

# 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6月1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る。建屋への流入量は、1日約100~200トン※1であり、下記の3つの基本方針に基づき対策を進めています

※1：2016年5月現在の評価値。サブドレンや地下水バイパス、建屋止水工事等の対策により流入量は減少している。

## 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

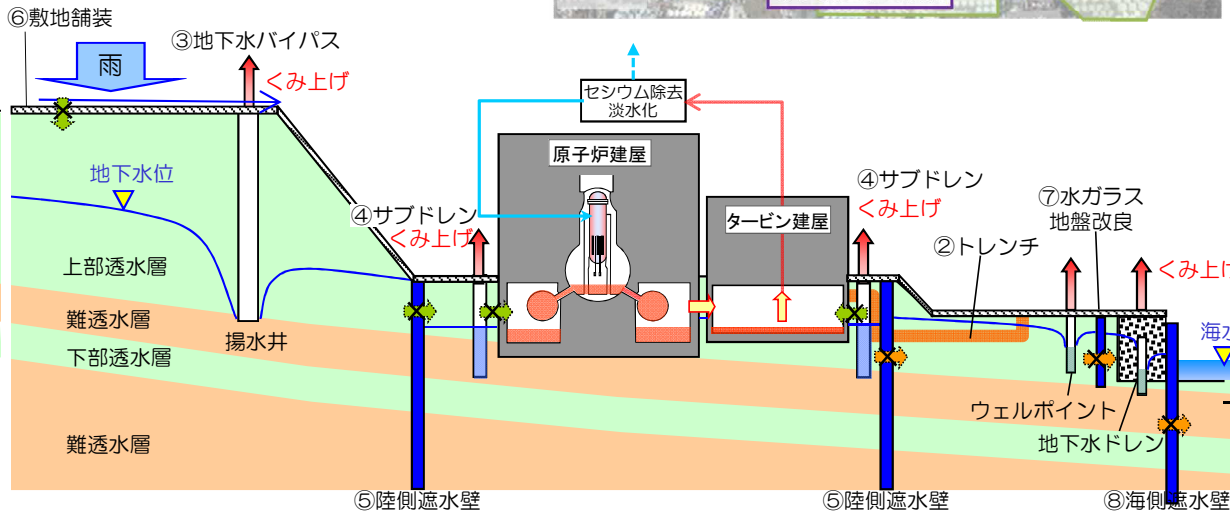
(※2) 配管などが入った地下トンネル。

## 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	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		多核種除去設備等によるタンク内汚染水の浄化 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		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		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 189,463 t 排水回数 117回 2016年3月30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		累積排水量 120,643 t 排水回数 150回 2016年5月29日現在		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 2016年3月31日 海側全面及び山側一部 凍結開始		設置工事		凍結 地下水流入抑制	
	⑥雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装		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			
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		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		設置工事		2015年10月26日 閉合完了		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		フランジタンク解体中 解体中: 29基, 解体済: 51基 2016年4月21日現在			

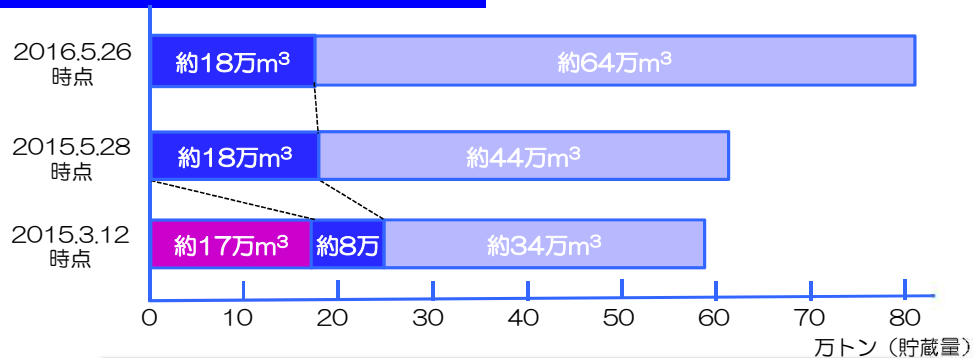
## 2. 汚染源を「取り除く」対策の進捗状況

- 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。
- 滞留水処理の完了に向け、1～4号機建屋内滞留水について、滞留水水位を地下水より低くなるように監視しつつ、各建屋の滞留水水位を低下させ、各建屋に貯留されている滞留水を減少させています。
- 2～4号機海水配管トレンチについては、2015年12月11日に汚染水除去、12月21日に充填が完了しています。

