

# 福島第一原子力発電所の 廃止措置等に向けた現状の取組み

平成27年2月6日

東京電力株式会社

# 1. 廃止措置等に向けたロードマップ全体イメージ

- 4号機では、平成26年12月22日に使用済燃料プールからの燃料取り出しを全て完了しました。  
4号機の作業が大きなトラブルもなく完了できたことは、福島第一の廃炉を進める上で大変大きな一歩となりました。
- また、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順次進めています。

【使用済燃料プールからの燃料取り出し】

主な動き

- ・ H26.10.22～12.4  
1号機、カバー解体へ向けた作業・調査を実施。
- ・ H26.12.22  
4号機、使用済燃料プールから全ての燃料取り出し完了。

1、2号機 3号機
4号機 燃料取り出し工程完了

瓦礫撤去、除染	燃料取り出し設備の設置	燃料取り出し	保管／搬出
<p>大型クレーンや重機を用いて原子炉建屋上部のガレキを撤去します。</p>  <p>1号機カバー撤去状況</p>	<p>建屋カバー(コンテナ)、燃料取扱機の設置などを実施します。</p>  <p>4号機建屋カバー</p>	<p>使用済燃料プールから燃料を取り出し、共用プールへ移動します</p>  <p>4号機の実施状況</p>	<p>取り出した燃料は、共用プールへ移動・保管します。その後、乾式のキャスクに移し、敷地内の保管施設にて一時保管を行います。</p>  <p>キャスクでの保管状況 (震災前)</p>

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

2014.12.22時点

【燃料デブリ (溶融燃料) 取り出し】

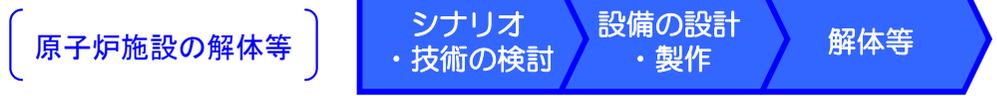
主な動き

- ・ 建屋除染の継続実施。
- ・ 燃料デブリの有無を調査するため、宇宙線由来のミュオン(素粒子の一種)を用いた測定を準備中。

1～3号機

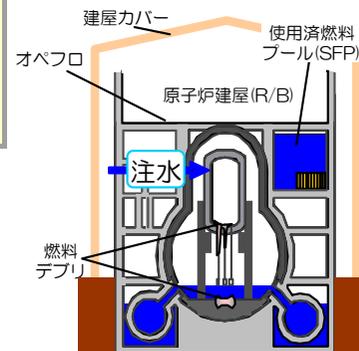
建屋の除染、漏えい箇所調査	止水、水張り	燃料デブリ取り出し	保管／搬出
<p>原子炉建屋等の除染を行うロボットの開発を進め、現在実機にて実証試験を行っています。格納容器の漏水箇所を調査するロボットの開発も合わせて進めています。</p>  <p>調査ロボットによる漏えい箇所の発見 1号機 真空破壊ラインの枠組継手保護カバー 漏えい箇所</p>	<p>溶けた燃料を安全に取り出すため、遮へい効果のある「水」で満たす事が必要で、重要な作業です。</p>	<p>専用の取り出し装置を開発し、燃料デブリを取り出します。海外の知見などの叢智を結集し、実施に向けた検討を行っています。</p>	<p>燃料デブリは専用の収納缶に収められる予定ですが、その後の保管方法などについて、現在検討中です。</p>

(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。



# 2. 【1号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 建屋カバー内の原子炉建屋上部（オペフロ）には、今もガレキが堆積しており、使用済燃料プール（燃料プール）からの燃料取り出しに向け、オペフロのガレキ撤去が必要です。
- その第一歩となる建屋カバー解体に向けた準備作業・調査を、平成26年10月22日～12月4日に実施しました。今回の調査結果を基に、今後のガレキ撤去等の計画について検討を進めております。



平成25年度	平成26年度	現在	平成27年度	平成28年度	平成29年度
オペフロ状況調査			リスク・課題 放射性物質の飛散防止対策 放射性物質濃度の監視 情報の発信		燃料取り出し (検討中)
	建屋カバー解体準備・事前調査等		建屋カバー解体等	ガレキ撤去(検討中)	
			燃料取り出し建屋・設備設置(検討中)		

