

福島第一原発の廃炉・汚染水対策について

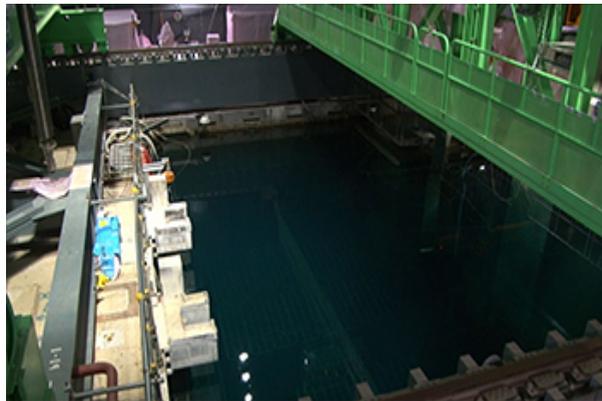
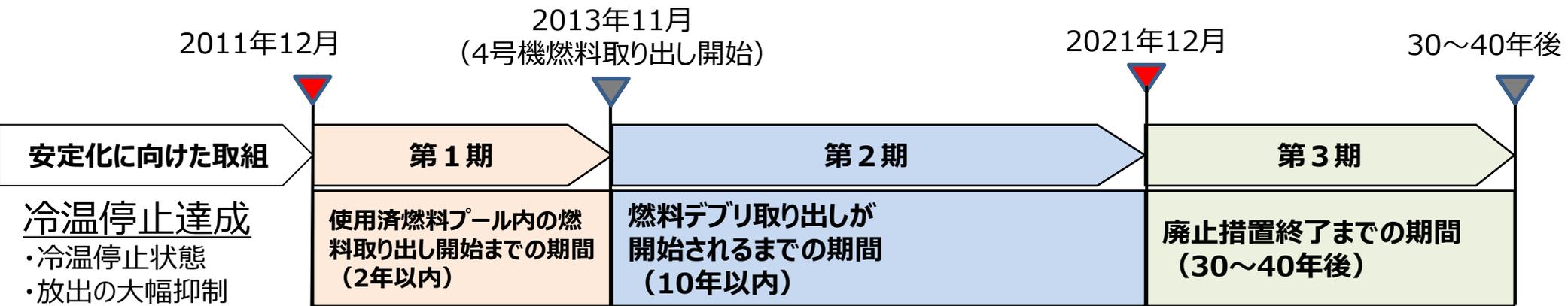
汚染水処理対策委員会事務局

平成28年11月11日

福島第一原発の廃止措置に向けた中長期ロードマップ(2015年6月12日改定)

「30～40年後の廃止措置終了」など目標の大枠を堅持した上で、リスク低減重視の考え方の下に優先順位をつけ、今後の数年間を中心に、廃炉工程のマイルストーン(目標工程)を明確化。

中長期ロードマップ(2015年6月改訂)の工程



【4号機使用済燃料プール内】



2013年11月18日より、第1期の目標である4号機使用済み燃料プールからの燃料取り出しを開始。(2014年12月22日に完了)

参考：原子炉の状態は？

- 継続的な注水により、原子炉の冷却を維持。
- 窒素封入により水素濃度を抑える等、原子炉の安定状態を維持。

事故当時

原子炉に水を送ることができず、燃料が発熱し、水素が発生、爆発が起こった。



現在

継続的に注水・冷却することで、安定状態を維持。



廃炉に向けた工程(中長期ロードマップ(2015年6月12日改訂))

■ 大枠の目標(青字)を堅持した上で、優先順位の高い対策について、直近の目標工程(緑字)を明確化

全体	廃止措置終了	30~40年後
汚染水対策	建屋内滞留水の処理完了 <small>(冷却水以外の建屋内の水や汚染水の増加量をほぼゼロに)</small>	2020年内
取り除く	敷地境界の追加的な実効線量を1mSv/年未満まで低減 <small>(被ばくリスクの低減目標達成)</small>	2015年度
	多核種除去設備処理水の長期的取扱いの決定に向けた準備開始	2016年度上半期
近づけない	建屋流入量を100m ³ /日未満に抑制 <small>(汚染水増加量の大幅抑制)</small>	2016年度
漏らさない	高濃度汚染水を処理した水の貯水は全て溶接型タンクで実施 <small>(タンクからの漏えいリスクの大幅低減)</small>	2016年度早期
滞留水処理	建屋内滞留水中の放射性物質の量を半減 <small>(建屋からの漏えいリスクの低減)</small>	2018年度
		新規
燃料取り出し	使用済燃料の処理・保管方法の決定	2020年度頃
	1号機燃料取り出しの開始	2017年度下半期 → 2020年度
	2号機燃料取り出しの開始	2020年度上半期 → 2020年度
	3号機燃料取り出しの開始	2015年度上半期 → 2017年度
	※目標工程の変更要因は、ダストの飛散防止対策、作業員の被ばく線量低減対策等、「安全・安心対策」の実施等によるものが大半。今後、「トラブル」や「判断遅延」に基づく遅れは起こさないように努める旨を明確化。	
	号機毎の燃料デブリ取り出し方針の決定	2017年夏頃
燃料デブリ取り出し	初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定	2018年度上半期
	初号機の燃料デブリ取り出しの開始	2021年内
廃棄物対策	処理・処分に関する基本的な考え方の取りまとめ	2017年度

(1) 汚染水対策

汚染水対策の概要

汚染水対策の3つの基本方針

(1) 汚染源に水を「近づけない」

新たな汚染水の発生を抑制するため、原子炉建屋内への地下水流入を抑制。周辺地下水のくみ上げ、建屋周辺への遮水壁の造成等を実施。

(右図①②③④等)

⇒ 建屋への地下水流入量：約400m³/日 → 約200m³/日
(2011年6月～2014年5月) (2015年9月～2016年8月)

