

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. 2. 5

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. 3~8

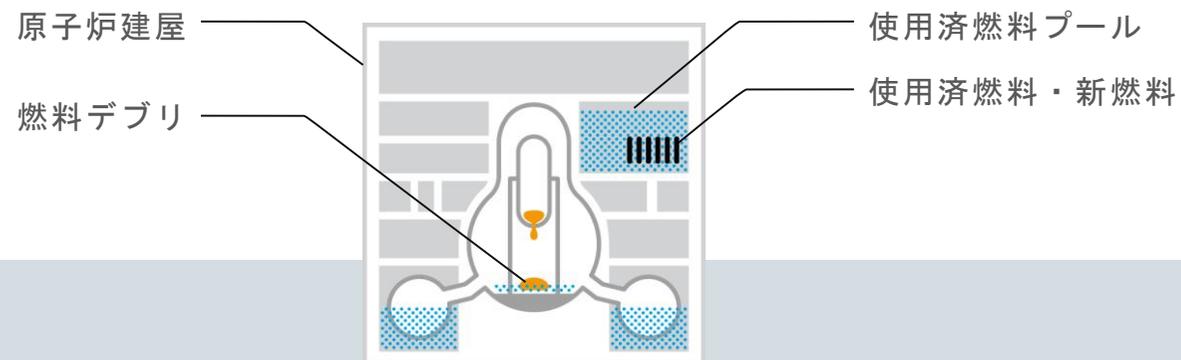
2 燃料デブリの取り出しに向けた作業 P. 9~11

3 放射性固体廃棄物の管理 P. 12

4 汚染水対策 P. 13~16

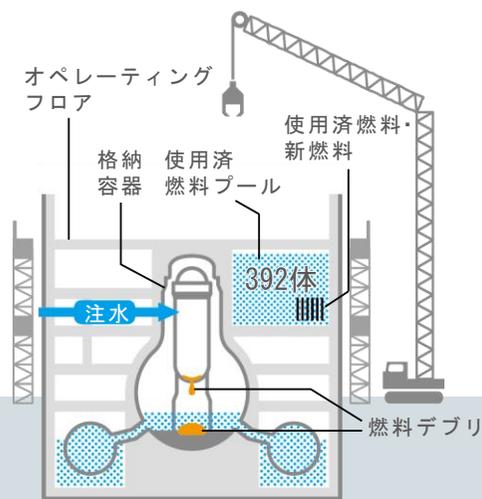
5 その他の取組み P. 17

6 労働環境の改善 P. 18~19



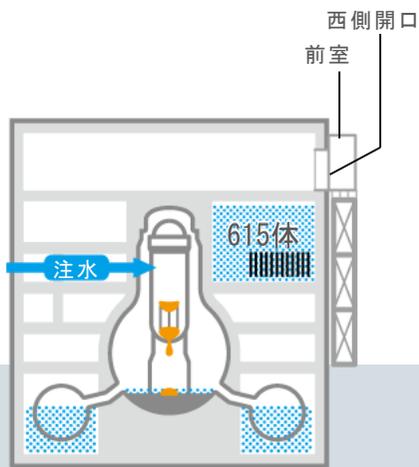
1～4号機の現状

1号機



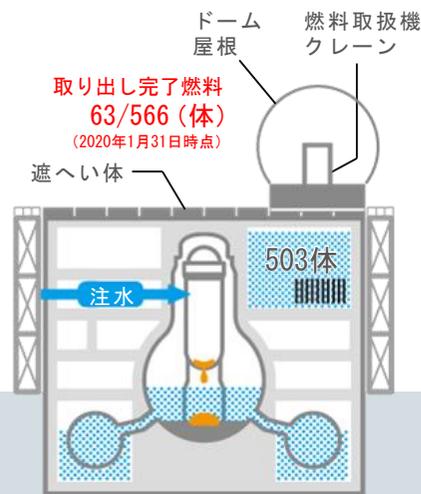
使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けて、オペレーティングフロアのがれき撤去作業などを進めています。
また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査及びその分析を計画しています。

2号機



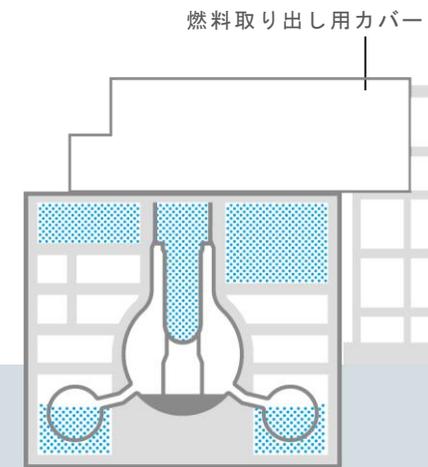
使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けて、オペレーティングフロアの残置物移動・片付けを行っています。
また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査及びその分析を計画しています。

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ました。
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、原子燃料によるリスクはなくなりました。

1

使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業

[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



オペレーティングフロアの がれき撤去

北側のがれき撤去、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。



局所散水状況

2号機



オペレーティングフロアの 残置物移動・片付け

2019年9月10日から3回目の残置物移動・片付けを開始しています。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。



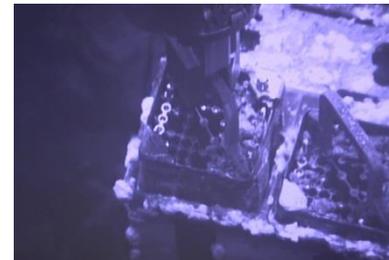
オペレーティングフロア残置物移動状況

3号機



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。2020年1月31日現在、63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



