

廃炉等実施計画書

2024 年 3 月

東京電力ホールディングス株式会社

目次

1. 廃炉等実施計画書の位置付け	1
2. 廃炉等の実施に関する方針	2
3. 廃炉等の実施の状況	4
3.1 汚染水対策	4
3.1.1 3つの基本方針に従った汚染水対策の推進	4
3.1.2 滞留水処理の完了に向けた取組	6
3.1.3 汚染水対策の安定的な運用に向けた取組	7
3.2 使用済燃料プールからの燃料取り出し	9
3.2.1 1号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた工事の進捗	9
3.2.2 2号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた工事の進捗	10
3.2.3 6号機使用済燃料プールからの燃料取り出し	10
3.2.4 使用済燃料プール内の高線量機器取り出し	11
3.2.5 取り出した燃料の取扱い	12
3.2.6 使用済燃料プール注水配管へのサイフォンブレイク孔の施工について	12
3.3 燃料デブリ取り出し	14
3.3.1 燃料デブリ取り出しに向けた準備等	14
3.3.2 PCV内部調査	15
3.3.3 燃料デブリ取り出し工法評価小委員会の議論の進捗状況	18
3.4 廃棄物対策	19
3.4.1 保管・管理	19
3.4.2 処理・処分	22
3.5 発電所敷地・労働環境	23
3.5.1 労働環境、労働条件の改善に向けた取組	23
3.5.2 作業員被ばく低減に向けた取組	24
3.6 ALPS処理水	24
3.7 上記以外の廃炉作業	26
3.7.1 原子炉の冷温停止状態の継続	26
3.7.2 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止	26
3.7.3 事故進展の解明に向けた取組	27

3.7.4	2号機RPV内部調査に向けた原子炉計装配管の線量低減作業について	28
3.7.5	3号機S/C内滞留ガスのパージ作業開始について	28
3.7.6	増設ALPS配管洗浄作業における身体汚染の発生について	28
3.7.7	高温焼却炉建屋からの放射性物質を含む水の漏えいについて	29
4.	廃炉等の実施に関する計画	31
4.1	汚染水対策	33
4.1.1	3つの基本方針に従った汚染水対策の推進	33
4.1.2	滞留水処理の完了に向けた取組	34
4.1.3	汚染水対策の安定的な運用に向けた取組	35
4.2	使用済燃料プールからの燃料取り出し	35
4.2.1	1号機使用済燃料プールからの燃料取り出し	35
4.2.2	2号機使用済燃料プールからの燃料取り出し	36
4.2.3	5,6号機使用済燃料プールからの燃料取り出し	37
4.2.4	燃料の取扱い	37
4.2.5	使用済燃料プール内の高線量機器取り出し	37
4.3	燃料デブリ取り出し	38
4.3.1	エンジニアリングの実施	38
4.3.2	内部調査と研究開発の継続的な実施	39
4.3.3	線量低減・水位低下・敷地確保等の現場環境整備	39
4.4	廃棄物対策	40
4.4.1	保管・管理	40
4.4.2	処理・処分	41
4.5	発電所敷地・労働環境改善	42
4.6	上記以外の廃炉作業	42
4.6.1	原子炉の冷温停止状態の継続	42
4.6.2	発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止	42
4.6.3	建屋健全性評価検討	43
4.6.4	管理対象区域内の企業棟整備	43
4.6.5	劣化状況の点検・評価／信頼性の向上	43
4.6.6	ALPS処理水	43
5.	廃炉等を実施するために必要な技術に関する研究及び開発の状況	45
6.	廃炉等の適正かつ着実な実施を確保するための体制	47

6.1 プロジェクト管理の一層の強化と廃炉の事業執行者として有すべき能力の向上.....	47
6.1.1 オーナーが有すべき能力の強化	47
6.1.2 人財の確保・育成	47
6.1.3 分析体制の強化.....	48
6.2 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化	49
6.2.1 地域との共生	49
6.2.2 コミュニケーションの強化等.....	50
6.3 自然災害等のリスク及び経年劣化リスクへの対応について	50
6.4 DX推進	51

(最終ページ:52ページ)

1. 廃炉等実施計画書の位置付け

原子力損害賠償・廃炉等支援機構法(平成23年法律第94号)第55条5の規定に基づき、廃炉等実施認定事業者(東京電力ホールディングス株式会社。以下、「東電HD」という。)は、原子力損害賠償・廃炉等支援機構(以下、「機構」という。)の毎事業年度開始の日(4月1日)の15日前までに、以下に掲げる事項を、機構を經由して主務大臣に届け出ることとされている。

- (1) 廃炉等の実施に関する方針
- (2) 廃炉等の実施の状況
- (3) 廃炉等の実施に関する計画
- (4) 廃炉等を実施するために必要な技術に関する研究及び開発の状況
- (5) 廃炉等の適正かつ着実な実施を確保するための体制

廃炉等実施計画書は、以上の事項並びに廃炉中長期実行プラン等を踏まえ、作成したものである。

2. 廃炉等の実施に関する方針

福島第一原子力発電所の廃炉を適正かつ着実に実施することは、福島再生の大前提である。東電HDは、国民にとっての廃炉は「事故を起こした者が、その責任を果たすため主体的に行うべき収束に向けた活動の一環」であることを深く認識し、自らの責任を果たし、廃炉を貫徹していく必要がある。

これまで東電HDは、「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(2019年12月27日廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議決定)」(以下、「中長期ロードマップ」という。)や「東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ(2024年2月28日原子力規制委員会決定)」(以下、「中期的リスクの低減目標マップ」という。)、「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2023(2023年10月18日機構公表)」(以下、「技術戦略プラン」という。)、第四次総合特別事業計画(2021年8月4日主務大臣認定)を踏まえ、リスク低減の考え方に基づいて、安全確保を大前提に福島第一原子力発電所の廃炉を実施している。

具体的には、汚染水対策や使用済燃料プール内の燃料取り出し等、相対的にリスクが高く優先順位が高いものについては、一部不具合によるトラブルがあったものの、着実な進展が見られている。

他方、「緊急的に取組まざるを得ない状態」が一区切りし、今や「先々を見越して戦略的に進めていく段階」の中でも「未踏の領域に計画的に取組む局面」に直面している。すなわち、不確実性及び技術的難易度が極めて高い燃料デブリの取り出しという未踏の挑戦が本格化していく中で、適正かつ着実な廃炉を実施するという、福島責任の貫徹において重要な局面に立っている。いわばこれからが福島第一原子力発電所の廃炉の正念場である。東電HDは、機構の廃炉関連部門とも緊密に連携し、福島第一原子力発電所の廃炉の特徴(特殊性)に対応するために「安全視点」、「オペレータ視点」を廃炉の作業に反映することを基本とする。また、早期のリスク低減を図るため、先行して着手すべき燃料デブリ取り出し工法を設定した上で、取り出しを進めながら徐々に得られる情報・経験に基づいて、柔軟に方向性を調整するステップ・バイ・ステップのアプローチで進める。

こうした状況の中、東電HDは、中長期ロードマップや中期的リスクの低減目標マップに掲げる目標を達成するための具体的な計画として、廃炉中長期実行プランを策定し、今後10年程度の廃炉全体の主要な作業プロセスをお示しできるようになった。今後も引き続き、廃炉中長期実行プランに従い安全・着実かつ計画的・合理的に廃炉作業を進めるとともに、地域及び国民の皆さまへ廃炉作業の今後の見通しをより丁寧わかりやすく

伝えていく。

なお、福島第一原子力発電所の廃炉作業は世界でも前例の無い取組が続くため、廃炉を安全かつ着実に進めるべく、本プランも廃炉作業の進捗や課題に応じて定期的に見直していく。

東電HDは、技術戦略プランを踏まえた機構の支援の下、安全確保を大前提に、本プランに基づき、廃炉作業全体の最適化の観点から個別作業の工程の具体化等を図ることを徹底することにより、廃炉を貫徹していく。

また、福島第一原子力発電所の廃炉は、世代を超えて日本全体の技術力の助けを借りた挑戦となる。燃料デブリ取り出しという未踏の挑戦が本格化することを踏まえ、東電HDは、引き続き政府機関、機構、地元企業をはじめとする協力会社その他の関係機関と緊密に連携する。また、大学等との共同研究を強力に進めていくとともに、日本原子力発電株式会社との協力事業も継続して進めていく。こうした取組を行い、国内外の叡智を取り込んだ「日本の総力を結集した廃炉推進体制」を確立していく。

多核種除去設備等処理水(以下、「ALPS処理水」という。)¹については、2021年4月に政府において「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係る基本方針」が決定された。また、2023年8月22日に「廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議(第6回)」及び「ALPS処理水の処分に係る基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議(第6回)」の合同会議が開催され、「ALPS処理水の処分に係る基本方針の実行と今後の取組について」が取りまとめられた。東電HDは、実施主体として、この基本方針において求められている事項を確実に遵守するとともに、自ら主体的に安全性の確保と風評対策の徹底に取り組んでいく。具体的には、放出するALPS処理水の安全性の確保、モニタリングの拡充・強化、正確な情報の発信、風評抑制のための生産・加工・流通・消費対策、迅速かつ適切な賠償などに取組むとともに、関係者の方々への丁寧な説明を積み重ねていく。

¹ トリチウム以外の放射性物質が、安全に関する規制基準値を確実に下回るまで、多核種除去設備等で浄化処理した水(トリチウムを除く告示濃度限度比総和1未満)

3. 廃炉等の実施の状況

東電HDは、2014年4月に設置した福島第一廃炉推進カンパニーが中核となって、中長期ロードマップや技術戦略プラン及び中期的リスクの低減目標マップを踏まえ、目標を達成するまでのプロセスを取りまとめた廃炉中長期実行プランを作成し、福島第一原子力発電所の廃炉を実施してきた。

現在、原子炉での発熱は十分に小さくなり、継続的な注水冷却により冷温停止状態を維持している。原子炉建屋(以下、「R/B」という。)からの放射性物質の放出量等についても安定的に推移しており、発電所周辺海域の放射性物質濃度は、自然の放射性物質濃度とほぼ同程度にまで低減している。

これまでに、タンク内の高濃度汚染水の一旦の処理完了や海水配管トレンチ内の汚染水除去、3,4号機使用済燃料取り出しの完了、海側遮水壁の完成、敷地境界における実効線量評価値1mSv/年未満の達成、浄化設備により汚染水を浄化処理した水の貯蔵を全て溶接型タンクで実施、建屋内滞留水の1,2号機間及び3,4号機間の連通部の切り離し達成、1～3号機R/B、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く建屋について床面露出状態を維持出来る状態の達成等、着実に進捗している。

3.1 汚染水対策

3.1.1 3つの基本方針に従った汚染水対策の推進

2013年9月に決定された「東京電力(株)福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針」及び同年12月に決定された「東京電力(株)福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水問題に対する追加対策」で掲げられた汚染水問題に関する3つの基本方針(汚染源を「取り除く」、汚染源に水を「近づけない」、汚染水を「漏らさない」)の下、予防的・重層的な対策を進めてきている。

建屋屋根の雨水流入対策及び建屋周辺フェーシングなど重層的な汚染水対策の実施、また、降水量が1,192mmと平年(約1,470mm)より少なく、さらに100mm/日以上集中豪雨がなかったこともあり、2022年度の汚染水発生量は約90m³/日(図1参照)となり(平年雨量相当で約110m³/日)、建屋流入量が抑制されていると評価している。

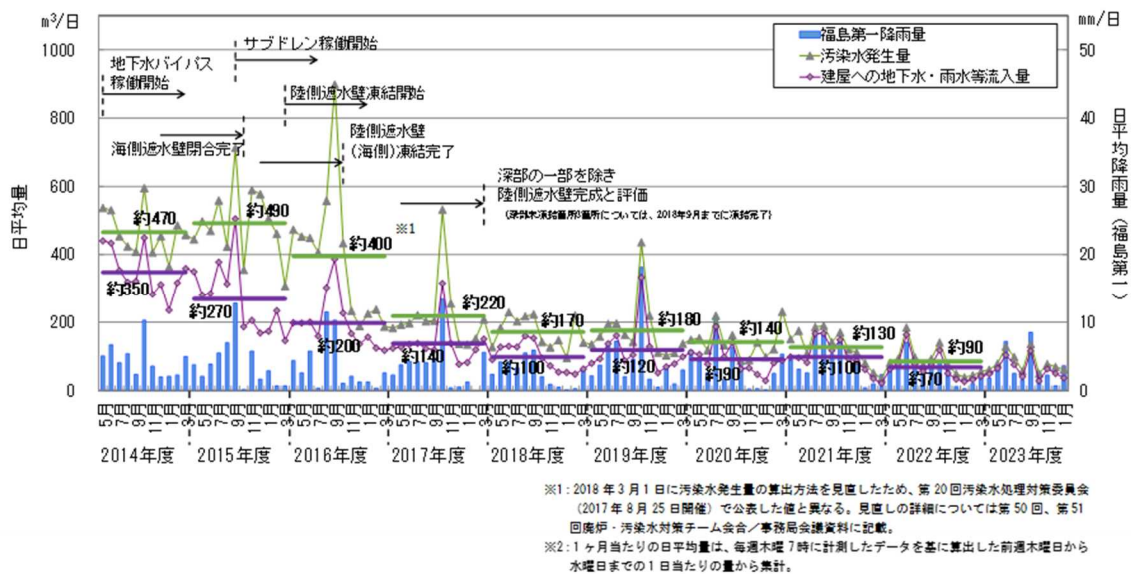


図1 汚染水発生量と建屋への地下水・雨水等の流入量の推移

3.1.1.1 汚染源を「取り除く」

海側海水配管トレンチ内(2~4号機)の汚染水の除去は、2015年12月に完了した。

3.1.1.2 汚染源に水を「近づけない」

サブドレン他水処理設備においては、2015年9月14日に配水を開始し、2024年2月18日までに2,374回の排水を完了している。一時貯水タンクの水質はいずれも運用目標を満足している。

フェーシングについては、構内の地表面をアスファルト等で覆い、線量低減並びに雨水の地下浸透を抑制し建屋への地下水流入量の低減を図っている。敷地内の計画エリア145万m²のうち、2024年1月末時点で約95%が完了している。このうち、陸側遮水壁内エリアについては、廃炉作業に支障がなく実施可能な範囲から、適宜ヤード調整のうえ進めている。計画エリア6万m²のうち、2024年1月末時点で約50%が完了している。

陸側遮水壁内側エリアの地下水位は、陸側遮水壁及びサブドレンの設定水位の低下により、年々低下傾向にあり、山側では平均的に4~7mの内外水位差が形成されている。また、護岸エリア水位も地表面(T.P.2.5m)に対して低位(T.P.1.4m)で安定している状況である。サブドレン設定水位は、T.P.-0.65mであり、T.P.2.5m盤よりも1~4号機建屋海側の地下水位が低い状態(大きい降雨時除く)が継続的に形成されている。2022年2月に2,3号機山側のブライン供給配管のカップリングジョイント部からの漏えいを確認した。なお、漏えいはカップリングジョイントの交換を行ったことで、既に停止している。原因調査の結果、凍上量のばらつきによって配管に設けている遊間の開きに影響