### 汚染水処理設備について

汚染水処理設備	1 多核種除去設備 (ALPS)	2 増設多核種除去設備 (ALPS)	3 高性能多核種除去設備 (ALPS)	4 モバイル型 Sr除去設備	5 RO濃縮水処理設備	6 Cs吸着装置によるSr除去	7 第二Cs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 <sup>3</sup> /日 ×3系統	250m <sup>3</sup> /日 ×3系統	500m <sup>3</sup> /日	300m <sup>3</sup> /日×2系統 480m <sup>3</sup> /日×4台	500～900m <sup>3</sup> /日	600m <sup>3</sup> /日	1,200m <sup>3</sup> /日
状況	試運転中			停止中 (次期使用方法について検討中)		運転中	

### 汚染水処理の状況について

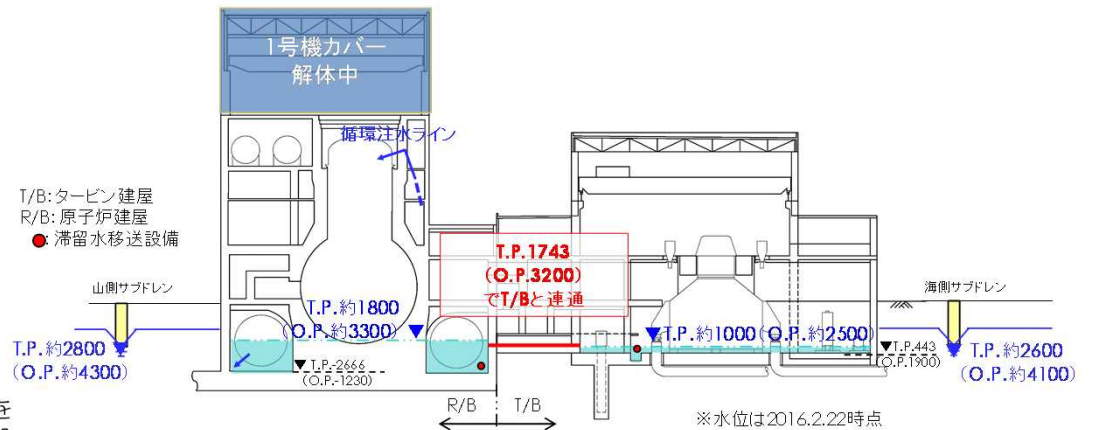


<p><b>RO濃縮塩水</b></p> <p>ストロンチウムを含む高濃度の汚染水。現在は、セシウム吸着装置の改良により新たに発生することはない。</p>	<p><b>ストロンチウム処理水</b></p> <p>RO濃縮塩水の一刻も早いリスク低減のため、吸着装置を改良して、主な放射性物質であるセシウムとストロンチウムを取り除いた処理水。今後、多核種除去設備 (ALPS) によって再度浄化する。</p>	<p><b>多核種除去設備による処理水</b></p> <p>多核種除去設備 (ALPS) によって、トリチウム以外の大半の放射性物質を取り除いた処理水。過去の設備トラブル時に浄化性能が低下した際の処理水については、再度浄化を進める。</p>
---	--	---

※タンク底部には、ポンプでくみ上げきれない残水があります。残水処理にあたっては、安全を最優先に考え、ダストの飛散防止・被ばく防止対策等を十分に施しながら、タンク解体時等に処理してまいります。5月26日現在の残水は約4,600 tです。

