

3号機使用済燃料プールからの燃料取り出しの状況について

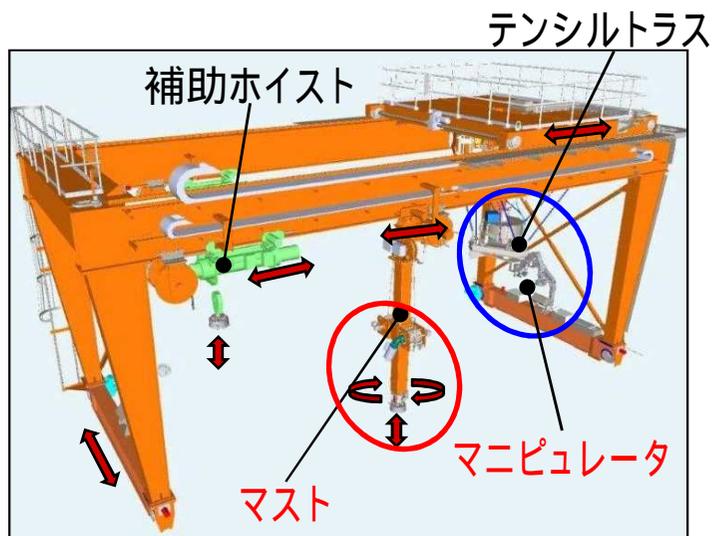
2019年11月21日



東京電力ホールディングス株式会社

1-1 . 燃料取扱設備の状況について

- 2019年7月17日に発生した燃料取扱機からの作動流体漏えい事象を踏まえ、燃料取扱設備（クレーン、燃料取扱機等）の設備点検時に追加点検を実施し、設備点検 / 追加点検で8件の不具合を確認し対策を実施した。
- 燃料取り出し再開に向け、準備作業を実施していたところ、以下の事象を確認した。
 - 燃料取扱機マスト旋回不良事象【対策済】
 - 燃料取扱機マスト水圧ホースの継手部からのにじみ【対策済】
 - 燃料取扱機マニピュレータ（左腕）動作不良
 - 燃料取扱機マストワイヤロープの潰れ



燃料取扱機外観図



マスト外観写真



マニピュレータ写真

1-2 . 設備点検前及び追加点検等で確認された事象の原因と対策 **TEPCO**

- 設備点検前に確認した事象 ()
- 追加点検で確認した事象 ()
- 振り返り点検で確認した事象 ()
- 追加点検時における調整不良 ()

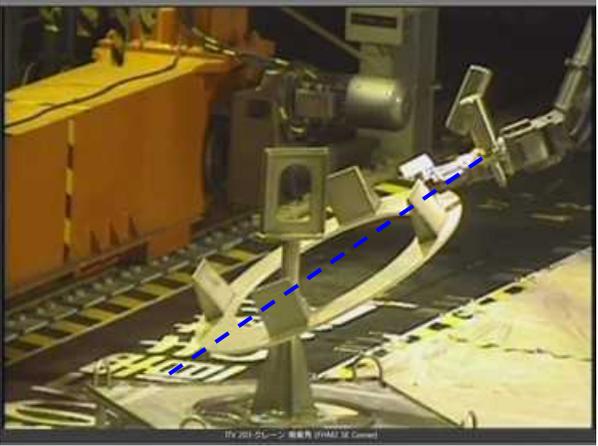
No.	発生事象	原因	対策	完了	参照
	燃料取扱機からの作動流体の漏えい	繰り返し荷重の影響による疲労割れ	継手の交換及びサポート設置 類似箇所の非破壊検査(浸透探傷検査)実施 類似箇所のサポート設置 月次点検での確認、予備品の準備	完了	P14,15
	クレーンからの作動流体の漏えい	継手部のゆるみ	ゆるみ防止剤を塗布し、再施工実施 継手部にゆるみ検知用の合いマークを実施 類似箇所の点検、月次点検での確認	完了	P16
	蓋締付装置のボルト折損	図面の読み違いにより、規定トルク以上のトルクを付与した	ボルトの交換を実施 類似箇所の非破壊検査(超音波探傷検査)実施	完了	P17
	蓋締付装置バルブボックスへの浸水	パッキンの締付が不均一だったことによる水の浸入	電磁弁抵抗測定、清掃、動作確認の実施 類似箇所の気密漏えい確認の実施	完了	P18
	燃料取扱機ロードセル異常警報発生	コネクタ部に力がかかり嵌合不良が発生	嵌合箇所を固縛	完了	P19
	テンシルトラスホイスト5用コネクタ損傷	作業用足場解体時に足場板を位置検出器のコネクタに接触	コネクタの交換、動作確認	完了	P20
	燃料取扱機マスト上限検知用リミットスイッチ取付ボルト破断	リミットスイッチの固定位置を異なる位置に設置したため、マストホイストイコライザと干渉した	ボルトの交換、動作確認 正規位置へのリミットスイッチ取付 国内工場で実施した工事の再確認	完了	P21
	マニピュレータ用水圧ホースのひび割れ	ホース加締め部近傍のため、ホースにかかる曲げ応力と使用に伴う経年劣化	自己融着テープによる補修 類似箇所の点検、月次点検での確認	完了	P22
	燃料取扱機マストホイストモータ位置検出器#1コネクタ導通不良	当該コネクタの締付を行った際に、心線の余長が不足しており、心線に力が加わりコネクタピンから外れた	当該コネクタを含む類似箇所(3か所)の交換、導通確認、絶縁抵抗測定、耐電圧試験、動作確認	完了	P23
	テンシルトラス旋回不良	アライメント調整用ボルトの締付けに伴う摺動抵抗の増加および水圧モータ内部のシール部リークによる回転動力の低下	調整用ボルトへ注意喚起表示 水圧モータの交換、旋回調整及び動作確認	完了	P24

1-3 . 燃料取り出しの準備作業で確認された事象の原因と対策

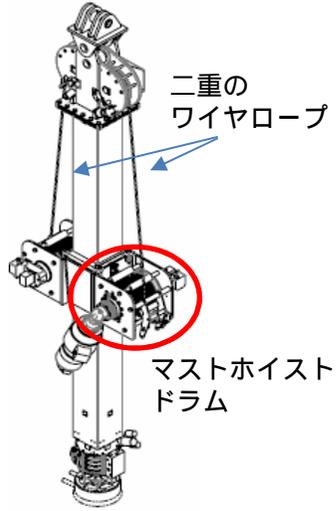
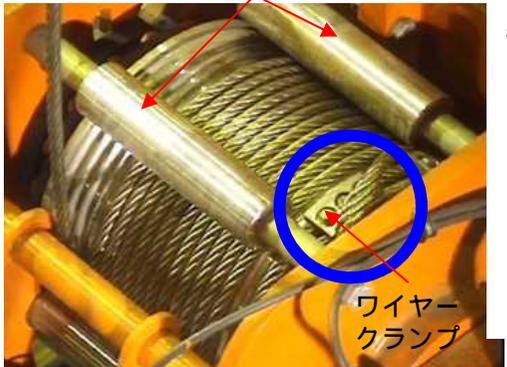
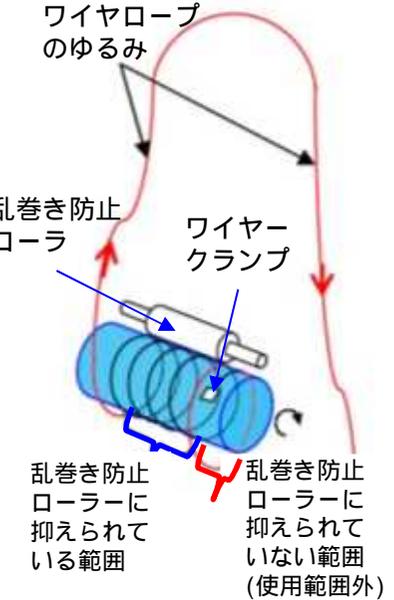
■燃料取り出しの準備作業で確認した事象 ()

No.	発生事象	原因	対策	完了	参照
	燃料取扱機マスト旋回不良	水圧モータ内部のシール部からのリークによる水圧モータの回転力の低下	水圧モータの交換、動作確認を実施	完了	P25
	燃料取扱機マスト水圧ホースの継手部からのにじみ	マスト水圧モータ後の旋回調整時に、水圧ホースが当該継手部を引張り・捻れの力が発生したため、継手部の緩みが発生	再接続、動作確認を実施	完了	P26
	燃料取扱機マニピュレータ（左腕）動作不良	関節制御用駆動装置内部のシート部から僅かに圧力（作動用流体）が低圧側にリークしたことによる持ち上げ力の低下	運用変更、動作確認を実施 フランジプロテクタ設置の代替策を準備中	対策準備中	P4
	燃料取扱機マストワイヤロープの潰れ	マストの過剰な巻下げによりワイヤロープが緩み、乱巻が発生。その状態で巻き上げ操作を行ったことにより、乱巻防止ローラーの支柱にワイヤロープがかり、潰れが発生	ワイヤロープの交換を準備中 乱巻発生時の再発防止対策を検討中	対策準備中	P5

