

# 福島第一原子力発電所の 燃料取り出し等に向けた取組み

2016年9月5日

東京電力ホールディングス株式会社

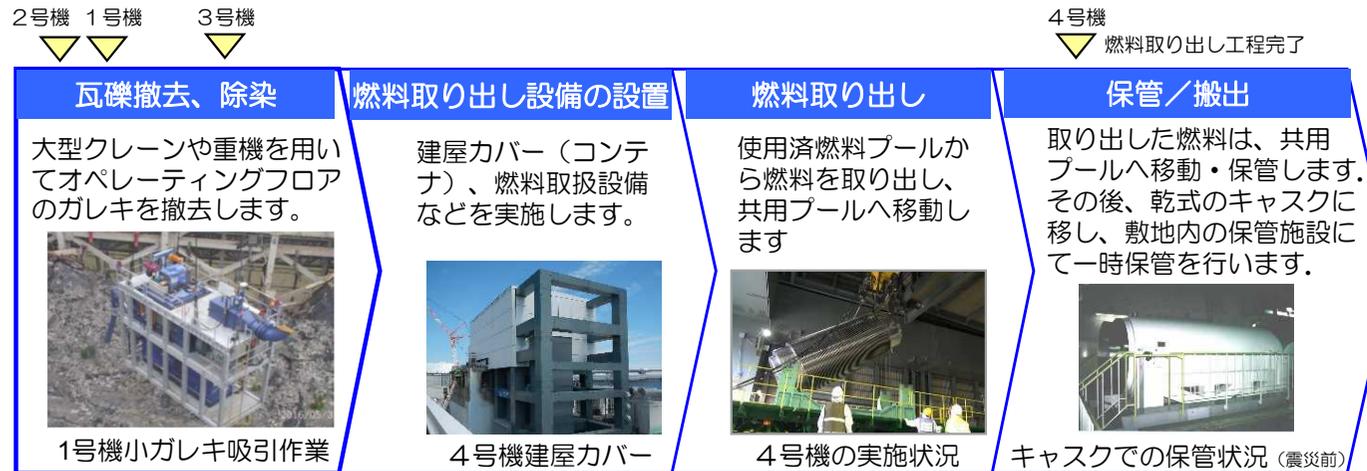
# 1. 廃止措置等に向けたロードマップ全体イメージ

- 1～3号機の使用済燃料プール内の燃料および燃料デブリ取り出しに向けて、建屋の除染や格納容器内の調査を進めています。
- 1号機では、2016年2月4日～6月14日にかけて、原子炉建屋の既存鉄骨上に散水設備の設置を行い、現在、建屋カバーの壁パネル取り外しに向けた準備を行っています。
- 2号機では、2016年3月～7月にかけて、ミュオン（宇宙線）による原子炉圧力容器内の撮影を行い、原子炉圧力容器底部に燃料デブリと思われる高い密度の物質が存在していることを確認しました。
- 3号機では、2016年4月12日より、原子炉建屋最上階（以下、オペレーティングフロアという。）のさらなる線量低減のため、遮へい体の設置を進めております。

## 〔使用済燃料プールからの燃料取り出し〕

### 主な動き

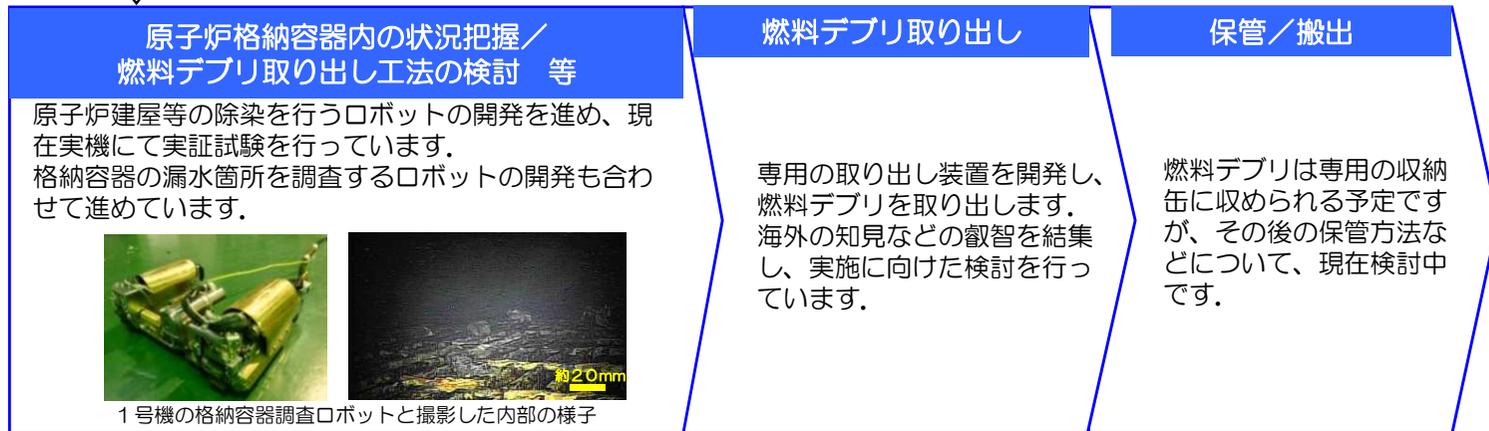
- 2016.2.4～6.14  
1号機にて、散水設備の設置が完了
- 2016.4.12～  
3号機にて、オペレーティングフロアへの遮へい体設置作業を実施中



