

3号機使用済燃料プールからの燃料取り出しについて

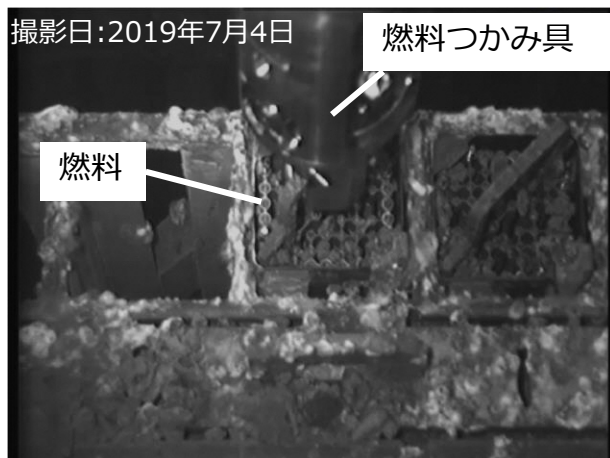
2019年8月7日



東京電力ホールディングス株式会社

1. 燃料取り出しの状況

- 7月4日に燃料取り出し作業を再開した。
- 7月中に新燃料21体（輸送3回分）の取り出しを計画しており、7月21日に完了。2019年4月15日の燃料取り出し開始以降では、28体／566体の取り出しが完了している状況。
- 燃料取り出し作業において、周辺環境のダストの濃度に有意な変動がないことを確認している。



新燃料取り出し開始



輸送容器へ新燃料装填



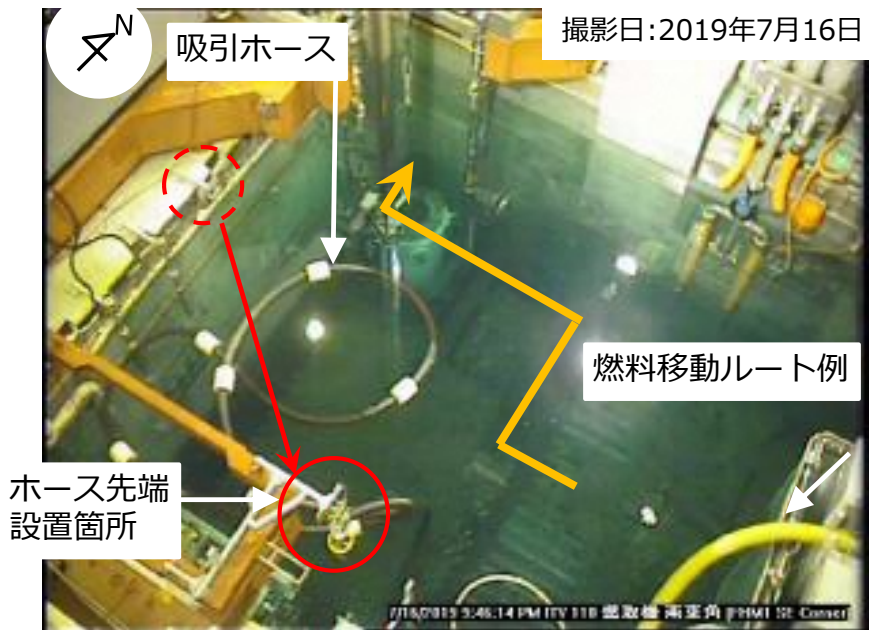
共用プールラックへ新燃料を収納

■ 2回目以降の燃料取り出しにあたり，以下の対応を実施

➢ 振り返りに基づく手順・設備の改善【完了】

燃料移動作業および輸送容器取扱作業実施者と作業の振り返りを実施し
手順・設備を改善した。

- ✓ 燃料移動ルートと干渉しないよう，吸引装置のホース固定場所を見直し
- ✓ 輸送容器内着座後のフックとハンドルの接触を防止するため，マスト位置を調整する手順
- ✓ プール上部を俯瞰できるWebカメラ用モニタ設置位置を監視を行いやすいように変更
- ✓ クレーン補巻の巻き上げ時にホースのたわみ状況と，周囲との干渉が無い事を確認する手順など