2. 燃料取扱機マニピュレータ（左腕）動作不良

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 10月15日 燃料取り出し準備作業時にフランジプロテクタ¹を把持した状態で、関節の操作のために固定解除の操作を行った。その際に、マニピュレータの手首が下がり、把持していたフランジプロテクタが下がる事象を確認した。 <p>1：フランジプロテクタとは、燃料取り出し時に輸送容器のフランジ面を保護する治具</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
<p>原因</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 関節制御用駆動装置²内部のシート部から僅かに圧力（作動用流体）が低圧側にリークしたことによる持ち上げ力の低下と推定。（制御側は異常の無いことを確認済み。） <p>2：入力されたエネルギーを物理的運動に変換する装置，マニピュレータは作動流体の圧力で関節内部にあるシリンダーを駆動させることにより動作をさせている。</p>
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 当該関節部以外の部位は健全であること並びに当該関節の固定解除をしない運用とすることで安全に作業が実施できることを動作試験にて確認したことからガレキ撤去を再開しており、継続使用について検討中。（マニピュレータの予備品は11月に納入予定。） ✓ なお、フランジプロテクタの設置については、代替策³で対応可能な見込み。 <p>3：燃料取扱機補助ホイストまたはクレーン補巻を使用</p>
<p>備考</p>	<p>マニピュレータは、直接燃料や輸送容器を取り扱うものではないため、燃料取扱い中の燃料損傷に至ることは無い。</p>

3. 燃料取扱機マストワイヤロープの潰れ

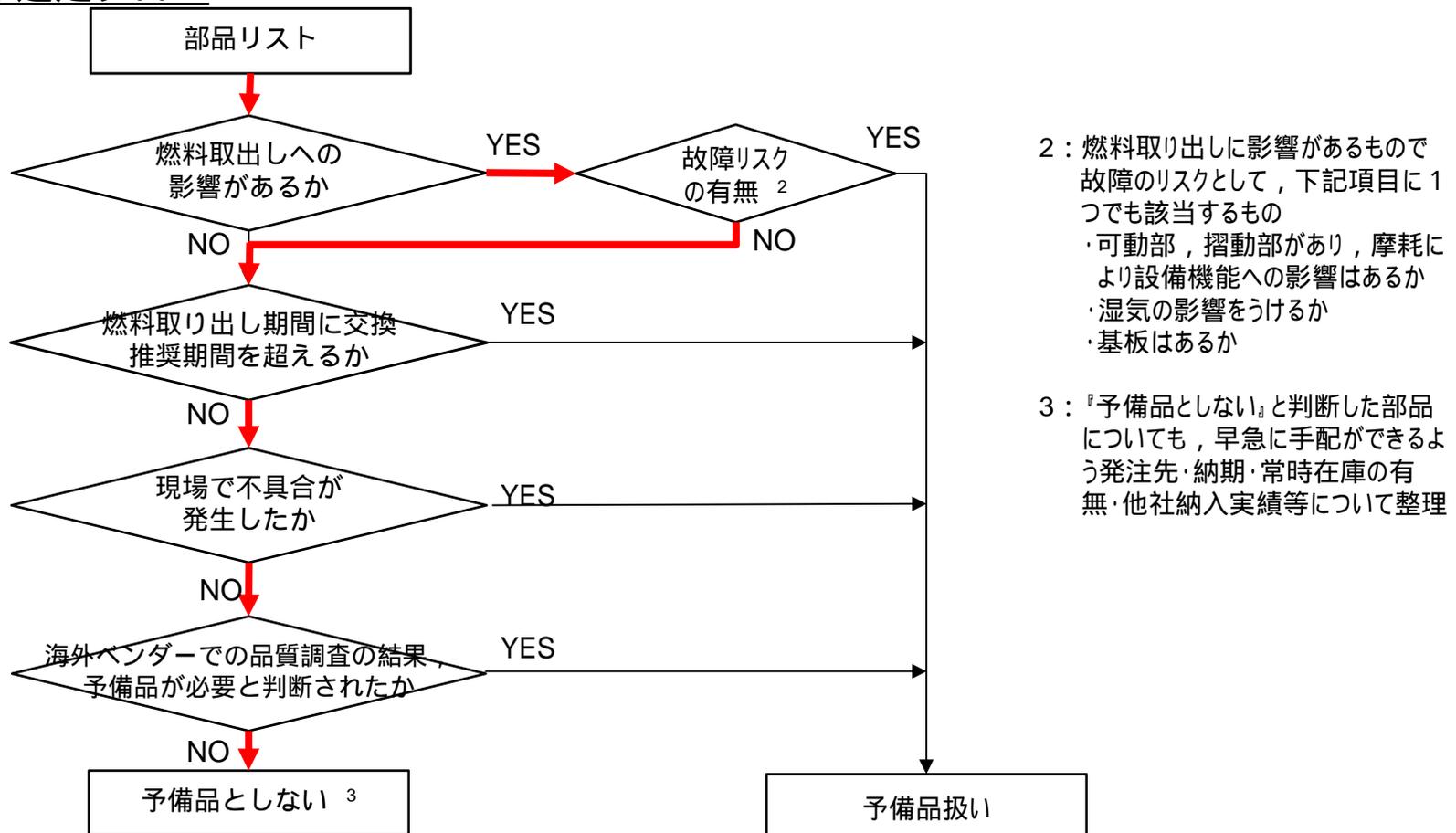
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 10月18日 燃料取扱機マストを操作していたところ、マストホイスト2のマスト昇降用ワイヤロープに乱巻きが発生し、一部が潰れていることを確認した。 点検に伴うマストのツール取外・取付作業において、接続確認のためにマストが着座した後も引き続き巻下げ操作を実施していたことを荷重計等のログにて確認した。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>燃料把握機（マスト） 外観図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>マストホイストドラム部 ○部拡大</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>発生メカニズム</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ マストの過剰な巻下げによりワイヤロープが緩み，乱巻が発生。 ✓ ワイヤロープに乱巻きが発生した状態で巻き上げ操作を行ったことにより，乱巻き防止ローラーの支柱にワイヤロープが挟まった。
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ワイヤロープの交換を準備中 ✓ 乱巻き発生 of 再発防止対策を検討中
<p>備考</p>	<p>マストワイヤロープは二重化されており，燃料取扱い中に燃料を落下させないように設計されている。</p>

4. マストワイヤー予備品選定の考え方 (パーツリストからの選定) **TEPCO**

- 燃料取扱設備 (補助設備を含む) を構成する全ての部品リストにて, マストワイヤーロープは抽出済み。
- マストワイヤーロープは, 予備品の選定時に当社既設燃料取扱設備の実績を踏まえ, 故障リスクが低いと判断¹し, 予備品として準備していなかった。

1: マストの使用頻度及び使用期間並びに既設燃料交換機の実績 (共用プールのマストワイヤーロープは交換後, 700回以上, 燃料移動を実施したが, 異常は確認されていない。) から摩耗の可能性が低いと判断

予備品の選定フロー



5 . 予備品の手配状況

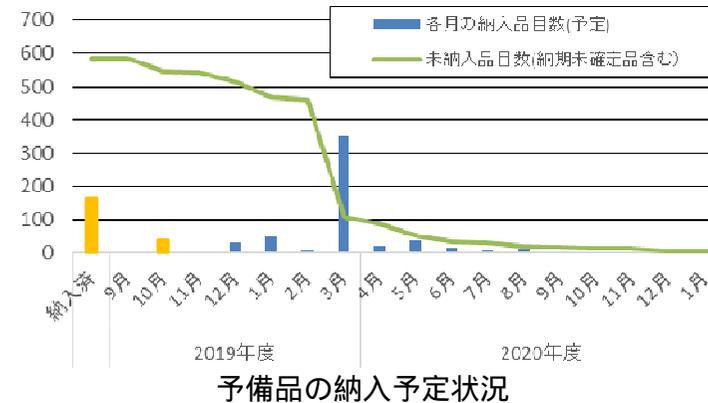
■ 予備品の手配状況

主な予備品

		状況	燃料取扱機	クレーン	ツール類	水圧ユニット	遠隔監視装置	吸引装置
(1)	リスクアセスメントに基づき準備する予備品	納入済	マストモータ テンシルトラスベアリング	ブリッジモータ 主巻ギア式LS	輸送容器蓋締付装置 用トルクモータ 水圧ホース 制御ケーブル, ITV	水圧ユニット冷却ファン 用ポンプ圧力センサー 水圧ユニット用モータ	光集約ケーブル スイッチ	水中ポンプ, フィルタ 電源ケーブル センサーケーブル
(2)	安全点検等を受けて準備する予備品	手配済	制御盤電気部品 (インバータ含む)	制御盤電気部品 (インバータ含む)	制御盤電気部品	水圧ホース 水圧ホース治具	データ伝送PC ヒューズ	-
(3)	燃料取り出し工程に影響がある予備品	手配済	マストベアリング マスト水圧モータ	制御盤ブレーカ リレー	燃料掴み具LS	方向制御弁	-	-
(4)	品質管理確認を踏まえて準備する予備品	手配済	-	-	マニピュレータ, ITV Webカメラ	-	-	-

