

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6月1日

東京電力ホールディングス株式会社

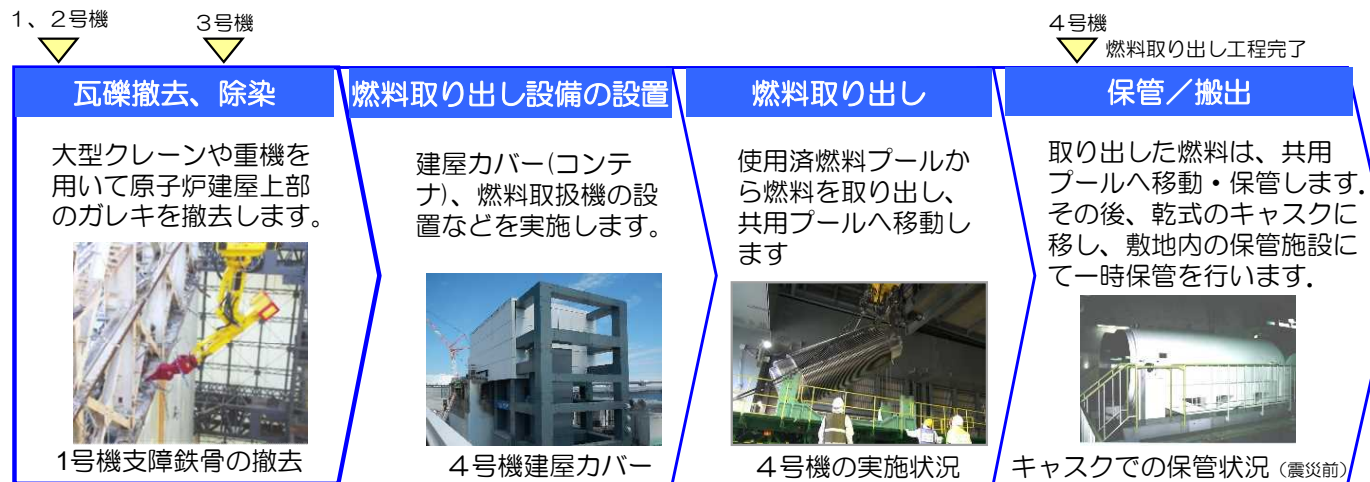
1. 廃止措置等に向けたロードマップ全体イメージ

- 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の漏えい箇所の調査を進めています。
- 1号機では2015年10月5日に全ての屋根パネルの取り外しを完了後、2016年2月4日より散水設備の設置を開始しています。
- 3号機では2016年4月12日より、原子炉建屋最上階のさらなる線量低減のため、遮へい体の設置を開始しました。

