

# 廃炉・汚染水対策に関する 東京電力の取組 ～福島第一原子力発電所の状況～

---

2017年3月4日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 福島第一原子力発電所 1～4号機の概況
2. 1～3号機 プール燃料取り出し等に関わる状況
3. 汚染水対策の概要と現在の状況
4. 放射性廃棄物の管理
5. 労働環境の改善状況
6. ヒューマンエラーによる重要な安全確保設備の停止

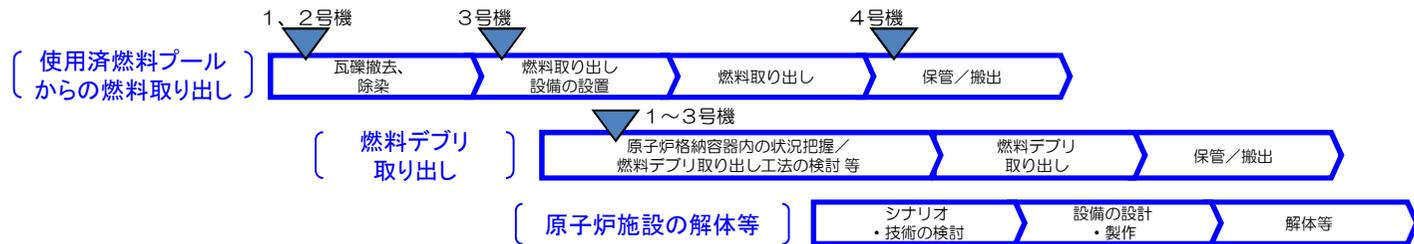
---

# 1. 福島第一原子力発電所 1～4号機の概況

# 1.1 福島第一原子力発電所1～4号機の概況

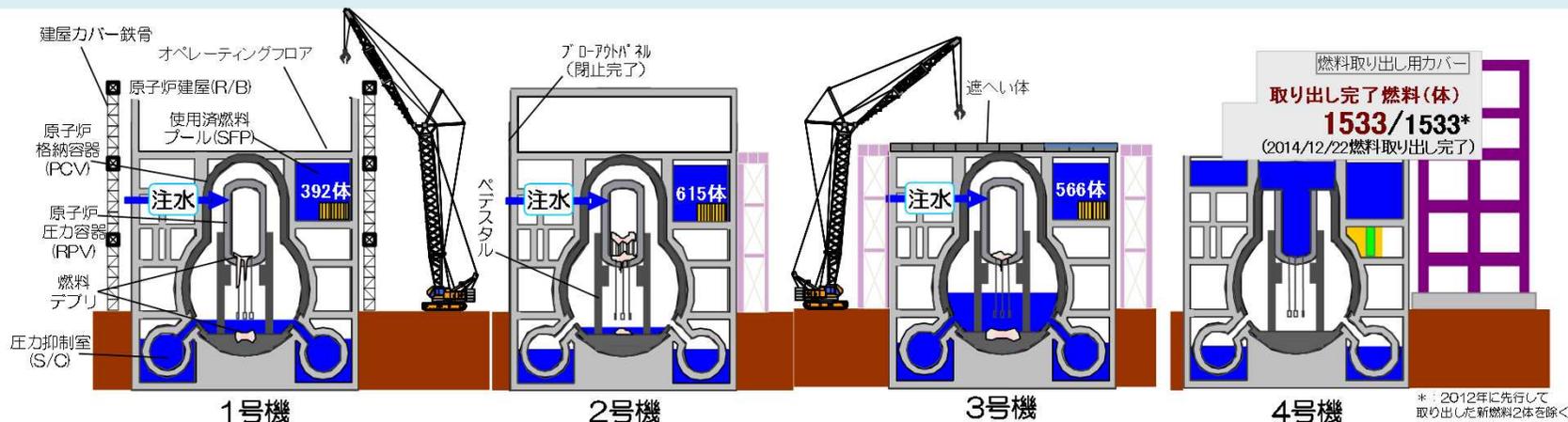
- 福島第一原子力発電所は、中長期ロードマップに基づき、使用済燃料・燃料デブリ※取り出し、汚染水対策等、廃止措置等に向けた取組みを進めています。  
※事故により溶け落ちた燃料
- 使用済燃料プール内の燃料取り出しについては、2014年12月に4号機で完了し、現在1～3号機で準備を進めています。
- 1～3号機の燃料デブリ取り出しについては、原子炉格納容器内の状況把握に向けた調査等を進めています。

## 「廃炉」の主な作業項目と作業ステップ



## 1～4号機の状況

- ・ 各号機ともに「冷温停止状態」を継続しています。
- ・ 汚染水処理設備の処理能力の余裕を増やし、建屋内汚染水の浄化促進に繋げるため、原子炉への注水量を低減しています。1・3号機は、4.5m<sup>3</sup>/hから目標注水量3.0m<sup>3</sup>/hに低減しました。原子炉圧力容器等の温度は想定範囲内で推移しています。また、2号機は3月より注水量を低減していく予定です。



監視項目	1号機	2号機	3号機	4号機
圧力容器底部温度	約14℃	約18℃	約17℃	燃料が無いため監視不要
燃料プール温度	約24℃	約26℃	約26℃	約14℃

(2017年2月22日時点)

---

## 2. 1~3号機 プール燃料取り出し等に関する状況

## 2.1 1号機の状況

- 使用済燃料プールからの燃料取り出しに向け、震災直後に設置した建屋カバーの屋根パネル・壁パネルの取り外しを2016年11月に完了しました。パネル取り外し以降も、敷地境界等に設置したダストモニタ指示値の有意な変動はありません。
- オペレーティングフロア（以下、「オペフロ」という。）には、崩落した屋根等の瓦礫が散乱しています。現在、オペフロの瓦礫撤去計画策定のための調査を実施しており、3月中旬より、防風シート等取付のため、柱・梁の取り外しに着手します。

### 実績・計画工程

2016年度				2017年度	
4-6月	7-9月	10-12月	1-3月	上期	下期
散水設備設置、建屋カバー解体 等			現在		
	▼ 6/30散水設備設置、運用開始	▼ 9/13壁パネル取り外し開始 ▼ 11/10壁パネル取り外し完了			
		オペフロ調査			
				防風シート設置、瓦礫撤去 等	

建屋カバー壁パネル  
取り外し作業の状況  
(2016年11月10日撮影)



オペフロ調査状況



### 建屋カバーの解体工事の流れ



現在実施中

## 【参考】放射性物質濃度の監視体制

- 発電所全体からの影響を把握するために、放射線や放射性物質濃度等を監視しています。
- 1・3号機では、燃料取り出しに向け、オペフロ上等で作業を実施しておりますが、空气中的放射性物質濃度は警報設定値に比べ低い値で推移しています。

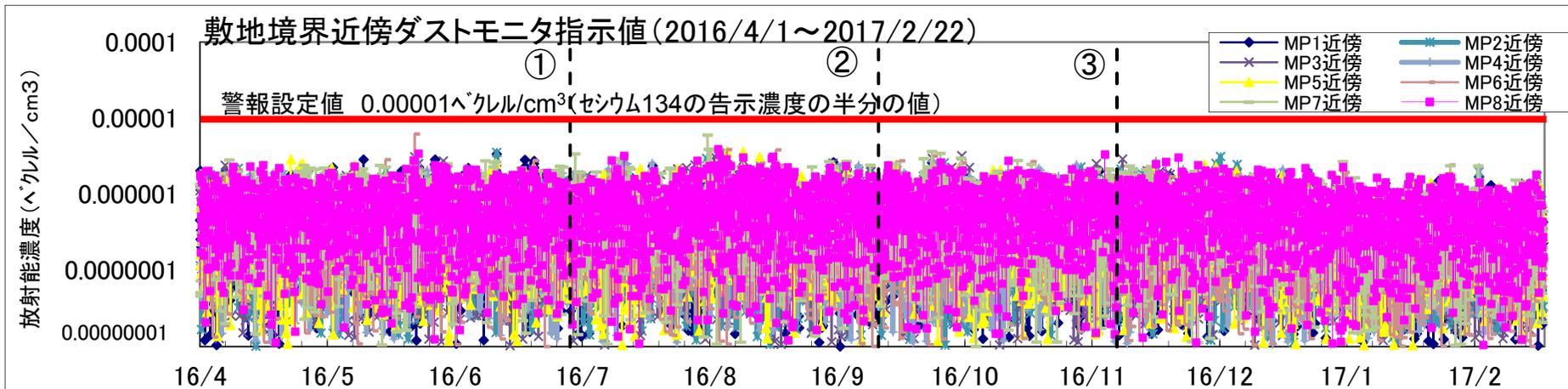


構内の監視体制

凡例	監視箇所
●	オペフロ上のダストモニターで監視(1, 3号機各4箇所)
●	構内ノーマスクエリアのダストモニター(10か所)
△	敷地境界ダストモニター(8箇所)による監視
●	敷地境界モニタリングポスト(MP)(8箇所)