を与えていることが確認された。遊間に影響を与える要素の整理から、管理レベルに応じた予防保全を行っていく。

各建屋との建屋間にはR/B周辺の建屋同士を隣接して建設する際に生じる外壁間の隙間がある。この建屋間の隙間部には、多数の貫通配管が存在しており、外壁部から建屋内に地下水が侵入している可能性があるため、外壁端部の範囲をボーリングで削孔し、モルタルを打設して止水する工法を検討中である。2022年度の模擬試験の結果を踏まえ、2023年度に、5/6号機タービン建屋とR/B間にて、実規模レベルの試験施工を行い、削孔方法や止水性の確認等を実施している。

また、汚染水発生量の抑制を目的として、建屋の屋根損傷部閉止等の屋根雨水対策を進めている。

5,6号機サブドレン設備は5,6号機への地下水の流入量を抑制するため、2020年9月から復旧工事を実施してきた。5,6号機サブドレン汲み上げ設備の復旧及び汲み上げた地下水を既設のサブドレン集水設備へ移送する設備を2022年3月より運用を開始している。

3.1.1.3 汚染水を「漏らさない」

日々発生する汚染水処理に必要な運用タンクを除き、多核種除去設備等の処理待ちとして一時貯留していたストロンチウム処理水の処理を2020年8月に完了した。

また、溶接型タンクのうち、ストロンチウム処理水等貯留タンクからALPS処理水等貯留タンクへの再利用を実施しており、告示濃度限度比総和を低く保つため、残水処理後のタンク内部状況ならびに貯留履歴より、再利用タンク群を3つに大別し、各々について対策及び検討を実施している。

3.1.2 滞留水処理の完了に向けた取組

中長期ロードマップのマイルストーンに掲げられている「1～3号機R/Bについて、2022～2024年度内にR/B滞留水量を2020年末の半分程度に低減すること」を達成するため、2号機R/Bでは原子炉格納容器(以下、「PCV」という。)の圧力やダスト濃度等のパラメータを監視しながら、慎重に水位低下を実施し、2022年3月に目標水位まで到達した。また、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋では、最下階に設置されている高線量化したゼオライト土嚢・活性炭土嚢の回収の検討を進めている。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(以下、「JAEA」という。)櫛葉遠隔技術開発センターにて、現場環境を模擬した容器封入作業のモックアップを実施しており、遠隔操作ロボット(ROV)に

よる基本的な作業の一連の動作に問題の無いことが確認できた(図2参照)。試験にて確認された課題も含め、現場作業の安全性と確実性を高めるよう、フィードバックを実施した上で実機の設計に反映していく。

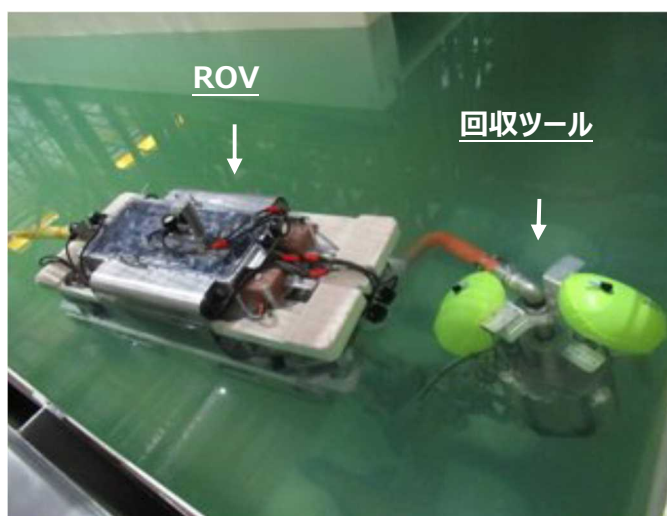


図2 モックアップの様子

3.1.3 汚染水対策の安定的な運用に向けた取組

津波対策として、建屋開口部の閉止対策を実施した。現在、防潮堤設置の工事を進めている。また、豪雨対策として、土嚢設置による直接的な建屋への流入を抑制するとともに、排水路強化等を計画的に実施していく。

切迫した日本海溝津波への備えに対応するため、2021年6月より日本海溝津波防潮堤工事を実施している。2023年10月現在、1～4号機側及び4号機南側の防潮堤本体・道路工事を継続して実施しており、日本海溝津波防潮堤は、2023年度末に完成予定である(図3参照)。また、津波対策として、現在T.P.+2.5m盤に設置しているサブドレン他集水設備を、T.P.+33.5m盤に設置する工事を継続実施中で2024年度に設置を終了し、運用を開始する予定である。

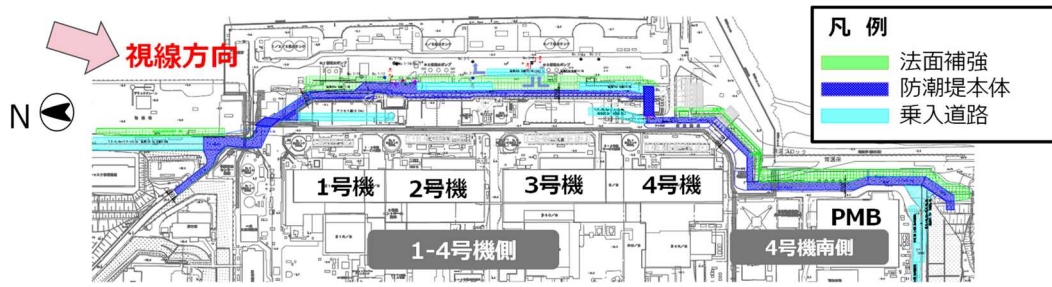


図3 日本海溝津波防潮堤鳥瞰図(1~4号機エリア)

3.2 使用済燃料プールからの燃料取り出し

使用済燃料プール内の燃料については、水素爆発の影響を受けている可能性がある1,3,4号機の燃料のうち、その総量の過半を占める4号機²の燃料の取り出しを2014年12月に、3号機の燃料取り出しを2021年2月に完了した。他の号機についても、順次、放射性物質の飛散を抑制しながら使用済燃料の取り出しに向けた取組を進めている。

なお、1～3号機のそれぞれにおいて実施した使用済燃料プール循環冷却設備の冷却停止試験の結果等から、使用済燃料プール内燃料の崩壊熱に関わるリスクがこれまでより低減していることを確認している。

3.2.1 1号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた工事の進捗

ガレキ撤去時のダスト飛散を抑制するために、大型カバーをR/Bに設置する(図4参照)。大型カバー設置に向けて、1号機R/B西面は、北側約半分について下部架構の設置が完了し、南側約半分についてはアンカーボルト設置作業等を実施している。北面は、下部架構の設置が完了した。東面では、ベースプレートの設置が全数完了し、下部架構を設置中である。南面では、仮設構台設置に向けた準備(遮へい設置等)が完了し、2023年11月20日よりアンカー削孔作業に着手した。一方で、南面外壁で高線量箇所が確認されたため、被ばく低減対策として、高線量箇所に対する遮へいの設置を行う。1号機R/B周辺工事(SGTS配管撤去工事他)との調整による影響を精査した結果に加え、高線量箇所への安全対策が必要となったことから、大型カバー設置については、2025年度夏頃完了となる見通しである。1号機燃料取り出しについては、大型カバー設置後の工程の精査等により、中長期ロードマップのマイルストーンのうち、1号機燃料取り出しの開始(2027年度～2028年度)には影響しない見込みである。

² 震災時に定期検査中で、すべての燃料を原子炉圧力容器(以下、「RPV」という。)から、使用済燃料プールに取り出し、保管していた。

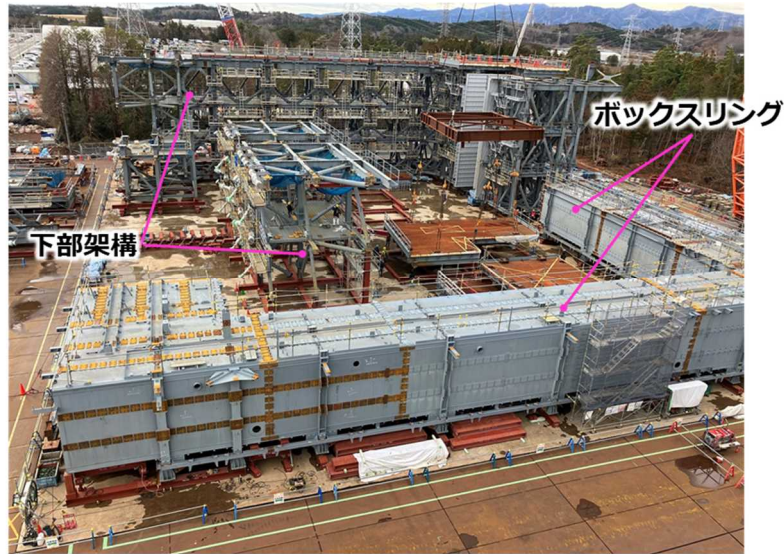


図4 大型カバー設置に向けた鉄骨等の地組作業全景(2024年1月23日時点)

3.2.2 2号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた工事の進捗

2号機については、2024～2026年度の燃料取り出し開始に向け、燃料取扱設備等の設備の設計・製造を進めている。

建屋内では、オペフロ線量低減のための除染作業が2023年10月に完了し、12月に遮へい設置作業が完了した。また、建屋外では、R/B南側において、構台部のコンクリート床面の設置が完了し、前室設置工事を実施中である(図5参照)。12月4日時点で2号燃料取り出し用構台43ユニット(全45ユニット)の設置が完了している。

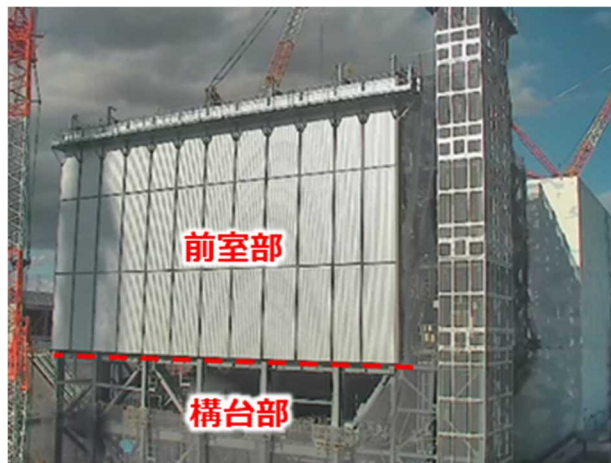


図5 現場全景(南側、2023年12月2日時点)

3.2.3 6号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

2022年8月より6号機使用済燃料プールからの使用済燃料取り出しを開始した。6号機使用済燃料1,456体を共用プールに受け入れる空き容量を確保するため、2022年度

より共用プールに貯蔵している使用済燃料を乾式キャスク22基に収納し、キャスク仮保管設備へ保管する作業を実施している。2023年12月13日時点で全22基のうち17基目まで輸送が完了している。6号機燃料取り出しは、2022年度に2回(全68回)の輸送を完了している。共用プールに貯蔵されている3号機から取り出した燃料は燃料内部にガレキが混入しているため、共用プールにおいてガレキ由来の炭酸カルシウムが検出されており、乾式キャスクの気密性確認の基準逸脱(キャスク蓋フランジ面に炭酸カルシウムを主成分とした異物の入り込み)の要因となっている。2022年度に生じた乾式キャスクの気密性確認の対策による日数の増加等を考慮し、2023年12月までに乾式キャスク16基目までを実施し、2024年1月から6号機燃料取り出しを再開する工程を最適なスケジュールとして計画していた。現在、気密性対策の一環である燃料の水流による洗浄を事前に実施しておく等、作業を工夫することで作業進捗が改善している。このため、乾式キャスクによる共用プール空き容量確保(全22基)を優先し2024年5月から6号機燃料取り出しを再開する工程に見直すことで、6号機燃料取り出し作業中の設備点検による中断(段取り替え)を削減し作業の効率化を図る。共用プールに貯蔵されている3号機から取り出した燃料についても、根本的な解決を目指し、炭酸カルシウムの発生源となっている燃料集合体内部の混入ガレキの除去を行っていく。

3.2.4 使用済燃料プール内の高線量機器取り出し

3号機使用済燃料プール(図6参照)に保管している制御棒等の高線量機器は、既設サイトバンカや固体廃棄物貯蔵庫へ移送、保管する計画である。

作業を補助する作業台車の設置等の関連工事を進め、実際の輸送容器を使用した一連の作業の確認を行った上で、2023年3月に高線量機器取り出し作業を開始した。

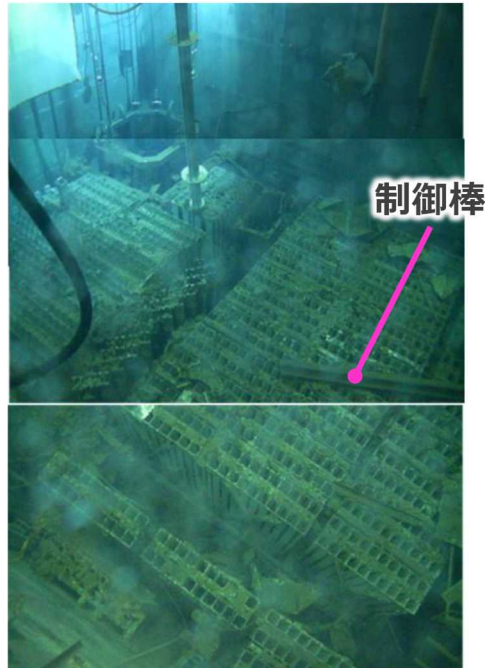


図6 3号機プール内の状況(2022年2月時点)

3.2.5 取り出した燃料の取扱い

取り出した燃料については、当面、共用プール等において適切に保管するとともに、共用プールの容量確保の観点から、共用プールに保管されている燃料を乾式キャスク仮保管設備へ移送・保管している(乾式キャスク:56基、使用済燃料:3,344体、2024年1月25日時点)。

また、使用済燃料の輸送先の共用プールの空き容量確保のため、共用プールに貯蔵されている使用済燃料を乾式キャスクに収納し、共用プール建屋からキャスク仮保管設備へ構内輸送し保管する。

3.2.6 使用済燃料プール注水配管へのサイフォンブレイク孔の施工について

使用済燃料プール冷却浄化系配管破断時にサイフォン効果によって使用済燃料プールからプール水が逆流するリスク(図7参照)があるため、サイフォンブレイク孔の施工を行い、プール水逆流を防止する。実施範囲は、1～6号機使用済燃料プール及び共用プールのうち比較的低線量である5・6号機及び共用プールとする。サイフォンブレイク孔の施工は装置製作後にモックアップを行い、作業時に想定されるリスクをつぶし込むことで、現場作業に万全を期する。2023年12月に5号機より施工を開始した。なお、使用済燃料プール冷却浄化系配管破断時の対策として、既に逆止弁(5号機、共用プール)や真空破壊弁(6号機)が設置されており、更なる信頼性向上のためサイフォンブレ

