

福島第一原子力発電所の 汚染水の状況と対策について

2016年9月5日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 「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、汚染水が発生しています。下記の3つの基本方針に基づき対策を進めています

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

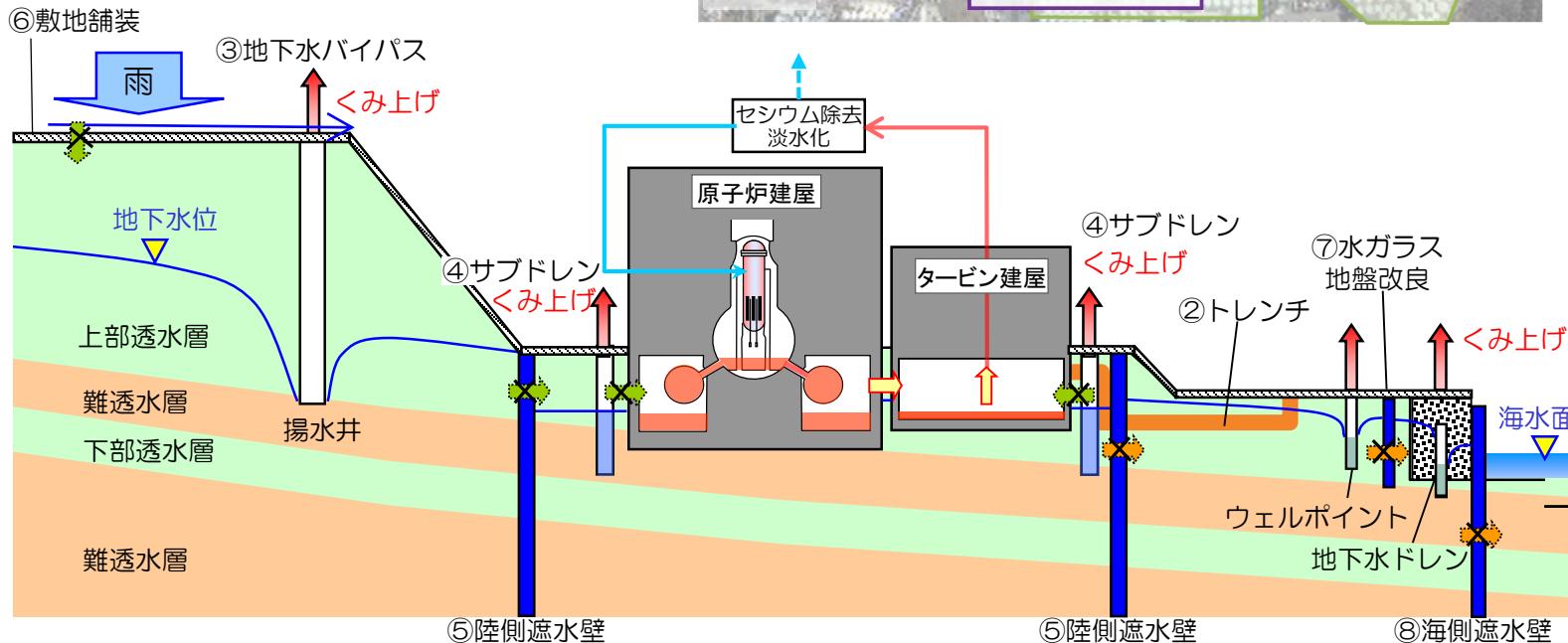
(※2) 配管などが入った地下トンネル。

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建屋近傍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雨水の土壌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(溶接型へのリプレース等)



	2013年度	2014年度		2015年度		2016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	2015年5月27日 RO濃縮塩水処理完了			
	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	2015年12月11日 全汚染水除去処理完了	
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	累積排水量 211,880t 排水回数 131回 2016年9月1日現在				建屋山側で地下水をくみ上げ	
	④建屋近傍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	2016年8月31日現在 累積排水量 178,394t 排水回数 222回	建屋近傍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	2016年3月31日 海側全面及び山側一部を凍結開始	地下水流入抑制
					2016年6月6日より山側の凍結範囲を95%※に拡大、海側の補助工法を実施		
					2016年8月10日より山側の補助工法を実施		
					※: 陸側遮水壁内への地下水流入を見込んでいない未凍結箇所(5%)を除いた範囲		
				10m盤、他工事干渉箇所を除く計画エリアの100%施工完了 2016年3月30日時点			
				アスファルト等による敷地舗装			
				4m盤及び10m盤のフェーシングについて、廃炉作業の進捗にあわせて検討・実施予定			
方針3. 漏らさない	⑦水ガラスによる地盤改良					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くみ上げ
	⑧海側遮水壁の設置				2015年10月26日 閉合完了	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

