

福島第一原子力発電所の状況について

2017.3.7

東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー
プロジェクト計画部
白木 洋也

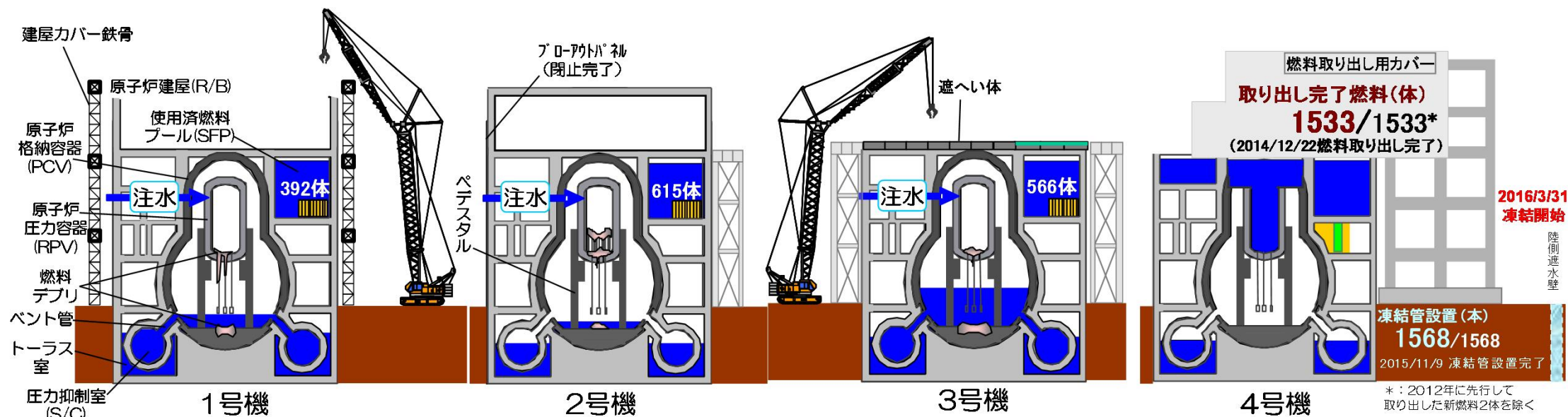
1. 福島第一原子力発電所の原子炉等の状況
 2. 中長期ロードマップの各分野の現状
 - 2-1. 汚染水対策
 - 2-2. 使用済燃料プールからの使用済燃料取り出し
 - 2-3. 燃料デブリ取り出し
 - 2-4. 廃棄物対策
 3. 労働環境改善
- ＜参考＞
- ・福島第一原子力発電所の概要

1. 福島第一原子力発電所の原子炉等の状況

原子炉の冷却状況

3

■ 各号機ともに冷温停止状態を継続



圧力容器底部温度	
1号機	約14℃
2号機	約18℃
3号機	約17℃

格納容器内温度	
1号機	約15℃
2号機	約19℃
3号機	約16℃

燃料プール温度	
1号機	約24℃
2号機	約26℃
3号機	約26℃

原子炉注水量	
1号機	注水量: 3.0m³/h
2号機	注水量: 4.5m³/h
3号機	注水量: 3.0m³/h

2017年2月22日 11:00 時点

- 敷地周辺の線量をできる限り低減することを目的に、大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の抑制対策に取り組み、廃炉作業に伴い追加的に上昇する敷地境界における実効線量を1mSv／年未満とする目標※を達成した。

※中長期ロードマップにおける主要な目標工程

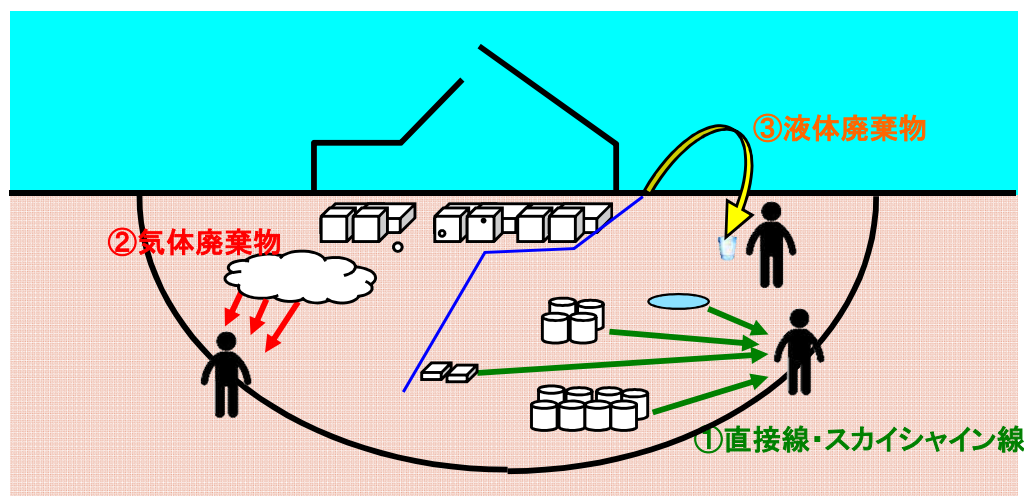
1mSv/年達成に向けた主な取り組み

線量を低減する取り組み

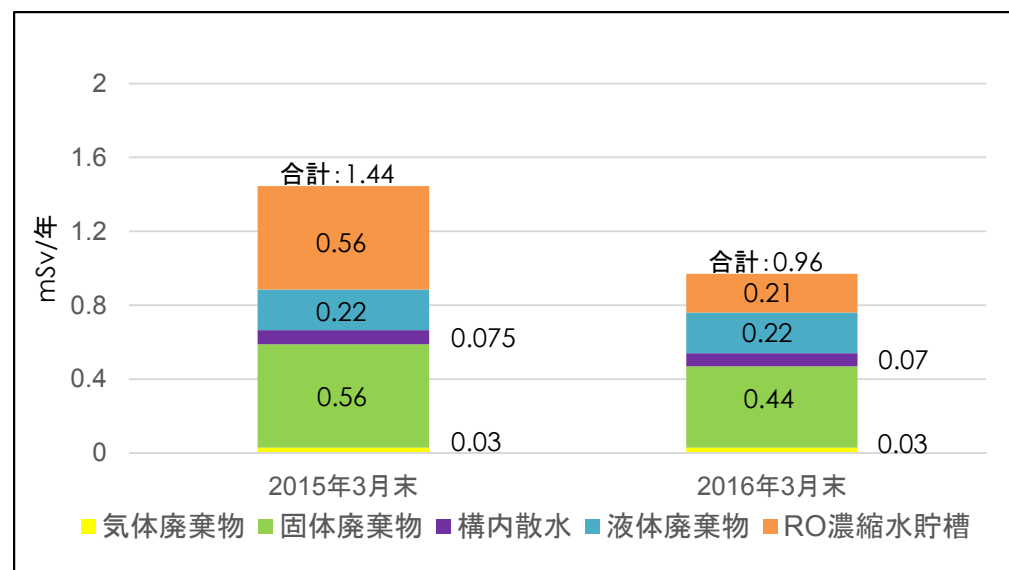
- 多核種除去設備や増設多核種除去設備などを用いて汚染水を継続的に処理し、汚染水タンク内の放射性物質濃度を低減。
- 敷地境界から遠いエリアに高線量の使用済み吸着塔を保管するよう配置計画を変更し、敷地境界に近いエリアに保管する使用済み吸着塔について、直接線・スカイシャイン線を低減。

線量を抑制する取り組み

- 新規設備について遮へい設計及び配置計画を実施し、直接線・スカイシャイン線の増加を抑制。
(例: 固体廃棄物貯蔵庫第9棟, 雨水処理設備)



敷地境界における実行線量の評価(イメージ図)

