

福島第一原子力発電所の状況について

平成27年1月31日

東京電力株式会社

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、使用済み燃料プールから使用済み燃料の取り出しが11月5日に完了、新燃料の取り出しが12月22日に完了し、大幅にリスクが低減しました。
- また、1～3号機では、燃料および燃料デブリの取り出しに向け、建屋の除染や格納容器の漏えい箇所の調査等を順次進めています。

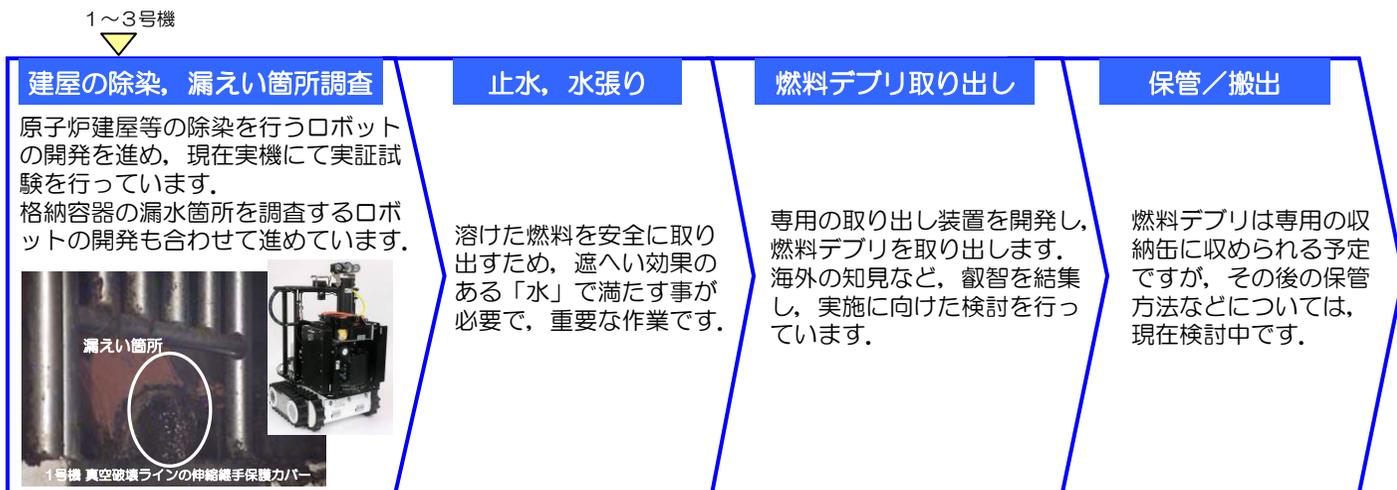
〔使用済み燃料プールからの燃料取り出し〕

原子炉建屋の各号機にある使用済み燃料プールには、過去に使用した燃料が保管されています。これらの燃料は、各号機毎に保管するよりも、共用プールで集中的に保管することでより安全性が高まるため、使用済み燃料プールからの取り出し作業を進めています。



〔燃料デブリ(溶融燃料)取り出し〕

1～3号機では、燃料が溶け落ち「燃料デブリ」として固まっています。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ことが不可欠です。燃料デブリの取り出し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。



(注) 使用済み燃料：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〕

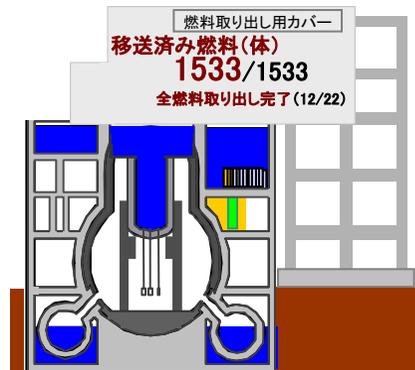
シナリオ
・技術の検討

設備の設計
・製作

解体等

4号機 使用済燃料プールからの燃料取り出し

- 4号機では、平成25年11月18日より使用済み燃料プールからの燃料取り出し作業を開始し、平成26年11月5日に使用済み燃料の取り出しが完了、12月22日に新燃料の取り出しが完了したことで、4号機におけるリスクが大幅に低減しました。
- 燃料の取り出し完了は、4号機のリスク低減という点で大きな成果であり、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成果です。