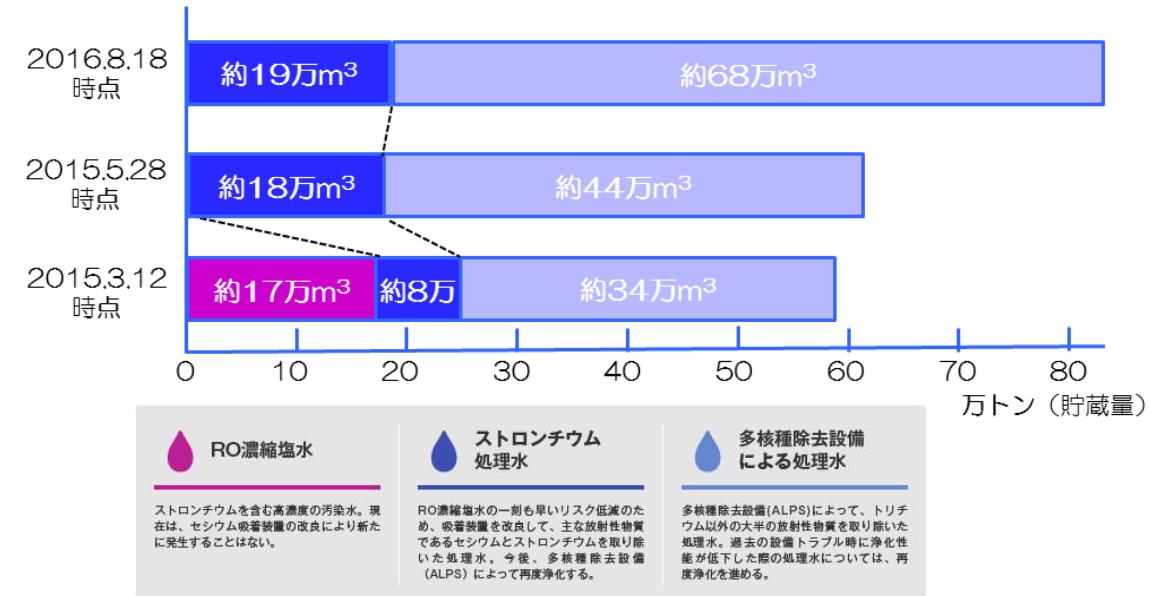
2. 汚染源を「取り除く」対策の進捗状況

- 多核種除去設備以外で処理したストロンチウム処理水について、多核種除去設備で再度浄化し、さらなるリスク低減を図っています。
- 建屋内には、高濃度の汚染水が貯留されているため、建屋滞留水処理（量・濃度の低減）を行い、漏えいリスク低減に努めてまいります。

汚染水処理設備

汚染水処理設備	多核種除去設備 (ALPS)	増設多核種除去設備 (ALPS)	高性能多核種除去設備 (ALPS)	セシウム吸着装置によるSr除去	第二セシウム吸着装置による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系統	250m ³ /日 ×3系統	500m ³ /日	600m ³ /日	1,200m ³ /日
状況	試運転中			運転中	

汚染水処理後の貯蔵状況について



建屋滞留水処理について

【建屋滞留水の貯蔵量低減の方針】

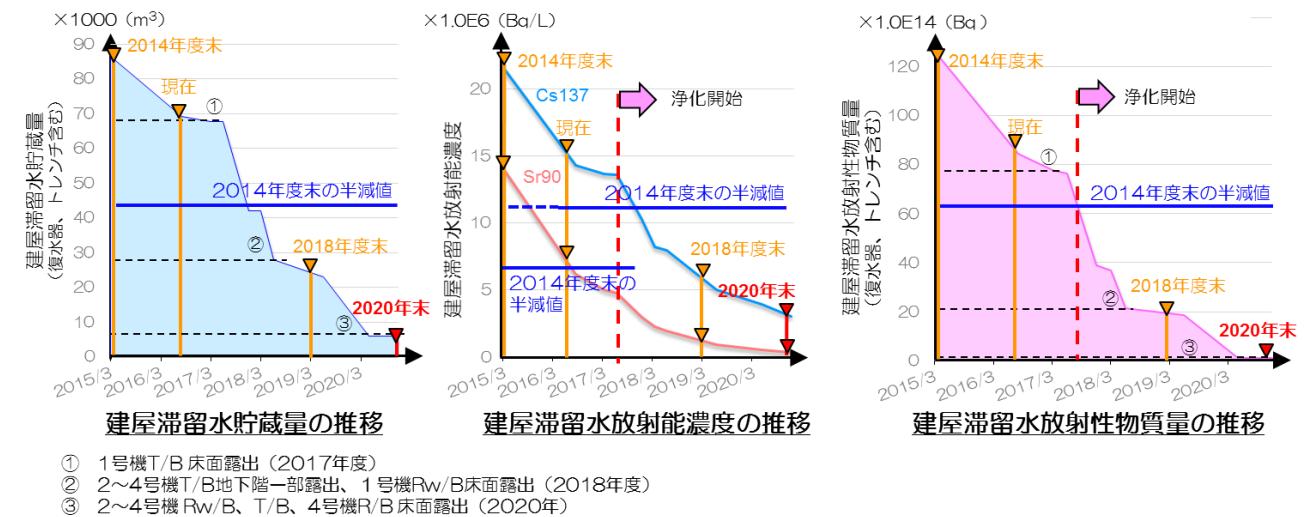
- 建屋には地下水等が日々流入しているため、地下水等の流入をサブドレンの稼働、陸側遮水壁造成等により抑制させていきます。
- 循環注水を行っている原子炉建屋以外の建屋は、地下水との水位差を確保しながら建屋滞留水の水位を低下させ、最下階床面を露出させます。

【建屋滞留水中の放射性物質低減の方針】

- 建屋滞留水中の放射能濃度は、浄化設備（セシウム吸着装置/第二セシウム吸着装置、RO装置）で処理した水の一部を建屋に戻す（下図、赤いライン）ことで、低減させていきます。