燃料プール温度 (平成27年2月4日)	10.5℃
冷却が停止した場合の温度上昇率(震災時)	3.4℃/日 (評価値)
冷却が停止した場合の温度上昇率(平成27年2月4日)	1.5℃/日
使用済燃料プール保管量	392体
原子炉内燃料	400体(溶融)



建屋カバー設置前の状況  
撮影：平成23年6月



建屋カバーの設置状況  
撮影：平成23年10月



屋根パネルの取り外し  
撮影：平成26年10月



屋根パネルの戻し  
撮影：平成26年12月

## 主な作業の進捗

- H26.10.22 飛散防止剤散布開始
- H26.10.31 1枚目屋根パネル取り外し
- H26.11.10 2枚目屋根パネル取り外し
- H26.11.20～12.3 原子炉上部の放射性物質濃度調査、ガレキ調査  
線量測定、赤外線サーモグラフィ調査等
- H26.12.4 屋根パネル戻し

## 主なトラブルと対応状況

- H26.10.11 飛散防止剤の散布作業中、突風によりカバーを損傷させるトラブルが発生。  
→屋根パネル戻し時にアクリル板にて補修。
- H26.11.12 クレーンの作動油のにじみにより作業を中止。  
→11.17に修理を完了し、作業を再開。

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調査結果

- 1号機の原子炉建屋カバーの屋根パネル2枚を取り外し、オペフロのガレキ状況調査やダスト濃度調査を行い、12月4日に屋根パネルを戻しました。
- 調査の結果、ダスト飛散や使用済燃料プール内燃料に直ちに損傷を与えるような状況は確認されませんでした。3月以降、再度屋根パネルを取り外し、慎重に建屋カバー解体を進めていく予定です。



燃料交換機

ガレキ



燃料交換機(下部)

使用済燃料プール水面

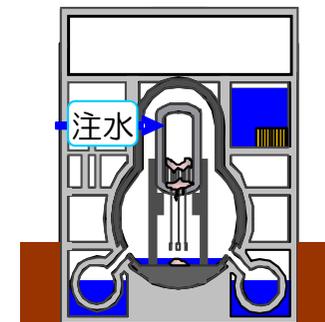
< 1号機使用済燃料プール上部のガレキの状況 > 2

(注) オペレーティングフロア(オペフロ)：定期検査時に、原子炉の蓋を開放し、炉内燃料取替や炉内構造物の点検等を行う原子炉建屋最上階のフロア。

# 2. 【2号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 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。

平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
オペフロ調査等	現在 リスク・課題 オペフロの線量低減対策	オペフロ除染・遮へい・燃料取扱設備復旧（検討中）		燃料取り出し（検討中）



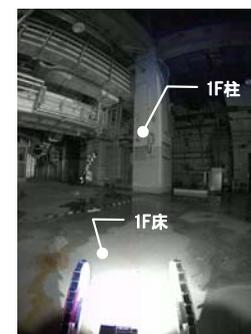
2号機原子炉建屋



オペフロ調査状況



原子炉建屋躯体調査状況



燃料プール温度 (平成27年2月4日)	24.9℃
冷却が停止した場合の温度上昇率(震災時)	9.9℃/日 (評価値)
冷却が停止した場合の温度上昇率(平成27年2月4日)	3.5℃/日
使用済燃料プール保管量	615体
原子炉内燃料	548体(溶融)

## 主な作業と進捗

- ロボットによる建屋除染を継続実施中。
- 燃料取り出し方法の検討を継続。

## 2号機原子炉内故障温度計の引き抜き

- 平成26年2月に原子炉内温度計が故障し、その後、交換するための模擬試験を工場にて入念に行っていました。
- 模擬試験の結果をもとに、1月14日より温度計が設置してある配管に錆除去剤を注入する前処理を行い、1月19日に温度計を無事に引き抜くことができました。
- 新しい温度計は、今年度中に再設置する予定です。