一穴孔を施工する。

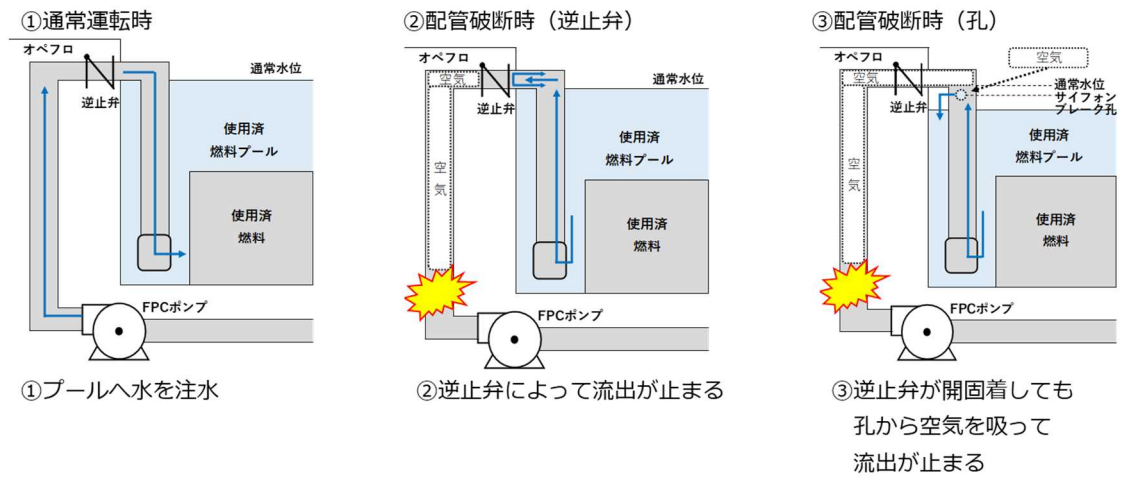


図7 使用済燃料プール冷却浄化系配管破断時の挙動(5号機の例)

3.3 燃料デブリ取り出し

燃料デブリ³については、安定的に冷却され、PCV内の温度や、放射性物質の放出量に大きな変動はなく、冷温停止状態を維持している。

3.3.1 燃料デブリ取り出しに向けた準備等

1,2号機非常用ガス処理系配管(図8参照、以下、「SGTS配管」という。)について、2023年7月、1号機R/Bカバー設置に干渉する①～⑧の配管の切断・撤去作業を完了した。1号機大型カバー設置工事で干渉がない⑨の部分に関しては周辺ガレキの撤去が必要であるため、工程組み替えを行いガレキを撤去した後に、建屋干渉物の撤去及びSGTS配管の切断、撤去を行う予定である。撤去したSGTS配管については、細断を行った後、分析や保管を行う予定である。

3,4号機排気筒の撤去に向け、解体時における線量影響及びダスト飛散防止対策の検討のため、2023年6月に排気筒及びSGTS配管の内部線量調査を実施した。調査の結果、排気筒周辺の平均雰囲気線量と比べて低い値であることを確認した。今回得られた線量結果を踏まえ、排気筒の具体的な切断方法やダスト飛散抑制対策の検討を進めていく。

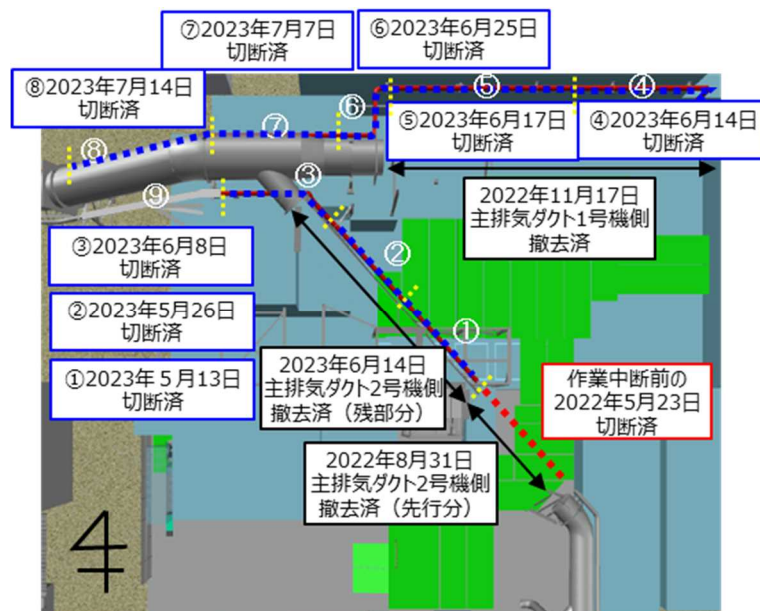


図8 SGTS配管等に係る切断状況

³ 震災時に運転中であり、溶融を起こした1～3号機が対象。

また、1・3号機PCVの耐震性向上を目的として同容器内水位を段階的に低下させることを計画・実施中である。1号機について、知見の拡充を目的に圧力抑制室(以下、「S/C」という。)内包水の水質やS/C底部状況の確認のため、PCV水位計や取水設備の設置候補である原子炉冷却材浄化系(以下、「CUW」という。)配管から、これら設備の設置前にS/C内包水のサンプリング作業(CUW配管内上部・中部、CUW配管下端(S/C下部)3箇所)を実施した。今回のサンプリング結果等の知見について、今後計画しているPCV水位低下の手順や設備設計の検討に反映する。今後、S/Cの水位低下に合わせて、放射能評価について検討していく。また、福島第一原子力発電所における事故調査にも活用していく。3号機について、S/Cは震災以降、窒素封入の実績が無いことから、事故時に発生したガスの滞留に加え、水の放射線分解による水素ガスもS/C内に滞留していると想定している。水素を含むS/C内滞留ガスは、PCV保有水によりS/C内で水封され安定状態にあると考えられるが、S/Cからパージし水素燃焼に至るリスクを低減することで原子力安全の向上を図る。ガスパージ設備にて濃度測定(水素、酸素、硫化水素)およびガス採取・分析をした。滞留ガスの測定・分析の結果、クリプトン85が検出されたことから、事故時に発生したガスがS/C内に滞留していたものと推定される。本結果は、今後、事故調査に活用していく。今後、作業員のさらなる被ばく低減を目的とした追加対策を施した上、PCVへの影響確認をしながら少量のパージから開始し、PCVに影響がないと確認できた最大量のパージへ移行していく計画である。

3.3.2 PCV内部調査

燃料デブリ取り出しに向けて、2012年1月からPCV内の調査を開始しており、2019年2月に実施した2号機PCVの内部調査では、燃料デブリと思われる堆積物をつかんで動かせることを確認する等、1,2,3号機それぞれでPCV内の状況把握を進めている。

3.3.2.1 1号機PCV内部調査

1号機PCV内部調査は、アクセスルート構築作業を2019年4月から開始し、2022年2月にPCV内部調査を開始、2023年4月に完了した。

2023年3月に1号機PCVの底部に水中ロボットROV-Bを投入し、ペDESTAL外の堆積物3Dマッピング調査を実施した。2022年6月に実施したROV-Cによる堆積物厚さの調査結果と比較したところ、PCV底部からの堆積物の高さの結果について双方のデータに相関性を確認した。取得した堆積物サンプルについて、PCV内包水と同時に採取されたため堆積物と上澄み液に分離した後、堆積物を取り分け、堆積物は構外分析機関

に輸送し詳細な分析を行う計画である。構外分析機関においては、サンプルに含まれる元素や核種の種類と量の把握、また、微粒子生成プロセスの検討により事故進展に関する情報の取得を目的に分析を実施する。

また、調査においてペDESTALの損傷を確認したが、東電HDでは、大規模な損壊等に至る可能性は低いと想定しており、仮にRPV等の傾斜・沈下が生じてもダスト飛散による著しい放射線被ばくリスクはないと考察した。一方、地震等に起因する異常事象でのPCV内ダスト上昇の想定に対し、閉じ込め機能強化を図る対策を検討中である。閉じ込め機能強化に向け、PCV窒素封入量と排気量の流量変更及び窒素封入停止の試験を実施するとともに、震度6弱以上のAL(Alert)地震時に窒素封入停止の運用を開始する予定である。

地下階の情報だけでなく、PCV全体の状況も把握する必要があるため、1階エリアを中心に2023年度に気中部調査を開始した。本調査では、PCV内部は狭隘かつ暗所であるため小型ドローンやヘビ型ロボットを用いて調査を実施する計画である。ペDESTAL外だけでなく、ペDESTAL内のRPV底部周辺についても調査を計画しており、調査結果は燃料デブリ取り出し工法検討や今後のPCV及びRPV内部調査の検討等に活用していく(図9参照)。



図9 小型ドローン、ヘビ型ロボット

3.3.2.2 2号機PCV内部調査及び試験的取り出しに向けた進捗状況

2号機PCV内部調査及び燃料デブリ試験的取り出しに向け、燃料デブリ試験的取り出し装置(以下、「ロボットアーム」という。)の動作確認試験をJAEA櫛葉遠隔技術開発センター(以下、「モックアップ試験施設」という。)で実施している。ロボットアーム(図10参照)でPCV内にアクセスし、切断装置によりPCV内の干渉物を除去し、燃料デブリを付着させる金ブラシ型や吸引する真空容器型の回収装置により燃料デブリを回収することを検討している。モックアップ試験施設では、試験状況を踏まえ、ロボットアームの

現場適用に向けて、作業効率化や精度の向上等の課題解決を図っている。

現場においては、2023年10月にPCV内にロボットアームを進入させるための貫通部のX-6ペネハッチを固定している全てのボルト・ナットの切断・取り外しが完了し、入り口付近が堆積物で覆われていることを確認した。X-6ペネ内の堆積物除去作業に向けて、堆積物除去装置の据付が12月に完了した(図11参照)。2024年1月より突き崩しによる堆積物除去作業、低圧水による除去作業を開始し、今後、残った堆積物とケーブル類について高圧水などを用いた除去作業を実施する予定である。今後の堆積物除去作業の不確実性に加え、ロボットアームについてはモックアップ試験からアクセスルート構築(X-6ペネ出口からペDESTAL開口部(CRD開口)内側までのアクセスルートでロボットアームと干渉する可能性のあるものの切断・撤去等)に時間を要することや、信頼性確認のための試験を継続することなどを踏まえ、まずは性状把握のための燃料デブリの採取を早期かつ確実にを行うため、過去の内部調査で使用実績があり、堆積物が完全に除去しきれなくても投入可能なテレスコピック式(以下、「テレスコ式」という。)の装置を活用し、燃料デブリの採取を行い、その後、ロボットアームによる内部調査及び燃料デブリの採取も継続する方針とした(図12参照)。試験的取り出しの着手時期としては、遅くとも2024年10月頃を見込み、今後も堆積物除去作業、試験的取り出し作業について、安全確保を最優先に着実に作業を進めていく。

試験的に取り出した燃料デブリは金属製の密閉輸送容器へ収納し、既存の分析施設へ輸送する計画である。



図10 ロボットアーム(櫛葉遠隔技術開発センター)

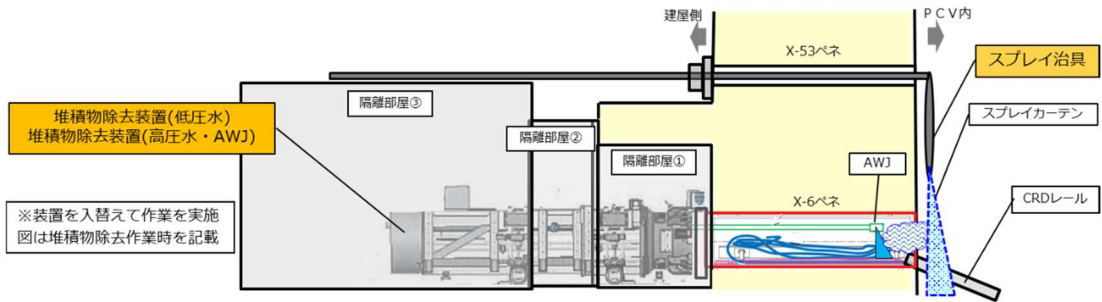


図11 堆積物除去作業の概要

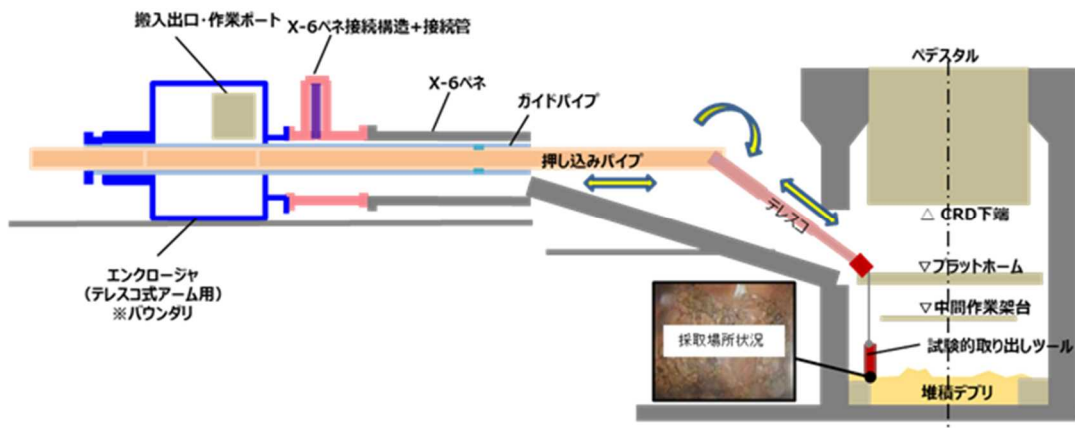


図12 テレスコピック式装置

3.3.3 燃料デブリ取り出し工法評価小委員会の議論の進捗状況

燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大に向けて、機構の廃炉等技術委員会の下に「燃料デブリ取り出し工法評価小委員会」が設置された。2023年3月から工法の専門的かつ集中的な検討・評価が行われ、2024年3月にその評価結果に基づいた工法選定への提言及び今後の進め方が取りまとめられた報告書が公表された(図13参照)。

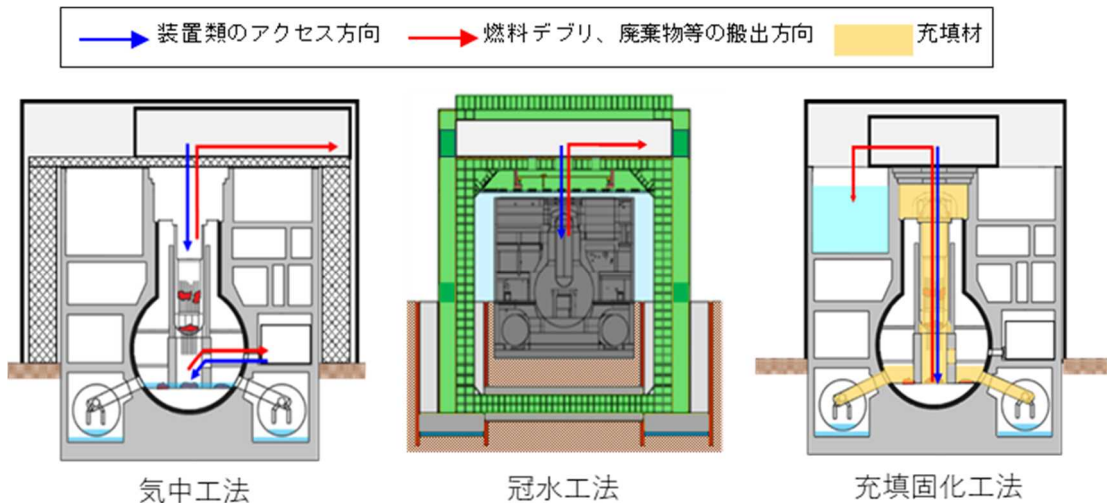


図13 小委員会で議論が行われた各工法の概要図

3.4 廃棄物対策

3.4.1 保管・管理

廃棄物については、2016年3月に、今後10年程度の廃棄物の発生量を予測した「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の固体廃棄物の保管管理計画」(以下、「保管管理計画」という。)を策定し、進捗状況等に応じた更新を実施しながら、固体廃棄物貯蔵施設・減容施設の増設や焼却炉による減容処理等、廃炉工程を進める上で増加する廃棄物を適切に保管・管理するための取組を進めている。

