

福島第一原子力
発電所廃炉作業の
至近の状況について

2020. 7. 28

TEPCO



福島第一原子力発電所廃炉作業の概要

1 使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業 P. 4~9

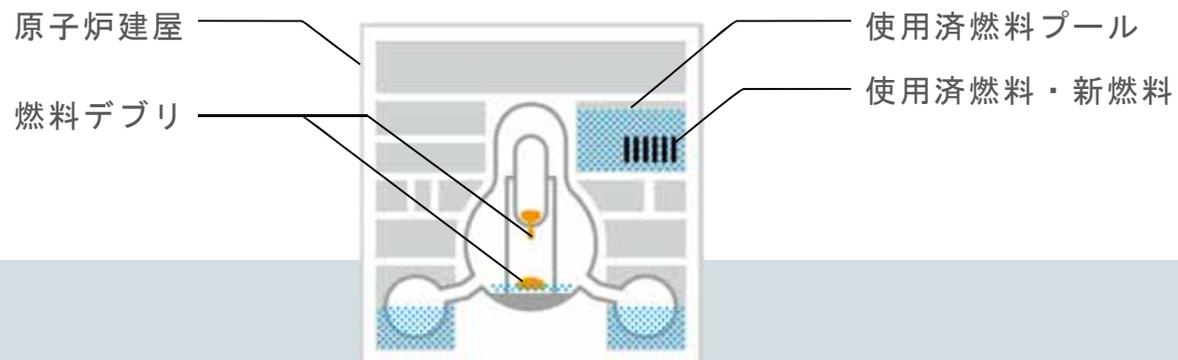
2 燃料デブリの取り出しに向けた作業 P. 10~12

3 放射性固体廃棄物の管理 P. 13

4 汚染水対策 P. 14~18

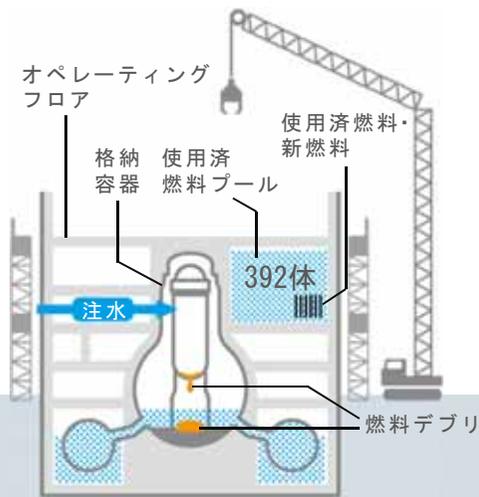
5 その他の取組み P. 19~20

6 労働環境の改善 P. 21



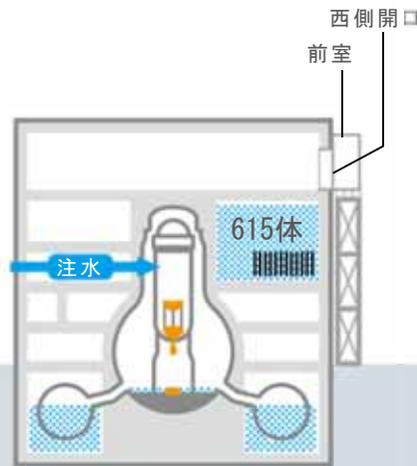
1～4号機の現状

1号機



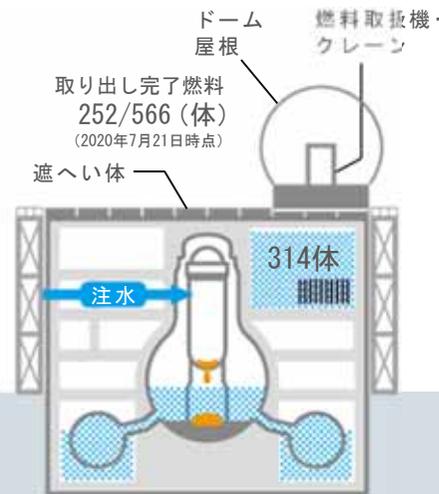
使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けて、原子炉建屋上部のがれき撤去作業を進めています。
また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査及びその分析を計画しています。

2号機



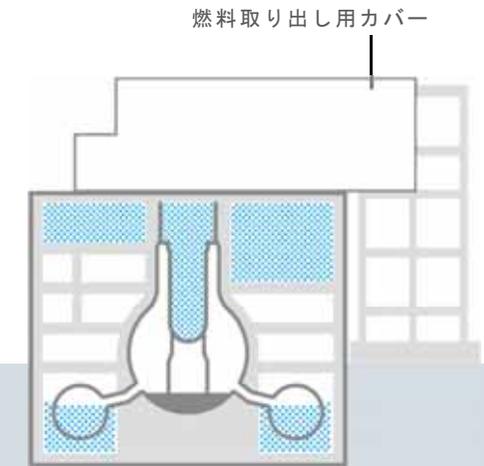
使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けて、プール内の調査を行いました。調査の結果、異常は確認されませんでした。
また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査及びその分析を計画しています。

3号機



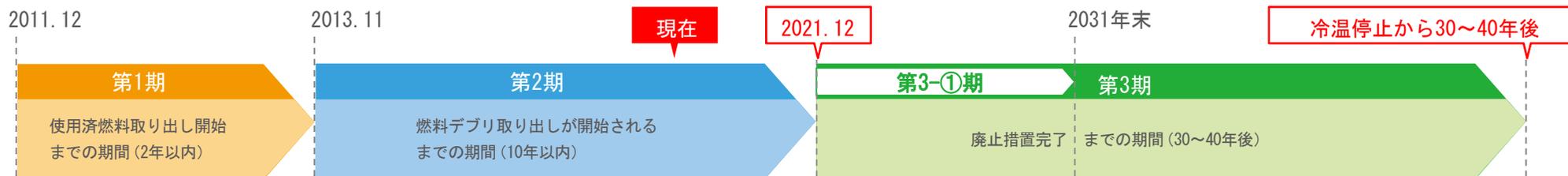
2020年度末までの取り出し完了を目指して、2019年4月15日に使用済燃料プールからの燃料取り出しを開始し、作業は順調に進んでいます。
また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査の必要性を検討しています。

4号機



2014年12月22日に使用済燃料プールからの燃料（1535体）の取り出しが完了し、燃料によるリスクはなくなりました。

中長期ロードマップ



2031年末までの期間を第3-①期とし、「より本格的な廃炉作業を着実に実施するため、複数の工程を計画的に進める期間」と位置づけ、工程を具体化しました。

<主な目標工程>

分野	内容		時期
汚染水対策	汚染水発生量	150m ³ /日程度に抑制	2020年内
		100m ³ /日以下に抑制	2025年内
	滞留水処理	建屋内滞留水処理完了*	2020年内
		原子炉建屋内滞留水を2020年末の半分程度に低減	2022年度～2024年度
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	安全確保・飛散防止対策のため工法変更	2027年度～2028年度
	2号機燃料取り出しの開始		2024年度～2026年度
燃料デブリ取り出し	初号機の燃料デブリ取り出し開始 (2号機から着手。段階的に取り出し規模を拡大)		2021年内
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
	がれき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。

1

使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業 [TOPICS]

[作業工程]

がれき撤去 等

燃料取り出し
設備の設置

燃料
取り出し

燃料の
保管搬出

1号機



がれき等落下時の緩和対策実施

南側の崩落屋根下のがれき落下防止・緩和対策を実施しています。
また、燃料取り出しにあたっては、原子炉建屋を覆う大型カバーを先行設置し、カバー内のがれき撤去を行う工法を採用しました。



