

福島第一原子力発電所の緊急安全対策

参考資料

平成25年11月8日
東京電力株式会社

1. 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

- 空気中や土壌中の放射性物質濃度を確認の上、全面マスク着用省略可能エリアを順次設定。
(下図: オレンジ色部)
- 11/11からガレキ保管エリアが新たに省略可能エリアとして設定。結果、敷地の2/3以上が省略可能となった。
(下図: 緑色部)
- タンク周辺地表面のフェーシング対策等の実施により、省略可能エリアを更に拡大予定。(下図: ピンク色部)



全面マスク着用省略可能エリア

©東京電力株式会社

参考1-2: 海側のガレキ撤去

- 11月より車両の撤去を開始。



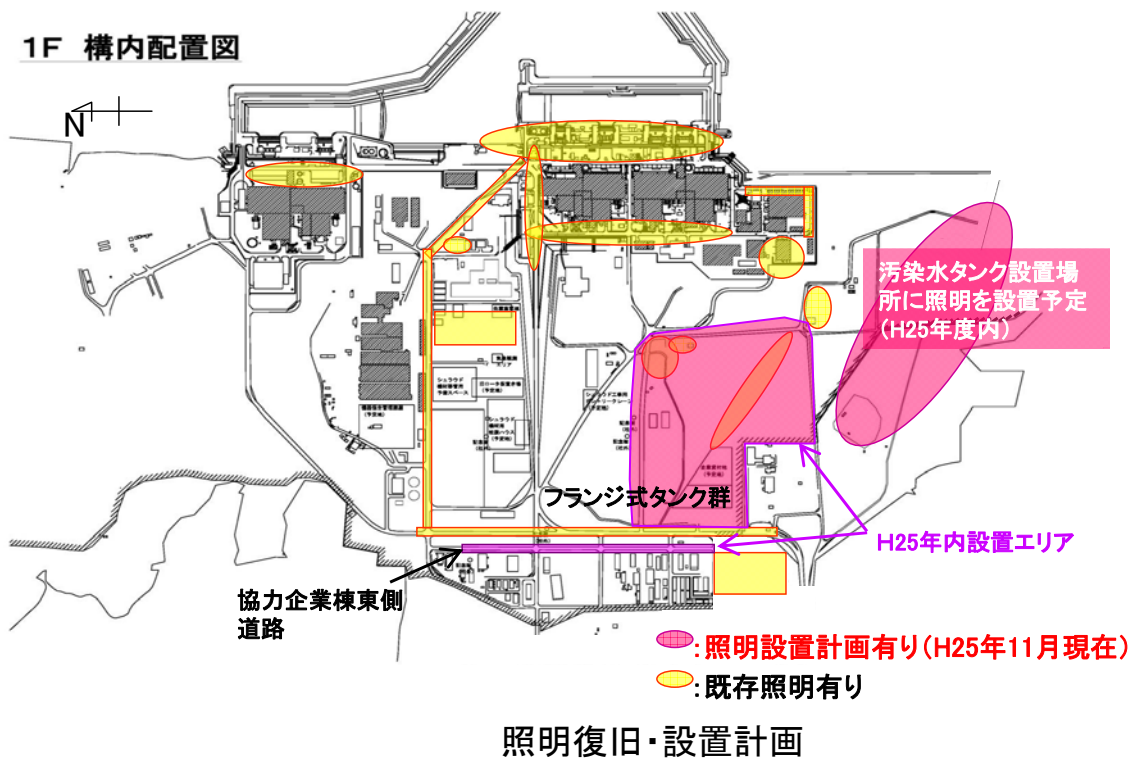
(撮影日: 2013年11月7日)



(撮影日: 2013年11月7日)

©東京電力株式会社

- 現場のニーズに応じて照明の復旧、設置を実施(実施済みエリア:黄色部)
- 汚染水タンクエリアについて、パトロール強化等のために平成25年10月より順次拡大予定。(下図:ピンク色部)



参考1-4: 福島第一新事務棟の設置



建物内イメージ

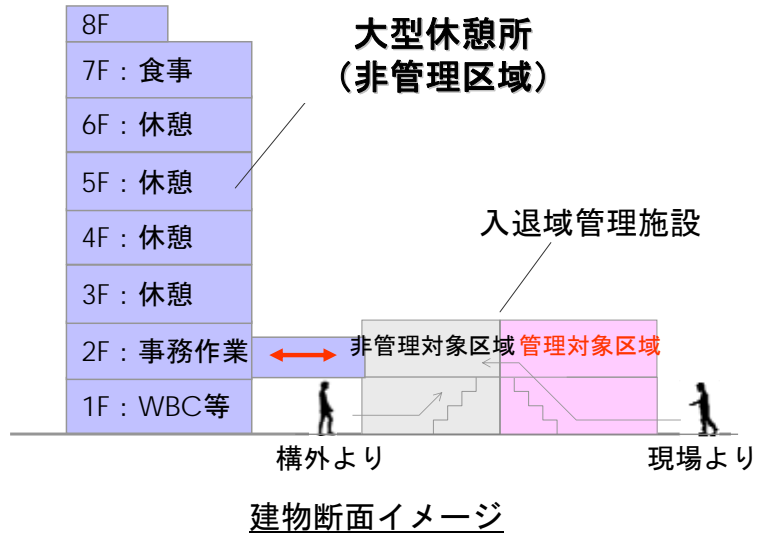
概略工程

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

※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

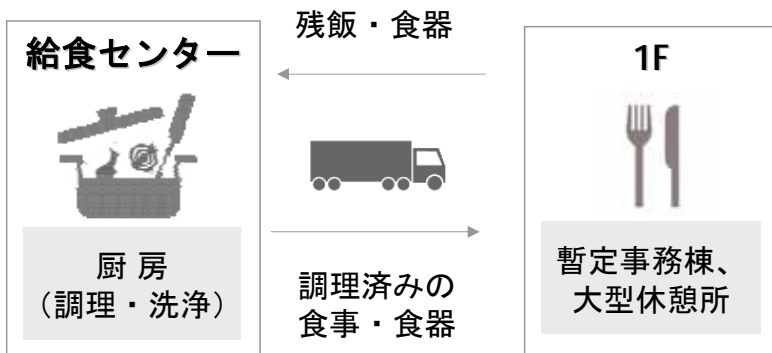


敷地配置図



概略工程

項目	H25	H26	
	下期	上期	下期
設計	[Progress bar]		
工事	[Progress bar]		