### 1号機T/Bの切り離しについて

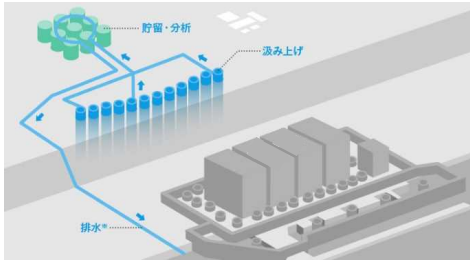
- 循環注水を行っている1号機R/B水位を、隣接する1号機T/BにおけるR/BからT/B間の連通箇所であるレベルT.P.1743 (O.P.3200) 以下まで低下させ、1号機T/Bを循環注水ラインから切り離し、汚染水がR/BからT/Bへ流出しない状況となりました (2016年3月)。



### 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100~200m<sup>3</sup>/日程度に減少しています（当初評価約400m<sup>3</sup>/日より200~300m<sup>3</sup>/日減少：5月19日現在）

#### 地下水バイパスの概要



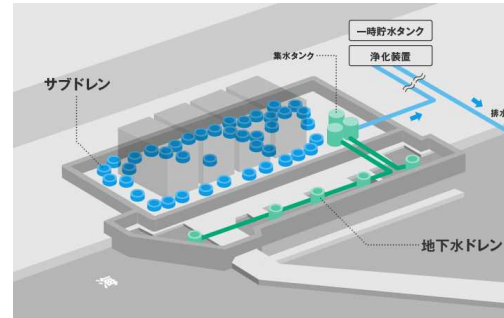
#### 【至近の排水実績】

排水日	5月24日
排水量	1,581m <sup>3</sup>

#### 【累計の排水実績】

排水回数	117回 (前回:100回)
排水量	189,463m <sup>3</sup> (前回:164,697m <sup>3</sup> )

#### サブドレンの概要



#### 【至近の排水実績】

排水日	5月28日
排水量	971m <sup>3</sup>

#### 【累計の排水実績】

排水回数	150回 (前回:67回)
排水量	120,643m <sup>3</sup> (前回:52,594m <sup>3</sup> )

#### 【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 (0.74)	ND (0.75)	ND (0.66)	170
第三者機関	ND (0.58)	ND (0.48)	ND (0.52)	180

#### 【至近の分析結果】

単位：ベクレル/リットル

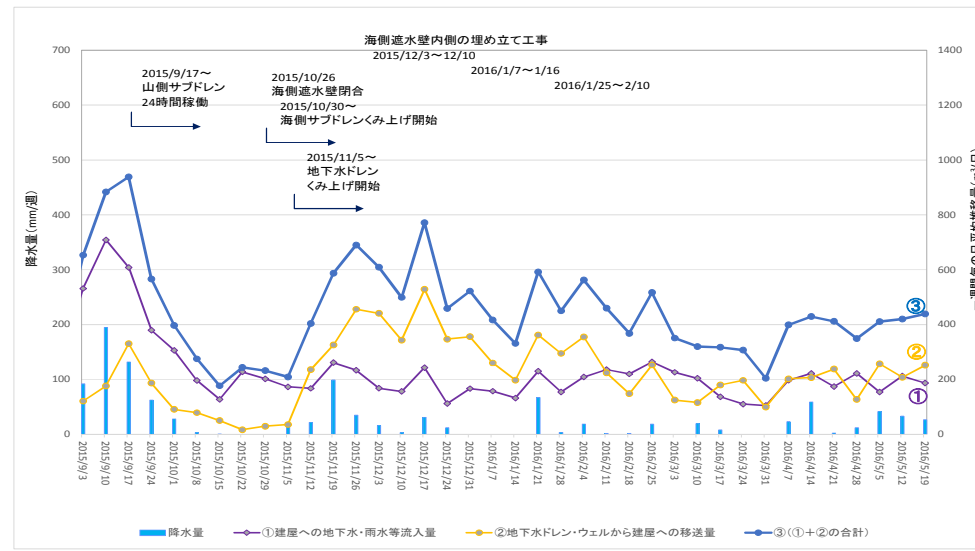
	セシウム 134	セシウム 137	全ベータ 放射能	トリチウム
東京電力	ND (0.79)	ND (0.53)	ND (2.2)	670
第三者機関	ND (0.64)	ND (0.61)	ND (0.37)	710

- 2016年5月30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117回排水（総排水量189,463 m<sup>3</sup>）。
- 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。

