

# 福島第一原子力発電所の 燃料取り出しに向けた取組等について

2017年5月17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などを進めています。
- 1号機では、原子炉建屋最上階（オペレーティングフロア）の瓦礫撤去計画を策定するために、崩落した屋根などの調査を実施しました。また、調査ロボットによる格納容器内部調査を実施しました。
- 2号機では、燃料取り出しに向け、原子炉建屋西側に構台・前室の設置が完了しました。また、調査ロボットによる格納容器内部調査を実施しました。
- 3号機では、燃料取扱設備用支持架台（FHMガーダ）の設置を開始しました。また、燃料デブリの状況把握のため、宇宙線ミュオンの測定調査を開始しました。

〔使用済燃料プールからの燃料取り出し〕

主な動き

- ・2016.9.13～2017.3.10  
1号機にて、オペレーティングフロア調査を実施
- ・2017.3.1  
3号機にて、FHMガーダ設置を開始



＜燃料保管量＞

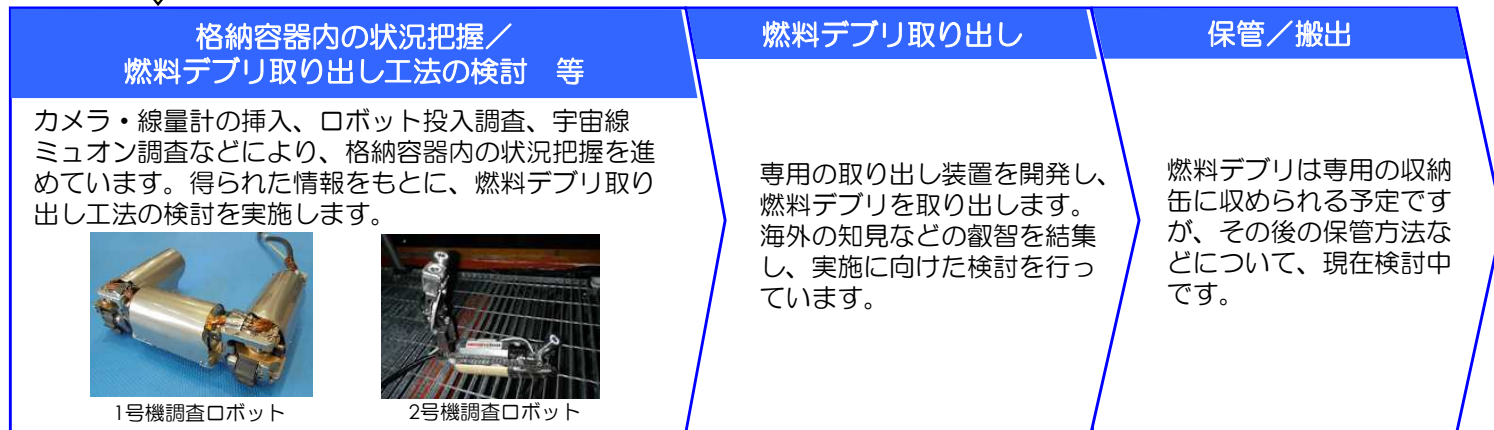
1～3号機使用済燃料プール	1,573体
4号機使用済燃料プール	0体
共用プール	6,726体
キャスク仮保管設備	1,412体

2017.5.17 時点

〔燃料デブリ取り出し〕

主な調査の実績

	1号機	2号機	3号機
格納容器内部調査	2012.10 2015.4 2017.3.18～22	2012.1 2012.3 2013.2～2014.6 2017.1.24～2.16	2015.10～12
ミュオン測定	2015.2～5	2016.3～7	2017.5.2～



(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(1)

- 燃料取り出しに向け、2016年9月13日から2017年3月10日まで、オペレーティングフロアの調査を実施し、オペレーティングフロアの瓦礫撤去計画の立案に有用な情報が取得できました。
- 発電所構内及び敷地境界付近に設置したダストモニタ指示値の有意な変動はなく、ダストを飛散させることなく作業を実施しています。さらに重層的なダスト対策として、原子炉建屋カバーへ防風シートを設置するため、2017年3月31日より準備作業を進めています。

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	瓦礫撤去 等	カバー・燃料取り出し装置設置 等			
▽ 屋根パネル取り外し完了	▽ 壁パネル取り外し完了	▽ 防風シート取付け			
▽ 格納容器内部調査					

「廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」2015年6月改訂版より抜粋

**主な作業の進捗**

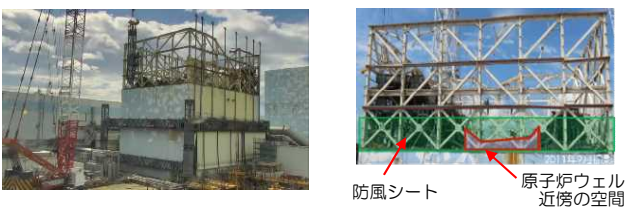
2015.10.5 屋根パネル取り外し完了  
 2016.11.10 壁パネル取り外し完了  
 2017.3.18~22 格納容器内部調査

