

福島第一原子力発電所の現状と今後

2012年4月18日
東京電力株式会社
相澤 善吾



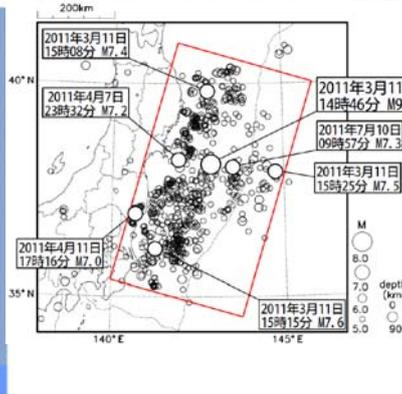
All Rights Reserved ©2012 The Tokyo Electric Power Company, Inc.

地震及び津波の規模(1)

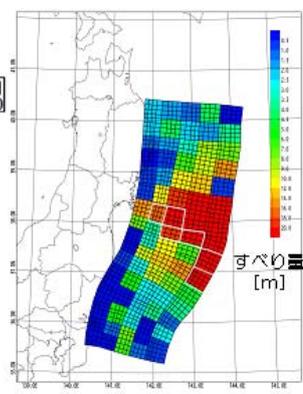
発震日時 ; 2011年3月11日(金)午後2時46分頃
 発生場所 ; 三陸沖(北緯38度、東経142.9度)、震源深さ24km、マグニチュード9.0
 各地の震度; 震度7: 宮城県栗原市
 震度6強 福島県楢葉町、富岡町、大熊町、双葉町
 震度6弱 宮城県石巻市、女川町、茨城県東海村



今回の地震の震度分布



今回の地震の震源域
(気象庁作成)



今回の津波の波源
(東京電力作成)

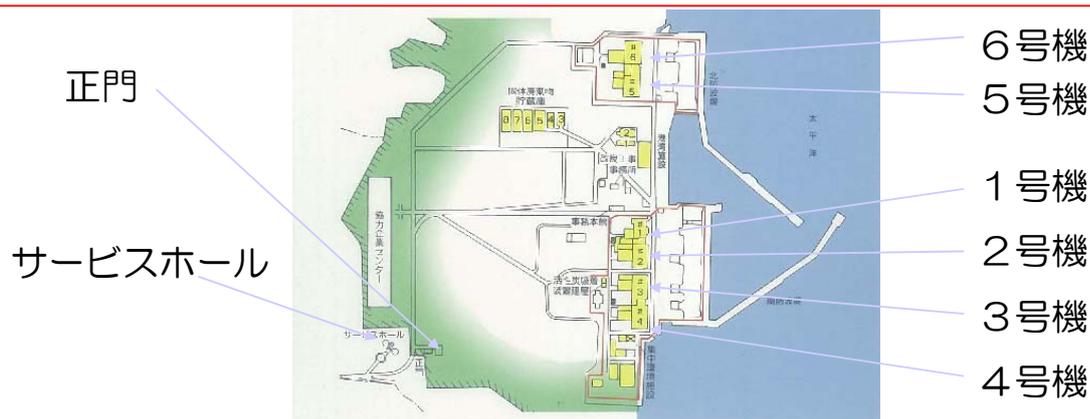
本地震は、宮城県沖、その東の三陸沖南部海溝寄り、福島県沖から茨城県沖に至る複数の領域が連動して発生したマグニチュード9.0(世界の観測史上4番目の規模)の巨大地震。当社のみならず国の機関である地震調査研究推進本部においても過去に事例のある個別の領域の地震動や津波は評価していたものの、これらすべての領域が連動して発生する地震は想定していなかった



All Rights Reserved ©2012 The Tokyo Electric Power Company, Inc.



福島第一原子力発電所の概要



所在地	号機	運転開始	型式	出力(万kW)	主契約者	地震発生時の状況	
大熊町	1号機	S46.3	BWR-3	46.0	GE	定格電気出力一定運転中	
	2号機	S49.7	BWR-4	78.4	GE/東芝	定格熱出力一定運転中	
	3号機	S51.3	BWR-4	78.4	東芝	定格熱出力一定運転中	
	4号機	S53.10	BWR-4	78.4	日立	定期検査中	全燃料取出、プールゲート閉(シュラウド交換作業中)
双葉町	5号機	S53.4	BWR-4	78.4	東芝	定期検査中	原子炉圧力容器上蓋閉
	6号機	S54.10	BWR-5	110	GE/東芝	定期検査中	原子炉圧力容器上蓋閉

