

# 福島第一原子力発電所の 廃炉・汚染水の現状と対策について

平成26年3月25日

東京電力株式会社

# 【参考】福島第一原子力発電所 構内配置図



## (1) 廃炉に向けた中長期的な取り組み（ロードマップ）／中長期ロードマップの改訂内容

- 政府及び東京電力は、「福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けたロードマップ」を2011年12月にとりまとめ、これに基づいて事故の早期収束に向けた取組を進めてまいりました。
- 現場の作業と研究開発の進捗管理を一体的に進めていく体制として廃炉対策推進会議を設置し溶融した燃料棒（燃料デブリ）取り出しのスケジュール前倒し等の検討を進め、中長期ロードマップの改訂版を取りまとめるよう茂木大臣から指示を受け、2013年6月27日に改定版を取りまとめ公表いたしました。

### ロードマップ上の目標（2011年12月時点）

|                                 | 2011年12月<br>(ロードマップ策定) | 2013年12月                      | 2021年12月                    | 30～40年後              |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 安定化に向けた取組                       |                        | 第1期                           | 第2期                         | 第3期                  |
| <冷温停止達成><br>・冷温停止状態<br>・放出の大幅抑制 |                        | 使用済燃料プール内の燃料取り出し開始までの期間（2年以内） | 燃料デブリ取り出しが開始されるまでの期間（10年以内） | 廃止措置終了までの期間（30～40年後） |

### 改訂に際しての主要なポイント

1. 号機毎の状況を踏まえたスケジュールの検討
2. 地元をはじめとした国民各層とのコミュニケーションの強化
3. 国際的な観智を結集する体制の本格整備

### 各号機別のスケジュール

リスク低減のために、可能な限り早期に、

- ①使用済燃料プールからの燃料取り出しと、②燃料デブリ取り出しを行う。  
その際、号機の状況に応じて作業工程を積み上げ、複数のプランを検討

|                   | ①燃料取り出し              | ②燃料デブリ取り出し        |
|-------------------|----------------------|-------------------|
| 第1次ロードマップ目標       | 2013年12月<br>(初号機)    | 2021年12月<br>(初号機) |
| 改訂後               |                      |                   |
| 1号機<br>(最速プランの場合) | 2017年度下半期            | 2020年度上半期         |
| 2号機<br>(最速プランの場合) | 2017年度下半期            | 2020年度上半期         |
| 3号機<br>(最速プラン場合)  | 2015年上半期             | 2021年度下半期         |
| 4号機               | 2013年11月<br>(1ヶ月前倒し) | —                 |

### 4号機燃料プール内の燃料取り出し

- 2013年11月18日より、4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し作業を開始しました（平成26年末頃の完了を目指す）。
- 2014年3月9日作業終了時点で、使用済燃料440/1331体、新燃料22/202体を共用プールへ移送しました。