吸引装置のホース固定場所の変更



Webカメラ用モニタ設置位置の変更

2-2. 燃料取り出し再開までの対応状況（燃料取り出し訓練）

■ 1回目燃料取り出し後の訓練は6月27日に完了

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）の操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締め，密封確認装置の操作，1階への吊り降ろし等の訓練を行う
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

	訓練 (1回目前)	燃料取り出し (1回目)	訓練 (1回目後)	燃料取り出し (2回目～)
燃料移動操作班 (6班)	③2班	2班で作業	③4班	6班で作業
輸送容器取扱操作班 (6班)	①2班 ②2班	2班で作業	①4班 ②4班 完了	6班で作業 再開



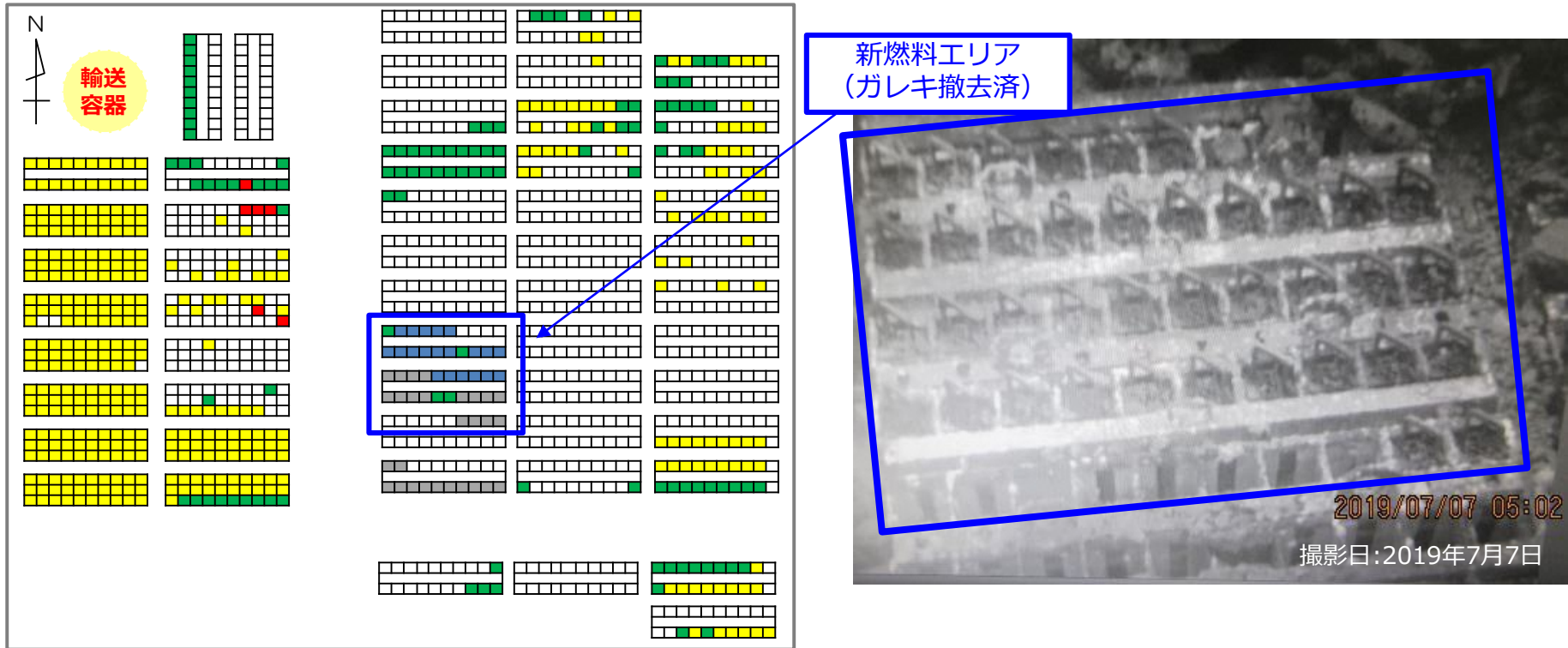
燃料移動訓練の状況（模擬燃料の輸送容器への収納）



遠隔操作室の状況

2-3. 燃料取り出し再開までの対応状況（ガレキ撤去）

■ 燃料取り出し再開までに48体分の燃料上部のガレキを撤去



2019年7月21日時点

- : 取出済 **【28体】**
- : 健全性確認済（合格） **【20体】**
（新燃料エリアの健全性確認を実施していない4体はガレキが若干残っているためガレキ撤去後に健全性確認実施）
- : これまでにハンドル上部確認（明らかな変形は無し） **【115体】**
- : 2015年12月SFP調査にて明らかなハンドル変形を確認 **【6体】**
- : ハンドル未確認 **【397体】**

