
2. 事故の収束に向けた道筋の完了 (2011年12月16日)

「事故の収束に向けた道筋（ステップ2）完了」のポイント

- 原子炉は「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しました。

「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（2011年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稼働させて「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

熱中症対策及びインフルエンザ対策、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。

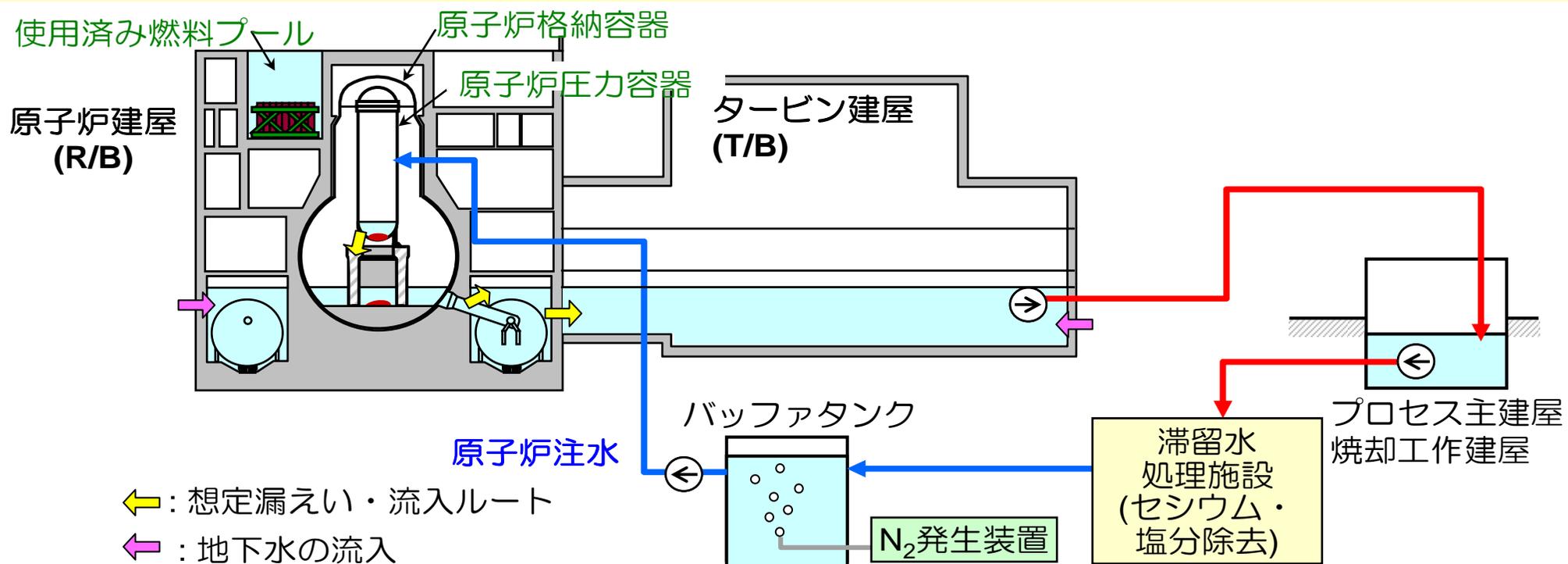
【中長期的課題への対応】：循環注水冷却システムの中期的安全が確保されていることを確認

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。

☆印:報告徴収済、緑色は達成した目標

課題		初回 (2011/4/17)時点	ステップ1 (3ヶ月程度)	ステップ2 (2011年内)	▼現時点(12/16)	中期的課題 (~3年程度)	
I. 冷却	(1) 原子炉	淡水注入 最小限の注水による燃料冷却(注水冷却) 滞留水再利用の検討/準備	循環注水冷却(開始) ☆ 窒素充填 ☆ 作業環境改善 ☆	循環注水冷却(継続) 窒素充填(継続)	冷温停止状態	冷温停止状態の維持継続 窒素充填 構造物の腐食破損防止 ※一部前倒し	
	(2) 燃料プール	淡水注入	注入操作の信頼性向上/遠隔操作 ※前倒し 循環冷却システム(熱交換器の設置) ☆ ※一部前倒し	注入操作の遠隔操作 熱交換機能の検討/実施	より安定的な冷却	燃料の取り出しの作業開始	
II. 抑制	(3) 滞留水	放射性レベルの高い水の移動 放射性レベルの低い水の保管	保管/処理施設の設置 ☆ 保管施設の設置/除染処理	施設拡充/本格水処理施設検討 除染/塩分処理(再利用)等 廃スラッジ等の保管/管理 海洋汚染拡大防止	滞留水全体量を減少	本格水処理施設の設置 滞留水の処理継続 廃スラッジ等の保管/管理 廃スラッジ等の処理の研究 海洋汚染拡大防止	
	(4) 地下水		地下水の汚染拡大防止 遮水壁の方式検討	保管/処理施設拡充計画にあわせてサブドレンポンプを復旧 遮水壁の設計・着手	海洋汚染拡大防止	地下水の汚染拡大防止 遮水壁の構築	
	(5) 大気・土壌		飛散防止剤の散布 瓦礫の撤去・管理	飛散防止剤の散布(継続) 瓦礫の撤去・管理(継続)	飛散防止剤の散布(継続) 瓦礫の撤去(3,4号機原子炉建屋上部) 原子炉建屋コンテナの検討 格納容器ガス管理システム設置	飛散抑制	飛散防止剤の散布 瓦礫の撤去/カバーの設置(3,4号機) 原子炉建屋コンテナの設置作業開始 格納容器ガス管理システム設置
				原子炉建屋カバーの設置(1号機) ☆			
III. 除染・モニタリング公表	⑥ 低減・測定		発電所内外の放射線量のモニタリング拡大・充実、公表	本格的除染の検討・開始	除染	環境モニタリングの継続 除染の継続	
IV. 余震対策等	⑦ 津波補強・他		余震・津波対策の拡充、多様な放射線遮へい対策の準備 (4号機燃料プール)支持構造物の設置 ☆	各号機の補強工事の検討 ☆	拡大防止	多様な遮へい対策の継続 各号機の補強工事	
V. 環境改善	生活・職場環境		作業員の生活・職場環境の改善		環境改善の充実	作業員の生活・職場環境改善	
	放射線管理・医療		放射線管理・医療体制の改善		健康の確保	放射線管理・医療体制改善	
	要員の育成・配置		要員の計画的育成・配置の実施		徹底の管理	要員の計画的育成・配置の実施	
中長期的課題への対応				中期的安全確保の考え方 中期的安全確保に基づく施設運営計画の策定 中長期ロードマップ作成		施設運営計画に基づく対応	