■ 納入に時間を要している理由と対応

- 予備品の購入は海外メーカーを経由する必要があり、納期等の確定が出来ず契約が不調となっていた。
- 早期契約のため、国内メーカーが海外メーカーの知的財産を買取り、海外メーカーを通さない商流に変更。
- 更に『海外メーカー特注品(知的財産有)』『海外メーカー汎用品(知的財産有)』『汎用品』に整理し、納期等が確定次第分割して発注。

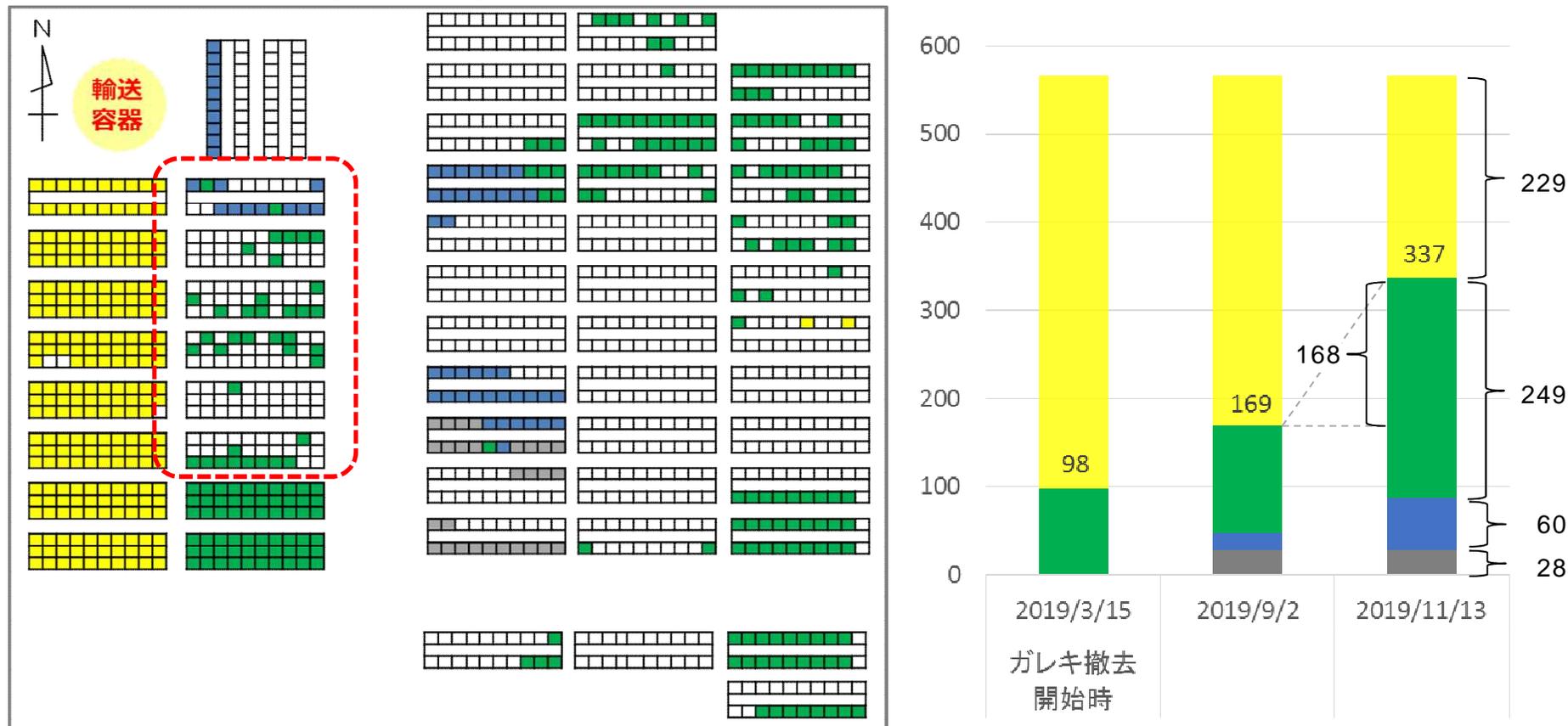


■ 更なる納期短縮と対策検討

- 予備品対応チームを構築し、納期を短縮すべく以下の対応を実施中。今年度内の納入・整理完了を目指す。
 - ✓ インターネットでの確認や当社商流ネットワークを使用した個別の確認・手配
 - ✓ 装置一式単位を部品単位に分割して購入
 - ✓ 代替策, 代替品及び, 修理方法の検討
 - ✓ 予備品として準備しない部品についても, 早急に手配ができるよう発注先・納期・常時在庫の有無・他社納入実績等について整理

6 . ガレキ撤去状況

- ガレキ撤去再開（9月2日）から、ガレキ撤去完了及び撤去中の体数が168体分進捗。



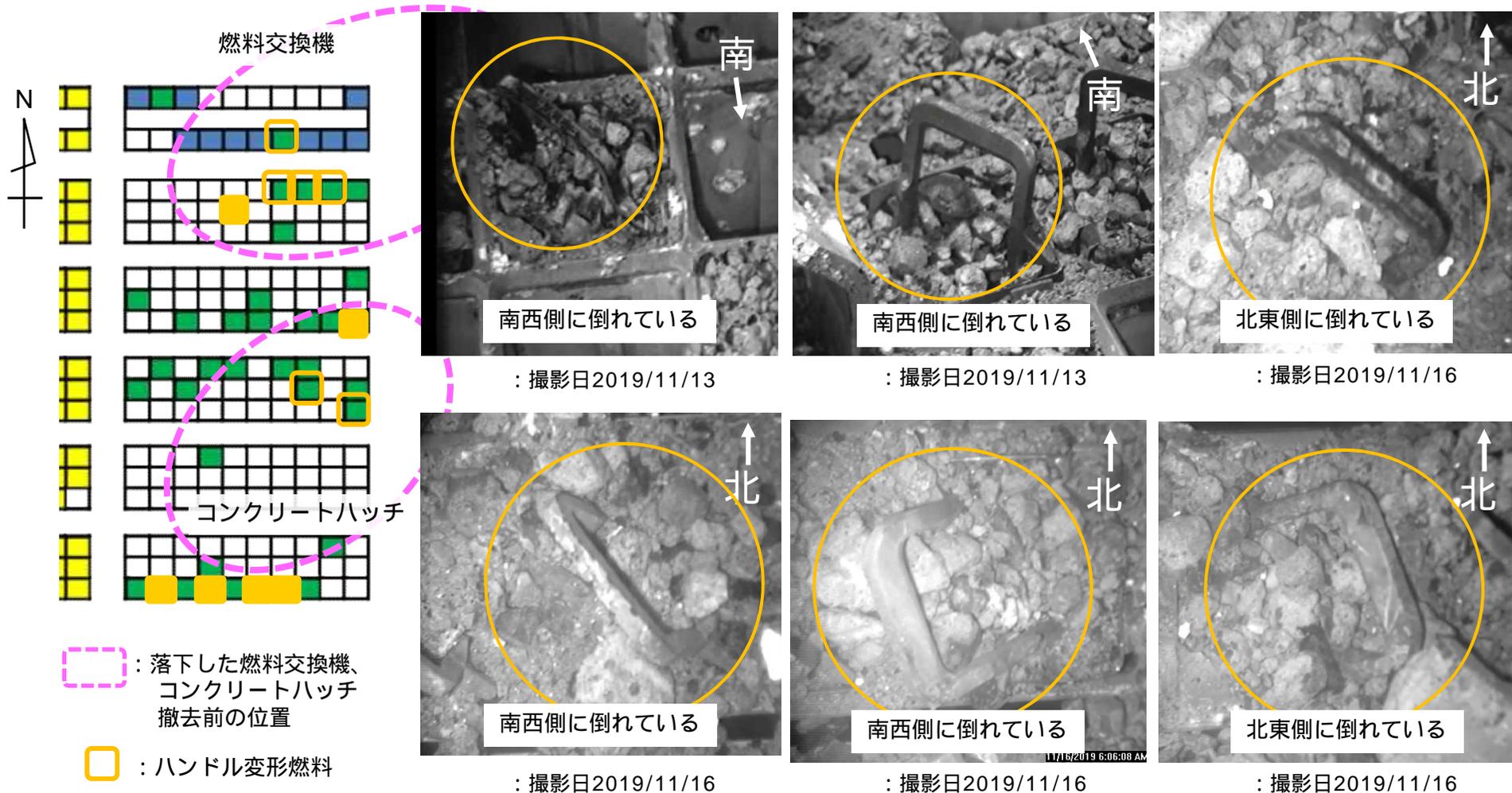
凡例：

- ：燃料取出済
- ：ガレキ撤去完了 = 燃料取り出しが可能な状態
- ：ガレキ撤去中
- ：ガレキ撤去未実施
- ：燃料が入っていないラック
- ：落下した燃料交換機，コンクリートハッチがあったエリア

