

福島第一原子力発電所 廃炉・汚染水対策に関する取り組みについて

TEPCO

2018年4月27日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 福島第一原子力発電所 1～4号機の概況
2. プール燃料取り出しに向けた対応状況
3. 燃料デブリ取り出し準備に向けた対応状況
4. 汚染水対策の概要と現在の状況
5. 廃棄物対策の状況
6. 自動運転EVバスの導入

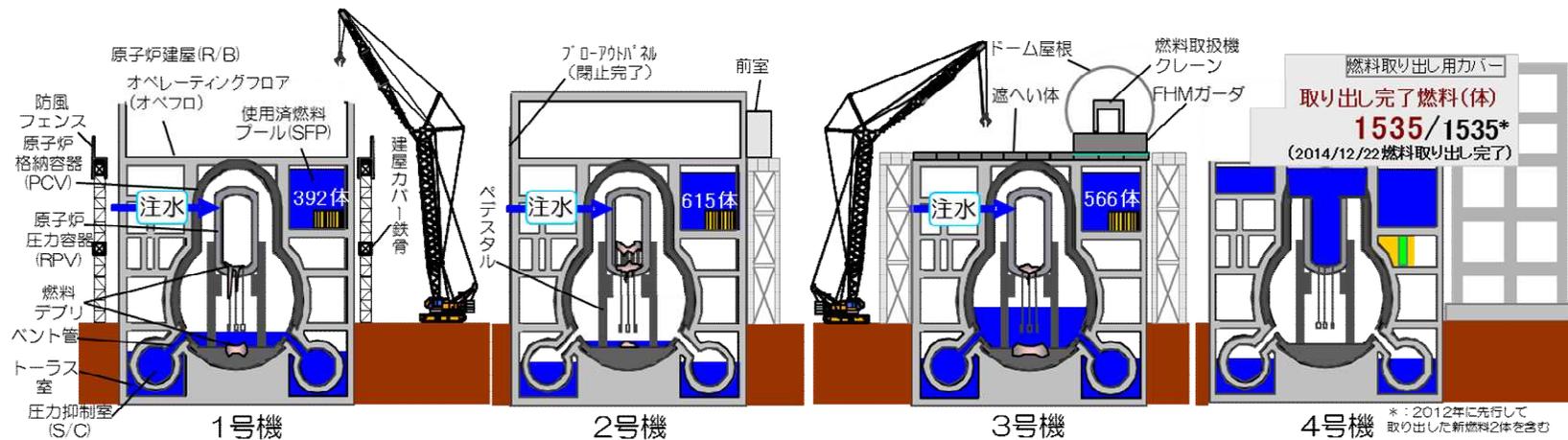
1. 福島第一原子力発電所 1～4号機の概況

1-1.1～4号機の概況

- 原子炉・格納容器の温度及び、原子炉建屋からの放射性物質の放出量等については有意な変動がなく、総合的に「冷温停止状態※」を維持していると判断しています。
- 使用済燃料プールは、2011年5～8月に掛けて循環冷却を開始し、安定的な冷却を維持しています。
また、震災から7年が経過し、使用済燃料の崩壊熱が大幅に減少したことで、プール冷却を停止した際の現時点における水温の到達温度は、自然放熱により制限温度未満で推移すると評価しています。

※圧力容器底部温度が概ね100℃以下であること等

1～4号機の概況



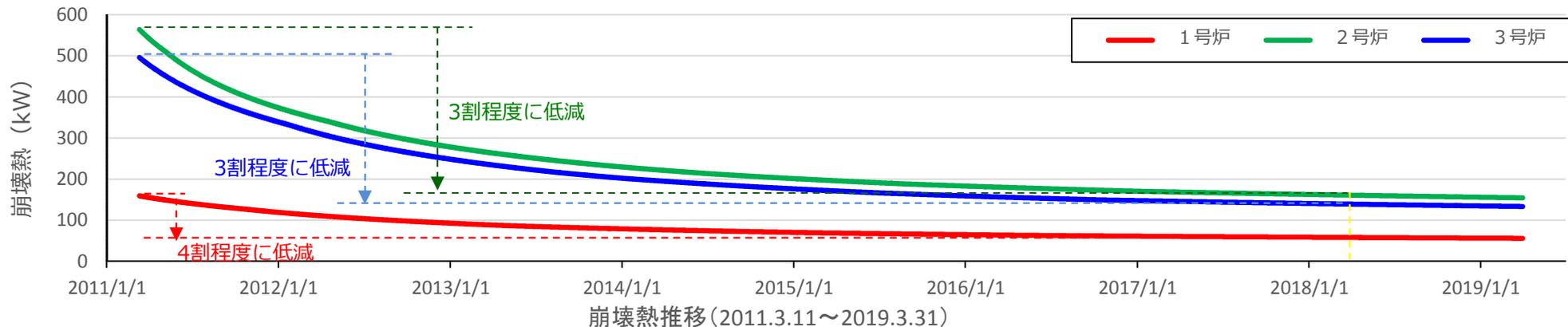
プラント関連パラメータ

2018年4月25日 時点

号機	1号機	2号機	3号機
原子炉圧力容器底部温度	約17℃	約23℃	約21℃
原子炉格納容器内温度	約17℃	約23℃	約20℃
燃料プール温度	約23℃	約23℃	約22℃

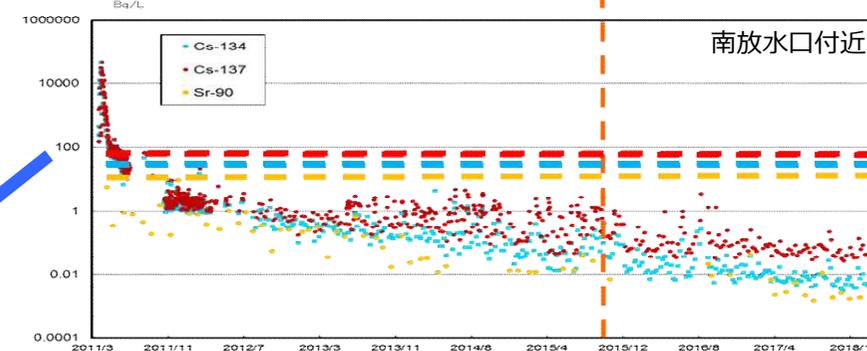
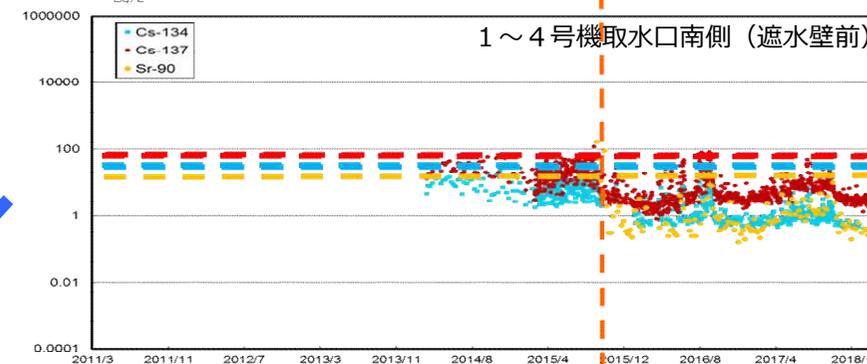
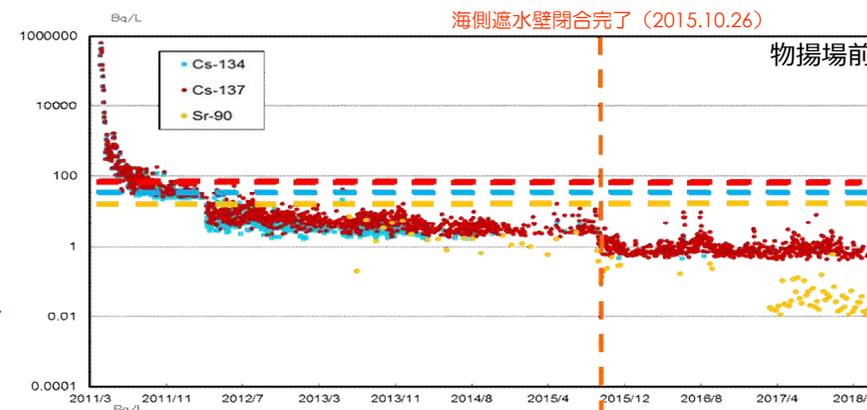
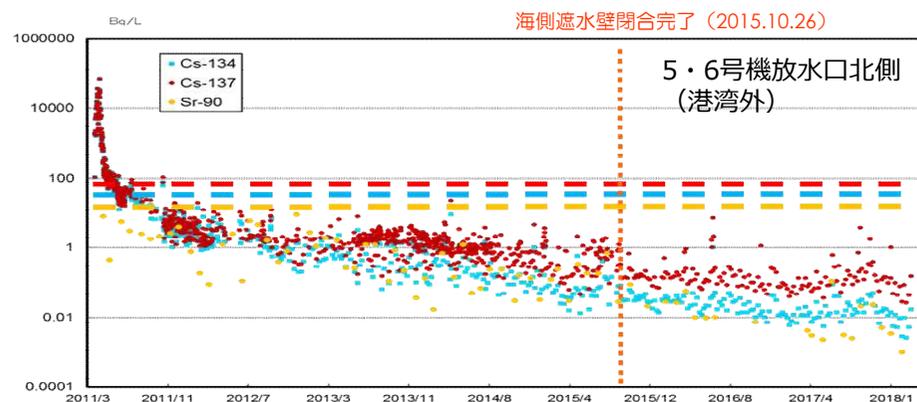
崩壊熱の推移

