

Planning Lecture | Board and Committee : Review Committee on Decommissioning of the Fukushima Daiichi NPS

📅 Fri. Mar 14, 2025 1:00 PM - 2:30 PM JST | Fri. Mar 14, 2025 4:00 AM - 5:30 AM UTC 🏠 Room G(Zoom room 7)

[3G_PL] Outline of Studies Conducted by Subcommittee of Radioactive Waste Management

Chair:Hiroshi Miyano(Review Committee on Decommissioning of 1F)

[3G_PL01]

How Should Manage Radioactive Waste Generated?

*Satoshi Yanagihara¹ (1. Univ. of Fukui)

[3G_PL02]

Waste Management Issues Related to Fuel Debris Retrieval

*Daisuke Kawasaki¹ (1. Univ. of Fukui)

[3G_PL03]

Management of Radioactive Waste Generated by Contaminated Water Treatment

*Takashi Asano¹ (1. HGNE)

[3G_PL04]

Study on Scenarios to Reduce Waste Generation

*Naoko Watanabe¹ (1. Hokkaido Univ.)

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション

廃棄物検討分科会における検討概要

Outline of Studies Conducted by Subcommittee of Radioactive Waste Management

(1) 発生する放射性廃棄物の管理をどうすべきか

(1) How should we manage radioactive waste generated?

*柳原 敏¹, 川崎大介¹, 浅野 隆², 渡辺直子³¹福井大, ²日立 GE, ³北大

1. はじめに

昨年10月に福島第一原子力発電所(1F)2号機で数グラムの燃料デブリが取り出され、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(中長期ロードマップ)における第3期の作業に移行した。第3期の作業では、燃料デブリだけでなく炉内構造物を始め様々な放射化・汚染物を取り出される。また、建屋解体などを視野に入れると汚染したコンクリート構造物など金属とは異なる材質の廃棄物も発生する。廃棄物の発生量を低減し循環型社会を創生することは世界各国が目指す重要な取り組みである。廃炉作業で発生する放射性廃棄物を安全かつ合理的に管理することは必須の課題であるが、出来る限り放射性廃棄物の発生量を少なくし、目標とするエンドステートを計画通りに達成することが求められている。1F廃炉でも放射線リスクの低減に加えて循環型社会の創生に向けた具体的な取り組みを示す必要がある。本講演では中長期ロードマップ第3期の作業が開始されたことを背景に、廃棄物検討分科会のメンバーが所属組織に捕われずに技術的観点から検討した廃棄物管理に係るケーススタディなどを紹介する。

2. 廃棄物ヒエラルキー

1Fサイトには放射性核種で汚染された機器・構造物・土地などが多量に存在する。1F廃炉はサイトに存在する放射線リスクを出来る限り小さくしてサイトを有効利用出来るようにすることが目的である。このためには、発生する放射性廃棄物を安全で合理的に管理し、最終的な処分を実現することが重要な課題になる。廃棄物発生量の低減は原子力界のみならずあらゆる分野において重要課題であり、廃棄物ヒエラルキーの考え方が構築されている(図1)。1F廃炉においてもこの考え方に沿った廃棄物管理計画が必要になる。例えば、放射性物質を全て廃棄物にするのではなく、管理しながら放射能レベルの低減を待つ、あるいは、クリアランス制度を適用して様々な形で有効利用するなどの検討が求められ、その結果を廃棄物管理計画に組み込む必要がある¹⁾。また、放射性廃棄物として管理が必要なものは最終処分を念頭に入れて合理的な管理方法及び工程を構築することも重要となる。



図1 廃棄物ヒエラルキー

3. 放射性廃棄物の管理と発生量の低減

廃棄物発生量の低減策などを講じなければ1F廃炉からは約780万トンの放射性廃棄物が発生することが推定されている²⁾。1F廃炉に係る作業対象(原子炉施設(1-6号機)、水処理施設、廃棄物管理・貯蔵施設、その他施設、サイト修復)に応じて放射性廃棄物の発生量を分類すると、原子炉施設(1-6号機)全てが放射性廃棄物になると想定した場合、この解体・除染では約150万トンの廃棄物の管理が必要になる(図2)。但し、その多くは事