最後の燃料輸送容器の搬出作業状況

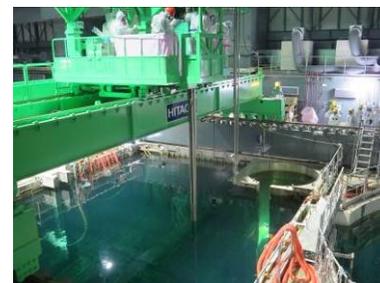


撮影 平成26年11月4日

共用プールへの使用済燃料（変形燃料）の格納

燃料取り出し

- これまで大きな工程の遅延もなく、無事故、無災害で作業が進められました。
- 燃料取り出しに先立ち、プール内に堆積していたガレキをしっかりと除去したため、燃料がこぼれる※ことなく、作業を順調に進めることができました。 ※燃料がラック等と接触し動かなくなる
- 変形燃料についても、入念な事前検討の結果、専用治具を用い、計画通り共用プールに移動させることができました。



使用済燃料プールからの燃料取り出し



トレーラーへのキャスク積み込み

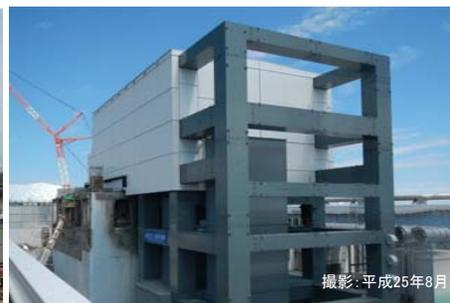
工程	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
燃料取り出し用カバー ・設備設置				
		燃料取り出し		



ガレキ撤去前



ガレキ撤去後



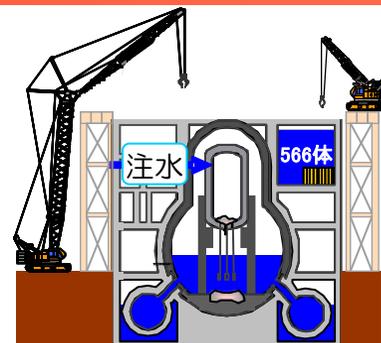
燃料取り出しカバー設置後

ガレキ撤去・燃料取り出し用カバー設置

- 燃料取り出し用カバーは、燃料取扱設備を支持し、燃料取り出し作業に支障がないよう風・雨を遮り、また放射性物質の飛散を抑制するために設置しました。まず、原子炉建屋周辺・オペフロ上のガレキを撤去し、燃料取り出し用カバーを支えるための基礎を構築し、鉄骨の柱・梁を建て込み、最後に壁・屋根パネルを取り付ける工事を約2年の短期間で完了しました。
- この燃料取り出し用カバーは、逆L型（片持ち形式）で持ち出す構造で、約69m(南北)×約31m(東西)×約53m(地上高)の規模です。このうち、クレーンを支持する架構の鉄骨量は約4,000tで、東京タワーの鉄骨量とほぼ同じです。本工事では、太い柱の内側から鉄骨と鉄骨を接合できるボルトの採用や壁・屋根パネルを大型ユニット化することで、作業員の被ばくを大きく低減し、大きな事故・災害なく作業を完了しました。

3号機 使用済燃料プールからの燃料取り出し

- 平成25年10月15日より、燃料取り出し用カバーや燃料取扱設備の設置作業に向け、オペフロ上の線量低減対策（除染、遮へい）を実施してきました。
- 除染による線量低減実績が当初の想定より低く、オペフロ上で人による作業が困難であることから、追加対策を実施しています。
- また、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実施しています。遠隔操作であったこともあり、燃料交換機操作卓の落下等の不具合が発生しましたが、大型のガレキとしては燃料交換機を残すのみとなっています。

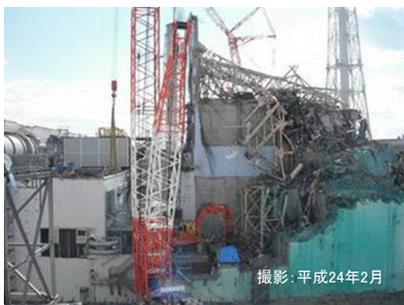


燃料プール温度 (平成27年1月7日)	20.6℃
冷却が停止した場合の温度上昇率 (震災時)	7.5℃/日 (評価値)
冷却が停止した場合の温度上昇率 (平成27年1月6日)	2.6℃/日

本工程は、東京電力の案であり、ロードマップの改訂に合わせて詳細を検討していくものです

工程

工程	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
ガレキ撤去				燃料取り出し用カバー・設備設置 (検討中)	
オペフロ除染・遮へい					燃料取り出し (検討中)
プール内ガレキ撤去					



ガレキ撤去前

撮影：平成24年2月



ガレキ撤去後

撮影：平成26年2月



カバーの製作状況 (小名浜ヤード)