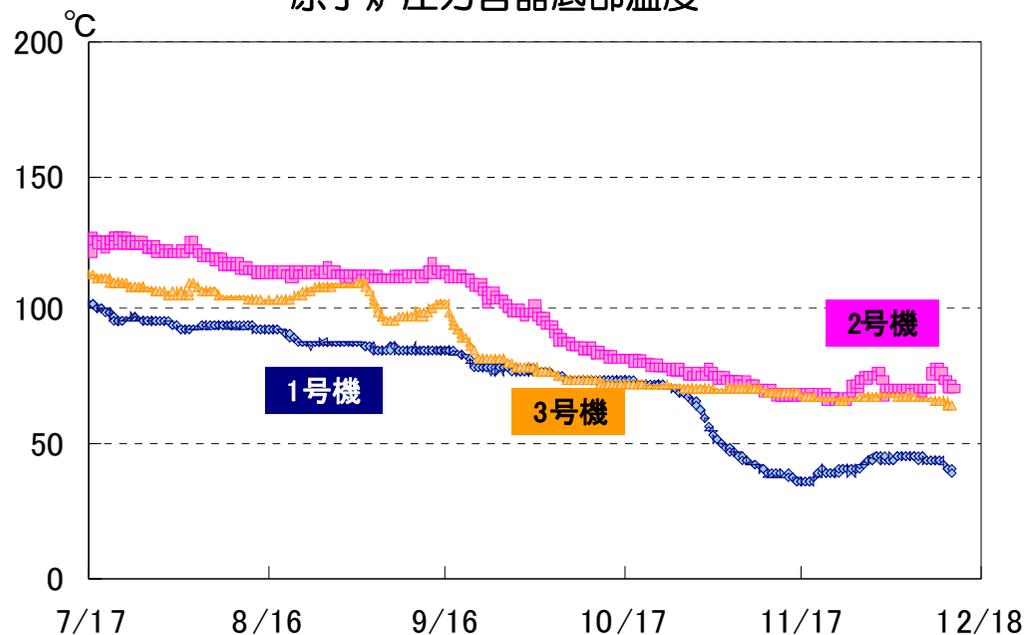
- 冷却水が、原子炉圧力容器から原子炉建屋を通じ、タービン建屋地下に漏えい。
→漏えいした汚染水を、セシウム・塩分除去後、原子炉注水に再利用する
「循環注水冷却システム」を構築。
- 原子炉圧力容器注水設備の系統は、注水ポンプ、注水ライン、タンクから構成。
→これらは多重性、多様性、独立性を確保。
- 建屋への地下水の流入により、地下滞留水は増加傾向。



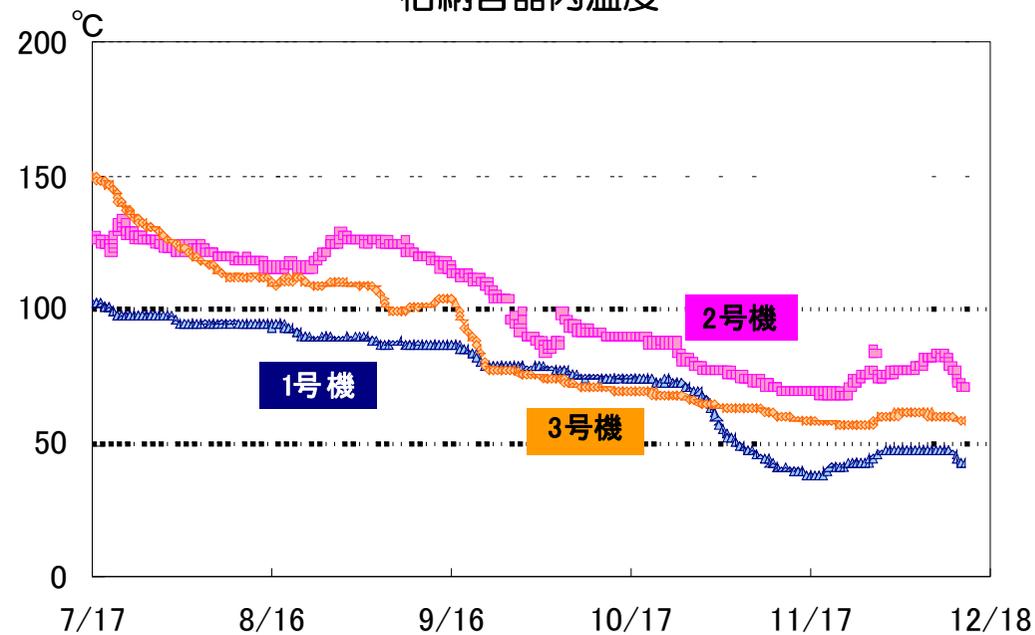
循環注水冷却システム概略図

- ステップ1において建屋等に滞留する汚染水（滞留水）を処理して原子炉注水のために再利用する「循環注水冷却」を開始(2011/6/27)
- 注水冷却と格納容器からの放射性物質の放出管理・抑制
 - ✓ 循環注水冷却による冷却により100℃以下で安定
 - ✓ 損傷した燃料が圧力容器及び格納容器内のどこに存在しているかを正確に把握することは難しいが、格納容器内の温度は100℃以下で安定
 - ✓ 損傷した燃料が格納容器内に漏洩している場合においても、冷却されて蒸気発生が抑えられ、それに伴う格納容器からの放射性物質の放出は抑えられている状態

原子炉圧力容器底部温度



格納容器内温度



1号機の冷却状態について（蒸気発生）

1階床貫通部の状況比較



2011年6月3日撮影の1階床貫通部
からの蒸気放出



2011年10月13日撮影の1階床貫通部
の状況(蒸気放出無し)

6月3日に1階床貫通部から確認された蒸気放出は10月13日時点では
確認されませんでした。



蒸気発生は止まっているか、発生していても少量で、建屋に漏洩する前に
凝縮しています。（格納容器内は冷却されている）

2号機の冷却状態について（蒸気発生）



2011年9月17日撮影の5階原子炉直上部からの蒸気放出

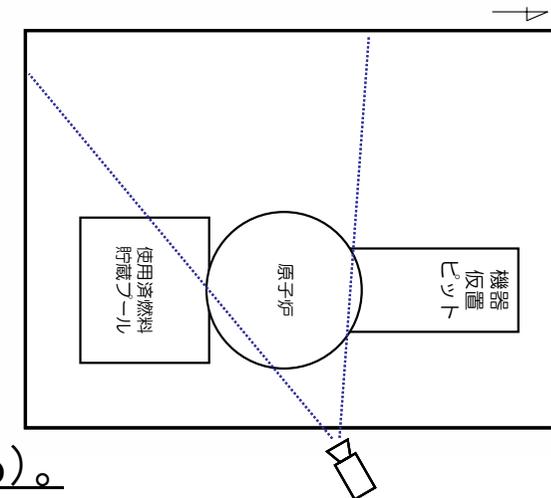


2011年10月20日撮影の5階原子炉直上部の状況(蒸気放出無し)