- 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150回排水（総排水量120,643 m<sup>3</sup>）（2016年5月29日現在）。

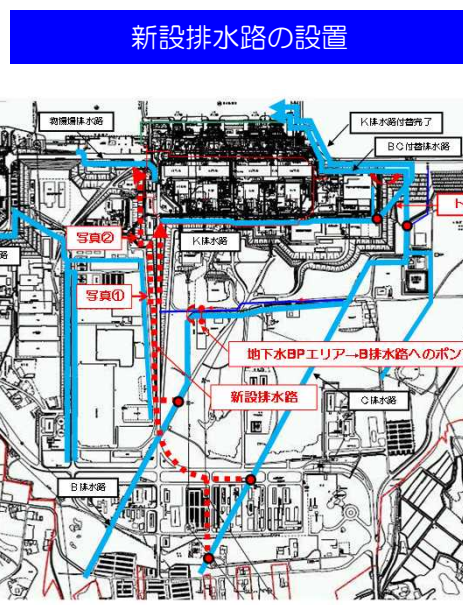
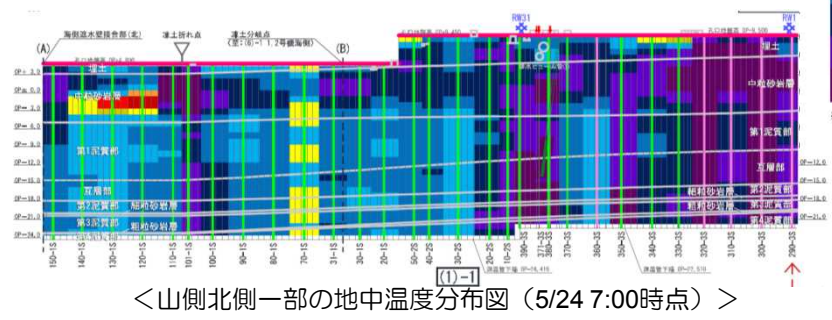
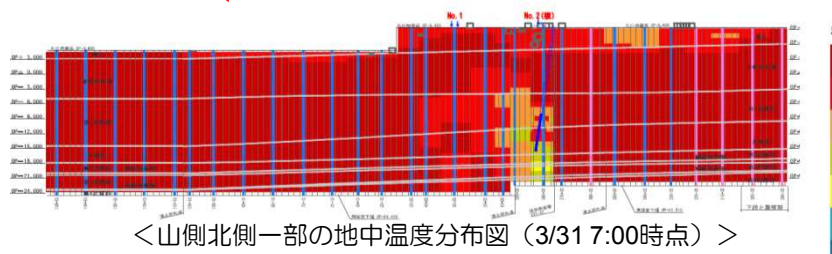
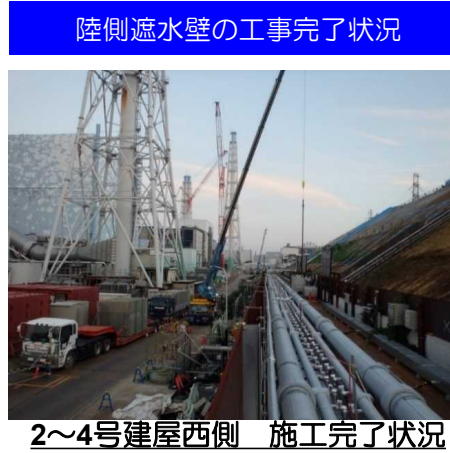
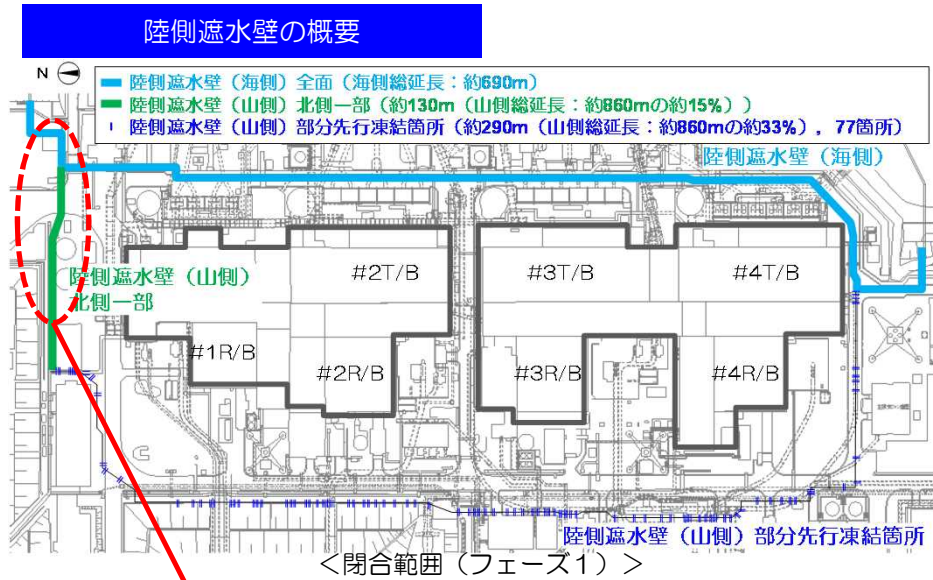
#### 建屋流入量実績