**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。

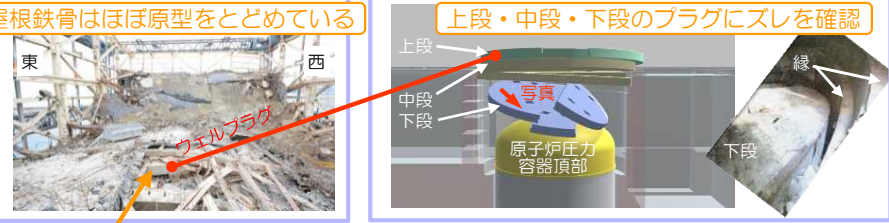
## 建屋カバー防風シート取付けの準備作業

- 瓦礫撤去前に、重層的な対策として防風シートを取付け、原子炉ウェル近傍の空間へ吹き込む風の量を低減することで、ダスト飛散リスクを低減します。
- 防風シートを取付けるため、建屋カバーの柱・梁を一旦取外し、現在、柱・梁の改造を実施しています(防風シートは2017年度中頃に設置完了予定)。

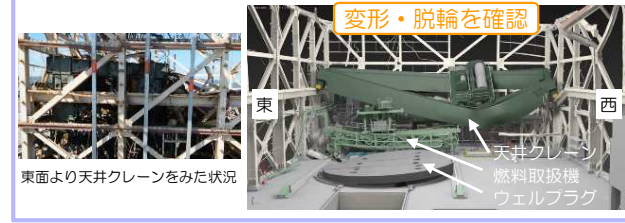


## オペレーティングフロア調査結果(中間報告)

- 調査の結果、崩落した屋根、原子炉ウェルのプラグ、天井クレーン等の状況を確認することができました。今後、安全に瓦礫撤去を進める作業計画を立案するための調査を実施します。



<2-4. 崩落屋根の状況> <2-5. ウェルプラグの状況> <2-6. 天井クレーン等の状況>

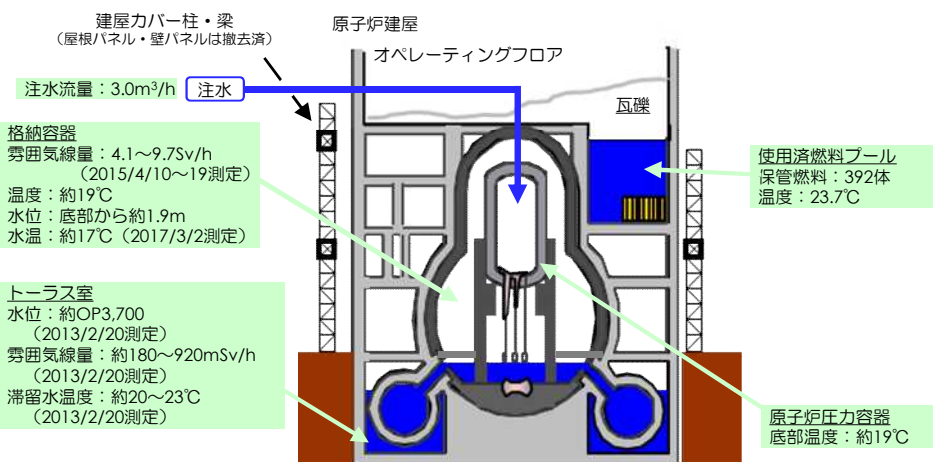


**線量測定結果**

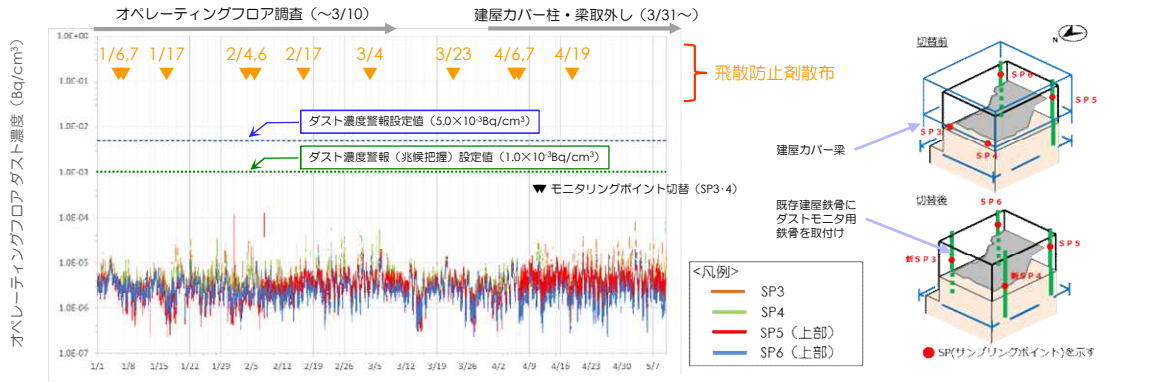
- 約110~510mSv/h (ウェルプラグ周辺の床面)

