第49回原産年次大会2016

福島第一原子力発電所における廃止措置の 現状と課題

2016年4月12日

小森 明生

フェロー 東京電力ホールディングス(株)



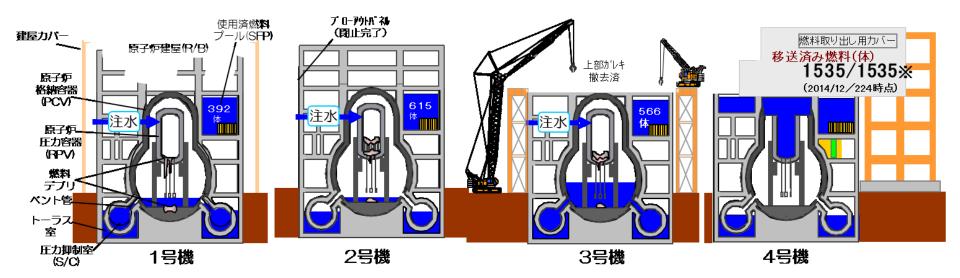
本日のポイント

- 1. 福島第一原子力発電所の現状
- 2. 汚染水対策
- 3. 労働環境改善
- 4. 燃料取り出しに向けた状況
- 5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発
- 6. 情報提供・コミュニケーション改善



1. 福島第一原子力発電所の現状(原子炉や建屋の状況)

■ 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19℃	
3号機	約17℃	

格納容器内温度		
1号機	約14℃	
2号機	約20℃	
3号機	約16℃	

燃料プール温度		
1号機	14.3°C	
2号機	24.1℃	
3号機	20.0℃	

原子炉注水量		
1号機	注水量: 4.4㎡ /h	
2号機	注水量∶4.2㎡ /h	
3号機	注水量∶4.2㎡/h	

2016年2月24日 11:00 現在

※4号機使用済燃料プール内の燃料は2014年12月22日に取り出し完了済み



1. 福島第一原子力発電所の現状(パラメーターの監視)

■ プラント状況をモニター室で監視



安全性を高めるため、原子炉への注入は複数系統にて実施





1. 福島第一原子力発電所の現状(現状と課題)

現 状 1号機

題

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力 バー撤去を実施中

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







2015年10月撮影

2号

ブローアウトパネルを閉止し、放射性物質の飛散を 抑制

現

原子炉建屋内の線量低減対策



2011年4月10日撮影

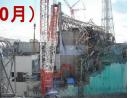


2012年8月15日撮影

3号 機

課 顥 原子炉建屋上部のガレキ撤去が完了(2013年10月)

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



2012年2月12日撮影





2013年10月11日撮影 燃料取り出し用カバーイメージ

4号

課

現

使用済燃料プールからの燃料取り出し 完了 (2014年12月22日完了)

建屋解体を含む本格的な廃炉作業の検討



2011年9月22日撮影





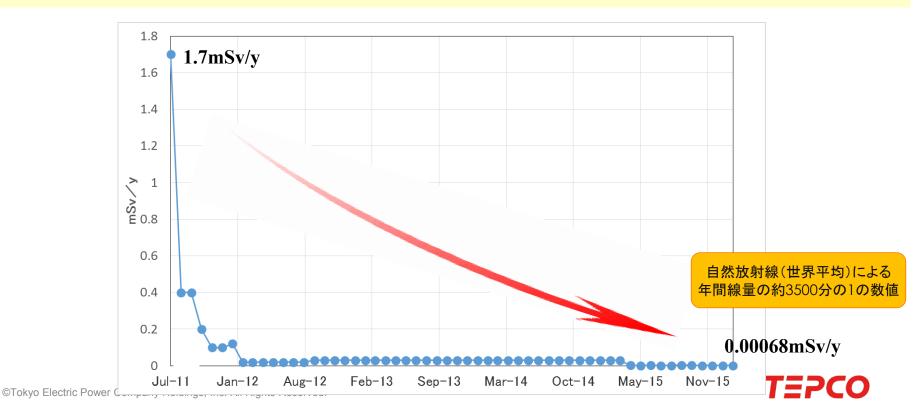
2012年7月5日撮影 2013年11月12日:カバー工事完了



1. 福島第一原子力発電所の現状(気中放射性物質の状況)