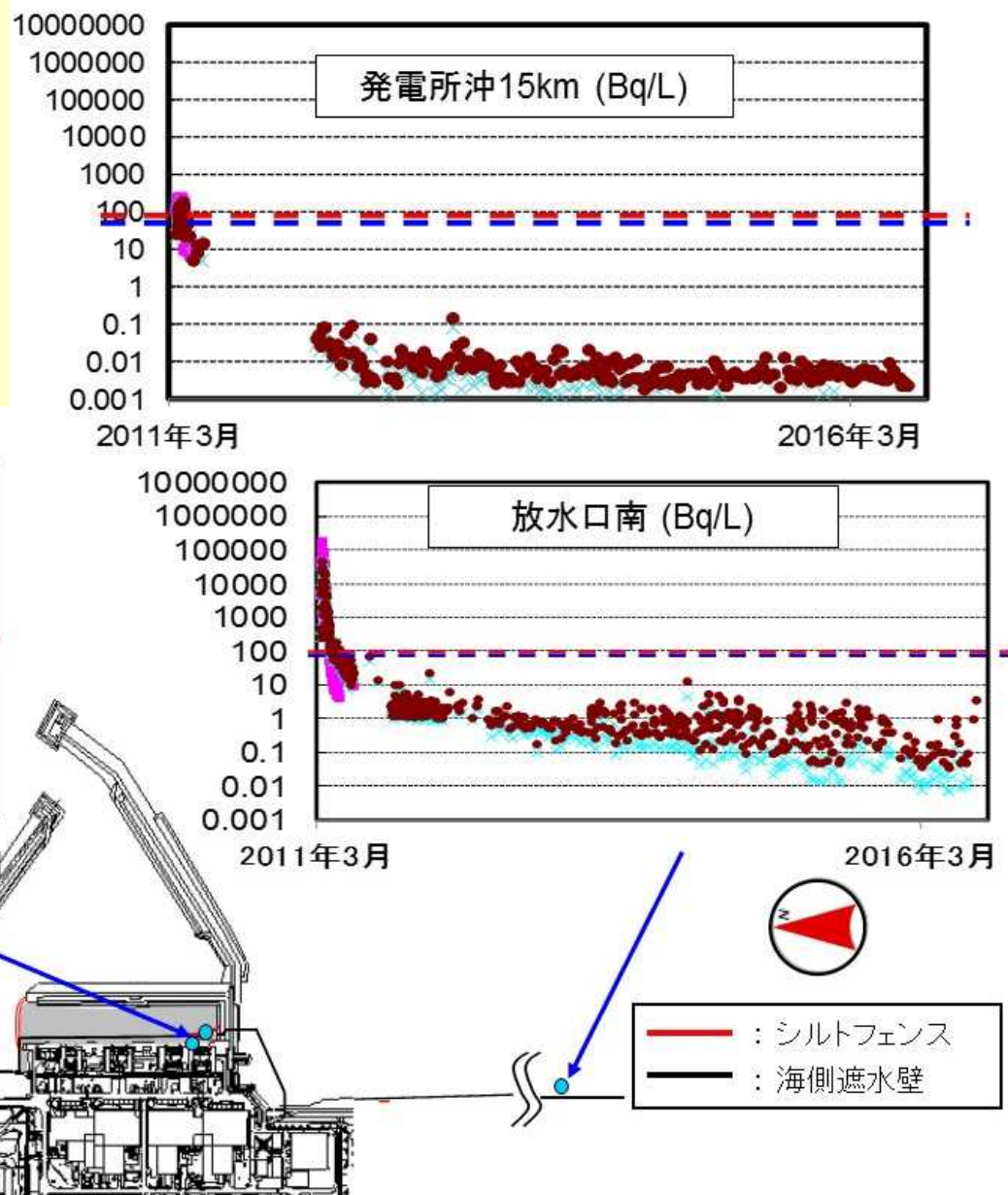


実効線量(評価値)の推移

港湾内外における放射能濃度の変化

5

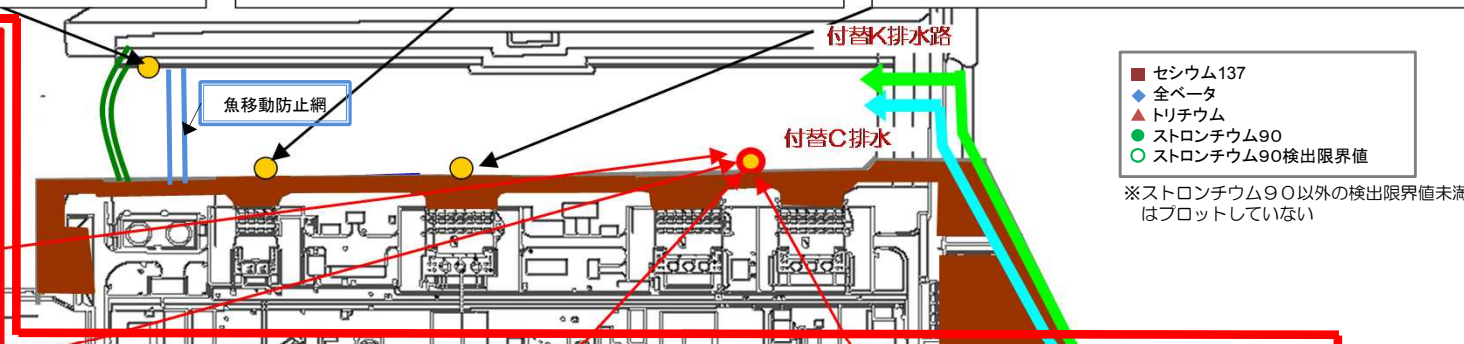
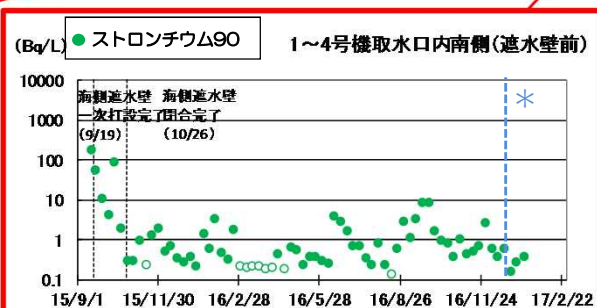
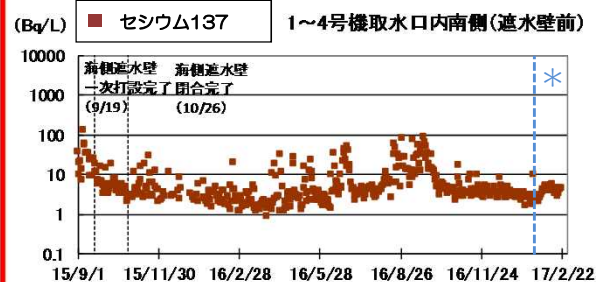
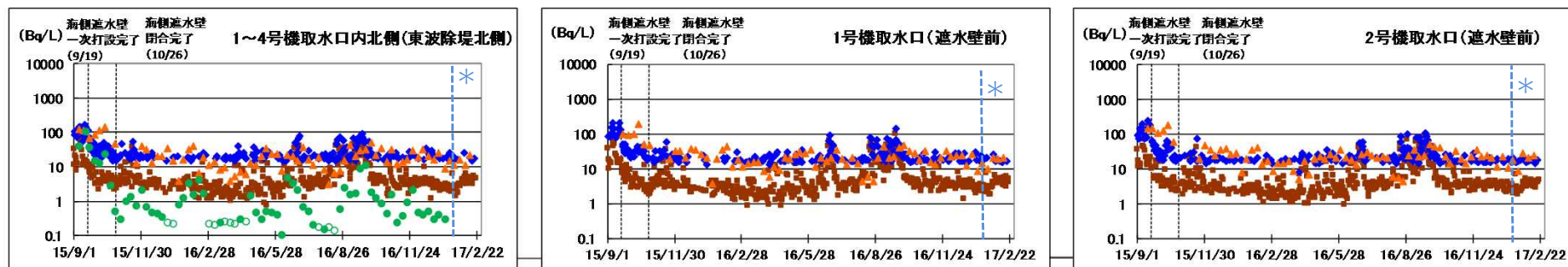
- 事故後放射能濃度は徐々に低下。
- 1～4号機の取水口付近では現在、10～100Bq/Lオーダーのセシウム137を観測しているが、港外では告示濃度を大幅に下回る。
- 2015年10月に海側遮水壁を閉合。港湾内の濃度も更に低下。



【1～4号機取水口開渠内】 海水サンプリング結果

■ 海側遮水壁閉合以降、放射性物質濃度は低下しているが、降雨時に一時的な上昇が見られる。

【告示濃度】セシウム137:90Bq/L, ストロンチウム90:30Bq/L, トリチウム:60000Bq/L



■ セシウム137
◆ 全ベータ
▲ トリチウム
● ストロンチウム90
○ ストロンチウム90検出限界値未満

※ストロンチウム90以外の検出限界値未満はプロットしていない

※ 1～4号機取水口内南側（遮水壁前）は、最後に遮水壁閉合を実施した箇所。
海水のサンプリング地点としては、閉合完了まで、地下水の影響を最も受けていた箇所。

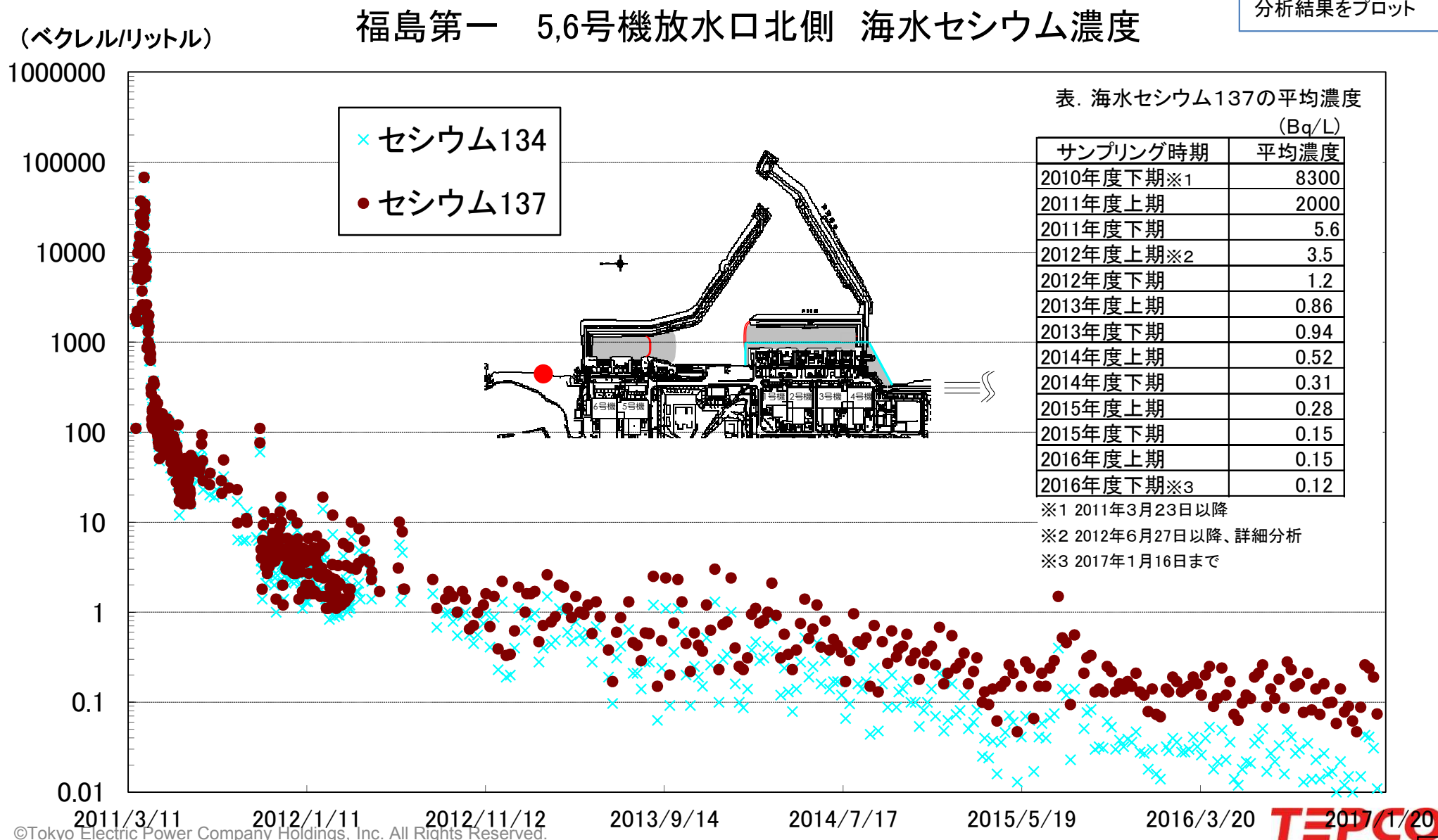
※ 津波によるシルトフェンスの損傷防止を目的として設置位置を移動したため、
2月11日採取分より採取地点を南に約50m移動。

* 青縦点線：前回までの報告分
(赤枠以外の箇所はセシウム137, 全ベータの前回までの報告分)