燃料の取り出しが完了

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

がれき落下防止・緩和対策の概要及び目的

南側がれき撤去に際し屋根鉄骨・がれき等が落下するリスクを可能な限り低減するため、崩落屋根下についてがれき落下防止・緩和対策を実施します。

①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低減

②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・損傷による水位低下リスクを低減

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低減



---: Xブレース撤去箇所

※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。

今後の作業

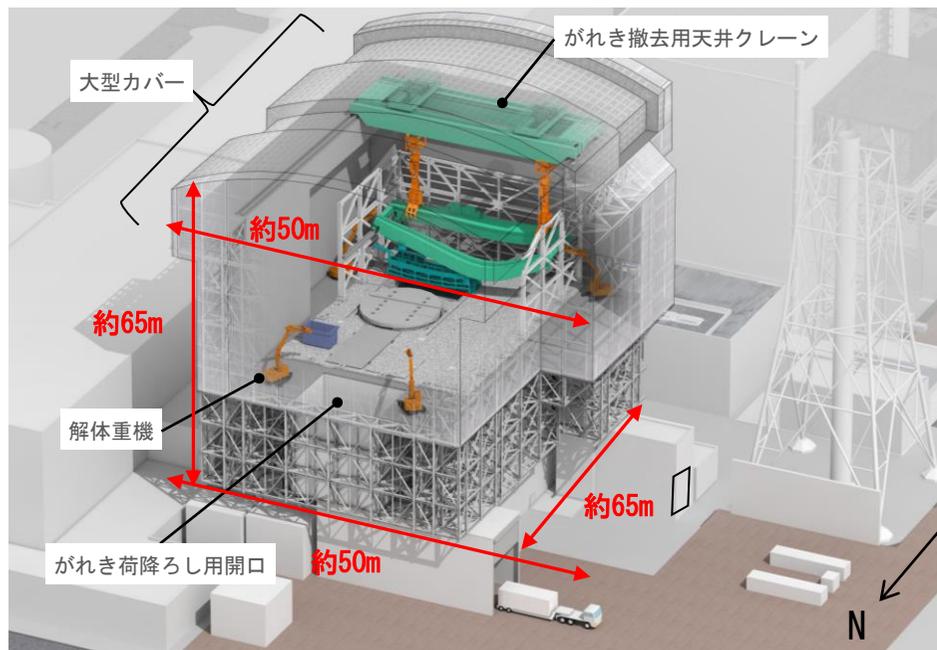
燃料取り出し工法の概要

オペレーティングフロア全体を大型カバーで覆い、カバー内では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。

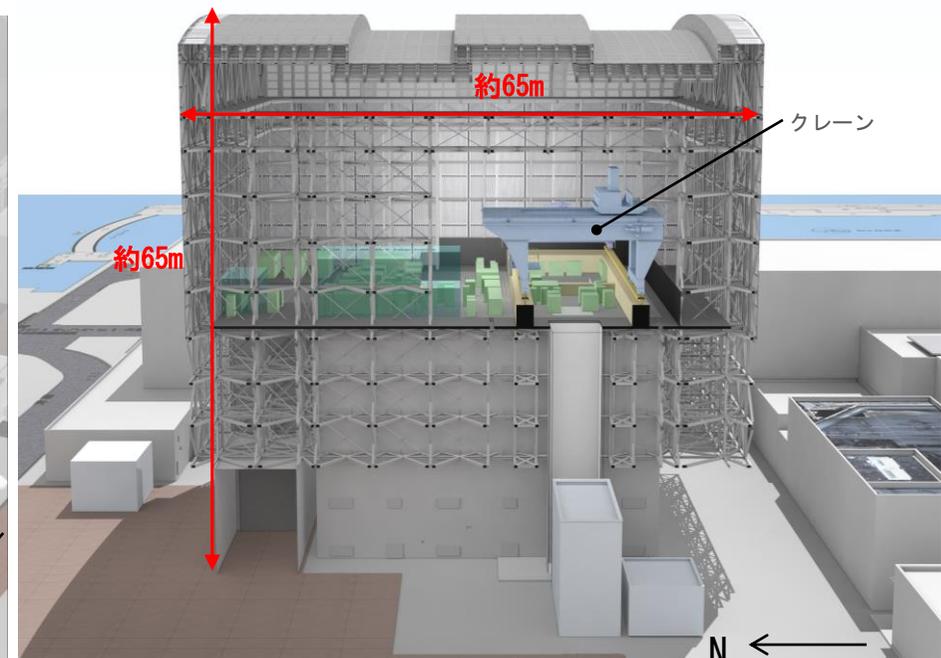
こちらから動画をご覧いただけます。

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

▶ 経緯

当初、2号機原子炉建屋にある既設の天井クレーン・燃料交換機を復旧することを検討していましたが、オペレーティングフロア内の線量が高いことから、復旧は難しく、2015年11月に建屋上部の解体が必要と判断しました。

2018年11月～2019年2月に実施したオペレーティングフロア内調査では、2011～2012年に実施した調査結果と比較し、線量の低減傾向を確認したことから、オペレーティングフロア内でも限定的な作業であれば実施できる見通しが得られました。

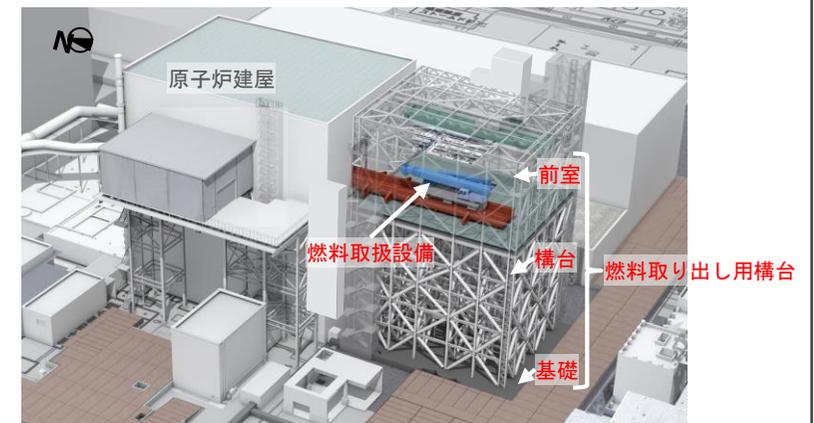
その後、建屋解体時のダスト飛散対策の信頼性向上の観点から、南側よりアクセスする工法を含め、プラン検討を進めてきましたが、原子炉建屋上部を解体しないプランの方が、主に建屋解体時のダスト飛散対策の信頼性や被ばくの低減、雨水の建屋流入抑制、工事ヤード調整の観点で優位性があると判断しました。

