

福島第一原子力発電所 廃炉・ALPS処理水の取り扱いに関する
取り組みの最新状況（東京電力ホールディングス株式会社）

2022年10月24日

小野 明 常務執行役 福島第一廃炉推進カンパニー・プレジデント
兼 廃炉・汚染水対策最高責任者

松本純一 執行役員 // プロジェクトマネジメント室長
兼 ALPS処理水対策責任者

2022年10月26日 誤記修正

修正内容

修正前

9ページ

- 切迫した津波への備えに対応することが必要であり、かつ津波による浸水を抑制し建屋流入に伴う滞留水の増加防止及び廃炉重要関連設備の被害軽減するため、アウターライズ津波および千島海溝津波に対する対策を実施しました。（2019年度に完了）

修正後

9ページ

- 切迫した津波への備えに対応することが必要であり、かつ津波による浸水を抑制し建屋流入に伴う滞留水の増加防止及び廃炉重要関連設備の被害軽減するため、アウターライズ津波および千島海溝津波に対する対策を実施しました。（2020年度に完了）

I. 1号機、2号機における使用済燃料プールからの使用済燃料の取り出し作業と燃料デブリの取り出し作業の状況

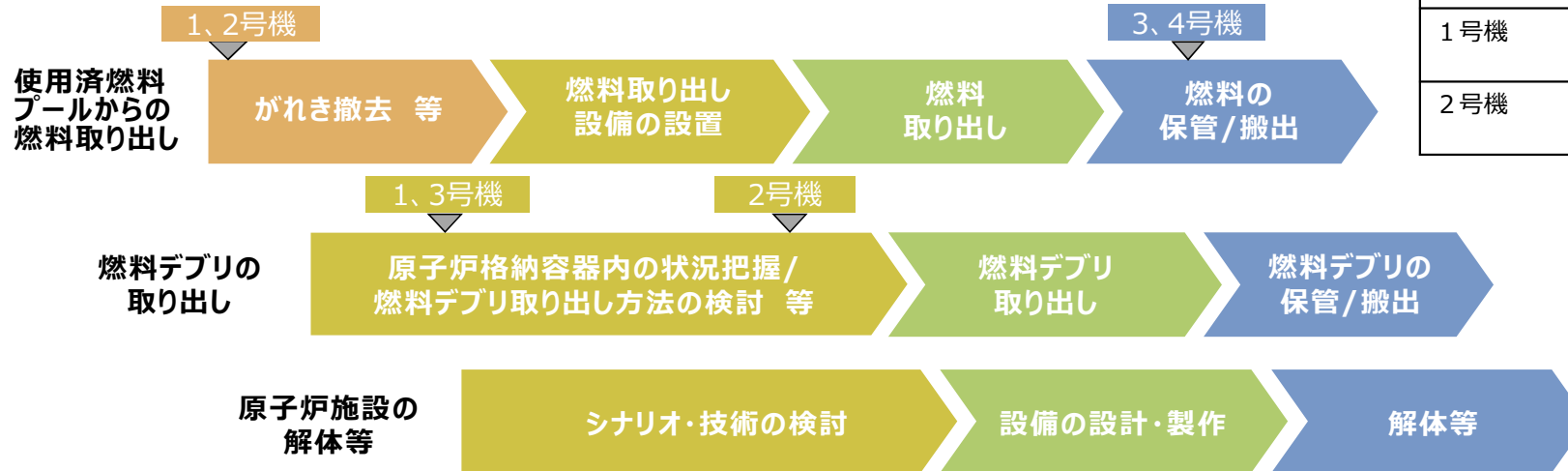
II. ALPS処理水の取り扱いに関する取組とその理解醸成活動

「廃炉」の主な作業項目と作業ステップ

使用済燃料プールからの燃料取り出しは、**2014年12月22日に4号機が完了し、2021年2月28日に3号機が完了**しました。
引き続き、1、2号機の使用済燃料取り出し、1～3号機燃料デブリ^(注1)取り出しの開始に向け順次作業を進めています。

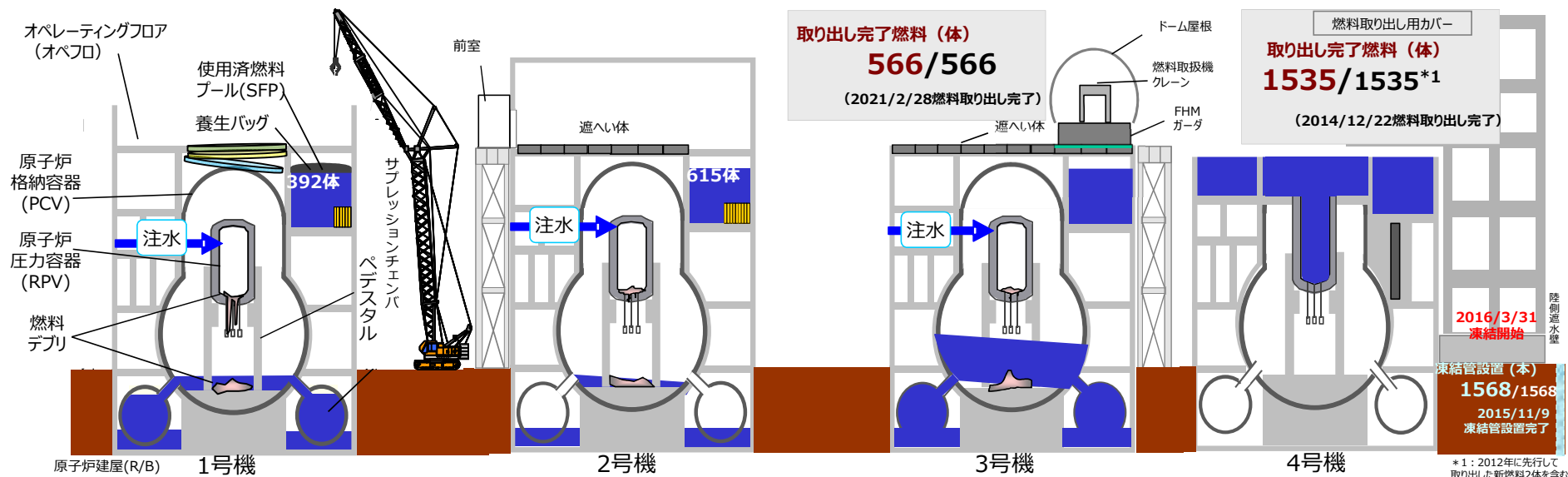
＜中長期ロードマップにおけるマイルストーン＞

(注1)事故により溶け落ちた燃料



1～6号機	燃料取り出し完了	2031年内
1号機	燃料取り出し開始	2027年度～2028年度
2号機	燃料取り出し開始	2024年度～2026年度

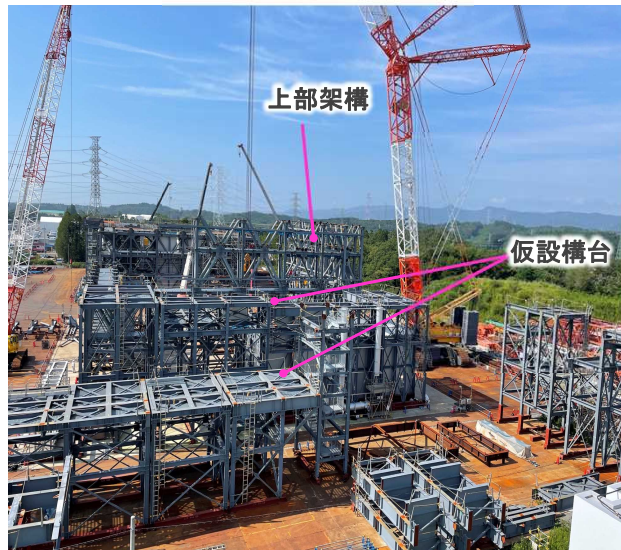
初号機	燃料デブリ取り出し開始
2号機	2021年内 ※作業の安全性と確実性を高めるため、2023年度後半目途の着手へ工程を見直し