TEPCO

【5, 6号機放水口北側】 海水サンプリング結果

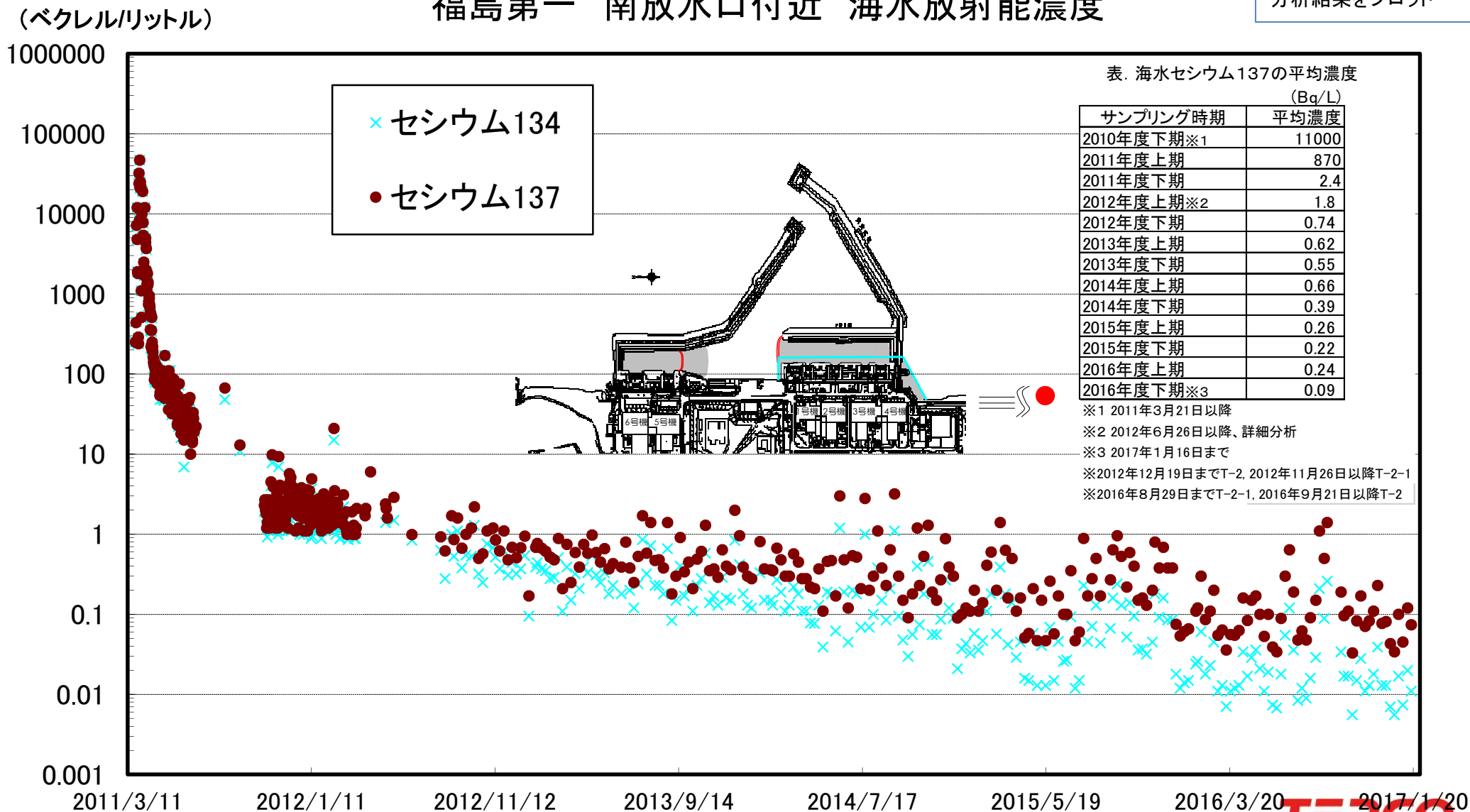
2012年6月以降、詳細
分析結果をプロット



【南放水口付近】 海水サンプリング結果

福島第一 南放水口付近 海水放射能濃度

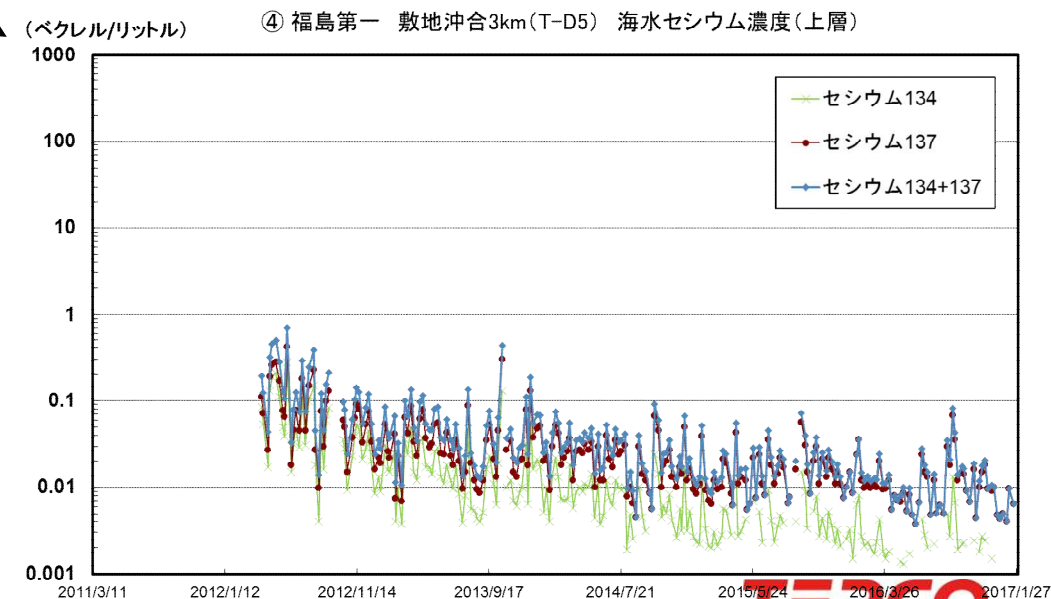
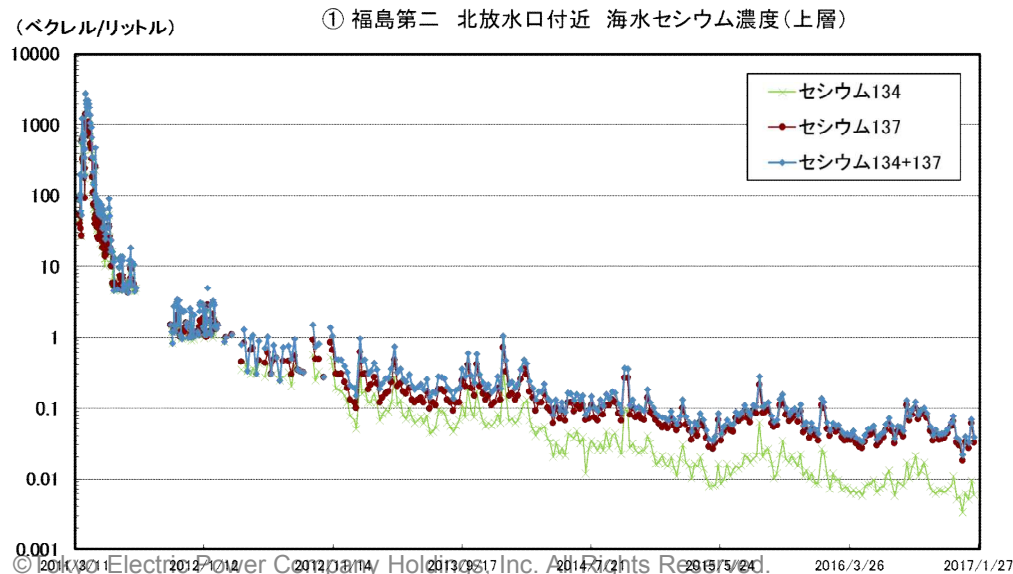
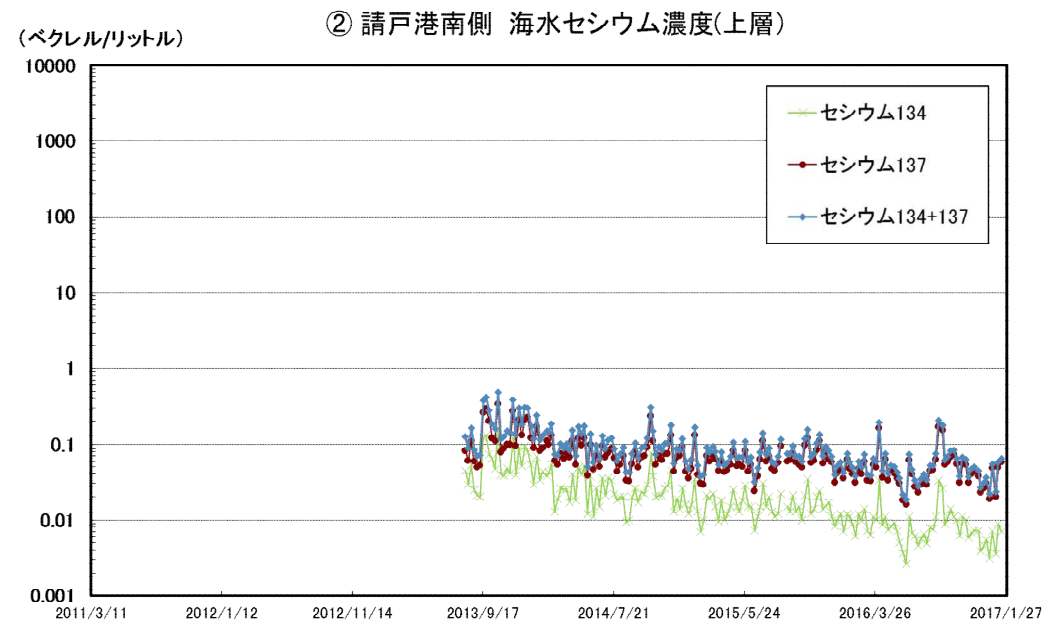
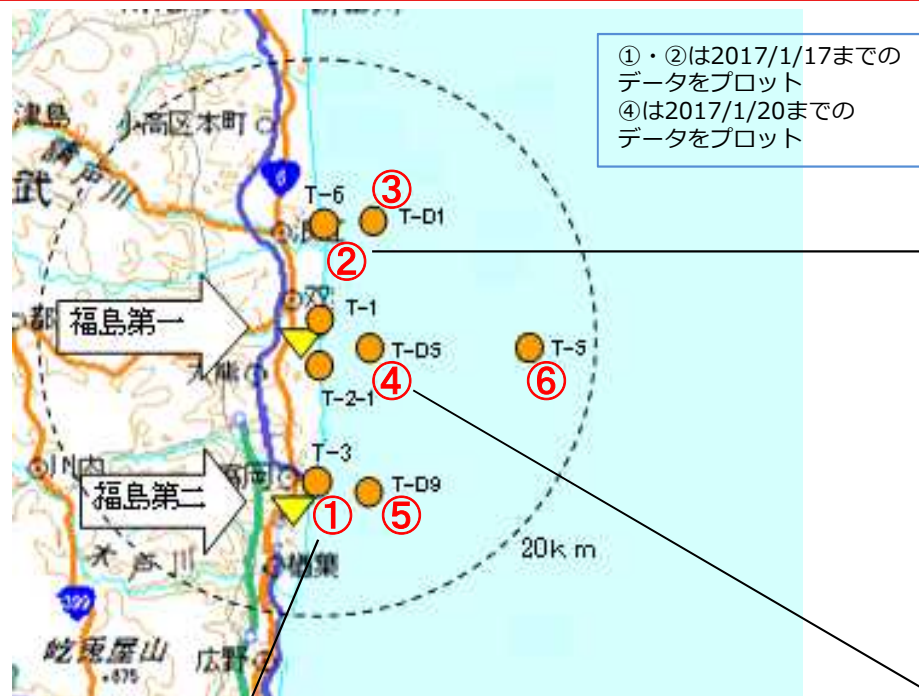
2012年6月以降、詳細
分析結果をプロット



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

TEPCO

【福島第一 20 km圏内】 海水サンプリング結果（1 / 2）

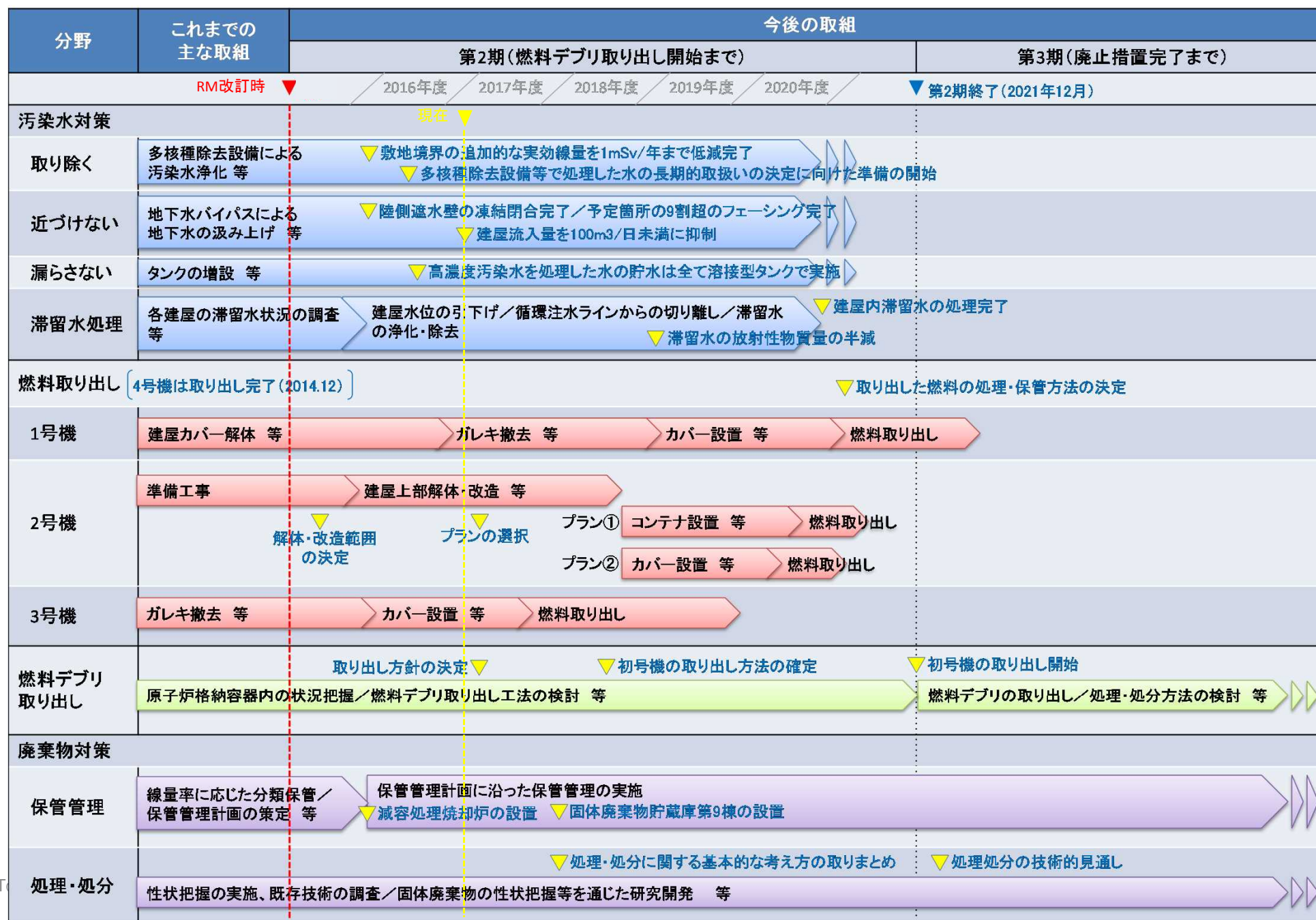


© 2017 Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

TEPCO

廃止措置に向けた主要な目標工程

10



2. 中長期ロードマップの各分野の現状

2-1. 汚染水対策

- 福島第一では1日あたり約150～200トン※¹の地下水が直接建屋に流入すること等により、汚染水となっている。下記の三つの基本方針に基づき、港湾内への汚染水流出やタンクからの汚染水漏えい問題に対し対策を進めている。