## オペレーティングフロアのダストモニタの状況

- オペレーティングフロア調査にてウェルプラグのズレが確認されましたが、オペレーティングフロア上のダストモニタに異常な変動はなく、格納容器からの有意な放射性物質の放出はないと考えています。



<2-3. プラント関連パラメータ> (日付のない温度は、2017年5月15日11:00現在の測定値)



<2-7. オペレーティングフロアの各測定箇所における空気中の放射性物質(ダスト)濃度>

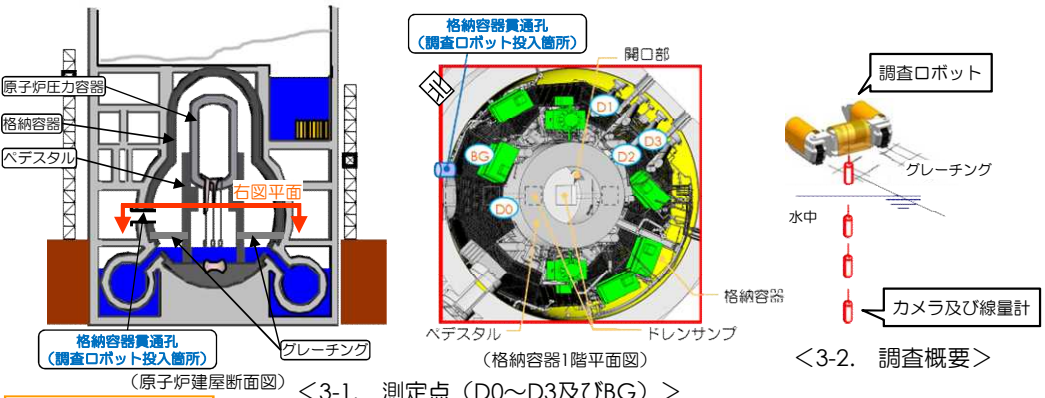
- <ダスト飛散抑制対策>**
- 定期的な飛散防止剤の散布(1回/月)や散水設備による散水(1~2回/週)を実施
  - 万一のダスト上昇の緊急時や強風が予想される場合にも散水設備による散水を実施

# 2-1. 1号機の概要 (2)

- 2017年3月18日から22日にかけて、調査ロボットによる格納容器内部調査を実施しました。
- 事故後初めて、ペDESTAL\*開口部近傍の格納容器底部の状況を撮影することができました。また、格納容器底部に近づくほど線量が上昇する傾向を確認することができました。今回得られた画像データと線量データを元に格納容器底部の状況を評価していきます。

