3号機燃料取扱設備の安全点検の進捗状況について

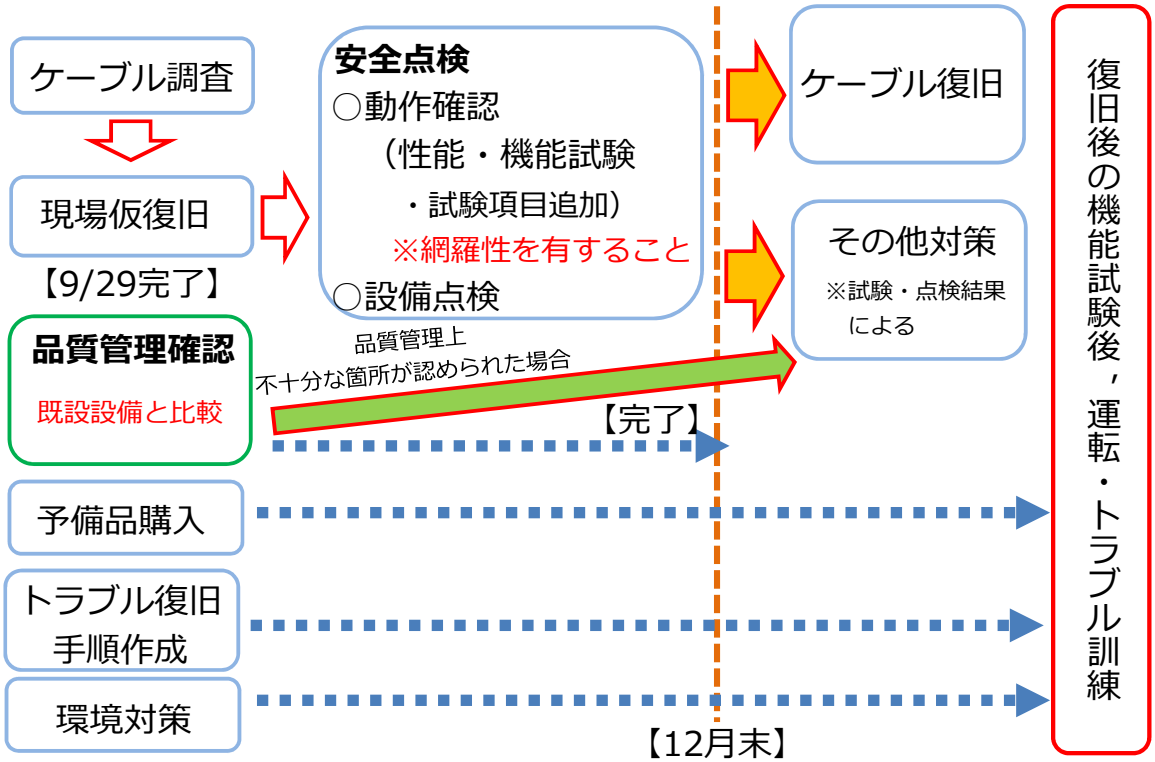
2018/10/25

東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

1．燃料取扱設備不具合に対する今後の対応

■ ケーブルの抵抗異常が複数確認されたため、燃料取出し開始までに設備の信頼性を万全にする必要がある。また、不具合箇所復旧は品質管理について確認したうえで実施する。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

2．安全点検

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の不具合発生リスクを抽出を目的として、異常が確認されているケーブル・コネクタを仮復旧※し、機器単品や安全系インターロック並びに燃料取出し作業を模擬した組み合わせの動作確認を実施する。