※1:当初、約400トンの地下水が流入していたが、サブドレン等の効果により減少

方針1. 汚染源を取り除く

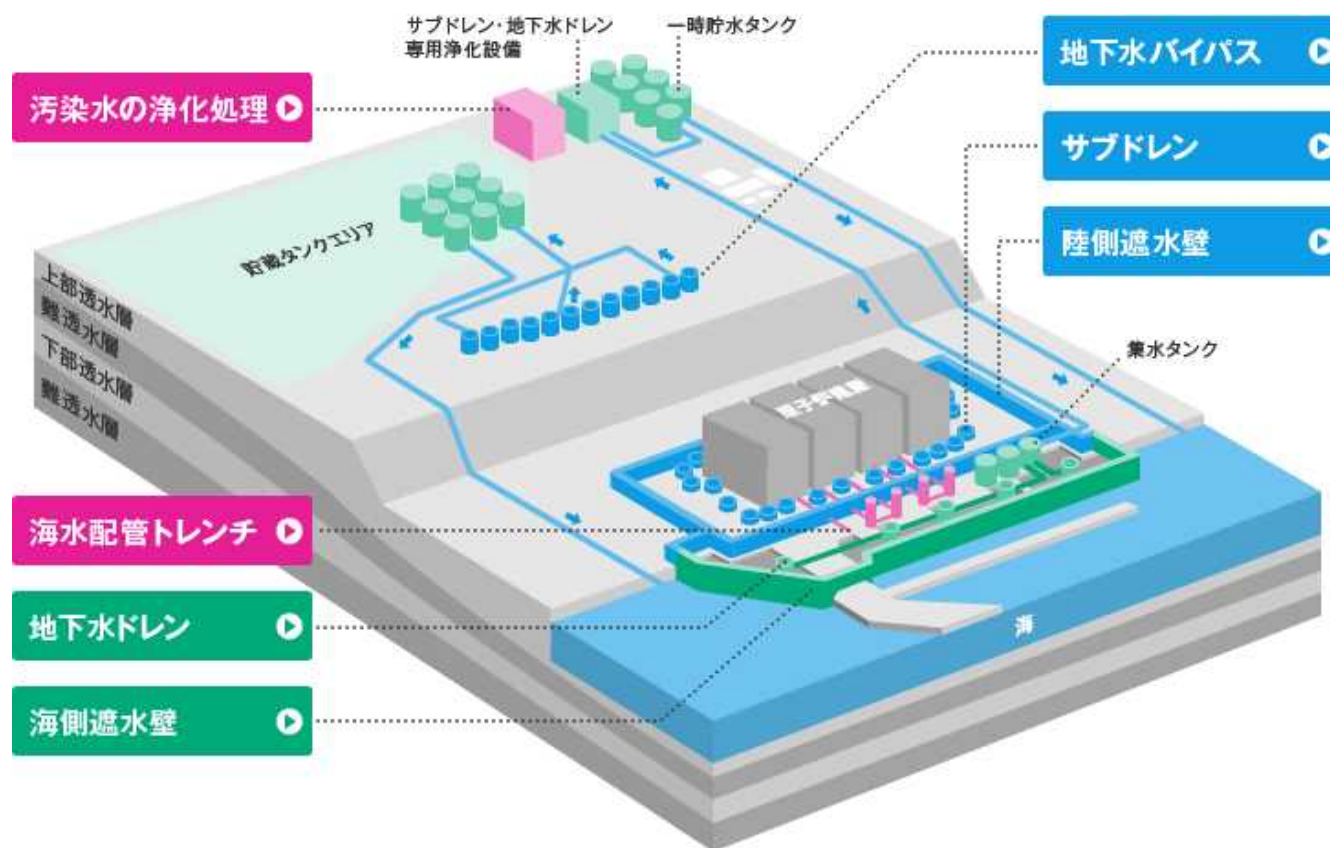
- ①多核種除去設備による汚染水浄化
- ②トレンチ(※2)内の汚染水除去
(※2)配管などが入った地下トンネル

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地下水ドレンによる地下水汲み上げ
- ⑩タンクの増設(溶接型へのリプレイス等)

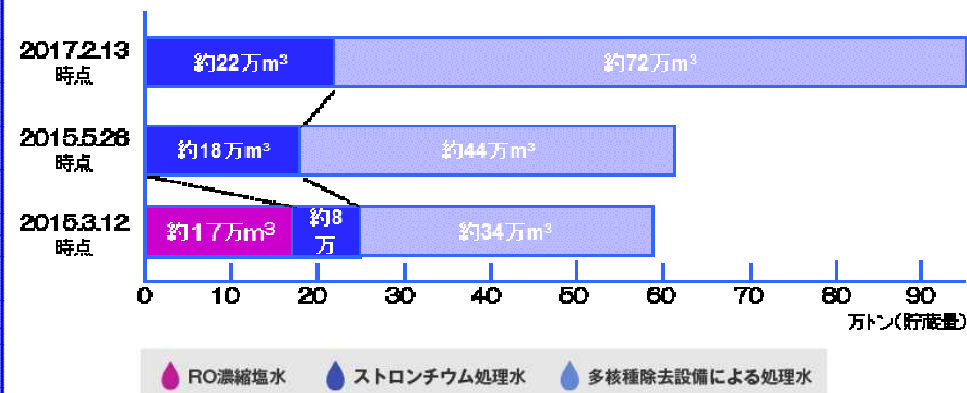
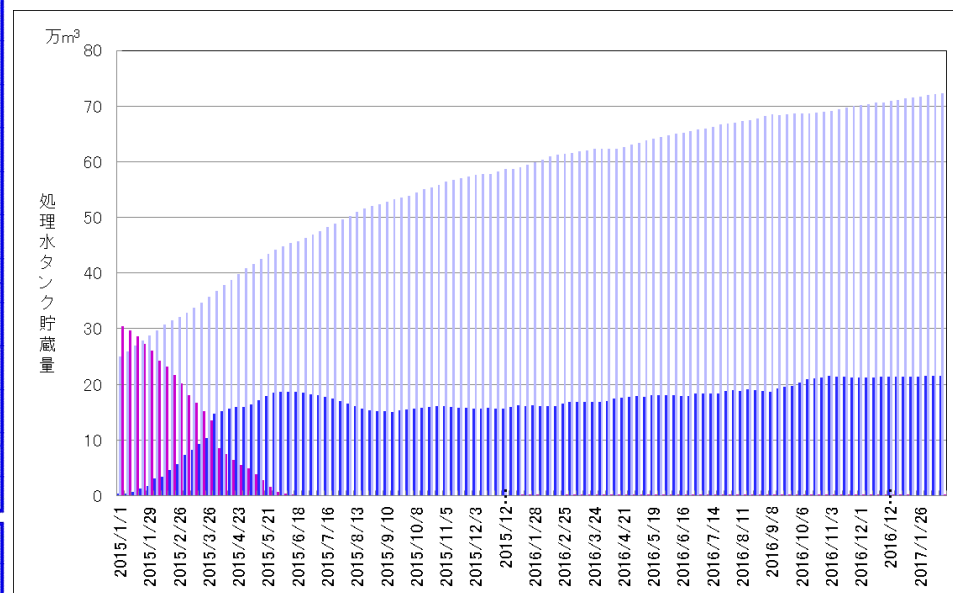


多核種除去設備等による汚染水の浄化

■タンク底部の残水※を除き、2015年5月27日にRO濃縮水の処理が完了。

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)
			
	除去能力 62核種を告示濃度限度未満		
	処理能力 250m ³ /日 ×3系統	処理能力 250m ³ /日 ×3系統	処理能力 500m ³ /日
状況	試運転中		

汚染水処理設備	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 ストロンチウム (Sr) を1/100~1/1,000			
	処理能力 300m ³ /日×2系統 480m ³ /日×4台	処理能力 500~900m ³ /日	処理能力 600m ³ /日	処理能力 1,200m ³ /日
状況	停止中 (次期使用方法について検討中)		運転中	



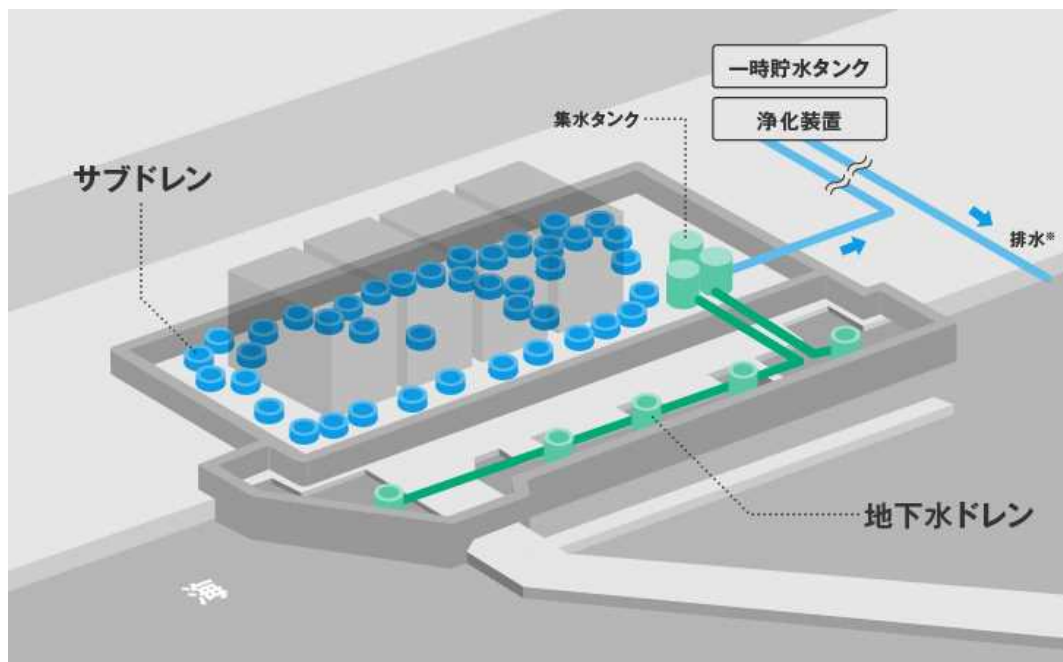
汚染水浄化設備による汚染水処理量の推移状況

TEPCO

※ 残水: 2017年2月16日時点で約2,000m³

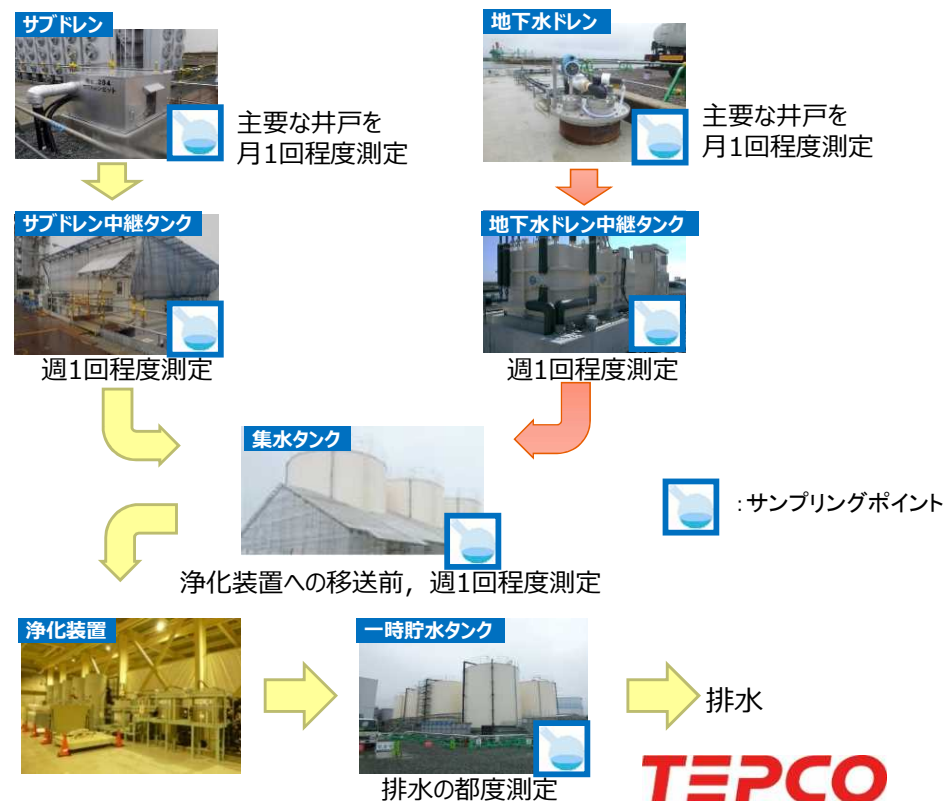
サブドレンによる地下水の汲み上げ

- サブドレンは、建屋近傍の井戸から地下水をくみ上げ、より直接的に建屋周囲の地下水位を下げる。
- サブドレンからの地下水は、放射性物質を含んでいるため、専用の浄化設備を設置して、放射性物質濃度を1/1,000～1/10,000 程度まで低減。
- 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342回排水（総排水量279,841 m³）（2017年2月26日現在）。



サブドレン概略図

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.