取組の状況（使用済燃料の取り出し①）

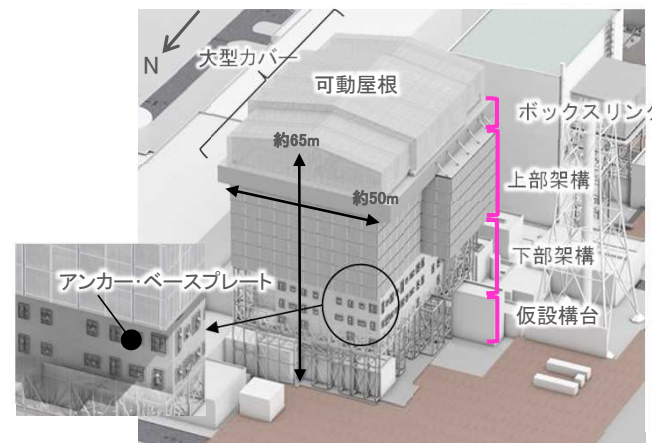
使用済燃料プールからの燃料取り出し作業 [1号機]

- 2027～2028年度の燃料取り出し開始に向け、がれき撤去時のダスト飛散抑制や作業環境の構築、雨水流入抑制を目的に原子炉建屋を覆う大型カバーの設置を進めています。
- 仮設構台、下部架構の地組が完了し、上部架構の地組が約50%完了しました。



<構外ヤード全景（2022年8月8日）>

【設置予定の大型カバー】



<大型カバー全体の概要図>

*イメージ図につき実際と異なる部分がある場合があります。

大型カバーは、下部架構、上部架構、ボックスリング、可動屋根で構成される鉄骨造の構造物であり、下部架構の位置で原子炉建屋にアンカーで支持する構造です。

取組の状況（使用済燃料の取り出し②）

使用済燃料プールからの燃料取り出し作業 [2号機]

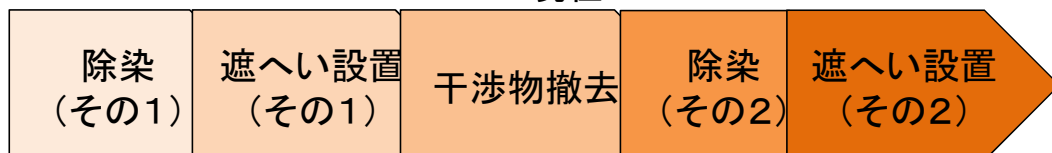
2024年度から2026年度開始に向けて、建屋内のFHM操作室の撤去作業と建屋外での構台基礎設置工事を作業を実施中です。

<建屋内>

2022年5月から使用済燃料プール上に駐機していたFHMをオペフロ※1北側に移動しました。8月からはFHM操作室の撤去を開始しました。

※1 原子炉建屋の最上階

2021年度 → 2022年度 ▼現在 → 2023年度



<建屋外>

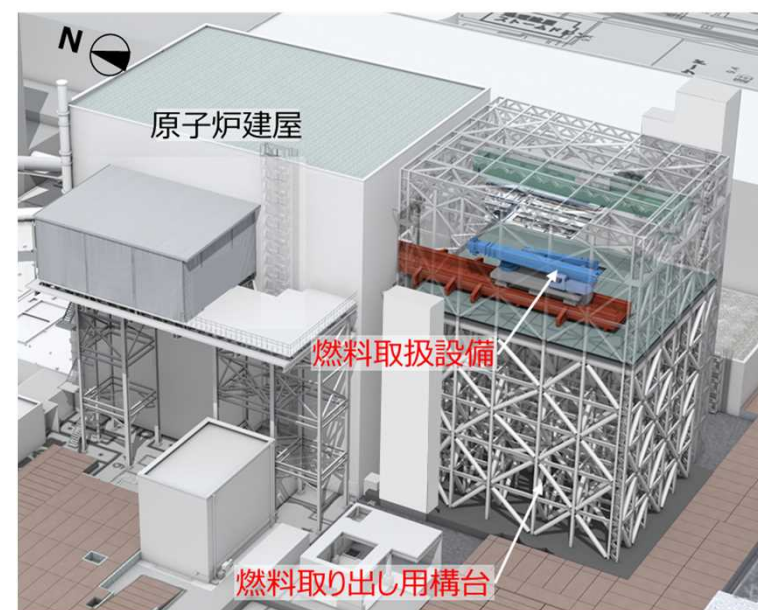
2022年6月に掘削工事が完了しました。
6月16日より、構台基礎設置工事を実施中です。

▼現在



【設置予定の燃料取り出し用構台】

原子炉建屋南側に設ける燃料取り出し用構台から燃料取扱設備を出し入れすることで、燃料取り出し作業を実施する計画です。

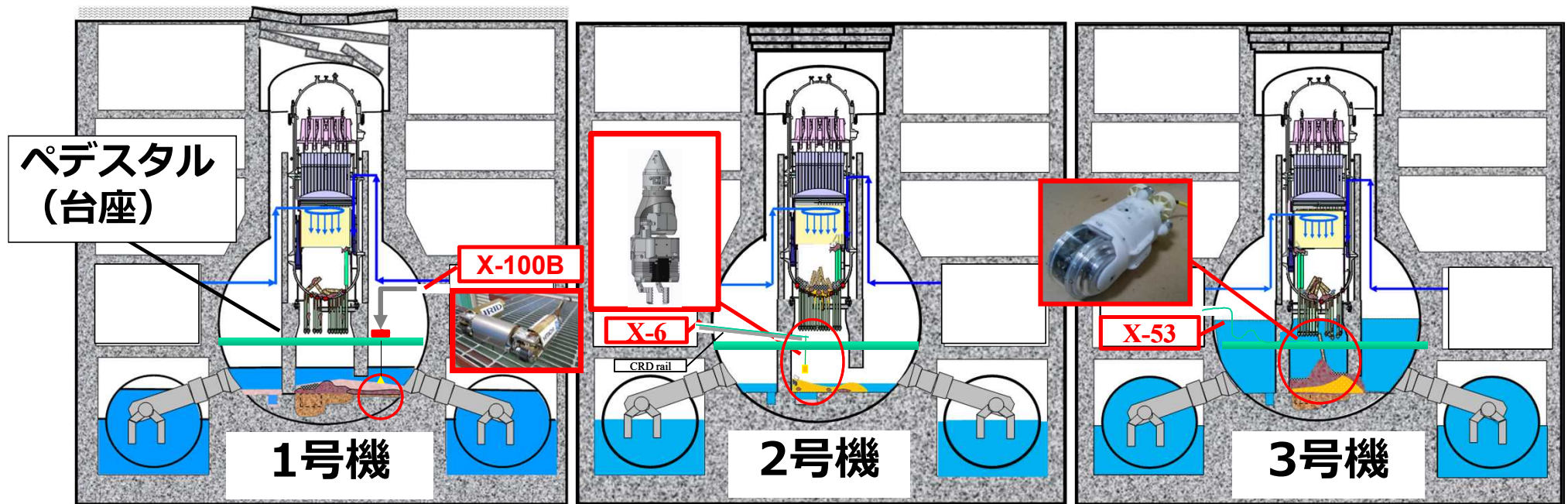


<構台イメージ図>

取組の状況（燃料デブリの取り出し①）

燃料デブリの推定分布

- 燃料デブリの取り出しに向けて、ロボット調査、事故進展解析、ミュオン調査などから、原子炉格納容器（PCV）内の燃料デブリの分布を推定しました。これらの調査結果を考慮し、**デブリ取り出しの初号機は2号機**に決定しました。