観測された揺れは設計で想定された最大の地震の揺れの範囲に概ね収まっている

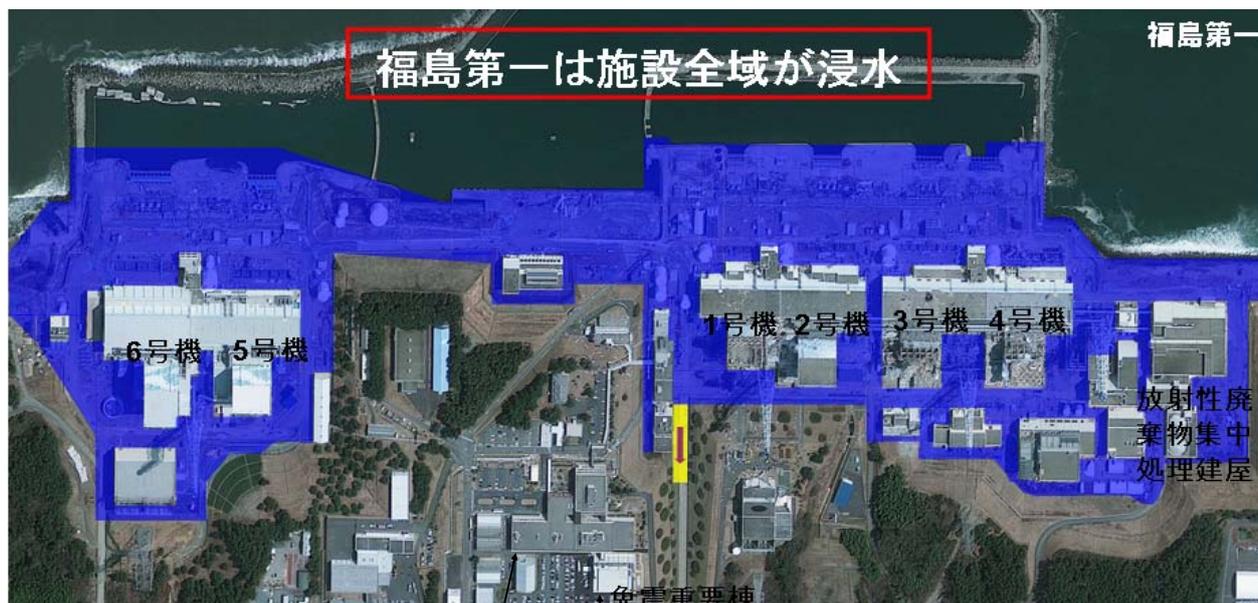
観測点 (原子炉建屋最地下階)		観測記録			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値(ガル)		
		最大加速度値(ガル)			南北方向	東西方向	上下方向
		南北方向	東西方向	上下方向			
福島第一	1号機	460*	447*	258*	487	489	412
	2号機	348*	550*	302*	441	438	420
	3号機	322*	507*	231*	449	441	429
	4号機	281*	319*	200*	447	445	422
	5号機	311*	548*	256*	452	452	427
	6号機	298*	444*	244	445	448	415
福島第二	1号機	254	230*	305	434	434	512
	2号機	243	196*	232*	428	429	504
	3号機	277*	216*	208*	428	430	504
	4号機	210*	205*	288*	415	415	504

※：記録開始から約130~150秒程度で記録が中断している

注) 基準地震動Ss: 改訂された耐震設計審査指針に基づき、発電所周辺で起こりうる地震等を考慮し、耐震安全性を評価するために新たに策定された地震動



福島第一原子力発電所 浸水箇所



(C)GeoEye

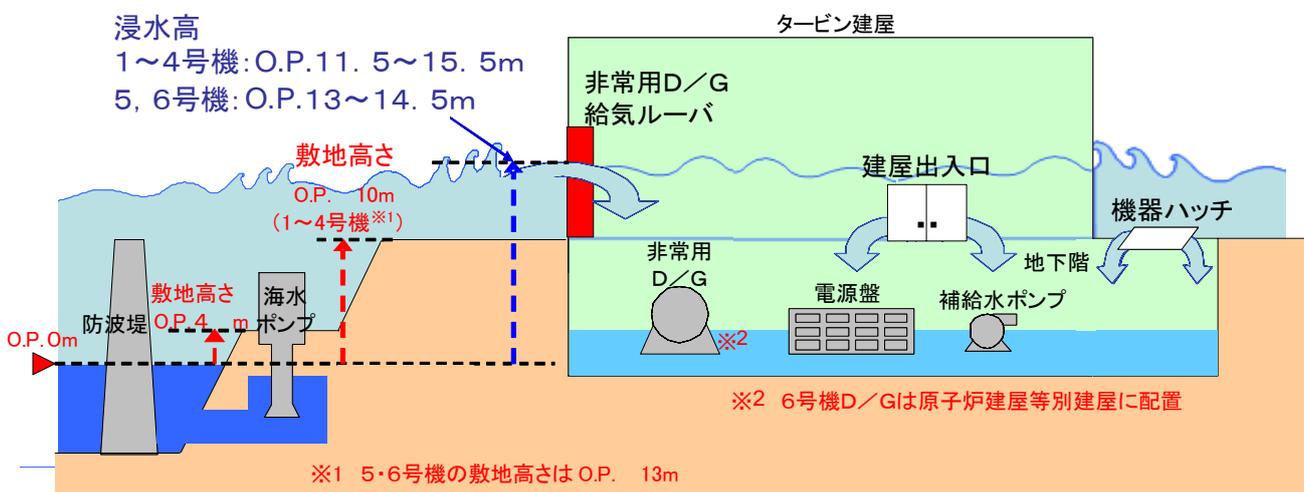


福島第一原子力発電所に襲来した津波の状況 (福島第一原子力発電所の5、6号機海沿い(固体廃棄物貯蔵所東側))



主な浸水経路

- ① 建屋への出入口
 - ② 機器ハッチ
 - ③ 非常用D/G給気ルーバー
 - ④ トレンチ、ダクト(ケーブル等貫通部) 等
- ⇒ これらを通じてD/G、電気品室等へ浸水





電源盤室



TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY

All Rights Reserved ©2012 The Tokyo Electric Power Company, Inc.