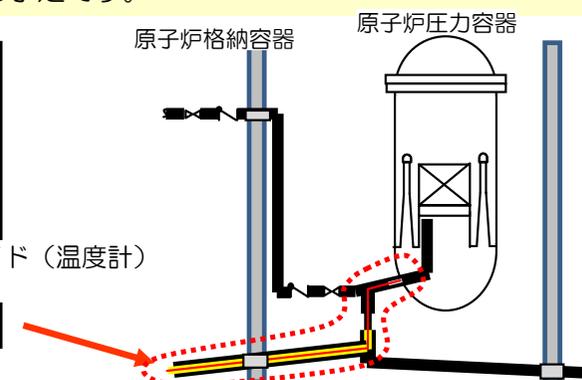
## 主なトラブルと対応状況

- 平成26年11月27日、使用済燃料プール代替冷却系が停止しましたが、約4時間後に冷却を再開しています。  
停止時温度16.7℃ → 冷却再開時温度17.3℃。
- 停止の原因は、何らかの原因で弁の作動用の空気圧縮機のスイッチが停止になり、冷却設備の弁が閉まった事によるものとわかりました。
- 再発防止策として、スイッチカバーの接着力の強化（意図しない接触による動作を防止するため）や、カメラ監視により毎日一回以上空気貯槽の圧力を確認し記録採取する（圧力低下を早期に検知するため）等の対策を行っています。

(注) オペレーティングフロア(オペフロ)：  
定期検査時に、原子炉の蓋を開放し、炉内燃料取替や炉内構造物の点検等を行う原子炉建屋最上階のフロア。

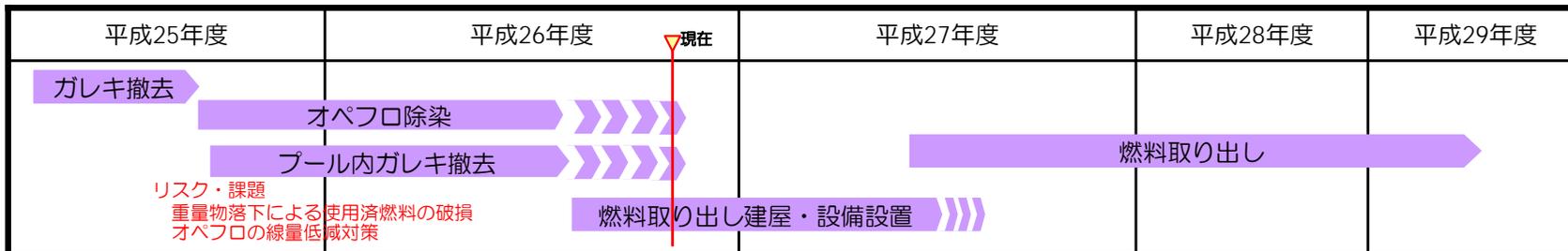
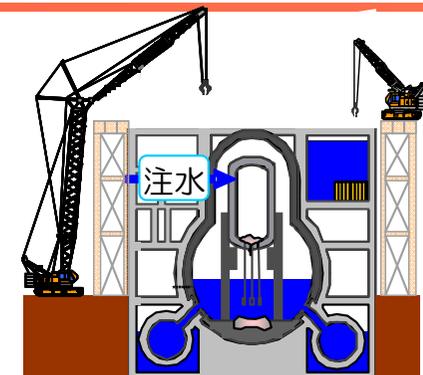


ワイヤガイド付温度計

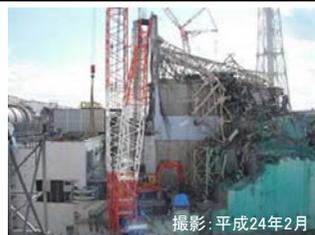


# 2. 【3号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 平成25年12月17日より、使用済燃料プール内のガレキ撤去を開始しましたが、平成26年8月29日に作業中にプール内にガレキを落下させるトラブルが発生しました。これにより作業を中断し、再発防止対策を検討し実施しました。
- 作業再開へ向けての準備が整ったことから、平成26年12月17日よりガレキ撤去作業を再開しています。今後、燃料交換機本体（大型ガレキ）撤去へ向けて、慎重に作業を進めてまいります。



燃料プール温度 (平成27年2月4日)	19.2℃
冷却が停止した場合の温度上昇率(震災時)	7.5℃/日 (評価値)
冷却が停止した場合の温度上昇率(平成27年2月4日)	2.6℃/日
使用済燃料プール保管量	566体
原子炉内燃料	548体(溶融)



撮影：平成24年2月  
ガレキ撤去前



撮影：平成26年2月  
ガレキ撤去後



燃料取り出し用カバーイメージ



建屋カバーの製作状況(小名浜)