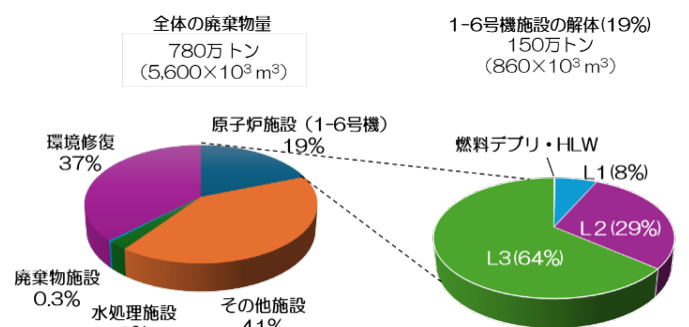


図2 原子炉施設(1-6号機)の放射能レベルに応じた物量割合の推定

故で放出された核分裂生成物による汚染を起因としており Cs-137 である。炉心部の放射化機器を除けば、放射能汚染を分離することにより機器・構造物は有価物として利用できる可能性がある。他方、水処理施設の解体に関しては、処理水の海洋放出で空になったタンクは内面の除染により有効利用の可能性がある。図2に示す推定量は大部分が放射能レベルの低い廃棄物であり、汚染核種を除去することによりクリアランス又はサイト内での有効利用が可能となる。このような検討を進め、廃棄物低減のための具体的な実施計画を策定することが求められる。

4. 放射能レベルの高い廃棄物の管理

中長期ロードマップ第3期の作業の主要な領域は原子炉施設（1-6号機）であり、燃料デブリの取り出し及び施設の除染・解体に係るものである。燃料デブリの量は IRID の予測では約 880 トンと評価されおり、機器・構造物の全物量と比較すれば僅かではあるが、核燃料を取り扱うことからきめ細かな作業工程の分析が必要になる。他方、機器・構造物の除染・解体では、除染により廃棄物量を低減すること及びエンドステートに向けた多量の放射性廃棄物の管理に係る検討が重要になる（図3）。作業工程には燃料物質と機器との仕分け、燃料デブリに含まれる核物質の計量管理、廃棄物の減容、安定化、廃棄物管理、記録の作成・保管、水処理2次廃棄物管理のなどが含まれる。主要な課題としては、a) 廃棄物の処理・保管施設の在り方、b) 核燃料物質と機器との仕分けと核物質管理に必要な核燃料の計量、c) 廃棄物の安定化処理と保管、最終処分に向けた工程、d) 燃料デブリを含む廃棄物処分体系の構築、e) 除染による放射性廃棄物の低減、などがある。これらの課題を含むシナリオの検討には様々な選択肢があるが、廃棄物検討分科会では大まかな想定の下でのケーススタディにより具体的な問題点の抽出とその解決方法の選択肢の提案を目指している。

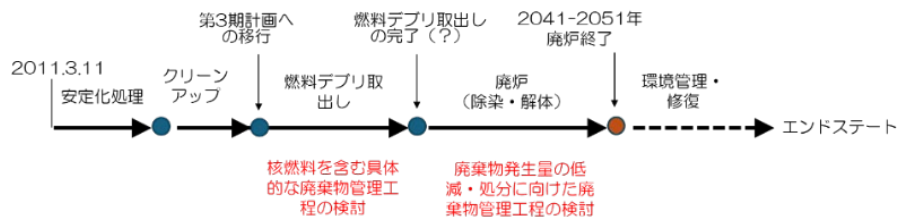


図3 1F 廃炉タイムラインの概略

5. まとめ

中長期ロードマップでは、廃炉のエンドステートは明らかではないものの 2011 年から 30 年～40 年で廃炉を終了する。この時期に廃炉終了を目指すためには段階的にでもエンドステートを設定して計画を具体的に立案することが求められる。他方、燃料デブリの取り出し及び廃炉作業は安全を前提とするが廃棄物ヒエラルキーの考えに基づいて最終処分する廃棄物量を出来る限り少なくする考慮が必要になり、このためには廃棄物管理シナリオの検討が必須である。実際の実施計画は実施事業者により決定されるものであるが、廃棄物管理に係る様々なシナリオとその特性を明らかにすることにより、シナリオ選択に係る意思決定が透明性を持って進められることを念頭に専門家集団として様々な方向から議論を進めている。