- 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る。（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。（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。（図中③）



### 3. 汚染源に水を「近づけない」対策の進捗状況

- 陸側の遮水壁は、凍結プラントで-30℃程度に冷却したブライン※1を各凍結管に送り、周囲の土の温度を下げることで土を凍結させ、凍土の壁を作ります。2月9日に全ての工事が完了し、3月31日に凍結を開始しました。
  - 敷地舗装により、排水路に流入する雨水量が増加するため、主に敷地舗装中の地下水バイパスエリア、西側エリアの雨水を収集する排水路を新設しています。北側ルート（物揚場方向）については、2016年4月27日に通水を開始しました。南側ルート（K排水路方向）については6月中に通水開始予定です。
- ※1: 冷媒のこと(塩化カルシウム水溶液)

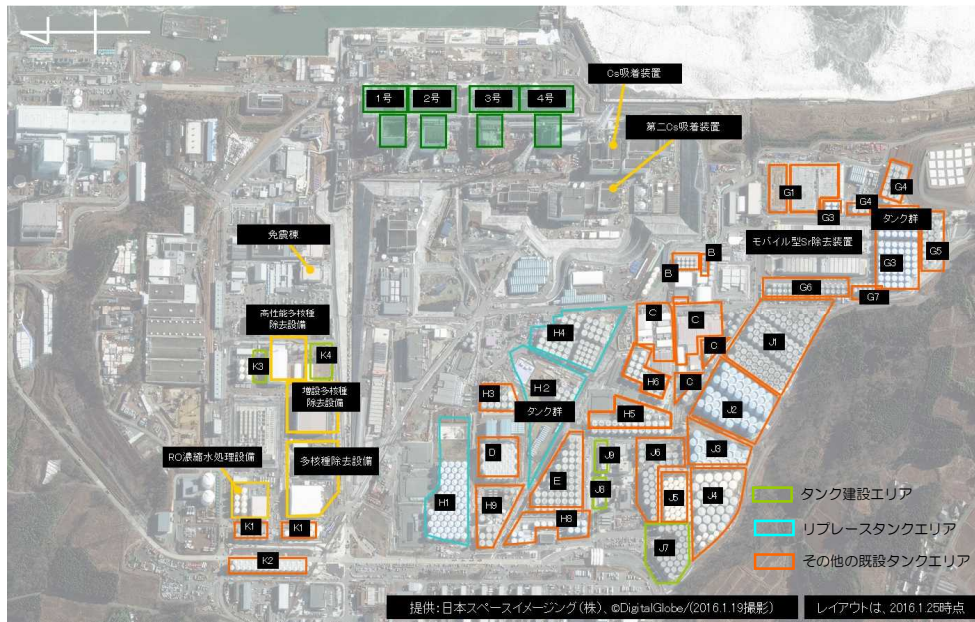


<新設排水路の設置状況他>

# 4. 汚染水を「漏らさない」対策の進捗状況

- 汚染水の受入容量が不足しないよう、計画に余裕をもって鋼製円筒型タンク（溶接接合（溶接型タンク））の建設を順次実施しています。
- タンクの信頼性向上のため、フランジ型タンク（鋼材をボルト締めしたタンク）から溶接型タンクへのリプレース（撤去および設置）を実施しています。
- フランジ型タンクの解体にあたっては、ダストが外部に飛散することのないよう、各種対策及びダスト測定を確実に実施しています。
- 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検討が進められており、その動きを踏まえ対応していきます。