1～3号機使用済燃料の崩壊熱は、震災直後と比較すると大きく低下しています。崩壊熱が大きい2号機において、夏場の厳しい条件下で1ヶ月間の冷却停止試験を実施したところ、現時点における水温の到達温度は制限値（65℃）を下回ることを確認しました。



1-2. 海域モニタリングの概況

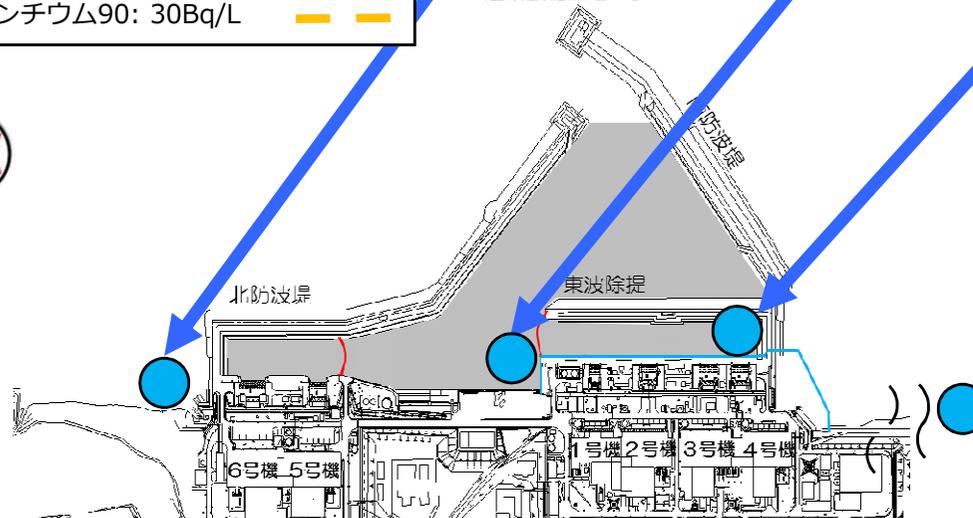
- 放射性物質濃度の状況等を把握するため、海水の核種分析（海水モニタリング）を実施しています。
- 震災直後からは、発電所海域周辺の放射性セシウム濃度は、100万分の1程度まで低減しています。
- 海側遮水壁閉合後、海水中の放射性物質濃度は低下し、その後低い濃度で推移しています。
- 引き続き、モニタリングを継続していきます。



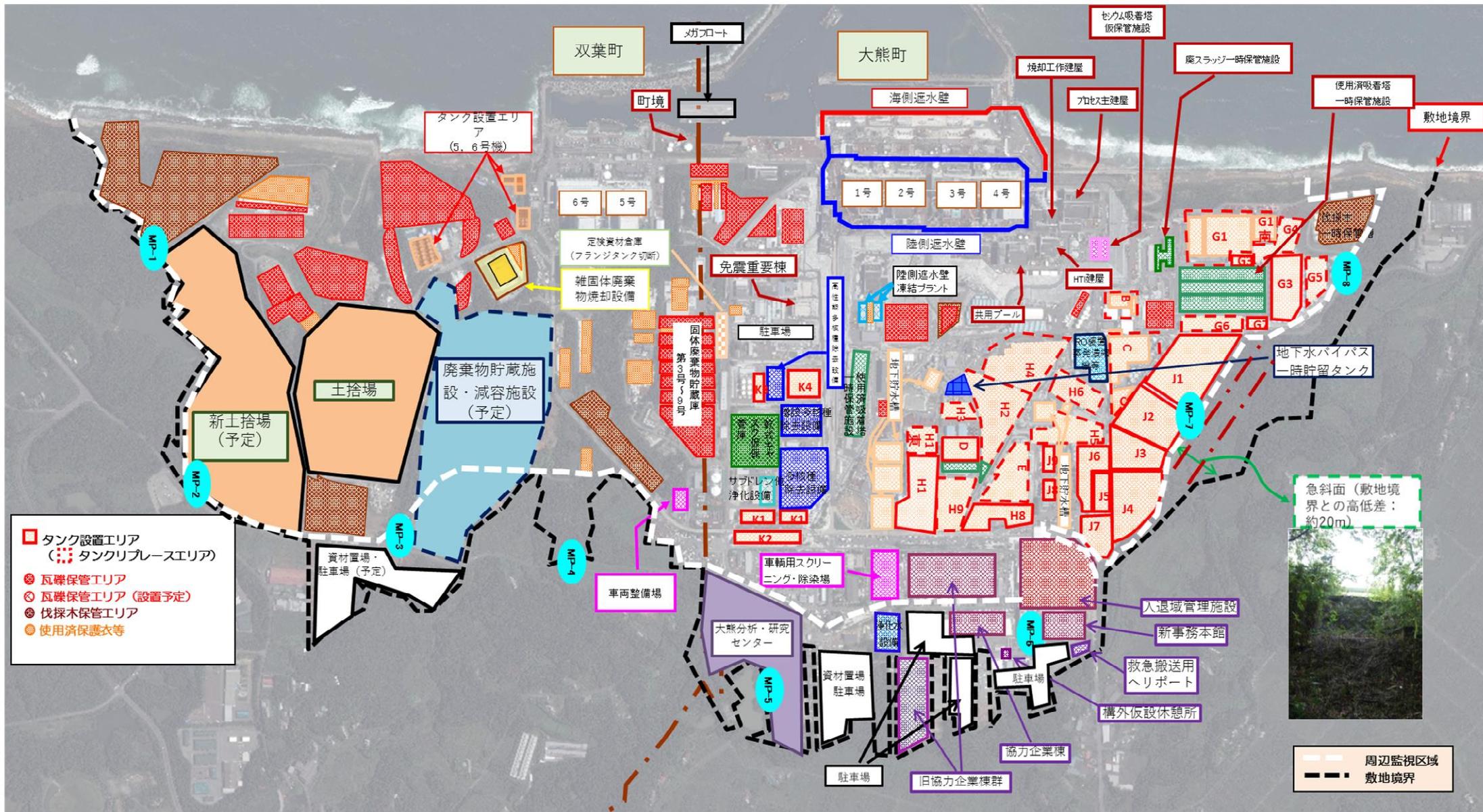
「参考」法令告示濃度

- セシウム137: 90Bq/L
- セシウム134: 60Bq/L
- ストロンチウム90: 30Bq/L

連続放射線モニター



【参考】構内配置図



2. プール燃料取り出しに向けた対応状況

2-1. 使用済燃料プールからの燃料取り出しの概況

■ 使用済燃料プール内の燃料取り出しについては、2014年12月に4号機が完了し、現在1～3号機の準備を進めています。

➤ 主な作業項目と作業ステップ



中長期ロードマップにおける 主要な目標工程

項目	時期
1号機燃料取り出しの開始	2023年度目処
2号機燃料取り出しの開始	2023年度目処
3号機燃料取り出しの開始	2018年度中頃

➤ 1号機の状況

- ・2017年12月に防風フェンス設置が完了しました。
- ・2018年1月からガレキの撤去を開始しました。



➤ 2号機の状況

- ・2017年2月に前室の設置が完了しました。
- ・2018年4月に開口設置作業を開始しました。



➤ 3号機の状況

- ・2015年に大型ガレキの撤去を完了しました。
- ・2018年2月ドーム屋根の設置を完了しました。



2-2. 1号機の状況

- 使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けて、オペフロ北側のガレキ撤去を1月22日より開始しました。
- 吸引装置等によるガレキ撤去作業を慎重に進めており、放射性物質濃度を監視している敷地境界付近や構内のダストモニタに有意な変動はありません。
- 引き続き、十分な飛散抑制対策と、放射性物質濃度の監視を行いながら、着実に作業を進めます。

