

東京電力福島第一原子力発電所の現状と 今後の取り組み

2016年3月2日

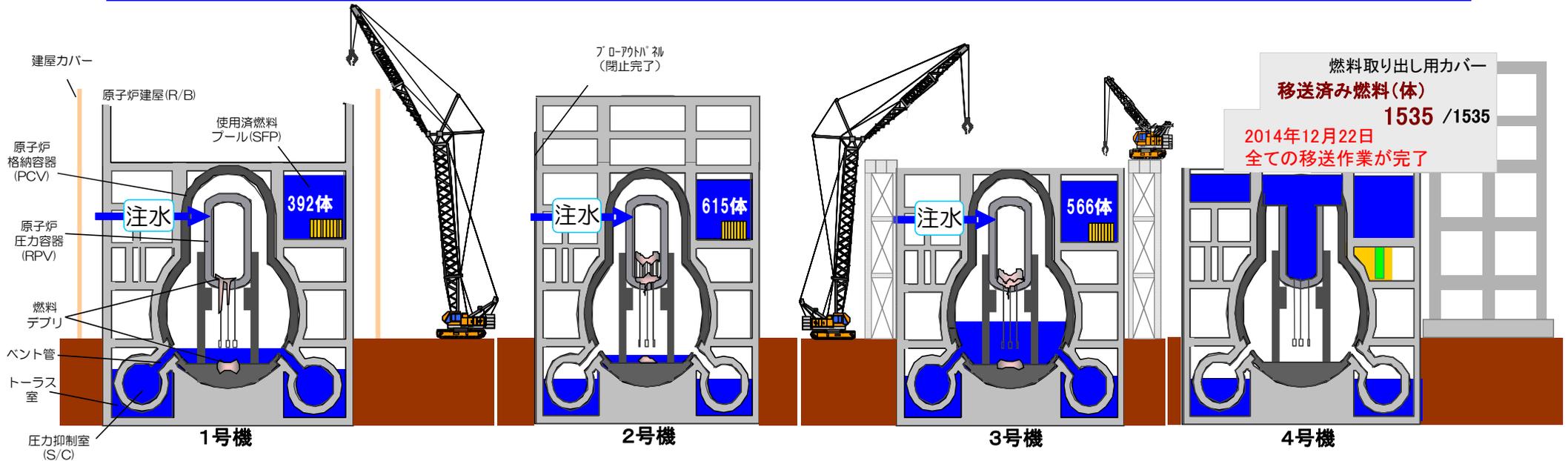
増田 尚宏

東京電力(株)常務執行役
福島第一廃炉推進カンパニー・プレジデント
兼廃炉・汚染水対策最高責任者

東京電力福島第一原子力発電所の現状と今後の対応

(1) 1～4号機の状況

各号機ともに「冷温停止状態」を継続



2016年3月1日 5:00 時点の値

	圧力容器底部温度	格納容器内温度	燃料プール温度	原子炉注水量
1号機	約15°C	約15°C	約14°C	約4.5m ³ /時
2号機	約20°C	約21°C	約24°C	約4.4m ³ /時
3号機	約18°C	約17°C	約21°C	約4.7m ³ /時
4号機	燃料が無いため 監視不要	燃料が無いため 監視不要	約10°C	—



原子炉へ注水

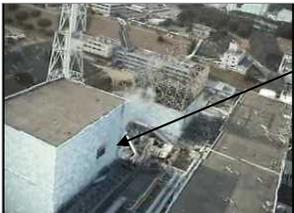


<冷却の多重化>

- 1～3号機の冷温停止状態を維持するために、冷却水の炉内への注水について、6つの予備手段を準備
- 電源を喪失しても、3時間以内には消防車による注水が再開可能
- 注水ポンプの水源となるタンクについても、複数用意されており、多重化を図っている

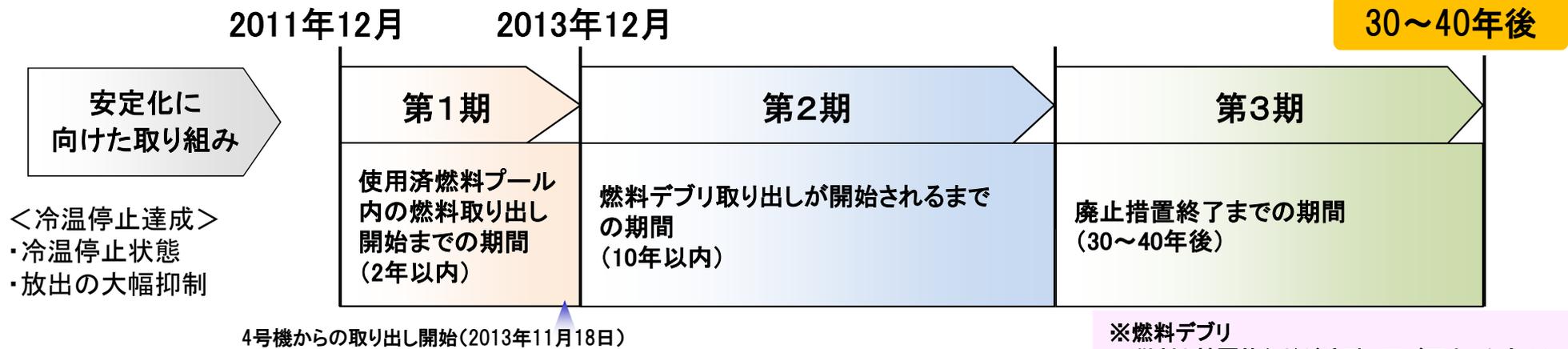
圧力容器温度や格納容器温度をはじめとした、プラントパラメーターは24時間、常に監視を継続

(2) 1～4号機の現状と課題

<p>1号機</p>	<p>現状 水素爆発した原子炉建屋にカバーを設置(2011年10月) 使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた建屋カバー撤去を実施中</p> <p>課題 原子炉建屋上部及びプール内ガレキ状況の把握 建屋カバー撤去期間中の放射性物質の飛散防止</p>	 <p>2011年3月12日撮影</p> 
<p>2号機</p>	<p>現状 ブローアウトパネルを閉止し、放射性物質の飛散を抑制 原子炉建屋内の線量が非常に高い</p> <p>課題 原子炉建屋内の線量低減対策</p>	 <p>2011年4月10日撮影</p> <p>ブローアウトパネル</p>  <p>2013年3月11日撮影</p>
<p>3号機</p>	<p>現状 原子炉建屋上部のガレキ撤去が完了(2013年10月) 使用済燃料プール内のガレキ撤去中 (今後、燃料取り出し用カバーおよび燃料取扱設備設置予定)</p> <p>課題 線量が高いため、線量低減対策を遠隔操作重機で、安全かつ着実に実施</p>	 <p>2012年2月12日撮影</p>  <p>燃料取り出し用カバー (イメージ)</p>  <p>カバーの屋根パーツ (小名浜港で訓練中)</p>
<p>4号機</p>	<p>現状 使用済燃料プールからの燃料取り出し完了 (2013年11月18日開始、2014年12月22日完了)</p>	 <p>2011年9月22日撮影</p>  <p>2013年11月12日カバー工事完了</p>  <p>トレーラーへの積み込み (2014年11月21日撮影)</p>