- ・9月17日には確認された蒸気放出が10月20日時点で確認されませんでした。
- ・加えて、10月20日には天井クレーンの塗装が急激にはげ落ちており、これは乾燥を示す現象と考えられます(高い湿度にさらされた塗装の粘着力が落ち、乾燥した際に剥がれ落ちる現象)。

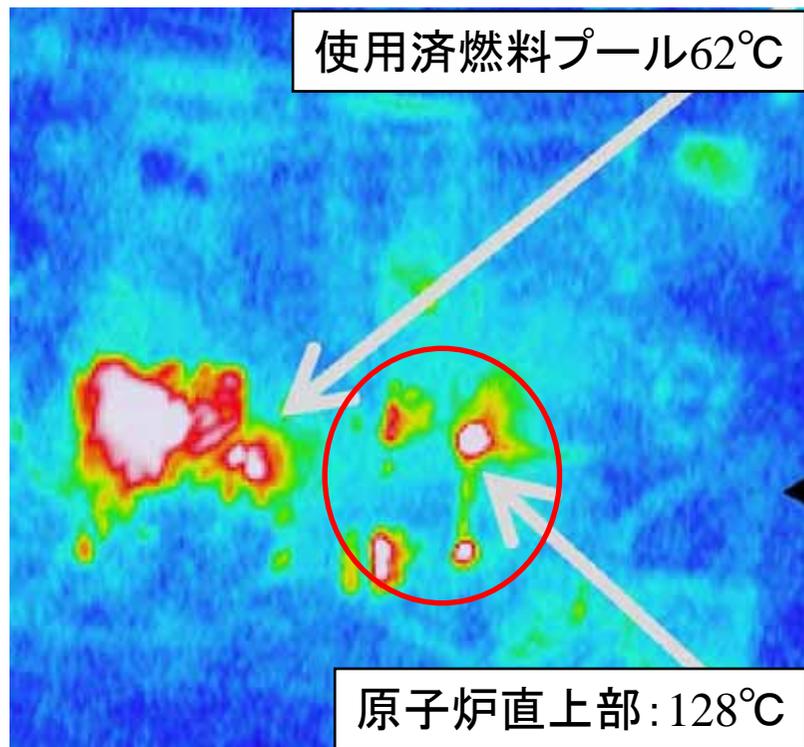


蒸気発生は止まっているか、発生していても少量で、建屋に漏洩する前に凝縮しています(格納容器内は冷却されている)。



3号機の冷却状態について（蒸気発生）

上空からのサーモモニター



2011年3月20日撮影(自衛隊)



2011年10月14日撮影

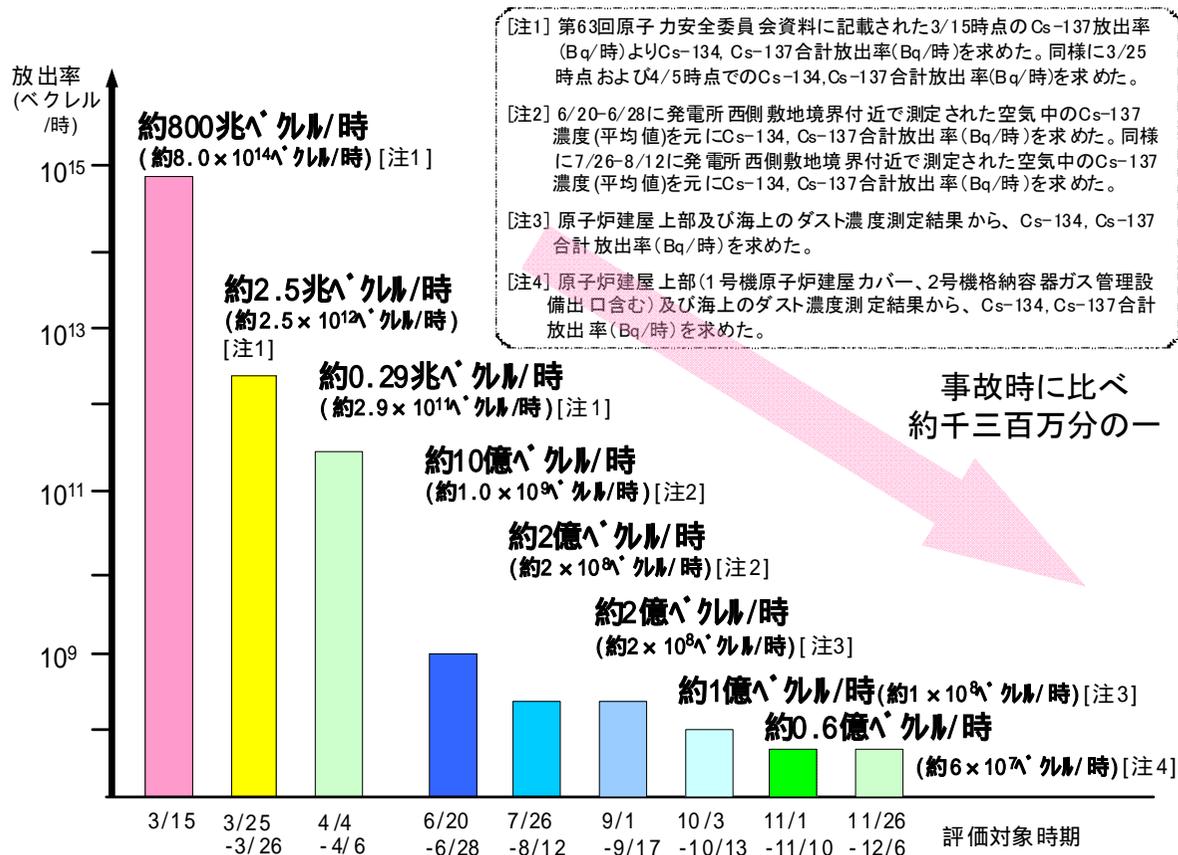
3月20日時点と比較すると、10月14日時点では温度の上昇が見られる点の数や影響の範囲が小さくなっています。