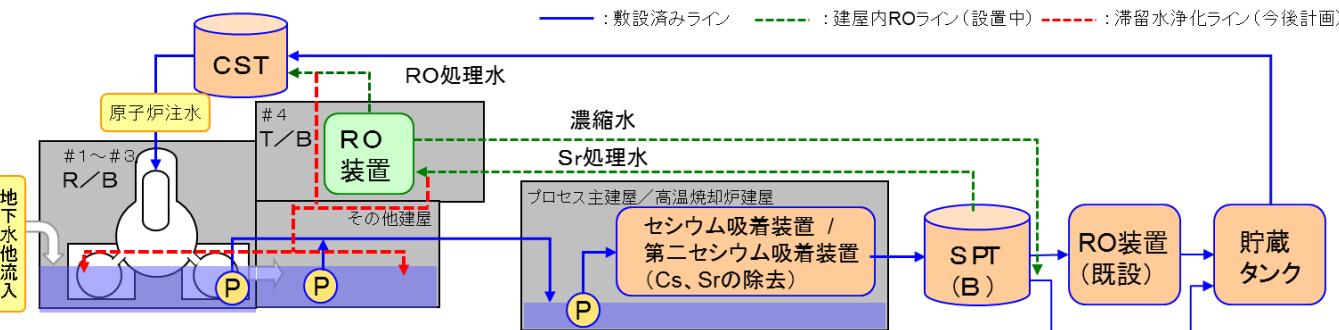
【建屋内滞留水処理の見通し】

- 中長期ロードマップにおける滞留水処理のマイルストーンである、「2018年度の建屋内滞留水中の放射性物質の量を半減（2014年度末時点の状態と比較）」及び「2020年内の建屋内滞留水の処理完了」を本処理方針に基づき達成します。



<建屋内滞留水処理スケジュール>

<建屋内滞留水 浄化系統概要図>



3. 汚染源に水を「近づけない」対策の進捗状況

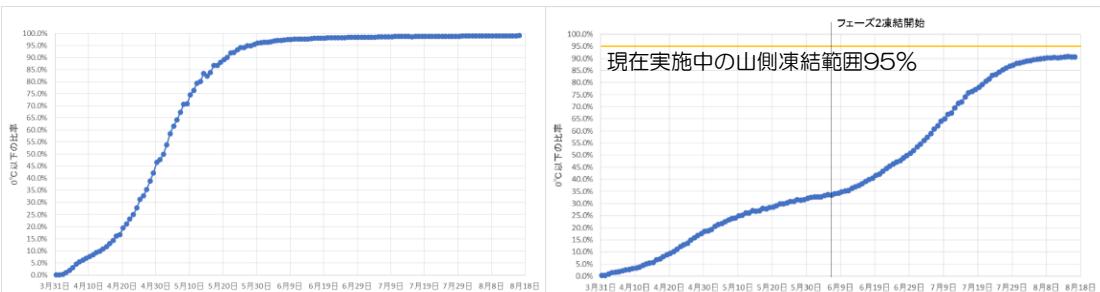
- 陸側遮水壁は、3月31日に海側全面と山側の一部について凍結を開始。その後、6月6日より山側の凍結範囲を95%※に拡大し、温度の低下が遅れている箇所については、海側を6月6日、山側を8月10日より凍結促進のため補助工法を実施しています。以上により全体的に温度が低下してきており、陸側遮水壁内外で地下水位差が拡大する兆候が見え始めています。
- 引き続き、凍結状況、陸側遮水壁内外地下水位差、4m盤（陸側遮水壁より海側）からのくみ上げ量等の確認を行います。
- 敷地内の線量低減および雨水の地下浸透を抑えるため、広域的な敷地舗装（フェーシング）に取り組み、3月末までに1～4号機建屋周辺等を除いた範囲（予定箇所）の作業を完了しました。引き続き、残りの4m盤及び10m盤のフェーシングについて、廃炉作業の進捗にあわせて検討・実施していきます。

※：陸側遮水壁内への地下水流入を見込んでいる未凍結箇所（5%）を除いた範囲

陸側遮水壁の進捗概要

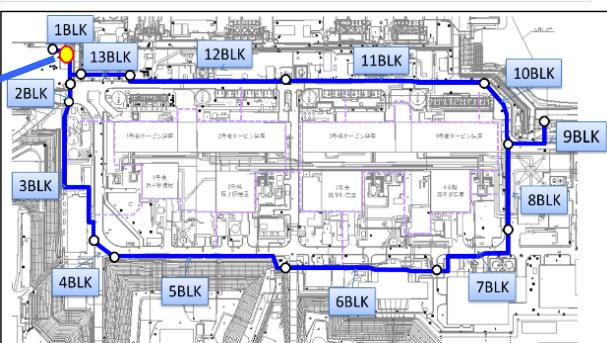
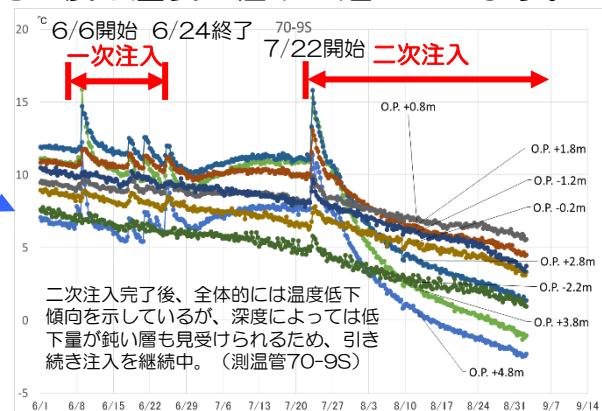
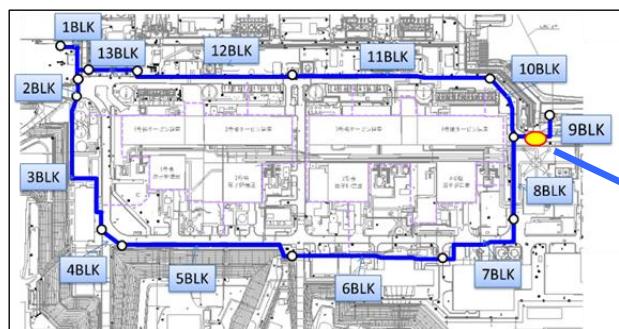
- 陸側遮水壁（海側）の地中温度計測点における0℃以下の比率は、8/29時点で、約99%※まで進んでいます。
- 凍結にはある程度時間を要すると想定しており、地下水水位の状況をしっかり確認しながら進めていきます。