〔使用済燃料プールからの燃料取り出し〕

主な動き

- 2016.2.4
1号機にて、散水設備の設置を開始。
- 2016.4.12
3号機にて、原子炉最上階（オペフロ）への遮へい体設置作業を開始。



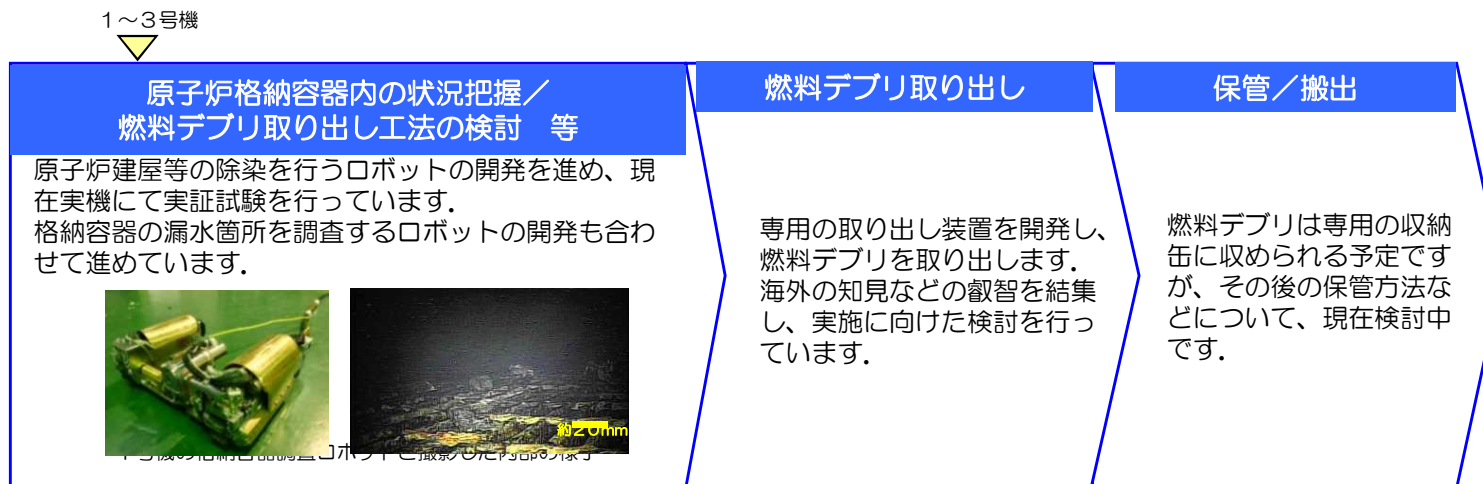
共用プール内燃料保管量	6726体
キャスク仮保管設備燃料保管量	1412体

2016.6.1時点

〔燃料デブリ（溶融燃料）取り出し〕

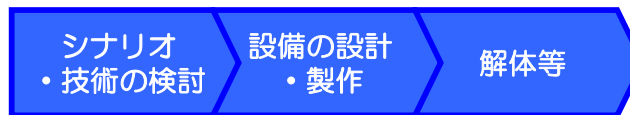
主な動き

- 2016.3.22
2号機にて、ミュオン（素粒子）による燃料デブリ調査を開始



- (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。
- 新燃料 : 原子炉で使用される前の燃料を指します。核分裂による放射性物質を内包していないため、発熱はほとんどありません。
- 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

- 建屋カバー解体に向け、2015年7月28日に屋根パネル取り外しを開始し、10月5日に全ての屋根パネルの取り外しを完了しました。2016年1月8日から2月3日に掛けて、今後の作業に支障となる鉄骨の撤去作業を実施し、2月4日より散水設備の設置を開始しました。
- 作業期間中、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
建屋カバー解体 等	現在 支障鉄骨の撤去 散水設備設置開始	ガレキ撤去 等		カバー・燃料取り出し装置設置 等	
	▽9月頃 壁パネル取り外し				

主な作業の進捗

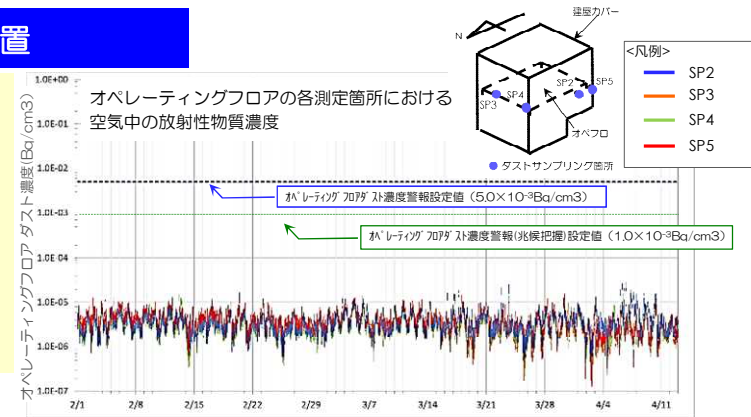
- 2014.12.4 屋根パネル戻し
- 2015.10.5 全屋根パネル取外し完了
- 2016.2.3 支障鉄骨の撤去完了
- 2016.2.4 散水設備の設置開始

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。

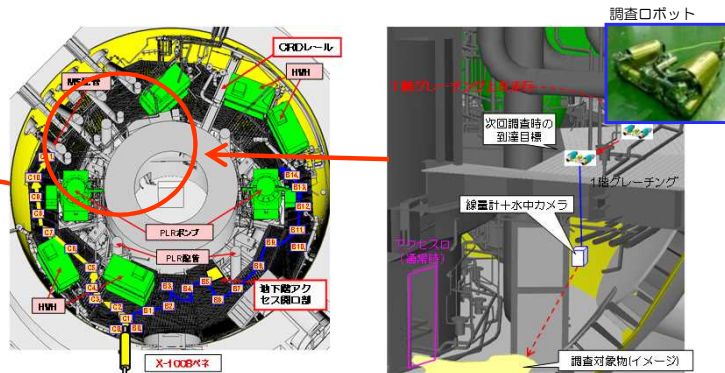
1号機原子炉建屋カバー内散水設備の設置

- 1号機原子炉建屋上部のガレキ撤去に向け、ダストの飛散抑制対策である散水設備の設置作業を進めています。
- 散水設備の設置作業は2/4より開始し、ノズルユニットの設置を完了しました。
- また、モニタリングポスト近傍ダストモニタの警報発生時の誤認と通報連絡遅れに対する対策として、
 - ・ 指示値を確認するモニタ近傍に警報値を掲示
 - ・ 警報発生時の対応手順の再教育
 などを実施し、再発の防止を図っています。



格納容器内部の調査状況

- 2015/4/10~20に行った調査を踏まえて、1階グレーチング上を走行し、調査対象部上部からカメラや線量計等を降下させて調査する方式で、格納容器地下階の調査を実施する計画です。

