

福島第一原子力発電所 プール燃料取り出しの概要について

2025年11月28日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

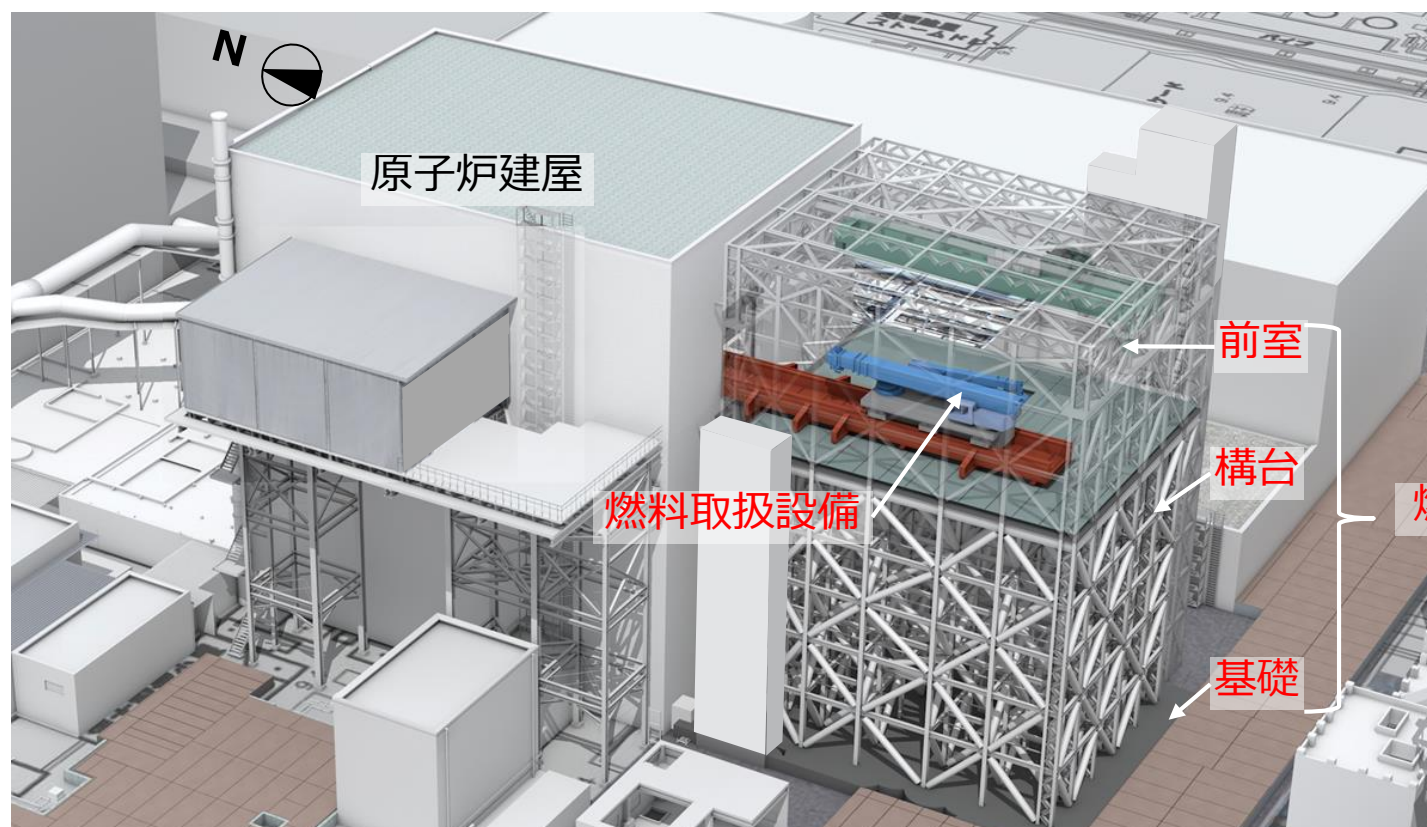
1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

1. 2号機_燃料取り出しの概要

- 2号機使用済燃料プールに615体※1の燃料が貯蔵されている。より安定的な冷却・貯蔵が可能な共用プールに搬出するために燃料の取り出しを実施。
- 燃料取り出し作業は、原子炉建屋の南側に燃料取り出し用構台を設置し、原子炉建屋5FLの南側外壁小開口を通じて燃料および輸送容器（以下、キャスクとする）を取り扱う。高線量環境の原子炉建屋5FLは遠隔操作※2で、低線量環境の燃料取り出し用構台内は有人作業で実施。

※1 使用済燃料：587体 新燃料：28体

※2 燃料取り出しで使用する遠隔操作カメラ：全36台



原子炉建屋5FL：10台
使用済燃料プール内：6台
燃料取扱設備付き：12台
燃料取り出し用構台：8台
合計：36台

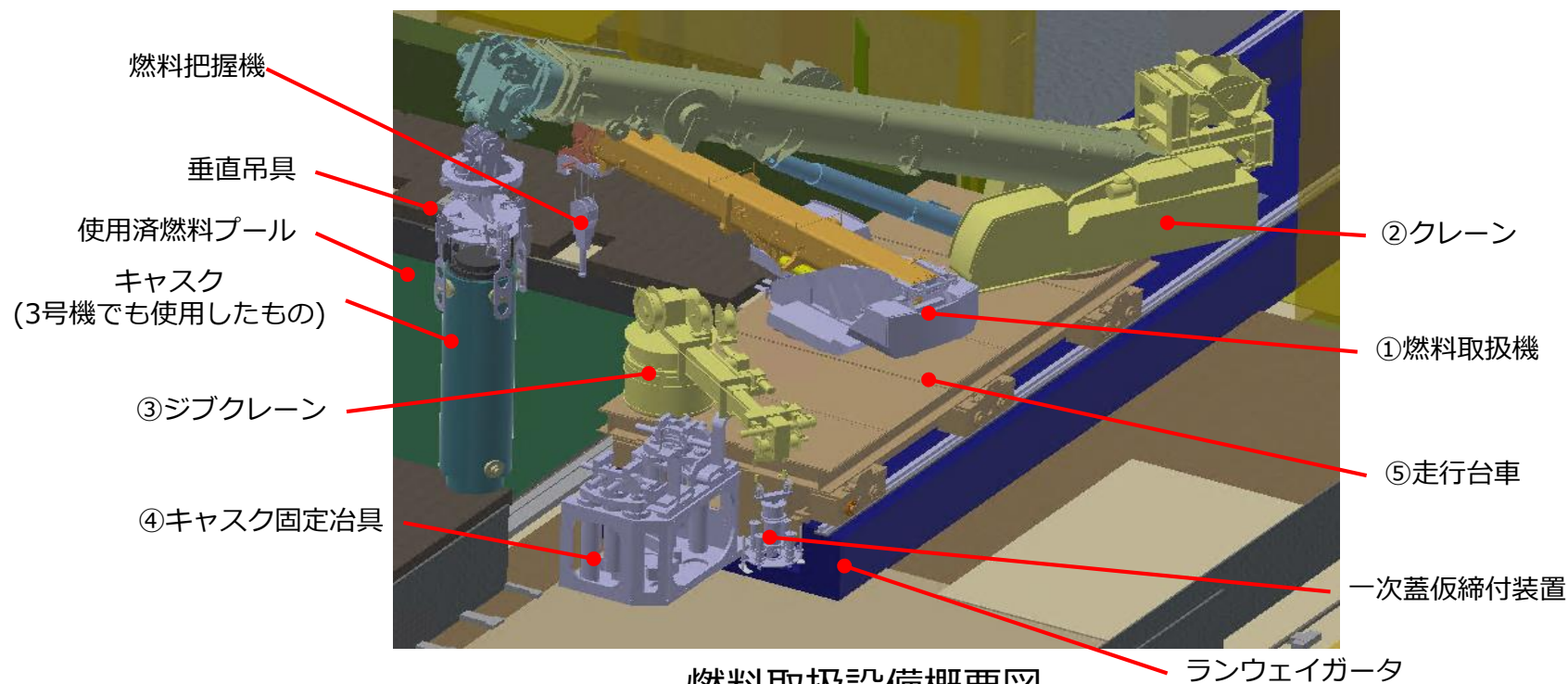
燃料取り出し用構台概念図（鳥瞰図）

1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

2. 2号機_燃料取扱設備の概要 (1/4)

➤ 燃料取扱設備は、以下に示す5種類の機器で構成。

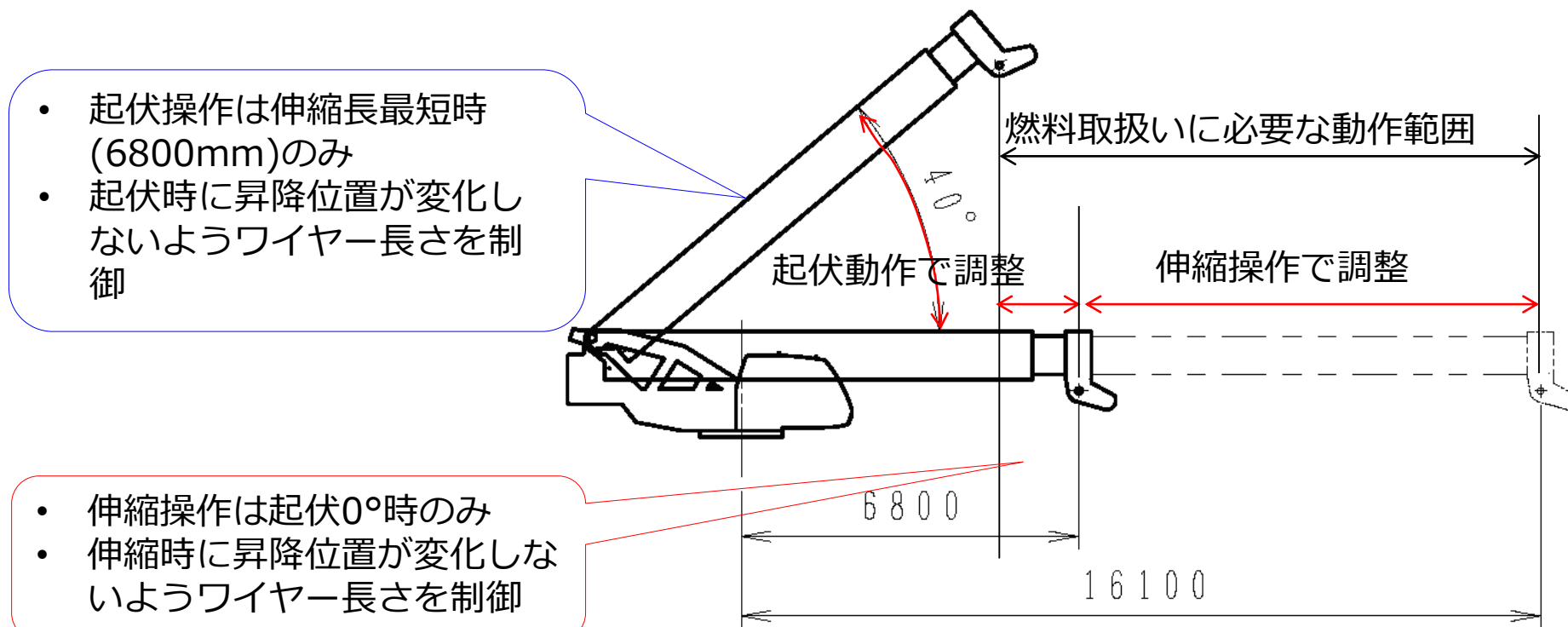
- ✓ ①燃料取扱機 : 燃料把握機にて燃料をキャスクへ収納。
- ✓ ②クレーン : 原子炉建屋5FLおよび燃料取り出し用構台内において、垂直吊具を用いてキャスクを揚重。
- ✓ ③ジブクレーン : 一次蓋仮締付装置にて、キャスクの一次蓋の取外・取付を実施。
- ✓ ④キャスク固定治具 : 走行台車にキャスクを積載・固定。
- ✓ ⑤走行台車 : 燃料取扱機等の機器を搭載し、原子炉建屋5FLと燃料取り出し用構台をつなぐランウェイガータ間を移動。



燃料取扱設備概要図

2. 2号機_燃料取扱設備の概要 (2/4) 【燃料取扱機の概要】

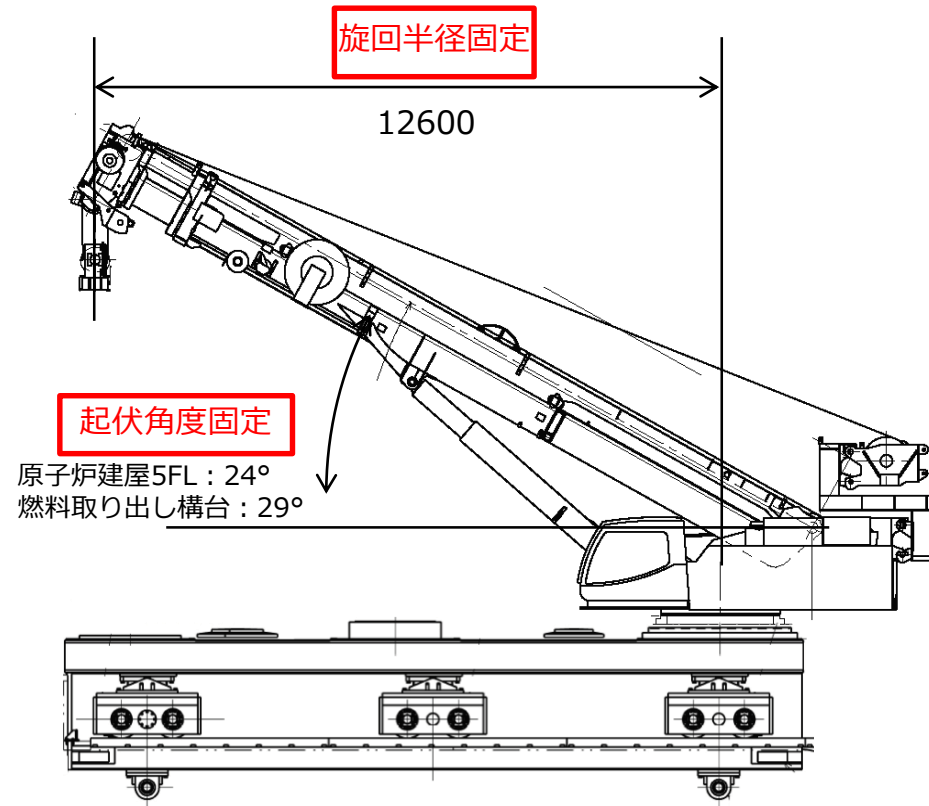
- ▶ 燃料取扱機は、クレーン、ジブクレーン、走行台車との同時運転を不可とし、クレーン、ジブクレーンが退避位置でのみ動作可能とするインターロックを設定。
- ▶ 各操作レバーは誤操作防止の観点から2アクション。（操作レバーのボタンを押してから倒す等）
- ▶ 既設の燃料取扱機と同様に直交座標で管理。指定した燃料ラック近傍までは自動操作、燃料を把握するための位置合わせは人による遠隔操作にて微調整を実施。
 - ✓ ブームの起伏、伸縮時の昇降位置制御方法は下図の通り。
 - ✓ ブーム伸縮長さ、旋回角度、起伏角度を直交座標に変換。



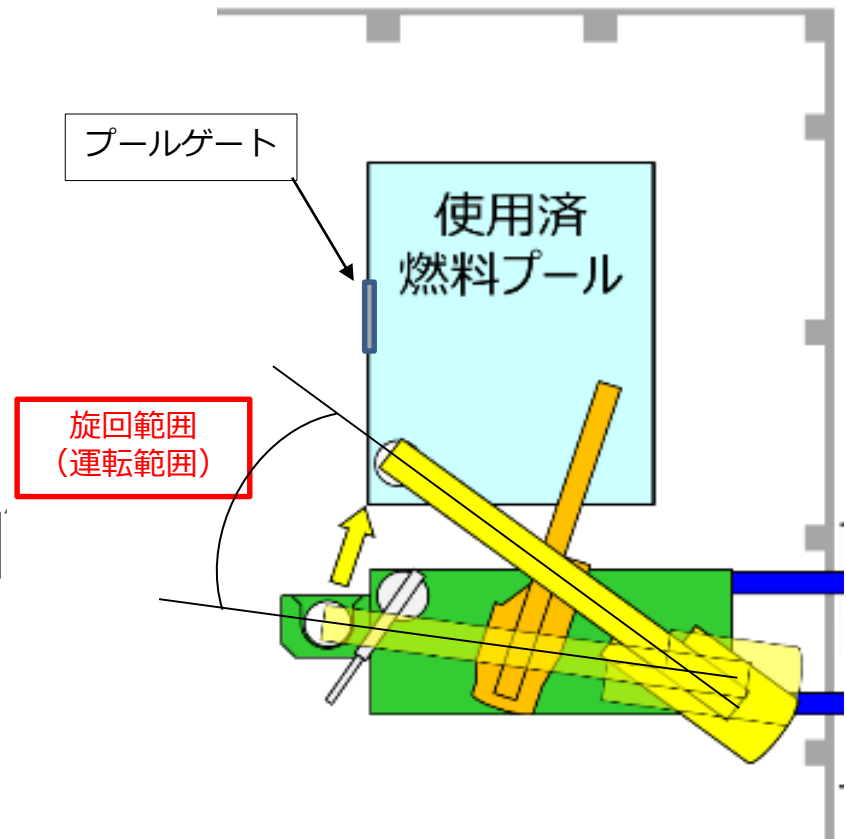
燃料取扱機の運転姿勢

2. 2号機_燃料取扱設備の概要 (3/4) 【クレーンの概要】

- ▶ クレーンは、燃料取扱機、ジブクレーン、走行台車との同時運転を不可とし、燃料取扱機、ジブクレーンが退避位置でのみ運転可能とするインターロックを設定。
- ▶ キャスク取扱時のクレーン操作は旋回・昇降の2軸操作のみ。
- ▶ クレーンの旋回範囲を制限し、燃料ラックやプールゲート等の既設構造物との干渉を防止。

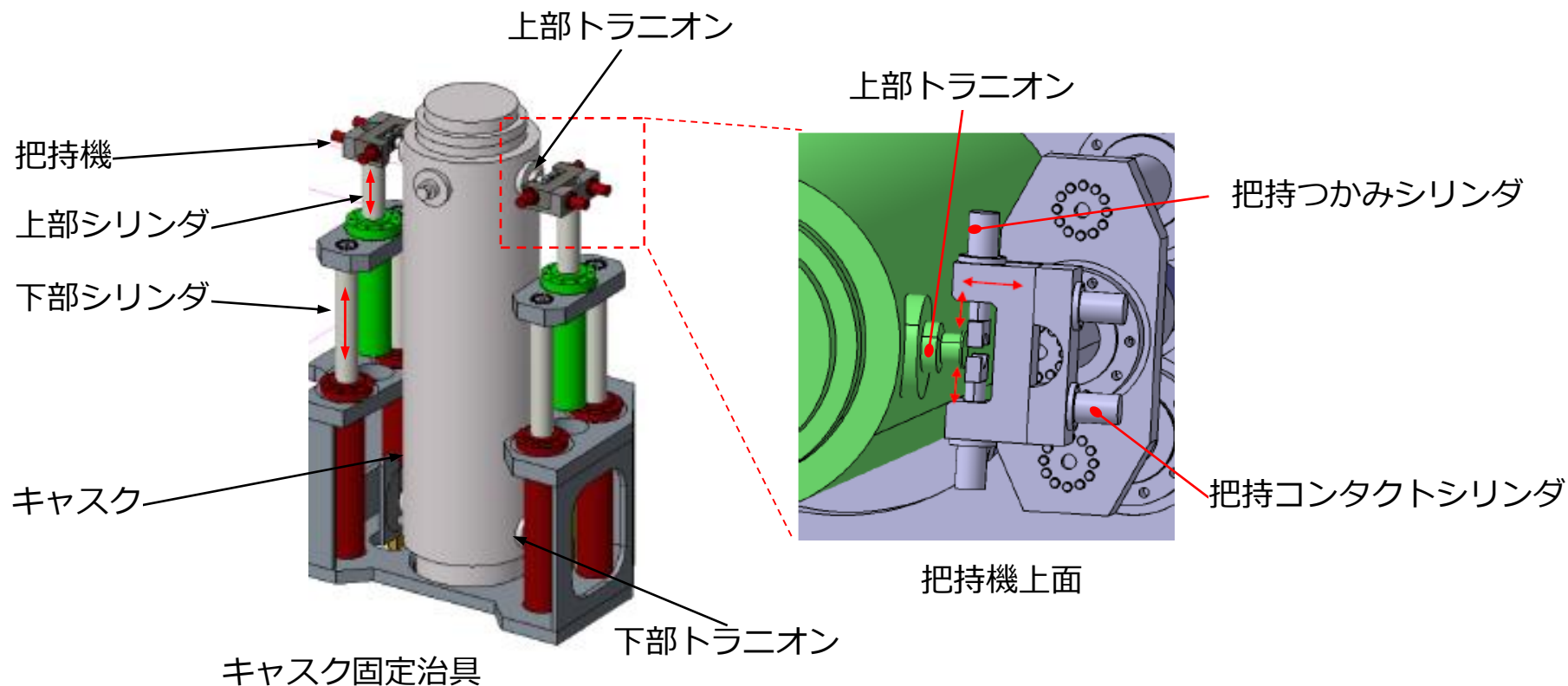


原子炉建屋5FLでのキャスク取扱時のクレーン姿勢



クレーンの運転範囲

- 燃料取扱設備が原子炉建屋5FL、燃料取り出し用構台間を移動する際に、キャスクの転倒を防止するための機器。
- 把持機を介してキャスクの上部トラニオンを固定。
- キャスク取扱時は垂直吊具もしくはキャスク固定治具にて常に支持された状態とすることでキャスクの転倒を防止。
- 格納状態ではジブクレーンとの干渉を回避するため上部／下部シリンダを収縮。



1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

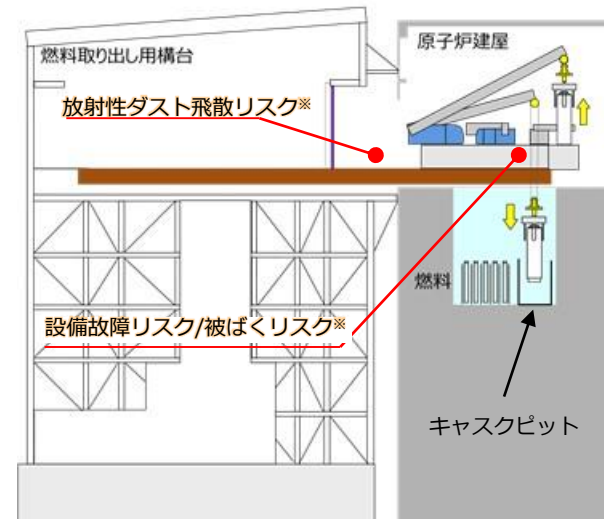
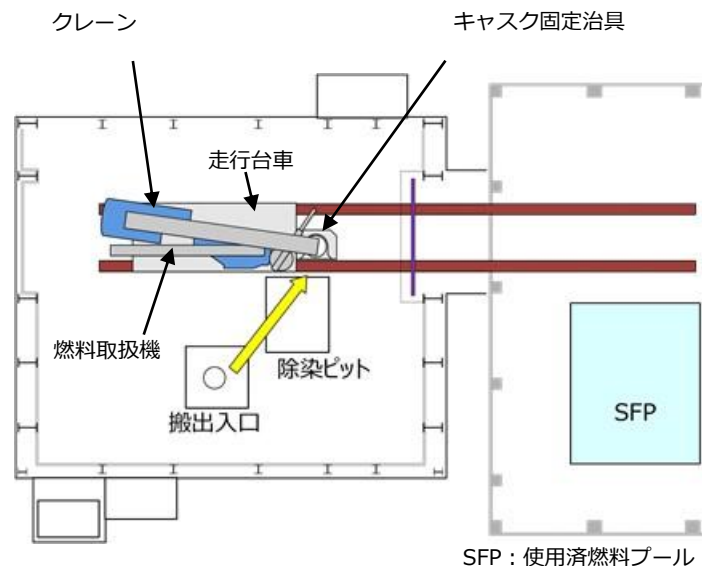
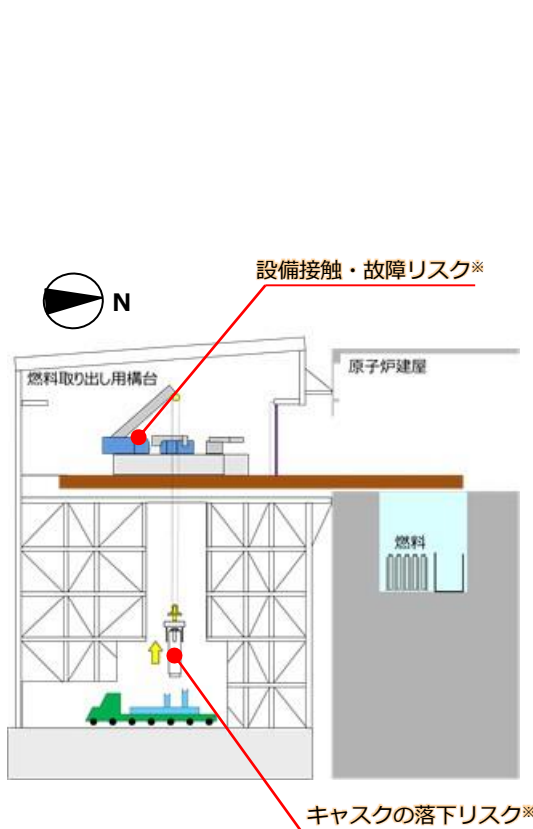
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点 (1/2)

