

福島第一原子力発電所 廃炉に向けた技術開発の取り組み

平成25年5月16日

畠澤 守

株式会社 東芝 電力システム社 原子力事業部

原子力福島復旧・サイクル技術部 部長

TOSHIBA CORPORATION



- 震災当時の状況と対応
- 福島第一原子力発電所の安定維持に向けた取り組み
- 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた中長期対策への取り組み
- 最後に

震災当日の各サイト状況と東芝グループの対応

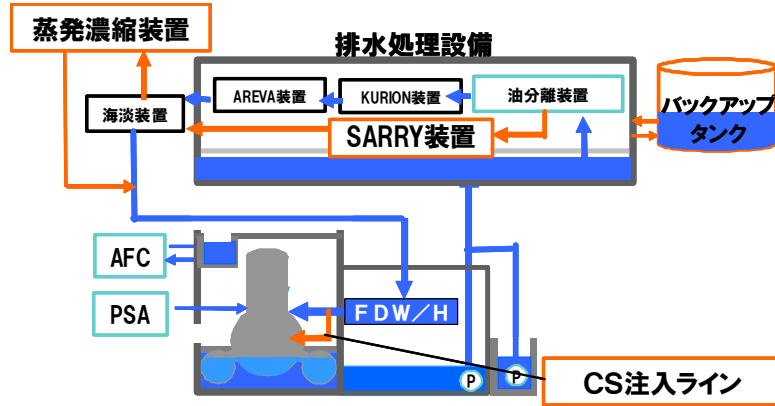
<p>① 大間原子力発電所</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 建設中、地震と津波被害なし □ 東芝事務所 3/13まで停電 199名全員無事 □ 20名で現場安全確認実施 	<p>② 東通原子力発電所</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 定検中、地震と津波被害なし □ 東芝事務所 3/12まで停電 970名全員無事 □ 21名が事務所待機 	<p>③ 六ヶ所再処理建設所</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 試運転中、地震と津波被害なし □ 東芝事務所 3/16まで停電 250名全員無事 □ 10名が事務所待機
<p>6サイトで 2800名強勤務</p> <p>全員無事を確認</p> <p>直ちに現場点検、 復旧対策に協力</p>		
<p>④ 女川原子力発電所</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 運転中の1, 3号機、起動中の2号機が地震で自動停止。冷却機能を維持し冷温停止。 □ 東芝事務所 キャビネット転倒。3/12まで停電。通信不可。道路寸断で3日間帰宅不可。296名全員無事 □ 現場点検を客先と実施 <p>⑤ 福島第一原子力発電所</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 運転中の1~3号機が地震で自動停止。4~6号機は定検中。津波で1~4号機が冷却機能喪失。5, 6号機は冷温停止。 □ 東芝事務所 被害甚大。通信不可。1032名全員無事 □ 免震棟に残り事故対応に不眠不休で対応。 		

福島復旧PJの活動(東芝グローバル支援体制)



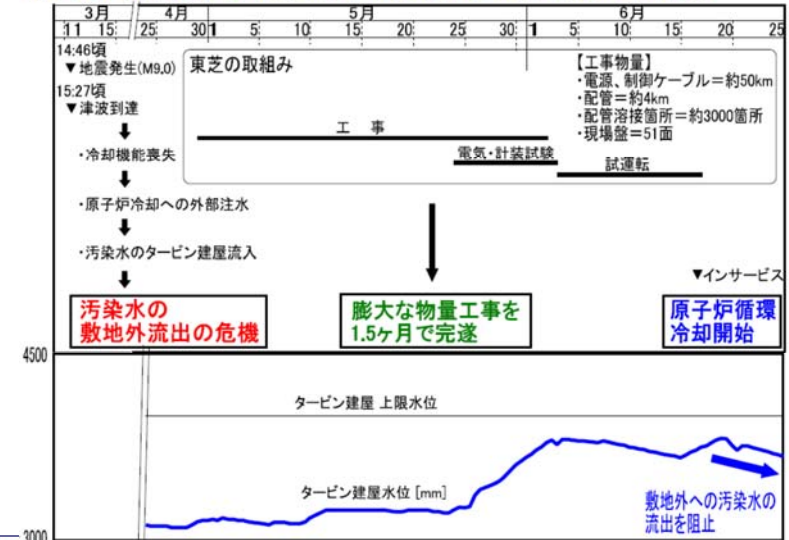
福島復旧PJの活動(東芝が設置した主要システム)

