



福島第一原子力
発電所廃炉作業
取組みに関する
ご報告

2018.10.05

TEPCO

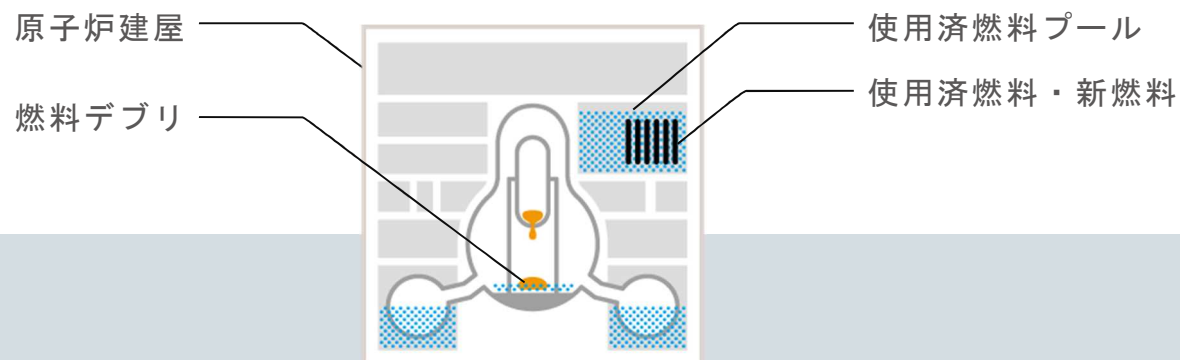
福島第一原子力発電所廃炉作業の概要

1 使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けた作業 P. 3～10

2 燃料デブリの取り出しに向けた作業 P. 11～15

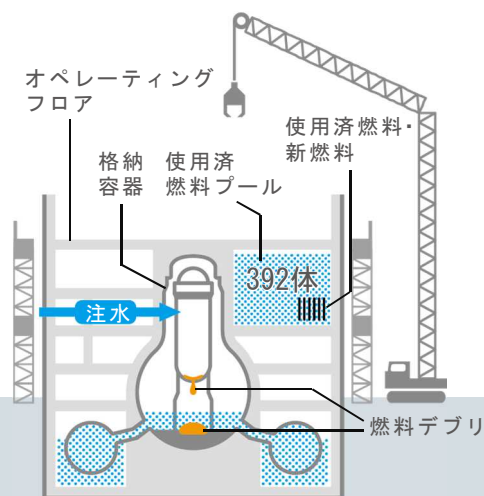
3 汚染水対策 P. 16～23

4 その他の取組み P. 24～28



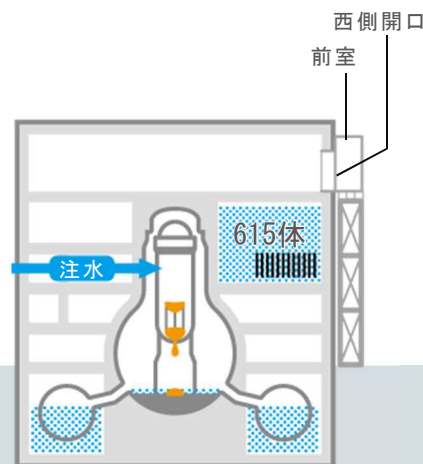
1～4号機の現状

1号機



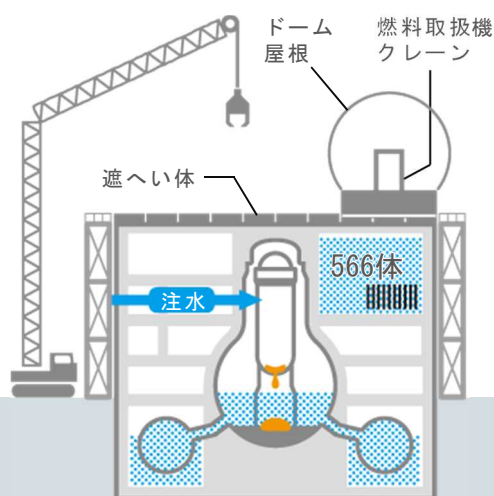
使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けて、オペレーティングフロアのがれき撤去作業などを進めています。また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査及びその分析を進めています。

2号機



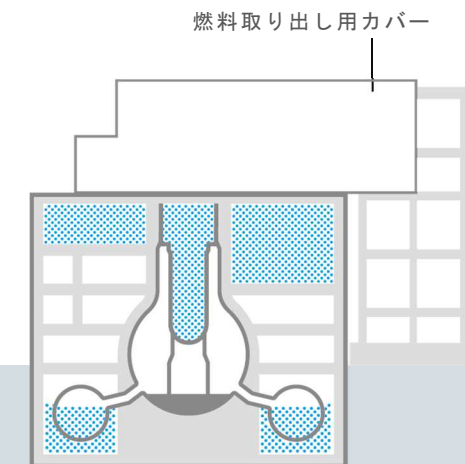
使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けて、建屋西側に開口を設置。オペレーティングフロアの調査を開始しました。また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査及びその分析を進めています。

3号機



燃料取扱機など使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けた設備の設置が完了。燃料取扱機・クレーンの試運転を進めています。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

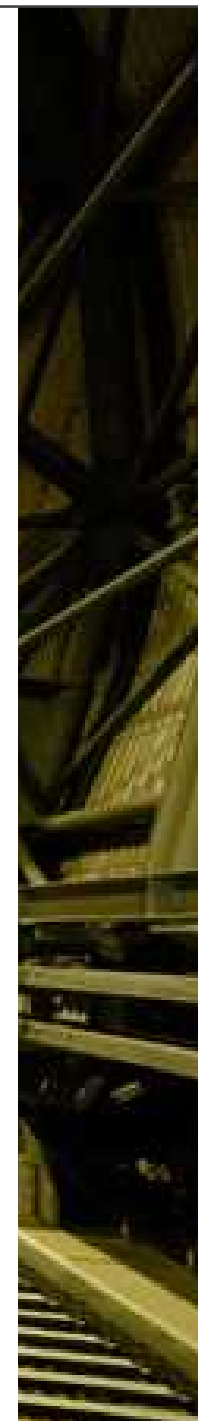


2014年12月22日に使用済燃料プールからの燃料の取り出しが完了し、原子燃料によるリスクはなくなりました。



1

使用済燃料プール
からの
燃料の取り出し作業



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



ホ°レーティングフロア南側のがれき撤去 へ向けた作業

オペレーティングフロア南側のがれき撤去作業にあたり、使用済燃料プールの保護に向けた、Xブレース（X字型の補強鉄骨）撤去作業の準備を進めています。この3ヵ月では、作業手順の精査や遠隔操作のための訓練を進めています。



2号機



原子炉建屋西側の外壁に開口を設置

オペレーティングフロアへアクセスするため、原子炉建屋西側の外壁に開口を設置しました。



ホ°レーティングフロア調査を実施

遠隔操作により、空間・床・壁の汚染状況を計測。オペレーティングフロアの調査を実施しました。



3号機



試運転終了後、 燃料取り出しの 実機訓練を実施予定

クレーンの試運転時に電源電圧の違いによる不具合が発生しました。部品の交換、設定変更及び設備改良等を行い、2018年7月14日より試運転を再開し、燃料取り出しに向けて準備を進めています。



4号機



燃料の取り出しが 完了

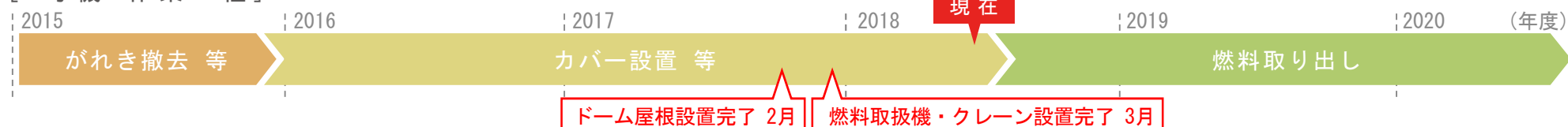
2014年12月22日に使用済燃料プールからの燃料の取り出しが完了しました。



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]



