事態だ。グリーンフィールドにはほど遠いにもかかわらず、廃炉が完了したことにされる誤魔化しを阻止しなければならない。

²⁹⁾ むろん、ここで両者のいう「石棺」は、福島の住民らが危惧したような、将来のデブリ取り出しが絶望的な「デブリのコンクリート固化」や「原子炉そのもののコンクリート固化」ではなからう。

とはいえ、廃炉は困難という事実は、政府・東電の免責とは別のものだ。重い事実は現に存在している。

こうした中で、政府などから、いわゆる「石棺」の構想が飛び出したりした。これには、住民などから、責任逃れに使われるのではないかという懸念が噴出し、政府も撤回に追い込まれたという経緯がある。当然のことであろう。

しかし、以前から、福島原発プラントを長期にわたり安定保管し、時間稼ぎをすることが現実的な対処法だという見解は示されていた。反原発や脱原発の立場をとる専門家や団体からの提起が多い。それを「石棺」と呼ぶか、「シェルター」、「ドーム」と呼ぶかはさておき、世紀単位での時間を要する計画を考えなければならないだろう。そして、それには、すでに信頼を失っている東電や御用学者ではなく、原発に対して批判的な立場の専門家や諸団体の知見を借りるしかなかろう。

現実には汚染水問題のように差し迫った問題がある一方で、事実に基づいた世紀単位の時間を要する問題がある。世紀を超える単位の計画や構想が求めているのである。

文献

A.包括的な政府・東電の文献

資源エネルギー庁『廃炉の大切な話』（2016年から毎年発行、最新版は2024年）

資源エネルギー庁『廃炉と未来』（2022年）

東京電力ホールディングス、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議『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』（「初版2011年、改訂版2012年、改訂第2版2013年、改訂第3版2015年、改訂第4版2017年、改訂第5版2019年」）

東京電力（2024）「もっと知りたい廃炉のこと」https://www.tepco.co.jp/decommission/towards_decommissioning/Things_you_should_know_more_about_decommissioning/answer-04-j.html

東京電力ホールディングス『廃炉中長期実行プラン』（2020年から毎年発行、最新版は2024年）

B.その他の文献

青木美希（2023）『なぜ日本は原発を止められないのか？』文春新書

「朝日新聞」（2018）「汚染水、浄化後も基準2万倍の放射性物質 福島第一原発」（2018.9.28）

「朝日新聞」（2020）「たまる汚染水120万トン処理の流れは。7割が基準超え」（2020.7.20）

「朝日新聞」（2024a）「使用済み核燃料を入れるキャスクってどういうもの？」（2024.6.13）

「朝日新聞デジタル」（2024b）「東電、デブリ作業延期に『情けない』 福島県は『体制に問題』と批判」（2024.8.23）

石橋克彦（2011）『原発を終わらせる』岩波新書

尾松亮（2022）『廃炉とは何か』岩波ブックレット

尾松亮（2023）「1Fで廃炉は行われていない！」『政経東北』2023年4月号

川井康郎（2022）「1F廃炉ロードマップの破綻とあるべき対策」（原子力市民委員会）

環境金融研究機構（2018）「旧ソ連・チェルノブイリ事故32年。「核燃料除去まで500年」かかる。遠隔操作での除去は困難」<https://rief-jp.org/ct13/78967>

環境省（2016）「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」（平成28年度版）

<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h28kisoshiryo/h28kiso-01-03-10.html>

グリーンピース・ジャパン（2022）「誰も知らない「廃炉」のゴール」

<https://www.greenpeace.org/japan/campaigns/story/2022/03/12/56027/>

原子力市民委員会（2023）「声明：ALPS 処理汚染水の海洋投棄を即時中止し、デブリ取り出しと非現実的な中長期ロードマップを見直し、福島第一原子力発電所の「廃炉」のあり方を公開・透明な場で検討するべきである」（2023.12.4）

原子力資料情報室（2022）『どうする核のごみ 3』原子力資料情報室

原子力資料情報室（2023）『原子力市民年鑑 2023』緑風出版

原子力損害賠償・廃炉等支援機構（2024）『「燃料デブリ取り出し工法評価小委員会」報告書』

原発老朽化問題研究会（2023）『原発の老朽化はこんなに』原子力資料情報室、アグネ技術センター
小出裕章（2021）『原発事故は終わっていない』毎日新聞出版

小林祐喜（2022）「事故から 11 年、福島第一原発の廃炉の最終形態を明示せよ」（笹川平和財団、
https://www.spf.org/jina/articles/yuki_kobayashi_06.html）