さらに、設備設置環境の影響による経年劣化を確認するための設備点検も実施する。また、その結果を考慮して燃料取出し開始時期を精査する。

対象設備：燃料取扱機（ＦＨＭ）、クレーン、ＩＴＶ（カメラ）
ツール類（吊具、移送容器蓋締付装置　等）

- 動作確認
  - ケーブル交換前に燃料取出し作業時と同等な気中及び水中での動作確認（ダミー燃料入りキャスクを使用した動作確認含む）、並びに燃料取出し作業時に想定されるあらゆる操作を想定した動作確認を実施し、不具合発生リスクを抽出・対策を実施することで設備不具合の発生を防止する。
- 設備点検
  - 各機器に対して外観確認等を行い、設備設置環境の影響や異常（発錆、劣化、変形、き裂等の確認）の有無を行う。また、劣化傾向の確認が見られた機器・部品は手入れ・補修・交換等の処置を行う。
  - リミットスイッチ（LS）等の計器の健全性確認。

※ 仮復旧は、調査のためにコネクタを分解したケーブル（５ライン６本*）について、同型のケーブルへ交換、又はコネクタ修理を実施する。

＊　抵抗値に異常を確認し分解調査をしたケーブル２ライン３本
防塵対策パーツの有無を確認するために分解調査したケーブル３ライン３本

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止　東京電力ホールディングス株式会社

3．安全点検の状況

■ 安全点検の状況

項目	機器名		種別	主な実施事項	9月	10月	11月	12月
動作確認	機器単品	クレーン	本体	・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 ・LS等の計器の健全性確認 ・ブレーキ動作確認 等		▼② ▼⑥	完了	
			ツール			▼⑤		
		FHM	本体				完了	
			テンシルトラス			▼① ▼③ ▼⑦	完了	
			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				
点検	設備点検		–	外観確認等				

■ 発生事象

No.	発生日	発生事象	状況
①	2018/9/29	テンシルトラスホイスト3ドラム回転異常	原因調査中
②	2018/10/10	クレーンでのエラーメッセージ発生（クレーンインバータ異常）	原因調査中
③	2018/10/12	駆動源喪失時のマニピュレータの挙動	原因調査中
④	2018/10/17	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	原因調査中
⑤	2018/10/19	垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷	対応済
⑥	2018/10/19.22	クレーンブリッジ動作時トロリ動作異常	原因調査中
⑦	2018/10/22	マニピュレータ関連動作不良事象	原因調査中

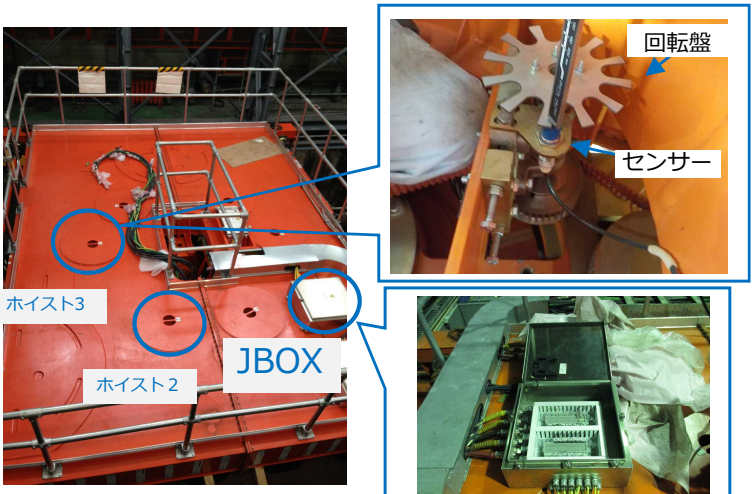
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止　東京電力ホールディングス株式会社

