

資料 1 - 2 使用済燃料プールからの燃料取り出しに関わる対応状況について

資料 1 - 2 - 1

福島第一原子力発電所 1 号機建屋プール燃料取出し (Xブレース撤去及び北側ガレキ撤去の進捗について)

2019年1月10日

TEPCO

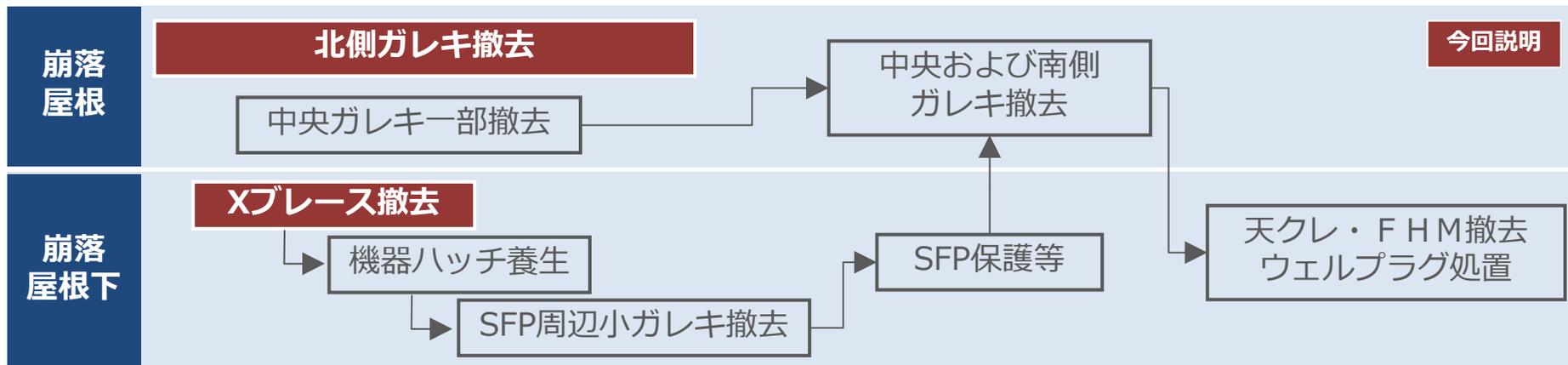
東京電力ホールディングス株式会社

● 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第61回)公表資料

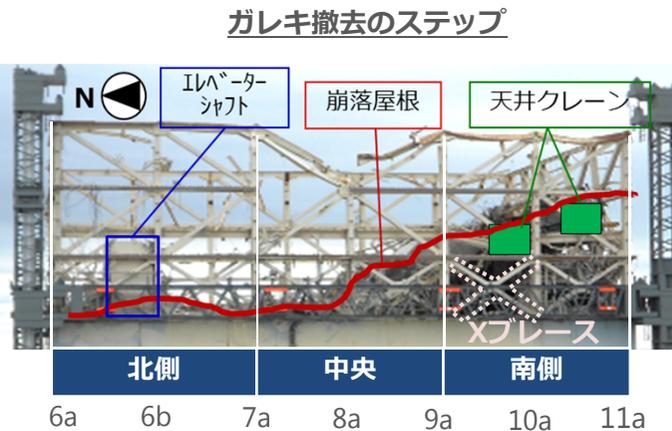
原子炉建屋オペレーティングフロア（以下、オペフロ）のガレキ撤去のステップを以下に示す。

以降、天井クレーンを天クレ、使用済燃料プールをSFP、燃料取扱機をFHMと表記

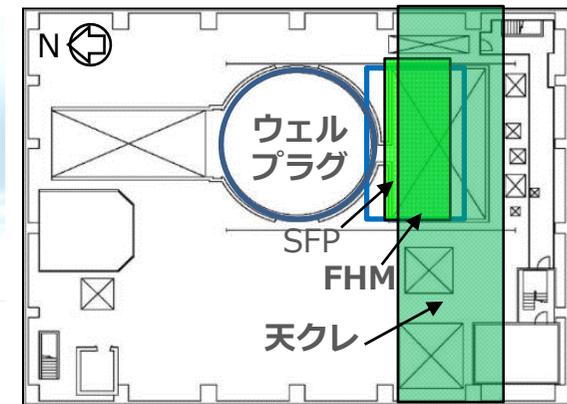
- 北側ガレキ撤去は2018年1月22日に開始。Xブレース撤去は、西面1箇所・南面1箇所・東面2箇所、計4箇所を切断する計画であり、2018年9月19日に開始し、12月20日に4箇所の撤去を完了した。



オペフロ平面（2018年9月撮影）



オペフロ西側立面



天クレ・FHM配置

1. Xブレースの撤去の完了について

Xブレース撤去は、SFP保護等の開始に向けて、SFP周辺にアクセスするルートを確保するために、建屋カバースタール梁に設置した東西南の作業床に撤去装置を設置して、西面1箇所・南面1箇所・東面2箇所、計4箇所を切断する計画であり、12月20日に4箇所の撤去を完了した。



撤去後の西面（9月25日）



撤去後の東面1（12月7日）



撤去後の南面（11月21日）



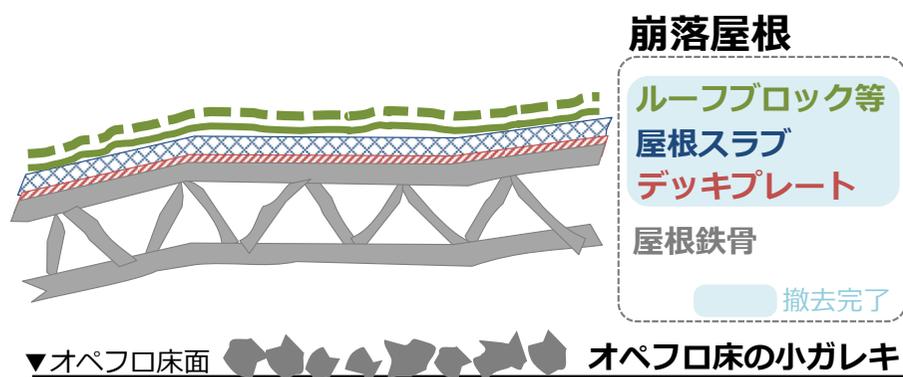
撤去後の東面2（12月20日）

2-1. 北側ガレキ撤去の進捗について

北側崩落屋根のうち、ルーフブロック等・屋根スラブ・デッキプレートの撤去が完了した。
2019年1月より**屋根鉄骨撤去**を開始する予定である。

屋根鉄骨撤去は、まず南側ガレキに影響を与えないように、振動がカッターより小さいワイヤー切断装置を用いて北側と南側を分断する（以下、**屋根鉄骨分断**）。

屋根鉄骨は、屋根鉄骨分断の後に、カッター切断装置を用いて小割撤去する計画である。



- ✓ 上層から順にルーフブロック等・屋根スラブ・デッキプレートの撤去が完了
- ✓ 現在、北側ガレキは屋根鉄骨のみが残存

崩落屋根の断面イメージ



屋根鉄骨分断位置（予定）

2-2. ワイヤー切断装置について

図1 ワイヤー切断装置は、電源ユニットと切断ユニットで構成される。

図2 切断ユニットには、切断ワイヤー、固定装置（電磁マグネット・把持アーム）、散水装置を備えている。固定装置で屋根鉄骨に定着させ、切断箇所に散水しながら切断を行う。

図3 屋根鉄骨分断の位置は、定置式カメラをオペフロ北側に設置して状況を確認の上、決定する。

図4 屋根鉄骨分断後、カッター切断装置を用いて屋根鉄骨を小割解体する計画である。

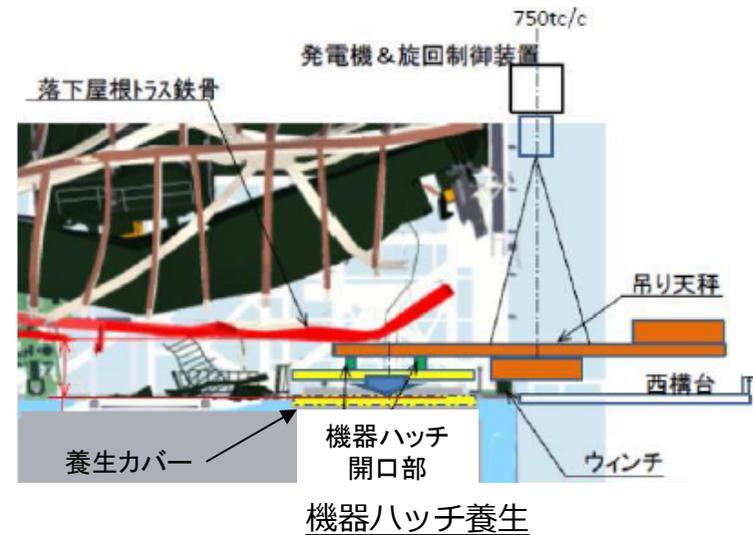
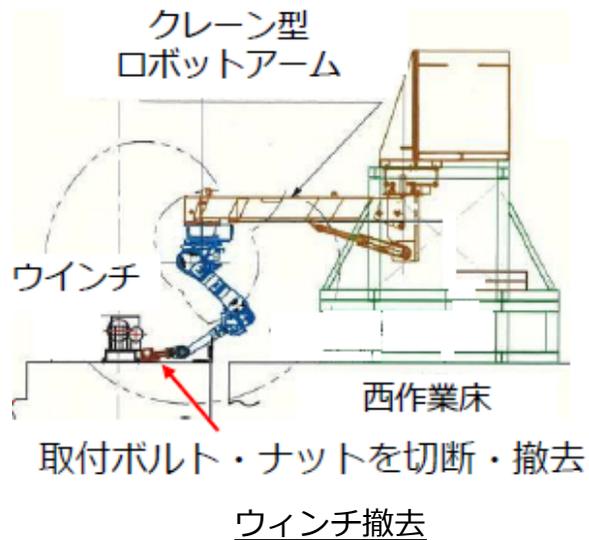


【参考】 機器ハッチ養生の作業概要

- 作業支障となるウインチ及びヒンジについて、西作業床にクレーン型ロボットアームを設置して、ボルト・ナットを切断し、大型クレーンで吊り上げて撤去する。
- 大型クレーンで吊り下げた一体型の養生カバーを機器ハッチ開口部（4.9m×5.2m）に設置する。



機器ハッチの状況（西作業床より）



資料 1 - 2 使用済燃料プールからの燃料取り出しに関わる対応状況について

資料 1 - 2 - 2

福島第一原子力発電所 2 号機建屋プール燃料取出し (原子炉建屋オペフロの残置物片付後の調査について)

2019年1月10日

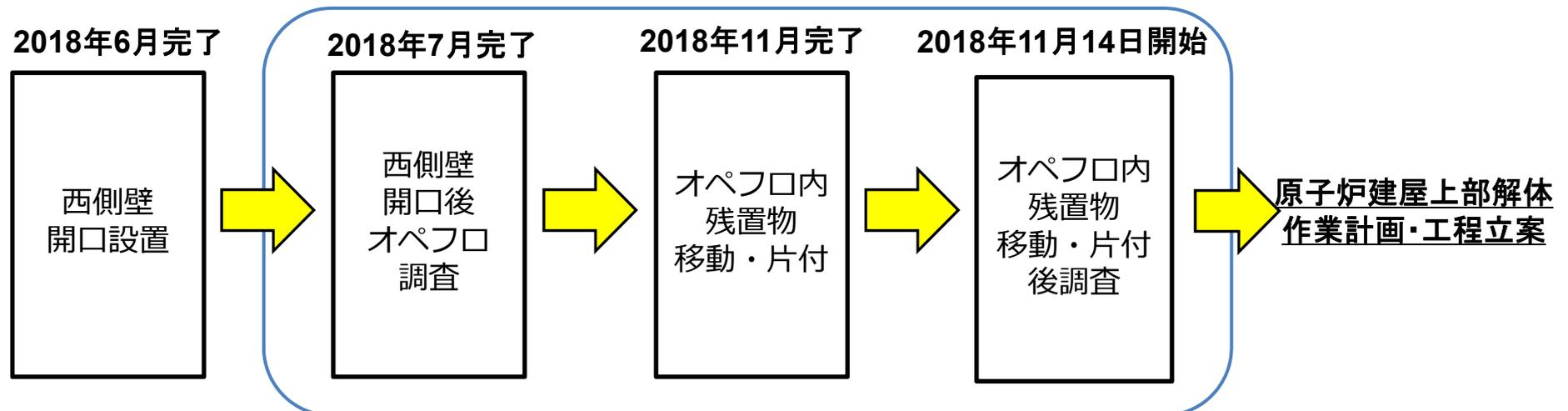
The logo for TEPCO (Tokai Electric Power Company) is displayed in red, bold, uppercase letters. It is positioned on the right side of the page, above a thick red horizontal line that spans the width of the page.

東京電力ホールディングス株式会社

● 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第61回)公表資料

- 2号燃料取り出しに向け、原子炉建屋の上部解体等を予定しており、7月2日から7月18日にかけて、遠隔ロボットによるオペフロ内の残置物を移動させずに実施可能な範囲について線量や汚染状況、ダスト濃度等の調査を実施し、「残置物移動・片付」及び「残置物移動・片付後調査」に支障がないことを確認。
- 8月23日よりオペフロ全域を調査するにあたって弊害となる残置物等の片付け作業を開始し、11月6日に完了。
- 原子炉建屋上部解体時の放射性物質飛散防止策の検討、設備設計及び作業計画の立案を行うため、オペフロ全域の汚染状況及び設備状況調査を11月14日より開始。

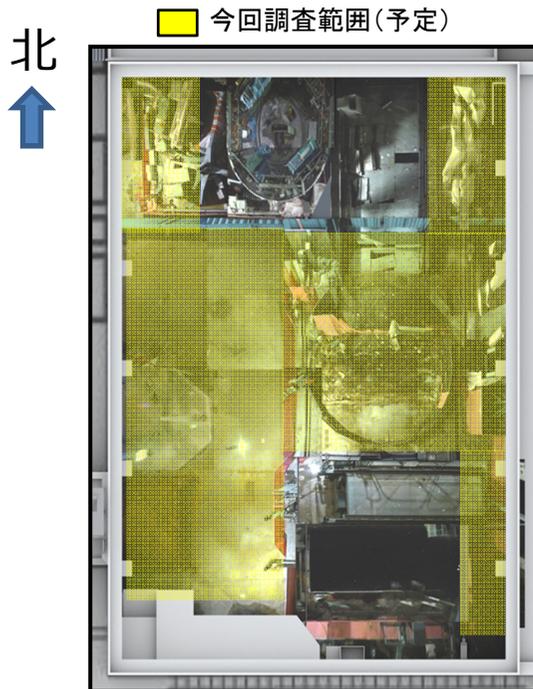
オペフロ調査等



1. オペフロ内残置物移動・片付後調査の計画

【目的】

- 2号機使用済燃料プール内の燃料取り出しに向け、今後原子炉建屋上部の解体等を計画しており、周辺環境や作業員に対する安全上のリスクが増加しないよう放射性物質の飛散防止策の徹底、除染方法・遮へい・設置設備等の設計並びに作業計画の立案を目的として、オペフロ内の床・壁面・天井部について線量測定、汚染状況及び設備の状態等について調査を行う。
- 主な調査内容は以下の通り
 - ・表面/空間線量率測定
 - ・表面汚染測定
 - ・ダスト測定
 - ・オペフロ内カメラ撮影
 - ・3Dスキャンによる寸法形状測定
 - ・γカメラ撮影



(壁面・天井についても実施予定)

使用する遠隔無人重機・ロボット



BROKK400D

主な役割

- ・転倒防止対策用スロープ設置
- ・γカメラ撮影 等



Survey Runner

主な役割

- ・3Dスキャン
- ・調査助勢 等



Kobra (左) Packbot (右)

主な役割

- ・表面/空間線量率測定、表面汚染測定
- ・調査助勢 等



高所除染台車

主な役割

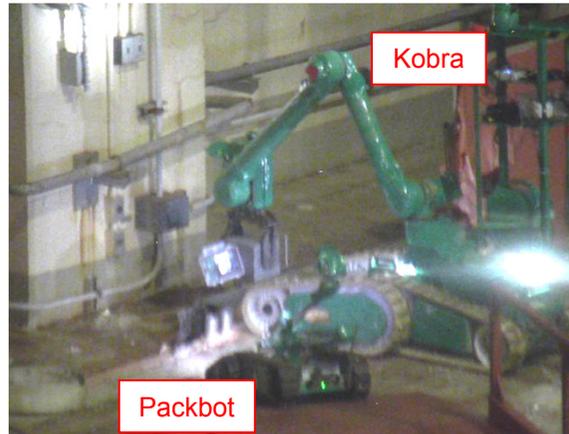
- ・表面/空間線量率測定
 - ・表面汚染測定
 - ・3Dスキャン 等
- (高所部測定時使用)