▶ 概要

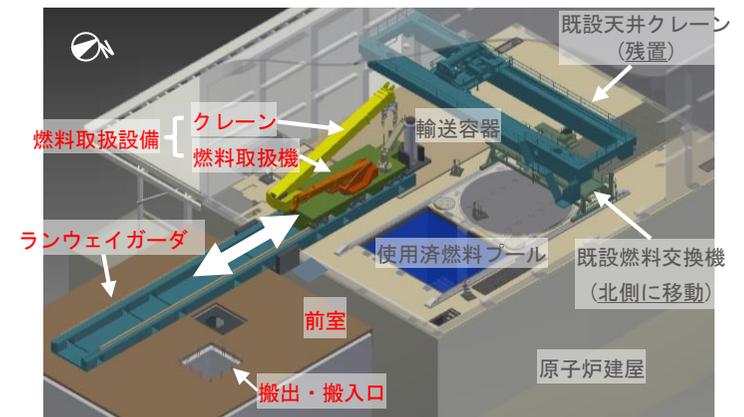
- ・原子炉建屋上部を全面解体せず、南側に構台・前室を設置した上で、南側外壁の小開口から燃料と輸送容器を取扱
- ・ブーム型クレーン式の燃料取扱設備を採用することで、南側外壁の開口部は小さくなり、原子炉建屋の構造部材のうち柱と梁の解体を回避
- ・燃料取扱設備は、燃料取り出し用構台での組立・保守作業が可能となることから、作業員被ばくを低減
- ・燃料と輸送容器は、燃料取扱設備にて遠隔操作により取扱
- ・燃料取扱設備は、ランウェイガーダ※上を走行することで原子炉建屋オペレーティングフロアと燃料取り出し用構台前室間を移動
- ・輸送容器の吊り降ろしは燃料取り出し用構台に新設する搬出・搬入口を利用

今後、詳細設計を進め、年度内を目標に燃料取り出し工程の精査を進めます。

赤字：新設設備



燃料取り出し用構台概念図（鳥瞰図）



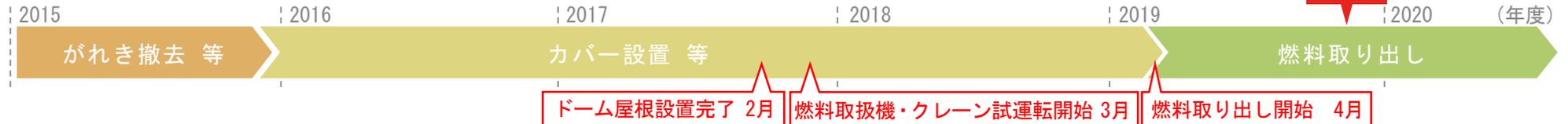
燃料取扱設備概念図（鳥瞰図）

※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1月31日時点で、63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。

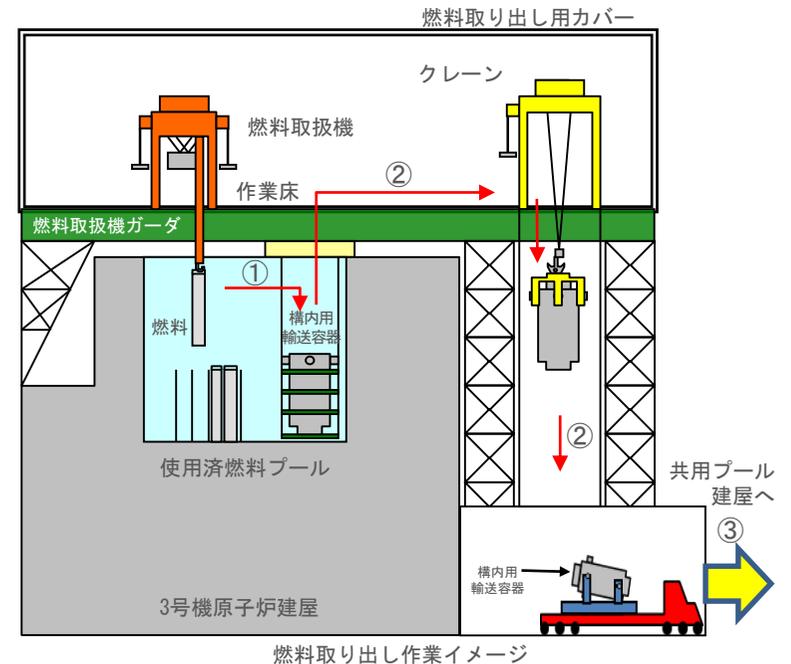
※燃料取扱機、クレーンの操作は遠隔にて実施します。



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
63/566(体)
(2020年1月31日時点)