3．動作確認で抽出された事象（ﾃﾝｼﾙﾄﾗｽﾎｲｽﾄ3ﾄﾞﾗﾑ回転異常）

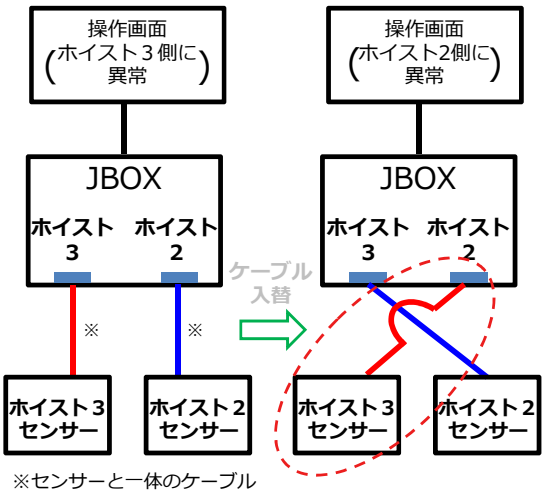
- テンシルトラスを500~1000㎜降下させた際に「テンシルトラスホイスト３ドラム回転異常」※の警報が発生し、停止。

  ＊「テンシルトラスホイスト３ドラム回転異常」は、 FHMトロリー上部にあるセンサーでホイスト３ドラムの回転状態を確認しており、回転状態に異常があった場合に警報を発報する。

- 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内で入れ替えを実施。操作画面上でホイスト2側に異常が発生し、ホイスト3側が正常動作する事を確認。これより、ホイスト3のセンサーの異常と判断。
- センサー・コネクタ部の不具合箇所特定を実施中。



FHMトロリー上部



※センサーと一体のケーブル

実施方法

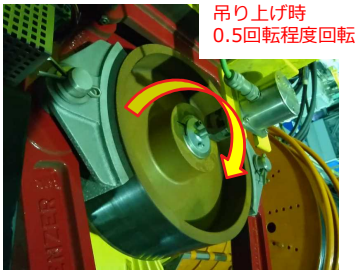
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

3．動作確認で抽出された事象（クレーンでのエラーメッセージ発生）

- テストウェイト（49.244ton）を用いたクレーンの動作確認の際、テストウェイトの吊上げ時にエラーメッセージ「BE2」*が発生し、クレーンが停止。
- 「BE2」は、8/15の資機材片付け中に発生したエラーメッセージと同一。

  ＊ 主巻の巻き上げ操作実施時に主巻ブレーキの健全性を確認するもの。
  巻き上げ開始時に主巻ブレーキが掛かった状態で主巻ブレーキの電動機に規定トルク相当の電流が設定時間以内に到達することの確認。ブレーキに滑りが発生した場合は，設定された電流が流れないため，ブレーキ不良とみなし，巻き上げ動作ができないインターロックとなっている。

- ブレーキドラムの動きを確認した結果、重量物を吊った状態でブレーキドラムが0.5回転程度※回転し、その後エラーメッセージの発生、クレーンが停止したことを確認。8/15も同事象が発生したと推定。
- 事象発生以降、速度検出器・ケーブル・ブレーキ等のハード面点検に加え、海外メーカに対してインバータ設定・制御ロジック等のソフト面調査および動作確認(10/10実施)の際に、実際にドラム回転していることが判明。
- 発生メカニズム検証・対策を検討中。