2. オペフロ内残置物移動・片付後調査の実施状況

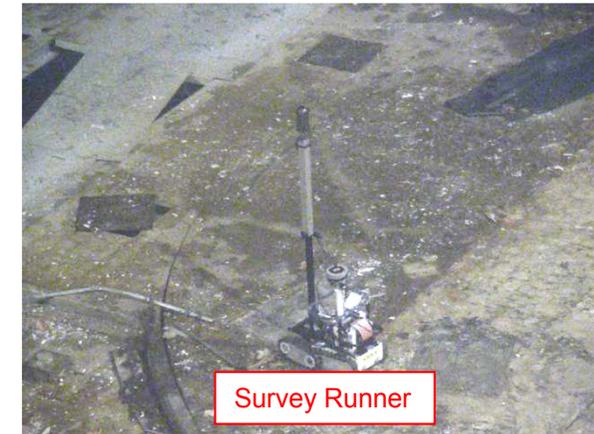
- 11月14日からオペフロ内γカメラ撮影を開始、引き続き、低所及び高所の線量測定(表面、空間)、表面汚染測定、ダスト測定、3Dスキャンによる寸法形状測定を実施中。
- オペフロ内調査は1月下旬頃まで継続して実施を予定。
- 調査の現場状況は以下の通り。



①γカメラ撮影状況



②低所空間／表面線量率測定状況



③3Dスキャンによる寸法形状測定状況



④低所表面汚染測定状況



⑤高所空間／表面線量率測定状況

資料 1 - 2 使用済燃料プールからの燃料取り出しに関わる対応状況について

資料 1 - 2 - 3

福島第一原子力発電所 3号機建屋プール燃料取出し

(燃料取扱設備の安全点検・品質管理確認の進捗状況および今後の対応について)

2019年1月10日

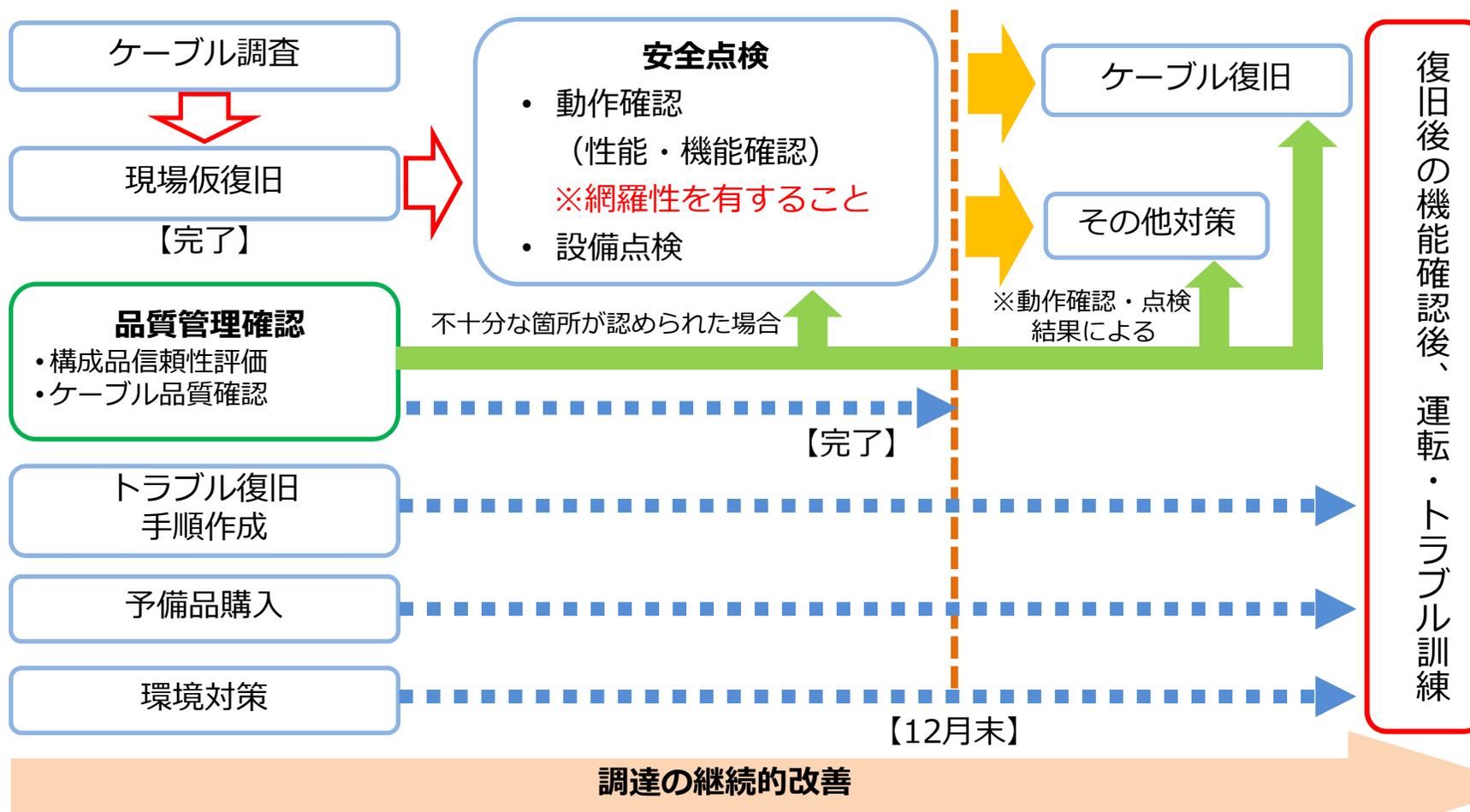
The logo for TEPCO (Tokai Electric Power Company) is displayed in red, bold, uppercase letters. It is positioned in the upper right area of the page, above a thick red horizontal line that spans the width of the page.

東京電力ホールディングス株式会社

- 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第61回)公表資料
 - 安全点検及び品質管理確認は12/25、ケーブル交換は12/26に完了。
12/28に受電が完了し、復旧後の機能確認を実施中。
 - 燃料取り出しは、一部不確実な要素（不具合対策の検証）があるものの、
工程ありきでなく、安全を最優先に3月末の開始を目標に「不具合対策の
検証」「復旧後の機能確認」「燃料取出し訓練」を確実に実施していく。
 - 燃料取扱設備は、不具合発生時も燃料・輸送容器等を落下させないなど安
全上の対策を施しているが、万が一燃料取出し作業中に不具合が発生した
場合でも、速やかに復旧出来るよう、手順の策定や体制の構築、予備品の
準備等を進めていく。

燃料取扱設備不具合に対する対応

- ▶ 燃料取扱設備について、燃料取り出し開始までに設備の信頼性を万全にするため、安全点検及び品質管理確認を実施するとともに、トラブル発生に備えた予備品の購入、復旧手順を策定
- ▶ さらに、一連の不具合を踏まえた反省点・教訓をもとに、調達改善の継続的改善に取り組んでいる



CDOを補佐し、調達改善を含む廃炉推進カンパニー品質全般の監督・助言・指揮者の配置

安全点検は、試運転と燃料取出し作業時との条件の違いによる設備不具合発生リスクの抽出を目的として、機器単品や安全確保のためのインターロック及び燃料取出し作業を模擬した組み合わせの動作確認、並びに設備設置環境の影響による経年劣化を確認した。

● 動作確認結果

- ▶ 燃料取扱設備の機能・性能に影響を及ぼす事象（14件）を確認した。発生事象対策を1月中旬に対策を実施し、燃料取り出しに万全を期す。（P4：安全点検における発生事象の状況参照）

● 設備点検結果

- ▶ 対象設備の外観確認の結果、消耗品及び一部設備に発錆及び塗装のはがれ等を確認。消耗品の交換、手入れ・補修塗装を実施済。
- ▶ 上記点検に合せ、潤滑油・機器作動系内部流体の補給を実施済。
- ▶ 対象設備ケーブル、接続箱及び制御盤内部の外観確認の結果、異常なし。

設備点検では、燃料取扱設備に機能・性能に影響を及ぼす経年劣化は無かった。

1. 安全点検における発生事象の状況



No.	発生事象	原因（概要）	対策（概要）	状況	完了 予定時期
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。	センサー交換	対策準備中	1月中旬
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）	対策準備中	1月中旬
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	対策準備中	1月中旬
④	水中ポンプ動力ケーブル及び圧力検知用 センサーケーブルの絶縁低下	ポンプシール部からの流入により，絶縁抵抗が低下したと推定。	水中ポンプ・センサー交換	対策準備中	1月中旬
⑤	垂直吊具の水圧供給用カブラの カスケット損傷	-	カブラプラグ交換	対応済	完了
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 mismatch。	ソフト改造（時間設定変更）	対策準備中	1月中旬
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	対策準備中	1月中旬
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。	A：表示プレート修正 B：センサー交換	対応済	完了
⑨	マニピュレータ関連ツール交換不良事象	電磁弁のリークにより，接続コネクタへの圧力のごもり。	電磁弁交換	対策準備中	1月中旬
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	対策準備中	1月中旬
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）	対策準備中	1月中旬
⑫	燃料取扱設備の安全点検中のFHM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	対策済	完了
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	対策準備中	1月中旬
⑭	FHMテンシルトラス巻き下げ操作時の動作不良	エラーログから、テンシルトラス5 / 6に共通する箇所に不具合要因があるものと推定。	コネクタ（ケーブル）変換器等 交換・修理	対策準備中	1月中旬

2. 品質管理確認と継続的改善

- 一連の不具合を踏まえた反省点・教訓をもとに、1F3クレーン・FHMの個別対策として、品質管理確認を実施するとともに、廃炉推進カンパニーの調達改善に取り組んでいるところ

一連の不具合を踏まえた反省点・教訓と品質管理面の当社の取り組み

反省点・教訓	1F3クレーン・FHM個別対策 (品質管理確認)	継続的改善 (廃炉推進カンパニー調達改善)
一般産業品を使用する際に注意	<ul style="list-style-type: none"> ● 全構成品を、原子力品・一般産業品に分類し、各構成品の信頼性を評価 ● 新たに調達するケーブルの工業規格の確認（下記にも再掲） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 原子力品／一般産業品の使用基準の策定 ● 一般産業品の要求仕様について、工業規格での提示
海外メーカーを活用する際の更なる注意	<ul style="list-style-type: none"> ● 全構成品を、東芝グループ内調達品・海外調達品に分類し、各構成品の信頼性を評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 型式品の国産化検討
一次調達先以下に対する当社の関与	<ul style="list-style-type: none"> ● 新たに調達するケーブルの品質確認 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 使用する工業規格の確認 ✓ 工業規格を満たす構造であることを図面にて確認 ✓ 製造過程及び製品における性能確認（立会にて抜き取り検査） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 海外製品、初めて参入するメーカーの製品を対象に、一次調達先以下に対しても製造過程で当社が品質を確認する仕組みの構築



CDOを補佐し、調達改善を含む廃炉推進カンパニーの品質全般を監督・助言・指揮する者を配置

2. 品質管理確認結果（1 / 2）

■ クレーン・FHM構成品の信頼性評価

- クレーン・FHMの全構成部品（79機器）を、原子力部品・一般産業品、東芝ESS調達品・海外一次調達先調達品に分類した上で、発注仕様や記録等をもとに信頼性評価を実施し、妥当であることを確認

■ 信頼性評価を踏まえた対応について

- 信頼性評価を踏まえ、以下のような安全点検での確認や不適合発生時のリスク低減策を実施
 - ✓ 工場等での試験条件（電源電圧や水深）が1Fと異なる場合や、記録等により耐環境性（耐水性、耐放性、耐腐食性等）が確認できなかった場合は、1Fで実施する安全点検での動作確認・設備点検にて確認（安全点検工程内で実施）
 - ✓ 耐放性において、供用期間中の劣化リスクが考えられる機器は、予備品を保有
 - ✓ 温度・湿度要求において、制御盤付の空調機器の故障リスクを考慮し、対応手順を整備

	総数	信頼性評価を踏まえた対応（機器数）			
		安全点検での確認		不適合発生時への対応	
		動作確認	設備点検	予備品の手配	手順の整備
原子力部品 かつ 海外調達品	4	4	4	1 (マヒ°レタ)	-
一般産業品 かつ 海外調達品	27	9	13	2 (ITV類)	4 (制御盤類)
東芝ESS調達品 (原子力部品・一般産業品)	48	4	1	3 (webカメラ等)	-
総計	79	17	18	6	4

2. 品質管理確認結果 (2 / 2)

■ 新たに調達・施工するケーブルの品質確認

- 復旧にあたって、新たに調達・施工するケーブルについて、当社にて製品の品質を確認
 - 改修対象の112ライン※について、コネクタ部の構造ならびに防水性能が十分であることを、当社が直接確認
 - 東芝ESS作成の施工要領書・組立チェックシートを当社・東芝で確認。正しく製造されれば、既設コネクタの防水性能がIP×7（水面下1mで30分間に水の浸入のないレベル）を満足することを水密試験にて確認
 - 製造作業中の品質管理が、施工要領書・組立チェックシートにもとづき行われているか立会確認。今後、現場施工にも立会

※ 機外ケーブル：112ライン全て（全114ラインのうち、2ラインはLANケーブルのため対象外）
 機内ケーブル：電気特性不良が確認された3ライン、機器付きコネクタ11ライン

水密試験立会



組立手順・チェックシート確認



ケーブルに水が浸入して故障を行うこと。

図3-2 組立方法

22. 図3-1の通り、ブーツが裏面に付いて完全に取付たことを確認後、A部を1回捻回ると自動的に加締めし、B部から抜けては組立後の追加作業を行い、C部からのケーブルの抜け出しを確認してから、組立終了とする。

図3-4 防水構造のグasketsの構造

23. 本製品は、裏面、裏面及び裏面がないことを確認し、ブーツの裏面に裏面が貼付されている状態に組立作業を行う。この状態に裏面が貼付されていない状態に組立作業を行うと、裏面が剥がれてしまう可能性がある。また、裏面が剥がれてしまう状態に組立作業を行うと、裏面が剥がれてしまう可能性がある。また、裏面が剥がれてしまう状態に組立作業を行うと、裏面が剥がれてしまう可能性がある。

24. 本製品として図3-1に示すA～Dの寸法を確認を行う。各寸法は公差範囲内とする。

A寸法：A部ブーツの長さを確認する。
 B寸法：B部ブーツの長さを確認する。
 C寸法：C部ブーツの長さを確認する。
 D寸法：D部ブーツの長さを確認する。

図3-1 組立構造の寸法

112ラインケーブル品質管理		検査	結果
検査項目	検査内容	検査結果	検査結果
112ラインケーブル	品質管理	合格	合格

112ラインケーブル品質管理		検査	結果
検査項目	検査内容	検査結果	検査結果
112ラインケーブル	品質管理	合格	合格

3. 燃料取出し訓練

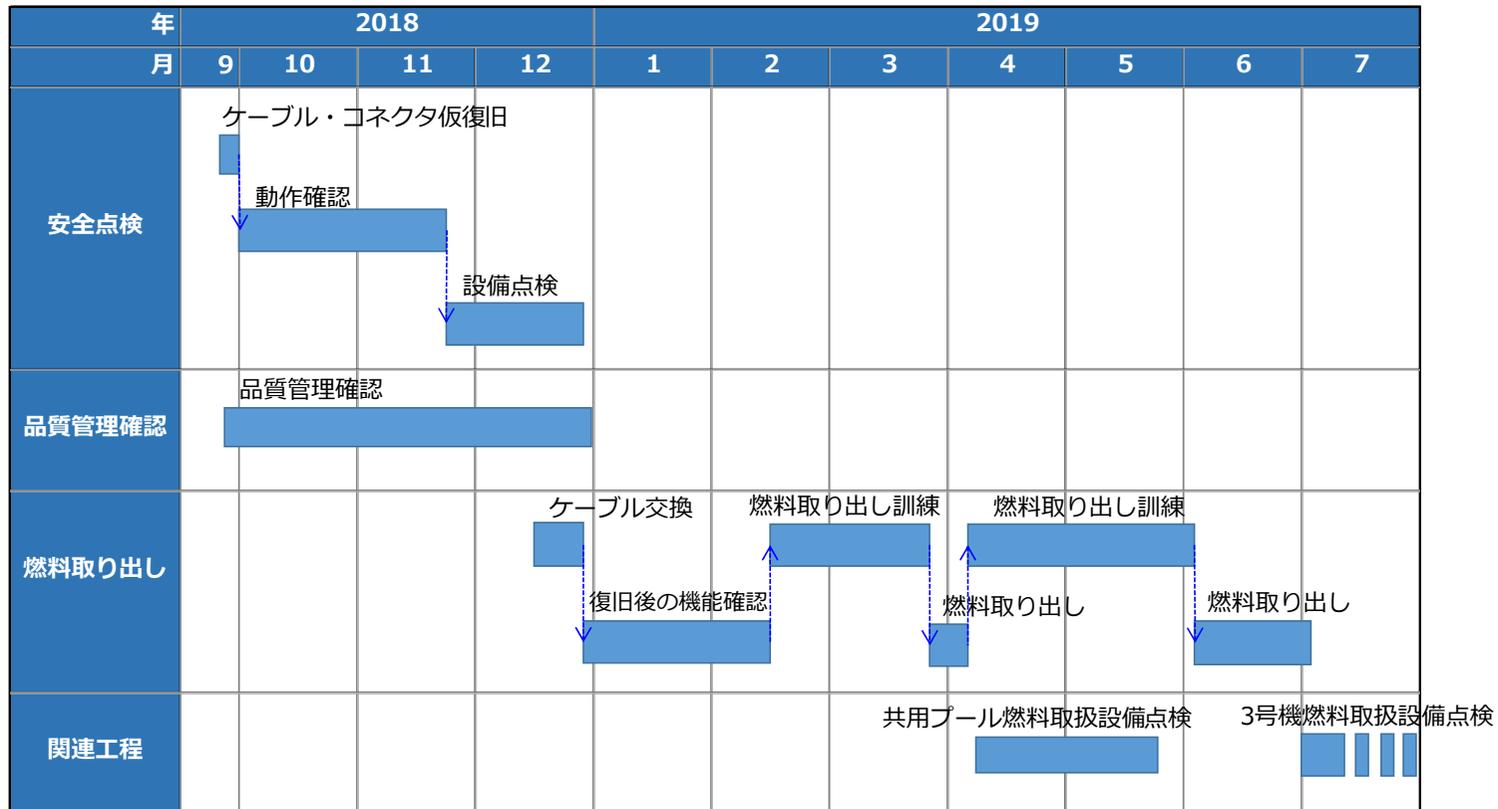
- 作業員の技能向上のため、燃料取出し開始前に、燃料取扱設備・構内用輸送容器の一連の遠隔操作訓練を行う。
- 輸送後の燃料取出し作業の振り返りを早期に行うために、必要最低限の訓練班数の訓練後に1基目取出しを開始する。1基目輸送完了後、振り返りを行い、必要に応じて手順を改善する。
- 燃料取出し作業のうち、燃料移動および輸送容器の蓋締め作業は24時間体制で行う予定であるが、1基目の燃料取出しにおいては日中帯かつ平日のみ作業とする。