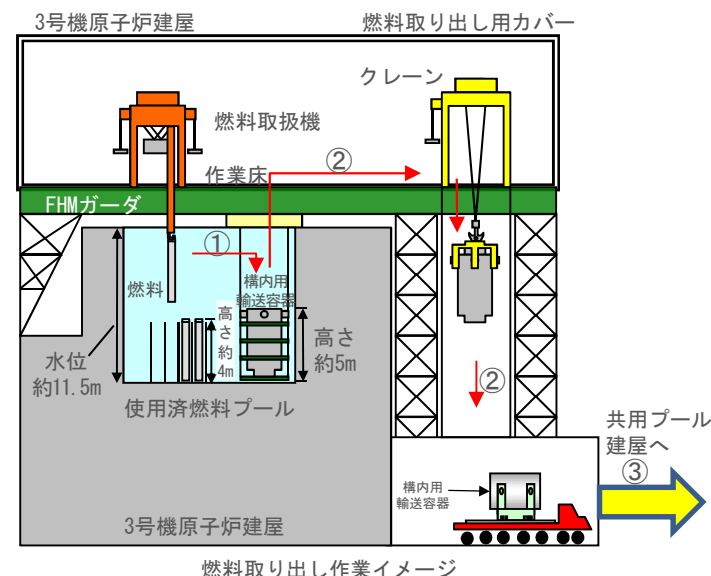
今後の作業

燃料取り出しにむけて、安全を最優先で作業を進めています

燃料取り出し作業については、以下の手順での実施を想定しています。
なお、燃料取扱機、クレーンの操作は遠隔にて実施します。

▶ 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。
輸送容器に7体（収納体数）の燃料を収納後、一次蓋を締め付け、容器表面を洗浄します。
- ② クレーンにて、専用の吊具を用いて輸送容器を作業床の高さより上まで吊り上げた後、吹き抜け状のハッチから約30m下の地上へ吊り下ろし、二次蓋を取り付けます。
- 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。



主なトラブルと対応状況

- | | | | |
|---|---|--|--|
| <p>3号機クレーン及び燃料取扱機で3件の不具合発生</p> <p>① 2018年5月11日、クレーン試運転において、制御盤内で不具合（異音の発生、すすの付着）が発生し、クレーンが停止。原因調査、対策を実施し、2018年7月14日に試運転を再開。</p> | <p>② 2018年8月8日、燃料取扱機において、原子力規制委員会による使用前検査中に制御系に関する異常を示す警報が発生し、動作不能となった。現在、原因調査を継続実施中。</p> | <p>③ 2018年8月15日、クレーンにて資機材を吊上げたところ、制御系の異常を示す警報が発生し、クレーンが停止。また、その際、定格荷重（50.0t）を超過（約50.9t）して扱っていたことが判明。現在、原因調査を継続実施中。</p> | <p>不具合がいくつか続いたことから、仮復旧後、徹底的に安全点検を実施する。
このため、燃料取り出し時期については未定。</p> |
|---|---|--|--|

今後の作業

試運転終了後、燃料取り出しの実機訓練を実施

試運転終了後、燃料取扱設備・構内用輸送容器の一連の作業訓練を実施し、燃料取出し作業に向けて準備を行います。

▶ 実機訓練概要

- 模擬燃料を用いて、ラックから取り出し、構内用輸送容器に収納するまでの燃料取扱機の一連の遠隔操作を行う。
- 構内用輸送容器を使用済燃料プール内に設置。一次蓋締め、密封確認、構内用輸送容器の吊り上げ操作までの一連の遠隔操作を行う。
- 構内用輸送容器の地上までの吊り下ろし、二次蓋の取り付け、構内輸送専用車両への積載までの一連の作業を行う（有人作業）。



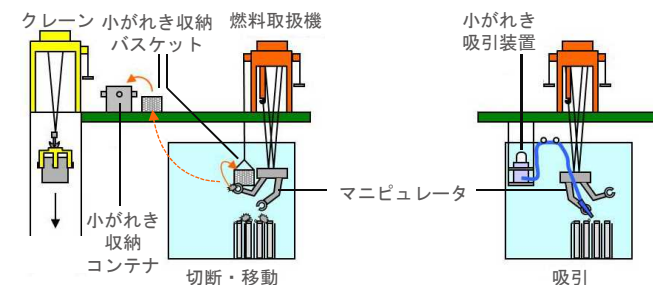
今後の作業

燃料プール内の小がれき撤去作業を実施

実機訓練に合わせて、燃料取り出しに支障となる使用済燃料プール内の小がれき撤去作業を行います。

燃料上部にある小がれきは、マニピュレータやカッター、つかみ具等のツールを用いて吸引、把持、切断等により撤去します。

撤去した小がれきは収納バスケット・コンテナに収納し、構内にて保管します。



小がれき撤去作業のイメージ



2015年プール内調査時の画像

※マニピュレータ：人間の腕や手先と同様の運動機能を持つ装置



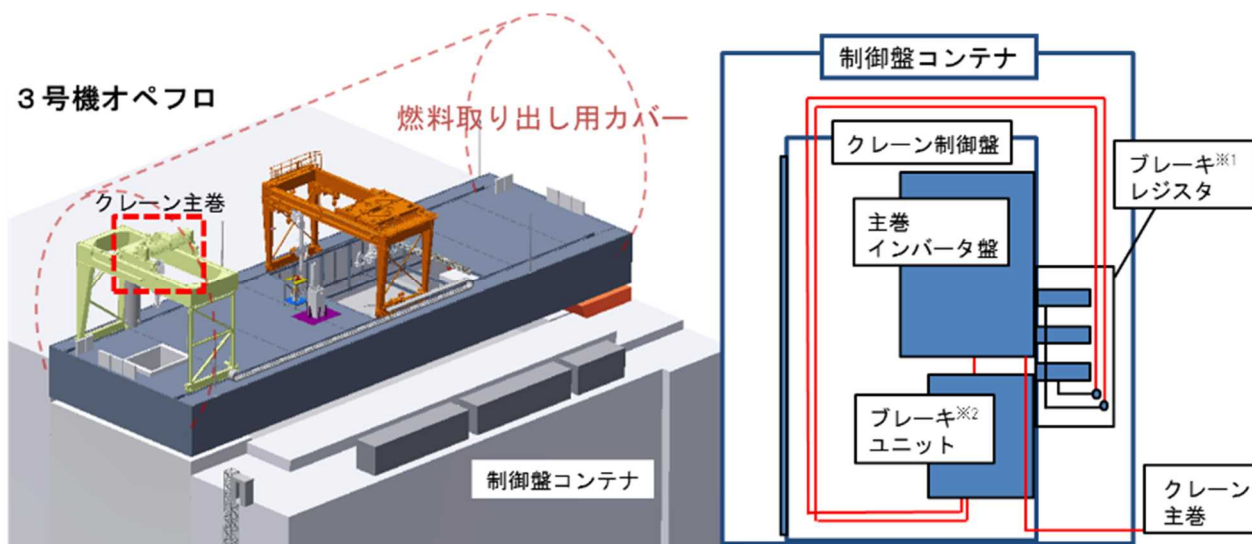
3号機燃料取扱設備の不具合について

主なトラブルと対応状況 ①

3号機クレーンの不具合の発生

▶ 発生事象

2018年5月11日、クレーン試運転において、主巻の巻下げ停止操作をしていたところ、原子炉建屋オペレーティングフロアに設置してある制御盤コンテナ内から異音が発生し、クレーンが停止。異音の発生したクレーン主巻インバータの内部を確認したところ、内部にすすが付着していました（消防署より「非火災」との判断）。翌日、調査を行ったところ、クレーン制御盤背面のブレーキレジスタにおいて、端子台の絶縁物が溶けていることとボルトの頭部が溶融していることを確認しました。