進行中の作業

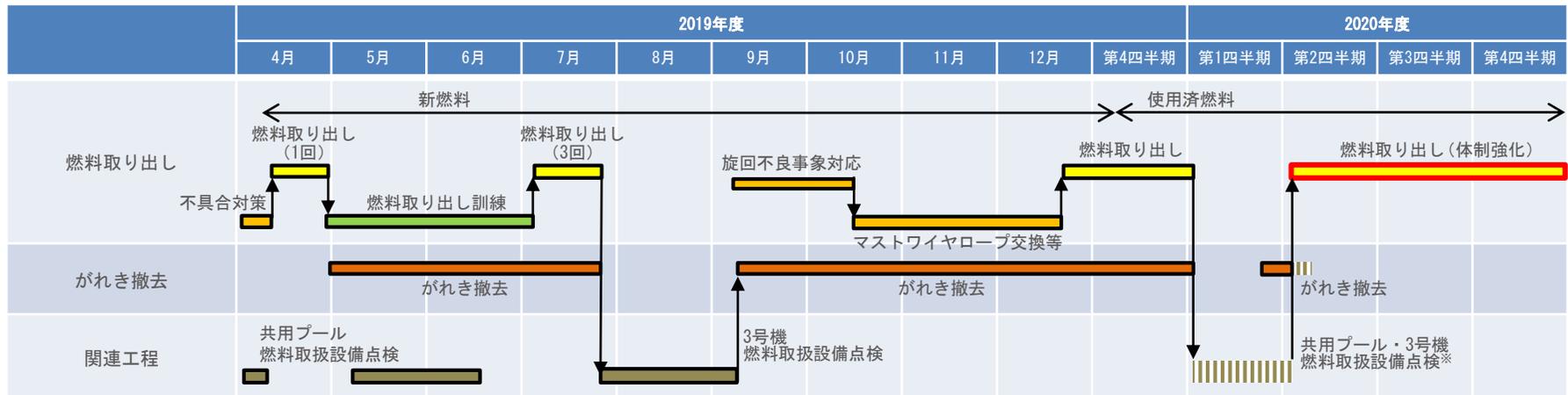
燃料取り出し工程

▶ 概要

燃料取扱設備の点検後、燃料取り出し再開に向け、準備作業を実施していた際に確認されたマニピュレータ※（左腕）の動作不良等の不具合対応の最終確認を終え、2019年12月23日より5回目となる燃料取り出し作業を再開しました。

▶ 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。



※工程調整中

※ マニピュレータ：がれきの撤去や燃料取り出しのサポートを行うロボットアームで燃料取扱機のテンシルトラスに設置されている。

2

燃料デブリの取り出しに向けた作業

[作業工程]

2016

2017

初号機の取り出し方法の確定

2018

2019

現在

2020

(年度)

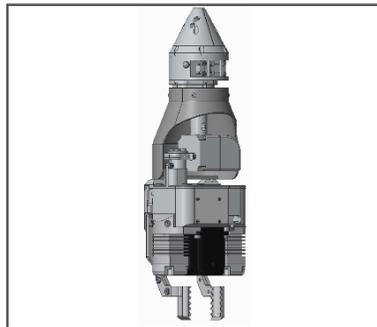
格納容器内の状況把握・燃料デブリ取り出し工法の検討等

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）

2

燃料デブリの取り出しに向けた作業 [調査の進捗]

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※

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

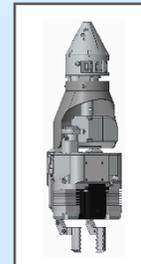
2号機

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※

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

※ ペDESTAL：原子炉本体を支える基礎。

※ 1号機、3号機の資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

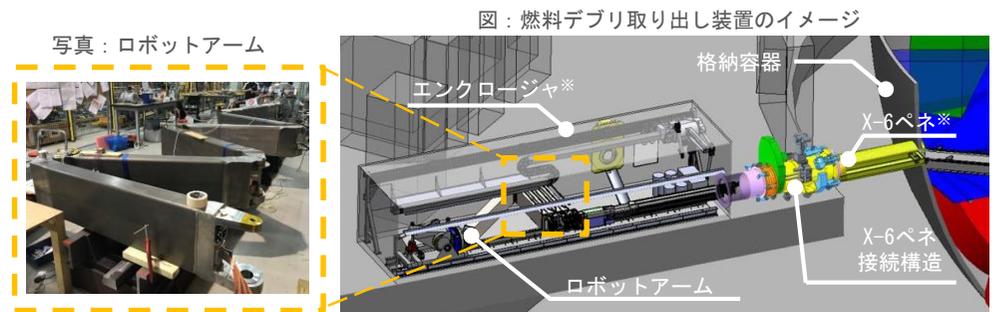
今後の作業

燃料デブリ取り出し初号機は2号機

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。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。

▶ 燃料デブリ取り出しの初号機

- 初号機は、安全性、確実性、迅速性や使用済燃料取り出し作業との干渉回避を含めた「廃炉作業全体の最適化」の観点から、2号機とします。
- 取り出し方法としては、現在開発中のロボットアームを活用。空中・横から把持・吸引などにより2021年から慎重に試験的取り出しを開始。その後、段階的に取り出し規模を拡大していきます（ステップバイステップのアプローチ）。
- 取り出したデブリは、容器に収納の上、発電所内の保管設備に移送して乾式にて保管します。



試験的取り出し		段階的に取り出し規模を拡大	
アクセス装置	デブリ回収装置 (案)	アクセス装置	デブリ回収装置 (案)
	 金ブラシ 真空容器		 グリッパ ツール 掘削回収 ツール