参考文献

- 1) 廃棄物検討分科会、国際標準から見た廃棄物管理、福島第一原子力発電所廃炉検討委員会、日本原子力学会、2020年7月
- 2) H. Kawamura, et al. (2017), "Decommissioning and Environmental Remediation Scenario Development for Fukushima Daiichi", International Journal for Nuclear Power (atw), 2017

なお、本講演資料は、セッション開始前に以下 URL に掲載予定。

日本原子力学会 廃炉委 HP https://www.aesj.net/aesj_fukushima/fukushima-decommissioning

*Satoshi Yanagihara¹, Daisuke Kawasaki¹, Takashi Asano² and Naoko Watanabe³

¹University of Fukui, ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ³Hokkaido University

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション

廃棄物検討分科会における検討概要

Outline of Studies Conducted by Subcommittee of Radioactive Waste Management

(2) 燃料デブリ取り出しに係る廃棄物管理の課題

(2) Waste Management Issues Related to Fuel Debris Retrieval

*川崎大介¹, 柳原敏¹, 浅野隆², 渡辺直子³¹福井大, ²日立 GE, ³北大

1. はじめに

中長期ロードマップ第3期における主要な作業は燃料デブリ取り出しであるが、現在検討されている燃料デブリ取り出しの方法¹⁾、気中工法、冠水工法、気中工法オプションの何れを用いる場合にも炉内構造物等の撤去は必須である。従って、燃料デブリだけではなくこれらの機器・構造物を取り出した後に必要となる処理及び管理に係る検討が求められる。また、第3期の終了時期（廃炉の終了）は2011年から30～40年後とされている。この廃炉終了までに何が出来、先に延ばす可能性の作業は何かについても議論が必要である。このためには、燃料デブリの取り出し及び廃炉工程（原子炉施設の機器・構造物の解体撤去及び廃棄物・核燃料物質の管理）に係る様々な選択肢を分析して、最適なシナリオを分析することが必要と考える。さらに、我が国の放射性廃棄物の処分制度の再検討も必要になる。本講演では、廃棄物検討分科会において議論が進んでいる、取り出された燃料デブリや炉内構造物の処理、貯蔵、管理の在り方に関するシナリオの抽出と分析及び課題について紹介する。

2. 燃料デブリ取り出し対象物

燃料デブリ取り出し工程では様々な特徴をもった燃料デブリ、燃料破損片、汚染した機器・構造物が取り出される。これらは放射能汚染の程度が異なり、中には、炉心熔融の過程で本来の形状や設置場所から変形・移動しているものもある。これらの取り出し対象物を同じような工程で処理・保管することは合理的でなく、特性に応じた取り扱いが必要になる。表1はこれまでに想定されている原子炉圧力容器及びペDESTAL領域における核燃料物質・機器・構造物の状態を分類した例である。取り出される対象物の大きさや核燃料物質の状態や含有量に応じて取り出した後の最適な処理・保管の形態の検討を進めている。

表1 燃料デブリ取り出し対象物の存在場所に対する特性の予想（例）

取り出し対象物の特性 存在場所	核燃料物質 (燃料破損片)	核燃料物質を含む機 器・構造物 (燃料デブリ)	放射性核種で汚染さ れた機器・構造物 (汚染大)	放射性核種で汚染さ れた機器・構造物 (汚染小)
RPV上中部	□	□	△	○
RPV底部	○	○	○	□
ペDESTAL部	△	△	○	□
ペDESTAL底部	△	○	○	□

○；可能性大 △；可能性有り □；可能性小

3. 廃棄物の管理工程

燃料デブリ取り出し工程のシナリオから想定される廃棄物の発生量や発生時期に基づき、廃棄物管理工程の分析を進めている。原子力施設の運転や解体作業で発生する放射性廃棄物の発生から処分までの工程を参考に²⁾、燃料デブリ取り出し工程で発生する廃棄物（核燃料物質は有価物とする）の発生から処分までの工程を俯瞰すると表2の様になる。なお、発生する廃棄物は前述の取り出し対象物のみならず、装置の設置準備、燃料デブリ・機器の取り出し、装置の保守、作業場所のクリーンアップなどで二次的に発生する物も考慮する必要がある。燃