【1号機】

ほぼすべての燃料デブリがPCVの底に落ちていると想定。

【2号機】

溶融した燃料の一部がRPVの下部やPCVの下部に落下し一部はまだ炉心内に残っていると想定。

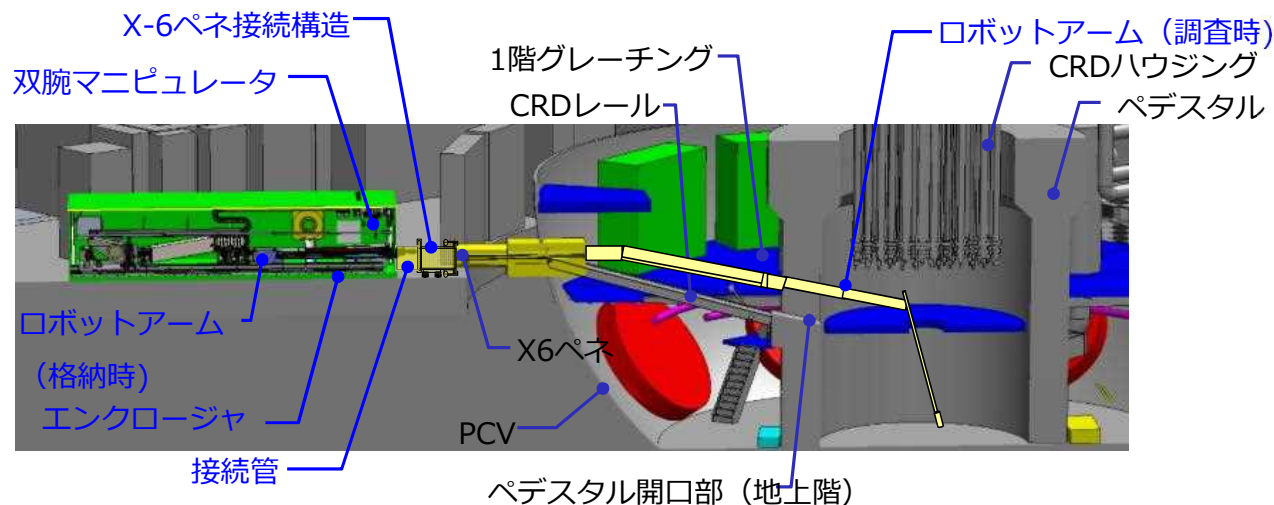
【3号機】

1号機と2号機の間近的な状況であると想定。

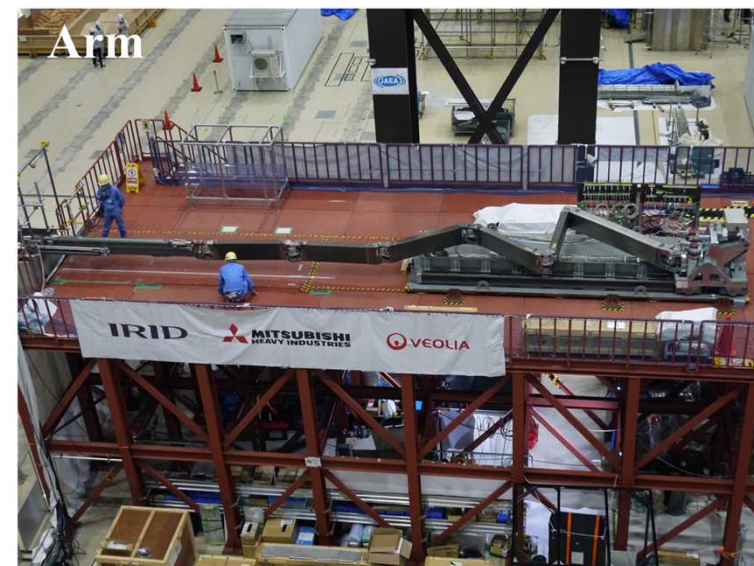
取組の状況（燃料デブリの取り出し②）

燃料デブリの取り出しに向けた作業 [2号機]

- 2号機の燃料デブリ取出しに関わる作業は、試験的取出しという形で開始する予定です。
- 格納容器の貫通孔をアクセスルートとして英国製のロボット・アームを挿入し、粒状の燃料デブリをごく小規模に取り出すことを予定しております。現在はモックアップ試験を通じ、制御プログラムの修正などの改良に取り組んでいます。
- 試験的取り出し作業の安全性と確実性を高めるため、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ました。



ペデスタル開口部から作業を行うロボット・アームのイメージ図

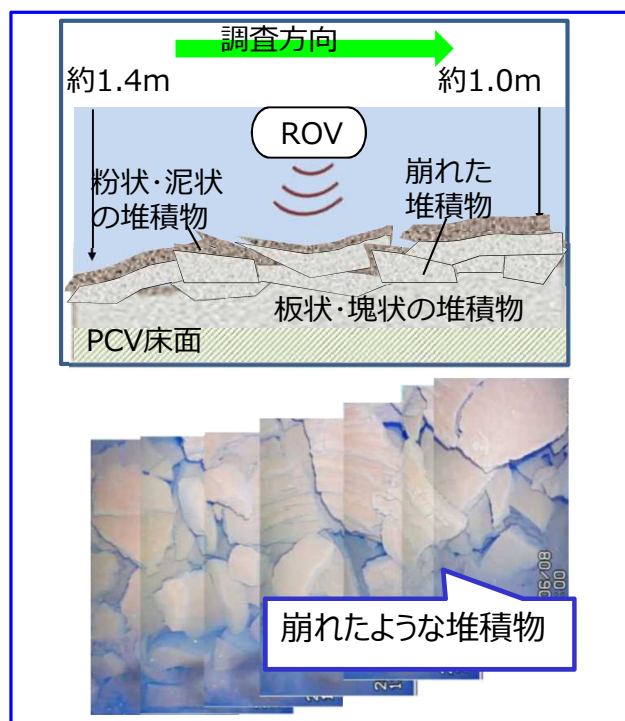


モックアップ施設にて調整中のロボット・アーム
出典：IRID

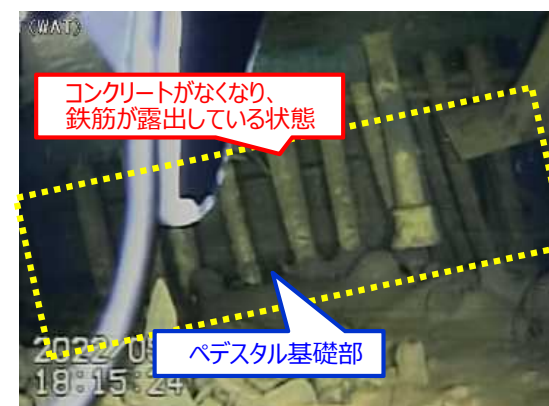
取組の状況（燃料デブリの取り出し③）

燃料デブリの取り出しに向けた作業 [1号機]

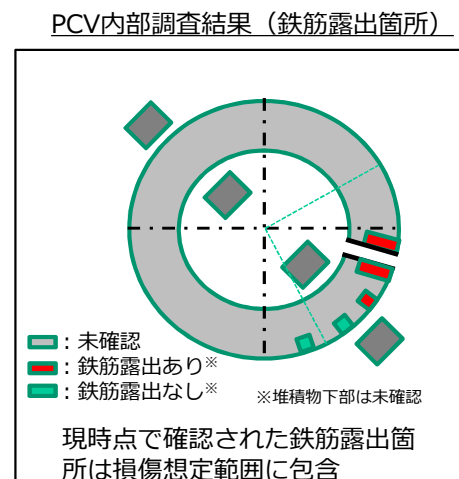
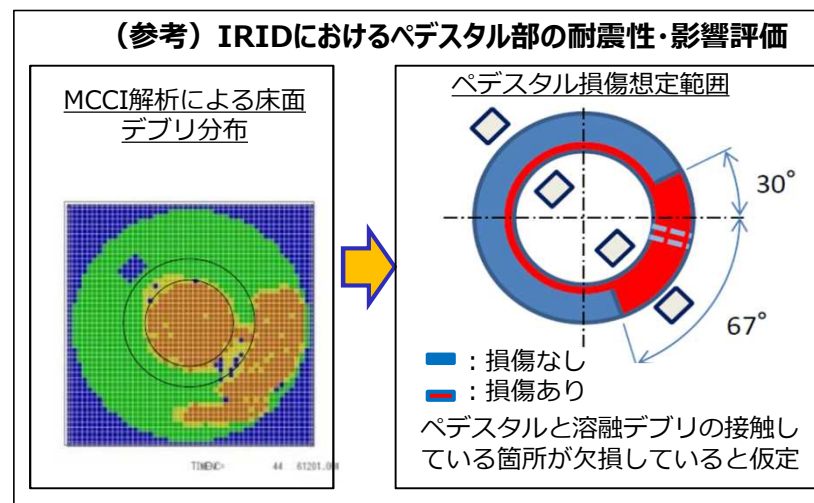
- 燃料デブリの取り出しに向け、用途に応じた遠隔操作ロボット（ROV）で内部調査を行っています。
- 原子炉格納容器（PCV）内部の調査を実施した結果、塊状や棚状の堆積物を広い範囲で確認しました。またペデスタル開口部壁面では、コンクリートがなく、鉄筋等が露出していることを確認しました。
- 現時点の情報等を基に、ペデスタルの損傷に伴うプラントへの影響を考察した結果、**地震により大規模な損壊に至る可能性は低い**と考えています。