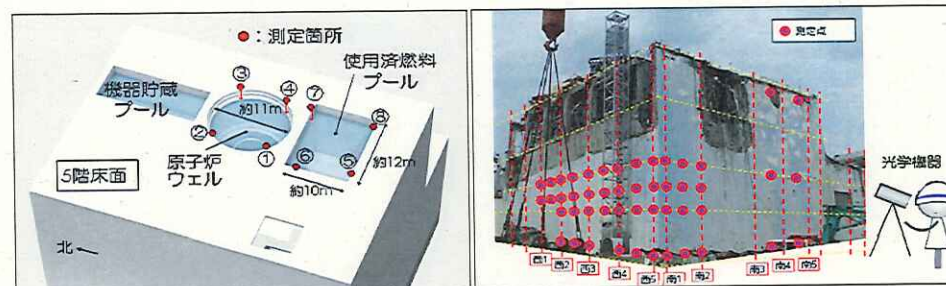


燃料取り出しの様子



燃料取り出し用カバーの外観

- また、定期的調査により建屋の傾きがないかなどの建屋健全性の確認を実施中です。

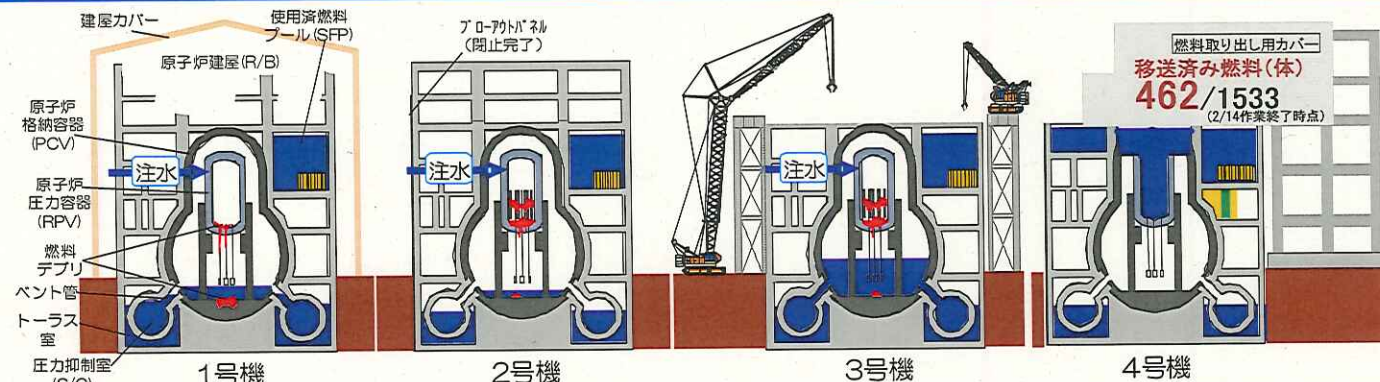


原子炉建屋の健全性確認の方法

## (2) 原子炉・燃料プールの現状

### <1～4号機の設備の現状>

- 1～3号機の原子炉は安定的に冷温停止状態（約15～約35℃）を維持しており、1～4号機の使用済燃料プールもいずれも温度が安定した状態です。
- 1～3号機原子炉建屋からの放射性物質の放出量は最大で約0.1億ベクレル/時で、発電所敷地境界では0.03mSv/年（自然放射線量の約1/70）に相当します。



|       |                                         |                                         |                                         |       |
|-------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| 原子炉   | 圧力容器底部温度：<br>14.7℃<br>格納容器内温度：<br>15.1℃ | 圧力容器底部温度：<br>23.9℃<br>格納容器内温度：<br>25.2℃ | 圧力容器底部温度：<br>22.2℃<br>格納容器内温度：<br>20.9℃ | 燃料なし  |
| 燃料プール | 12.0℃                                   | 12.1℃                                   | 21.5℃                                   | 14.3℃ |

※複数点計測している温度データの内、一部のデータを例示（2014年3月17日現在）

## (3) 地震・津波対策状況

### <冷却の多重化>

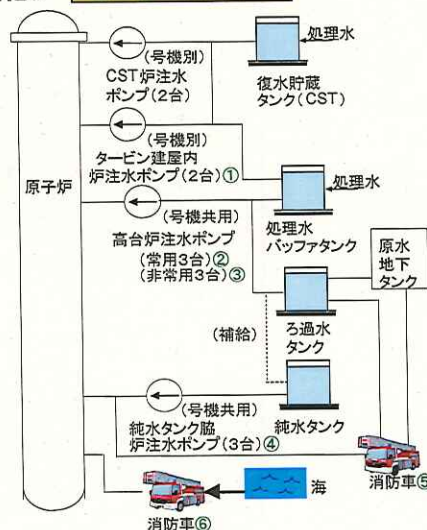
#### ①～⑥：バックアップ



高台炉注水ポンプ



処理水バッファタンク



原子炉への注水は左図に示すとおり、複数の注水ポンプと複数の水源から注水可能な系統が構成されています。

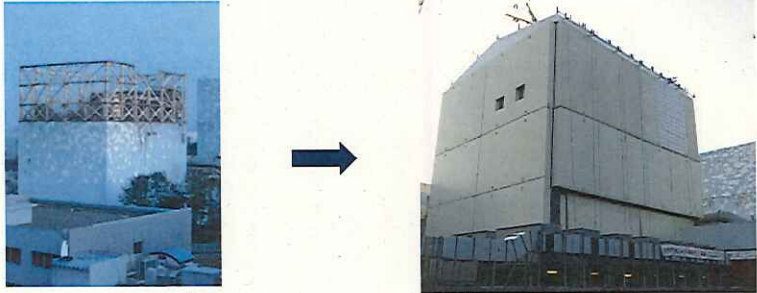
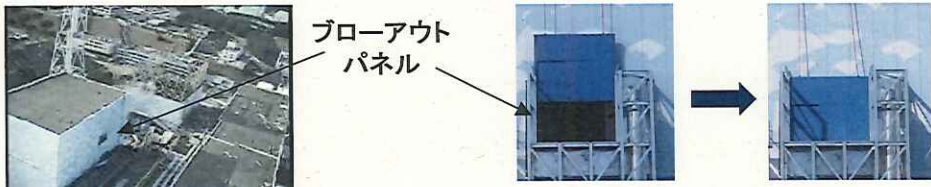
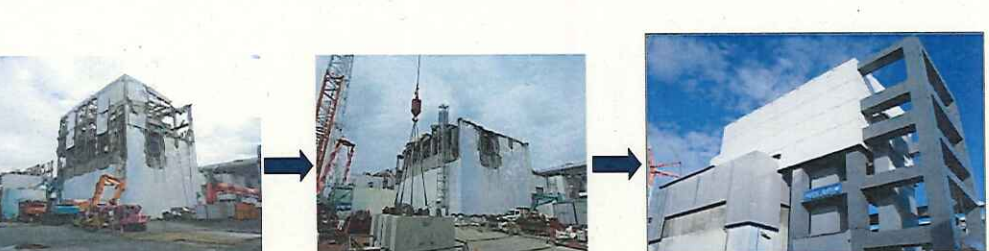
また、これらのポンプの電源も複数の電源系統からの給電を確保し、さらに消防車の配備(注水用3台、その他消防用等多数所有)なども行っています。