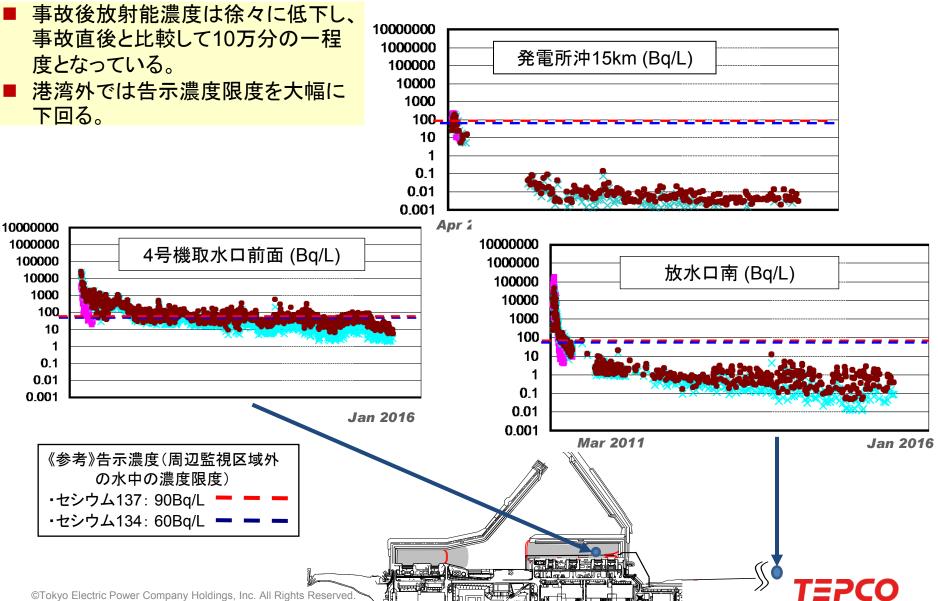
- 大気中への放射性物質の放出は大幅に低減
- ▶ 1~4号機の圧力容器・格納容器から放出される放射性物質(セシウム)の量は、原子炉建屋頂部での大気風の放射性物質濃度(塵濃度)に基づいて算定される。
 - → 合計放出量(2016年2月現在)の査定値は、約22万Bg/hrと算定された。
 - → 事故収束に向けたロードマップのSTEP2完了時点(2011年12月)における評価値(約6千万Bq/h)と 比較して<u>約270分の1</u>である。
- ➤ このため、敷地境界での被ばく線量は最大でも0.00068mSv/yr_と査定される。

(すでに放出されている放射性物質の影響を除く)注記:法律により定められた被ばく限界は1mSv/yrである。



1. 福島第一原子力発電所の現状 (港湾内外における放射能濃度の変化)

- 事故直後と比較して10万分の一程 度となっている。



1. 福島第一原子力発電所の現状(廃炉措置のロードマップと現状)

第1ステップ 使用済燃料プール からの燃料取り出し

1,2号機 3号機

ガレキ撤去、除染 | 燃料取出し設備の設置

重機によりオペフロからガ レキを撤去



3号機

架台と燃料取扱機の設置



4号機

燃料取り出し

使用済燃料プールから燃料を取り出し、 共用プールに移送



.....4号機.