- ガレキ撤去によりハンドルが確認できた燃料は，286体/566体。
- 落下した燃料交換機，コンクリートハッチがあったエリアのガレキ撤去進捗に伴うハンドル確認結果を以降に示す。

7 - 1 . ガレキ撤去進捗に伴うハンドル変形の確認

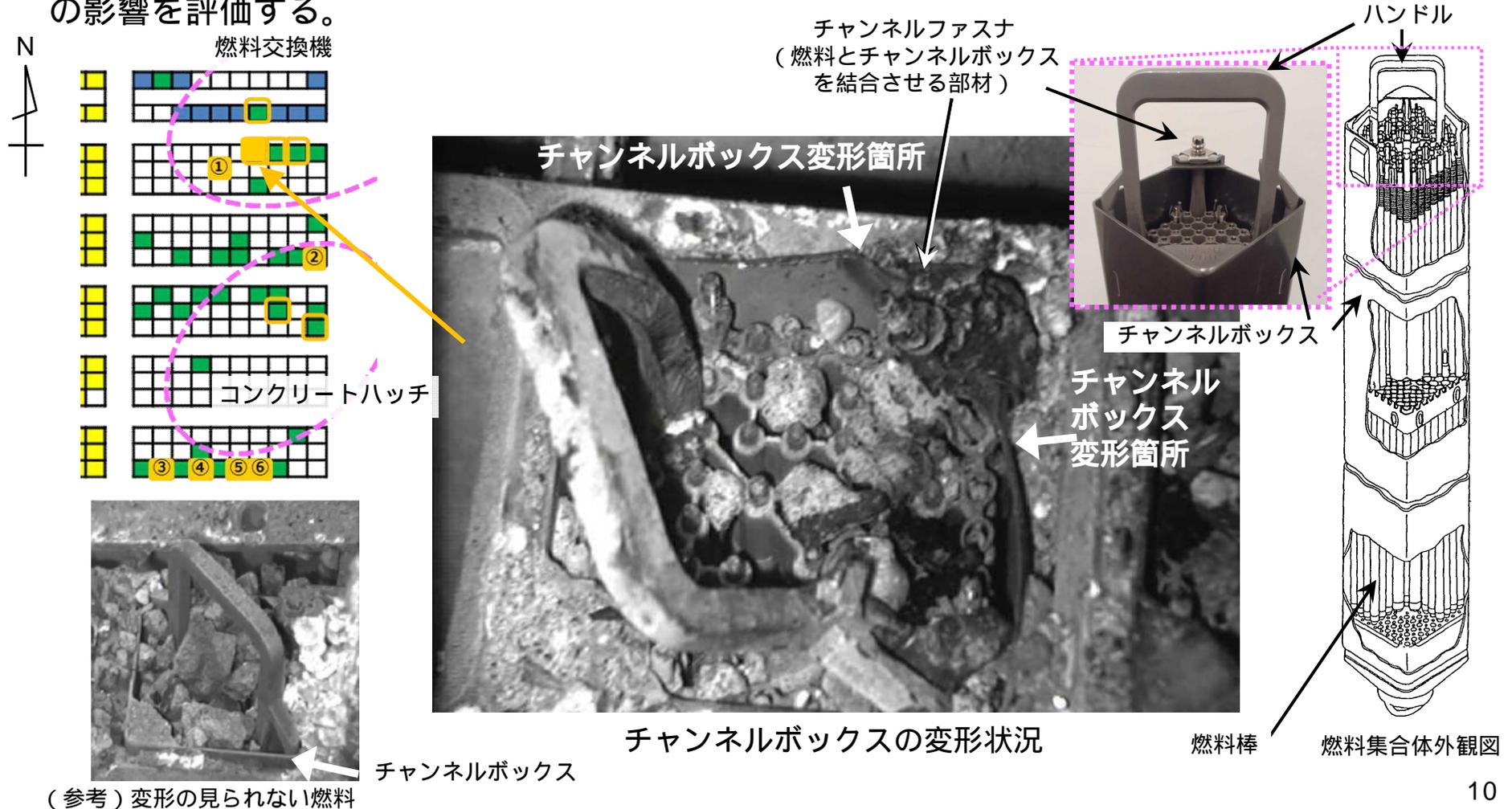
- 落下した燃料交換機やコンクリートハッチがあったエリアのガレキ撤去が進捗した結果，ハンドルが変形した燃料を6体確認。
- 2015年に確認された6体を含め，これまで確認されたハンドル変形燃料は計12体。



今回確認されたハンドル変形燃料

7 - 2 . ガレキ撤去進捗に伴うチャンネルボックス変形の確認 TEPCO

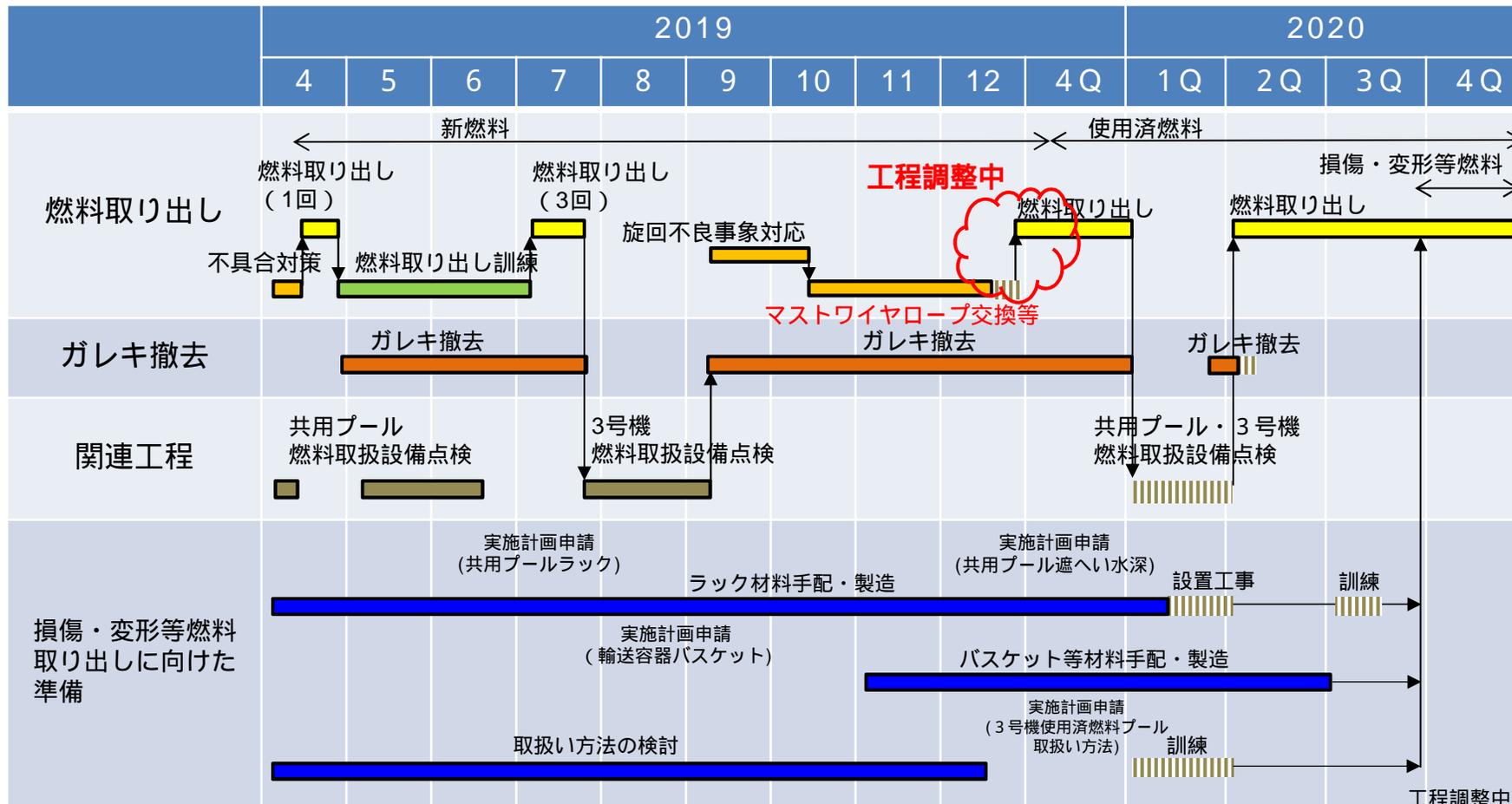
- 2015年にハンドルの変形が確認された燃料6体について、周囲のガレキ撤去後に改めて撮影したところ、チャンネルボックスが変形している燃料が1体存在することを確認。
- 現状、プール水質等に変動はなく環境への影響はない。
- 今後、ガレキ撤去を進め、燃料上部の変形状態を確認し、燃料被覆管や燃料取り出しへの影響を評価する。