## 〔燃料デブリ（溶融燃料）取り出し〕

### 主な動き

- 2016. 3.22  
2号機にて、ミュオンによる燃料デブリ調査を開始
- 2016. 7.28  
2号機のミュオン調査の結果報告



(注) 使用済燃料 : 原子炉で使用された後の燃料を指します。核分裂による放射性物質を内包し、放射線に対する遮へいと崩壊熱の除去が必要となります。  
燃料デブリ : 燃料と、燃料を覆っていた金属の被覆管などが溶け、再び固まったものを指します。

## 〔原子炉施設の解体等〕



# 2-1. 1号機の概要

- 2016年9月中旬より、建屋カバーの壁パネルの取り外し作業を計画していますが、ダスト飛散を抑制するために、散水設備の設置や噴霧試験、崩落屋根上の小ガレキ吸引、飛散防止剤の散布などの準備作業を進めております。
- 前回のご説明の6月1日以降、上記の準備作業においてダストモニタに有意な変動はありませんでした。

2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
	現在				
建屋カバー解体 等					
▽すべての屋根パネルの取り外し完了		ガレキ撤去 等			
散水設備設置完了▽	▽9月中旬壁パネル取り外し			カバー・燃料取り出し装置設置 等	

## 主な作業の進捗

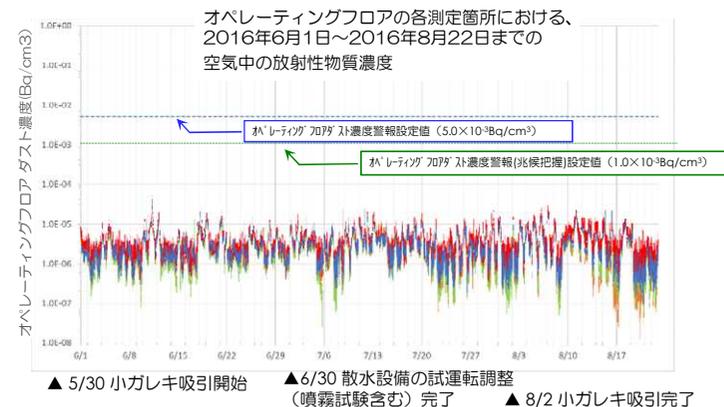
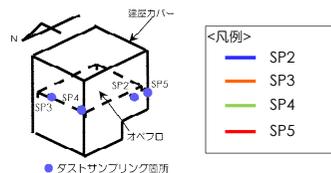
- 2016. 2. 3 支障鉄骨の撤去完了
- 2016. 2. 4 散水設備の設置開始
- 2016. 6. 14 散水設備の設置完了

## 主なトラブルと対応状況

前回報告以降はありませんでした。

## オペレーティングフロアのダストモニタの状況

- 建屋カバー解体工事の作業に伴うダストの発生はなく、オペレーティングフロアに設置しているダストモニタにも、警報発生などの異常はありませんでした。



## オペレーティングフロア上の小ガレキ吸引

- ダスト飛散リスクを低減させるため、壁パネル取り外し前に崩落屋根上のルーフブロック等の小ガレキの吸引を実施しました（使用済燃料プール上部を除く）。
- 小ガレキ吸引作業中、ダストモニタ・モニタリングポストに有意な変動はありませんでした。



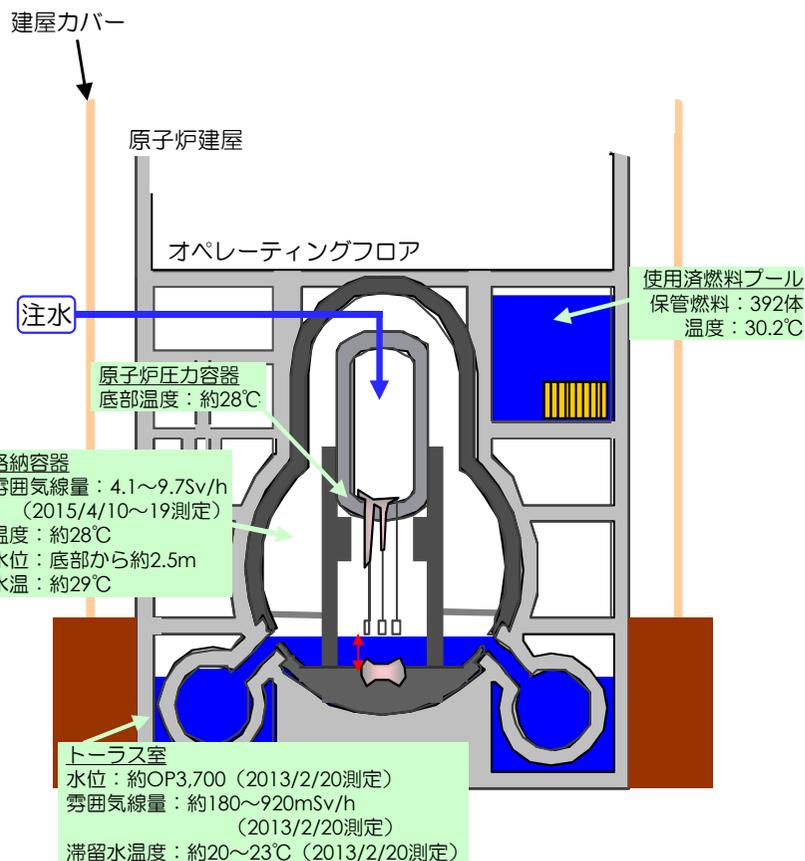
小ガレキ吸引装置



小ガレキ吸引状況



小ガレキ吸引状況(吸引後)