3. 燃料取り出しとガレキ撤去の今後の進め方（1 / 3）

燃料取り出しとガレキ撤去を24時間体制で進めていく。

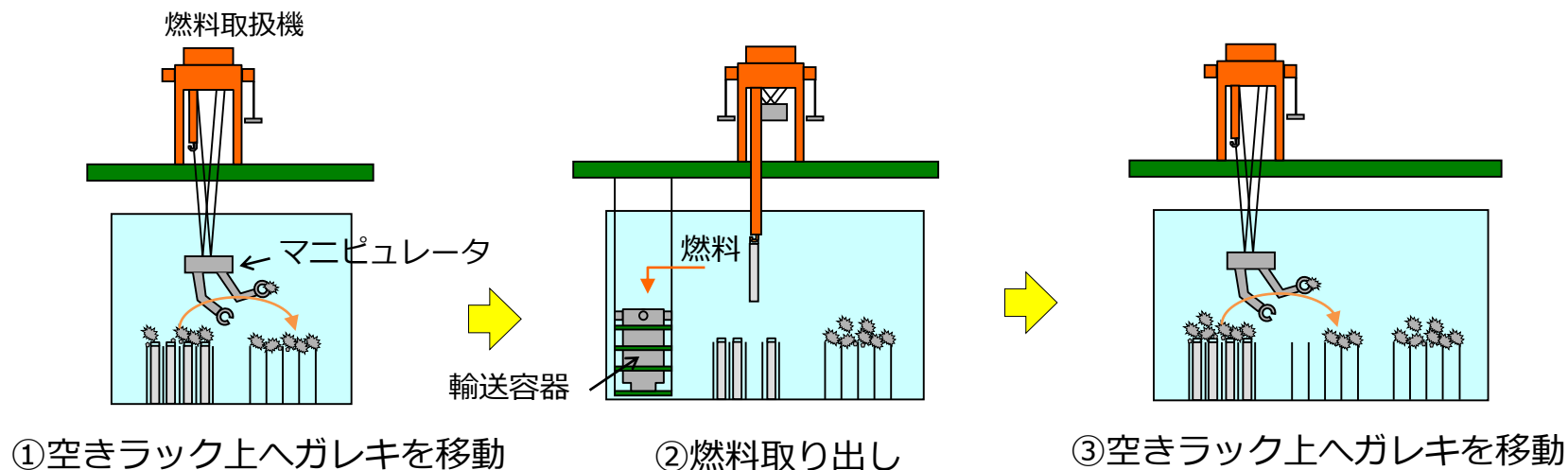
基本的な進め方は以下の通り。

- ① 燃料上部に堆積したガレキを撤去する。

具体的には、マニピュレータで撤去したガレキを付近の空きラックの上に移動する※又はバスケットに入れる。

※ガレキを入れたバスケットをプールの外に移送する手法よりも空きラック上に移動の方がガレキ撤去を効率よく進めることができる。

- ② ガレキを撤去したラック内の燃料を取り出す。
- ③ 燃料取り出し後の空きラックに隣接するラック上のガレキを移動する。

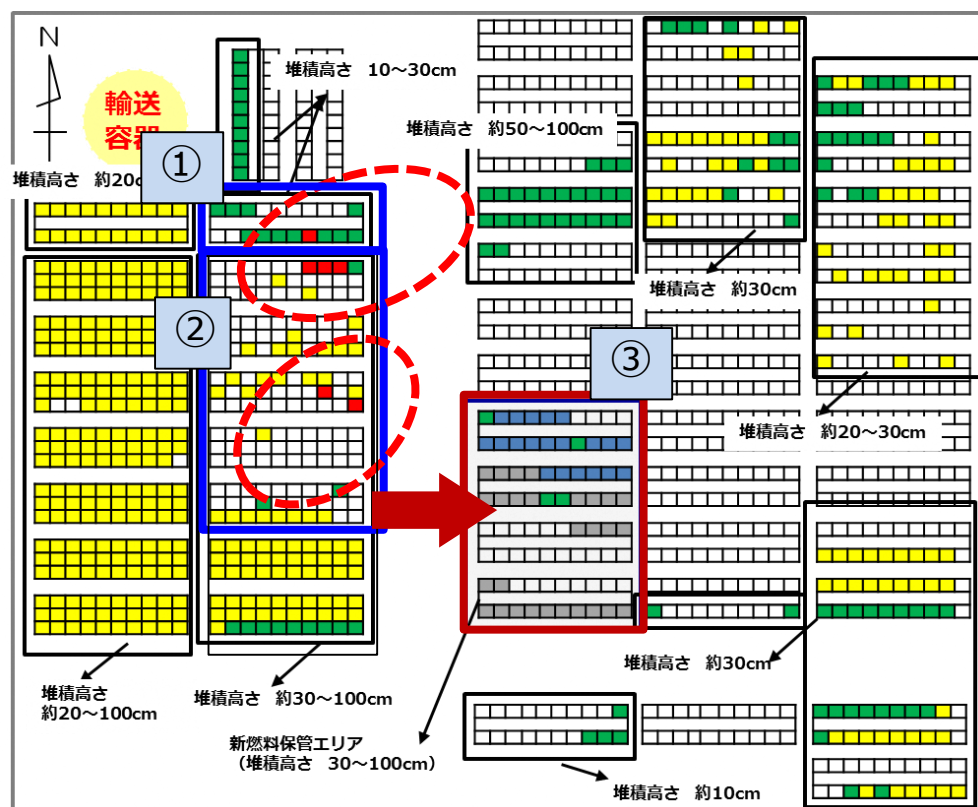


3. 燃料取り出しとガレキ撤去の今後の進め方（2 / 3）

現在までに確認されているハンドル変形燃料はいずれも落下したFHM、コンクリートハッチ下（下図の赤破線部）で見つかった。一方、コンクリートガレキが堆積したエリアはこれまでのところ、ハンドル変形燃料は確認されていない。

このため、燃料ハンドルの状態を早期に確認する観点から、下図①、②エリア（青線枠内）のガレキ撤去を優先的に進めていく。

①エリアについてはガレキ撤去を行い、過去の調査で確認したハンドル変形燃料1体以外に明らかな変形はなかった。②エリアについてはガレキを移動できる空きラックが周辺にないため、下図③エリアから新燃料を取り出しラックが空いた後、②エリアのガレキ撤去に着手する。