※：凍結管を設置したすべての範囲（100%）に対する割合



＜海側及び山側の地中温度計測点における0℃以下の比率の推移＞

- 凍結進展が遅れている箇所についても、補助工法※を実施しています。施工中に一時的に地中温度が上昇しましたが、その後は温度の低下が進んでいます。

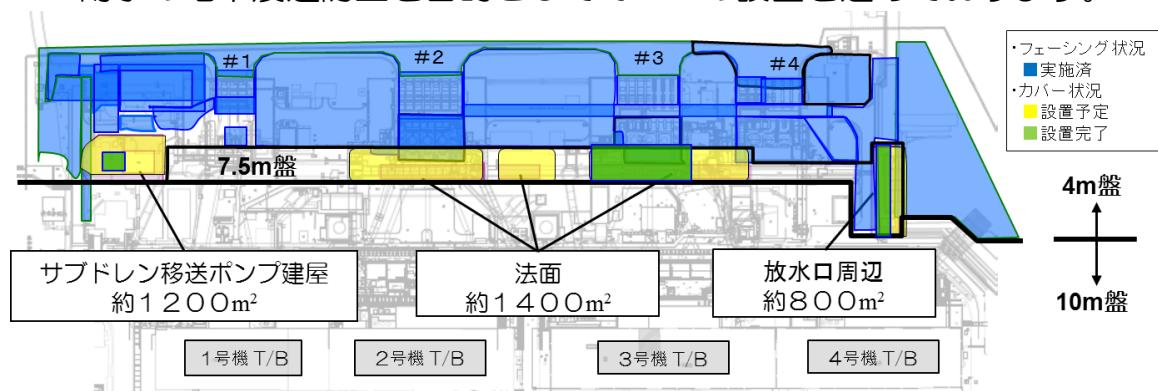


＜補助工法 施工範囲付近の温度経時変化（例：1号機北側、4号機南側）＞

※：凍結が遅れている箇所近傍の地盤に、注入材を注入し透水性を低下させる

広域的な敷地舗装（フェーシング）

- 4m盤及び法面において、干渉物がありフェーシングが困難な箇所は、雨水の地中浸透防止を目的としてカバーの設置を進めております。



4m盤フェーシング
実施状況

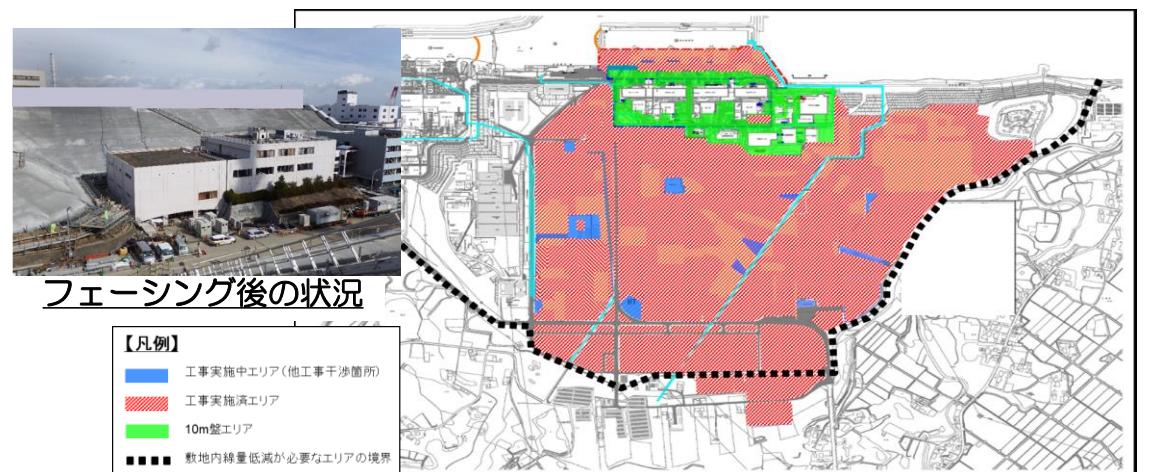


法面
(屋根カバー施工状況)



法面
(屋根カバー施工予定箇所)