表2 検討が必要な管理工程の要件

管理工程	要件
前処理	容器収納に向けた粉碎・細断・分別
処理	仕分け、放射能測定、物理・化学特性データ取得、など
安定化（廃棄体化）	処分に向けた廃棄体作製（モルタル充填など）
貯蔵	貯蔵施設の整備、貯蔵容器への詰め替え、監視工程の設定、など
輸送	処分場への搬出（輸送条件の考慮）
処分	処分場立地、建設など

料デブリや機器・構造物などの廃棄物の最終処分まではかなりの期間を要すると考えられるが、中長期ロードマップに示される期間内に進める必要がある要件に関しては早急な検討が必要である。また、最終処分には処分場の立地や建設など技術的課題とは異なる困難な工程が含まれるが、その方向性に関する議論は、燃料デブリの管理にも影響する。

4. 取り出し対象物の仕分け

燃料デブリの取り出しにかかる工程は今後詳細な検討が進められることになるが、例えば、上アクセス工法を適用する場合、先ず格納容器上部の構造物（シールドプラグ、蒸気乾燥器、上部格子板など）を撤去することとなる。これらは核燃料物質の付着のない（或いは少ない）放射性廃棄物となる。炉心部や圧力容器底部の構造物は核燃料物質と混ざっており、核燃料物質の量に応じて仕分けた上で保管することが検討されている。仕分けの目的が当面の保管である場合は、核燃料物質の計量管理のために計測し、未臨界状態保持のための適切な容器に保管する。この際、容器の大きさによっては取り出された物の特性分析や細断・粉砕により容器に収納可能な寸法に成形する工程が必要になる。取り出された物の一時的な収納に必要な容器の大きさはその特性（寸法・放射能レベルなど）により異なる。他方、燃料物質の付着が少量であり、核物質の管理を必要としない機器に関しては、処分を念頭に置いて容器を設計することが求められる。また、レベル区分や安定化方法の検討のために、放射能濃度測定や物理的・化学的特性の分析が必要となるが、具体的にどのような情報をどのタイミングで取得するか、また、どれだけ細かく分類しておく必要があるかについては、廃棄物管理全体のシナリオを俯瞰しながら検討する必要がある。

5. 作業工程の時間軸の分析

中長期ロードマップには廃炉終了までの期間が記載されており、第3期の作業に関しては作業内容ばかりではなく時間軸を想定した工程の分析が課題である。燃料デブリ取り出しの対象となる1号機から3号機までの作業を順次進めるのか、並行作業を考えるのかにより作業の終了時期が異なる。また、燃料デブリ取り出しと、取り出した廃棄物の管理工程との連携の分析も必要になる。燃料デブリ取り出しから廃棄物管理の全工程を俯瞰した上で施設の設計、人員の配置、費用などを考慮して第3期の作業工程の詳細が検討できるものと思われる。

6. まとめ

中長期ロードマップにおける第3期の活動では核燃料物質を含む施設の除染・解体により多くの放射性廃棄物が発生する。具体的な計画の立案なくして廃炉終了に向けた作業は成り立たない。このためには、様々な条件を加味してシナリオの抽出とケーススタディが重要になる。廃棄物検討分科会では、想定出来る範囲で廃棄物管理の具体的な例を考案してシナリオ分析を進めている。但し、我が国の放射性廃棄物の処分体系には核燃料物質の処分は想定されていない。計画立案の前提であるこのような課題に対しても早急に検討を進める必要がある。

参考文献

- (1) 原子力損害賠償・廃炉等支援機構, 燃料デブリ取り出し工法評価小委員会 報告書 令和6年3月7日.
- (2) IAEA, Selection of Technical Solutions for the Management of Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1817, VIENNA, 2017.