### 主な作業実績

- ① 散水設備運用開始(2016/6/30)
- ② 建屋カバー壁パネル取り外し開始(2016/9/13)
- ③ 建屋カバー壁パネル取り外し完了(2016/11/10)



## 2.2.1 2号機の状況 (1/2)

### ■ 使用済燃料プールからの燃料取り出し

- ・2号機原子炉建屋は震災前の形状を保っていますが、作業の安全性、敷地外への影響、早期リスク低減の観点を考慮し、原子炉建屋上部を全面解体することを計画しています。
- ・原子炉建屋上部解体に先立ち、オペフロ内で準備作業（使用済燃料プールの養生設置等）を行うための搬出入用の開口を設置します。（2月21日、構台設置完了。引き続き、前室※設置に向けて準備作業を実施中。） ※放射性物質の飛散抑制のため、開口全体を覆う計画

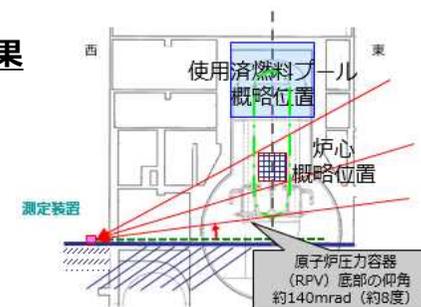
### ■ 格納容器内部調査等 (1/2)

- ・原子炉内燃料デブリの位置を把握するため、2016年3月～7月にかけて、原子炉建屋を透過する宇宙線由来のミュオン（素粒子の一種）を測定しました。測定の結果、燃料デブリの大部分が圧力容器底部に存在していると推定しています。

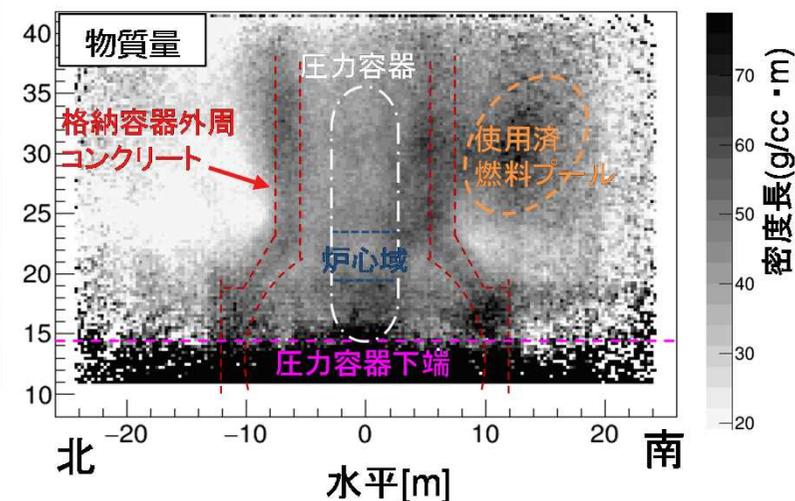
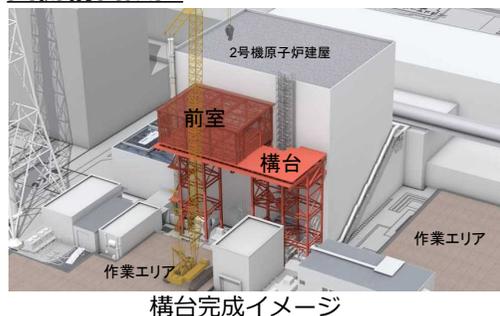
### 実績・計画工程

2016年度				2017年度	
4-6月	7-9月	10-12月	1-3月	上期	下期
路盤整備等			現在		
		西側構台設置等		使用済燃料プール養生、 原子炉建屋上部解体 等	
▼ 3月～7月ミュオン測定			▼ 1月～2月格納容器内部調査		

### ミュオン測定結果



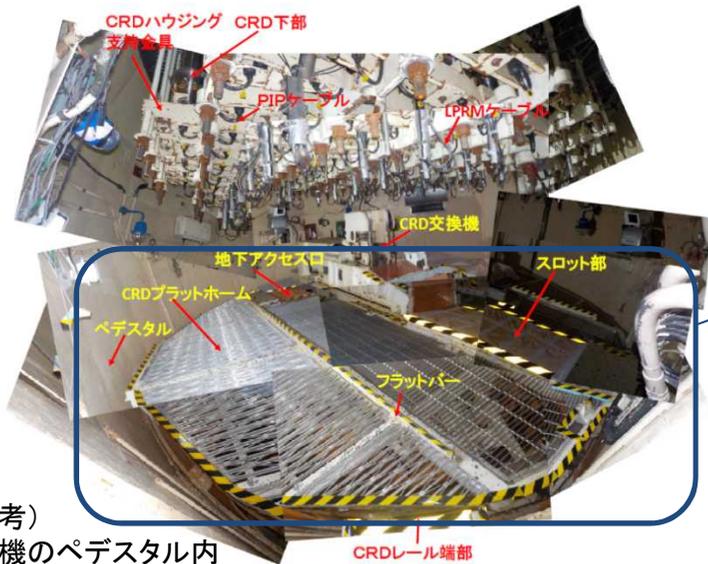
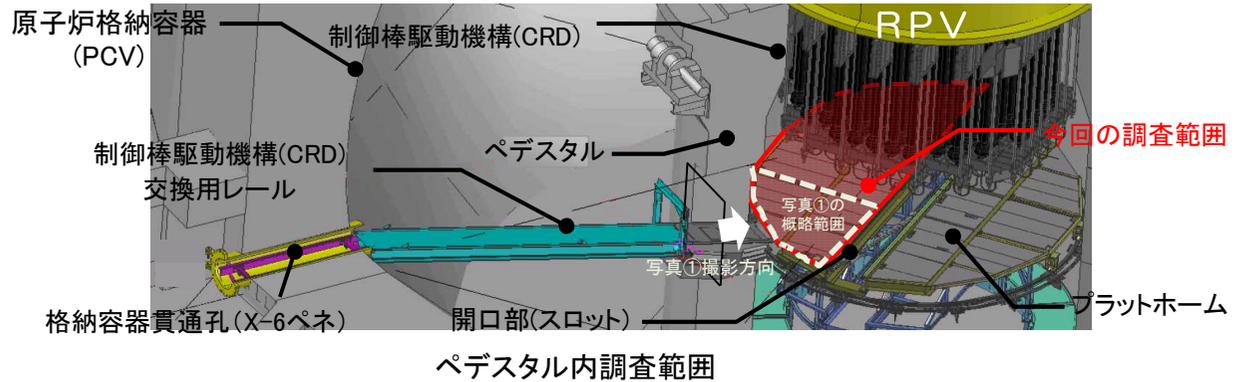
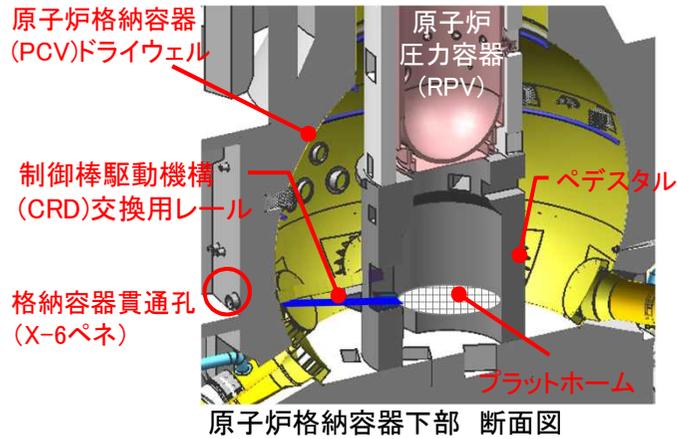
### 西側構台設置