訓練内容

①	燃料取扱設備訓練	燃料取扱設備（燃料取扱機，クレーン）の動作方法等を確認する
②	輸送容器訓練	遠隔操作での輸送容器の蓋開け締め，密封確認装置の操作，1階への吊り下ろし，フランジプロテクタ取付取外し，上面清掃，輸送容器洗浄，マニピュレータ操作，ITV操作，FHM/クレーンツール交換，輸送容器吊りおろし・吊り上げ等の訓練を行う
③	燃料移動訓練	模擬燃料を用いてラック～輸送容器間の燃料移動の訓練を行う
④	引っ掛かり解除訓練	燃料吊り上げ時にがれきの干渉が発生した場合の解除訓練を行う

4. 安全点検と品質管理確認工程

- 安全点検及び品質管理確認は12/25、ケーブル交換は12/26に完了。
- 燃料取り出しは、一部不確実な要素（不具合対策の検証）があるものの、工程ありきでなく、安全を最優先に3月末の開始を目標に「不具合対策の検証」「復旧後の機能確認」「燃料取り出し訓練」を確実に実施していく。
- 燃料取扱設備は、不具合発生時も燃料・輸送容器等を落下させないなど安全上の対策を施しているが、万が一燃料取り出し作業中に不具合が発生した場合でも、速やかに復旧出来るよう、手順の策定や体制の構築、予備品の準備等を進めていく。



【参考】ケーブル取替作業の概要

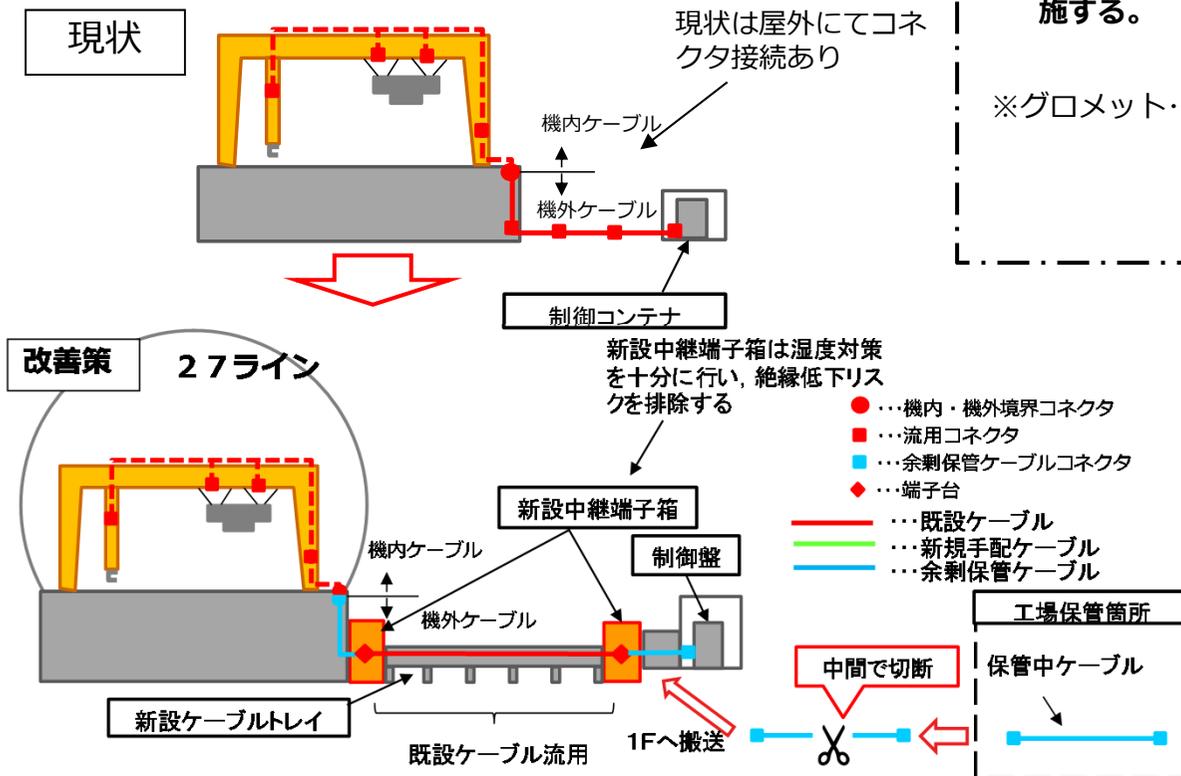
(1) 機外ケーブル：2017年手配

【状況】

- ・ブーツ製造不良により水浸水により断線発生
- ・サンプリング調査、及び海外コネクタ製作メーカへのヒアリング調査の結果、一部グロメット組込み忘れ不具合の可能性
- ・ブーツの製造品質を担保できる記録が確認できず
→屋外のコネクタに対する水浸入リスクを排除できない。

【方針】

機外側 1 1 2 ラインについて、屋外のコネクタを全てなくし、水浸入リスクを排除する。



(2) 機内ケーブル：2013年手配

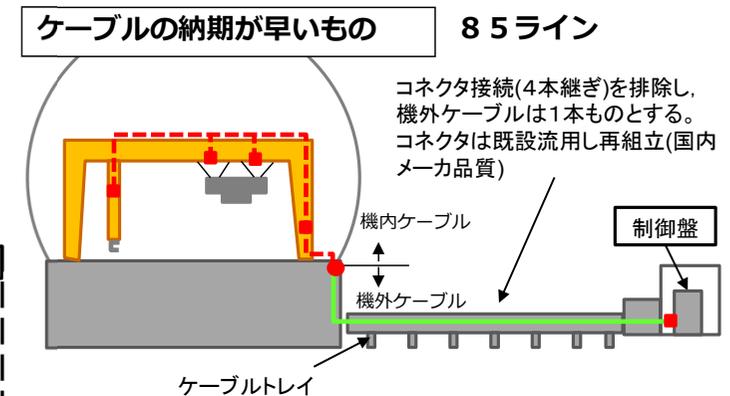
【状況】

- ・海外コネクタ製作メーカへのヒアリング調査にて、グロメット出荷状況、製造時に要領書通り製作していることを確認
- ・サンプリング調査でも全数グロメット有を確認
- ・屋内であるためブーツの水浸入リスクは低く、ブーツ外観、電気試験、触診でリスク排除可能

【方針】

- ・電気特性試験の結果、不良と判断されたもの3ラインのコネクタ交換を実施。また機器付きコネクタは構造上グロメットがないため、類似箇所の絶縁シール強化補修(11ライン)を実施する。

※グロメット…防塵対策のためのコネクタ内部に取り付けるパーツ



【参考】安全点検の状況

2018年12月25日に安全点検（動作確認，設備点検）を完了

項目	機器名		種別	主な実施事項	2018年9月	2018年10月	2018年11月	2018年12月	2019年1月
動作確認	機器単品	クレーン	本体	<ul style="list-style-type: none"> ・基本動作確認 ・電源断時のインターロック確認 ・水中での動作確認 ・ブレーキ動作確認等 		▼② ▼⑥			
			ツール			▼⑤			
		FHM	本体			▼⑧			
			テンシルトラス			▼① ▼③ ▼⑦			
			ツール			▼④			
	ワンスルー	クレーン/FHM	-		キャスクとダミー燃料を使用した実機相当の確認			▼⑩ ⑪	
点検	設備点検		-	外観確認等			▼⑭		
その他	-		-	-			▼⑫ ▼⑬		

● **燃料取扱設備（燃料取扱機／クレーン）に対する安全上の考慮**

- ▶ 燃料取り出し作業では、不具合発生時も燃料・輸送容器を落下させないために以下の安全対策を実施済

燃料取扱機（FHM）	クレーン
<ul style="list-style-type: none"> ・燃料把握機は水圧源喪失時にフックが開かない構造 ・ホイストは電源断時に電磁ブレーキで保持する構造 ・燃料把握機の機械的インターロック ・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 ・燃料把握機は二重のワイヤロープで保持する構造 	<ul style="list-style-type: none"> ・巻上装置は電源遮断時にブレーキで保持する構造 ・クレーン吊りワイヤー及び吊り具の二重化 ・フックは外れ止め装置を有する構造 ・緩衝体設置（キャスク落下時の衝撃緩和）

- ▶ 燃料取扱設備を使用した一連の作業に対して、作業時に起こり得るリスクの抽出及びリスクアセスメントを行い、必要な対策を検討。

● **不具合発生に対する考慮**

- ▶ 現在、安全点検や品質管理確認を実施しているが、複数の不具合を確認している。必要な対策を実施し、不具合の未然防止に努めていく。
- ▶ 不具合は起こり得るものと認識し、万が一発生した際には、迅速に対応ができる準備をしておくことが重要である。燃料取扱時に不具合が発生した場合でも、速やかに安全な状態への移行が可能となるよう、復旧手順策定や体制の構築等を行っていく。
- ▶ また、不具合発生時は、軽微なものであっても慎重且つ確実な原因究明が必要である。このため、ある程度の時間を必要とするが、安全・着実に対応を図っていく。

● **警報発生時の対応準備について**

- 警報発生時に円滑な初動対応を行えるよう、遠隔操作室でのカメラ確認箇所等の手順、現場での外観確認箇所等を明確にした手順を定める。
- 警報の発生ロジック等を容易に確認できるよう、インターロックブロック線図や検出器と警報との関連付けを行う。
- 燃料取扱機、クレーン等の警報を分類分けし、重要度を定め対応を準備。
 - ✓ 燃料と輸送容器の操作に影響し、異常の有無の確認と応急措置が必要な警報
 - ✓ 燃料の操作に直接影響しない設備の異常の有無の確認が必要な警報
 - ✓ 操作上の影響や設備の異常は無いが、操作上の注意を喚起するための警報 等

● **設備故障時の吊り荷※の手動吊りおろし手順作成及び試験**

（※ 吊り荷：使用済燃料、輸送容器、ガレキ収納バスケット等）

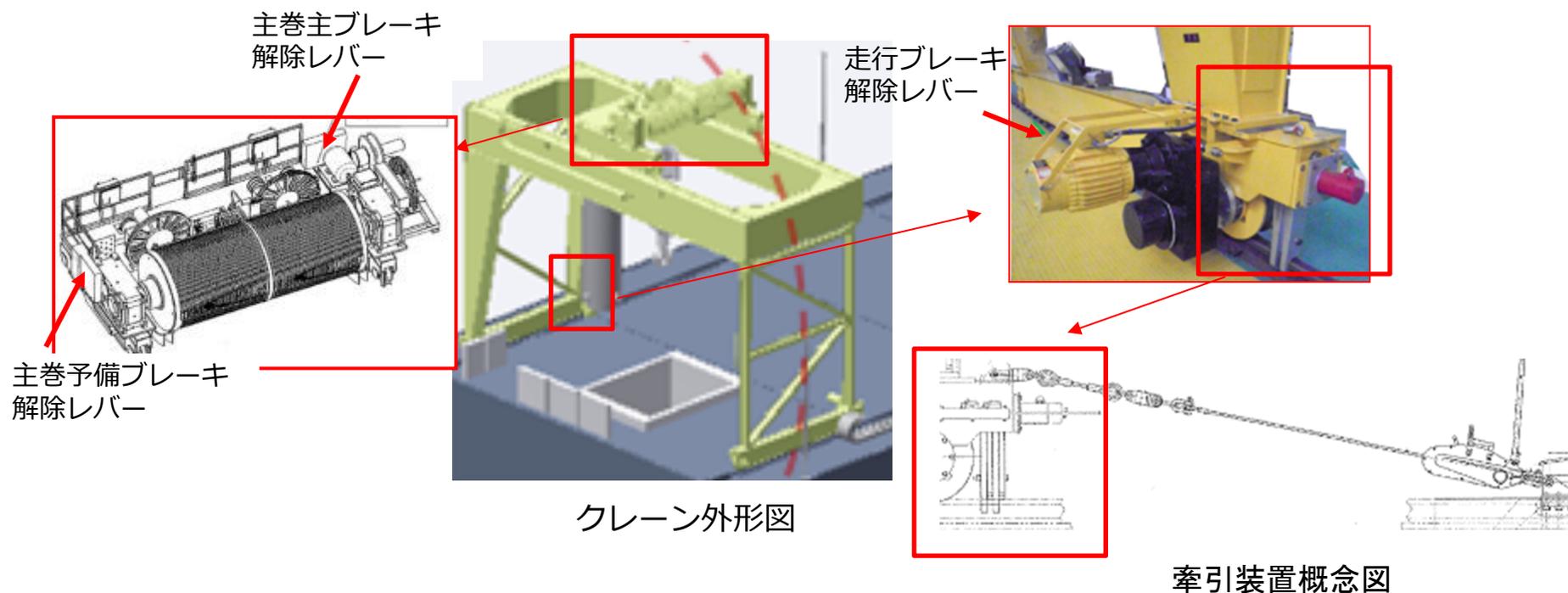
- クレーン/FHMのモータ等が故障する場合に備え、装置の牽引やブレーキの手動解除により手動操作にて燃料や輸送容器を吊りおろす手順を作成する。
- また、設備に支障や影響を与えない範囲で、燃料取り出し前に手順の成立を確認する試験を行う。

【参考】不具合発生時の復旧手順（3 / 4）

クレーンの主巻等モータ故障時対応手順

- **輸送容器吊り上げ中にクレーンの主巻モータが故障し昇降不能となった場合、手動でブレーキを解除し吊降ろす**
 1. 梯子または高所作業車によりクレーン上へアクセスし、主巻予備ブレーキを解除
 2. 主巻主ブレーキを手動で徐々に解除し、燃料プール内の移送容器支持架台または地上に輸送容器を徐々に下降させる※

※吊降ろし速度の手動でのコントロール方法について詳細検討中。
- **クレーンブリッジ走行モータが故障し走行不能となった場合、手動でブレーキを解除し、牽引装置で移動。横行動作は安全かつ被ばく量の少ない方法で対応（詳細検討中）**