ブレーキドラム

※ ブレーキドラムの0.5回転程度の回転は，クレーンワイヤーの2mm程度に相当

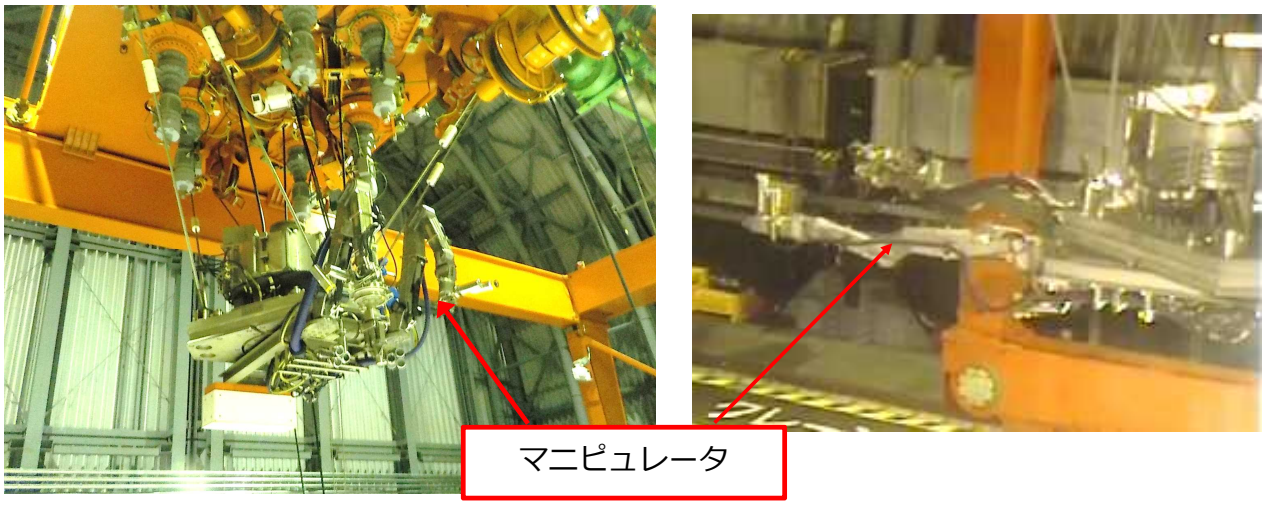
8月15日の事象
- 3号機燃料取扱設備の試運転中に，オペレーティングフロア（以下，オペフロ）に設置してあるクレーンを用いて資機材を片付けていたところ，エラーメッセージ【BE2】が発生しクレーンが停止。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

3．動作確認で抽出された不具合（駆動源喪失時のマニピュレータの挙動）

- 小ガレキ等の撤去を行うマニピュレータの駆動源を意図的に喪失させ、姿勢を維持するか動作確認を実施。その結果、マニピュレータが僅かながら姿勢を維持できない※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ため、小ガレキ等の撤去作業に影響はない。
- 再度動作確認を行い、姿勢が維持されないことを確認。
- 原因究明を実施中。

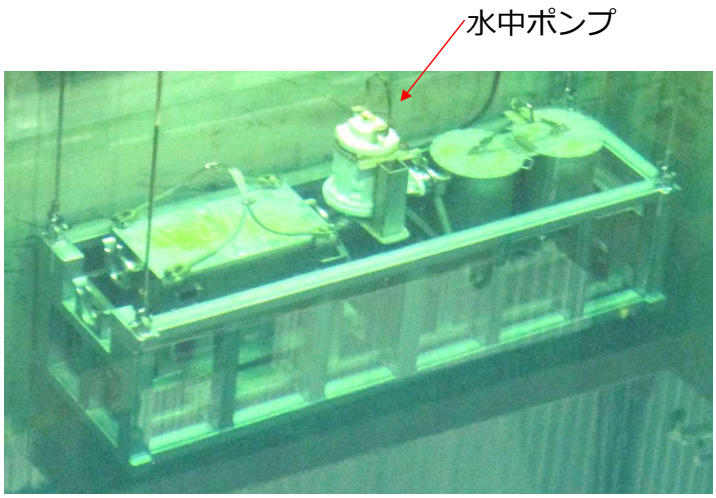
※マニピュレータの先端部の関節が徐々に下がる。
　マニピュレータの先端部の把持機能が徐々に開く。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止　東京電力ホールディングス株式会社

3．動作確認で抽出された事象
（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）

- ガレキ撤去装置（吸引装置）をSFPへ設置後に、水中ポンプへ繋がるケーブルの絶縁抵抗測定を実施した結果、機内ケーブルの絶縁低下を確認（10月3日、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へ繋がる機内ケーブルでも地絡を確認。
- 吸引装置を水中から引き揚げ、詳細調査を実施。水中ポンプの分解調査を実施予定。



吸引装置設置状況

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止　東京電力ホールディングス株式会社

3．動作確認で抽出された事象（クレーンブリッジ動作時、トロリ動作異常）
（垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷）