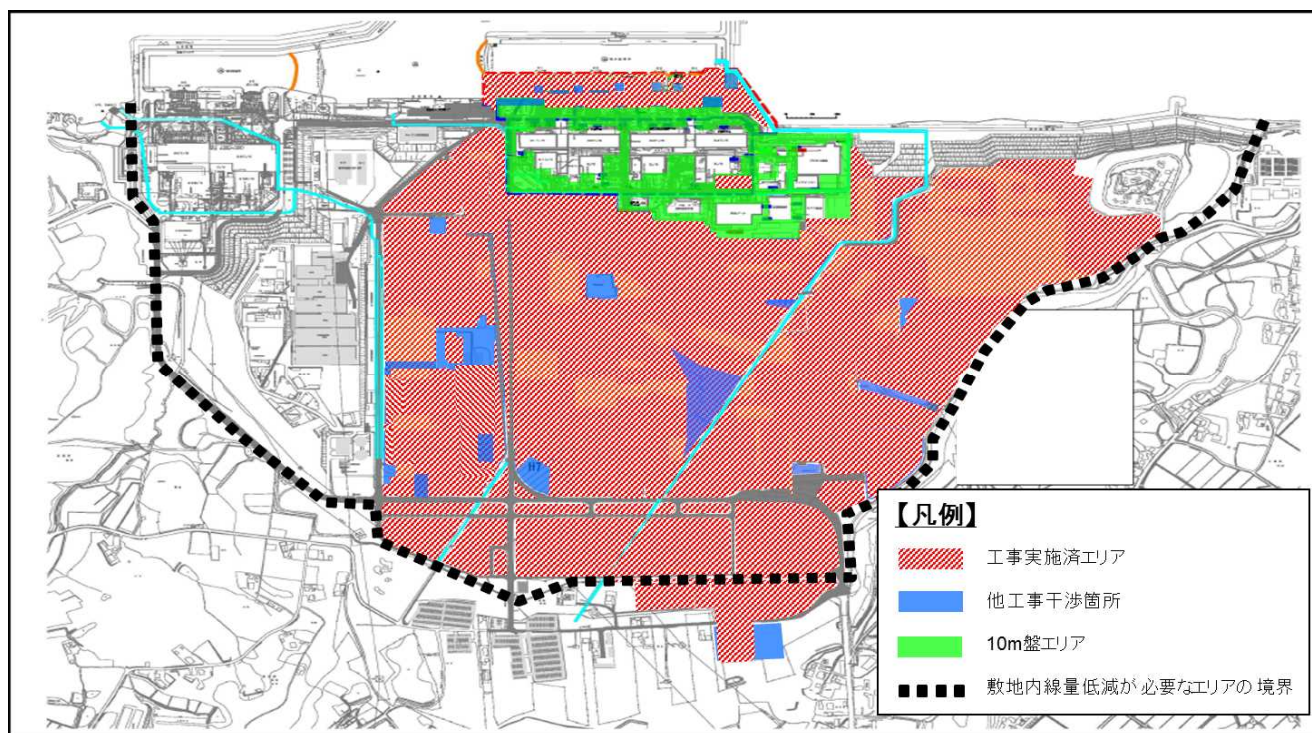
TEPCO

※：第一段階：海側全面閉合＋山側部分閉合する段階、第二段階：第一段階と第三段階の間の段階、第三段階：完全閉合する段階



雨水の土壌浸透抑制

- 発電所敷地内に降り注ぐ雨は、地下に浸透し、建屋内に流入するため汚染水増加の一因となっているため、敷地内の地表面をアスファルト等で覆うことで雨水の土壌への浸透を抑制。
- 発電所敷地内の舗装対象エリアに対して、敷地舗装を進めており、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日現在)。(舗装対象エリア面積145万m²の約90%相当)
- 敷地舗装により、地下水が2～3年かけて徐々に低下すると評価。



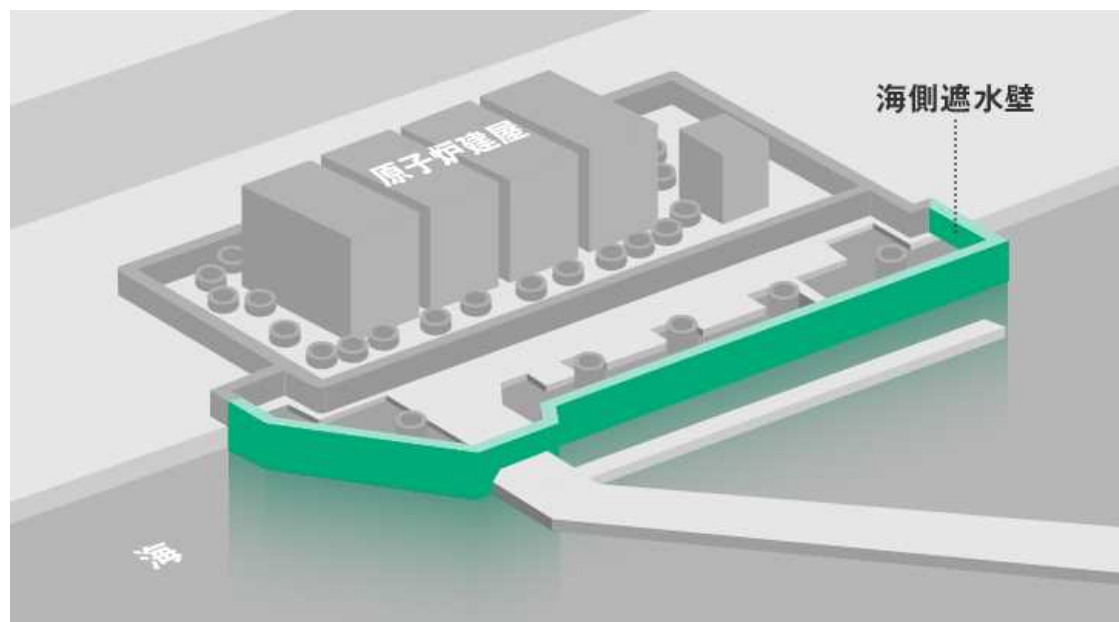
フェーシング全体進捗状況(2016年3月時点)



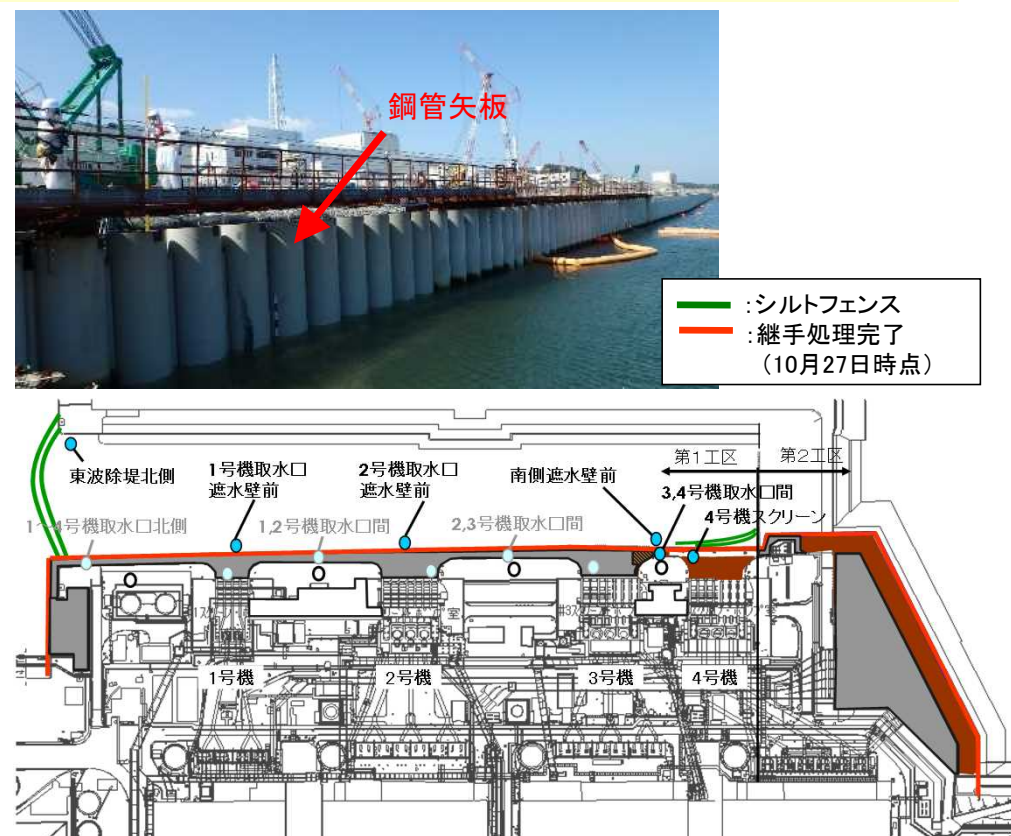
モルタル吹付け施工状況

海側遮水壁の設置

- 放射性物質を含む地下水の港湾内への流出を抑制するため、1～4号機の4m盤の前面に遮水壁を設置し、これとあわせて地下水水位の管理を行うことによって、海洋汚染の拡大を防止。
- 港湾へと流出していた地下水(地下水ドレン)を遮水壁の内側でくみ上げ、建屋近傍の井戸水(サブドレン)と共に安定的に浄化・移送できることを確認した後、海側遮水壁を2015年10月26日に閉合。



海側遮水壁施工概要



海側遮水壁の設置状況

TEPCO

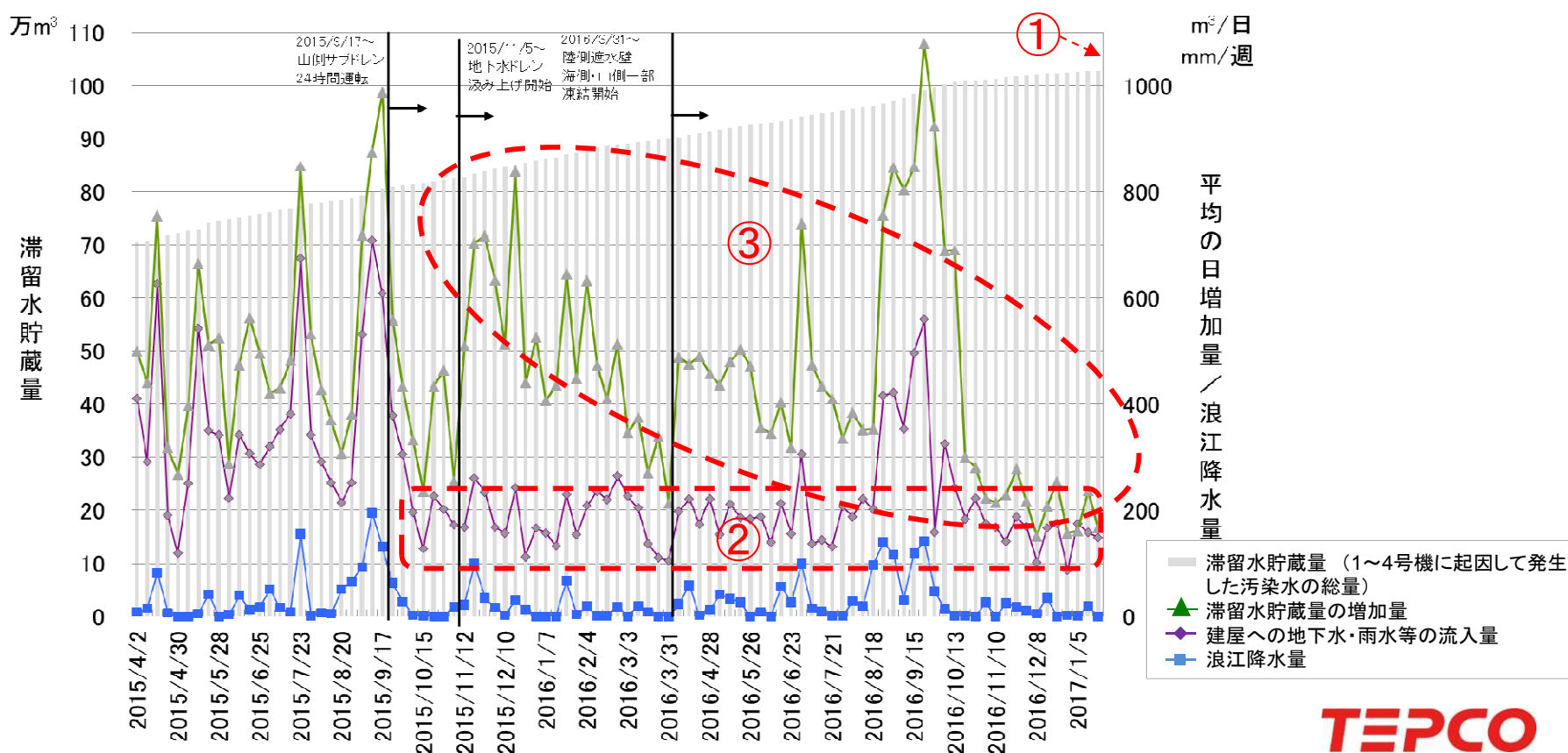
タンク建設・リプレイスおよび汚染水を貯留するタンクエリアの改善

- 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。
- タンクの信頼性向上のため、フランジ型タンクから溶接型タンクへのリプレイス(撤去および設置)を実施。
- 台風等の降雨量が多い場合、堰から雨水が溢水する可能性があるため、雨樋、堰カバー等の雨水抑制対策を実施。



フランジ型タンク撤去の状況

- 滞留水の貯蔵量（建屋滞留水及びタンク保有量）：約103万 m^3 （2017年1月19日時点）・・・①
- サブドレンの稼働等の取組みにより，建屋への地下水・雨水等の流入量は減少傾向を示している．・・・②
- 地下水ドレン水の一部建屋移送や，陸側遮水壁海側閉合，台風による降雨等により，汚染水の増加量は増減しているが，陸側遮水壁の効果が発現することで，減少していくと考えられる．・・・③



2. 中長期ロードマップの各分野の現状

2-2. 使用済燃料プールからの使用済燃料取り出し

- 4号機の使用済燃料プールからの燃料取り出しを2013年11月18日より開始。1535体の燃料取り出しを予定通り2014年12月22日に完了。
- 4号機にかかるリスクはなくなり、今後の1, 2, 3号機からの燃料取り出しに向けて大きな自信となる。(プール内部の制御棒や炉からの放射線量を低減するためプールの水量や水質は維持)



2011年9月22日



2012年7月5日



2013年11月12日: 燃料取出用架台を設置(使用した鉄骨4200トンは東京タワーと同程度).