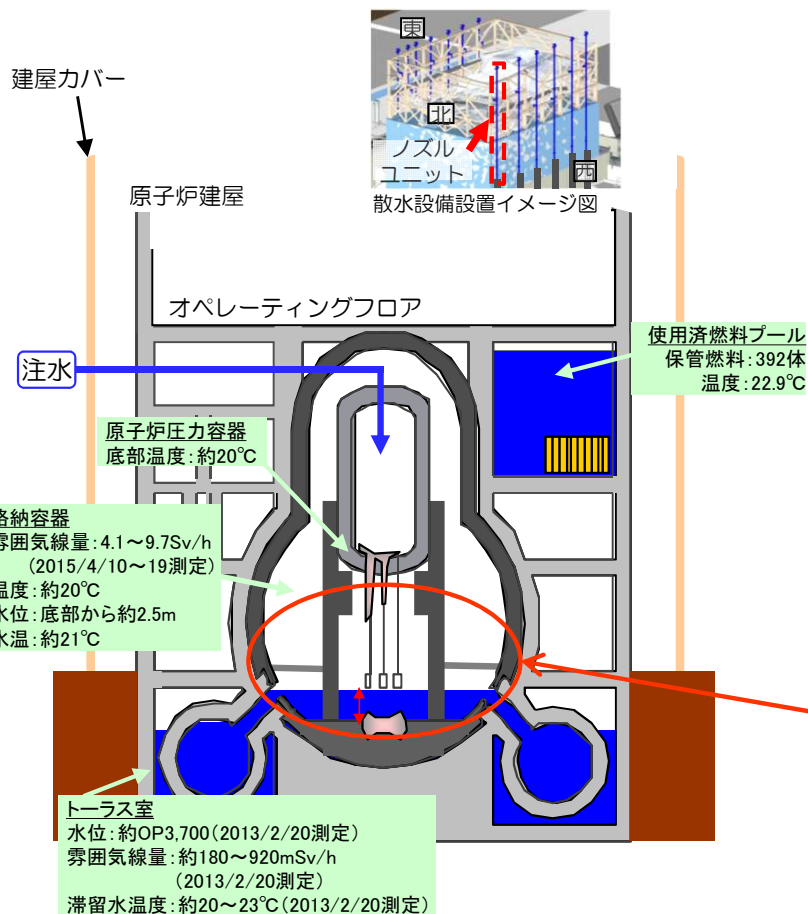
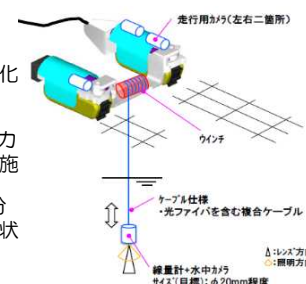


格納容器の調査場所を上から見たイメージ

次回調査イメージ

次回調査ロボットのコンセプト

- (1) ベースとなるロボットは、前回調査で開発した形状変化型ロボットを活用
- (2) グレーチングから線量計/カメラを降下させて調査を実施
- (3) 地下階の目視及び線量率分布から燃料デブリの広がり状況を推定



※日付のない温度は2016年5月25日11:00現在の測定値

2-2. 2号機の概要

■ オペレーティングフロア（オペフロ）の調査を実施し、燃料取り出しの方法を検討しています。

2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
準備工事 等	現在				
	原子炉建屋上部解体・改造 等				
	▽ 解体・改造範囲の決定		プラン①	コンテナ設置 等	燃料取り出し
		▽ プランの選択	プラン②	カバー設置 等	燃料取り出し

主な作業の進捗

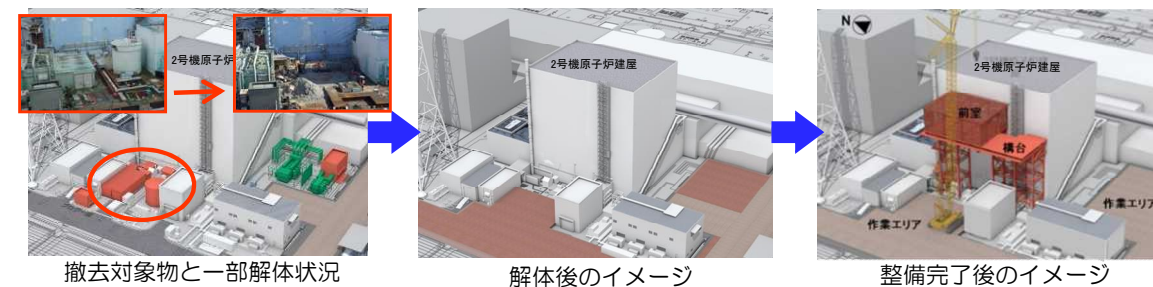
- ロボットによる建屋除染を実施中。
- 原子炉建屋周辺の屋外エリアの整備を実施。