オペフロの状況



*原子炉格納容器上蓋の上に被せるコンクリート製の蓋

ダスト飛散抑制対策

- ・ 月1回の頻度で飛散防止剤を散布し、ダストを固着し、飛散を抑制します。また、作業により新たに露出した作業範囲に対し、飛散防止剤を散布します。
- ・ 防風フェンス（2017年12月設置）により、ダスト飛散リスクを更に低減します。
- ・ 万一、警報が発報した場合は、散水によりダスト飛散を抑制します。

目的	ダストの飛散抑制	風の流入抑制	ダスト飛散の抑制
方法	飛散防止剤散布	防風フェンス	緊急散水
頻度	1回/月	—	警報発報時

イメージ	崩落屋根上面	崩落屋根下	防風フェンス	東	西
	<p>ガレキ (崩落屋根) 散布装置 ガレキ</p> <p>既存鉄骨 原子炉格納容器</p>	<p>散布装置</p>	<p>フェンス設置作業の状況 2017年12月撮影</p>	<p>散水方向 既設鉄骨</p> <p>原子炉建屋</p>	<p>防風フェンス</p>
				東	西

散水設備断面イメージ

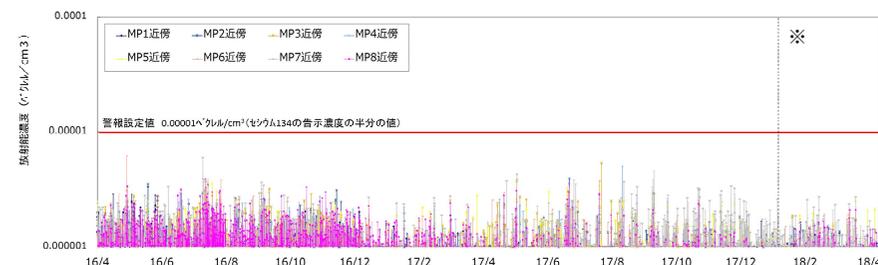
ガレキ撤去作業の状況（2018年2月）



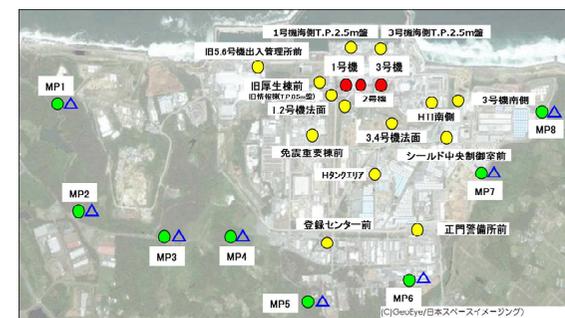
敷地境界近傍のダストモニタの監視状況

- ・ 敷地境界付近の空气中放射性物質濃度は、警報設定値に対して低い値で推移しています。

敷地境界近傍ダストモニタ指示値（2016/4～2018/4）



※オペフロ北側のガレキ撤去開始



2-3. 2号機の状況

- 使用済燃料プール内の燃料取り出しに向けて、周辺環境に影響を与えないための方策等を検討するため、オペフロ内で線量・ダスト濃度等を測定する調査を計画しています。調査にあたり、オペフロ内へアクセスするための開口設置作業を前室内で4月16日より開始しました。
- これまでのところ、放射性物質濃度の監視状況に有意な変動はありません。引き続き、安全を最優先に作業を進めます。

開口設置作業の進捗状況

- 開口設置にあたり、原子炉建屋の壁に直径10cm程度の穴を開け（コア抜き）、内壁面の汚染状況を確認したところ、入域実績がある原子炉建屋1階の汚染密度と同程度であることを確認しました。
- 今後、コア抜き・目地切りを進め、5月下旬より遠隔無人重機による開口部分の壁解体作業を開始します。

(参考) オペフロの調査状況



コア削孔箇所の作業状況（全景）



コア削孔装置設置状況



調査用コア採取状況



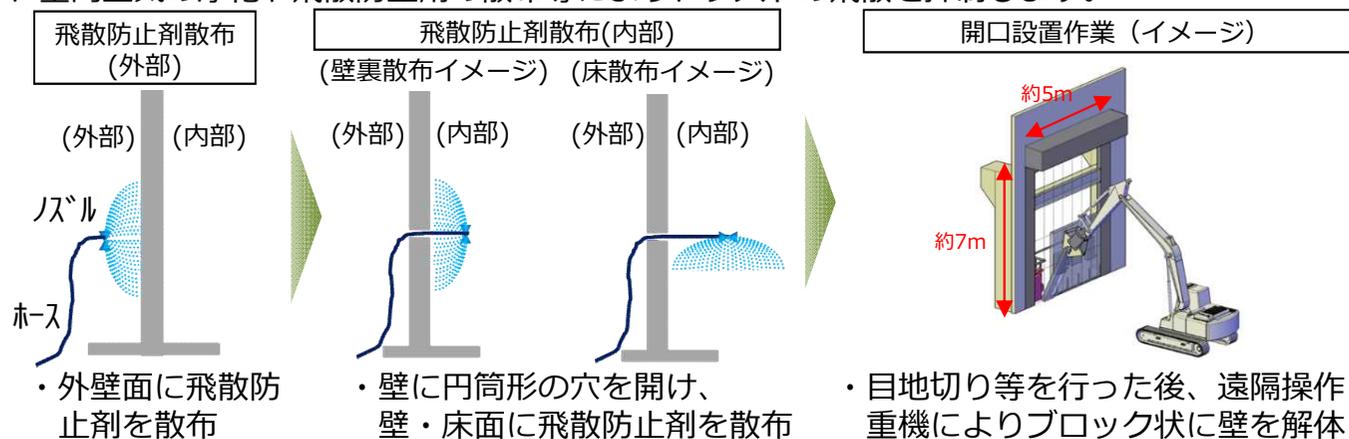
オペフロの線量状況（2012年6月）

開口設置作業とダスト飛散抑制

- 開口の設置作業にあたっては、室内空気の浄化や飛散防止剤の散布等により、ダストの飛散を抑制します。



前室設置状況

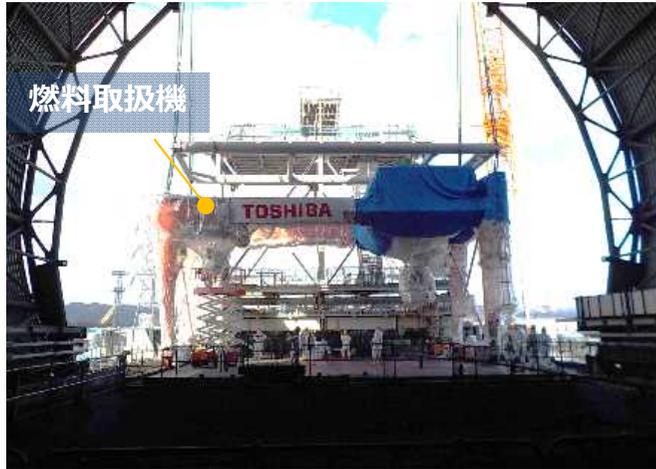


- 目地切り等を行った後、遠隔操作重機によりブロック状に壁を解体

2-4. 3号機の状況

- 2018年度中頃の燃料取り出し開始に向けて、準備を進めています。
- 2月23日に燃料取り出し用カバー全ドーム屋根の設置が完了し、現在、燃料取扱設備等の試運転を進めています。
- 今後、燃料取り出しの操作技量習熟に向けて実機による燃料取り扱い訓練やガレキ撤去を行い、燃料取り出しに備えます。