(2) 汚染水を「漏らさない」

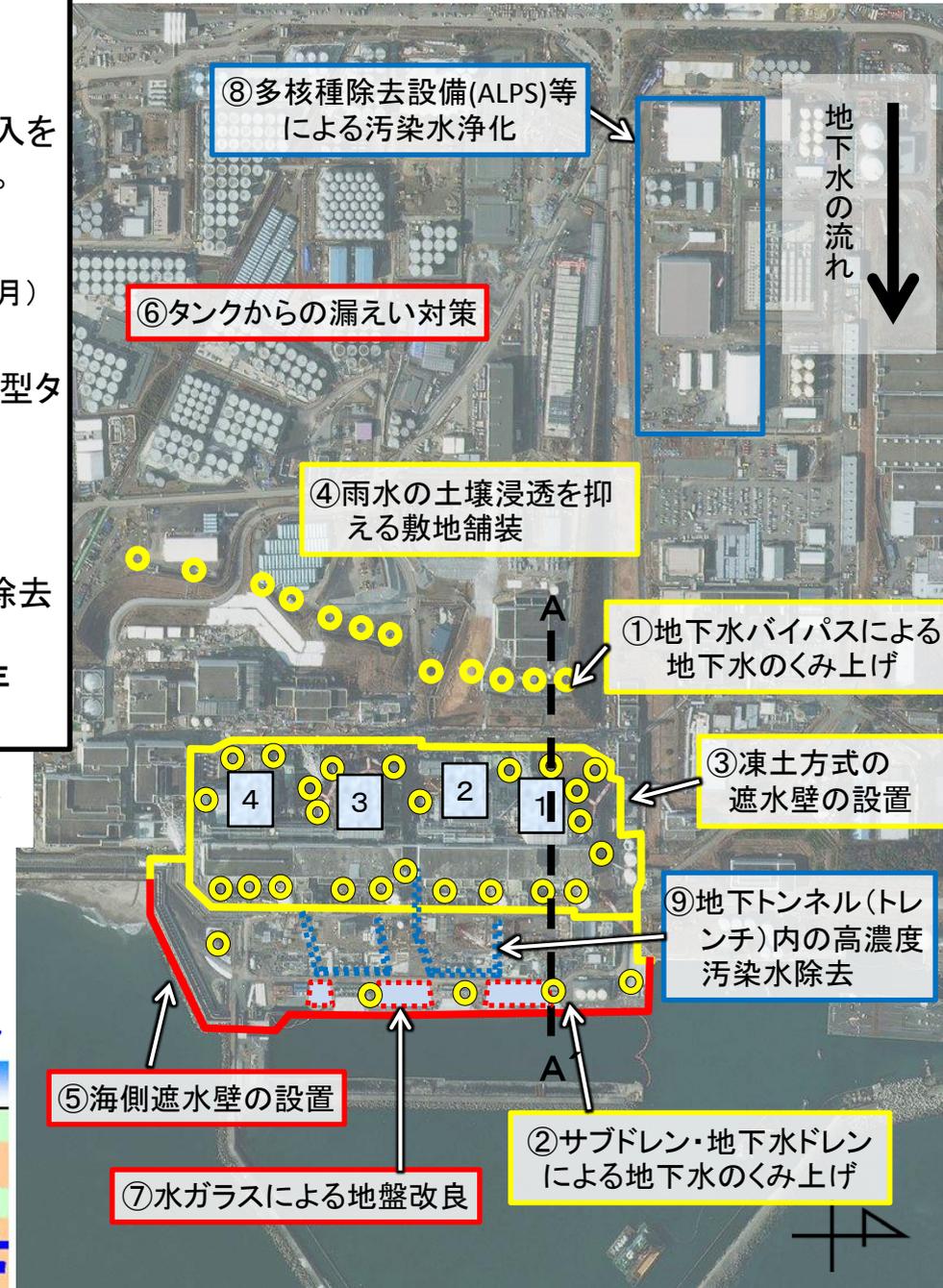
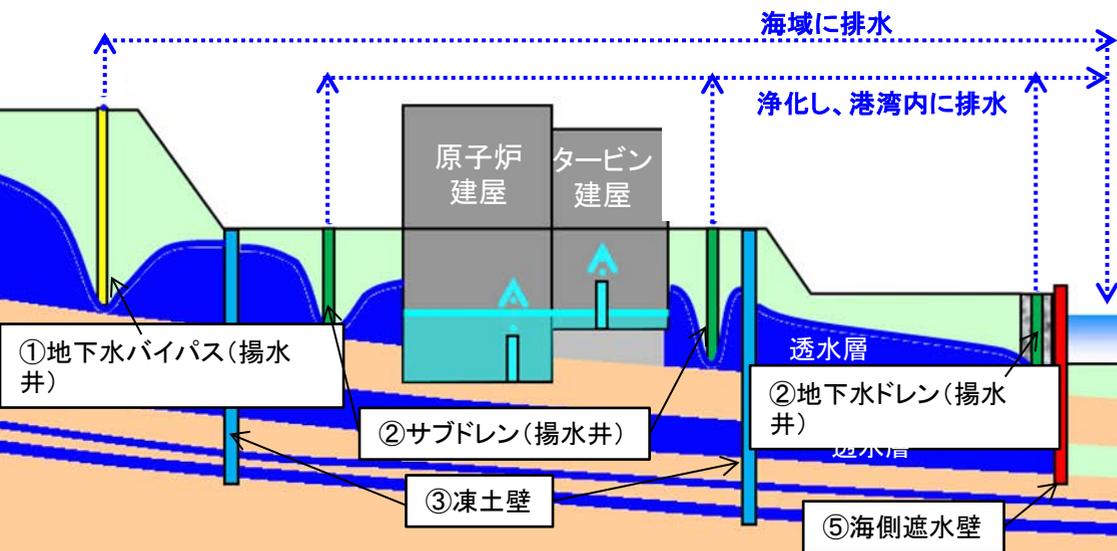
汚染水が海洋に漏れいしないよう、護岸への遮水壁の設置や、溶接型タンクの切り替え等を実施。(右図⑤⑥⑦等)

⇒ 周辺海域の濃度：約1万Bq/L → 検出限界値(約0.7Bq/L)未滿
(南放水口付近 Cs137) (2011年3月時点) (2016年10月時点)

(3) 汚染源を「取り除く」

タンク内の汚染水の浄化や、地下トンネル(トレンチ)内の汚染水の除去を実施。(右図⑧⑨等)

⇒ 敷地境界の追加的実効線量：約11mSv/年 → 1mSv未滿/年
(2012年3月時点) (2016年3月達成)