8 . 今後の取り出し計画

■ 今後の対応

- 10月30日よりガレキ撤去を先行で実施中。
- 燃料取り出し再開に向け,現在工程調整中。
- ガレキ撤去を先行で進めることにより,2020年度末の燃料取出完了を目指す。
- 引き続き,周辺環境のダスト濃度を監視しながら安全を最優先に作業を進めていく。



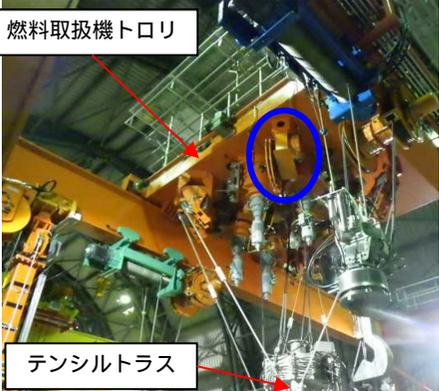
■ 追加点検の考え方

- ▶ 燃料取扱機からの作動流体の漏えい事象は、据え付け状態による応力、作動流体供給時のホースの脈動、電磁弁開閉による繰り返し荷重等の様々な荷重が発生したことが要因である。
- ▶ これより、設備の通常の運転状況から想定される劣化事象にとらわれることなく、設備に発生しうる損傷・劣化事象を整理した。

損傷・劣化事象の整理の例

評価機器		想定される損傷事象、劣化事象							
分類(1)	分類(2)	振動による 損傷	振動による ゆるみ	引張り・曲げ による損傷	摩耗	シール部 劣化	スプリングの へたり	絶縁不良	導通不良
水圧系	ホース	○	×	○	×	×	×	×	×
	コネクタ (継手)	○	(作動流体のリーク： 目視点検にて確認)	○	×	作動流体のリーク： 目視点検にて確認)	×	×	×
	サポート (取付ボルト含む)	○	○	×	×	×	×	×	×
	バルブボックス (電磁弁の確認は除く)	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	○	×	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)
ケーブル	コネクタ	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	×	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	×	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	×	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)	(機器の動作不良： 動作確認にて確認)
	サポート (取付ボルト含む)	○	○	×	×	×	×	×	×

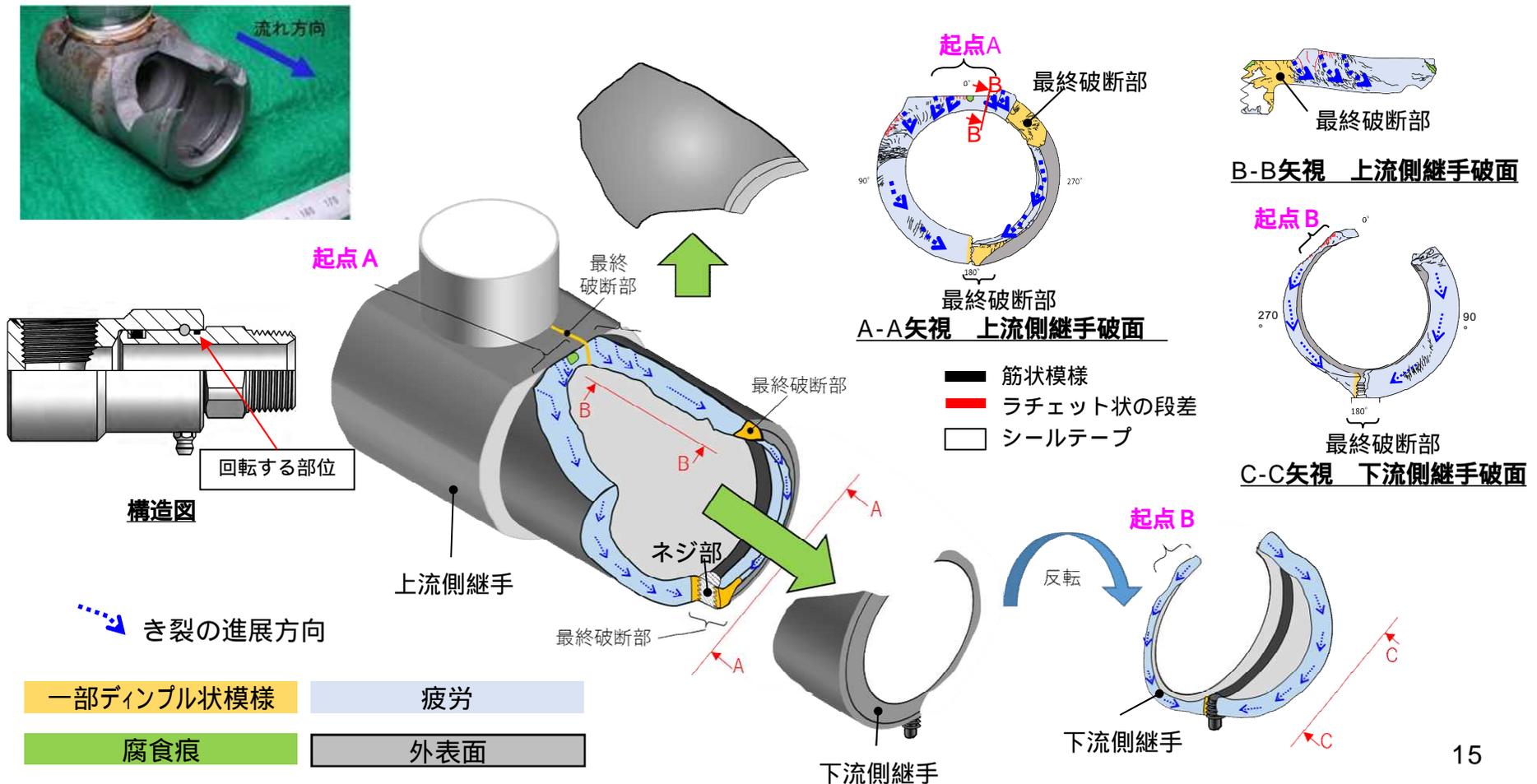
【参考2-1】 設備点検前に確認した事象について
-1 燃料取扱機からの作動流体の漏えい

発生事象	燃料取扱機からの作動流体の漏えい
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 7月17日に燃料取扱機のトロリからテンシルトラス/マニピュレータにつながる水圧ホースの継手が破損した。このため、作動流体（水グリコール）が約50L漏えいし、使用済燃料プール内へ流入した（漏えい量は水槽の水位低下量からの想定）。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>燃料取扱機トロリ</p> <p>テンシルトラス</p> <p>設置状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2019/07/17</p> <p>○部拡大：漏えい箇所</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>設置前</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>設置後</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">サポート追設状況</p>
<p>原因</p>	<p>✓ 破面観察にて疲労破壊で見られる特徴的な『ラチェット状の段差』を確認したこと、ホースの復元力等の荷重が当該部にかかっていたこと、運転時の変動荷重が繰り返し発生したこと等から、疲労にてき裂が発生・進展し、破損に至ったと推定。</p>
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 当該部品の取替を行い、サポートを設置済み。 ✓ 類似箇所（5箇所）は、非破壊検査（浸透探傷試験）を実施し、異常のないことを確認済み。併せて、サポートを設置済み。 クレーン主巻：2箇所、クレーン補巻：2箇所、テンシルトラス/マニピュレータ：1箇所（当該箇所の裏側） ✓ 月次点検での確認を実施。予備品も準備済み。
<p>備考</p>	<p>作動流体が喪失した場合でも、マニピュレータの状態は維持されるため、吊り荷の落下等につながる事象ではない。</p>