(3) 廃止措置等に向けたロードマップ

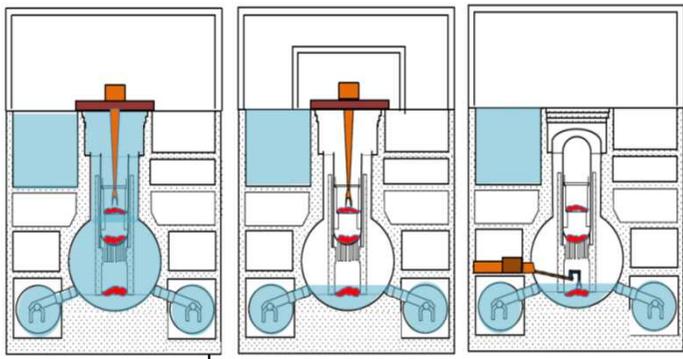
ロードマップ上の目標(2011年12月策定、2013年6月・2015年6月改訂)



燃料デブリ取り出し(1～3号機)

- ・ 燃料デブリ取り出しは、燃料デブリを冠水させた状態で取り出す方法が作業被ばく低減の観点から最も確実な方法
- ・ 今後の調査等の結果によっては、原子炉格納容器に水を張らずに燃料デブリを取り出す等の代替工法となる可能性あり

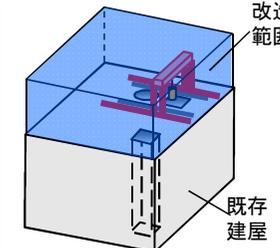
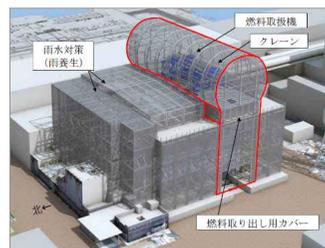
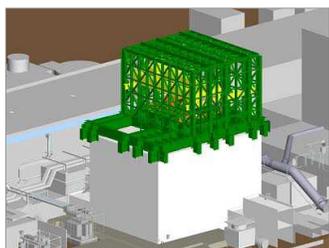
燃料デブリ取り出し工法 (イメージ)



燃料デブリ	水中	気中	横
取り出し場所	上		横
課題	止水・耐震性	放射性ダスト飛散・放射線遮へい	

使用済燃料取り出し計画(1～3号機)

年度	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1号機	建屋カバー解体等	ガレキ撤去等		カバー設置等		燃料取り出し		
2号機	準備工事	建屋上部解体・改造等		プラン①	コンテナ設置等		燃料取り出し	
	ガレキ撤去等			プラン②	カバー設置等			
3号機	カバー設置等		燃料取り出し					

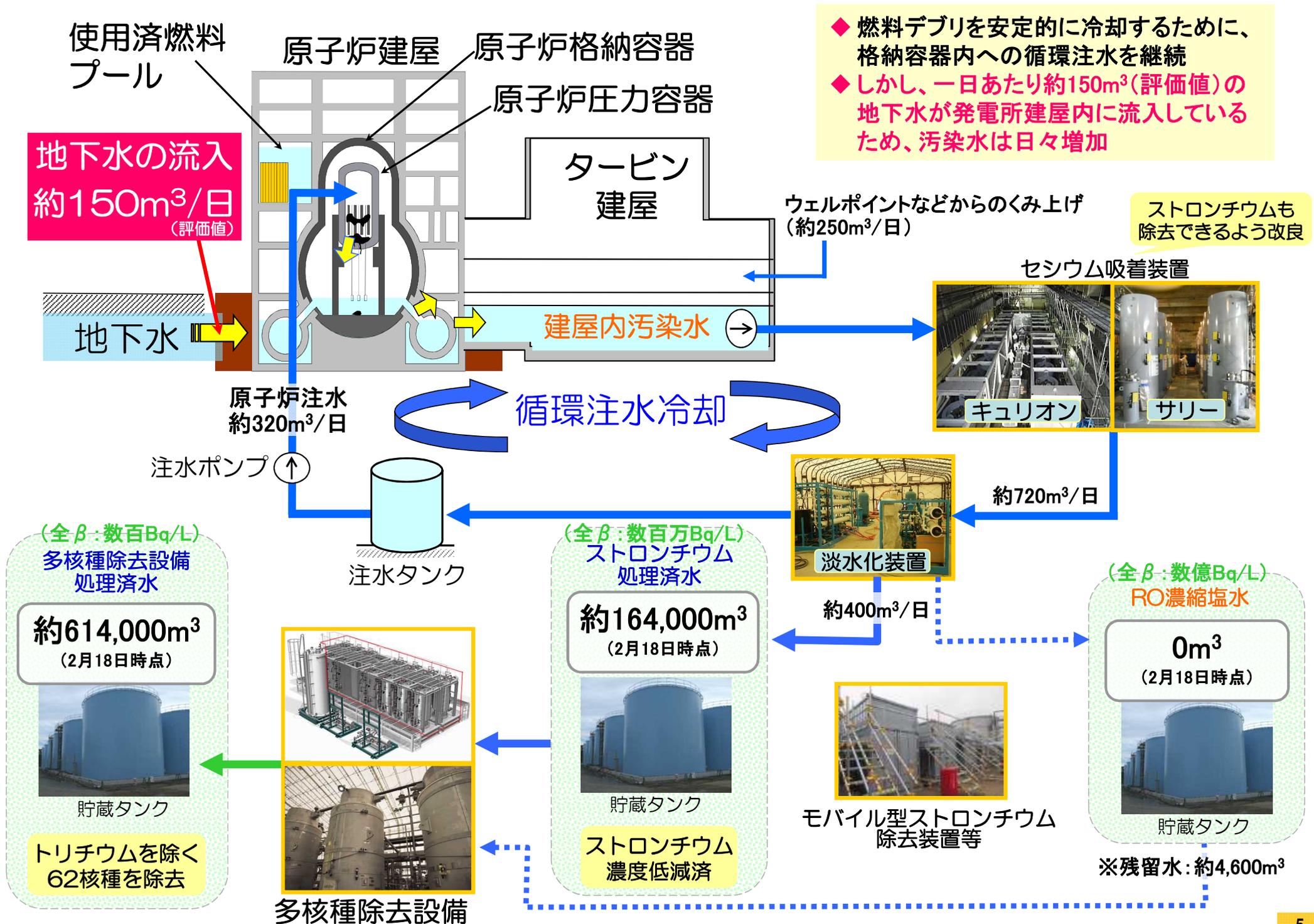


改造範囲

既存建屋

2号機は使用済燃料及び燃料デブリの取り出しに向けて、原子炉建屋上部を全面解体することが望ましいと判断。2015年度中には工事を開始する計画

(4) 増え続ける汚染水と原子炉循環冷却の概念図



(5) 「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150トンの汚染水が発生。3つの基本方針で対策を実施中