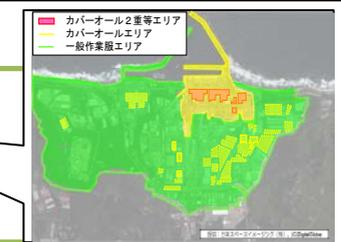


汚染水対策の進捗と今後の見通し

これまでの取組と成果 (～2016年10月)			今後の見通し		
近づけない	建屋への地下水流入量 約400m³/日 (2011.6～2014.5)	地下水バイパス稼働【2014.5～】 サブドレン稼働【2015.9～】 敷地舗装92%完了【2016.10時点】 約300m³/日 (2014.5～2015.9)	サブドレン稼働【2015.9～】 約200m³/日 (2015.9～2016.8)	凍土壁（陸側遮水壁）閉合【2016.3凍結開始】 【2016.10海側凍結完了】	建屋への地下水流入量を100m ³ /日未満に抑制【2016年度内】
	※汚染水発生量については、建屋への地下水流入量に加え、地下水ドレンなどの建屋海側の井戸から建屋への移送量も影響（約300m ³ /日）。ただし、これらも凍土壁（陸側遮水壁）の閉合等に伴い、減少する見込み。			<p>●：地下水ドレン □：第一段階における未凍結箇所（7か所、山側凍結箇所全体の約5%） □：第二段階における追加凍結箇所</p> <p>海側遮水壁 凍土壁(海側) 凍土壁(山側) 地下水の流れ</p> <p>＜平面図＞</p>	
漏らさない	周辺海域の放射性物質濃度 約1万Bq/L (2011.3) ※南放水口付近のセシウム137の値（月平均）	水ガラスによる地盤改良【2014.3】 ※これに伴いウェルポイントからの汲み上げを開始【2013.8】	海側遮水壁閉合【2015.10】 ※これに伴い地下水ドレンからのくみ上げを開始【2015.11】	溶接型タンクの増設【2016.10時点】 ※処理水用タンクの総容量約93万トンのうち溶接型タンクは約80万トン（約9割）	検出限界値（0.7Bq/L）未満 (2016.10) ※南放水口付近のセシウム137値（10/25-10/31）
	タンク増設計画 ※2017年9月までにさらに約19.6万トンの増設を計画。また、2016年10月時点で約29.9万トン存在しているフランジ型タンクのリースにより約52.3万トンまで増設を図る。			<p>＜断面図＞</p>	
取り除く	敷地境界の追加的な実効線量 約11mSv/年 (2012.3)	タンク内汚染水の処理が概ね完了【2015.5】 →累計約76万 m ³ ※更なるリスク低減の観点から、ALPS処理を継続。	トレンチ内汚染水の処理が全て完了【2015.12】 →累計約1万m ³ 1mSv/年未満 (2016.3達成)	ALPS処理水の長期的取扱いの検討【2016.9多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会設置】	
	建屋内滞留水処理	1号機タービン建屋を循環注水ラインから切り離し【2016.3】	復水器内の高濃度汚染水処理1号機抜き取り開始【2016.10】	建屋内滞留水の処理完了【2020年度内】	

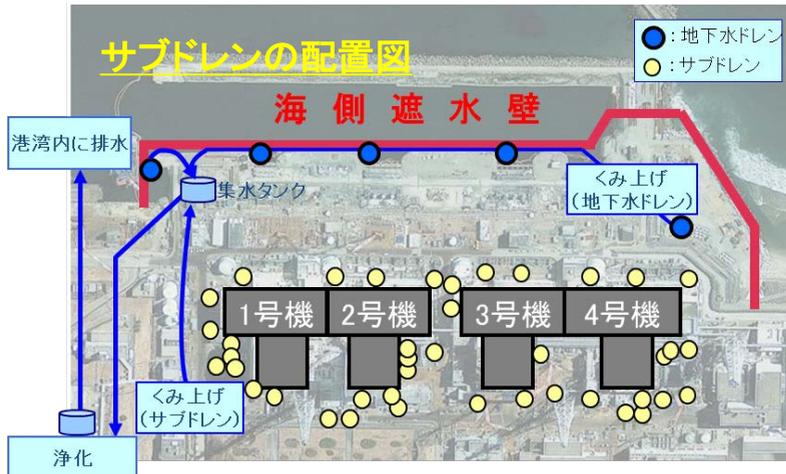
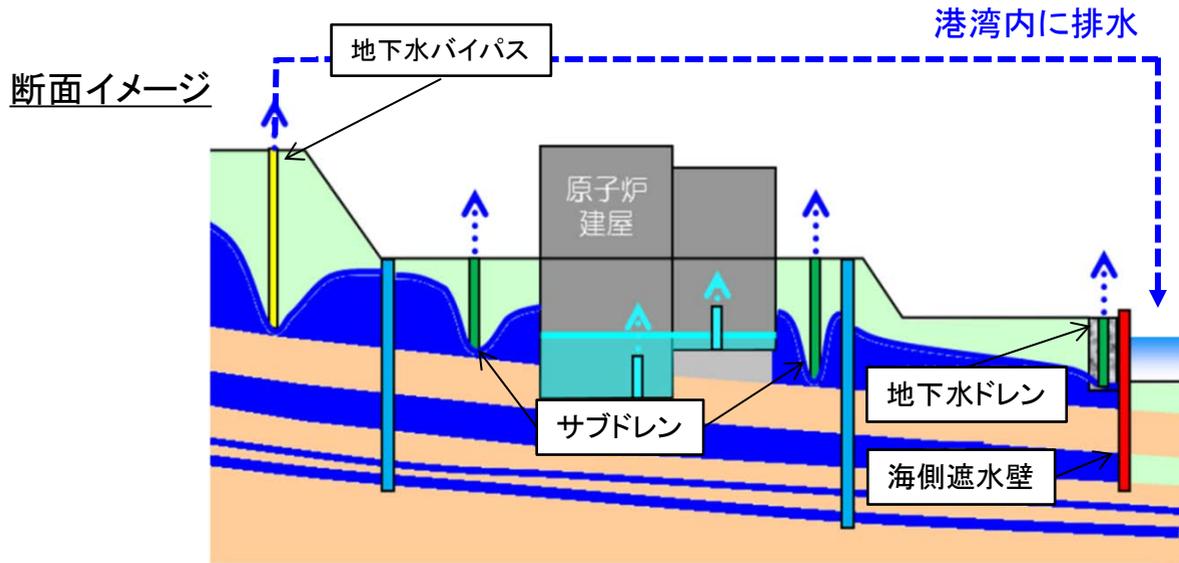
＜その他＞