【参考】不具合発生時の復旧手順（4 / 4）

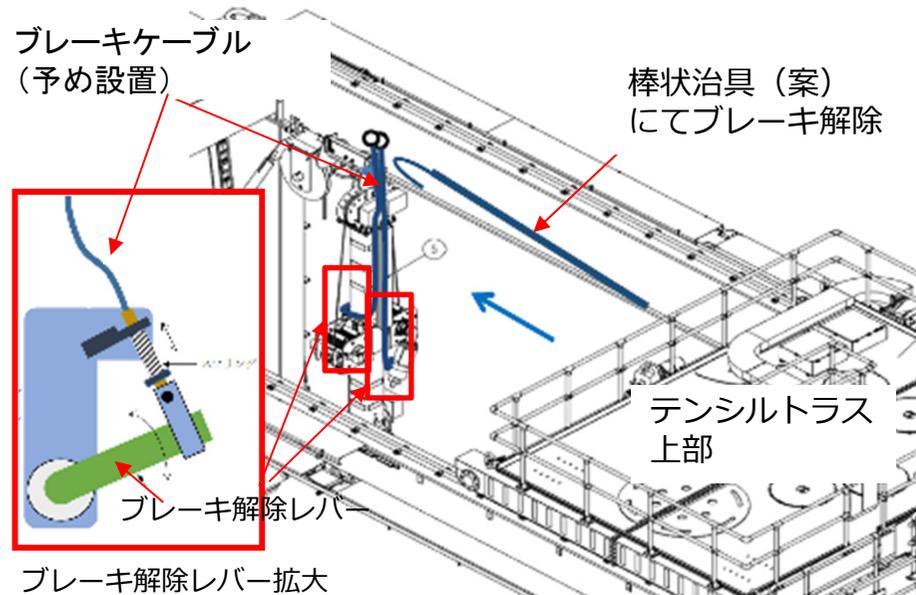
FHMマスト昇降等モータ故障時の対応手順

■ FHMマスト昇降モータは2台存在。燃料吊上げ操作中に2台とも故障し動作不能となった場合、手動で両方のモータのブレーキを解除し吊降ろす（詳細検討中）

1. 予めマスト昇降モータのブレーキ解除レバーにブレーキケーブルを設置し、マスト上部に伸ばす
2. テンシルトラス上部足場よりマスト近傍に作業員がアクセス。ブレーキケーブルを棒状治具でインピンギング操作し、燃料を徐々に下降させる※ ※吊降ろし速度の手動でのコントロール方法について詳細検討中。

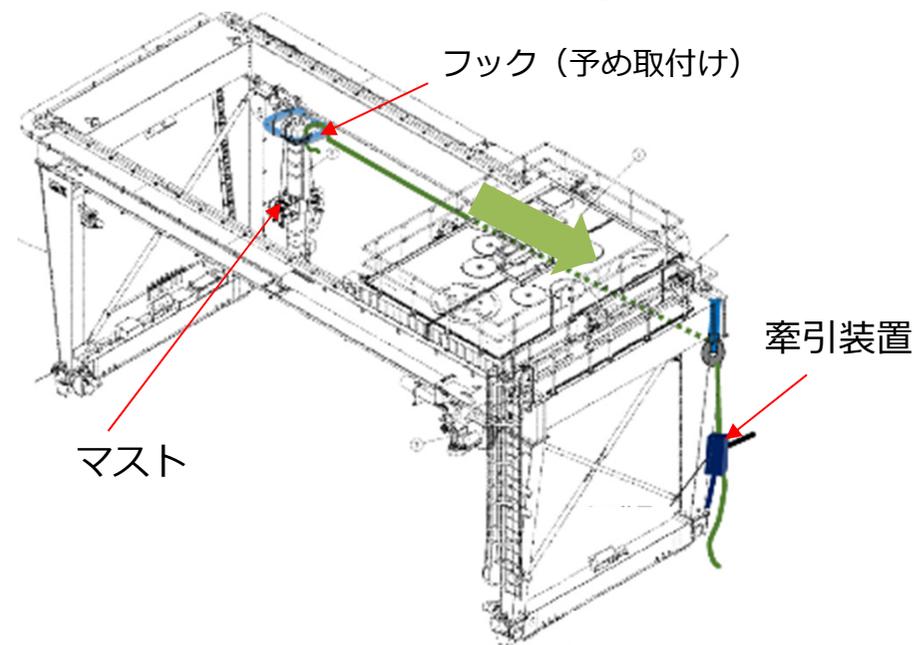
■ 燃料移動中にFHMマスト横行モータが故障し横行不能となった場合、制御盤から電源を接続してブレーキを解除し牽引装置で移動（詳細検討中）。FHM走行モータが故障し走行不能となった場合、手動でブレーキを解除し、牽引装置で移動（クレーンと同様）

1. マスト上部に、予め牽引用のフックをひっかけられる場所を設ける
2. 制御盤から電源を接続し、ブレーキを解除。テンシルトラス上よりマスト上部に接近し、フックにワイヤーをかけて、牽引装置で移動



ブレーキ解除レバー拡大

マスト昇降モータ2台故障時の対応手順概念図



マスト横行対応手順概念図

【参考】動作確認で抽出された事象

①テンシルトラス ホイスト3ドラム回転異常

【事象①】

テンシルトラスの動作確認時、「テンシルトラス ホイスト3ドラム回転異常」*警報が発生し、テンシルトラスホイストが停止した。

*FHMトロリ上部に設置したセンサーでワイヤ巻取時の乱巻きを防止する機構の回転状態を監視。異常があった場合、警報を発報する。

【原因】

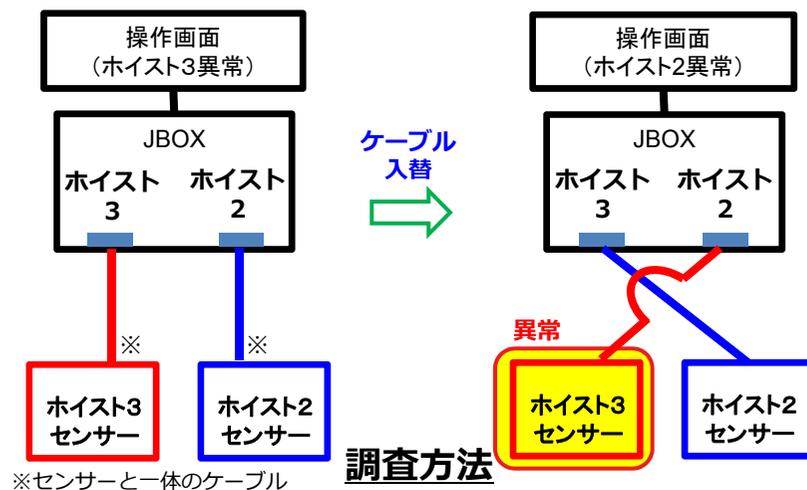
警報の発生したホイスト3と正常動作しているホイスト2のセンサーのケーブルをJBOX内で入替え原因調査を実施した結果、ホイスト2側に異常が発生したため、ホイスト3のセンサーの異常と判断。

【今後の対応】

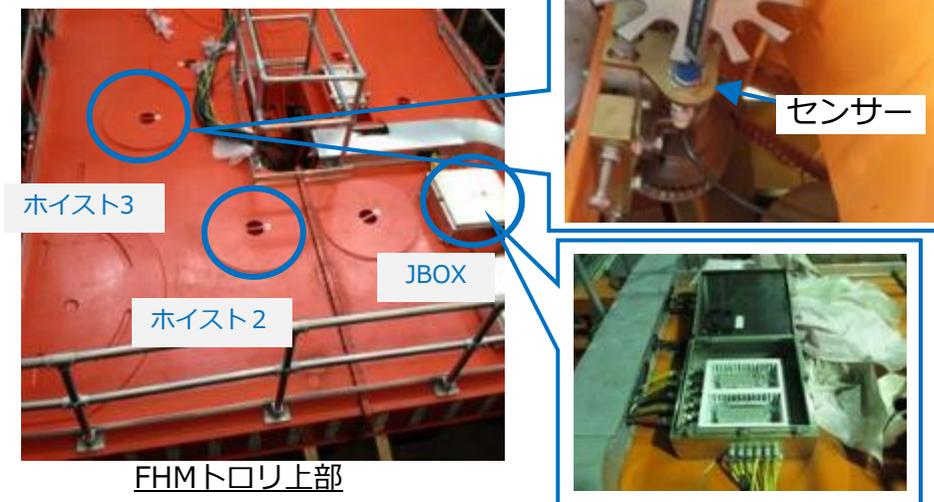
- ✓ センサーを交換（センサー納入待）：1月中旬に交換、動作確認を実施

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 燃料取り出し作業中のガレキ等落下につながる事象ではない。



※センサーと一体のケーブル



【事象②】

クレーンの動作確認時、テストウェイト（約49ton）を吊上げた際にエラーメッセージ「BE2」*が発生しクレーンが停止。

*主巻巻き上げ操作時、設定時間以内に吊り荷重量相当のトルク電流をインバータが発生させていることを確認する機能。
（インバータ電流が規定値以上発生しない等の状態と判断された場合エラーとなる）

類似事象：8/15 3号機燃料取扱設備試運転中に、エラーメッセージ「BE2」が発生しクレーンが停止。

【原因】

吊荷荷重とBE2チェック時の巻下げ方向トルクが重畳したことにより、一時的にブレーキ性能を超過した荷重がかかり、クレーンが停止したことが確認できたことから、インバータで定義された動作方向(巻上、巻下)に対してBE2チェック時の動作方向が整合していない。

(本来、巻上方向のところ巻下方向でチェック)

【今後の対応】

- ✓ 上記不整合が発生した経緯について詳細調査中。
- ✓ ソフトの修正を1月中旬に実施
(回転方向制御にかかわる全ての検証が必要)
- ✓ 1月中旬にソフト修正後の検証を実施予定

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 燃料取り出し作業中のキャスク落下等につながる事象ではない。



ブレーキドラム

【参考】動作確認で抽出された事象 ③駆動源喪失時のマニピュレータの挙動 **TEPCO**

【事象③】

マニピュレータの動作確認時、駆動源を意図的に喪失させ、姿勢が維持されるかを確認した結果、僅かながら姿勢が維持できない※ことを確認。

なお、駆動源がある状況では本事象は発生しない。

※ A：マニピュレータの先端部の関節が徐々に下がる。

B：マニピュレータの先端部の把持機能が徐々に開く。

【原因】

駆動部のエアイベント不足若しくはマニピュレータ内に設置されている逆止弁のリークにて姿勢が維持できなかった。

【今後の対応】

- ✓ 駆動用水圧供給ラインのエアイベント（A， B）
- ✓ 逆止弁の交換（A）（検討中）
- ✓ 逆止弁の追加（B）（検討中）
- ✓ ばねの反力を用いた、把持機能の信頼性向上対策を検討中（B）

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ マニピュレータの把持機能が徐々に開くため、燃料取り出し作業中にガレキ等を落下させる可能性がある。下記より、放射線安全上のリスクはない。

- 使用済燃料に対する影響
大半の小ガレキの大きさ（30cm×30cm×30cm程度の大きさ評価）では、万が一小ガレキを落下させても影響がないことを確認している。
- 使用済燃料プールライナーに対する影響
模擬燃料集合体（310kg）の気中落下試験の結果、ライニングの凹みによる減肉量は最大0.7mm、割れ等の有害な亀裂は無いとの結果があり、万が一小ガレキを落下させても影響がないことを確認している。



マニピュレータ



【参考】動作確認で抽出された事象

④水中ポンプ動力ケーブル及び圧力検知用センサーケーブルの絶縁低下

【事象④】

ガレキ撤去装置（吸引装置）を使用済燃料プールに設置後、水中ポンプ動力ケーブルの絶縁抵抗測定を実施した結果、絶縁抵抗が低下していることを確認。（気中で絶縁抵抗測定時は異常なし）
また、水中ポンプの圧力センサーのケーブルでも地絡を確認。

【原因】

吸引装置を水中から引き揚げ詳細調査を実施し、水中ポンプの分解調査を実施。

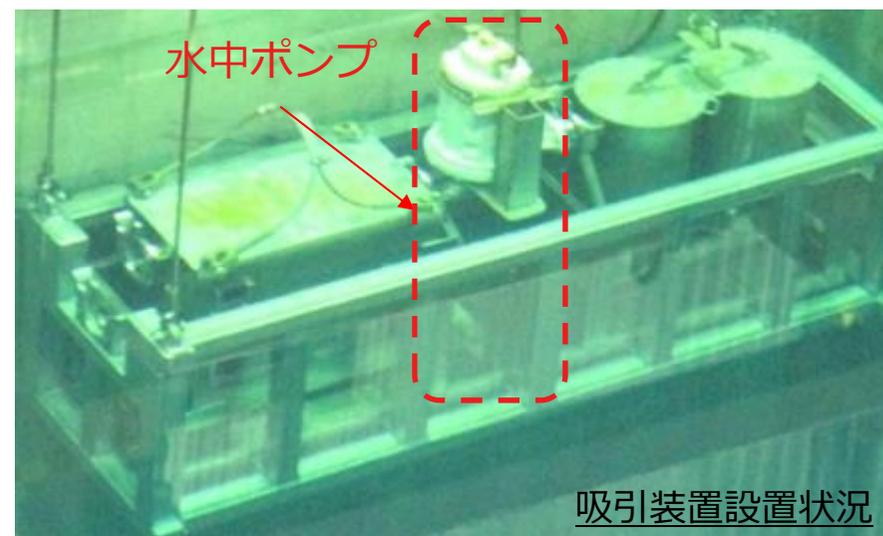
- ・外観点検の結果：異常なし
 - ・分解調査結果
ケーブル側：異常なし
モータ巻き線：絶縁抵抗値低下
内部確認：水分流入の可能性あり
- ⇒ シール部からの流入

【今後の対応】

- ✓ 水中ポンプ及び圧力センサーを予備品と交換（水中ポンプ納入待）
- ✓ 1月中旬に水中ポンプ及び圧力センサー交換後の動作確認試験を実施

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 水中ポンプ起動中に電源断等の影響により、ポンプが停止した場合、ホース内にある吸引途中のガレキ（～約φ25mm）が落下する可能性があるが、万が一ガレキが落下したとしても、燃料の健全性に影響を与えないことを確認しており、放射線安全上のリスクはない。



- 【参考】動作確認で抽出された事象 ⑤垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷
⑥クレーン動作時に動作異常の警報発生

【事象⑤】垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷【図1】
クレーンへの垂直吊具取付作業時、垂直吊具の水圧供給用ホースカプラを接続する際、真っ直ぐ接続出来ず、カプラプラグのガスケットが損傷。

【今後の対応（完了）】

- ✓ 予備のカプラプラグに交換済

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 既に部品を交換し、不具合は解消している。



図1 水圧供給用ホース接続イメージ

【事象⑥】

クレーンの動作確認時、ブリッジを西方向（図2→方向）に操作したところ、「トリ動作異常」が発生しクレーンが停止した。（警報はクリア済）

【原因】

当該警報は、操作指令がない状態で一定時間機器位置が変化した場合に発生するもの。

異常検出の時間設定と実動作時の制動距離のミスマッチが原因。

【今後の対応】

- ✓ 異常検出の時間設定を変更する。
（設定時間について検討中：1月中旬に検証予定）

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 燃料取り出し作業中のキャスク落下等につながる事象ではない。

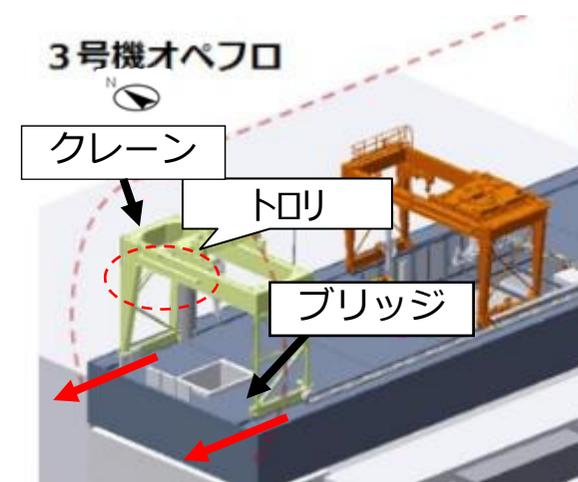


図2 クレーン概要

【事象⑦】

マニピュレータの動作確認時、遠隔操作室の操作卓によりマニピュレータをFRZ（フリーズ）状態※にしたところ、マニピュレータ左腕が50mmほど右に移動した。

※FRZ（フリーズ）：マニピュレータコントローラを操作しても現場のマニピュレータが動かないようにする設定。

【原因】

マニピュレータ内に設置されている駆動水圧供給弁を“開”から“閉”操作時※の圧力変動。

※FRZ操作を実施すると弁が動作するため

【今後の対応】

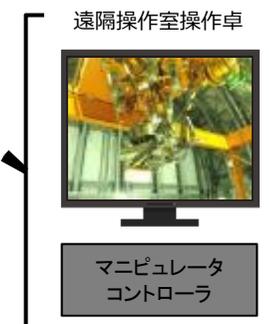
- ✓ FRZ機能は、可動範囲調整及び細かい作業を実施する際に使用する機能である。周囲に接触の可能性がない状況で使用することで危険を回避可能であるため、当該機能を使用する際には、接触の可能性がない状況で使用する運用とし、手順書に反映する。