原子炉注水に係るポンプが全て同時に機能喪失したとしても、ろ過水タンク等から消防車による注水ラインを敷設することにより、3時間程度で原子炉への注水を再開することが可能となっています。

### 消防車による注水訓練

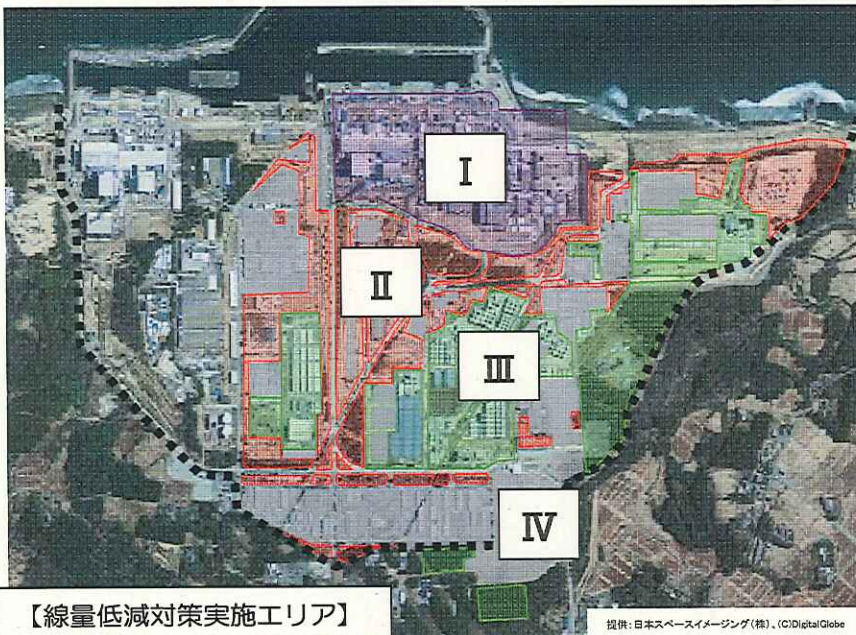


## (4) 1～4号機の現状と課題

|     |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1号機 | <div data-bbox="210 225 282 379">現状</div> <div data-bbox="210 384 282 550">課題</div>     | <p><b>原子炉の安定冷却継続により、放射性物質の発生量は減少</b><br/> <b>水素爆発した原子炉建屋にカバーを設置(2011年11月)</b><br/>         水素爆発により原子炉建屋上部が破損したため、建屋からの放射性物質飛散抑制が目的</p> <p><b>燃料取り出し等の工事にに向けた準備</b><br/>         原子炉建屋カバーの撤去及び放射性物質飛散抑制対策等の実施<br/> <b>原子炉建屋上部及びプール内ガレキ状況の把握</b></p> |  <p>2011年3月12日撮影 → 2011年10月28日カバー工事完了</p>                   |
| 2号機 | <div data-bbox="210 571 282 726">現状</div> <div data-bbox="210 730 282 798">課題</div>     | <p><b>原子炉の安定冷却継続により、放射性物質の発生量は減少</b><br/> <b>ブローアウトパネルを閉止し、放射性物質の飛散を抑制</b></p> <p><b>原子炉建屋内の線量低減対策</b><br/>         他号機と比べ線量が高く引き続き汚染状況調査を実施する予定</p>                                                                                               |  <p>2011年4月10日撮影 → 2013年3月11日撮影</p>                         |
| 3号機 | <div data-bbox="210 818 282 973">現状</div> <div data-bbox="210 978 282 1109">課題</div>    | <p><b>原子炉の安定冷却継続により、放射性物質の発生量は減少</b><br/> <b>原子炉建屋上部のガレキ撤去が完了(2013年10月)</b></p> <p><b>使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた準備</b><br/>         原子炉建屋上部の除染・遮へい工事、プール内ガレキ撤去を遠隔操作にて実施中</p>                                                                            |  <p>2012年2月12日撮影 → 2013年10月11日撮影</p> <p>燃料取り出し用カバーイメージ</p> |
| 4号機 | <div data-bbox="210 1129 282 1332">現状</div> <div data-bbox="210 1337 282 1426">課題</div> | <p><b>原子炉建屋上部のガレキ撤去が完了(2012年12月)</b><br/> <b>燃料取り出し用カバー及び取り出し作業用設備を設置し、使用済燃料プールからの燃料取り出し開始(2013年11月18日)</b></p> <p><b>使用済み燃料取り出し作業中の更なる線量低減対策</b></p>                                                                                              |  <p>2011年9月22日撮影 → 2012年7月5日撮影 → 2013年11月12日カバー工事完了</p>   |

## (5) 作業員の被ばく線量低減対策

作業員の被ばく低減を図るため、敷地内全体のフォールアウトやエリア毎の線源（直接線、汚染水漏えい箇所等）の特徴を踏まえ、伐採、表土除去・天地返し、遮へい等の除染により線量低減を進めているところです。目標線量率は段階的に下げて行き、最終的には事故前の状態に近づけていくことを目指します。