なお、本講演資料は、セッション開始前に以下 URL に掲載予定。

日本原子力学会 廃炉委 HP https://www.aesj.net/aesj_fukushima/fukushima-decommissioning

*Daisuke Kawasaki¹, Satoshi Yanagihara¹, Takashi Asano² and Naoko Watanabe³

¹University of Fukui, ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ³Hokkaido University

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション

廃棄物検討分科会における検討概要

Outline of Studies Conducted by Subcommittee of Radioactive Waste Management

(3) 汚染水処理で発生する放射性廃棄物の管理

(3) Management of Radioactive Waste Generated by Contaminated Water Treatment

* 浅野 隆¹, 柳原 敏², 川崎大介², 渡辺直子³¹日立 GE, ²福井大, ³北大

1. はじめに

福島第一原子力発電所では、地下水等の建屋への流入と燃料デブリ冷却のための原子炉建屋への注水により汚染水が発生している。これまでにサブドレンの運用開始や凍土壁の設置などにより建屋に流入する地下水等を減少でき、汚染水の発生量も抑制されている。今後の汚染水対策としては、汚染水発生量を最小限にとどめ、安定的に維持することが中長期ロードマップのなかで示されている。他方で、燃料デブリ取り出しの規模が拡大していくと、汚染水に含まれる燃料デブリ成分（本講演ではウランおよびプルトニウムなどの超ウラン元素を便宜的に α 核種と呼ぶことにする）が増加することも想定されるため、 α 核種を除去するための新たな設備が必要となることも想定される。このような状況下において汚染水処理で発生する放射性廃棄物についても、安全かつ合理的に管理すること、出来る限り放射性廃棄物の発生量を少なくすることが求められている。本講演では、今後発生する放射性廃棄物のケーススタディや現在計画されている廃棄物管理などを紹介する。

2. 汚染水処理設備

主な汚染水処理設備を図1に示す。汚染水に含まれている放射性のセシウムやストロンチウムを除去するためセシウム吸着装置が設けられている。次に、逆浸透膜装置（RO装置）により塩分が除去され、燃料デブリの冷却のため注水が行われている。一方、RO装置からは完全には除去されなかったセシウムやストロンチウムを含む様々な放射性核種を除去するため多核種除去設備が設けられている。多核種除去設備で除去できないトリチウムを含んだ処理済み水は、基準を満たすように希釈されたのち放出される。なお、現在は稼働していないが、汚染水の貯蔵量低減を目的にRO濃縮水をさらに濃縮するため、蒸発濃縮装置も設けられていた。また、サブドレンの運用開始に伴い、サブドレン浄化設備により汚染された土壌と接触した地下水からセシウムやストロンチウムを除去することが行われている。

今後については、東京電力ホールディングス(株)が策定している廃炉中長期実行プラン[1]によれば、 α 核種の汚染拡大リスクの最小化を図るために α 核種除去設備が設置される予定であり、 α 核種の分離・除去のための具体的な方法を検討することが課題とされている。