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ ガレキ撤去作業中のガレキ落下等につながる事象ではない。



現場

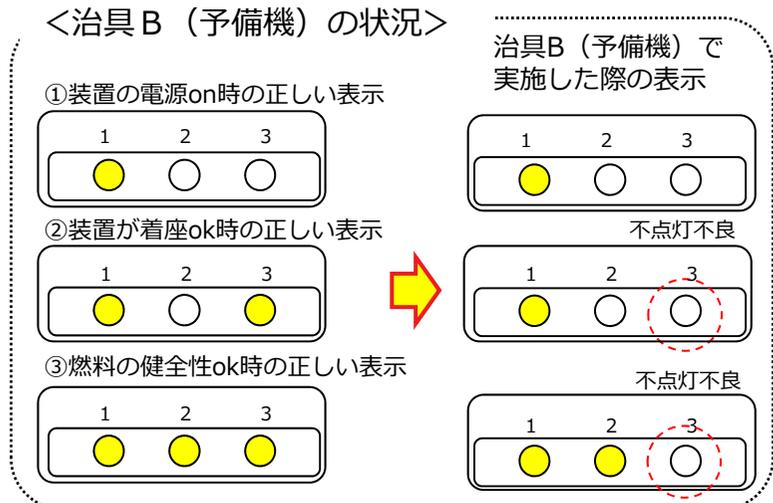
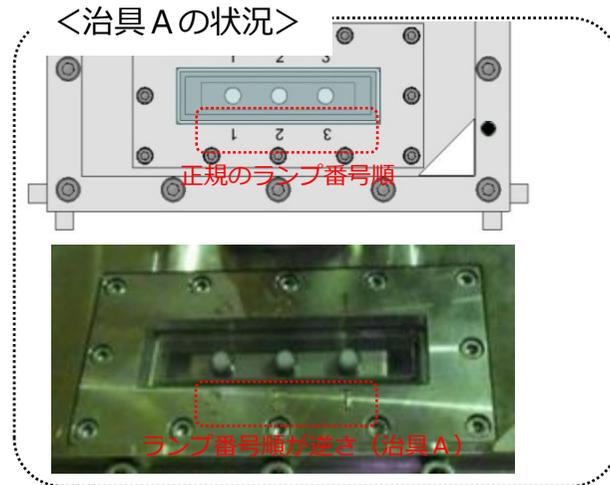


【事象⑧】

燃料健全性確認用治具とは、燃料上部に当てて（垂らす）ハンドル部の状態を確認する装置。
 当該治具の健全性を確認したところ、燃料ハンドル部の状態等を表示するランプが2台ある治具のうち
 1台（治具A）は番号順が逆さになっていること、1台（治具B・予備機）は不点灯があることを確認。



燃料健全性確認用治具



【原因】

- ・ 治具A：表示プレートに刻印されたランプ番号が逆さになっている。
 （2018年7月の点検時に、表示プレートを逆さに取り付けたと推定。）
- ・ 治具B：表示パターンが正しい表示と比較すると不点灯箇所があり、着座センサーの不良。

【今後の対応】

- ✓ 治具A：表示プレート修正済
- ✓ 治具B（予備）：センサー交換実施済

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 燃料取り出し前に燃料集合体把持部の健全性を確認する治具の不具合であるため影響はない。

【事象⑨】

マニピュレータの動作確認時、右腕のツール交換が遠隔操作にて実施出来ない事象を確認。

【原因】

ツール側：接続部及びマニピュレータの外観に異常のないことを確認済

マニピュレータ側：接続部及びツールとの外観に異常のないことを確認済

水圧コネクタ（下図●部）が、所定の位置まで挿入できない状態を確認

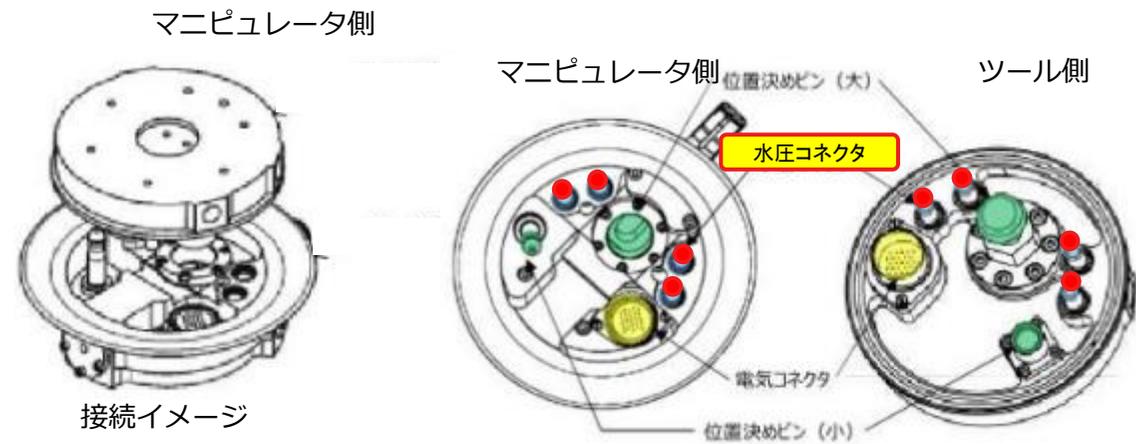
水圧コネクタが所定の位置まで挿入できない原因は、電磁弁のリークの影響により、コネクタ内に圧力がこもり、ツールが交換できない。

【今後の対応】

- ✓ 不具合が想定される電磁弁を1月中旬に実施予定（電磁弁交換後にツール動作確認実施予定）

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 燃料取出し時ではなく、気中で実施するツール交換時の不具合であるため影響はない。



【参考】動作確認で抽出された事象

⑩テンシルトラス ホイスト6巻取り異常警報発生

【事象⑩】

テンシルトラスの動作確認時、「テンシルトラス ホイスト6巻取り異常」*警報が発生し、テンシルトラスホイストが停止した。

*ワイヤを収納するドラムの状態を監視しており、ワイヤ巻取状態に異常があった場合に警報を発報する。

【原因】

- ✓ ワイヤ巻取状態異常を検出するセンサー（リミットスイッチ）の検出位置調整不良。

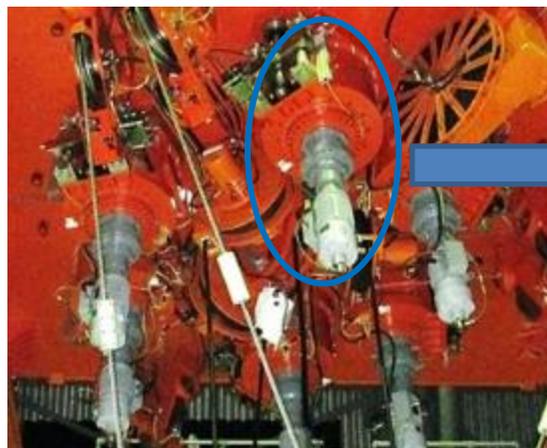
【今後の対応】

- ✓ センサーの検出定位置調整

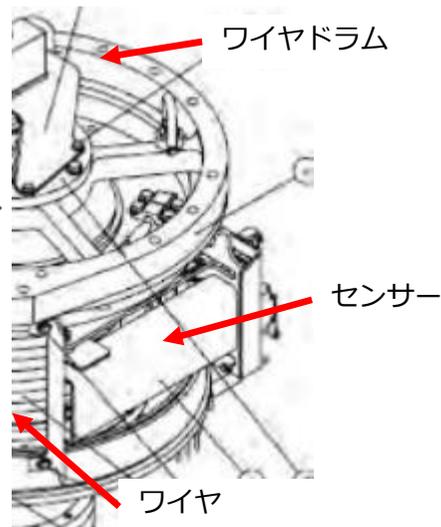
⇒1月中旬に調整予定

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 燃料取り出し作業中のガレキ等落下につながる事象ではない。



FHMトロリ下部



テンシルトラス吊上げ状態

【参考】動作確認で抽出された事象

⑪クレーンの移送モードにおける動作不良

【事象⑪】

中型移送容器移送中に、以下2件の事象が確認された。

- ・移送モードで中型移送容器（キャスク）の吊上げ、吊下げを実施した際に動作制限が掛かり、動作できなかった。
- ・移送モードで中型移送容器（キャスク）を使用済燃料プール脇まで移動させた際に、設定されている位置で停止しなかった。
(なお、手動にて停止を行い、中型移送容器キャスク輸送範囲からの逸脱はなかった。)

中型移送容器については、手動操作にて所定の位置（移送容器支持架台上）に着座済み

※移送モード：中型移送容器（キャスク）をクレーンの主巻で吊り上げた状態で、使用済燃料の上部を通過しないように可動範囲制限を掛けるモード

【原因】

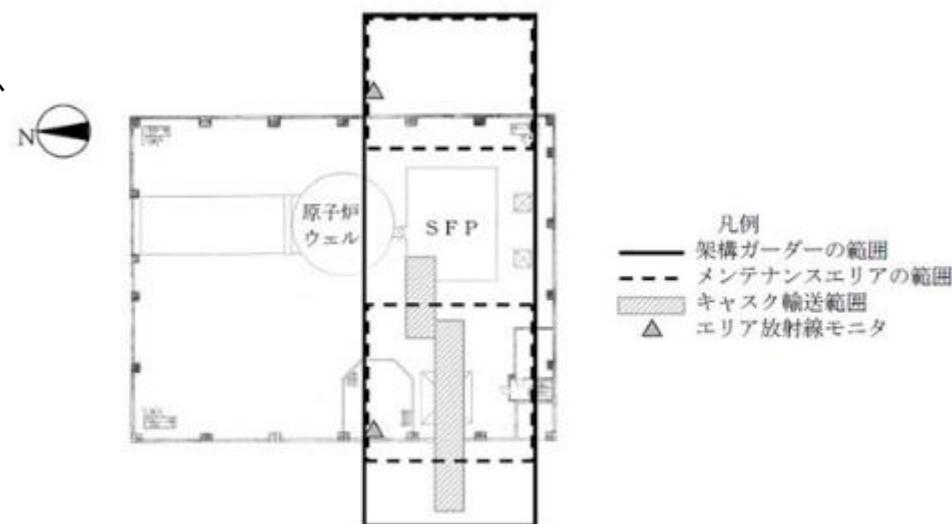
- ✓ クレーン運転モード移行条件が成立していない状態※で、モード移行を実施したため、動作不良が発生
※モード移行条件：主巻・捕巻きが待機位置にあること。

【今後の対応】

- ✓ クレーン捕巻きが待機位置であることを確認後、モード移行を実施
⇒操作手順書に反映済
- ✓ 移送モードのゾーン（吊上げ・吊下げ）設定値変更（主巻の待機位置変更）
⇒1月中旬実施予定

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

- ✓ 燃料取り出し作業中のキャスク落下等につながる事象ではない。



【参考】動作確認で抽出された事象

⑫ 3号機 燃料取扱設備の安全点検中のFHM停止について（1 / 2）

【事象⑫】

ラック内のダミー燃料を把持しキャスクへ移動する操作を行っている最中、複数の警報が発生し機器が自動停止した。また、ITVの映像も映らなくなり、監視不能状態となった。

なお、ダミー燃料は直下に実際の燃料が無い場所を移動する計画としており、さらには、FHM（マスト）は燃料を把持した状態を維持する構造となっている。

【原因】

所内共通ディーゼル発電機(B)系統の電源設備点検に伴い電源停止を実施したところ、下流側の「3号機FHM用光ケーブル集約SW電源」も停止。これに伴い、遠隔操作信号、監視用ITV信号等について制御盤と遠隔操作室間の伝送が停止したため、自動停止した。

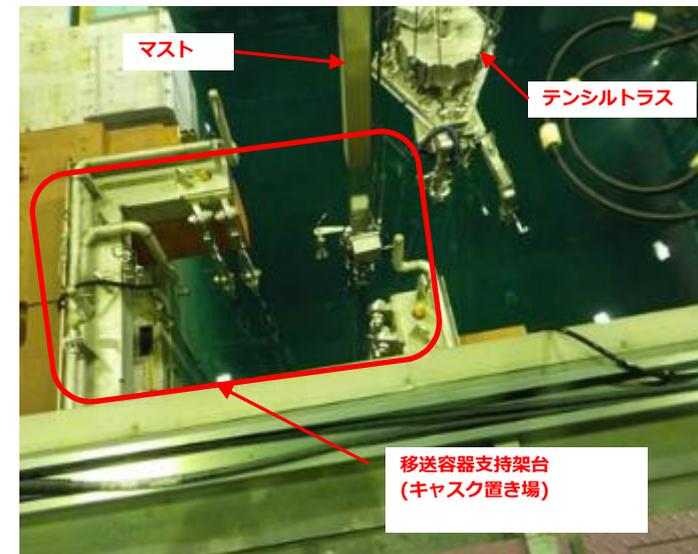
「3号機FHM用光ケーブル集約SW電源」の情報が設備図書である単線結線図に未反映であったため、電源停止範囲の検討にあたり3号機FHM用光ケーブル集約SWが停止負荷との認識に至らず、関係各所と未調整のまま電源停止に至った。

【今後の対応】

- ✓ 当該負荷の情報を至急単線結線図に反映し、情報を共有する。
(実施済み)
- ✓ 再発防止策として、新たに電源を使用する際の設備図書への反映期限等のルールをガイドにて明確にする。

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

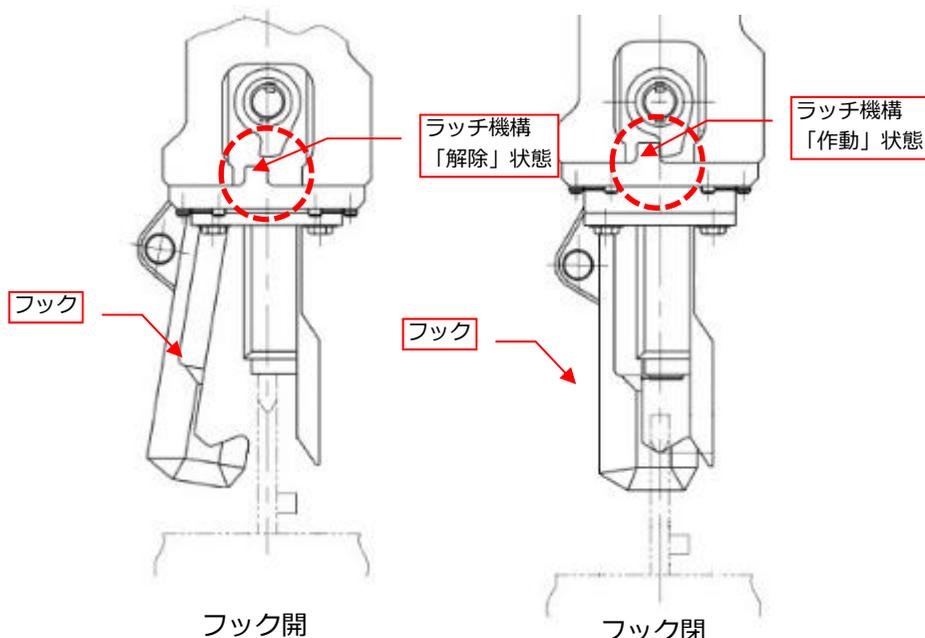
- ✓ 燃料を吊った状態においては、FHMマストのフックはラッチ機構により機械的に固定され開かない構造。FHMが自動停止したとしてもフックが外れて燃料が落下することは無い（次紙参照）



自動停止後におけるマスト(燃料取扱機)の状態

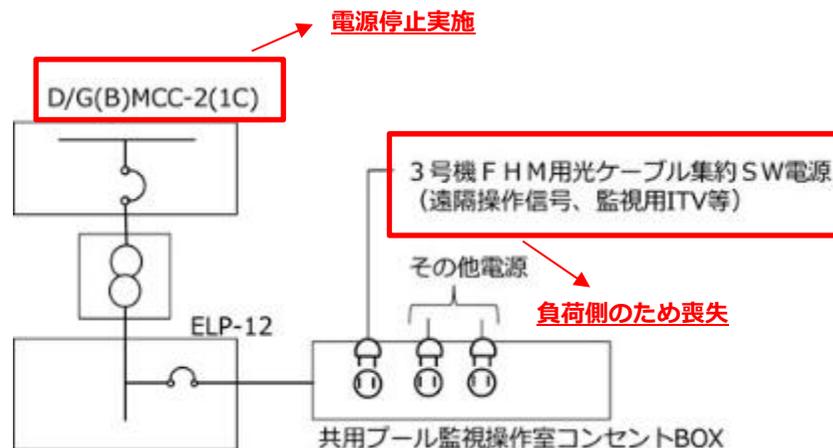
【参考】動作確認で抽出された事象

⑫ 3号機 燃料取扱設備の安全点検中のFHM停止について (2/2)