➤ 燃料取り出し用カバー等設置状況



燃料取扱機、ガーダ上への設置（撮影日2017年11月12日）



燃料取り出し用カバー設置状況（撮影日2018年2月28日）

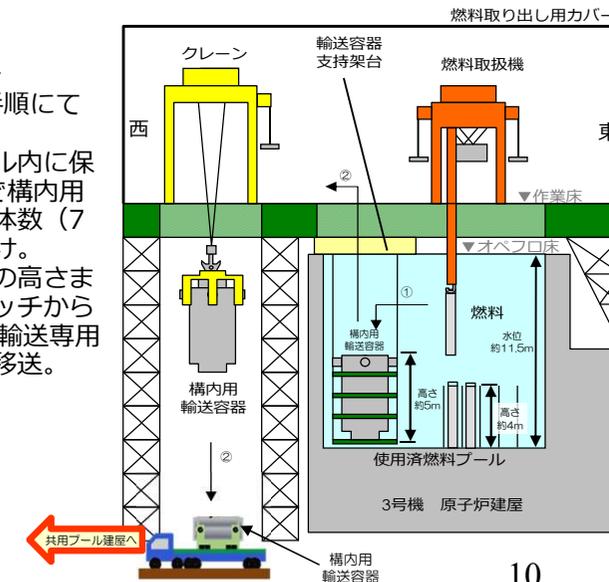
➤ スケジュール

年度	2016			2017												2018					
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	第1四半期	第2四半期	第3四半期
遮へい体設置 (含む移送容器支持架台)	I, II															現在					
FHMガーダ等設置	III, IV, V																				
ドーム屋根等設置				VI, VII, VIII, IX												試験運転					
燃料取り出し																	プール内ガレキ撤去 燃料取り出し実機訓練 燃料取り出し開始				

➤ 燃料取り出し作業（概要）

- 燃料取り出し作業は、以下の概略手順にて行います。
- 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。輸送容器の収納体数（7体）の燃料を収納後、蓋を締め付け。
- ② クレーンにて、輸送容器を作業床の高さまでつり上げた後、吹き抜け状のハッチから約30m下の地上へ荷下ろし、構内輸送専用車に搭載し、共用プール建屋へ移送。

（補足）プール内に残存する小瓦礫は、①の作業と並行して燃料取扱機の専用治具を用いて取り除き、瓦礫収納容器に収納します。



10
燃料取り出し作業イメージ

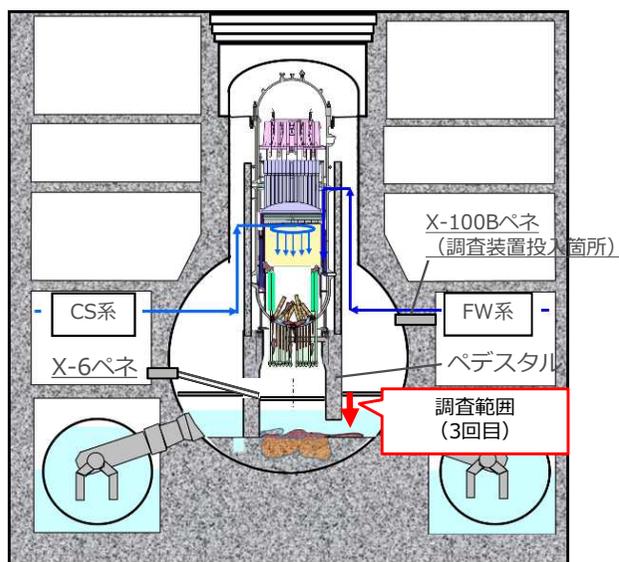
3. 燃料デブリ取り出し準備に向けた状況

3-1. 燃料デブリ取り出し準備に向けた概況

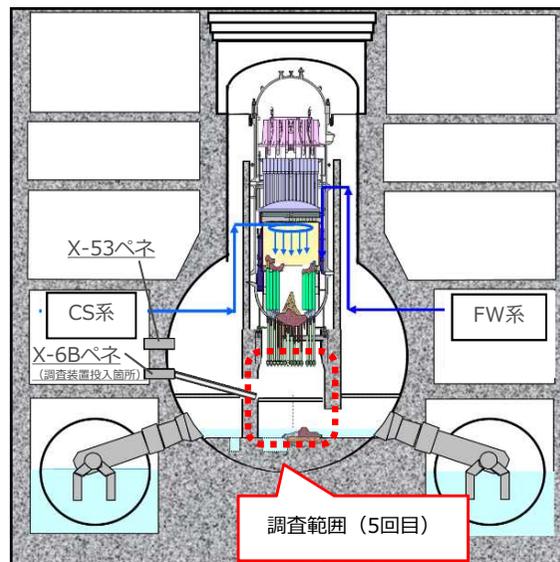
- 1号機では、溶融した燃料のほぼ全量がペDESTALへ落下しており、炉心部にはほとんど燃料が存在していないと推定しています。
- 2・3号機では、溶融した燃料の内、一部は原子炉圧力容器底部またはペDESTAL※へ落下し、一部は炉心部に残存していると考えられています。

※原子炉圧力容器を支える基礎

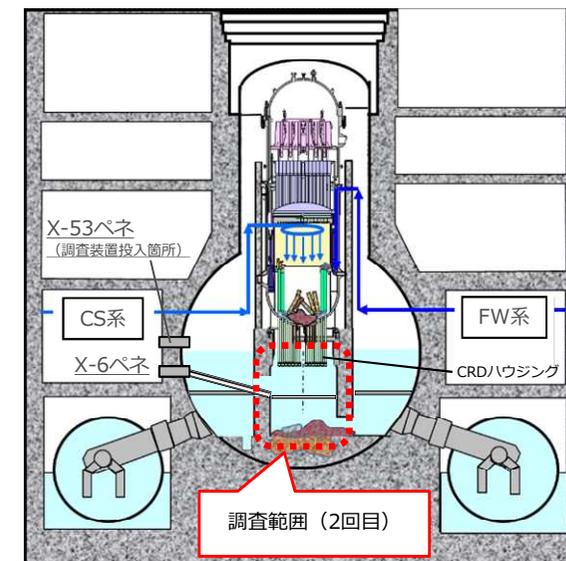
➤ 1号機



➤ 2号機



➤ 3号機



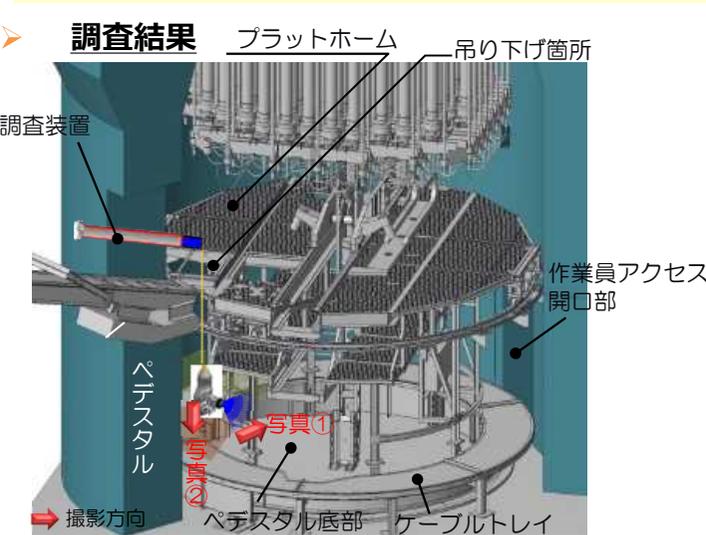
調査実績	主な調査結果
1回目 (2012/10)	<ul style="list-style-type: none"> 1階グレーチング (格子状の床) からカメラ・線量計を吊り下ろし、ペDESTAL外地下階を調査しました。 底部に近づくほど線量が上昇する傾向や、落下物等を確認しました。
2回目 (2015/4)	
3回目 (2017/3)	

調査実績	主な調査結果
1回目 (2012/1)	<ul style="list-style-type: none"> 吊り下ろし機構を有する調査装置を用い、ペDESTAL内プラットフォーム下の調査を行いました。 燃料集合体の一部がペDESTAL底部に落下しており、その周辺に確認された堆積物は燃料デブリと推定しました。
2回目 (2012/3)	
3回目 (2013/8)	
4回目 (2017/1~2)	
5回目 (2018/1)	