- 使用済燃料プール内のキャスクピットへのキャスクの搬入は、クレーンおよび走行台車を用いて安全に実施。

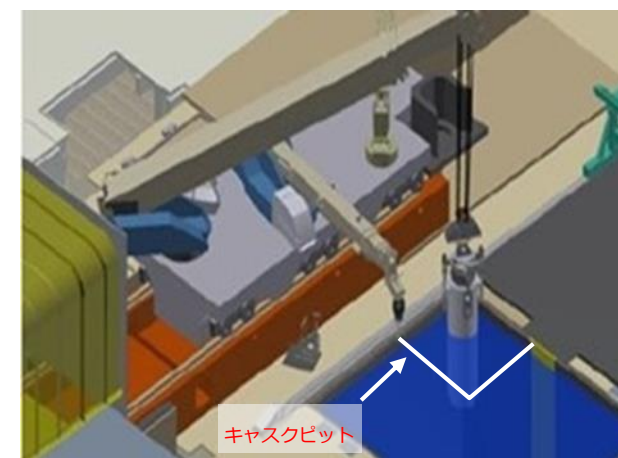
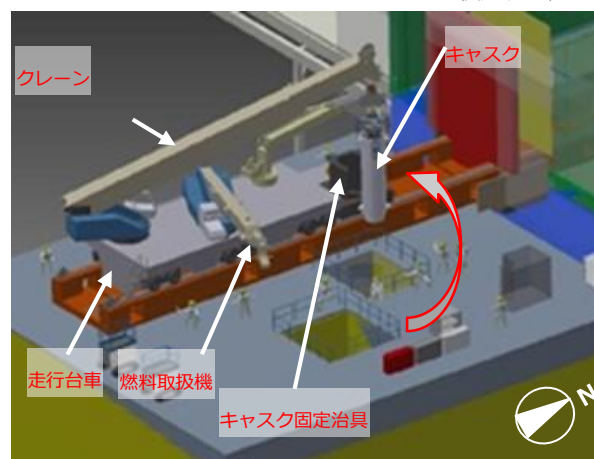
① 燃料取り出し用構台にキャスクを搬入

② 走行台車のキャスク固定治具にキャスクを積載、原子炉建屋5FLへ移動

③ クレーンにてキャスクをキャスクピットへ移動



※燃料取り出し作業において、リスクが上昇する起点を示す。



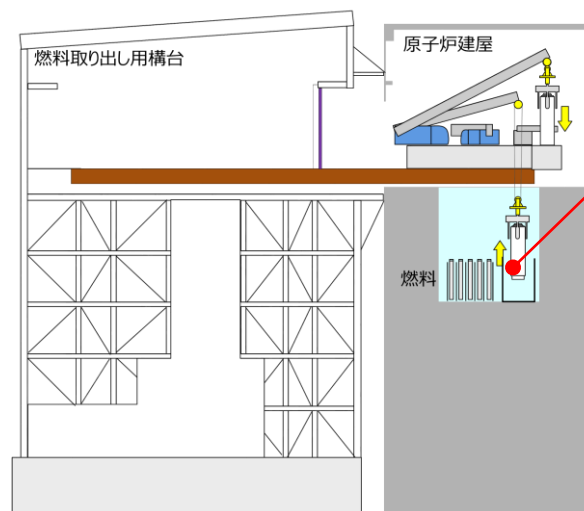
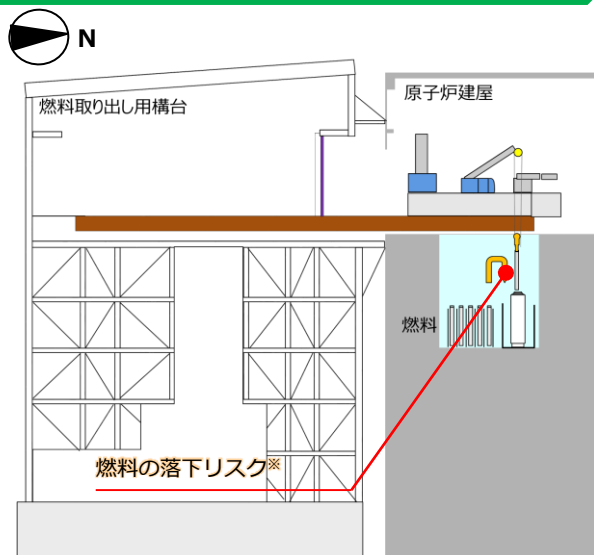
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点 (2/2)

- 燃料は燃料取扱機によりキャスクへ収納され、その後、クレーンおよび走行台車を用いて安全に搬出。

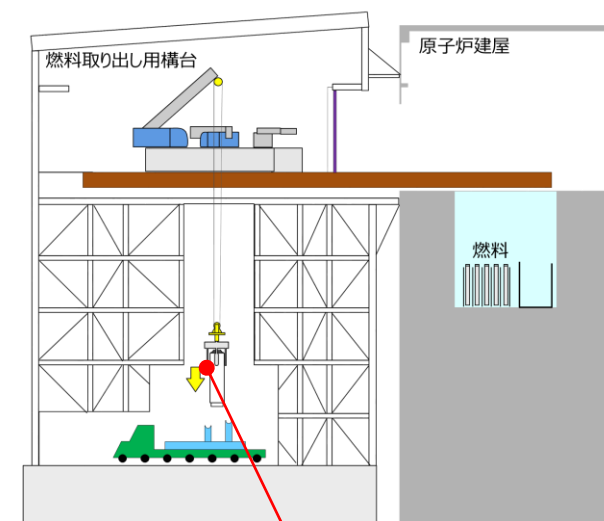
④ 燃料取扱機で燃料をキャスクに移動

⑤ 燃料が収納されたキャスクを
走行台車のキャスク固定治具に搭載

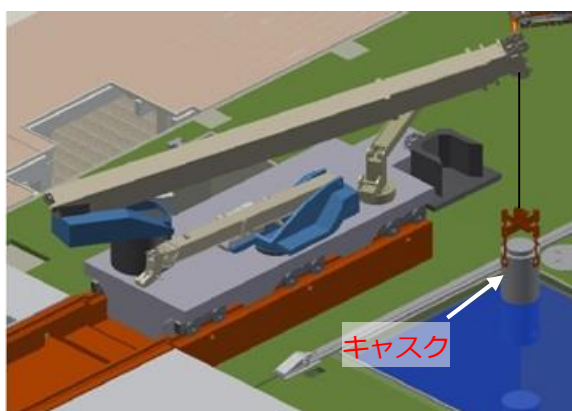
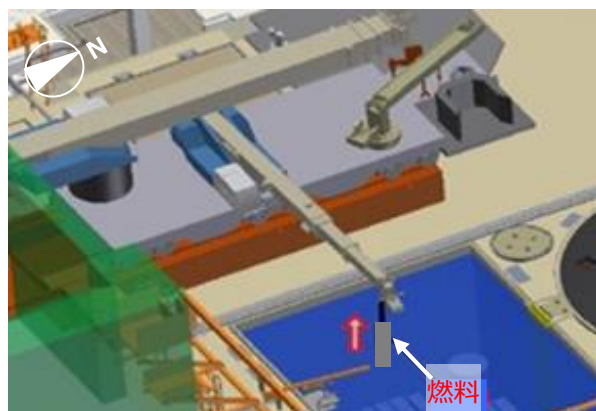
⑥ 燃料取り出し用構台に戻り構台
からキャスクを搬出



燃料入りのキャスクの落下リスク※



燃料入りのキャスクの落下リスク※



1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

【地震対策（耐震設計）】

- 耐震クラスB+として設計を実施。
- 1/2Ss450地震動を原子炉建屋および燃料取り出し用構台の地震応答解析モデルへ入力し得られる加速度応答時刻歴から求めた設計用床応答スペクトルを用いて解析を実施。
- 各要素における力を計算機で求め、全て許容応力以下であることを確認。

【雷対策】

- 建築基準法、電気技術指針、日本産業規格に準拠した耐雷対策を実施。
- 新設する燃料取り出し用構台は、避雷設備がないため、構台部材で代用可能であることを確認。
- 原子炉建屋屋根面および外壁面に保護用メッシュ導体を設置し、構台および地盤へ接続。燃料取扱設備は構台内に設置されるため、直撃雷の影響なし。
- 雷サージ対策として、光ケーブルの使用（設備／コンテナ間・遠隔操作室への伝送）または保安器設置（計器／コンテナ間）を実施。
- 燃料取り出し中の落雷は、直撃雷・雷サージ対策により安全上の影響なし。

【火災対策】

- 電気設備と油圧配管を隔壁等で物理的に隔離。隔離できない油圧ポンプには自動消火設備を併設。
- 有人作業エリアに消防ホース接続用給水座および二酸化炭素消火器、粉末A B C消火器を設置。

1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

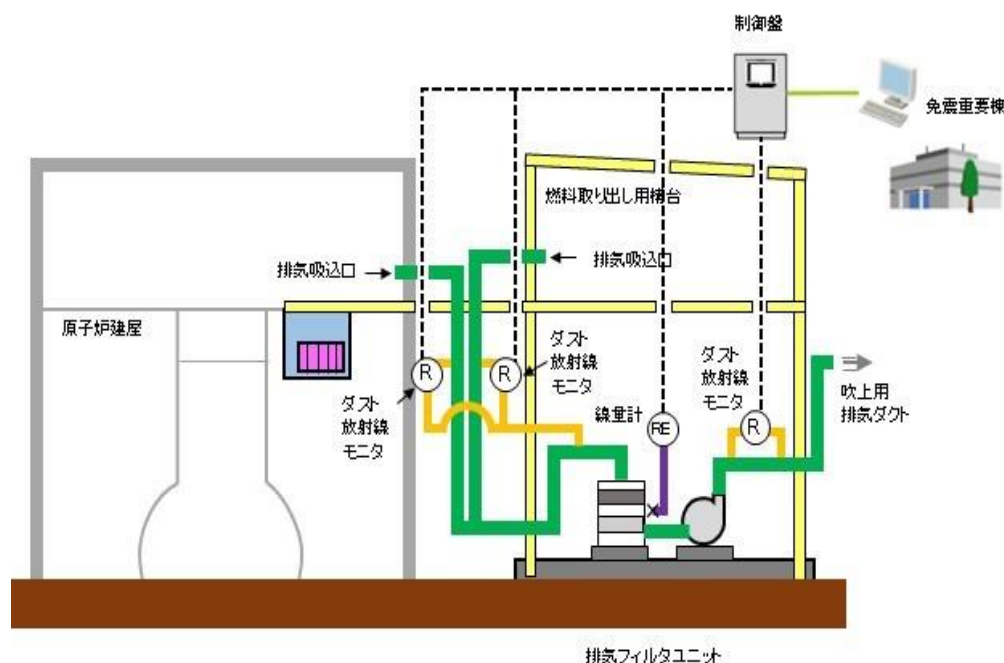
5. 安全対策（1/7）

- 燃料取り出し作業に関連する想定リスクと顕在化シナリオを考慮した設備の安全対策を以下に示す。

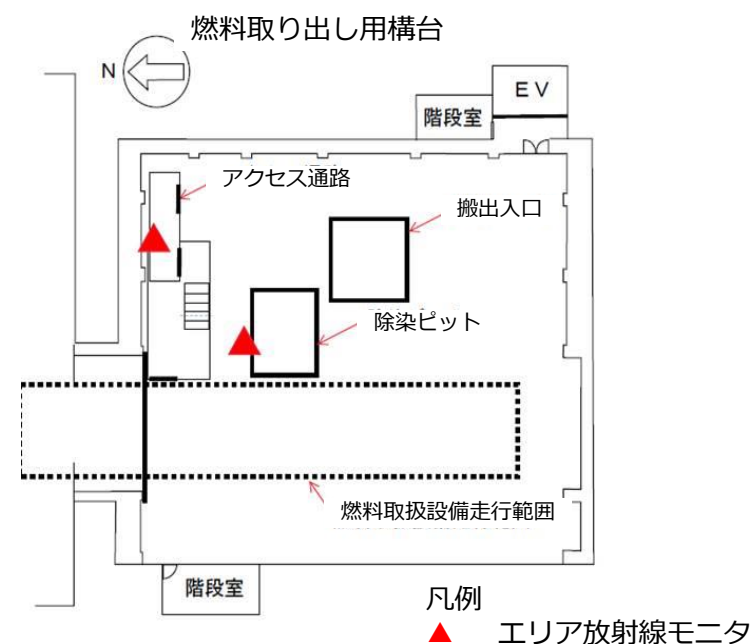
想定リスク	リスクシナリオ	対策詳細
放射性ダストの飛散	燃料取扱設備が原子炉建屋5FLを走行する際、原子炉建屋5FL側から燃料取り出し用構台側へ放射性ダストが漏えいする可能性がある。	16ページ
作業者の被ばく	設備故障時の対応やキャスクの移動に伴い、作業エリアの雰囲気線量が上昇し、作業者が過剰に被ばくする可能性がある。	16ページ 17ページ
燃料の落下	使用済燃料プール内で燃料ラックからキャスクへ燃料を収納する作業中に、燃料が落下した場合、燃料および使用済燃料プールが損傷する可能性がある。	18ページ
キャスクの落下	燃料取り出し用構台内および使用済燃料プール内のキャスクピットにキャスクを移動する際の揚重作業中に、吊荷が落下した場合、燃料や使用済燃料プールを損傷する可能性がある。	18ページ 19ページ
燃料取扱設備の誤操作による接触	燃料取扱設備は、走行台車上にクレーン、燃料取扱機、ジブクレーン、キャスク固定治具を搭載して構成されている。燃料取り出し作業中に誤操作が発生した場合、設備間の接触や破損が生じ、作業の中断や遅延につながるリスクがある。	20ページ
燃料取扱設備の故障	設備の故障により、燃料またはキャスクを吊り下げたままの不安定な状態になる可能性がある。 設備停止の影響により、燃料の取り出し作業が遅延する可能性がある。	21ページ
ヒューマンエラー	燃料取扱機としては前例のないブーム型を採用するため、設備理解の不足および習熟不足により、作業の中断や遅延につながるリスクがある。	24ページ 25ページ 27ページ

5. 安全対策（2/7）【放射性ダスト飛散/作業者の被ばく】

- 原子炉建屋5FLおよび燃料取り出し用構台前室からの放射性物質飛散対策として、換気設備を設置し高性能フィルタ（HEPAフィルタ）を通気した空気が大気中に放出される。また、ダスト放射線モニタで放射性物質の濃度を監視。
- 燃料取扱設備移動時は、汚染拡大防止ハウスを展張することで原子炉建屋5FLからの放射性ダストの流出を抑制。（参考4参照）
- 放射線防護を目的として、燃料取り出し用構台内にエリア放射線モニタを設置し線量を監視。
- 燃料取り出し用構台内の雰囲気線量は、平均値で0.02mSv/hの環境を構築。メンテナンスおよび設備故障時の対応は、主に構台内で対応可能であることから被ばく低減が可能。



原子炉建屋および燃料取り出し用構台換気設備構成

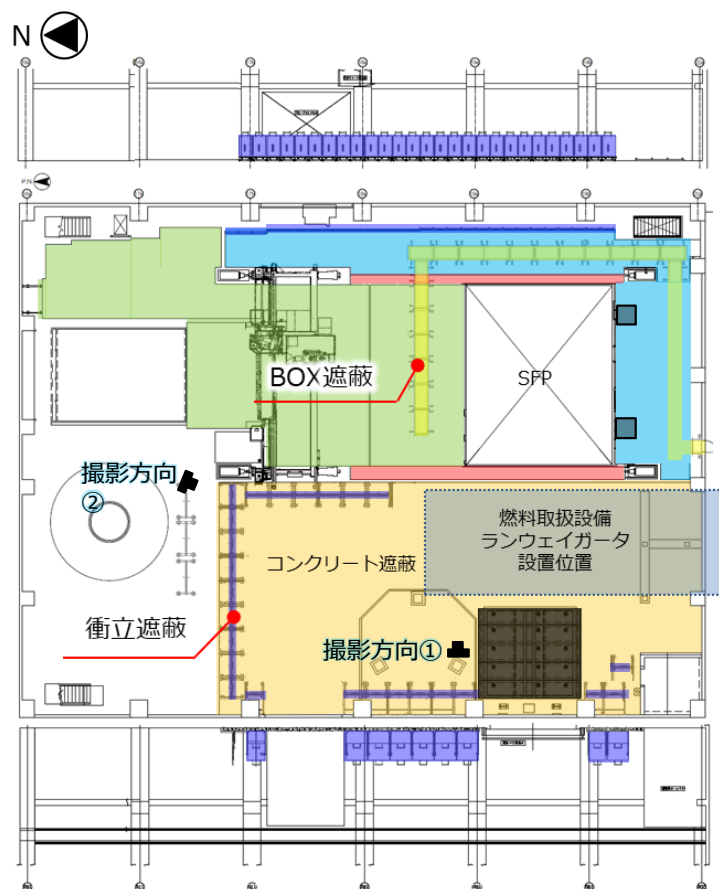


エリア放射線モニタ構成

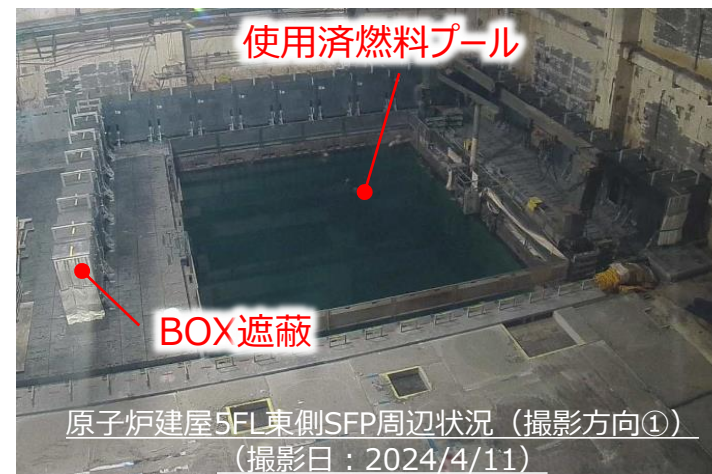
5. 安全対策（3/7）【作業者の被ばく】

- 原子炉建屋5FL内は高線量環境であったため、除染作業および遮蔽の設置作業を実施し、燃料取扱設備の設置作業が可能な作業環境を構築。
- 設備故障時に原子炉建屋5FLに入域する作業者の被ばく低減を目的として、使用済燃料プール周辺に遮蔽歩廊（BOX遮蔽）を設置。

[参考]BOX遮蔽内：0.25～0.29mSv/h BOX遮蔽外の作業エリア：3～5mSv/h



遮蔽配置

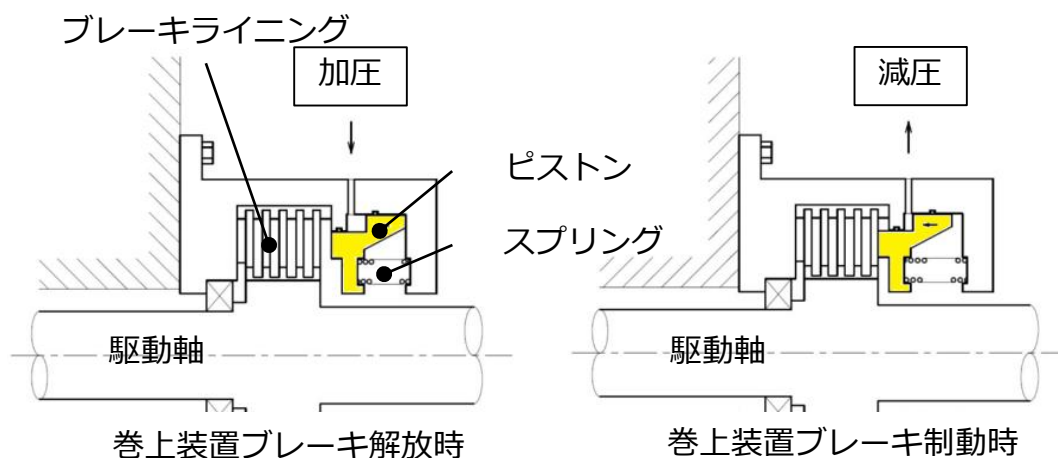


5. 安全対策（4/7）【燃料の落下/キャスクの落下】

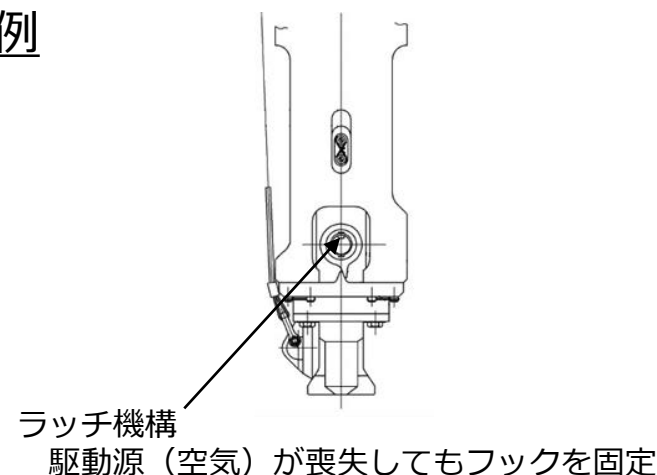
- ▶ 燃料取扱機およびクレーンは、駆動源喪失時の荷重保持構造、過荷重時の上昇防止インターロック機能、ワイヤーロープの二重化を実装し、落下事象の発生リスクを最小化。
- ▶ 落下防止対策は、通常プラントの燃料取扱設備と同等の機構。

機器名称	落下防止対策
燃料取扱機	(1) 巻上装置は駆動源喪失時にブレーキで保持する構造 (2) 燃料把握機は空気圧源喪失時にフックが開かない構造 (3) 燃料把握機の機械的インターロック（荷重がかかっている状態だとラッチ構造でフックが開かない） (4) 燃料把握機の過荷重時に上昇を阻止するインターロック (5) 燃料把握機は二重のワイヤーロープで保持する構造
クレーン	(1) 巻上装置は駆動源喪失時にブレーキで保持する構造 (2) 垂直吊具は外れ止め装置を有する構造 (3) 垂直吊具の過荷重時に上昇を阻止するインターロック (4) 垂直吊具は二重のワイヤーロープで保持する構造

落下防止対策代表例



燃料取扱機(1)、クレーン(1)