4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し工程

【参考】原子炉建屋カバー解体工事の流れ(1号機)

23

- 1号機使用済燃料プールからの燃料取り出しの支障となる原子炉建屋上部のガレキ撤去のため、2011年10月に設置した建屋カバーの解体工事を実施。
- 建屋カバー解体工事の流れは以下のとおり。なお、建屋カバー解体期間中、定期的に飛散防止剤を散布(1回/月)。



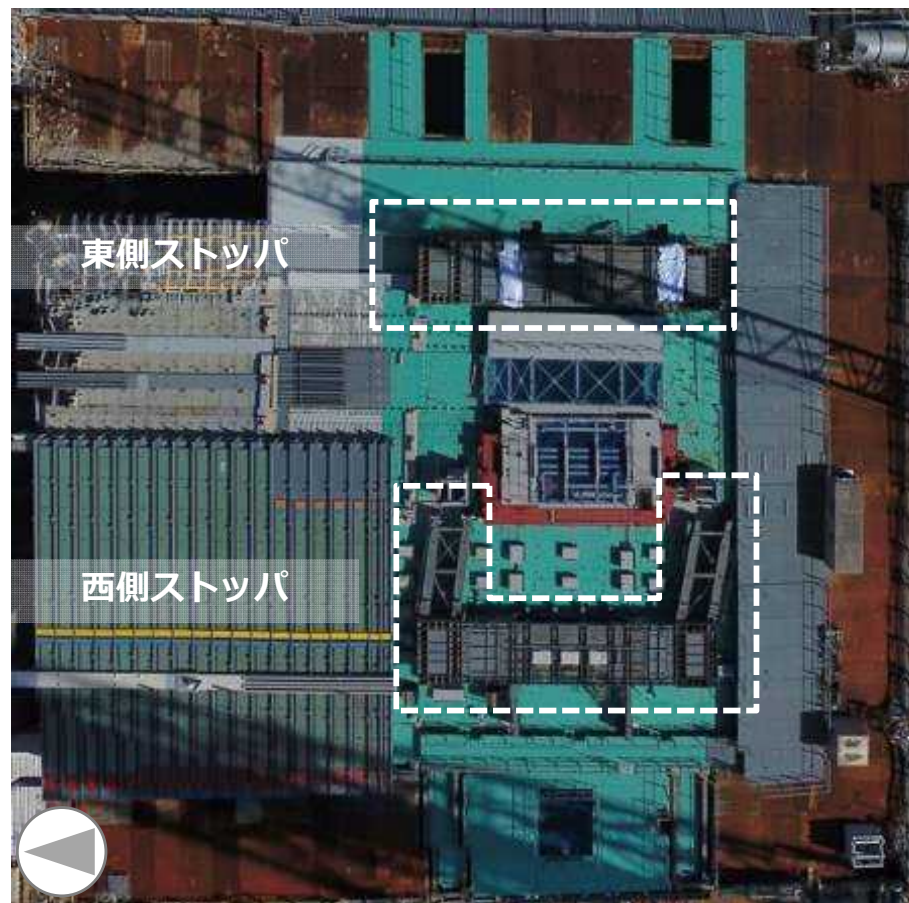
- 3号機原子炉建屋オペレーティングフロア(オペフロ)は、高線量の放射線環境であるため、使用済燃料プールからの燃料取り出し作業の実施に向けて、被ばく低減対策を実施し、2016年6月に除染作業完了、2016年12月に遮へい体の設置が完了。
- 2017年1月より、燃料取り出し用カバーの設置作業を開始。



震災直後のオペフロ（撮影日2011年3月24日）



除染当初のオペフロ（撮影日2014年1月31日）



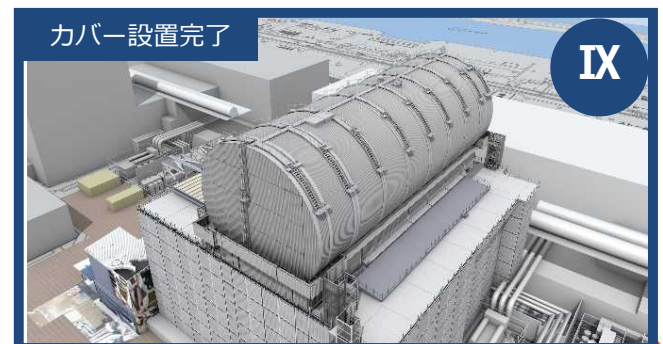
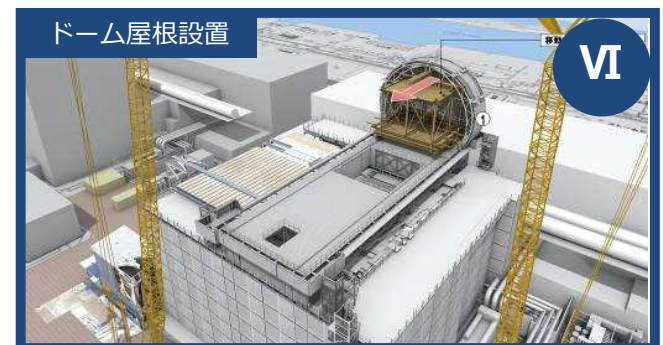
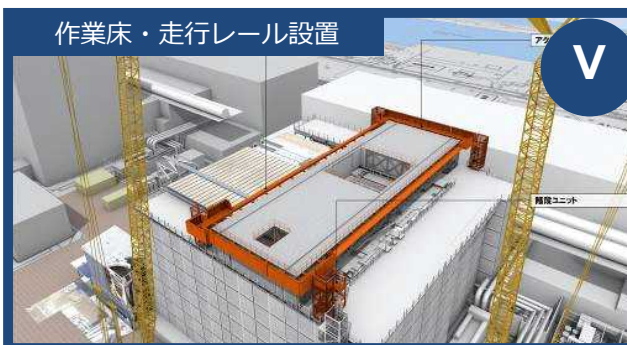
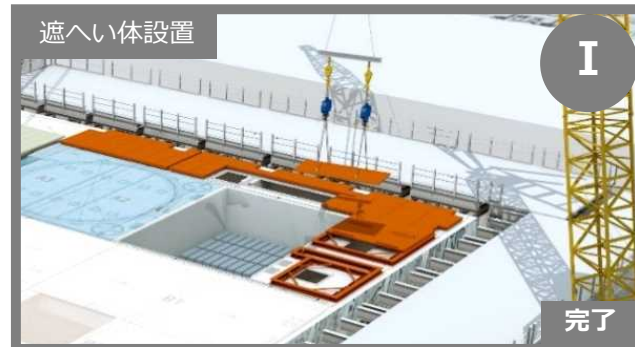
現在のオペフロ（撮影日2017年2月13日）

ストッパ：燃料取り出し用カバーを原子炉建屋に水平支持させる突起状部材。

3号機 燃料取り出し用カバー設置の作業ステップ

25

- 福島第一原子力発電所構内にて、設置作業が円滑に行え、作業のやり直しなど計画外作業による被ばくが極力生じないように、これまで、小名浜港で大型ユニットの設置訓練を実施してきた(訓練状況写真を次頁に示す)。





- 1号機は、原子炉建屋にカバーが設置されているため、使用済み燃料プールから燃料を取り出すためにはカバーの撤去が必要。
- 2015年7月28日より屋根カバーの撤去を開始。2015年10月5日に全ての屋根カバー撤去を完了。
- 2016年9月13日より壁パネルの取り外し作業を開始。2016年11月10日に全ての壁パネル取り外しが完了。



取り外し中



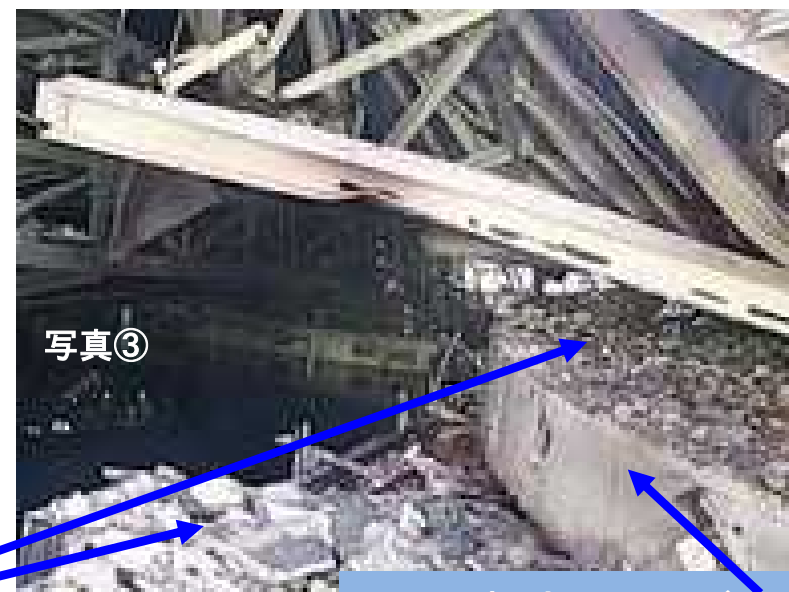
取り外し後

1号機建屋カバー解体工事の作業状況写真（2016年11月10日撮影）



写真①

燃料取扱機



写真③

原子炉ウェルカバー

ガレキ



写真②

燃料取扱機(下部)