保管/搬出

4号機

使用済燃料プールから取り出した燃料を共用プールで保管 これらはより安全性の高いドライキャスク設備に て保管

1~3号機

第2ステップ 燃料デブリ取り出し

除染、原子炉格納容器内の状 況把握

除染、漏えい認知ロボットの開発、 PCV内を様々な技術で調査



1号機での ミュオン技術



2号機PCV内 調査

燃料デブリ取り出し

技術開発と適切な取り出し装置によるデブリ取り出し

デブリ取り出し方法の 検討

保管/搬出

取り出された燃料デブリは専用のキャニスターにて保管

燃料デブリ保管方法の 検討

第3ステップ 原子炉施設の解体等

シナリオ・技術の検討

設備の設計・ 製作

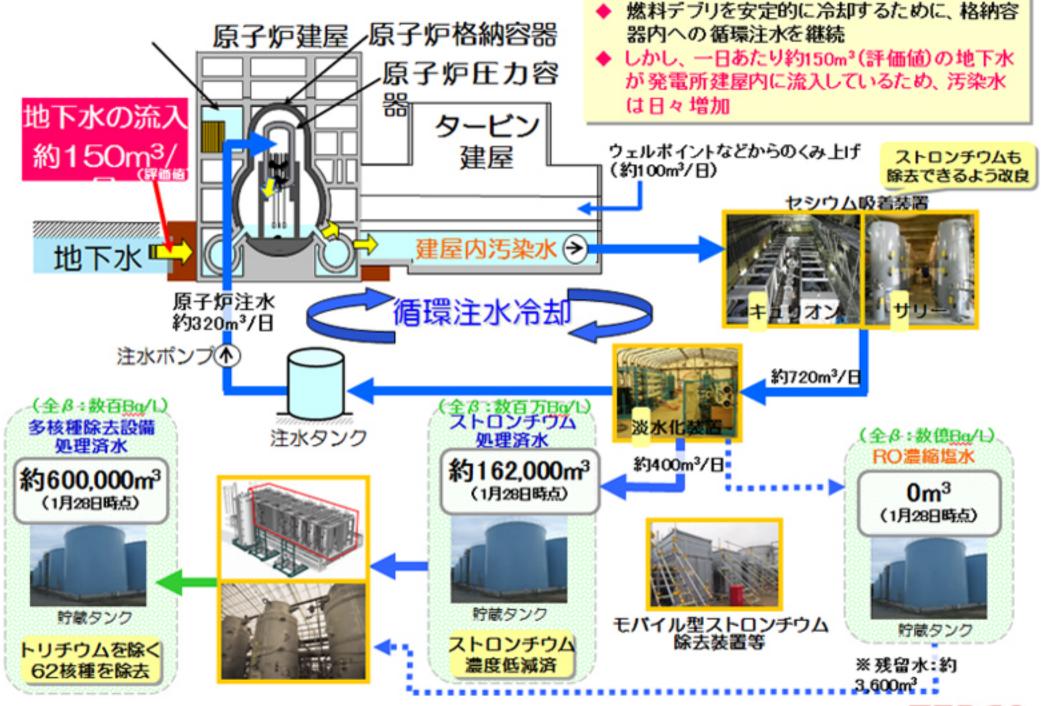
解体など



1. 福島第一原子力発電所の現状 (まとめ)

プラントの現状と放射線による影響

- ◆全てのプラントは冷温停止状態にあり、主要パラメータは24時間/365日監視を実施
- ◆福島第一発電所から放出される放射性物物質はかなり低減され、周辺環境に与える影響は低下している。
- ◆ 使用済燃料プールから燃料取出しを実施中。燃料デブリ取り出し方法を検討しており、様々な技術を使って原子炉格納容器内調査を実施中。



2. 汚染水対策(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しており、下記の3 つの基本方針に基づき対策を進めている

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(※)内の汚染水除去 (※)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**

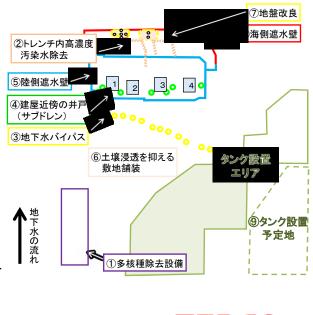
- ③地下水バイパスによる地下水くみ上げ
- 4建屋近傍の井戸での地下水くみ上げ
- ⑤凍十方式の陸側遮水壁の設置
- ⑥雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装

⑥敷地舗装 ③地下水バイパス くみ上げ セシウム除去 淡水化 原子炉建屋 地下水位 ④サブドレン ⑦水ガラス くみ上げ タービン建屋 ②トレンチ 上部透水層 難透水層 揚水井 下部透水層 ウェルポイント 難透水層 地下水ドレン ⑤陸側遮水壁 8海側遮水壁

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)