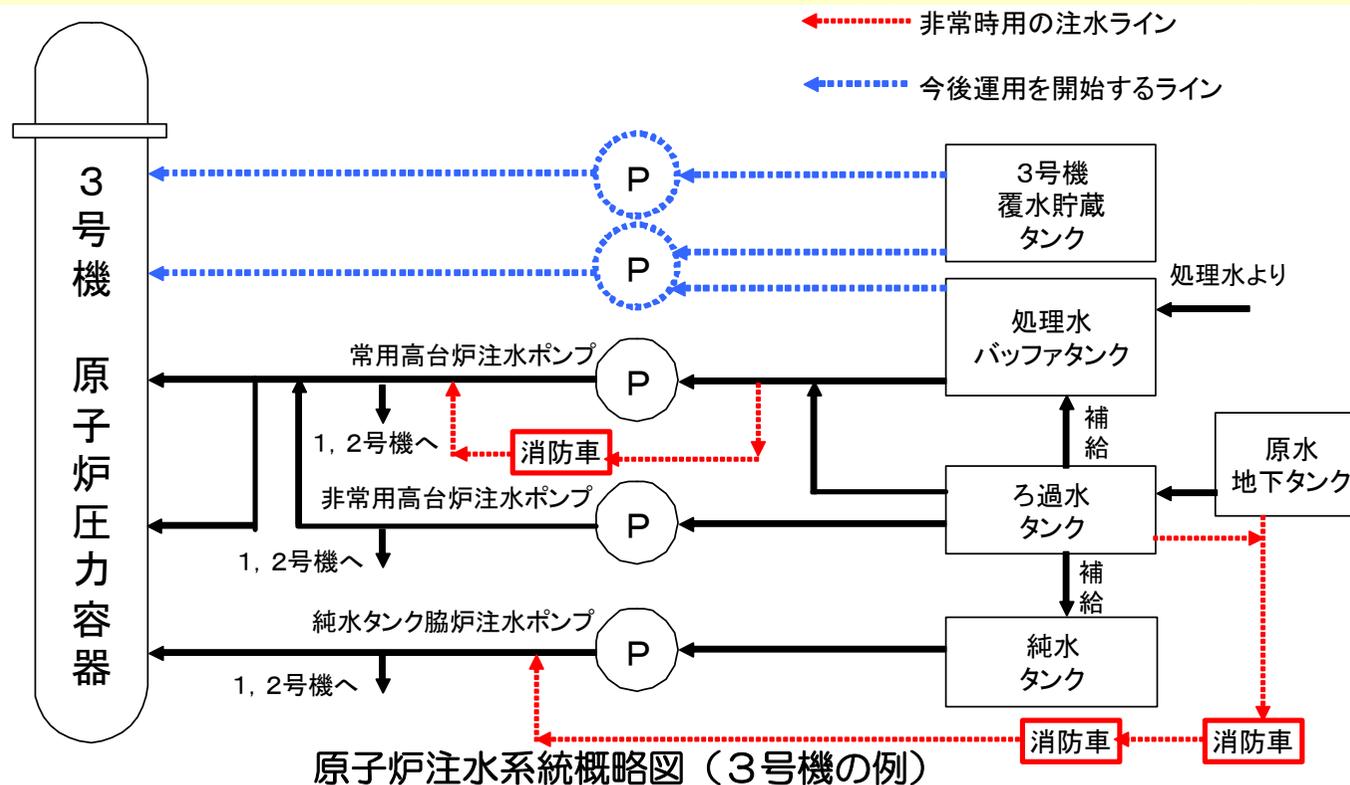
蒸気放出の規模は小さくなっています(格納容器内は冷却されている)。

- 1～3号機格納容器からの現時点の放出量（セシウム）を、原子炉建屋上部等の空气中放射性物質濃度（ダスト濃度）を基に評価すると、放出量の最大値は 合計約0.6億ベクレル/時となりました。これは事故直後と比べ、約1300万分の1の値です。
 - これによる敷地境界の被ばく線量は、最大0.1mSv/年となります。（これまでに既に放出された放射性物質の影響を除きます）
- なお、法令で定める線量限度は1mSv/年です。

1～3号機からの放射性物質（セシウム）の一時間当たりの放出量

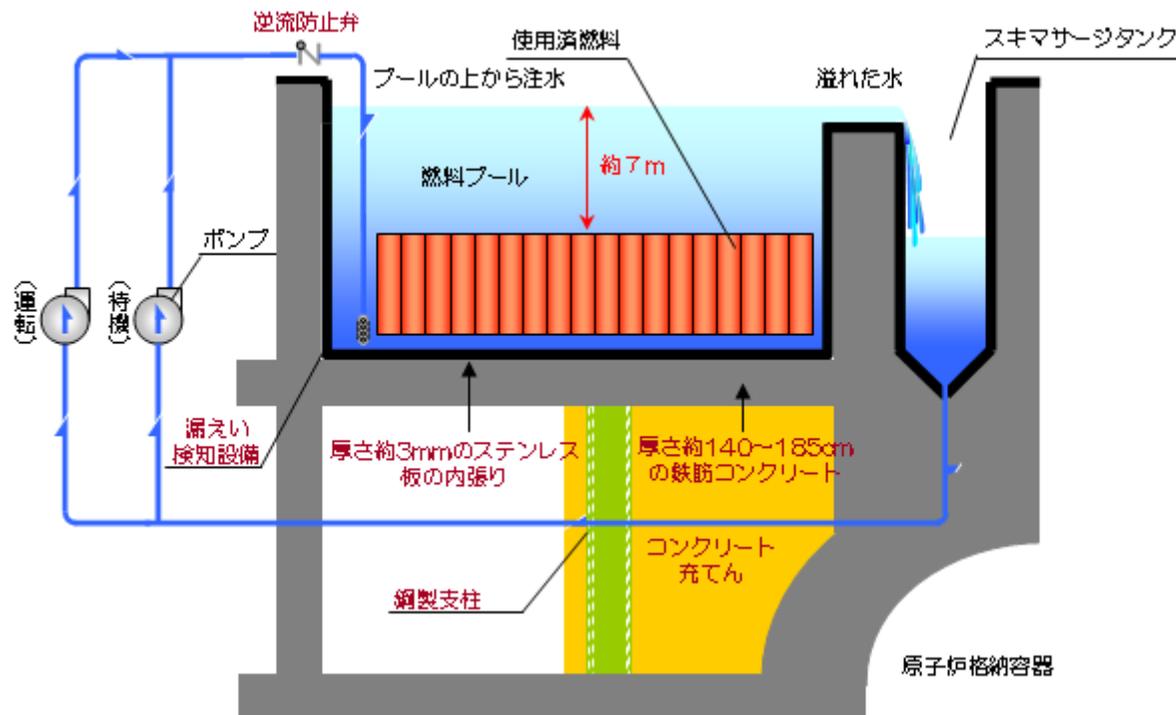


- 東京電力株式会社福島第一原子力発電所第1～4号機に対する中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画について、原子力安全・保安院より妥当であると評価を頂きました。
- 原子炉圧力容器・格納容器注水設備の系統は、注水ポンプ、注水ライン、タンクから構成し、これらは多重化、多様化、独立した系統構成としています。
 - ✓ 水源はろ過水タンク、処理水バッファタンク、純水タンクで構成しています。
 - ✓ ポンプは常用高台炉注水ポンプ、非常用高台炉注水ポンプ、純水タンク脇炉注水ポンプおよび非常時のバックアップ用の消防車により構成しています。
 - ✓ 原子炉への注水ラインは処理水バッファタンクから常用高台炉注水ポンプまたは非常用高台炉注水ポンプを介する注水ライン、純水タンクから純水タンク脇炉注水ポンプを介する注水ラインで構成しています。