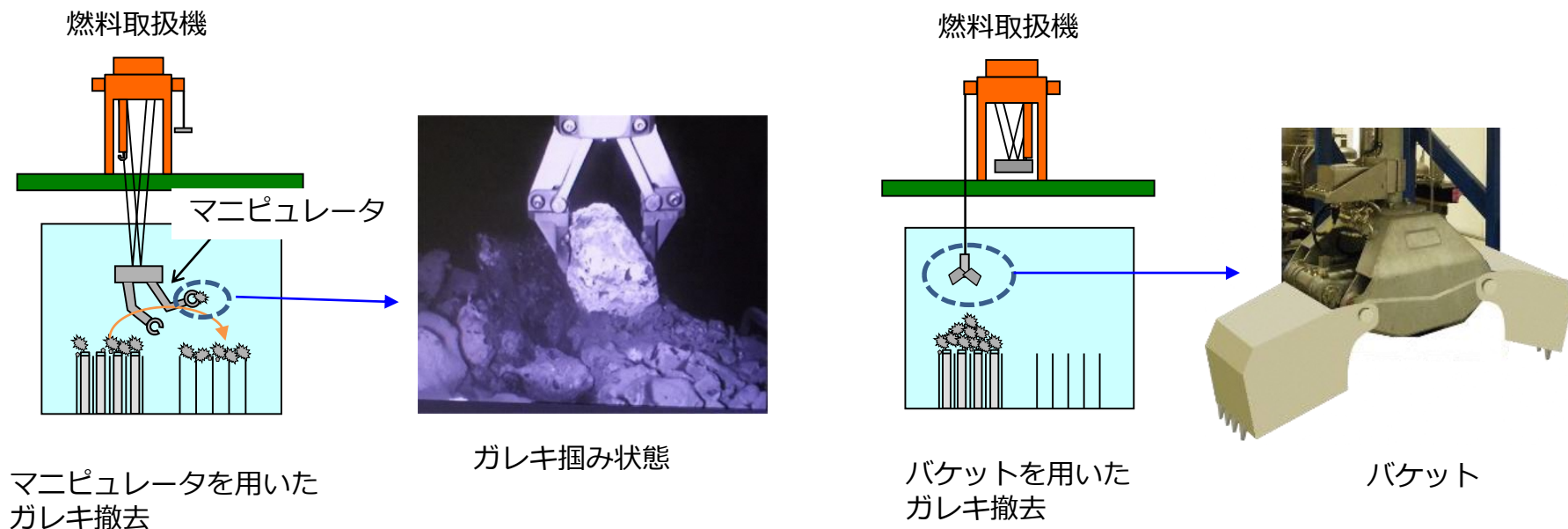


2019年7月21日時点

- : 取出済【28体】
- : 健全性確認済（合格）【20体】
（新燃料エリアの健全性確認を実施していない4体はガレキが若干残っているためガレキ撤去後に健全性確認実施）
- : これまでにハンドル上部確認（明らかな変形は無し）【115体】
- : 2015年12月SFP調査にて明らかなハンドル変形を確認【6体】
- : ハンドル未確認【397体】

3. 燃料取り出しとガレキ撤去の今後の進め方（3 / 3）

直径100mmを超える大きさのガレキはマニピュレータで把持し，撤去しているが，ガレキが多く堆積しているエリアについては，一度に多くのガレキを撤去することが可能なバケットを活用することにより，ガレキ撤去効率の向上を図り，燃料ハンドルの状態を早期に確認していく。



4 - 1. 燃料取り出し・ガレキ撤去作業中に発生した事象 ガレキ撤去ツール先端側外れ事象の概要 (1 / 2)

■ 概要

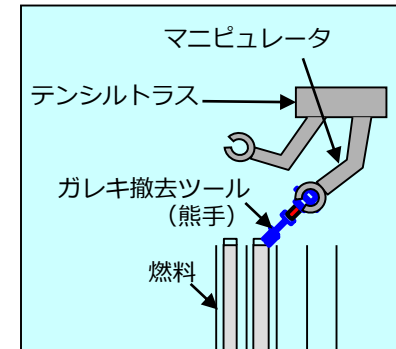
6月17日 1時頃 ガレキ撤去作業中，マニピュレータで把持した熊手型ガレキ撤去ツール（以下，熊手という）の一部が外れ，外れた下部側が空きラック上に倒れ込んだ。