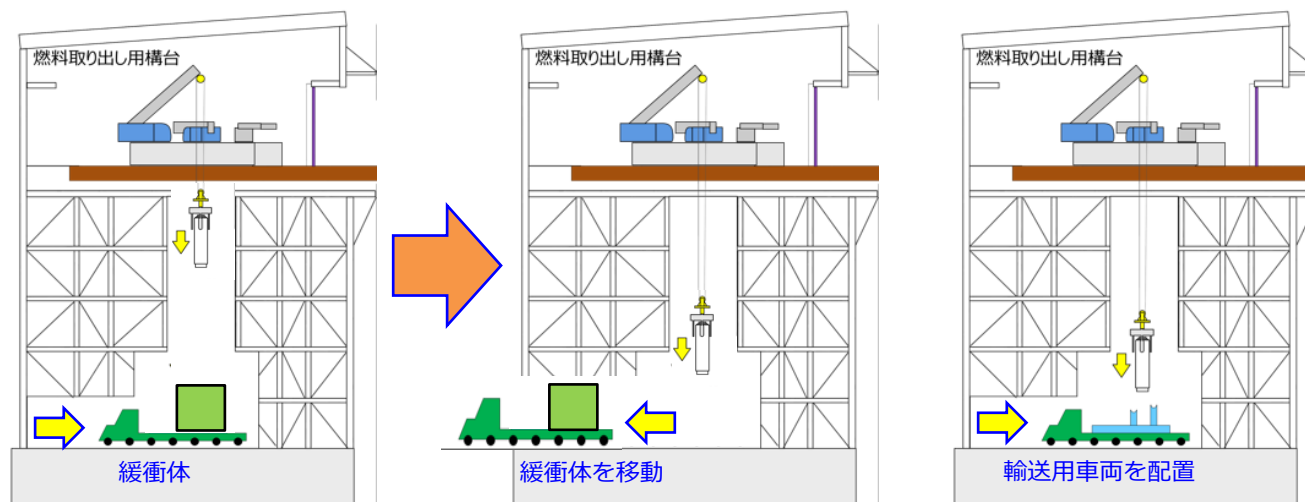
燃料取扱機(2)(3)

5. 安全対策（5/7）【キャスクの落下】

- 燃料を収納したキャスクが万一落下した場合の影響緩和として、落下時の衝撃を吸収しキャスクの密封性を確保する「緩衝体」を地上階に配置する運用を自主的に実施。

（3号機の燃料取り出し時に使用したもの）

- ✓ 約40mの高さからキャスクが緩衝体に落下した場合に、発生する応力が許容値以下で密封性が確保できることを解析により確認。なお、解析は事業所外運搬用キャスクの落下評価で用いられている手法で実施。
- ✓ 緩衝体は、トレーラ荷台等に積載した状態のまま、開口部の地上階に配置。



①キャスクの吊り降ろしに
合わせて緩衝体を配置する

②緩衝体の上部付近まで降ろした後、
緩衝体と輸送用車両を入れ替える



＜緩衝体＞

緩衝体の仕様

- ・寸法：約3.4m×約5.1m、高さ約5m（車両込）
- ・材質：硬質発泡ポリウレタン（R-PUF）
- ・構造：鋼製フレームにR-PUFを敷詰める

5. 安全対策（6/7）【燃料取扱設備の誤操作による接触】

- ▶ 燃料取扱設備の運転モードは、通常運用モードとメンテナンスモードを実装。

燃料取り出し作業は、通常運用モードで実施。

※1：設備の展開、収納および寄り付き

※2：微調整および掴み、放し操作等

- ✓ 通常運用モード：運転手順に基づき自動運転※1と手動運転※2で構成。

- 設備干渉を防止するため、運転範囲にインターロックを設定し、安全な運転を確保。
- 操作画面に燃料取り出し手順を段階的に表示し、各ステップの完了を次工程開始の条件とすることで、ヒューマンエラーによる誤操作を防止。

- ✓ メンテナンスモード：手動運転 運転範囲インターロックの有効/無効を選択可能。

- インターロックを有効にして保守作業や設備故障時に対応。
- インターロックを無効とする場合は、TBM KYで認識合わせを実施後、操作画面上のパラメータおよび遠隔監視用ITVカメラを確認し操作を実施。

クレーン キャスク搭載 運転方案

作業概要	BP	SBP	操作端末	運転操作員および現場作業員の作業項目	運転モード
1. キャスク搬入	1. キャスク搬入	1-1 燃料取り出し用機台内天井クレーンの位置をカメラ表示および目視で確認する	—	運転操作員の運転操作員が、燃料取り出し用機台内天井クレーンを最上位位置（西側）に移動していることを監視する位置（燃料取り出し用機台内天井）にて確認する	手動
		1-2 走行台車のアトリガーセンが設定されていることをアトリガーセン位置検出センサにて確認する	燃料取扱設備操作員	運転操作員の運転操作員が、走行台車のアトリガーセンが設定されていることをアトリガーセン位置検出センサにて確認する	
		1-3 クレーン自動運転準備	—	① 燃料搬出出入口エリカの現場作業員が、燃料搬出出入口側シャッターを開く ② 燃料搬出出入口エリカの現場作業員が、S/Cにてキャスクを燃料搬出出入口エリカに搬入する ③ 燃料搬出出入口エリカの現場作業員が、燃料搬出出入口側シャッターを閉じる ④ 燃料搬出エリカの現場作業員が、燃料搬出エリカを開く ⑤ 燃料搬出エリカの現場作業員が、燃料取扱設備の戻り軌道上にあるインジケータの手動を戻す ⑥ 燃料搬出エリカの現場作業員が、クレーン後部のあるインジケータの手動を戻す	
	2.			運転操作員が、SBP2-1の自動運転	自動

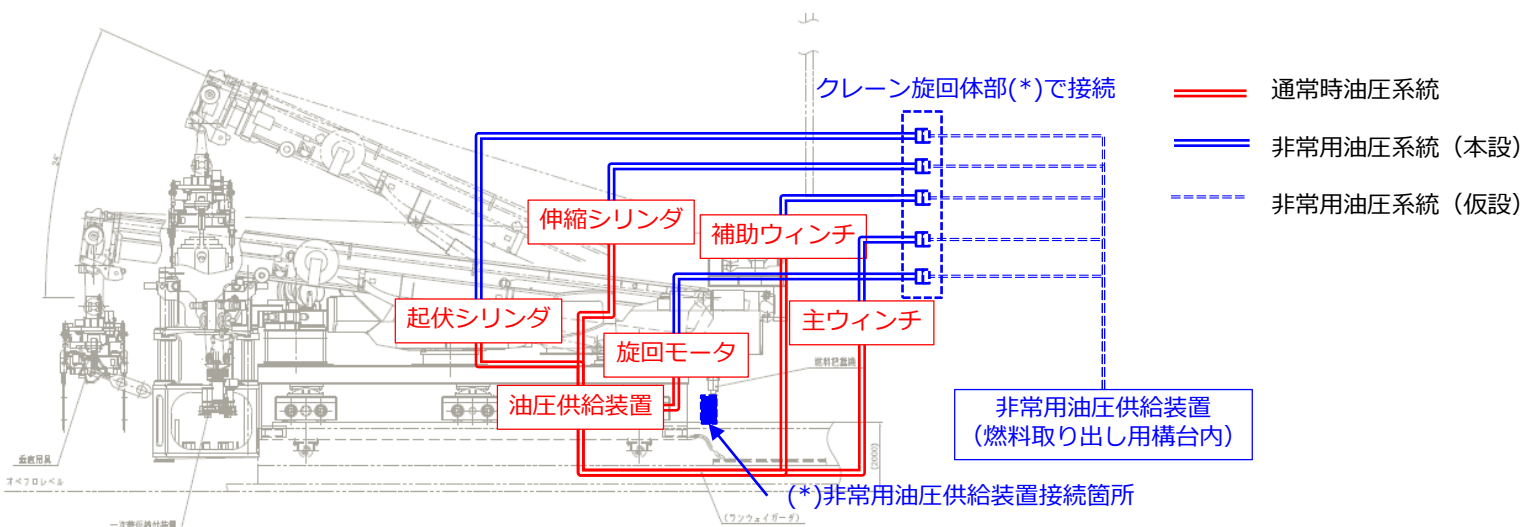
運転手順の代表例



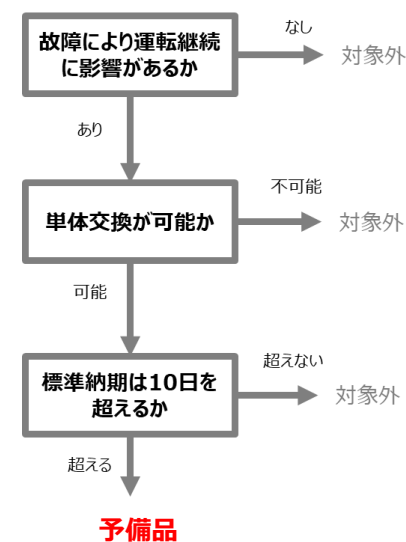
操作画面の代表例

5. 安全対策（7/7）【設備の故障】

- 燃料取扱設備は電気・油圧・空圧を動力源とし、故障による動力源喪失に対応する冗長化およびバックアップ機構を実装。設備の修理は、線量の低い燃料取り出し用構台内で実施。
 - ✓ 電気：2系列受電、走行台車は牽引可能（走行台車[走行]/ジブクレーン）
 - ✓ 油圧：非常用油圧供給装置を実装（走行台車[固定]/クレーン/燃料取扱機/キャスク固定治具）
 - ✓ 空圧：おもりによる解除（各吊り具動作）
- 部材毎にリスクアセスメントを実施し、選定フローに基づき予備品を準備。



設備故障時の対応代表例



予備品選定フロー

1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

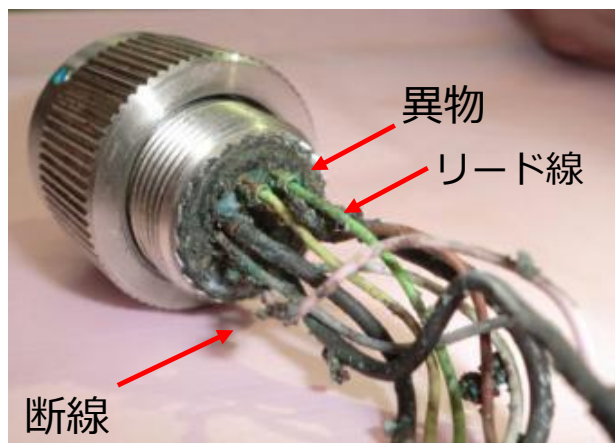
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応_品質管理

3号機燃料取扱設備で発生した主な品質管理のトラブル（詳細は参考15を参照）

- ✓ 設計要求：ケーブルのコネクター部不具合など
（具体的な規格要求に基づく要求不足：雨水侵入に伴う腐食による断線・地絡・短絡）
- ✓ 図書要求：要求図書不足による制御系のブラックボックス化
（トラブル発生時リカバリ対応が困難：インターロックブロック線図や単線結線図の不足）

上記、トラブルを鑑みた品質管理を実施

- 新設計である本設備を「重要調達品」と定義し、品質管理を実施。当社の要求が設計に落とし込まれており、機能・性能が確実に満たされることを確認するために、要求追跡表を作成し管理。
- ✓ 購入追加仕様書へインプットする当社要求について、専門部門（廃炉安全・品質室および各センター）を交えた体制により多面的なレビューを行い設計仕様に反映。



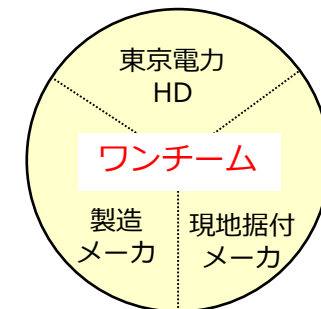
3号機ケーブルコネクタ部の不具合写真

～要求追跡表（例）～

機器名称	① 実施計画	② 東電購入仕 様書	③ メーカ 発行図書 (系統／機 器／購入仕 様書)	④ ベンダー発 行図書	設計検証 ①～④間で 要求仕様の 反映されて いることを 確認	適合性 確認方法	適合性 確認結果
燃料取扱機	燃料取扱機 は二重のワイヤなどに より落下防 止を図る。	燃料取扱機 のワイヤは 二重化する こと。	系統仕様 … 機器仕様 … 購入仕様	外形図 … 強度計算書 …	各図書発行 時に結果を 追記	工場検査 ・材料 ・外観	適合性確認 完了時に結 果を追記
…	…	…	…	…	…	…	…

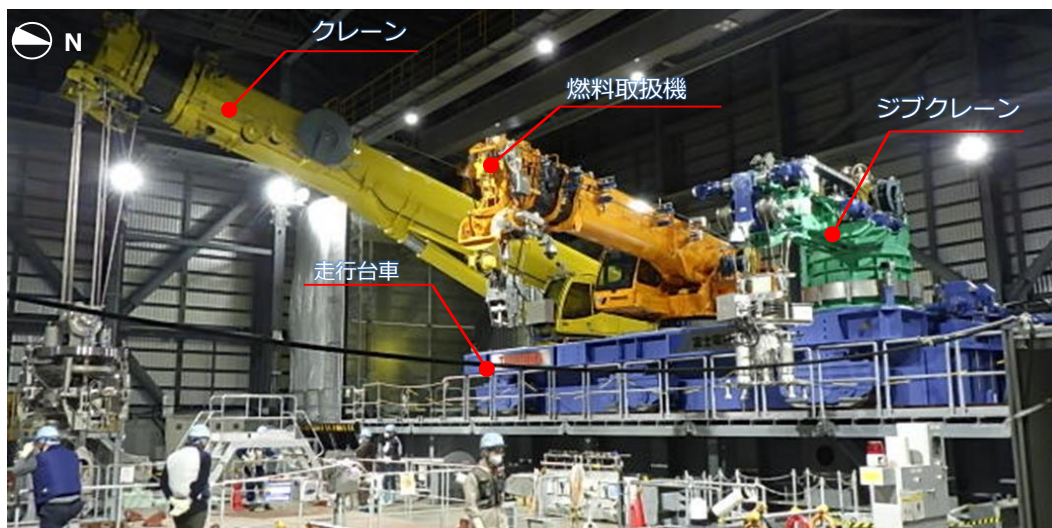
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応_ワンチームの取り組み(1/2)

- 2号機_燃料取り出しに向けて、3号機_燃料取り出しの際に生じたトラブル（制御系のブラックボックスなど）の反省を踏まえ、燃料取扱設備の製造段階から当社が深く携わることを目的に、製造メーカーの工場および、現地据付メーカーに当社社員が出向。
- ✓ トラブルの初期対応が可能である人財の育成。
- ✓ 燃料取扱設備のオペレーションとメンテナンスに対応できる人財の育成。
- ✓ 燃料取り出し作業の中核者となる人財の育成。（詳細次頁）



燃料取扱設備製作および設置時の体制

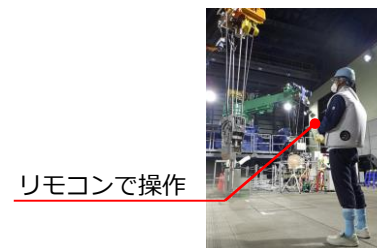
- ワンチームで同じ目的を達成すべき仲間として、同じ責任を担うため、メーカーの制服を着て協働。



2号機燃料取扱設備



製造メーカーでの操作状況



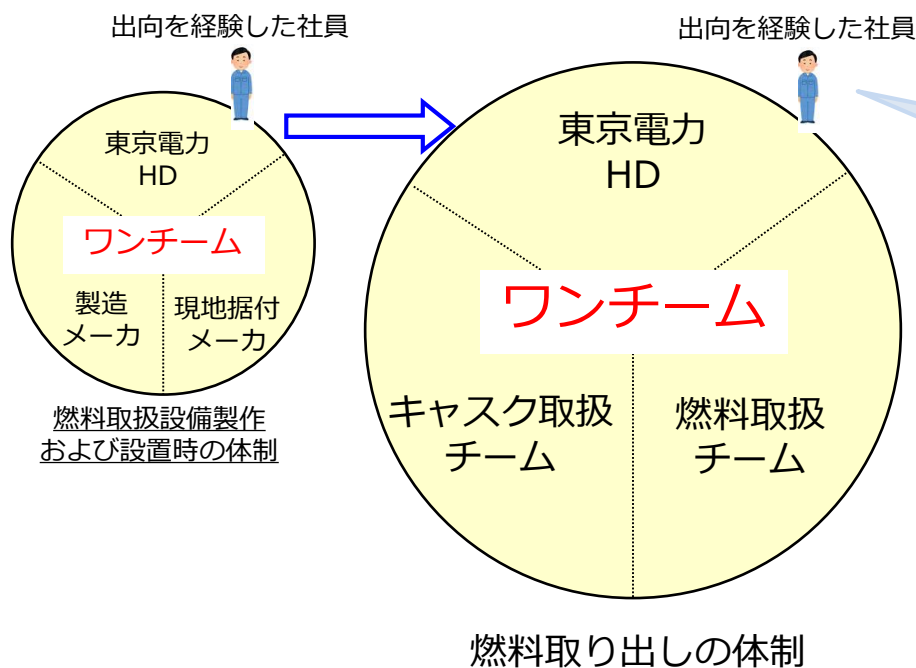
リモコンで操作



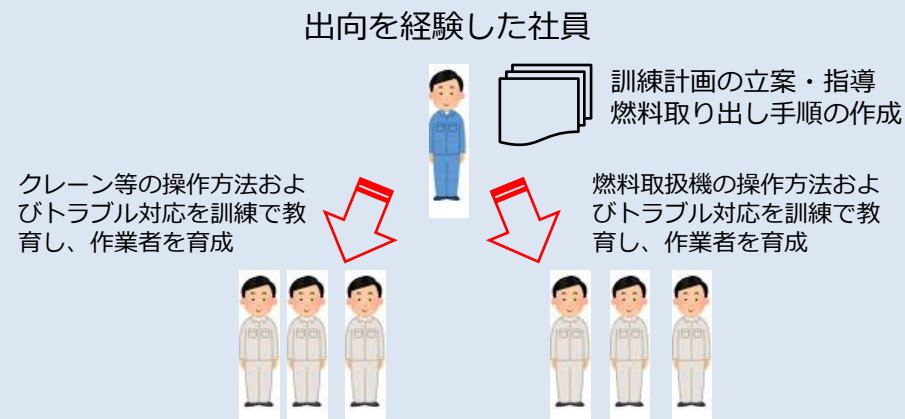
現地動作試験時の燃料取扱設備操作状況

6. 3号機のトラブルを踏まえた対応_ワンチームの取り組み(2/2)

- 燃料取り出しの体制は、キャスク取扱チーム、燃料取扱チームを構築して実施。
- 2号機の燃料取扱設備は、既存プラントの天井クレーンおよび燃料取扱機と構造が相違しているため、燃料取扱設備を操作するためには、訓練が必要。
- 前頁で出向した設備に精通した社員は、当社に戻り以下を実施。
 - ✓ 訓練計画の立案および訓練講師、燃料取り出し手順の作成を主導的に行い、燃料取り出し作業に必要な作業者を育成し、作業体制を構築。
 - ✓ 当該者は、燃料取り出しフェーズでリーダーシップを発揮し、オペレーションとメンテナンスの中核者として対応。



具体的には・・・



当社が主体的にチームビルディングを実施し、ワンチーム化

2026年1Qからの燃料取り出し開始に向けて、上記の取組みを継続して実施。

1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画

- 燃料取り出し開始前に実機の燃料取扱設備およびキャスク並びに模擬燃料を用いて、燃料取り出し一連の作業手順を繰り返し実施し、作業者の力量向上・習熟を図る。
 - ✓ 原子炉建屋5FLは、遠隔操作での作業となるため、キャスク取扱チーム（4人/班×2班）、燃料取扱チーム（3人/班×3班）に携わる作業者を訓練。
 - ✓ 燃料取り出し用構台は、有人作業で通常のキャスク取扱作業と大きく変わらないため、経験者を中心に訓練。
- 訓練後、一連の作業が正しい手順・一定の時間内で実施出来ていることにより力量を確認。
- 一連の作業手順を繰り返す回数・訓練期間は、力量の習得状況によって変動し、訓練が終わり次第燃料取り出しを開始。

訓練内容		
①	燃料取扱設備操作訓練 (遠隔操作、有人作業)	燃料取扱設備の設備仕様、遠隔操作および現場での取り扱い方法、日常点検方法等の確認
②	燃料取り出し用構台における キャスク取り扱い訓練 (遠隔操作、有人作業)	燃料取り出し用構台において、輸送車両・キャスク除染ピット・燃料取扱設備へのキャスク吊り上げ・吊り降ろし作業（遠隔＋有人）、キャスクの蓋開け締め（有人）、除染拡大防止ハウス内での除染（有人）、キャスクの除染（有人）等
③	原子炉建屋5FLにおけるキャスク 取り扱い訓練（遠隔操作）	原子炉建屋5FLにおいて、燃料取扱設備への吊り上げ・吊り降ろし、キャスクの使用済燃料プール内搬入出、蓋開け締め、キャスクの散水除染
④	原子炉建屋5FLにおける燃料移動 訓練（遠隔操作）	原子炉建屋5FLにおいて、燃料プールラック⇔キャスク間の模擬燃料を用いた収納・取り出し操作
⑤	非常時対応訓練 (遠隔操作、有人作業)	原子炉建屋5FLで燃料取扱設備が停止したことを想定し、燃料取り出し用構台で設備点検が可能な状態にする

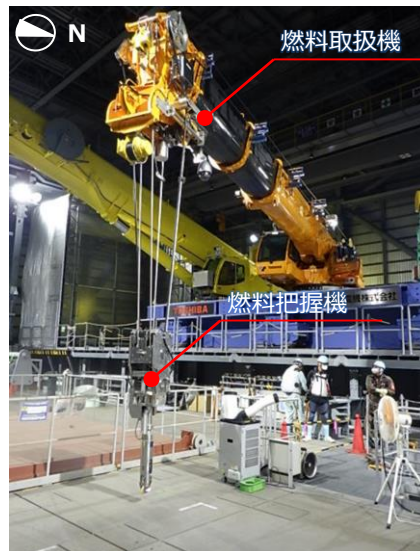
1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

8. 現在の進捗状況（2号機）

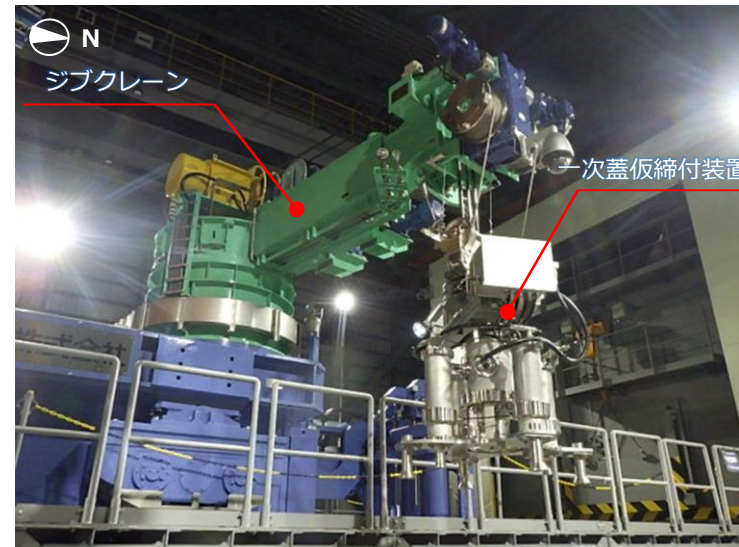
- クレーン、ジブクレーンの労働基準監督署の落成検査を2025年10月30日に受検し、検査証を受領済。（燃料取扱機はつり上げ荷重3 t未満のため、落成検査の対象外）
- 現在は、原子炉建屋5FLでの単体動作確認を実施中。