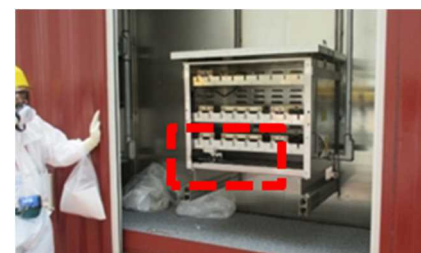
※ インバータ：電動機の電源周波数を自在に変えることで電動機の回転数を制御する装置

※ ブレーキレジスタ：ブレーキユニット（※）から回生電流を受けて熱に変換し、インバータの電圧上昇を抑える素子

※ ブレーキユニット：クレーン主巻動作により発生する回生電流が一定値を超えたとき、ブレーキレジスタ側へ逃がす回路



主巻インバータ内部のすす（5月11日）



ブレーキレジスタ内部写真



ブレーキレジスタ内の損傷（5月12日）

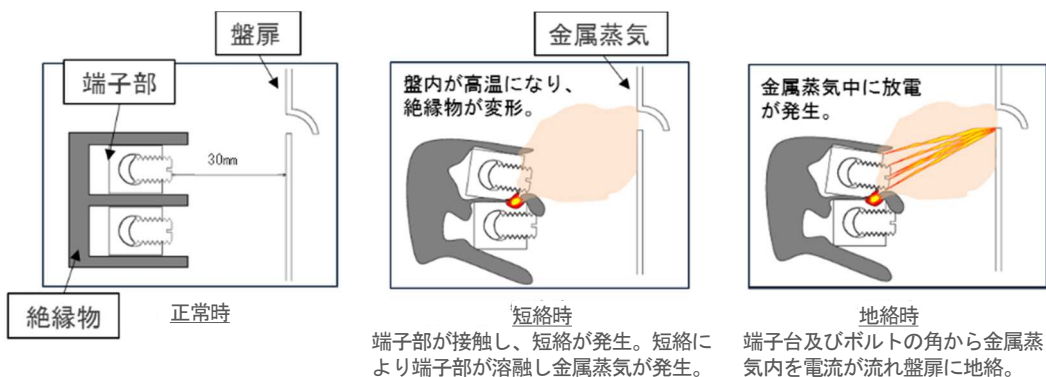
主なトラブルと対応状況 ①

▶ 調査により推定される原因

調査の結果、ブレーキユニットのパラメータ設定が、米国出荷時の低い設定（米国での電源電圧380Vに合わせた設定）のままとなっていたことが判明しました。

そのため、ブレーキレジスタに連続して電流が流れる状態となっており、ブレーキレジスタ盤内が高温となり、端子台の絶縁物の変形し、端子台で短絡が発生。短絡時の放電により、ブレーキレジスタ盤扉と端子台間で地絡が発生し、ブレーキレジスタから主巻インバータへ短絡・地絡電流が流れ、インバータ損傷したものと推定される。

端子台を横から見たイメージ



▶ 対策を実施し、試運転を再開

不具合原因調査を経て、以下の対策を実施し、クレーンの試運転を2018年7月14日再開しました。

- 発電所の電源電圧（480V）に合わせたブレーキユニットのパラメータ設定に変更
- 損傷した部品の交換
- ブレーキレジスタ端子台接続部の改良（端子間距離を離す。絶縁物を耐熱仕様に変更等）

主なトラブルと対応状況 ②

3号機燃料取扱機の不具合の発生

▶ 発生事象

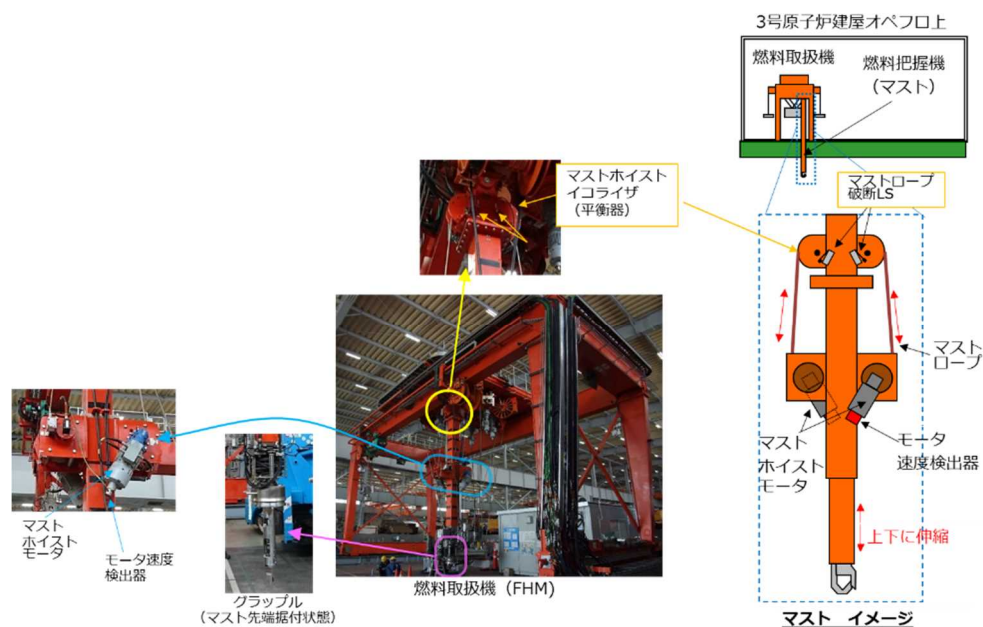
2018年8月8日、燃料取扱機において、原子力規制委員会による使用前検査を行っていたところ、燃料取扱機マストホイスの制御に係る異常の警報が発生。動作不能となりました。