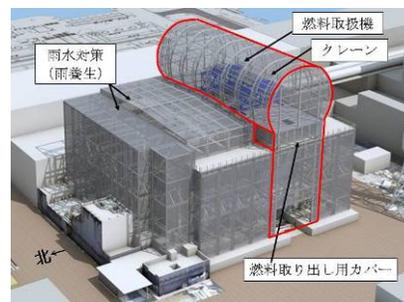
撮影：平成27年1月

ガレキ撤去・除染・遮へい

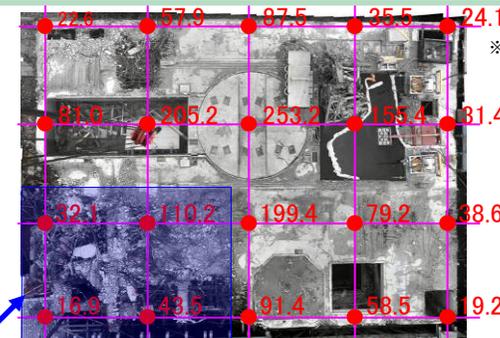
- 原子炉建屋周辺およびオペフロ上のガレキ撤去を平成25年10月に完了し、現在「自走式除染装置」および「定置式除染装置」を使用した除染作業を行っています。
- 除染作業の進捗に合わせて、オペフロの雰囲気線量率（オペフロ面から5m高さ）を測定しています。
- 除染・遮へいによる線量低減目標の1mSv/h以下に対し、現状の評価では達成が困難な状況であり、北西崩落部やその他エリアの遮へい体隙間部を補完する追加遮へい策等を検討中です。

燃料取り出し用カバー・設備設置

- 3号機原子炉建屋に設置する燃料取り出し用カバーは、4号機と同じく、燃料取扱設備を支持し、燃料取り出し作業に支障が生じないように風雨を遮り、また放射性物質の飛散抑制を目的に設置します。
- カバー工事では、1F構外の小名浜ヤードで部材を組立て、大型ユニット化することで、オペフロ上での有人作業の低減を目指します。
- 現在、1F構外の小名浜ヤードでカバーの大型ユニットを組立中です。
- 燃料取扱機・クレーンはメーカー工場で組立を行い、今後、工場で運転操作訓練を実施する予定です。
- 訓練実施後、設備を一体輸送することで被ばく低減を目指します。



燃料取り出し用カバーイメージ



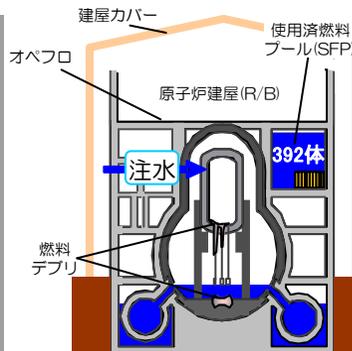
※単位：mSv/h
測定位置：床上5m

北西崩落部

オペフロの雰囲気線量率 (遮へい体設置前)
(平成25年11月～平成26年8月)

1号機 使用済燃料プールからの燃料取り出し

- 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、使用済燃料プールから燃料を取り出すためには、オペフロのガレキ撤去が必要です。
- 平成26年10月22日より飛散防止剤の散布と調査を開始し、今後の使用済み燃料の取り出しから燃料デブリ取り出しへと続く廃炉作業の第一歩を踏み出しました。
- 燃料取り出しに向けたプランの検討の結果、早期にプール内の使用済み燃料を取り出し、安定的に冷却が可能な共用プールでの保管とすることでリスクが低減できることから、プール燃料取り出し専用の架構を設置して取り出す方法が最適であると判断しました。



燃料プール温度 (平成27年1月7日)	12.5℃
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1月6日)	1.4℃/日

本工程は、東京電力の案であり、ロードマップの改訂に合わせて詳細を検討していくものです

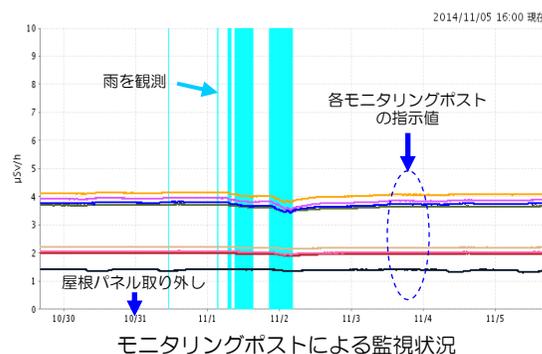
工程	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度
オペフロ状況調査			ガレキ撤去 (検討中)		燃料取り出し (平成31年度以降・検討中)
建屋カバー解体準備・事前調査等		建屋カバー解体 (検討中)		燃料取り出し建屋・設備設置 (検討中)	