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。

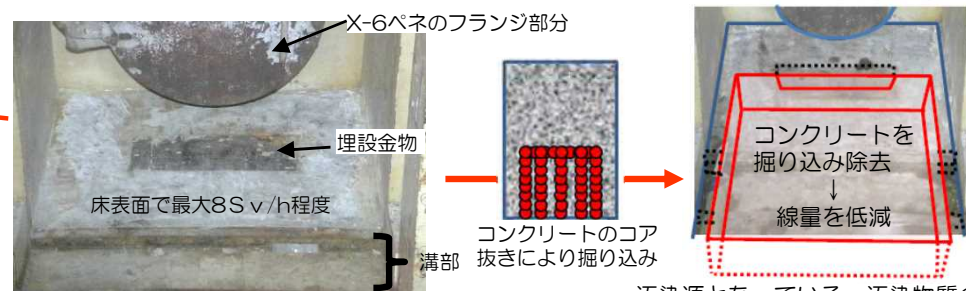
原子炉建屋の周辺の整備状況

- 大型重機等を設置する作業エリアを確保するため、ダストの飛散抑制対策および監視を行いつつ、安全を最優先に、周辺建屋の解体を進めています。



格納容器内部の調査状況

- 格納容器内部の調査へ向けて、ロボットを投入する貫通孔周りの除染作業を進めています。
- 内部調査開始のためには、貫通孔（X-6ペネ）前の床表面線量を概ね100mSv/hまで低減する必要がありますため、ダスト対策等含め線量低減工法について検討し、現在は遠隔装置を使った作業のトレーニング等を行っています。

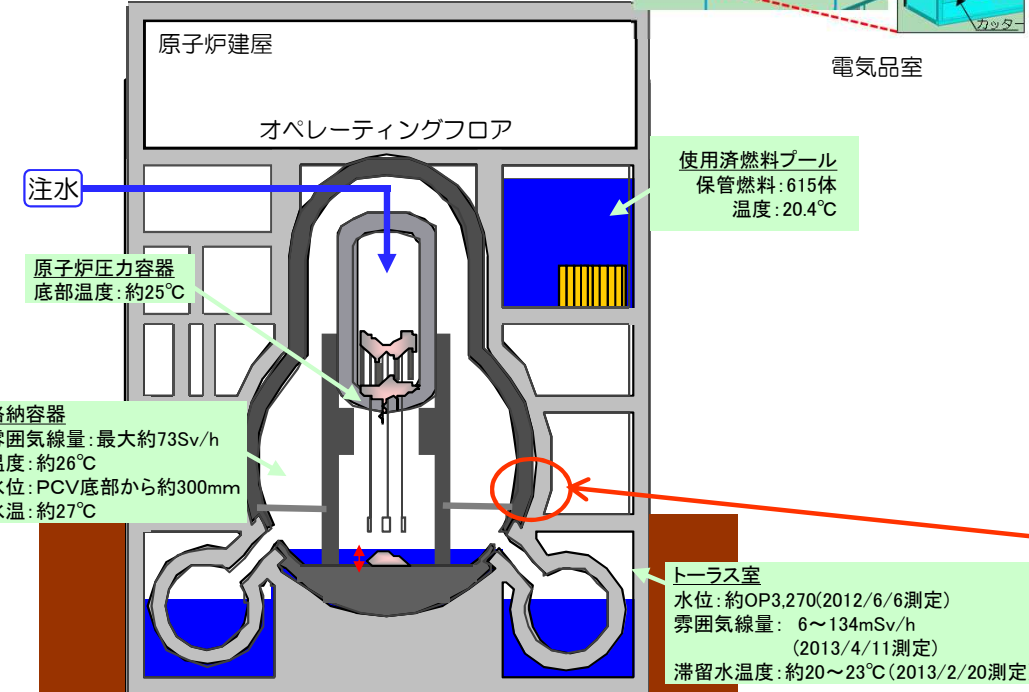
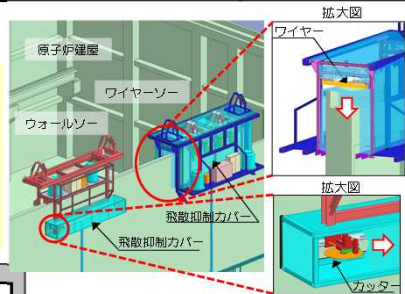


ロボットを投入する貫通孔（X-6ペネ）付近

汚染源となっている、汚染物質の染みこんだコンクリートを、赤枠の範囲で掘り込み除去する計画

原子炉建屋上部の解体工法の例

- 飛散防止剤を散布した上で散水しながら圧砕する工法に加え、ブロック状に切断、解体する工法を検討中
- ブロック状に切断、解体する工法については、切断箇所を直接覆う飛散抑制カバーを検討中



※日付のない温度は2016年5月25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（原子炉建屋最上階）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。
- 原子炉建屋最上階の除染作業が概ね終了し、更なる線量低減のため、遮へい体設置作業を実施中です。