外観上は、異常など特段の問題は確認されていません。

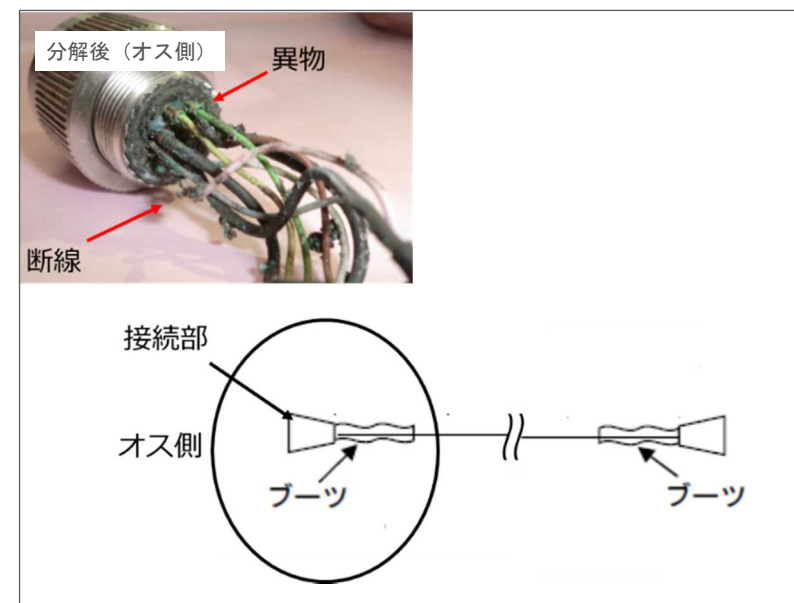
▶ 現在までの調査結果

検出器から制御ユニットにつながるケーブルに断線・地絡傾向・短絡傾向を確認しました。

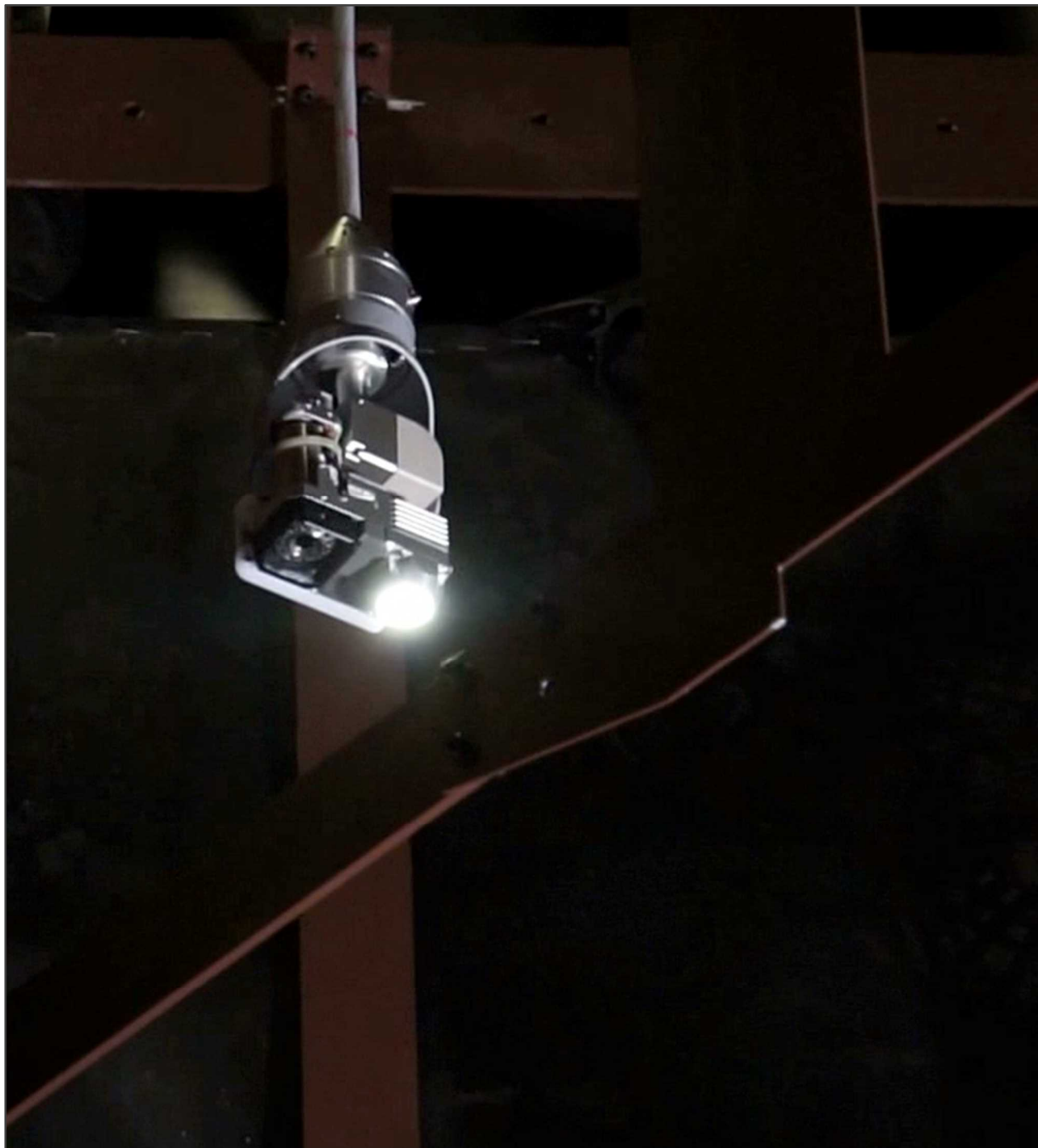
さらに、ケーブルの接続部内部に断線と異物を確認しました。詳細については、引き続き確認中です。



＜不具合の確認されたケーブル＞



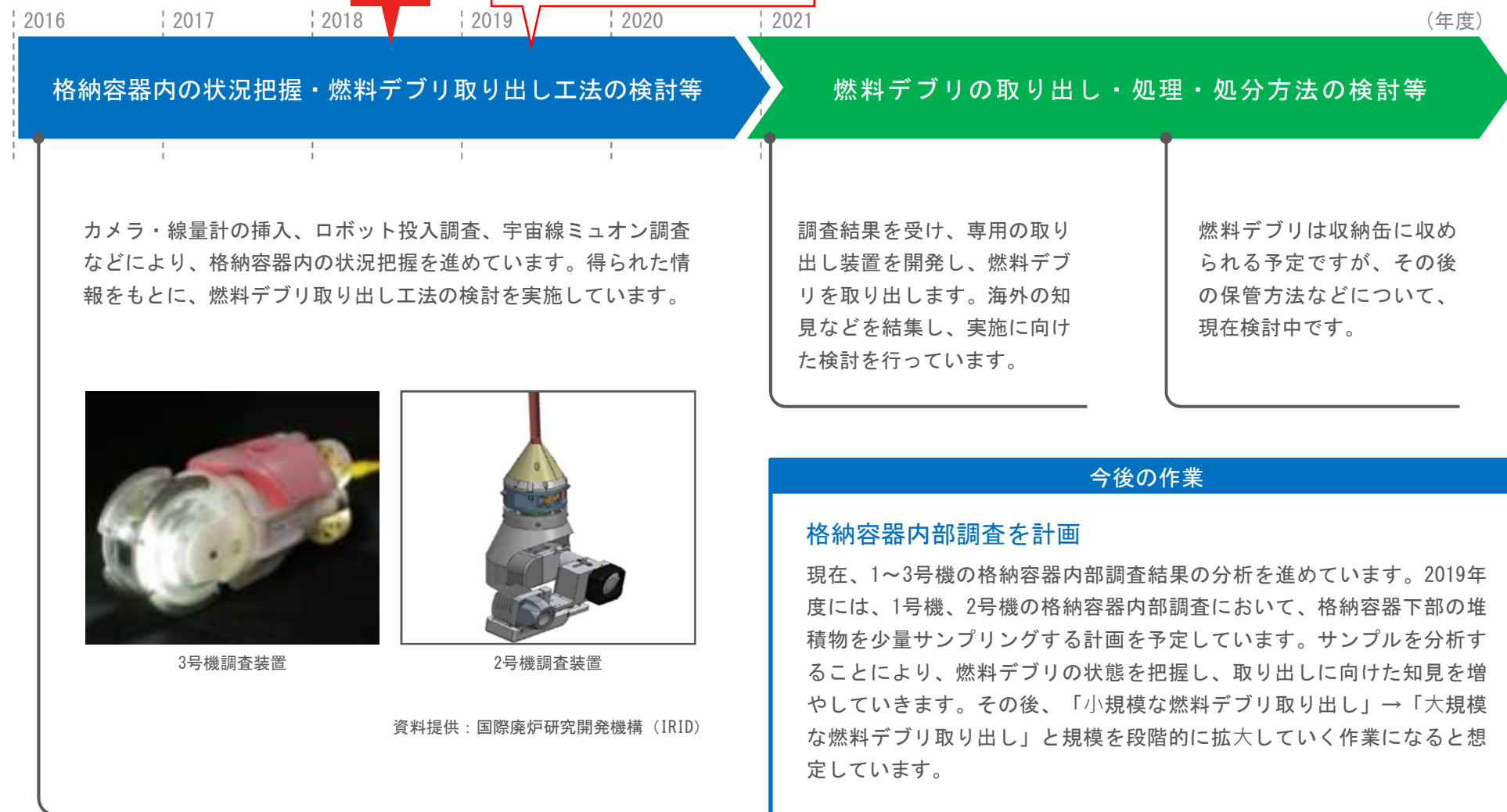
※マストホイス：プール内の燃料を把持し、持ち上げ運搬する装置。マストホイスモータでマストロープを出し入れすることで燃料把持部が上下する



2

燃料デブリの
取り出しに向けた
作業

[作業工程]



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、内視鏡カメラ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

- ▶ 炉心域に燃料デブリの大きな塊はなし。

格納容器内部調査によってわかったこと

- ▶ ペDESTAL外側は大きな損傷はみられない。
また、底部、配管等に堆積物を確認。



1号機調査装置



2号機

ミュオン測定によってわかったこと

- ▶ 原子炉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。
炉心域にも燃料が一部存在している可能性あり。

格納容器内部調査によってわかったこと

- ▶ ペDESTAL内底部全体に堆積物を確認。
グレーチングの脱落や燃料集合体の一部等の落下物も確認され、周辺の堆積物は燃料デブリと推定。
ペDESTAL内既設構造物や壁面に大きな損傷は確認されず。



2号機調査装置



3号機

ミュオン測定によってわかったこと

- ▶ 炉心域に燃料デブリの大きな塊はなし。原子炉圧力容器底部には、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あり。