【参考2-1】 設備点検前に確認した事象について

-2 燃料取扱機からの作動流体の漏えい事象（メカニズム）

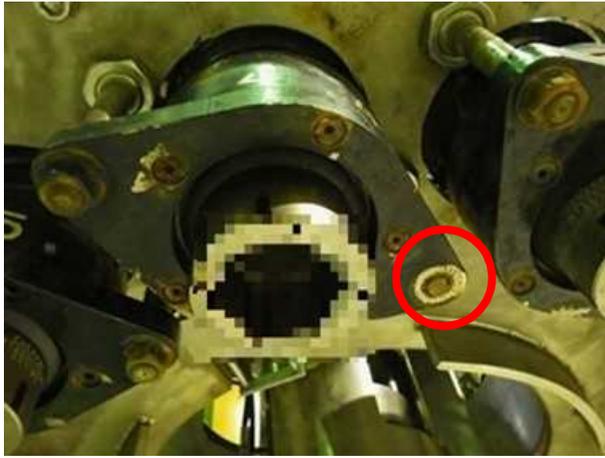
- 当該継手には、据え付け状態による荷重、作動流体供給時のホースの脈動、電磁弁開閉による繰り返し荷重等の様々な荷重が発生。
- 破面観察から、上流側0°方向、及び下流側軸受部等にラチェット状の段差、一部にディンプル状の模様を確認。
- き裂は、ラチェット状の段差が確認された上流0側（起点A）、及び下流軸受部（起点B）等を起点に発生し、上記の繰り返し荷重により疲労によって矢印の方向（→）にき裂が進展し、破断に至ったと推定。



【参考2-2】設備点検前に確認した事象について クレーンからの作動流体の漏えい

発生事象	クレーンからの作動流体の漏えい
<p>概要</p>	<p>• 7月21日にクレーンの補巻にてガレキ撤去作業中、協力企業作業員が補巻先端部へ繋がるホースのリール部から作動流体（水グリコール）の滴下を確認した。当該箇所は以前（同年6月2日）に滲みを確認しており、作動流体用の水槽水位、系統圧力に異常がないことを確認し、養生及び監視強化を実施したうえで、作業を進めていた。水位、圧力、床面への滴下有無確認水位、圧力に有意な異常は認められていないが、漏えい量の増加が認められたため、念のため作業を中断した。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>クレーン（○部：補巻）</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>クレーン補巻（○部拡大）</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>リール部</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<p>✓ 分解点検の結果、分解時にゆるみを確認した。接続部の外観目視点検を実施し、異常のないことを確認した。そのため、接続部のゆるみによる漏えいと推定。</p>
<p>対応</p>	<p>✓ 当該接続部にゆるみ防止材を塗布し、再施工、合いマーク施工を実施済み。 ✓ 類似箇所（5箇所）について、ゆるみが無いことを確認済み。 ✓ 月次点検での確認を実施。</p>
<p>備考</p>	<p>作動流体が喪失した場合でも、吊り荷の状態は維持されるため、吊り荷の落下等につながる事象ではない。</p>

【参考2-3】 振り返り点検時に確認した事象について 蓋締付装置のボルト折損

発生事象	蓋締付装置のボルト折損について
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 8月3日に構内輸送容器の蓋を締め付ける装置（蓋締付装置）の点検をしていたところ、当該装置の仮置き架台にナットが落ちていることを確認した。そのため、蓋締付装置を確認したところ、トルクレンチ#4シャフト部の片側ボルトに折損を確認した。なお、その他のボルトに折損は確認されなかった。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
<p>原因</p>	<p>当該トルクレンチを交換した際に、図面の読み違いにより規定トルク以上を付与したこと、及び使用に伴う振動の重畳により、ボルトが折損したと推定。</p>
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 当該ボルトの交換を実施済み。 ✓ 類似箇所について、き裂の有無を確認するため非破壊検査（超音波探傷検査）を実施し、異常のないことを確認済み。
<p>備考</p>	<p>輸送容器の蓋締付作業は、他のトルクレンチを使用することで実施可能。</p>

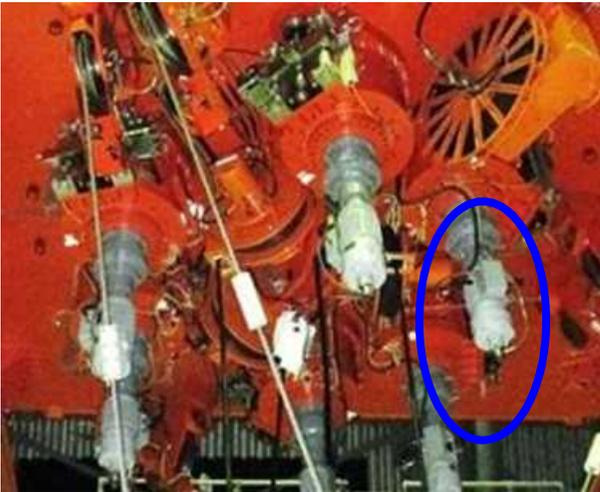
【参考2-4】 振り返り点検時に確認した事象について 蓋締付装置バルブボックスへの浸水

発生事象	蓋締付装置バルブボックスへの浸水
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 8月24日に構内輸送容器の蓋を締め付ける装置（蓋締付装置）のバルブボックスについて、リークテストの準備をしていたところ、リークテスト用のプラグに水の付着を確認した。そのため、バルブボックスのカバーを外し、内部の状態を確認したところ、内部に錆を確認した。 蓋締付装置には、バルブボックスが合計6箇所あり、内部確認の結果、5箇所（最初の箇所を含む）に入水の跡を確認した。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>バルブボックス内部状況の例1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>バルブボックス内部状況の例2</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<p>✓ 水密性を確保するパッキンの締め付けが均一でなかったため、水密性を確保できていない部分から水が浸入した。</p>
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電磁弁の電気抵抗測定を行い健全性を確認した結果、2台の電磁弁に異常を確認した。なお、その他の箇所については、清掃後、動作確認を実施し異常のないことを確認済み。 ✓ パッキンの締め付状況を確認する測定点を増やし、気密漏えい確認を実施済み。 ✓ 類似箇所について、気密漏えい確認を実施済み。
<p>備考</p>	<p>電磁弁納入後、速やかに交換を実施する。</p>

【参考2-5】 振り返り点検時に確認した事象について
燃料取扱機ロードセル異常警報発生

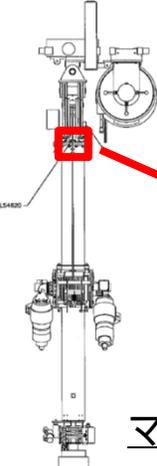
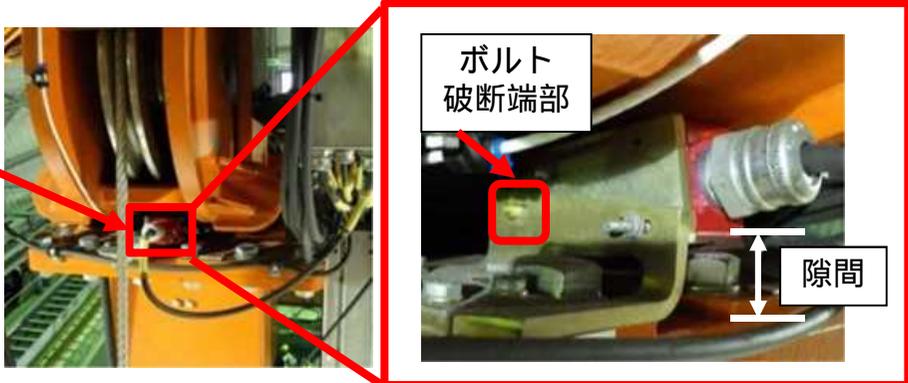
発生事象	燃料取扱機ロードセル異常警報発生	
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル交換作業後、7月26日に制御電源を復旧した際に「ロードセル異常」警報が発生した。 (ロードセル信号ケーブルと交換したケーブルは別のケーブル) ロードセル信号ケーブルについて、制御盤と燃料取扱機本体側ジョイントボックス(JB)間で導通確認を行い、導通なしを確認したが、中間コネクタを再嵌合したところ「ロードセル異常」警報は解消された。また、導通が復帰した。 制御盤から中間コネクタ、中間コネクタから燃料取扱機本体側JBのケーブルおよびコネクタについて単体電気特性試験を実施し、異常のないことを確認した。 	<p>The diagram illustrates the electrical connection between the fuel handling machine and the control panel. It shows the fuel handling machine (燃料取扱機) at the top, connected to a joint box (ジョイントボックス). From the joint box, a cable runs to an intermediate connector (中間コネクタ). This connector is further connected to the fuel handling machine control panel connector (燃料取扱機制御盤コネクタ). Red arrows indicate the signal path from the control panel, through the intermediate connector, to the joint box, and finally to the fuel handling machine.</p>
<p>原因</p>	<p>✓ ケーブル交換作業時に当該ケーブル中間コネクタ部に力がかかり嵌合不良が発生した。 (ケーブル交換作業時は狭隘部に多数設置されているケーブルの中から交換対象ケーブルを引き出す必要がある。当該中間コネクタは交換ケーブル引き出し作業箇所と同位置に設置されていることから、作業時に間接的に力がかかっていた可能性が高い。)</p>	
<p>対応</p>	<p>✓ 現状嵌合は良好であるが、念のため嵌合箇所を固縛済み。</p>	
<p>備考</p>	<p>ロードセル異常警報によりマストの上下動作が停止するが、燃料の把持性能に影響を及ぼす事象ではない。</p>	