飛散防止剤散布



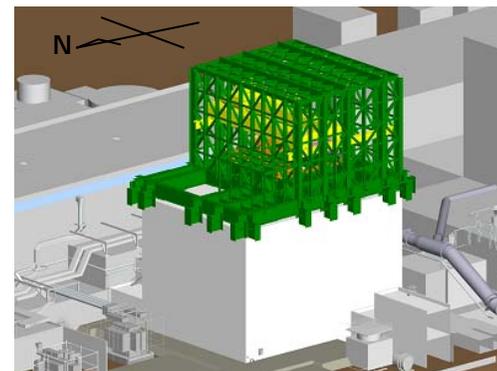
屋根パネル取り外し



モニタリングポストによる監視状況

燃料取り出しプラン

- プール燃料取り出しに特化した架構で燃料を取り出し、その後、燃料デブリ取り出し用架構を新たに設置し直し、燃料デブリを取り出します。
- 同プランの設計においては、被ばく低減、工程短縮、廃棄物量低減を十分に考慮します。



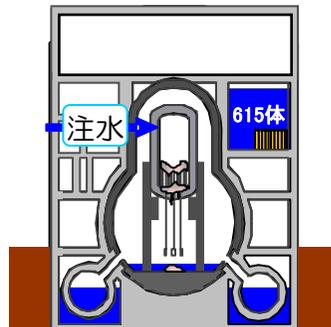
プール燃料取り出し用架構のイメージ

建屋カバー解体準備・事前調査

- 今年度末から実施予定の建屋カバー解体工事を着実に実施するため、10月22日より建屋カバーの屋根パネルを穿孔し、飛散防止剤を散布する作業に着手しました。
- その後、1枚目屋根パネルを10月31日に、2枚目の屋根パネルを11月10日に取り外し、ガレキ状況やダスト濃度の調査を実施しました。なお、取り外した屋根パネルは、12月4日に一旦、屋根に戻しました。
- これまで、オペフロ上のダストモニタ、モニタリングポストに有意な変動は確認されておりません。
建屋カバー解体着手前のオペフロ上のダスト濃度： $2.1 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3 \sim 7.2 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ 【測定対象期間:10月17日～22日】
建屋カバー解体着手後のオペフロ上のダスト濃度： $1.4 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3 \sim 4.4 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ 【測定対象期間:10月22日～11月10日】

2号機 使用済燃料プールからの燃料取り出し

- 2号機は、これまでの調査からオペフロの線量が高く、また、オペフロ除染の成立性および燃料取扱設備の復旧の可能性が現時点では見込めない状況にあります。
- 燃料取り出しに向けたヤード整備等の先行工事に時間を要するため、**プール燃料取り出しに特化したプランとプール燃料および燃料デブリを兼用架構で取り出すプランについて、平成28年度中頃まで継続検討し、燃料デブリ取り出し計画の進捗を踏まえた最適な方式を採用します。**
- 燃料取り出しプランの検討では、オペフロ内の線量低減策や既存原子炉建屋を流用するプランの実現性についても検討します。



燃料プール温度 (平成27年1月7日)	26.2℃
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1月6日)	3.5℃/日

本工程は、東京電力の案であり、ロードマップの改訂に合わせて詳細を検討していくものです

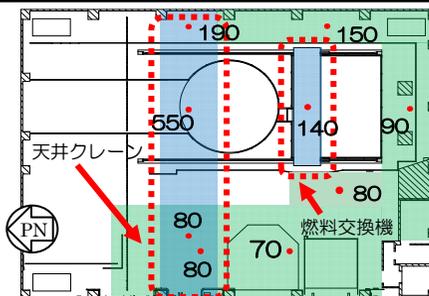
工程	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
オペフロ調査等	→				
燃料取り出しプランの検討	→				
周辺ヤード整備等		→			
原子炉建屋上部解体・改造等				→	
燃料取り出し (平成31年度以降・検討中)					→