格納容器内部調査によってわかったこと

- ▶ 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。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。
ペDESTAL内壁面に大きな損傷は確認されず。



3号機調査装置



今後の作業

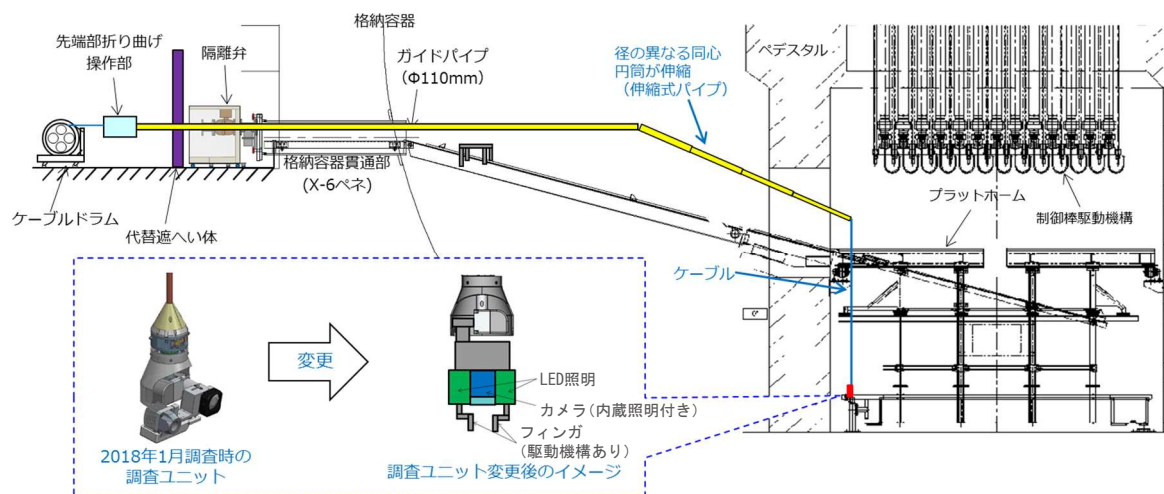
格納容器内部調査を計画

燃料デブリ取り出しに向け、新たな知見を得るために、1号機と同様に、格納容器内部調査を計画しています。

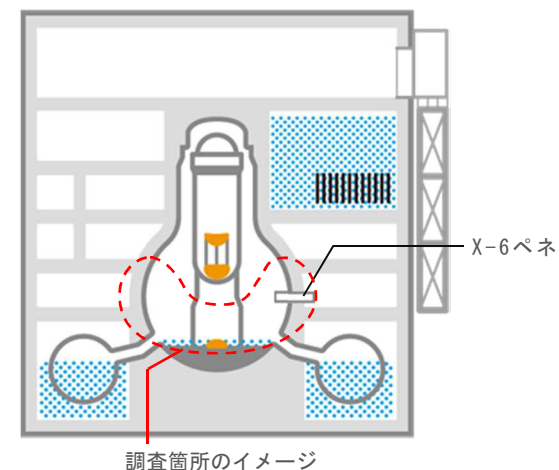
▶ ガイドパイプを用いた格納容器内部調査（2018年度下期予定）

2号機ペDESTAL底部に確認された堆積物の性状（硬さや脆さなど）は未知であるため、事前に可動性を把握することが重要です。2018年1月に使用した調査装置の先端を変更し、堆積物に機械的な力を加え、その際の挙動を確認することを検討しています。

また、従来の格納容器内部調査と同様に、作業中はダスト測定を行い、格納容器内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを監視する予定です。



2号機ガイドパイプを用いた格納容器内部調査のイメージ図



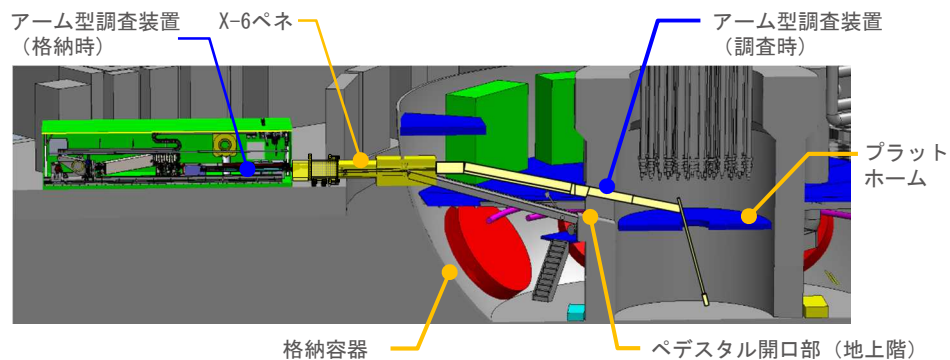
今後の作業

格納容器内部調査を計画

▶ アーム型アクセス・調査装置を用いた格納容器内部調査
(2019年度下期予定)

2号機格納容器内は水位が低く、またX-6ペネが使用できる状況であることから、アクセス性の向上、燃料デブリの重さ等を考慮し、アーム型のアクセス・調査装置を開発中です。X-6ペネを開放して構築したアクセスルートから、調査を2019年度より実施する計画です。アクセス・調査装置の先端には計測器等を取り付けることができるようになっており、調査内容に応じて、必要な計器等を付け替える予定です。また、従来の格納容器内部調査と同様に、作業中はダスト測定を行い、格納容器内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを監視する予定です。