## 2.2.2 2号機の状況 (2/2)

### ■ 格納容器内部調査等 (2/2)

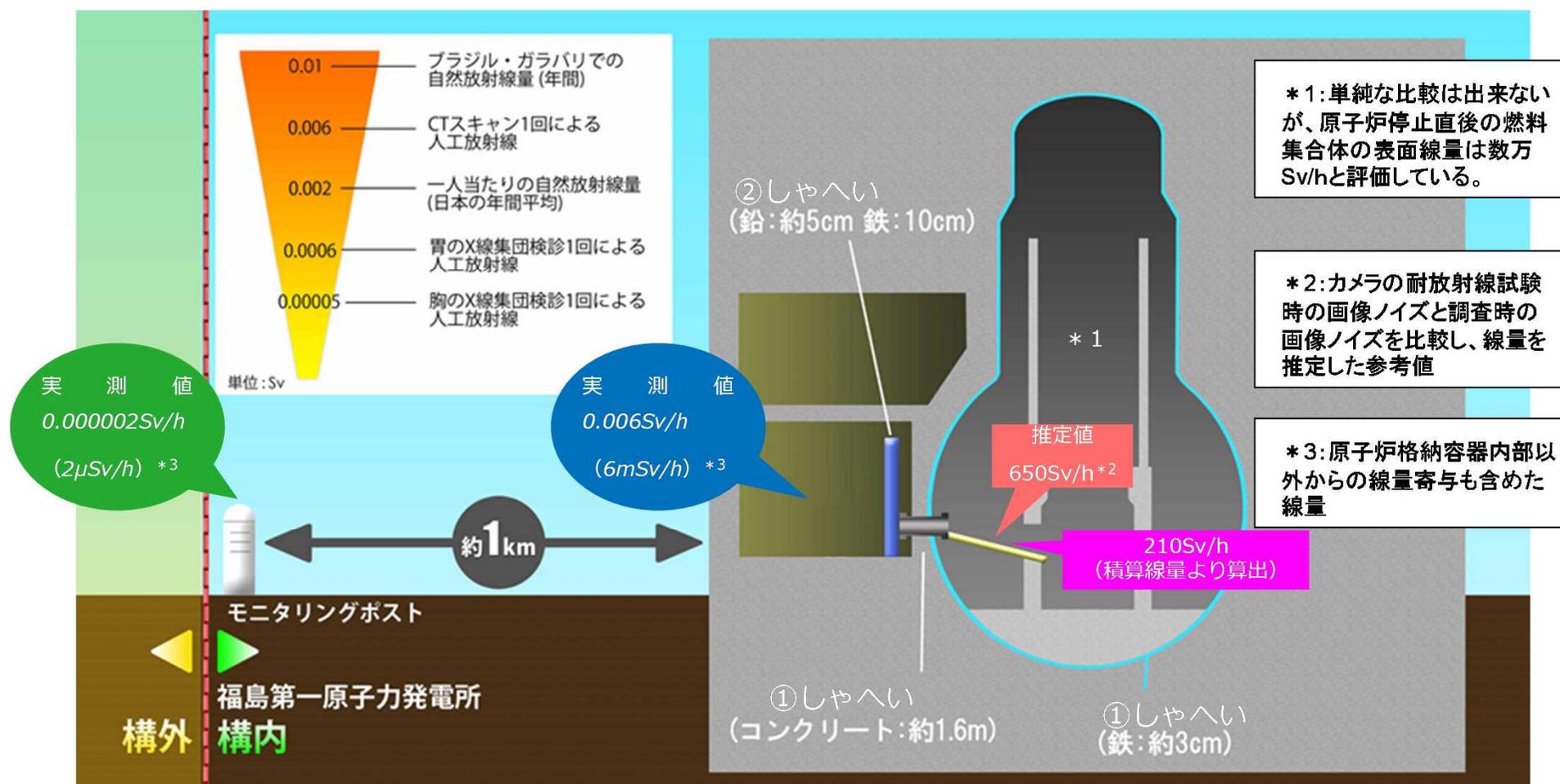
- ・ 2017年1月～2月にかけて、格納容器内部の調査を行いました。CRD交換用レール及びペDESTAL内において、堆積物やグレーチングの脱落等の状況を確認しました。
- ・ また、線量計を搭載したロボットによる調査により、CRD交換用レール上において、約210Sv/hの線量率を確認しました。
- ・ 今後、一連の調査で得られた情報を評価し、今後の格納容器内部調査の計画に反映します。



写真① 2号機のペDESTAL内調査画像

## 【参考】2号機格納容器内部調査で確認された線量について

- 体外から受ける放射線量は、「遮へいをする」「距離をとる」「時間を短くする」ことで低減できます。
  - ・2号機の格納容器内で確認された線量は、遮へい（鉄、コンクリート、鉛の壁）等により低減され、構外への影響はありません。・・・①  
 （参考：敷地境界境界付近における放射線量は $2\mu\text{Sv/h}$ 程度）
- また、作業員も同様に遮へいと時間管理（交代対応）により、被ばく低減を図っています。・・・②



## 2.3.1 3号機の状況 (1/2)

- 燃料取り出し作業等の一部は有人作業となるため、継続的に有人作業が可能なレベルまでオペフロ床面の除染及び遮へいによる線量低減対策を実施しました。（除染：2016年6月10日完了、遮へい：2016年12月2日完了）
- 現在、燃料取り出し用カバーの設置作業を実施しています。



大型ガレキ撤去着手前のオペフロ（撮影日2011年3月24日）



大型ガレキ撤去完了後のオペフロ（撮影日2014年1月31日）



オペレーティングフロア遮へい体設置完了（撮影日：2016年12月12日）

## 2.3.2 3号機の状況 (2/2)

- ・使用済み燃料プールからの燃料取り出しに向け、2016年末に除染・遮へい工事が完了し、2017年1月より燃料取り出し用カバー等設置工事に着手しました。
- ・追加の除染・遮へい体の設置やクレーン等作業用機器の不具合対応等を行い、安全に作業が出来るよう線量低減を図ってきたことにより、燃料取り出し開始時期は2018年度中頃となる見通しです。
- ・引き続き、安全最優先で作業を進めていきます。

年度	2016			2017									2018	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9		下期
遮へい体設置 (含む移送容器支持架台)	■ I ■ II													
FHMガード等設置	■ III, IV, V			■										
ドーム屋根等設置							■ VI, VII, VIII, IX							
燃料取り出し														燃料取り出し開始 ▶

(補足) I～IX：下図作業ステップ番号を示す

### 【作業ステップの概要】

- ステップⅢ～Ⅳ：門型架構の設置
- ステップⅤ：作業床および走行レールの設置
- ステップⅥ～Ⅸ：ドーム屋根部材および燃料取扱設備等の設置

他作業との干渉、工事進捗等により工程が変更する可能性がある。



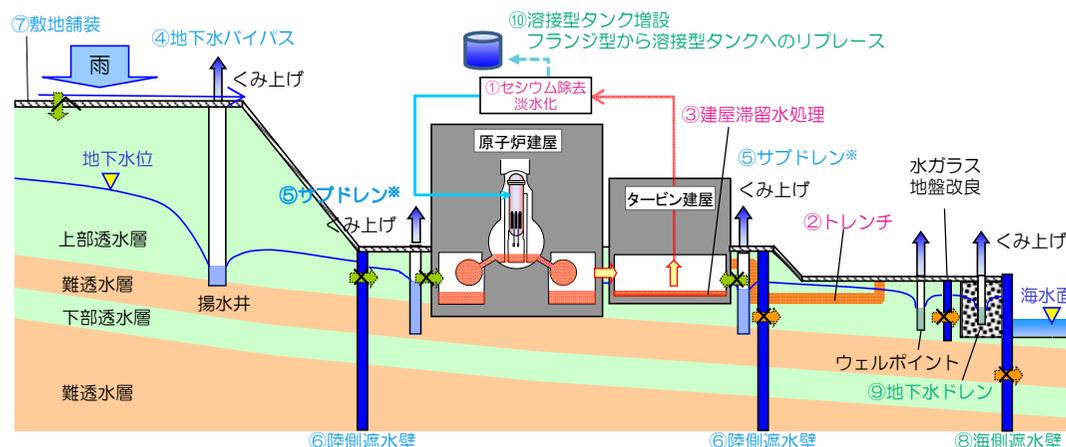
燃料取り出し用カバー等設置の作業ステップ

---

### 3. 汚染水対策の概要と現在の状況

### 3.1 汚染水対策の概要

- 福島第一原子力発電所では、山側から海側に流れている地下水が原子炉建屋等に流れ込み、新たな汚染水となっています。
- このため、「汚染源を取り除く」、「汚染源に水を近づけない」、「汚染水を漏らさない」という3つの基本方針に基づいて、予防的・重層的に対策を実施しています。