給食センター方式のイメージ



イメージ写真 (調理室)

概略工程

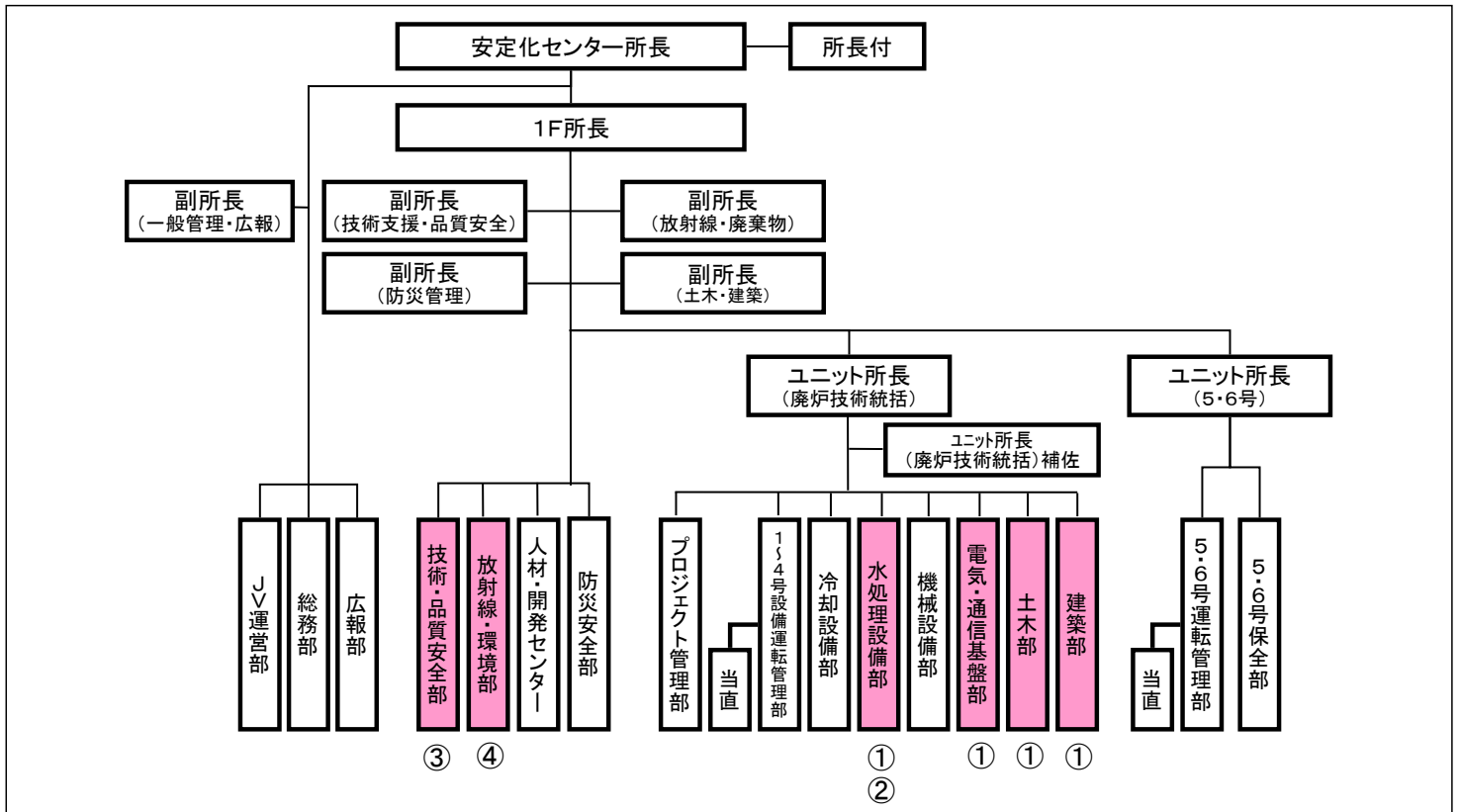
工程	H25	H26	
	下期	上期	下期
計画	敷地選定、基本計画		
設計・工事	設計・工事		



イメージ写真 (ドックシェルター)

2. 安全・品質確保のためのマネジメント・体制強化

参考2: 汚染水・タンク対策関係要員の強化



(注) …要員強化対象部門

- ①…タンク新設・リプレース等 ②…タンクパトロール ③…安全・品質管理 ④…放射線・環境分析評価

4. 雨水対策

©東京電力株式会社

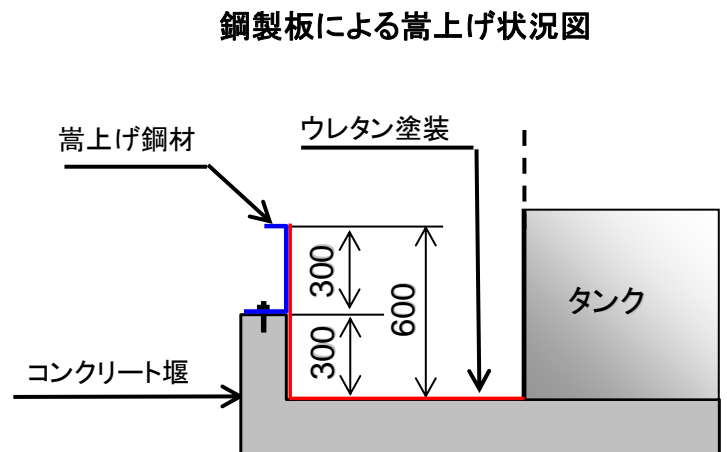
参考4-1: 溢水防止（堰の嵩上げ）

11

- 鋼製板による堰の嵩上げ(応急堰)
 - ・汚染レベルの最も高いH4北エリア、基礎に傾斜のあるBエリア及びH1東エリアの堰天端レベルが低い箇所の嵩上げを実施済(高汚染)
 - ・その他すべてのエリアについても年内に全て完了予定(約30cm嵩上げ計画)
- コンクリート等による堰の更なる嵩上げ(信頼性向上)
 - ・現在、詳細設計中。



鋼製板による堰の設置状況(H4北エリア)