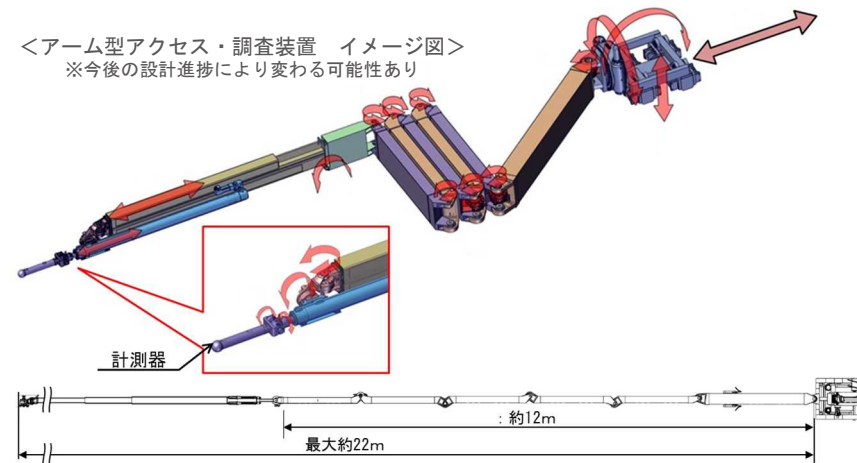
<2号機X-6ペネからの格納容器内部調査のイメージ図>



資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

▶ 底部の堆積物を少量サンプリングする計画

格納容器内部調査では、底部の堆積物を少量サンプリングする計画を立てています。採取したサンプルは、専門機関に分析を依頼することを検討中です。

<アーム型アクセス・調査装置 イメージ図>
※今後の設計進捗により変わる可能性あり

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）



3

汚染水対策



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

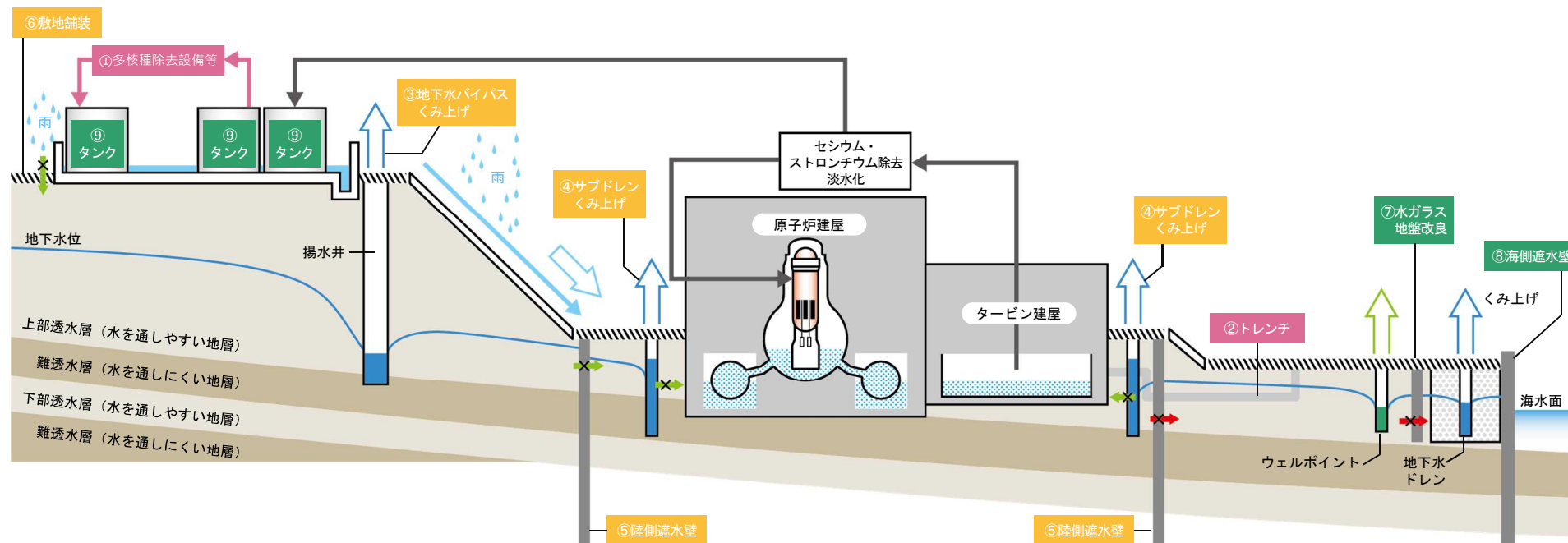
汚染源に水を近づけない

- ③ 地下水バイパスによる地下水汲み上げ
- ④ 建屋近傍の井戸（サブドレン）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）



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）

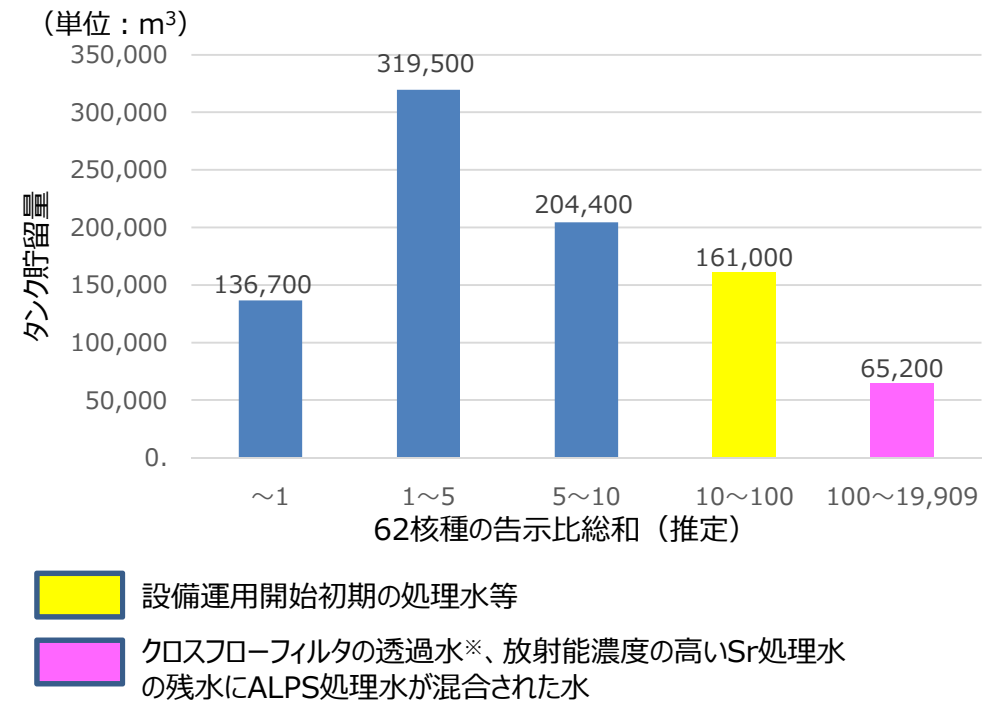
分野	内容	時期	達成状況
取り除く	多核種除去設備等による再度の処理を進め、敷地境界の追加的な実効線量を1mSv/年まで低減完了	2015年度	達成 (2016年3月)
	多核種除去設備等で処理した水の長期的取扱いの決定に向けた準備の開始	2016年度上半期	達成 (2016年9月)
近づけない	汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制	2020年内	喝水時期は達成 (2017年12月)
漏らさない	浄化設備等により浄化処理した水の貯水を全て溶接型タンクで実施	2018年度	—
滞留水処理	①1、2号機間及び3、4号機間の連通部の切り離し	2018年内	達成 (2018年9月)
	②建屋内滞留水中の放射性物質の量を2014年度末の1/10程度まで減少	2018年度	—
	③建屋内滞留水の処理完了	2020年内	—

方針1

汚染源を取り除く

▶ 多核種除去設備の運転について

多核種除去設備処理水の放射能濃度は、処理前の水の放射能濃度の分布、吸着剤の性能低下、設備の不具合・除去設備不足により変動していたが、設備の不具合・除去設備不足の対策を取った現状では、吸着材の交換頻度を上げて運用を行えば、告示濃度限度未達まで除去することが可能です。現在、多核種除去設備については、汚染水貯留時のリスクや線量の早期低減を目的に、敷地境界における実効線量1mSv/年に影響を与えない範囲で、告示濃度にとらわれずに運転を実施しているところです。多核種除去設備処理水の処分に当たっては、環境へ放出する場合は処分前に告示比総和1未満となるよう二次処理を実施する方針です。



※2013年度に発生した既設ALPSのクロスフローフィルタの不具合により炭酸塩沈殿処理のスラリーが設備出口に透過した事象

▶ 多核種除去設備等処理水のタンク貯蔵・管理について

多核種除去設備等処理水は、敷地内のタンクにて貯蔵されています。

タンクは、漏えいリスクの低減のため、順次溶接型タンクへのリプレースを行っています。

また、タンク周囲には、堰を設けて、万が一漏えいした場合でも敷地内に流れ出ることを防ぎます。

さらに、タンクのパトロールや水位監視（常時監視）等を継続的に行い、漏えいリスクに備えています。



方針2

汚染源に水を近づけない

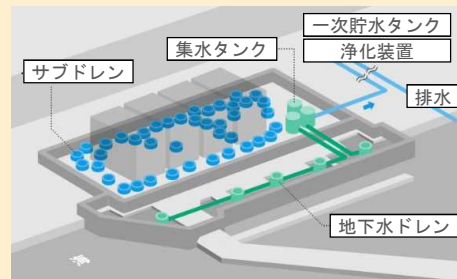
台風等大雨時の汚染水発生量増加対策

- ▶ 台風等の大雨時に汚染水発生量が増加することに備え、トレンチの内部充填や排水路の逆止弁設置などの対策を行っています。

設置した
逆止弁

サブドレン他水処理施設の強化

- ▶ サブドレンなどの水処理施設において、浄化設備の2系列化、タンクの増設等により強化しました。これにより、確実に建屋周辺地下水位を低下させていく予定です。



方針3

汚染水を漏らさない

タンクのリプレイス

- ▶ タンクの信頼性向上のため、フランジ型タンク（鋼材をボルト締めしたタンク）から溶接型タンクへのリプレイス（撤去および設置）を順次実施しています。



フランジ型タンク



溶接型タンク

滞留水処理

建屋内滞留水の放射性物質の除去

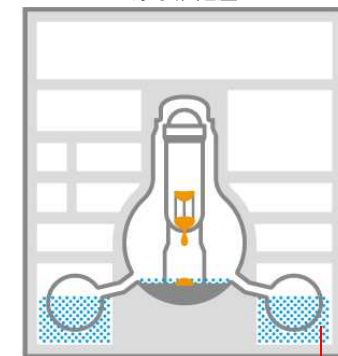
- ▶ 建屋内滞留水が外に漏れ出すリスクの低減を目的に、建屋内滞留水の中の放射性物質の量を2014年度末の半分程度以下まで減少させました。