養生バッグエア注入後の使用済燃料プールの状況(6月10日撮影)

2号機



使用済燃料プール内調査

2020年6月10日、11日に使用済燃料プール内調査を行いました。調査の結果、異常は確認されませんでした。また、燃料取り出しにあたっては、ダスト飛散をさらに抑制するため、建屋を解体せずに建屋南側からアクセスする工法を採用しました。



遠隔操作水中ロボットによる調査作業の様子

3号機



燃料の取り出し継続

2019年4月15日から燃料取り出しを開始しました。2020年7月21日現在、252体の取り出しを完了しており、今後も安全を最優先に作業を進めてまいります。



使用済燃料プール内にある燃料集合体引き抜き状況

4号機



燃料の取り出し完了

2014年12月22日に使用済燃料プールからの燃料の取り出しが完了しました。



4号機原子炉建屋外観

進行中の作業

がれき等落下時の燃料への影響緩和対策及び天井クレーン等落下防止対策の概要・目的

南側崩落屋根等の撤去に際し、屋根鉄骨・がれき等が使用済燃料プール等へ落下するリスクを可能な限り低減するため、以下のがれき等落下時の燃料への影響緩和対策及び天井クレーン等落下防止対策を進めています。

①使用済燃料プールゲート※カバー

屋根鉄骨・小がれき等がプールゲート上に落下した際のプールゲートのずれ・損傷による使用済燃料プール水位低下リスクを低減（2020年3月設置完了）

②使用済燃料プール養生

屋根鉄骨・小がれき等が使用済燃料プールに落下した際に燃料等の健全性に影響を与えるリスクを低減（2020年6月設置完了）

③天井クレーン支保 ④燃料取扱機支保

屋根鉄骨・小がれき等撤去により、天井クレーン/燃料取扱機の位置ずれや荷重バランスが変動し、天井クレーン等落下に伴うダスト飛散のリスク及び燃料等の健全性に影響を与えるリスクを低減



※ プールゲート：使用済燃料プールと原子炉ウェル（格納容器上部）の間に設けられた仕切り板。

※ Xブレース：X字型の補強鉄骨

┌─┐ : がれき落下防止・緩和対策を行うために干渉となるXブレース※撤去箇所

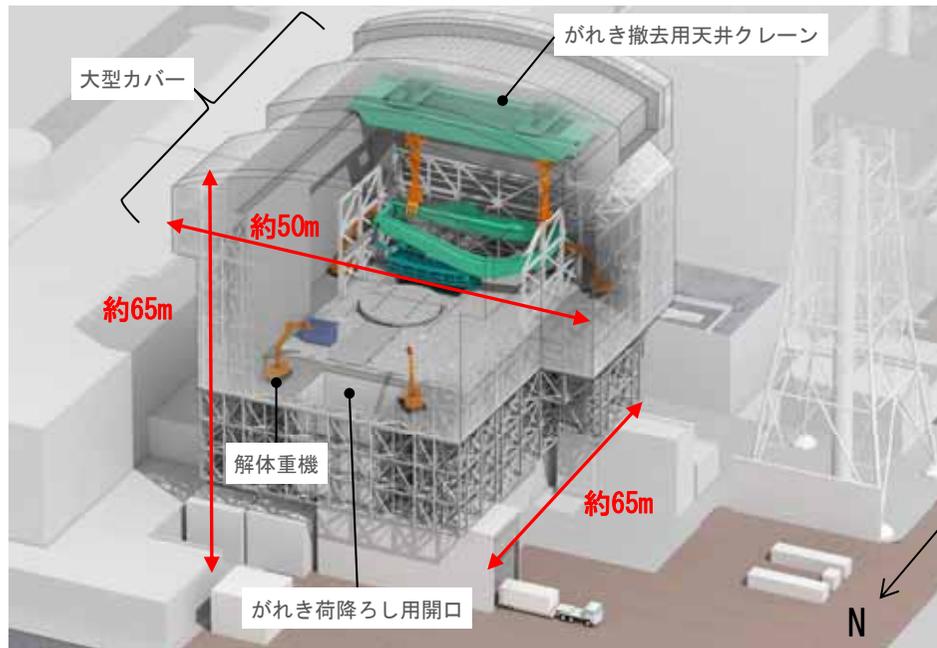
今後の作業

燃料取り出し工法の概要

オペレーティングフロア全体を大型カバーで覆い、カバー内がれき撤去用天井クレーンや解体重機を用いて遠隔操作でがれき撤去を行う計画です。がれき撤去後、オペレーティングフロアの除染、遮へいを行い、燃料取扱設備（燃料取扱機、クレーン）を設置します。燃料の取り出しは、2027年から2028年開始を目指します。

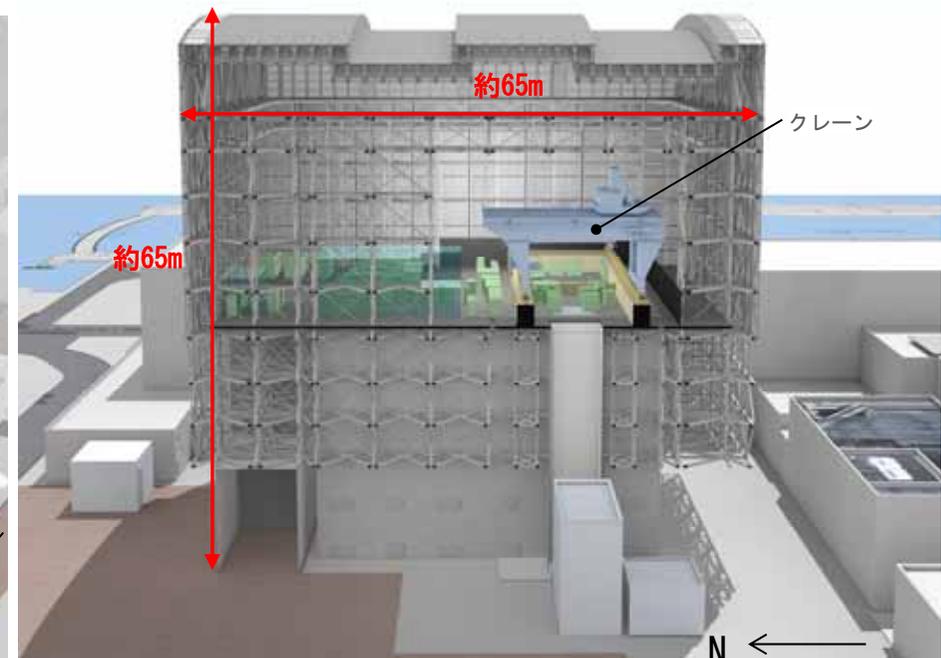
こちらから動画をご覧ください。

https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61709&video_uuid=d7an8tr9