- エリアⅠ 1～4号機周辺で特に線量率が高いエリア
- エリアⅡ 植栽や林が残るエリア
- エリアⅢ 設備設置または今後設置が予定されているエリア
- エリアⅣ 道路・駐車場等で既に舗装されているエリア
- ■ ■ 敷地内線量低減にかかる中長期実施方針範囲

| エリア  | 現在の線量分布<br>[ $\mu\text{Sv/h}$ ] ※1 | 目標線量率<br>[ $\mu\text{Sv/h}$ ] ※2 | 線量低減策                                                                   |
|------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Ⅰ    | 10～100<br>+100以上線源                 | < 5                              | ・作業に支障となる瓦礫の撤去<br>・主要道路、高線量配管等の遮へい<br>・建屋や設備等からの直接線は、廃炉プロセスに合わせて検討      |
| Ⅱ    |                                    |                                  | ・伐採、表土除去・天地返し、遮へい等                                                      |
| Ⅲ    |                                    |                                  | ・設置にあわせ伐採、表土除去・天地返し、遮へい等<br>・汚染水の漏えいにより汚染したエリアから順次実施<br>・汚染レベルの高い汚染水の処理 |
| Ⅳ    |                                    |                                  | ・路面清掃、舗装ふき替え、遮へい等<br>・多くの作業員がいるエリア、作業の干渉が少ないエリアから順次実施                   |
| 上記以外 | 5～50                               | —                                | ・敷地の利用計画に合わせ、除染を実施<br>・5/6号機周辺は、線量が低く、また固体廃棄物貯蔵庫北側は敷地の利用計画がない。          |

※1 構内走行サーベイ結果 (H25.11.21) ※2 除染したブロックごとの平均とし、直接線の影響は除く

### 除染計画 5 $\mu\text{Sv/h}$ エリアの拡大のイメージ



平成25年度末 予想

提供：日本スペースイメージング(株)、(C)DigitalGlobe



平成26年度末 予想

提供：日本スペースイメージング(株)、(C)DigitalGlobe



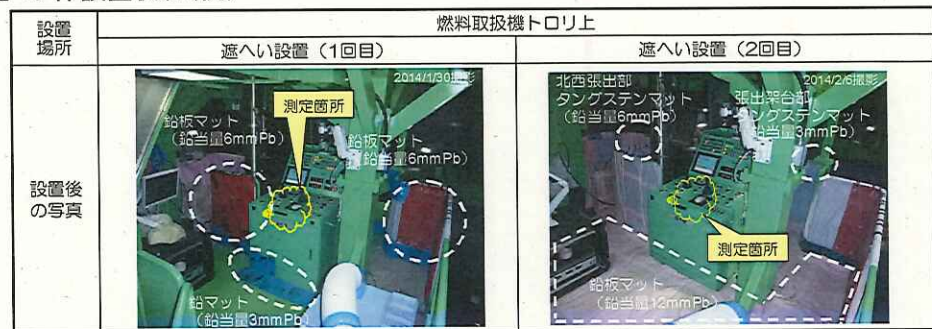
平成27年度末 予想

提供：日本スペースイメージング(株)、(C)DigitalGlobe

※5  $\mu\text{Sv/h}$  程度のエリアを  
■でマーキング

### 4号機燃料取り出し作業の被ばく低減対策

#### ■ 遮へい体設置状況(例)



| 作業名        | 遮へい設置前の平均被ばく線量 | 遮へい設置後の平均被ばく線量        |
|------------|----------------|-----------------------|
| 燃料取扱機運轉作業  | 約0.098mSv/人・基  | 約0.060mSv/人・基 (約40%減) |
| キャスク取り扱い作業 | 約0.55mSv/人・基   | 約0.35mSv/人・基 (約35%減)  |

※ mSv/人・基：キャスク1基（燃料22体）分の作業における被ばく線量

## (6) 現場作業の加速化・信頼性向上に向けた労働環境の抜本改善／(仮称) 廃炉カンパニーの設置

### 福島第一新事務棟の設置

～一体となった職場への改善～



建物内イメージ

※暫定事務棟、本設事務棟ともに入退域管理施設近傍を設置候補地として検討中

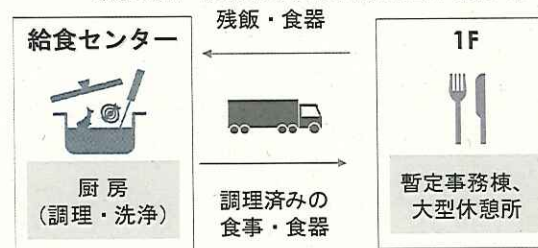
概略工程

| 建物名   | H25   |    | H26    |    | H27 |
|-------|-------|----|--------|----|-----|
|       | 下期    | 上期 | 下期     | 上期 |     |
| 暫定事務棟 | I 期工事 |    | II 期工事 |    |     |
| 本設事務棟 |       |    |        |    |     |