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

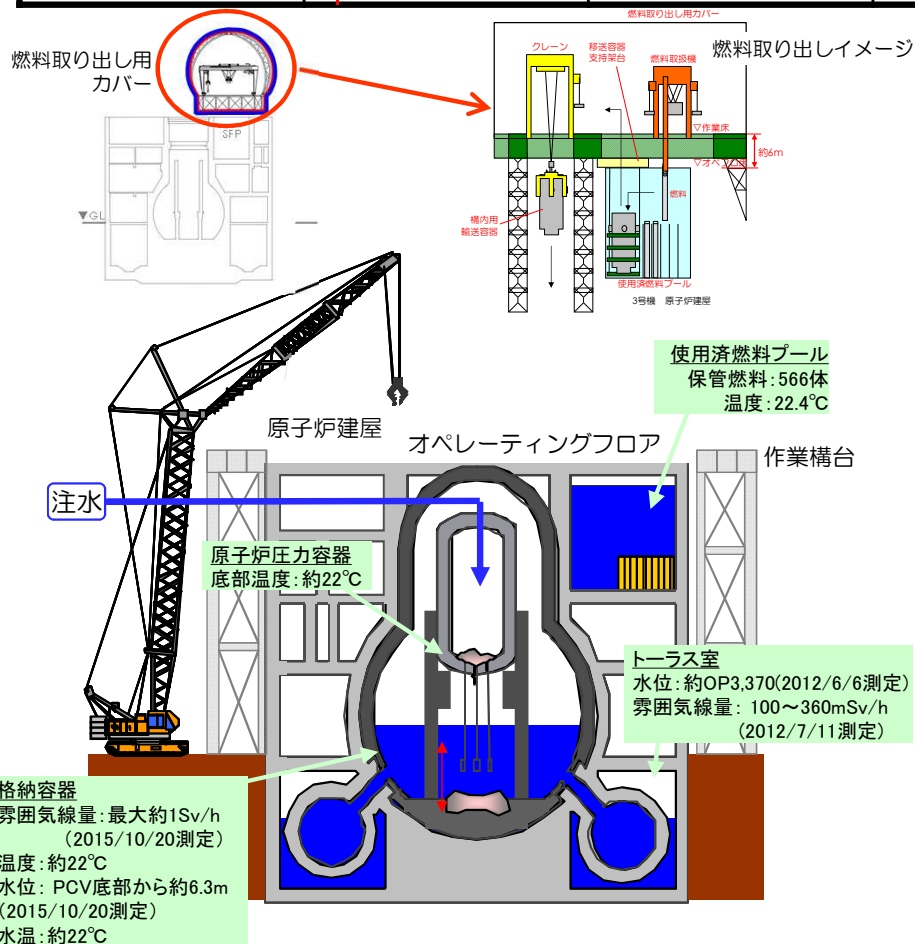
2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
ガレキ撤去 等	カバ－設置 等		燃料取り出し		

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

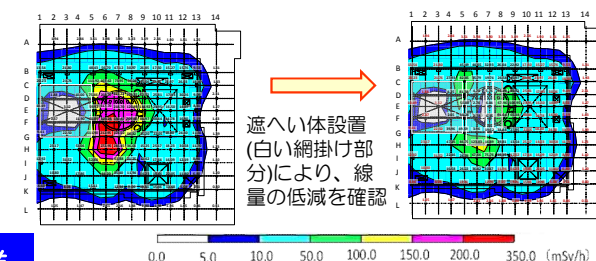
前回報告以降は特にありませんでした。



オペレーティングフロアの線量低減対策

- 2016年3月までに一連の除染作業を終了し、4月12日から遮へい体設置作業へ移行しています。
- 原子炉直上部分への設置により、最大値の測定点では、323→3mSv/hに低減しました。床面に絞った線量測定（コリメート）から、遮へい体の効果として3/1000以下を確認しました。

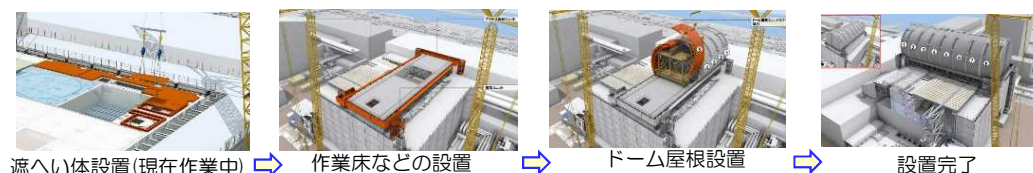
遮へい体設置状況



燃料取り出しカバー設置に向けた確認作業

- カバー設置作業を円滑に進めることができるように、小名浜港での組立作業の確認作業を実施しました。

燃料取り出し用カバーの設置ステップイメージ (一部)