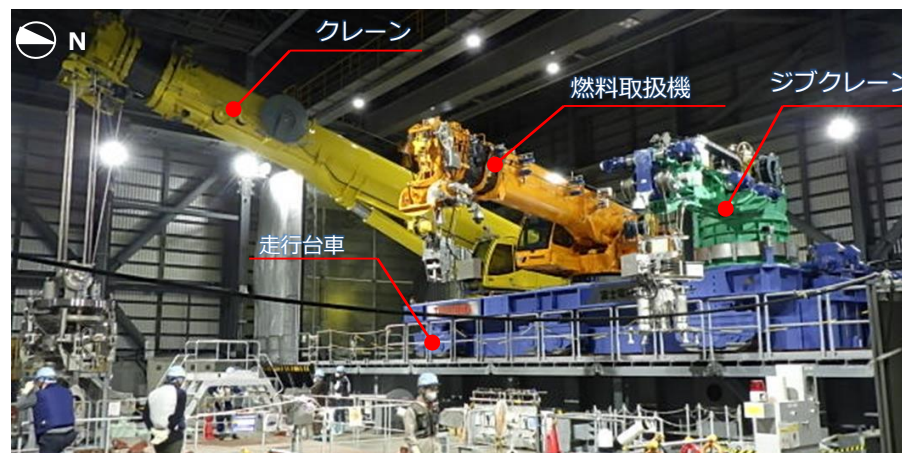
2025年9月10日 クレーン



2025年9月9日 燃料取扱機



2025年9月8日 ジブクレーン



2025年9月8日 燃料取扱設備全景

8. 今後のスケジュール（2号機）

- 工場における使用前検査、現地でのクレーン等安全規則に基づく落成検査が完了しており、2026年度1Qの燃料取り出し開始に向け、現時点で順調に進捗。
- 使用済燃料プールでは、キャスクピット底部清掃を完了し、シート片等除去を実施中。
- 引き続き安全最優先に作業を進めてまいります。

	2025年度										2026年度			2027年度以降
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	1Q	2Q	下期	
燃料取扱設備設置工事	現在 設備設置工事(試運転/訓練含む)													
	ケーブル敷設、復元・受電													
	単体動作確認													
	試運転													
	訓練													
キャスクピット底部清掃 燃料上部シート片等除去											訓練完了次第、燃料取り出しを開始			
燃料取り出し														
許認可	実施計画審査(構内用輸送容器・燃料取り出し、ワイヤ修復燃料取り出し)													

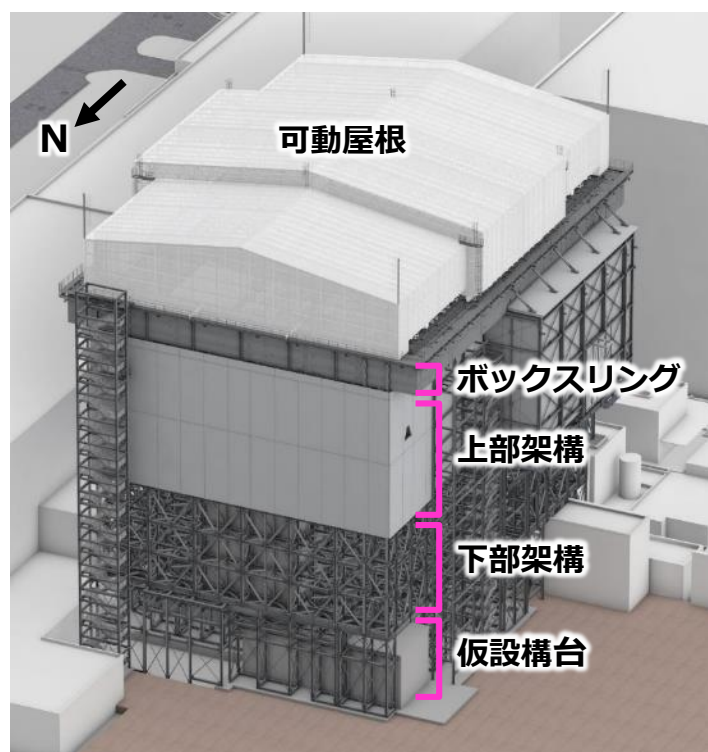
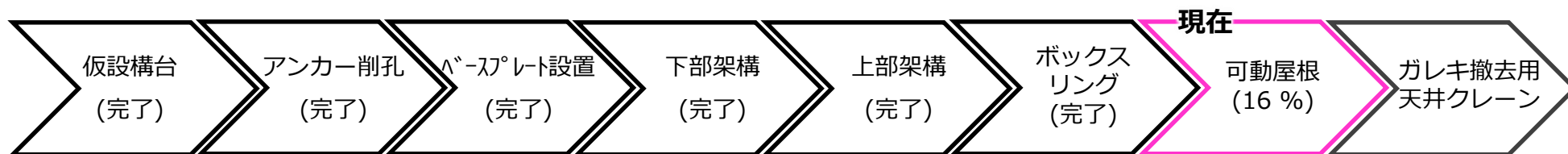
※工程の進捗により変更する可能性有

※線表については、準備・片付け作業期間含む

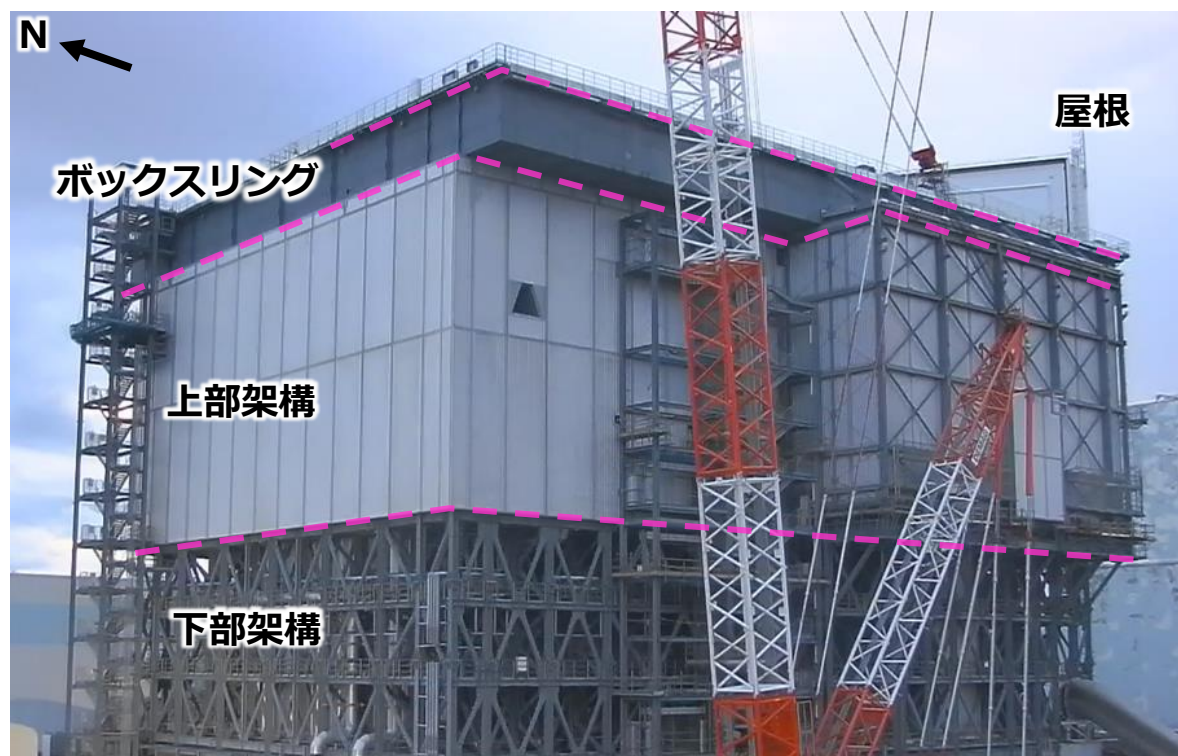
1. 2号機_燃料取り出しの概要
2. 2号機_燃料取扱設備の概要
3. 燃料取り出し手順の概要と想定リスク発生の起点
4. 自然災害等への対策
5. 安全対策
6. 3号機のトラブルを踏まえた対応
7. 2号機_燃料取り出しに向けた訓練計画
8. 2号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール
9. 1号機_現在の進捗状況および今後のスケジュール

9. 現在の進捗状況（1号機 大型カバー設置工事）

- ▶ ボックスリングについて、2025年10月12日に全14ブロックの設置を完了。
- ▶ 可動屋根について、2025年11月7日から設置を開始。1/6ブロック完了（11月17日時点）
2025年度中に全6ブロックの可動屋根設置を完了する予定。



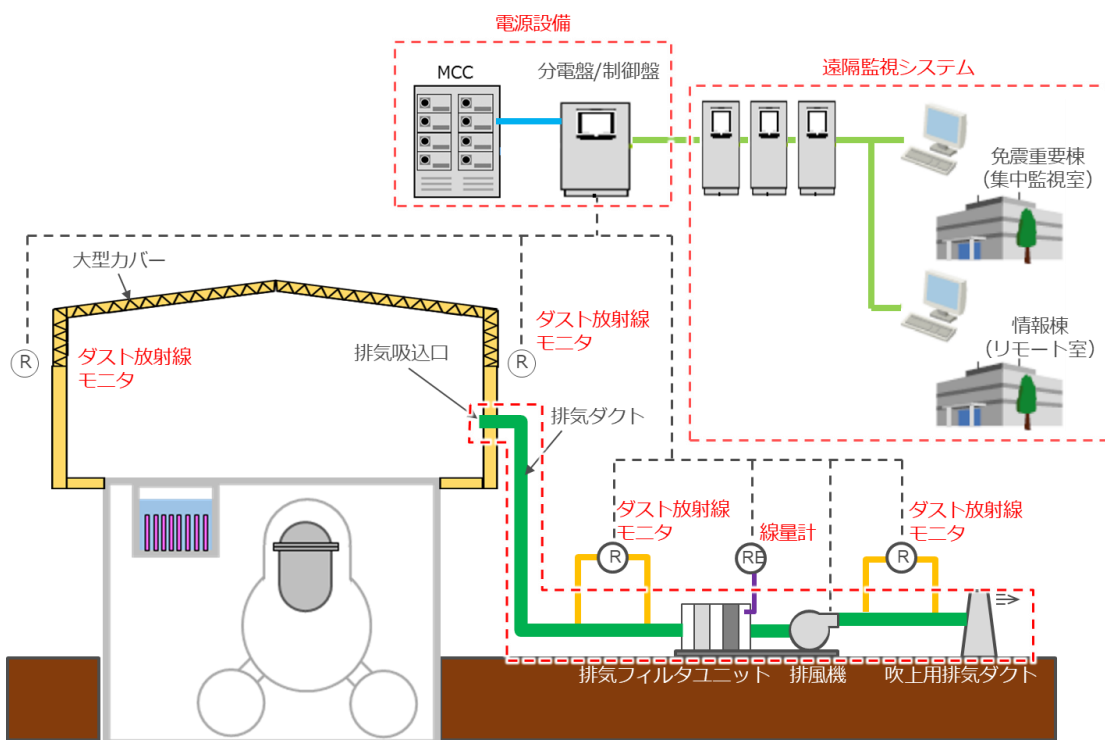
大型カバー全体の概要図



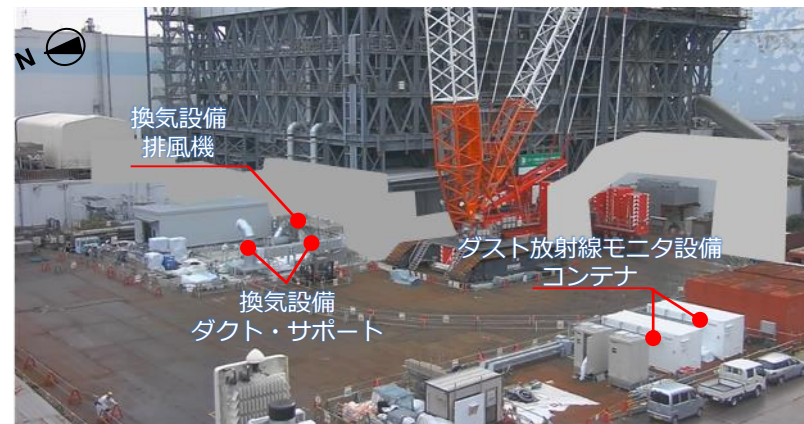
現場状況（北西面）（撮影：2025年11月8日）

9. 現在の進捗状況（1号機 大型カバー付帯設備設置工事）

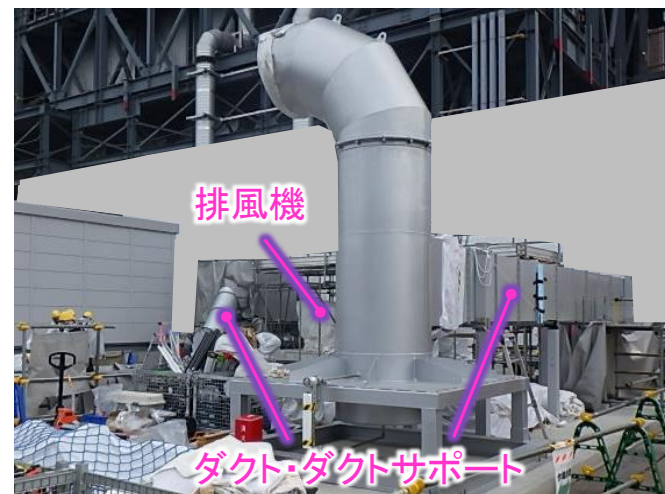
- 換気設備のうち排風機（2/2基）の設置が完了。
現在、フィルタユニットやダクト、サポートを設置中であり、2026年4月に設置工事を完了予定。
- ダスト放射線モニタ設備のうちモニタを収納するコンテナ（2/2基）の設置が完了。
現在、配管やサポート、遠隔監視設備を設置中であり、2026年4月に設置工事を完了予定。



1号機 大型カバー付帯設備 概略構成



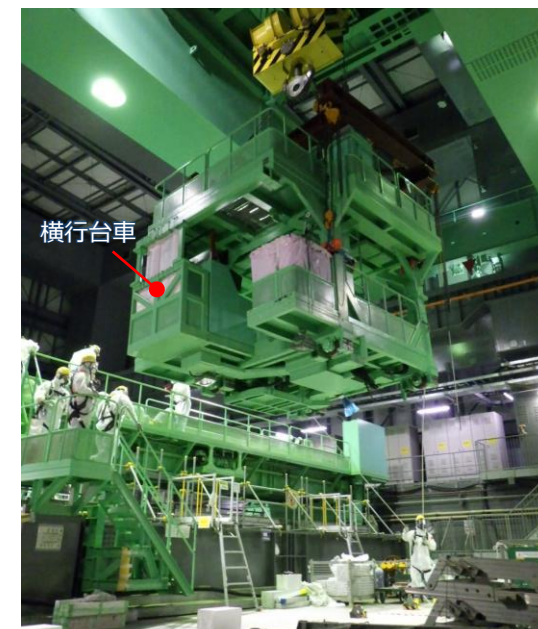
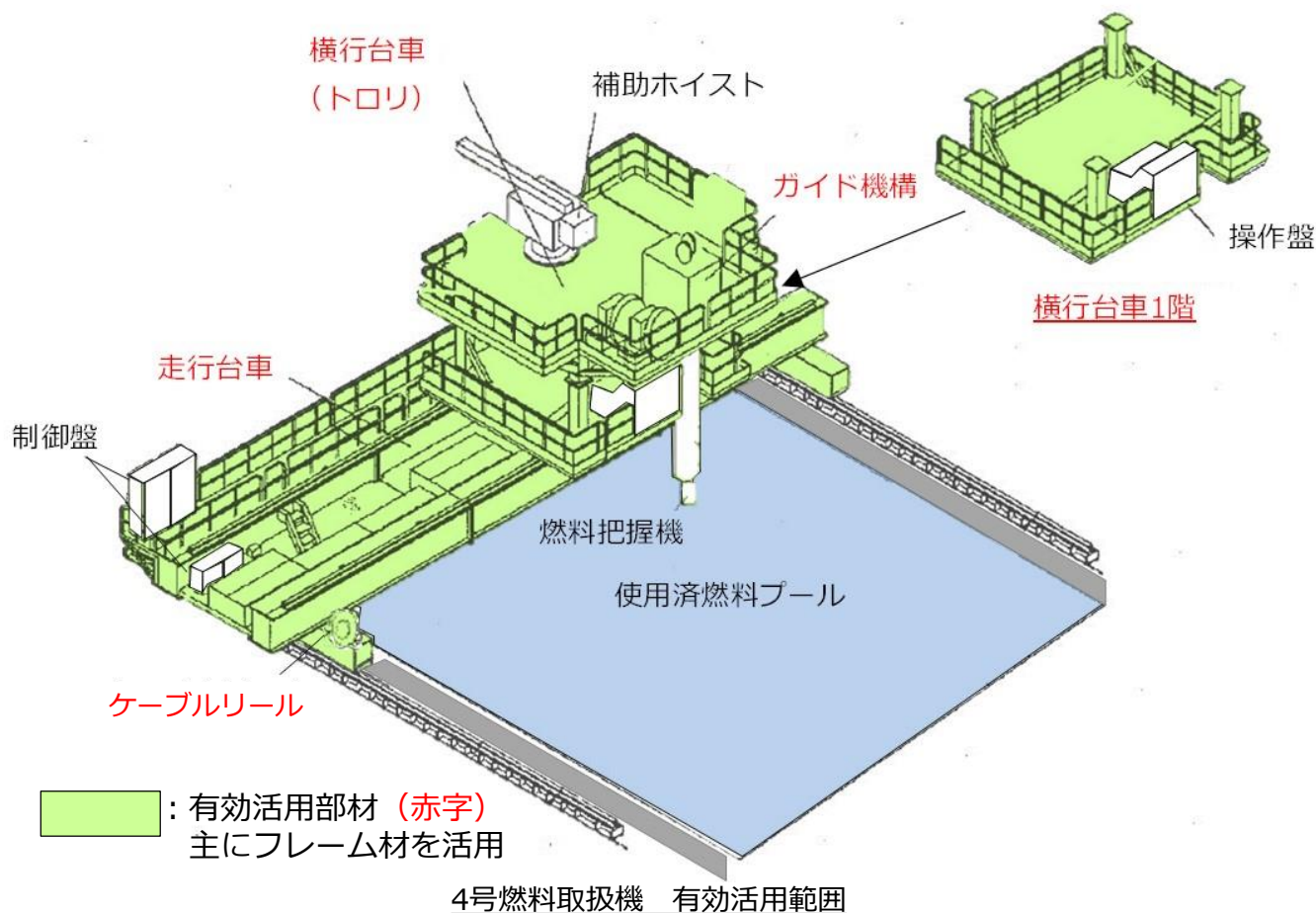
大型カバー付帯設備設置状況（撮影：2025年11月13日）



換気設備設置状況（撮影：2025年11月13日）

9. 現在の進捗状況（4号機 燃料取扱機分解・搬出工事）

- ▶ 1号機燃料取扱設備のうち、燃料取扱機については廃棄物削減の観点で4号機に設置した燃料取扱機を有効活用する計画。
- ▶ 有効活用に伴うメーカー工場での改造に向けて、2025年11月4日から4号機燃料取扱機の分解・搬出を実施中であり、2025年度中に全部材の工場搬出を完了予定。



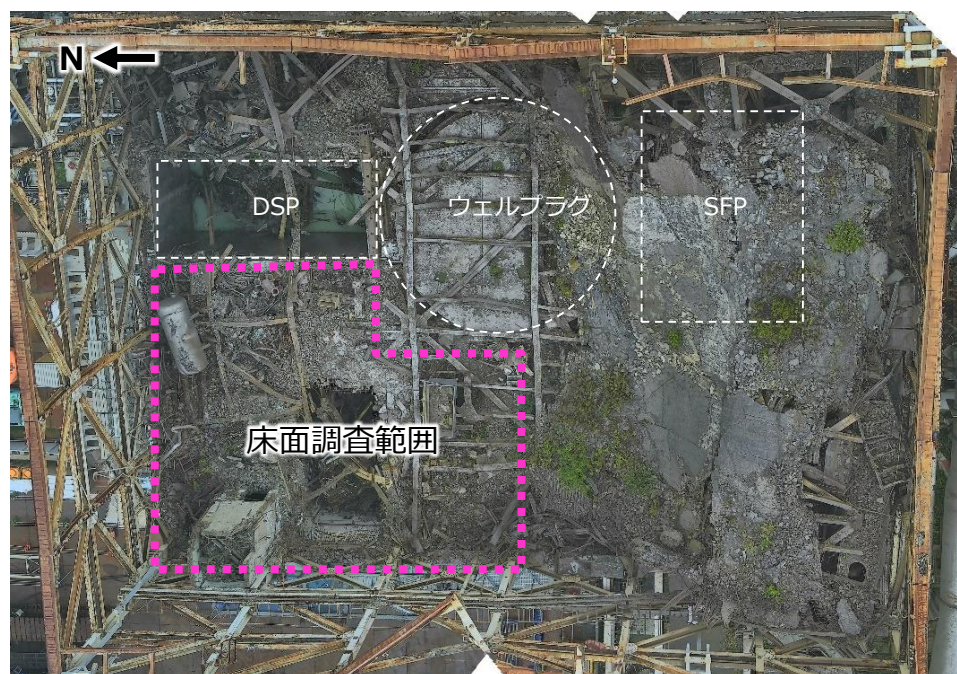
横行台車吊り上げ（撮影：2025年11月12日）



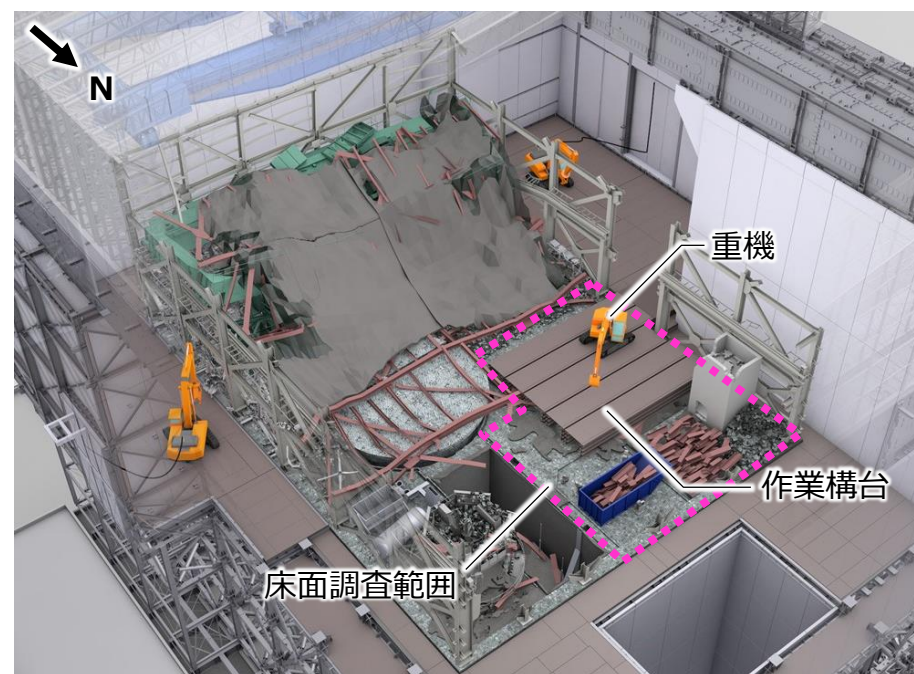
横行台車取り外し後（撮影：2025年11月12日）

9. 今後のスケジュール（1号機 オペフロ北側床面調査 1/5）

- ▶ 大型カバー完成後に行うガレキ撤去は、オペフロ南側に堆積しているガレキをオペフロ北側に一度仮置きし、分割や集積を行ったのち、カバー外へ搬出する計画である。
- ▶ ガレキ撤去は、大型カバー完成後に実施する計画であるが、上部架構やボックスリングが完成し、オペフロ上のダスト飛散リスクが低減されたことを踏まえ、ガレキ撤去の準備作業としてガレキ撤去計画に資する調査を準備が整い次第開始する。
- ▶ オペフロ北側にはガレキ処理用の作業構台や重機を置く必要があるが、床面の状態が十分に確認できていないため、大きな手戻りが発生しないよう、ガレキを整理し床面の調査を行う。