2号機原子炉建屋



オペフロ調査状況



オペフロの線量分布

燃料取り出しプラン

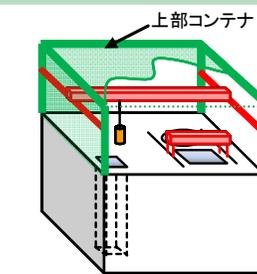
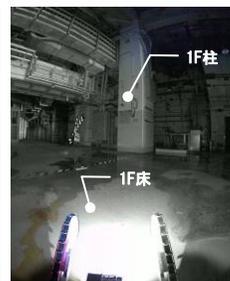
- 安全で確実なプール燃料の取り出しに向けて、以下の項目について検討します。
 - ✓オペフロ内の線量低減方法（除染・遮へい）
 - ✓ダスト等の飛散抑制に配慮した建屋解体工法
- プール燃料取り出しに特化したプランについては、廃棄物量低減、放射性物質飛散抑制等の観点から原子炉建屋上部を流用することも含めて検討します。

オペフロ・原子炉建屋躯体調査結果

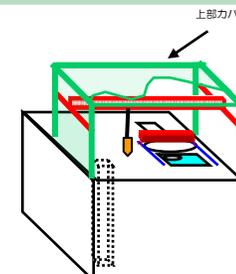
- 原子炉建屋躯体調査の結果、主な耐震要素であるシェル壁、外壁等に損傷は確認されませんでした。
- 測定された線量分布を基に、既存除染技術による除染後の線量率を評価したところ、20~50mSv/hと、目標線量1mSv/h（床上1m）を大きく上回る結果が得られました。
- 目標線量を達成したとしても、作業量を想定すると、膨大な作業員数が必要となることがわかりました。



原子炉建屋躯体調査状況



プール燃料と燃料デブリ取り出し兼用案



プール燃料取り出しに特化したプランの例

燃料取り出し用架構のイメージ

「汚染水対策」の3つの基本方針

■ 事故で溶けた燃料を冷やした水と地下水が混ざり、1日約400トン※1の汚染水が発生しており、下記の3つの基本方針に基づき対策を進めています。

※1：地下水バイパスや建屋止水工事などの対策により、減少傾向となっています。

方針1. 汚染源を取り除く

- ① 多核種除去設備による汚染水浄化
- ② トレンチ※2内の汚染水除去

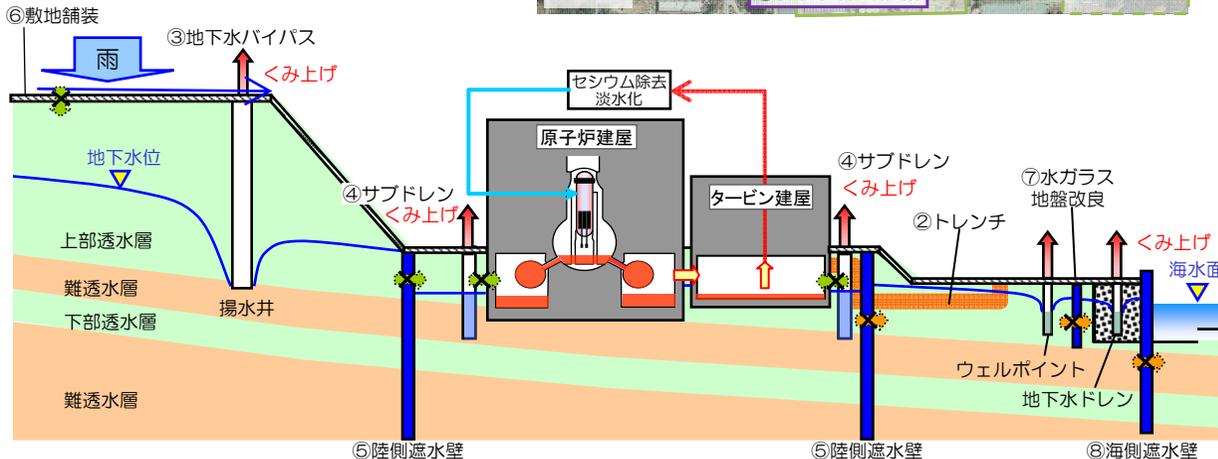
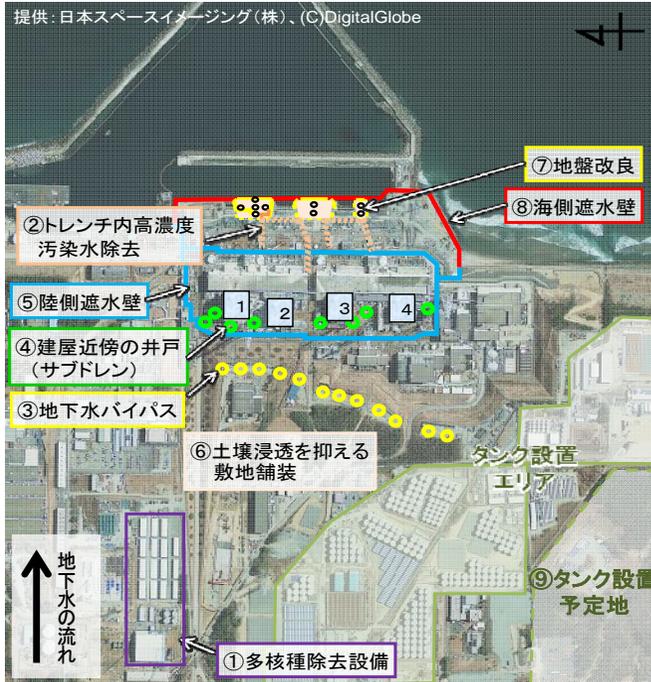
※2：配管などが入った地下トンネル