当面10年程度の発生量予測は今後の廃炉作業の進捗状況等により変動するため、年に1回発生量予測の見直しを行い、適宜保管管理計画を更新しており、2023年11月に7回目の改訂を行った。「ガレキ等」、「水処理二次廃棄物」の発生量の実績及び今後10年程度の発生量予測値を反映している。

ガレキの固体廃棄物については、焼却等による減容後の廃棄物量も算出している(発生量:約76万 m^3 、減容後:約29万 m^3)。また、大型廃棄物保管庫第1棟及び増設固体廃棄物貯蔵庫第11棟について、耐震評価の見直しを踏まえた竣工時期の見直しを行ったが、中長期ロードマップの2028年度内のガレキ等の固体廃棄物の屋内保管への移行というマイルストーン目標達成に影響はない。(図14、図15参照)。

また、表面線量率や記録(廃棄物種類)と放射能濃度を紐付けるなど、廃棄物毎の特徴を踏まえた合理的な評価・管理方法を検討するため、福島第一原子力発電所において発生した様々な種類の放射性廃棄物の分析を進める。

東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の瓦礫等保管のイメージ

- ・敷地境界線量への影響が高い瓦礫等から優先的に建屋内保管に移行
- ・可能な限り、可燃物は焼却、金属・コンクリートは減容処理した上で、建屋内に保管
- ・今後の廃炉作業の進捗状況や瓦礫等発生量の将来予測の見直し等を、適宜反映していく

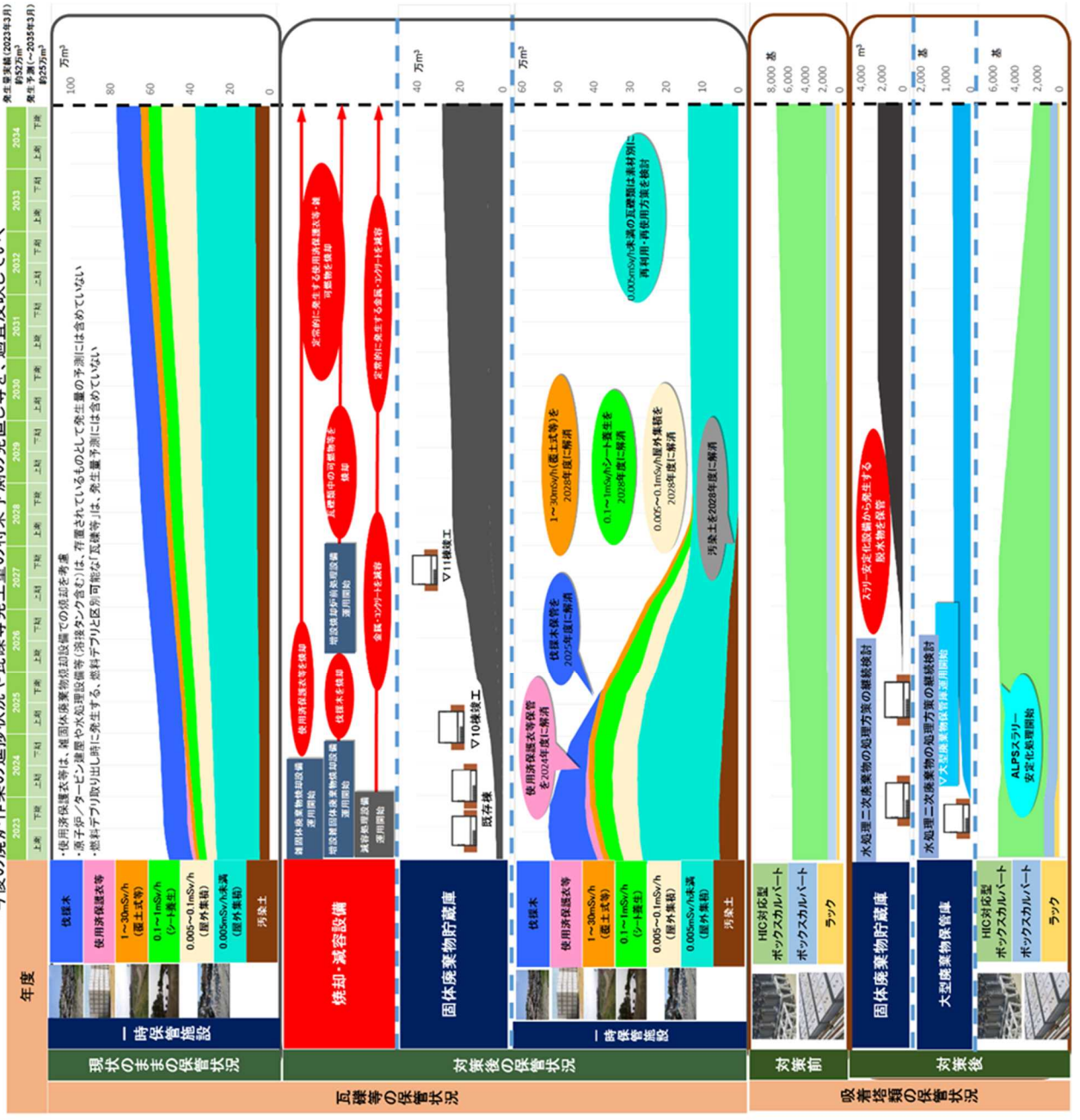


図14 福島第一原子力発電所の固体廃棄物の保管イメージ (保管管理計画2023年11月版)

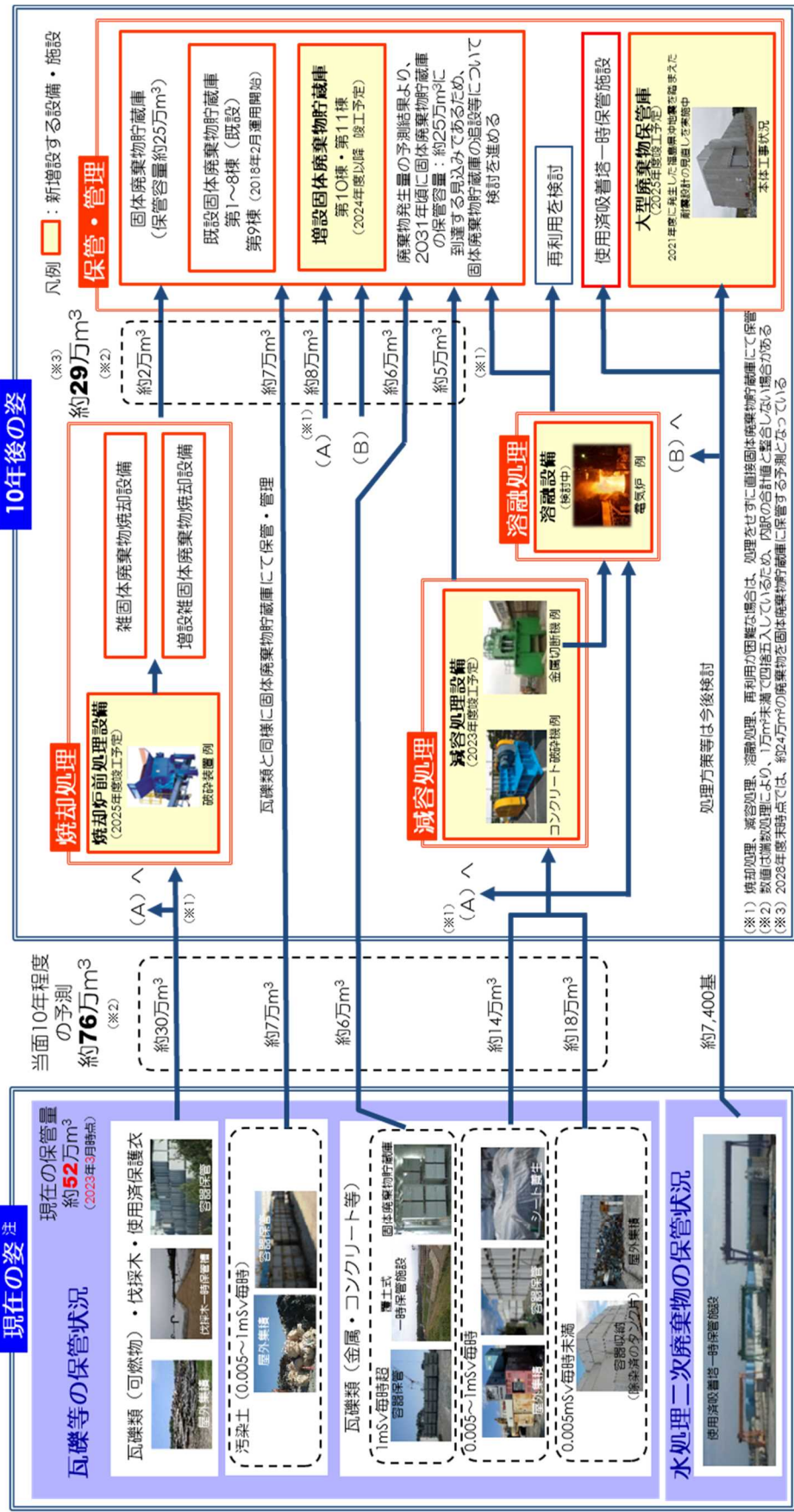


図15 福島第一原子力発電所の固体廃棄物対策について(保管管理計画2023年11月版)

3.4.2 処理・処分

廃棄物に係る処理・処分の検討を進めるためには、固体廃棄物の性状を把握する必要がある。廃棄物の性状を把握するため、放射性物質の分析・研究を実施するJAEAと協働して「大熊分析・研究センター」(放射性物質分析・研究施設)の整備を進めており、施設管理棟は2018年3月より運用を開始した。また、ガレキ等の廃棄物試料の他、国によるALPS処理水の第三者分析を行う第1棟(図16参照)が2022年6月に竣工した。その後、放射性物質の取扱作業の準備が整ったことから、10月より放射性物質を用いた分析作業を開始した。現在、燃料デブリ等、高線量の放射性物質の分析を行う第2棟の設置に向けた準備を進めている。なお、本施設は、福島第一原子力発電所における特定原子力施設の一部として、東電HDが「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」を申請し、保安管理上の責任を有する。

また、2025年度の水処理二次廃棄物の固化処理方針策定に向けて取組んでおり、2023年度は固化処理方針策定に向けた分析としてALPSスラリーの分析計画検討及び分析用試料の採取(5試料)、KURION・SARRY吸着材の試料採取・輸送(7試料)等を実施した。

さらに、これまでは、廃棄物発生後に表面線量率により区分・管理を実施し、放射能濃度の管理は未実施であった(ガレキ類として対応)。今後は、予め施設の汚染状況を把握し、汚染状況に応じた除染・解体及び解体物の保管管理を行う方向に移行させていく。特定の施設を対象に解体に関する一連の試検討を実施することで、汚染調査・評価方法、施設の解体方法・除染方法、廃棄物区分・保管方法、放射能濃度管理方法などの具体化を進める(解体モデルケース検討)。



図16 放射性物質分析・研究施設第1棟

3.5 発電所敷地・労働環境

3.5.1 労働環境、労働条件の改善に向けた取組

労働安全衛生については、給食センター・大型休憩所・協力企業棟等が完成するとともに、構内の大部分で一般作業服での作業が可能となる等、作業員の労働環境整備が進んでいる。また、安全水準の一層の向上を図り、あわせて健康管理対策を実施している。

ガレキの除去を始め、表土除去やフェーシング等を進めた結果、2015年度末には敷地内の線量率平均 $5\mu\text{Sv/時}$ を達成した(1～4号機建屋周辺や廃棄物保管エリアを除く)。また、線量率モニタやダストモニタの設置を進め、その測定値をリアルタイムに確認できる状況としている。

これら環境線量低減対策の進捗を踏まえて、1～4号機建屋周辺やタンク解体エリア等の汚染の高いエリアとそれ以外のエリアを区分し、区分に応じた防護装備の適正化を行い、一般作業服で作業可能なG zoneが構内の約96%(図17参照)となっている。

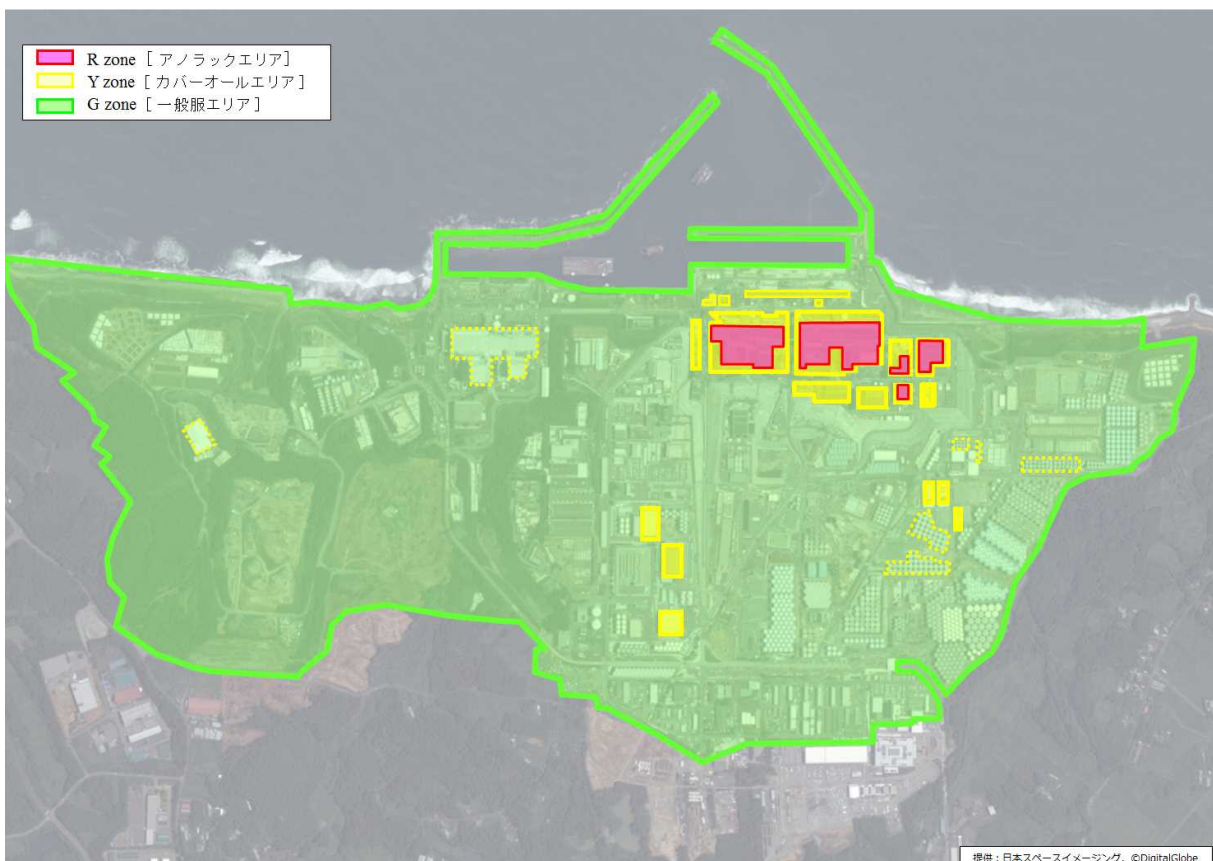


図17 管理対象区域の運用区分 レイアウト

福島第一原子力発電所の労働環境の改善に向けたアンケート(14回目)を実施し、約5,000人の作業員の方から回答を頂いた。その結果、多くの方々に現在の労働環境に対する全ての設問で高評価をいただくと共に、福島第一で働くことにやりがいを感じて