ROVによって撮影された堆積物



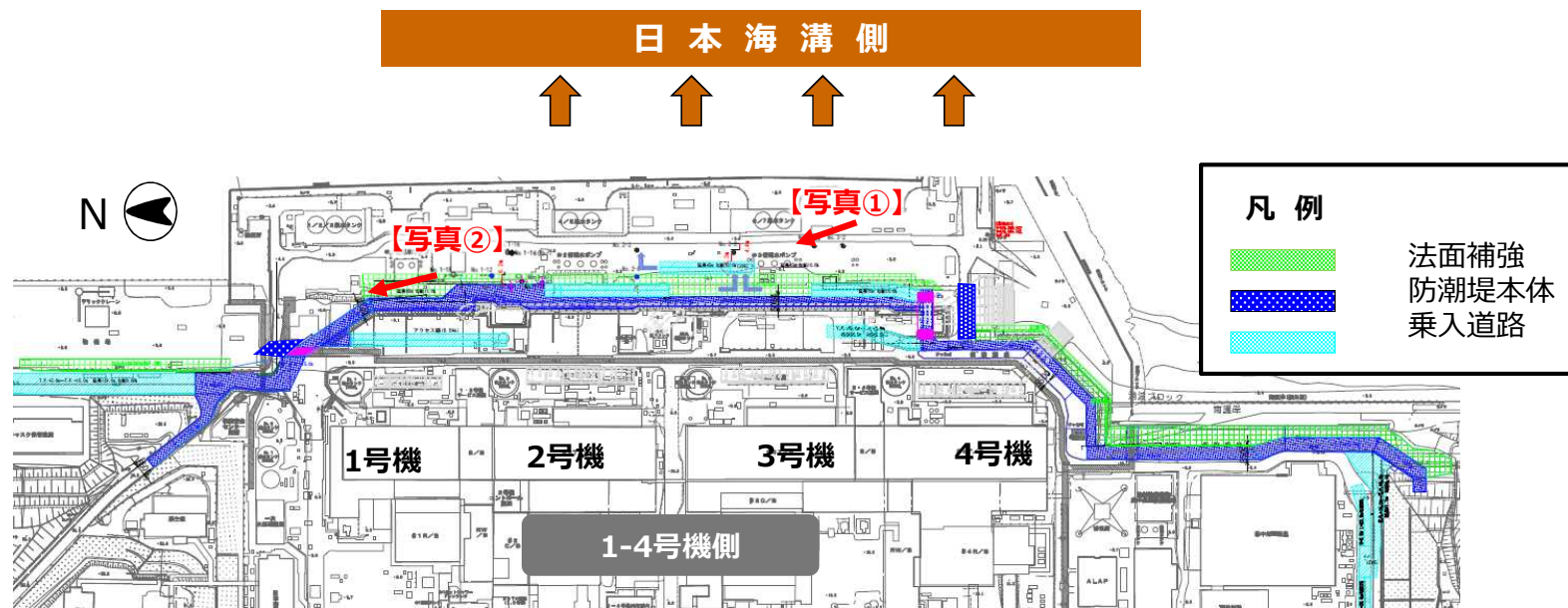
ROVによって撮影されたペデスタル開口部壁面



取組の状況（津波への対策）

日本海溝津波防潮堤の設置

- 切迫した津波への備えに対応することが必要であり、かつ津波による浸水を抑制し建屋流入に伴う滞留水の増加防止及び廃炉重要関連設備の被害軽減するため、アウターライズ津波および千島海溝津波に対する対策を実施しました。（2020年度に完了）
- 加えて、日本海溝津波に対する設備として防潮堤を新規に設置しています。2023年度の完成に向けて作業を進めており、防潮堤の設置は約30%完了しました。（2022年9月時点）。



【写真①】防潮堤本体施工中（2022.9）



【写真②】北側防潮堤本体構築中（2022.8）

ALPS処理水の取扱いに関する取組み

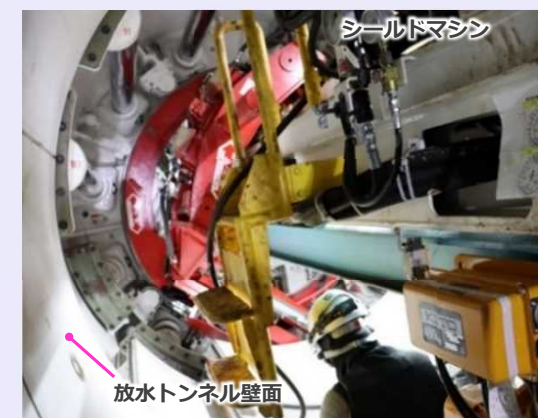
- ALPS処理水の海洋放出にあたっては、法令に基づく規制基準等の遵守はもとより、関連する国際法や国際慣行に基づくとともに、更なる取り組みにより放出する水が安全な水であることを確実にして、公衆や周辺環境、農林水産品の**安全を確保**します。
- 風評影響を最大限抑制**するべく、海域モニタリングの拡充・強化や、第三者による測定・評価、公開等による客観性、透明性・確保、IAEAによる安全性確認などに取り組むとともに、正確な情報を透明性高く、継続的に発信してまいります。

許認可等の状況

- 2021年4月13日、「廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議」が開催され、多核種除去設備等処理水の処分に
関する政府の基本方針が決定しました。
- 同4月16日、当社は「多核種除去設備等処理水の処分に関する政府の基本方針を踏まえた当社の対応について」を公表しました。
- 同12月、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いたしました。
- その後、原子力規制委員会や国際原子力機関（IAEA）等からのご意見を実施計画の補正申請に反映し、2022年7月22日に認可されました。また、8月2日に福島県、大熊町および双葉町から設備設置に関し、廃炉安全確保協定に基づく事前了解をいただきました。

ALPS処理水希釈放出設備等の準備状況

- 事前了解（上記）を踏まえ、8月4日より、シールドマシンにより岩盤層を掘進し、放水トンネルの構築を開始しました。
- また、K4エリアタンク周辺の測定・確認用設備や移送設備の配管等の敷設や、5,6号機取水路開渠内への仕切堤設置に向けた準備作業を実施しています。