佐藤 暁福（2021）「島第一原子力発電所の廃炉計画に対する検証と提案」（グリーンピース・ジャパン、
<https://www.greenpeace.org/japan/campaigns/publication/2021/03/10/50575/>）

「産経新聞」（2017）「「人を欺こうとしている」規制委員が激高した東電「凍土壁」資料、怒りの理由は…」（2017.7.3）

自由法曹団（2023）「ALPS 処理水」の海洋放出の強行に強く抗議するとともに、海洋放出の即時停止、他の処分方法の実行及び汚染水問題の解決のために抜本的な止水対策を求める声明」（2023.8.23）

杉本達也（2017）「「廃炉」なんてできっこない。「石棺」も無理だ」（『アサート』No.471、
<https://assert.jp/archives/2023>）

鈴木 智彦（2000）「「1 度原発で働いたヤツは、原発に帰ってくる」、作業員を離さない、福島 1F の「うま味」とは」、文春オンライン、2000.11.15。<https://bunshun.jp/articles/-/41287>

田坂広志（2012）「「脱原発」でも原子力技術は衰退しない」『日経ビジネス』（2012.9.7）

田中史郎（2018a）「エネルギー選択の視座」、大内秀明、吉野博、増田聡『自然エネルギーのソーシャルデザイン』鹿島出版会

田中史郎（2018b）「グロテスクな廃炉ビジネスー福島原発の現状と闇ー」、『社会理論研究』社会理論学会、第 19 号、2018.12

田中史郎（2019a）「原発立地自治体の財政と経済」、篠原弘典・半田正樹編『原発のない女川へ』社会評論社

田中史郎（2019b）「今になっても、原発コストー資源エネルギー庁「原発のコストを考える」を批判するー」（上、下）、『フラタニティ』ロゴス、第 15 号、2019.8、第 16 号、2019.11

田中史郎（2022）「原子力発電と核開発ー原発と軍事にかんしての考察ー」、『経済志林』法政大学、第 89 巻、第 2 号、2022.3

千葉香代子（2011）「福島原発は廃炉にできない」、『NEWSWEEK 日本版』（2011.8.18）

「長周新聞」（2021）「トリチウム水の危険性、通常排水にない 11 核種も。「飲んでも何ということはない」水か？」（2021.4.22）

「東京新聞」（2021）「凍土壁、想定外の長期運用へ 福島第一原発汚染水対策の「切り札」、検証不十分なまま」（2021.7.19）

「東京新聞」（2023）「東海原発、廃炉完了は 5 年先の「2035 年度」に 延期は 4 回目…当初は「2017 年度」だった」（2023.12.23）

西尾 漢（2017）『日本の原子力時代史』セツ森書館

日本経済研究センター（2019）「事故処理費用、40 年間に 35 兆～80 兆円に」

「日本経済新聞」（2024a）「福島第 1 原発、デブリ採取 3 度目延期 廃炉費用膨らむ恐れ」（2024.1.25）

「日本経済新聞」（2024b）「福島第 1 原発、廃炉への道険しく デブリ取り出し 3 回延期」（2024.3.10）

「日本経済新聞」（2024c）「新原発で想定超えた安全対策費、電気代上乗せも。経産省」（2024.6.25）

「福島民報」（2024）「福島県民世論調査 2051 年までの第 1 原発廃炉完了、「達成できない」78.3%」（2024.3.4）

「福島民友」(2016)「第一原発廃炉プラン。「石棺」表現削除へ」(2016年7月15日)
本間龍(2016)『原発プロパガンダ』岩波新書
山本義隆(2024)『核燃料サイクルという迷宮』岩波書店
吉野実(2022)『「廃炉」という幻想』光文社新書
AERA(2017)「廃炉のタブーが現実味 福島第一原発事故から6年」(2017.3.6)
AERA(2022)「福島第一原発「デブリ取り出しは不可能」と専門家、廃炉できないなら「『石棺』で封じ込めるしかない」(2022.3.7)
NHK(2024)「核燃料デブリ取り出し 充填材で固めて取り出す工法活用を提言」(2024.3.8)
NHK(2023)「1からわかる！原発処理水(3)、廃炉への道のりは？"最大の難関"デブリとは？」(2023.12.14)