方針1. 汚染源を取り除く

- ① 多核種除去設備(ALPS)による汚染水浄化
- 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

⇒ ① 2015年5月、タンク内に貯蔵していた高濃度汚染水の浄化完了

② 2015年7月、汚染水除去完了

方針2. 汚染源に水を近づけない

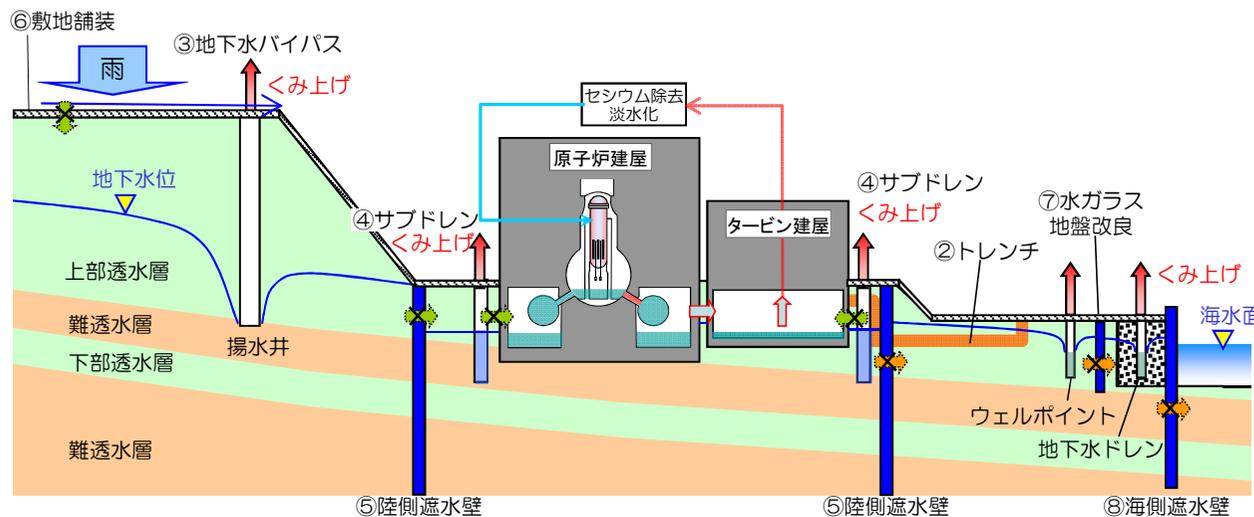
- ③ 地下水バイパスによる地下水くみ上げ
- ④ 建屋近傍の井戸での地下水くみ上げ
- ⑤ 凍土方式の陸側遮水壁の設置
- ⑥ 雨水の土壤浸透を抑える敷地舗装

⇒ ③ くみ上げ中(約100回、合計約17万トン)

④ くみ上げ中(約90回、合計約7万トン)

⑤ 2016年2月、工事完了

⑥ 2015年度末までに概ね終了予定(ガレキ保管エリアを除く)



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)

⇒ ⑦ 2014年3月、水ガラスによる地盤改良完了

⑧ 2015年10月、閉合完了

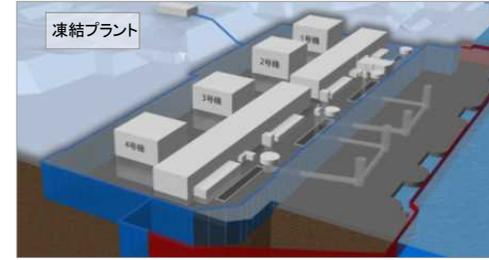
⑨ フランジ型タンク→溶接型タンクのリプレース、および地下水の原子炉建屋への流入等を踏まえた溶接型タンク増設を計画・実施中



(6) 汚染水対策／抜本対策



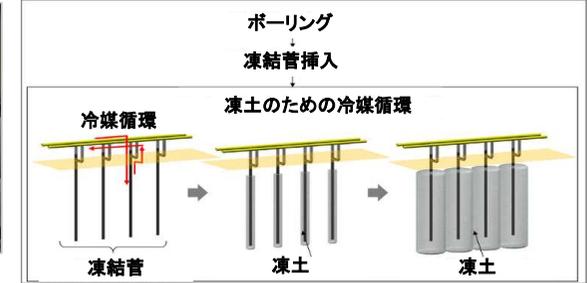
抜本対策② 陸側遮水壁(凍土方式)の設置



汚染水増加抑制・
港湾流出の防止



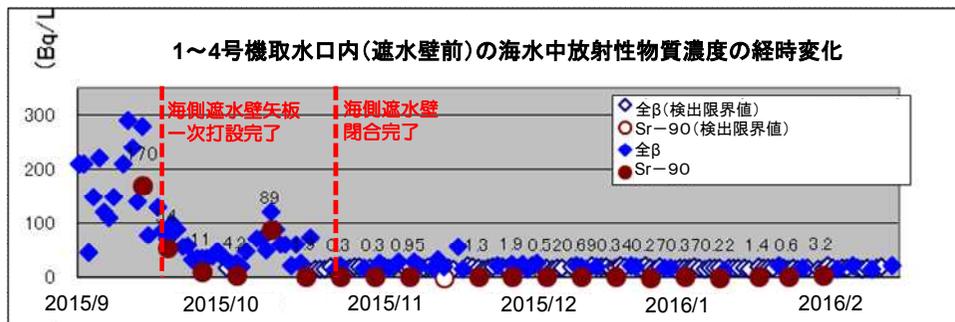
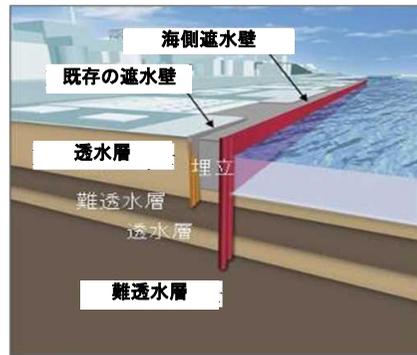
工事が完了した山側の状況



- 建屋を凍土壁で囲み、建屋への地下水流入を抑制
- 2014年6月本格施工に着手
- 2015年9月に山側の工事が完了。2016年2月には海側の凍結管等の設置工事が完了