©東京電力株式会社

●雨樋設置により約60%の雨水流入を抑制

- 高線量汚染箇所 (H4北・東の一部) に仮設雨樋設置 (H25.10.24)
- 高線量汚染 (H4北・東, H3, H2南, B南) エリア (~H25.12末目途)
- その他エリアは順次実施予定 (~H25年度末目途)

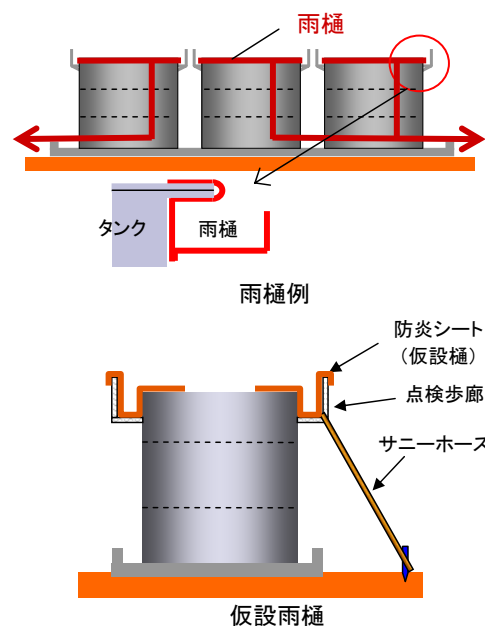


タンク歩廊部



タンク全景

H4エリアタンク仮設雨樋設置状況

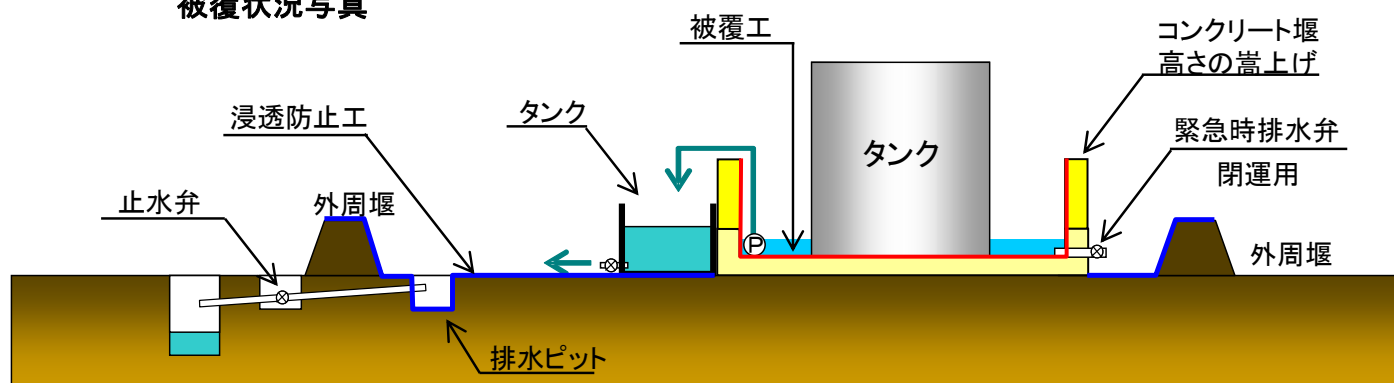


●堰内コンクリート面の被覆、土堰堤内地表面のフェーシング (今年度末目途)



被覆状況写真

- 堰内のコンクリート面を被覆し、防水性を向上
- 土堰堤~コンクリート堰間は雨水の地中浸透防止のためコンクリート等によりフェーシング施工 (現在、工程を検討中)



●万が一土堰堤式防液堤からの流失に備え、B排水路の暗渠化を実施(年内)

- タンクなどの汚染水貯留設備からの流入が考えられるB排水路を約1300mを暗渠化
- 暗渠化は排水路に蓋がけするなどの方法により計画
- 排水路へ汚染水が流入した場合に閉止できるように、排水路内に止水ゲートを3ヶ所設置



©東京電力株式会社

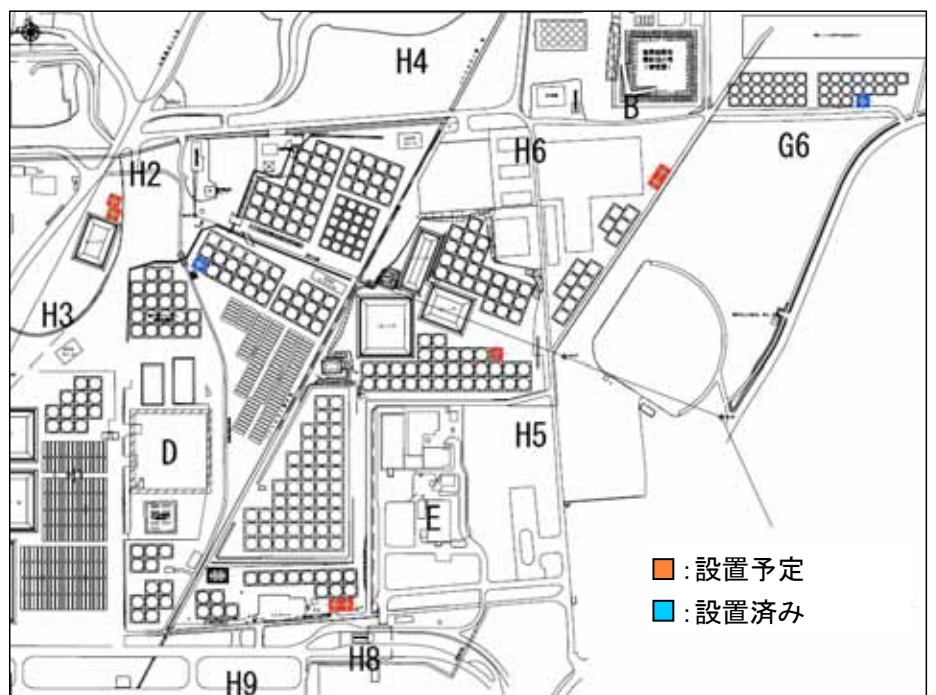
C排水路の暗渠化状況



参考4-5: 堰内溜まり水の一時受けタンクの増容量

● 堰内溜まり水の排水を適切に運用するために、雨水の一時受けタンクの増容量を実施

- 雨水受けタンクの設置
 - ✓ H2エリア、G6エリア近傍に雨水受けタンクを設置(500m³級×2基)
 - ✓ さらに、4000m³ノッチタンク群エリア、Cエリア、H5エリア、H8エリア近傍に雨水受けタンクを設置予定(500m³級×7基)【年内】
 - ✓ 上記雨水受けタンクの増容量にあわせて、排水設備(ポンプ、ホース)の更なる増強【年内】