＜1～4号機海側雨水浸透防止対策カバー設置進捗状況＞



フェーシング後の状況

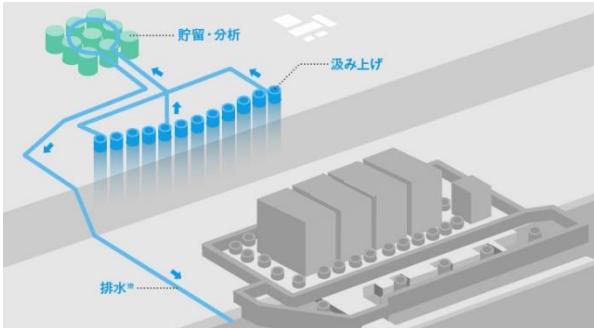
- 【凡例】
- 工事実施中エリア(他工事干渉箇所)
- 工事実施済エリア
- 10m盤エリア
- 敷地内線量低減が必要なエリアの境界

＜フェーシング全体の進捗状況＞

3. 汚染源に水を「近づけない」対策の進捗状況

■ 地下水バイパス・サブドレンにより地下水を汲み上げ、水質が運用目標値未満であることを確認した上で排水しています。これにより、地下水・雨水等の建屋への流入量は150~200m³/日程度に減少しています（当初評価値の約半分まで減少：8月18日現在）。陸側遮水壁（山側）の凍結進捗により、さらに減少する見込みです。

地下水バイパスの概要



【至近の排水実績】

排水日	8月30日
排水量	1,695m ³

【累計の排水実績】

排水回数	131回 (前回:117回)
排水量	211,880m ³ (前回:189,463m ³)

【至近の分析結果】

単位：ベクレル/リットル

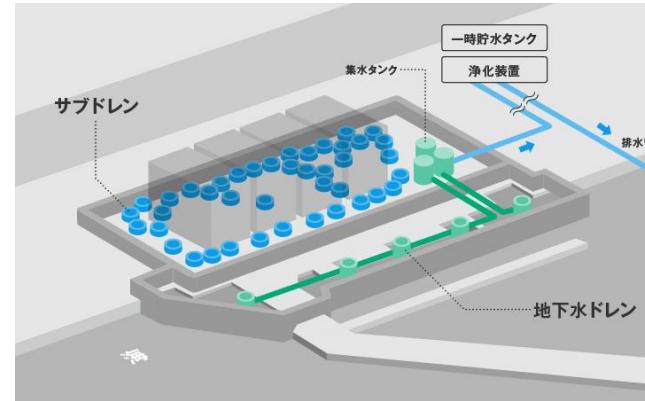
	セシウム 134	セシウム 137	全ベータ 放射能	トリチウム
東京電力	ND (0.80)	ND (0.78)	ND (0.63)	140
第三者機関	ND (0.50)	ND (0.55)	ND (0.48)	140

- 2016年9月1日までに、汲み上げた地下水が運用目標値未満であることを確認したうえで、計131回排水（総排水量211,880 m³）。
- 全井戸について、鉄酸化細菌等の発生が認められているため、ポンプの運転状況を確認しつつ、適宜清掃・点検を実施しています。

建屋への流入量・移送量の推移

- 地下水・雨水等の建屋への流入量は、サブドレン稼働以降に低減し、安定的な状態が続いています。（図中①）
- 地下水ドレン等から建屋への移送量は、海側遮水壁の閉合に伴い一時的に増加したものの、減少傾向です。（図中②）
- 建屋への流入量（①）と移送量（②）の合計は、降雨による一時的な増加はあるものの、昨年末以降、減少傾向です。（図中③）

サブドレンの概要



【至近の排水実績】

排水日	8月31日
排水量	980m ³

【累計の排水実績】

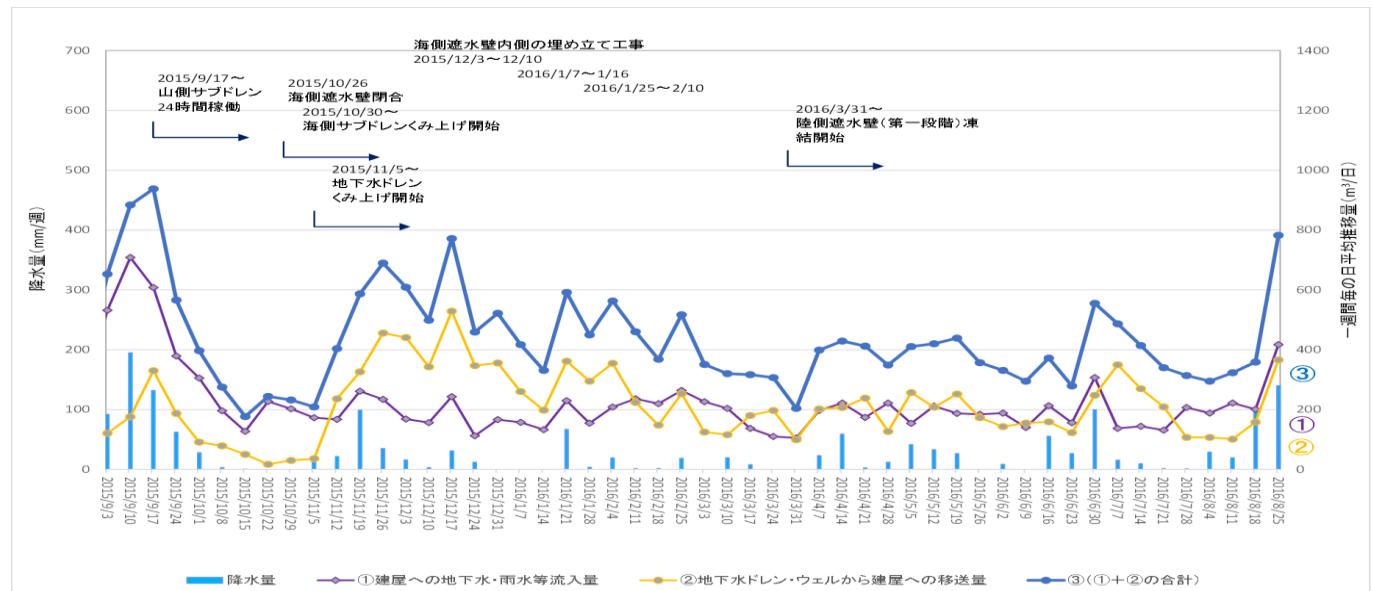
排水回数	222回 (前回:150回)
排水量	178,394m ³ (前回:120,643m ³)