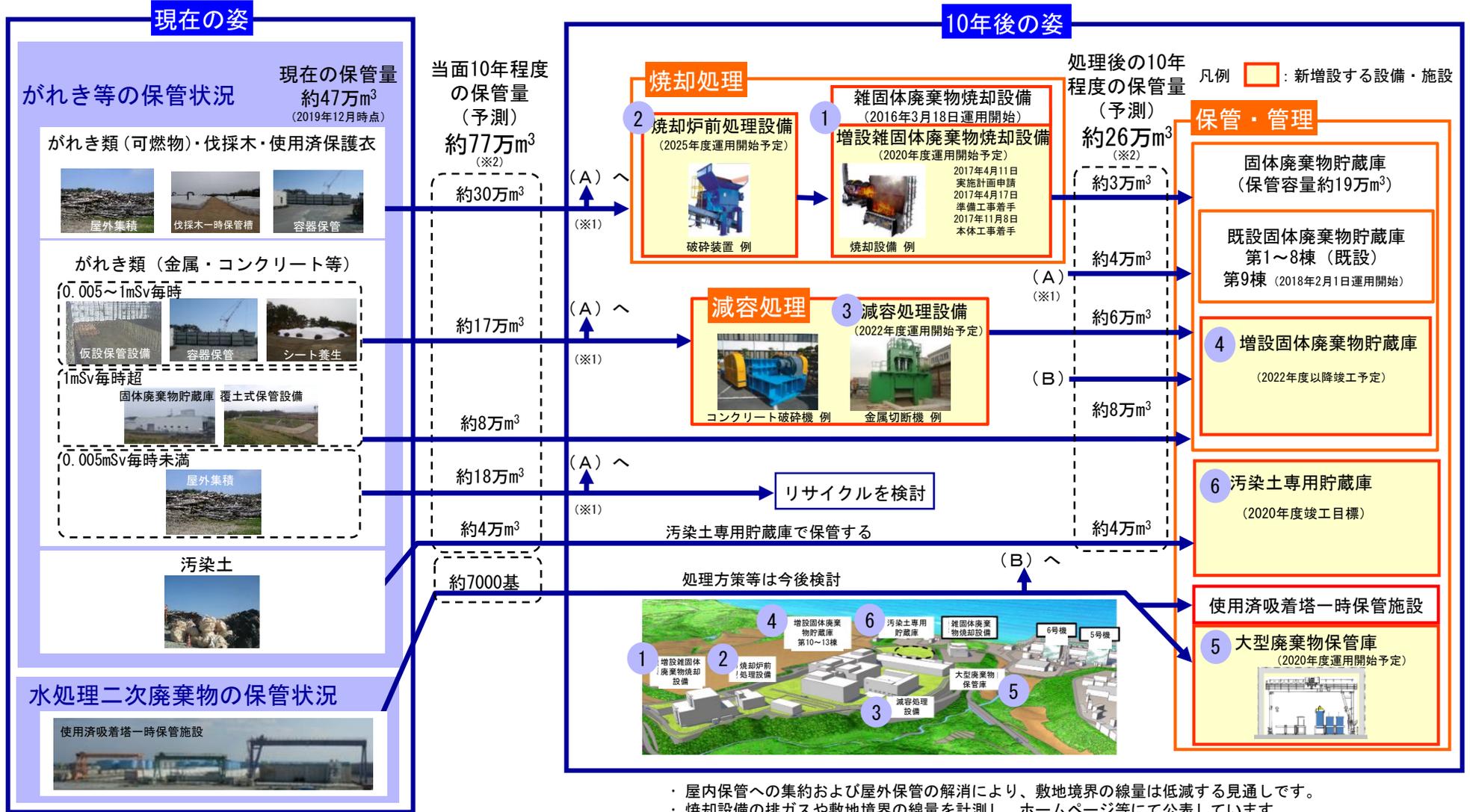
※ X-6ペネ：格納容器貫通孔

※エンクロージャ：機械類を格納する箱（筐体）

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

3

放射性固体廃棄物の管理



※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、1万³m³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

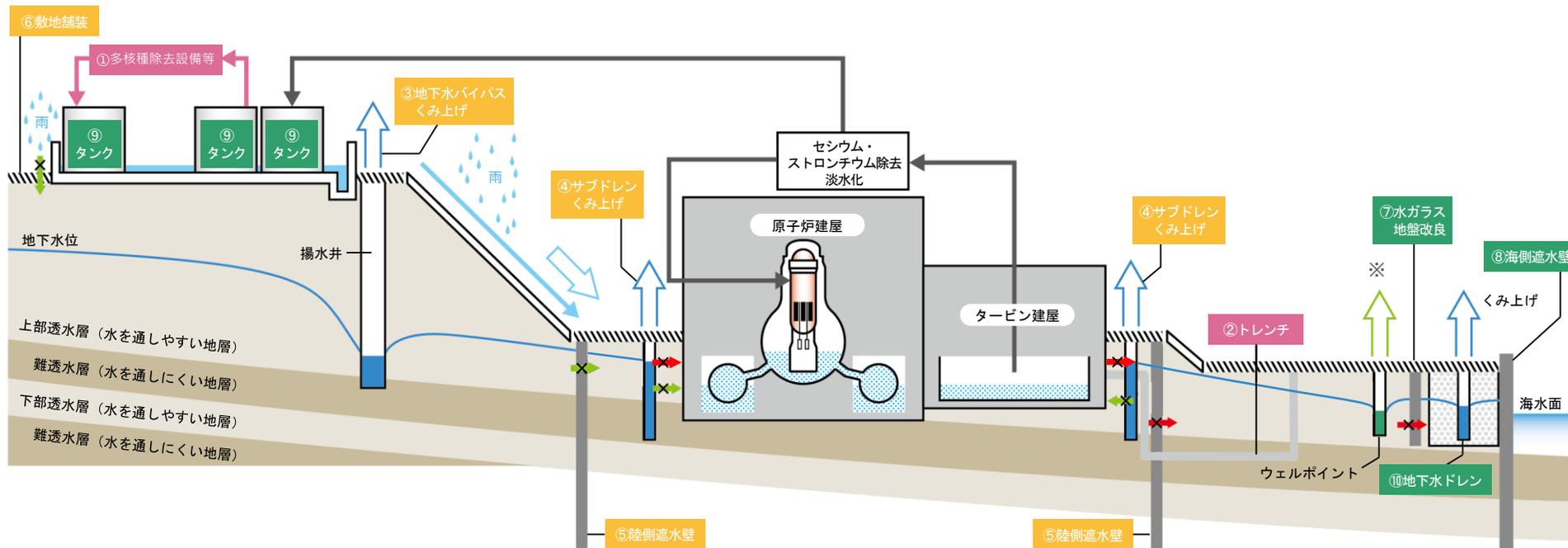
- ① 多核種除去設備等による汚染水浄化
- ② トレンチ (配管などが入った地下トンネル内の汚染水除去)