乗用車のバッテリーを必要な計器につなぎ込み



懐中電灯の明かりを頼りに計器を確認



当直副長席



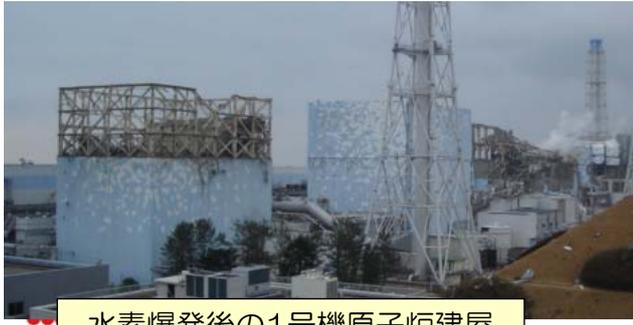
All Rights Reserved ©2012 The Tokyo Electric Power Company, Inc.



原子炉注水の消防車と散乱した漂流物



大きく開口し通行を阻んだ数多くの地割れ



水素爆発後の1号機原子炉建屋



津波で流されて道を塞ぐ重油タンク



免震重要棟の緊急対策本部



緊急対策本部



免震重要棟の入り口



事務本館の執務エリア



- ・事故後の作業で6名の東京電力社員が250mSvを超過、うち最大被ばくは約670mSv
- ・東京電力社員、協力企業の方を合わせ167名が100mSvを超過
- ・急性放射線障害による健康被害は報告されていない
(放射線業務従事者の緊急時の線量限度は福島事故後2011年3月14日に250mSvに変更されたが、現在一部の例外を除き100mSvに戻されている)



人のスクリーニング



スクリーニング訓練

収束に向けた取り組み(STEP1)



燃料プールへの注水



セシウム吸着塔設置作業



処理水タンク



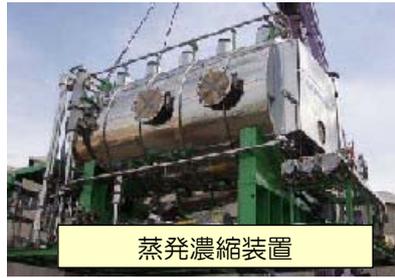
敷地、建屋本体への飛散防止剤散布



処理水受け用タンクのトレーラーへの積み替え



Jヴィレッジ内に完成した新広野単身寮



「事故の収束に向けた道筋(ステップ2)完了」のポイント

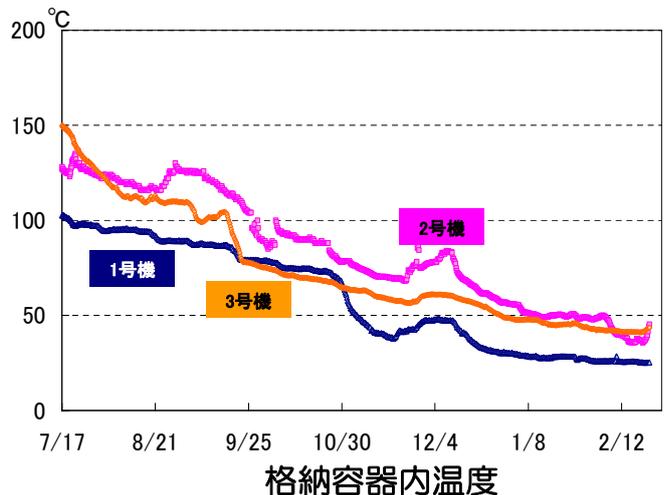
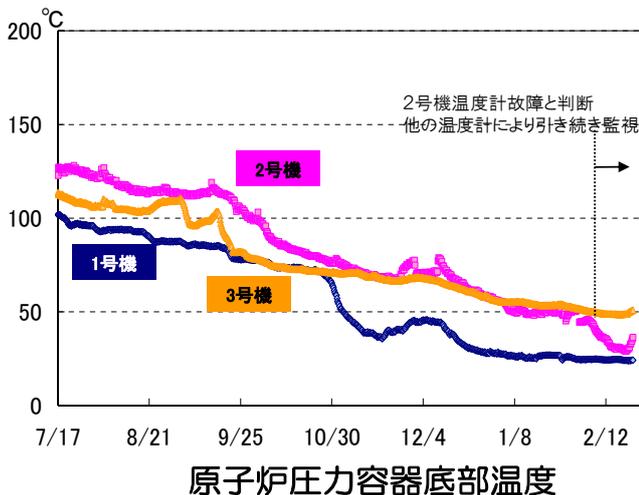
- 2011年12月16日、原子炉が「冷温停止状態」に達し、安定状態(万一事故が発生した場合においても、敷地境界における被ばく線量が十分低いこと)に至ったと判断しました。
- 原子炉以外の課題についても以下に示すとおり目標を達成し、「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」というステップ2の目標達成と完了を確認。

「福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋」の進捗状況(12月16日)