※：建屋周辺の井戸

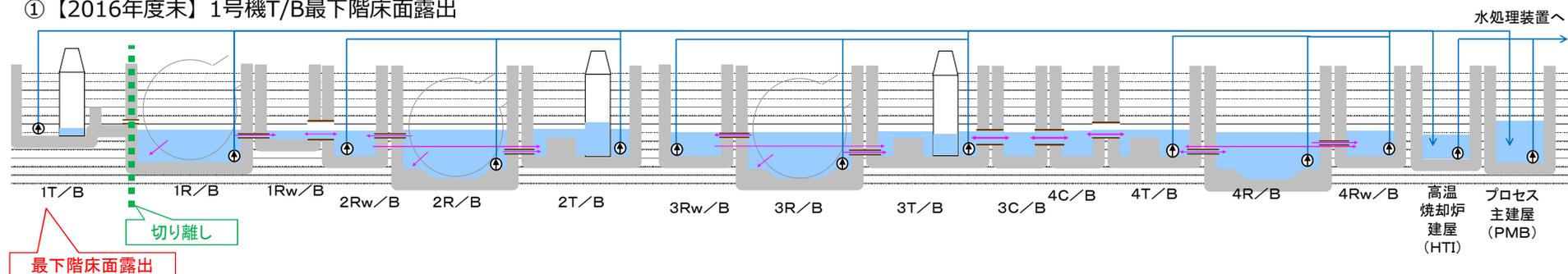
汚染水対策		実施状況		備考
方針1 汚染源を 取り除く	①多核種除去設備による汚染水浄化	2015年5月27日、RO濃縮水処理完了。安定して処理を継続中。	安定運転継続	
	②トレンチ(※)内の汚染水除去 ※配管などが入った地下トンネル。	トレンチ内の汚染水除去完了。(2号機:2015年6月30日、3号機:2015年7月30日)	完了	
	③建屋滞留水処理	1号機:タービン建屋の切り離し完了。(2016年3月16日) 2020年の処理完了に向けて、作業継続中。	作業継続	p.14参照
方針2 汚染源に 水を 近づけない	④地下水バイパスによる地下水汲み上げ	2014年5月21日より排水を開始。安定して汲み上げを継続中。累積排水量:約26万m <sup>3</sup>	継続運用	
	⑤サブドレンでの地下水くみ上げ	2015年9月14日より排水を開始。安定して汲み上げを継続中。累積排水量:約28万m <sup>3</sup>	継続運用	p.15-16参照
	⑥凍土方式の陸側遮水壁の設置	2016年3月31日より凍結開始。	凍結継続	p.15参照
	⑦雨水の土壤浸透を抑える敷地舗装	2016年3月、10m盤等を除いた計画エリアの敷地舗装を計画通り完了。	約9割舗装完了	
方針3 汚染水を 漏らさない	⑧海側遮水壁の設置	2015年10月26日、遮水壁閉合を完了。遮水壁前の海水放射能濃度が低下・維持。	閉合完了	p.17参照
	⑨地下水ドレンによる地下水くみ上げ	2015年11月5日より汲み上げを開始。安定して汲み上げを継続中。	継続運用	p.15-16参照
	⑩タンクの増設 (溶接型へのリプレース等)	・新たに発生する汚染水発生量を満足するようにタンクの増設等を継続中。 ・フランジタンクの漏えいリスクを低減するため、溶接型タンクへのリプレースを継続中。	増設継続	p.17参照

## 3.2 汚染源を取り除く（建屋滞留水の処理）

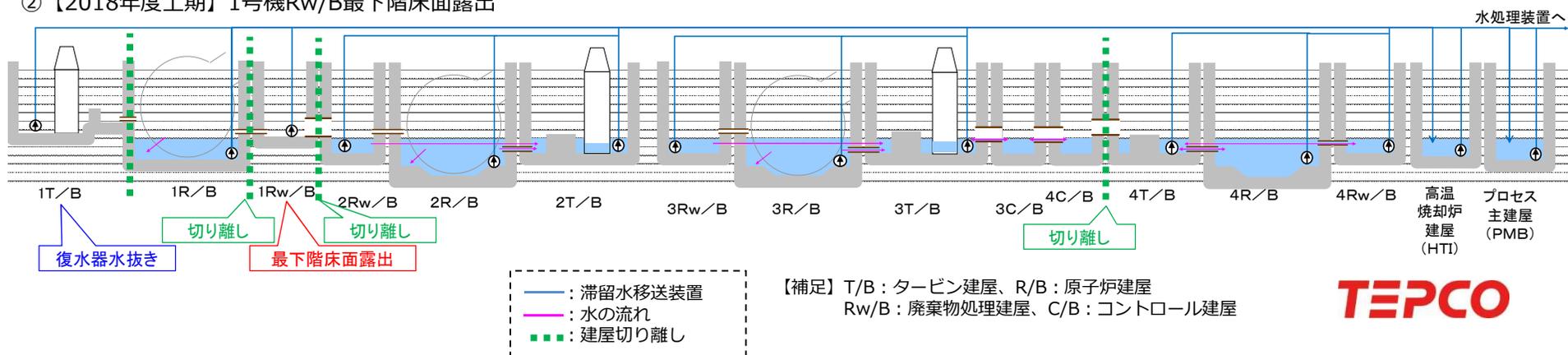
- 建屋滞留水の漏えいリスク低減として、建屋滞留水の量を減らす作業に取り組んでいます。作業の進め方は、地下水位と水位差を確保しながら建屋滞留水の水位を低下させ、床面レベルの高い建屋から順次床面を露出させます。
  - ・ この取組みの一環として、床面レベルの高い1号機タービン建屋（T/B）について、原子炉建屋から流入する滞留水の流れを切り離し（2016.3完了）、最下階の床面を露出させる予定（2017.3）です。
  - ・ 1～3号機の復水器は、震災直後に貯留した高濃度滞留水により高線量線源となっています。このため、床面を露出させる作業の線量低減対策として、復水器内貯留水の水抜・希釈を進めています。
  - ・ 今後、1号機T/Bの実績を後続建屋での作業に反映することで、早期完了を目指します。（2020年内）

### <建屋滞留水の処理ステップ>

#### ① 【2016年度末】1号機T/B最下階床面露出



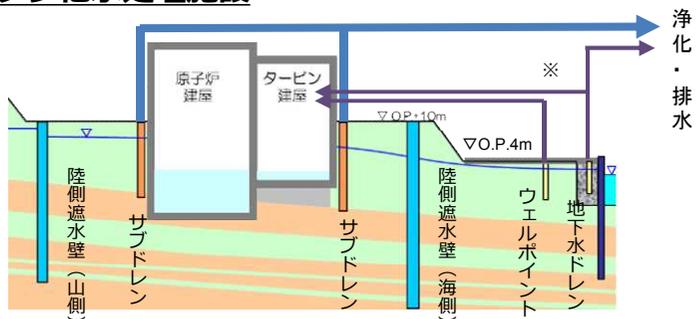
#### ② 【2018年度上期】1号機Rw/B最下階床面露出



### 3.3.1 汚染源に水を近づけない（サブドレン、陸側遮水壁）

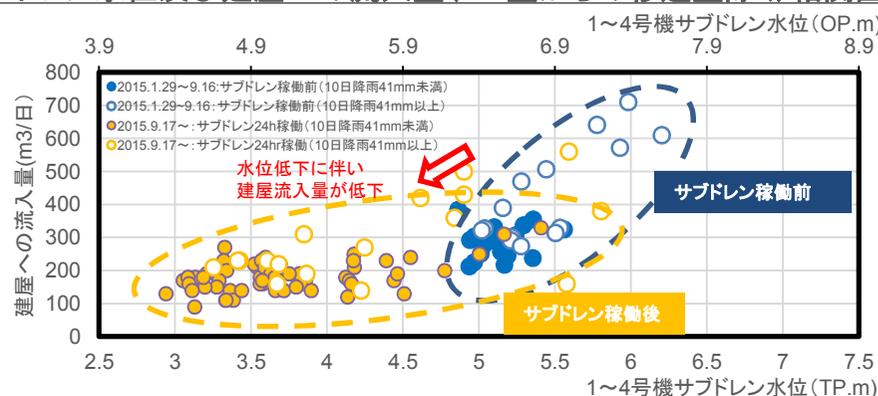
- 汚染水の発生を抑制する主な取組みとして、サブドレン他水処理施設の運用、陸側遮水壁の設置を進めています。
- 建屋への流入量（4m盤からの移送量除く）は、サブドレン稼働前と比較し減少しています。
- 陸側遮水壁について
  - ・ 海側は、計画範囲の全面凍結を継続しています。また、凍結等の効果により、下流側（4m盤）からの地下水汲み上げ量は、凍結前（約400m<sup>3</sup>/日）から低下してきています（直近では140m<sup>3</sup>/日程度）。
  - ・ 山側は、段階的に凍結範囲を拡大しています。2016年6月より、未凍結箇所（7箇所）を除く山側の95%の範囲、2016年12月より、未凍結箇所のうち2箇所の閉合を開始しました。また、3月3日、残りの5箇所のうち4箇所の凍結を開始しました。