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



※ 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マイルストーン（主要な目標工程）

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	渴水時期は達成 (2017年12月)
	汚染水発生量を100m ³ /日程度に抑制（新設）	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	—	継続実施
	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	—
	②原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度に低減（新設）	2022年度～2024年度	—

※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。

方針1

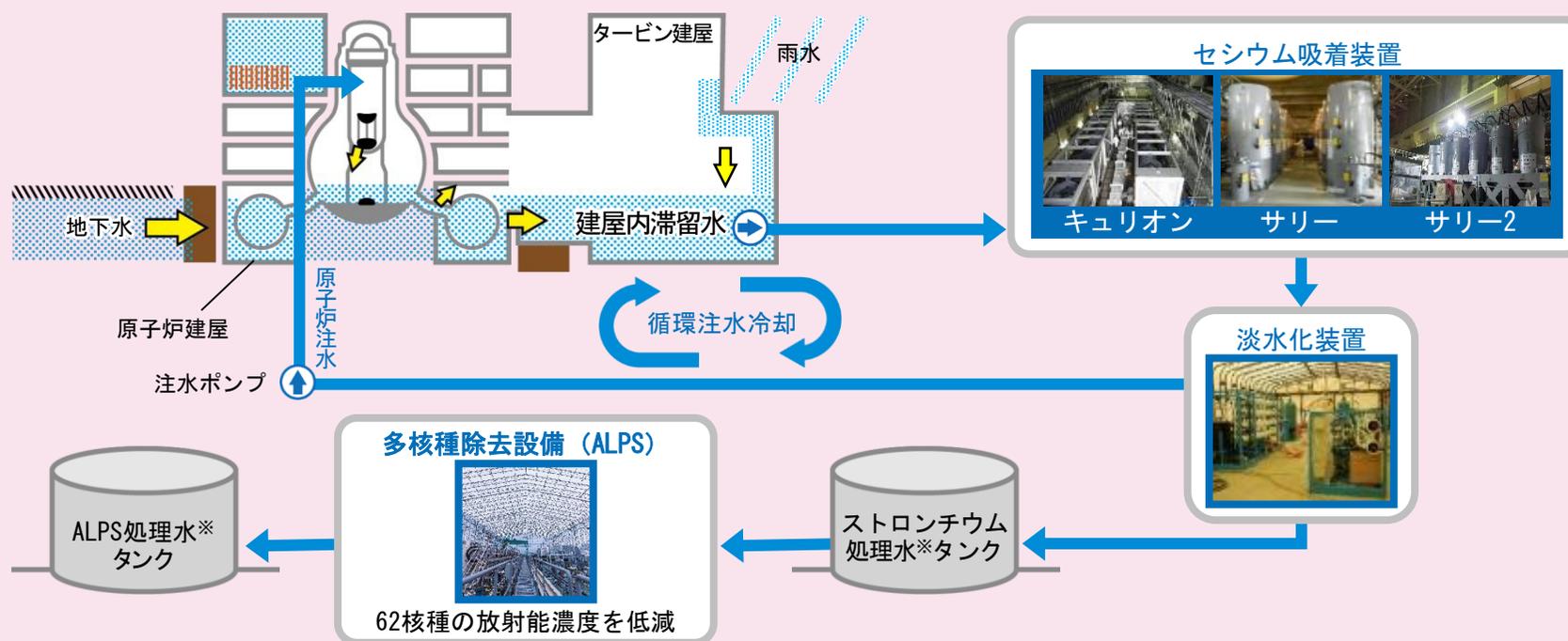
汚染源を取り除く

多核種除去設備 (ALPS) 処理水について

多核種除去設備 (ALPS) 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/>



※ 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

建屋内滞留水貯留量の低減

現在、循環注水を行っている1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋および高温焼却炉建屋以外の建屋の2020年内の最下階床面露出に向けて、建屋内滞留水処理を進めています。

ステップ1：フランジ型タンク内のストロンチウム処理水※1を処理し、フランジ型タンクの漏えいリスクを低減します。【完了】

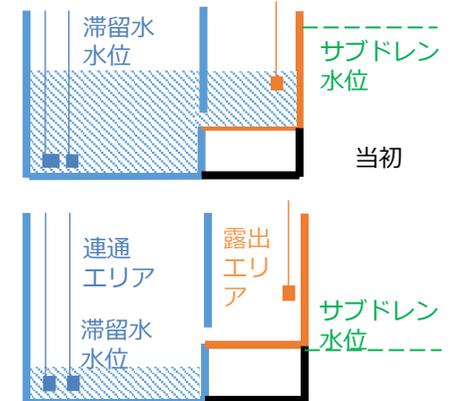
ステップ2：既設滞留水移送ポンプにて水位低下可能な範囲（T.P.※2-1, 200mm程度まで）を可能な限り早期に処理します。