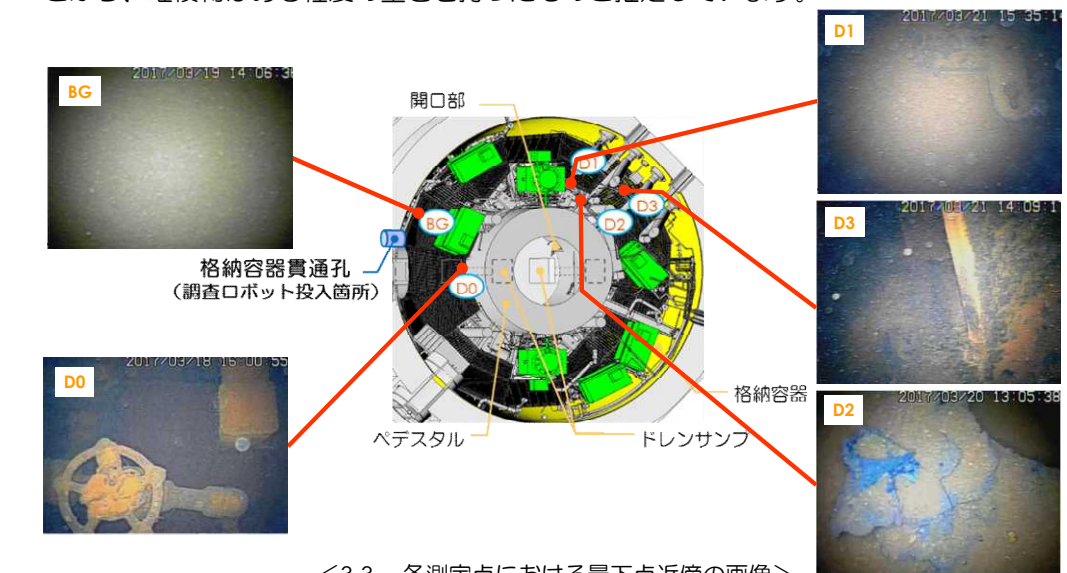
## 調査概要

- 調査ロボットを投入し、ペDESTAL外の1階グレーチングからカメラ及び線量計を吊り下ろし、ペDESTAL外地下階と開口部近傍の状況を確認しました。



## 画像撮影結果

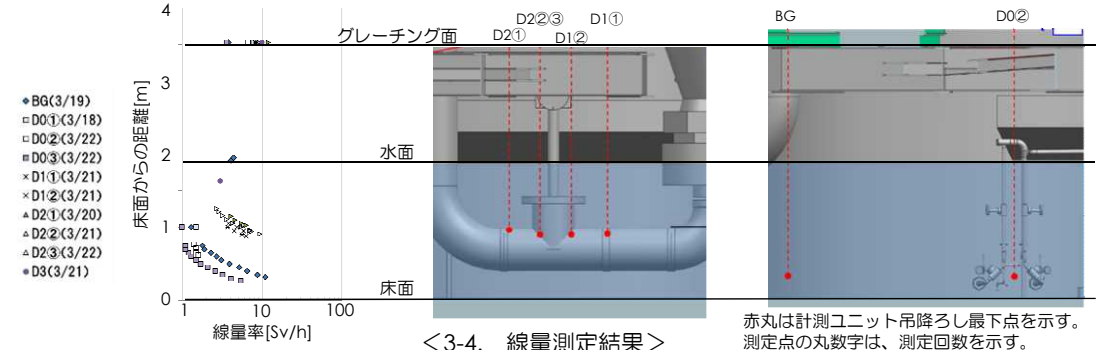
- 格納容器底部、配管等に堆積物を確認しました (今後、堆積物の性状等の分析を行います)。
- 堆積物に近接して撮影を行いましたが、堆積物の舞い上がりが確認されなかったことから、堆積物はある程度の重さを持ったものと推定しています。



## 線量測定結果

\*ペDESTAL：原子炉圧力容器を支持する台座

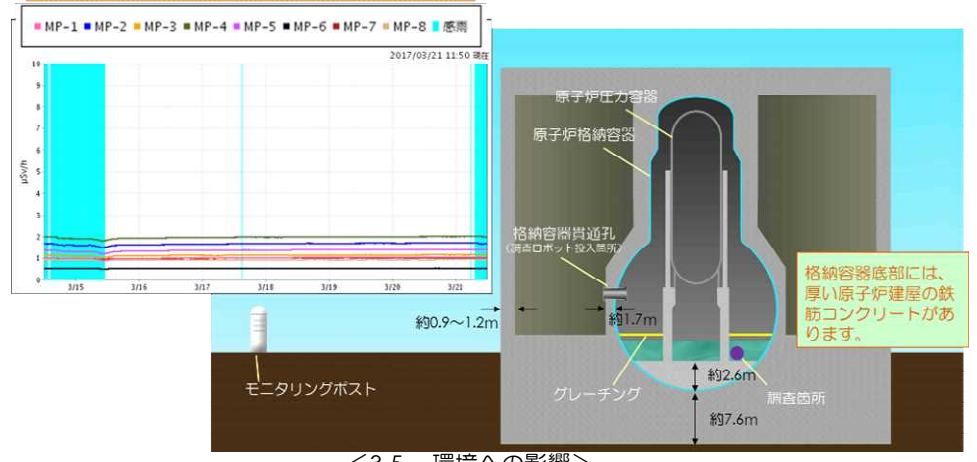
- 水中に入ると線量は低くなり、格納容器底部に近づくほど線量が上昇することが確認されました。
- 線量の上昇が始まる格納容器底部からの高さは測定ポイントにより異なることが確認されました。堆積物が線源になっている可能性や、堆積物下の構造物に付着した線源の影響を受けている可能性、格納容器底部近傍に溶融燃料がある可能性など、様々な可能性があり、現在、評価を実施中です。
- なお、グレーチング上の線量は前回調査時 (2015年4月) と大きく変わらず、既設構造物に大きな損傷は確認されませんでした。



## 環境への影響

- 1~3号機の格納容器のコンクリートや鉄といった遮蔽により放射線は低減されており、周囲への放射線影響は発生していません。

作業前後でモニタリングポストの値に変化はありません。



# 2-2. 2号機の概要

- 燃料及び燃料デブリの取り出しに向け、原子炉建屋西側に構台・前室の設置が完了しました。今後、壁面へ開口を設置する予定です。
- 2017年1月24日から2月16日にかけて、調査ロボットによる格納容器内部調査をしました。画像等、得られた情報を評価し、今後の格納容器内部調査の計画に反映していきます。

## 主な作業の進捗

2017. 1.24～ 2.16 格納容器内部調査実施

## 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。

2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
準備工事 等	原子炉建屋上部解体・改造 等	現在			
▽ 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
「廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」2015年6月改訂版より抜粋	▽ 格納容器内部調査		プラン②	カバー設置 等	燃料取り出し