### 給食センター

～暖かい食事の提供～

※福島第一近傍(大熊町大河原地区)に給食センターを設置し、3,000食規模で食事を供給予定



給食センター方式のイメージ

概略工程

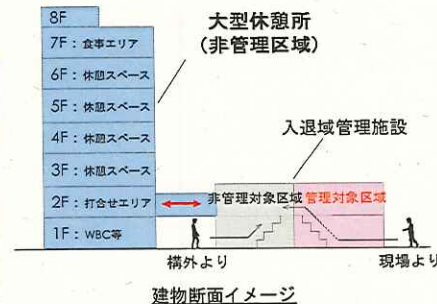
| 工程    | H25       |    | H26 |    |
|-------|-----------|----|-----|----|
|       | 下期        | 上期 | 下期  | 上期 |
| 計画    | 敷地選定、基本計画 |    |     |    |
| 設計・工事 | 設計・工事     |    |     |    |

### 大型休憩所

※地上8階建て、約1,200名を収容予定



敷地配置図



概略工程

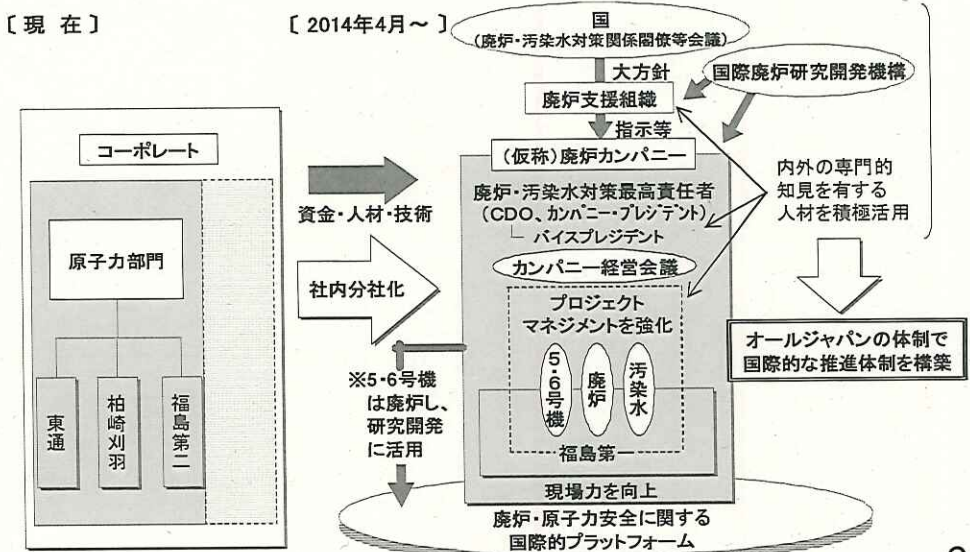
| 項目 | H25 |    | H26 |    |
|----|-----|----|-----|----|
|    | 下期  | 上期 | 下期  | 上期 |
| 設計 |     |    |     |    |
| 工事 |     |    |     |    |

### (仮称) 廃炉カンパニーの設置

廃炉部門全体を統括する「(仮称) 廃炉カンパニー」を設置し、国内外の関係者の力を結集したオールジャパンの体制で国家的プロジェクトとして廃炉・汚染水対策を完遂していく。

〔現在〕

〔2014年4月～〕



## (7) タンクエリアにおける雨水対策

### 雨どいの設置

雨どい

タンク

雨どい

雨どい設置により、約60%の雨水流入を抑制

### 対策の進捗

対象：311基【H26年3月末完了予定】

- 汚染の比較的高いエリアのタンク → 63基【H26年1月9日完了】
- その他エリアのタンク → 37基完了【1月末時点】

### コンクリート堰の塗装

清掃・ウレタン塗装による被覆後は、堰内に溜まる雨水中のストロンチウム濃度が減少すること、水密性も確保できることを確認。

### 対策の進捗

○施工中【H26年3月末完了予定】

### タンク周辺の対策

### 対策の進捗

- 鋼材によるかさ上げ (30cm)  
対象：25箇所【H25年12月28日完了】
- コンクリート等によるさらなるかさ上げ (60cm~130cm)  
対象：17箇所【H26年3月末完了予定】



### 対策の進捗

○現在施工中  
【H26年2月下旬完了予定】

B排水路ライニング前

B排水路ライニング後

排水路暗渠化の例



### 連続モニタ設備設置の進捗

- ◆海への流出経路となる排水路において放射能を検知するための連続監視用モニタを設置
- 据付工事完了 → 現在、モニタ試運用中  
【H26年3月末試運用完了予定】