いただいていることや、放射線に対する不安が軽減されていることがわかった。引き続き、作業員の皆さまからのご意見やご要望にしっかりと耳を傾け、労働環境改善に努め、「安心して働きやすい職場」作りに取り組んでいく。

3.5.2 作業員被ばく低減に向けた取組

作業計画段階において、集団線量や個人最大線量に応じて、発電所にてALARA会議を開催し、被ばく線量を低減するための諸対策について検討し、有効性を確認している。

作業実施段階において、集団線量や個人線量が高い作業については現場観察を行い、良好事例の収集・水平展開や改善の指導を行っている(図18参照)。

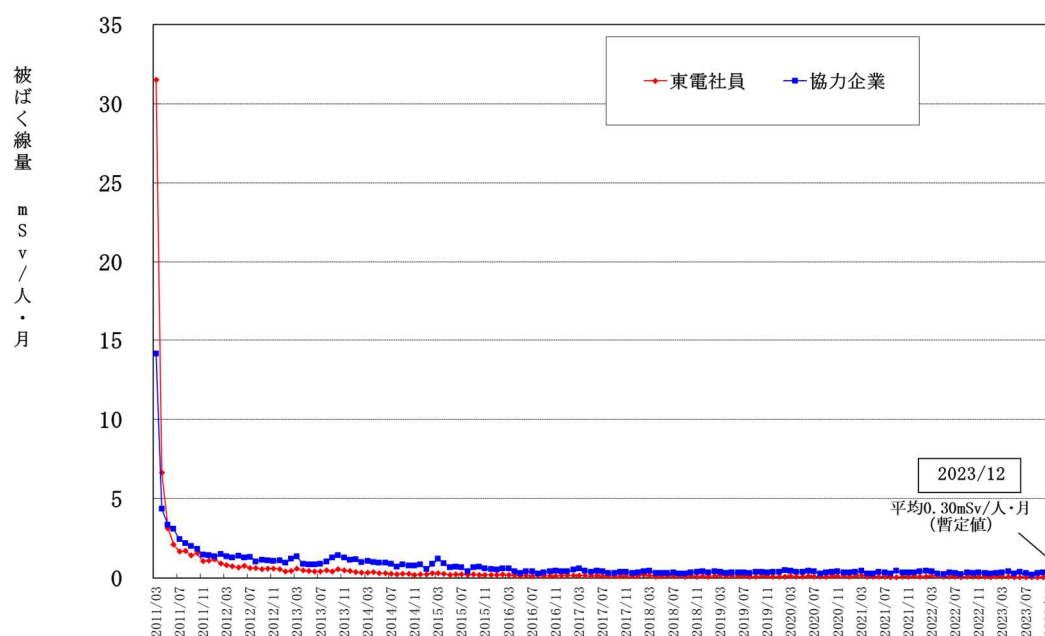


図18 作業員の月別個人被ばく線量の推移(月平均線量)
(2011/3以降の月別被ばく線量)

3.6 ALPS処理水

東電HDは、2021年12月にALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の基本設計等について、「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画変更認可申請書」を原子力規制委員会に申請した。原子力規制委員会や国際原子力機関(以下、「IAEA」という)等からのご意見を踏まえ、実施計画の補正申請に反映し、2022年7月に認可された。加えて、ALPS処理水希釈放出設備の運転・保守管理等の東京電力内の組織体制、海洋放出前に放出基準を満足していることを確認するための測定・評価対象核種等に

ついて追記・改定を行い、11月に実施計画の変更認可申請書を原子力規制委員会へ申請し、2023年5月に認可された。

ALPS処理水希釈放出設備及び関連設備について、2023年6月に設備の設置が完了し、原子力規制庁による使用前検査を受検し、7月に使用前検査終了証を受領した。また、ALPS処理水の取扱いに係る安全性レビューを総括する包括報告書が7月にIAEAから公表され、ALPS処理水の海洋放出に関する東京電力及び日本政府の取組や活動が国際安全基準に合致していること、ALPS処理水の放出は人及び環境に対し、無視できるほどの放射線影響となることが結論付けられた。8月22日に「廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議(第6回)」及び「ALPS処理水の処分に関する基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議(第6回)」が合同開催され、ALPS処理水の海洋放出開始に係る判断を受け、東電HDは、実施計画に基づき8月24日から海洋放出を開始した。

ALPS処理水の海洋放出が実施されて以降、国、福島県、東電HDが実施しているモニタリングにおいて、放出が計画通り安全に行われていることを確認した。また、放出設備については、点検を実施し、異常が無いことを確認している。さらに、2024年1月にはIAEAからレビューミッション(放出後第1回)に関する報告書が公表されており、タスクフォースによるレビューや観察において、関連する国際安全基準の要求事項と合致しないいかなる点も確認されず、IAEAは2023年7月4日の包括報告書で示した安全審査の根幹的な結論を再確認することができたと結論付けている。

社会の皆様のご不安解消やご安心につながるようALPS処理水を添加した海水と通常の海水で海洋生物を飼育し、それらを比較するため、ヒラメ及びアワビの飼育試験を実施している(図19参照)。ALPS処理水を使った飼育試験の対象について、1500Bq/L未満及び通常海水のヒラメの飼育試験を継続し、30Bq/L程度のヒラメ、1500Bq/L未満のアワビ等については、当初計画した飼育状況の比較試験および自由水型トリチウム(FWT)濃度試験が完了したため、今後は、ヒラメ及びアワビの飼育や、ヒラメの有機結合型トリチウム(OBT)濃度試験を継続して実施する。視察等での公開も継続する。



図19 ALPS処理水を添加した海水での飼育

3.7 上記以外の廃炉作業

3.7.1 原子炉の冷温停止状態の継続

PCV内の温度等のパラメータ監視や、水素爆発のリスク低減のための窒素封入を引き続き実施し、原子炉の冷温停止状態を維持している。

PCVの漏えい箇所の把握や、長期の注水停止時の影響を確認することを目的に、3号機原子炉注水停止試験を2022年6～7月に実施した。試験中にRPV底部温度や、PCV温度に大きな上昇等はなく、ダスト濃度等に有意な変動はなかった。今回の試験において、注水停止後、一番下の水位計を下回るまで概ね一定の推移でPCV内水位の低下が確認された。このことから、漏えい箇所は、一番下の水位計より低い位置にあると推定している。

今後、現在よりも低い位置まで測定できる計器の設置やPCV内の水位低下に向けた注水量低減などを検討していく。

3.7.2 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止

施設全体からの放射性物質等による敷地境界での追加的な実効線量の評価値（以下、「実効線量」という。）については、タンク内の汚染水の浄化等により、1mSv/年未満にするという目標を達成した。引き続き、1mSv/年未満の水準を維持している。

3.7.2.1 海洋汚染拡大防止

港湾内の放射性物質濃度が告示に定める濃度限度を安定して下回るよう、護岸エリアの水ガラスによる地盤改良（2014年3月完了）や海側遮水壁の閉合（2015年10月完

了)、港湾内海底土被覆(2016年12月完了)、排水路の清掃・浄化材設置・補修等を実施した。その結果、港湾内海水中の放射性物質濃度は、大雨時を除き告示濃度限度以下に低下している(図20参照)。

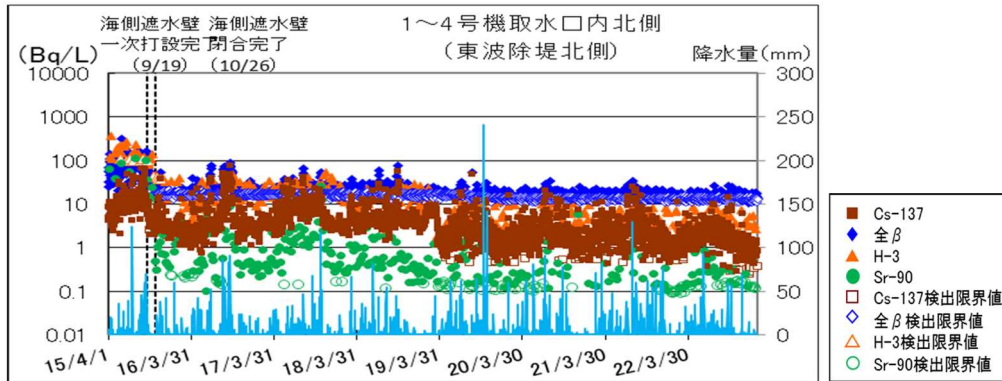


図20 1～4号機取水口内北側(東波除堤北側)の海水中放射性物質濃度

3.7.2.2 気体・液体廃棄物の管理

気体廃棄物については、PCVガス管理設備により放射性物質を低減するとともに、各建屋において可能かつ適切な箇所において監視を行っている。また、敷地境界付近で空气中放射性物質濃度の測定を行い、敷地境界付近において告示に定める周辺監視区域外の空气中濃度限度を下回っていることを確認している。

地下水バイパスについては、排水の都度及び定期的に分析を行い、排水の基準を十分下回っていることを確認している。サブドレンについては、汲み上げた地下水を浄化し、排水の都度及び定期的に分析を行い、排水の基準を十分下回っていることを確認している。

3.7.3 事故進展の解明に向けた取組

福島第一原子力発電所の事故の調査・分析は、事故の当事者である当社の責務である。これまでに「社内事故調査報告書」や「原子力安全改革プラン」、「未解明問題検討」において、事故に関する事実関係の整理や原因分析、教訓の抽出等の調査・分析を行い、多くの事項を明らかにし、国会事故調等の指摘事項を含めて、適宜安全対策に反映してきた。二度と同じような事故を起こさないために、今後も事故の全容解明に資する情報の取得(事故進展の理解深化)や発電用原子炉の更なる安全性向上を目的に、現場からの情報を取得(事故状況確認)し、活用することで多くの教訓を引き出し、安全対策に反映していく必要がある。

2021年11月、今後の福島第一原子力発電所事故調査を計画的かつ主体的に進め

ていくために、福島第一原子力発電所事故調査の中長期計画を策定・公表した。最新の作業進捗や状況を踏まえて、2023年7月に改訂を行った。2023年度は、前年度より継続している調査に加え、1号機PCV内部調査(気中調査)、1号機R/B滞留水詳細分析、3/4号排気筒調査、3号機R/B上部階調査等の調査を実施・一部完了している。

3.7.4 2号機RPV内部調査に向けた原子炉計装配管の線量低減作業について

2号機既設計装配管を用いたRPV内部調査の作業エリアの線量低減を目的に、PCV貫通部の配管洗浄作業等を2023年8月から9月にかけて実施した。その結果、貫通部近傍の空間線量が低減したことを確認した。また、RPV内部調査に影響するような配管詰まりは確認されなかった。今後、遮へい等による更なる線量低減を検討していく。

3.7.5 3号機S/C内滞留ガスのパージ作業開始について

3号機S/Cには、事故時に発生したガスの他、水の放射線分解に伴い発生する水素が滞留していると推定し、水素燃焼に至るリスクを低減するためS/C内の滞留ガスを送気(パージ)することを計画している。パージ作業に先立ち、ガスパージ設備にてガス採取・分析した結果、クリプトンを検出したが、敷地境界における被ばく影響の評価を実施し、周辺公衆に与える放射線被ばくのリスクは小さいと判断している。

この結果を踏まえ、PCVパラメータへの影響を確認するため、まずは少量のパージを2023年12月より開始している。PCVパラメータ等の監視は行っているが、有意な変動は確認されていない。

3.7.6 増設ALPS配管洗浄作業における身体汚染の発生について

2023年10月に増設多核種除去設備配管洗浄作業において、洗浄廃液が飛散したことによる作業員の身体汚染が発生した。事象発生の直接的な要因として、水圧の急激な変化や不十分な固縛位置、不十分な現場管理体制・防護装備のこれらが重畳したことによって発生した。当社は、福島第一の廃炉作業の安全と品質を高めるため、組織改編(2020年度～)、現場観察の強化(2021年度～)、協力企業と一体となった取組みの強化(2022年度～)に取り組んできた。また、原子力発電所の安全・労働安全を確保するために、作業管理上の要求事項を明確にし、請負契約に基づき受注者に履行義務を課している。その上で、当社は要求事項の履行状況を確認するために、事前の安全対策確認に参加することや、作業段階では現場確認を行う等の一定の対応を行ってきた。こうした中、今回、当該元請企業において、身体汚染に繋がるような要求事項の逸脱が確認され

たことから、これまでの取組みを強化する必要を認識した。

対策の観点として、①防護指示書と現場実態の整合性確認による履行状況の確認、②計画段階における安全対策の強化、③身体汚染などのリスクのある事態での対応に関する放射線防護教育の強化を掲げ対応を進めてきた。また、本事案を踏まえた改善策の水平展開を実施している。当社として、重大な事態であると重く受け止め、原因の徹底究明と再発防止対策に全力を挙げて取り組んでいく。

3.7.7 高温焼却炉建屋からの放射性物質を含む水の漏えいについて

2024年2月、運転停止中の第二セシウム吸着装置(SARRY)において、弁点検に向けた線量低減のため、ろ過水の通水作業を実施していたところ、ベント口を経由して建屋外に水が漏えいした。直接的な原因は線量低減作業時に「閉」とすべき弁が「開」であったことによるものであった。漏えいした水の量は約1.5m³で、海洋への流出は確認されておらず、汚染した土壌の回収も完了した。

当社保全部門が作成した手順書は操作や確認の手順自体に誤りはないものの現場状態と一致した適切な手順書となっていなかったこと、作業員(弁確認者)は弁番号と手順書が一致していることの確認に留まり弁が「閉」状態でないことを見落としていたことが問題点としてあった。