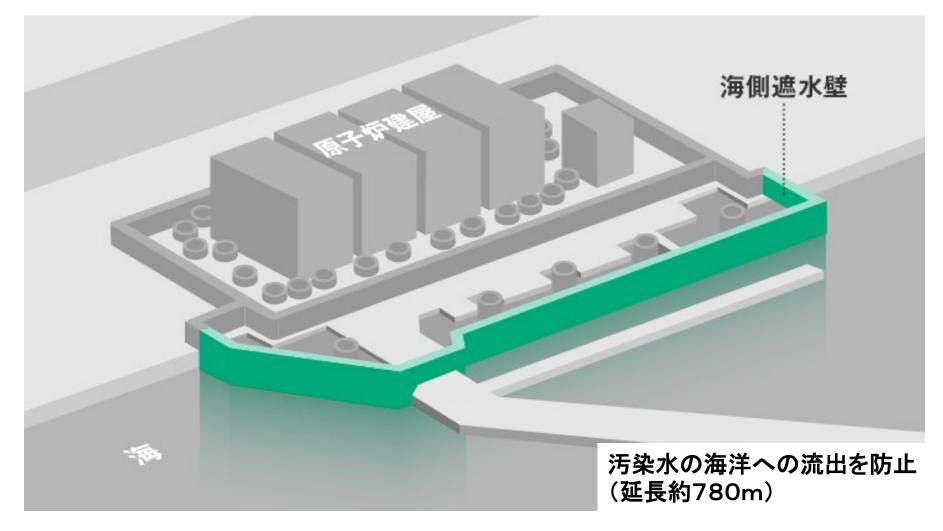




TEPCO

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

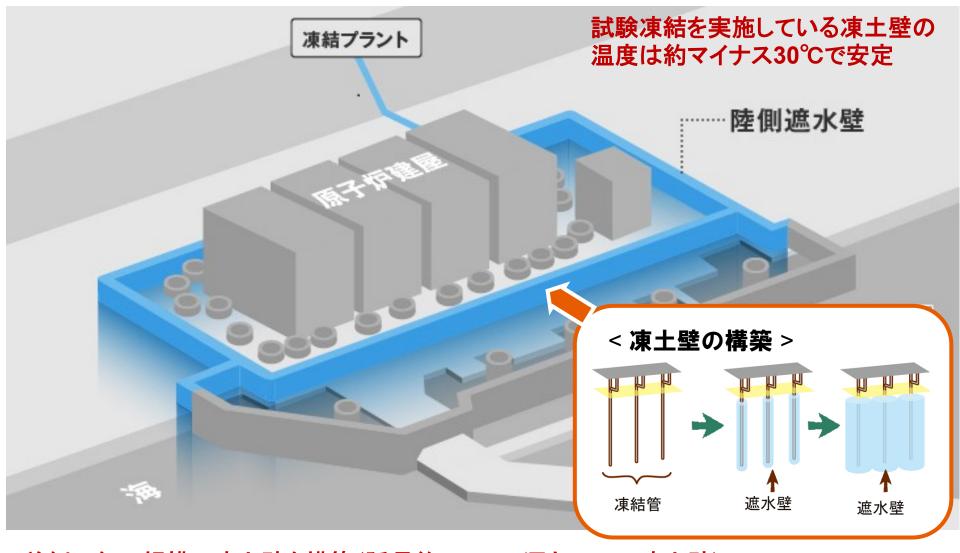
2. 汚染水対策(海側遮水壁の設置)



海側遮水壁は昨年10月に完成

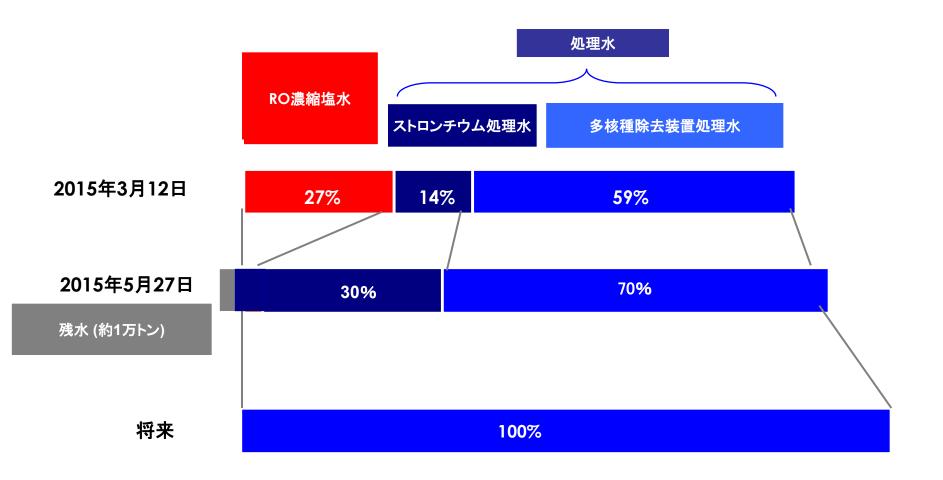


2. 汚染水対策(陸側遮水壁の設置)