#### サブドレン他水処理施設

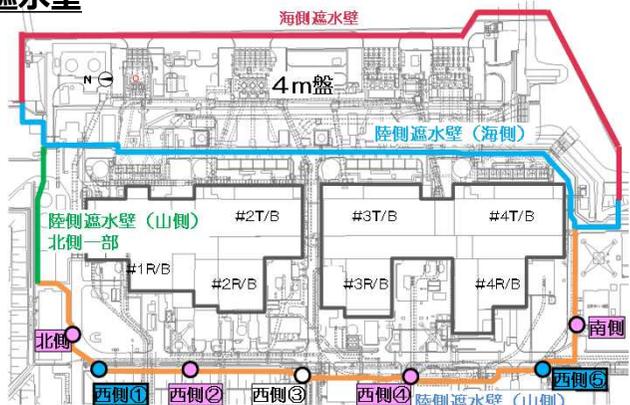


※地下水ドレンの一部はタービン建屋移送

#### サブドレン水位及び建屋への流入量(4m盤からの移送量除く)相関図

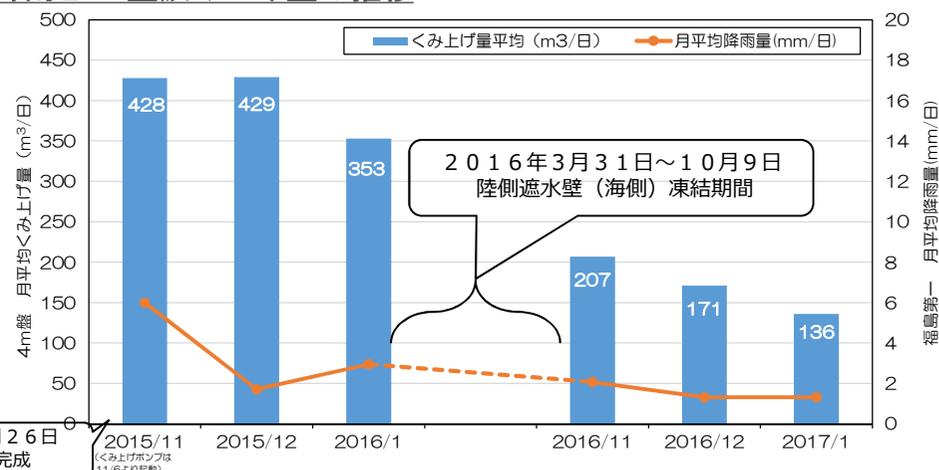


#### 陸側遮水壁



陸側遮水壁第一段階(フェーズ1)凍結範囲 (2016/3/31~6/6) (緑線・水色線)  
 陸側遮水壁第一段階(フェーズ2)凍結範囲 (2016/6/6~12/2) (橙線)  
 陸側遮水壁第二段階凍結範囲 (I) (2016/12/3~) (西側①、西側⑤)  
 陸側遮水壁第二段階凍結範囲 (II) (2017/3/3~) (北側、西側②、西側④、南側)

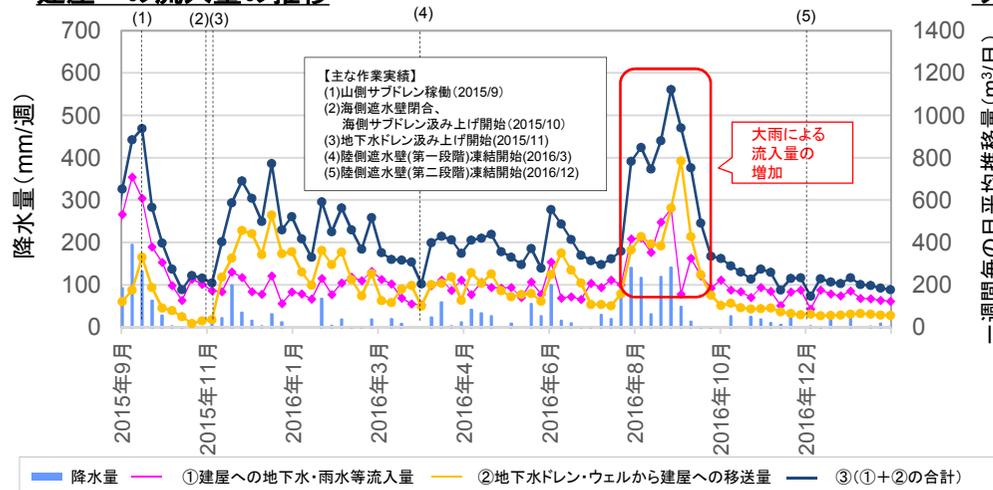
#### 降雨と4m盤汲み上げ量の推移



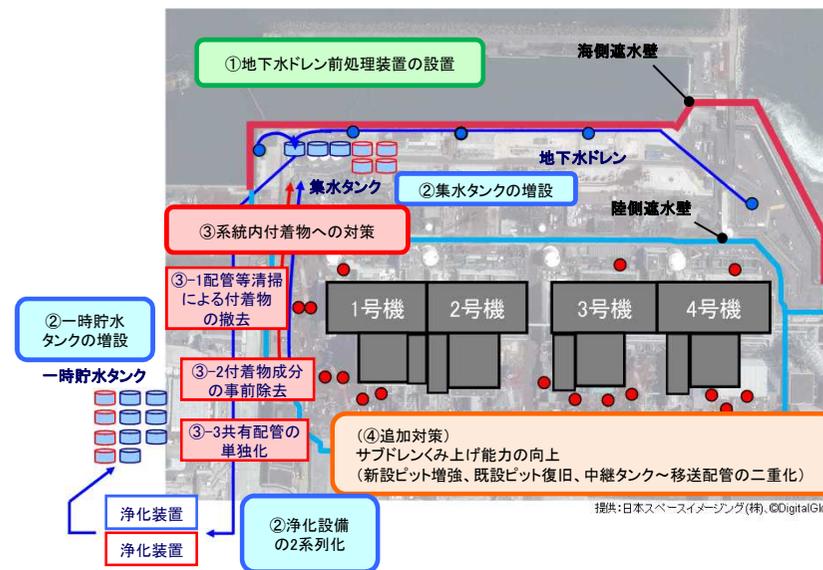
### 3.3.2汚染源に水を近づけない（建屋への流入量の推移とサブドレン強化）

- 建屋への流入量（4m盤からの移送量除く）は、汚染水対策の着実な実施により、降雨等の影響で一時的に増加する場合があるものの、対策前の状態（400m<sup>3</sup>/d程度）から低減し、200m<sup>3</sup>/dを下回ることが多くなっています。また、陸側遮水壁（山側）の凍結進捗により、更に減少する見込みです。
- 現在、建屋への流入量を安定して抑制していくために、サブドレン処理システムの強化を実施しています。