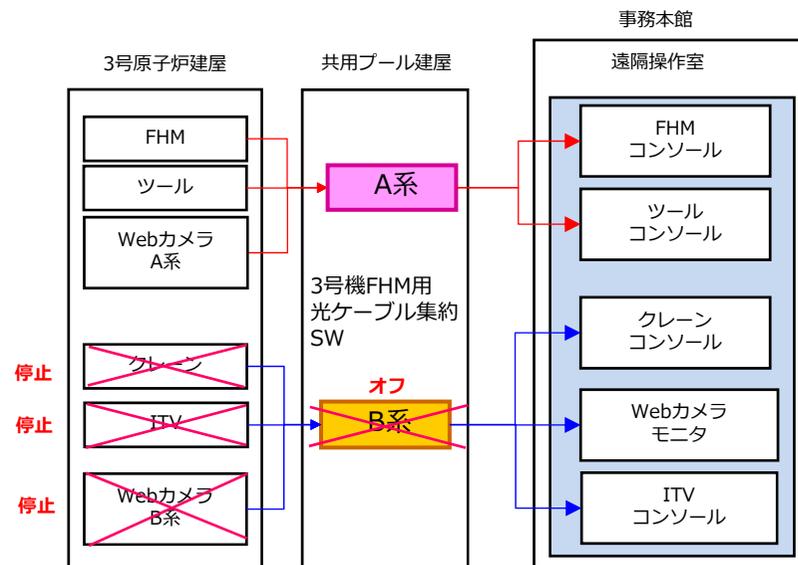


燃料を把持した状態を維持する構造説明

燃料集合体を吊上げた状態。機械的なラッチ機構がフックを固定。



共用プール監視操作室コンセントBOXの単線結線図



FHM/クレーン関連 システム構成図

【参考】動作確認で抽出された事象

⑬キヤスク垂直吊具と水中カメラの接触について

【事象⑬】

垂直吊具で中型移送容器（キヤスク）を把持するため、使用済燃料プール内キヤスクプールピットに垂直吊具を下降させていたところ、垂直吊具主アームと水中カメラが接触した。接触の影響確認として、水中カメラ健全性を確認した結果、上下首振り動作ができないことを確認した。

【原因】

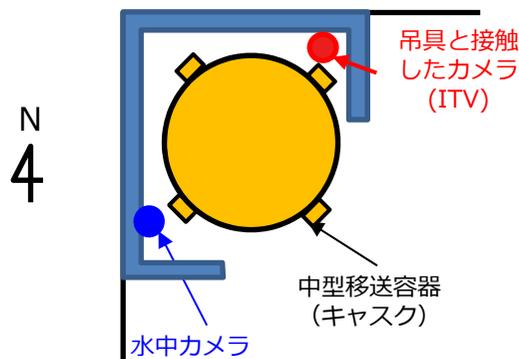
垂直吊具アームの降下作業と水中カメラの操作の連携が作業手順書に記載されていなかったため、垂直吊具アームと水中カメラが接触した。

【今後の対応】

- ✓ 燃料取出し作業手順書に以下の内容を反映する。
 - ⇒垂直吊具上昇・下降操作時に接触する可能性のある箇所について具体的な高さを明記する。
 - ⇒垂直吊具が通過する高さの前に水中カメラを接触しない位置に移動する。
- ✓ 1月中旬に水中カメラを交換する。

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

複数の監視用 I T V があることから、作業は継続可能。



<キヤスクプールピット配置イメージ>



<水中カメラの接触箇所>



<垂直吊具主アーム>

【参考】設備点検で抽出された事象

⑭3号機 FHMテンシルトラス巻き下げ操作時の動作不良

【事象⑭】

FHMテンシルトラスに使用しているボルトの締結状況を確認するために、巻き下げ操作を実施したところ警報が発生し、巻き下げ・巻き上げが出来ない事象を確認した。
なお、FHMテンシルトラスは、設備点検のため使用済燃料プール東側のエリア上にあり、使用済燃料に対する影響はない。

【推定原因】

速度検出器、コネクタ（ケーブル）、変換器等について調査を実施。

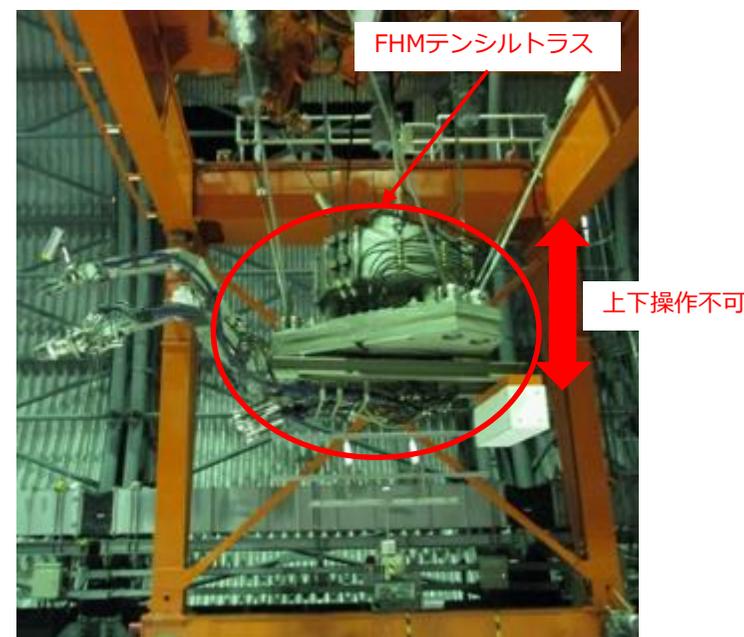
エラーログから、テンシルトラス5 / 6の速度検出器に関するエラーコードが確認されたため、テンシルトラス5 / 6に共通する箇所の不具合要因があるものと推定。

【今後の対応】

テンシルトラス5 / 6に共通する箇所のコネクタ（ケーブル）変換器等について交換・修理を実施する。

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

ガレキ撤去作業中のガレキ落下等につながる事象ではない。



【参考】国内工場において発生した不具合について

- 燃料取扱設備は、海外で製作後、現地へ輸送するまでの約3年間国内工場で保管し、その間に動作確認や遠隔操作訓練を実施
- この間に31件の不具合が発生したが、それぞれについて水平展開含め対策が完了している
- 工場で発生した不具合については、これまでに再発はない

機器	分類	件数※	内容(例)
FHM関連	設計	1	FHM補助ホイス巻き上げ上限の図書への最新情報反映漏れ
	製造・施工	4(1)	ホースを加締める際にホースの挿入深さが不足していたことによるFHM補助ホイス駆動用水圧ホース外れ マニピュレータの水密部ボルト締結不足によるマニピュレータ内部への浸水 他
	機器故障	2(1)	テンシルトラスの回転を制御しているソレノイドバルブのリーク量が増加したことにより回転停止操作中においてもゆっくりと右回転 他
	操作	1	操作訓練におけるラック切断装置のラックへの挿入時、確認不足により装置先端のガイドピンを変形
クレーン関連	設計	4	垂直吊具の動作時、クレーン主巻フック外れ止めと干渉 クレーン主巻ワイヤとトロリ構造部材の干渉 他
	製造・施工	3	クレーン主巻イコライザシリンダの調整不足によるイコライザの動作不良 他
ITV、ツール類、その他	設計	4(1)	ツール交換装置接続解除時の手順の考慮不足による、FHM補助ホイスのツール交換装置固定用ピンの破断 ITVチルトモータの位置がずれたことによりチルト動作が不良 他
	製造・施工	5(1)	ケーブルカッター駆動水圧ホースのシール面への異物混入による駆動水リーク ラック切断装置の信号変換器の故障 他
	機器故障	6	ITV映像出力用の基板故障 移送容器蓋締付装置のトルクモータ故障 他
	操作	1(1)	蓋締付装置を一次蓋ガイドに挿入する際にかじりが発生、過大な力が掛かり機器が変形

※ グレードNGⅡ、NGⅢの発生件数。()内は発生件数のうちNGⅡ。グレードNGⅠは発生なし。

【参考】燃料取出し作業に対するリスクアセスメント（1 / 2）

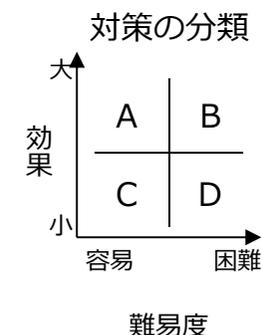
- 工場での動作確認や遠隔操作訓練の中で発生した不具合や訓練操作員からの要望事項を踏まえてリスクアセスメントを実施

＜リスクアセスメントの実施内容＞

- リスク評価
 - ✓ 「共通作業」「ガレキ取扱作業」「燃料取扱作業」「容器取扱作業」の各作業の全作業項目についてリスクを抽出し、各リスクを発生頻度、影響度、復旧難易度からリスクランクⅠ～Ⅳ【発生頻度×影響度×難易度】を評価
- リスク対策案の立案
 - ✓ リスクランクの評価結果を踏まえて、予防的対策（設備改善、運用改善、設備保全）を立案
 - ✓ 立案した予防的対策実施後もリスクランクが高い場合は緩和的対策(予備品の手配、トラブル復旧手順の整備)を立案
 - ✓ 立案した対策案については、効果的に対策を実施できるよう、効果と難易度により分類

リスクランク評価表

発生頻度		影響度		復旧難易度		リスクランク		
ランク	頻度	ランク	程度	ランク	程度	ランク	数値	程度
1	低い	1	低い	1	容易	Ⅰ	1～4	低い
2	普通	2	普通	2	普通	Ⅱ	5～12	普通
3	やや多い	3	大きい	3	高い	Ⅲ	13～36	高い
4	多い	4	非常に大きい	4	非常に高い	Ⅳ	37～64	非常に高い



リスクアセスメント例

リスク項目	影響	予防的対策実施前	発生度	影響度	難易度	合計	ランク	予防的対策方法	分類
マストが燃料輸送中に停止	作業中断	予防的対策実施前	2	4	3	24	Ⅲ	・復旧に必要な治具の準備 ・原因調査、復旧方法を定める	A
		予防的対策実施後	発生度	影響度	難易度	評価	ランク	緩和的対策	分類
			2	4	1	8	Ⅱ	・予備品準備	A

- リスクアセスメントに基づくリスク対策の実施状況
 - リスクアセスメントの結果に基づき、リスク対策として設備改造、操作手順書への反映、設備点検・手入等を実施
 - また、トラブル復旧手順書や警報発生時手順書の整備、予備品の手配、点検計画の立案を進めていた

- 今回の一連の不具合を受けて
 - リスクアセスメントは、品質に係る問題から生じるリスクについての観点で不足していたことから以下を実施
 - ✓ 品質管理確認にて設備の信頼性を評価
 - ✓ 信頼性の確認が取れない場合は、要求事項に基づく是正や安全点検の項目追加等を検討し、確認
 - また、リスクアセスメントは遠隔操作訓練で用いた手順書に基づいて実施。このため、現地と工場の条件の違い（機器配置、カメラの視認性等）に起因するリスクについては全て洗い出せていなかったことから以下を実施
 - ✓ 現地と工場の条件の違いに起因するリスクについて、安全点検（機器単品の動作確認、設備点検及び燃料取り出し作業を実際に模擬したワンスルー試験）を実施することで確認
 - ✓ 発生した不具合について対策及び予備品の追加等を実施

【参考】予備品の手配について

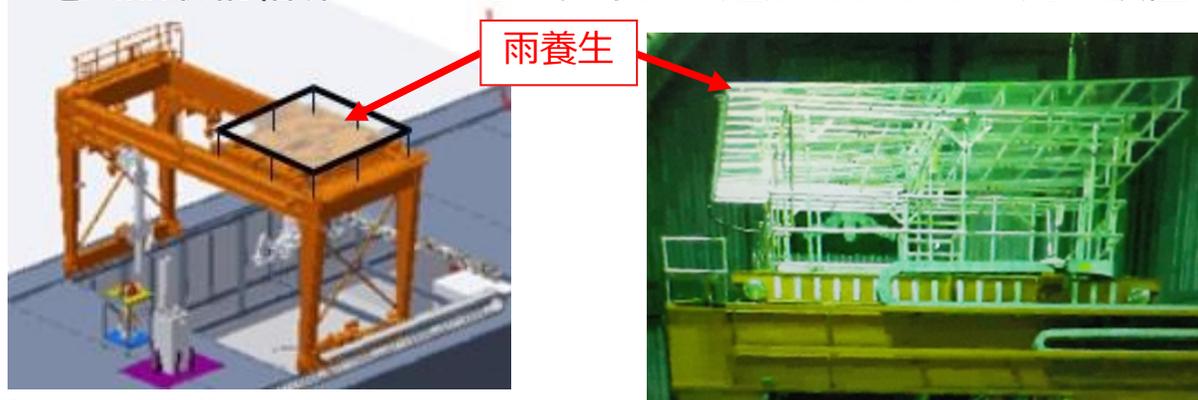
- ▶ 設備の不具合が発生した際に、迅速に対応できるよう、リスクアセスメントに基づき、FHM、クレーン等の予備品の準備を進めていた(発注済)
 - ✓ 機械品として、Oリングやテンシルトラスの水圧ユニット用制御弁等が納入済
 - ✓ 今後、電気品、ブリッジモータ等が納入予定
- ▶ 安全点検等での発生事象※を受け、当該不具合部品及び類似した部品、更に発生事象が多い電気品について劣化事象を考慮した予備品についても手配予定
 - ※不具合や試運転での発生事象を含む
- ▶ 品質管理確認における信頼性評価を踏まえ、必要な予備品についても手配予定。

代表的な予備品の例（発注済及び手配準備中の予備品）

機器名	リスクアセスメントに基づき準備する予備品（発注済）	安全点検等を受けて準備する予備品	品質管理確認を踏まえて準備する予備品
燃料取扱機	ベアリング、モータ	制御盤電気部品(インバータ含む)	—
クレーン	ブリッジモータ、主巻ギア式LS	制御盤電気部品(インバータ含む)	—
吸引装置	水中ポンプ、フィルタ、電源ケーブル、センサーケーブル	—	—
ツール類	移送容器蓋締付装置用トルクモータ、Oリング 水圧ホース、制御弁、制御ケーブル、ITV※	制御盤電気部品	マニピュレータ部品、ITV(※発注済)、Webカメラ
水圧ユニット	制御弁、圧力センサー	水圧ホース、水圧ホース治具	—
遠隔監視装置	光集約ケーブルスイッチ	データ伝送PC、ヒューズ	—

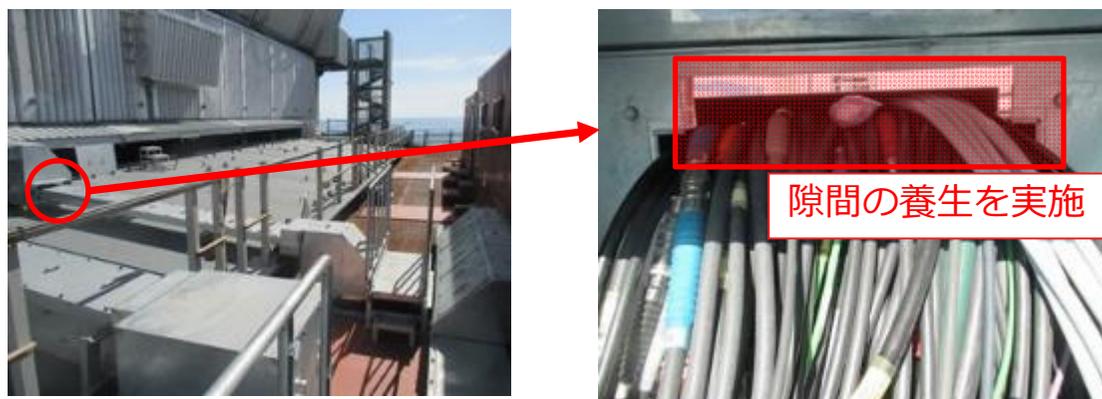
▶ トロリ上機器の雨養生

- ✓ドーム屋根から強雨時において数カ所で少量ながら雨漏りしている状況である事から、FHM・クレーンのトロリ上の動力・信号関係のコネクタについて、雨水等の影響を軽減するために、屋根かけ・養生等を実施し、コネクタ浸水リスクを排除する。また、ドーム内の電気品収納箱扉についてパッキンの追加および除湿剤の設置を実施する。