- 【課題(1) 原子炉】：「冷温停止状態」に到達
圧力容器底部、格納容器内の温度は概ね100℃以下。格納容器からの放射性物質の放出を管理し、追加的放出による公衆の被ばく線量を大幅に抑制。循環冷却システムの中期的安全を確保。
- 【課題(2) 燃料プール】：「より安定的な冷却」に到達
- 【課題(3) 滞留水】：処理施設を安定的に移働させて「滞留水全体量を減少」
- 【課題(4) 地下水】：遮水壁工事に着手したことによりステップ2の目標達成
- 【課題(5) 大気・土壌】：1号機原子炉建屋カバー竣工によりステップ2の目標達成
- 【課題(6) 測定・低減・公表】：特措法に基づく基本方針閣議決定により本格的除染開始
- 【課題(7) 津波・補強・他】：全号機の原子炉建屋の耐震安全性評価を完了、4号機の支持構造物設置完了
- 【課題(8) 生活・職場環境】：仮設寮建設・現場休憩場開設により生活・職場環境を改善
食事、入浴、洗濯等の環境改善、仮設寮の建設、現場休憩施設の開設等の対策を実施し、事故当初の厳しい環境を改善し作業員のモチベーションを維持。
- 【課題(9) 放射線管理・医療】：放射線管理強化や医療体制整備等により健康管理を充実
熱中症対策及びびんフルエンザ対策、放射線管理体制の強化、被ばく管理の徹底、長期的な健康管理に向けた検討を行うなど、健康管理対策等を実施。
- 【課題(10) 要員育成・配置】：要員育成を継続、要員の安定的確保策を継続検討
今後必要性の高まる放射線関係の要員を育成するなど、国と東京電力の連携による人材育成等を推進。
- 【中長期的課題への対応】：循環注水冷却システムの中期的安全が確保されていることを確認
中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画の策定と政府による評価を実施。今後、政府・東京電力中長期対策会議を設置。中長期ロードマップを策定し廃止措置に向けて必要な現場作業や研究開発等を推進。

冷温停止状態

- 「循環注水冷却」を継続中。
 - ✓ 原子炉圧力容器底部温度および格納容器内温度は100℃以下で安定。
- 格納容器からの放射性物質の放出管理・抑制
 - ✓ 格納容器内を冷却し、蒸気発生を抑えることで、格納容器からの放射性物質の放出は管理され、放射線量が大幅に抑えられている状態。



- 1号機から3号機の格納容器からの放射性物質の放出量の評価値(2012年3月)は **合計毎時約0.1億ベクレル**→事故直後と比べ、**約8000万分の1**
- これによる**敷地境界の被ばく線量は、最大0.02mSv/年**と評価される。

免震重要棟前バス乗車時の装備の変化



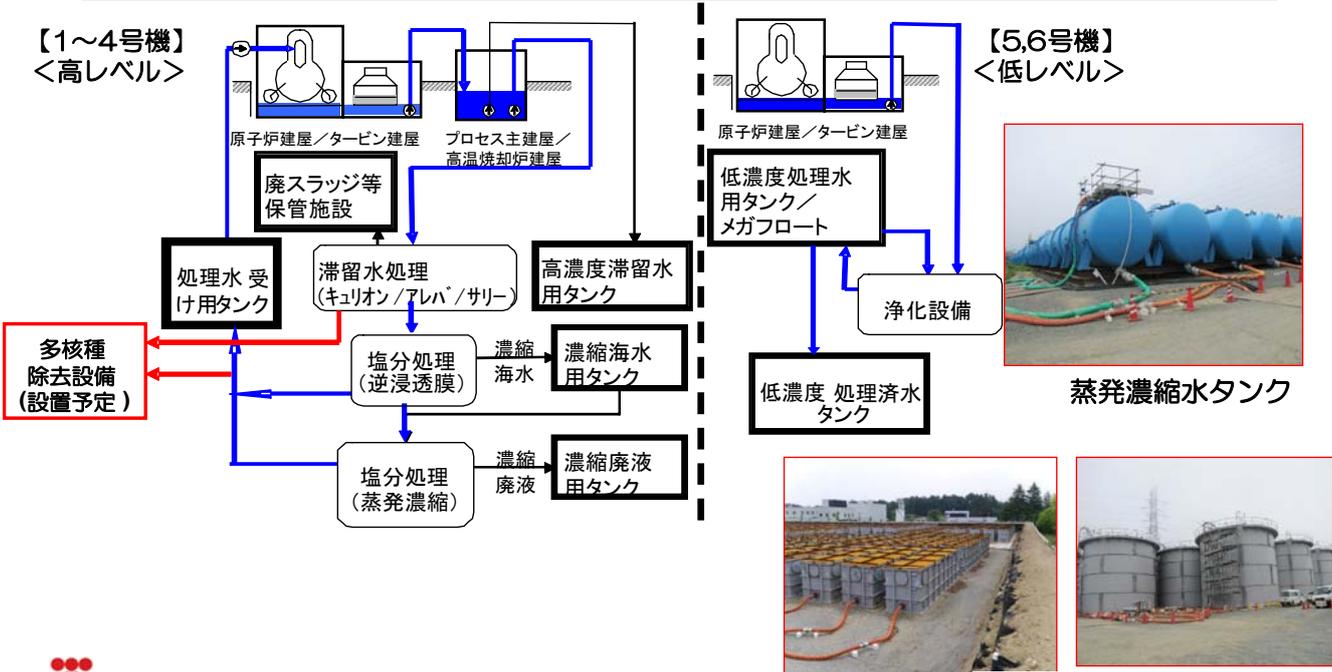
事故直後



2012年3月

滞留水処理 ～滞留水全体量の制御～

- 水処理装置の信頼性向上ならびに2012年度内を目標に**多核種除去設備を導入**
- 滞留水貯蔵タンク 約16.5万トン(2012年3月)、4万トン程度増設中
- 地下水の流入防止