ALPS処理水の取扱いに関するポイント①

二次処理設備（新設逆浸透膜装置）

トリチウム以外の核種の告示濃度比総和「1～10」の処理途上水を二次処理する

二次処理設備（ALPS）

トリチウム以外の核種の告示濃度比総和「1以上」の処理途上水を二次処理する

測定・確認用設備

3群で構成し、それぞれ受入、測定・確認、放出工程を担い、測定・確認工程では、循環・攪拌により均質化した水を採取して分析を行う（約1万m³×3群）

移送設備

ローテーション

受入

放出

ALPS処理水
移送ポンプ

防潮堤

緊急遮断弁や移送配管の
周辺を中心に設置

流量計・流量調整弁・
緊急遮断弁（津波対策）

緊急遮断弁

海水配管ヘッド
（直径約2m×長さ約7m）

海水流量計

海水配管

道路

放水立坑（下流水槽）

海水移送ポンプ（3台）

5号機取水路

希釈用海水
（港湾外から取水）

希釈設備

放水立坑（上流水槽）

放水設備

放水トンネル（約1km）

放水トンネルの損失に見合う水
頭差（下流水槽の水面高さと
海面の高さの差）を利用して自
然流下させる

出典：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力ホールディングス株式会社に作成

<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>



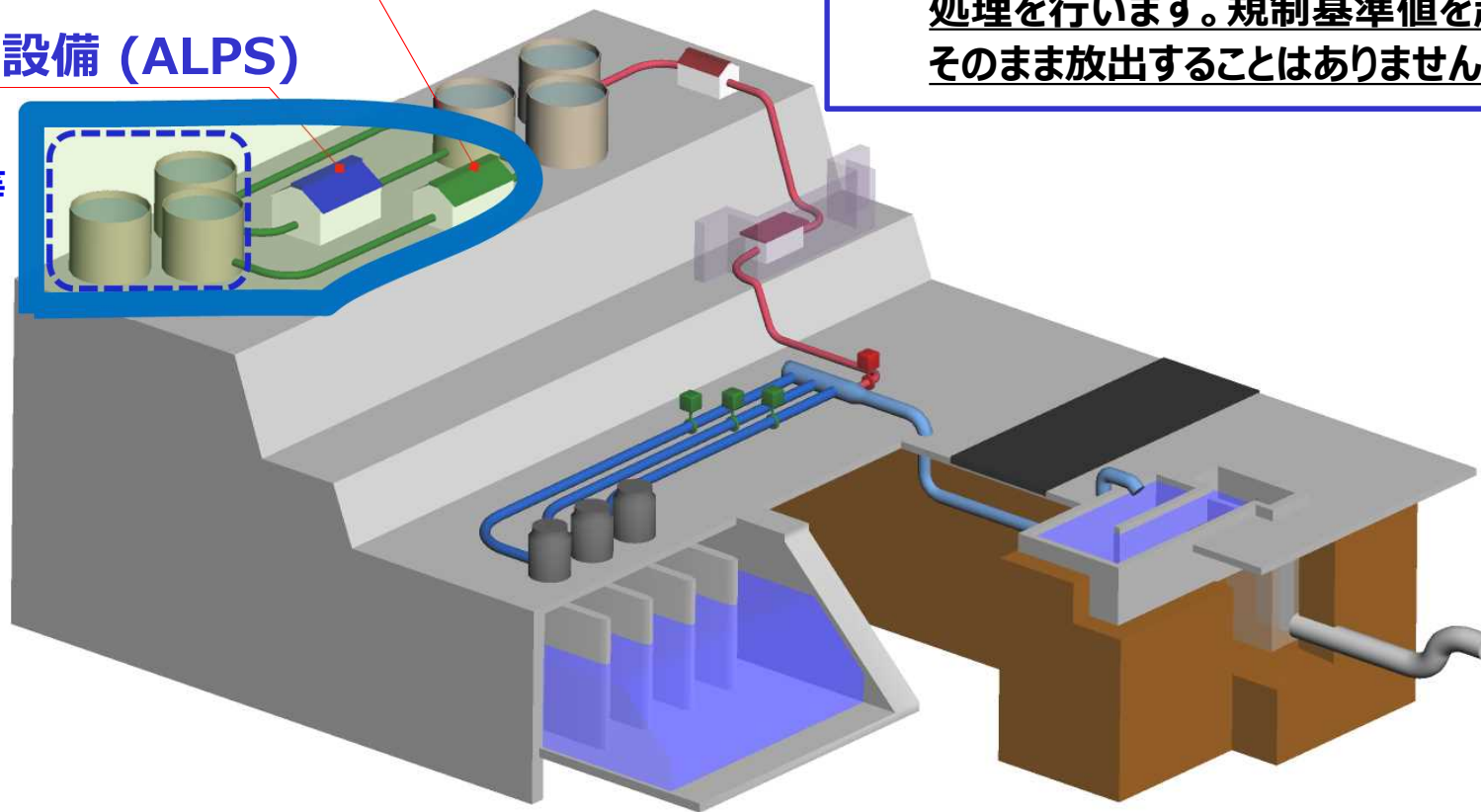
※：共同漁業権非設定区域

ALPS処理水の取扱いに関するポイント②

二次処理設備(新設逆浸透膜装置)

二次処理設備 (ALPS)

ALPS処理水等
タンク



①二次処理設備

タンクに保管されている水のトリチウム以外の放射性物質については、放出前の段階で安全に関する規制基準値を確実に下回るまで何回でも浄化処理を行います。規制基準値を超える処理水をそのまま放出することはありません。

ALPS処理水の取扱いに関するポイント③

②測定・確認用設備

測定・確認用設備にて、ALPS処理水を均一にしたうえで、放射性物質の濃度を当社だけでなく、外部機関でも測定・評価し、規制基準値を下回っていることが確認できたものだけを放出します。