この対策として、(1)当社の管理面の対策として高い濃度の液体放射性物質を取り扱う作業においては当社運転部門が作業前の系統構成を一元的に実施する、(2)当社組織面の対策として水処理に関する設計と保全を担うグループを整理・統合して一元管理する「水処理センター」を設置することや水処理設備に特化した安全と品質を高めていく「水処理安全品質担当」の配置、(3)協力企業への対応として設備操作・状態確認の重要性と操作・確認を行う際の基本動作の徹底を現場作業員まで浸透させる、(4)設備面の対策として建屋外に直接開放している現状のベント口については今回のような事案が起きても建屋内の管理された区域に排出する構造に変更して水素滞留防止のための建屋換気口を追設することとした。

2024年2月21日に本事象に関する原因及び再発防止対策を経済産業大臣へ報告した。身体汚染の事案及び水の漏えいの事案を踏まえ、経済産業大臣より、単なる個別のヒューマンエラーとして対処するだけでなく、経営上の課題として重く受け止め、更なる安全性の向上のための対策として、①高い放射線リスクにつながるヒューマンエラーが発生するような共通の要因がないか徹底的な分析をすること、②DXを活用したハードウェアやシステムの導入によりさらなる安全性の向上に取り組むよう指示を頂いた。当社とし

て、更なる安全性向上のための対策についても速やかに検討・実施していく。

4. 廃炉等の実施に関する計画

2019年12月27日の中長期ロードマップ改訂において、燃料デブリ取り出し⁴開始から2031年末までの期間を、より本格的な廃炉作業を着実に実施するために、複数の工程を計画的に進める期間として定め、2031年末までの期間中の進捗管理を明確化するという観点から、廃炉工程の進捗状況を分かりやすく示すマイルストーンが定められている(表 1参照)。

⁴ 1～3号機の炉心溶融により生じた燃料デブリの取り出し作業やそれに付随して必要となる原子炉内構造物等の取り出し作業を「燃料デブリ取り出し」と呼ぶ。燃料デブリ取り出し方針を踏まえ、先行して着手する試験的な取り出しから始まり、内部調査と一体的かつ段階的に実施される一連の作業プロセスとなる。

表 1 中長期ロードマップにおけるマイルストーン(主要な目標工程)

分野	内容	時期
1. 汚染水対策		
汚染水発生量	汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制	2020年内
	汚染水発生量を100m ³ /日以下に抑制	2025年内
滞留水処理完了	建屋内滞留水処理完了*	2020年内
	原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度に低減	2022年度 ～2024年度
2. 使用済燃料プールからの燃料取り出し		
1～6号機燃料取り出しの完了		2031年内
1号機大型カバーの設置完了		2023年度頃
1号機燃料取り出しの開始		2027年度 ～2028年度
2号機燃料取り出しの開始		2024年度 ～2026年度
3. 燃料デブリ取り出し		
初号機の燃料デブリ取り出しの開始 (2号機から着手。段階的に取り出し規模を拡大)		2021年内
4. 廃棄物対策		
処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見通し		2021年度頃
ガレキ等の屋外一時保管解消**		2028年度内

※1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却建屋を除く。

※※水処理二次廃棄物及び再利用・再使用対象を除く。

4.1 汚染水対策

4.1.1 3つの基本方針に従った汚染水対策の推進

4.1.1.1 汚染源を「取り除く」

これまでに浄化設備⁵で処理した水についても、必要に応じて多核種除去設備等で再度の処理を進め、施設全体からの放射性物質等による敷地境界での追加的な実効線量を1mSv/年未満で維持する。

震災当初、建屋滞留水を原子炉注水に再利用するために、淡水化装置及び蒸発濃縮装置を使用してきた。蒸発濃縮装置にて蒸留した水を原子炉注水として使用し、濃縮した水を濃縮廃液として貯留してきた。タンクに貯留している濃縮廃液を処理するための検討等を順次実施する。

4.1.1.2 汚染源に水を「近づけない」

サブドレンや陸側遮水壁等、地下水を安定的に制御し建屋に地下水を近づけないシステムを確実に運用し、建屋内滞留水との水位差を確保しつつ、建屋周辺の地下水位を出来るだけ低位で安定的に管理する。

陸側遮水壁については維持管理に必要な点検、巡視、それに応じた部材交換及び長納期品の調達を実施している。このことから、直ちに使用不可となる設備ではなく、中長期的な運用が可能であると考えている。

加えて、雨水浸透防止対策として、敷地舗装(フェーシング)に引き続き取組み、1～4号機建屋周辺の陸側遮水壁内側について、2024年1月に約50%の敷地舗装を完了したが、その後も、廃炉作業と調整しながら、敷地舗装を順次進めていく。また、雨水流入防止対策として、建屋屋根破損部の補修を進め、ガレキ撤去中の1号機R/B等についても、先行して大型カバーを設置することにより、2025年度頃までに全ての建屋屋根の補修完了を目指す。

また、更なる建屋流入量の抑制施策として、局所的な建屋止水を進める。今後は、試験施工による建屋流入量抑制の効果について確認する。さらに、2025年度までに3号機に展開し、その後、3号機以外の止水工事を行う計画である。

こうした取組により、平均的な降雨に対して、2025年内に100m³/日以下、2028年度までに50～70m³/日程度に抑制することを目指す。

⁵ 多核種除去設備、増設多核種除去設備及び高性能多核種除去設備(以下、「多核種除去設備等」という。)並びにモバイル型ストロンチウム除去装置、RO濃縮水処理設備、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置及び第三セシウム吸着装置を指す。

4.1.1.3 汚染水を「漏らさない」

建屋内の滞留水については、周辺地下水の水位より建屋の水位を低位に保ち、建屋の外に流出しない状態を引き続き維持する。

浄化設備により浄化処理した水の貯蔵は、全て溶接型タンクで実施しており、タンクからの漏えいリスクは大きく低減されている。今後、敷地の制約やタンクのみならず廃炉作業に様々な施設が必要となってくることを踏まえ、必要なタンク容量を計画的に確保する。

海側遮水壁については、設備のメンテナンスや地下水及び港湾内のモニタリングを継続的に実施する。

引き続き、構内の溜まり水の除去として、建屋周辺トレンチの調査・溜まり水の除去を進める。

4.1.2 滞留水処理の完了に向けた取組

サブドレンや陸側遮水壁、敷地舗装等の効果による地下水位低下に合わせ、建屋内水位を引き下げていく。その際、建屋内滞留水⁶と地下水位の水位差を維持する等、建屋内の滞留水を外部に漏洩させないための対策を講じながら、地下水流入抑制を図る。

建屋内滞留水の水位低下に伴い、R/Bから切り離され床面の露出した箇所については、建屋内のダスト対策等を講じつつ、流入する雨水等の汲み上げや建屋貫通部の止水等により、床面露出の状態を維持する。

循環注水を行っている1～3号機については、タービン建屋等を切り離れた循環注水システムを構築した上で、R/Bの水位低下等により、R/Bから他の建屋へ滞留水が流出しない状況を構築する。

R/Bについては、2022～2024年度に滞留水の量を2020年末の半分程度に減少させる目標を2023年3月に達成した。なお、さらなる滞留水の低減を進めるが、滞留水中に α 核種が検出されていることを踏まえ、 α 核種の濃度を低減するための除去対策を進めている。

プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋については、最地下階に高線量のゼオライト土嚢が存在することを踏まえ、ゼオライト土嚢に対する線量緩和対策を実施し、滞留水処理完了を目指す。また、滞留水処理と並行して、ゼオライト土嚢の安全な管理方法の検

⁶ 1～4号機建屋、高温焼却炉建屋、プロセス主建屋及び海水配管トレンチ内に滞留する水を指す。

討を進め、対応を行う。

また、1～4号機タービン建屋等の建屋内滞留水を処理した建屋については、床面にスラッジ等が存在しているため、回収方法の検討、回収装置の製作・設置を進める。

4.1.3 汚染水対策の安定的な運用に向けた取組

汚染水対策の安定的な運用に向け、2018年までに完了したサブドレン浄化設備の二重化や汲み上げ容量の増強に加え、防潮堤・除染装置スラッジ回収等の津波対策や、排水路の強化等の豪雨対策等、大規模自然災害リスクに備え、必要な対策を計画的に実施していく。汚染水対策の効果を将来にわたって維持するため、設備の定期的な点検、更新を確実に行う。さらに、初号機の燃料デブリ取り出しが開始され、段階的に取り出し規模が拡大していくこと等を踏まえ、中長期的な汚染水対策について検討を行っていく。

検討にあたっては、1～4号機建屋周りの雨対策（フェーシング、屋根カバー）及び地下水対策（建屋局所止水：建屋間ギャップ端部止水及び建屋深部外壁貫通部止水）の効果が発揮されることが前提となる。そのうえで、サブドレンや陸側遮水壁のようにポンプや冷凍機、弁等の運転・保守作業を極力要せず、管理リソースを軽減できる対策を目指す。

4.2 使用済燃料プールからの燃料取り出し

4.2.1 1号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

1号機の使用済燃料プール内の燃料は、崩壊熱の発生量が漸次減少し、除熱管理により冷却状態が維持され、安定的な管理がなされている。

1号機は、これまでの調査で、オペフロ上に屋根板、建屋上部を構成していた鉄骨等の建築材及び天井クレーン等がガレキとして崩落していることや、ウェルプラグが大きくずれていること等を確認している。特に、既設天井クレーン・燃料交換機がガレキ撤去の際に使用済燃料プールやオペフロ床面へ落下するおそれがある現場状況に加え、周辺地域で住民の帰還と復興の取組が徐々に進みつつある状況を踏まえ、より信頼性の高いダスト飛散対策や慎重な作業が必要である。

こうした状況を踏まえ、ガレキ撤去に先行して大型カバーを設置する新たな工法を採用し、燃料取り出しに向けた作業を進めていく（図21参照）。具体的には、オペフロ南側のガレキ撤去に先行して、2025年度夏頃までに大型カバーを設置する。その後、カバー内でガレキや崩落した天井クレーン等の撤去、オペフロの線量低減を行った上で、燃

料取扱設備等を設置し、2027年度～2028年度に燃料取り出しを開始する。

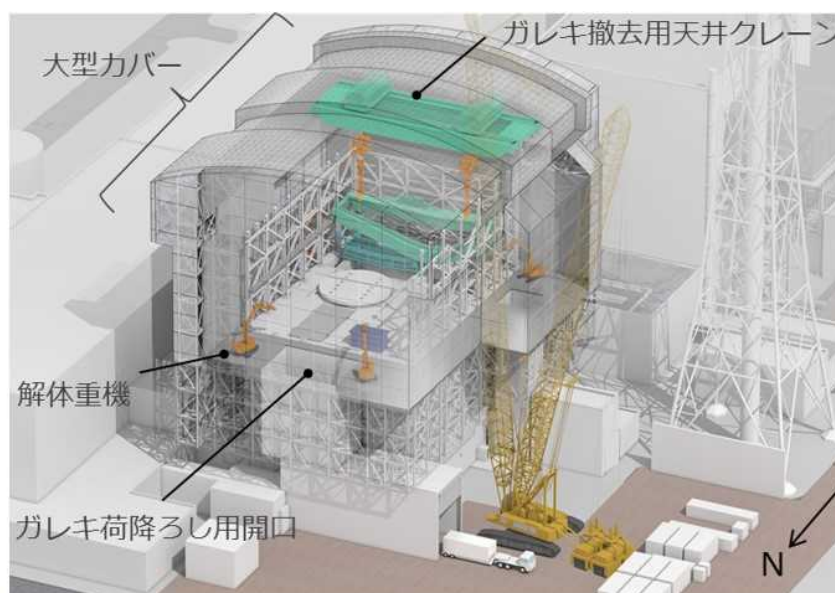


図21 1号機大型カバー(イメージ)

4.2.2 2号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

2号機の使用済燃料プール内の燃料も他の号機と同様に崩壊熱の発生量が漸次減少し、除熱管理により冷却状態が維持され、安定的な管理がなされている。また、2号機は水素爆発の影響を受けておらず、建屋の健全性が保たれている。

2号機では、2018年度下期にオペフロ内調査を実施し、空間線量が一定程度低減していることが判明している。こうした状況や燃料取扱設備の小型化検討を踏まえ、ダスト飛散をより抑制すべく、建屋を解体せず、建屋南側からアクセスする工法を採用した(図22参照)。2024～2026年度に燃料取り出しを開始する。

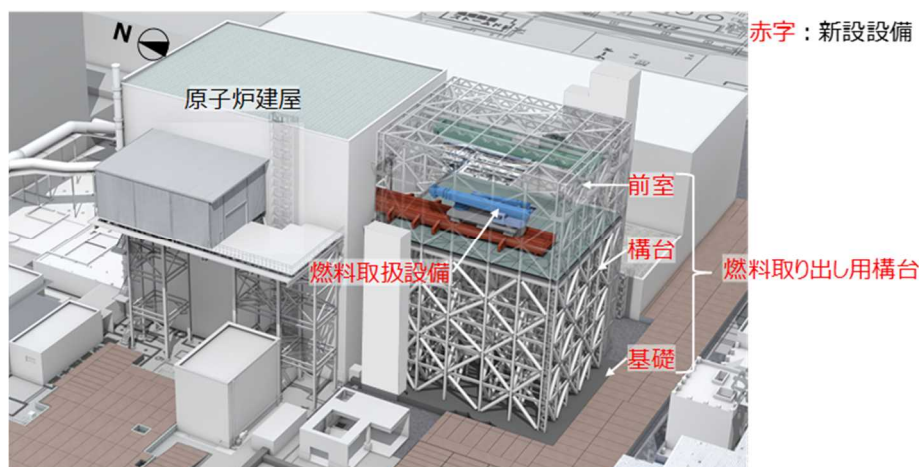


図22 2号機燃料取り出し用構台(イメージ)

4.2.3 5,6号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

1～6号機全ての燃料取り出し完了に向けて、1,2号機からの取り出し作業の進捗を考慮し、作業全体の最適化を図りつつ、燃料取り出し作業に着手する。

これらの取組を進め、2031年内に、1～6号機全ての燃料取り出し完了を目指す。

4.2.4 燃料の取扱い

1～4号機の使用済燃料プール内の燃料については、まずは使用済燃料プールからの取り出しを進め、当面、共用プール等において適切に保管するとともに、共用プールの容量確保の観点から、共用プールに保管されている燃料を乾式キャスク仮保管設備へ移送・保管する。また、今後、1～6号機全ての燃料取り出し完了に向けて、乾式キャスク仮保管のため、必要な敷地を確保していく。並行して、海水の影響等も踏まえた燃料の長期的な健全性の評価及び処理に向けた検討を行い、その結果を踏まえ、将来の処理・保管方法を決定する。

1～6号機の燃料取り出し後に、共用プールに保管している燃料の高台での乾式保管の選択肢として、既存の金属キャスクに加えて、海外で実績のあるキャニスタを用いた乾式保管設備(コンクリートキャスク)の適用性を検討する。

4.2.5 使用済燃料プール内の高線量機器取り出し

各号機での燃料取り出し後、使用済制御棒等の高線量機器の取り出しを実施する。

4.3 燃料デブリ取り出し

中長期ロードマップで示された燃料デブリ取り出し方針と初号機の燃料デブリ取り出し方法を踏まえ、2号機での試験的取り出しの開始に向けて、東電HDにおいて、エンジニアリングを継続するとともに、内部調査と研究開発の継続的な実施、線量低減・水位低下・敷地確保等の現場環境整備を進める。