小名浜港でのカバー組立て確認と保管状況



※日付のない温度は2016年5月25日11:00現在の測定値

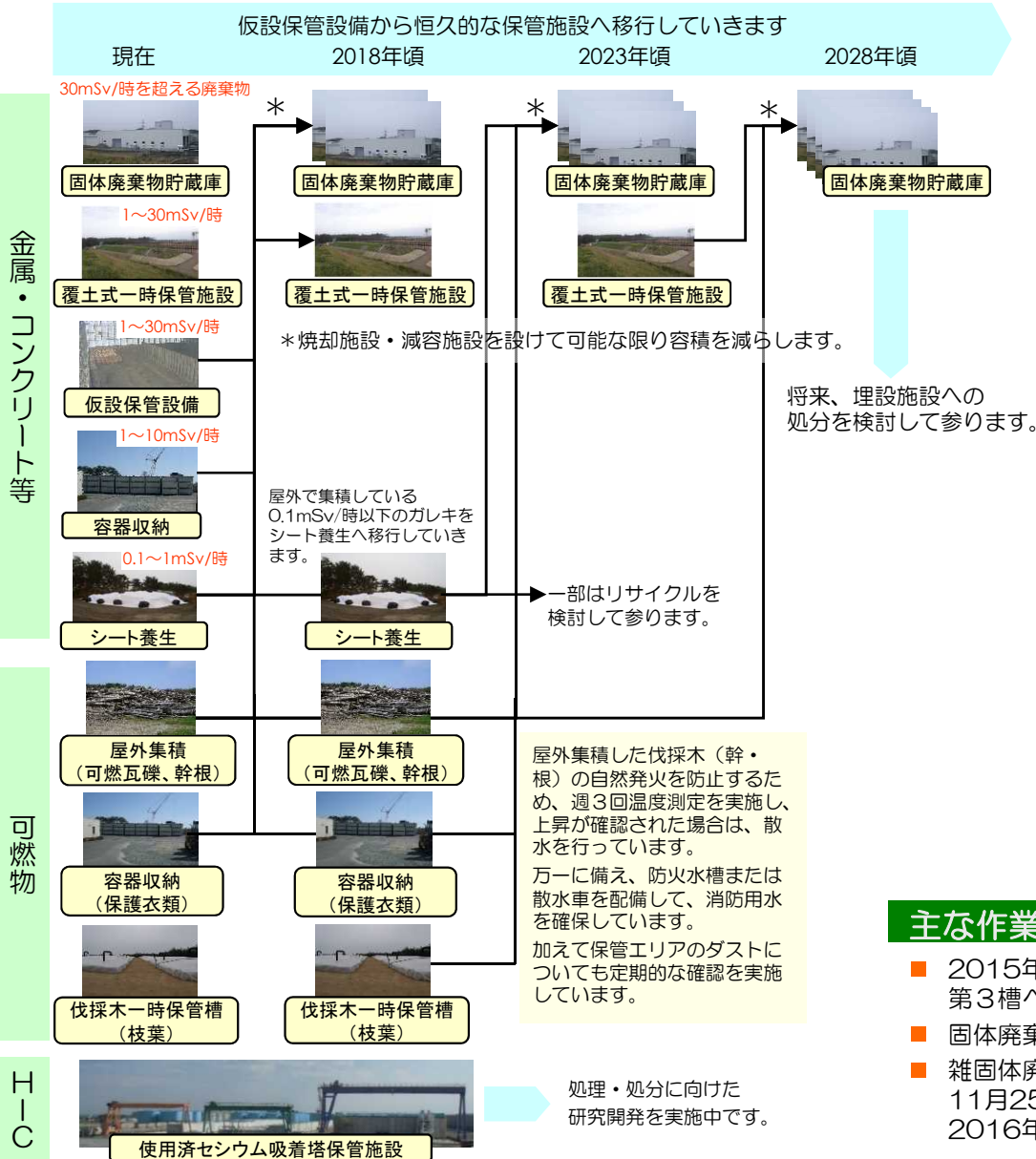
3. 福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた主要な目標工程

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）	
汚染水対策								
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 ³ /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	燃料取り出し					
	▼ 解体・改造範囲の決定	▼ ブランの選択	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		
廃棄物対策								
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							