抜本対策① 海側遮水壁の建設

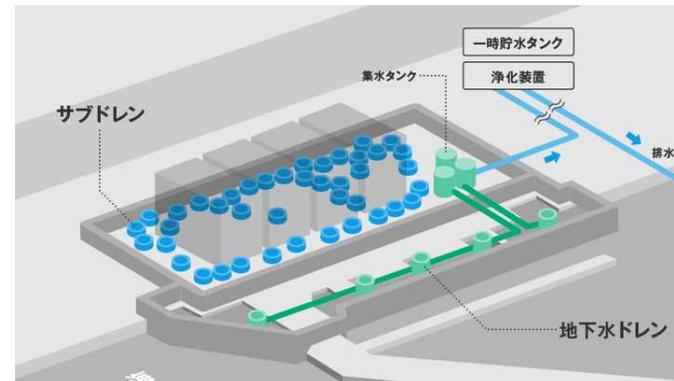
海洋流出の防止



- 2015年10月に閉合作業が完了。港湾内の放射性物質の濃度は低下

抜本対策③ サブドレンからの地下水くみ上げ

建屋内への地下水流入抑制



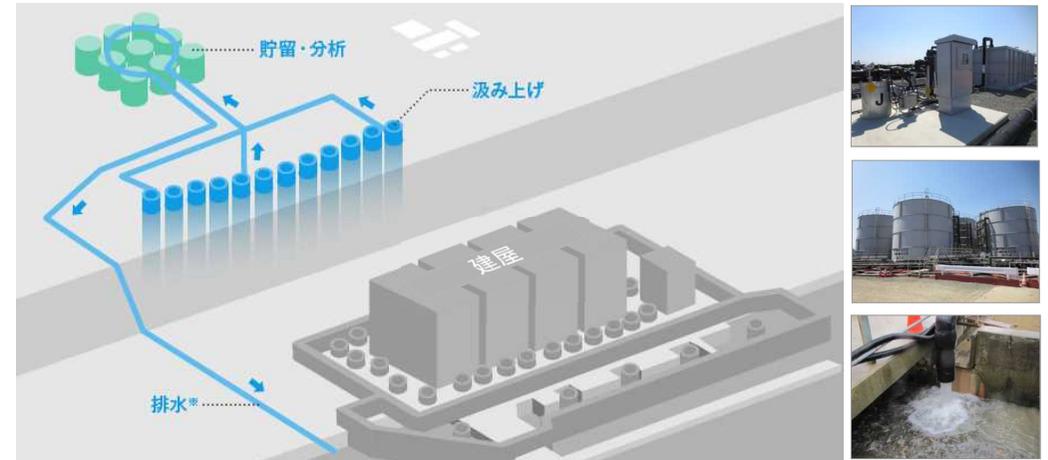
- 建屋近くに設置された井戸(サブドレン)を復旧させて、建屋周辺の地下水をくみ上げることで、建屋内への地下水の流入を抑制
- 2015年9月より地下水のくみ上げ、浄化水の排水を開始(これまで合計約90回、合計約70,000トン排水)

(7) 汚染水対策／緊急対策



緊急対策② 建屋山側の地下水くみ上げ(地下水バイパス)

汚染水増加の抑制



一時貯留タンク分析結果 (2月10日採取)

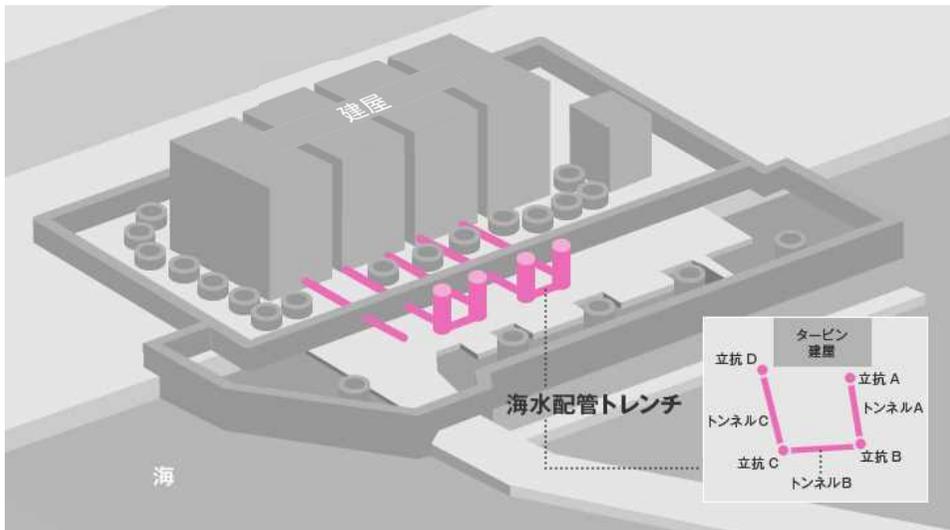
	セシウム 134	セシウム 137	全ベータ 放射能	トリチウム
東京電力	ND(0.65)	ND(0.58)	ND(0.70)	180
第三者 機関	ND(0.71)	ND(0.64)	ND(0.51)	190
運用目標	1	1	5	1,500
法令 告示濃度	60	90	-	60,000
WHO 飲料水水質 ガイドライン	10	10	-	10,000

- 山側から流れてきた地下水を、建屋の上流で揚水・バイパスすることで建屋内への地下水流入量を減らす
- 2014年5月に排水開始(これまで約100回、合計約170,000トン排水)

※NDは「検出限界値未満」、かっこ内の数字は検出限界値

緊急対策① トレンチ内高濃度汚染水の除去

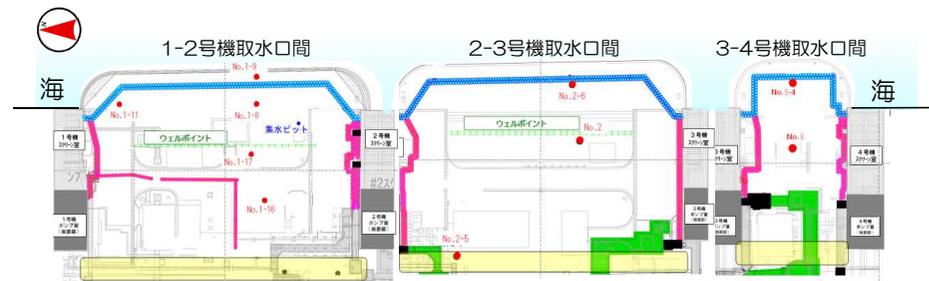
汚染源除去



- 建屋の海側の地下トンネル(トレンチ)には事故直後の高濃度汚染水が残留
- 周囲に浸透・拡散するリスクのある高濃度汚染水を除去(除去完了 2号機:2015年6月、3号機:同年7月、4号機:同年12月)