ステップ3：2～4号機原子炉建屋の滞留水移送ポンプにて水位低下を行い、連通するタービン建屋等の建屋水位を低下します。

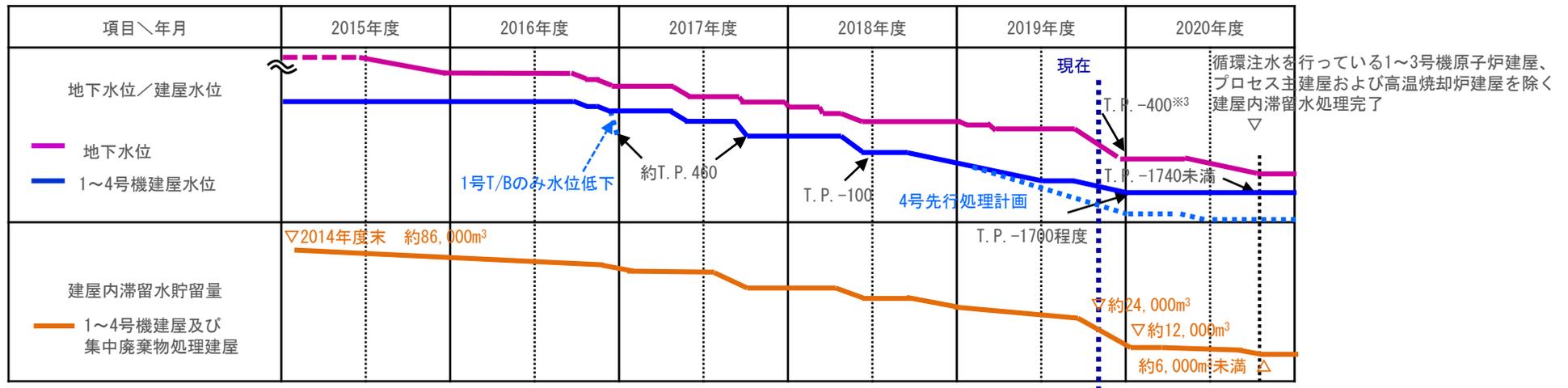
連通しないコントロール建屋他については、仮設ポンプを用いた水抜きを実施します。

ステップ4：床ドレンサンプ等に新たなポンプを設置した後、床面露出するまで滞留水を処理し、水処理を完了します。

なお、建屋内滞留水の水位低下の進捗に伴い、床面が高いエリアは「露出エリア」となります。この露出エリアでは大雨時に一時的に水がたまるのが、昨年の台風以降確認されたことから、露出エリアに対する対応方法について検討を進めております。



露出エリアのイメージ



※1 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。

※2 T.P. (Tokyo Peil)：東京湾平均海面からの高さを表す。

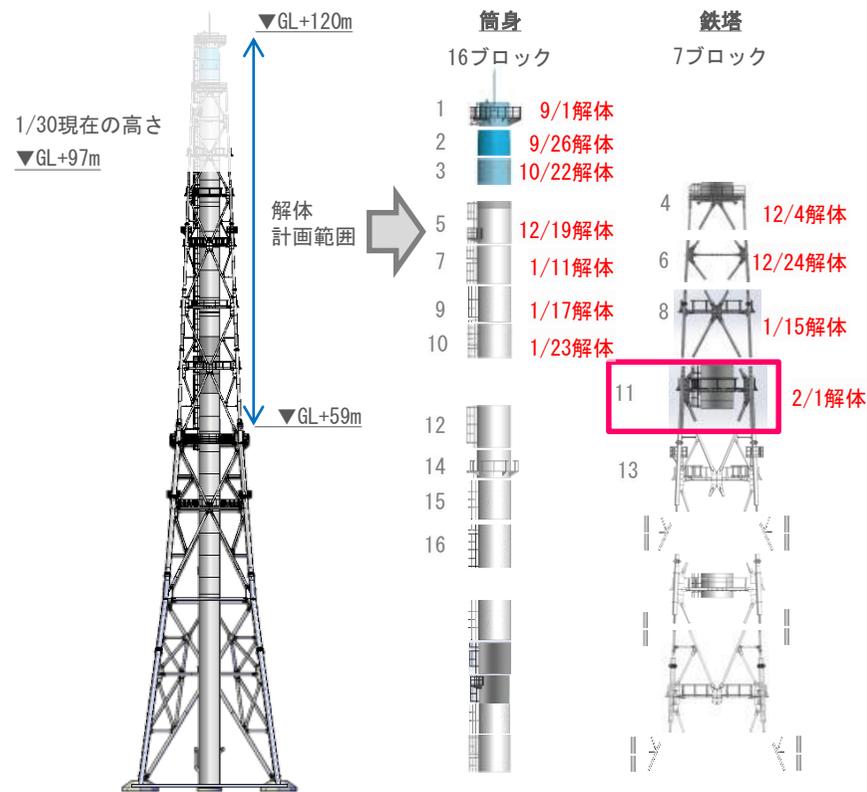
※3 サブドレン水位は状況を確認しながら低下を検討します。また、水位差拡大に伴い流入が増えた場合は、建屋水位低下を中断します。

その他の取組み：1・2号機排気筒の解体工事

1・2号機排気筒解体作業の概要

1・2号機排気筒は、耐震基準を満たしていますが、損傷・破断箇所があることを踏まえ、リスクをより低減するという観点から、排気筒上部を解体し、耐震上の裕度を確保する工事を進めています。

解体作業は、作業員の被ばく低減を重視し、遠隔操作が可能な筒身解体装置と鉄塔解体装置を使用し、作業を無人化して行っています。解体計画では、高さ約60mの排気筒を23ブロックに分けて作業を進めます。



※ブロック解体とは別に、単体で除却する部材も有り（約60ピース）

主な解体部材

筒身解体ブロック	筒身+鉄塔一括解体ブロック	鉄塔解体ブロック
7ブロック/16ブロック完了	2ブロック/3ブロック完了	2ブロック/4ブロック完了

	2019年						2020年					
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
解体工事	準備作業	1B解体	検証作業	2B解体	検証作業	3B解体	4B解体	5B~11B解体	1~4ブロック解体の検証	12B~23B解体		▼解体完了
その他						▼208稼働 サブドレン 設備復旧		クレーン 点検				悪天候等により 変動する可能性有り

※『B』は解体ブロックの番号を示す

作業員数と被ばく管理の状況

作業員数の推移

2020年2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4,200人を想定しています。なお、12月時点での福島県内雇用率は、約60%です。