## 原子炉建屋西側外壁の開口設置

- 原子炉建屋上部解体に先立ち、原子炉建屋5階の西側外壁に作業用搬出入用の開口を設置します。
- 開口設置作業時には、以下のダスト飛散防止対策を実施します。

### <ダスト飛散防止対策>

- 前室を設置後、前室内部で開口作業を実施
- 開口設置作業前後は、壁面へ飛散防止剤を散布
- 前室外部4箇所にダストモニタを設置し、ダスト濃度を監視



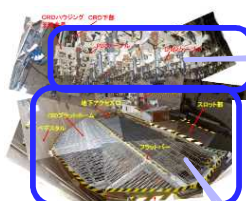
<4-1. 構台完成イメージ>



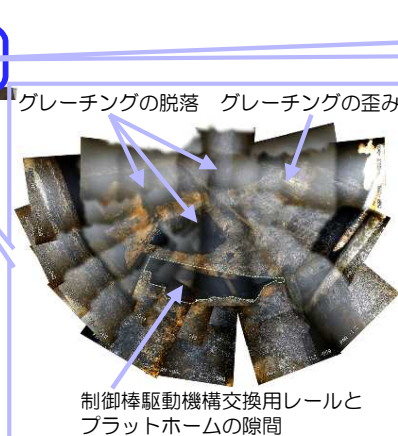
<4-2. 構台・前室設置状況>

## 格納容器内部調査

- 画像処理の結果より、ペDESTAL内グレーチング脱落の範囲及び制御棒駆動機構付近のケーブル等の損傷状態が明確になりました。

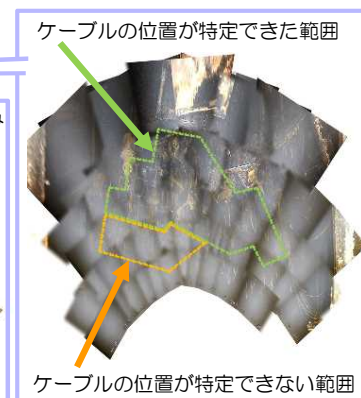


(参考) 5号機のペDESTAL内



グレーチングの脱落 グレーチングの歪み

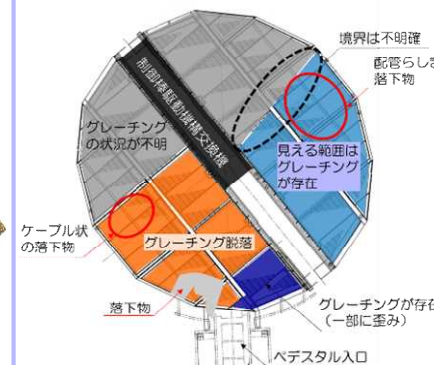
制御棒駆動機構交換用レールとプラットフォームの隙間



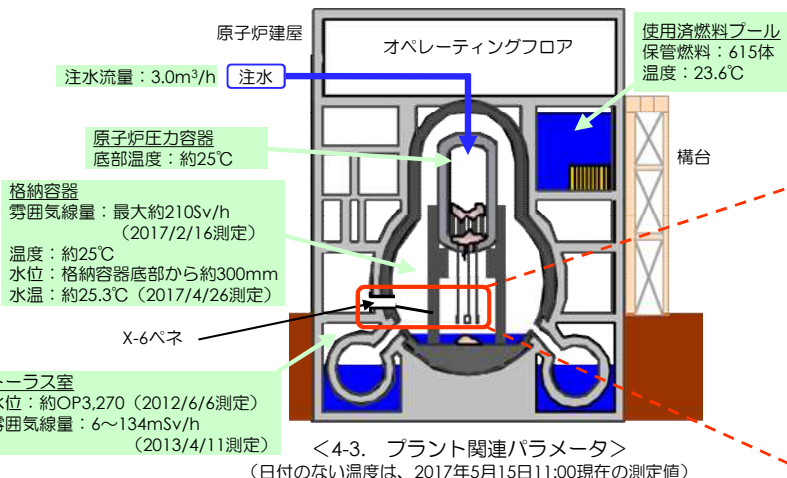
ケーブルの位置が特定できた範囲

ケーブルの位置が特定できない範囲

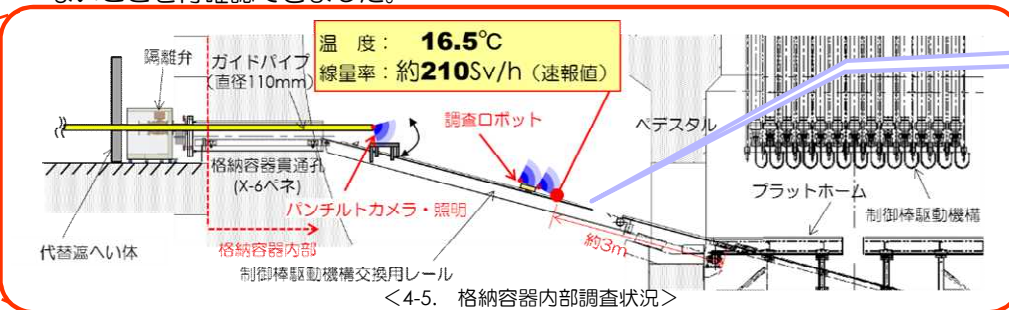
<4-4. ペDESTAL内の状況>



境界は不明確  
配管らしき落下物  
見える範囲はグレーチングが存在  
グレーチングの状況が不明  
グレーチング脱落  
ケーブル状の落下物  
落下物  
グレーチングが存在(一部に歪み)  
ペDESTAL入口