がれき撤去時のイメージ図

※約65m（南北）×約50m（東西）×約65m（高さ）



燃料取り出し時のイメージ図

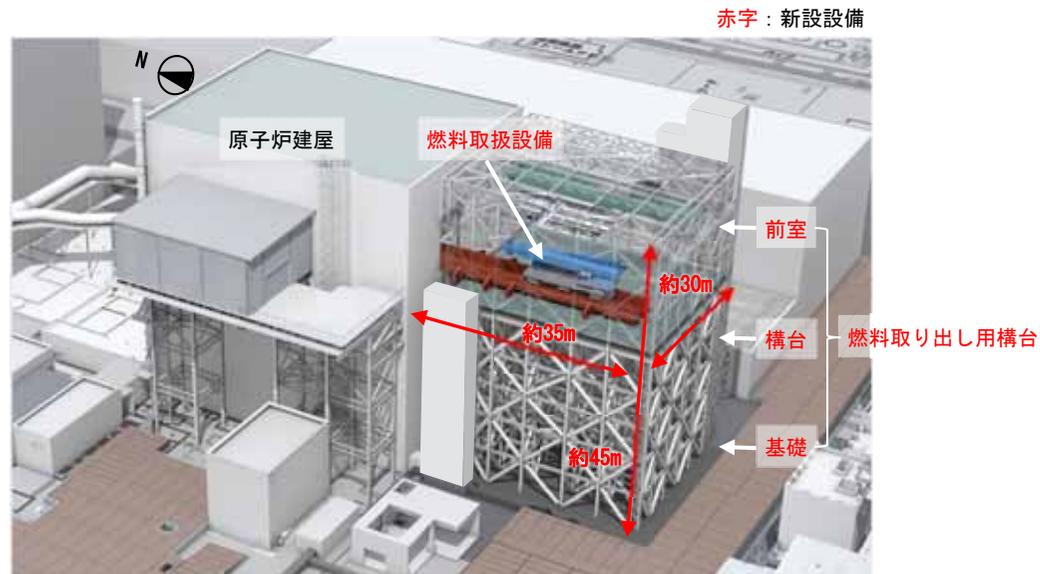
今後の作業

燃料取り出し工法の概要

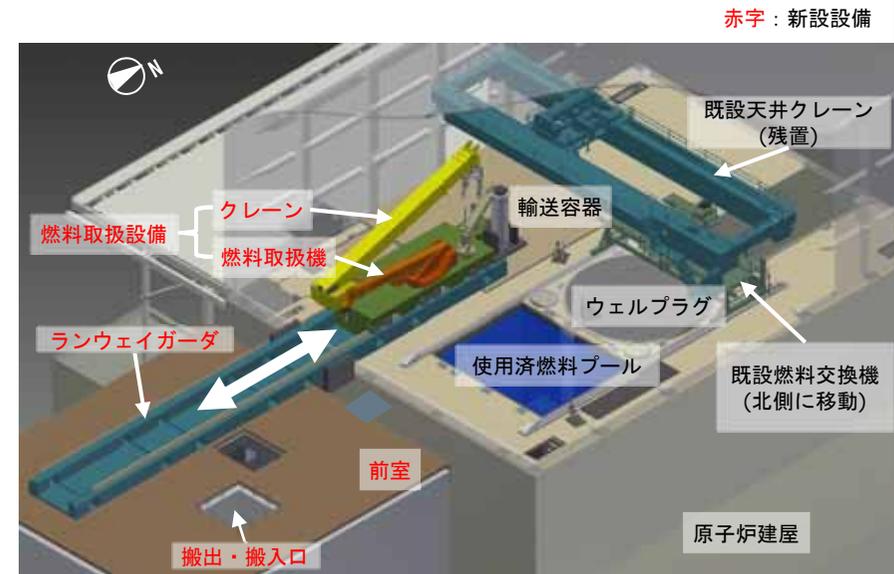
- ・原子炉建屋上部を全面解体せず、南側に構台・前室を設置した上で、南側外壁の小開口から燃料と輸送容器を取扱う計画です。
- ・燃料と輸送容器は、燃料取扱設備にて遠隔操作により取扱います。
- ・燃料取扱設備は、ランウェイガーダ※上を走行することで原子炉建屋オペレーティングフロアと燃料取り出し用構台前室間を移動します。
- ・燃料の取り出しは、2024年から2026年開始を目指します。

こちらから動画をご覧いただけます。

https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61709&video_uuid=o60im2qu



燃料取り出し用構台概念図（鳥瞰図）



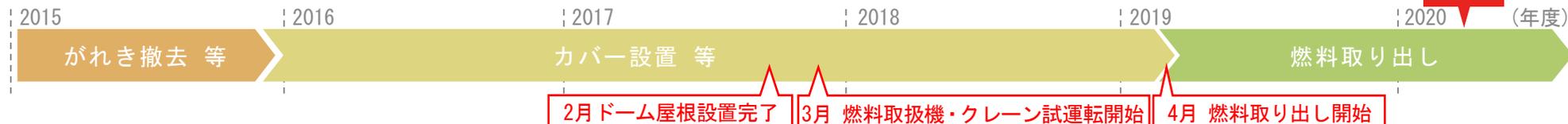
燃料取扱設備概念図（鳥瞰図）

※ ランウェイガーダ：燃料取扱設備が走行するためのレールを支持する構造物。

1

使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業 [3号機]

[3号機 作業工程]



進行中の作業

使用済燃料プールからの燃料取り出しを継続

2019年4月15日から燃料取り出しを開始しました。作業は、以下の手順で実施し、2020年度末までの取り出し完了を目指します。なお、2020年7月21日時点で、252体の取り出しを完了しており、今後も安全を最優先に作業を進めていきます。

▶ 燃料取り出し作業手順

- ① 燃料取扱機にて、使用済燃料プール内に保管されている燃料を1体ずつ水中で構内用輸送容器に移動します。構内用輸送容器に7体（収納体数）の燃料を装填後、一次蓋を設置し、容器表面を洗浄・水切りします。
- ② クレーンにて、構内用輸送容器を作業床の高さより上まで吊り上げた後、搬出用の開口部から地上へ吊り下ろし、二次蓋を設置します。
- ③ 構内輸送専用車両に積載し、共用プール建屋へ移送します。

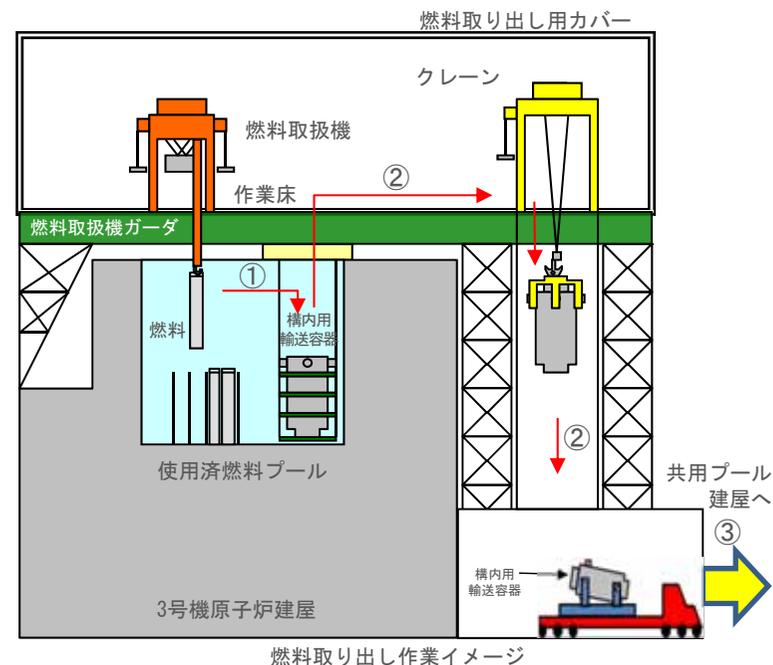
※ 燃料取扱機、クレーンの操作は遠隔にて実施します。



オペレーティングフロアの様子



燃料取り出しの様子



燃料取り出し作業イメージ

くわしくは、こちらから。

<http://www.tepco.co.jp/decommission/progress/removal/unit3/index-j.html>



取り出し完了燃料
252/566(体)
(2020年7月21日時点)