緊急対策③ 汚染エリアの地盤改良・地下水くみ上げ・地表舗装

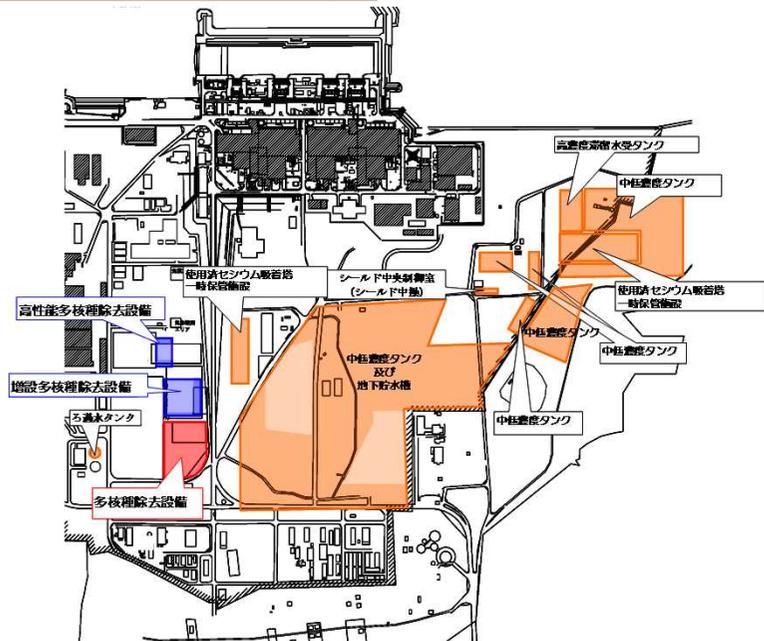
港灣への流出防止



- 薬液注入による地盤改良を実施し汚染している地下水の流出を抑制
- 雨水の浸透抑制のため、地表面をアスファルト等で舗装

(8) 多核種除去設備の状況 (既設/増設/高性能)

多核種除去設備の設置位置



既設多核種除去設備の設備概要

- 汚染した水の処理を向上する目的で、多核種除去設備を導入
- セシウム以外の62種の放射性物質(トリチウムを除く)の除去が可能
- 現在、浄化性能確認試験を実施中

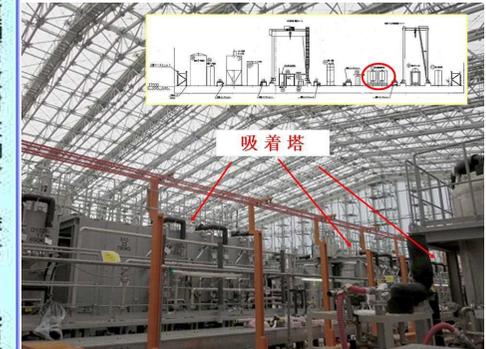
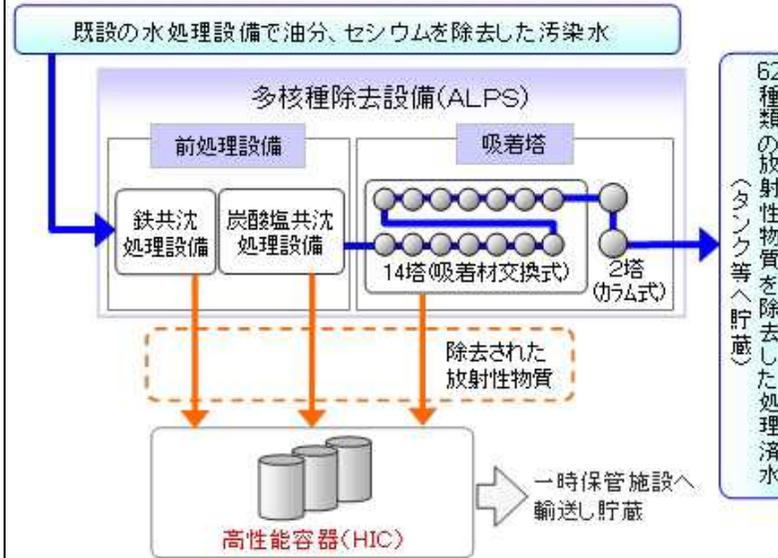


写真 吸着塔

増設/高性能多核種除去設備の設置

- 福島第一原子力発電所に貯留しているRO濃縮塩水※1を早期に処理するため、既設の多核種除去設備に加え、以下2つの設備を設置
 - 現行多核種除去設備の運転経験を踏まえ、放射能濃度低減のための改良(吸着材の変更、吸着塔の増塔)を行った増設多核種除去設備
 - 高性能多核種除去設備(経済産業省の補助事業)
- 現在、試運転を実施中

増設多核種除去設備/高性能多核種除去設備の比較

項目	既設多核種除去設備	増設多核種除去設備	高性能多核種除去設備
処理能力	250m ³ /日/系列	250m ³ /日/系列以上	500m ³ /日/系列以上
系列数	3系列	3系列	1系列
前処理方式	凝集沈殿方式	凝集沈殿方式	フィルタ方式
吸着塔数	14塔+2塔	18塔	20塔
耐震クラス	Bクラス相当	同左	同左
核種除去能力	62核種NDレベル(トリチウムを除く)	同左	同左
廃棄物発生量	—	—	既設・増設多核種除去設備の1/20程度

※1 RO濃縮塩水は、高濃度の放射性物質を含む滞留水をセシウム除去装置および淡水化装置で処理した後の副生物



増設多核種除去設備の建屋外観



高性能多核種除去設備

(9) 1号機建屋カバー解体・ガレキ撤去時のダスト飛散抑制対策

1号機原子炉建屋

※ オペフロ(オペレーティングフロア): 建物最上階にある作業フロア

- 建屋カバーは放射性物質の飛散抑制を目的として2011年10月に設置
- 建屋カバー内のオペフロ※上には、今も、瓦礫が堆積している
- 崩落した屋根は、オペフロ上に面状に近い形状のまま落下している

建屋カバー



撮影2011年10月

屋根パネル取り外し



屋根パネルの取り外し

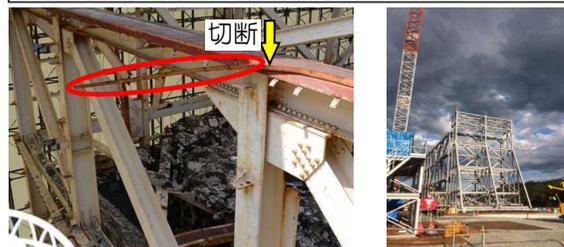
現在(取り外し後)の様子

オペフロ全景(北西面)