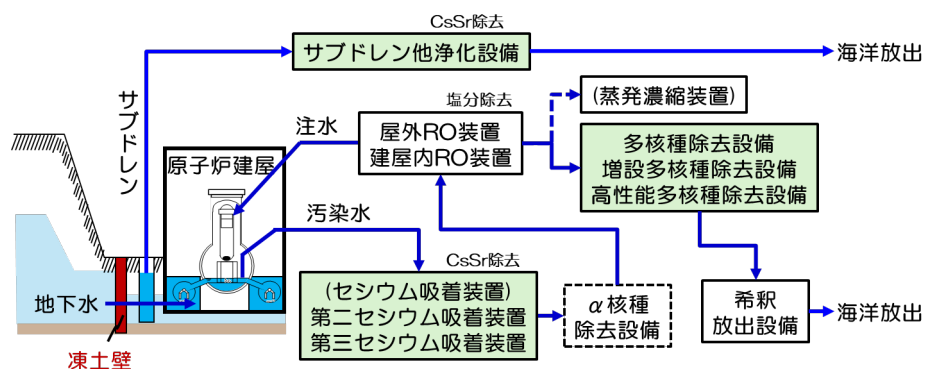


図1 主な汚染水処理設備（実施計画および廃炉中長期実行プラン[1]をもとに作図）

3. 汚染水処理で発生する放射性廃棄物

図1に示した設備のうち、色付けされた枠内の設備から発生する放射性廃棄物の例を表1に示す。セシウム吸着装置、高性能多核種除去設備およびサブドレン他浄化設備からは放射性核種を吸着した吸着材が充填されている使用済ベッセルが廃棄物として発生する。一方、多核種除去設備と増設多核種除去設備からは、吸着処理の前処理（沈殿処理）により沈殿物を含んだスラリーや使用済みの吸着材が廃棄物として発生する。これらは専用の保管容器に回収されている。その他、処理カラムと呼ばれる吸着材を充填した塔が発生する。

表1 汚染水処理で発生する廃棄物の例[3]

No.	処理設備	放射性廃棄物	発生量	処理量
1	セシウム吸着装置	使用済ベッセル	779本	約40万m ³
2	第二セシウム吸着装置	〃	265本	約200万m ³
3	第三セシウム吸着装置	〃	22本	約30万m ³
4	多核種除去設備 増設多核種除去設備	保管容器	4,436基	約140万m ³
		処理カラム	17塔	
5	高性能多核種除去設備	使用済ベッセル	90本	約10万m ³
6	サブドレン他浄化設備	〃	54本	約170万m ³

これまでのところ、廃棄物の発生量はそれぞれの設備における汚染水の処理量に概ね比例して増加している。したがって、今後発生する廃棄物量は今後の処理量に比例して増加することが想定される。廃棄物ヒエラルキーの考えに従い廃棄物の発生を抑制することが重要な課題であり、そのためには汚染水発生量の低減を図ることが必要である。廃炉中長期実行プラン[1]のマイルストーンでは、①汚染水発生量を100m³/日以下に抑制(2025年内)、②汚染水発生量を50~70m³/日程度に抑制(2028年度末)とされているが、既に2023年度実績で約80m³/日を達成済みであり、さらなる低減の早期実現が期待される。

最後に廃棄物管理の計画について簡単に示す。表1に示した使用済ベッセル、保管容器などは屋外の施設に保管されているが、中長期の目標として大型廃棄物保管庫などを設置して屋内で保管すること、保管中の腐食・漏えいリスクを解消することを目的とした脱水・乾燥などの処理を施す保管管理方針を策定するとされている[1]。今後、燃料デブリ取り出しの規模拡大に伴い、従来とは異なる廃棄物が発生することがそうていされるため、最終処分を念頭に合理的な管理方法及び工程を構築して実行していくことが重要となる。

4. まとめ

本講演では冒頭に記したように、廃棄物管理シナリオの検討に役立てることを目的に、今後の汚染水処理で発生する放射性廃棄物のケーススタディや現在計画されている廃棄物管理などを紹介する。汚染水処理で発生する放射性廃棄物についても廃棄物ヒエラルキーの考えに基づいて最終処分する廃棄物量を出来る限り少なくする考慮が必要と考えて議論を進めている。

参考文献

- [1] 東京電力ホールディングス(株)、廃炉中長期実行プラン2024、2024年3月
- [2] 原子力損害賠償・廃炉等支援機構、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炉のための技術戦略プラン2024、2024年9月
- [3] 東京電力ホールディングス(株)、福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の貯蔵及び処理の状況について(第685報)、2025年1月

なお、本講演資料は、セッション開始前に以下URLに掲載予定。

日本原子力学会 廃炉委 HP https://www.aesj.net/aesj_fukushima/fukushima-decommissioning

*Takashi Asano¹, Satoshi Yanagihara², Daisuke Kawasaki² and Naoko Watanabe³

¹Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ²University of Fukui, ³Hokkaido University