■ 原因調査

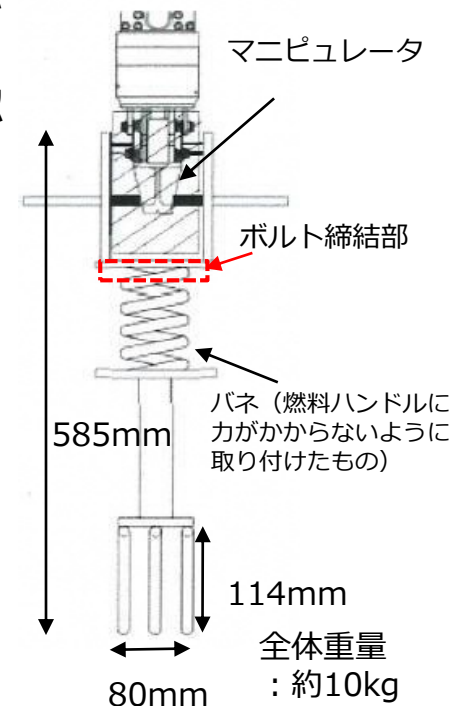
- 熊手の上部と下部を接続するボルト3本が外れていた。
- 熊手の下部は，スプリング破損等の異常はなかった
- 熊手の上部は，ねじ山の潰れ等の異常はなかった
- ボルトには緩み止め剤を塗布していたが，必要に応じて取り外しができるように，緩み止めの強度が中程度のものを使用していた
- 熊手の使用前に外観点検を行っていたが，ボルトの締結状態を確認する手順ではなかった。

■ 外れの推定原因

- 熊手使用時のスプリングの振動に伴い，ボルトが徐々に緩んだが，ガレキ撤去作業中に気づかず，ボルトの外れに至ったと推定した



発生時の作業状況



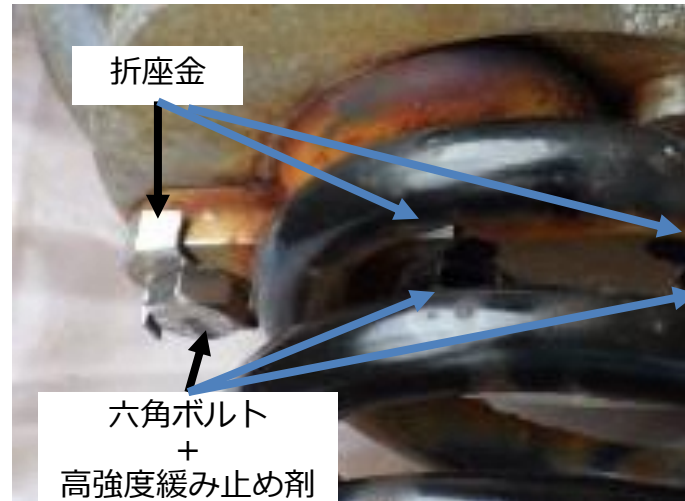
4 - 1. 燃料取り出し・ガレキ撤去作業中に発生した事象 ガレキ撤去ツール先端側外れ事象の概要（2 / 2）

■ 対策

- 折座金を使用し、ボルト緩みを抑制した。
- 永久固定用の高強度緩み止め剤を使用して、ボルト緩みを防止した。
- ガレキ撤去作業期間中も定期的にボルトの締結状態を確認することを手順書に反映した。

■ 水平展開

- 他のガレキ撤去ツール：
 - L字型およびスコップ型のガレキ撤去ツールも熊手と同じスプリングを同様に締結しており、ガレキ撤去作業中にボルトが緩む可能性があるため、同様の対策を実施済。
- 燃料取扱設備における類似箇所：
 - スプリングの振動による応力が加わるボルトはガレキ撤去ツールのみだが、念のためその他に水中で使用する機器で荷重が伝達されるボルトを抽出し、緩みがないことを確認済。