前例の無い規模で凍土壁を構築(延長約1.5km、深さ30mの凍土壁) 凍結を開始







汚染水処理の完了

- ◆ タンクに貯蔵した汚染水の処理を昨年5月末に完了。一度 処理した水も再処理を行うことで更なるリスク低減に取り組 む
- ◆様々な汚染水対策を実施することで、建屋に流入する地下 水の量は低下
- ◆ 必要なタンクを確保するため、今後も建設を進め適切な管理を実施する



3. 労働環境改善(作業員の推移)

■ 現場で働く作業員の数は大幅に増加



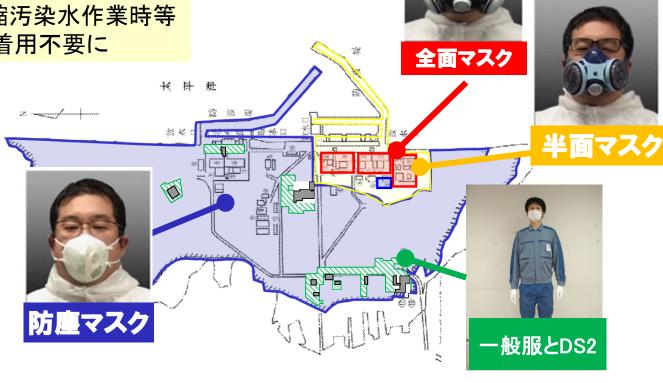
長期にわたる安定的な雇用確保

- ■物理的な環境整備に加え、安定的な雇用が確保できるよう、現在、福島第一の発注の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となる



3. 労働環境改善(除染の推進と軽装備化)

- ■事故直後は全域で全面マスクを着用
- ■現在は建屋内や濃縮汚染水作業時等 を除き、全面マスクは着用不要に



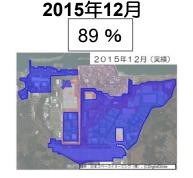
線量低減実施エリアの拡大

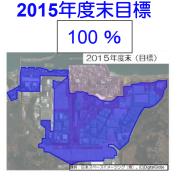
:目標達成(5µSv/h)を確認したエリア(胸元または地表面で確認)

在 40 % | 2013年度末 (実績)

2013年度

2014年度 77 % ^{2014年度末 (実績)}

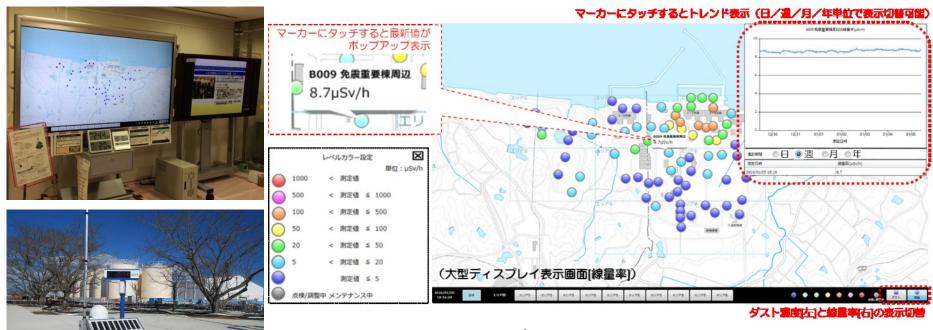




©Tokyo Electric Power Company I

3. 労働環境改善(放射線環境の見える化)

- 構内各所に線量率モニタを設置(現在86箇所)し、現場の線量率を連続表示させるシステムを構築
- 免震重要棟など作業員の往来が多い箇所に設置した大型ディスプレイにリアルタイム表示させ、 作業員が線量率を確認しやすい環境を整備。