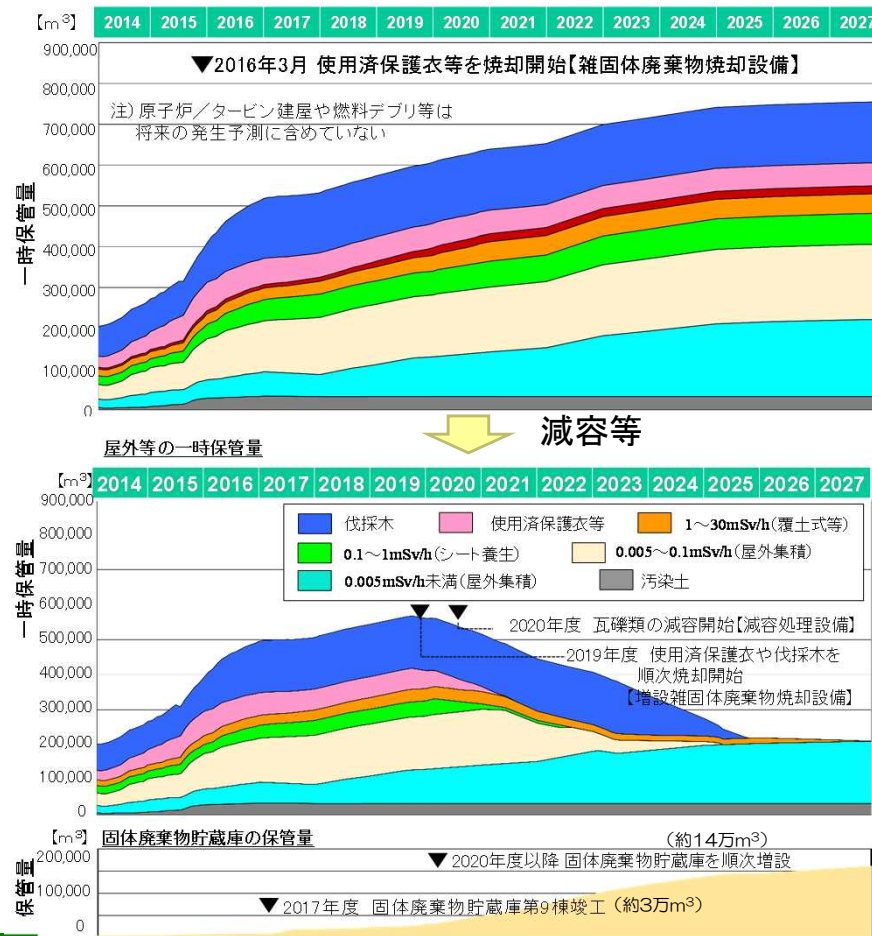
4. 放射性廃棄物の管理

- 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。
- 廃棄物を適正に保管していくことを目的に、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」を策定しました。
- また、将来的な廃棄物の処理・処分に関する基本的な考え方を、2017年度を目標に取り纏めるよう検討を進めています。

現在～今後の保管イメージ



放射性廃棄物の発生予測



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

前回報告以降はありませんでした。

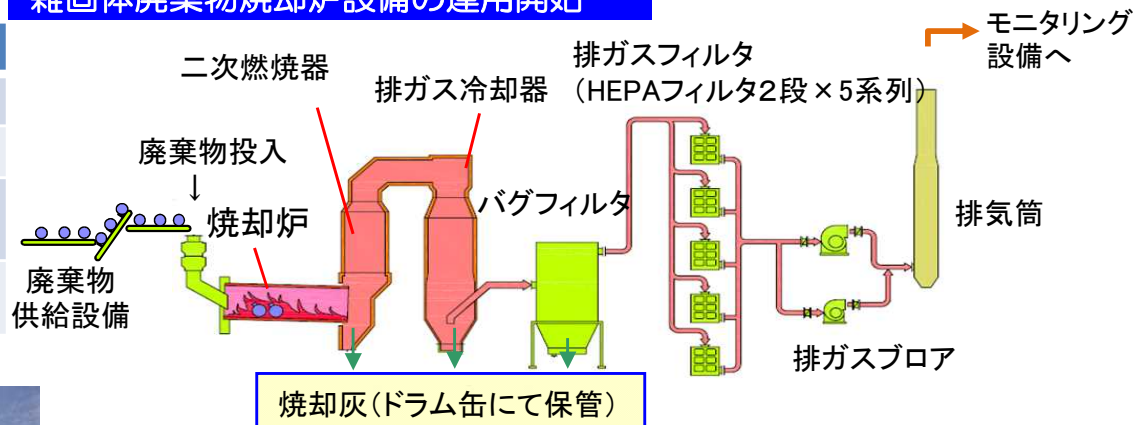
4. 放射性廃棄物の管理

- 発生する廃棄物は、既存施設の保管容量を超えて増加していくことから、運用を開始した雑固体廃棄物焼却設備等により廃棄物を可能な限り減容（10分の1以下）すると共に、保管施設を導入し、遮へい・飛散抑制およびモニタリングにより適切に保管していきます。
- 構内に一時保管している廃棄物を減容することを目的に、使用済保護衣等を焼却する雑固体廃棄物焼却設備を3月18日より運用開始しました。焼却炉は順調に稼働しています（焼却量：約300ton（2016年4月末現在））
- 雑固体廃棄物焼却設備で廃棄物を焼却した際に発生する排ガスは、フィルタを通して放射性物質を取り除いた後、排気筒から放出します。排ガス中に含まれる放射性物質をしっかりとモニタリングしながら、順調に運転を継続しています。

遮蔽・飛散抑制を備えた施設の導入（例）

施設名	目的
雑固体廃棄物焼却設備	使用済保護衣等を焼却する設備
増設雑固体廃棄物焼却設備	主に伐採木、瓦礫類中の可燃物を焼却する設備
減容処理設備	瓦礫類中の金属及びコンクリートの減容処理を行う設備
固体廃棄物貯蔵庫	瓦礫類や減容処理・焼却処理したものを保管する貯蔵庫

雑固体廃棄物焼却炉設備の運用開始



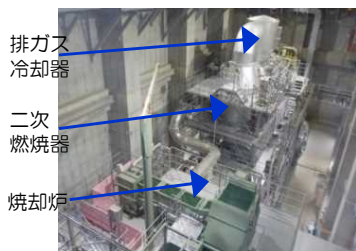
減容処理設備
金属切断機（例）



雑固体廃棄物焼却設備（建屋全景）



固体廃棄物貯蔵庫
(第9棟) イメージ



焼却設備全体
(A系)