## タンク設置エリア 概要図



## タンク建設・撤去進捗状況



## フランジ型タンクの解体状況

【フランジタンク解体状況（4月21日時点）】

- H1東エリア（全12基）  
解体済：12基
- H2エリア（全28基）  
解体済：28基
- H4エリア（全56基）  
解体中：29基、解体済：11基

【ダスト飛散抑制対策】

- 解体前にタンク内面に散水
- 解体前に、タンク内面への塗装を実施
- 解体中も連続的に、局所排風機によるダスト回収を実施
- 作業終了時は仮設屋根を設置

【ダスト測定結果】

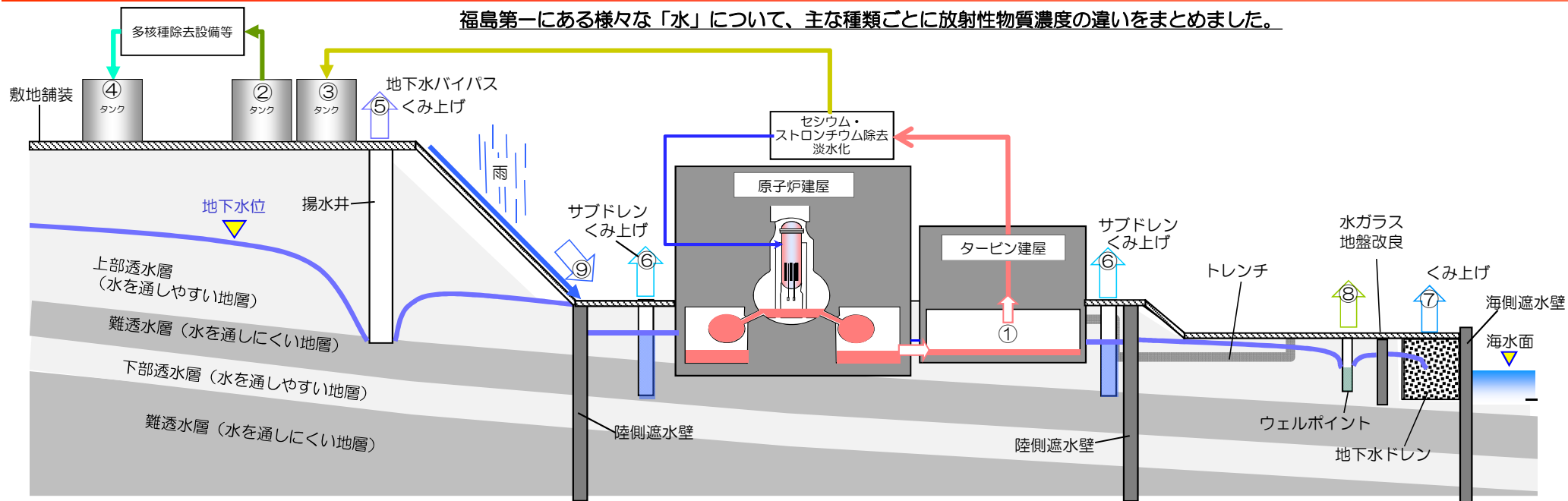
- 3月までに解体したタンクにおいて作業管理基準値を超過する状況は無かった。
- 作業管理基準はマスク（全面、反面マスク）着用基準の1/4の値であり、十分低い値。