ディスプレイと表示イメージ

放射線モニター

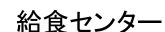


- 2015年5月31日から約1,200人収容できる大型休憩所が運用を開始し、翌6月1日から 食堂での食事の提供を開始。
- 東京電力社員が勤務する新事務棟が2014年10月に完成し、2015年6月から食事の提供も開始
- 大熊町大川原地区に建設していた3,000食を提供できる給食センターが2015年3月31 日に完成
 - →地元福島県産品の消費拡大と雇用機会の創出



大型休憩所







3. 労働環境改善(まとめ)

労働環境改善

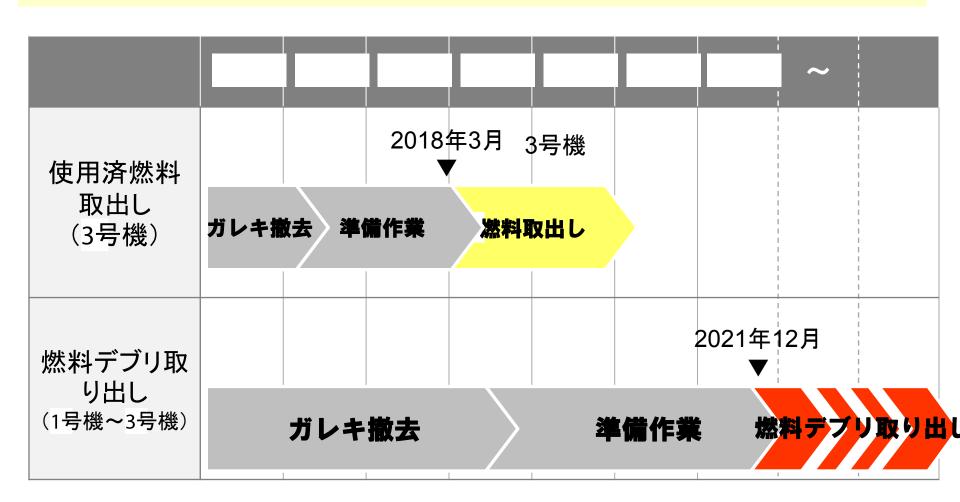
- ◆ 労働災害/事故の予防と作業内容の向上のためには労働環 境改善が必須
- ◆ 良好なコミュニケーションを通じたチームビルディング のため にも大型休憩所を含む厚生施設の整備が重要
- ◆ 除染作業の進展による現場の線量低減は、福島第一で働く 作業員の放射線安全に関する懸念を払しょく



4. 燃料取り出しに向けた状況(長期的スケジュール)

■ 4号機:使用済燃料取出し(2014年12月)

■ 1-3 号機:使用済燃料取出しを準備中





4. 燃料取り出しに向けた状況(4号機のプール燃料取り出し)

- 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
- 535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



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



4. 燃料取り出しに向けた状況(3号機の現状)

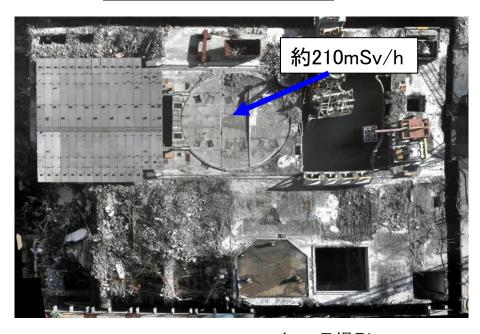
- オペフロと使用済燃料プールからのガレキ撤去を完了
- 遮蔽方法を検討中

<u>大型ガレキ撤去前</u>



2011年3月撮影

現状(除染作業実施中)



2014年12月撮影

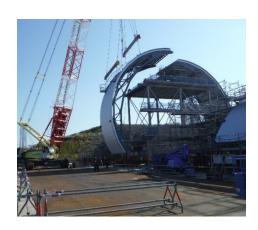


4. 燃料取り出しに向けた状況(3号機のカバー設置準備状況)