▶ ケーブルトレイ養生

- ✓ケーブルトレイの隙間からの雨水浸入を防止するため、隙間の養生を実施する。

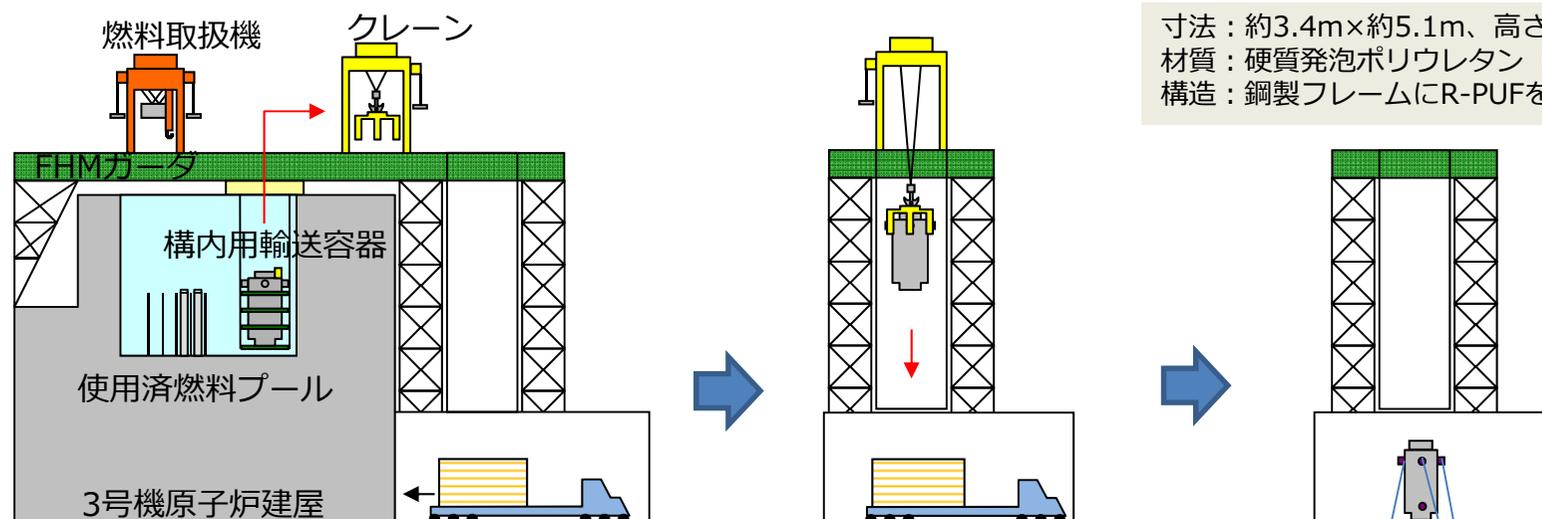


【参考】 構内用輸送容器の落下に対する備え

- 万一の備えとして、構内用輸送容器落下時に密封機能を確保するため、落下時の衝撃を吸収する緩衝体を準備。燃料を装填した構内用輸送容器を地上階へ吊り降ろす際、緩衝体を載せたトレーラを事前に地上階に配置する運用。



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を充填



- ① 緩衝体搬入・設置
- ② 構内用輸送容器をSFPから吊り上げ・移送

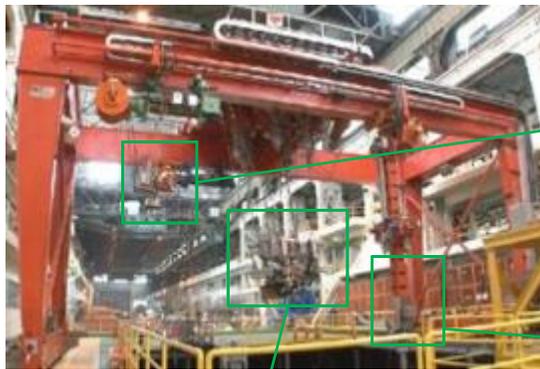
- ③ 構内用輸送容器を地上階へ吊り降ろし（緩衝体上方へ下降）

- ④ ワイヤを張り転倒防止
- ⑤ 二次蓋取付け後、輸送車両に積載して輸送

構内用輸送容器の地上階への吊り下ろし作業概要

■燃料取扱機 (FHM)

- ・マニピュレータと補助ホイストに各種ツールを接続してガレキを撤去する
- ・燃料集合体のハンドル部をつかみラックから引き抜き、使用済燃料プール内に置いた構内用輸送容器に装填する



補助ホイスト先端にフック形状のツールを接続し、バスケットを吊り下げて、マニピュレータでつかんだガレキを回収

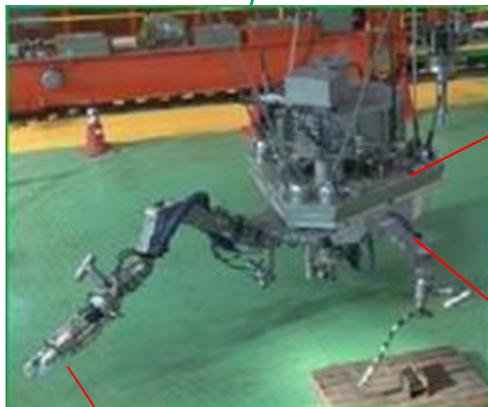
燃料集合体のハンドル部をつかんで移送する燃料把握機。確認されている曲がったハンドルもつかめる

■クレーン

- ・燃料装填した構内用輸送容器の蓋の締め付け、使用済燃料プールから地上階への移送を行う



■FHMテンシルトラス



テンシルトラスには、2本のマニピュレータが設置され、ガレキのつかみ・切断作業が可能。各関節は駆動水圧を喪失した場合でも、その場で保持する構造

マニピュレータで、プール内のガレキの撤去や、燃料取り出しをサポートする

■FHMツール類

マニピュレータ先端に接続するツールは遠隔で交換可能。つかみ用・切断用のツールを準備



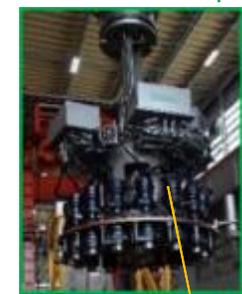
つかみ具

カッター

■クレーンツール類



主巻フックに取り付けた吊具で構内用輸送容器を吊り上げる



補巻先端に接続した構内用輸送容器蓋締め装置で蓋を締める

■ 調達改善の対象となる物品・優先順位を定め、計画的かつ継続的に検討

■ 原子力品／一般産業品の使用基準の策定、工業規格での要求提示、型式品の国産化

- 当社グループ専門分野・他部門の協力を得て、原子力と一般産業品の仕様差を確認し、標準的な要求仕様や設計レビュー事項を纏めた「1F標準仕様」をケーブル、電源、空調の3設備から策定中。他設備についても展開していく。
- ケーブル、電源、空調の3設備の「1F標準仕様」検討等をもとに、1F調達活動における工業規格での要求提示を開始する。あわせて型式品の国産化をすすめていく。

実施項目		2018年			2019年		
		10月	11月	12月	1月	2月	3月以降
原子力品／ 一般産業品の 使用基準策定	STEP1 ・ 原子力と一般仕様差の確認						
	STEP2 ・ 1Fにおける標準的な仕様要求、 設計レビュー事項を検討						
	・ 3設備(ケーブル、電源、空調)の 仕様基準「1F標準仕様」を策 定、調達活動への反映検討						
	STEP3 ・ 他設備への検討展開						継続的な改善
継続的な調達方法の改善（工業規格での要求提示）型式品の国産化							継続的な改善

- 一次調達先以下の製造過程で当社が製品の品質を確認する仕組みの構築
 - 検討の基本方針
 - 現実的・実効的な対策となるよう検討を進める
 - 検討のポイント
 - 発注者（当社）・受注者の役割
 - 発注者は、必要とする調達品を入手する際、仕様書にて要求を具体化すること
 - 受注者は、仕様書に基づき、発注者の求める品質の調達品を提供すること
 - ✓ 仕様書における課題：「当社は、仕様をいかに具体化できるか」、「受注者の管理状況をいかに確認できるか」
 - ⇒ 仕様の具体化は、経験を蓄積している調達品、その類似の調達品については詳細にできるものの、**知見の乏しい調達品について不十分**
 - 対象の絞り込み
 - 受注者の管理状況の確認は、調達品一律ではなく、安全への影響の大きさを軽重をつけ、重要な調達物にリソースを集中すべき
 - ⇒ 取引先リストの提出や当社による立会内容・記録確認の要求度合いは、現状、請求箇所の考えによるため、**バラツキ**がある



請求箇所設計者の能力も左右

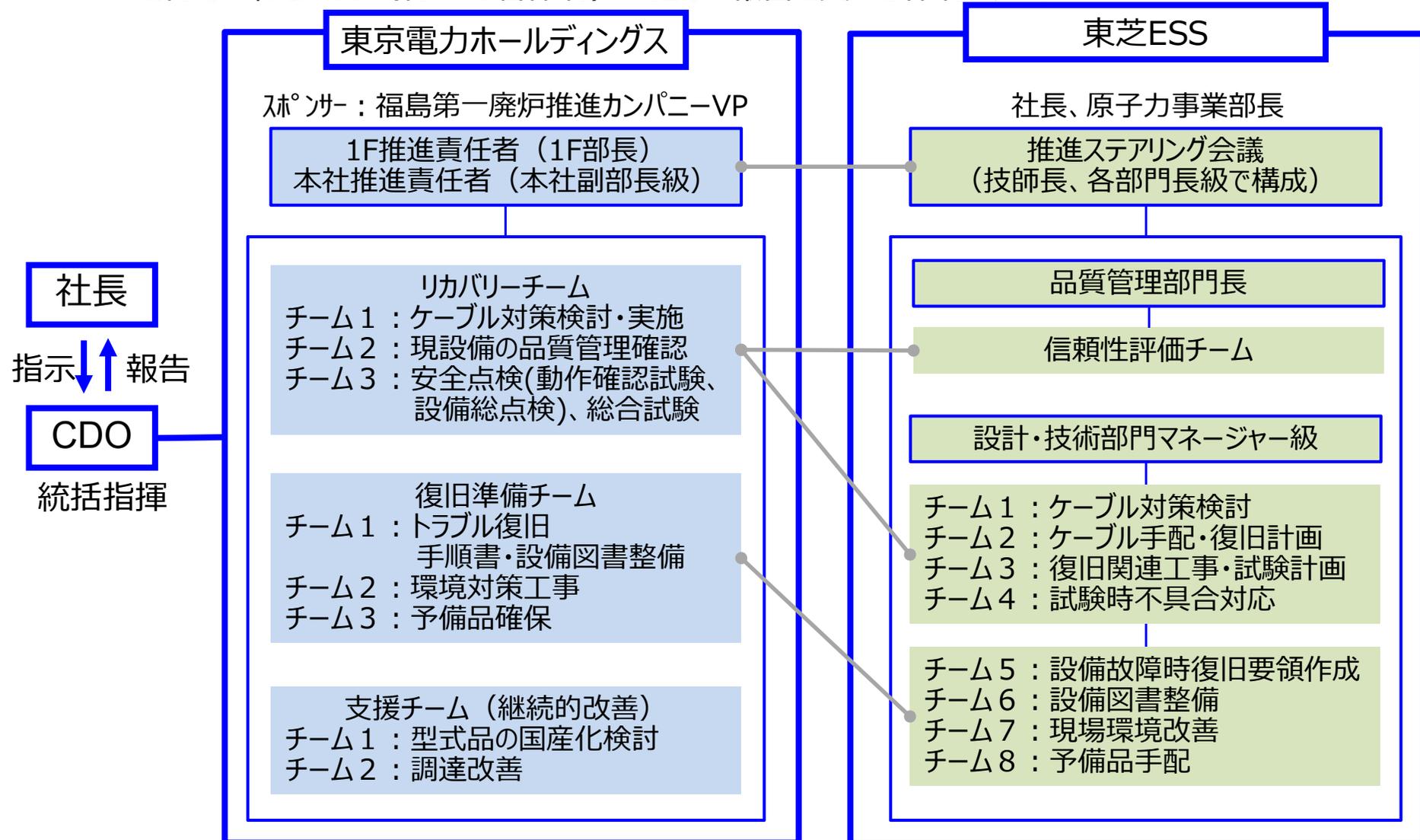
社外第三者による仕様書レビューの仕組みを検討（レビュー対象の調達品、レビュー者、レビュー時期などを検討し仕組みとして整備していく）



レビューで得た知見・経験を組織的に蓄積し、当社のノウハウとしていく

【参考】1F3 燃料取扱設備復旧推進体制

- 今回の一連の不具合は、福島第一廃炉推進カンパニー内約70名の他、当社グループ専門分野の協力を得て、東芝ESS（約120名体制）に指示・報告を受ける体制で対応



資料 1 - 2 使用済み燃料プールからの燃料取り出しに関わる対応状況について

資料 1 - 2 - 4

福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体 (遠隔解体の実証試験(モックアップ)の進捗状況)

2019年1月10日

The logo for TEPCO (Tokai Electric Power Company of Japan) is displayed in red, bold, uppercase letters.

東京電力ホールディングス株式会社

- 8月28日より1/2号機排気筒の解体装置の実証試験に着手し、Step1(解体装置の性能検証)が完了し、11/13よりStep2(施工計画検証)に入っている。

- 2018年12月より、発電所構内での準備作業(周辺設備養生・解体装置置き架台の組立、解体装置の広野から1Fへの移送等)に着手し、2019年3月から排気筒解体に着手する計画。

1. 実証試験の実施状況

- 8月28日より1/2号機排気筒の解体装置の実証試験に着手している。
- Step1(解体装置の性能検証)が完了し, 11/13よりStep2(施工計画検証)に入っている。
- Step2では, 現場でのトラブルリスクを低減するように計画を見直しながら, 慎重に実証試験を進めている。



主柱材解体状況



飛散防止剤散布装置据付



筒身外周切断状況



筒身切断作業状況(夜間)

2. 実証試験で確認されている課題と対応

- 現時点で解体計画に支障となる大きな課題は確認されておらず、実証試験を継続していく。
- 実証試験Step1で確認された改善点のうち、主な内容と対応策を下表に示す。

No.	項目	Step 1で確認した内容	対応・改善策
1	筒身切断	筒身切断時には切断装置をカバーで覆い吸引しているが、切粉がチップソー本体のモーター給気口より入り、モーターコイル等に付着し地絡により発電機が停止することがあった。	【装置の改良】 吸引カバー内のモーター部に別カバーを設置
2	鉄塔・筒身一括除却	鉄塔の支柱材・斜材の切断をカメラ映像で判断していた。切断部材の表層には切断線が確認できたが、部材の一部を切り残す事象を確認した。	【装置の改良】 チップソーのセンサ調整で稼働範囲拡大 【施工手順の見直し】 カメラ画像に加え、クランプ操作で切断を確認
3	筒身外周切断	1枚のチップソー刃で1周（約10m）を切断できることを要素試験で確認していたが、実証試験ではチップソー刃が振動し、当初想定より刃の摩耗が早いことがわかった。	【装置の改良】 チップソーの固定度向上等について検討
4	通信	悪天候時やクレーンの配置によって、通信障害が発生することがあった。	【装置の改良】 アンテナの向きの変更 「中継器の追加」「有線化」を含め検討
5	付属品切断	6軸アームロボットの油圧カッターの設置角度によっては付属品の一部が一度の刃入れで切断出来ない事象を確認した。	【装置の改良】 刃先端形状を変更
6	鉄塔K型斜材切断	解体装置をK型斜材に設置する際の支柱材とのクリアランスが小さい(切断作業には支障なし)	【装置の改良】 斜材切断装置をスリム化
7	近接センサー	解体装置と鉄塔・筒身等の接触を防ぐ近接センサーの一部に機能不良を確認した。（カメラ目視・装置のリミットにより、接触は回避可能）	【装置の改良】 メーカーによる故障原因を分析 【施工手順の見直し】 センサー不良時の対応手順を整備

3. 実証試験と現場環境の相違と対応

- 実証試験で使用する解体装置・電源設備や遠隔操作室は全て現場と同じ設備とするなど、極力、現場環境を再現するように計画。
- 現場環境を再現しきれない項目については、装置の信頼性を向上させる改造や構内での事前試験の実施などの施工計画への反映で対応し、事前のつぶし込みを行う方針。