【参考2-6】 振り返り点検時に確認した事象について テンシルトラスホイスト5用コネクタ損傷

発生事象	テンシルトラスホイスト5用コネクタ損傷
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 8月28日に燃料取扱機のテンシルトラス点検用の足場を解体時に、テンシルトラスを上下させるホイストの位置検出器のコネクタに足場板を接触させ、コネクタを損傷させた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>テンシルトラス点検用足場</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>テンシルトラスホイスト</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<p>✓ 足場解体のため足場板を下部の作業員へ手渡しする際、周囲状況の確認が不十分であったため、足場板がコネクタに接触した。</p>
<p>対応</p>	<p>✓ 当該コネクタの交換を行い、動作確認を実施済み。</p>
<p>備考</p>	<p>作業上の不具合であり、ガレキの落下等につながる事象ではない。</p>

【参考2-7】追加点検時に確認した事象について

燃料取扱機マスト上限検知用リミットスイッチ取付ボルト破断

発生事象	燃料取扱機マスト上限検知用リミットスイッチ取付ボルト破断
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 8月11日に燃料取扱機マストの上限検知用リミットスイッチ（LS）の取付ボルトの破断を確認した。また、LS下部に隙間があり、更にLS上部に接触痕を確認した。  <p>マスト</p>  <p>ボルト破断端部</p> <p>隙間</p> <p>現状の取付状態 (下部に隙間あり)</p>  <p>接触痕</p> <p>LS上部の接触痕</p> <p>本来の取付状態 (下部に隙間なし)</p>
<p>原因</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1Fへの設置前に、国内工場で実施した工事で当該LSの交換を実施した。その際、LSの固定ボルトを異なる位置に設置した（本来、上側の取付穴に取付すべきところ、下側の取付穴に取付）。 ✓ ケーブル破断事象や復旧手順確認時にLS上部にあるマストホイストイコライザが傾き、LSを押し下げたことにより、取付ボルトに過大な力が加わり破断したと推定。
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 当該ボルトの交換および正規位置へ取付けを実施し、LSの動作が正常に動作することを確認済み。 ✓ 類似箇所として国内工場で実施した工事で交換した他のLS（41個）は、取付状況に異常のないこと確認した。併せて、国内工場で実施した工事の確認を行い、交換した部品が計画通りに施工されていることを再確認した。
<p>備考</p>	<p>LSの機能は確保されており、ソフトウェアによる上限設定もあるため、燃料の取扱いに影響を及ぼす事象ではない。</p>

【参考2-8】追加点検時に確認した事象について
 マニピュレータ用水圧ホースのひび割れ

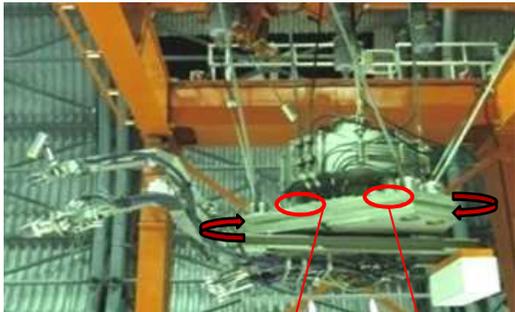
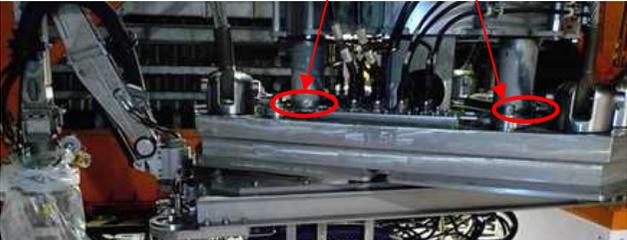
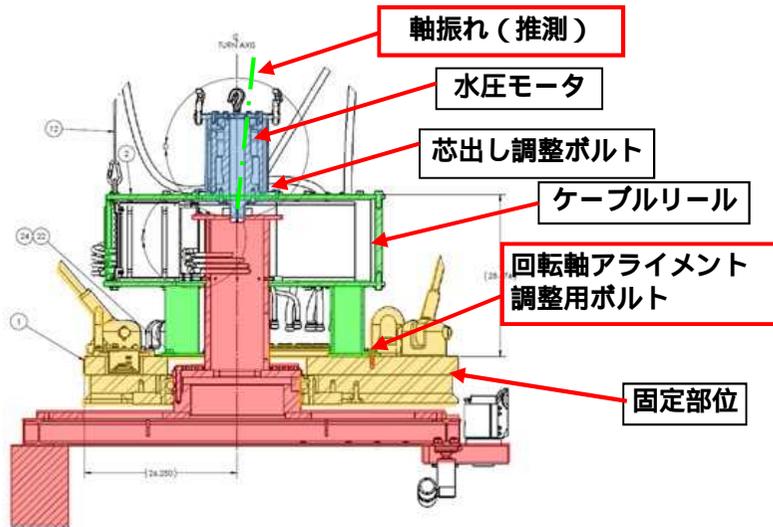
発生事象	マニピュレータ用水圧ホースのひび割れ
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 8月11日に、マニピュレータ右腕（SAM1）のツール交換装置用水圧ホース（表層部）にひび割れを確認した。作動流体の漏えいは発生していない。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>マニピュレータ 右腕（SAM1）</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>水圧ホースのひび割れ</p> <p>部拡大</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<p>✓ ホースの加締め部近傍のためホースにかかる曲げ応力と使用に伴う経年劣化と推定</p>
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 耐圧部ではなく、表層部の劣化であるため自己融着テープにて補修を実施済み。 ✓ 類似箇所の確認を行い、異常のないことを確認済み。 ✓ 当該箇所及び類似箇所について月例点検時にひび割れの有無について確認。
<p>備考</p>	<p>水圧ホースの耐圧部ではなく、表層部の劣化であるため、機能に影響はない。</p>

【参考2-9】追加点検時に確認した事象について

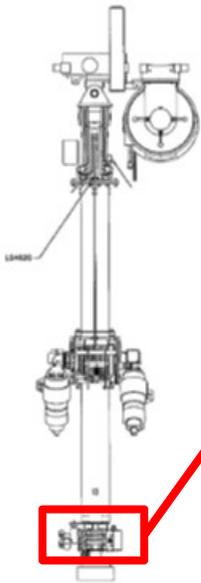
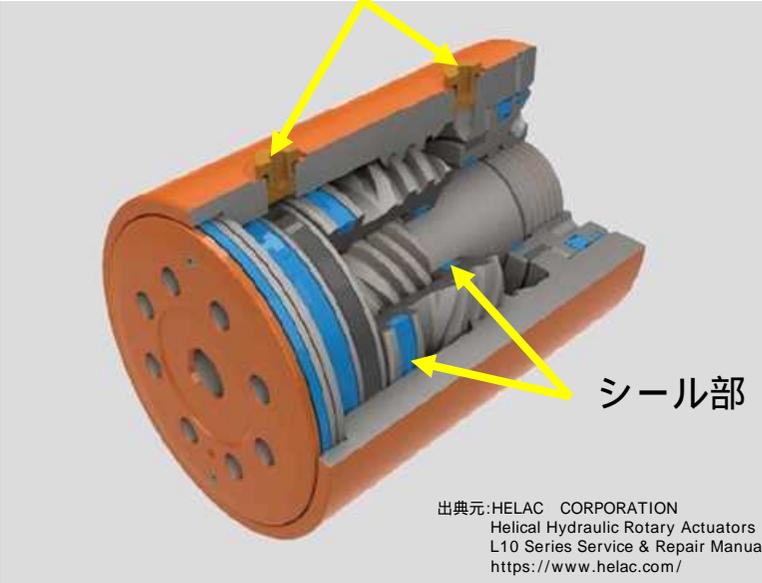
燃料取扱機マストホイストモータ位置検出器#1コネクタ導通不良

発生事象	燃料取扱機マストホイストモータ位置検出器#1コネクタ導通不良
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> の事象に伴う、テンシルトラスホイスト5用コネクタ・ケーブル交換後、8月29日にシステムリセットを行った際に、マストホイストモータ#1の位置検出器関連エラーが発生した。 調査の結果、マストホイストモータ#1位置検出器に取り付けられているコネクタ部に導通不良があることを確認した。 当該コネクタを分解したところ、心線の余長が不足していることを確認した。また、一つの心線がコネクタピンから外れていることを確認した。 なお、8月12日から実施した追加点検時に、当該コネクタ部にゆりみを確認したため、8月23日に締付を実施していた。 <p>：当該コネクタは燃料取扱設備におけるケーブルの不具合事象を反映した要領書制定前に修理を実施していた。なお、同様に製作したコネクタは他にテンシルトラス用に2箇所のみである。</p> <div data-bbox="651 810 1205 1155"> </div> <div data-bbox="1317 770 1883 1155"> </div>
<p>原因</p>	<p>✓ 追加点検時に当該コネクタの締付を行った際に、心線の余長が不足しており、心線に力が加わりコネクタピンから外れたと推定。</p>
<p>対応</p>	<p>✓ 当該コネクタを含む類似箇所（3か所）のコネクタ交換後、導通確認、絶縁抵抗測定、耐電圧試験、動作確認を実施済み。</p>
<p>備考</p>	<p>マストホイスト位置異常警報によりマストの上下動作が停止するが、燃料の把持性能に影響を及ぼす事象ではない。</p>