※日付のない温度は、2016年8月24日11:00現在の測定値

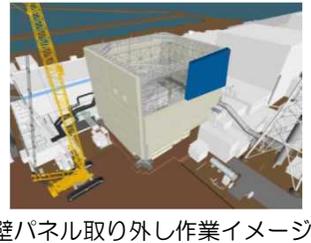
# 2-1. 1号機の概要 <建屋カバー壁パネル取り外し・ダスト飛散抑制対策>

## 1 建屋カバー解体工事の流れ



## 2 壁パネル取り外し手順

- 壁パネル取り外しは、9月中旬より開始し、1枚ずつ大型クレーンで吊上げ、解体・移動し、全18枚を約3ヶ月の期間で慎重に実施します。
- ダスト飛散リスクを低減するために、3に示す対策を実施しています。



※壁パネル：最大サイズ 23m×17m、最大重量 約20t

## 3 ダスト飛散抑制対策

### 散水設備の設置

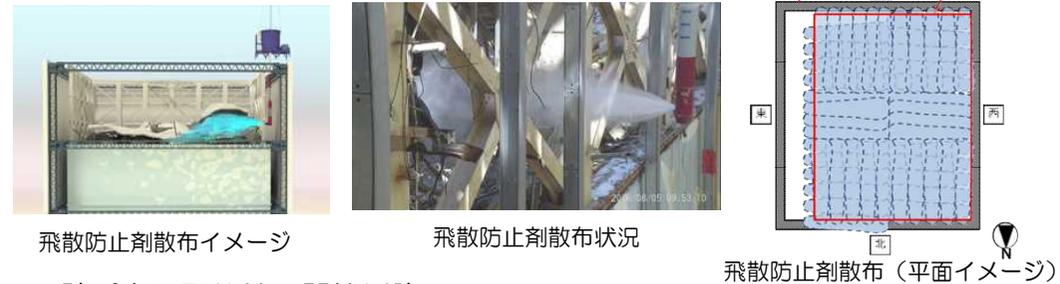
- 万一のダスト飛散に備え、重層的な対策のひとつとして散水設備を設置しました。
- 散水設備は13箇所(東面7箇所、西面6箇所)のノズルユニットを備え、実機による噴霧試験の結果、設計通りの散水量が確保されていることを確認しました。
- 万一のダスト濃度上昇の緊急時や、強風が予想される場合には、散水設備による散水を実施します。



### 飛散防止剤の散布

#### 壁パネル取り外し前

- 崩落屋根上面からの散布に加え、崩落屋根下のガレキに対して、壁パネル取り外し前に側面からの飛散防止剤散布を実施しています。およそ3週間をかけ、散布範囲が重なるような位置で、崩落屋根下の空間に隈なく飛散防止剤が行きわたるよう念入りに散布しています。
- 飛散防止剤は、平均風速25m/秒、瞬間風速50m/秒の強風下であっても飛散抑制効果を発揮することを確認済みです。