- 線量測定の結果、約210Sv/hと計測されましたが、格納容器や原子炉建屋による遮へいにより線量は低減されており、敷地外への影響はないことを確認しています。  
(X-6ベネ前作業エリア: 約0.003~0.007Sv/h (3~7mSv/h)、敷地境界のモニタリングポスト: 約0.000002Sv/h (2μSv/h))
- 測定された16.5℃という温度は、格納容器内温度の指示値(約18℃)とほぼ同じであり、原子炉の冷却状態に異常がないことを再確認できました。



<4-6. 制御棒駆動機構交換用レール上の堆積物>

# 2-3. 3号機の概要

- 燃料取り出しに向け、燃料取り出し用カバーについて、現地での作業時間を短縮するために、小名浜港近傍の作業エリアで設置訓練を実施後、輸送が可能な大きさに分割・海上輸送し、オペレーティングフロア上にて組立てを実施しています。
- 原子炉圧力容器内の状況を把握するため、2017年5月2日より、宇宙線ミュオンを使った撮影を開始しました。

2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
瓦礫撤去等	カバー設置等	現在	燃料取り出し*		
	ストッパ*設置	FHMガーダ設置開始			
		ミュオン測定開始			

「廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」2015年6月改訂版より抜粋

\*ストッパ：地震時に燃料取り出し用カバーが水平方向にずれないように原子炉建屋へ密着させる部材

## 主な作業の進捗

- 2017. 1.17~3.7 ストッパ設置
- 2017. 3. 1 FHMガーダ設置開始
- 2017. 5. 2 ミュオン測定開始

## 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。

## 燃料取り出し用カバー等設置の進捗状況

- 2016年12月までにオペレーティングフロア上に遮へい体を設置し、その線量率は約95%低減※しました（※ オペレーティングフロア全体の平均値で、38mSv/hから1.8mSv/hに低減）。
- 燃料取り出し用カバー等設置の作業ステップのうち、2017年3月1日より、FHMガーダの設置を進めています。
- 作業にあたっては、安全最優先で作業を進めるとともに、作業される方の被ばくをできる限り低減するために以下の対策を実施しています。

### <被ばく低減対策>

#### 発電所構外での対策

- 発電所構内の作業が円滑に、被ばくが極力低く行えるように、これまで、構外で大型ユニットの設置訓練を実施
- FHMガーダを吊り上げる治具の長さ調整等を事前に実施
- FHMガーダ部材を大型ユニットに組立て輸送し、オペレーティングフロア上の作業量を低減

#### オペレーティングフロア作業中の対策

- オペレーティングフロア上の作業では、タングステンベストを着用
- 低線量エリアで待機するため、作業エリア付近に仮設遮へい体を一時待避所として設置



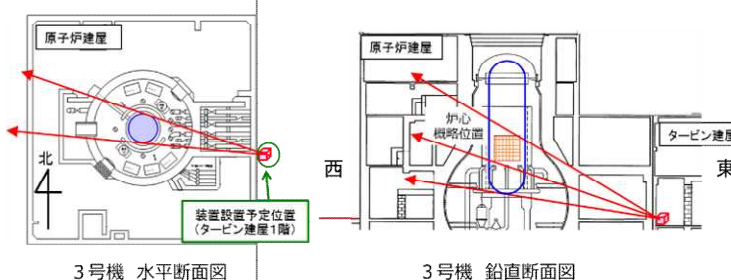
<5-3. FHMガーダ設置状況>



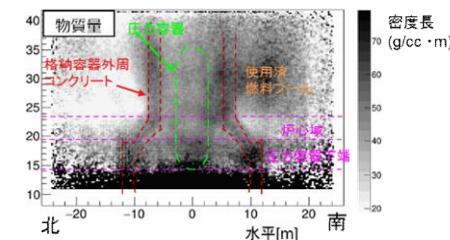
<5-1. 燃料取り出し用カバー等設置の作業ステップ>

## ミュオン測定

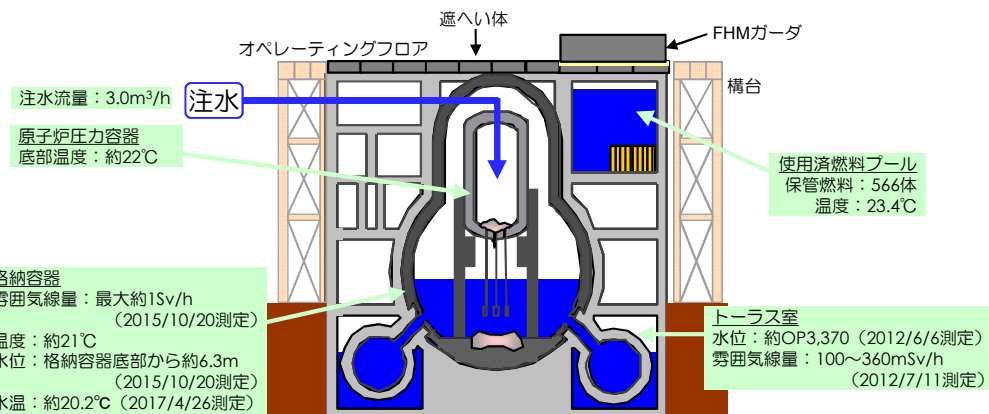
- 調査では、宇宙から地球に降り注ぐミュオンを検出できる装置を建屋付近に数ヶ月間設置して原子炉内を撮影し、燃料デブリの大きかな位置や量を確認します。1号機や2号機と同様に、原子炉内の貴重な情報を得ることで、燃料デブリ取り出しに向けた準備を着実に進めていきます。