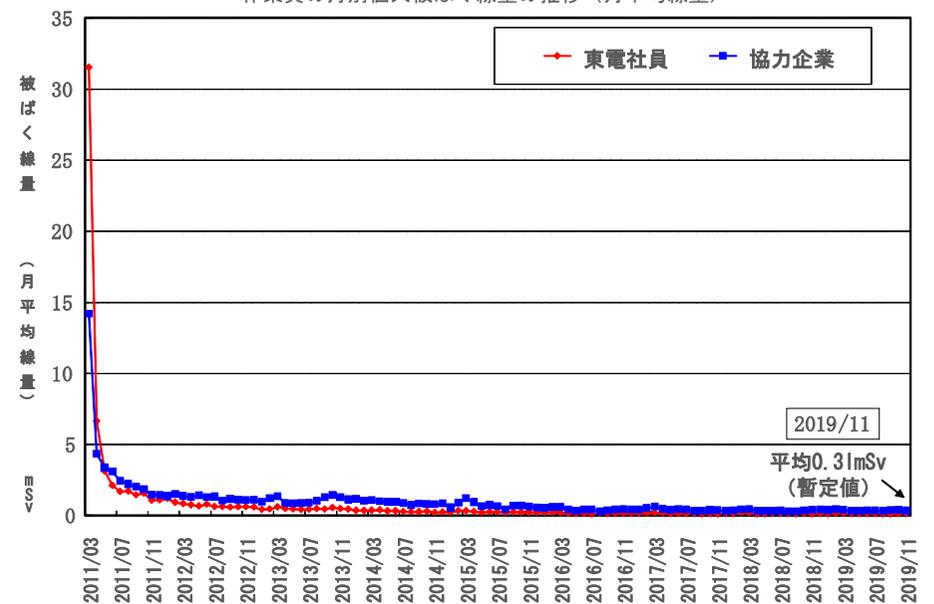
2012年7月以降の平日1日あたりの平均作業員数（実績値）の推移



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）

作業員の月別個人被ばく線量の推移（月平均線量）



○ 安全・品質向上に向けた基本的考え方

原子力規制委員会の見解と福島第一原子力規制事務所からのご指摘

「そもそも人手が足りていないのではないか？」

社内
評価

代表的な事故・
トラブル事例を分析

- ◆ 当社社員が現場へ出向する際に、現場/現物を徹底的に把握できていない
- ◆ 一部の者に業務や判断が集中し、現場/現物や部下に対して目配りが行き届いていない

基本的
考え方

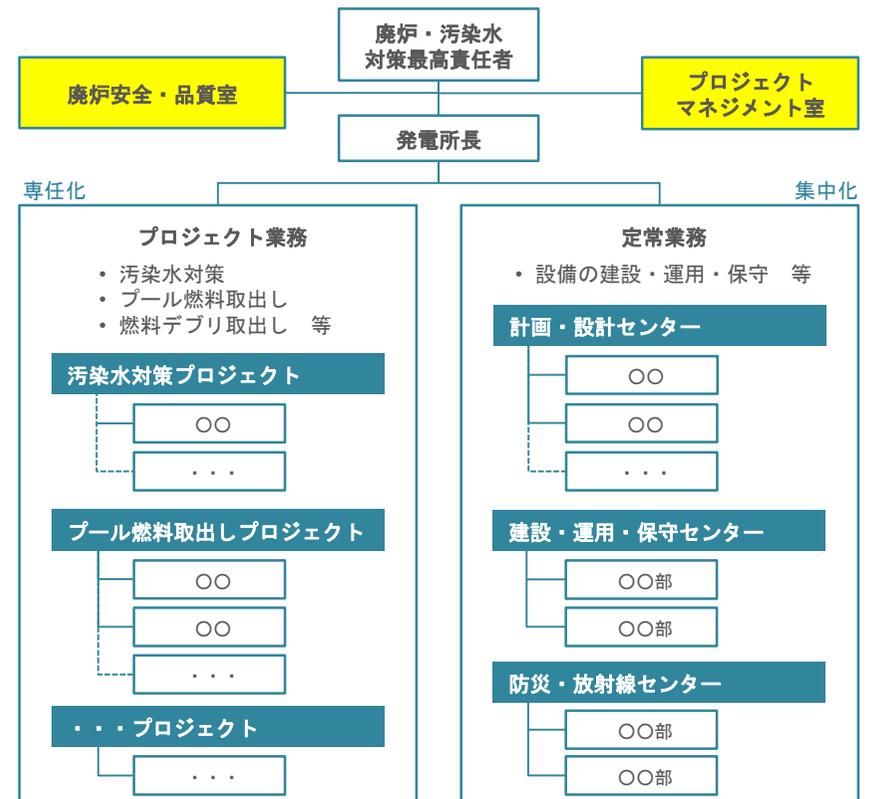
現場/現物を徹底的に把握することと、その能力の向上



- ① 業務プロセスの冒頭から、全てのプロセスで現場/現物を徹底的に把握する
- ② 現場/現物の把握状況をオブザーベーションし、その結果をフィードバックする
- ③ これら①②の取組みの全体進捗とT0-D0リスト等を確認し、安全と品質の確保状況を継続的に支援する

○ 組織・要員の充実について

- ◆ 現場重視の観点から組織改編に合わせて本社（東京）から福島第一へ、要員をシフト（70～90名）
 - ・あわせて、放射線管理・分析業務など新たに発生する業務の要員強化を行います。
- ◆ プロジェクトの遂行と安全・品質の向上に適した組織へ改編
 - ・プロジェクトマネジメント室および廃炉安全・品質室を強化します。
 - ・プロジェクト業務と定常業務双方に属する状態を解消（一部の者への業務や判断の集中を軽減）します。



イメージ図

以上