- クレーンブリッジ動作時、トロリ動作異常【図1】
  - ブリッジ西方向（図1→方向）に操作をしていたところ、トロリ動作異常が発生しクレーンが停止した。
  - ケーブル不良か基盤不良か切り分けを実施し、原因を調査中。
- 垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷【図2】
  - 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のカプラを接続する際に真っ直ぐ接続出来ず、カプラプラグのガスケットを損傷。
  - 損傷したカプラプラグは予備のカプラプラグに交換済み。

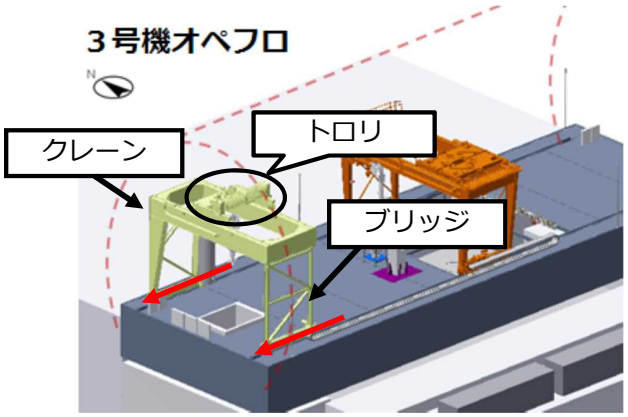


図1　クレーン概要

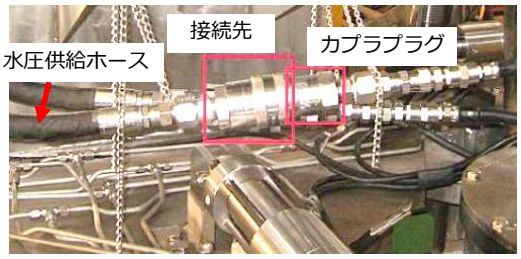


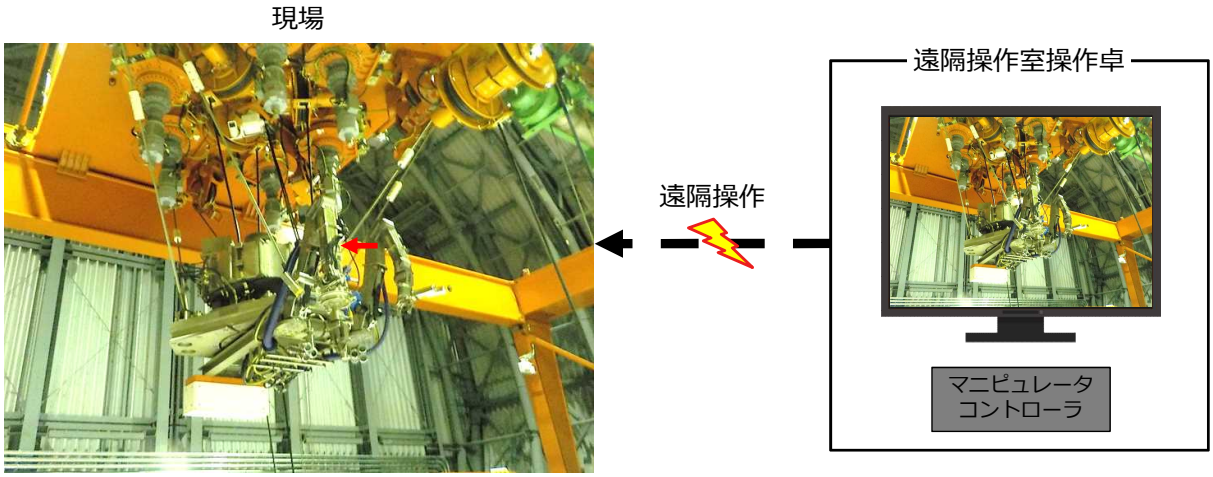
図2　水圧供給用ホース接続イメージ

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

3．動作確認で抽出された事象（マニピュレータ関連動作不良事象）

- マニピュレータの動作確認時に、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50㎜ほど右に移動した。