No.	項目	実証試験と現場の違い	対応方針
1	作業高さ	実証試験は18mの試験体を使用しているが、実際は120mの高さとなり、クレーンの大きさや風の受け方が変わり、装置設置時の操作性が違う	【装置の改良】 ・ 解体装置に設置用ガイドパーツを追加
2	解体装置と操作室の距離	装置設置時の実工事では、地上からの目視は難しいため、遠隔カメラによる視認性のさらなる向上が望ましい。	【装置の改良】 ・ カメラ位置を調整及び台数増大
3	通信環境	1F構内では、他工事でも遠隔作業を行っているため、無線が混線する可能性がある。	【施工計画に反映】 ・ 遠隔操作室周辺の通信環境を確認する ・ 1F構内で解体装置組立後にクレーンで吊った状態の動作試験を計画 【装置の改良】 ・ 「中継器の追加」「有線化」を含め検討
4	放射線環境	実証試験時は、作業服だが、現場では線量環境に応じて装備が異なる。	【施工計画に反映】 ・ クレーンには遮へいを実施し、オペレーターの被ばく低減をはかり、訓練を積んだオペレーターが作業できるように計画する ・ 遠隔操作室は、低線量エリアに設置し、特殊な装備をしない環境で、解体装置の操作ができる環境とする
5	トラブル対応	実証試験時は、高所作業車等での対応が可能だが、現場では簡単に近づくことができない。	【施工計画に反映】 ・ 解体装置に取り付けた専用の昇降設備を用いて、人が不具合箇所へアクセスすることを計画

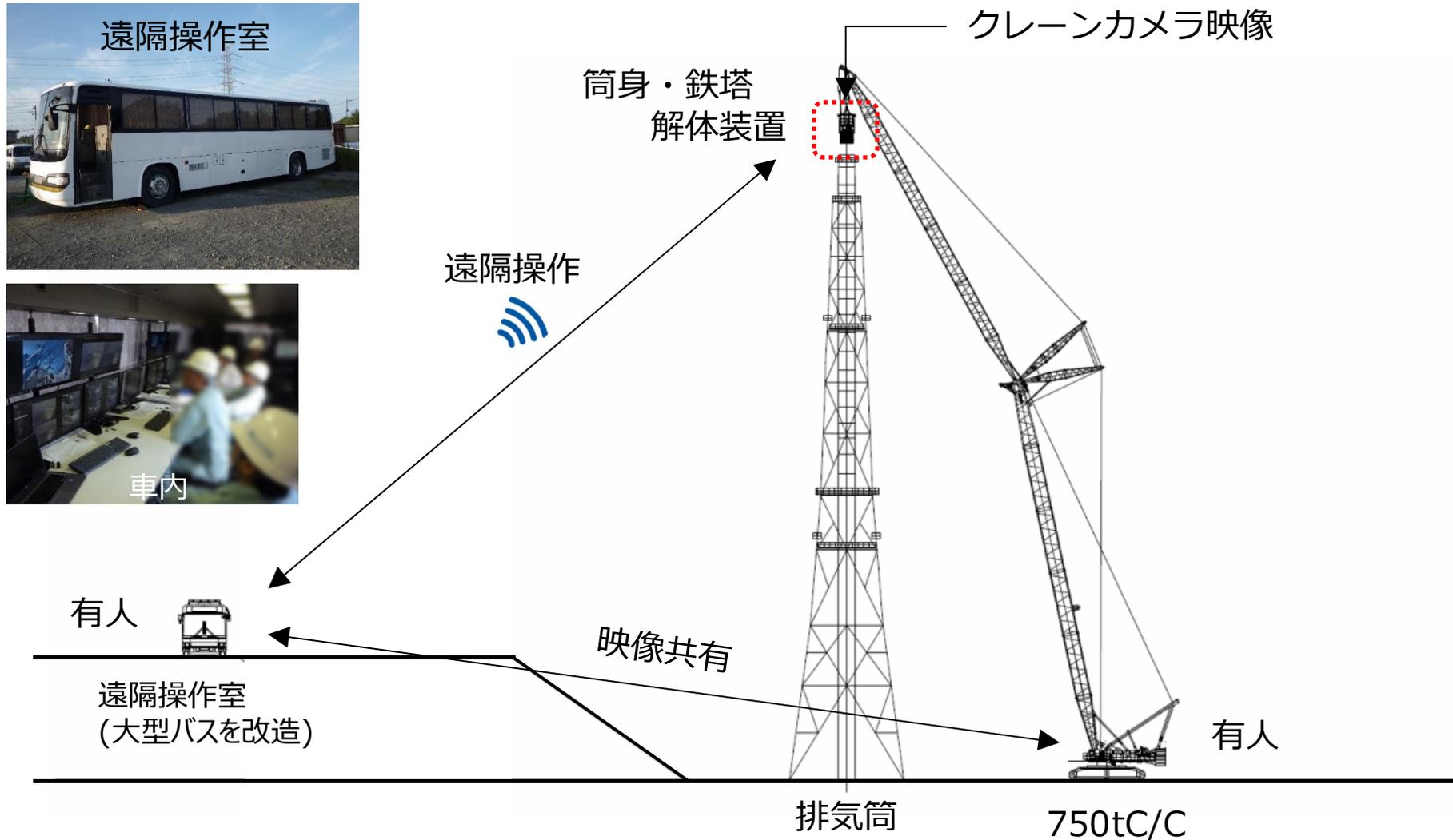
4. 解体工事スケジュール

- Step1は、実証試験で確認された改善策等の対応を行うために11月中旬まで延伸した。
- Step2では、Step1での改善策(ガイドやカメラ追加等)確認やトラブル対応の検討等、現場でのトラブルリスク低減に向けて、慎重に実証試験を進めている。
- 2018年12月より、発電所構内での準備作業(クレーン組立、周辺設備養生、解体装置置き架台の組立、解体装置の広野から1Fへの移送等)に順次着手しており、2019年3月から排気筒解体に着手する計画。

	2018年度										2019年度						
	8月~11月	12月				1月				2月	3月	4月	5月	6月	2Q	3Q	
		1W	2W	3W	4W	1W	2W	3W	4W								
装置製作	装置組立・調整																
実証試験	Step1 解体装置の性能検証										* 1 実証試験の進捗により、期間は変わる可能性がある * 2 実証試験の結果を踏まえ、工事着手時期・工程を確定する予定						
		Step2 施工計画の検証				Step3 作業手順の確認											
工事		解体準備作業															
											排気筒解体						
																* 2	

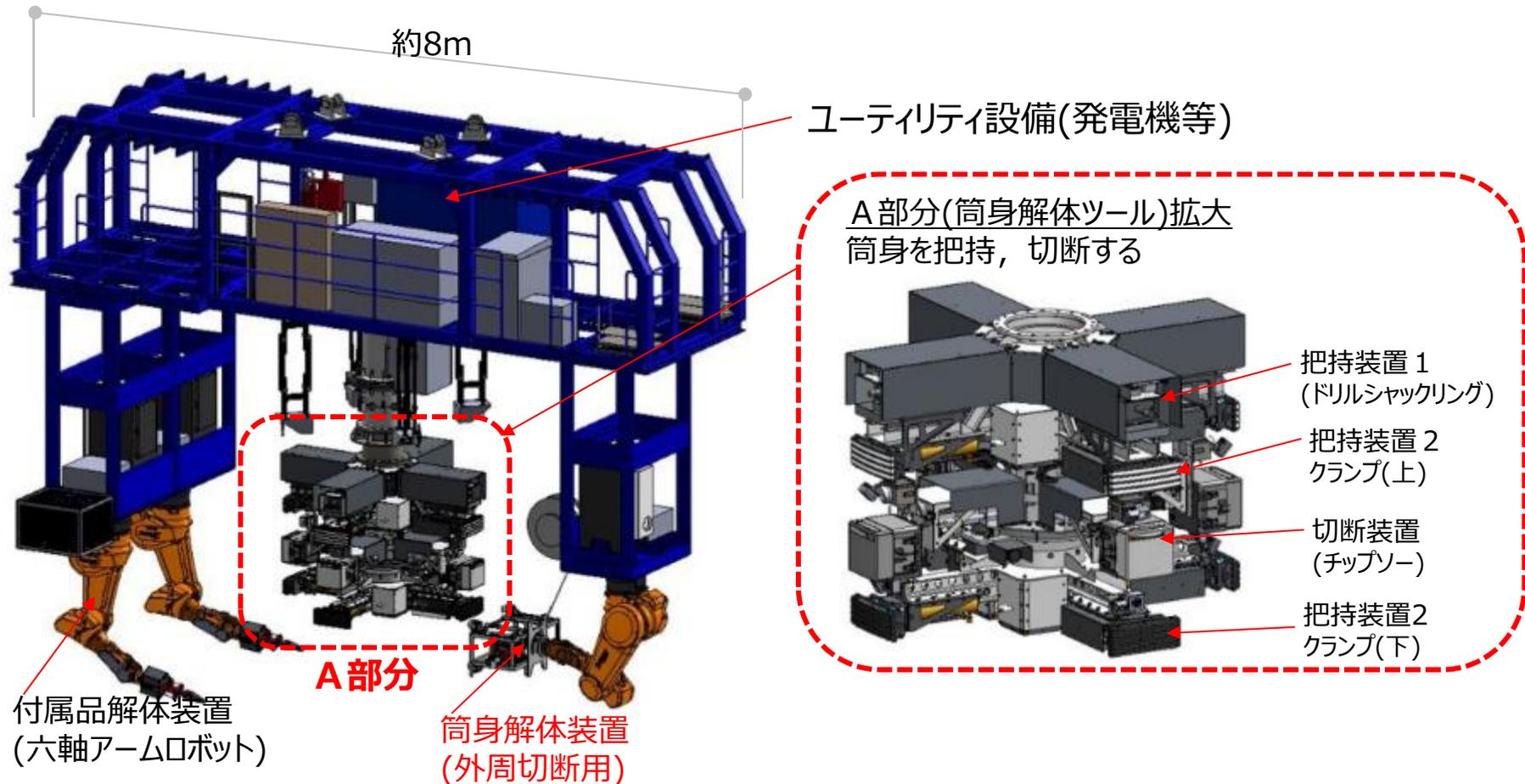
【参考】1・2号機排気筒解体計画

- 低線量エリアに遠隔操作室を配置し，解体装置の操作や作業の監視
- 750tクローラークレーンは有人にて操作



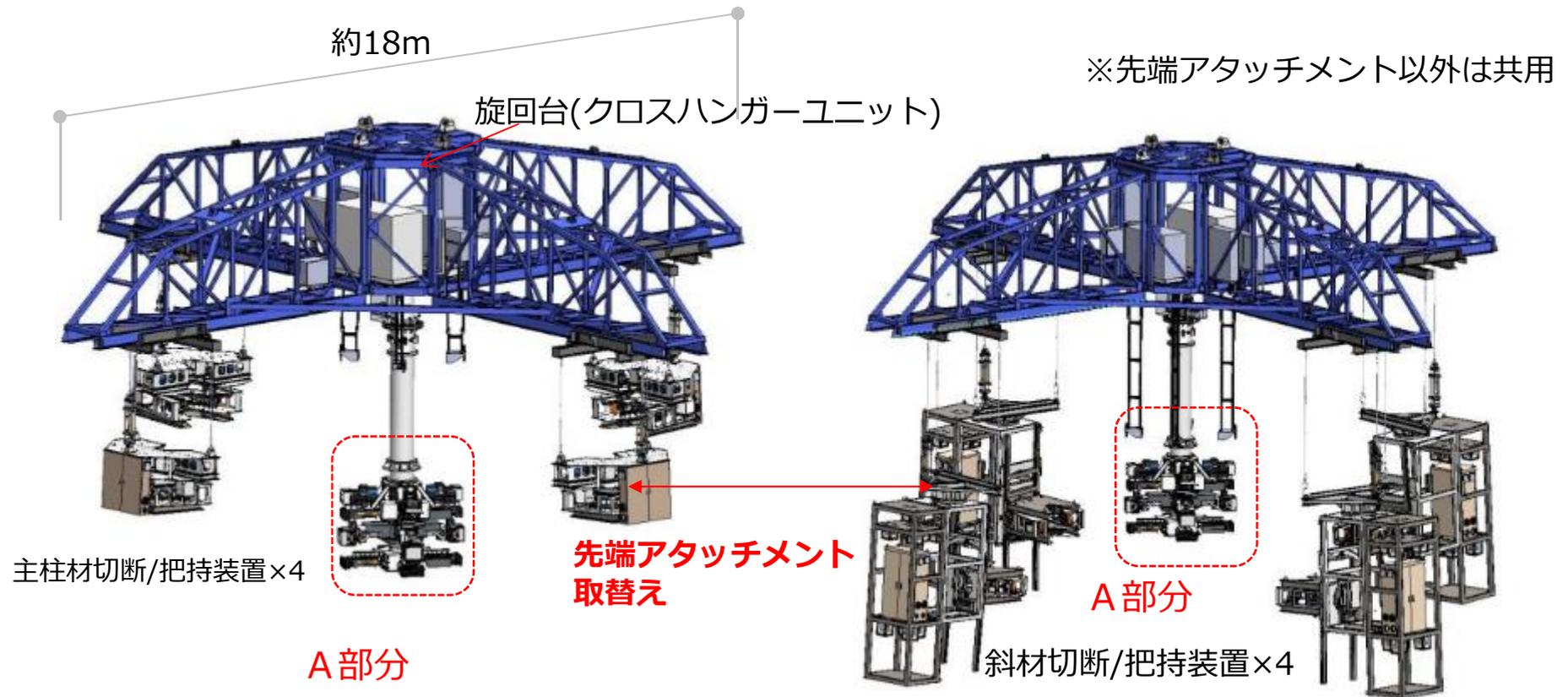
【参考】装置概要（筒身解体装置）

- 筒身解体装置は、筒身解体ツール(下図のA部分)を筒身内に差し込んで、2種類の把持装置により把持・固定する。
- 筒身は、筒身内部よりチップソーにて切断する。
- 筒身切断時に干渉する付属品(梯子など)は、六軸アームロボットにより撤去する。
- 飛散防止剤は別装置にて散布する。



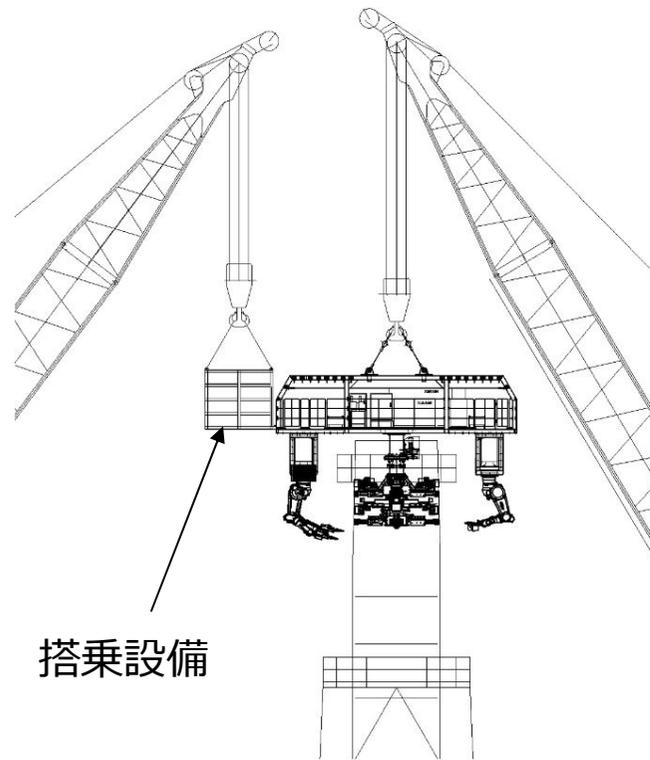
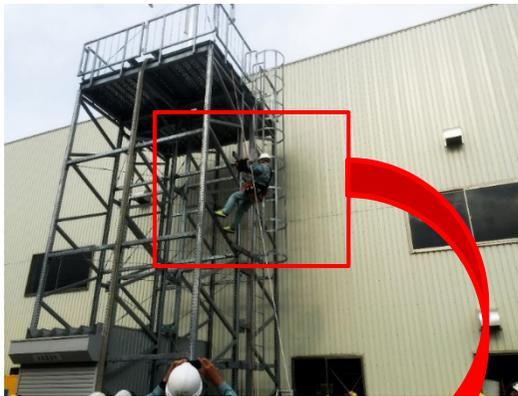
【参考】装置概要（鉄塔解体装置）

- 鉄塔解体装置は、筒身解体ツール(下図のA部分：筒身解体装置と同じ)を筒身内に差し込んで、2種類の把持装置により旋回台(クロスハンガーユニット)を固定する。
- 旋回台の四隅から吊り下げた切断/把持装置により、支柱材および斜材を把持して切断する。
- 対象部材（支柱材，斜材）に応じ，先端アタッチメントを取り替える。



【参考】装置トラブルの対応方針

- 遠隔解体装置は、予備電源を別系統で備え、万が一主電源が停止した場合も遠隔により予備電源を起動し、アタッチメント1台分の機能を発揮できる設備構成としている。
- また、実証試験を踏まえ、装置改良や施工手順見直しによりトラブルリスクを低減している。
- ただし、解体作業時に遠隔作業による対応ができない場合は、解体装置に取り付けた専用の昇降設備を用いて人が昇筒し不具合箇所へアクセスすることを計画している。



クレーンで吊った搭乗設備を排気筒に近づける