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くみ上げ
- ④ 建屋近隣の井戸での地下水くみ上げ
- ⑤ 凍土方式の陸側遮水壁の設置
- ⑥ 雨水の土壤浸透を抑える敷地舗装

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（溶接型へのリプレイス等）



	平成25年度		平成26年度		平成27年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
方針1. 取り除く	①多核種除去設備による汚染水浄化	高性能・増設多核種除去設備の設置	多核種除去設備等によるタンク内汚染水の浄化		多核種除去設備による処理済水の浄化	
	②トレンチ内の汚染水除去	浄化作業	凍結管設置 凍結止水・汚染水の除去			
方針2. 近づけない	③地下水バイパスによる地下水くみ上げ	建屋山側で地下水をくみ上げ				
	④建屋近隣の井戸での地下水くみ上げ(サブドレン)	浄化設備設置	調査・復旧	建屋近隣の井戸で地下水をくみ上げ		
	⑤凍土方式の陸側遮水壁の設置	小規模凍結試験		設置工事	凍結	地下水流入抑制
	⑥雨水の土壤浸透を抑える敷地舗装	アスファルト等による敷地舗装				
方針3. 漏らさない	⑦水ガラスによる地盤改良	水ガラス等による地盤改良		汚染した地下水の海への流出抑制		
	⑧海側遮水壁の設置	設置工事		地下水の海への流出抑制		
	⑨タンクの増設(溶接型への交換等)	タンクの増設・貯留				

「汚染水対策」の進捗状況 方針1：汚染源を取り除く

- 原子炉建屋地下などに滞留している高濃度の汚染水（汚染源）の浄化を、多核種除去設備などの7つの設備により進めることは、汚染水が漏えいした場合のリスクを低減させることとなります。
- 1日でも早いリスク低減を目指し、汚染水（RO濃縮塩水※）の浄化を行う計画です。
- タービン建屋海側にある海水配管トレンチに滞留している高濃度汚染水が、海洋に流出するリスクを未然に防止するため、建屋接続部の止水、滞留水の移送、および海水配管トレンチ内の閉塞に取り組んでいます。

※：処理装置等（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置等）により主要核種のセシウムが除去された廃水のこと

工程	平成25年度		平成26年度		平成27年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①多核種除去設備等の、7つの設備による汚染水浄化	多核種除去設備等による汚染水の浄化					
②トレンチ内の汚染水除去	高性能・増設多核種除去設備の設置		高性能・増設多核種除去設備の設置		多核種除去設備による処理済水の浄化	
	浄化作業					
	凍結管設置		凍結止水・汚染水の除去			

多核種除去設備など7つの設備による浄化

- 増設多核種除去設備（3系統）および高性能多核種除去設備が、処理（試運転）を開始しました。また、モバイル型ストロンチウム除去装置が、1系統の処理を開始しました。
- 汚染水の浄化は、3種類の多核種除去設備とモバイル型ストロンチウム除去設備を用いて継続的に処理しています。増設多核種除去設備は、既設多核種除去設備での運転経験を踏まえた設計となっており、これまでのところトラブルがなく高い稼働率で処理を継続しています。
- セシウム吸着装置(KURION)、第二セシウム吸着装置(SARRY)、RO濃縮水処理設備は、運転を開始しました。



汚染水処理設備	1 多核種除去設備	2 増設多核種除去設備	3 高性能多核種除去設備	4 モバイル型Sr除去設備	5 RO濃縮水処理設備	6 KURIONによるSr除去	7 SARRYによるSr除去
除去能力	62核種を告示濃度限度未満				ストロンチウム (Sr) を1/100~1/1,000		
処理能力	250m ³ /日×3系列	250m ³ /日×3系列	500m ³ /日	300m ³ /日×2系列 480m ³ /日×4台	500~900m ³ /日	600m ³ /日	1,200m ³ /日
状況	試運転中			運転中	運転中	運転中	運転中