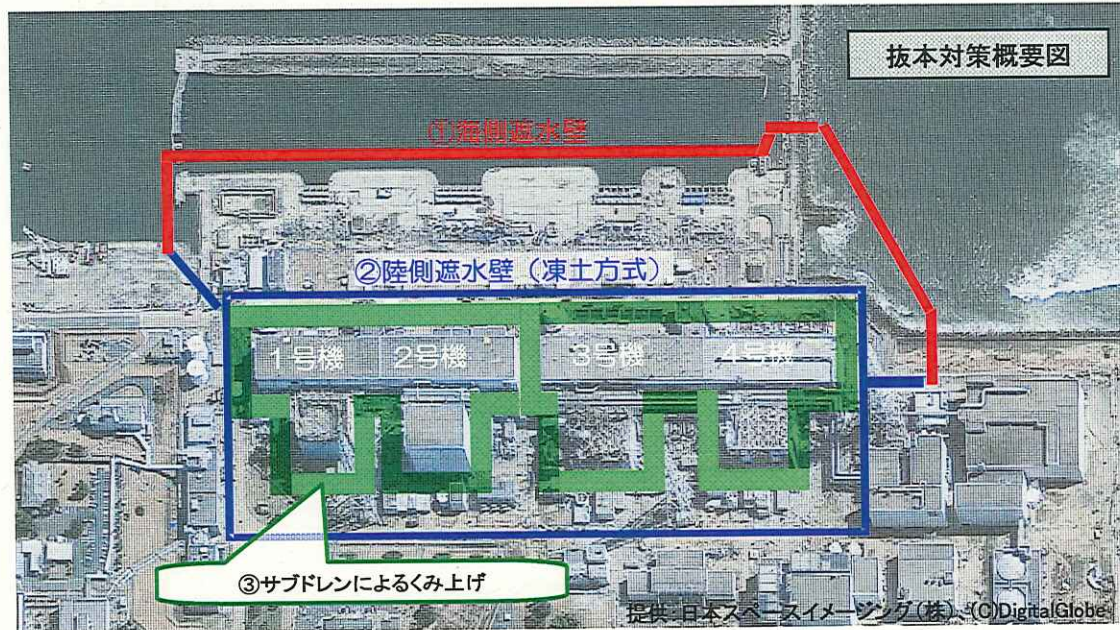
### 港湾内排水路付替工事の進捗

- ◆排水先を外洋から港湾内に切り替えるルートを設置
- 現場測量完了 → 現在、設置工事準備中  
【H26年3月末設置完了予定】

## (8) 汚染水対策／抜本対策概要

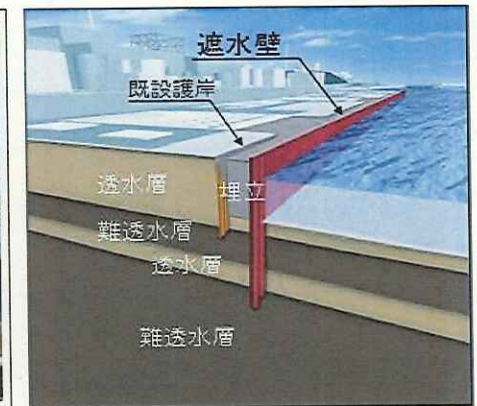
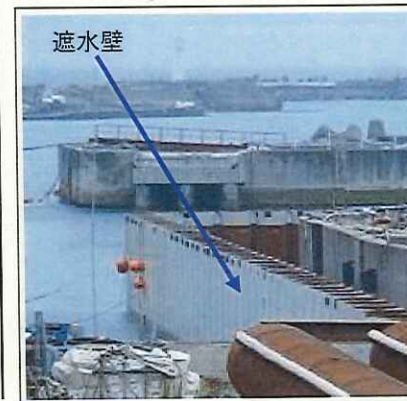
汚染水の抜本的解決を目指して「海洋流出の阻止」「汚染水増加抑制・港湾流出の防止」「原子炉建屋等への地下水流入の防止」を目的として今後1～2年をかけて3つの対策に取り組んでまいります。

- 対策①** 海洋流出の阻止 ..... 海側遮水壁の設置 【漏らさない】  
**対策②** 汚染水増加抑制・港湾流出の防止 ... 陸側遮水壁(凍土方式)の設置 【近づけない】【漏らさない】  
**対策③** 原子炉建屋等への地下水流入抑制 .. サブドレンからの地下水くみ上げ 【近づけない】



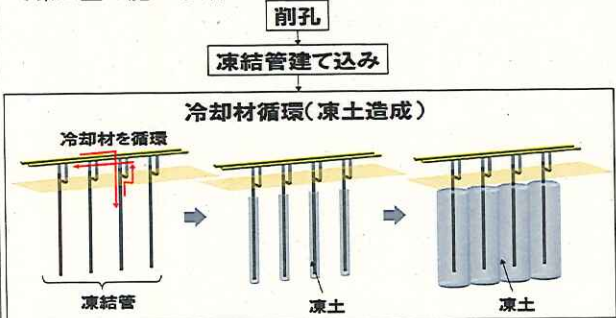
### 対策① 海洋流出の阻止 ・ 海側遮水壁の設置

- ・ 護岸海側にて2012年5月より建設を開始、**2014年9月の完成**を目指しています。
- ※遮水壁により止められた溜まり水のくみ上げが必要となりますが、揚水井設置で対応してまいります。