オペフロ北側床面調査範囲

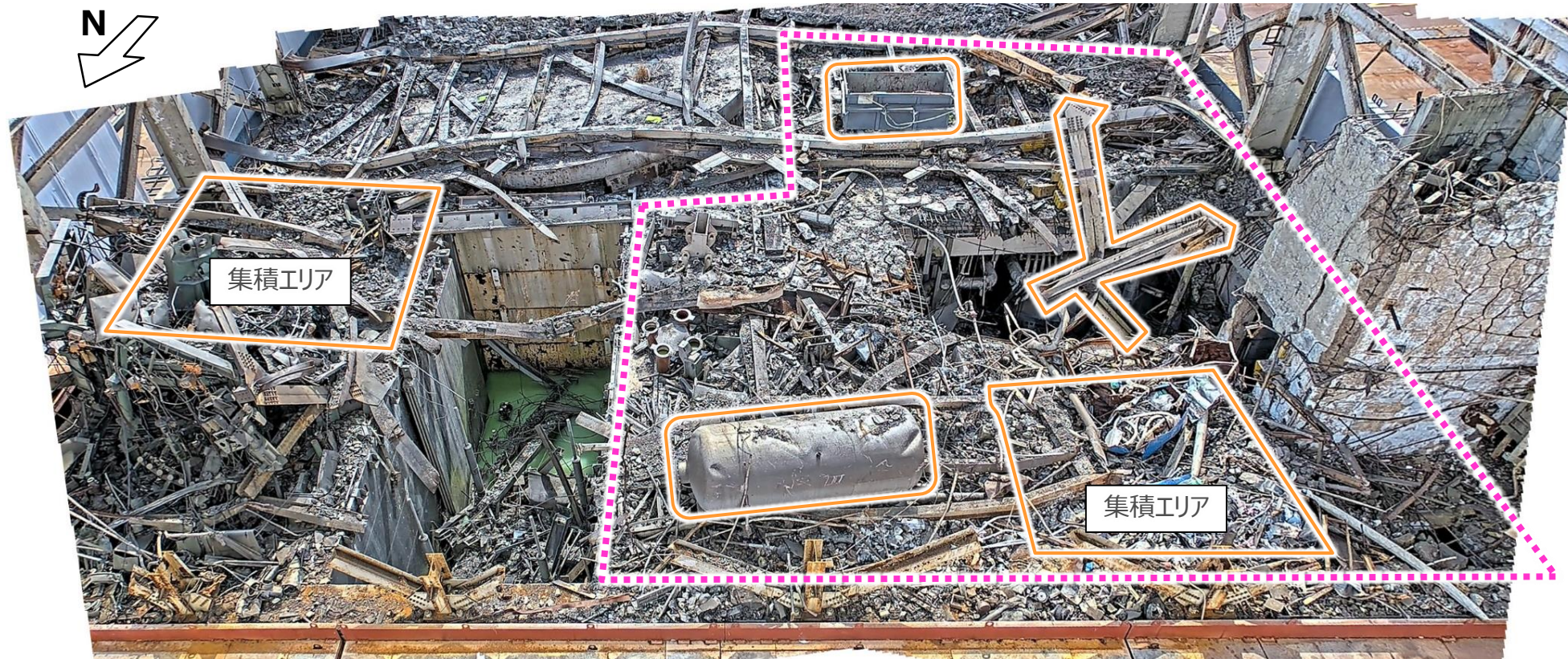


作業構台等設置のイメージ

9. 今後のスケジュール（1号機 オペフロ北側床面調査 2/5）

- 床面調査を行うために、調査範囲のガレキを大型カバー壁内で集積エリアへ移動する。
- ガレキの移動は大型カバー壁内に限定し、カバー外への搬出は行わない。
作業は、ダスト飛散の少ない、把持・切断・集積により行う。
- 床面調査はガレキの移動後、床面に構造的に有意な損傷がないことをカメラや目視等で確認する。

： 床面調査の範囲 ： 対象ガレキの例

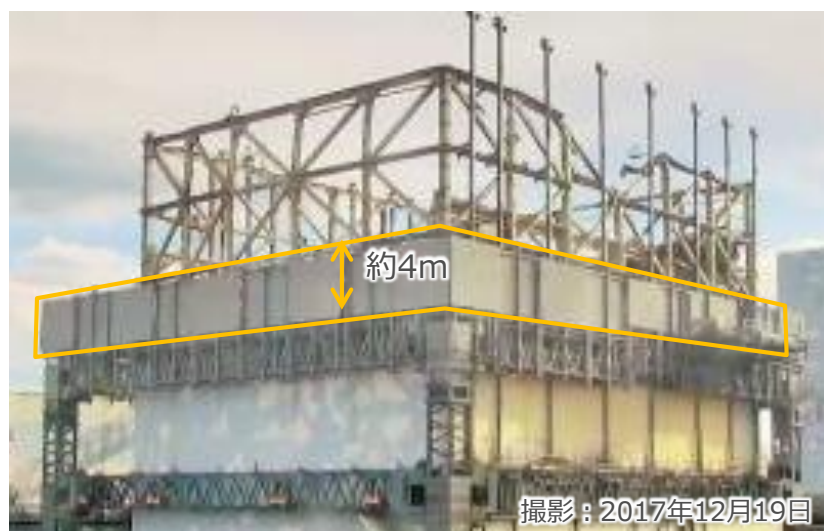


オペフロ北側床面調査範囲

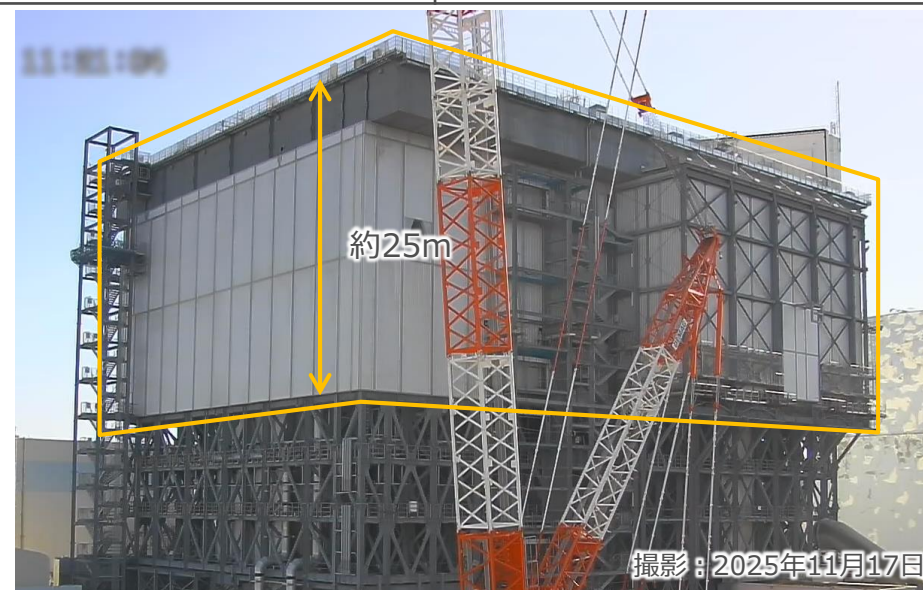
9. 今後のスケジュール（1号機 オペフロ北側床面調査 3/5）

- 1号機では、2018年から2020年にかけて、オペフロガレキを一部撤去済みであり、その際のダスト濃度に有意な変化は確認されていない。
- 今回の調査でも、オペフロ上のガレキを扱うため従来の対策を踏襲する。また、風の流入抑制としては、従来の防風フェンス（オペフロ+4m）に対し、大型カバーの壁は、オペフロから+25mとなり、よりオペフロ内の風が抑制された状態となる。

目的	ダストの飛散抑制	風の流入抑制	ダスト飛散の抑制
今回の対策	飛散防止剤散布 (1回/月)	大型カバー壁 (オペフロ+25m)	散水 (警報発報時)
従来の対策	飛散防止剤散布 (1回/月)	防風フェンス (オペフロ+4m)	散水 (警報発報時)

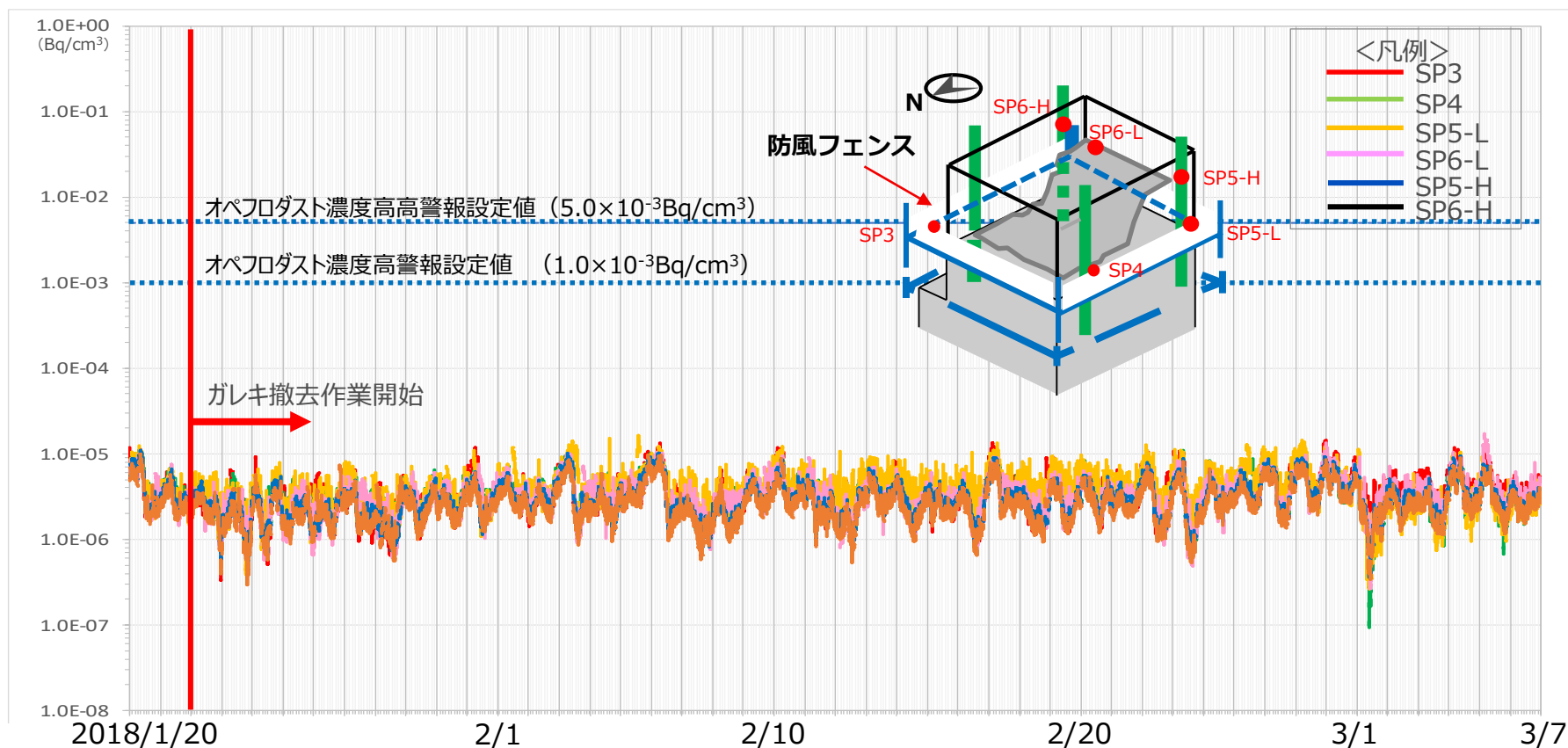


防風フェンスの設置状況



大型カバーの設置状況

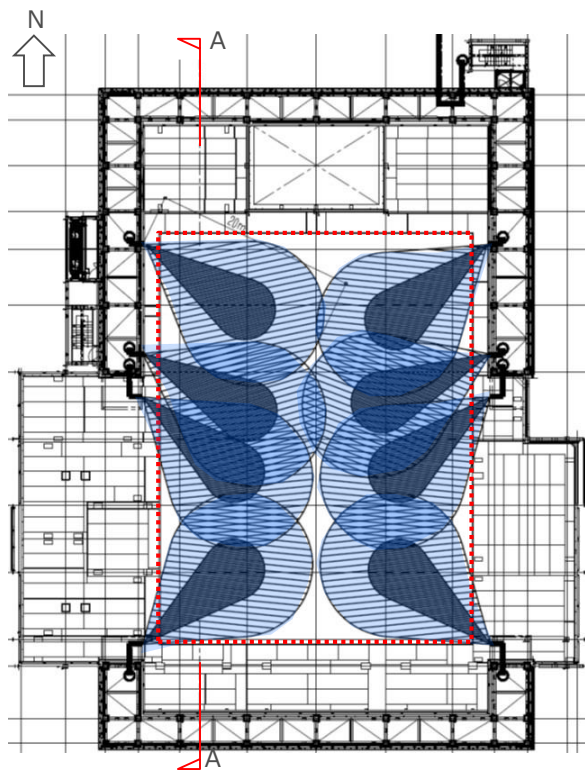
- 過去のガレキ撤去作業中の代表のオペフロダスト濃度を示す。
- ダスト濃度に有意な変化はなく、高警報設定値（ $1.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ ）に対し低い値で推移した。



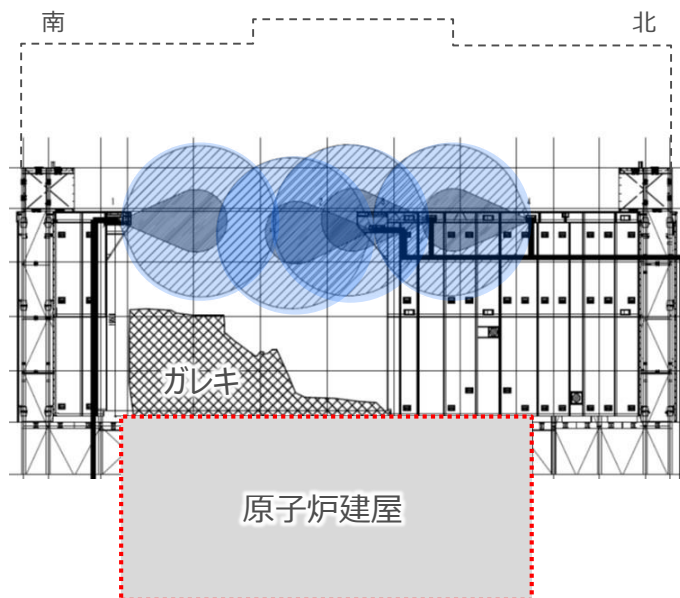
オペフロの空气中的放射性物質濃度

（2018年3月30日 特定原子力監視・評価検討会 資料抜粋）

- ▶ オペフロ北側床面調査中に、オペフロダストモニタの警報が発報した際は、作業を速やかに中断し散水を行い、大型カバー可動屋根設置後は散水に加え可動屋根を閉塞する。
- ▶ 散水設備は上記散水に加え、ダストの飛散が懸念される場合に、ガレキの湿潤化のためにも使用する。



散水設備 噴霧範囲 平面図



散水設備 噴霧範囲 断面図(A-A)



散水設備 噴霧状況

9. 今後のスケジュール（1号機）

- ▶ 2025年度内の大型カバー完成に向けて可動屋根を設置中。並行して、換気設備他を設置中。
- ▶ 準備が整い次第、オペフロ北側床面調査を開始予定。
- ▶ 引き続き安全最優先に作業を進めてまいります。

	2025年度												2026年度							
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	下期	
実施計画	燃料取扱設備設置に関する実施計画																			
大型カバー設置 ／ガレキ撤去	外周鉄骨撤去										オペフロ北側床面調査									
	SFPゲート追加養生												ガレキ撤去							
	本体鉄骨建方(下部架構, 上部架構, ボックスリング, 可動屋根)																			
											ガレキ撤去用天井クレーン設置									
	作業ヤード整備, 構外ヤード地組, 運搬等																			
大型カバー 換気設備他設置	大型カバー換気設備他設置																			
クレーン／燃料取 扱機的设计・製作	燃料取り出し設備の検討・設計・製作【構外】																			
											4号機燃料取扱機搬出									

- 【参考 1】 使用済燃料等の貯蔵状況
- 【参考 2】 2号機に貯蔵している燃料
- 【参考 3】 想定外事象への対応について
- 【参考 4】 換気設備の構成
- 【参考 5】 ダスト放射線モニタ、エリアモニタの構成
- 【参考 6】 各構成機器の駆動源および垂直吊具の駆動源喪失時の安全対策
- 【参考 7】 原子炉建屋5FL/燃料取り出し用構台内の線量
- 【参考 8】 非常用油圧供給装置／牽引装置 接続時の被ばく線量
- 【参考 9】 二重化範囲
- 【参考 10】 二重化したワイヤーロープ切断時の対応
- 【参考 11】 火災に対する対策について
- 【参考 12】 油圧機器に対する防消火 方針
- 【参考 13】 油圧機器に対する防消火 対策
- 【参考 14】 燃料取扱時の昇降レベルについて
- 【参考 15】 3号機FHM・クレーン不具合から得た主な教訓・品管理強化策
- 【参考 16】 燃料・キャスク落下時の敷地境界線量評価
- 【参考 17】 1号機ガレキ撤去のステップ

【参考 1】 使用済燃料等の貯蔵状況（2025/11/26時点）

貯蔵場所	貯蔵体数（体）				取出し率	(参考) 2011/3/11 時点	備考
	使用済燃料プール		新燃料 貯蔵庫				
	新燃料	使用済燃料	新燃料	合計			
1号機	100	292	0	392	0.0%	392	
2号機	28	587	0	615	0.0%	615	
3号機	0	0	0	0	100.0%	566	
4号機	0	0	0	0	100.0%	1,535	
5号機	168	1,242	0	1,410	8.6%	1,542	・ 2011/3/11時点の体数は炉内含む
6号機	180	0	248※	428	77.3%	1,704	・ 2011/3/11時点の体数は炉内含む ・ 使用済燃料プール貯蔵の180体は4号機新燃料 ※搬出のために構外輸送容器に装填する新燃料30体を含む
合計	476	2,121	248※	2,845	55.2%	6,354	

貯蔵場所	貯蔵体数（体）			貯蔵率	(参考) 貯蔵容量	備考
	新燃料	使用済燃料	合計			
乾式キャスク 仮保管設備	0	3,965	3,965	100.0%	3,965	キャスク数65基（貯蔵容量：65基） 30基増設工事实施中
共用プール	76	6,251	6,327	94.0%	6,734	ラック取替工事により当初貯蔵容量 6,840体から変更

【参考 2】 2号機に貯蔵している燃料

- 2号機には、通常の新燃料・使用済燃料の他、運転中に漏えいを確認した燃料や過去の取り扱い中に部材の一部に変形等を生じた燃料を貯蔵している。

項目		体数	備考
健全燃料	新燃料	28 体	－
	使用済燃料	584 体	－
非健全燃料	漏えい燃料	1体	・ シッピング検査により漏えいを確認した燃料 ・ 健全燃料と同様、燃料取扱設備での取扱が可能
	下部タイプレート変形燃料	1体	・ 下部タイプレート側面の部材が変形した燃料 ・ 健全燃料と同様、燃料取扱設備での取扱が可能
	ワイヤ修復燃料	1体	・ 結合燃料棒の下部端栓の折損により吊り上げ不可となったため、ワイヤで燃料を一体化して修復した燃料 ・ 約40年前に修復した部材が劣化していた場合に備え、専用の取り出し工法を適用 ・ 燃料取扱機の定格荷重に裕度を持たせており、燃料取扱設備での取扱が可能
合計		615 体	－

➤ 想定事象への対応

- ✓ リスクアセスメントで想定される重大事故に対し、運用面・設備面での予防策を講じ、リスク低減を実施。
- ✓ 重大事故発生を想定し、緩和的策対策を実施。

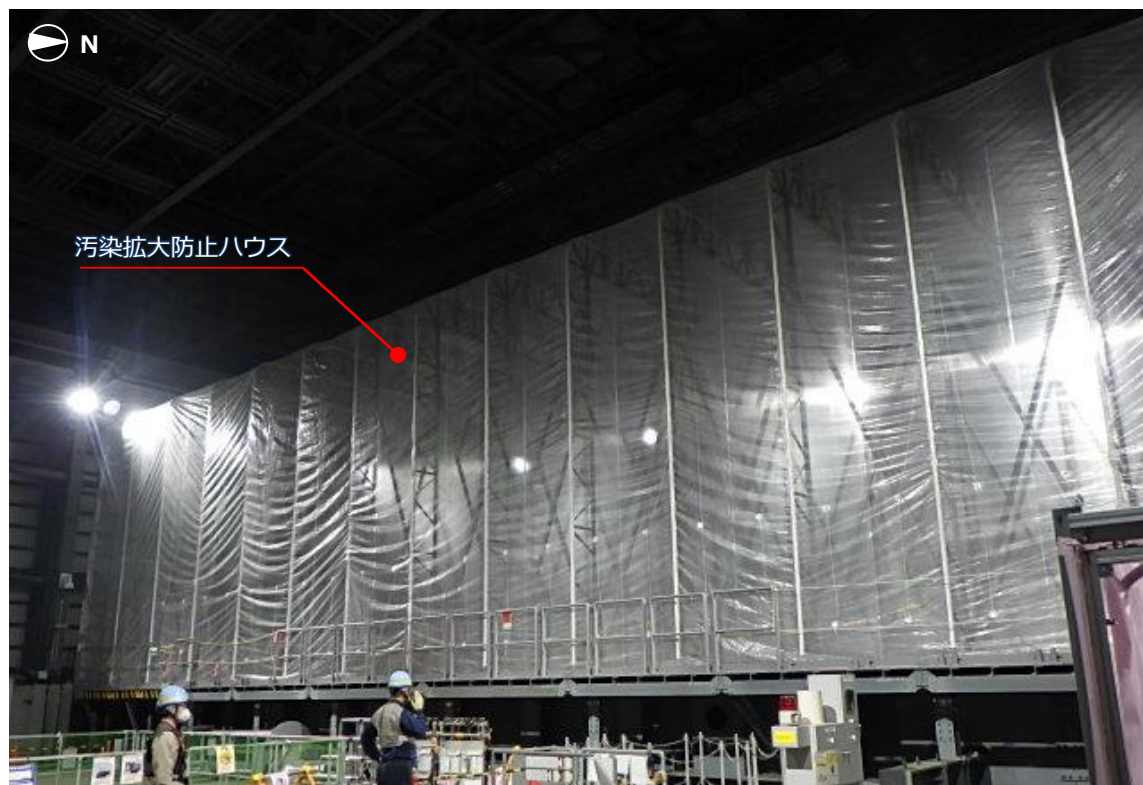
➤ 想定外事象への対応

- ✓ 原子炉建屋5FLは高線量環境下であり、燃料取扱設備が停止した場合の有人対応を最も厳しい事象として整理。
- ✓ 燃料取り出し開始前に除染および遮蔽体設置で環境整備を実施し、建屋内での作業は最小限の復旧作業に限定。
- ✓ 原因特定および修理は、低線量環境下である燃料取り出し用構台側に設備を移動して実施。

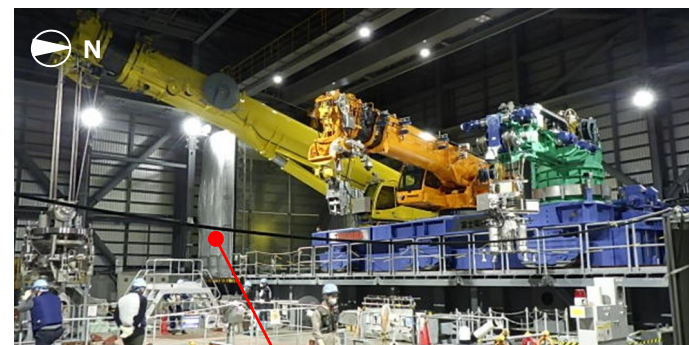
最小限の復旧作業内容※	目的	対応例
①燃料およびキャスクの着座	燃料およびキャスクを安定状態に移行させること	非常用油圧供給装置により油圧を供給しウィンチを操作し、燃料もしくはキャスクを昇降させ着座させる。
②燃料取扱設備を収納姿勢に戻す	燃料取扱設備を原子炉建屋5FLから燃料取り出し用構台に移動可能な状態にすること	非常用油圧供給装置を用いて燃料取扱機やクレーンのブームを操作し収納姿勢に戻す。
③燃料取扱設備の構台側に移動	燃料取扱設備を低線量側である燃料取り出し用構台に移動すること	非常用走行台車移動装置を用いて、走行台車を燃料取り出し用構台側へ戻す。