進行中の作業

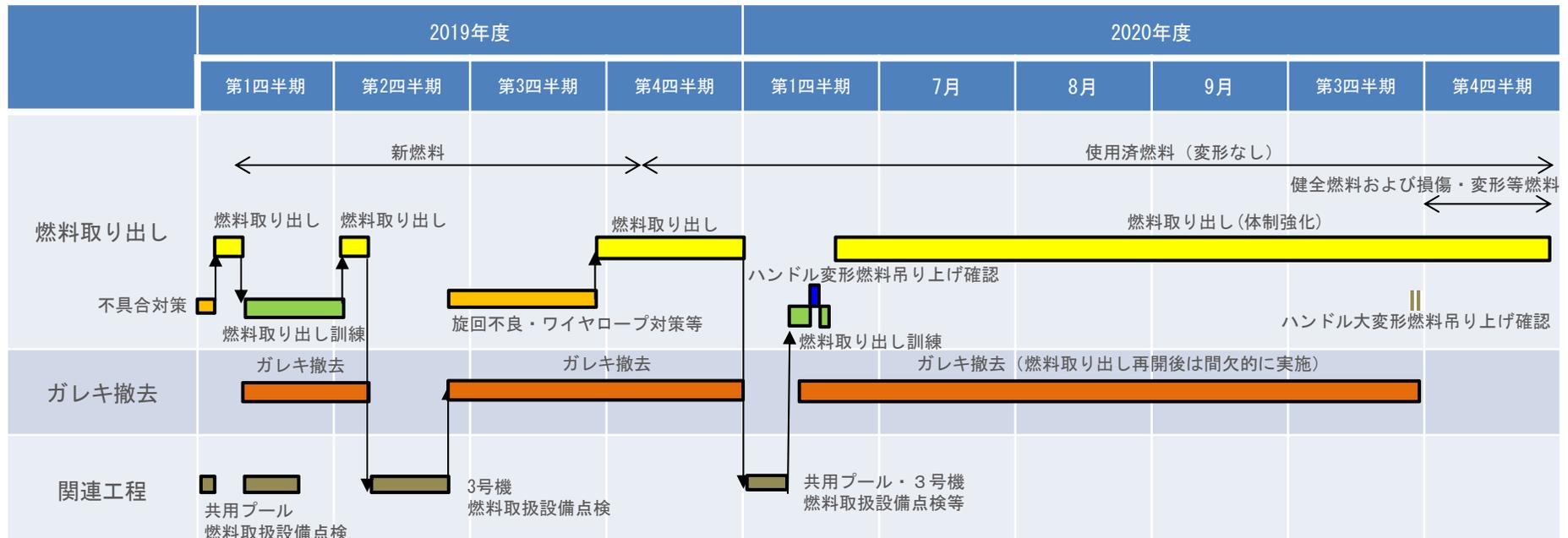
燃料取り出し工程

▶ 概要

2020年3月末までに、計119体の燃料の取り出しを完了しています。
 その後、法令に基づく3号機のクレーン年次点検のほか、燃料取扱設備、共用プール燃料取扱設備の点検を行い、合わせて燃料取り出しの体制強化のため、追加訓練を実施しました。
 作業再開の準備が整ったため、2020年5月26日から燃料取り出しを再開しています。
 現時点での計画では、2020年度末に燃料取り出し完了の見込みです。

▶ 今後の対応

引き続き、周辺環境のダスト濃度を監視しながら安全を最優先に作業を進め、2020年度末の燃料取り出し完了を目指します。



2

燃料デブリの取り出しに向けた作業 [TOPICS]

[作業工程]

2016 2017 2018 2019 2020 (年度)

初号機の取り出し方法の確定

現在

格納容器内の状況把握・燃料デブリ取り出し工法の検討等

燃料デブリの取り出し・処理・処分方法の検討等

カメラ・線量計の挿入、ロボット投入調査、宇宙線ミュオン※調査などにより、格納容器内の状況把握を進めています。得られた情報をもとに、燃料デブリ取り出し工法の検討を実施しています。

調査結果を受け、専用の取り出し装置を開発し、燃料デブリを取り出します。海外の知見などを結集し、実施に向けた検討を行っています。

燃料デブリは収納缶に収める予定ですが、その後の保管方法などについて、現在検討中です。



2号機調査装置



3号機調査装置※

※ 資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

※ ミュオン：宇宙から飛来する放射線が大気と衝突する過程で発生する二次的な宇宙線。エネルギーが高く、物質を透過しやすい。原子炉建屋を透過するミュオン数を測定し、その透過率から原子炉圧力容器内の燃料デブリの分布をレントゲン写真のように撮影する。

1～3号機では燃料デブリ取り出しに向けて、ミュオン※（透過力の強い宇宙線）を利用した測定や、ロボット等による格納容器の内部調査を行っています。

1号機※1

ミュオン測定によってわかったこと
(2015年2月～5月、5月～9月実施)

- ▶ 炉心域に燃料デブリの大きな塊はないことを確認しました。

格納容器内部調査によってわかったこと
(2017年3月格納容器内の情報収集)

- ▶ ペDESTAL※外側は大きな損傷はみられないことを確認。また、底部、配管等には堆積物を確認しました。



1号機調査装置



ペDESTAL外側の状況

※ ペDESTAL：原子炉本体を支える基礎。

2号機

ミュオン測定によってわかったこと
(2016年3月～7月実施)

- ▶ 圧力容器底部に燃料デブリと考えられる高密度の物質を確認。また、炉心域にも燃料が一部存在している可能性があることを確認しました。

格納容器内部調査によってわかったこと
(2019年2月格納容器内の情報収集)

- ▶ 小石状・構造物状の堆積物を把持（はじ）して動かせること、把持できない硬い岩状の堆積物が存在する可能性があることを確認しました。また、堆積物にカメラをより接近させることで、堆積物の輪郭や大きさを推定するために必要な映像を取得することができました。



2号機調査装置



ペDESTAL内堆積物の把持状況

3号機※1

ミュオン測定によってわかったこと
(2017年5月～9月実施)

- ▶ 炉心域に燃料デブリの大きな塊はなし。圧力容器底部には、不確かさはあるものの、一部の燃料デブリが残っている可能性があることを確認しました。

格納容器内部調査によってわかったこと
(2017年7月 格納容器内の情報収集)

- ▶ ペDESTAL内底部複数箇所に堆積物を確認。ペDESTAL内に制御棒ガイドチューブ等圧力容器内部にある構造物と推定される落下物を確認。さらに水面の揺らぎ状況から圧力容器の底部に複数の開口があると推定しました。また、ペDESTAL内壁面に大きな損傷は確認されませんでした。



3号機調査装置



ペDESTAL内側の状況

※ ミュオン：宇宙から飛来する放射線が大気と衝突する過程で発生する二次的な宇宙線。エネルギーが高く、物質を透過しやすい。原子炉建屋を透過するミュオン数を測定し、その透過率から原子炉圧力容器内の燃料デブリの分布をレントゲン写真のように撮影する。

※1：1号機、3号機の資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

今後の作業

燃料デブリの試験的取り出しに向けた装置の開発

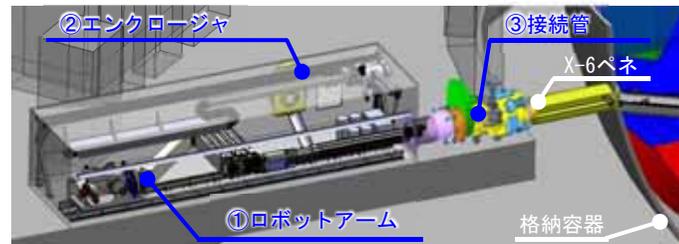
これまで2号機は、2019年2月に原子炉格納容器底部の堆積物接触調査を実施し、燃料デブリと思われる堆積物の一部を把持して、動かせることを確認しています。