撮影2011年6月頃

飛散防止用の散水設備設置に支障となる鉄骨撤去

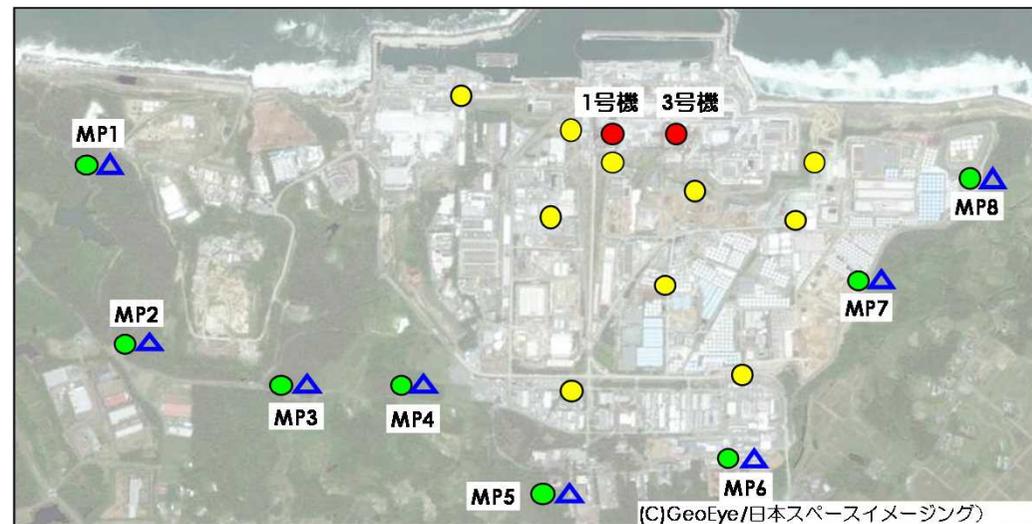


支障となる鉄骨等の例

訓練設備(屋上部鉄骨の一部を実物大で模擬)

放射性物質濃度の監視体制

- ダスト濃度は、作業中だけでなく、夜間・休日も24時間体制で監視



- オペレーティングフロア上のダストモニタ : 警報値 0.005 Bq/cm³
- 構内ダストモニタ(10箇所) : 警報値 0.0001 Bq/cm³
- 敷地境界ダストモニタ(8箇所) : 警報値 0.00001 Bq/cm³
- ▲ 敷地境界モニタリングポスト(MP)(8箇所)

1号機建屋カバー解体

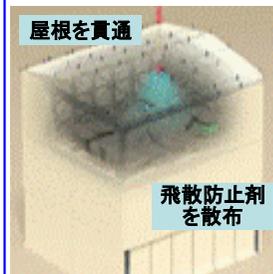
<解体工事>

- 2014年11~12月に屋根パネル2枚を外して事前調査を実施
- 2015年3月16日より準備工事を開始
- 2015年5月15日より解体工事に着手
- 2015年5月15日~20日: 飛散防止剤散布
- 2015年7月28日より屋根パネル取外し開始
- 2015年10月5日に屋根パネル取外し完了

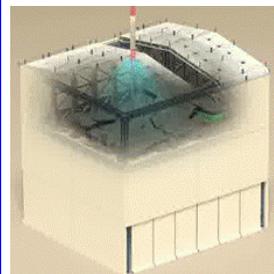
※他工事との工程調整、現場進捗、飛散抑制対策の強化等により工程が変更になる場合がある。

放射性物質の飛散抑制対策

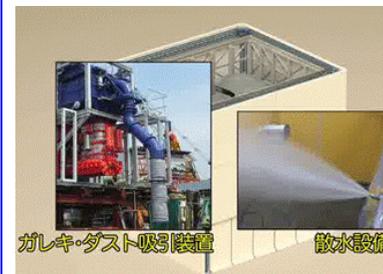
- ・ 飛散防止剤散布



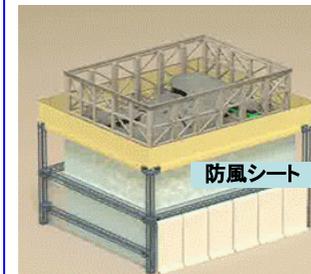
- ・ パネル取り外し中も飛散防止剤を散布



- ・ ガレキ・ダストの吸引
- ・ 散水設備等の設置

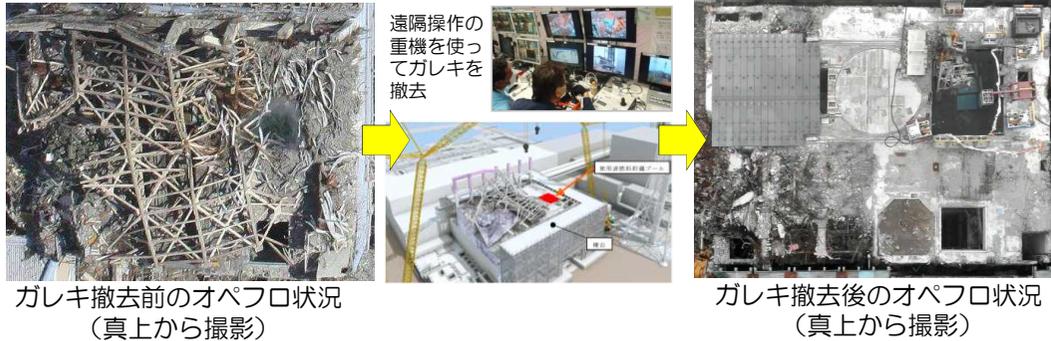


- ・ 防風シート取付等(壁パネル解体後取付)



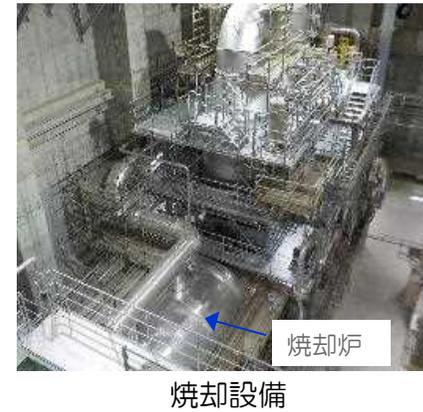
3号機オペフロ上部のガレキ撤去状況

- 3号機の使用済燃料取り出しに向けて、原子炉建屋上部のガレキの撤去・除染と使用済燃料プール内のガレキ撤去を実施中
- ガレキ撤去においては慎重に作業を実施し、社会の皆さま・作業に従事する皆さまの安全を最優先にしながら進める



雑固体廃棄物焼却設備の設置

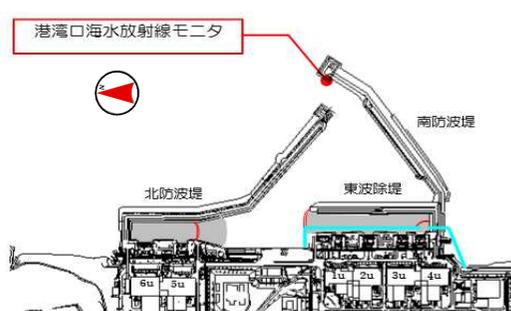
- 福島第一構内に一時保管している使用済保護衣等を焼却する雑固体廃棄物焼却設備の設置工事が完了
- 焼却に伴い発生する排気ガスは放射性物質を除去したうえで排出する計画。雑固体廃棄物焼却設備は、試験を行った後、今年度中に運用を開始する予定



海水放射線モニタの設置

- 傾向監視の頻度を高めること、万が一海洋への新たな漏えいが発生した場合の影響把握を行うため、セシウム134、セシウム137およびベータ線核種を対象とした海水放射線モニタを港湾口に設置

○データは1時間に1回測定
○測定結果は当社ホームページ上で公表 (毎日掲載)