雨水受けタンク設置場所(予定)

©東京電力株式会社

5. タンク貯留水漏えいの原因と対策

©東京電力株式会社

参考5-1①: タンクからの漏えいに関する原因調査

17

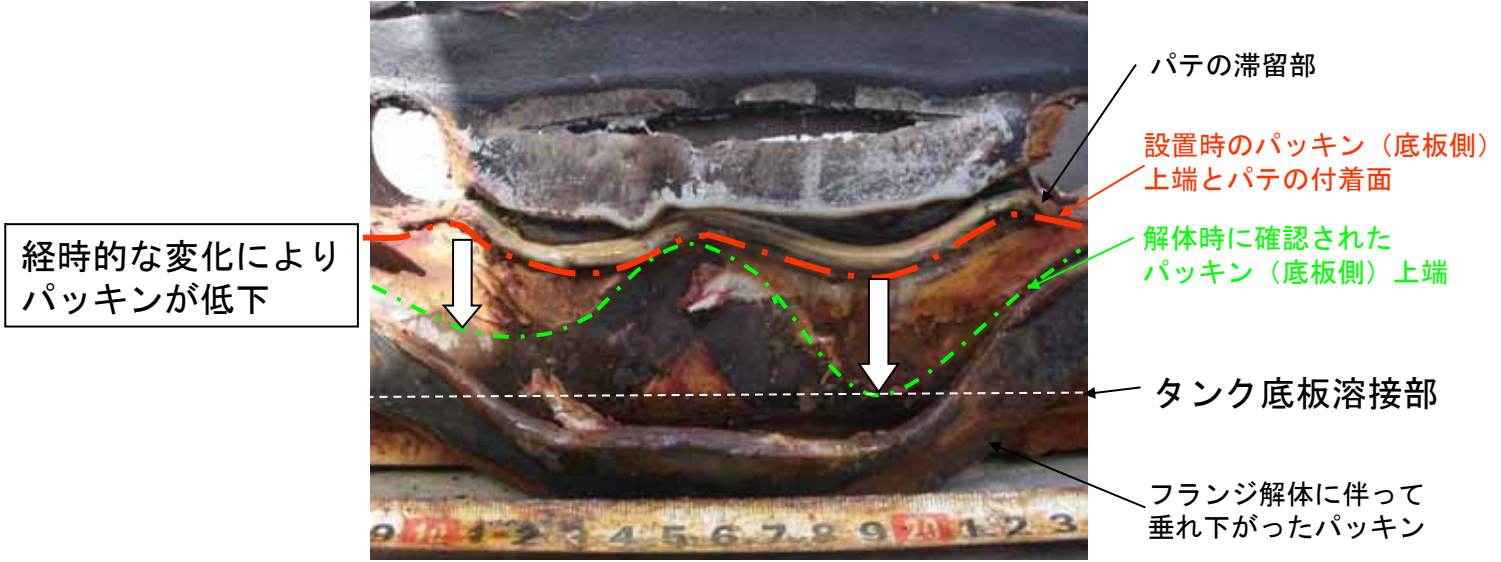
- パッキンが、フランジの熱膨張、収縮やタンク水圧等の影響で徐々に落下し、フランジ底部に抜けたことで、ボルト等の間隙を通じて漏えいに至ったと想定。
- その他の原因は、漏えいが確認された部位のみに確認された事象ではなく、直接的な原因ではないものの、パッキンのずれを助長する要因となりうるものとする。
- 関係者へのヒアリングの結果、タンクの設置プロセスは問題なく、原因となりうる事項は確認されなかった。

想定される原因		確認内容	確認結果	判定
材料	フランジの歪みにより、フランジ下端側が開いていたことによる漏洩	・フランジの開きの測定 ・パッキン厚さの測定	漏洩箇所等において、フランジ下端側への開きが確認されたものの、軽微な状況。	△
施工	パッキンがフランジ底部に抜けて施工されていたことによる漏洩	・フランジの接合面の目視	パテの状態から、ボルト締付時にパッキン(底部側)に軽微なうねりが生じた可能性はあるが、概ね水平に設置していたと推定。	△
	ボルトの締め付けが弱く、水圧によってパッキンが押し出されたことによる漏洩	・施工手順	インパクトレンチで950N・mでボルトを締結。底板、側板(4段)組み立て毎に再度手締めで確認している。	×
	コンクリート基礎の高低差に伴ってフランジ下端側が開いたことによる漏洩	・コンクリート基礎の高低差	1~3cm程度の高低差はあるものの漏えい箇所は周囲と比較して顕著に高低差がある状況ではない。	×
運用	ボルトの締結力低下に伴い、パッキンが押し出されたことによる漏洩	・ボルトトルクの確認	トルクは全体的に低下しているが、漏洩部のボルトトルクのみが顕著に低下している状況ではない。	△
	フランジの熱膨張・収縮に加え、タンク水圧に伴い、パッキンが押し出されたことによる漏えい	・フランジの接合面の目視	フランジ接合面のパッキン痕から、パッキンがフランジ底部に抜けていることを確認。	○
	パッキンの塑性化に伴い、フランジ面の圧力低下が生じたことによる漏洩	・パッキンの厚さ ・パッキンの弾力性の確認	現地のパッキンを用いて、パッキンの塑性状態を確認し、解析も含め実施中。	—