「より安定的な冷却」を達成

- 2,3号機はステップ1 終了時点で既に熱交換器を設置し、プールの水位が維持され、より安定的に冷却できている状態（ステップ2の目標）を達成しました。
- 1,4号機も循環冷却システムが完成し、2011年8月10日、全号機がステップ2の目標を達成しました。
- 4号機では、2011年8月20日、塩分除去装置を稼動しました。2,3号機についても順次塩分除去を実施予定です。
- 使用済燃料プール循環冷却の機能が停止し水位が低下しても、燃料頂部の上部2mに至るまでは約16日以上かかることから、対策のための時間は十分にあります。



使用済燃料プールのイメージ

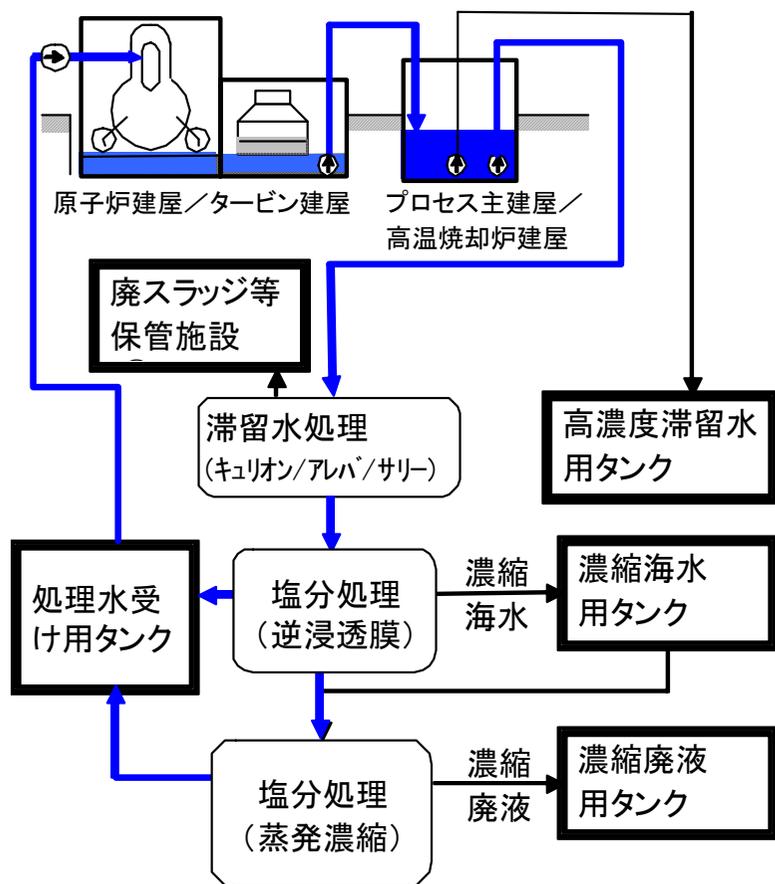


注水設備の復旧訓練状況(福島第一)
2011年10月12日撮影

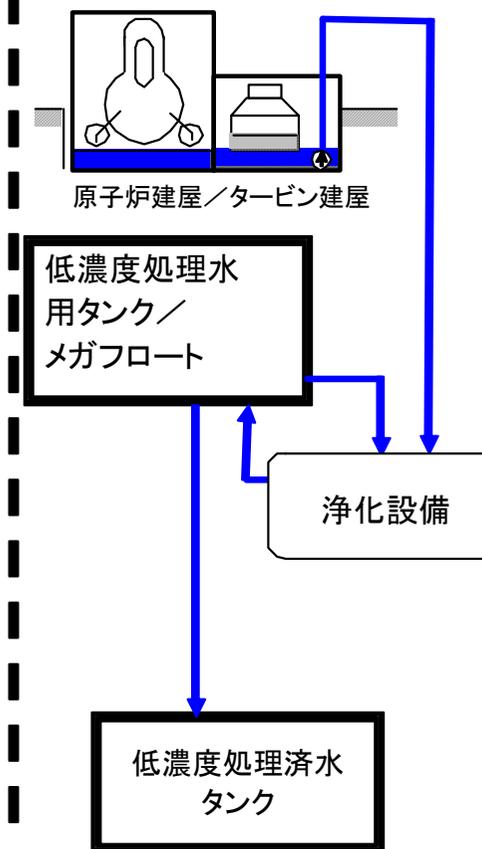
「滞留水全体量を減少」を達成

- 以下の対策等を実施し、処理施設を安定的に稼働し建屋内の滞留水を処理することにより、滞留水全体量が減少したことを確認しました。
 - ✓ 高レベル汚染水処理施設の拡充、安定的稼働、除染後の水の塩分処理による再利用の拡大
 - ✓ 高レベル汚染水の本格水処理施設の検討着手
 - ✓ 高レベル汚染水処理施設から発生する廃スラッジの保管及び管理
 - ✓ 海洋汚染防止のため、港湾にて鋼管矢板設置工事を実施。