現在、燃料デブリ取り出しで使用するロボットアームについて英国にて開発を進めており、加えて、遠隔作業やダスト飛散などの試験的取り出しで想定される課題や取り出した後のデブリの取り扱いについて、モックアップや装置開発、検討を進めているところです。

▶ 2号機 燃料デブリの試験的取り出しに用いる装置の概要

- ロボットアームで燃料デブリにアクセスし、金ブラシや真空容器型回収装置により、格納容器内の粉状の燃料デブリ（1g程度）を数回取り出す計画です。
- IRID（三菱重工担当）とVNS（通称OTL※）が現在英国でロボットアームを開発中※です。
- 試験的取り出し装置は3種類の装置から構成します。

- ①ロボットアーム
- ②エンクロージャ
(ロボットアームを収納、放射性物質を閉じ込め)
- ③接続管
(エンクロージャと格納容器入口X-6ベネ※を接続)



試験的取り出し装置の全体像

- ※ OTL : Oxford Technologies Ltdの略。2018年にVeolia Nuclear Solutions (UK) Limited (略称 ; VNS(UK)) に名称変更(合併)。
 ※ ロボットアームを開発中 : 国際廃炉研究開発機構 (IRID) により、下記URLに動画「燃料デブリへアクセスするロボットアーム等の日英共同開発の状況」を掲載。 <https://youtu.be/8LhDa5z51GQ>
 ※ X-6ベネ(ベネレーション) : 格納容器貫通孔の一つ。

▶ ロボットアーム

- 先端に取り付ける燃料デブリ回収装置で燃料デブリを取り出すロボットアーム。
- 伸ばしてもたわまないよう高強度のステンレス鋼製。
- 仕様 : 長さ約22m、縦約40cm×幅約25cm、重さ約4.6t、耐放射性約1MGy (累積)

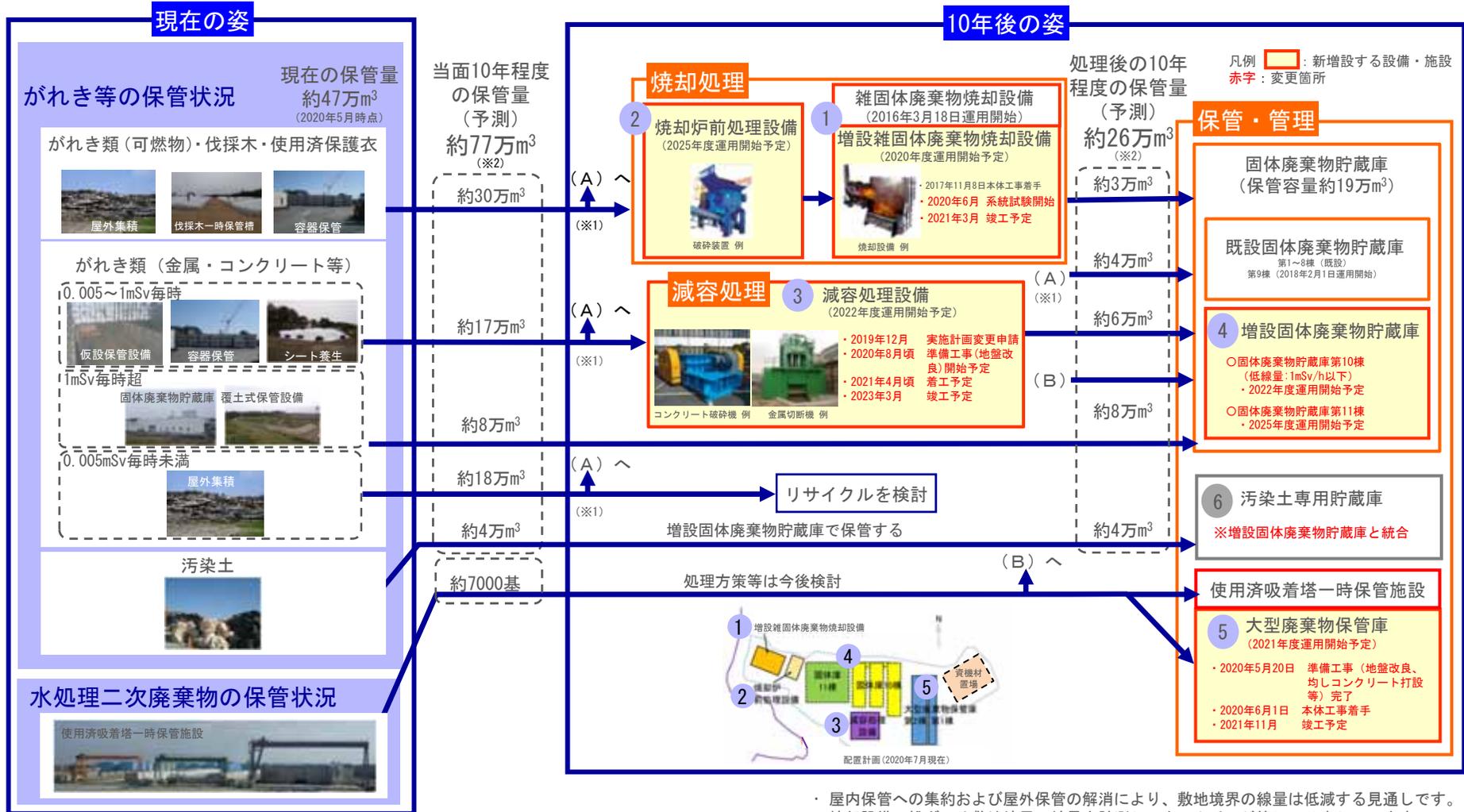


ロボットアーム

3

放射性固体廃棄物の管理

固体廃棄物の保管管理計画の概要



※1 焼却処理、減容処理、またはリサイクル処理が困難な場合は、処理をせずに直接固体廃棄物貯蔵庫にて保管しています。

※2 2019年6月27日に改訂した「福島第一原子力発電所の固体廃棄物の保管管理計画」の数値となります。数値は端数処理により、1万m³未満で四捨五入しているため、内訳の合計値と整合しない場合があります。

4

汚染水対策 [基本方針]

汚染水対策は、3つの基本方針に基づき、予防的・重層的対策を進めています。

方針1

汚染源を取り除く

- ① 多核種除去設備等による汚染水浄化
- ② トレンチ (配管などが入った地下トンネル内の汚染水除去)