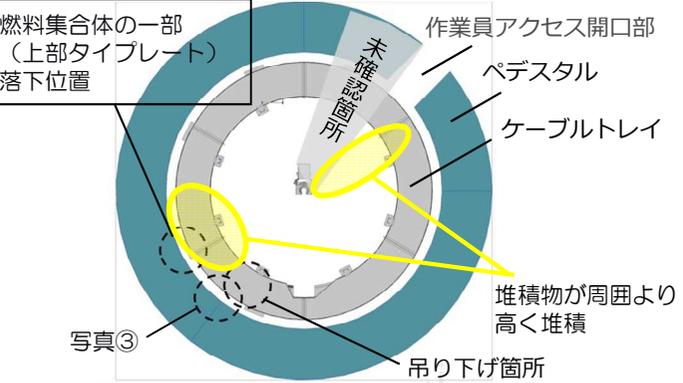
調査実績	主な調査結果
1回目 (2015/10~12)	<ul style="list-style-type: none"> 水中遊泳式調査装置を用い、ペDESTAL内の調査を行いました。 CRDハウジング近傍で炉内構造物と推定される構造物を確認しました。また、複数の落下物・堆積物を確認しました。
2回目 (2017/7)	

3-2. 2号機 原子炉格納容器内部調査結果

- 1月に実施した格納容器内部調査で取得した画像を分析した結果、燃料デブリを含むと思われる堆積物がペDESTAL底部に堆積している状況を確認しました。
- 底部には冷却水が降り注いでいることと、温度測定値が20℃程度であることから、堆積物は注水している冷却水により、安定した冷却状態が維持出来ていると考えています。
- ペDESTAL底部の堆積物は、周囲より高く堆積している箇所が複数あることから、燃料デブリの落下経路が複数存在していると推定しました。
- なお、支柱などの底部の構造物やペDESTAL内壁面において、大きな変形や損傷は確認されていません。



ペDESTAL内部 (断面図イメージ)



ペDESTAL底部 (平面図イメージ)



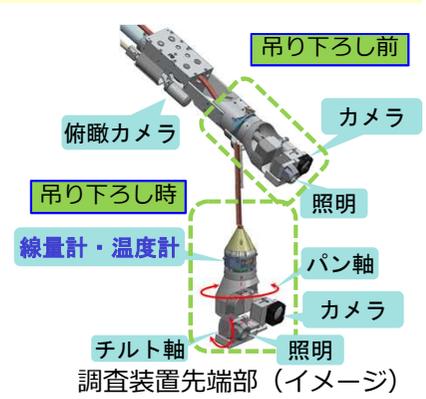
写真① ペDESTAL底部の状況



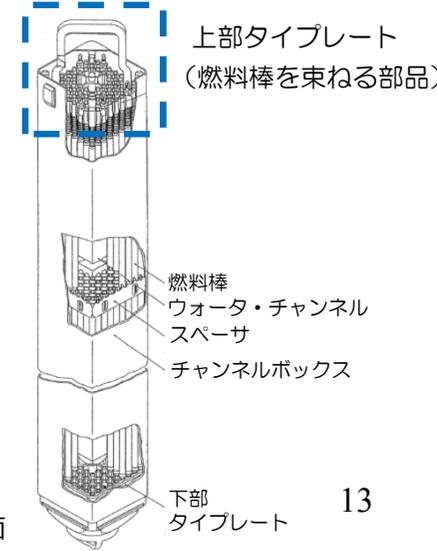
写真② ペDESTAL底部の状況



写真③ ペDESTAL内壁面



(参考) 燃料集合体の概要図



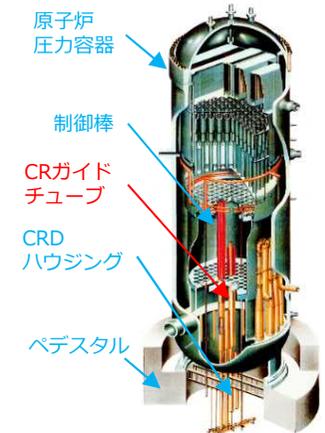
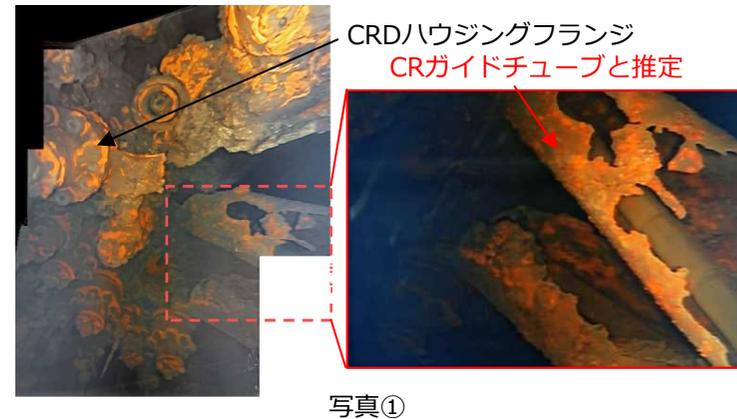
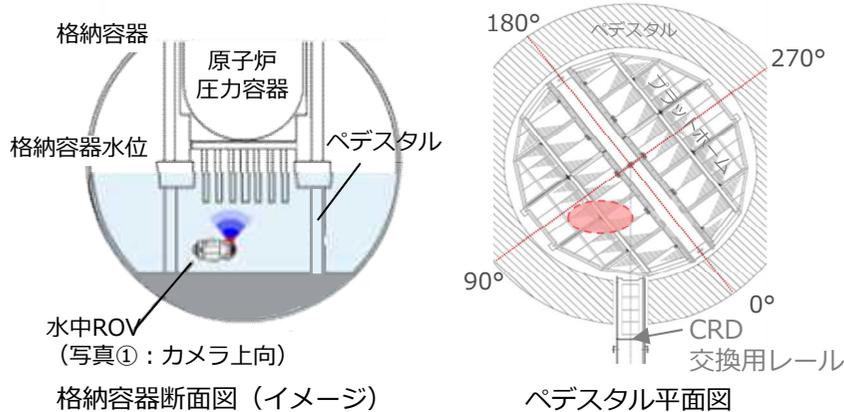
3-3. 3号機 原子炉格納容器内部調査結果

- 2017年7月に水中ROV（水中遊泳式遠隔調査装置）を用いてペDESTAL内の調査を実施し、グレーチング等の複数の落下物・堆積物や構造物の損傷、炉内構造物と推定される構造物等を確認しました。
- また、ペDESTAL内部の全体像を把握するため、調査で取得した映像による3次元復元を行いました。
- 復元により、回転式のプラットホームがレール上から外れ一部が堆積物に埋まっている状況等、構造物の相対的な位置を視覚的に把握することが出来ました。
- これらの結果を装置設計に活かす等、引き続き燃料デブリ取り出しに向けた検討を進めます。