使用済燃料プール水面

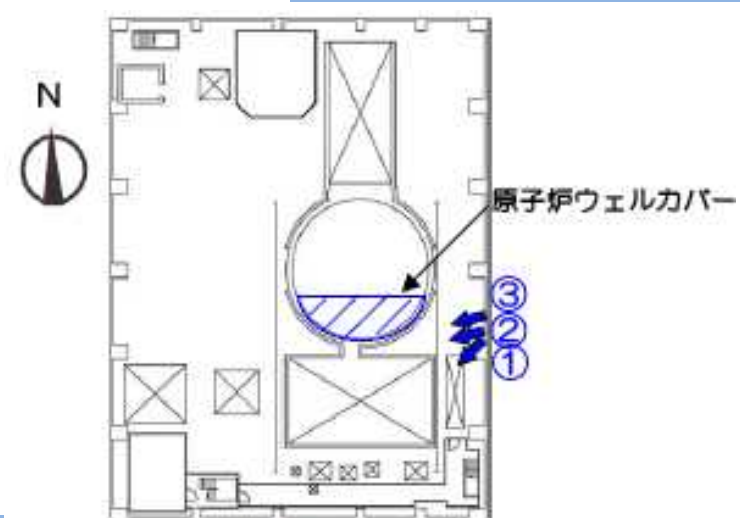


図1：撮影箇所

撮影箇所

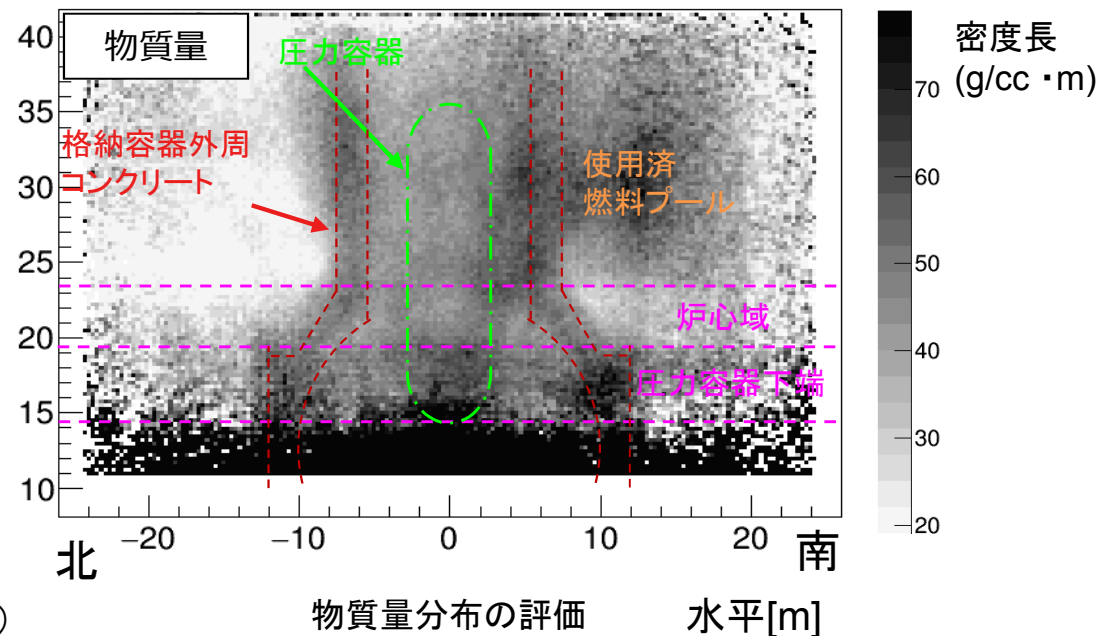
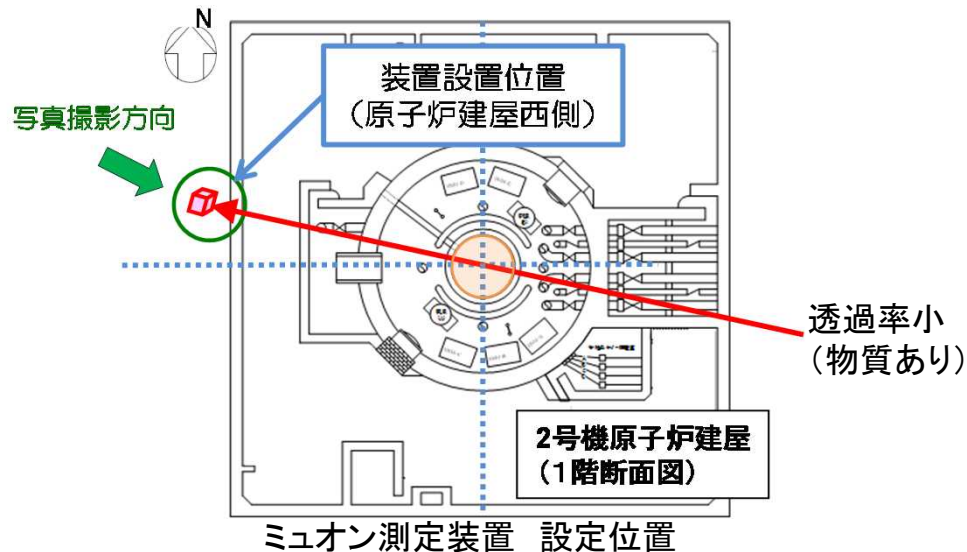
TEPCO

2. 中長期ロードマップの各分野の現状

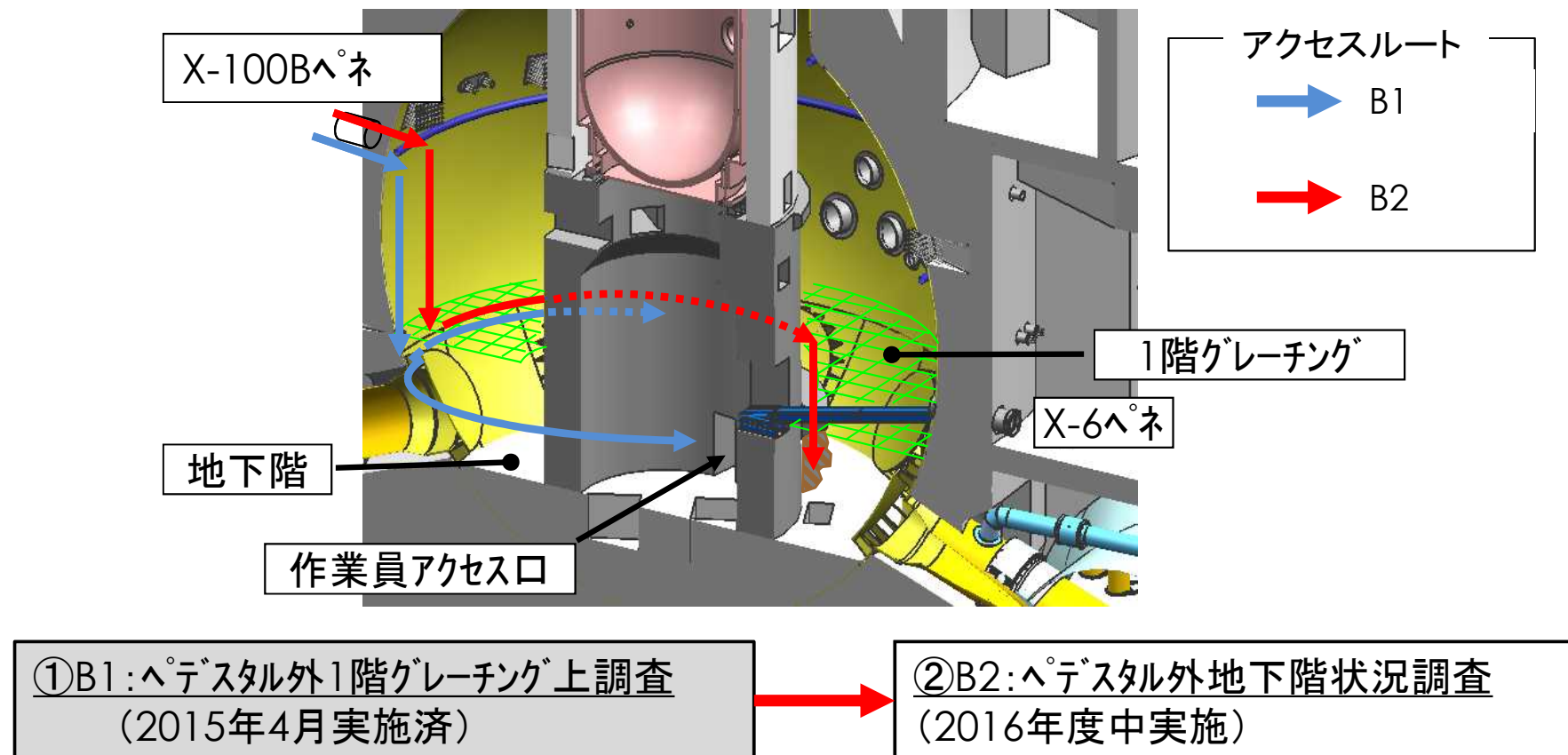
2-3. 燃料デブリ取り出し

2号機における撮影結果

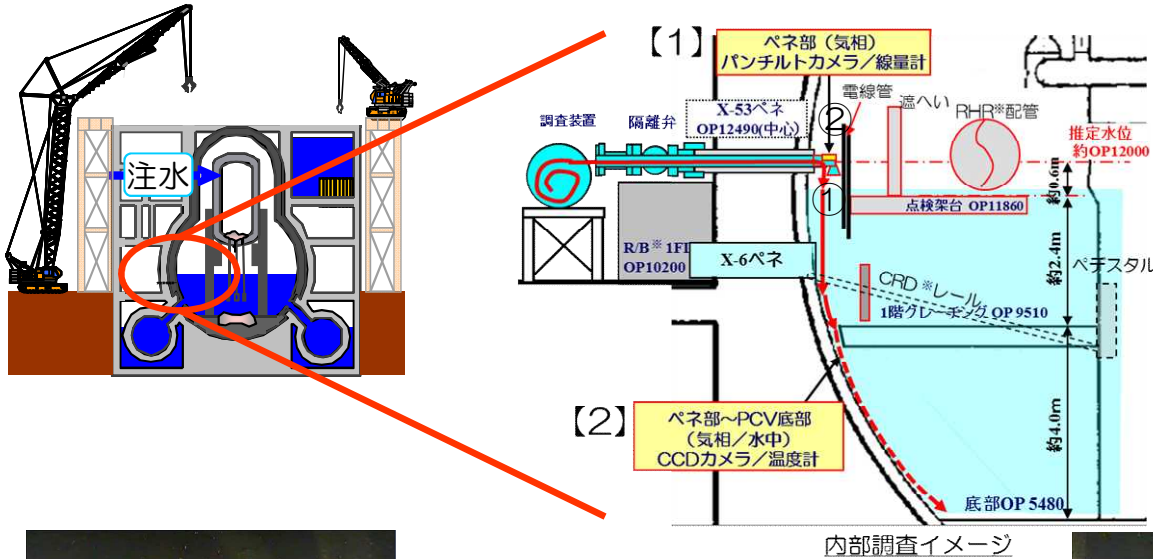
- 圧力容器底部に燃料デブリと考えられる高密度の物質が存在していることを確認。
- 炉心下部及び炉心外周域にも燃料と思われる高密度の物質が若干存在している可能性。



- ペデスタル外調査1回目(B1): PCV内の1階グレーチング上の情報を取得。(①)
- ペデスタル外調査2回目(B2): ペデスタル外側地下階の燃料デブリ広がり状況及び燃料デブリがPCV内面まで到達しているか確認。(②)

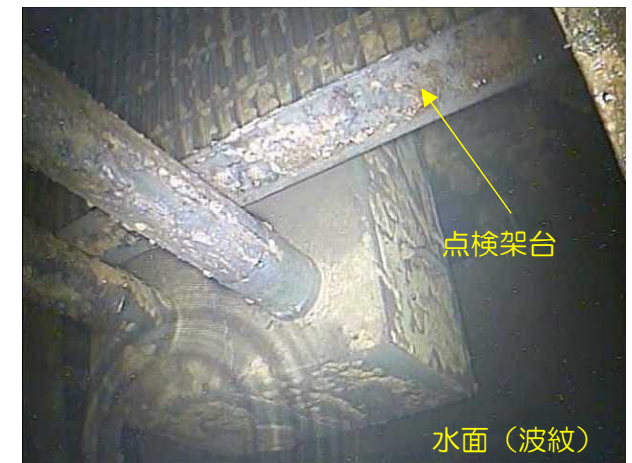
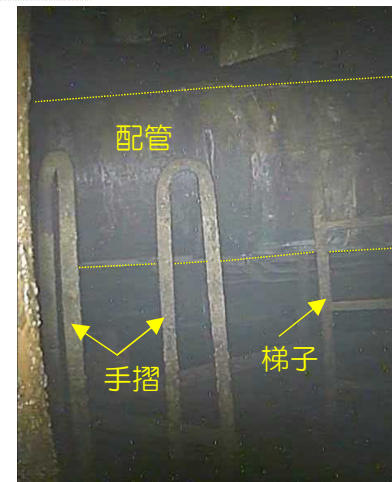
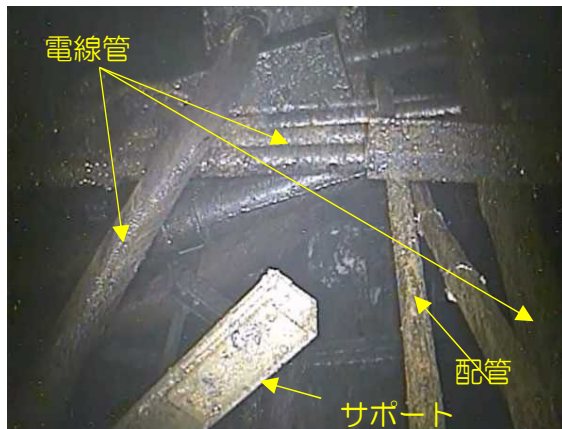
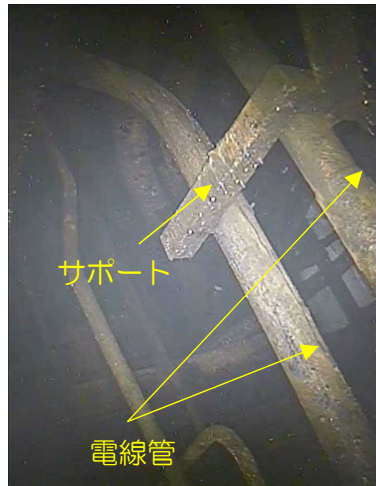


- 2015年10月、原子炉格納容器の貫通部(X-53)より調査装置(カメラ, 温度計, 線量計)を挿入。
- 構造物や壁面に、確認した範囲では損傷はなかった。また、滞留水の水質結果から、腐食性は低い状態であることも確認。



No.	測定場所	線量測定値
①	格納容器壁面近傍	約1 Sv/h
②	貫通部(X-53)出口から 約550mm	約0.75 Sv/h

格納容器内の水位は、OP：約11800であり、推定値※と概ね一致。
 ※推定値：圧力換算値 OP：約11970mm (10月20日 5:00)
 格納容器内部の温度は、気相部で約26~27℃、水中で約33~35℃。