【至近の分析結果】

単位：ベクレル/リットル

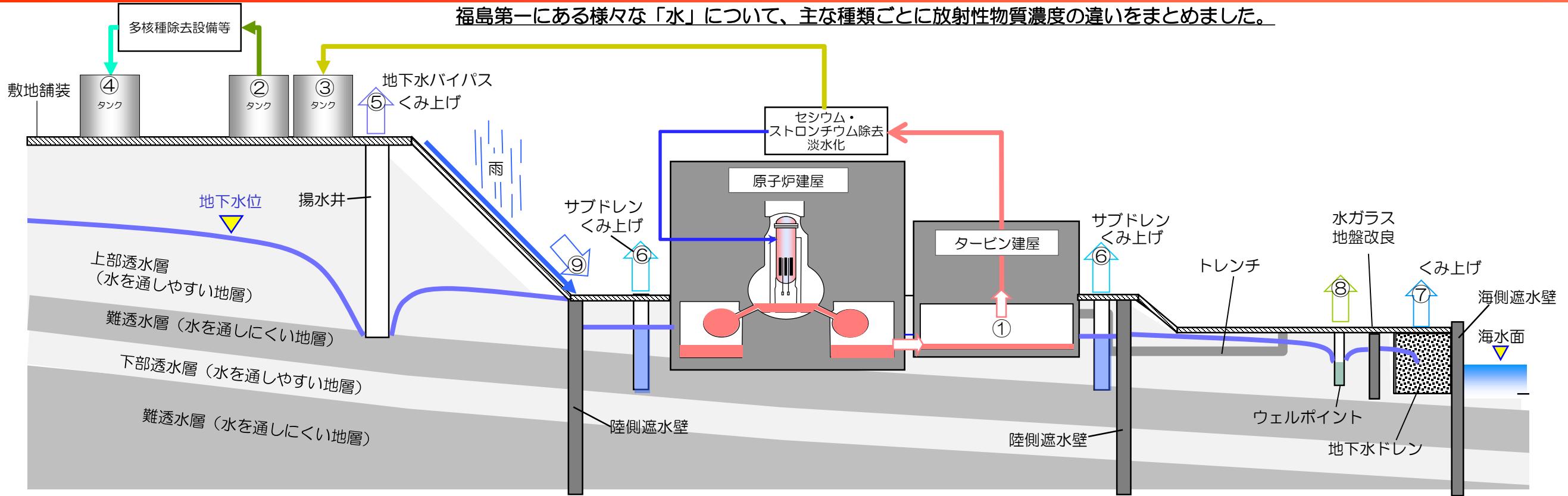
	セシウム 134	セシウム 137	全ベータ 放射能	トリチウム
東京電力	ND (0.68)	ND (0.63)	ND (2.2)	530
第三者機関	ND (0.61)	ND (0.89)	ND (0.38)	560

- くみ上げた地下水（サブドレン）は、専用の設備により放射性物質濃度を1/1,000~1/10,000程度まで低下させ、水質基準を満たすことを確認した後、港湾内へ排水しています。
- 2015年9月3日より地下水をくみ上げ、水質が運用目標値未満であることを確認した上で、計222回排水（総排水量178,394 m³）（2016年8月31日現在）。