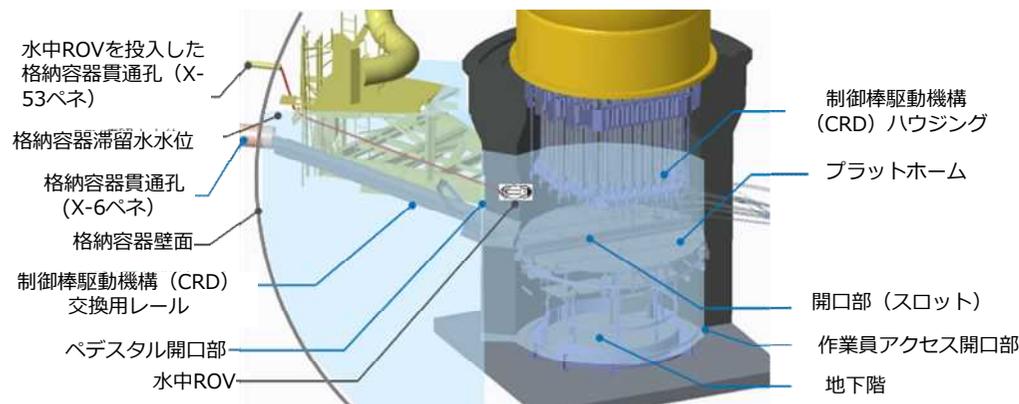
調査結果（概要）

- CRD（制御棒駆動機構）ハウジング近傍において、炉内構造物（CRガイドチューブ等）と推定される構造物を確認しました。

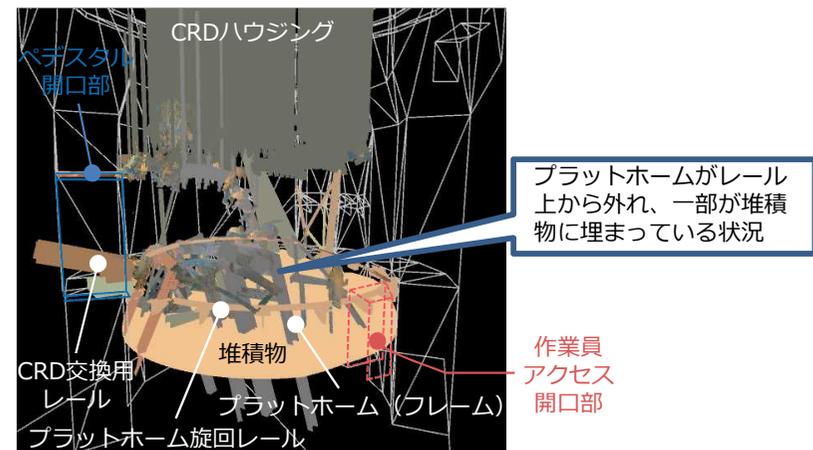
（参考）原子炉圧力容器内構造物（概要）



原子炉格納容器内部調査概要



映像からの3次元復元



4. 汚染水対策の概要と現在の状況

4-1. 「汚染水対策」の3つの基本方針

- リスク低減の優先順位が高かった汚染水の問題に対して、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。
- また、中長期ロードマップでは対策の進捗状況を分かりやすく示す目標工程（マイルストーン）を設定しており、優先度の高いリスク源である建屋内滞留水については、2020年内の処理完了を目指しています。

基本方針

予防的・重層的な対策

主な進捗状況

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(※)内の汚染水除去

多核種除去設備等による処理を進めています。(P.17)

(※) 配管などが入った地下トンネル

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

陸側遮水壁が効果を発揮し、サブドレン等との重層的な対策により汚染水の発生量が抑制しています。更なる汚染水発生量抑制に向けた調査・対策を進めています。(P17~19)

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)

発生する汚染水に対して必要なタンク容量を確保するためのタンク建設を進めると共に、フランジ型タンクから溶接型タンクへのリプレースを進めています。(P17)

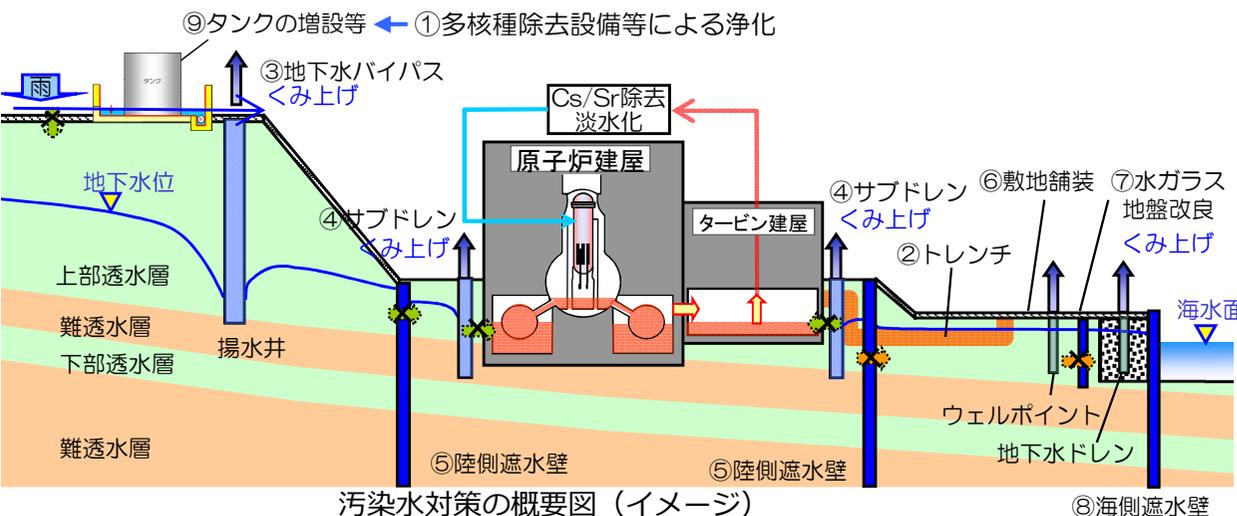
建屋内滞留水処理

- ・ 建屋滞留水の貯蔵量の低減
- ・ 建屋滞留水の浄化

建屋滞留水の水位を計画的に低下させています。また、震災直後より高濃度の汚染水を貯留していた復水器からの水抜き作業を完了しました。

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)

内容	時期
汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制	2020年内
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
1、2号機間及び3、4号機間の連通部の切り離し	2018年内
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
建屋内滞留水の処理完了	2020年内

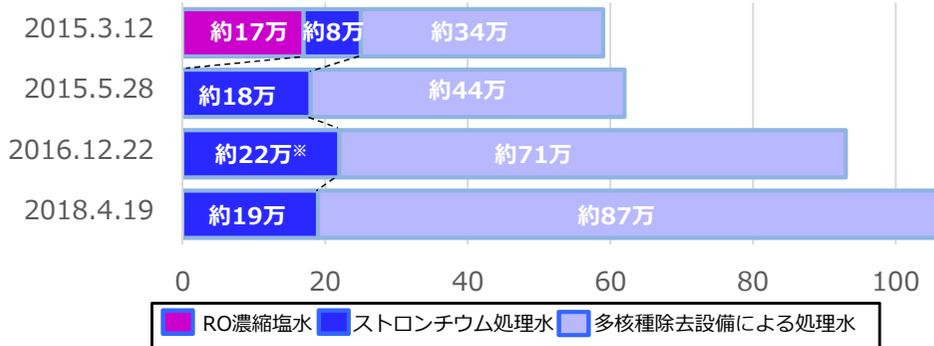


4-2. 汚染水対策の概況

- 日々発生する汚染水は、放射性物質の濃度を低減（リスクを低減）し、タンクに貯蔵しています。
- 増え続ける汚染水の問題に対して、サブドレン・陸側遮水壁等の対策を重層的に進め、建屋に流れ込む地下水の流入量を低減しています。
- 限られた敷地内で効率的に貯蔵することや、フランジタンクの漏えいリスクを低減することを目的に、信頼性の高い溶接型タンクへのリプレースを進めています。

貯蔵状況

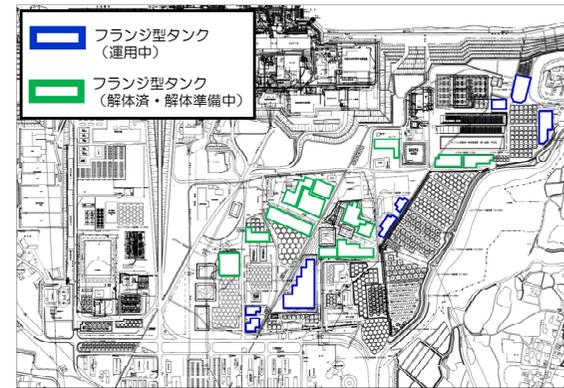
2015年5月、貯蔵タンクの底に残る水を除いた、ストロンチウムを含む汚染水（RO濃縮塩水）の浄化処理を完了しました。現在、セシウムとストロンチウムの濃度を先行して低減したストロンチウム処理水の多核種除去設備による浄化処理を進めています。



※ストロンチウム処理水が減少していない理由：
 ・2016年4月以降、建屋流入量が想定よりも減少しなかったこと。
 ・建屋の水位を計画的に下げていること。

フランジ型タンクの運用状況

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溶接型タンクへのリプレースを順次実施しており、2018年度中には全ての処理水が溶接型タンクに貯留される予定です。