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション

廃棄物検討分科会における検討概要

Outline of Studies Conducted by Subcommittee of Radioactive Waste Management

(4) 廃棄物発生量の低減に向けたシナリオの検討

(4) Study on Scenarios to Reduce Waste Generation

*渡辺直子¹, 柳原 敏², 浅野 隆³, 川崎大介²¹北大, ²福井大, ³日立 GE

1. はじめに

福島第一原子力発電所(1F)における廃炉作業は、昨年、試験的ではあるが燃料デブリの取り出しが始まり、廃炉終了に向けた第3期に移行した。中長期ロードマップにおいて第3期終了時点のエンドステートは明らかではないが、通常炉と同様に更地を目指す場合には、建屋構造物の解体作業を伴うことから大量の解体物が発生する。1F サイトでは、事故前に設定されていた管理区域の外まで放射能汚染が広がっており、基本的には解体物全量を放射性廃棄物として取り扱うことになる。また、解体のプロセスでは燃料デブリを含む核燃料物質が付着した廃棄物などが発生する。通常炉を対象とした放射性廃棄物管理では、事故炉の解体物に対し放射性廃棄物としての管理を除外する制度や、燃料デブリの付着した廃棄物の取り扱いに係る制度の課題は議論されていない。1F 廃炉の第3期で発生する大量・多様な廃棄物を円滑に管理(処理、保管、処分)するためには、廃棄物ヒエラルキーの考え方に基づく取り扱いの選択肢、クリアランス制度の適用、サイト内での有効活用、スチュワードシップなど廃棄物量低減策について、技術や制度上の可能性などの検討が重要である。本講演では廃棄物発生量低減策の選択肢とその課題について議論する。

2. 廃棄物管理に係る考え方

廃棄物管理では、質(放射能レベル・材質等)と量(重さや容積)という二つの大きく異なる、しかし同じように重要な課題に対処する必要がある。1F 廃炉では、燃料デブリや使用済樹脂などは前者であり、使用済の処理水貯蔵タンクや建屋の解体に伴って発生するコンクリートなどは後者である。図1に1F1~6号機の廃炉に伴って発生する放射性廃棄物量の試算例¹⁾を、通常炉の廃止措置で発生する廃棄物量の内訳と比較して示す。1-6号機の解体に伴い発生する廃棄物は約150万トンであり、その全てが放射性廃棄物と推計されている。一方、通常炉の場合には、2~4%程度のみ低レベル放射性廃棄物であり、大部分はクリアランスまたは放射性廃棄物でない廃棄物として扱うための制度が確立している。

1F 廃炉を進める上で、廃棄物管理がボトルネックとならないようにするためには、“質”の課題解決(性状把握や適切な処理、保管、処分技術の開発など)に加えて、“量”の課題解決も重要である

3. 廃棄物発生量の低減シナリオ

廃棄物ヒエラルキーでは、廃棄物の発生抑制、発生の減量、再利用・再利用による有効利用・再資源化、廃棄物処理による減量・減容のそれぞれの段階での着実な実施により廃棄物の処分量を最小化する。廃棄物検討分科会の中間報告では、廃炉戦略(時間軸の考慮)とスチュワードシップの適用に係るシナリオの検討を進めた²⁾。解体物の有効利用・再資源化については、クリアランス制度の適用、放射能レベルの極めて低い材料などのサイト内での再利用などが考えられる。特に、第3期の主要な廃炉作業(燃料デブリ取り出し、原子炉施設の解体)からはコンクリート構造物の解体物が発生する。この際、例えば、4-6号機の解体物を、通常炉の廃止措置と同じように構造物の表面を除染した後に「放射性廃棄物でない廃棄物」として取り扱うことが出来れば、放射性廃棄物の発生量を50%以下に低減できる可能性がある。また、1-3号機についてはコンクリート構造物の物量が約35.5万トンと推定されているが³⁾、建屋の地下部を残したり、除染した後の放射

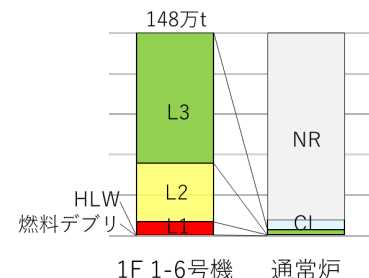


図1 1F1-6号機からの廃棄物発生推計量(通常炉との比較)