方針2

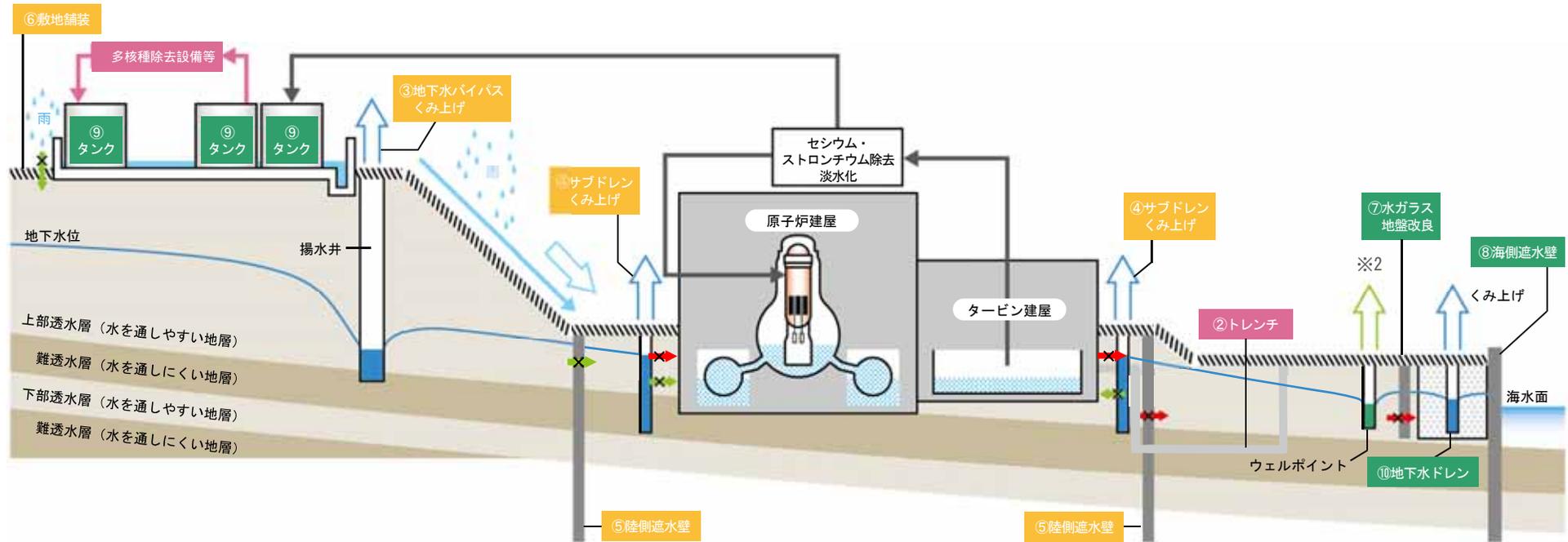
汚染源に水を近づけない

- ③ 地下水バイパスによる地下水汲み上げ
- ④ サブドレン (建屋近傍の井戸) での地下水汲み上げ
- ⑤ 凍土方式の陸側遮水壁の設置
- ⑥ 雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装

方針3

汚染水を漏らさない

- ⑦ 水ガラス※1による地盤改良
- ⑧ 海側遮水壁の設置
- ⑨ タンクの増設 (溶接型へのリプレース等)
- ⑩ 地下水ドレンによる地下水汲み上げ



※1 地下水の移流を抑制するため、地中に注入・固化させるガラス成分
 ※2 汚染水としてタービン建屋へ移送。

4

汚染水対策 [目標工程]

中長期ロードマップにおける汚染水対策の現在の取り組み

3つの基本方針に加え、滞留水処理を進めています。

分野	内容	時期	達成状況
方針1 取り除く	多核種除去設備等による再度の処理を進め、敷地境界の追加的な実効線量を1mSv/年で維持	—	継続実施
	多核種除去設備等で処理した水の長期的取扱いの決定に向けた検討	—	継続実施
方針2 近づけない	汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制	2020年内	約180m ³ /日（2019年度平均）
	汚染水発生量を100m ³ /日以下に抑制	2025年内	—
方針3 漏らさない	建屋内滞留水の水位を周辺地下水の水位より低位に保ち、建屋外に流出しない状態を維持	—	継続実施
	溶接型タンクでの浄化処理水の貯蔵の継続	—	実施中
	海側遮水壁の設備メンテナンスや、地下水及び港湾内モニタリングの継続実施	—	継続実施
滞留水処理	①建屋内滞留水の処理完了※	2020年内	実施中
	②原子炉建屋内滞留水を2020年末の半分程度に低減	2022年度～2024年度	実施中

※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。

4

汚染水対策 [TOPICS]

方針1

汚染源を取り除く

多核種除去設備 (ALPS) 等処理水について (P. 31~34)

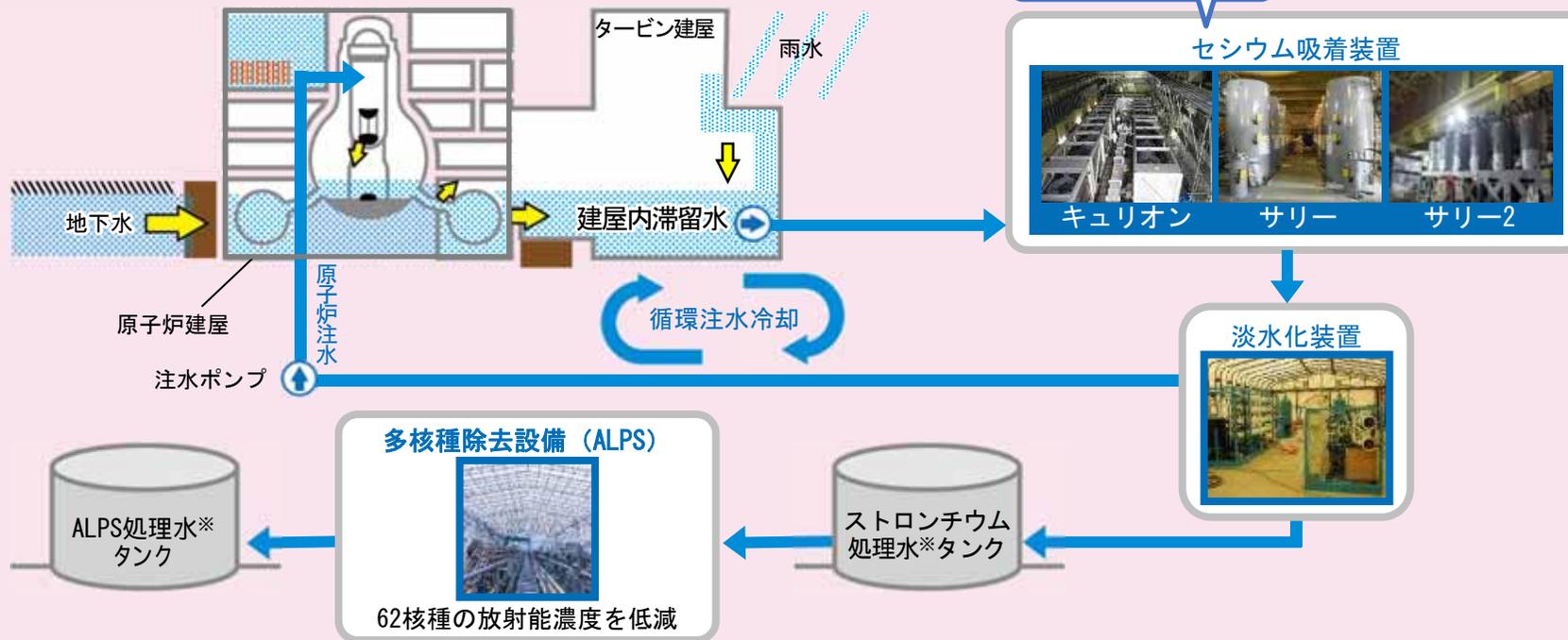
多核種除去設備 (ALPS) 等にて浄化されタンクで貯留している処理水については、よりわかりやすく、皆さまにお伝えできるよう、当社ホームページ内に「処理水ポータルサイト」を公開しています。(日本語版・英語版)

くわしくは、こちらから。

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



ストロンチウムも除去できるよう改良



※ ALPS処理水：福島第一原子力発電所で発生する汚染水の浄化設備である多核種除去設備等でトリチウム以外の大部分の放射性核種を低減した水。
 ※ ストロンチウム処理水：セシウム・ストロンチウムを低減した水。

進行中の作業

多核種除去設備（ALPS）等処理水の貯留の見通し

▶ 貯留の状況

2020年7月9日現在、福島第一原子力発電所では、多核種除去設備（ALPS）等処理水※が約119万 m^3 、ストロンチウム処理水※が約3万 m^3 の、合計約122万 m^3 の処理水を1012基のタンクに貯留しています。