○: 直接の原因となりうる △: 間接的な原因となりうる ×: 原因ではない

©東京電力株式会社

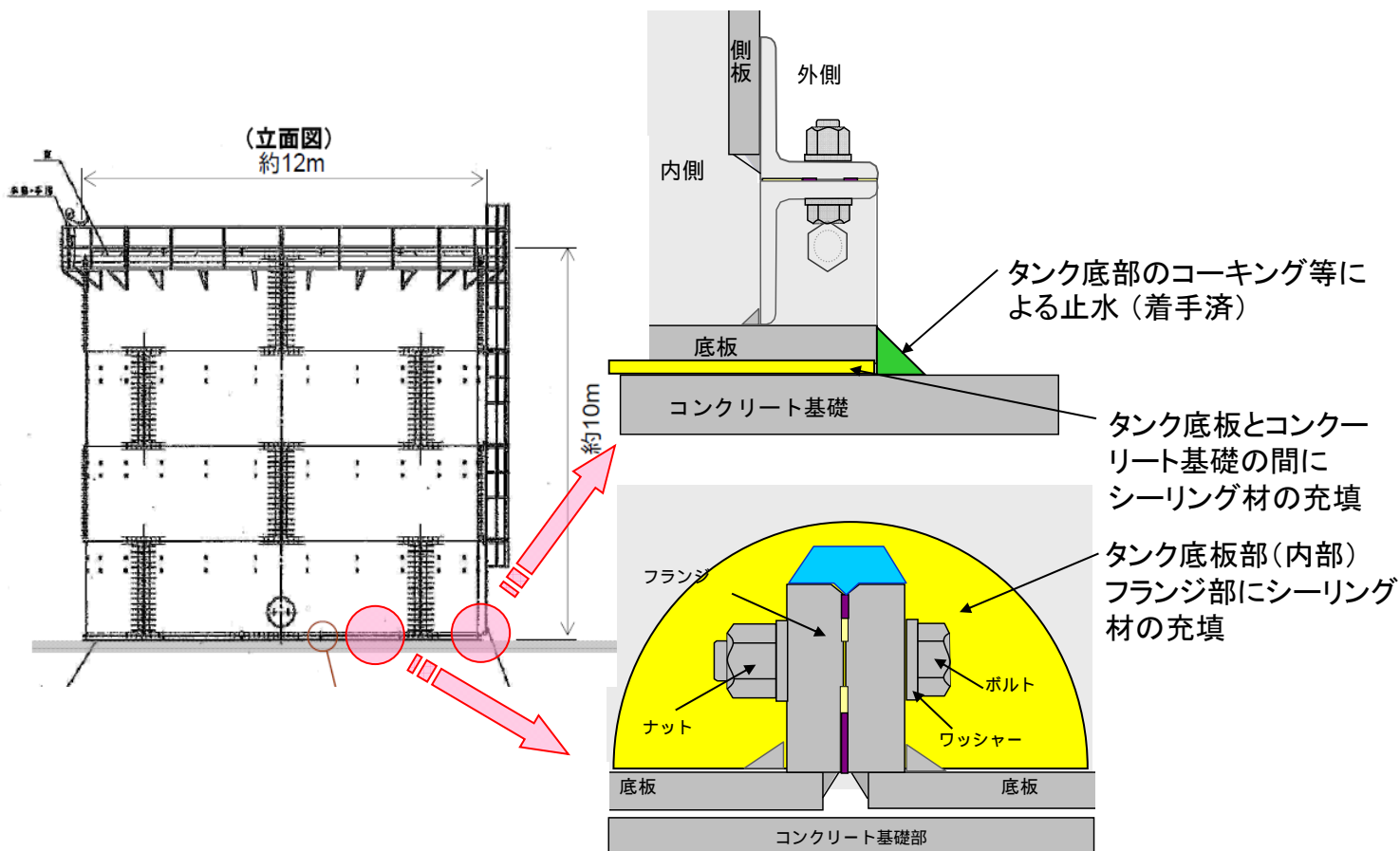
- 漏えい部のフランジ接合面におけるパテの残存状況から、概ね水平に設置されていたと推定
- 最終的なパッキン（底板側）上端の痕から、ボルト締め付け時以降、フランジの熱膨張、収縮とタンク水圧等により徐々に落下し、最終的に底部に抜けて開口に至ったものと推定



参考5-1③:フランジ型タンクの底板継手部構造(タイプ別)

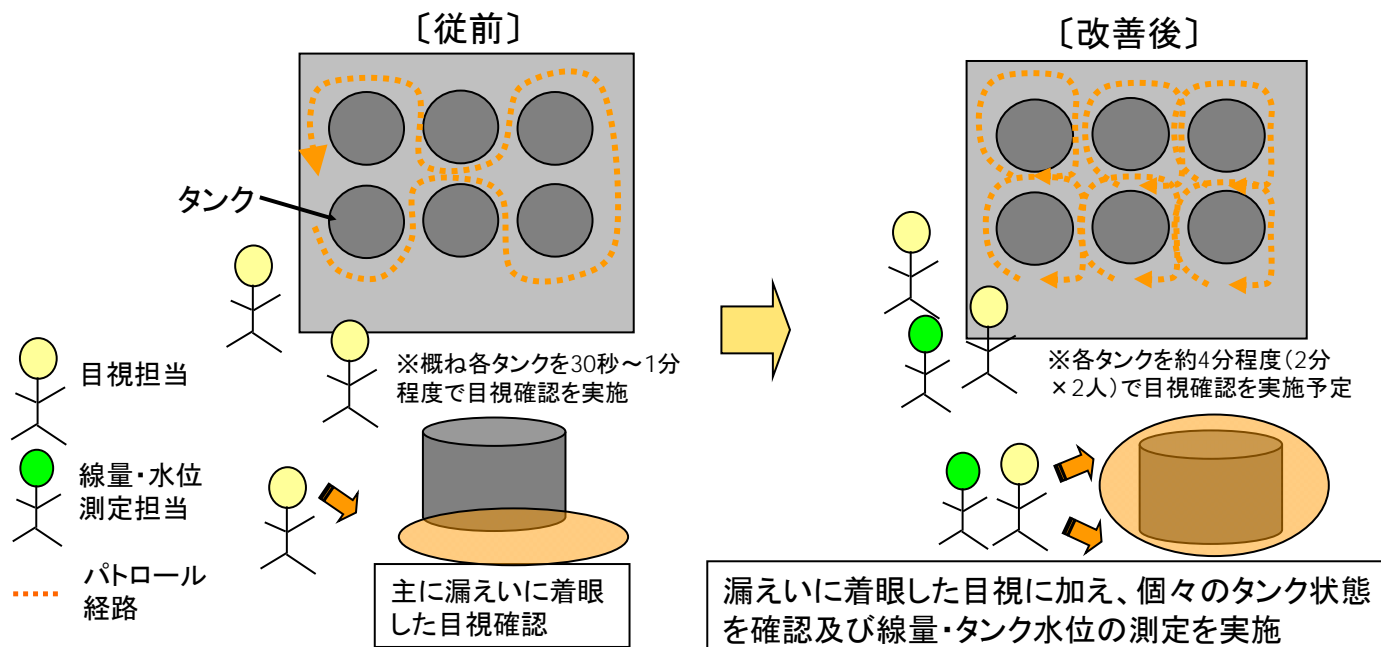
タイプ	底板止水構造断面図	施工例	基数
TYPE-1 ※	水膨張性止水材、シーリング材		120
TYPE-1'			20
TYPE-2	改質アスファルトコーティングシート、水膨張性止水材、シーリング材、1:2モルタル		37
TYPE-3 TYPE-4	改質アスファルトコーティングシート、水膨張性止水材、シーリング材、目地コーキング、1:2モルタル		59
TYPE-5	水膨張性止水材、シーリング材		69