<H2エリアのフランジタンク解体完了（3月11日）>

# 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) Bq/L/リットル				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		1500未満を確認
	⑦地下水ドレン	処理前	ND～数10	ND～数100	数10～数1000	数100～数1000	海側遮水壁によって堰き止められる（た）地下水を海側遮水壁の陸側からくみ上げた水（「ND」は、検出限界未満を示す。）
		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65万m<sup>3</sup>を処理 (2016年5月19日時点)</p> <p>HIC*2蓋外周部にたまり水が発生していないか点検中</p> <table border="1"> <tr> <td>既設</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約28万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約28万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>高性能</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>高性能多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約10万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約10万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>増設</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>増設多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約26万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約25万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> <li>本格運転に向けた実施計画を申請済</li> </ul> </td> </tr> </table>	既設	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約28万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約28万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> </ul>	高性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>高性能多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約10万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約10万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> </ul>	増設	<ul style="list-style-type: none"> <li>増設多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約26万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約25万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> <li>本格運転に向けた実施計画を申請済</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul> <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</p> <p>※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>→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の点検中</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>第二、三施設：順次実施中</li> <li>→HIC内の上澄み水の抜き取りを実施中</li> <li>第二、三施設：順次実施中</li> </ul>
	既設	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約28万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約28万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> </ul>								
高性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>高性能多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約10万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約10万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> </ul>									
増設	<ul style="list-style-type: none"> <li>増設多核種除去設備：運転中（HOT試験）</li> <li>約26万m<sup>3</sup>の処理完了 (2016年5月19日時点) (前回報告時：約25万m<sup>3</sup> / 2016年3月24日時点)</li> <li>本格運転に向けた実施計画を申請済</li> </ul>									
	トレンチ内の汚染水除去	<p>海水配管トレンチ内の汚染水（約11,000m<sup>3</sup>）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。</p>	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"> <li>運転中(2014年5月下旬より汲み上げ・排水を開始) (排水実績：117回/189,463m<sup>3</sup>(前回：100回/164,697m<sup>3</sup>)) (2016年5月30日時点)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用目標を遵守した運転の継続</li> </ul>	<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た清掃等を適宜実施</p>						
	建屋近傍の井戸での地下水くみ上げ(サブドレン)	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>2015年9月14日より、排水を開始 (排水実績：150回/120,643m<sup>3</sup>(前回：67回/52,594m<sup>3</sup>)) (2016年5月29日時点)</li> <li>浄化した地下水は水質が運用目標未達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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用目標を遵守した運転</li> </ul>	<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"> <li>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）</li> <li>「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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>今後、地下水水位等の状況を踏まえ、規制庁等と閉合時期を調整・確認後、山側3辺の凍結を開始</li> </ul>	<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"> <li>→建屋周辺地下水水位、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</li> <li>→周辺地下水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</li> </ul> <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"> <li>→フィージビリティ・スタディにおいて以下の通り確認 <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul> </li> <li>→地下水流速が速く凍結しにくい場合には、水ガラスの注入等を実施し、流速を低減させ、凍結を促進させる</li> </ul>
	雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> <li>（作業対象エリア（145万m<sup>2</sup>）に対し、進捗率：90%（前回84%））</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電所敷地内のフェーシング作業の継続</li> </ul>	<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"> <li>→新設排水路の設置</li> </ul>
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"> <li>2014年3月に地盤改良完了</li> <li>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）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>港湾内モニタリングの継続</li> <li>ウェルポイントからのくみ上げの継続</li> </ul>	<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"> <li>→海側遮水壁の閉合と地下水ドレンの稼働を実施</li> <li>→地下水位の適切な監視を継続</li> </ul>
	海側遮水壁の設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭頭結合状況及び舗装面の点検、必要に応じて補修</li> </ul>	<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"> <li>→たわみの大きさの定期的な確認</li> <li>→評価により、遮水壁の健全性を確認済</li> <li>→舗装面の点検の継続、必要に応じて補修</li> </ul>
	タンクの増設（溶接型へのリプレイス等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015年3月末に80万トン整備完了</li> <li>引き続きタンクの建設・リプレイスを実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>溶接型タンクの建設、フランジ型タンクの解体</li> <li>タンク内の残水処理</li> </ul>	<p>リスク：解体作業によるダストの飛散</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ダスト飛散抑制対策の実施、ダストの監視</li> </ul> <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"> <li>→適切な工事監理・工程管理・タンク運用</li> </ul> <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検討が進められており、その動きを踏まえ対応</p>