▶ タンクの建設計画

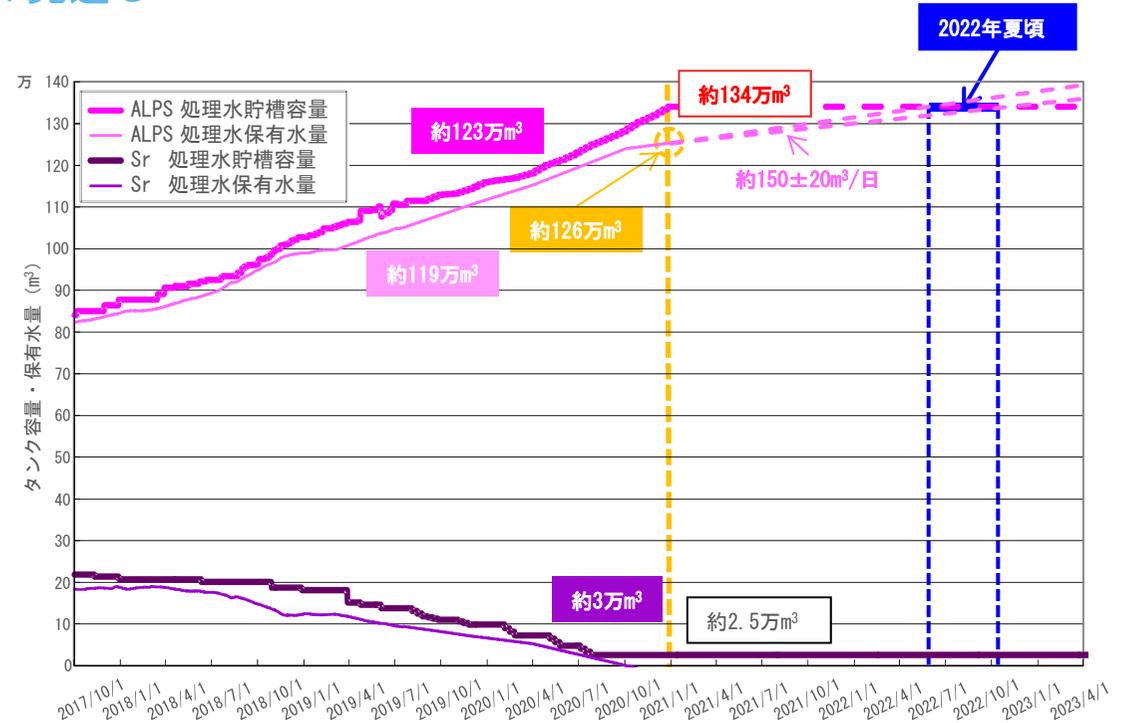
増え続ける処理水を貯留するため、タンクを新設しており、2020年12月末までに約137万 m^3 （ALPS処理水貯槽容量約134万 m^3 +ストロンチウム処理水貯槽容量約2.5万 m^3 ）のタンク容量を確保する予定です。しかし、2022年夏頃に処理水の量がタンクの容量を上回ると予想しています。

▶ 廃炉事業に必要とされる施設の建設計画

発電所では、使用済燃料や燃料デブリの一時保管施設のために、新たに合計約81,000 m^2 の敷地を確保する必要があります。

また、燃料デブリ取り出し資機材保管施設や廃棄物のリサイクル施設など、廃炉事業の進捗に従って建設を検討する必要があります。

これらを踏まえ、敷地全体の利用について、引き続き検討していきます。



※：第13回多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（2019年8月9日）資料4-2『多核種除去設備等処理水の貯留の見通し』より抜粋

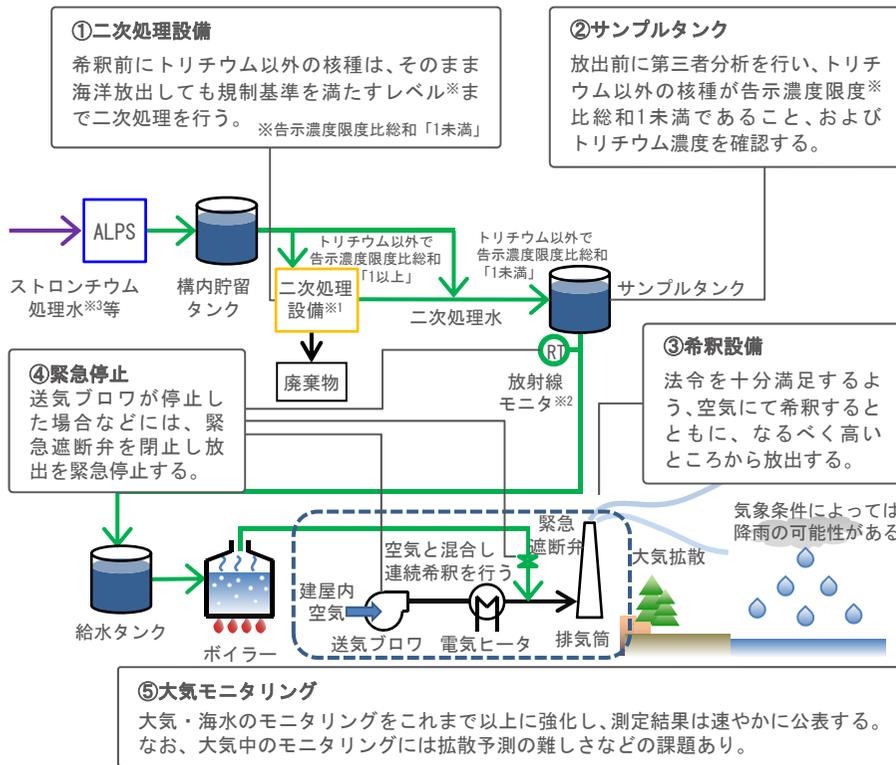
※ ALPS処理水：福島第一原子力発電所で発生する汚染水の浄化設備である多核種除去設備等でトリチウム以外の大部分の放射性核種を低減した水。