※安全に作業が実施可能なことを作業計画（仮設遮蔽の設置、作業時間管理計画、作業手順等）で確認する。

- 換気設備は、原子炉建屋5FLを2万m³/h、燃料取り出し用構台を1万m³/hの計3万m³/hが定格風量
- ファン：100% 2系列 フィルタユニット：4系列（100% 3系列、1系列予備）
- 切替で対応可能な2系列受電構成
- 燃料取扱設備の原子炉建屋5FLに移動する際は、汚染拡大防止ハウス(ジャバラテント)を展開し、開口面積を最小化。燃料取り出し用構台から原子炉建屋5FL側への気流を確保したうえで、遮蔽扉およびシャッターを開放する手順により移動を実施。



汚染拡大防止ハウス展開状況



汚染拡大防止ハウス収納時

【ダスト放射線モニタ】

- 原子炉建屋5FL側、燃料取り出し用構台側、排気ダクト、燃料取り出し用構台周辺5箇所の計8か所を各々別系統で受電している2系列で監視。
- ダスト放射線モニタで警報が発生した場合は、作業を中止。原因を調査し、復旧後に作業再開。

警報設定値：高 1.0×10^{-3} Bq/cm³ 高高 5.0×10^{-3} Bq/cm³

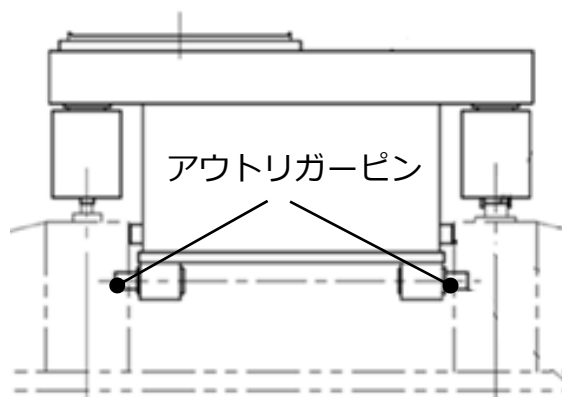
【エリアモニタ】

- 各々別系統で受電している2系列で監視。
- エリアモニタで線量上昇が確認された場合、回転灯の表示およびブザーが鳴動し、作業者に周知。
- エリアモニタが鳴動した場合は、作業を中止し速やかに作業者の退避を行う。原因を調査し、警報解消後に作業再開。

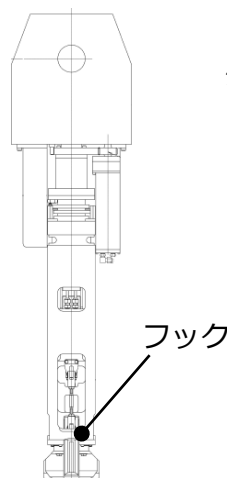
警報設定値：雰囲気線量の10倍（0.5mSv/h）

➤ 各構成機器の駆動源を以下に示す。

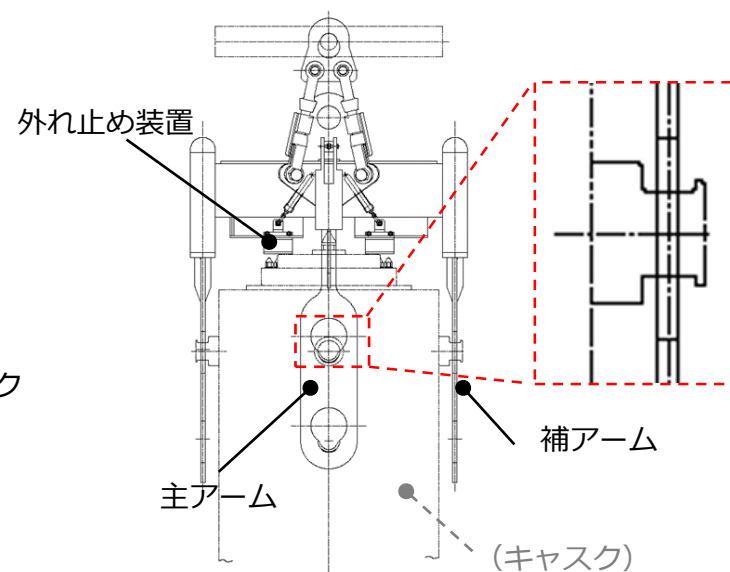
機器	部位	動作	駆動源
走行台車	－	走行	電気
	アウトリガーピン	伸縮	油圧
燃料把握機	フック	掴み/放し	空気
		回転	電気
垂直吊具	主/補アーム	開閉	空気
		跳ね上げ/下げ	空気
	外れ止め装置	開閉	空気



走行台車 概要図



燃料把握機 概要図

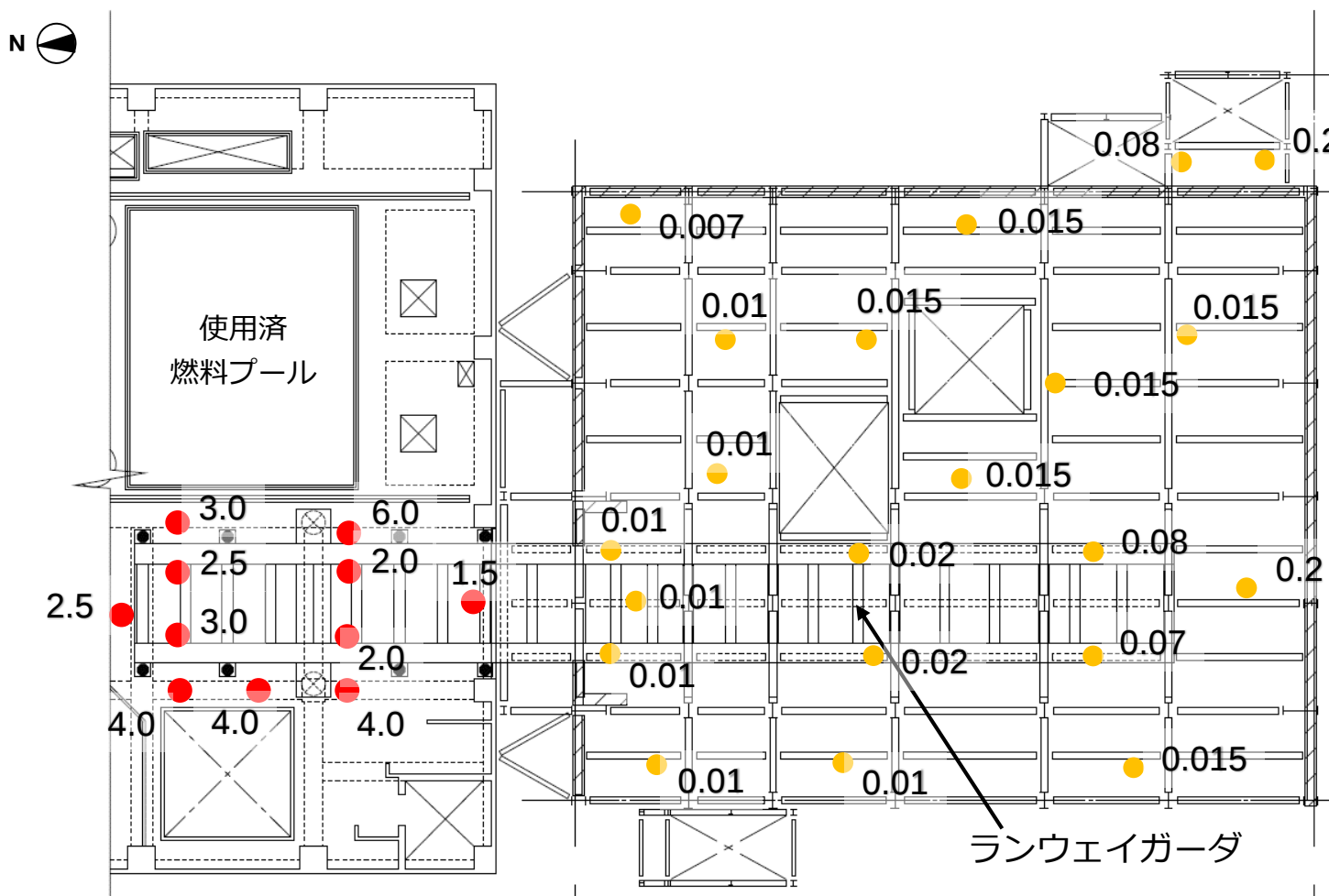


垂直吊具 概要図

主アームにトラニオンがかかり開かない構造で落下防止を図る。

【参考 7】 原子炉建屋5FL/燃料取り出し用構台内の線量

(2025.10月測定)
(単位：mSv/h)

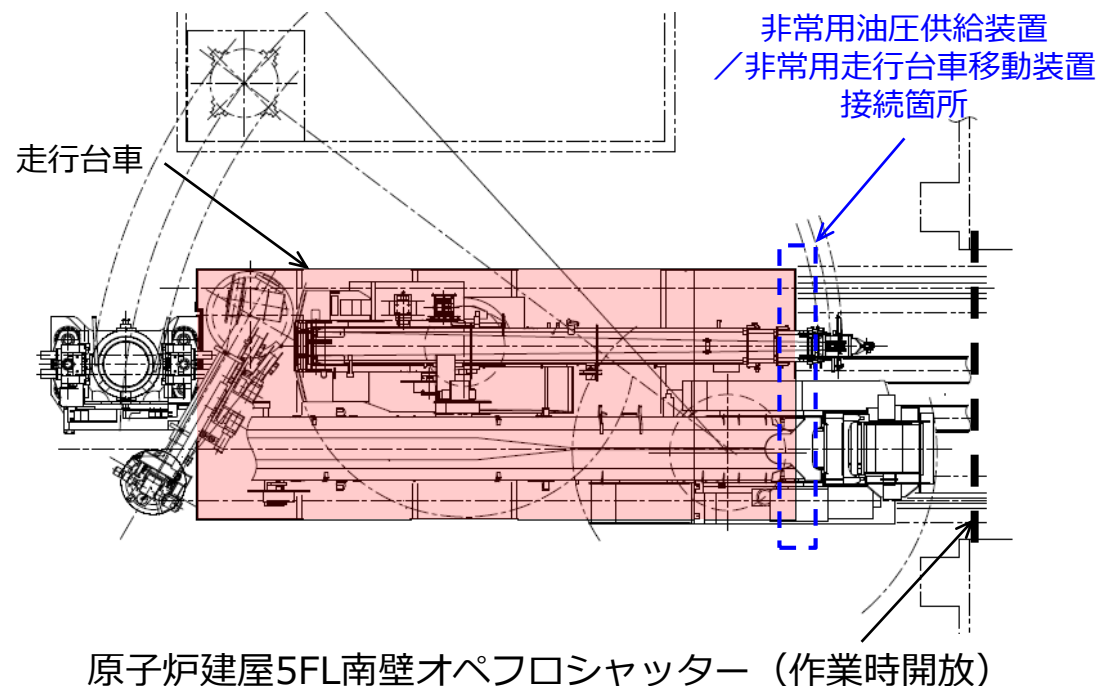


原子炉建屋5FL
(2025年10月測定)

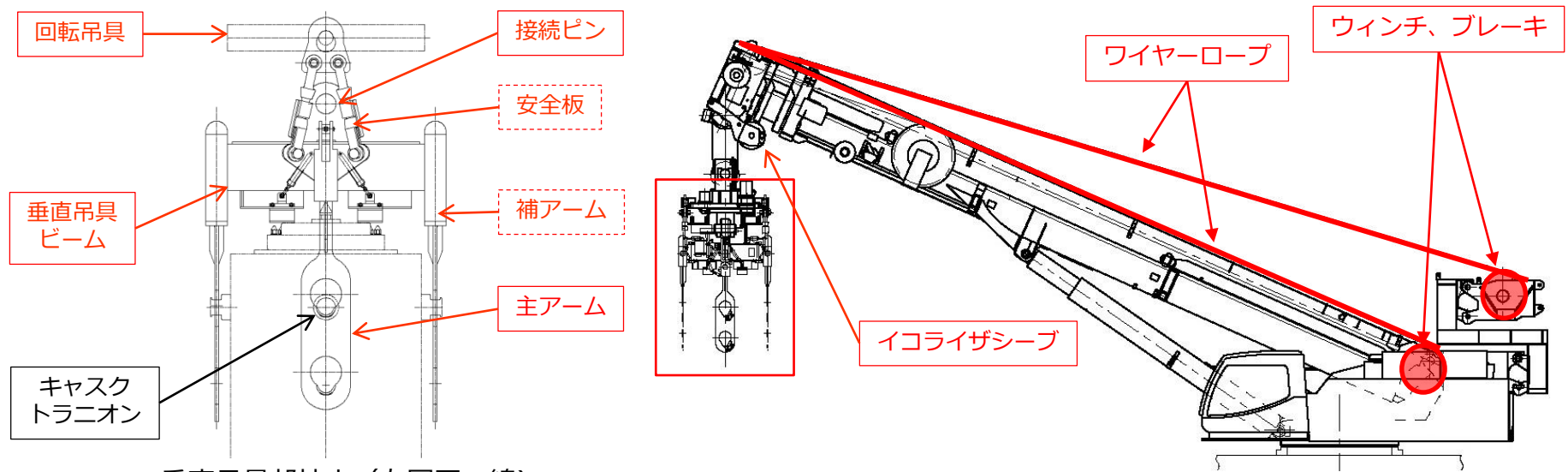
燃料取り出し用構台前室
(2025年10月測定)

燃料取り出し用構台前室内幾何平均
約0.021mSv/h

- 非常用油圧供給装置／非常用走行台車移動装置接続時の被ばく線量
 - ✓ 作業体制 1班（数名、接続作業のみ）
 - ✓ 作業時間 10min
 - 接続作業 6min
 - 燃料取り出し用構台からの移動 4min
 - ✓ 雰囲気線量 1.5mSv/h
 - ✓ 被ばく線量 0.25mSv/人

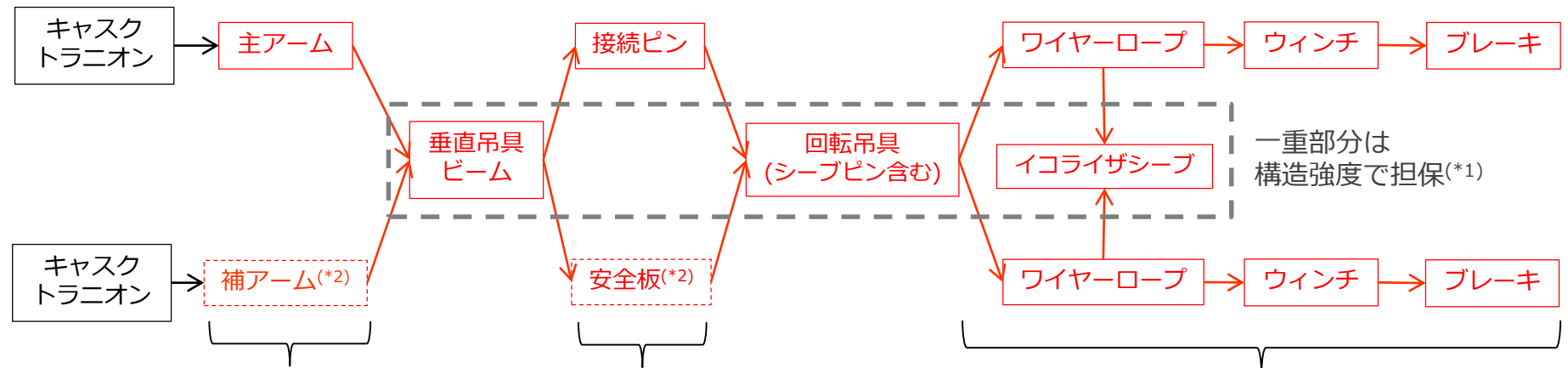


非常用油圧供給装置接続作業イメージ



垂直吊具部拡大（右図囲い線）

荷重伝達経路



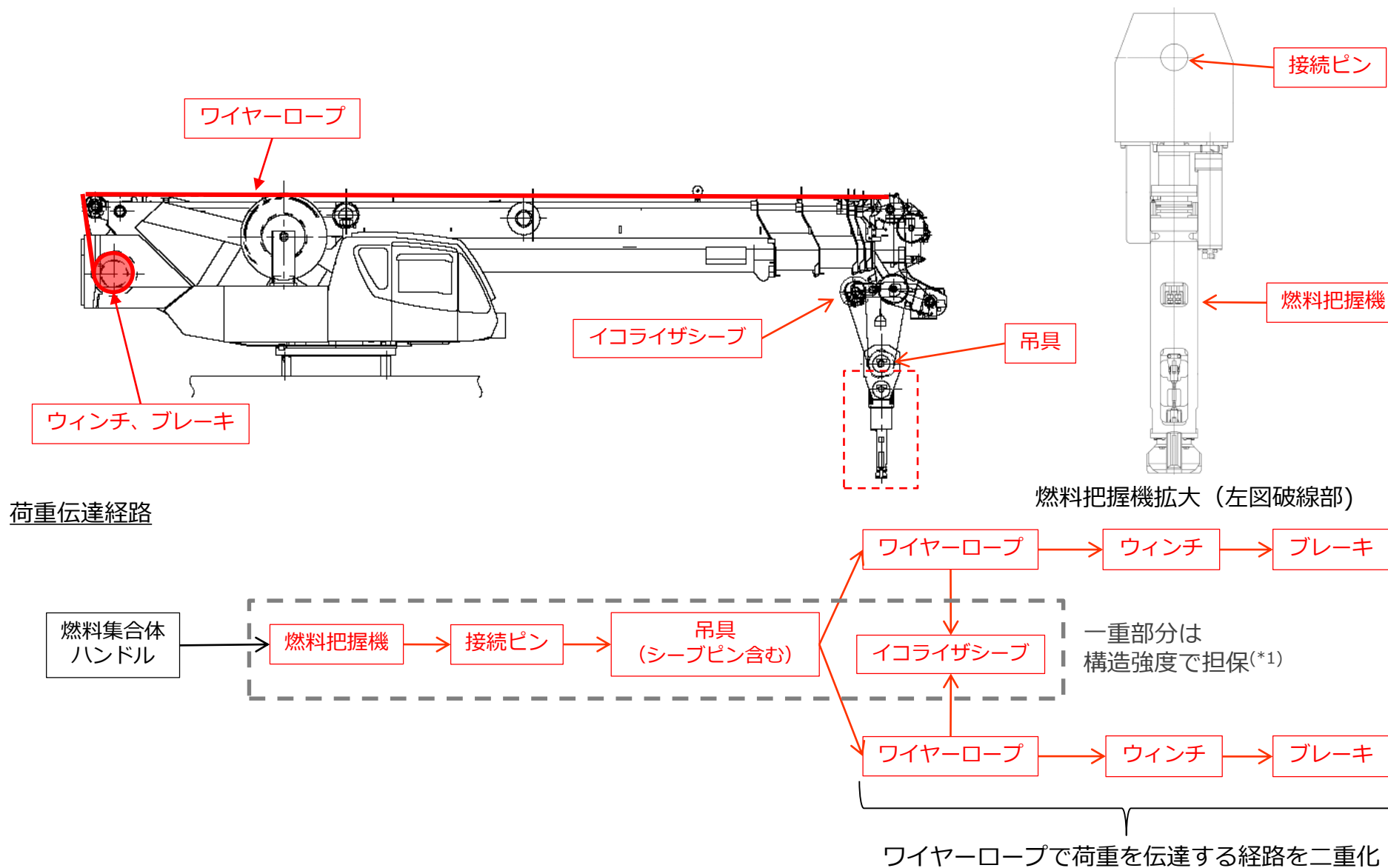
作業毎に接続・解除を繰り返す経路を二重化

垂直吊具との接続箇所を二重化

ワイヤーロープで荷重を伝達する経路を二重化

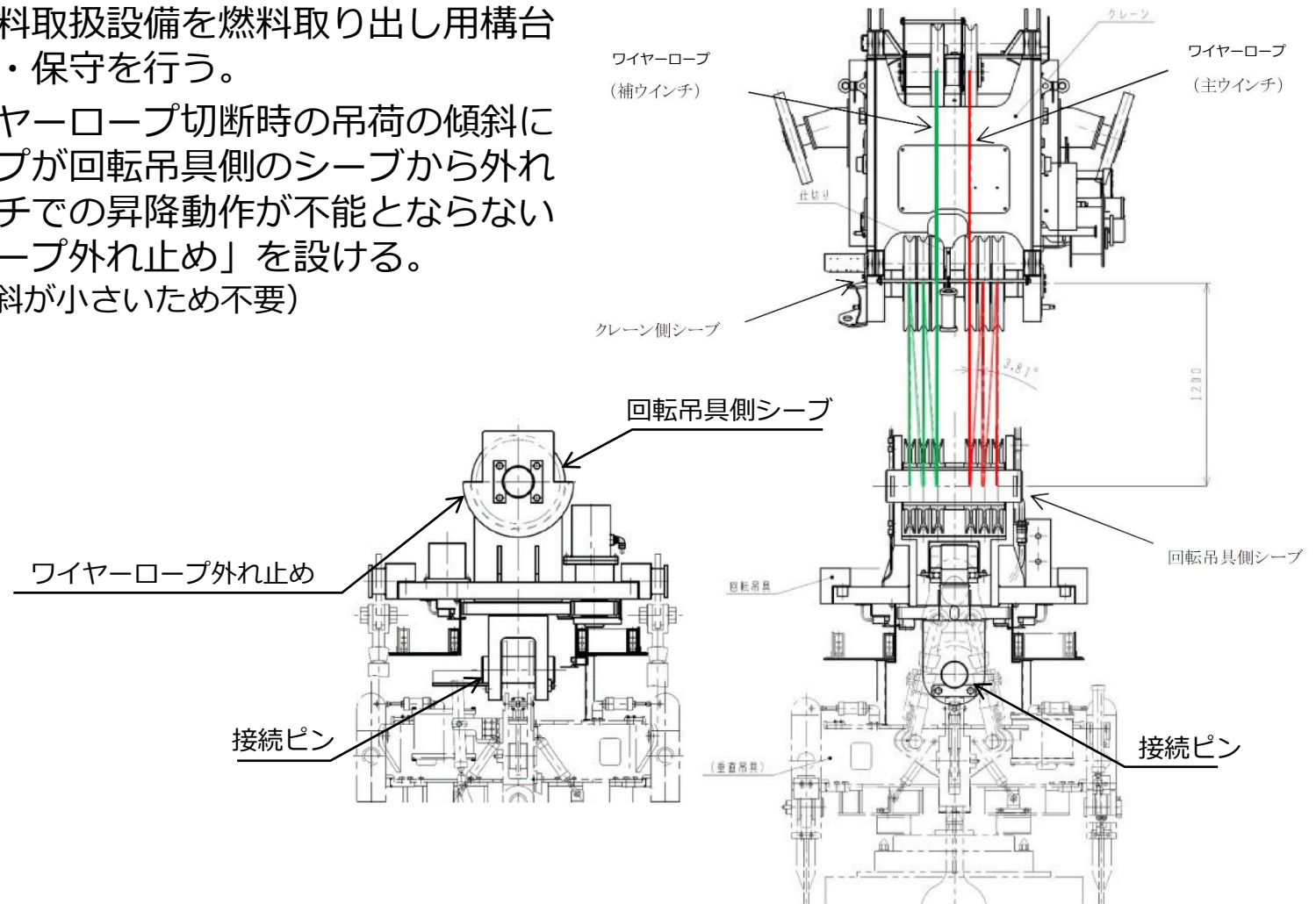
(*1) 1/2Ss450地震時荷重を考慮した際に波及的影響を及ぼさないことを確認する。（次スライド参照）