- K排水路の港湾内への付け替え【2016.3】
- 一般作業着用可能エリアの拡大【2016.3】
- 廃炉・汚染水対策に従事している作業チームへの感謝状授与【2016.4】
- 廃棄物の処理処分に関する基本的な考え方とりまとめ【2017年度内】
- トリチウム分離技術検証試験事業終了【2016.3】



地下水バイパス、サブドレン

- ◇ 建屋山側の高台に設置した井戸(地下水バイパス)から地下水をくみ上げることにより、建屋への地下水の流入を抑制。運用目標未満であることを確認しながら海へ排水。
- ◇ 建屋近傍の井戸(サブドレン)から地下水をくみ上げ、建屋周辺の地下水位を下げ、建屋への地下水流入や建屋海側エリアへの地下水流出を抑制。2015年9月14日より、くみ上げた地下水を浄化し、運用目標を満たした上での排水を開始。



運用目標等(サブドレンの場合)

単位: ベクレル/リットル	セシウム134	セシウム137	全ベータ	トリチウム
運用目標	1	1	3(1) ^{※1}	1,500
法令告示濃度 ^{※2}	60	90	30 ^{※3}	60,000
WHO飲料水 水質ガイドライン	10	10	10 ^{※3}	10,000

※1 10日に1回程度の頻度で1ベクレル/リットル未満を確認。
 ※2 告示濃度の水を毎日約2リットル飲んだ場合、年間被ばく量約1ミリシーベルト。
 ※3 全ベータ値と相関性の高いストロンチウム90の値。

海側遮水壁

- ◇ 放射性物質を含む地下水の海洋への流出を大幅に低減させるため海側遮水壁を設置（2015年10月）。
- ◇ 護岸部の水位管理のため、地下水を地下水ドレン※で汲み上げ、サブドレンの汲み上げ水とともに、浄化装置で浄化した後に港湾内へ排水。
- ◇ 海側遮水壁の閉合完了後、港湾内の放射性物質の濃度は低下。