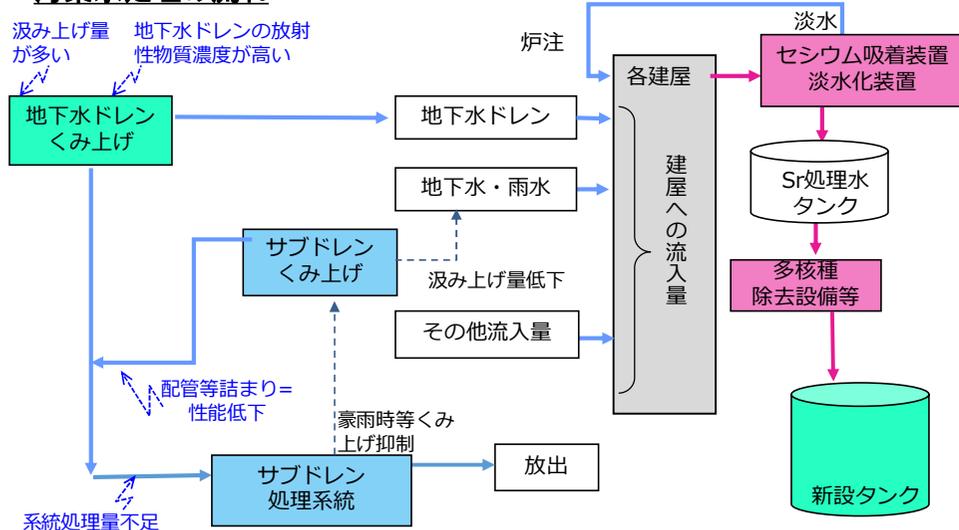
建屋への流入量の推移



サブドレン強化策概要



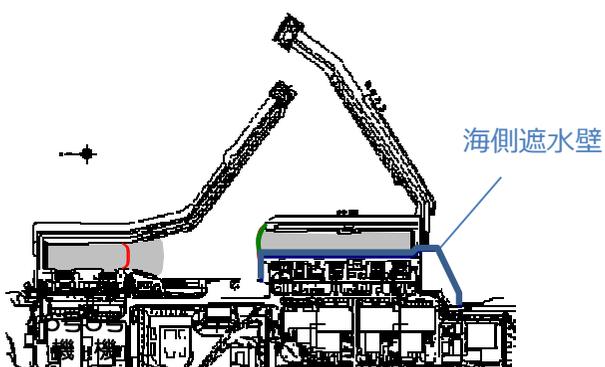
汚染水処理の流れ



強化策	効果
①地下水ドレン前処理装置の設置	地下水ドレンをタービン建屋へ移送する量の低減
②処理システムの2系列化、タンクの増設	サブドレン処理能力の向上
③配管等清掃による付着物除去、付着物成分の事前除去 等	サブドレン汲み上げ性能の向上
④口径の小さい井戸の大口径化 等	サブドレン汲み上げ量の増加

## 3.4 汚染水を漏らさない

- 海側遮水壁
  - ・敷地から港湾内に流れている地下水をせき止め、海洋汚染をより一層防止しています。
- フランジタンクリプレース
  - ・フランジタンクから信頼性の高い溶接タンクへのリプレースを実施しています。
  - ・フランジタンクのリプレースは、タンク大型化や配置見直しにより容量を増加します。



海側遮水壁の設置状況

### フランジタンクリプレース

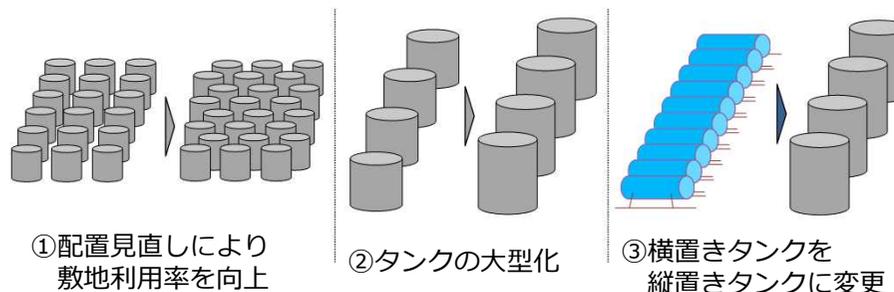


【タンク建設状況（2017.2.16時点）】

- ・1-4号機タンク総容量 約102万m<sup>3</sup>
- ・フランジタンク容量 約 17万m<sup>3</sup>
- ・リプレース実績 約 12万m<sup>3</sup>

### リプレースの効率化

- ①タンク配置見直しにより敷地利用率を向上し、容量増加
- ②タンクの大型化により、容量増加
- ③横置きタンクを縦置きタンクに変更し、容量増加



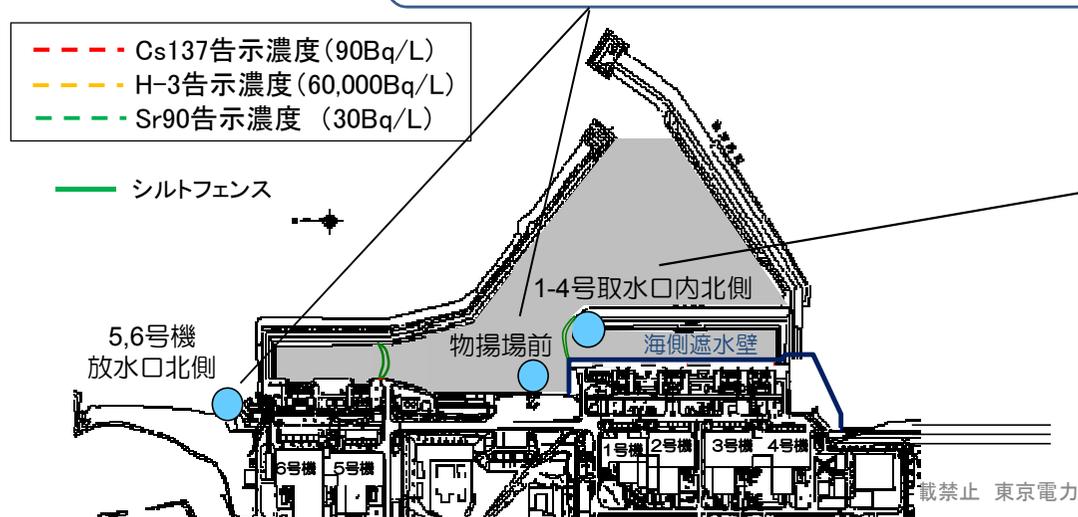
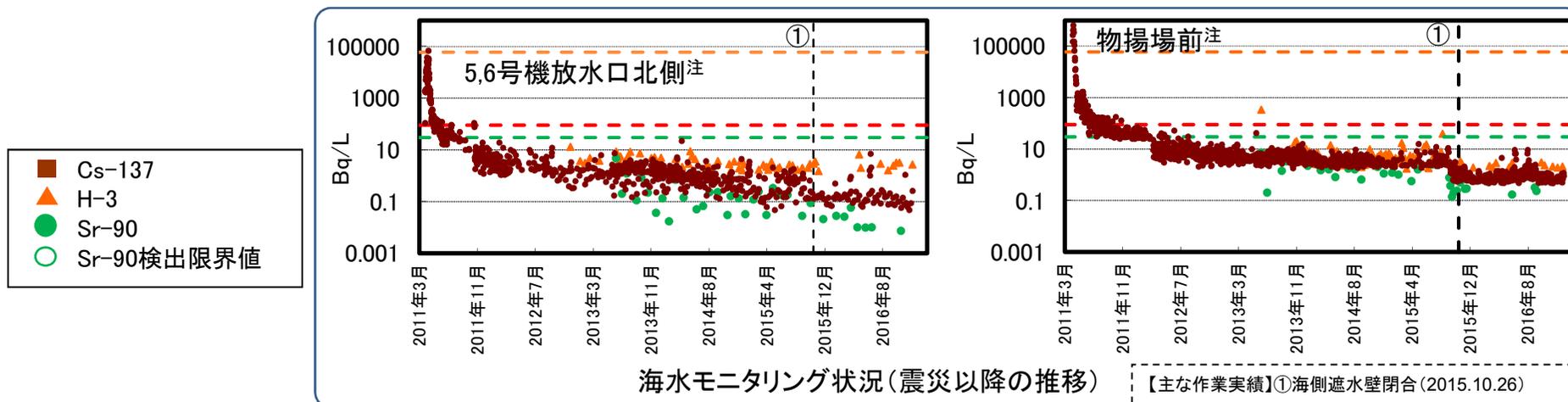
①配置見直しにより  
敷地利用率を向上

②タンクの大型化

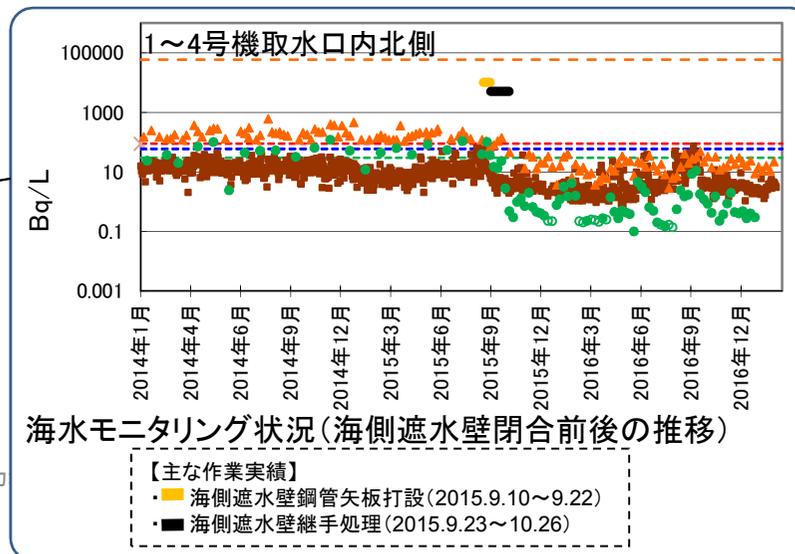
③横置きタンクを  
縦置きタンクに変更

## 【参考】 海域モニタリングの状況

- 放射性物質濃度の状況等を把握するため、海水の核種分析（海水モニタリング）を行っています。
- 震災直後からは、発電所海域周辺のセシウム濃度は、100万分の1程度まで低減しています。
- 海側遮水壁閉合後、海水中の放射性物質濃度は低下し、その後低い濃度で推移しています。
- 引き続き、モニタリングを継続していきます。