- ▶ 1号機の原子炉建屋カバーを設置(2011年10月28日)。
 - ▶ ガレキの撤去および放射線量に応じた保管・管理により、敷地内の放射線量を低減。
 - ▶ 格納容器ガス管理システムを設置。(1号機～3号機)
- ✓ 格納容器内圧力を大気圧程度に維持し、放射性物質の放出量を抑制。



1号機原子炉建屋カバー設置

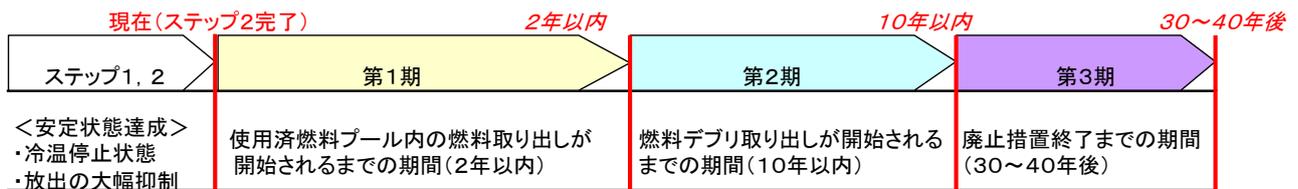


ガレキ保管容器とフォークリフト

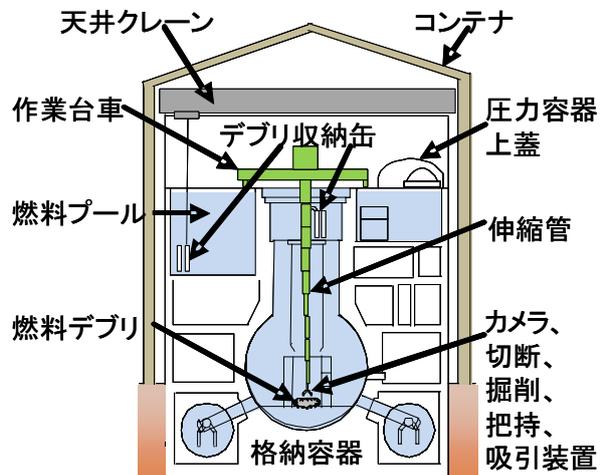


4号機原子炉建屋屋上の瓦礫の撤去作業

廃止措置に向けた中長期ロードマップのポイント

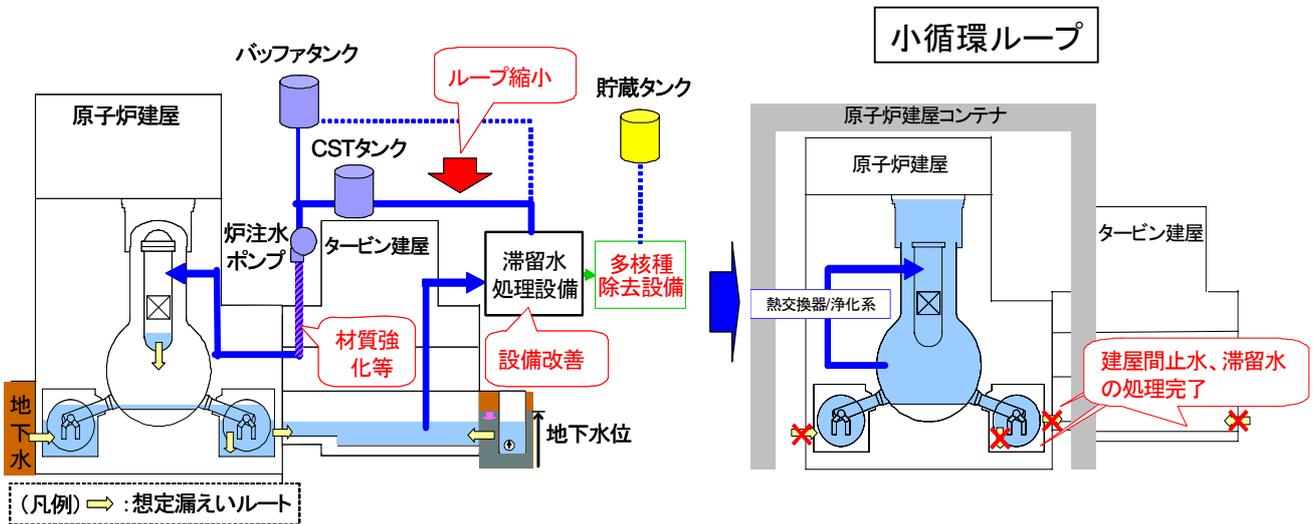


ガレキの撤去

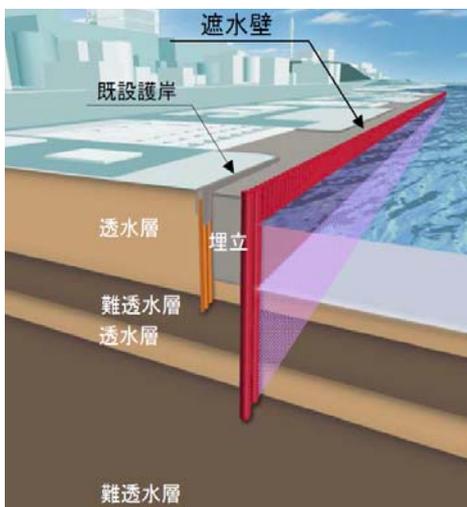


燃料デブリの取り出し

- ▶ 燃料デブリ取り出し完了までは注水冷却を継続し、冷温停止状態を安定的に維持。
- ▶ 設備の信頼性向上を検討、継続的に設備改善を実施。
- ▶ 第2期中には、原子炉冷却は、より安定的な冷却となる小循環ループ化。

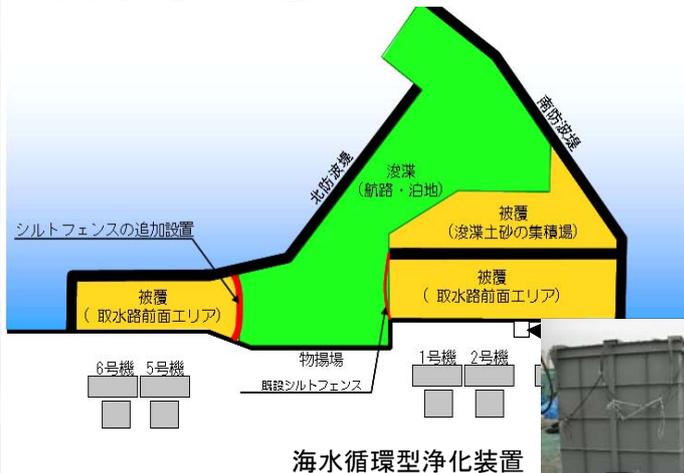