なお、英国内の新型コロナウイルス感染拡大の影響で装置の開発が遅れたことによる工程遅延が1年程度、加えて、安全性と確実性を高めるために1年から1年半程度の準備期間を追加し、2023年度後半を目途に試験的取り出し作業に着手する工程に見直した。

その後、2024年1月より堆積物除去装置による堆積物除去作業に着手しているが、ロボットアームを挿入するために必要な完全な堆積物の除去に不確実性がある。これに加えて、ロボットアームを挿入するためのアクセスルート構築に時間を要すること、また、ロボットアームの信頼性確認のための試験を継続する必要があることから、まずは堆積物が完全に除去しきれていなくても投入可能で、過去に使用実績のあるテレスコ式装置による燃料デブリの採取を行うこととした。これにより、遅くとも2024年10月頃までに、燃料デブリの性状把握が早期かつ確実に行えるようにする。なお、テレスコ式装置は内部調査を目的としていないことから、ロボットアームによる内部調査及び燃料デブリの採取はテレスコ式装置に続いて実施する。

段階的な取り出し規模の拡大及び取り出し規模の更なる拡大については、初号機の燃料デブリ取り出しを通じて得られる情報・経験、エンジニアリング及び内部調査と研究開発の成果、線量低減・水位低下・敷地確保等の現場環境整備の進捗を慎重に見極めつつ、収納・移送・保管方法を含め、その方法の検討を進める。

燃料デブリの保障措置については、燃料デブリの取り出し・保管を行うまでに、実施手法を構築する。

また、取り出した燃料デブリの処理・処分方法の検討に資するため、燃料デブリ取り出し開始後に、燃料デブリの性状の分析等を進める。

4.3.1 エンジニアリングの実施

燃料デブリ取り出しシステムの概念検討等のこれまでの研究開発成果が現場で実際にどのように適用可能かを確認するため、実際の取り出し作業の前段階として、燃料デブリ取り出しに向けた作業工程を具体化する。また、現場で実際に適用していくため、燃料デブリ取り出しシステムの設計を進める際には、基本的な安全に係る評価を

あわせて検討する。

現場適用性の検討においては、燃料デブリ取り出しに必要な設備等のメンテナンス容易性、配置、動線等に関し、現場状況を十分に踏まえ検討する等、手戻りの最小化を図る。また、エンジニアリングの結果を踏まえ、必要に応じて燃料デブリ取り出し工法を見直す。

また、取り出し規模の更なる拡大に向けて機構の廃炉等技術委員会の下に設置された「燃料デブリ取り出し工法評価小委員会」の報告書において、①気中工法と気中工法オプションの組合せによる設計検討・研究開発を開始すること、②これと併行して、小規模な上アクセス等による内部調査を進めること、③水遮蔽の機能を活用した工法についても、併行して検討を行うよう提言があった。今後、報告書の提言に基づき、当社は気中工法と気中工法オプションの組合せの設計検討・研究開発に取り組むとともに、併行して小規模な上アクセス等による内部調査を進める。また、水遮蔽の機能を活用した工法については当面機構と共同で工法の調査と建屋および近傍の基礎地盤のデータ整理を実施する。

4.3.2 内部調査と研究開発の継続的な実施

燃料デブリ取り出しに向けて、内部調査と研究開発を継続的に実施する。

これまでのPCV内部調査より、大型の測定機器等を投入する詳細な内部調査を進める。併せて、RPV内部を調査する工法の開発を進める。また、燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発を進める。なお、調査・分析の際には、福島第一原子力発電所の事故の解明の観点も十分に考慮して進める。

4.3.3 線量低減・水位低下・敷地確保等の現場環境整備

燃料デブリへの横からのアクセスを実現するためには、まず、作業現場の放射線量の低減を図る必要がある。このため、各号機のR/B1階について、線源の調査や撤去等を進める。また、PCVの耐震性向上策として段階的にS/C水位の低下を行っていく。

さらに、取り出し規模の更なる拡大に向けて、大型の取り出し装置や放射性物質を封じ込める管理システム、保管施設等の新設や、そのための敷地の確保について、他の廃炉作業の進捗及びそれに伴う敷地利用を考慮した上で検討を進める。

その他、3号機残留熱除去系及び1号機原子炉補機冷却系で系統内に滞留した水素ガスを確認したことを踏まえ、今後の廃炉作業への影響や対策の要否を検討することを目的に、水素ガスが滞留する可能性のある箇所の調査を実施する。

4.4 廃棄物対策

4.4.1 保管・管理

固体廃棄物を必要に応じて、容器収納や固定化等により、放射性物質が飛散・漏えいしないよう閉じ込める。また、保管場所を適切に設定し、保管場所に固体廃棄物を保管することにより隔離した上で、モニタリング等の適切な管理を行う(図23参照)。

固体廃棄物量を低減するため、廃棄物となるものの搬入の抑制、再利用・再使用及び減容等の取組を継続していく。

東電HDは、当面10年間程度に発生する固体廃棄物の物量予測を行い、固体廃棄物の発生抑制と減容を図った上で、一時保管エリアにおける保管や、遮へい・飛散抑制機能を備えた施設(固体廃棄物貯蔵庫第10棟・第11棟、大型廃棄物保管庫)の計画的な導入、継続的なモニタリングによる適正な保管を前提とした保管管理計画を策定している。同計画については、今後の廃炉作業の進捗状況や計画等により変動するものであることから一年に一度発生量予測を見直し、適宜更新を行う。

こうした方針に基づき、固体廃棄物焼却設備や減容処理設備、熔融設備の整備を進め、2028年度内までに、水処理二次廃棄物及び再利用・再使用対象⁷を除く全ての固体廃棄物(伐採木、ガレキ類、汚染土、使用済保護衣等)の屋外での保管を解消し、作業員の被ばく等のリスク低減を図る。

水処理二次廃棄物のうち、多核種除去設備等で発生したスラリーについては脱水処理を行うとともに、除染装置から発生した廃スラッジについてはプロセス主建屋からの抜き出し・脱水・高台移転によって漏えいリスクを大幅に低減させる。また、並行して水処理二次廃棄物(吸着塔類)の大型廃棄物保管庫を設置するとともに、屋内保管に移行し、一時保管を可能な限り解消することで、早期にリスクの低減を図る。

燃料デブリ取り出し、燃料デブリ取り出しに向けた準備工事等に伴って発生する固体廃棄物について、保管・管理方法等の検討を、燃料デブリ取り出し方法の検討と合わせて進める。

⁷ 表面線量率が0.005mSv/時未満であるガレキ類。



図23 固体廃棄物等保管エリアの構内配置図

4.4.2 処理・処分

廃棄物に係る処理・処分の検討を進めるためには、固体廃棄物の性状を把握する必要がある。廃棄物の物量が多く、核種組成も多様なため分析試料数が増加する。これに対応するため、JAEAと協働して進めている放射性物質分析・研究施設の整備の他、東電HDの分析施設の整備や、JAEA及び東電HDの分析要員の育成・確保による分析能力の向上について、計画的に進める。性状把握のための分析データとモデルに基づく手法を組合わせた固体廃棄物の性状を把握する方法の構築とともに、分析試料数の最適化及び分析方法の研究開発により、性状把握の効率化を進める。

廃棄物毎に個々の特徴を踏まえた分析計画を定め、これらを統合した全体の分析計画を策定し対応していく。

先行的処理が施された場合の固体廃棄物の仕様毎に、設定した複数の処分方法に対する安全性を評価し、その結果に基づいて処理方法を選定するための手法を構築する。

以上の取組と並行して、東電HDは、保管・管理時の安全確保に係る対処方針や性状把握に有用な測定データを早期に示す等、適切に対応する。

さらに、固体廃棄物の性状分析等を進め、その後、廃棄体(処分ができるよう安定

性を高めた物)の仕様や製造方法を確定する。その上で、発電所内に処理設備を設置し、処分の見通しを得た上で、廃棄体の製造を開始し、搬出する。

4.5 発電所敷地・労働環境改善

長期にわたり廃炉作業を実施するためには、継続的に現場作業を担う人財を確保・育成することが必要となる。このため、労働環境の改善に向けて、法定被ばく線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)の遵守に加え、工事の発注段階から、工法、設備、施設、施工機械等に関わる被ばく線量低減対策を検討するとともに、それら対策を施工計画に盛り込むこと等により可能な限りの被ばく線量の低減を図る。

また、元請事業者及び関係請負人と共にリスクアセスメントの実施や体感型訓練施設の活用、現場の巡視、作業間の連絡調整の徹底等により労働安全衛生水準の不断の向上等を図る。

4.6 上記以外の廃炉作業

4.6.1 原子炉の冷温停止状態の継続

引き続き、安定状態を維持していくため、PCV内の温度等のパラメータ監視や、水素爆発のリスク低減のための窒素封入を引き続き実施するとともに、長期保守管理計画に基づく設備及び管理・運用面の対策等による信頼性の維持・向上を図る。

4.6.2 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止

施設全体からの放射性物質等による敷地境界での追加的な実効線量については、引き続き、1mSv/年未満の水準を維持し、低減に向けた取組を継続していく。

4.6.2.1 海洋汚染拡大防止

港湾内の放射性物質濃度が告示に定める濃度限度を安定して下回るよう、港湾内へ流出する放射性物質の濃度をできるだけ低減させる。建屋屋上からの雨水対策及び建屋周辺の路盤整備等、港湾内へ流入する排水路の放射性物質濃度の低減対策を継続し、降雨時における港湾内の放射性物質濃度の上昇を抑制する。

4.6.2.2 気体・液体廃棄物の管理

気体・液体廃棄物については、モニタリングを継続し、厳重な放出管理を行い、告示に定める濃度限度を遵守することはもとより、合理的な手法に基づき、できる限り濃度

の低減を図る。

4.6.3 建屋健全性評価検討

1～3号機R/Bの健全性を長期に渡り評価するための評価方法・具体的な手法を検討し確立する。

4.6.4 管理対象区域内の企業棟整備

作業の効率を向上するため、管理対象区域内の協力企業棟を休憩所等として利用できるよう整備を実施する。

4.6.5 劣化状況の点検・評価／信頼性の向上

長期使用する廃炉設備について、設備の経年劣化等のリスクを考慮し、信頼性向上のための設備更新等を進める。具体的には、廃炉設備の維持・撤去に係る計画を策定して計画に基づき信頼性向上のための設備更新、2023年10月に増設ALPS配管洗浄作業で発生した身体汚染を踏まえ、再発防止対策に加え設備の運用・保守を踏まえた改造、ALPS処理水の海洋放出が長期に亘ることを踏まえ二次処理を含むALPS処理が長期間安定的に維持できるように新たなALPSの検討・設計・製作・設置、淡水化装置(RO)の信頼性向上のため新たなROの検討・設計・製作・設置等を実施していく。

4.6.6 ALPS処理水

2021年4月に政府において「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」が決定された。また、2023年8月22日に「廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議(第6回)」及び「ALPS処理水の処分に関する基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議(第6回)」の合同会議が開催され、「ALPS処理水の処分に関する基本方針の実行と今後の取組について」が取りまとめられた。東電HDは、実施主体として、この基本方針において求められている事項を確実に遵守するとともに、自ら主体的に安全性の確保と風評対策の徹底に取り組んでいく。具体的には、放出するALPS処理水の安全性の確保、モニタリングの拡充・強化、正確な情報の発信、風評抑制のための生産・加工・流通・消費対策、迅速かつ適切な賠償などに取組むとともに、関係者の方々への丁寧な説明を積み重ねていく。

ALPS処理水海洋放出(3回の2段階放出)以降、国、福島県、東京電力が実施しているモニタリングにおいて、放出が計画通り安全に行われていることを確認した。また、放出設備については、点検を実施し、異常が無いことを確認している。

放射線環境影響評価に用いた海洋拡散シミュレーションの妥当性確認のため、第1回の放出期間におけるトリチウムの拡散計算と海水モニタリングデータの比較し、シミュレーション結果と今回評価対象とした14地点のモニタリング結果が概ね一致していることを確認した。引き続き、第2回、第3回の放出期間における評価も実施し、検証を進めていく。

また、次に放出予定のALPS処理水について、測定・確認用設備のタンクB群への移送が12月11日に完了し、2024年2月28日から4回目の放出を開始した。

5. 廃炉等を実施するために必要な技術に関する研究及び開発の状況

福島第一原子力発電所の廃炉は、技術的難度が極めて高くこれまでにないチャレンジングな課題を多く伴うものであり、中長期ロードマップに基づき、各種対策を着実に実施するためには、これらを解決する新たな技術の開発や、現場への適用を目指した信頼性が高い技術の開発が必要である。

研究開発としては、国の廃炉・汚染水・処理水対策事業に採択された補助事業者が実施する研究開発プロジェクト等が進められており、東電HDは、福島第一原子力発電所の廃炉の実施主体として、プロジェクト管理機能を強化していく中で、国の研究開発プロジェクトについても、現場適用に向けたマネジメントを通じて、一体となって研究開発を実施していく(図24参照)。

機構及び東電HDは、廃炉の今後約10年程度の研究開発の全体を俯瞰した研究開発中長期計画を作成しており、2023年度には、東電HDの廃炉中長期実行プランの改訂、燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大に向けての工法検討、現在実施されている研究開発の進展、情報提供依頼(RFI)の他、東電HD、東双みらいテクノロジー株式会社(以下、「デコミテック」という。)、JAEA福島研究開発部門福島研究開発拠点廃炉環境国際共同研究センター「JAEA/GLADS」及び機構の四者で検討している10年を超える長期の課題を踏まえ、研究開発中長期計画の改訂を行った。

廃炉の研究開発は東電HDが燃料デブリ取り出しに向けたエンジニアリングを本格的に開始したことを踏まえ、IRIDによる共同の取組から東電HDのエンジニアリングに基づく開発を進める段階になってきている。これらの状況変化を踏まえ、廃炉・汚染水・処理水対策事業の実施体制は、IRIDを中心とした補助事業の実施体制から、東電HDのニーズをベースにし、研究機関、メーカ等を実施主体とした新たな研究開発体制へと移行しており、東電HDは一段とリーダーシップを発揮していく必要がある。

引き続き、プロジェクト管理に主体的に責任を持ち、廃炉研究のニーズとシーズを整理する取組、及び基礎基盤研究分野を中心に、原子力分野だけでなく、大学が持つ幅広い研究リソースから廃炉に役立つニーズに合った技術シーズを発掘する取組も行っていく。

また、叡智を結集した国際的な廃炉研究拠点の形成を目指し、福島イノベーション・コースト構想の一翼を担う廃炉関連施設を引き続き活用する。例えば、廃炉作業に必要な遠隔操作機器・装置の開発実証等において、「JAEA櫛葉遠隔技術開発センター」(モックアップ試験施設)を活用する。