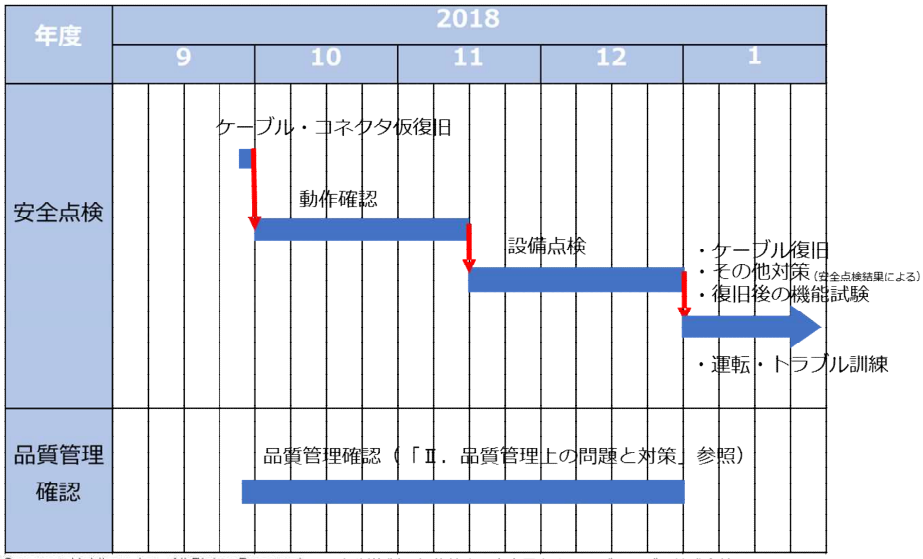
  ※FRZ（フリーズ）：マニピュレータコントローラを操作しても現場のマニピュレータが動かないようにする設定。
- 現在、原因調査中。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

4．安全点検と品質管理確認工程（案）

- 2018年3月15日の試運転開始以降，複数の不具合が発生していることから，設備の不具合発生リスクを抽出するために，燃料取扱設備の安全点検を実施する。安全点検において確認された不具合についても原因を調査し対策を実施する。また，必要に応じ燃料取出し手順への反映を行う。
- 不具合が確認されたケーブル・コネクタについては，製品の品質が担保されていることを確認の上，復旧を行う。
- また，経年変化による不具合は安全点検での確認は困難であるため，不具合発生リスクを完全に無くすことはできない。このような観点も踏まえ，予備品の購入，不具合が発生した場合の手順作成及び実試験，燃料取出し環境の改善，点検計画及び設備の品質管理確認を行い，燃料取出し開始に向けて万全を期していく。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

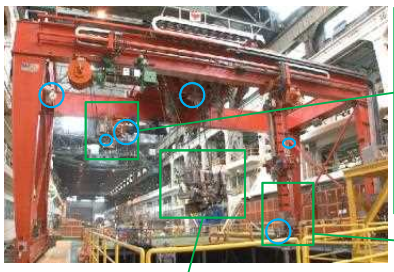
【参考】燃料取扱機およびクレーンの概要

■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がれきを撤去する
・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

■クレーン

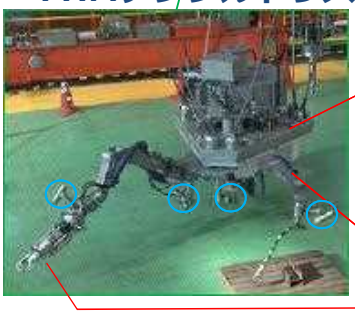
・燃料装填した構内用輸送容器の蓋の締め付け，使用済燃料プールから地上階への移送を行う



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がれきを回収

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

■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，がれきのつかみ・　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，プール内のがれきの撤去や，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付装置で蓋を締める

○：カメラ設置箇所

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社