### 対策② 汚染水増加抑制・港湾流出の防止 ・ 陸側遮水壁(凍土方式)の設置

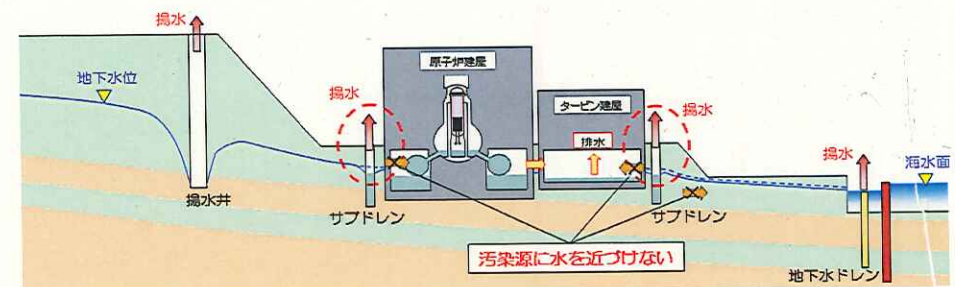
＜凍土壁の施工手順＞



- ・ 建屋周りに遮水壁を設置することによって、建屋内への地下水流入による汚染水の増加を抑制できます。
- ・ 建屋内滞留水の流出防止のため、水位管理をします。

### 対策③ 原子炉建屋等への地下水流入抑制 ・ サブドレンからの地下水くみ上げ

- ・ 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します。



## (9) 汚染水対策／緊急対策概要

緊急対策として「汚染水の港湾への流出防止」「汚染源除去」「汚染水増加の抑制」を目的とした3つの対策を順次実施しております。

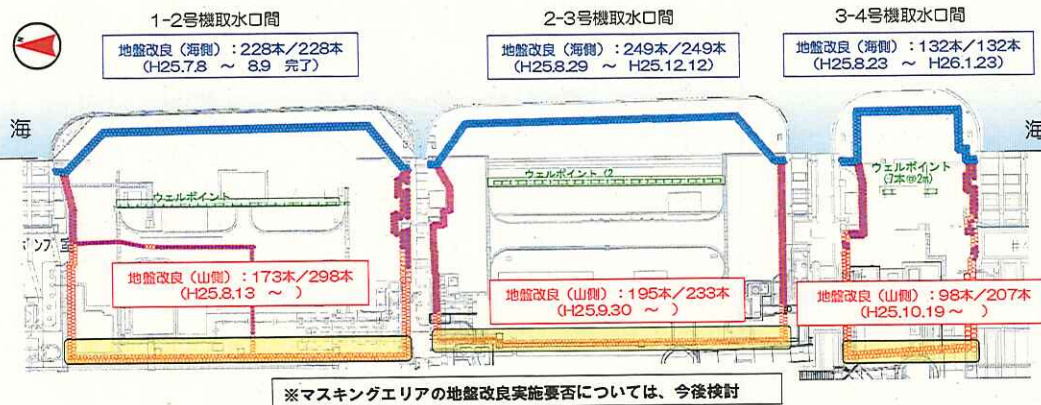
**対策①** 港湾への流出防止・・汚染エリアの地盤改良・地下水くみ上げ・地表舗装【漏らさない】【近づけない】

**対策②** 汚染源除去・・・・・トレンチ内高濃度汚染水の除去【取り除く】

**対策③** 汚染水増加の抑制・・建屋山側の地下水くみ上げ(地下水バイパス)【近づけない】

**対策①** 港湾への流出防止・・汚染エリアの地盤改良・地下水くみ上げ・地表舗装

※平成26年2月14日朝時点



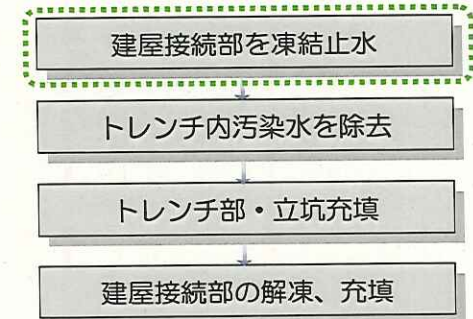
●印は海側、●印は山側の地盤改良施工済みの箇所  
○印は山側の未施工箇所

**対策③** 汚染水増加の抑制・・建屋山側の地下水くみ上げ(地下水バイパス)

- 地下水バイパスは、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**取り組みです。
- 揚水井から汲み上げた地下水の**水質確認**、ならびにその水を貯蔵する**一時貯留タンクの水質確認**を実施しましたが、いずれも**検出限界値未満**または**十分に低いこと**を確認しています。
- 平成26年2月3日、排水基準・運用目標等の案について公表しました。