- ▶ 汚染水の海洋流出を防止するため、2014年度半ばまでに遮水壁を構築。
- ▶ 取水路前面エリアの海底土を固化土により被覆し、海底土中の放射性物質の拡散を防止。
- ▶ 海水循環型浄化装置の運転を継続、2012年度中を目標に、港湾内の海水中の放射性物質濃度を、周辺監視区域外の濃度限度未満とする。
- ▶ 浚渫により発生する土砂についても、同様の被覆を実施。
- ▶ 地下水、海水の水質等のモニタリングを継続。



遮水壁 (イメージ)

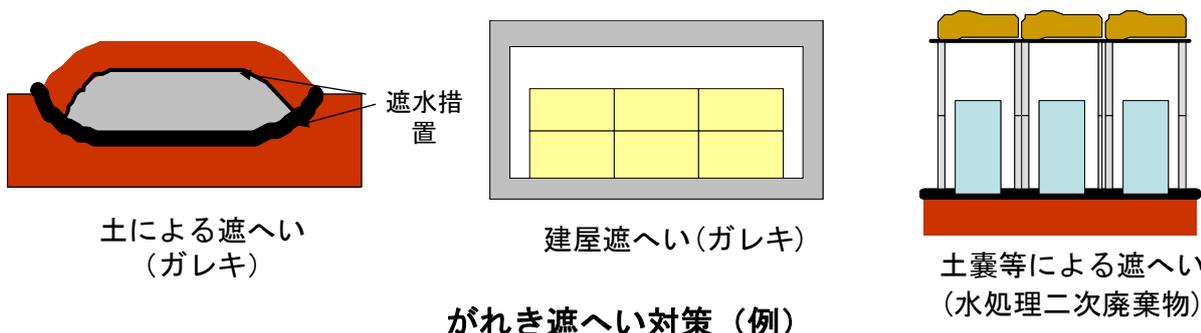
港湾内海底土の被覆等イメージ



海水循環型浄化装置



- 2012年度内を目標に、水処理二次廃棄物、ガレキ等による影響をふくめた敷地境界における実効線量1mSv／年未満を達成。
- 水処理二次廃棄物の保管容器の寿命を評価した上で、2014年度末までに保管容器等の設備更新計画を策定。
- 現在実施している陸域、海域の環境モニタリングを継続。
- 一般公衆、従事者の被ばく線量低減、作業性向上を目的に、免震重要棟等の執務エリア、作業エリア等から計画的・段階的に除染を実施し、敷地外の線量低減と連携を図りつつ、低減を実施。



炉心損傷防止のための対応方針(事故の教訓)