※ 漏えいが確認されたタンク



参考5-3:[運用面の対策]パトロール強化

- パトロール体制と方法の改善により、漏えいの早期発見と拡大防止を一層強化
 - ・パトロール要員及び頻度の増加(4回/日、延べ120人/日)
 - ・パトロール項目の明確化(目視確認、線量測定及び水位測定)
 - ・各タンクの状態確認を十分に実施できる時間を確保
 - ・パトロール時の記録方法を見直すことにより、判断に資する知見の蓄積



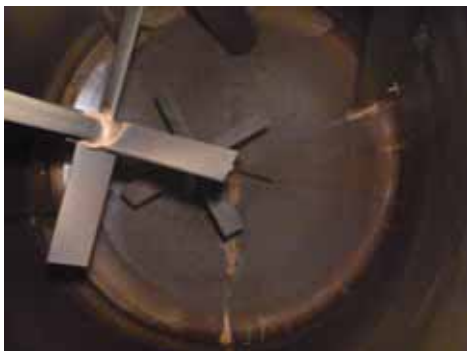
6. 汚染水を適切に管理するための 貯蔵計画・対策

©東京電力株式会社

参考6：多核種除去設備（ALPS）の信頼性向上

23

- バッチ処理タンクの腐食対策
 - ✓ 内面にゴムライニングを施工
 - ✓ すきま腐食発生の可能性があるフランジに対し、ガスケット型犠牲陽極等を施工
- バッチ処理タンクのゴムライニング置き忘れ事象対策
 - ✓ 異物混入防止管理の強化（異物混入防止チェックシートの活用）
 - ✓ 最終内部確認の強化（当社社員、メーカーの工事担当者／品質管理員でのチェック）
- 着実に汚染水処理を進める必要から、以下の取組みを新たに実施
 - ✓ 制御ロジックの再確認の実施
 - ✓ 設計段階で作成した要因分析（故障モード影響解析）について、運転起動及び最近の不適合事例の観点から、総点検・再確認を実施



バッチ処理タンク2Aの点検状況



バッチ処理タンク1C
(ゴムライニング施工後)