**対策②** 汚染源の除去・・トレンチ内高濃度汚染水の除去

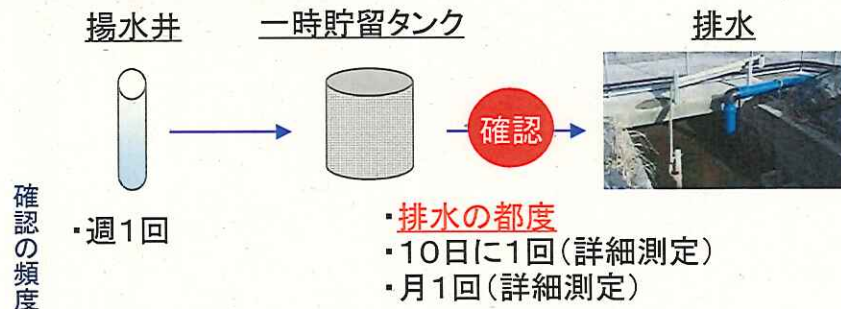


- 止水のモックアップ試験を実施し水の対流を抑制する氷の止水壁を構築し、止水性能を確保する工法を確認。



# (10) 地下水バイパスの運用方法

## 排水前の水質確認頻度



○「揚水井 (井戸)」で地下水を汲み上げ、それを「一時貯留タンク」に貯め、水質測定を行って、**排水の都度、運用目標未満であることを確認**した後、「排水」します。  
○それ以外にも、「揚水井」「一時貯留タンク」において、**定期的により詳しく水質確認**を行います。

## 排水における運用目標 (自主基準)

### ○核種別の目標値

(単位: ベクレル/リットル)

|                      | セシウム<br>134 | セシウム<br>137 | 全ベータ | トリチウム  | 法令告示濃度<br>に対する割合<br>の和 |
|----------------------|-------------|-------------|------|--------|------------------------|
| 運用目標                 | 1           | 1           | 5    | 1,500  | 0.22※3                 |
| 法令告示<br>濃度※1         | 60          | 90          | 30   | 60,000 | —                      |
| WHO飲料水<br>水質ガイドライン※2 | 10          | 10          | 10   | 10,000 | —                      |

※1 告示濃度の水を毎日約2リットル飲み続けた場合でも、年間被ばく量約1ミリシーベルト

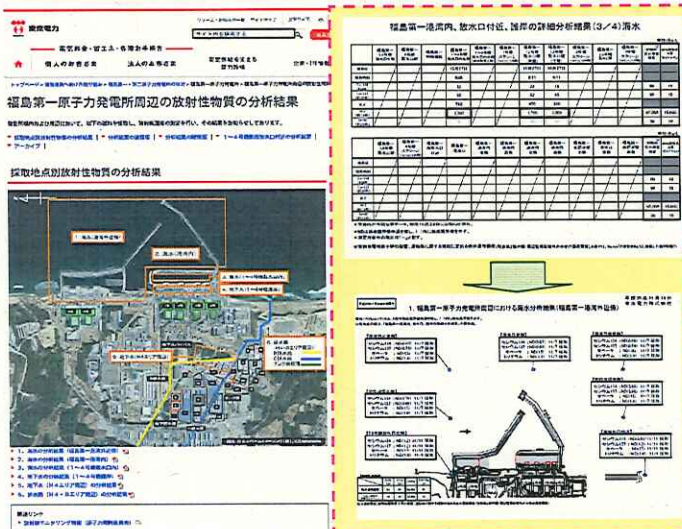
※2 飲料水摂取による年間被ばく量約0.1ミリシーベルト

※3 計算式:  $0.22 = 1/60 + 1/90 + 5/30 + 1,500/60,000$

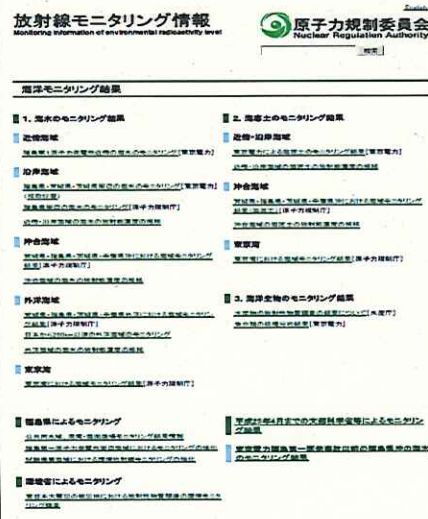
【参考】運用目標については、陸上のガレキ等とあわせて敷地境界における実効線量制限の達成に向けて、検討・確認していく。

## 【参考】広くご理解いただくために

### 当社ホームページでの情報発信 (改善)



### 原子力規制委員会ホームページ



### 食堂における宮城県海産物の利用・社員への販売



- ・当社ホームページの改善: モニタリング結果のトップページに航空写真を掲載するとともに結果を図面表記に変更し、モニタリング地点の位置関係を明確化。
- ・原子力規制委員会ホームページでの広報: 関係各所 (環境省・規制庁・水産庁・福島県・東京電力) のモニタリング結果をまとめて掲載。
- ・食堂における利用: 本年3月から、本店及び準備の整った支店にて毎週木曜日を「宮城県海産物の日」と銘打って、宮城県海産物を提供。協力企業にも拡大実施中。
- ・社員等への販売: 本店及び各支店で定期的に行っているバザーにて福島県産品と合わせ宮城県海産物を販売 (3月19日)。また、社内用ホームページにて宮城県海産物を紹介。10