※ ストロンチウム（Sr）処理水：セシウム・ストロンチウムを低減した水。

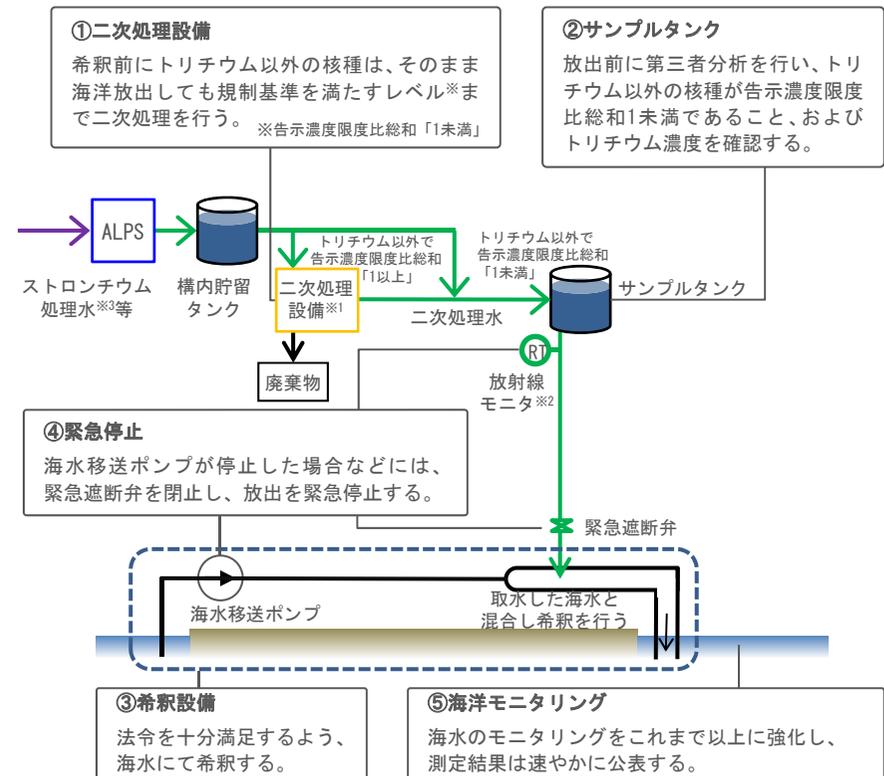
検討中の作業

多核種除去設備（ALPS）等処理水の処分方法の検討素案

▶ 水蒸気放出設備の概念



▶ 海洋放出設備の概念



※1 多核種除去設備または逆浸透膜処理装置 ※2 サンプルタンクにて確認するが、念のため、ガンマ線を検出するモニタを設置する。

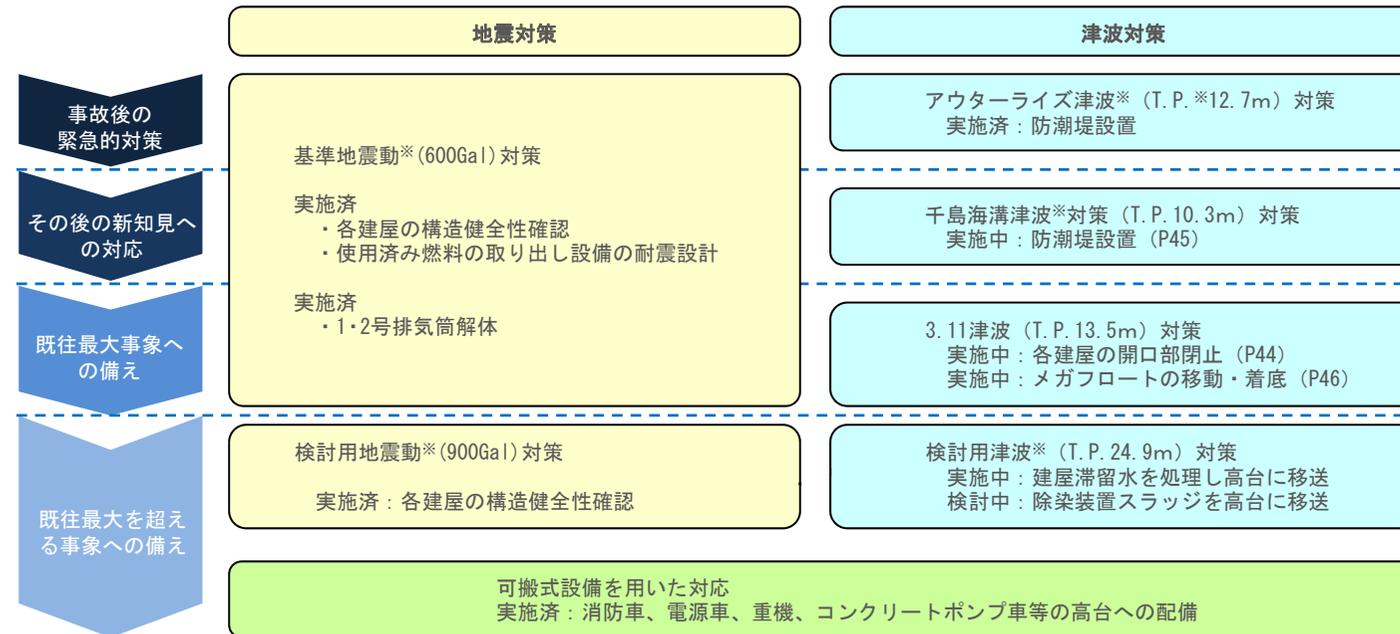
※3 ストロンチウム (Sr) 処理水：セシウム・ストロンチウムを低減した水。

※ 告示濃度限度：原子炉等規制法に基づく告示に定められた、放射性廃棄物を環境中へ放出する際の基準。当該放射性廃棄物が複数の放射性物質を含む場合は、それぞれの核種の告示濃度限度に対する放射性廃棄物中の濃度の比の総和が1未満となる必要がある。

実現可能性等を考慮しつつ段階的に実施

地震・津波対策の考え方

地震・津波対策安全上重要な対策および評価を、実現可能性等を考慮しつつ段階的に実施しています。



なお、2020年4月21日に内閣府の「日本海溝・千島海溝沿い巨大地震モデル検討会」が公表した地震・津波想定については、情報収集や分析を行い、どのような影響があるのか検討しているところです。2020年度上期を目標に津波再評価を実施し、その結果を踏まえ、2020年度内を目標に対応策をまとめ、必要に応じて追加対策を講じてまいります。

※ 基準地震動：東北地方太平洋沖地震前までの知見や耐震設計審査指針を踏まえ評価した、施設の耐震設計において基準とする地震動（東北地方太平洋沖地震による敷地での揺れの大きさと同程度の地震動）

※ 検討用地震動：東北地方太平洋沖地震後の知見や新規基準を踏まえ、発電所において最も厳しい条件となるように評価したもの。

※ アウターライズ津波：プレート間地震後に発生することが多いと言われているアウターライズ（海溝の外側の隆起帯）部での正断層地震による津波。

※ T.P.（Tokyo Peil）：東京湾平均海面から高さを示す。

※ 千島海溝津波：三陸沖から日高沖の日本海溝・千島海溝沿いで巨大地震が起きた場合に襲来する津波。

※ 検討用津波：検討用地震動で評価した津波。

概要

2019年末に、福島第一の廃止措置に係る「中長期ロードマップ」が改訂されるとともに、福島第二の廃炉の実施に係る協定を締結させていただきました。周辺地域で住民帰還と復興の取組みが徐々に進む中で、今後、長期に亘る廃炉作業を進めていくにあたっては「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、地域とともに廃炉を着実に進めていくことが重要となります。

「中長期ロードマップ」では、地域との共生にあたって「廃止措置等に向けた取組みを通じ、地域の産業・雇用の回復・振興に貢献していくことが重要」と整理されました。また、当社に対しては「地域における復興の進捗を見据え、幅広い地元企業の廃炉作業への参画や地元からの資材調達の拡大に向け、関係企業とも連携しつつ、包括的な計画を策定することで主体的、積極的に取組みを進めていく」よう、示されました。

これを受け、このたび、廃炉事業を通じて福島復興に貢献するための方針と具体策として、「廃炉と復興の両立に向けた福島の方々へのお約束」をとりまとめました。

福島復興加速に向けては、この地で廃炉関連産業が活性化し、雇用や技術が生まれ、その成果が他の地域や産業に広がっていくよう、私たちは、その実現に向け、地域の一員として全力を尽くします。

事業見通しの積極的な公開や、オープンな参入環境の整備、地域の発展を担う企業・人材の育成などに取組み、地元企業の皆さんと手を携えながら、廃炉事業を着実に進めてまいります。



ひらく

**地域の皆さまにとって、
もっとひらかれた
廃炉の現場**にしていきます

つくる

**地域の一員として、
地域の未来づくりに
努めてまいります**

やり遂げる

**地域の安全・安心を
最優先に、廃炉事業を
やり遂げます**

作業員数と被ばく管理の状況

作業員数の推移

2020年7月の作業に従事する人数（協力企業作業員及び東電社員）は、平日1日あたり約3,900人を想定しています。なお、5月時点での福島県内雇用率は、約65%です。



被ばく管理状況

2015年度以降、作業員の月平均線量は1mSv以下で安定しており、大半の作業員の被ばく線量は線量限度に対し大きく余裕のある状況を維持しています。（法令上の線量限度：50mSv/年かつ100mSv/5年）