## 主な作業と進捗

- H26.8.29 ガレキ撤去作業中の落下トラブルのため同日より作業を中止。
- H26.12.17 使用済燃料プールからのガレキ撤去を再開。
- H26.12.19 8.29に落下させたガレキ(操作卓)の撤去を完了

- 現在、燃料が保管されているラックの上部に養生板を追加設置し、燃料交換機本体の撤去へ向けた作業・手順確認を実施中。

## 主なトラブルと対応状況

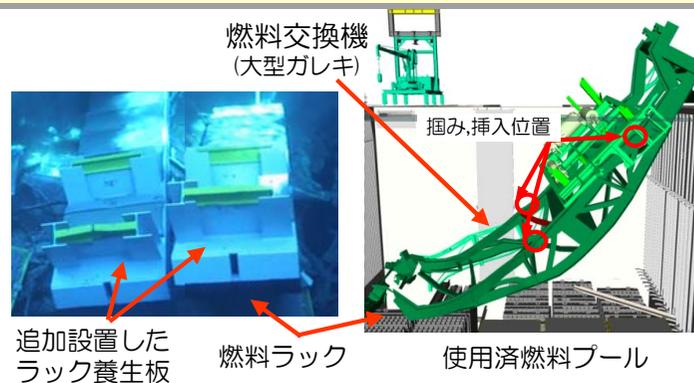
前回報告以降はありませんでした。



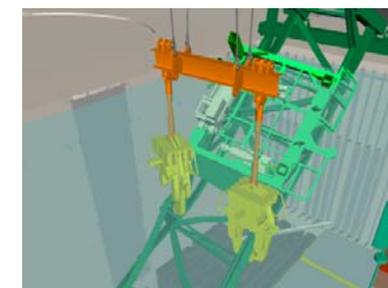
操作卓を吊り上げた様子  
H26.12.19

## 使用済燃料プールからのガレキ撤去

- H26.8.29にガレキを落下させた対応策として、万一ガレキを落下させても燃料に影響がおよばないように、ラック養生板の追加設置を行いました。
- 現在、大型のガレキである燃料交換機本体の撤去作業へ向けた作業と作業手順の確認などを実施しています。



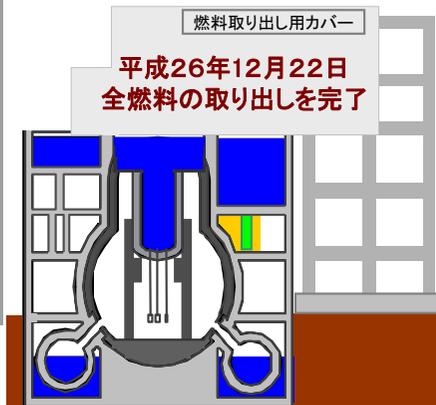
追加設置したラック養生板  
燃料ラック  
使用済燃料プール



吊り具による把持イメージ

# 2. 【4号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 平成25年11月18日より、使用済燃料プールからの燃料取り出し作業を開始し、目標どおり平成26年12月22日に全ての燃料の取り出しが完了しました。
- これにより4号機における燃料によるリスクはなくなりました。また、今後1～3号機の燃料取り出しを行っていく上での大きな自信につながる実績をあげることができました。
- なお、使用済燃料プールには制御棒や原子炉内の構造物の一部が保管しており、線量低減のため、引き続き水張りを継続します。



燃料プール温度 (平成27年2月4日)	6.1℃
冷却が停止した場合の温度上昇率(震災時)	34℃/日 (評価値)
冷却が停止した場合の温度上昇率	—
使用済燃料プール保管量	0体
原子炉内燃料	0体

平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
燃料取り出し建屋・設備設置	平成26年12月22日完了 燃料取り出し			



ガレキ撤去前  
(撮影日：平成23年9月22日)



圧力容器上蓋の撤去  
(撮影日：平成24年9月13日)



第一節 鉄骨建方完了  
(撮影日：平成25年1月14日)



鉄骨建方完了  
(撮影日：平成25年5月29日)



クレーン部材吊り上げ  
(撮影日：平成25年6月7日)



大型ガレキの撤去  
(撮影日：平成25年10月2日)



燃料ラック上部ガレキ吸引作業  
(撮影日：平成25年10月11日)