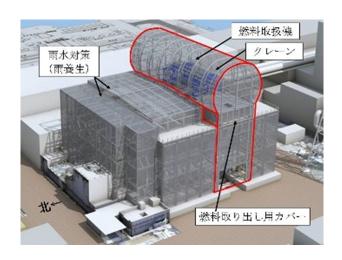
- カバー設置の準備状況
- ✓ 鋼製フレームやガーダーを含むカバー組立に使う多くの部材を、福島第一から約50km離れた小名浜港に運搬
- ✓ 組立手順を確認するため小名浜港で部材を組立
- ✓ 部分的に組み立てたモジュールで保管し、福島第一での作業時間を削減し被ばくを低減



FHM取り出し(2015年8月2日)



小名浜港での組み立て作業 (2014年10月)



燃料取出カバーの設置(イメージ)



4. 燃料取り出しに向けた状況(1号機のオペフロの状況)

- 2011年の事故直後に設置された原子炉建屋カバー内部ではガレキが手つかずのまま 散乱
- 現在および今後の作業:ダスト飛散対策
- ✓ 建屋カバー解体を実施中
- ✓ ガレキの撤去
- ✓ 作業に伴う被ばく量低減のための除染と遮蔽の検討
- ✓ 燃料取出しに向けた架台と燃料取扱機の設置









オペフロの状況

原子炉建屋カバー解体 TEPCO

使用済燃料プールからの燃料取出し

- ◆ 4号機から使用済燃料を計画どおり取り出すことができ、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
- ◆ 高放射線量のため、1~3号機ではリモートコントロール式の重機の使用や除染、遮蔽対策など追加的な対策により被ばく量の低減が課題



使用済燃料 プール(SFP)

39

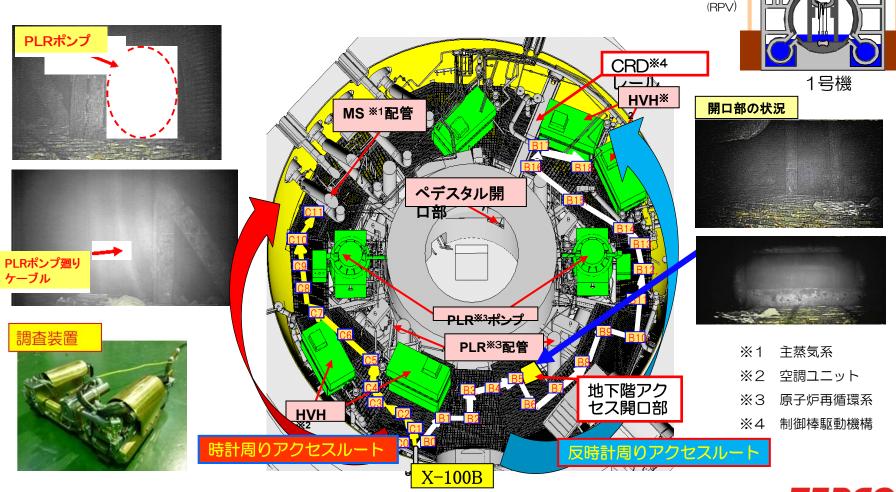
原子炉 格納容器

(PCV)

原子炉. 圧力容器

5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発(ロボットによる調査)

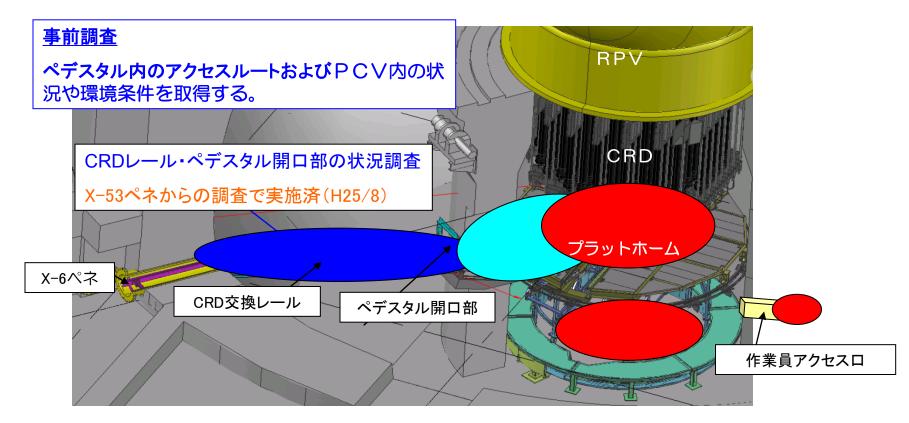
- 2015年4月、1号機格納容器内部の状況を調査するため、1階グレーチングにX-100Bペネトレーションを通じてロボットを投入
- 内部の線量や温度とともに多くのビデオ撮影を実施