ガスケット型犠牲陽極

©東京電力株式会社

7. 4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

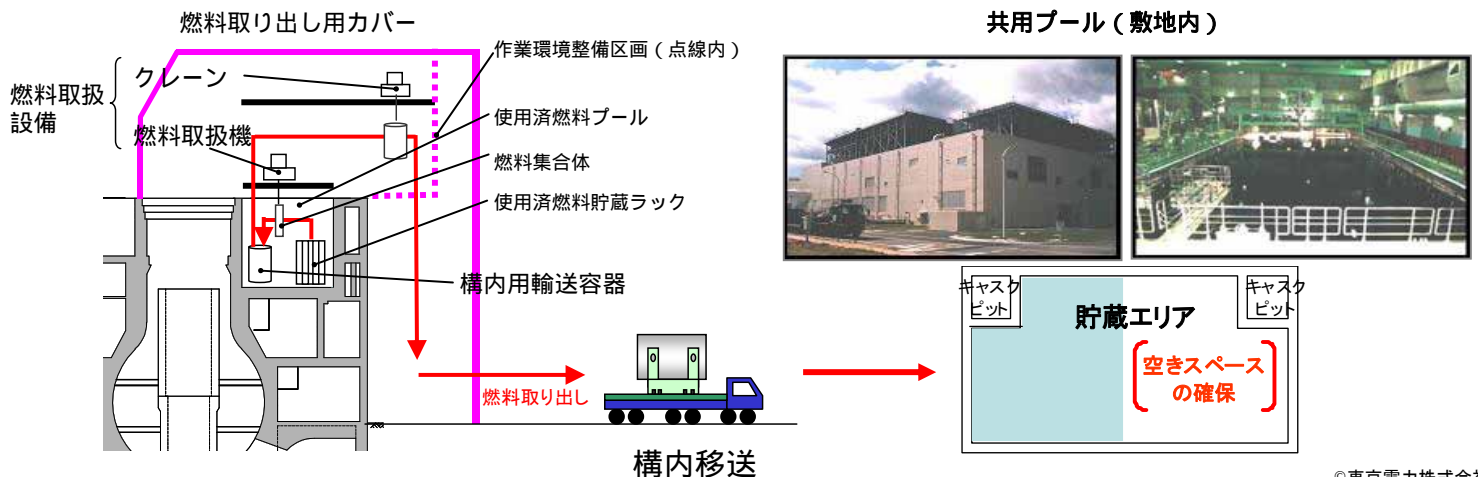
©東京電力株式会社

参考7 ①: 使用済燃料プールからの燃料取り出しの概要

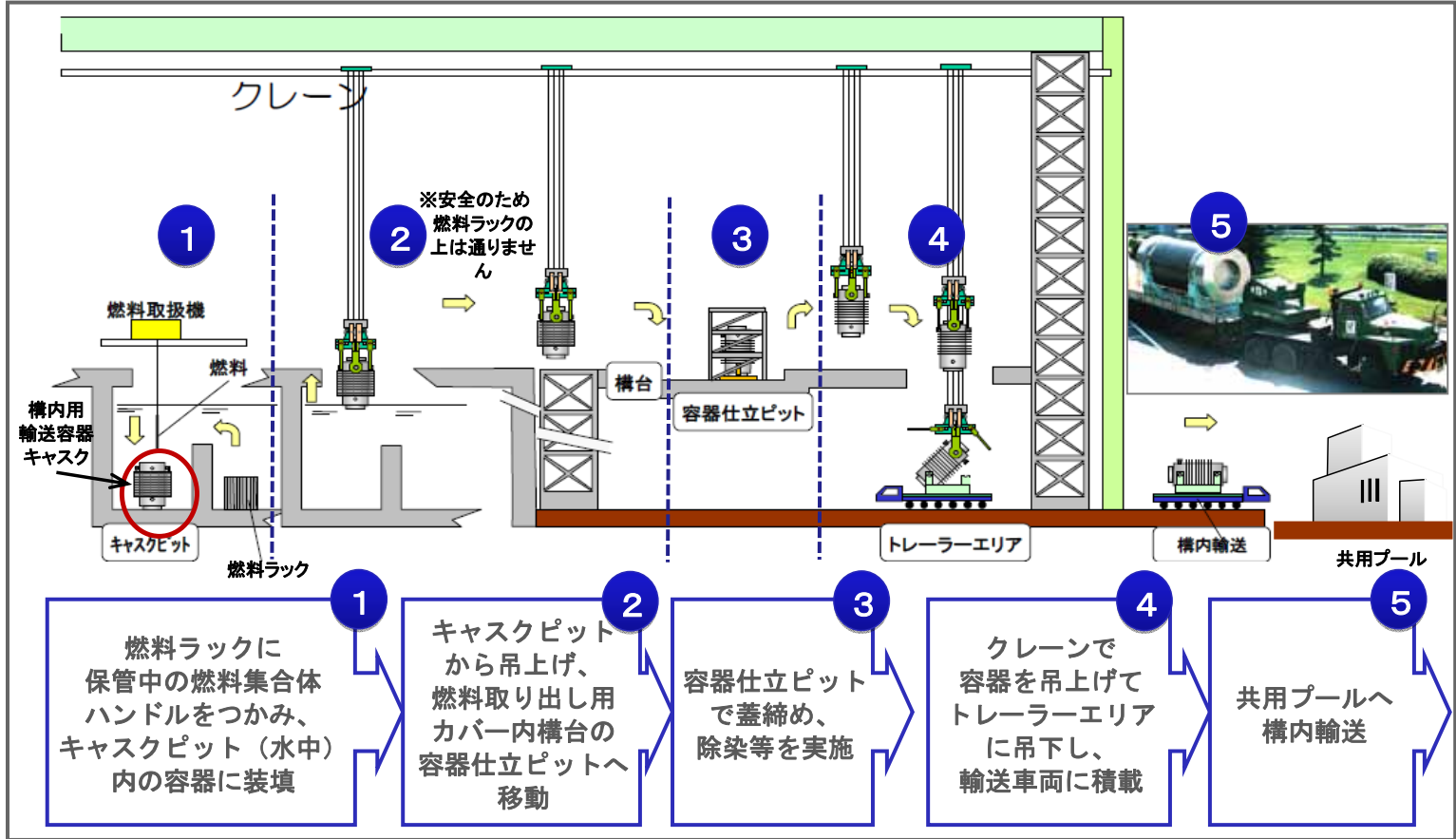
25

- 4号機使用済燃料プールの燃料(1533体※)を敷地内の共用プールへ移送。
 - 本年11月に燃料取り出しを開始し、2014年末頃の完了を目指す。
- ①使用済燃料プール内の燃料ラックに保管されている燃料を、燃料取扱機を用いて、水中で1体ずつ構内用輸送容器(キャスク)へ移動。
 - ②キャスクを、クレーンを用いて、使用済燃料プールから吊り上げる。
 - ③オペレーティングフロア高さにある床上にて、キャスクの蓋締め、除染等を行う。
 - ④キャスクを、クレーンを用いて、地上まで吊り降ろし、トレーラーに載せる。
 - ⑤キャスクを、トレーラーを用いて、共用プールまで運搬する。

※ 使用済燃料1331体、未照射燃料(新燃料)202体



©東京電力株式会社



©東京電力株式会社

参考7-1 ①: 信頼性の高い燃料取り出し関連設備の設置

● 設置工事の様子

①燃料取扱機全体
(オペレーティングフロア北側より撮影)



(撮影日：2013年9月19日)

②燃料取扱機・クレーン設置状況
(オペレーティングフロア北側より撮影)

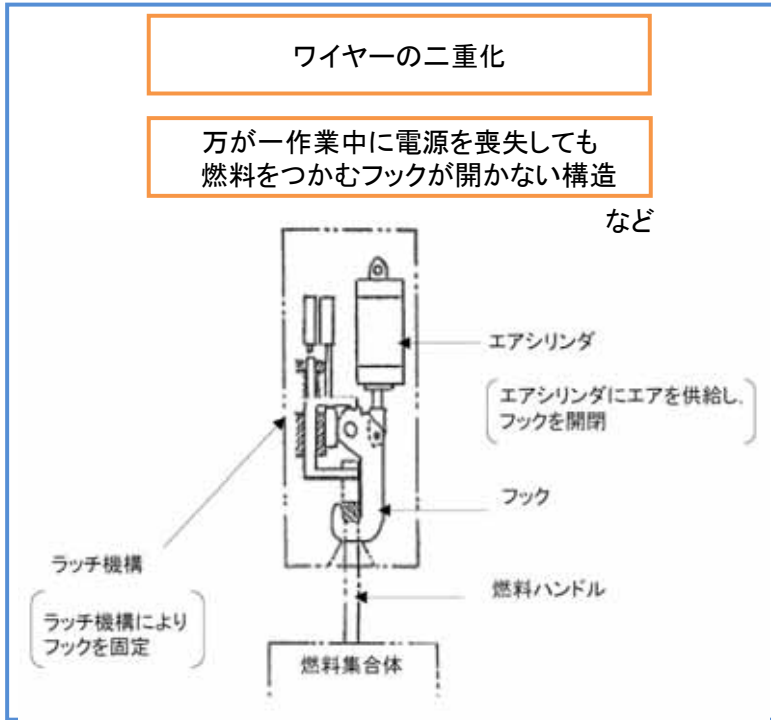


(撮影日：2013年9月19日)