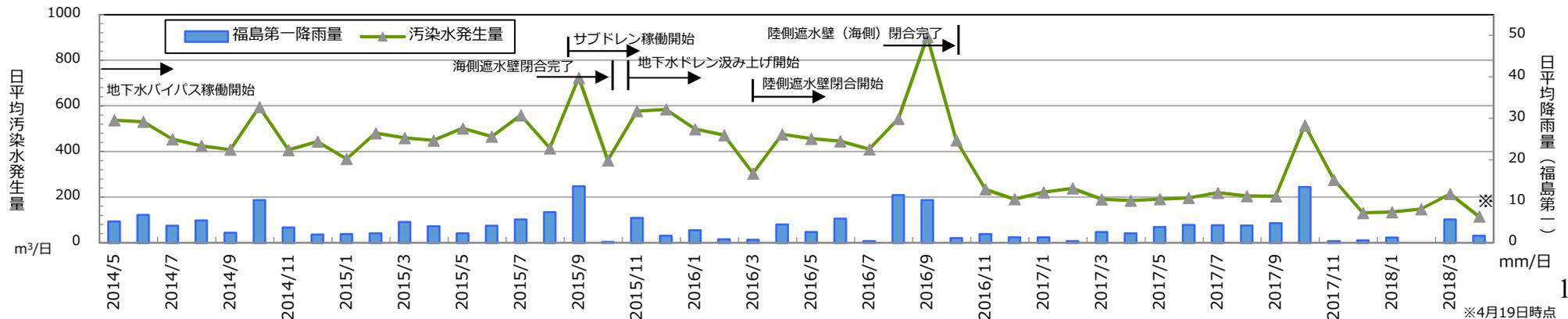
フランジ型タンク運用エリア

【フランジ型タンクの使用状況】
(2018.4.12時点)

- ・運用中エリア
 ➡ 106基
 - ・解体・解体準備中エリア
 ➡ 228基
- (参考) 1-4号機タンク基
 ➡ 864基

汚染水発生量の推移

汚染水発生量は、「近づけない」対策を着実に実施した結果、降雨等により変動はあるものの、対策実施前に比べ低減しています。



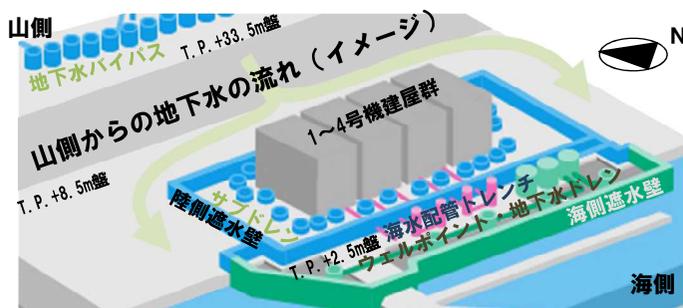
※4月19日時点

4-3. 重層的な汚染水対策の効果

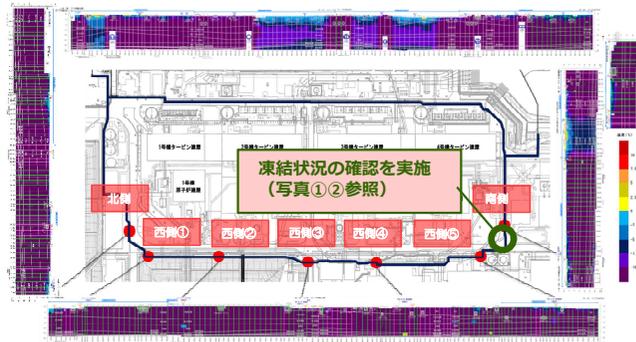
- 陸側遮水壁の閉合に伴い、山側からの地下水は遮水され建屋周辺を迂回しており、陸側遮水壁内側エリアへの地下水供給が抑制されています。サブドレン等の重層的な汚染水対策の中で陸側遮水壁が効果を発揮することで、汚染水発生量は低減しています。
 - 「雨水・地下水に起因する汚染水発生量」は、閉合前490m³/日だったものが、閉合後110m³/日となり、1/4程度まで低減しています※1。
 - 廃炉作業に伴い発生する建屋への移送量を含めた汚染水発生量は、渇水期ではあるものの、平均降雨における2020年内の目標としている150m³/日※2を下回っています。
- これらの結果について、3月7日に開催された汚染水処理対策委員会にて審議いただき、汚染水の発生を大幅に抑制することが可能となったとの評価が得られました。
 - 陸側遮水壁が効果を発揮し、サブドレン・フェーシング等との重層的な汚染水対策により地下水位を安定的に制御し、建屋に地下水を近づけない水位管理システムが構築されました。

※1：降雨による推定誤差が小さい渇水期に重層的な汚染水対策による効果を評価
 ※2：中長期ロードマップにおける主要な目標工程（マイルストーン）

➢ 重層的な汚染水対策の効果（イメージ）



➢ 陸側遮水壁の凍結状況



➢ 陸側遮水壁内外の地下水位差



写真① 陸側遮水壁内側

写真② 陸側遮水壁外側

➢ 汚染水発生量の低減状況（渇水期の比較）



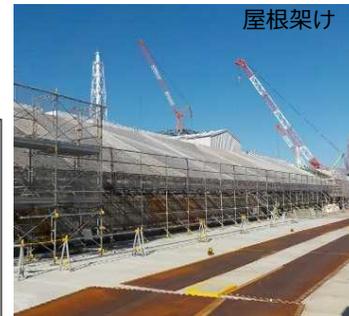
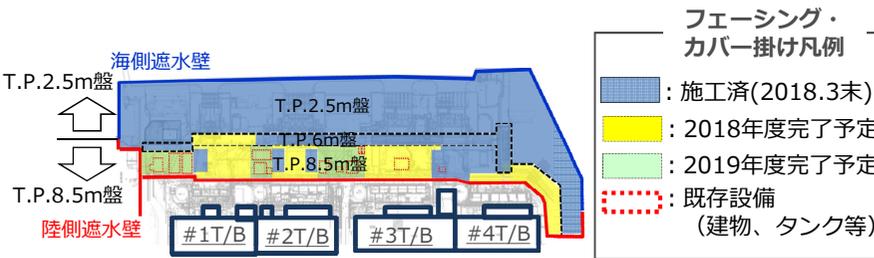
※3：廃炉作業に伴い発生する移送量（例：オヘコ散水、薬液の注入等）
 ※4：～2日

4-4. 今後の取り組み

- 大雨時は、舗装されていないエリアに降った雨水の土壌への浸透や、屋根損傷部から想定を超える雨水が建屋へ流入すること等により、建屋流入量が増加しています。
- 土壌浸透への対策として、雨水の浸透を抑制するフェーシングや、建屋周辺の地下水を汲み上げるサブドレン処理系統を強化する取り組みを進めています。
- 屋根損傷部等の経路からの建屋流入に対しては、損傷部への屋根掛け等の雨水対策や、流入経路の調査・対策を進めています。
- 引き続き、更なる汚染水発生量の低減に向けて、取り組みを進めます。

フェーシング (T.P.2.5m盤汲み上げ量抑制対策)

- ① T.P.2.5m盤, 6m盤, 8.5m盤のフェーシング・カバー掛け
- ② 目地止水・クラック補修等の保全を適宜実施



T.P.6m盤法面の対策状況

屋根損傷部からの雨水流入

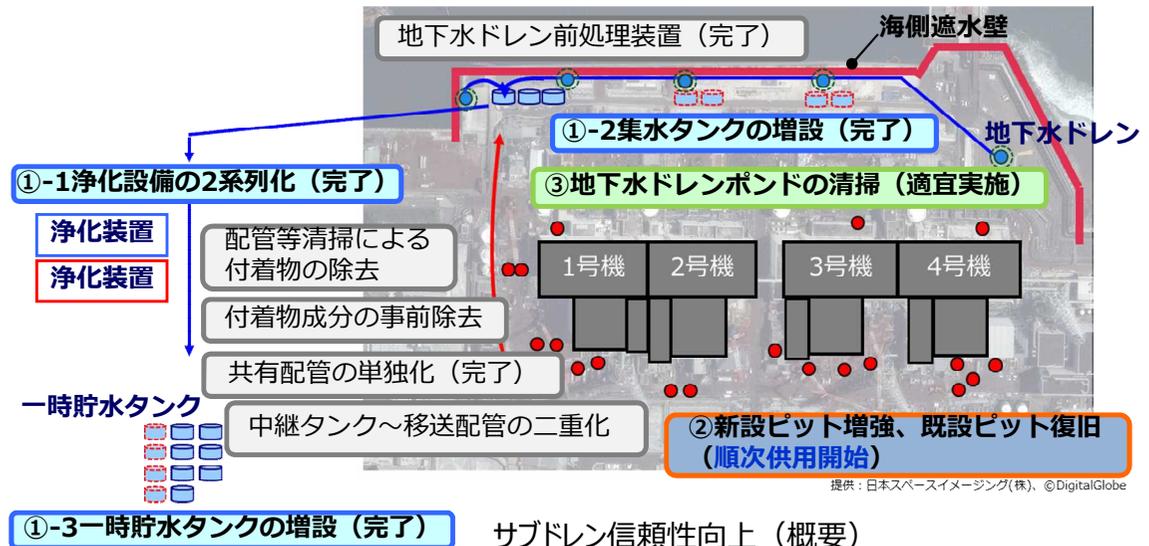
短期間に非常に多くの降雨があると、ルーフトレンからの排水が間に合わず、屋根損傷部から想定していた範囲より広範囲の雨水が流入して可能性を抽出しました。