地下水・雨水・建屋滞留水等の汚染水・処理水などの水質の違い

福島第一にある様々な「水」について、主な種類ごとに放射性物質濃度の違いをまとめました。



福島第一の主な水の種類		濃度のイメージ (濃さの程度) ㍈/㍊				どのような水なのか
		セシウム134	セシウム137	全ベータ線核種	トリチウム	
	①建屋滞留水	数10万～数100万	数100万～数1000万	数100万～数1000万	～数100万	燃料によって汚染された冷却水と、建屋に流入した地下水が混じり合った水
タンク	②濃縮塩水 2015年5月27日 処理完了	～数万	～数万	～数億	～数100万	建屋滞留水からセシウム除去装置によってセシウムを除去した水（津波・海水注入による塩分を含む）
	③ストロンチウム処理水等	～数1000	～数1000	～数100万	～数100万	濃縮塩水からストロンチウム除去装置によりストロンチウムを除去した水
	④多核種除去設備（ALPS）等処理水（代表）	～数10	～数10	～数100	～数100万	濃縮塩水やストロンチウム処理水から多核種除去設備によりトリチウムを除く殆どの放射性物質を除去した水
地下水	⑤地下水バイパス	0.01以下	0.01以下	1以下	数100	建屋に流入する地下水を減らすため、敷地の山側からくみ上げた地下水
	⑥サブドレン	処理前	ND～数100	ND～数1000	ND～数1000	建屋に流入する地下水を減らすため、建屋近傍からくみ上げた地下水（「ND」は、検出限界未満を示す。）
		処理後	ND	ND	ND	
	⑦地下水ドレン	処理前	ND～数10	ND～数100	数10～数1000	数100～数1000
処理後		ND	ND	ND	1500未満を確認	
	⑧ウェルポイント水	～数100	～数1000	～数100万	～数100万	発災当時に流出した汚染水の影響により現在も汚染レベルの高い地下水（流出防止対策を講じポンプにより建屋に回収中）
雨水	⑨排水路水（K排水路）	～数100	～数100	～数1000	～数100	敷地内に降った雨水やしみ出す地下水を排水するために設けられた排水路を流れている水
（参考）告示濃度限度		60	90	30 ストロンチウム90	6万	（意味合い）核種ごとに告示濃度の水を毎日約2リットル飲み続けた場合、年間被ばく量が約1ミリシーベルトとなる

汚染水の状況と対策に関する進捗状況のまとめ（1 / 2）

		現在の進捗状況	今後の予定	想定されるリスク・課題						
方針1 取り除く	多核種除去設備による汚染水浄化	<p>RO濃縮塩水※1の処理は、タンク底部の残水を除き、2015年5月27日に完了 これまでに多核種除去設備（ALPS）などにより約69万m³を処理 (2016年8月18日時点)</p> <table border="1"> <tr> <td>既設</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 既設多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約30万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約28万m³/2016年5月19日時点) </td> </tr> <tr> <td>高性能</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 高性能多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約10万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約10万m³/2016年5月19日時点) </td> </tr> <tr> <td>増設</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 増設多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約29万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約26万m³/2016年5月19日時点) 本格運転に向けた実施計画を申請済 </td> </tr> </table>	既設	<ul style="list-style-type: none"> 既設多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約30万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約28万m³/2016年5月19日時点) 	高性能	<ul style="list-style-type: none"> 高性能多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約10万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約10万m³/2016年5月19日時点) 	増設	<ul style="list-style-type: none"> 増設多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約29万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約26万m³/2016年5月19日時点) 本格運転に向けた実施計画を申請済 	<ul style="list-style-type: none"> タンク底部に残る残水は、タンク解体時に順次処理を実施 たまり水が確認されたHIC※2に対して、蓋解放調査等の結果から恒久対策を検討 <p>※1RO濃縮塩水：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 ※2HIC（High Integrity Container/高性能容器）：多核種除去設備や吸着塔で発生する、沈殿物生成物（スラリー）や使用済吸着材を保管する容器</p>	<p>課題：HIC内部で発生した水素ガスにより、HIC内容物の液位が上昇し、水が外部へ漏えい</p> <p>→2015年4月2日のHIC蓋外周部でのたまり水発見を受け、保管されている各HICの点検の優先順位付けを実施し、点検中</p> <ul style="list-style-type: none"> 第二保管施設（2016年8月25日時点：保管中のHIC685基） 1巡目の点検が2015年6月に完了し、30基でたまり水が確認された。 2巡目の点検が2015年9月に完了し、新たに4基でたまり水が確認された。 3巡目以降、新たなたまり水発生は確認されていない。現在8巡目を実施中。 第三保管施設（2016年8月25日時点：保管中のHIC1412基） これまでに2基で溜まり水が確認された。点検継続中。 <p>→HIC内の液位上昇は継続的に発生することから、蓋からの漏えい防止のため上澄み水の抜き取りを実施中</p>
	既設	<ul style="list-style-type: none"> 既設多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約30万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約28万m³/2016年5月19日時点) 								
	高性能	<ul style="list-style-type: none"> 高性能多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約10万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約10万m³/2016年5月19日時点) 								
増設	<ul style="list-style-type: none"> 増設多核種除去設備：運転中（HOT試験） 約29万m³の処理完了 (2016年8月18日時点) (前回報告時：約26万m³/2016年5月19日時点) 本格運転に向けた実施計画を申請済 									
	トレンチ内の汚染水除去	海水配管トレンチ内の汚染水（約11,000m ³ ）は、2015年12月11日に移送完了。トレンチの閉塞充填は12月21日に完了。	なし	なし						
方針2 近づけない	地下水バイパスによる地下水くみ上げ	<ul style="list-style-type: none"> 運転中(2014年5月下旬より汲み上げ・排水を開始) (排水実績：131回/211,880m³(前回：117回/189,463m³)) (2016年9月1日時点) 	<ul style="list-style-type: none"> 運用目標を遵守した運転の継続 	<p>リスク：揚水井の放射能濃度上昇 →濃度監視を適切に実施</p> <p>リスク：揚水ポンプへの鉄酸化細菌等の付着による、汲み上げ流量低下 →内部観察結果に応じ清掃等を適宜実施</p>						
	建屋近隣の井戸での地下水くみ上げ(サブドレン)	<ul style="list-style-type: none"> 関係者のご了解を経て、2015年9月3日よりサブドレンのくみ上げを開始 2015年9月14日より、排水を開始 (排水実績：222回/178,394m³(前回：150回/120,643m³)) (2016年8月31日時点) 浄化した地下水は水質が運用目標未満であることを東京電力及び第三者機関にて確認したうえで排水 	<ul style="list-style-type: none"> 運用目標を遵守した運転の継続 	<p>リスク：建屋周辺地下水の水位と建屋水位が逆転することによる建屋内汚染水の流出</p> <p>→水位の逆転を起こさない手順を策定。適切な警報設定、水位監視をすることにより、サブドレン水位が低下した場合も十分な裕度を持って対応可能</p>						