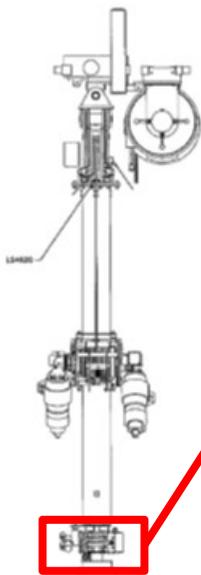
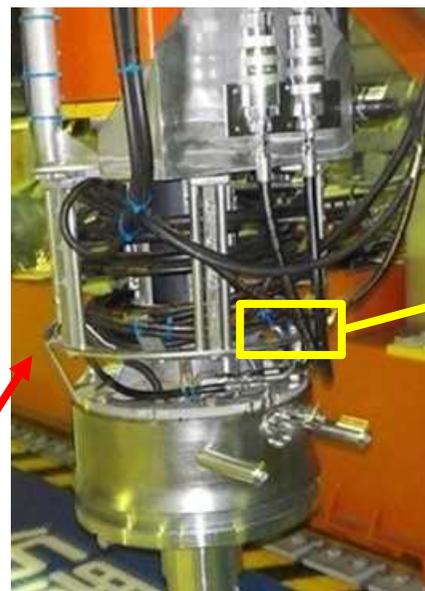
【参考2-10】追加点検時における調整不良について テンシルトラス旋回不良

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 8月12日の追加点検時のテンシルトラス動作確認において、テンシルトラスが旋回できない事象を確認した。テンシルトラスの制御ケーブルに異常は確認されなかった。 9月3日 燃料取り出しの準備作業をしていたところ、燃料取扱機のテンシルトラスがスムーズに旋回しない事象を確認した。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>テンシルトラス</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>回転用アライメント調整ボルト</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>テンシルトラス断面図</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ テンシルトラスの回転軸アライメント調整用ボルトの締め付けに伴い水圧モータの軸振れが発生し、摺動抵抗が増加したものと推定。 ✓ 水圧モータ内部のシール部からのリークによる回転動力の低下。
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水圧モータの交換後、旋回調整及び動作確認を実施済み。 ✓ 調整用ボルトへ注意喚起の表示を実施済み。
<p>備考</p>	<p>テンシルトラスは燃料や輸送容器を取り扱うものではないため、燃料取扱い中の燃料損傷に至ることは無い。</p>

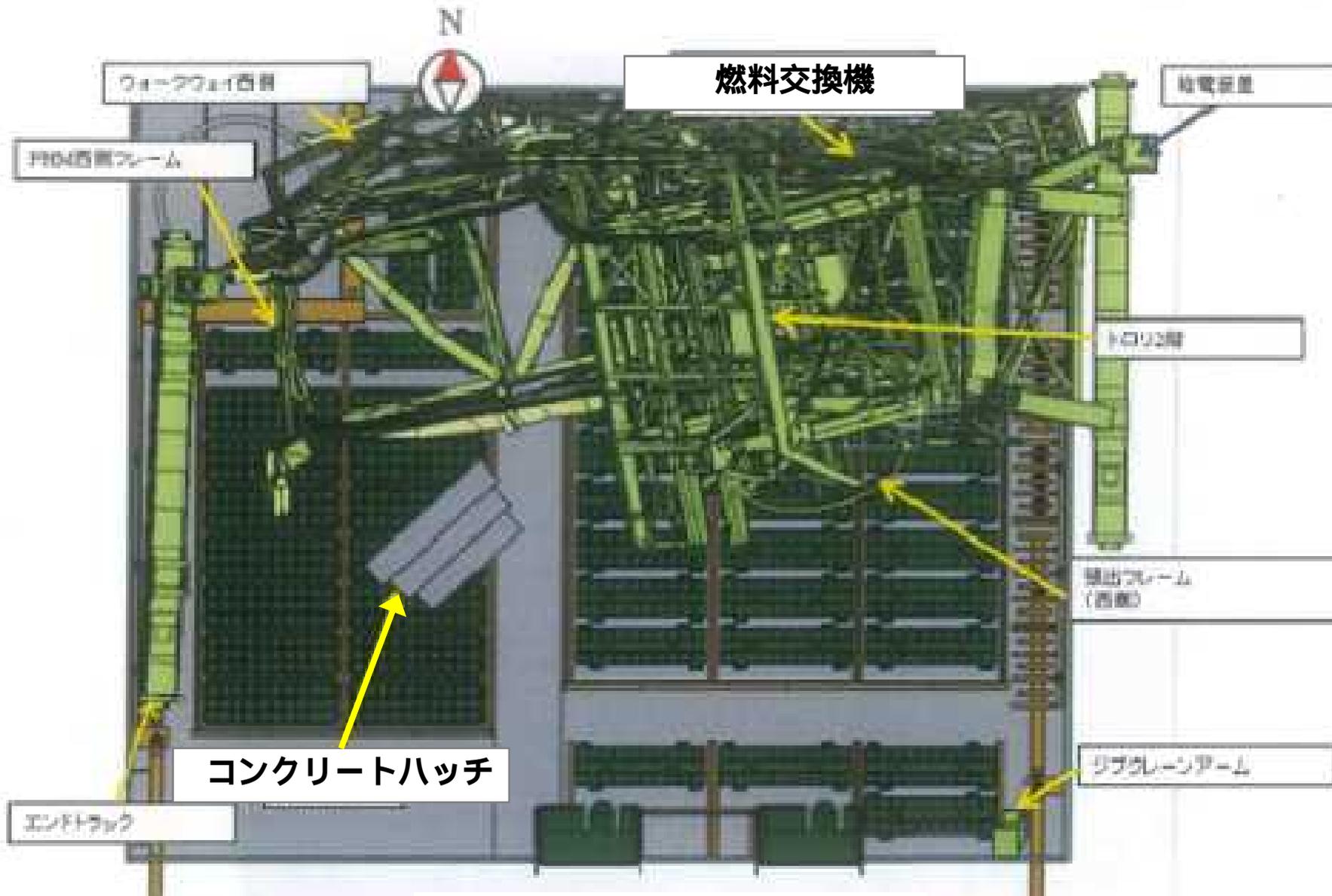
【参考3-1】燃料取り出し準備中に確認された事象について 燃料取扱機マスト旋回不良

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 9月9日 燃料取り出しの準備作業をしていたところ、燃料取扱機のマストがスムーズに旋回しない事象を確認した。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>マスト</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>水圧モータ 水圧ホースリール部</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>水圧用ポート シール部</p> <p><small>出典元: HELAC CORPORATION Helical Hydraulic Rotary Actuators L10 Series Service & Repair Manual https://www.helac.com/</small></p> <p>水圧モータ立体断面図</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<p>✓ 水圧モータ内部のシール部からのリークによる水圧モータの回転力の低下。</p>
<p>対応</p>	<p>✓ 水圧モータの交換後、旋回調整及び動作確認を実施済み。</p>
<p>備考</p>	<p>マストの旋回が出来ない事象であり、燃料の把持は維持されるため、燃料の落下につながる事象ではない。</p>

【参考3-2】燃料取り出し準備中に確認された事象について
燃料取扱機マスト水圧ホースの継手部からののにじみ

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 10月15日 マニピュレータでのフランジプロテクタの把持状況の確認のため、当社監理員が現場に出向した際に、マスト下部に作動流体（水グリコール）の滴下痕があることを確認した。しみ箇所はマストの水圧ホースと配管の継手部で、しみは約13秒に1滴程度であった。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>マスト</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>水圧ホールリール部 (赤枠部拡大)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>しみ部 (黄枠部拡大)</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<p>✓ マスト水圧モータ後の旋回調整時に、水圧ホースが当該継手部を引張り・捻れの力が発生したため、継手部の緩みが発生したと想定</p>
<p>対応</p>	<p>✓ 当該接続部を取外し、水圧ホースが当該継手を引張らない様に再接続を実施済み。 ✓ 再接続後の動作確認を実施済み。</p>
<p>備考</p>	<p>作動流体のにじみであり、燃料は把持されるため、燃料の落下につながる事象ではない。</p>

【参考4】使用済燃料プール内に落下した燃料交換機、コンクリートハッチの状況



使用済燃料プール上面図