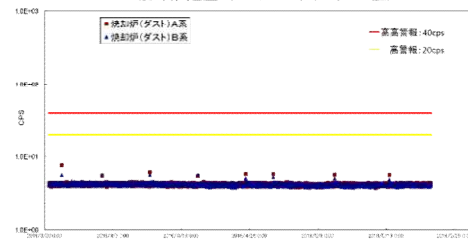


焼却炉内部廃棄物
燃焼状況

排ガスの監視及び測定結果

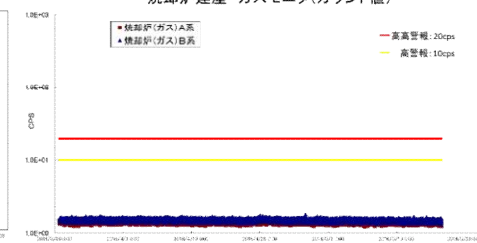
- 排ガスを通したろ紙をを定期的に測定することで、排ガスに含まれている放射性物質濃度を測定しています。
- 至近の測定結果は、 $<7.1 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ (Cs-134)、 $<5.2 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ (Cs-137)（5月19日採取）です。これは告示に定める周辺監視区域外の空気中の濃度限度の数万分の1です。
- また、異常検知を目的に、排気筒出口に二種類のモニタを設置しています。これまで、異常は発生してません。

焼却炉建屋 ダストモニタ(カウント値)



<焼却炉ダストモニタ>
排ガス中のちりに含まれる放射線を測定しています。

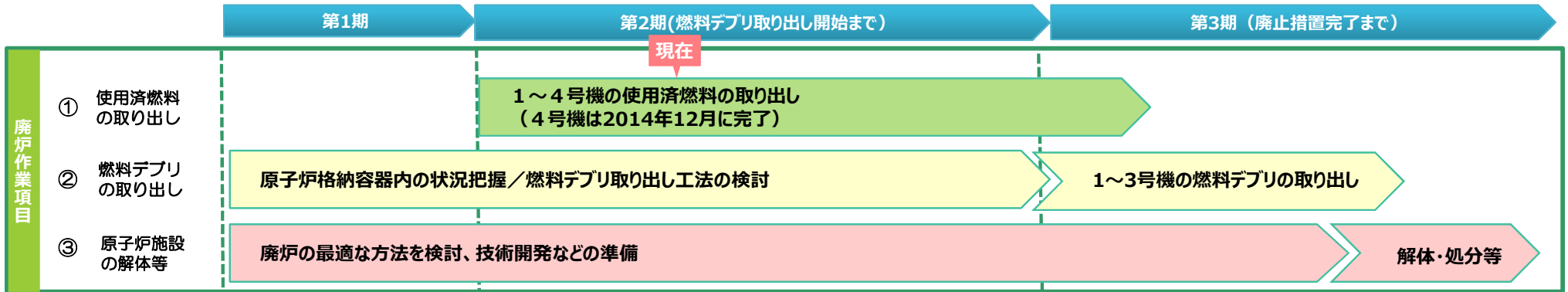
焼却炉建屋 ガスモニタ(カウント値)



<焼却炉ガスモニタ>
排ガス中の放射線を測定しています。

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"> 10月5日に全ての屋根パネル取り外し完了 2016年1月8日～2月3日に掛けて、散水設備設置に支障となる鉄骨の撤去作業を実施 2016年2月4日より、散水設備の設置作業を開始。4月28日までに散水ノズルユニット全13本の設置を完了 	<ul style="list-style-type: none"> 散水設備の設置を継続実施 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 取り外した屋根パネルの解体 	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"> 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、原子炉建屋オペレーティングフロアの全面解体が必要と判断。 原子炉建屋周辺の整備工事を実施中 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋周辺の整備工事継続 燃料取り出し方法のプラン選択へ向けた検討を継続 	
	3号機	<ul style="list-style-type: none"> 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 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開始 	<ul style="list-style-type: none"> 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 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 	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
	4号機	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 建屋の維持管理を継続 	燃料によるリスク・課題なし
② 燃料デブリ取り出し	1号機	<ul style="list-style-type: none"> 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 原子炉建屋内のロボット等による調査、除染作業を継続 2016年3月22日より、ミュオン（素粒子）による2号機原子炉建屋内の燃料デブリ調査を開始 	<ul style="list-style-type: none"> 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 2号機格納容器内調査へ向けた建屋内の線量低減対策 	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"> 固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設置工事を継続中 2017年2月に竣工予定 雑固体廃棄物焼却設備について、試験運転を段階的に実施し、設備全体の機能、性能の確認ができたことから、2016年3月18日より運用（焼却運転）を開始 2016年3月、固体廃棄物の保管管理計画を策定 	<ul style="list-style-type: none"> 固体廃棄物貯蔵庫の増設へ向けた検討 処理/処分に関する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 	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。