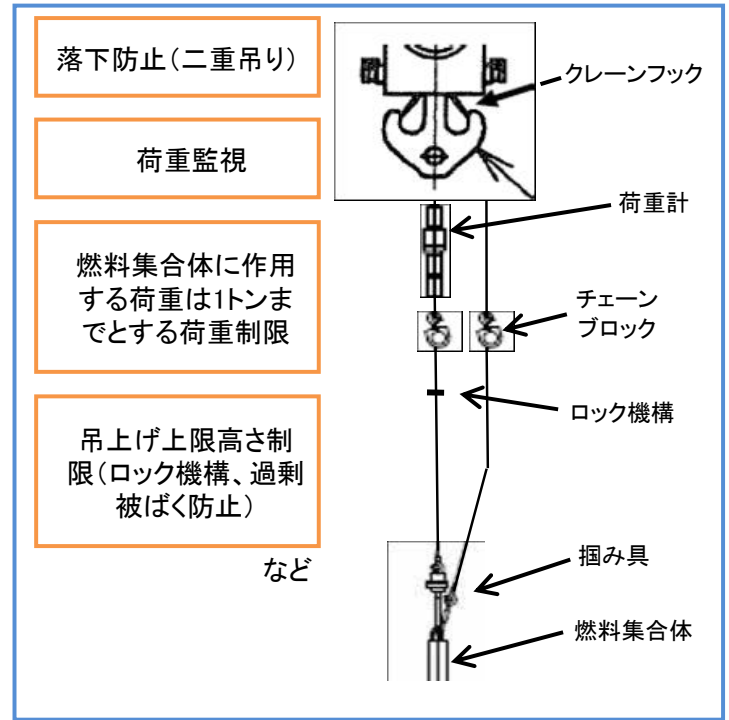
©東京電力株式会社

● 多重性を有する設計・安全対策

①燃料取扱機の安全対策



②クレーンを用いた場合の安全対策



©東京電力株式会社

参考7-2 ①:十分な事前準備

● 落下がれき撤去後のプール内の状況



(撮影日:2013年11月5日)

©東京電力株式会社

● 事前訓練の概要1

・燃料取扱機(FHM)を用いた燃料取扱いの教育・訓練

①FHMを用いた燃料取扱に求める技量

従来のFHMによる燃料取扱にあたっては、必要な技量を教育・訓練する「燃料交換機委託運転員」認定制度を設けているが、今回の燃料取扱にあたっては「燃料交換機委託運転員」認定に加えて、以下の内容の理解が必要となる

- I. 従来のFHMとの構造、作業環境の違い
- II. 引き上げ中の引っかかり(かじり)発生時の対応手順
- III. その他考慮すべき作業上のリスクと安全対策
- IV. 異常発生時(地震など)の対応手順

②教育・訓練計画

上記の燃料取扱に求める技量を作業員に習得させるため、以下の教育・訓練を実施する

- ・教育: 上記 I ~ IV について手順書等を用いた座学教育の実施
- ・訓練: 設置されているFHM実機を使用した操作訓練の実施
- ・避難訓練: 避難経路(2ルート確保)の確認、避難経路を通っての避難訓練の実施

③実施体制

上記の教育・訓練を受けた作業員が燃料取扱を実施する

実績(11月4日時点) **48名修了**

©東京電力株式会社

参考7-2 ③: 国際エキスパートグループによる作業安全性レビュー状況 31

【背景】

11月中旬からの福島第一原子力発電所4号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに先立ち、がれきの影響、作業環境の違い等、使用済燃料プール燃料取り出しにおける潜在リスクに対する当社準備状況などについて第三者である技術研究組合 国際廃炉研究開発機構の国際エキスパートグループにレビューを実施して頂き、より安全・確実な使用済燃料プール燃料取り出しに取り組んでいるところ。

【実績】

平成25年9月25日	概要説明
10月22日～	関連資料送付(当社資料に基づくレビュー開始)
10月30日	テレビ会議実施
11月5日	コメント受領

○レビューメンバー:【国際エキスパートグループ】UK、France、Russia、Ukraine、US

【主なコメント】

- ・作業安全に関し一定の理解を得ているところ。
- ・がれきによるチャンネルボックス固着時の対応など、モックアップやトレーニングによる作業習熟を図るべき
- ・燃料の取り出しは新燃料を優先的に取り出し作業習熟を図るべき
- ・全面マスクの着用は作業上の安全性を考慮し見直しを図るべき

【対応状況】

- ・頂いたコメントに対し、現在、確認を行っているところ。

【今後の予定】

福島第一原子力発電所サイト来所: 平成25年11月14日～15日

©東京電力株式会社

● 事前訓練の概要2

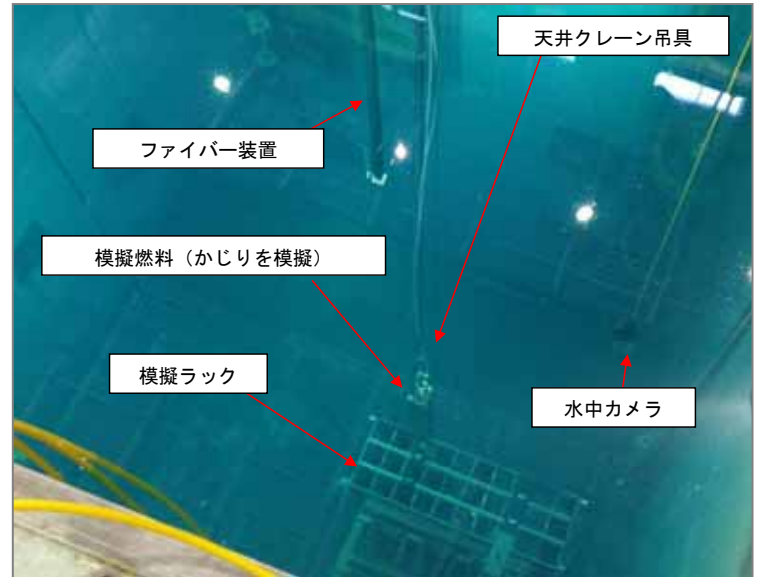
- ・ 模擬設備を用いた燃料の引っかかり（かじり）対応訓練

訓練状況



全面マスクおよびゴム手袋を用いて現場状況を模擬

模擬燃料（かじりを模擬）、模擬ラック



参考7-3:通報連絡体制の整備(1F4燃料取り出し)