(*2) 通常時荷重を受けない部材



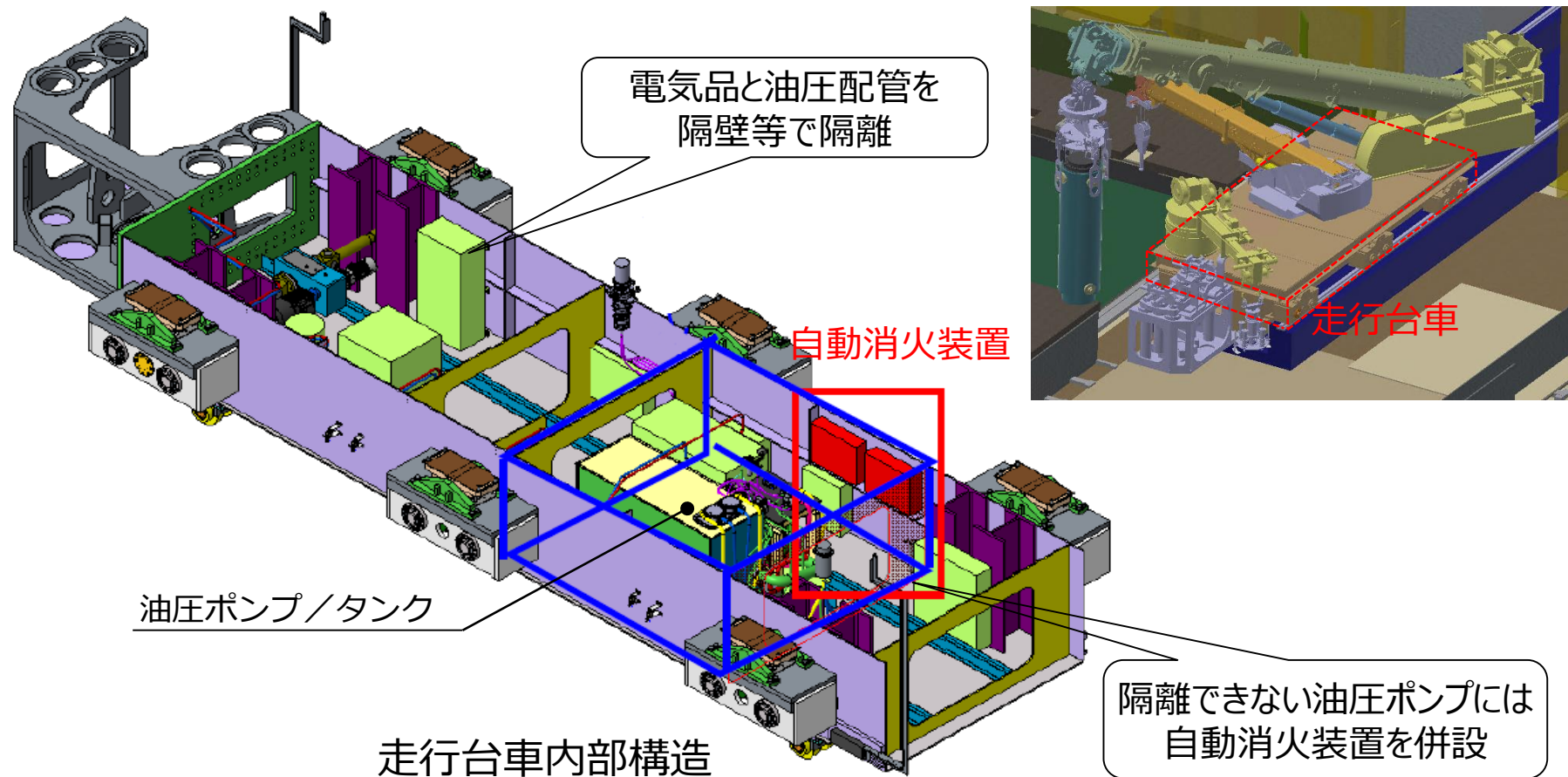
(*) 1/2Ss450地震時荷重を考慮した際に波及的影響を及ぼさないことを確認済

- ▶ 片系統のウィンチにてクレーンではキャスクを、燃料取扱機では燃料を昇降させ、吊荷を安全な状態に着床させた後、燃料取扱設備を燃料取り出し用構台に退避させ、点検・保守を行う。
- ▶ クレーンにはワイヤーロープ切断時の吊荷の傾斜によりワイヤーロープが回転吊具側のシーブから外れ、片系統のウィンチでの昇降動作が不能とならないよう「ワイヤーロープ外れ止め」を設ける。
(燃料取扱機では傾斜が小さいため不要)



- 燃料取り出し時に考慮すべき主な可燃物として燃料取扱設備を構成する油脂類（作動油、潤滑油）や機内ケーブルの電線被覆があげられる。これら可燃物に対する防火対策を施す。
- 燃料取り出し用構台の有人作業エリアには避難経路、誘導標識を設け、アクセス性を考慮して消火器を配置する。原子炉建屋5FLで遠隔操作となる油圧機器に関しては可燃物、発火源を特定して対策を施す。また、消防ホースを接続することで、有人作業エリア全域をカバー可能な消防ホース接続用給水座を配置する。
- 上記方針に基づき策定した以下の火災対策を消防署殿に説明し、ご了解頂いている。
 - ✓ 避難経路の確保・誘導標識の設置
 - ✓ 消火器の配置
 - ✓ 油圧機器に対する防消火
 - ✓ 消防ホース接続用給水座の配置

- 燃料取扱設備は原子炉建屋5FLでは遠隔操作となるため、可燃物、発火源を特定して対策を施す。
- 可燃物の特定
 - ✓ 燃料取扱設備には可燃物として油脂類（作動油、潤滑油）、機内ケーブルの電線被覆が用いられており、作動油(1600L)が主な可燃物となる。
- 発火源の特定
 - ✓ 燃料取扱設備に用いる作動油の引火点は250℃前後であり、燃料取扱機搭載品に250℃の高温に達する発熱体は搭載されていないため発火源にならない。
 - ✓ 電気設備には正常運転時または事故時に電気火花を発生するものがあり、作動油が高压配管の亀裂等から噴霧状に拡散された場合には電気火花の発火源によって引火する可能性がある。
⇒潤滑油、作動油に対する防火対策として以下の対策をとる。
 - 電気設備と油圧配管を隔壁等で隔離する。
 - 隔離出来ない油圧ポンプには自動消火設備を併設する。

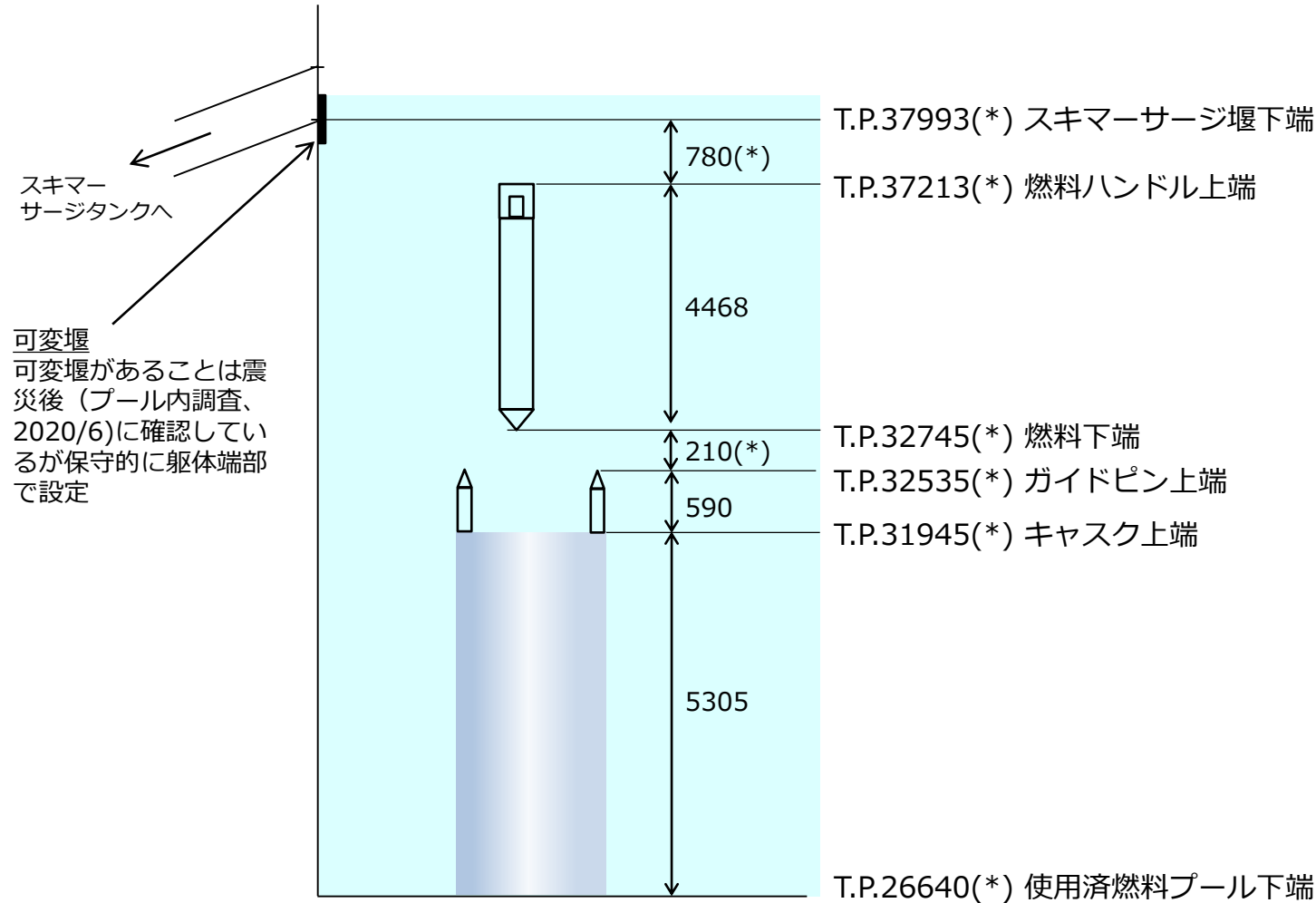


➤ 自動消火装置仕様

- ✓ 火災感知方式：センサーチューブ（電源が不要な機械式感知方式を採用）
- ✓ 消火剤：ウォーターミスト（約39L）
- ✓ 消火方式：石油類に対する有効性および遠隔無人での消火を考慮し、自動消火装置を選定した。自動消火装置は、酸素濃度の希釈、水の気化熱による冷却を利用し消火する装置である。火災発生時に対象となる区画体積の酸素濃度を希釈し、窒息による消火が可能な量の消化剤を有する。
- ✓ 対象範囲：上図青枠部（18m³）
- ✓ 必要消火剤量（製品仕様）：2.0（L/m³）※メーカー推奨値：周囲6面中2面開口がある区画は2（L/m³）

【参考 1 4】 燃料取扱時の昇降レベルについて

- ▶ 燃料取扱時に昇降レベルで干渉物を回避するよう昇降レベルを設定する。



(*) 詳細設計、検証試験の結果を受けて遮蔽水深確保の可否を確認する。

【参考 1 5】 3号機 F H M ・ クレーン不具合から得た主な教訓（1/2）

～2019年1月31日 廃炉汚染水チーム会合資料 抜粋 安全点検時における発生事象の対応状況～

No.	発生事象	原因（概要）	対策（概要）
①	テンシルトラス ホイスト3ドラム回転異常	ホイスト3ドラム回転検知用センサーの単体異常。 センサー内蔵の電子素子故障と判断した。	センサー交換 （予備品の準備）
②	クレーンでのエラーメッセージ発生	インバータで定義されている動作方向に対してBE2チェック時の 動作方向の不整合。	ソフト改造（動作方向整合）
③	駆動源喪失時のマニピュレータの挙動	エアイベント不足若しくは逆止弁のリークにより姿勢が維持できな かった。	エア抜き・逆止弁交換、追設 （予備品の準備）
④	水中ポンプ動力ケーブルおよび圧力検知用 センサーケーブルの絶縁低下	シール部から水が流入したため、絶縁抵抗が低下した。（他に浸入の 痕跡がないこと、シールは消耗品であり、使用に伴い摩耗することから、シール部の 劣化と判断した。）	水中ポンプ・センサー交換 予備品の準備
⑤	垂直吊具の水圧供給用カブラの ガスケット損傷	－	カブラプラグ交換
⑥	クレーン動作時に動作異常の警報発生	異常検出の時間設定と実動作時の制動距離がミスマッチ。	ソフト改造（時間設定変更）
⑦	マニピュレータ関連動作不良事象	駆動水圧供給弁を“開”から“閉”操作時の圧力変動。	作業手順反映
⑧	燃料健全性確認用治具の状態表示不良	A:点検時にプレートを逆さに取付けた。 B:着座センサーの不良。 輸送の際の衝撃で故障と判断した。	A：表示プレート修正 B：センサー交換
⑨	マニピュレータ関連ツール交換不良事象	電磁弁のリーク（電磁弁のシート部のあたり不良と判断）により、 接続コネクタへの圧力のこもり。	電磁弁交換 （予備品の準備）
⑩	テンシルトラス ホイスト6巻取り異常警報発生	ワイヤ巻取状態異常を検知するセンサーの検出位置調整不良。	センサー検出位置調整
⑪	クレーンの移送モードにおける動作不良	モード移行条件が成立していない状態で、モード移行を実施した ことによる動作不良。	作業手順反映 ソフト改造（設定値変更）
⑫	燃料取扱設備の安全点検中の F H M 停止について	単線結線図に未反映であったため、電源停止範囲検討時に認識さ れなかった。	単線結線図に反映
⑬	キャスク垂直吊具と水中カメラの接触について	垂直吊具アームの降下作業と水中カメラの操作の連携が作業手順 書に未記載。	作業手順反映 水中カメラ交換
⑭	FHMテンシルトラス巻き下げ操作時の動作不良	ログ確認した結果、制御信号の一時的な伝送不良発生およびリ セット後操作不能については手順の不足	ケーブル交換、回路健全確認 作業手順反映(初期化)

【参考 1 5】 3号機 F H M ・ クレーン不具合から得た主な教訓 (2/2)

～第75回特定原子力施設監視・評価検討会資料抜粋～

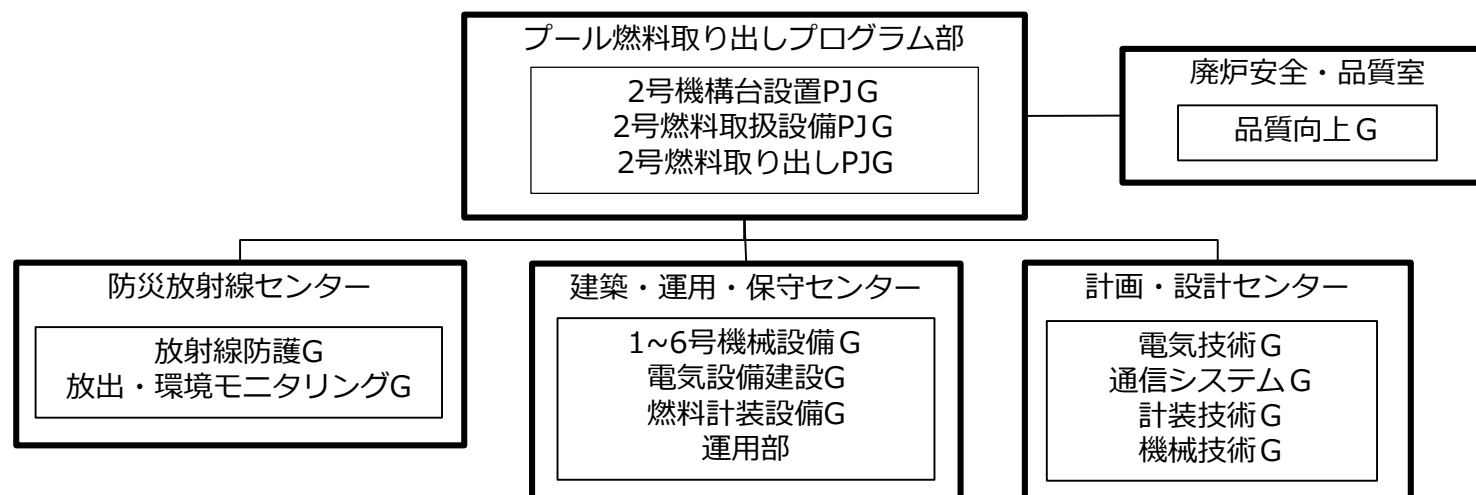
	主な問題点	教訓
1	プロジェクトでの管理の弱さ	プロジェクトのミッションを達成するために、必要な体制、責任と権限を明確にし、適切なリソースを確保すること。長期にわたるプロジェクトにおいても全体管理を行えるような仕組みとすること。 (システムエンジニア、機械、電気、計装、土木、建築、安全等、プロジェクト初期段階で必要な体制、責任と権限を明確にしておく必要がある)
2	設計管理における要求事項の不十分さ、変更管理の甘さ	プロジェクトのミッションを達成するために必要な設備の設計における規格・基準類に基づく設計要求の明確化および実施中の変更管理を確実に実行する仕組みを構築すること ① 仕様を要求するにあたり、適用する規格・基準類を明確にすること(設計、検査を確実に実施するために) ② 設計の前提条件となる原子力安全に係る要求を明らかにし、加えて環境条件や運用方法等も明確に要求とすること ③ コネクタケーブルという国内原子力で実績が少ない汎用品、クリティカル品目に対して技術レビューを行えること ④ プロジェクトの各ステージにおいてゲートを設定し、十分な設計活動、品質保証活動を実施していることを、責任者が承認し次工程へ進むプロセスとすること
3	リスクアセスメントの不十分さ	概念・基本・詳細の各設計段階、製造段階、設置工事段階、運用段階においてリスク管理を適用し、ステージゲート毎にレビュー、フィードバックさせる仕組みとすること
4	クリティカル品の設計、製造不良を見抜く力量の不足	クリティカル品の設計、製造不良を見抜く品質管理が必要 ① 製造者の品質保証体制に係る監査的手法活用による評価を行うこと。 ② 要求する製品の機能・性能を担保するために必要な検査を特定し実施すること。当該品質記録を残すこと。 ③ 海外品については、文書で明確に要求しない限り、国内プラントメーカーと同様な品質管理(品質記録の作成・提出)は行われないことを踏まえた対応が必要。 ④ 一般産業品であってもクリティカル品には①または②等の手法を用いて設計、製造品質を担保すること。
5	既存設備との取り扱い設計の甘さ	現地調査を踏まえた情報をインプットとすること 検証方法(モックアップで確認できること、できないこと)を確実にレビューすること
6	変更管理の甘さ(検査等)	設計・製造・工事段階の変更管理を受注者(サブベンダ)に適切に実施させること(発注者へも報告) ① 受注者に変更管理を確実に実施させ、発注者が確認可能なように、文書や品質記録等に変更内容・変更に伴う影響評価、作業や検査の場合は、手順書での条件の明記およびその復旧記録を残すこと。 ② 検査条件は現地条件に合わせる。仮に変更する場合は機能・性能の観点から影響を評価させ発注者の了承を得ること。
7	トラブル発生時のリカバリの困難さ	リカバリ対応を可能とするために適切な内容の設備図書を提出させること ① I B Dを提出させること。ブラックボックスとならないよう、E C W Dを提出させること ② 取扱説明書のトラブルシューティングの記載を充実させること リカバリ対応を行うに当たり、当社の対応能力(設備図書等の保有するトラブルシューティング情報)を見極め、元請・サブベンダとトラブル体制を構築すること

- 3号機燃料取扱設備の不具合事象の反省を踏まえ「重要調達品・設計管理ガイド」を制定。2号機燃料取扱設備は当ガイドに基づき品質管理強化を進めている。ガイド制定の元となった3号機燃料取り出しで得た教訓への対応を記載する。
- 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓 1

プロジェクトのミッションを達成するために、①必要な体制、責任と権限を明確にし、適切なリソースを確保すること。 ②長期にわたるプロジェクトにおいても全体管理を行えるような仕組みとすること。

【2号機燃料取り出しにおける対応】

- ①基本設計段階から専門部門が協働関係を構築し、横断的に設計、製作、据付工事を進める。
- ②プール燃料取り出しプログラム部門が当該設備に関する全体管理を実施中。
- ③運用開始後はトラブル対応など、適宜内容に応じた体制を構築する。



2号機燃料取り出し体制表

➤ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓 2

プロジェクトのミッションを達成するために必要な設備の設計における規格・基準類に基づく設計要求の明確化および実施中の変更管理を確実に実行する仕組みを構築すること

- ① 仕様を要求するにあたり、適用する規格・基準類を明確にすること（設計、検査を確実に実施するために）
- ② 設計の前提条件となる原子力安全に係る要求を明らかにし、加えて環境条件や運用方法等も明確に要求とすること
- ③ コネクタケーブルという国内原子力で実績が少ない汎用品、クリティカル品目に対して技術レビューを行えること
- ④ プロジェクトの各ステージにおいてゲートを設定し、十分な設計活動、品質保証活動を実施していることを、責任者が承認し次工程へ進むプロセスとすること

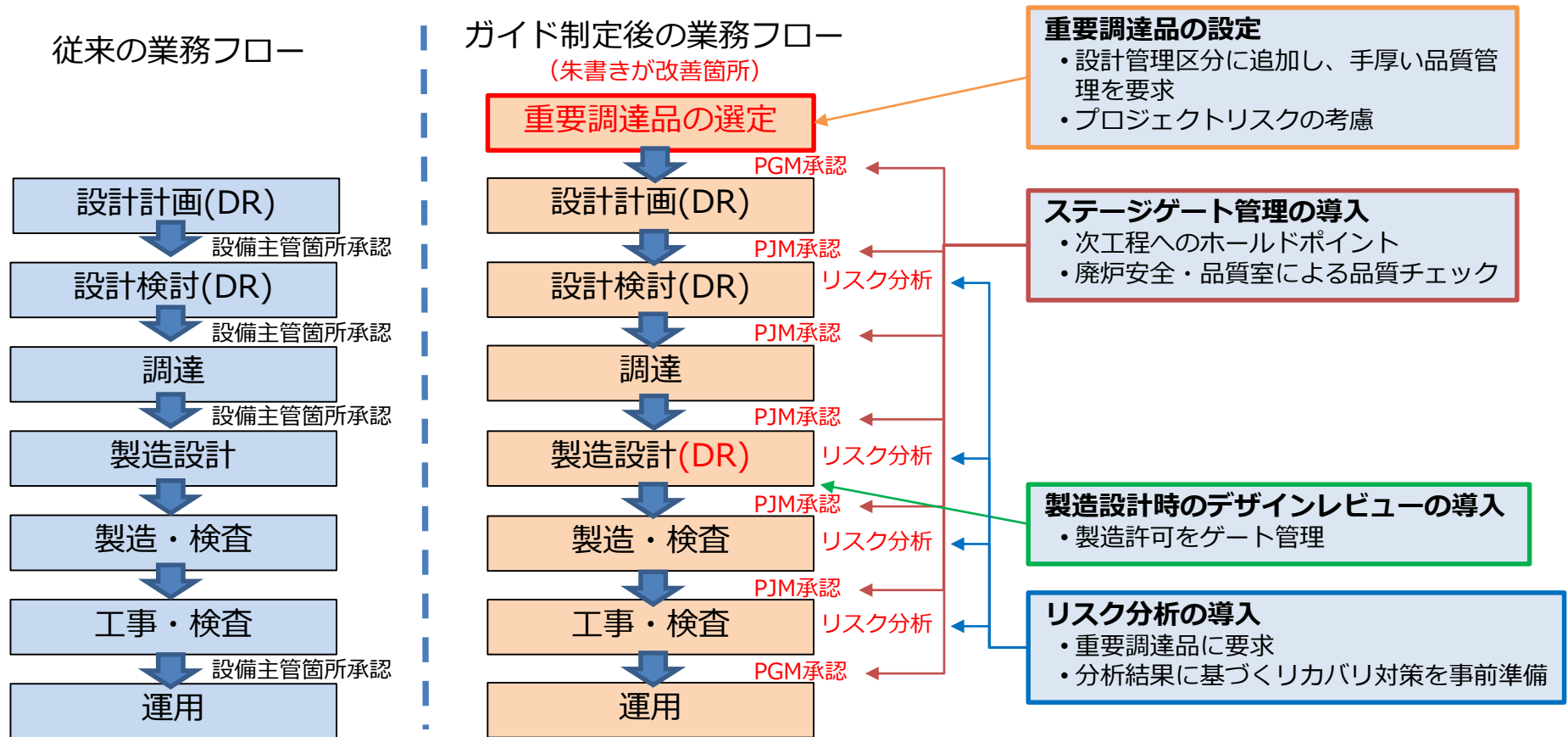
➤ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓 3