◆ステップ1(～7月)、ステップ2(8月～12月)



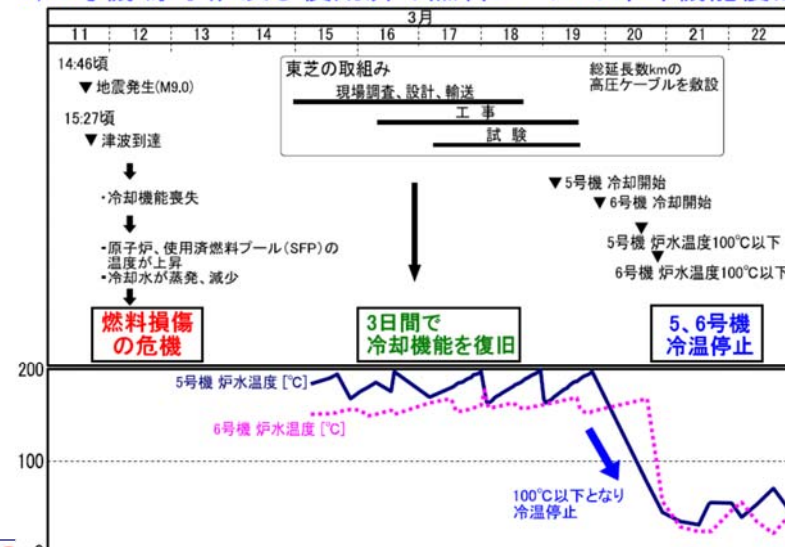
福島復旧PJの活動(プラント安定化への貢献)

原子炉循環冷却のための汚染水処理システム構築



福島復旧PJの活動(プラント安定化への貢献)

5, 6号機 原子炉及び使用済み燃料プールの冷却機能復旧

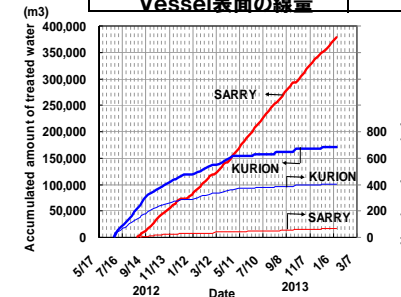


水処理システム: SARRYの開発・設置

■ SARRY (Simplified Active water Retrieve and Recovery System)

- ◆ Cs除去性能(DF)向上
- ◆ メディア交換頻度の改善(廃棄物発生量の低減)
- ◆ 作業員被ばく低減のための遮へい設計
- ◆ 2011年10月以降、順調に運転中(水処理の中心的役割)

	SARRY	KURION	AREVA
Cesium除去性能 DF	1×10^6	$1 \times 10^{2-5}$	1×10^3
Vessel当りの処理水量	5,568 m ³ /vessel	425 m ³ /vessel	-
Vessel表面の線量	<1mSv/h	30mSv/h	-