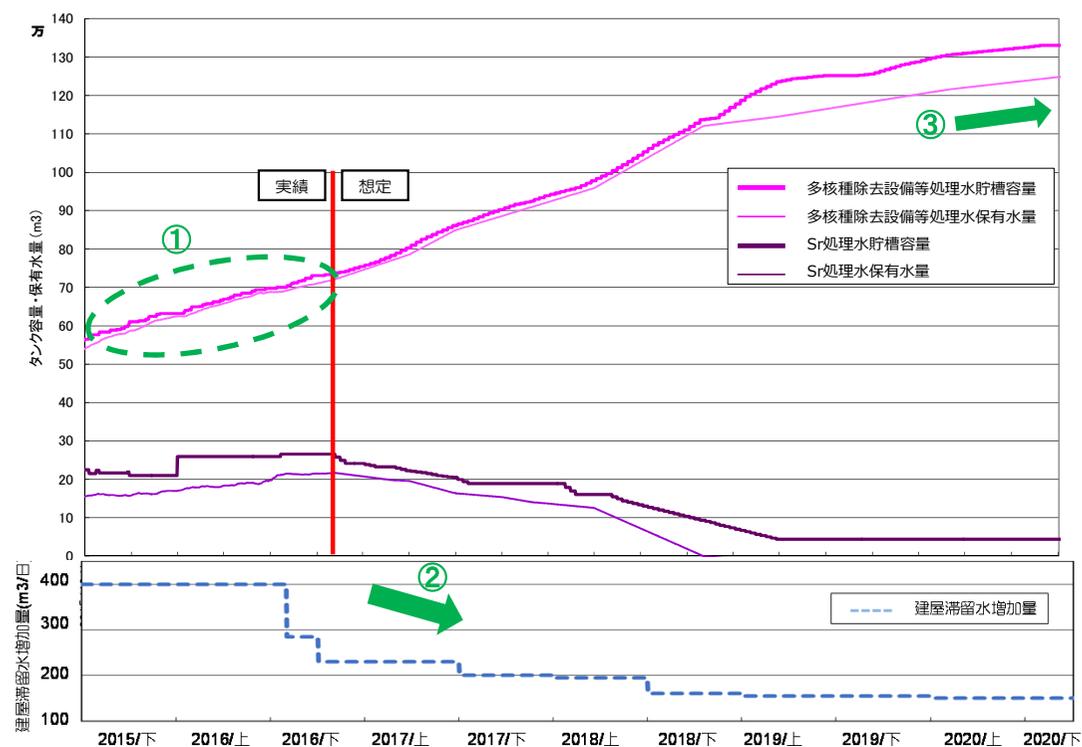


(注) 検出限界値未満はプロットしていない。



## 【参考】今後の計画（タンク貯蔵状況）

- ① これまでは、発生する汚染水に対して必要なタンク容量を確保するためのタンク建設等を進めてきました。
- ② 今後、サブドレン処理系統の強化対策及び陸側遮水壁の効果発現等により、汚染水の発生量を徐々に低減させます。
- ③ 汚染水等の貯蔵量は、汚染水の発生量が低減した以降も徐々に増え続けますが、タンクは一定の空き容量を確保しつつ建設等を継続します。



### 【タンクの建設計画（新設・リプレース）】

新設分・リプレース分のタンク建設容量は、過去の実績等を基に、当面500m<sup>3</sup>/日として設定しています。  
 想定で見込んでいる汚染水発生量 最大約400m<sup>3</sup>/d以上のタンク容量を確保していきます。

	建設計画 (総容量)	建設計画 (平均値)
2016.11～2017.9 タンク建設計画値	約168,500m <sup>3</sup>	約500m <sup>3</sup> /日
2016.11～2017.1の 実績	約43,000m <sup>3</sup>	約470m <sup>3</sup> /日※