- 今回の事故は、津波により多重の安全機能を同時に喪失したことによって発生。
- 事故の教訓を踏まえ、既存の原子力発電所に安全性向上策を実施し、世界にも提案。

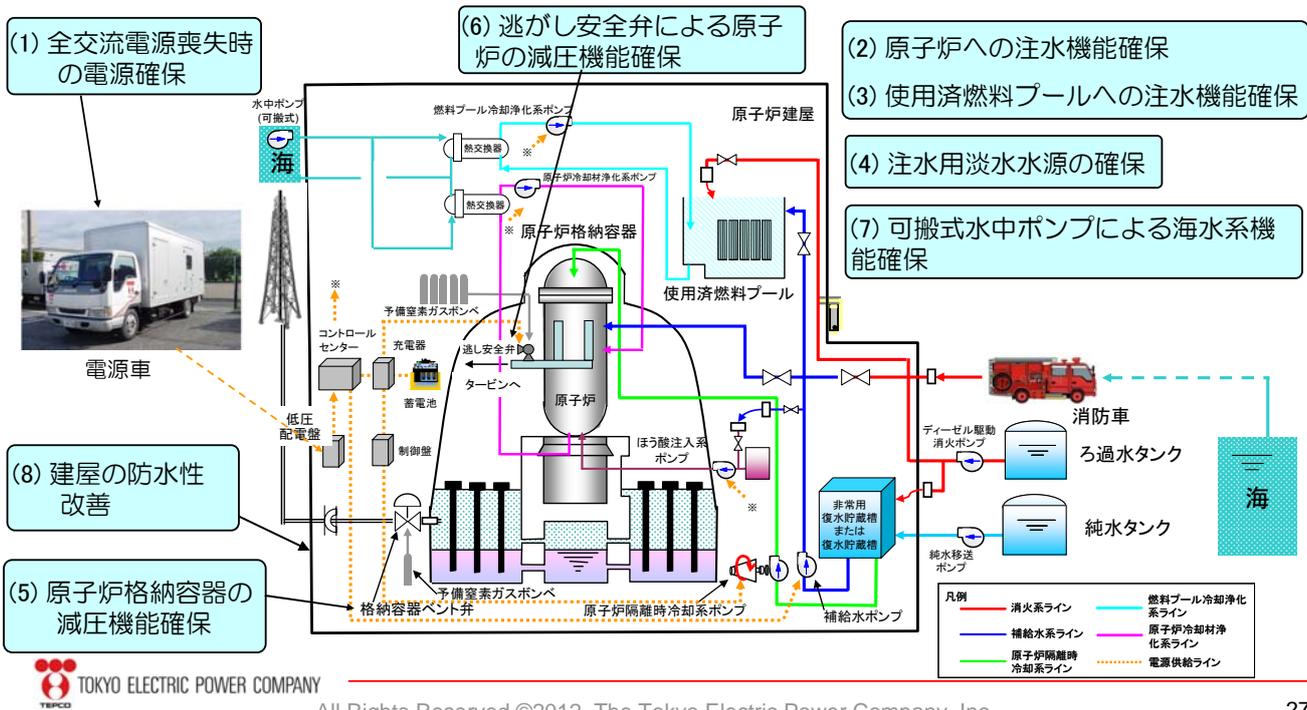
対策方針1 ①津波そのものに対する対策、

②原子炉注水や冷却の重要機器の徹底した津波対策(防水対策)。

対策方針2 多重の機器故障や機能喪失を前提に、炉心損傷に至ることを未然に防止する応用性・機動性を高めた柔軟な機能確保の対策。

対策方針3 炉心損傷防止を第一とするものの、なおその上で炉心が損傷した場合に生じる影響を緩和する措置。

政府、原子力安全・保安院は、事故の教訓から緊急安全対策の実施を指示し、これに応じて各電力会社は自社の原子力発電所に必要な対策を実施しています。



緊急時対策本部



空冷式ガスタービン発電機車(4500kVA)