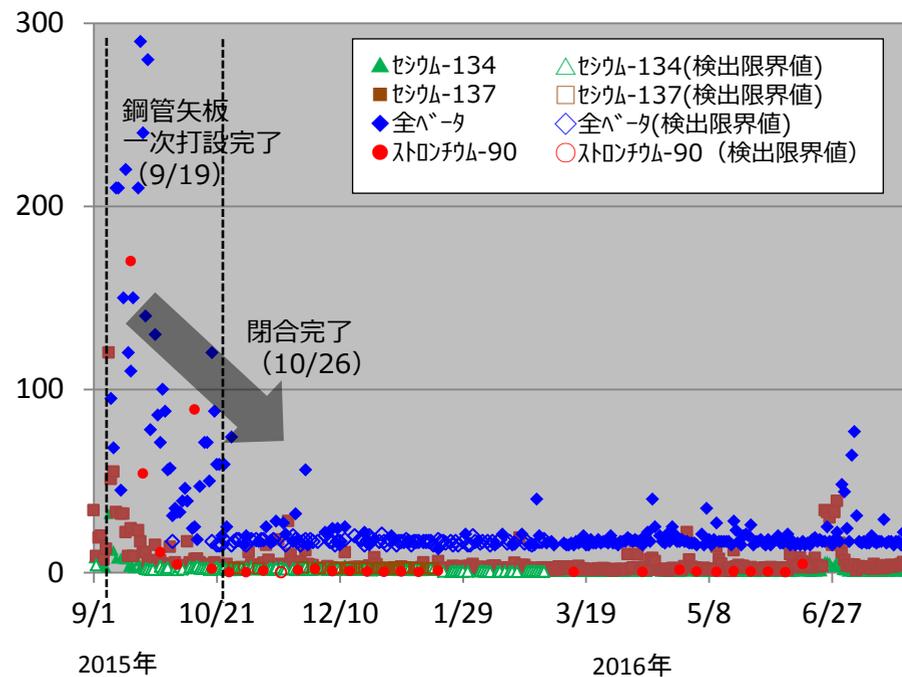
海側遮水壁の外観



閉合に伴う海水中放射性物質濃度の変化

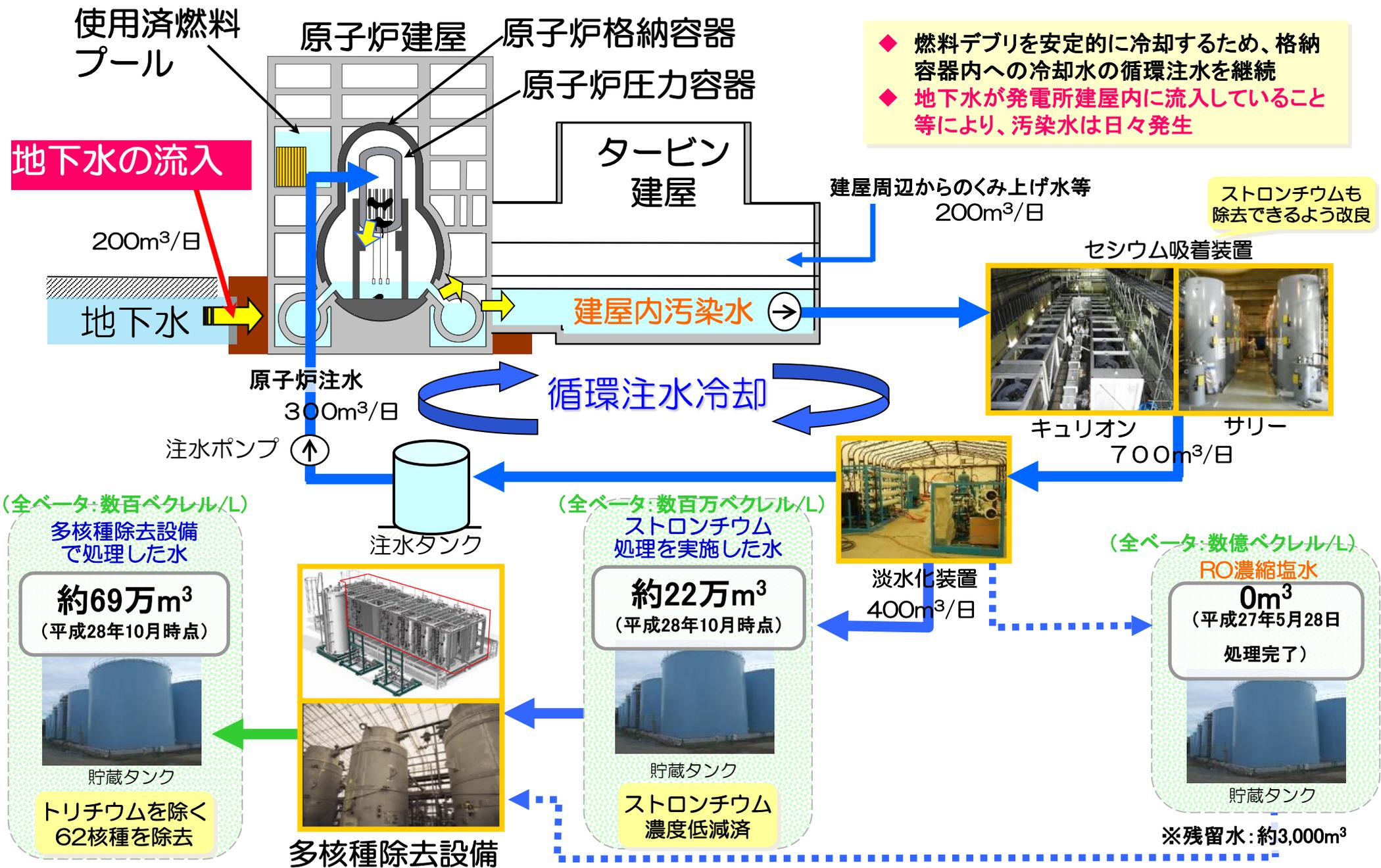
(測定箇所:海側遮水壁前(1~4号機取水口内南側))

海水中濃度 (ベクレル/リットル)



※護岸に設置した井戸（地下水ドレン）からくみ上げた地下水の一部を建屋に移送中。

汚染水処理の流れ



◆ 燃料デブリを安定的に冷却するため、格納容器内への冷却水の循環注水を継続
 ◆ 地下水が発電所建屋内に流入していること等により、汚染水は日々発生

※地下水流入量、建屋周辺からのくみ上げ水は、地下水流入抑制策や降雨量により変動する。

多核種除去設備等

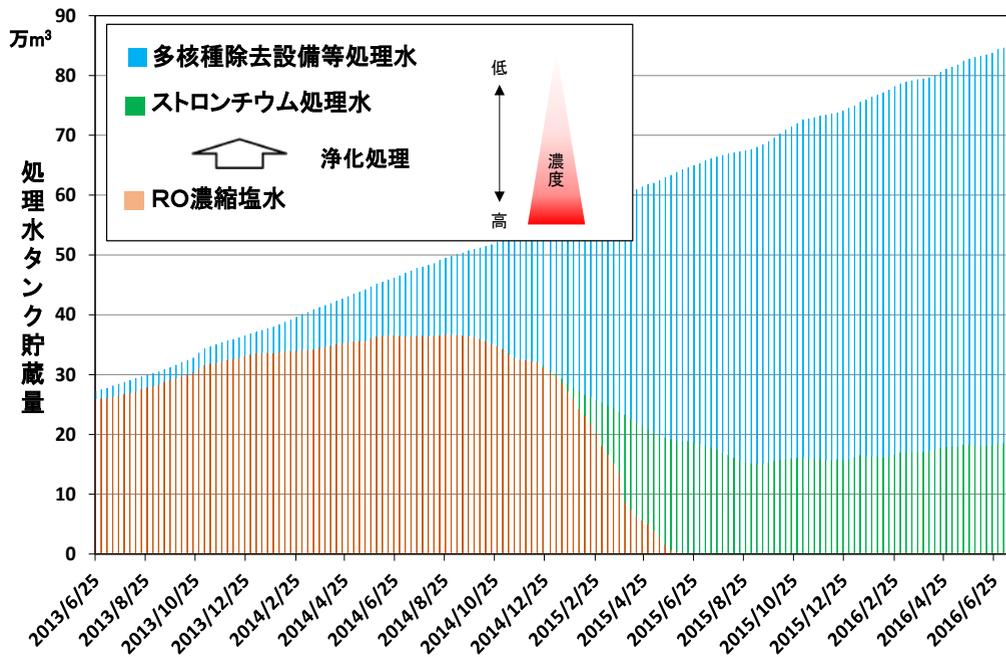
◇ 従来はRO濃縮塩水※をタンクに貯蔵していたが、これらを除去するために多核種除去設備等を導入し、2013年3月より浄化処理を開始。

※セシウム吸着装置により処理された後に、循環注水のための淡水化処理で生じる高濃度に汚染された塩水

◇ 多核種除去設備等により浄化処理を加速し、2015年5月27日までにRO濃縮塩水の処理を完了。

◇ 現在、更なる浄化の必要なストロンチウム処理水等の浄化処理を継続中。

処理水タンク貯蔵量



高濃度汚染水を浄化処理するための設備

既設多核種除去設備 (ALPS (アルプス))

増設多核種除去設備 (ALPS (アルプス))

高性能多核種除去設備 ※

セシウム吸着装置 (KURION)

第二セシウム吸着装置 (SARRY)