#### 壁パネル取り外し開始以降

- 定期的に崩落屋根上および下への飛散防止剤の散布を実施します(1回/月)。

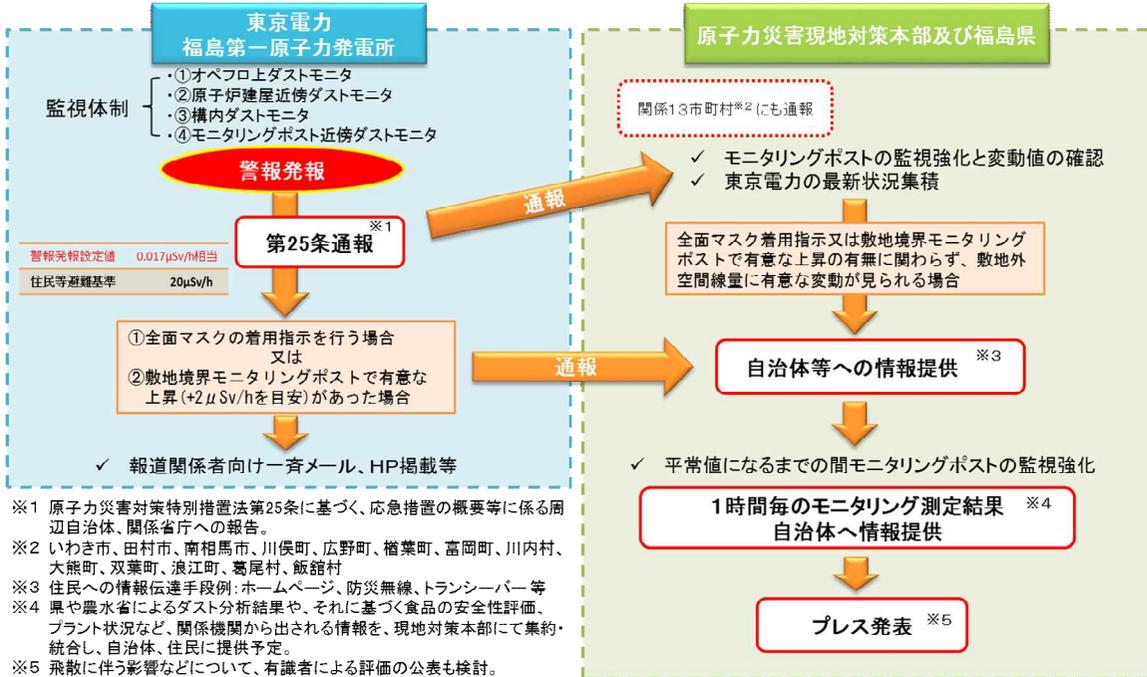
### ダスト濃度の監視

- ダスト濃度は、作業中だけではなく、夜間・休日も24時間体制で、オペレーティングフロア上4箇所に設置したダストモニタにより監視します。

# 2-1. 1号機の概要 <モニタリングおよび情報提供体制>

## 1号機建屋カバー解体作業時の情報提供体制

- 建屋カバー解体作業等においてダストが飛散する事態が発生した場合、国の原子力災害現地対策本部を基点として速やかに県や各市町村等に対して情報提供を行います。
- また、日々の計測データや分析結果を当社ウェブサイトでお知らせしております。



## <ウェブサイト掲載イメージ>

### 福島第一原子力発電所構内でのモニタリングポスト計測状況

福島第一原子力発電所構内のモニタリングポスト(MP-1~8)および可搬型モニタリングポスト、モニタリングカーにおいて測定している空気中の放射線量の測定結果をお知らせいたします。

#### 既設モニタリングポストデータ

計測地点

計測グラフ

拡大して表示する

### 福島第一原子力発電所敷地境界付近でのダストモニタ計測状況

福島第一原子力発電所の敷地境界にあるモニタリングポスト(MP-1~MP-8)近傍において測定している、空気中の放射性物質濃度の測定結果をお知らせいたします。

#### 計測地点

計測グラフ

拡大して表示する

## <情報提供体制>

### 作業実施後のモニタリング状況

【8月31日のモニタリング状況】

● オペフロ上のダストモニタで監視(1,3号機各4箇所※) : 警報値 5.0X10 <sup>-4</sup> (Bq/cm <sup>3</sup> )	警報の発報はありませんでした。
● 構内ノーマスクエリアのダストモニタ(10カ所) : 警報値 1.0X10 <sup>-4</sup> (Bq/cm <sup>3</sup> )	警報の発報はありませんでした。
▲ 敷地境界ダストモニタ(3箇所)による監視 : 警報値 1.0X10 <sup>-4</sup> (Bq/cm <sup>3</sup> )	警報の発報はありませんでした。
● 敷地境界モニタリングポスト(3箇所)	有意な変動はありませんでした。

# 2-2. 2号機の概要

- オペレーティングフロアの調査を実施し、燃料取り出しの方法を検討しています。
- 原子炉格納容器内部調査に向けて、調査装置を設置する作業エリアの線量低減対策を検討した結果、これまでの除染の効果に加え、遮へい体を設置することにより、線量目標を達成できる見通しを得たことから、装置の製作及び操作の習熟訓練を進めることとしました。
- 2016年3月～7月にかけて、ミュオンによる原子炉圧力容器内の撮影を行い、原子炉圧力容器底部にデブリの存在を確認しました。



## 主な作業の進捗

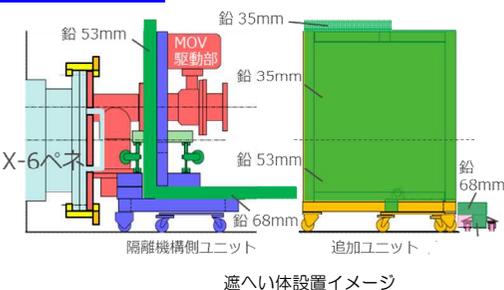
- 2015.9～ 原子炉建屋周辺の屋外エリアの整備を実施
- 2016.3～7 ミュオンによる原子炉圧力容器内の撮影及び評価実施

## 主なトラブルと対応状況

前回報告以降はありませんでした。

## 原子炉格納容器内部調査に向けた対応状況

- 調査用ロボットの投入口となるX-6ペネ周辺の線量率が高いため、除染を実施してきましたが、目標とする線量率(20mSv/h)には至りませんでした。
- そこで、遮へい体の開発を進めてきましたが、今般、これまでの除染の効果と遮へい体設置の組み合わせにより、線量目標を達成できる見込みが得られました。今後、遮へい体の製作や操作の習熟訓練を実施します。



遮へい体設置イメージ

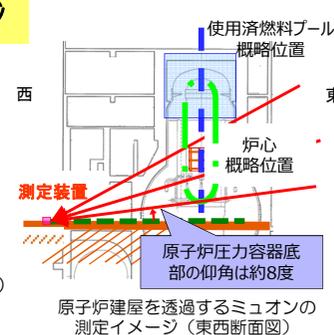
## ミュオン測定による炉内燃料デブリ位置把握

- 2016年3月～7月にかけて、ミュオンによる原子炉格納容器内の撮影を実施しました。(①)
- 得られたデータを評価した結果、原子炉圧力容器底部に燃料デブリと思われる高密度の物質が存在していることが確認されました。(②)
- さらに定量的な評価の結果、燃料デブリの大部分が原子炉圧力容器底部に存在していることが推定されました。(③)
- 今回得られた情報や、今後のロボットによる格納容器内部調査によって取得した情報を一つ一つ積み上げて、燃料デブリ取り出しに向けた取り組みをさらに進めてまいります。