燃料取り出し作業  
(撮影日：平成25年11月18日)



トレーラーへの積み込み  
(撮影日：平成25年11月21日)



共用プールへの格納(変形燃料)  
(平成26年11月4日撮影)

## 主な作業と進捗

- H25.11.18 使用済燃料プールからの取り出し開始
- H26.12.22 使用済燃料プールに保管していた、全ての燃料の取り出しを完了。

## 主なトラブルと対応状況

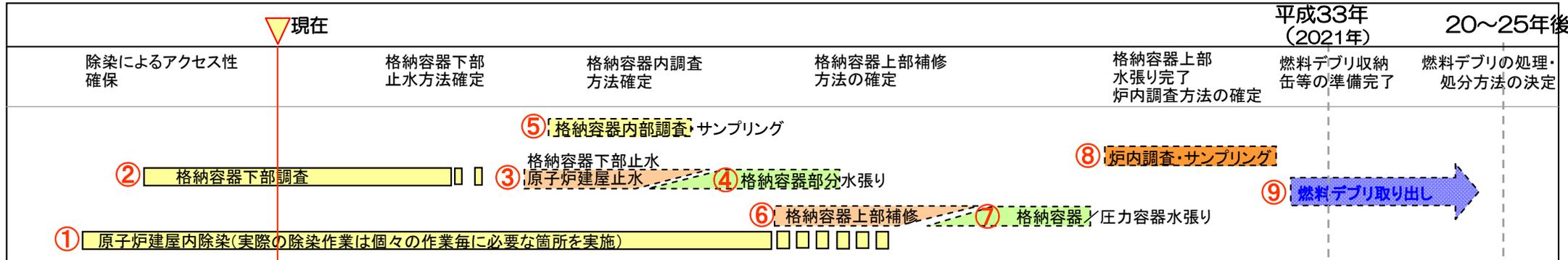
前回報告以降はありませんでした。

# 3. 1～3号機燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

- 1～3号機では、燃料が溶け落ち「燃料デブリ」として固まっており、福島第一をより安全な状態にするためには、燃料デブリを取り出す必要があります。
- 燃料デブリの取り出しの作業には多くの課題があり、建屋の調査や新しい技術の開発等を行いながら、安全最優先で進めています。

## 燃料デブリ取り出しに係る作業ステップ

- 燃料デブリの取り出しは、米国スリーマイル島原子力発電所（TMI）での経験を基にした水中取り出しを想定して、次のようなステップで作業を進めていく計画です。



- 上記工程表の主な9ステップにおける、現段階の作業イメージと課題は下表（次ページへ続く）の通りで、引き続き検討を進めています。

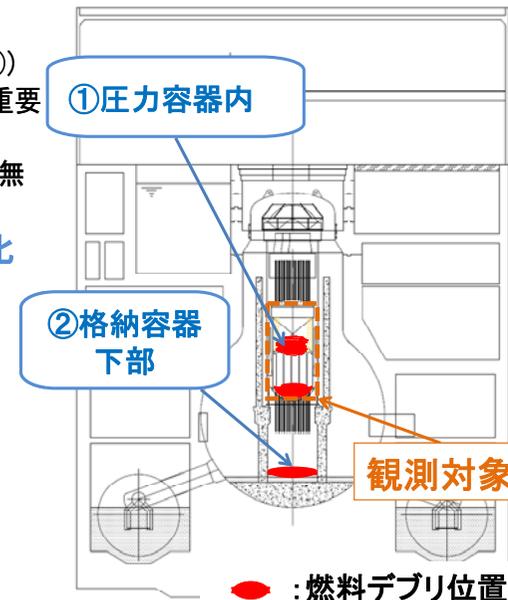
ステップ	① 原子炉建屋内除染 (②以降の作業毎に必要な箇所を順次実施する)	② 原子炉格納容器下部調査
イメージ		
内容	格納容器へのアクセス性を向上するため、高圧水、コーティング、表面はつり等により、作業エリアを除染します。	格納容器下部及び原子炉建屋壁面を、遠隔のカメラ等で調査します。
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆高線量箇所(数100～1,000mSv/hレベル)の存在</li> <li>◆建屋内ガレキによるアクセスが制限されている</li> <li>◆上記を踏まえた遠隔除染方法の検討・確立が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆調査対象が高線量エリア、汚染水中、狭隘部などにあること</li> <li>・調査方策・装置の開発</li> <li>・格納容器外部からの内部調査方策・装置の開発</li> </ul>