測定・確認用設備

移送ポンプ

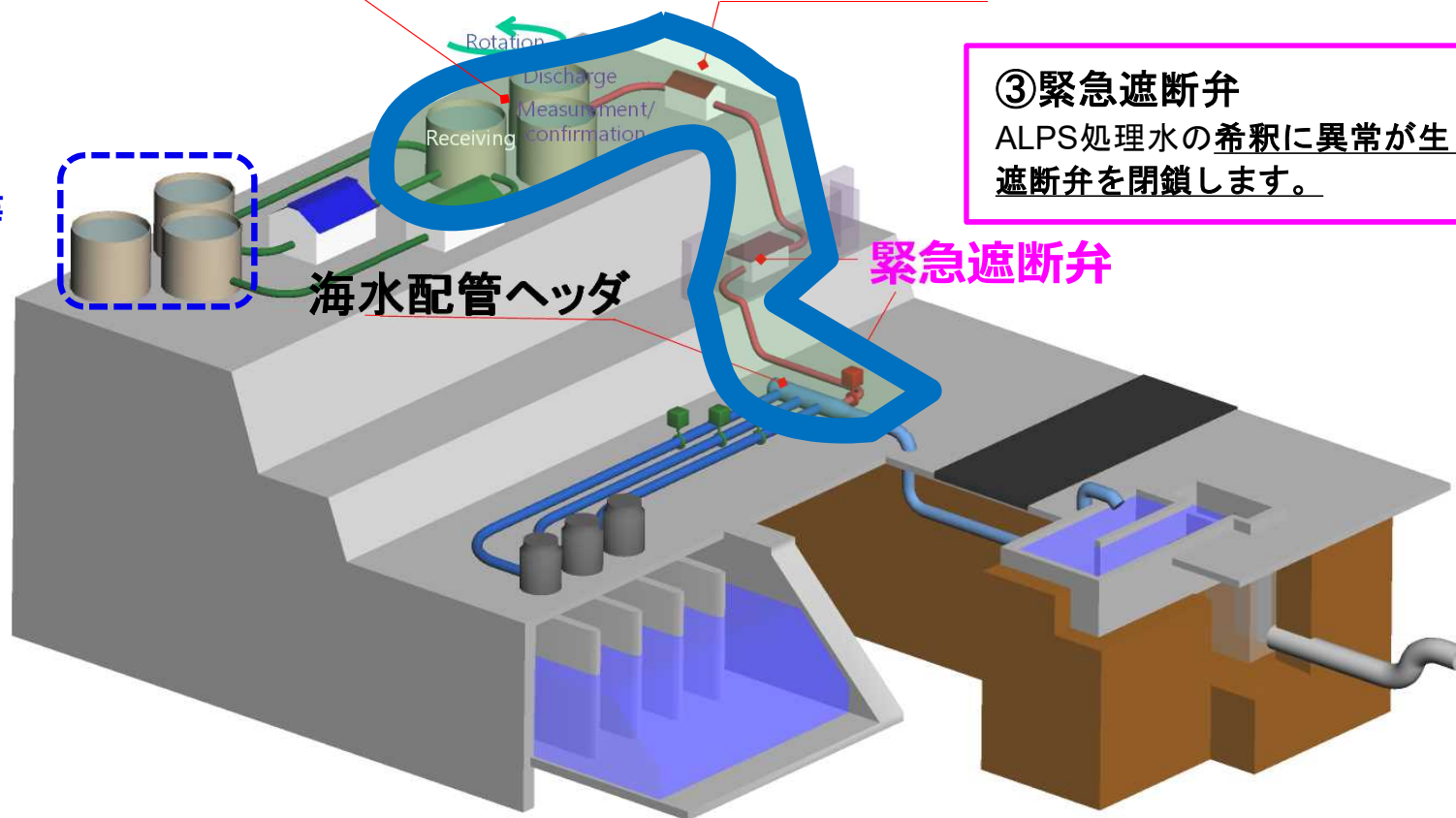
③緊急遮断弁

ALPS処理水の希釈に異常が生じた場合、緊急遮断弁を閉鎖します。

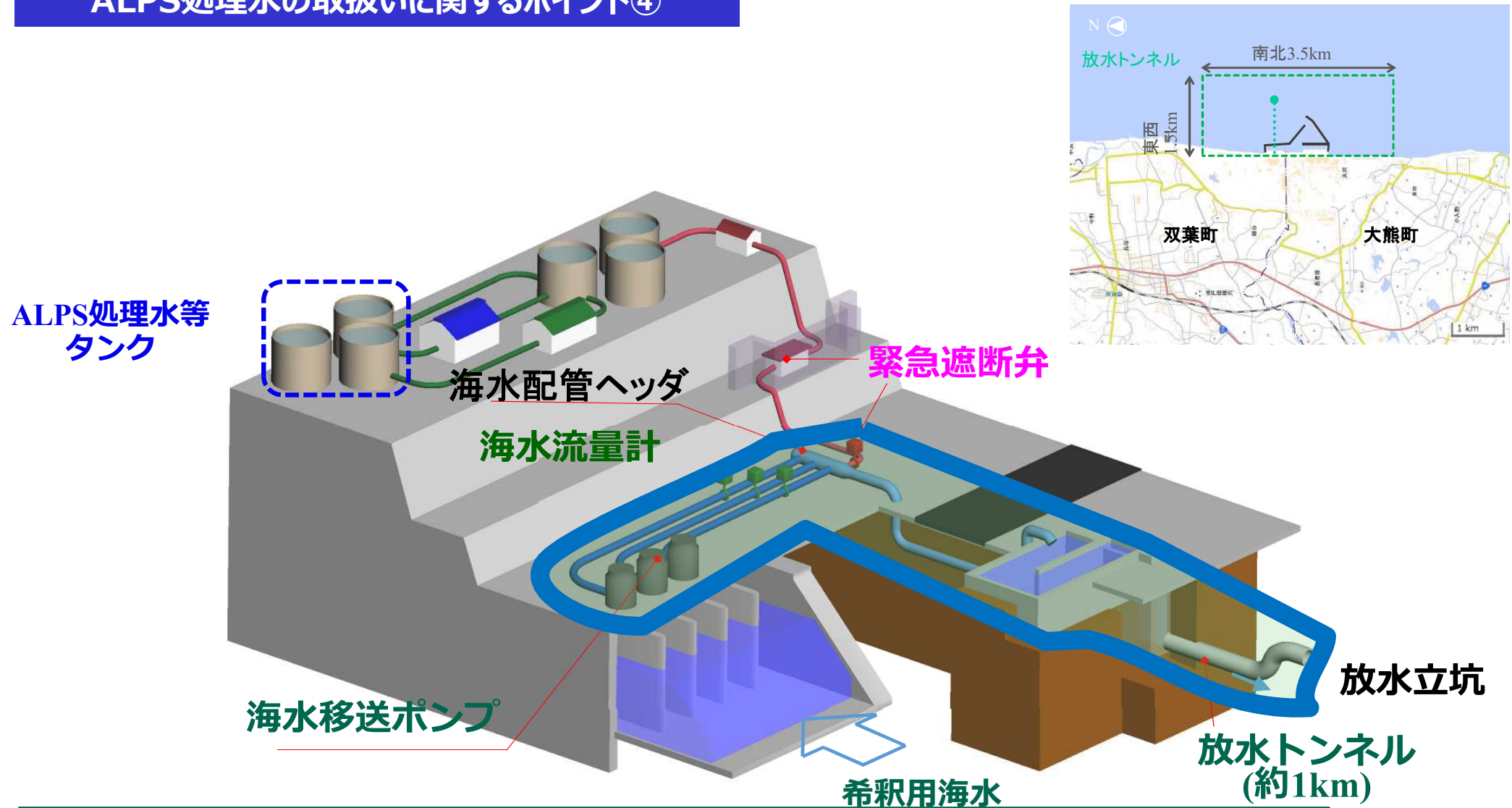
ALPS処理水等
タンク

海水配管ヘッダ

緊急遮断弁



ALPS処理水の取扱いに関するポイント④



④ALPS処理水放出量

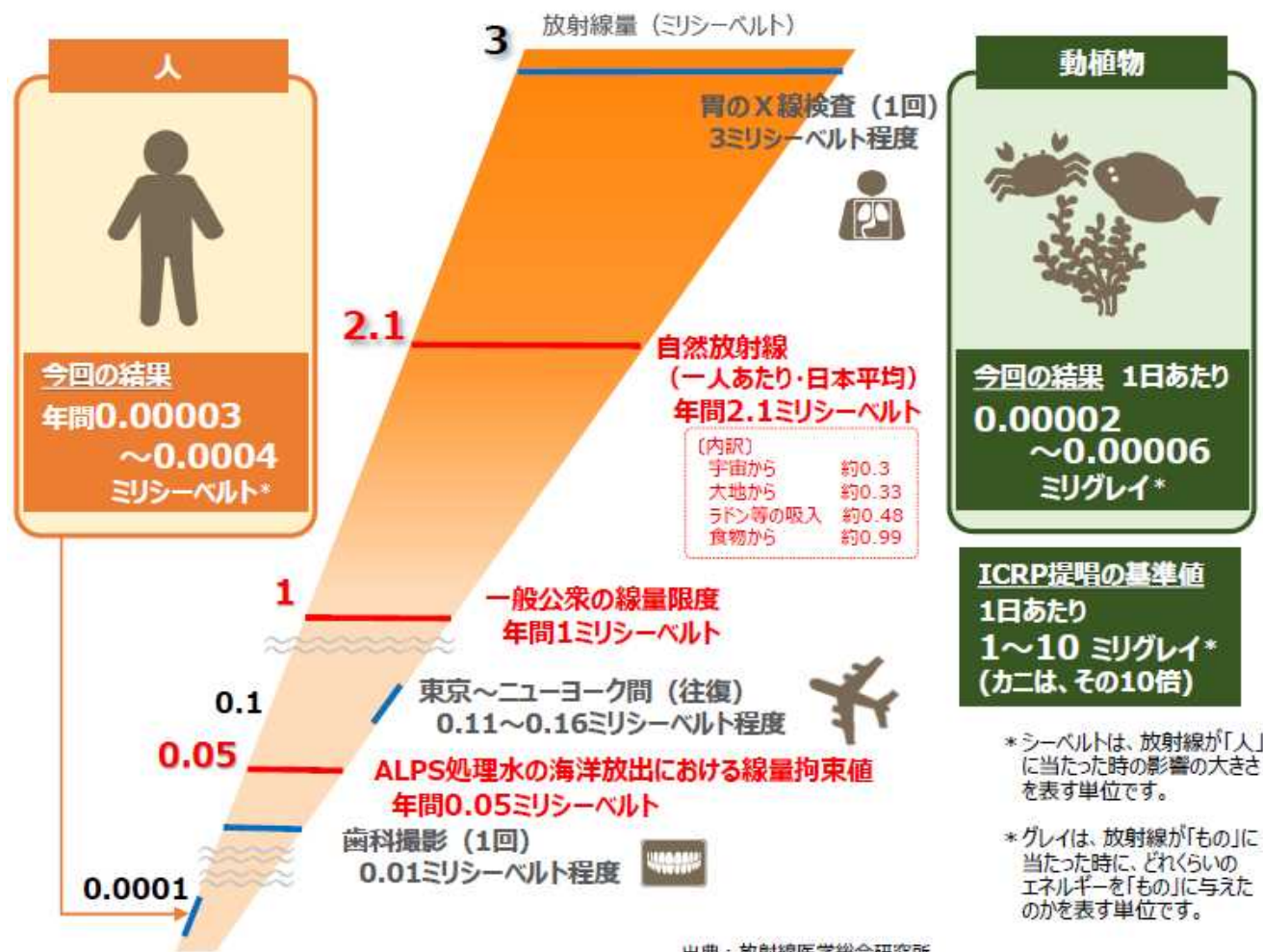
海水で希釈した後のトリチウム濃度が1リットルあたり1,500ベクレルを更に大きく下回るよう、1日あたり約17万m³のポンプ（1,500ベクレル必要量の3倍強）を3台準備します。

ALPS処理水は、トリチウム濃度1,500ベクレル/ℓ未満、年間トリチウム総量22兆ベクレル未満を遵守して放出します。廃炉に支障がない範囲で、できる限り小さくします。

ALPS処理水の取扱いに関する取組み①

放射線影響評価の結果

- ALPS処理水を海洋放出した場合の人や環境への放射線の影響を、国際的に認知された手法で評価した結果、**人や環境への影響は極めて小さい**との結果を得ました。
- 人への影響評価結果は、一般公衆の線量限度(年間1ミリシーベルト)に対して、**約3万分の1～約3千分の1**となり**年間0.00003～0.0004ミリシーベルト**となりました。(歯科でのレントゲン撮影1回：0.01ミリシーベルト)