5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発

(2号機PCV(ペデスタル内)調査(計画案)

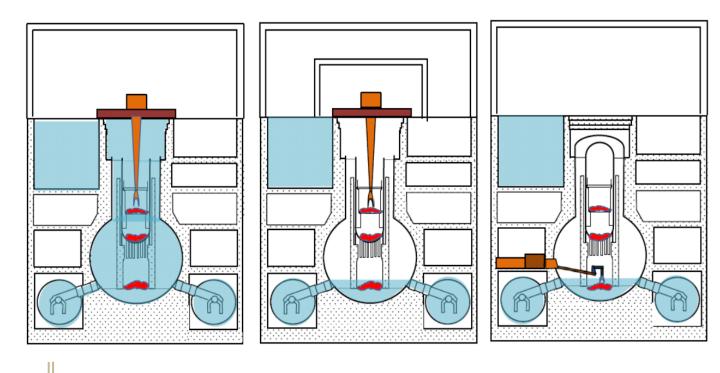
- 格納容器内のRPVペデスタルの調査を実施
- X-6ペネ→CRD交換レール→ペデスタル開口部を経由しペデスタル内に調査装置を投入することでペデスタル内の燃料デブリの位置(分布)の把握を期待





5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発(燃料デブリ取り出し方法)

■ 冠水の程度に応じた燃料デブリ取り出し工法を検討中



燃料デブリ	冠水	気中	気中
アクセス	上部	上部	側面
課題	格納容器の止水、耐震性		放射性ダストの飛散 放射線の遮蔽など T≡PCO

5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発(ロボットの研究開発)

- 最新ロボット技術開発と適用:
- ✓ 調査 (内部状況、放射線レベル、温度、漏水、etc.)

Pool

Cooling

- ✓ 除染
- ✓ 燃料デブリ取り出し

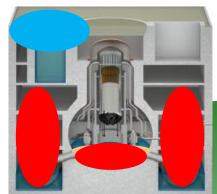




Interior Survey















Interior Decontamination & Debris Removal











5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発(まとめ)

燃料デブリ取り出し

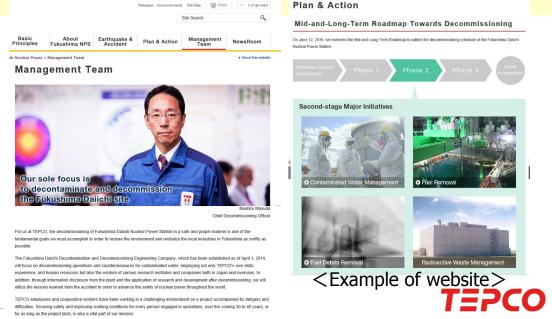
- ◆燃料デブリ取り出し方法を検討するため、様々なロボットを使って原子炉建屋内部のコンディションやデブリ位置の確認を実施
- ◆ 通常の廃炉と異なり、福島第一での燃料デブリ取り出しは類似の経験がないため、相当な困難が想定される。これを克服するためには世界中からあらゆる技術を集める必要があり、福島からも情報発信に努める
- ◆ 今後の廃炉作業を進めるには、作業員の被ばく量と公衆に 対するリスク低減のバランスを考慮する必要がある。

6. 情報提供・コミュニケーション改善

- 関係自治体との協定等に基づき、廃止措置の取組状況を報告。事故・トラブルの発生時には、通報連絡を実施。
- 放射性物質の分析データの公表方法を見直し、観測地点の場所から最新の観測 データを容易に確認出来るように改善。
- 可視化を意識した情報提供、動画解説や映像提供を実施。
- ホームページ(http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/index-j.html)について、状況・取組別に分類を整理し、検索が容易なレイアウトに見直し。



< Results for radiation dose >



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





ご清聴ありがとうございました。