<5-5. 測定範囲>



<5-6. 2号機の測定結果(参考)>



<5-2. プラント関連パラメータ>

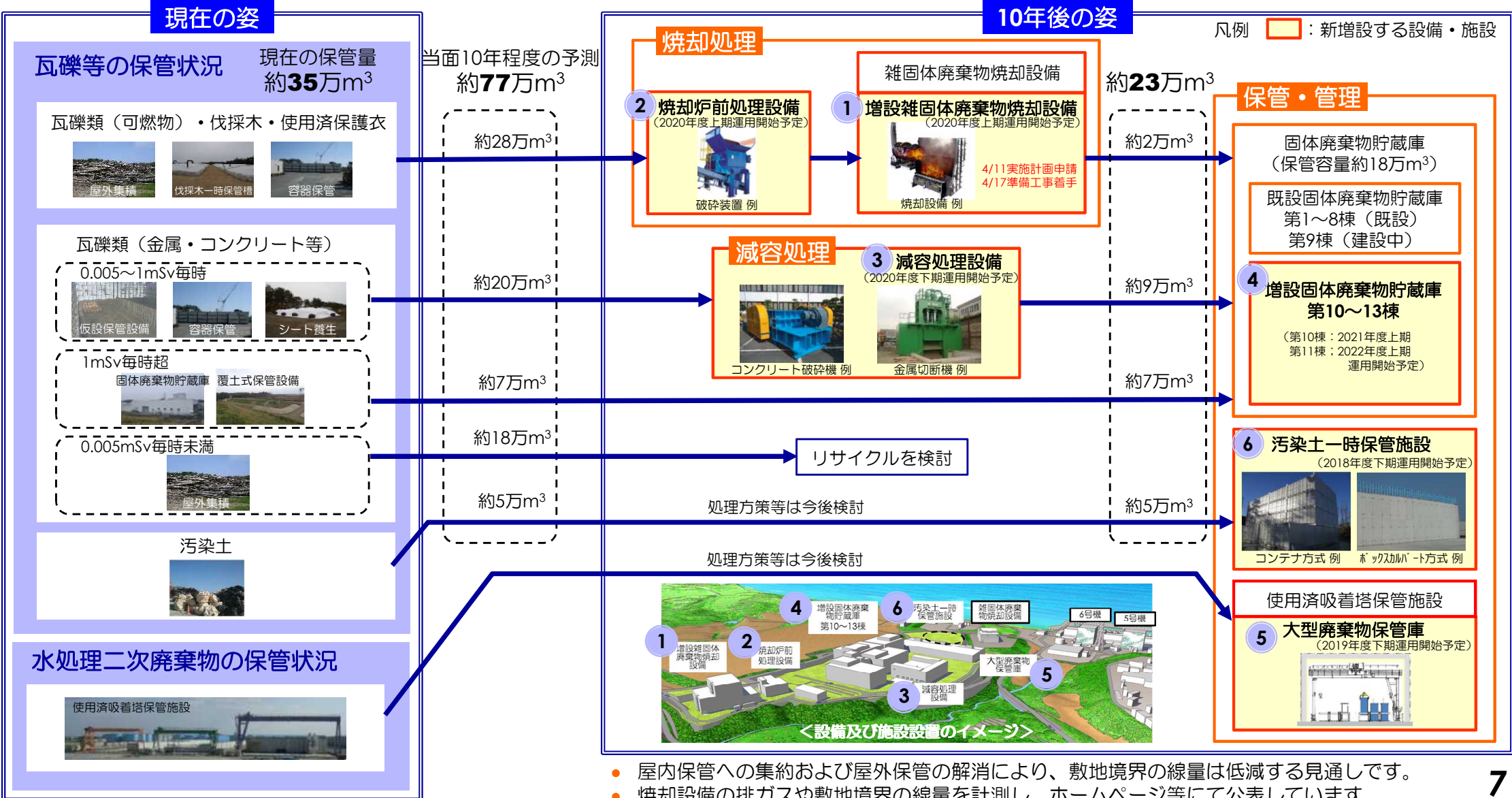
(日付のない温度は、2017年5月15日11:00現在の測定値)