### ① 測定イメージ

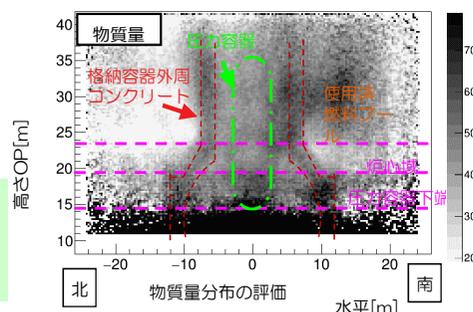


ミュオン測定装置設置 (約1m×1m×高さ1.3m)



原子炉建屋を透過するミュオンの測定イメージ (東西断面図)

### ② 測定結果

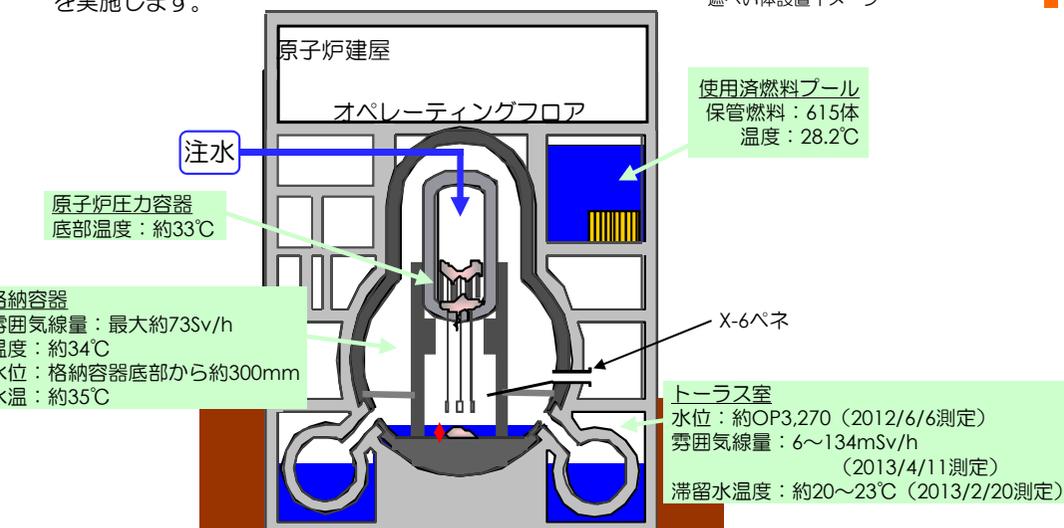


圧力容器底部に燃料デブリと思われる高密度物質の影を確認

### ③ 原子炉圧力容器の物質量の定量評価

	評価結果 [ton]	(参考) 事故前の物質 量* [ton]
① 炉心域 (シュラウド内)	約20～50	約160 (燃料集合体) 約15 (制御棒)
② 圧力容器底部	約160	約35 (構造物) 水の影響は非考慮
合計 (①+②)	約180～210	約210
(参考) ③ 圧力容器上部	約70～100	約80 (構造物)

定量評価の結果から、燃料デブリの大部分は圧力容器底部に存在していると推定



\*日付のない温度は、2016年 8月24日 11:00現在の測定値

# 2-3. 3号機の概要

- 燃料取り出しに向けて、オペレーティングフロアの線量低減作業、燃料取り出し用カバー作業や燃料取り出し訓練などを実施しています。
- オペレーティングフロアの除染作業が概ね終了し、更なる線量低減のため、遮へい体設置を進めています。

## 主な作業の進捗

- 2015.11.21 大型クレーンを用いたガレキ撤去作業が完了
- 2016. 3 オペレーティングフロアの除染作業が概ね終了
- 2016. 4.12 遮へい体設置作業開始

2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
ガレキ撤去 等	カバ-設置 等		燃料取り出し		
	▽現在				
	▽				
	・プールガレキ関連最終確認 ・除染、遮へい工事				

## 主なトラブルと対応状況

前回報告以降は特にありませんでした。

## 燃料取り出し用カバー

- 燃料取り出し用カバーは海上輸送します。



燃料取り出し用カバー完成イメージ

小名浜ヤードにおける燃料取り出し用カバー組立訓練 (撮影日：2016年6月3日)

## オペレーティングフロアの線量低減対策

- 燃料取り出し用カバー設置、燃料取扱設備設置工事は、できる限り無人重機による施工・作業を目指すものの、一部は有人作業となります。
- このため、除染及び遮へい体設置により、有人作業が実施可能なレベルまでオペレーティングフロアの線量低減を図る作業を進めています。
- 現在は右の図の各工区への遮へい体設置を行っており、9月末に線量測定を行って効果を確認する予定です。