モバイル型ストロンチウム除去設備

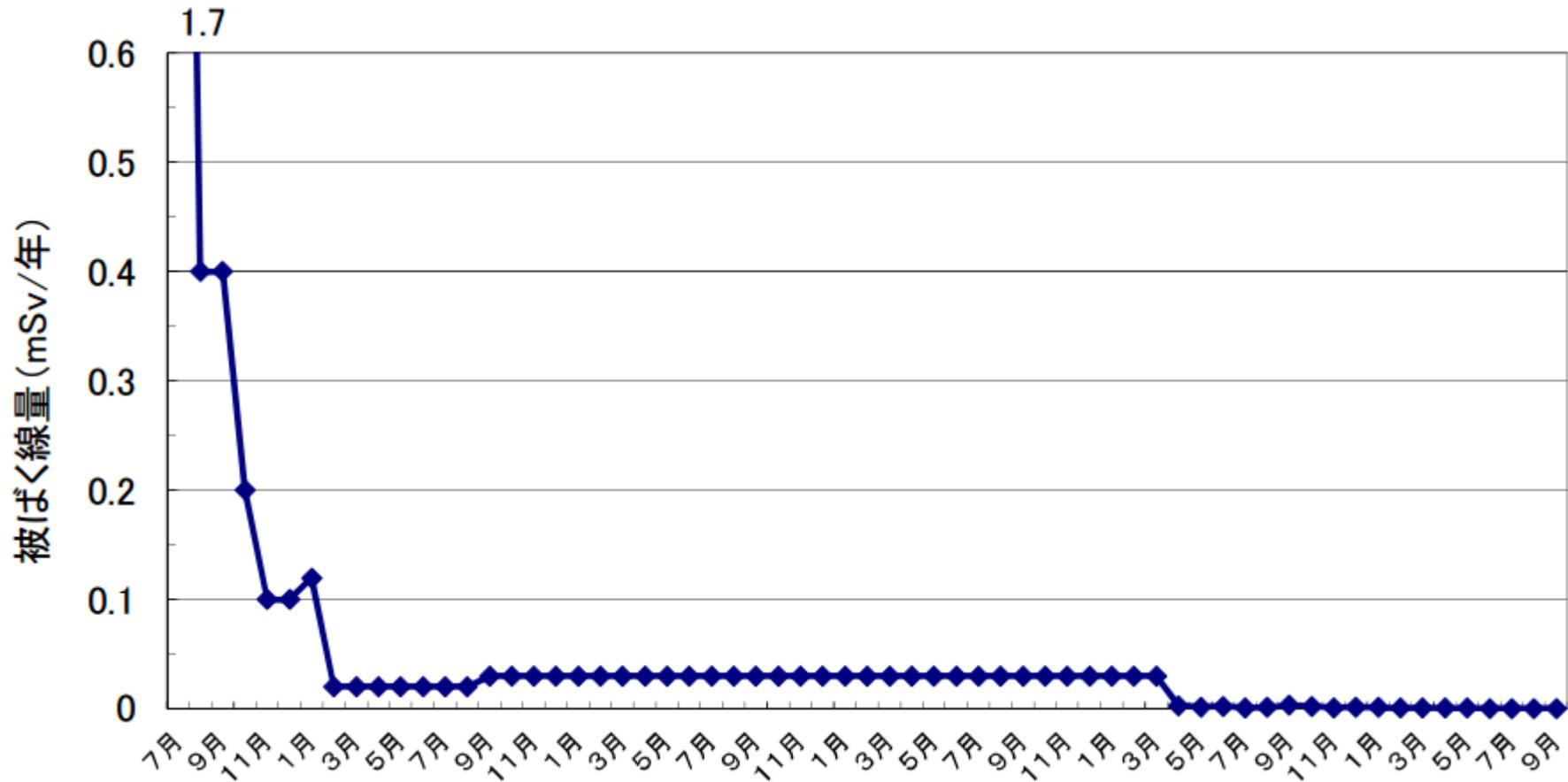
■ : 62核種を除去

□ : セシウム、ストロンチウムを除去

※ 国の財政支援により整備実証を実施

原子炉建屋から大気中へ放出される放射性物質の状況

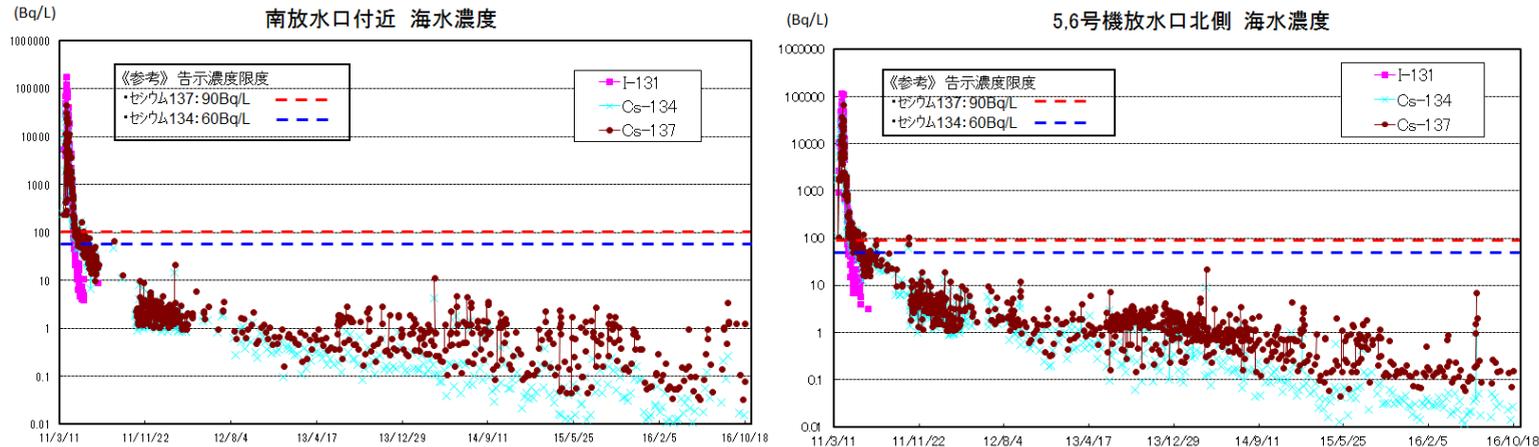
◇原子炉建屋から新たに放出される放射性物質による敷地境界上の被ばく線量を0.00037mSv/年未満（2016年9月）と評価しており、事故直後（2011年7月）における敷地境界上の被ばく線量（1.7mSv/年）より低減。