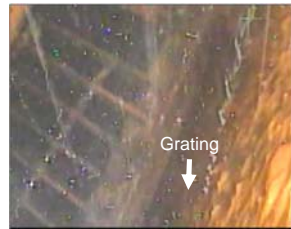
プラント状態のモニタリングとPCV内部調査

■RPV温度計測の信頼性向上

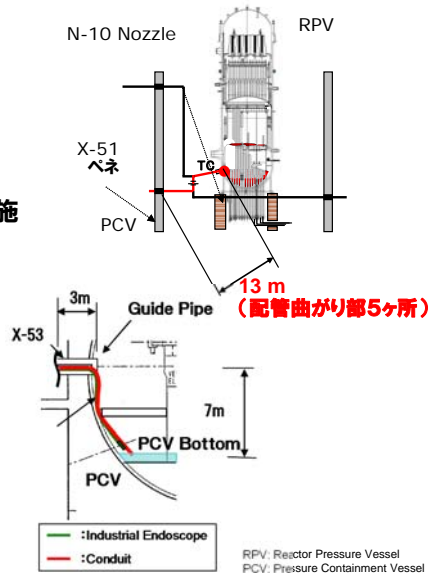
- ◆ 2号機RPV温度計の全数が異常
- ◆ 代替温度計の設置(SLCライン)

■PCV内部調査

- ◆ 内視鏡の挿入
- ◆ 2号機で2回(1st, 2nd)調査実施
- ◆ PCV内の水位を確認

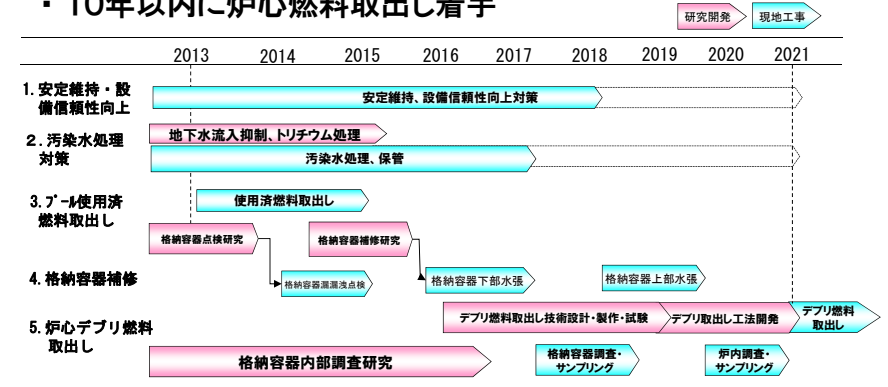


2号機PCV内部



廃炉に向けた中長期ロードマップに沿った活動推進

- ・ 廃炉対策推進会議(経産省、文科省、規制庁、JAEA、東電、東芝、日立GE 等が参画)にて号機毎の工程前倒し検討
- ・ 安定維持・設備信頼性向上、汚染水処理対策
- ・ 2年以内に使用済み燃料プールから燃料取出し着手
- ・ 10年以内に炉心燃料取出し着手



汚染水処理対策

■ 現状の課題

- 中期的に増加し続ける滞留水の貯蔵・管理
地下水流入による汚染水の増加(約400m³/日)
→累計70万m³(2015年中頃)

■ 短中期的対応

- 地下水の流入抑制(地下水バイパス、サブドレン復旧)
- 多核種除去設備の早期安定運転
- 海側遮水壁の設置

■ 中長期的対応

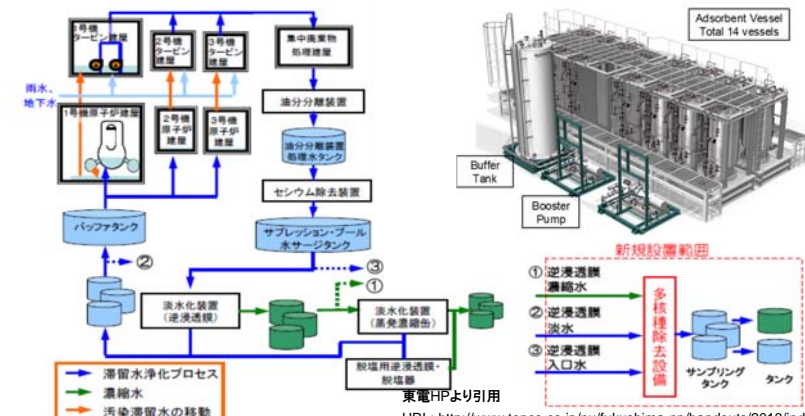
- 地下水の流入抑制のための抜本策(陸側遮水壁、建屋止水、等)
- トリチウム処理対策