原子炉建屋真上からみた遮へい体設置状況

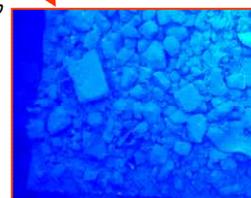
## 使用済燃料プール内の状況

- 使用済燃料プール内では、クレーン車を使用した大型ガレキの撤去は完了していますが、現状、小ガレキ（クレーン車で取り切れなかったガレキ）があります。燃料取り出し用カバー・燃料取扱設備を設置した後、使用済燃料の取り出しの支障となる小ガレキを除去し、燃料を取り出します。

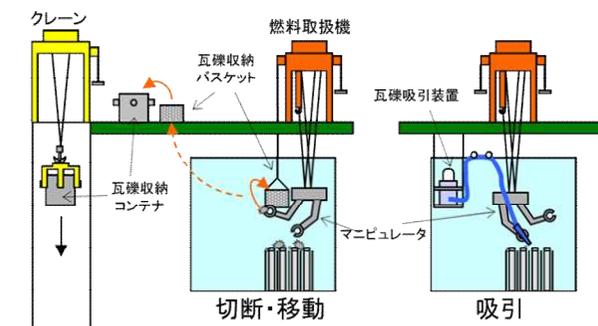


使用済燃料プール

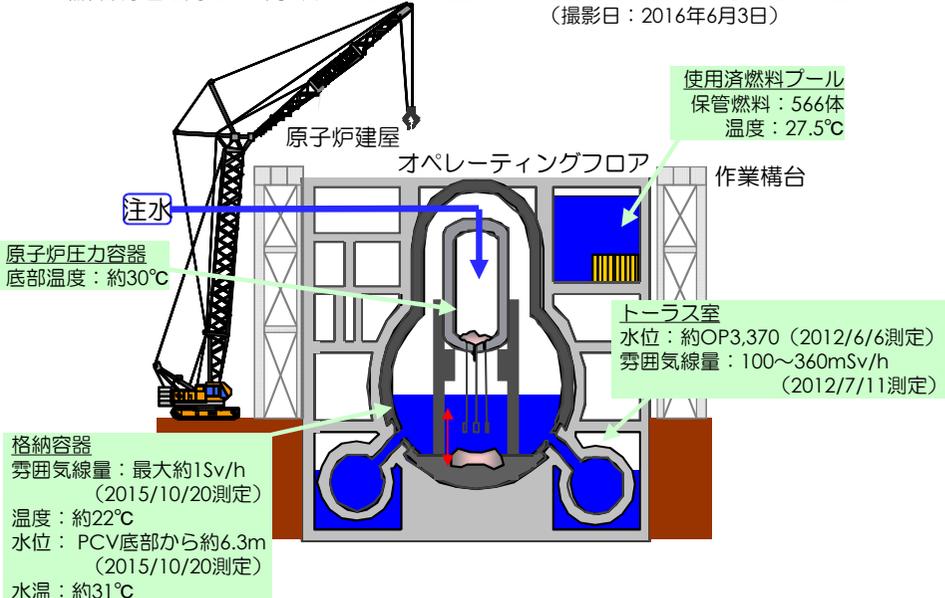
オペレーティングフロア



使用済燃料プール内のガレキの状況



使用済燃料プール内のガレキの除去方法のイメージ



※日付のない温度は、2016年8月24日11:00現在の測定値

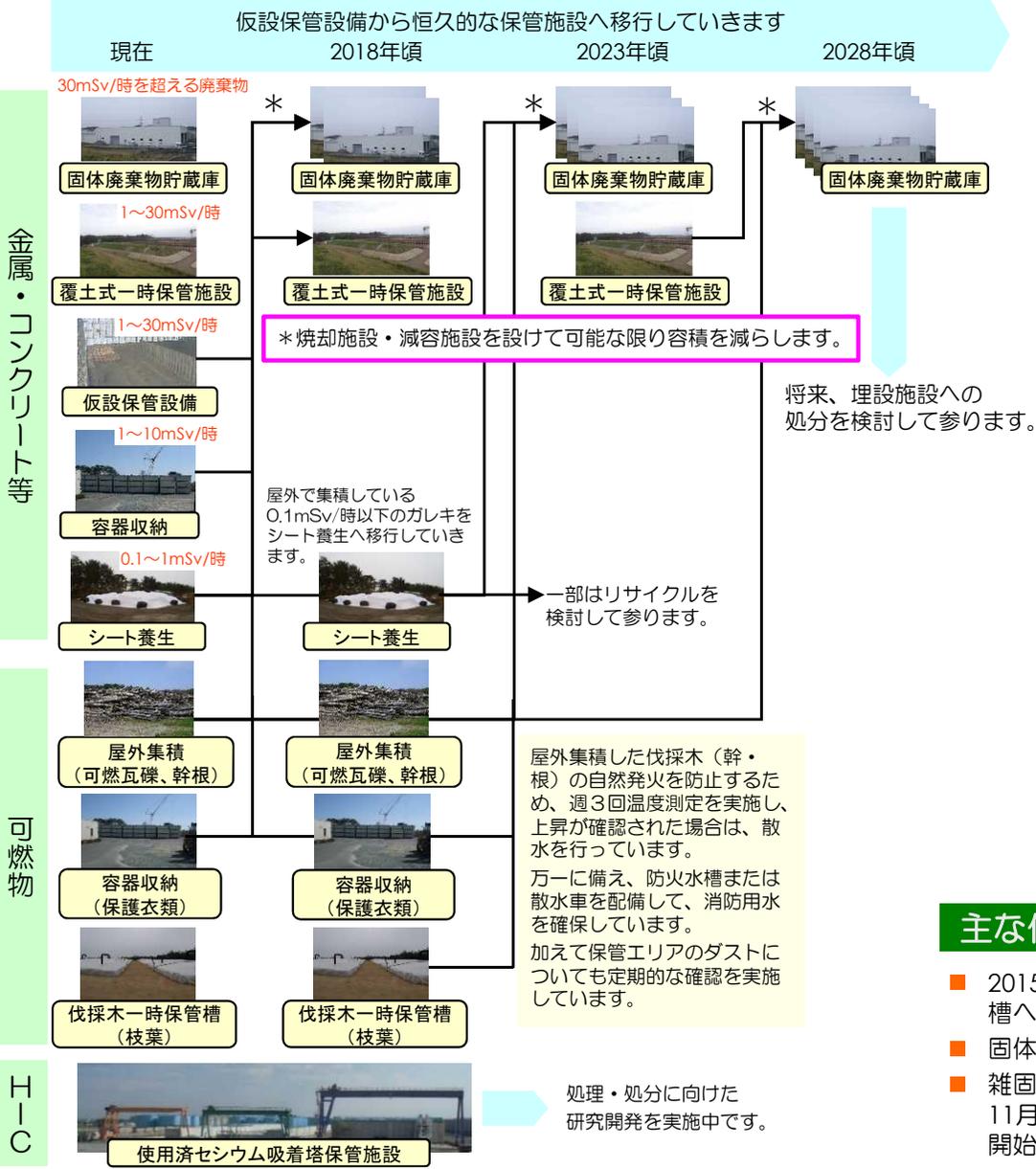
# 3. 福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた主要な目標工程