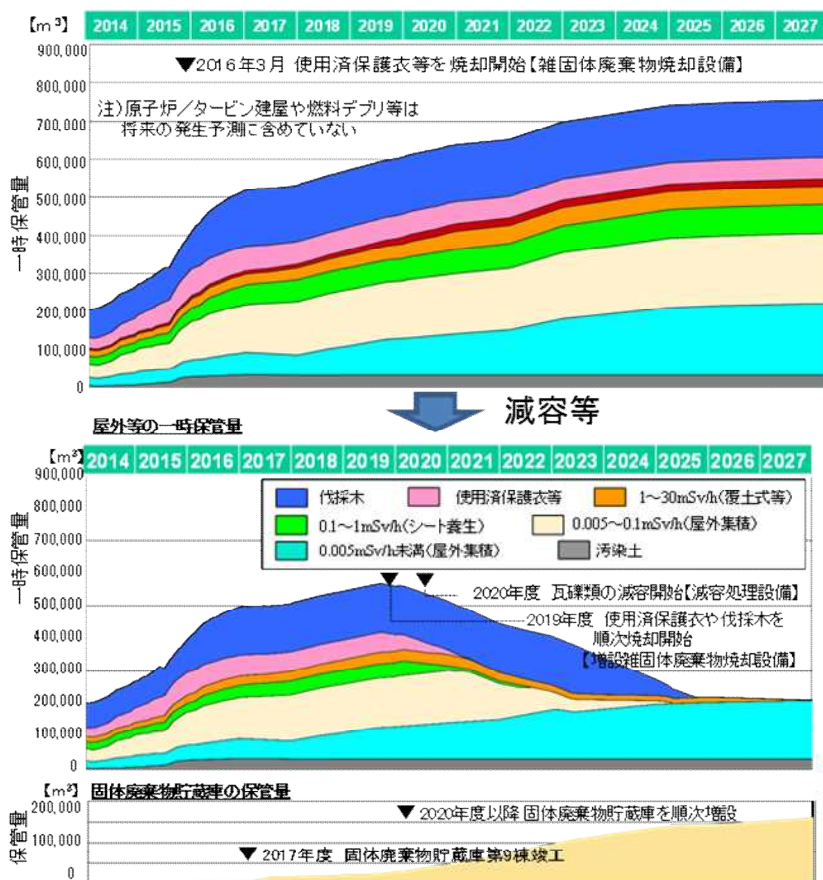
工法	完全冠水	冠水	気中	完全気中
原子炉内の水位	原子炉格納容器 頂部 	炉心燃料領域より上 (燃料デブリは冠水) 	炉心燃料領域より下 (燃料デブリの一部が気中) 	水なし (燃料デブリの全てが気中)
冷却	水冷による冷却が可能			気中でのデブリの温度が安定することが必要
遮へい (取り出し開口部)	鉄等による遮へいの必要性			
飛散防止 (デブリ切削時)	冠水による飛散防止が可能		散水による飛散防止が可能	気中での飛散防止対策が必要
デブリへのアクセス	上部から			側面部から 底部から

注)これらの工法は例示であり、これら以外の工法が否定されるものではない。また、複数の工法の組合せは考慮されるものであり、各工法は排他的ではない。図中のデブリ及び水位最下部の位置はイメージの例示であり、具体的な位置の予断を与えるものではない。水循環系の表示は省略している。

2. 中長期ロードマップの各分野の現状

2-4.廃棄物対策

- 廃炉作業に伴い発生する廃棄物を適正に保管していくことを目的に、当面10年程度の固体廃棄物の発生量予測を踏まえた「保管管理計画」を策定。
- 発生する廃棄物は、既存施設の保管容量を超えて増加していくことから、運用を開始した雑固体廃棄物焼却設備等により廃棄物を可能な限り減容すると共に、保管施設を導入し、遮へい・飛散抑制およびモニタリングにより適切に保管。



施設名	目的
雑固体廃棄物焼却設備	使用済保護衣等を焼却する設備
増設雑固体廃棄物焼却設備	主に伐採木、ガレキ類中の可燃物を焼却する設備
減容処理設備	ガレキ類中の金属及びコンクリートの減容処理を行う設備
固体廃棄物貯蔵庫	ガレキ類や減容処理・焼却処理したものを保管する貯蔵庫



雑固体廃棄物焼却設備



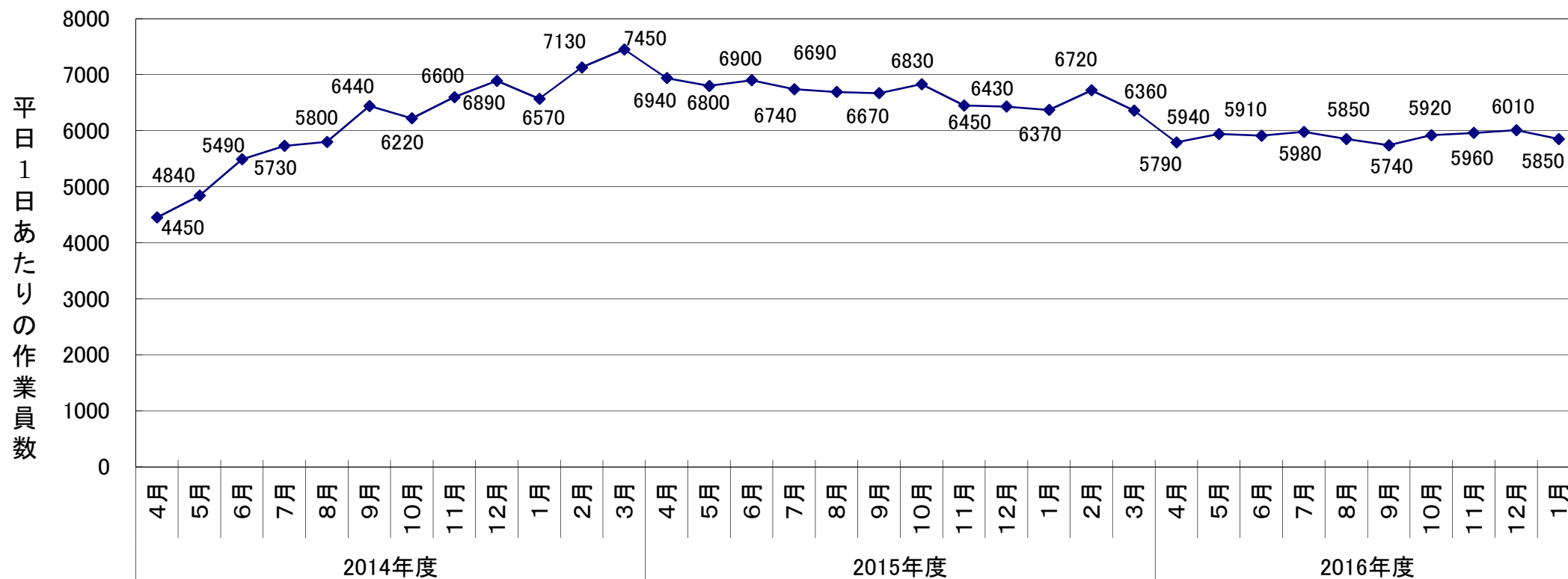
固体廃棄物貯蔵庫(第9棟)
イメージ



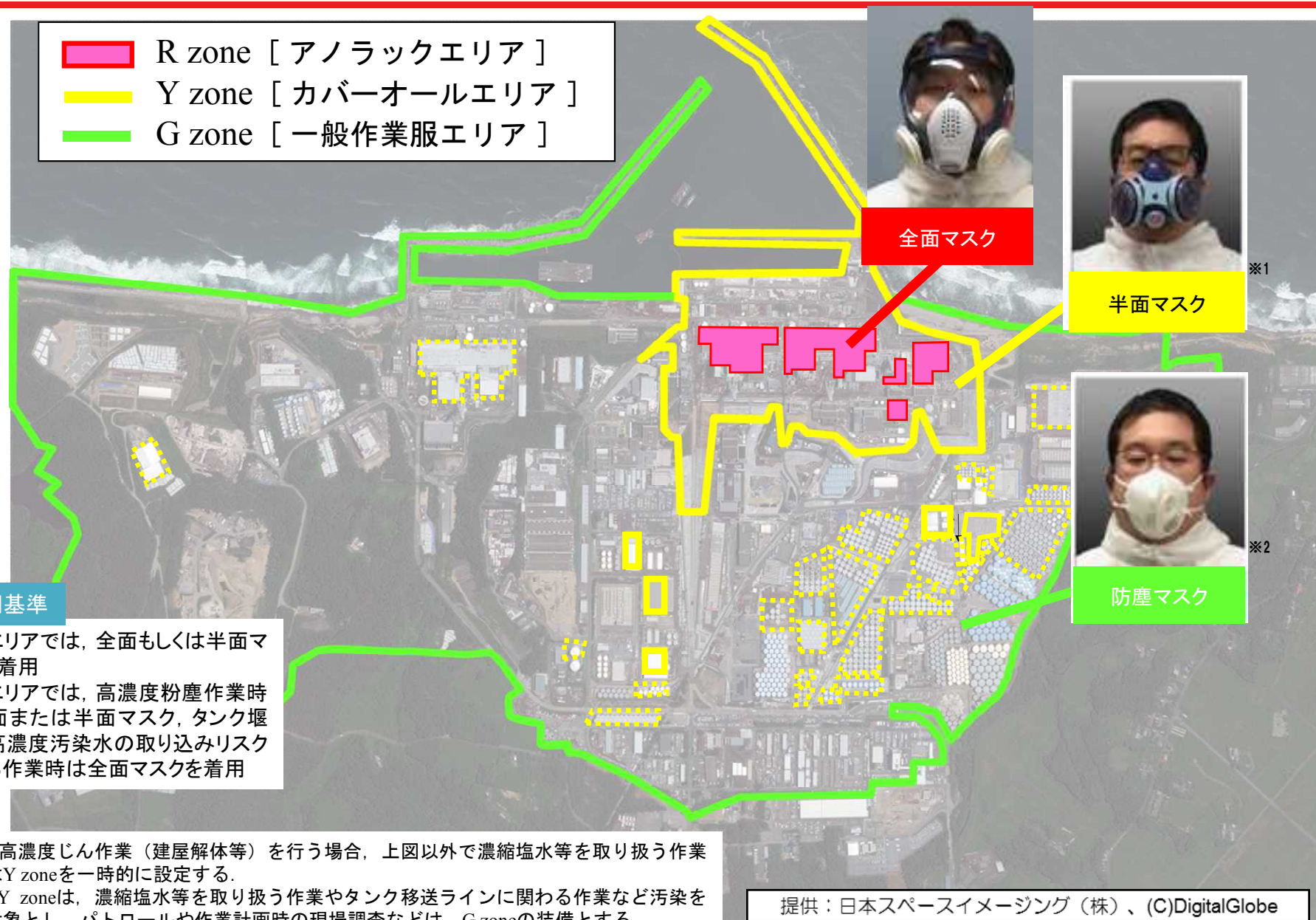
金属切断機(例)

3. 労働環境改善

- 2017年3月の作業に想定される人数(協力企業作業員及び東電社員)は, 平日1日あたり5,950人程度※と想定され, 現時点で要員の不足が生じていないことを主要元請企業に確認している。
(※契約手続き中のため3月の予想に含まれていない作業もある。)
- 地元雇用率は, 2017年1月時点で約55%.



2014年4月以降の各月の平日1日あたりの平均作業員数(実績値)の推移



海側のガレキ撤去

作業前



作業後



2号機タービン建屋前



RW集中処理建屋



4号機タービン建屋前

タンクエリアでの浸透防止工事

作業前



作業後



護岸エリアのフェーシング(舗装)

作業前

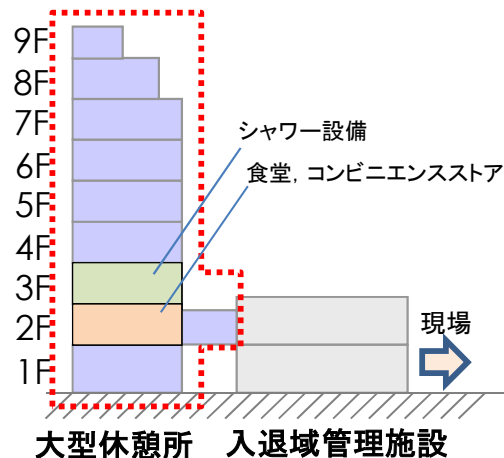


作業後



3-4号機間 海側

- 2015年5月31日から約1,200人収容できる大型休憩所が運用を開始し、翌6月1日から食堂での食事の提供を開始。2016年3月1日にはコンビニエンスストアが開店。
- 2016年4月11日からシャワーの運用も開始。



シャワー設備(30台)



コンビニエンスストア



大型休憩所(外観)



食堂



給食センター
(大熊町大川原地区)



給食センター内調理状況



**We will push forward with
decontamination and
decommissioning in earnest.**

TEPCO