# 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
<b>燃料取り出し 【4号機は取り出し完了（2014.12）】</b> ▼ 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	瓦礫撤去等	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	プラン①	コンテナ設置等	燃料取り出し		
	▼ 解体・改造範囲の決定	▼ プランの選択	プラン②	カバー設置等	燃料取り出し		
3号機	瓦礫撤去等	カバー設置等	燃料取り出し				
<b>燃料デブリ取り出し</b>							
		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

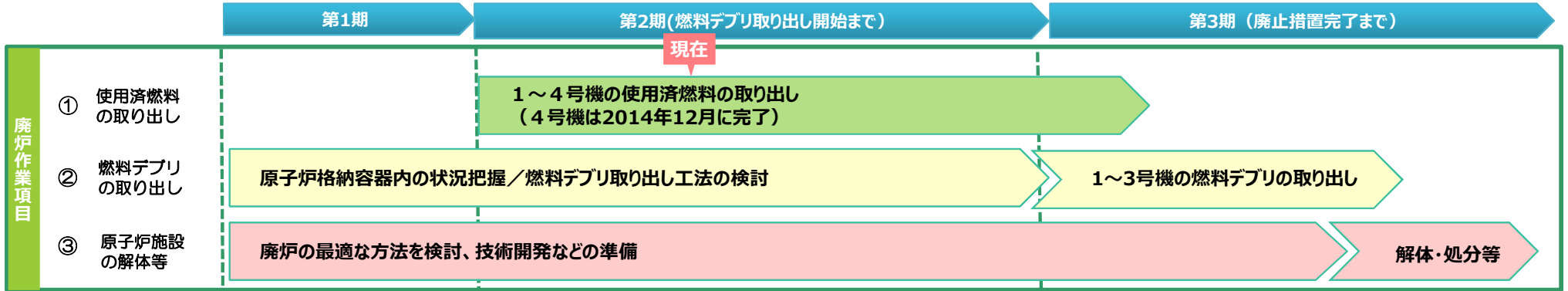
- 現在、工事に伴い発生する廃棄物は、その線量に応じて分別し、固体廃棄物貯蔵庫での保管や、線量区分毎の保管形態にて屋外で一時保管しています。
- 廃棄物をより確実に保管していくため、当面10年程度の発生予測を踏まえ、保管・管理に必要な建屋を設けて、焼却・減容により廃棄物量を低減のうえ、建屋内保管へ集約、屋外の一時保管エリアを解消します。水処理二次廃棄物は、当面、減容・安定化技術の開発を進め、処理方策等を検討していきます。
- この方針に基づく関連設備の新增設計画について、2016年12月21日、福島県・双葉町・大熊町より事前了解をいただきました。なお、本計画には、今後の廃炉作業の進捗状況や瓦礫等発生量の見直し等を適宜反映していきます。
- 増設雑固体廃棄物焼却設備（1）について、2017年4月11日に国へ実施計画を提出するとともに、4月17日より準備工事に着手しました。





# 5. 廃止措置へ向けた進捗状況のまとめ

廃炉の作業は、世界でも前例のない30～40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>2016年9月13日から2017年3月10日、オペレーティングフロア調査を実施</li> <li>2017年3月31日、建屋カバー柱・梁の取外しを開始</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瓦礫撤去方法の検討</li> <li>防風シートの設置</li> </ul>	リスク：瓦礫撤去作業時や、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>原子炉建屋西側に構台・前室の設置を完了</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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>		
	3号機	<ul style="list-style-type: none"> <li>2016年12月2日、オペレーティングフロア上に遮へい体設置完了</li> <li>2017年1月17日、燃料取り出し用カバー設置開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料取り出し用カバー設置作業の継続</li> <li>燃料取り出しの開始 (2018年度中頃の見通し)</li> </ul>		課題：カバー設置作業における作業員の被ばく低減 対応：鉄骨部材のユニット化による有人作業の円滑化、仮設遮へい体による線量低減を実施中
	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>		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"> <li>2017年3月18日から22日、1号機格納容器内部調査を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3号機ミュオン測定の実施</li> <li>号機ごとの燃料デブリ取り出し方針の決定</li> </ul>	課題：格納容器の漏えい箇所、デブリ燃料位置の特定。内部調査に伴う過度の被ばく 対応：ロボットやミュオンによる調査結果を取り纏め中。ダスト飛散抑制対策、遮へい体の設置、習熟訓練による作業の効率化により被ばく低減	
	2号機	<ul style="list-style-type: none"> <li>2017年1月24日から2月16日、2号機格納容器内部調査を実施</li> </ul>			
	3号機	<ul style="list-style-type: none"> <li>2017年5月2日、3号機ミュオン測定を開始</li> </ul>			
③ 原子炉施設の解体等	発生した瓦礫等の適切な管理	<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。2018年1月に竣工予定</li> <li>2016年12月21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・大熊町から事前了解を受領</li> <li>2017年4月17日、増設雑固体廃棄物焼却設備設置の準備工事着手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新増設廃棄物関連設備・施設の建設工事等の準備</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>	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、固体廃棄物貯蔵庫等への保管	