3号機タービン建屋上屋の状況 (2011年時点)

サブドレン設備強化策の概要

- ① サブドレン系統処理能力向上対策 () 【完了】
900m³/日 ⇒ 現状1,500m³/日
- ② サブドレンくみ上げ能力向上対策 () 【継続実施中】
大雨時の地下水位上昇の緩和・早期解消
- ③ 地下水ドレンくみ上げ能力向上対策 () 【適宜実施】
500m³/日 ⇒ 現状900m³/日
- ④ 上記以外の対策 () 【継続実施中】



提供：日本スペースイメージング(株)、©DigitalGlobe

5. 廃棄物対策の状況

5-2. 主な進捗状況

▶ 固体廃棄物貯蔵庫第9棟の運用開始

- 既存棟（1～8棟）の4割程度の保管容量を有している固体廃棄物貯蔵庫9棟の運用を、2月1日より開始しました。
- これにより、1号機オペフロのガレキ撤去や2号機の原子炉建屋上部解体に伴い発生する高線量のガレキ等の保管容量を確保出来ます。



貯蔵庫棟外観



貯蔵庫内部の状況

▶ 保管容量

約61,200m³ 200ℓドラム缶 約110,000本相当
 (参考) 1～8棟の保管容量：200ℓドラム缶 約284,500本相当

▶ 保管方法



ドラム缶



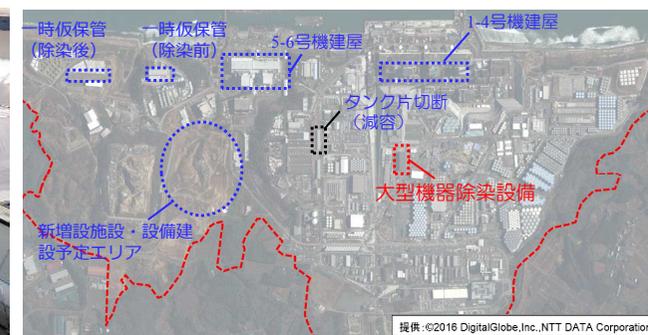
角型容器

▶ 大型機器除染設備の設置完了

- フランジタンクの解体片等を除染するための大型機器除染設備を設置しました。試運転の結果を踏まえ、5月より運用を開始する予定です。
- これまで、フランジタンクの解体片は容器に収納し屋外で保管していましたが、大型機器除染設備で研磨材吹き付けによる除染をした上で、解体片は容器に収納して屋外で保管し、除染により除去した汚染物は、遮へい機能を備えた建屋内で保管します。

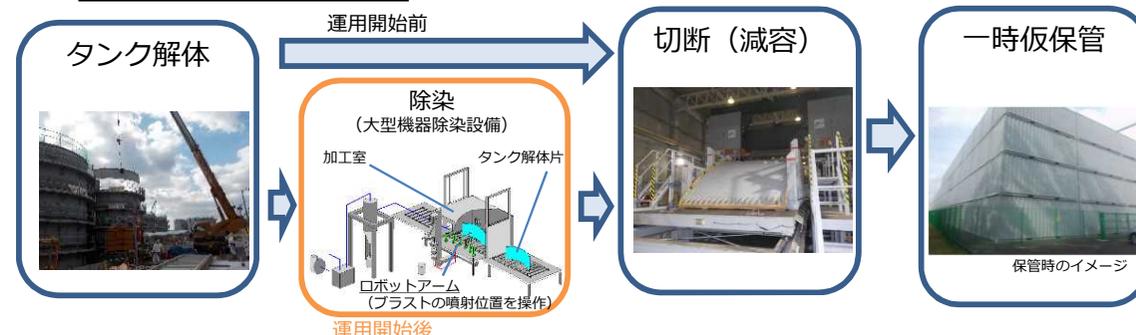


大型機器除染設備



構内配置図

▶ 解体から保管までの流れ



6. 自動運転EVバスの導入

6. 自動運転EVバスの導入

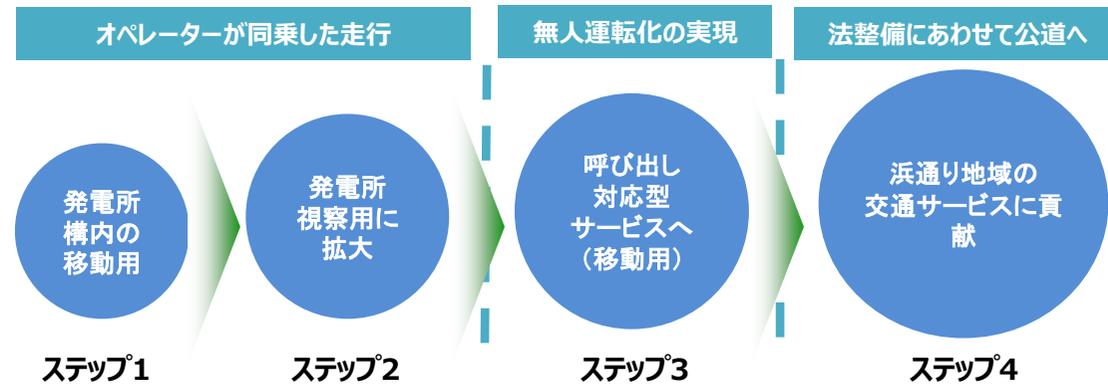
- 福島第一構内のインフラを整備し、廃炉事業をより円滑に進めるため、4月18日に自動運転EVバスを導入しました。
- 当面はオペレーターが同乗して走行し、段階的に無人運転化へ移行する計画としており、これまで安全に運行を継続しています。
- 今後、福島第一原子力発電所で自動運転の実績を積み重ね、将来的に地域の貢献に繋げてまいります。

導入の目的・意義 ～廃炉事業をより円滑に進める～

- 1 構内移動の効率化・利便性向上**
テクノロジーの活用により、現場で働く皆さんが「行きたいときに」「行きたいところへ」移動できる環境を段階的に実現
- 2 車両管理の改善**
EVバスの導入を拡大し、構内の移動用車両を徐々に置き換え、運行状況を一元的に把握すると共に、油漏れトラブルを削減
- 3 作業員の誇り**
最先端技術による作業環境改善を国内外の皆さまにお伝えすることで、現場で働く皆さんの誇りに
- 4 バス運転手の被ばく量低減**
環境改善は進んでいるものの、可能な限り被ばくを減らしたい
⇒バス運転手1人あたりの被ばく量 1～2mSv/年（2016年度）

自動運転EVバスの今後の展開

・福島第一原子力発電所で自動運転の実績を積み重ね、そのノウハウを地元自治体の皆さまに積極的に提供し、浜通り地域の交通サービスに貢献ならびに復興に努めていく。



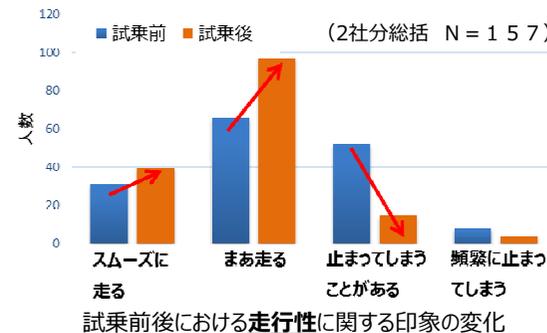
運行ルート

フランスのNAVYA社が製造する「商品名：ARMA」を3台導入します。



【参考】テスト走行時の試乗者からのアンケート結果総論

- ・試乗により「とても安心」または「安心」と感じる人が5割増加
- ・安心と感じた声の例
 - 試乗することにより不安感がとれた
 - 障害物を感知して減速していた



- ・試乗により走行性が良いと感じる人が増加
- ・ただし、スピードに関しては少し遅いというコメントもあったため、今後安全に配慮しつつも自動運転の設定調整を行い、スピードUPを図っていく必要がある