## <原子炉内燃料デブリ検知技術>

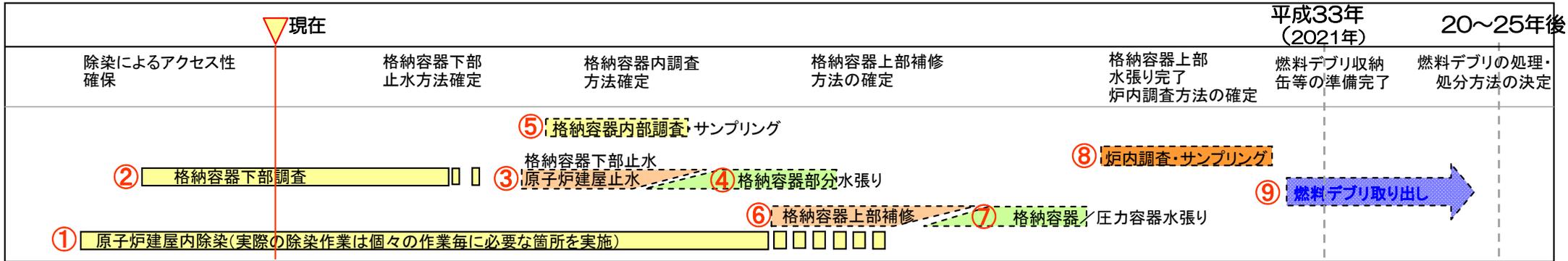
- 圧力容器内(①)と格納容器下部(②)の燃料デブリの位置、量の把握が重要
- ◆ 燃料集合体の損傷状態
- ◆ 狭隘部への溶融燃料の流れ込み有無
- ◆ 燃料デブリの密度等の詳細分布
- ⇒ 取り出し手順や工法の具体化

圧力容器内部は高放射線場でアクセス困難

宇宙線由来のミュオン(素粒子の一種)による透視技術を応用して、燃料デブリの分布の確認を進めています。



# 3. 1～3号機燃料デブリ取り出しに向けた取り組みー2



ステップ	③原子炉格納容器下部・原子炉建屋止水	④原子炉格納容器部分水張り	⑤原子炉格納容器内部調査・サンプリング	⑥原子炉格納容器上部補修
イメージ				
内容	燃料デブリの取出しは、水中で実施することが放射線の遮へいの観点からも有利と考えられることから、水張りのため止水します。	格納容器下部に部分的な水張りを実施します。	格納容器内を調査し、圧力容器から流れ出たと推定される燃料デブリの分布状況の把握や、サンプリングなどを実施します。	格納容器を満水まで水張りすべく、上部の漏れ箇所を、手動または遠隔にて補修します。
課題	◆炉心循環冷却のための注水を継続しながら、高線量下・流水状態で止水すること ・格納容器ハウダリ構築・止水技術・工法の開発	◆③と同様	◆高線量によるアクセス性の制約、格納容器内部環境(内部水の濁り、燃料デブリの所在等)が不明 ・上記を踏まえた遠隔調査方法及びサンプリング方法の開発	◆②と同様 ・格納容器漏れ箇所補修・止水技術・工法の開発(③と同様)

ステップ	⑦原子炉格納容器/圧力容器水張り	⑧炉内調査・サンプリング	⑨燃料デブリ取り出し
イメージ			
内容	十分遮へいが担保できる水位まで格納容器/圧力容器を水張り後、圧力容器上蓋を取り外します。	炉内を調査し、燃料デブリや炉内構造物の状態把握、サンプリング等を実施します。	圧力容器/格納容器内のデブリの取り出しを実施します。
課題	(⑥により格納容器ハウダリ構築が大前提)	◆高線量によるアクセス性の制約、圧力容器内部環境(内部水の濁り、燃料デブリの所在等)が不明 ・上記を踏まえた遠隔調査方法及びサンプリング方法の開発	◆燃料デブリの分布状況によっては技術開発範囲が拡大(特に格納容器内の燃料取出しはTMIでも経験なし) ・TMIに比べ、より高度な取り出し技術・工法の開発