2018年度内に、2014年度末の1/10程度まで減少させる予定です。

滞留水貯蔵量の低減

- ▶ 水中ポンプによる滞留水の汲み上げにより、建屋内の水位を低下させています。
- 2018年には、1、2号機間及び3、4号機間の連通部を切り離すことができる予定です。

原子炉建屋



建屋滞留水

進行中の作業

タンクのリプレイス

タンクの信頼性向上による汚染水漏えいリスクの低減や、配置効率の改善や大型化による容量増加のため、フランジ型タンク（鋼材をボルト締めしたタンク）から溶接型タンクへのリプレイス（撤去および設置）を順次実施しています。

1～4号機建屋滞留水の処理水を貯留しているフランジ型タンクについては、ストロンチウム処理水※¹を先行して処理しています。多核種除去設備による浄化処理完了※²時期が2018年10月から11月に変更となりましたが、当初の予定通り、2018年度中には全ての処理水※³が溶接型タンクに貯留される予定です。

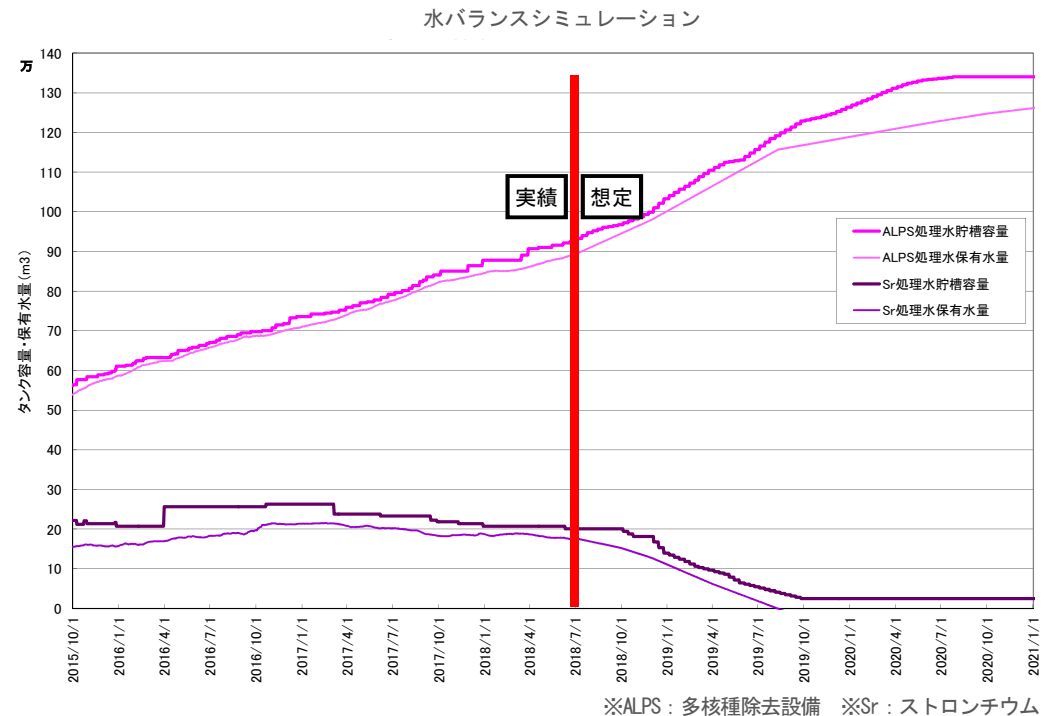
運用停止したフランジ型タンクは、汚染水の受入容量が不足しないよう、計画に余裕をもって解体し、溶接型タンクへのリプレイスを順次実施していきます。

なお、その他構内で運用中のフランジ型タンクは、パトロールや水位監視（常時監視）等を継続して、漏えいに対する予防保全対策を実施する等、適切に対応してまいります。

※¹:セシウム吸着装置または第二セシウム吸着装置によりセシウム、ストロンチウムを低減した水

※²:フランジ型タンクに貯留しているストロンチウム処理水を多核種除去設備にて浄化処理を実施すること

※³:フランジ型タンクに貯留しているストロンチウム処理水及び多核種除去設備処理水



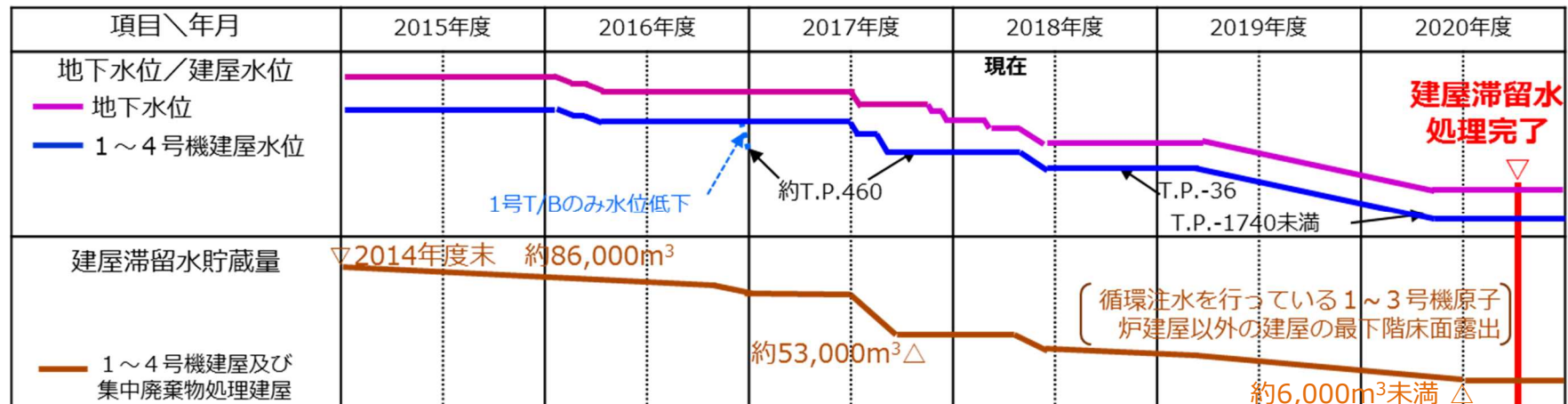
進行中の作業

滞留水貯蔵量の低減

水中ポンプによる滞留水の汲み上げにより、建屋内の水位を低下させました。

滞留水処理の完了に向けた取組みとして、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、建屋内水位を下げています。

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、原子炉建屋の水位低下等により原子炉建屋から他の建屋へ滞留水が流出しない状況を構築する予定です。





4

その他の取組み



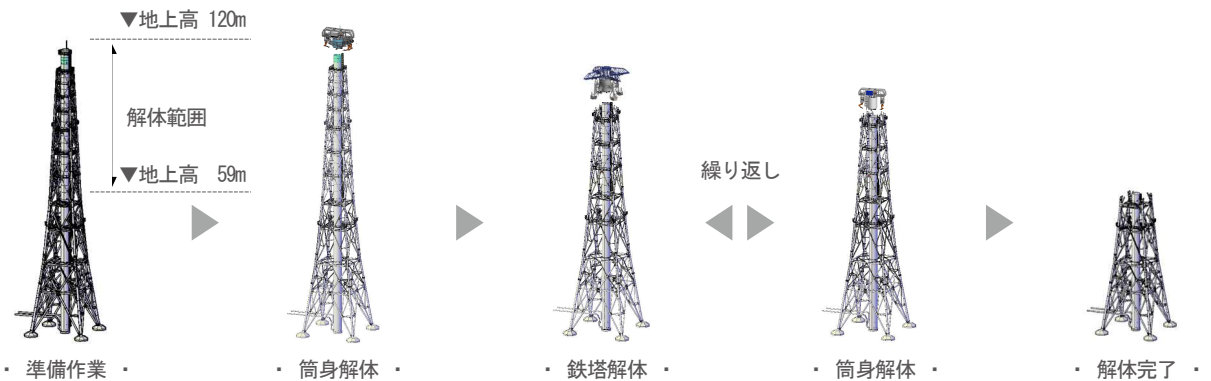
1・2号機排気筒の解体作業とは

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計画を立てています。



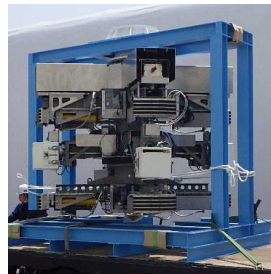
機排気筒解体作業の概要

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います。



解体作業に向けた実証試験

2018年8月24日、筒身解体装置と鉄塔解体装置の製作が完了しました。8月28日からは、作業を遠隔に実施するための実証試験を、排気筒模擬施設を用いて開始しました。実証試験が完了する2018年12月より発電所構内での準備作業（周辺養生、解体装置組立等）に着手する予定です。