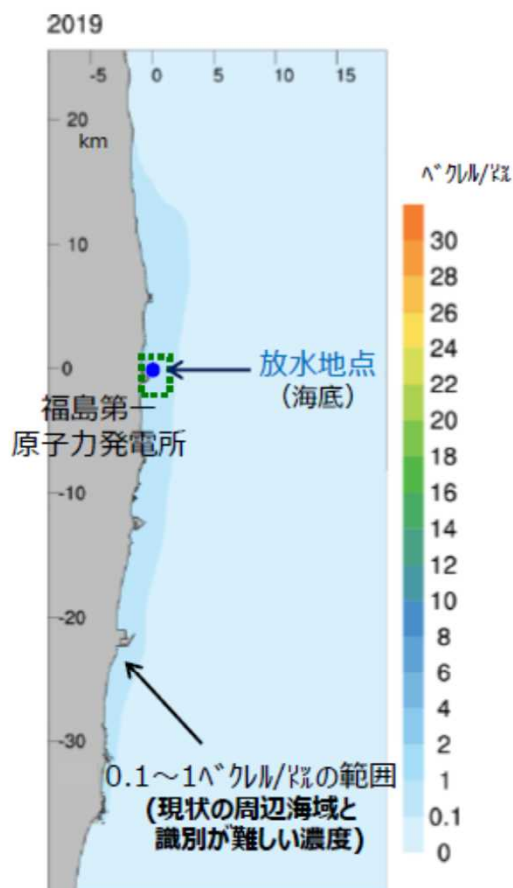


出典：放射線医学総合研究所

ALPS処理水の取扱いに関する取組み②

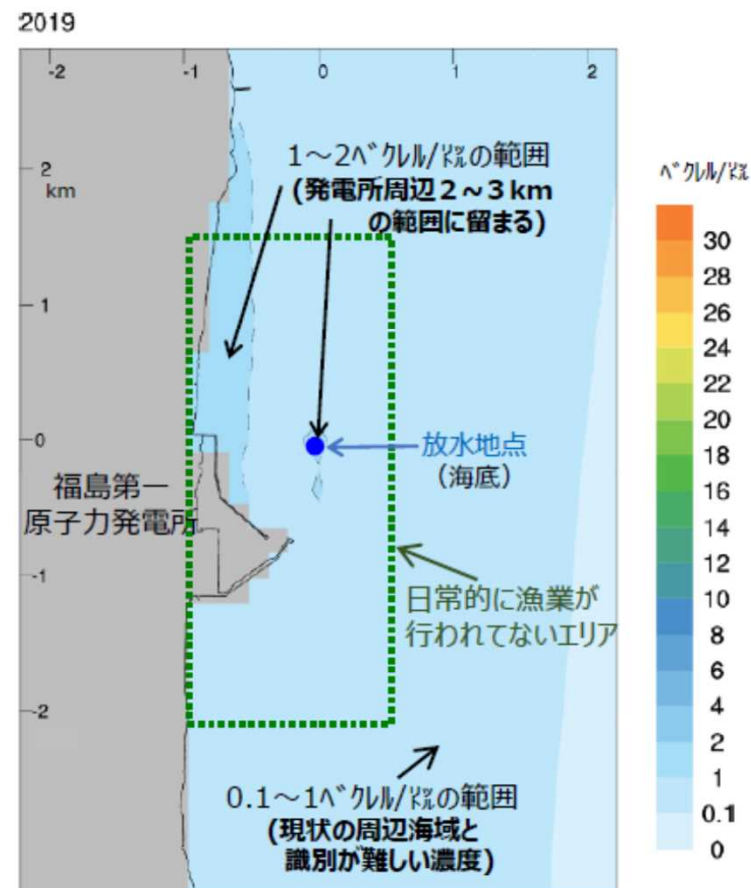
海洋拡散シミュレーションの結果

- 発電所沖合約1 kmの海底トンネル出口から放出した場合、表層において現状の周辺海域の海水に含まれるトリチウム濃度(0.1～1ベクレル/ℓ)より濃度が高くなると評価された範囲(1～2ベクレル/ℓ)は、年間平均で発電所周辺の**2～3kmの範囲に留まる**との結果となりました。
- また、海底トンネル出口近傍で速やかに濃度が低下しており、世界保健機関(WHO)の飲料水水質ガイドライン(1万ベクレル/ℓ未満)を大幅に下回る結果となりました。



福島県沖〔拡大図〕
(最大目盛30ベクレル/ℓで作図)

約500倍
拡大



発電所周辺〔拡大図〕
(最大目盛30ベクレル/ℓで作図)

ALPS処理水の取扱いに関する取組み③

客観性・透明性を確保する取組み

- 2022年2月にIAEAによる国際的な安全基準に基づいたレビューが行われ、4月にその報告書が公表されました。
- 報告書では、設備の安全性について「設備の設計と運用手順の中での的確に予防措置が講じられていることが確認された」、放射線 影響評価について「人の放射線影響は日本の規制当局が定める水準より大幅に小さいことが確認された」と評価いただきました。
- また、当社は、ALPS処理水放出の実施主体として海域モニタリングを強化すべく、測定点・測定対象を追加し、頻度を増加したモニタリング計画を3月に策定し、トリチウムを中心とした拡散状況や海洋生物の状況を放出開始前から継続して確認するため、4月から試料採取を開始しました。
- さらに、そのモニタリングの状況をわかりやすくお示すため、9月、処理水ポータルサイトを改修し、海域モニタリングのページを追加しました。



2月に行われたIAEAのレビュー会議の様子

Overview of the IAEA Review (February, 2022)

【Schedule】

Feb. 14, 17, and 18, 2022 (Meeting at Tokyo)
Feb. 15 and 16, 2022 (Inspection at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station)

【Members】

IAEA Task Force consisting of 15 members, including Gustavo CARUSO Director and Coordinator, the IAEA secretariat, and international experts*
* Nationality : United States, United Kingdom, Republic of Korea, France, Russia, China, Viet Nam, and Argentina

【Topics】

1. Crosscutting requirements and recommendations
2. Characterization of discharge/source term
3. Safety related aspects of systems and processes for controlling discharges
4. Radiological environmental impact assessment (REIA)
5. Regulatory control and authorization of discharges
6. Source and environmental monitoring programs
7. Involvement of interested parties
8. Occupational radiation protection



Source : The IAEA Review Report
The IAEA task force



The review meeting



Observation of the sampling of ALPS treated water



Inspection around the discharge vertical shaft

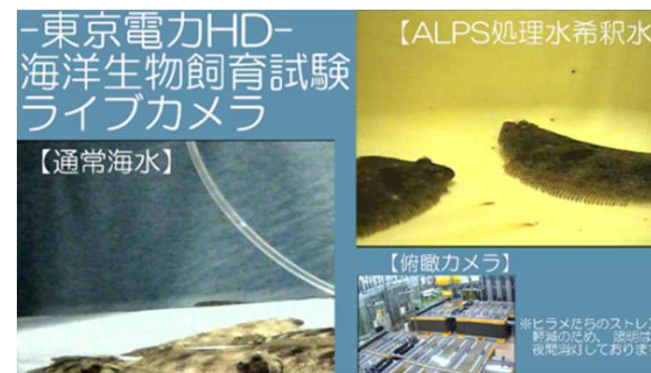
ALPS処理水の取扱いに関する取組み④

海洋生物飼育試験の状況

- 2022年3月から実施してきた飼育練習で飼育ノウハウを蓄積し、同年10月から、ALPS処理水を添加し「海水」と「海水で希釈したALPS処理水」の双方の環境下での飼育試験（現在はヒラメのみ、今後アワビ・海藻も実施）を開始しています。
- その様子は、**TwitterやHP に毎日（平日）掲載**します。また、動画配信サイト**YouTube にて飼育試験のライブ配信**も行っています。



海洋生物飼育試験の様子①



海洋生物飼育試験
ライブカメラ

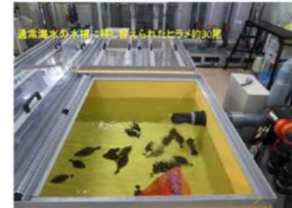


海洋生物飼育試験の様子②

<海洋生物飼育日誌>

2022年10月11日9時
 天気 曇
 水温 19.7℃

ヒラメの体液中のトリチウム濃度確認試験開始から7日目。今日、午前中にサンプリングを行った後、残りのヒラメを通常海水の水槽に移し替えました。これから、体液中のトリチウムが減っていくのを確認するため、前回と同様にサンプリングしていきます。
 (山)