【1～4号機】 <高レベル>



【5,6号機】 <低レベル>



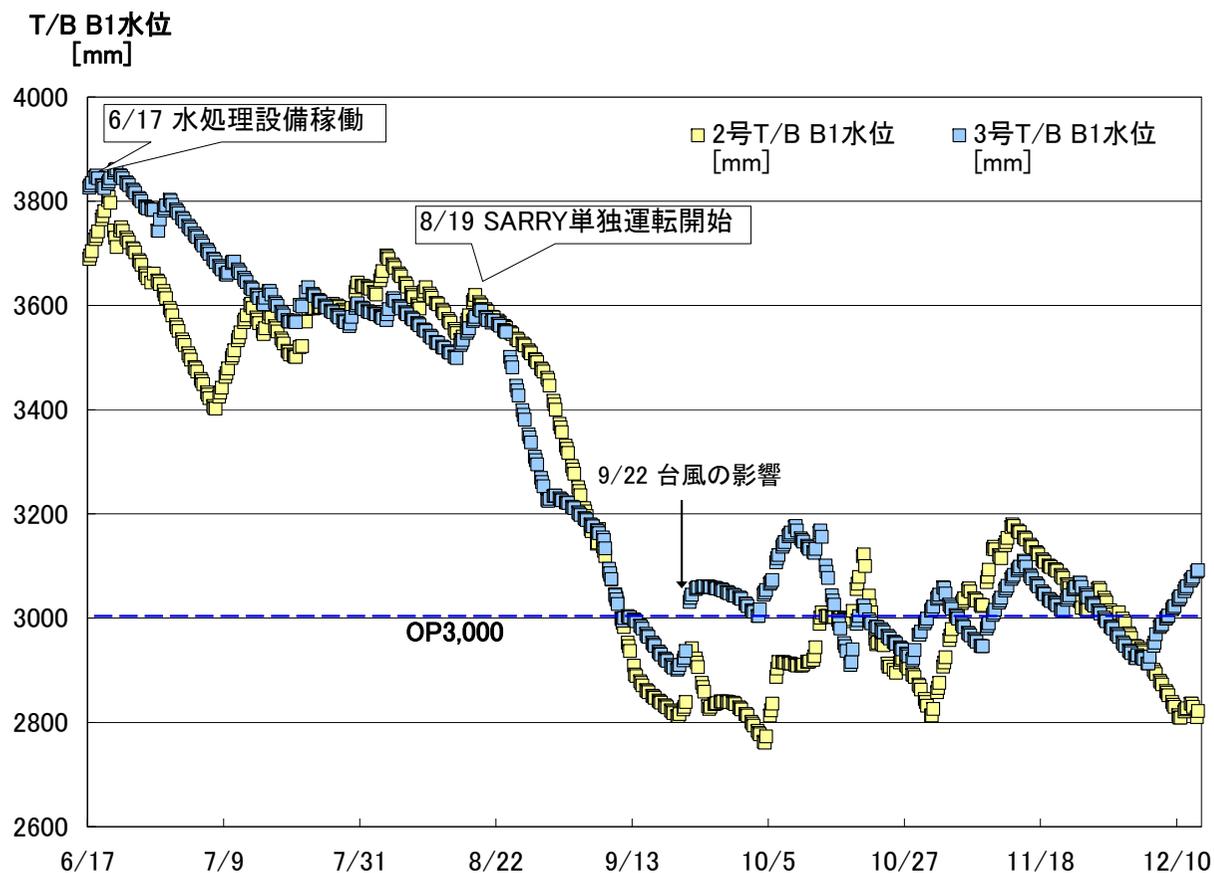
- 2011年8月18日のサリー本格運用開始に伴い、滞留水の水位は当面の目標レベル（O.P3,000）を維持し、滞留水の全体量は、豪雨や処理施設の長期停止にも耐えられるレベルです。
- 現在、さらに循環注水冷却を継続・強化中です。

<滞留水の処理状況>

- 滞留水処理実績
累計約189,610トン（2011/12/13時点）
- セシウム除染係数※
10⁶（キュリオンーアレバ、2011/8/9実績）
6×10³（キュリオン、2011/11/29実績）
5×10⁵（サリー、2011/11/29実績）
- 塩素濃度
1,700ppmのものを3ppm程度に低下
（逆浸透膜による装置、2011/11/29実績）
9,000ppmのものを1ppm未満に低下
（蒸発濃縮による装置、2011/11/29実績）
- 蒸発濃縮装置による塩分処理施設の増強完了（2011/10/9）