概念・基本・詳細の各設計段階、製造段階、設置工事段階、運用段階においてリスク管理を適用し、⑤ステージゲート毎にレビュー、フィードバックさせる仕組みとすること

【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① 各専門分野が基本設計段階から適用規格・基準類を確認済み。
- ② 基本設計開始時に原子力安全に係る要求、環境条件、運用方法等の設計条件を明確にし、計画設計DR／設計検討DRにて確認済み。
- ③ 電気・計装品は国内原子力適用実績のあるものを選定する。プロジェクト遂行上リスクの高い品目はクリティカル品として個別に対応を検討する。

- ④ 下フローのように、各段階毎にゲートを設けて責任者の承認を得た上で次の工程へ進める改善後の業務フローを適用中。
- ⑤ 各ゲートでリスク分析を行い、設計への反映要否を確認する。



PGM：プログラムマネージャ PJM：プロジェクトマネージャ DR：デザインレビュー

▶ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓4

クリティカル品の設計、製造不良を見抜く品質管理が必要

- ① 製造者の品質保証体制に係る監査的手法活用による評価を行うこと。
- ② 要求する製品の機能・性能を担保するために必要な検査を特定し実施すること。当該品質記録を残すこと。
- ③ 海外品については、文書で明確に要求しない限り、国内プラントメーカーと同様な品質管理（品質記録の作成・提出）は行われないことを踏まえた対応が必要。
- ④ 一般産業品であってもクリティカル品には①または②等の手法を用いて設計、製造品質を担保すること。

【2号機燃料取扱設備での対応】

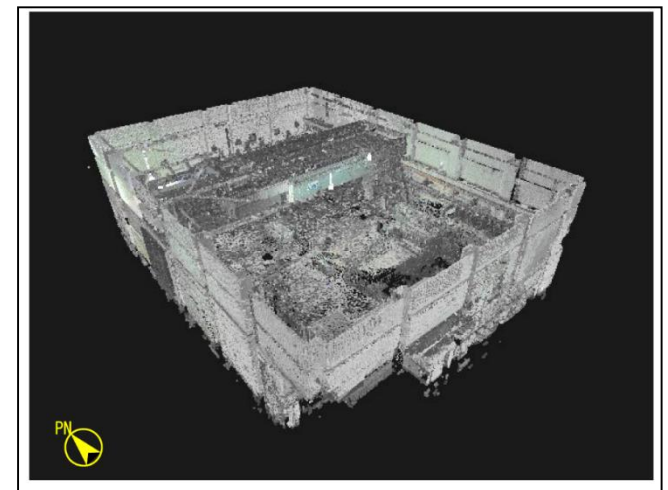
- ① サブベンダ含む受注者施設へのアクセスを要求しており、必要に応じて設計検証や品質審査資料等の確認を行う。
- ② 当社（各専門部門含む）と受注者間で検討した検査項目に基づいて検査を行い品質記録として管理する。
- ③ 国内メーカーを選定する。
- ④ クリティカル品に対しては製品品質の担保、もしくは予備品の確保にてプロジェクトリスクの低減を図る。

➤ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓5

- ① 現地調査を踏まえた情報をインプットとすること。
- ② 検証方法（モックアップで確認できること、できないこと）を確実にレビューすること。

【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① 2018年12月～2019年2月に取得した2号機原子炉建屋5FLの3Dレーザースキャンデータを活用し、燃料取扱設備の動作範囲と既存設備／躯体との干渉を確認済み。
- ② 要求追跡表（次頁参照）を用いて、要求仕様ごとに適用性確認方法を確認する。
 - ✓ 実機の検証方法については工場試験および現地試験を実施し、その上で運転訓練を行い運用開始する。



3Dスキャンデータ

➤ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓6

設計・製造・工事段階の変更管理を受注者（サブベンダ）に適切に実施させること（発注者へも報告）

- ① 受注者に変更管理を確実に実施させ、発注者が確認可能なように、文書や品質記録等に変更内容・変更に伴う影響評価、作業や検査の場合は、手順書での条件の明記およびその復旧記録を残すこと。
- ② 検査条件は現地条件に合わせる。仮に変更する場合は機能・性能の観点から影響を評価させ発注者の了承を得ること。

【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① 変更管理に加え、要求追跡表を整備し、設計変更時の影響範囲を明確とし、検査漏れを防止する。
- ② 検査条件を現地と合わせる。検査条件に差異がある場合は現地据付後の検査にて確認する。

～要求追跡表（例）～

機器名称	① 実施計画	② 東電購入仕様書	③ メーカー発行図書 (系統／機器／購入仕様書)	④ ベンダー発行図書	設計検証 ①～④間で要求仕様の反映されていることを確認	適合性 確認方法	適合性 確認結果
燃料取扱機	燃料取扱機は二重のワイヤーなどにより落下防止を図る。	燃料取扱機のワイヤーは二重化すること。	系統仕様 … 機器仕様 … 購入仕様	外形図 … 強度計算書 …	各図書発行時に結果を追記	工場検査 ・材料 ・外観	適合性確認 完了時に結果を追記
…	…	…	…	…	…	…	…

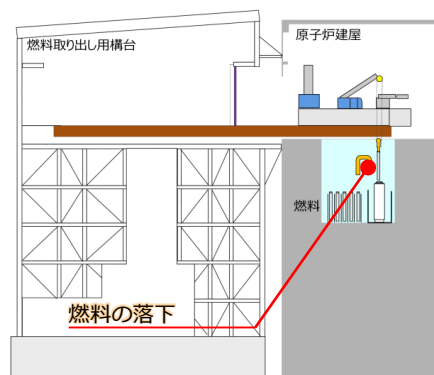
- 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓7
 - ✓ リカバリ対応を可能とするために適切な内容の設備図書を提出させること
 - ① I B Dを提出させること。ブラックボックスとならないよう、E C W Dを提出させること。
 - ② 取扱説明書のトラブルシューティングの記載を充実させること。
 - ✓ リカバリ対応を行うに当たり、当社の対応能力(設備図書等の保有するトラブルシューティング情報)を見極め、元請・サブベンダとトラブル体制を構築すること。

【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① 図書要求に不足がないか専門部門を含めた確認を実施した。
- ② 警報発生時の対応・復旧手順を含んだ取扱説明書の提出を要求する。
- ③ 工場試験時に当社社員が駐在し、当社の対応能力の向上を図る。また、元請・サブベンダを国内メーカーとすることで、トラブル時の体制構築が可能。

- ▶ 燃料取扱設備は、燃料やキャスクの落下対策を施しているが、万一落下した場合の敷地境界における被ばく量を評価し、周辺の公衆に与える放射線被ばくのリスクが十分小さいことを確認している。

燃料の落下

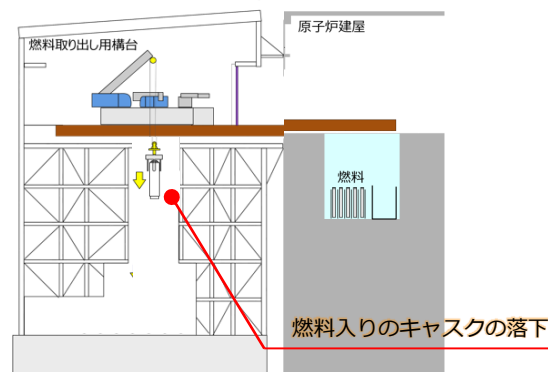


- ✓ 使用済燃料プール内で移動中の燃料 1 体が落下、貯蔵しているものを含めて燃料が損傷し核分裂生成物が放出されたと仮定して、敷地境界での被ばく量を評価

燃料集合体の落下時の実効線量

実効線量（小児）	実効線量（成人）
約 1.6×10^{-3} mSv	約 1.6×10^{-3} mSv

キャスクの落下



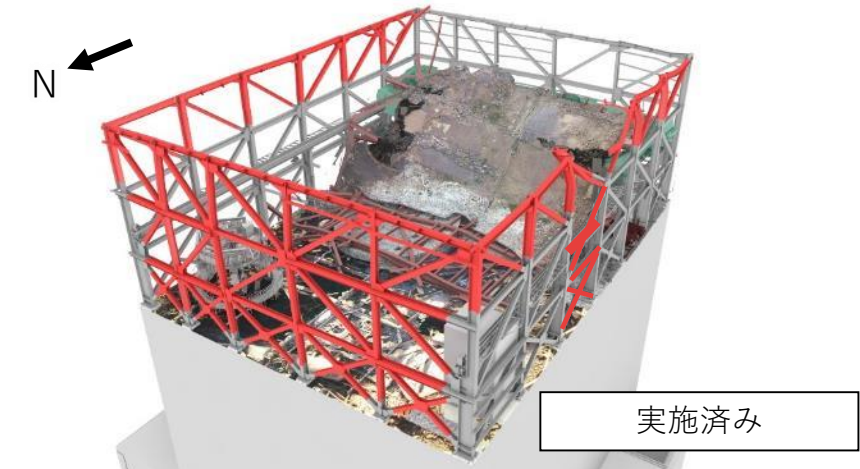
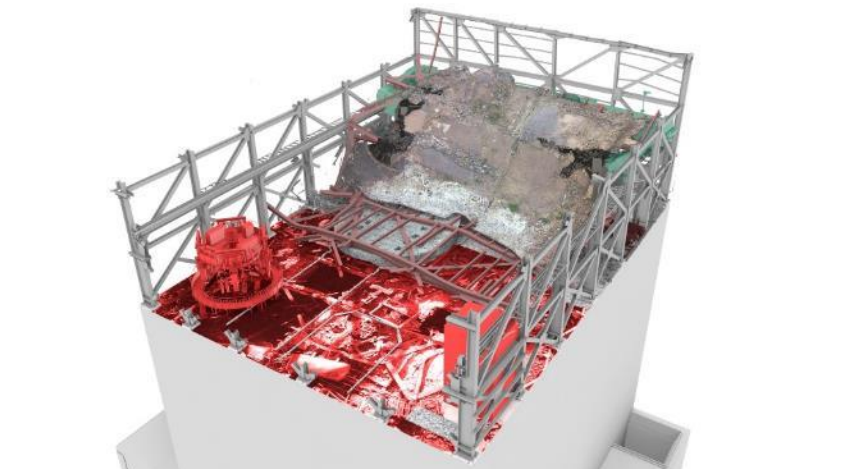
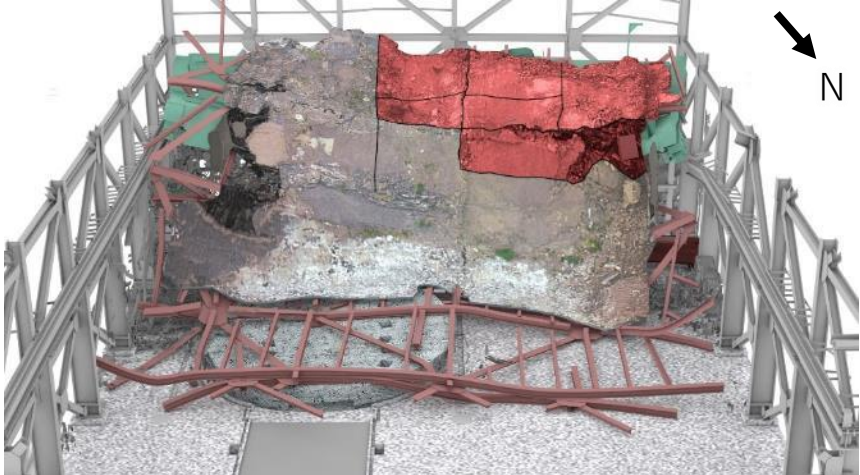
- ✓ 燃料取り出し用構台で燃料7体を収納したキャスクが落下、キャスク内の燃料が損傷し核分裂生成物が放出されたと仮定して、敷地境界での被ばく量を評価

キャスクの落下時の実効線量

実効線量（小児）	実効線量（成人）
約 5.5×10^{-3} mSv	約 6.2×10^{-3} mSv

【参考 1 7】 1 号機ガレキ撤去のステップ (1/3)

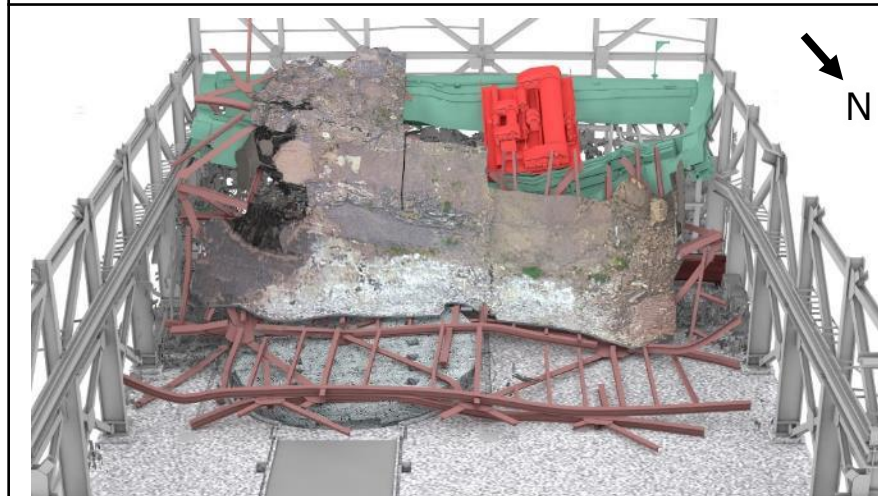
- ガレキ撤去全体のステップを以下に示す。

STEP1：外周鉄骨の撤去	STEP2：オペフロ北側整備
 N 実施済み	
STEP3：屋根スラブの撤去(トバリ上部)	STEP4：屋根鉄骨の撤去(トバリ上部)
 N	

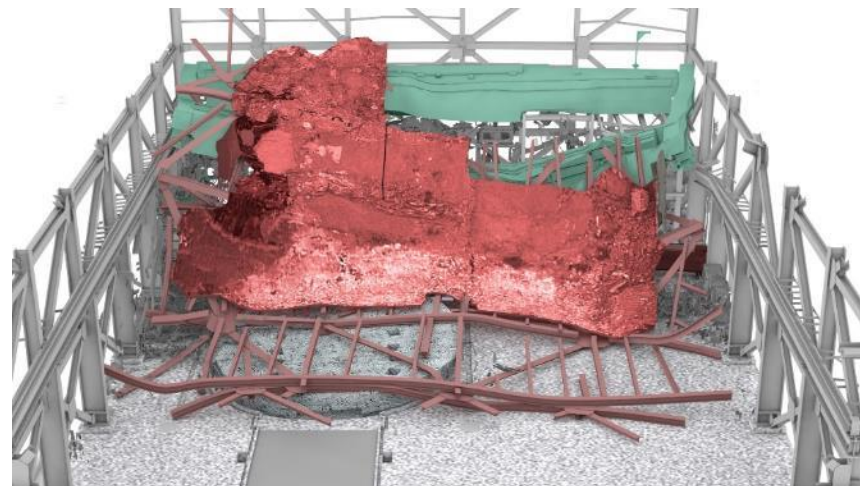
※イメージ図につき実際と異なる場合がある

- ガレキ撤去全体のステップを以下に示す。

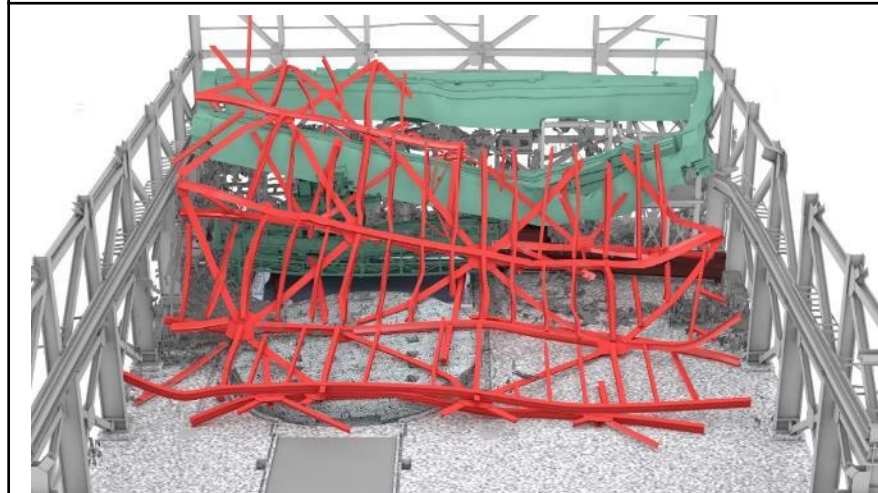
STEP5 : 天クレトロリの撤去



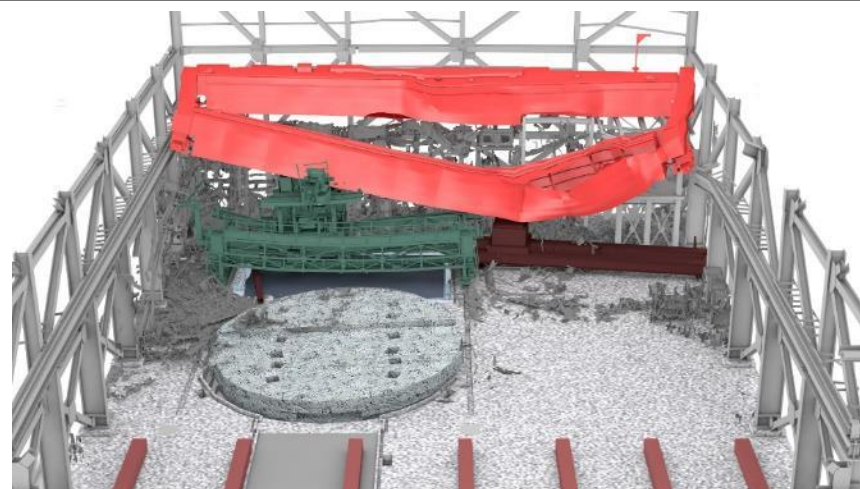
STEP6 : 屋根スラブの撤去(全面)



STEP7 : 屋根鉄骨の撤去(全面)



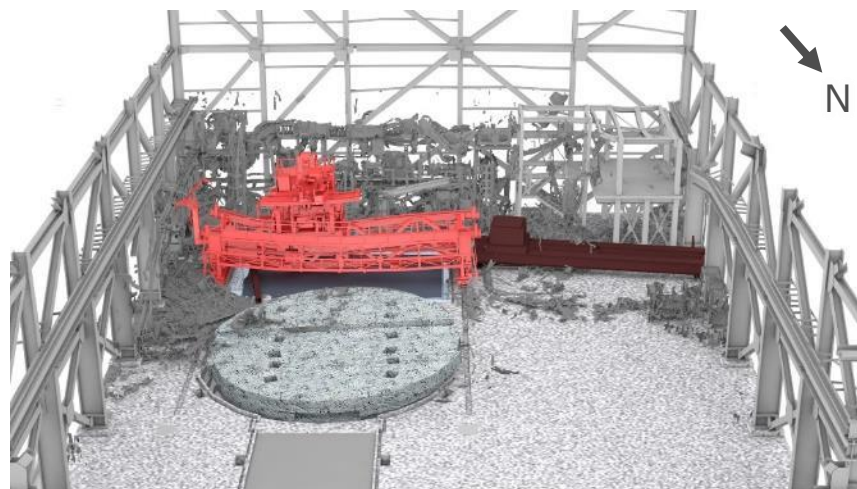
STEP8 : 天クレガーダの撤去



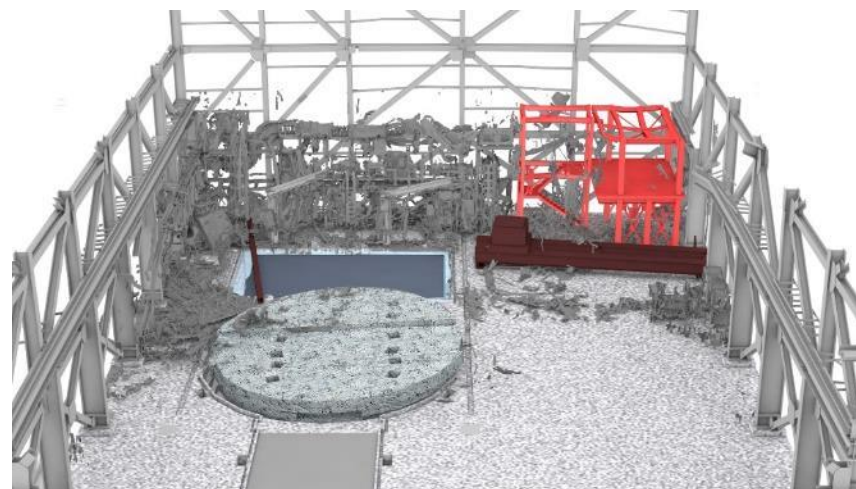
※イメージ図につき実際と異なる場合がある

- ガレキ撤去全体のステップを以下に示す。

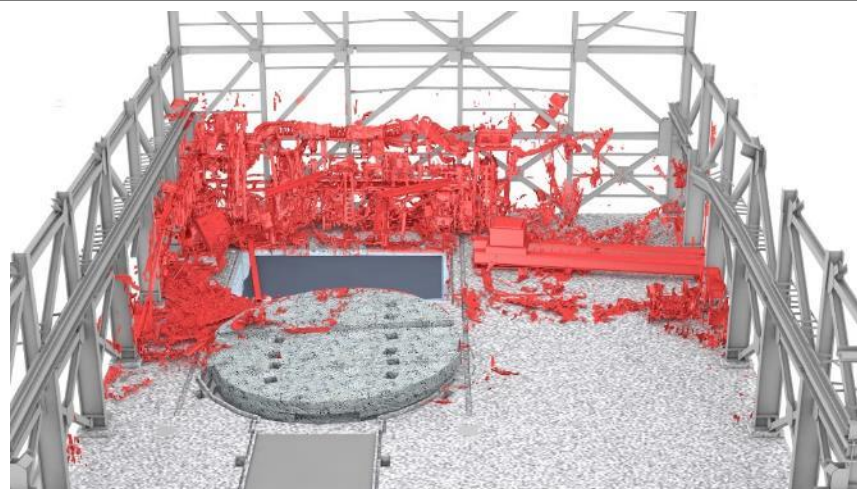
STEP9 : FHMの撤去



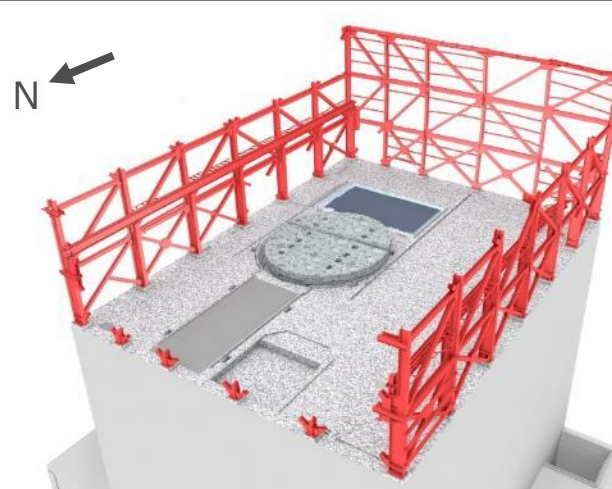
STEP10 : 燃料交換操作室の撤去



STEP11 : 床上ガレキの撤去



STEP12 : 外周鉄骨の撤去



※イメージ図につき実際と異なる場合がある