多核種除去設備の開発

■ 処理水(Cs除去済)の放射性濃度を低減

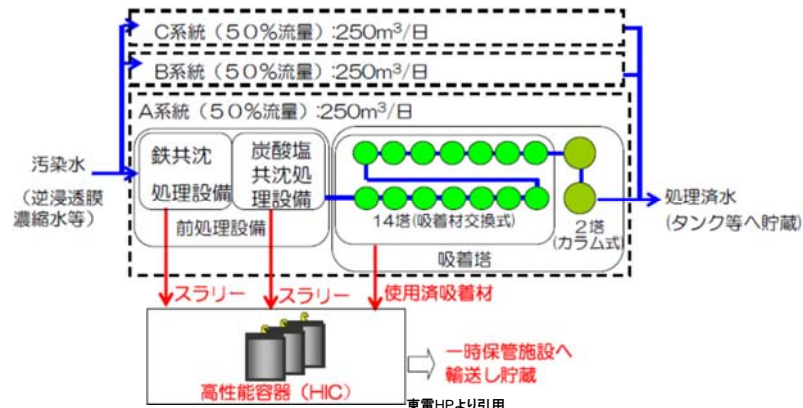
- ストロンチウム等62核種を告示濃度限度以下

■ ES社の基本概念をベースに詳細設計、設置



多核種除去設備の開発

- 廃棄物(スラリー、使用済吸着材)は高性能容器(HIC)にて保管
- A系ホット試験中

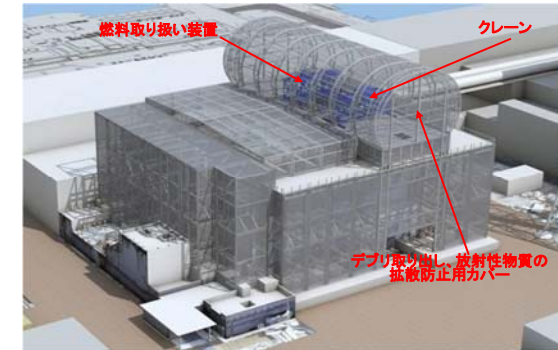


東電HPより引用
URL: <http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2013/index-j.html>

3号機使用済み燃料プールからの燃料取り出し

■燃料取り出しシステムの開発

- ◆ TMI実績のある米国チーム(ウェスティングハウス社、USベンダー)連携
- ◆ 遠隔での燃料取り扱い装置、クレーン、移送容器の開発
- ◆ 作業環境: 最大800mSv/h以上



3号機SFP燃料取り出しシステムの概念図

3号機使用済み燃料プール内ガレキ撤去

■ 3D-CADを用いたガレキの特定と撤去計画

- ◆ 2D写真/ビデオイメージデータから3Dデータを構築.
- ◆ 最適なガレキ撤去方法の構築が可能

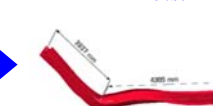
1. Video イメージ (デジタルカメラのデータ)