分野	これまでの主な取組	今後の取組					
		第2期（燃料デブリ取り出し開始まで）					第3期（廃止措置完了まで）
		2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	▼ 第2期終了（2021年12月）
<b>汚染水対策</b>							
取り除く	多核種除去設備による汚染水浄化等	▼ 敷地境界の追加的な実効線量を1mSv/年まで低減完了 ▼ 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					
近づけない	地下水バイパスによる地下水の汲み上げ等	▼ 陸側遮水壁の凍結閉合完了／予定箇所の9割超のフェーシング完了 ▼ 建屋流入量を100m <sup>3</sup> /日未満に抑制					
漏らさない	タンクの増設等	▼ 高濃度汚染水を処理した水の貯水は全て溶接型タンクで実施					
滞留水処理	各建屋の滞留水状況の調査等	建屋水位の引下げ／循環注水ラインからの切り離し／滞留水の浄化・除去 ▼ 滞留水の放射性物質量の半減					▼ 建屋内滞留水の処理完了
燃料取り出し 【4号機は取り出し完了（2014.12）】 ▼ 取り出した燃料の処理・保管方法の決定							
1号機	建屋カバー解体等	ガレキ撤去等		カバー設置等		燃料取り出し	
2号機	準備工事	建屋上部解体・改造等					
	▼ 解体・改造範囲の決定	▼ プランの選択		プラン①	コンテナ設置等	燃料取り出し	
				プラン②	カバー設置等	燃料取り出し	
3号機	ガレキ撤去等	カバー設置等		燃料取り出し			
燃料デブリ取り出し		取り出し方針の決定				▼ 初号機の取り出し方法の確定	▼ 初号機の取り出し開始
		原子炉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
<b>廃棄物対策</b>							
保管管理	線量率に応じた分類保管／保管管理計画の策定等	保管管理計画に沿った保管管理の実施 ▼ 減容処理焼却炉の設置 ▼ 固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設置					
処理・処分		▼ 処理・処分に関する基本的な考え方の取りまとめ				▼ 処理・処分の技術的見通し	
	性状把握の実施、既存技術の調査／固体廃棄物の性状把握等を通じた研究開発等						

# 4. 放射性廃棄物の管理

- 現在、工事の進捗により発生するガレキ等については、その線量に応じて分別し、保管を行っています。
- 廃棄物を確実に保管していくために、当面10年程度の固体廃棄物の発生量予測を踏まえた「保管管理計画」を策定し、2016年3月31日に公表しました。
- この方針に基づく廃棄物関連設備および施設の新・増設の計画について、福島県・双葉町・大熊町へ事前了解願を提出しました。

## 現在～今後の保管イメージ

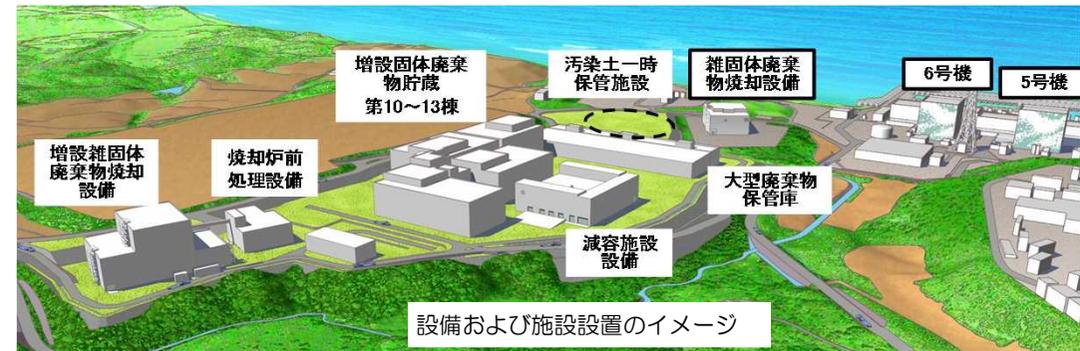


## 廃棄物関連設備および施設の新・増設について

- 「瓦礫等」については、より一層のリスク低減をめざし、可能な限り減容したうえで、建屋内保管へ移行し、固体廃棄物貯蔵庫外の一時保管エリアを2028年度を目途に解消していく方針です。