線量率モニタの追加設置

- 86台の線量率モニタを設置。業場所の線量率をその場でリアルタイムに確認でき、免震重要棟および入退域管理棟内の大型ディスプレイで集約して確認可能に



- ・測定値範囲ごとに色を設定
- ・マーカーにタッチするとトレンド表示 (日/週/月/年単位で表示切替可能)



線量率モニタ (イメージ)

(11) 作業員確保・労働環境改善に向けた取り組み①

- 作業員の被ばく線量管理を確実に実施するとともに、長期にわたる要員の確保に取り組む。
また、現場のニーズを把握しながら継続的な労働環境の改善にも取り組んでいく

作業員数の推移

- 3月の作業人数（協力企業作業員及び東電社員）は
平日1日あたり約6,670人と想定
- 1月時点における地元雇用率（協力企業作業員及び東電社員）は約50%



2013年度以降各月の平日1日あたりの平均作業員数（実績値）の推移

全面マスク不要エリアの拡大

- 事故直後は全域で全面マスクを着用
- 全面マスク不要エリアを約90%まで拡大
(1~4号機周辺以外の全エリア)



※1 黄色エリアでは、全面もしくは半面マスクを着用

※2 青色エリアでは、高濃度粉塵作業時は全面又は半面マスク、タンク堀内の高濃度汚染水の取り込みリスクのある作業時は全面マスクを着用

労働環境の整備

- 約1,200名が利用できる構内大型休憩所を
2015年5月より運用開始
 - 2016年3月、コンビニエンスストア（ローソン）開店
- 新事務棟を建設し、2014年10月から約1,200人が
執務を開始。拠点が分散していた問題が解決し、
現場に密着できるようになった
- 福島給食センターを大熊町に建設（2015年3月）
 - 福島第一への温かい食事の提供
 - 建設・運営に伴う雇用の創出
 - 福島県産食材の使用・地域雇用により、
風評被害の払拭を期待



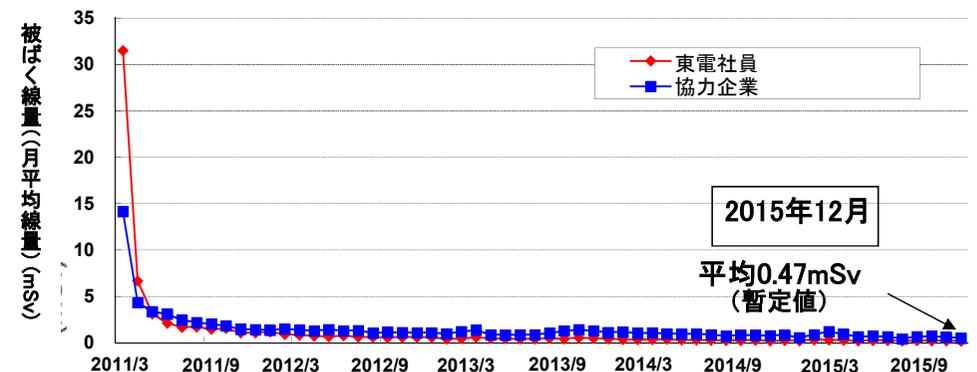
大型休憩所



長期にわたる安定的な雇用確保

- 40年にわたる廃炉作業を着実に進めるため、地元企業をはじめとする
協力企業の方々に長期的に働いていただける環境が重要
- 物理的な環境整備に加え、長期にわたり安定的な雇用が確保
できるよう、現在、福島第一の発注の約9割で随意契約を適用
- 長期的な要員確保により、より計画的な要員配置や人材育成も可能