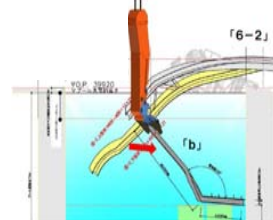
2. イメージプロセッシング技術



3. 3DCADへの変換

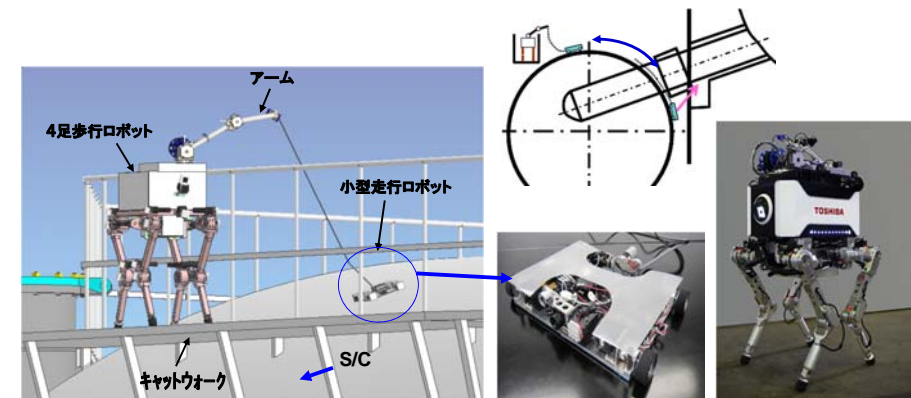


4. 撤去方法の構築



PCVベント管下部周辺のロボットによる漏えい確認

■ 四足歩行ロボットの開発



四足歩行ロボットによる
ベント管下部周辺調査概念

小型走行ロボット

四足歩行ロボット

東電HPより引用
URL: <http://photo.tepco.co.jp/date/2012/201212-j/121211-01j.html>

廃炉に向けた研究開発PJ(国プロ)

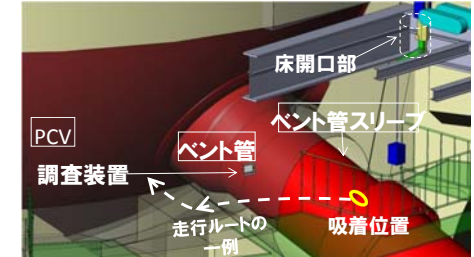
燃料デブリ取り出し準備

- 建屋内の遠隔除染技術の開発
- PCV漏えい箇所特定技術、補修技術の開発
- PCV内部調査技術の開発
- RPV/PCVの健全性評価技術の開発
- 燃料デブリの臨界管理技術の開発
- 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握
- デブリ特性把握、処置技術、計量管理方法の開発

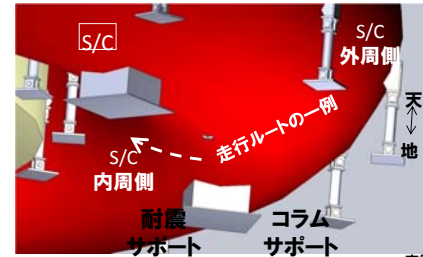
遠隔除染技術、PCV下部漏えい箇所調査装置



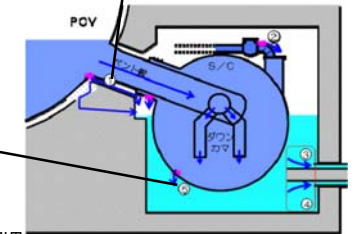
ドライアイスブラスト除染装置



D/W-ベント管接合部調査装置の運用概念



S/C下部調査装置の概念仕様



東電HPより引用

URL: <http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/conference-j.html>

災害対応無人化システム研究開発PJ(NEDO)

遠隔操作ヒューマンインターフェース(HIF)の開発



遠隔操作HIFの基本構成と操作画面

水陸両用移動装置の開発

漏水箇所モニタリングデバイス
(ドップラー流量計、超音波カメラ)
の搭載可能



水中階段昇降

装置概要

NEDO HP
http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100176.html より引用

最後に

- 3. 11震災以降、福島第一原子力発電所の復旧に貢献
 - ◆ プラント状態予測、評価
 - ◆ 原子炉、SFPの安定冷却
 - ◆ 汚染水の水処理システム
 - ◆ PCV内部調査
- 廃炉に向けた中長期ロードマップに基づく技術開発の加速
 - ◆ SFP燃料取り出し、燃料デブリ取り出し技術
 - ◆ 廃棄物処理・保管技術
 - ◆ 国際協力、国内外技術・知見の活用
- プラント状態の予測、評価を繰り返し実施
⇒適切な補修技術等を開発し、実機、現場へ適用