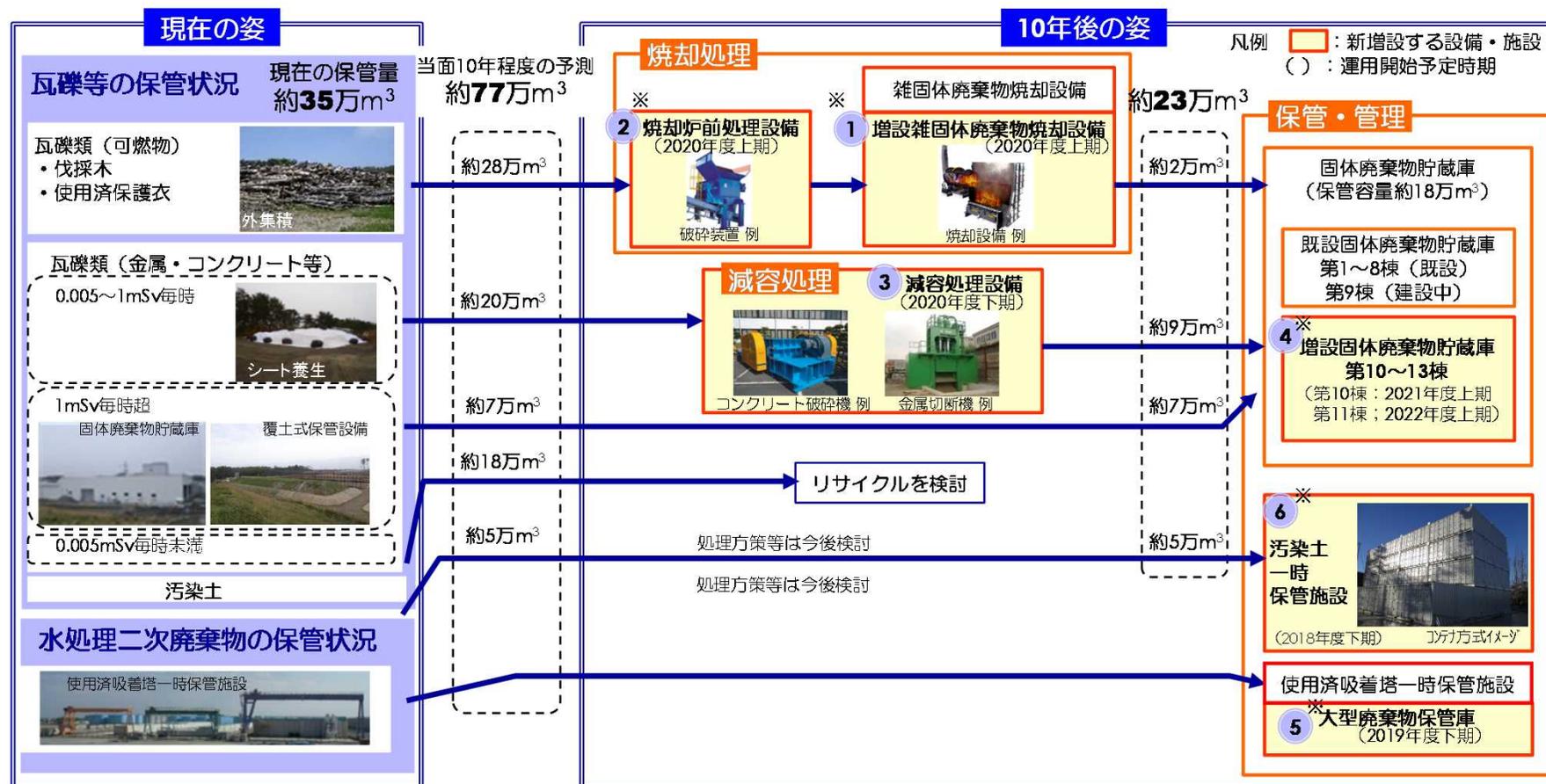
※:目標値(約500m<sup>3</sup>/日)の評価は、年単位で実施

---

## 4. 放射性廃棄物の管理

## 4.1 廃棄物関連施設の新・増設

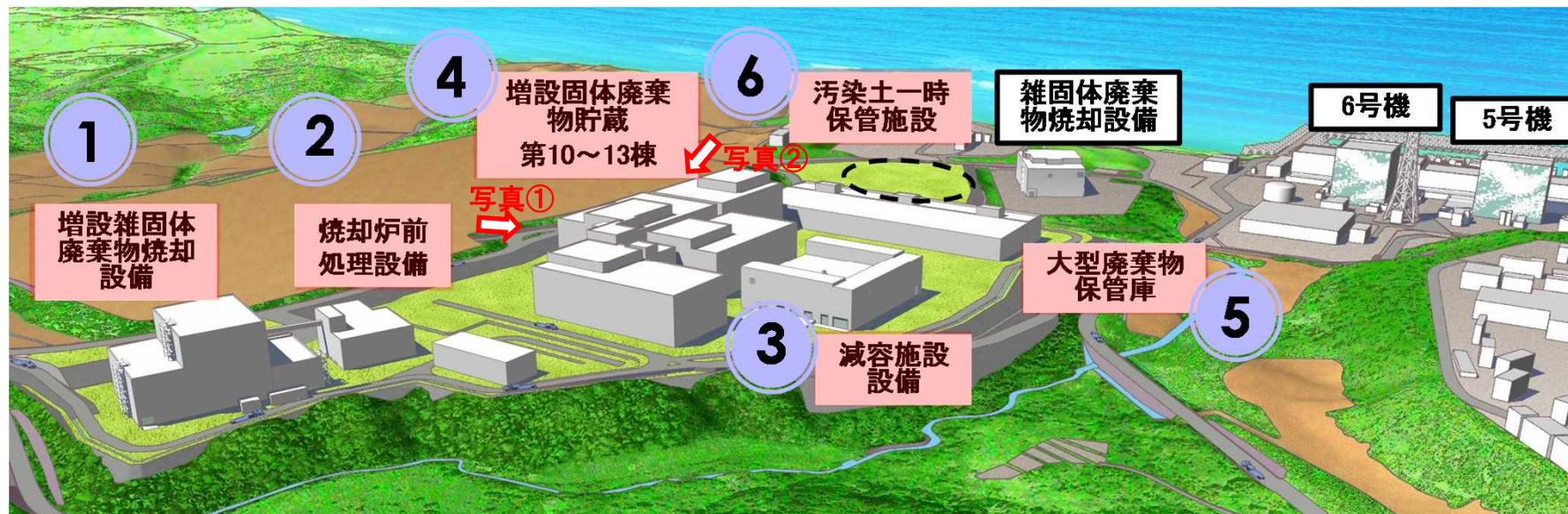
- 現在、工事に伴い発生する廃棄物は、その線量に応じて分別し、固体廃棄物貯蔵庫や屋外で一時保管しています。
- 廃棄物をより確実に保管していくため、当面10年程度の発生予測を踏まえ、保管・管理に必要な建屋を設けて、焼却・減容により廃棄物量を低減のうえ、建屋内保管へ集約、屋外の一時保管エリアを解消します。
- 水処理二次廃棄物は、当面、分類に応じた保管を継続すると共に、減容・安定化技術の開発を進め、処理方策等を検討します。
- この方針に基づく廃棄物関連設備の新增設計画について、2016年12月21日、福島県・双葉町・大熊町より事前了解を頂きました。(増設雑固体廃棄物焼却設備について、2017年4月より準備工事を開始予定)



補足) 写真、図は例示、又はイメージ

※) 各施設の概略配置図は、次ページ参照

## 【参考】廃棄物関連施設の新・増設（現場の状況）



設備及び施設設置のイメージ

運用開始に向け準備を進めている施設等



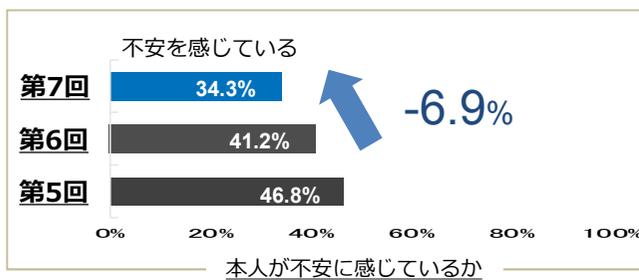
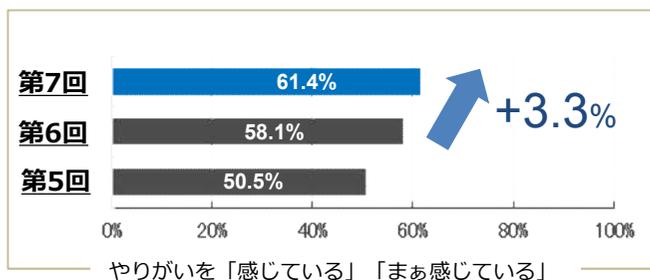
現場の進捗状況（2017.2.21）

---

## 5. 労働環境の改善状況

## 5.1 労働環境の改善に向けたアンケート【やりがい・不安】

- 福島第一原子力発電所で作業されている協力企業の方々の労働環境の改善に向け、アンケート（第7回）を実施し、約89%（6,182人）の作業員の方からご回答を頂きました。
- やりがい・不安に関する設問では、前回までと比較し改善傾向を示していますが、3~4割程度の方が不安を感じていると回答されています。
- アンケートの結果を踏まえ、引き続き、労働環境等の更なる改善を進め、「安心して働きやすい職場」作りに取り組んで参ります。



■ アンケート実施方法 ■  
 対象：福島第一の作業に従事する全ての方（東電社員を除く）  
 方法：無記名式  
 期間：2016年8月26日～10月6日  
 回答者数：6,182人（6,975部配布、回収率88.6%）

No	やりがいを感している主な理由	割合 (%)
1	福島復興のため(使命感)	50.3
2	福島第一の廃炉のため	32.6
3	自分の作業が廃炉に貢献出来ている	29.7

No	不安を感じている主な理由	割合 (%)
1	被ばくによる健康への影響	58.0
2	先の工事量が見えないため、いつまで働けるかわからない	44.7
3	現場での事故、ケガ、熱中症	33.1

### 取り組みの状況（「不安」緩和）

➤ 「被ばくによる健康への影響」について、現在、ウェブサイトにて構内の線量データなどを掲載し、皆さんにご覧頂けるようにしました。



ウェブページ「1 FOR ALL JAPAN」にて公開（構内の線量データ）

### 取り組みの状況（「やりがい」向上）

➤ 引き続き、ウェブサイト※に、皆さまがどのような思いで作業をされているかについてインタビューを通して掲載していきます。

※ **1FOR ALL JAPAN** <http://1f-all.jp/>

➤ 「先の工事量が見えないため、いつまで働けるかわからない」について、地元企業をはじめとする協力企業の方々に長期に働いていただけるよう福島第一の発注の9割を随意契約を適用しています。



---

## 6. ヒューマンエラーによる重要な安全確保設備の停止

## 6.1 2・3号機使用済燃料プール冷却停止及び3号機原子炉注水停止

- 2016年12月4日に発生した福島第一2・3号機の使用済燃料プールの冷却停止（事象①）、翌5日に発生した3号機の原子炉注水停止（事象②）は、いずれも『重要な安全確保設備の停止』であり、地域の皆さまをはじめ、広く社会の皆さまへご迷惑とご心配をお掛けしました。
- いずれも人為的なミス（ヒューマンエラー）が原因でした。このようなミス一つが、皆様に心配を与えることに繋がるということを改めて認識し、これを踏まえた再発防止対策を確実に実行します。
- 再発防止対策の状況  
冷却設備等の重要な安全確保設備については、重要機能の停止を起こさないよう、設備面、管理・運用面において水平展開を含めた再発防止対策を講じます。
  - ・現場にて速やかに対応可能な物理的防護等の対策を実施（2016年12月）
  - ・人為的ミスにおいても、停止に至らない設備対策（ポンプ起動／停止インターロックの見直し等）を検討中

### 事象の概要



パトロール中の当直員が誤ってベント弁に接触。微開状態となり、系統圧力が徐々に抜け、2次系共通設備のポンプが停止



他作業員とすれ違う際に左腕付近の防護服を操作スイッチカバーに引っ掛け、ポンプを停止させた。

### 対策実施例



- 【物理的防護対策】
- ①操作スイッチレバーの取外し
  - ②接触禁止表示の設置
  - ③立入制限の区画設定
  - ⑤結束バンドによるコック弁の固定
- 【速やかな情報発信対策】
- ④設備異常発生時連絡体制の現場への掲示
- 【設備設計対策】
- ⑥閉止栓による大気開放部位の閉止