電源ケーブル

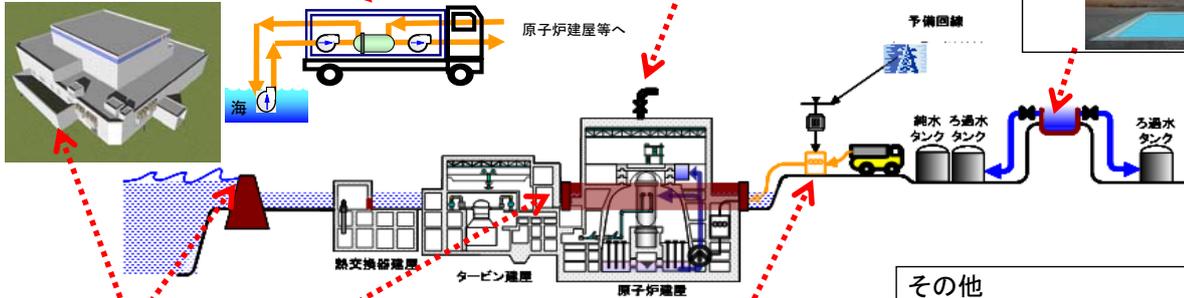


がれき撤去車

注水・除熱機能の強化
 - 代替水中ポンプ
 - 代替海水熱交換器
 - 予備ホース

水素滞留の防止
 (1)原子炉建屋トップベント設備の設置

注水・除熱機能の強化
 (2)発電所構内に水源(貯水池)を設置



浸水防止対策の強化
 (1)防潮堤の設置
 (2)防潮壁等の設置
 (3)原子炉建屋の水密扉化

電源確保の強化
 (1)ガスタービン発電機等の追加配備
 (2)緊急用の高圧配電盤の設置
 (3)緊急用高圧配電盤から原子炉建屋への常設ケーブルの敷設

その他
 (1)モニタリングカーの追加配備
 (2)高台への緊急時用資機材倉庫の設置

緊急安全対策の信頼性をさらに高めるため、冷温停止の迅速化等、津波に対する防護処置などを計画し、中長期対策として実施してまいります。



緊急安全対策の信頼性をさらに高めるため、冷温停止の迅速化等、津波に対する防護処置などを計画し中長期対策として実施。



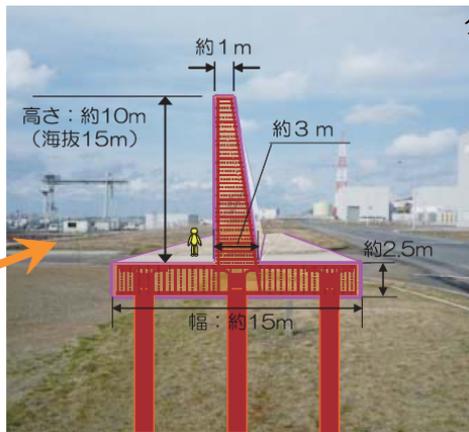
消防車(8台)



電源車(500~750kVA14台, このほかにガスタービン車 4500kVA2台)



長さ: 約1.5km



高さ10m(海拔15m)の防潮堤



津波対策の水密扉



除染に向けたモニタリングの取り組み (内閣府・文部科学省および当社)

31

国は除染モデル実証事業や市町村の除染計画策定を支援する専門家派遣事業を実施しています。当社は、専門家派遣事業に参加しています。



土壌採取状況



空間線量率測定状況



基礎データ収集モニタリング
測定作業



広域モニタリング測定作業



モニタリングカーによる
空間線量率の測定



TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY

All Rights Reserved ©2012 The Tokyo Electric Power Company, Inc.

31

当社の除染の取り組み

32

- 環境省が行う除染実施計画の立案や実施のための詳細モニタリング(延べ約500人・日/2012年3月末現在)
- 内閣府による除染モデル実証事業に放射線管理や工事管理で参加(最大39人)
- 自衛隊による役場除染において、モニタリング、除染技術、排水処理、廃棄物管理などに、36名が継続して参加。
- 福島県内の市町村が実施する除染活動(延べ約460人・日/2012年3月末現在)



自衛隊の除染作業に参加



除染の様子(大熊町内)
(撮影日:平成23年11月4日)



TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY

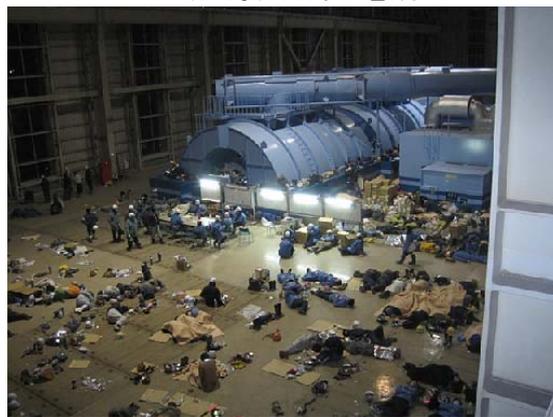
All Rights Reserved ©2012 The Tokyo Electric Power Company, Inc.

32

被災した火力発電設備の早期復旧		
被災した発電設備	出力	復旧時期
鹿島火力1-6号機	440万kW	平成23年夏
常陸那珂火力1号機	100万kW	平成23年夏
広野火力1-5号機	380万kW	平成23年夏
大井火力1-3号機	105万kW	平成23年3月
千葉火力2-1	36万kW	平成23年3月
五井火力4号機	26.5万kW	平成23年3月
横浜火力8-4	35万kW	平成23年3月
東扇島火力1号機	100万kW	平成23年3月
鹿島共同	105万kW	平成23年夏
相馬共同	200万kW	平成23年冬
常磐勿来7-9号機	105万kW	平成23年夏
上記計	1632.5万kW	



広野火力発電所



常陸那珂火力発電所

供給力確保に向けた緊急設置電源		
設置場所	出力	対策時期
姉崎火力	0.6万kW	平成23年夏
袖ヶ浦火力	11万kW	平成23年夏
千葉火力	33万kWx2台	平成23年夏
千葉火力	33万kWx1台	平成24年夏
千葉コンバインドサイクル化	50万kW	平成26年夏
大井火力	21万kW	平成23年夏
川崎火力	13万kW	平成23年夏
横須賀火力	33万kW	平成23年夏
常陸那珂火力	25万kW	平成23年夏、 24年3月廃止
鹿島火力	80万kW	平成24年夏
鹿島コンバインドサイクル化	45万kW	平成26年夏
上記計	378.6万kW	

出典: 東京電力東日本大震災における発電設備に関する復旧計画





エリック ベッソン
フランス産業・エネルギー・デジタル経済大臣



園田 康博
内閣府大臣政務官

細野豪志
原発事故の収束及び再発防止担当大臣



ジョン V. ルース
駐日米国大使



天野 之弥
IAEA事務局長



グレゴリー ヤツコ
米国原子力規制委員会(NRC) 委員長



ローレン ストリッカー
世界原子力発電事業者協会(WANO)世界議長