- 事故後に発生した瓦礫等や、汚染水処理により発生した水処理二次廃棄物の保管をより適正に行うため、下記の様な設備や施設の新設・増設を計画しています。



### 主な作業と進捗

- 2015年6月23日より、覆土式一時保管施設第3槽へのガレキの受け入れを開始。
- 固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設置工事実施中
- 雑固体廃棄物焼却設備の焼却試験を、2015年11月25日より開始。2016年3月18日より運用開始。

### 主なトラブルと対応状況

2016年8月10日、雑固体廃棄物焼却設備を不具合点検で停止しましたが、その後の調査で、排ガスが通る継手部に割れとピンホールが見つかりました。現在、原因について調査を行っています。

# 5. 廃止措置へ向けた進捗状況のまとめ

廃炉の作業は、世界で誰も経験したことのない30年～40年の長期的なプロジェクトとなりますが、安全を最優先に、全力で取り組みます。



	現在の主な進捗状況	今後の予定	想定されるリスク・課題	
① 使用済燃料プールからの燃料取り出し	1号機	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015年10月5日に全ての屋根パネル取り外し完了</li> <li>2016年2月4日より、散水設備の設置作業を開始。6月14日までに散水ノズルユニットの設置が完了し、噴霧試験を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>オペレーティングフロアの調査を踏まえたガレキ撤去方法の検討</li> </ul>	リスク：カバー解体作業時や、建屋周辺整備工事作業時の放射性物質飛散 対応：飛散防止対策の実施と空気中の放射性物質濃度の監視
	2号機	<ul style="list-style-type: none"> <li>プール保管燃料および燃料デブリ取り出しに向けた検討から、オペレーティングフロアの全面解体が必要と判断</li> <li>原子炉建屋周辺の整備工事を実施中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋周辺の整備工事継続</li> <li>燃料取り出し方法のプラン選択へ向けた検討を継続</li> </ul>	課題：カバー設置作業に向けたオペレーティングフロアの線量率低減 対応：遮蔽体による線量低減を実施中
	3号機	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015年11月21日、大型クレーンを用いたガレキ撤去作業が完了し、今後の小型ガレキの撤去、燃料取扱いの検討を行うため、水中カメラによる調査を実施</li> <li>2016年3月、継続的に行ってきたオペレーティングフロアの除染作業が概ね終了し、4月12日より遮へい体設置工事を実施中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料取り出し用のカバーの設置に向けた遮へい体設置を継続実施</li> <li>小名浜ヤードにおける、燃料取り出しカバー設置へ向けた確認作業の継続実施</li> </ul>	リスク：燃料によるリスク・課題なし
	4号機	<ul style="list-style-type: none"> <li>2014年12月22日 使用済燃料プールから燃料取り出しを完了</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋の維持管理を継続</li> </ul>	課題：格納容器の漏えい箇所、デブリ燃料位置の特定 対応：ロボットやミュオンによる調査の、計画および実施を継続中
② 燃料デブリ取り出し	1号機	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015年10月20日～22日、3号機の格納容器内調査を実施し、内部の映像、温度、線量、水位などを確認</li> <li>原子炉建屋内のロボット等による調査、除染作業を継続</li> <li>2016年3月22日より、宇宙船ミュオンによる2号機原子炉建屋内の燃料デブリ調査を実施、7月28日に結果をご報告</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1号機格納容器内調査に向けた、調査計画の検討、調査機器の準備等</li> <li>2号機格納容器内調査へ向けた建屋内の線量低減対策</li> </ul>	リスク：伐採木など一時保管施設からの放射性物質飛散 対応：構内放射性物質濃度の監視、保管エリアの定期的なダスト測定。
	2号機			
	3号機			
③ 原子炉施設の解体等	発生したガレキ等の適切な管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>固体廃棄物貯蔵庫第9棟設置工事を継続中。2017年2月に竣工予定</li> <li>雑固体廃棄物焼却設備について、2016年3月18日より運用（焼却運転）を開始</li> <li>2016年3月、固体廃棄物の保管管理計画を策定・公表</li> <li>2016年8月24日、廃棄物関連設備・施設の新・増設の計画について、福島県・双葉町・大熊町へ事前了解願を提出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新・増設廃棄物関連設備・施設の運用開始に向けた、関係箇所への説明、建設工事等の準備</li> <li>処理/処分に基本的な考え方の取り纏め（2017年を目標）に向けた検討の継続</li> </ul>	

【その他のトピック】 2016年9月1日、福島県および福島第一原子力発電所周辺11市町村\*と「福島第一原子力発電所の廃炉等の実施に係る周辺市町村の安全確保に関する協定」を締結  
 \*：いわき市、田村市、南相馬市、川俣町、広野町、楢葉町、富岡町、川内村、浪江町、葛尾村、飯館村