当社ホームページ海
洋生物飼育日誌

ALPS処理水の取扱いに関する取組み⑤

理解醸成活動の状況

- 当社では、広く国内外のみなさまの理解をより深めていただけるよう、Webサイト「処理水ポータルサイト」、動画、リーフレットなど様々なコンテンツを用いて、日本語だけでなく英語、中国語、ハングル語により正確で分かりやすい情報発信をおこなっております。また福島県内また国内外の皆様理解を深めて頂くため現地での視察も受け入れております。

【処理水ポータルサイト】

webサイト「処理水ポータルサイト」では、ALPS処理水の総合的な情報を取り扱っています。ALPS処理水等の現状やQA、リーフレットなどを掲載しています。

<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/>



処理水ポータルサイト

【動画でわかるALPS処理水】

1分解説動画：動画でわかるALPS処理水。では、ALPS処理水に関する様々な疑問に動画でお答えします。

<https://www.tepco.co.jp/en/decommission/progress/watertreatment/link/index-e.html>

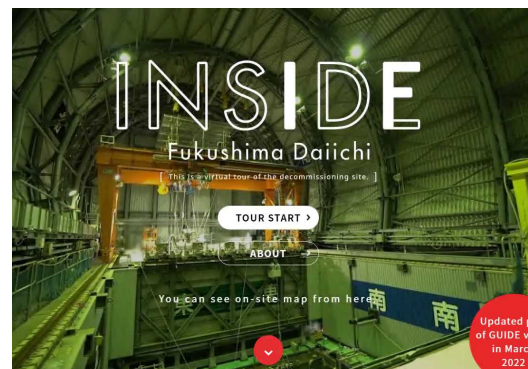


動画でわかるALPS処理水

【INSIDE Fukushima Daiichi】

バーチャルツアーINSIDE FUKUSHIMA Daiichiでは、web上で福島第一原子力発電所の廃炉の現場を体験いただけます。

<https://www.tepco.co.jp/en/insidefukushimadaiichi/index-e.html>



INSIDE Fukushima

参考①

ALPS 処理水希釈放出設備の全体像（概略図）

放射線影響評価

ALPS 処理水は海水で希釈することにより、放水口付近でトリチウムは 30 ベクレル／リットルを下回る濃度となります。

国際的に認知された手法に従って行った人への影響評価結果は、一般公衆の線量限度（年間 1 ミリシーベルト）に対して、約 2 万分の 1 ～ 3 千分の 1 となり、自然放射線からの影響（日本平均：年間 2.1 ミリシーベルト）に対して、約 7 万分の 1 ～ 約 5 千分の 1 となりました。

ALPS 処理水の放出量

ALPS 処理水は、トリチウム濃度を 1500 ベクレル／リットル未満、年間トリチウム総量 22 兆ベクレル未満を順守して放出します。

年間 22 兆ベクレルは、事故前の放出目標値と同じです。

また、廃炉に支障がない範囲で、できる限り小さくします。

緊急遮断弁

ALPS 処理水の希釈に異常が生じた場合、緊急遮断弁を閉鎖します。

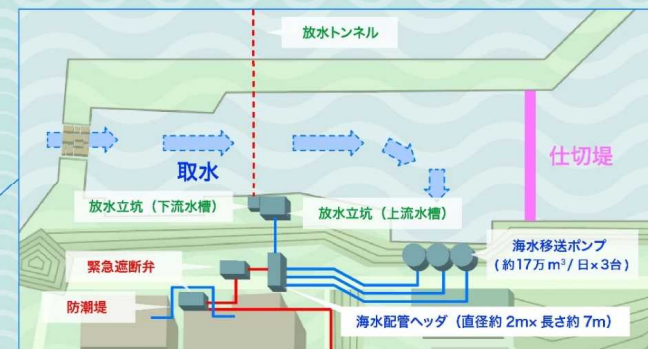
測定・確認用設備

3 群のタンク（1 群当たり 10,000m³）で構成し、それぞれ「受入」、「測定・確認」、「放出」工程を担います。
「測定・確認」工程では、ALPS 処理水をタンク群内で循環・攪拌により均一にしたうえで、放射性物質の濃度を当社だけでなく、外部機関でも測定・評価し、安全に関する規制基準値を下回っていることが確認できたものを放出します。

二次処理設備

タンクに保管されている水のトリチウム以外の放射性物質については、放出前の段階で安全に関する規制基準値を確実に下回るまで何回でも浄化処理を行います。規制基準値を超える処理水をそのまま放出することはありません。

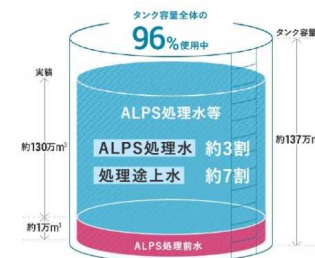
0 100 200 300 400 500m



ALPS 処理水の希釈設備

海水で希釈した後のトリチウム濃度が 1 リットルあたり 1,500 ベクレルを更に大きく下回るよう、1 日あたり約 17 万 m³ のポンプ 3 台を準備します。

約 131 万 m³（22 年 9 月時点）



【ALPS 処理水】
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比総和 1 未満）

【処理途上水】
多核種除去設備等で浄化処理した水のうち、安全に関する規制基準値を満たしていない水（トリチウムを除く告示濃度比総和 1 以上）

- 一部報道（2022年10月3日）において、福島第一原子力発電所をご視察いただいた際に実施している多核種除去設備（ALPS）処理水サンプルキットを用いた説明について、『「印象操作」批判免れず』と報じられております。
- 当社のALPS処理水サンプルキットを用いた説明の主旨は、以下の通りであり、これらについて、フリップ等を用いて丁寧に説明させていただいております。

【ご視察時の当社説明主旨】

- ALPS処理水は、ALPS等で浄化処理することで、セシウム137などのガンマ線核種等の62核種が国の規制基準値未満に低減されていること
 - その結果、外部被ばくとして人体に影響を及ぼすガンマ線は、少なくともバックグラウンド（測定場所の空間線量率）と同程度レベルまで低減されていること
 - また、ALPS等で浄化処理後の水には、ALPS等で処理できないトリチウム（ベータ線核種）が告示濃度限度を超えて残っていること、このため海水で希釈を行ったうえで海洋放出を行う予定であること（トリチウムの濃度は規制基準の40分の1を下回るまで海水で希釈）
 - ALPS処理水に含まれるトリチウムが出すベータ線は、紙1枚で遮られるほど放射線のエネルギーが弱く、処理水サンプルキット（ボトル容器）によってベータ線が遮られること
 - 従って、説明時に使用しているガンマ線を計測する線量計ではベータ線は測定できないこと、および仮にベータ線を計測する線量計で測定したとしても、放射線量を現場でお示しすることは難しいこと
- なお、説明させていただいている場所（発電所構内）の空間線量率は毎時約0.12マイクロシーベルトであり、この場所において、ボトル容器内の水のセシウム137などのガンマ線核種が外部ひばくするようなレベルの濃度（計算上では約4,000ベクレル/ℓ（告示濃度限度90ベクレル/ℓの約44倍）以上）で残っている場合には、ガンマ線を計測する線量計の針が振れますが、ALPSで浄化処理した水の中にはそのようなレベルの放射性物質は残っておりません。また、フリップを用いてALPS等で浄化処理する前と後のセシウム137の濃度を示しながら、ボトル容器内のALPS処理水は、外部被ばくするようなレベルの放射性物質が残っておらず、実際には、セシウム137が告示濃度限度よりもさらに低い検出限界値未満（説明時の線量計を用いた計測ではなく、別途の詳細な分析においても検出されない値）まで浄化処理出来ていることを説明し、ALPS処理水の性状に関する理解を深めていただいております。
- 今回の報道については甚だ遺憾ですが、様々なご意見を参考にさせていただきながら、当社は引き続き、ALPS処理水に関する情報をはじめ、廃炉に関しても正確に分かりやすくお伝えできるよう、様々な工夫をしながら取り組んでまいります。



グロッシIAEA事務局長による福島第一原子力発電所ご視察（2022年5月19日）