能レベルの極めて低い部分への対策をとったりすることにより廃棄物発生量の低減が可能となる。

図2はコンクリート構造物及び使用済みの処理水貯蔵タンクを有効利用するシナリオ例である。2023年8月から進められている処理水の海洋放出により空になったタンクの解体作業が始まろうとしているが、タンク内面の除染により鋼材をクリアランス物として利用できる可能性がある。将来的に、約130万トンの廃棄物を減量し、鋼材として有効活用するためには、クリアランス・製品化に向けて、技術、制度、社会認知などの課題を解決していく必要がある。

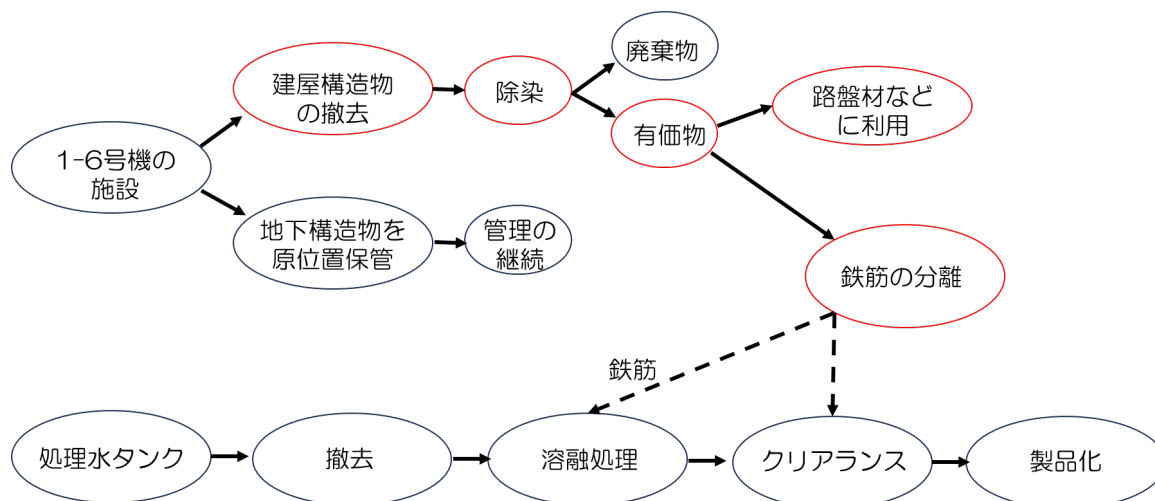


図2 コンクリート構造物及び使用済みの処理水タンクを有効利用するシナリオ例

4. まとめ

1F 廃炉では廃棄物管理は重要な課題であり、「廃炉のための技術戦略プラン」、「廃炉中長期実行プラン」等においても、廃棄物管理の重要性は指摘されている。しかし、これまでの廃棄物管理に係る具体的な検討は事故で汚染した1Fサイトの伐採木、瓦礫、作業衣など、主にクリーンアップのプロセスで発生する廃棄物の処理・保管に係るものであった。中長期ロードマップの第3期の活動では様々な特性を持つ廃棄物が発生することを考えると、廃棄物ヒエラルキーに則った具体的な対策の検討が求められ、技術及び制度上の課題の解決を急ぐ必要がある。廃棄物検討分科会においては廃棄物対策に係る様々なシナリオを抽出・分析し、その特徴を明らかにして、将来の計画決定に資するための議論を進めている。

参考文献

- 1) H. Kawamura, et al. (2017), “Decommissioning and Environmental Remediation Scenario Development for Fukushima Daiichi”, International Journal for Nuclear Power (atw), 2017
- 2) 廃棄物検討分科会、国際標準から見た廃棄物管理、福島第一原子力発電所廃炉検討委員会、日本原子力学会、2020年7月
- 3) 北海道大学、溶脱による変質を考慮した汚染コンクリート廃棄物の合理的処理・処分の検討、JAEA-Review 2023-027

なお、本講演資料は、セッション開始前に以下 URL に掲載予定。

日本原子力学会 廃炉委 HP https://www.aesj.net/aesj_fukushima/fukushima-decommissioning

*Naoko Watanabe¹, Satoshi Yanagihara², Takashi Asano³, Daisuke Kawasaki²

¹Hokkaido Univ., ²Univ. of Fukui, ³HGNE