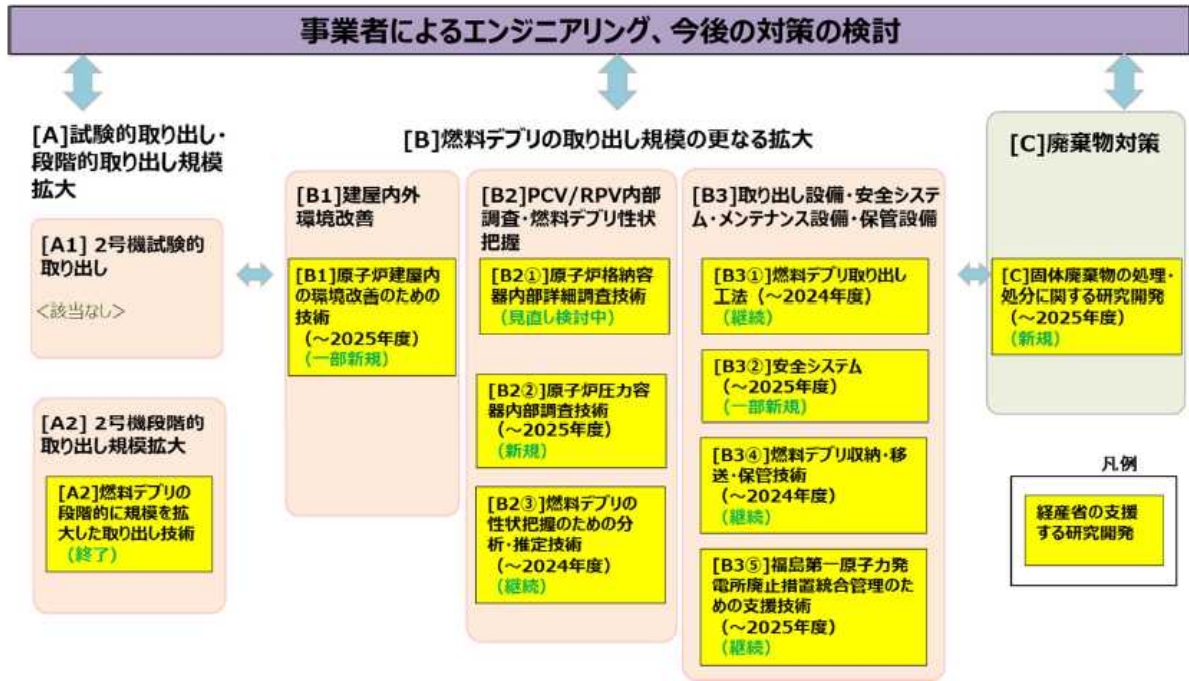


図24 研究開発の全体像

(2024年2月29日 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合事務局会議
経済産業省資料より引用)

6. 廃炉等の適正かつ着実な実施を確保するための体制

6.1 プロジェクト管理の一層の強化と廃炉の事業執行者として有すべき能力の向上

東電HDは、2020年4月に福島第一廃炉推進カンパニーのプロジェクトマネジメント機能や安全・品質面の強化を目的に、組織改編を行った。今後、燃料デブリ取り出し等の不確実性及び技術的難易度の極めて高い取組が本格化していく中で、改編された組織の下、安全かつ確実に廃炉を遂行していくために、人財育成を含め、プロジェクト管理機能の一層の強化と現場・現物を把握し安全確保に努めるとともに、エンジニアリング力の強化及び管理手法の充実や高度化を図り、実効性のあるものとして現場業務への適用に向けて取組む。これらの取組により、東電HDは予算精度の向上に継続的に取組んでいく。

また、核物質防護及びサイバーセキュリティ対策の強化に向けた核物質防護部門の体制見直しに伴い、福島第一廃炉推進カンパニーにおいても、福島第一原子力発電所のセキュリティを一元的に管理する組織「セキュリティ管理部」を2022年5月に設置した。

6.1.1 オーナーが有すべき能力の強化

2022年10月にデコミテックを設立し、燃料デブリ取り出しに係るエンジニアリング業務及びEPCマネジメント業務に社員が主体的に携わることでオーナーズ・エンジニアリング能力の強化に取り組んでいる。また、昨年海外原子力関連施設の廃止措置に豊富な経験を有するJacobs社との間でパートナーシップ契約を締結し、現在同社の支援を受けながら、国際的良好事例等をベンチマークとしてオーナーが有すべき能力の強化に取り組んでいる。

安全とオペレータ視点を基盤とする技術力、及びプロジェクトマネジメント力の双方からなるオーナーズ・エンジニアリング能力を一段と高める必要があることは勿論、廃炉事業の戦略・計画作成から実行に至るまでの全ての活動に必要な能力、及び、その中で何を優先的に取組むべきか、について自ら考え、主体的な強化に努めていく。

6.1.2 人財の確保・育成

東電HDは、定期採用以外にも、キャリア採用で即戦力人財や廃炉に必要な分野の知見を有するシニア層を積極的に採用しており、これらの人財を有効に活用するため業務の優先順位明確化と優先度に応じたリソース配分の推進、及び現有人財の多能化／生産性向上のための人財育成を進めていく。また、中長期的に何時頃どのような

人財が必要となるかを見定め、早くからその必要性を明確に提示し、様々なチャンネルを通じ、社内外から人財を確保するための活動を計画的に進めていく。

また、福島第一廃炉推進カンパニーと福島第二原子力発電所の本社機能の統合の検討を進めるため、2023年7月に組織再編準備室を設置しており、統合に伴い要員の多能化や業務運営共通化・効率化を進め、必要な人財の確保にもつながるよう進めていく。

6.1.3 分析体制の強化

廃炉作業の進捗に伴い、分析対象物の種類と量が増加し、それに応じて分析需要が拡大すると想定される。今後の分析需要の変化に対応すべく、分析施設の確保に努め、分析技術の高度化を進めるとともに、分析人財の確保・育成に努めていく。また、2023年3月に定めた分析計画に沿った分析対象物のサンプリング及び試料の輸送が適切に行えるよう努めていく。具体的には、

(1) 分析施設の確保のために、JAEA放射性物質分析・研究施設第2棟及び東電HD総合分析施設の整備を着実に進める。また、これらの施設が竣工するまでは、JAEA、日本核燃料開発株式会社(以下「NFD」という。)、MHI原子力研究開発株式会社(以下「NDC」という。)の茨城地区の分析施設を継続して使用できるようにNFD及びNDCと緊密に連携をとり遅滞なく準備を進める。

(2) 分析施設でのサンプル分析では多くの分析項目を行えるものの、迅速に多量の分析を行うことは困難であることから、サンプル分析を補完する方法として、非破壊計測の技術開発を着実に進める。

(3) 分析需要が拡大するにつれ分析に要する人財が質的にも量的にも不足することが懸念される。分析計画を統合・調整の上、必要な分析能力の年度展開を策定し、その結果を分析要員計画へ反映する。その分析要員計画に基づき、JAEA、NFD、NDC及び日本原燃株式会社等の関係機関の協力を得ながら、分析人財の育成に取組み、必要な分析人財を確保する。

(4) 分析計画に沿った分析を行うためには、分析対象となる廃棄物のサンプリングを適切に行い、分析施設に確実に輸送することが必要となることから、社内の関係部署及び関係機関との調整を行い、サンプリング及び輸送に関する内容、スケジュールを定め着実に進める。

6.2 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化

長期にわたる廃炉作業を進めていくに当たっては、「復興と廃炉の両立」の大原則の下、より一層のリスク低減や安全確保を最優先としつつ、地域との共生を進め、コミュニケーションを強化していくことが必要である。このような観点から、廃止措置等に向けた取組を通じて、地域の廃炉関連産業が活性化し、雇用や技術が生まれることで、福島復興に貢献するとともに、その成果が他の地域や産業に広がっていくことが重要である。東電HDは、その実現に向け、地域の一員として全力を尽くす決意として、「復興と廃炉の両立に向けた福島の皆さまへのお約束」(以下、「お約束」という。)を策定し、2020年3月に公表した。また、2021年5月には、廃炉産業集積に向けた基本的考え方等について公表している。

東電HDは「地元企業の参画拡大」や「地元企業のステップアップサポート」といった現状の取組をしっかりと継続・強化していくとともに、新たな廃炉関連施設の情報、雇用・協業・発注における地元との関わりなど諸々の検討状況について、地元の自治体や商工団体、関係機関に丁寧に説明し理解・協力を得ながら取組を進めていく。

6.2.1 地域との共生

東電HDは、お約束の具体的な展開として、廃炉中長期実行プランに基づき、今後の中長期的な発注の見通しに係る情報をまとめた「中長期発注見通し」を作成し、元請企業/地元企業向けの説明会を毎年度開催している。「中長期発注見通し」については、今後も廃炉中長期実行プランに基づき情報を適宜アップデートしつつ、地元を中心に説明会を開催していく。また、地元企業を対象としたマッチングイベント等を福島相双復興推進機構や福島イノベーション・コースト構想推進機構と協力して開催し、地元企業の皆様に廃炉事業に御参画いただく機会の拡大にも継続的に取り組んでいく。

加えて、地域との共生を促進するため、東電HDは廃炉関連産業集積に向けた取組を大きく(1)地元企業の参画拡大、(2)地元企業のステップアップサポート、(3)地元での新規産業創出、の3つに整理し、段階的に着手している。

このうち、「(3)地元での新規産業創出」に関し、東電HDは2022年10月に、使用済燃料キャスクなど、廃炉に向けて必要となる様々な中核製品を製造する「東双みらい製造株式会社」、及び燃料デブリの大規模取り出しに必要なシステム・設備の基本設計、必要となる研究開発を行う「デコミテック」を設立した。

東電HDは、(1)及び(2)の取組をしっかりと継続していくとともに、(3)として今回設

立したこれらの企業を通じて、引き続き地元企業との緊密な連携を図り、地域の雇用創出、人材育成、産業・経済基盤の創造等に貢献していく。

6.2.2 コミュニケーションの強化等

長期にわたる廃炉事業を着実に進めていくには、地域・社会（国内外）の関心や疑問に応え、不安を払拭し、特に、今後取組んでいくデブリの取り出しをはじめとした廃炉に関する取組への理解を一つひとつ得ていくことが重要である。この実現に向け、リスク低減に向けた安全対策の取組や廃炉作業の進捗状況、トラブル情報や放射線データ等について、定例の報道関係者向け会見⁸の開催、政府や県等が主催する各種会議体⁹への参画、Webサイトの充実、廃炉情報誌等の紙媒体の展開等を通じて情報発信に努めている。

とりわけ、ALPS処理水の海洋放出に向けては地域・社会の皆さまの懸念の払拭や理解醸成に向け、海洋放出の状況や海域モニタリングの結果を分かりやすく伝える「処理水ポータルサイト」の内容の充実及び英語・中国語、韓国語版等の多言語化展開や、地元紙での新聞広告、首都圏や大都市圏での交通広告等により、国内外に情報発信している。

また、発電所の視察・座談会や、地域でのイベント等の機会を活用し、地域・社会の関心や疑問、懸念に直接向き合い、真摯に応えていくことにより、地域の皆さまをはじめとした様々な立場の方々との双方向コミュニケーションの充実を図っていく。

なお、発電所視察については、ALPS処理水希釈・放出設備が俯瞰出来るグリーンデッキの整備や、通常より短時間でご視察頂けるスマートコースの拡充、ホープツーリズムや中間貯蔵施設との連携を行い、より多くの方にご視察できる機会を提供する等の取組を行っているところである。引き続き、視察者のニーズに合わせたメニューを実施していくとともに、受け入れ拡大により、地域・社会の皆さまの理解醸成につなげていく。

6.3 自然災害等のリスク及び経年劣化リスクへの対応について

東電HDは地震や津波、その他自然災害等の外部事象に起因するリスクについて、R/B等の耐震評価、防潮堤の設置や建屋開口部の閉止、大規模な降雨対策として敷

⁸ 定例記者会見（月・木）、福島県政記者クラブ定例レク（朝・夕/平日）

⁹ 「廃炉・汚染水対策福島評議会」（政府主催）、「福島県原子力発電所の廃炉に関する安全確保県民会議」（福島県主催）、「福島第一廃炉国際フォーラム」（機構主催）等

地内の浸水対策等リスクの影響評価や対策を進めてきている。引き続き自然災害等の外部事象に対する系統や施設の健全性を把握するとともに、そのリスクの程度を踏まえて対応していく。

東電HDは2021年度から、設備情報の一元管理促進のために保全対象機器をデータベース化したシステムの整備と設備情報を基に経年劣化リスク評価を行い、その結果を長期保守管理計画に反映するというシステムの開発を開始している。

東電HDは、設備情報、保全の有効性評価、不適合等のリスクの評価の基となる情報を整備し、かつ長期保守管理計画の不断の見直しを継続し、効果的な経年劣化リスク低減対策の実行を進めると同時に、システム完成後に一元的な保全管理ができる組織の在り方についても検討する。

6.4 DX推進

福島第一廃炉推進カンパニーにおいて、廃炉事業の横断的な変革に向け、「デジタルで、つなぐ、創る、魅せる」(デジタル廃炉)をコンセプトに2023年7月にDXを推進する組織を新設し、「DX基本構想」を策定した。社会的信頼、法令順守、安全、品質、コスト、スケジュール等の価値に、DXが実現する新しい価値(データ化、遠隔化・自動化等)を組合せ、より良い廃炉を目指していく(図25参照)。

当社は、無線通信環境を強化し、より安全な廃炉作業を推進するため、東北総合通信局に「ローカル5G無線局および自営BWA無線局」に関する免許を申請し、2024年2月に免許の交付を受けた。現在、無線局の設置工事を進めており、早ければ4月に無線局の運用を開始する予定である。福島第一原子力発電所における無線ネットワークの適用範囲拡大を進めることで、業務の効率化、作業安全の確保、被ばく低減に向けて活用していく。

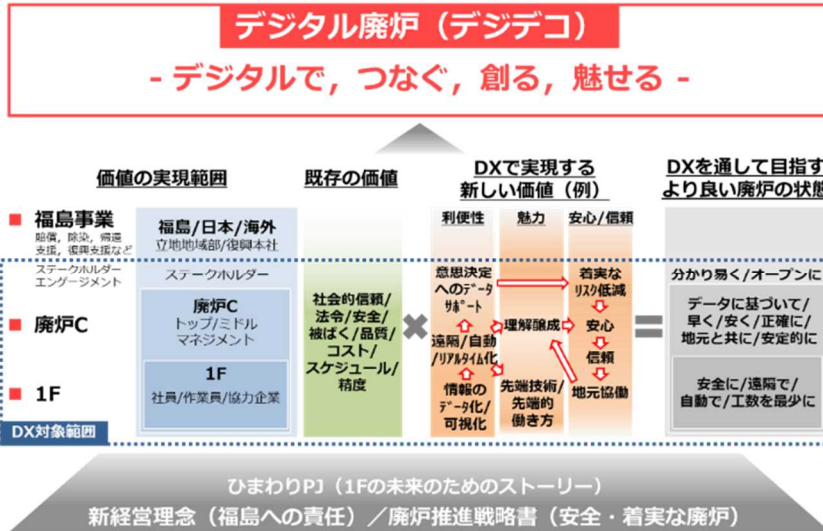


図25 デジタル廃炉の概念図

以上