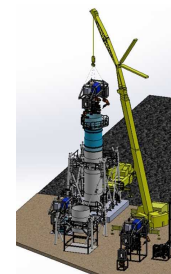
筒身解体装置



鉄塔解体装置（主柱材用）

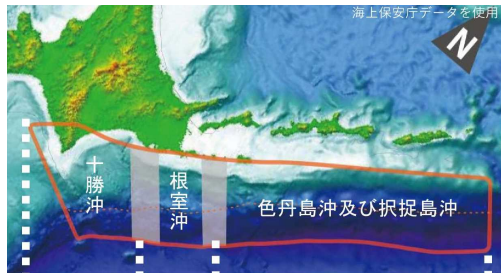


排気筒模擬施設

実証試験の
イメージ

千島海溝沿いの地震とは

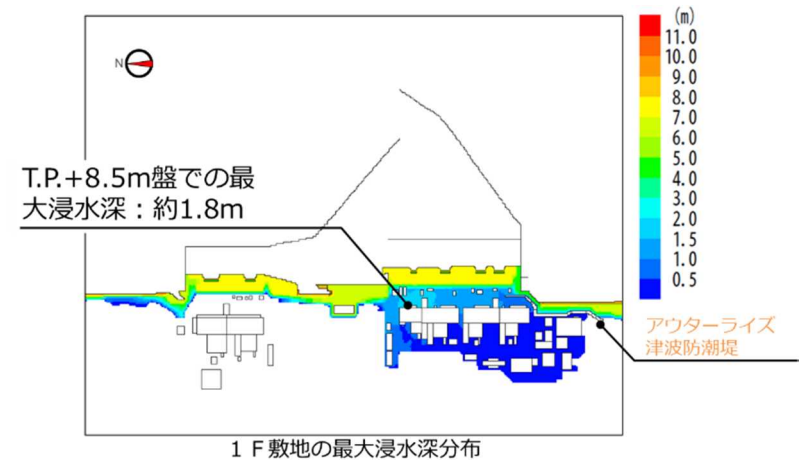
2017年12月19日、地震調査推進本部は、千島列島沖の千島海溝沿いを震源とした超巨大地震が近い将来発生する可能性を発表しました。



福島第一原子力発電所への影響

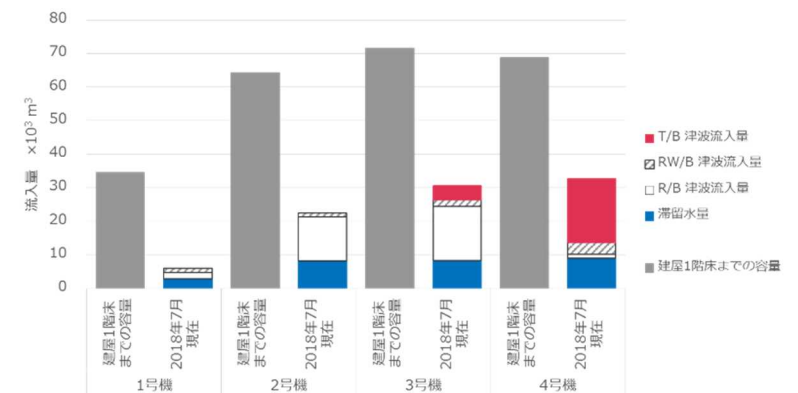
[津波による浸水]

千島海溝沿いの地震は、日本海溝北部（三陸沖北部）との連動も考えられるため、3.11津波よりも小さいものの、大きな津波が1Fに押寄せ、最大で1、2号機前で約1.8mの浸水が考えられます。



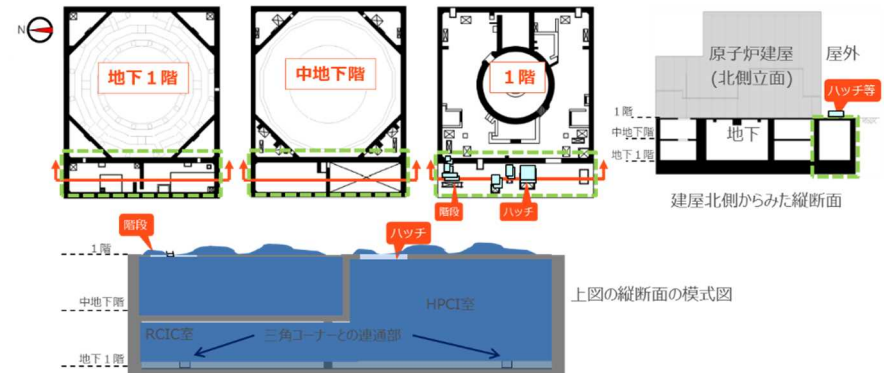
[引き波による汚染水の流出]

全体的には引き波による流出のおそれはありませんが、建屋外部のハッチ・階段から滞留水の残る地下部分に直接つながっている（階層構造がない）部分については滞留水が引き波で流出するおそれがあります。



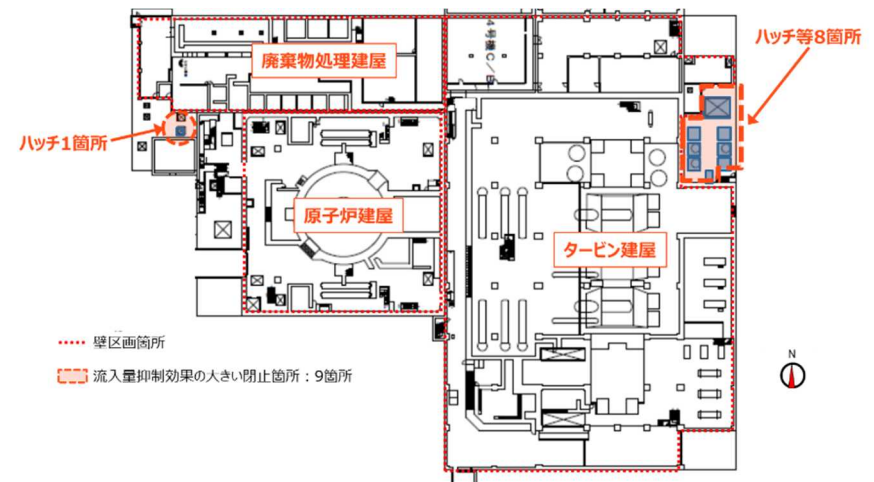
津波対策①

引き波による滞留水流出防止の観点から、2、3号機原子炉建屋外部のハッチ・階段11箇所への蓋がけの工程を2020年度上期完了目標に短縮します。



津波対策②

3.11津波による滞留水流出防止も見据え、4号機タービン建屋等の9箇所のハッチ等の閉止を2020年度上期完了を目標に行います。



津波対策③

千島海溝津波に対して、原子炉建屋等への浸水を抑制し、建屋流入に伴う滞留水の増加を防ぐこと、また、重要設備の津波被害を軽減することを目的とした自主保安として、既設のアウトターライズ津波防潮堤を北側に延長し防潮堤を設置することを検討しています。