汚染水の状況と対策に関する進捗状況のまとめ（2/2）

		現在の進捗状況	今後の予定	想定されるリスク・課題
方針2 近づけない	凍土方式の陸側遮水壁の設置	<ul style="list-style-type: none"> 設置工事完了（2014年6月上旬より工事開始、2015年11月9日完了） 「海側一部」、「北側一部」、「山側の部分先行凍結箇所」について2016年3月31日より凍結開始（第一段階フェーズ1） 陸側遮水壁（海側）の地中温度計測点における0℃以下の比率は、8/29時点で、約99%※まで進捗。 「未凍結箇所7箇所」を除く山側の残りの部位を凍結する第一段階フェーズ2を2016年6月6日より開始。山側の閉合範囲を95%に拡大。 海側及び山側で温度の低下が遅れている箇所については、海側を6月6日より、山側を8月10日より凍結促進のため補助工法を実施。 ※：凍結管を設置したすべての範囲（100%）に対する割合 	<ul style="list-style-type: none"> 温度の低下が遅れている箇所について、引き続き補助工法を実施し、凍結状況、陸側遮水壁内外地下水位差、4m盤への地下水流入量等の確認を継続 	<p>リスク：陸側遮水壁造成による周辺地下水の水位が過度に低下することによる建屋内汚染水の流出</p> <ul style="list-style-type: none"> →建屋周辺地下水位、建屋内水位の適切な監視及びサブドレン、建屋内滞留水移送ポンプ等の運転による流出防止 →周辺地下水位の過度な低下に備え、サブドレンの停止、建屋周辺への注水、冷凍機の停止（凍土の解凍）等の水位回復策を準備 <p>リスク：地盤が十分に凍結せず、効果が発現しない</p> <ul style="list-style-type: none"> →フィージビリティ・スタディにおいて以下の通り確認 ・地下水流速等のパラメータを考慮し適切な凍結管の間隔を選定 ・現地地盤における小規模遮水壁実証試験において、設定した凍結管間隔で地盤が凍結することを確認 →地下水流速が速く凍結しにくい場合には、補助工法を実施し、流速を低減させ、凍結を促進させる
	雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装	<ul style="list-style-type: none"> 10m盤、他工事干渉箇所を除く計画エリアの100%施工完了（2016年3月時点） （作業対象エリア（145万m²）に対し、進捗率：90%（前回84%）） 	<ul style="list-style-type: none"> 発電所敷地内のフェーシング作業の継続 	<p>課題：フェーシング工事により、雨水が排水路等に多く流れ込む</p> <ul style="list-style-type: none"> →新設排水路の設置 ・北側ルートは2016年4月27日に通水を開始、南側ルートは2016年6月20日に通水を開始
方針3 漏らさない	水ガラスによる地盤改良	<ul style="list-style-type: none"> 2014年3月に地盤改良完了 水ガラス上部に地表面までの地表処理を完了（2015年3月31日完了） 	<ul style="list-style-type: none"> 港湾内モニタリングの継続 ウェルポイントからのくみ上げの継続 	<p>リスク：ウェルポイントからのくみ上げ不調により汚染した地下水が地盤改良壁を乗り越え港湾内へ流出</p> <ul style="list-style-type: none"> →海側遮水壁の閉合と地下水ドレンの稼働を実施 →地下水位の適切な監視を継続
	海側遮水壁の設置	<ul style="list-style-type: none"> サブドレンが安定的に浄化・移送できることを確認し、海側遮水壁を2015年10月26日に閉合完了 海側遮水壁の鋼管矢板の頭（杭頭）の結合、遮水壁内側の舗装面の補修を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 杭頭結合状況及び舗装面の点検、必要に応じて補修 	<p>課題：地下水位上昇に伴う鋼管矢板のたわみの増加、遮水壁内側部舗装面の一部ひび割れ</p> <ul style="list-style-type: none"> →たわみの大きさの定期的な確認 →評価により、遮水壁の健全性を確認済 →舗装面の点検の継続、必要に応じて補修
	タンクの増設（溶接型へのリプレイス等）	<ul style="list-style-type: none"> 2015年3月末に80万トン整備完了 引き続きタンクの建設・リプレイスを実施（2016年8月時点で約100万トンの容量を確保） （2016年9月以降、タンク建設・リプレイスにより、約20万トンの容量増加が可能と試算） 	<ul style="list-style-type: none"> 溶接型タンクの建設、フランジ型タンクの解体 タンク内の残水処理 	<p>リスク：解体作業によるダストの飛散</p> <ul style="list-style-type: none"> →ダスト飛散抑制対策の実施、ダストの監視 <p>課題：新設タンクの設置遅れ、タンク容量の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> →適切な工事監理・工程管理・タンク運用 <p>課題：トリチウムの扱いについては、国のトリチウム水タスクフォースにて基礎情報が整理された。今後も検討が進められる予定であり、その動きを踏まえ対応</p>