※処理前の試料のセシウム濃度／処理後の試料のセシウム濃度

タービン建屋(T/B)内滞留水量の管理

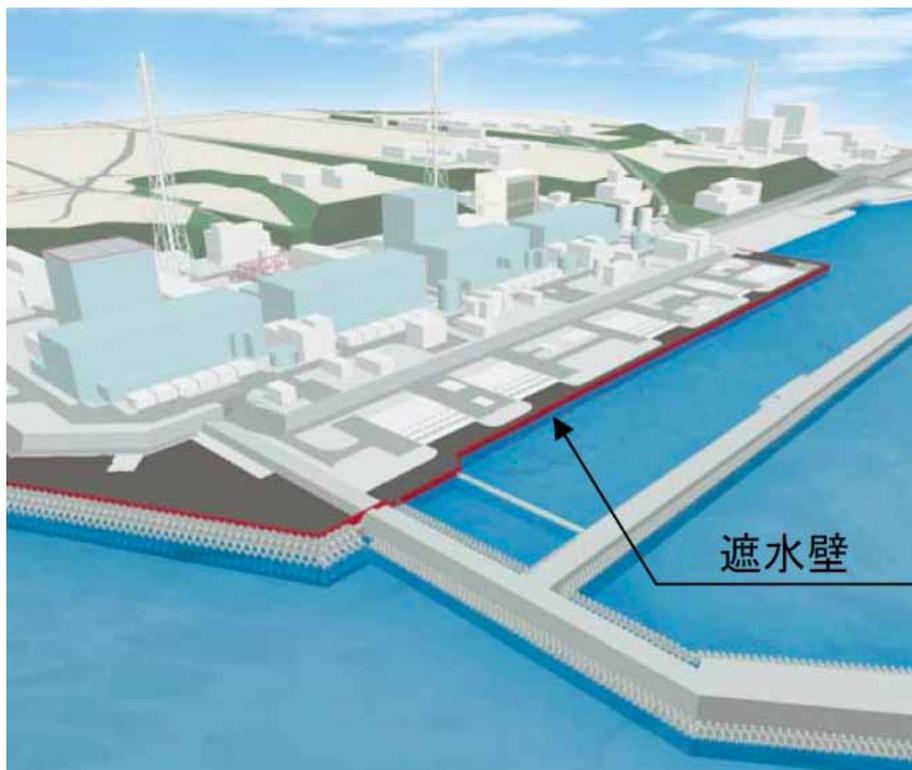


「海洋への汚染拡大の防止」の達成

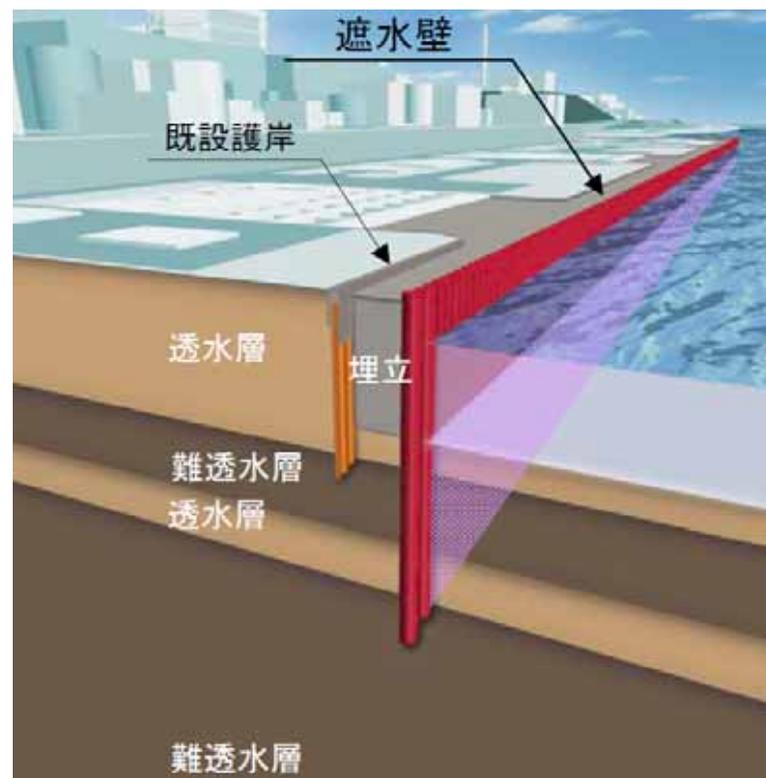
- 地下水への滞留水流入管理を行い、地下水の汚染及び地下水経由の海洋への汚染拡大防止策を実施あるいは着手しました。
- ✓ 建屋内滞留水の水位をサブドレンの水位より低くすることにより建屋内滞留水の漏出を抑制（サブドレン水の放射性物質濃度分析で確認）
- ✓ 1～4号機の既設護岸の前面に遮水壁を設置する工事に着手（これにより地下水による海洋汚染拡大防止を図る）

遮水壁のイメージ

全景図



断面図



「（放射性物質の）飛散抑制」の達成

- 放射性物質の飛散を防ぐため、飛散防止剤を散布しています。
- 1号機の原子炉建屋カバーが竣工しました。（2011/10/28）
- 瓦礫の撤去により、発電所敷地内の放射線量が低下しています。
 - ✓ 撤去した瓦礫、及び敷地造成に伴い伐採した樹木など事故収束作業に伴い発生した廃棄物を種類や放射線量に応じて保管エリア内で整理して搬送。
 - ✓ 瓦礫については、放射線量に応じて容器に収納、屋内保管。
- 格納容器ガス管理システムを設置しました。
 - ✓ 1～3号機の格納容器ガス管理システムの運用を開始。
（1号機：2011/12/15 2号機：2011/10/28 3号機：2012/3/14）



1号機原子炉建屋カバー設置



瓦礫を収納した容器



敷地、建屋本体への飛散防止剤散布



シルトフェンス設置



瓦礫の撤去

- 国・県・市町村・東京電力連携によるモニタリングを実施しました。
- 本格的除染を検討、開始しました。

【国の実施事項】

- ✓ 「除染推進に向けた基本的考え方」と今後2年間に目指すべき当面の目標、作業方針について示す「除染に関する緊急実施方針」を決定
- ✓ 「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」公布(2011/8/30)

【東京電力が参画している活動】

- ✓ 広域モニタリング等の結果を通じて得た成果や東京電力の知見を基礎に、国が警戒区域などで実施する除染モデル実証事業が円滑に実施されるよう、本事業の受託者である日本原子力研究開発機構（JAEA）に協力

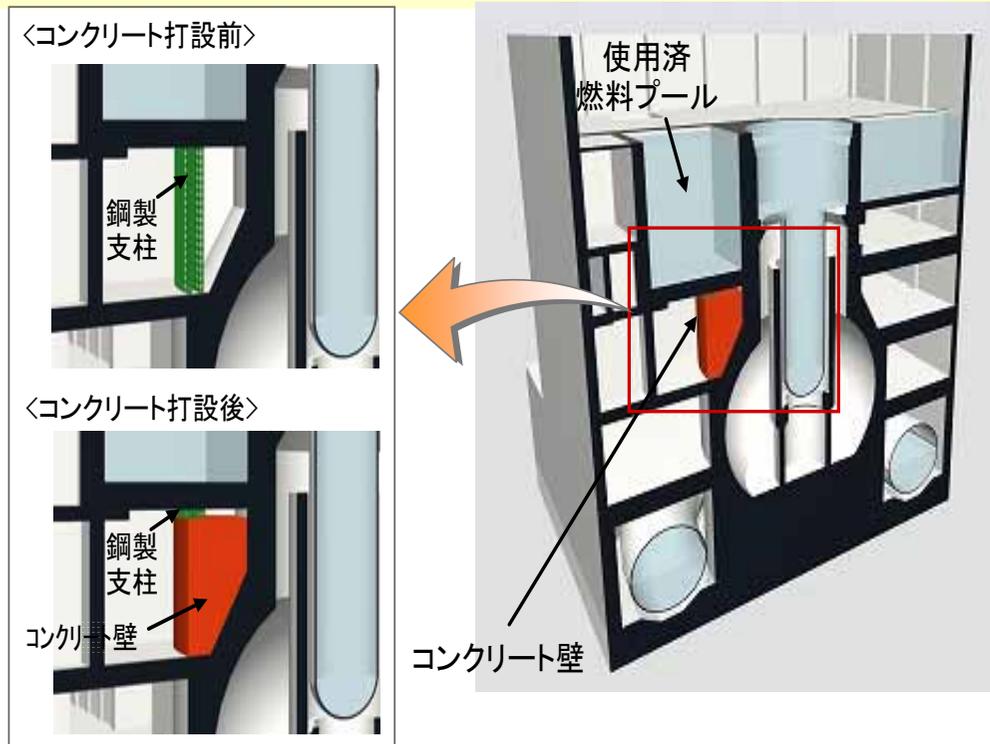
除染に関する工程表



「東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質による環境汚染の対処において必要な中間貯蔵施設等の基本的考え方について」(環境省、2011年10月29日公表)より除染部分を抜粋

「災害の拡大防止」の達成

- 各号機原子炉建屋の現状の耐震評価を実施しました。解析の結果、補強を行わなくても耐震安全性は確保できることを確認しました。
- 4号機燃料プール底部に支持構造物を設置し、耐震余裕度を20%以上向上させました。
 - ✓ 設備の健全性は確認できたが、安全余裕向上のためにプール底部に支持構造物を設置。
- 余震に伴う津波対策として仮設防潮堤を設置しました。（2011/5/18～6/30）
- 多様な放射線遮へい対策の準備を行いました。
 - ✓ 万一、原子炉や燃料プールへの注水が長時間できなくなり、放射性物質の放出抑制や放射線の遮へいが必要になった場合に備えた対策。
 - ✓ 原子炉や燃料プール上部からスラリー（水に砂のような固形物を混ぜたもの）を投入し、放射性物質の放出の抑制、及び放射線の遮へいを行う設備を準備。



配管支持構造物



仮設防潮堤設置状況

- 作業員の休憩所を各所に順次開設し、給水機、トイレ、エアシャワー等の設置を進めてきました。
- 宿泊施設として利用している福島第二原子力発電所体育館の生活環境の改善を行うとともに、1,600人分の仮設寮の建設を完了しました。
- 2011年5月より昼夕の食事に弁当の提供を開始するなど食事を改善しました。