「汚染水対策」の進捗状況

方針2：汚染源に水を近づけない

- 地下水の一部が建屋に流入し、汚染源に触れて汚染水となることから、建屋内へ流入する地下水を少なくし、汚染水の増加を抑制することを目的に、建屋よりも上流の井戸で地下水をくみ上げて流路を変更する「地下水バイパス」を実施しています。
- 汚染水を貯水している建屋周りに、凍土による遮水壁を設置することによって、建屋内への地下水流入による汚染水の増加を抑制する対策を実施しています。
- 凍土の遮水壁は、土中に埋め込まれた凍結管により周囲の温度を下げ、土を凍結させることで造成します。

工程	平成25年度		平成26年度		平成27年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
③地下水バイパスによる地下水くみ上げ			建屋山側で地下水をくみ上げ			
⑤凍土方式の陸側遮水壁の設置			小規模凍結試験		設置工事	凍結
						地下水流入抑制

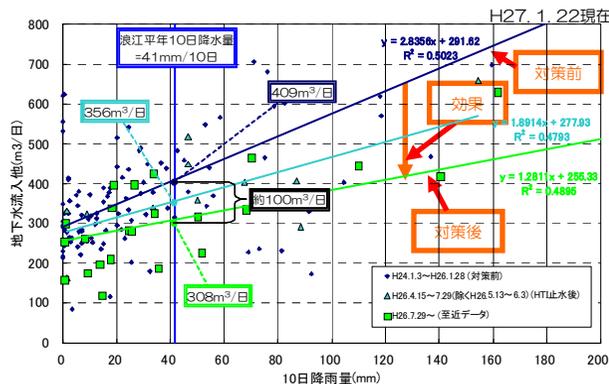
地下水バイパスによる地下水の汲み上げ

- 平成27年1月26日までに計45回、約73,806m³の地下水をくみ上げ、水質が運用目標を満足していることを東京電力及び第三者機関（日本分析センター）で確認した上で排水を実施しています。
- 地下水バイパスの効果は、建屋周辺の地下水の水位から、地下水バイパスのくみ上げ開始前と比較して約10～15cm低下していると評価しています。
- 建屋への地下水流入量については、これまで実施してきた高温焼却炉建屋の止水対策等とあわせて、約100m³/日減少していると評価しています。

【近頃の排水実績・分析結果】 H27. 1. 22

単位: Bq/L

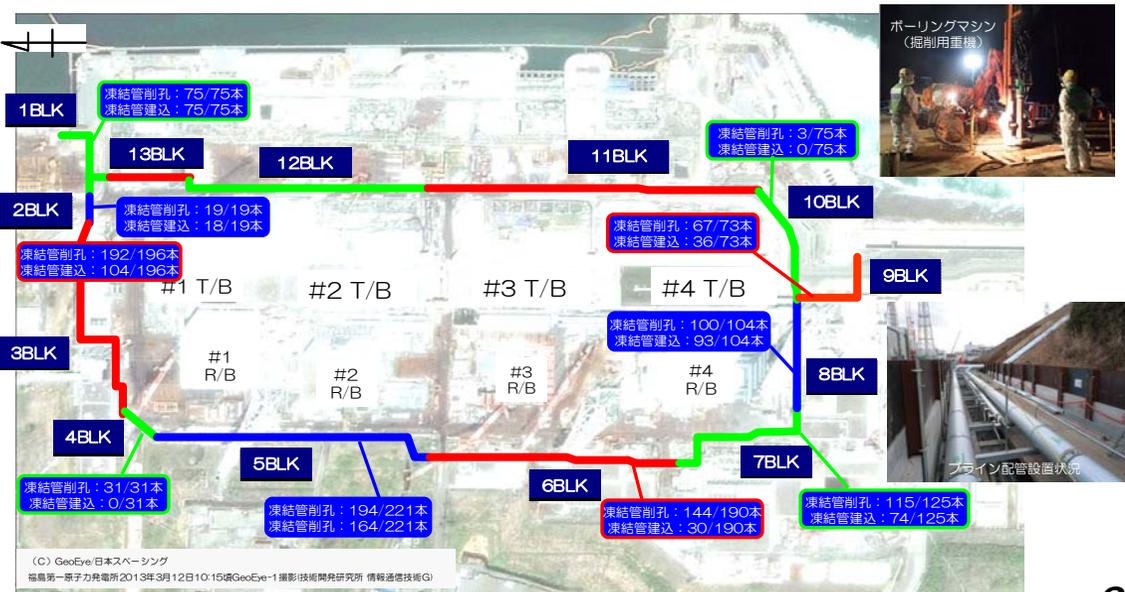
	セシウム134	セシウム137	全ベータ放射能	トリチウム
東京電力	ND (0.76)	ND (0.59)	ND (0.83)	170
第三者機関	ND (0.63)	ND (0.65)	ND (0.49)	160
運用目標	1	1	5	1,500