作業員の月別個人被ばく線量の推移



(11) 作業員確保・労働環境改善に向けた取り組み②

物揚場護岸の復旧工事（津波による被害の復旧）



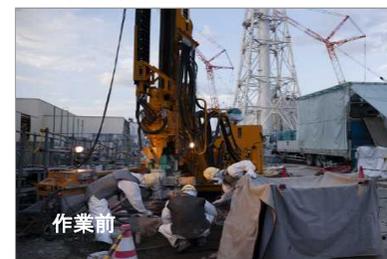
海側のガレキ撤去（津波によるガレキの撤去）

4号機タービン建屋前



陸側遮水壁の設置（建屋内への地下水の流入防止）

4号機山側



排水路の暗渠化（雨水の流入防止）

H4タンクエリア前B系排水路



3号機上部のガレキ撤去（水素爆発によるガレキの撤去）



線量低減実施エリアの拡大

達成率

〔2015年度末目標に
対する面積比〕

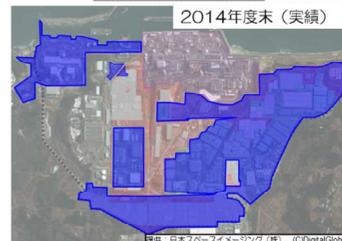
2013年度

約 40 %



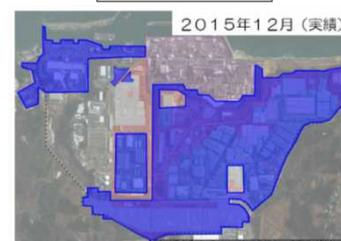
2014年度

約 77 %



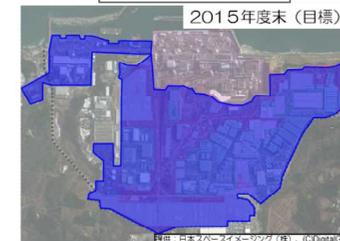
現在

約 89 %



2015年度末目標

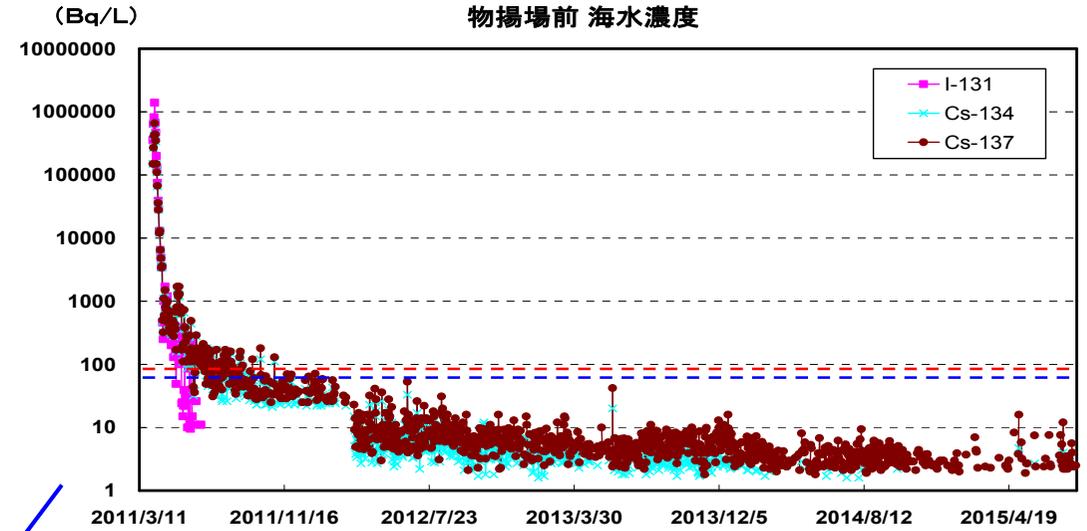
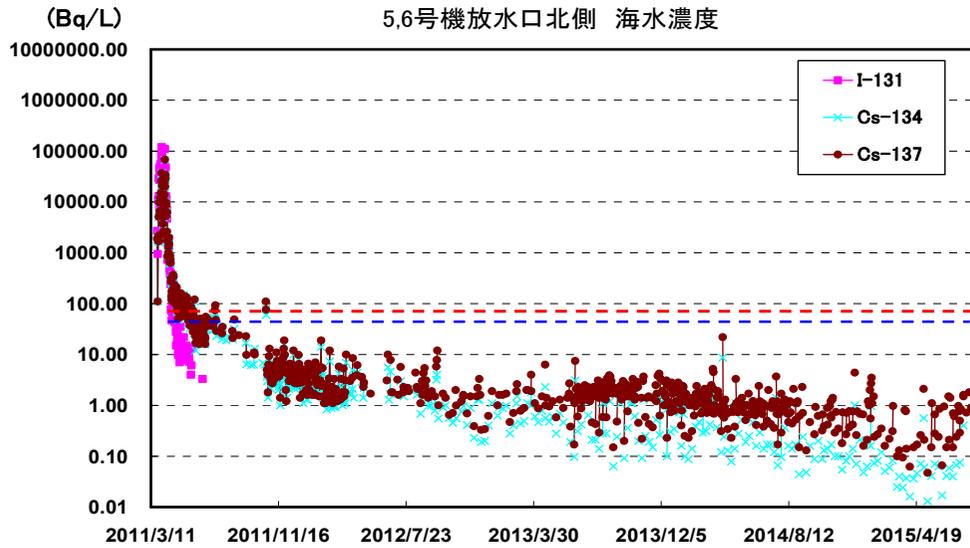
約 100 %



■ : 目標線量率 (5 μ Sv/h) を
確認したエリア
(胸元または地表面で確認)

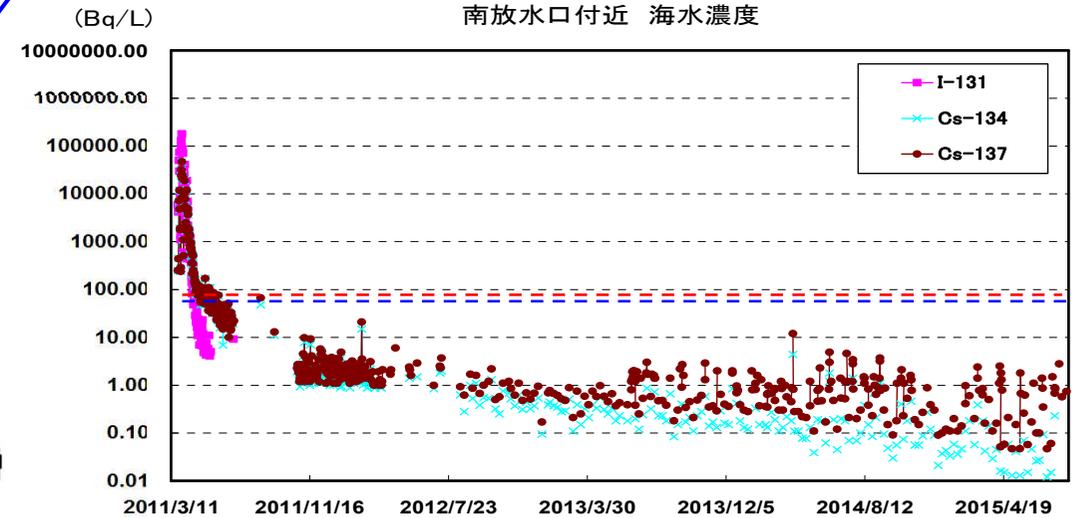
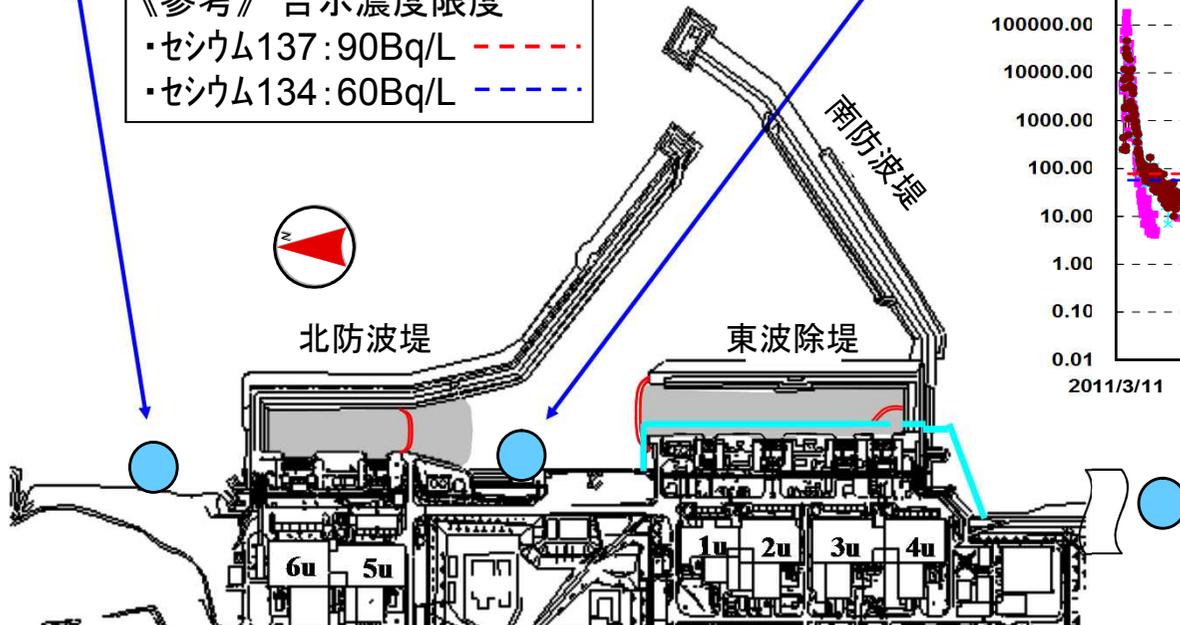
(12) 海域モニタリングの状況

■ 福島第一原子力発電所海域周辺の放射性物質濃度は、震災直後から10万から100万分の1まで低減



《参考》 告示濃度限度

- ・セシウム137: 90Bq/L
- ・セシウム134: 60Bq/L



(参考) 福島第一原子力発電所 構内配置図