海洋における放射性物質濃度の状況

- ◇福島第一原発の港湾外の放射性物質濃度は、法令で定める告示濃度限度に比べて十分低い状況。
- ◇IAEA(国際原子力機関)からも、周辺海域や外洋では放射性物質濃度は上昇しておらず、WHOの飲料水ガイドラインの範囲内にあり、公衆の安全は確保されているとの評価を受けている。

＜福島第一原発港湾外のモニタリングポイントにおける海水濃度の推移＞



【参考1:法令基準等】

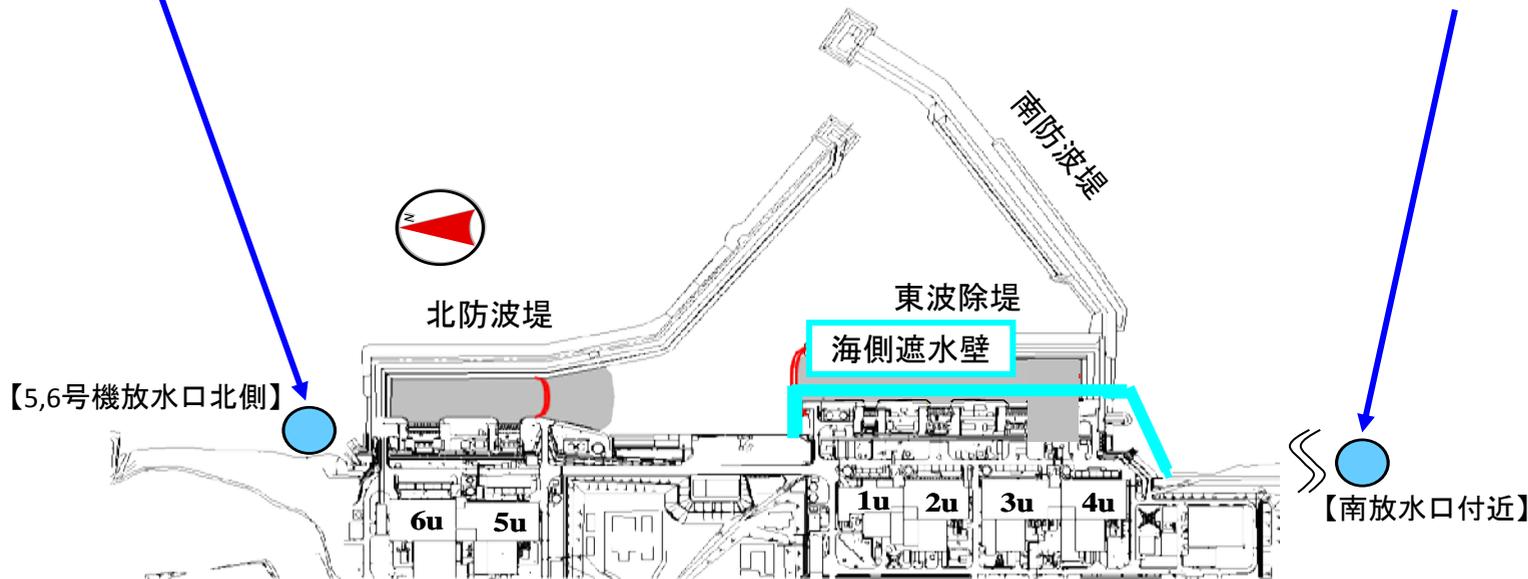
(ベクレル/リットル)

	法令告示濃度	WHO 飲料水ガイドライン
セシウム 134	60	10
セシウム 137	90	10
ストロンチウム 90 (全ベータ値と強い相関)	30	10
トリチウム	6万	1万

【参考2:IAEAの評価】

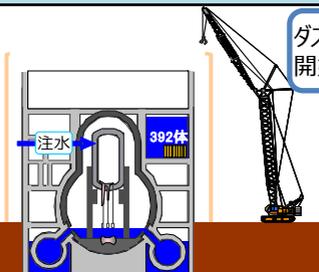
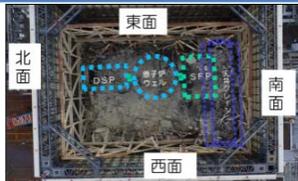
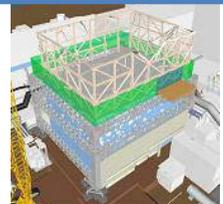
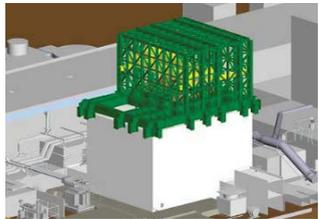
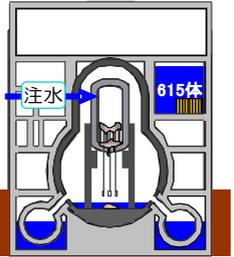
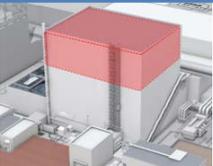
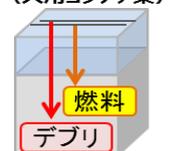
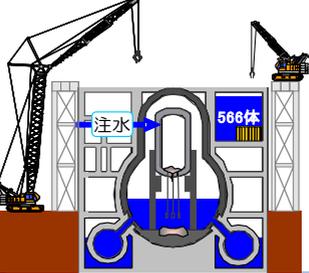
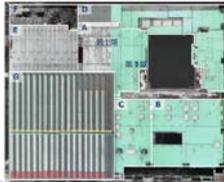
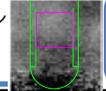
○2013年12月
 ..(放射性物質濃度について)周辺の海域や外洋では上昇しておらず、WHOの飲料水ガイドラインの範囲内にある。また、**公衆の安全は確保**されている。