地下水バイパスの効果

凍土方式陸側遮水壁の設置

- 1～4号機を取り囲む凍土遮水壁の造成に向け、凍結管のための削孔工事を実施しています。
- 1月20日の時点で、埋設物と干渉しない箇所では、全削孔本数1,549本中、940本の削孔を完了しており、凍結管の設置も594本完了しています。また、一部埋設物と干渉する箇所では、全削孔本数157本中、35本の削孔を完了しています。
- 削孔工事にあたっては、一部埋設物がありそれを貫通させる箇所については、慎重に調査した上で削孔を実施しています。



凍土方式陸側遮水壁設置工事の進捗

「汚染水対策」の進捗状況 方針3：汚染水を漏らさない

- 増加する汚染水の敷地外への流出を防止し、安全に保管するため、敷地内にタンクを計画的に建設しています。
- 安定的に維持するため、タンクの信頼性の向上を図っています。フランジ型タンク（フランジ接合）等を撤去し、溶接型タンク（溶接）を順次設置する計画です。
- 発電所の4m盤には、地下水に高濃度の汚染が確認されました。この地下水による海洋への汚染を抑制するため、汚染が確認されたエリアを囲い込み、汚染水流出のリスク低減を図ります。

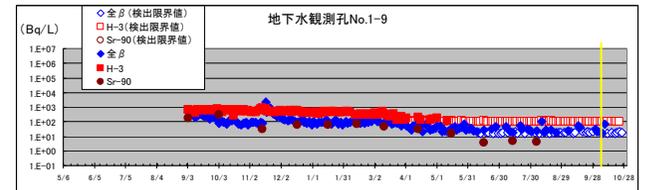
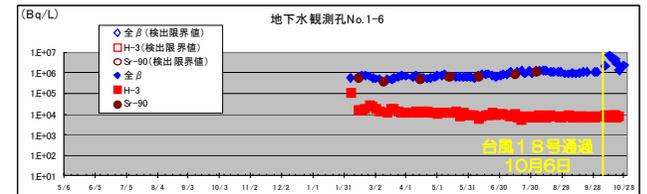
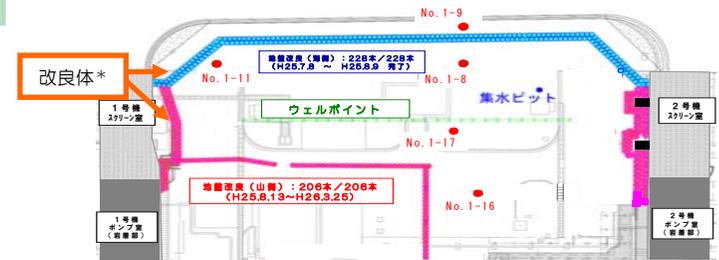
工程	平成25年度		平成26年度		平成27年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
⑦水ガラスによる地盤改良	水ガラス等による地盤改良		汚染した地下水の海への流出抑制			
			汚染エリアからの汚染水のみ上げ			
⑨タンクの増設（溶接型へのリプレース等）			タンクの増設・貯留			

タンクの建設（リプレース）

- タンクの増設は、信頼性の高い溶接型タンクを順次建設しています。受入容量が不足しないよう、建設計画に余裕をもって進めています。一部のタンクについては、作業員の被ばく低減、負担軽減対策として、福島第二原子力発電所の敷地で製作しています。
- 敷地の利用効率が悪いエリアのタンクを撤去して、溶接型タンクを設置しています。（リプレース）
- 雨水抑制（雨樋、堰力バー等）の対策が進んだことで、H26年は、2回の大型台風時にも、堰から溢水させることなく適切に処理することができました。

水ガラスによる地盤改良

- 地下水観測孔No.1-6において、台風通過後に、地下水の全ベータ濃度が過去最大値を更新しました。
- 地盤改良およびウェルポイントの海側にあるNo.1-9の濃度の上昇が見られなかったことから、海洋への影響はなく、護岸付近の地盤改良の効果が発揮されたものと考えています。



タンク建設状況



福島第二におけるタンク製作



タンク雨樋設置状況



撤去タンク移設先保管状況



タンク雨水対策状況