旧緊急対策室休憩所内部



福島第二体育館2段ベッド



休憩所内トイレ



旧緊急対策室休憩所飲料水



福島第二体育館シャワー室



休憩所内エアシャワー

- 健康管理の充実を図っています。
 - ✓ 100ミリシーベルト超の作業員及び緊急作業への従事期間が1月を超える作業員について毎月臨時健康診断を実施し、2011年10月中の臨時の健康診断の実施率は86.5%（2011/11/16現在）
 - ✓ 新規入構者に対する直近の健康状態や既往歴の確認を開始
- ホールボディカウンタの増設と作業員の定期被ばく測定を行っています。
 - ✓ ホールボディカウンタ（WBC）を計画通り増設（12台済、2011/10/3時点）
 - ✓ 2011年9月分から月1回の内部被ばく測定を開始
- 被ばく線量の管理を強化しています。
 - ✓ ステップ1当初に発生した作業員の線量限度超えを踏まえ、被ばく線量管理の強化、再発防止策を徹底
 - ✓ バーコードを用いた入退域管理システムの導入、写真入業者証の導入など個人被ばく線量の記録化
- 医療体制の強化を継続します。
 - ✓ 救急医療室を設置し、医師、看護師、放射線技師を24時間配置する体制を整備
 - ✓ 医療整備の充実並びに除染設備の強化により、迅速に患者搬送が出来る条件を整え、汚染のない重篤傷病者の病院への直接搬送



WBCの設置状況



免震重要棟内医務室



インフルエンザ予防接種

- 国と東京電力の連携による人材育成等を推進しています。
 - ✓ 今後、必要性の高まる放射線関係の要員を育成中。
 - ✓ 東京電力は、社員及びグループ会社社員を対象とした「放射線測定要員養成教育研修」を実施中。これまでに4,400人を育成。
 - ✓ 国は、「放射線測定要員育成研修」及び「放射線管理要員育成研修」を実施。
 - ✓ 協力会社のニーズに応じて、日本原子力産業協会を通じて幅広く作業員を募集する仕組みを導入。
- 要員の安定的確保に努めています。
 - ✓ 東京電力は、2011年10月以降被ばく線量の高い社員約70名（2011/12/9）
 - ✓ 東京電力は、作業員の安定的確保の観点から、作業環境の改善に関するアンケートを実施。アンケート結果を踏まえ、一部施策を改善（全面マスク着用エリアの緩和、ゲートモニタ導入によるサーベイの迅速化、Jヴィレッジ駐車場の拡張等）
 - ✓ 免震重要棟における被ばく低減方策を策定中。

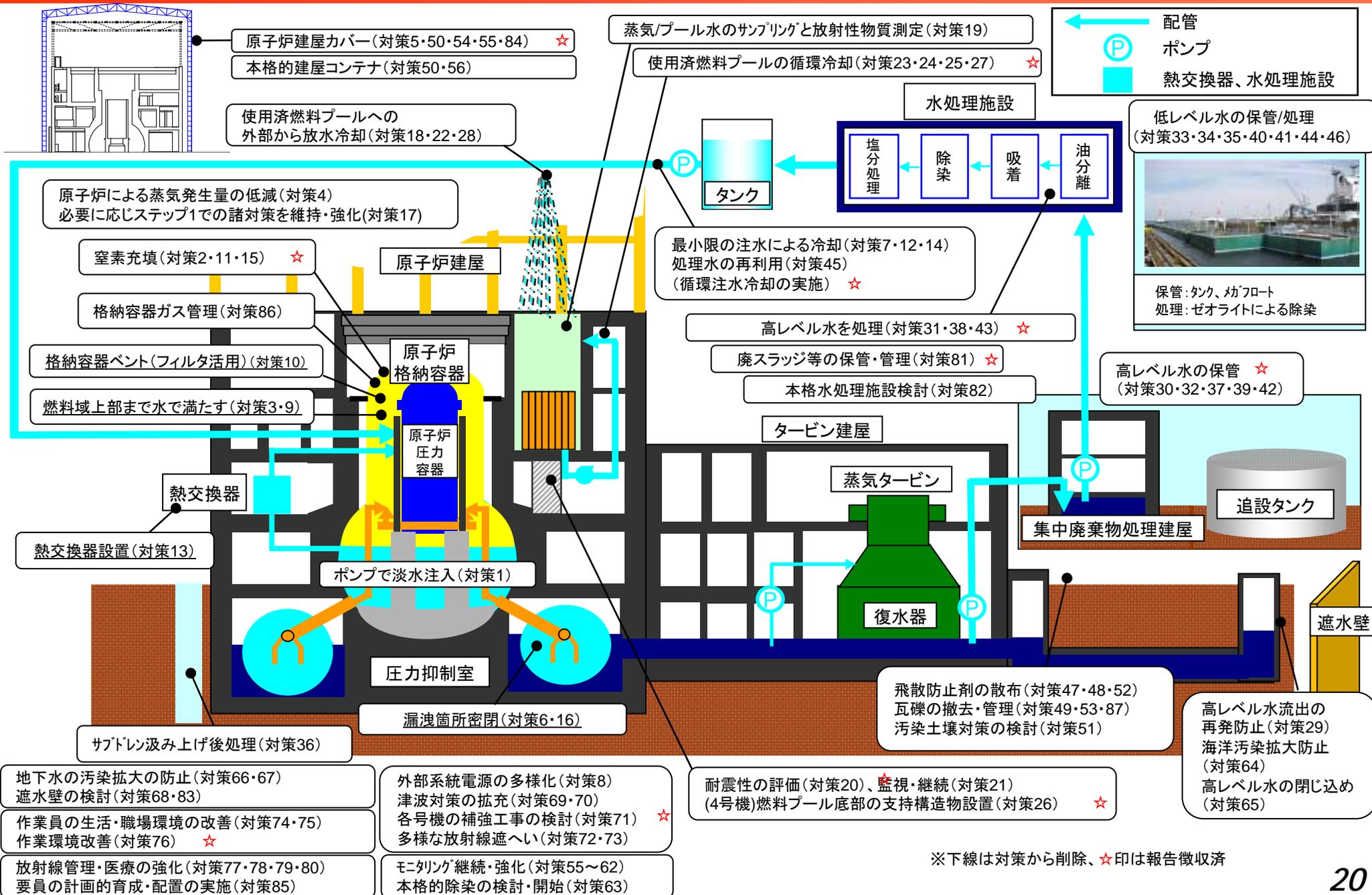
放射線測定要員育成研修の様子



スクリーニング訓練



発電所内における主な対策の概要



※下線は対策から削除、☆印は報告徴収済