○2015年6月
 海洋モニタリング結果及び関連する公開情報に基づき、IAEAは、**海洋の環境は安定している**が、引き続きモニタリングを継続すべきと考える。



(2) 廃炉に向けた取組

廃炉対策の進捗と今後の見通し

対策	2015年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
燃料取り出し	<p>1号機</p>  <p>ダストの飛散防止対策を実施後、建屋カバー撤去開始【2015.10.5時点で屋根パネルは全て撤去】</p> 	<p>建屋カバー撤去完了【2016.11.10】</p> 	<p><取り出し開始時（2020年度）のイメージ></p> 		<p>建屋カバー解体→ガレキ撤去・除染等→燃料取り出しカバー設置等</p> <p style="text-align: right;">燃料取り出し (2020年度)</p>				
	<p>2号機</p>  <p>取り出しプラン選定に先立ち、2号機建屋上部の解体箇所の決定【2015.11.26】</p> 	<p>オペレーティングフロアへのアクセスするための構台の設置開始【2016年度】</p> 	<p><取り出しプラン（2017年度決定）のイメージ></p> <p>プラン①（共用コンテナ案）</p>  <p>プラン②（燃料取り出し特化案）</p> 		<p>準備工事</p> <p>建屋上部解体等</p> <p style="text-align: right;">燃料取り出し (2020年度)</p>				
	<p>3号機</p>  <p>(参考) 事故当初のオペレーティングフロア</p>  <p>使用済燃料プール内の最大のガレキ（約25t）を撤去完了【2015.8】</p> 	<p>取出装置の設置開始【2016年度】</p> <p>オペレーティングフロアの除染完了【2016.6】</p> 	<p><取り出し開始時（2017年度）のイメージ></p> 		<p>ガレキ撤去・除染→遮へい体設置→燃料取り出しカバー設置等</p> <p style="text-align: right;">燃料取り出し (2017年度)</p>				
デブリ取り出し	<p>1号機</p> <p>宇宙線ミュオン内部調査【2015.5】</p>  <p>「ヘビ型」ロボット内部調査【2015.4】</p>	<p>本格運用開始（2016.4）</p> <p>内部の状況</p>  <p>高機頭台及び外圍</p>	<p>前回の調査結果を踏まえ、詳細な内部調査を実施予定【2016年度内】</p>	<p>引き続き、国内外の叢智を結集し、研究開発を実施。</p>					
	<p>2号機</p> <p>宇宙線ミュオン内部調査【2016.7】</p>  <p>「サソリ型」ロボット内部調査予定【2017.1】</p>		<p>引き続き、国内外の叢智を結集し、研究開発を実施。</p>						
	<p>3号機</p> <p>ロボット内部調査に向けた事前調査を実施【2015.10】</p>		<p>水中ロボットを開発し、内部調査を実施予定</p>	<p>引き続き、国内外の叢智を結集し、研究開発を実施。</p>					
<p>原子炉格納容器内の状況把握／燃料デブリ取り出し工法の検討（研究開発）</p>			<p>号機毎の取り出し方針決定（2017年夏頃）</p>	<p>初号機の取り出し方法確定（2018年度上半期）</p>	<p>初号機の取り出し開始</p>				

(3) 廃棄物対策について

廃棄物対策について

- ◇ 廃炉作業で発生する放射性廃棄物は、現在、線量率に応じて貯蔵庫や屋外の一時保管施設等で一時保管中。
- ◇ 発生量は今後10年程度で、約29万 m^3 (2015.7)から約74万 m^3 (2028.3)に増加する見込みであり、**減容処理施設・焼却炉及び廃棄物貯蔵庫を整備し、減量化の上で保管場所を建屋内に集約する計画**(デブリ取り出しや建屋解体を除く)。

現状



将来



固体廃棄物
貯蔵庫



枝葉：一時保管槽
幹根：屋外集積



覆土式一時
保管施設等



(4) 情報発信

情報発信の強化(広報コンテンツの充実)

- 今後の廃炉・汚染水対策の着実な実施、風評対策の観点から、廃炉の進捗に対する国内外の理解を得るべく、動画配信、パンフレットの周知等、情報発信を強化。
- 引き続き、福島県内はもとより、報道機関、諸外国、国際機関等に対して、更なる情報発信に取り組む。

<動画「福島の今」>

福島の今



2015年9月5日
楢葉町の避難指示解除

【参考】上映先等

- 英語版
 - ・IAEA総会で上映。
 - ・高木経済産業副大臣から、G20エネルギー大臣会合/貿易大臣会合等の場で各国要人に手交。
 - ・在外公館にも配布。
- 日本語版
 - ・地元での説明会等の場で配布。
 - ・全国の都道府県庁、地方経産局へ周知。

<パンフレット「廃炉の大切な話」>

廃炉の
大切な
話

福島第一原子力発電所の今とこれから

■ 1号機 (燃料体: 392本)



■ 2号機 (燃料体: 615本)



■ 3号機 (燃料体: 566本)



■ 4号機 (燃料体: 1533本 [取り出し完了])



【参考】配布先 (主に以下宛先に、20万部以上を配布)

- 福島県
 - ・県庁
 - ・県内全市町村
 - ・県立高校
 - ・県立医大
 - ・商工会、農協、漁協など
- 福島県以外の都道府県等
 - ・都道府県庁
 - ・地方経産局など

情報発信の強化～福島第一廃炉国際フォーラム(セッション、技術展等)～

- 4月10～11日、福島県いわき市において、「第1回 福島第一廃炉国際フォーラム」を開催。
- 日本を含め、15カ国・641名の参加を得て、廃炉について、「地元とのコミュニケーション」、「トップレベルの廃炉に関する技術的検討」を主なテーマに議論を実施。
- また、海外16機関を含む37機関による、廃炉に関する技術展示会も開催。

会議の様子



フォトセッションの様子



フォーラム会場の様子



廃炉・除染ロボット研究会、福島県庁の展示の様子



廃炉技術展の様子

主な議論(地元とのコミュニケーション分野)

<イギリス・コープランド市>

※事故炉(セラフィールド)の廃炉経験を有する自治体の代表。



マイクスターキー市長 ジェイミーリード議員



- ✓ **地元自治体には良いことのみならず悪いことも含めて情報を伝え、正直で透明な対話を行うことが重要。**
- ✓ **地元自治体との対話に基づく、地元自治体の意思決定への参加や地元自治体との協力が重要。**

<福島でコミュニケーションに取り組まれている方々>



AFW吉川代表理事



放射線影響研究所
丹羽理事
(元 福島県立医大)



原発震災を語り継ぐ会
高村主宰

- 国からの一方的な情報提供だけでなく、**地域コミュニティにおける双方向のコミュニケーションが重要。**
- 住民にも学ぶ意欲はあるが、**専門用語をわかりやすく「翻訳」したり、学べる場と体験できる場を提供することが重要。**