熊手緩み対策実施後

4 - 2. 燃料取り出し・ガレキ撤去作業中に発生した事象 燃料取扱機 (FHM) からの作動流体の漏えい事象の概要

■ 概要

- 7月17日17時30分頃, FHM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, SFP内へ流入した。
(漏えい量は水槽の水位低下量からの想定)
- SFP水の分析結果から, 流入した作動流体による影響がないことを確認済。

■ 原因調査

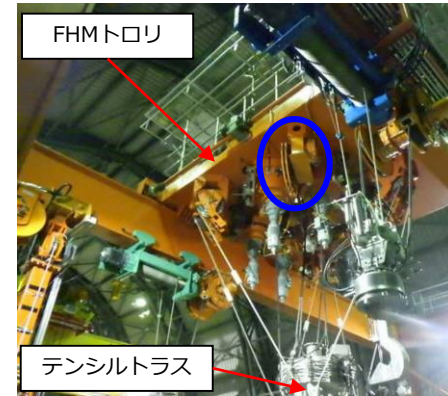
- 7月18日に破損部位を取り外し, 原因調査中 (詳細は次頁参照)
破面観察の結果 (一部)
⇒疲労破壊に特徴的なラチェット状の段差を確認した。
引き続き継手の破面観察 (SEM) を行い, 原因を追究する。

■ 工程への影響

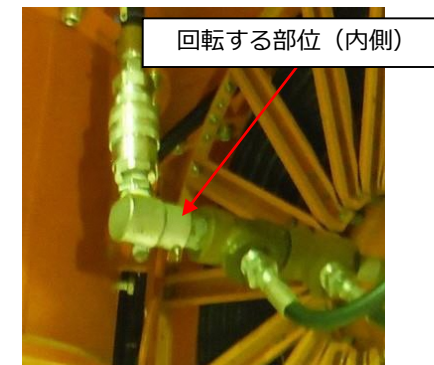
- 燃料取り出し
7月中に予定していた輸送3回分の作業は完了。
- FHM, クレーンについては設備点検期間中に修理する予定であるため, 燃料取り出しの計画に影響はない見込み。

■ 今後の対応

- 7月24日から開始している設備点検期間中に当該箇所を修理する。
また, FHM及びクレーンの類似箇所については, 原因調査結果に基づき対策を行う。



○部拡大：漏えい箇所



通常状態

4 - 2. 燃料取り出し・ガレキ撤去作業中に発生した事象

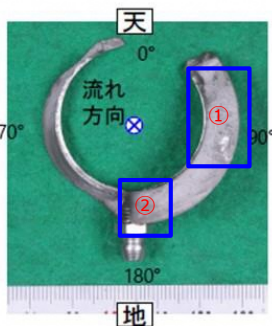
燃料取扱機 (FHM) からの作動流体の漏えい事象 (材料調査) **TEPCO**

■ 継手部の状況

- ✓ 材質：SUS440C
- ✓ 外径：約50mm 内径：約34mm
- ✓ 部品の欠損状況
 - ・約30mm×約30mm×約8mm
 - 重量：約40g
 - ・ベアリング用鋼球：25個 算出値 約4mm 直径

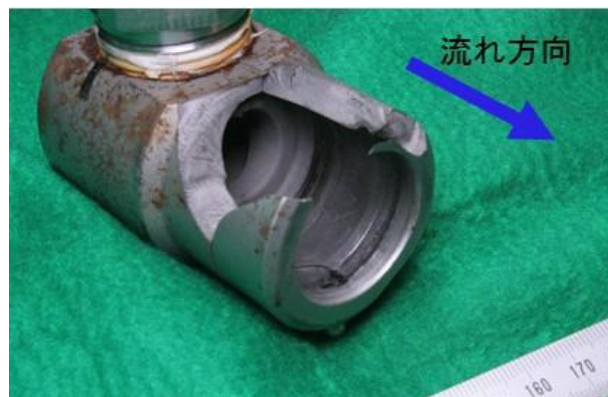
欠損部品が燃料に影響を与えないことを評価にて確認済。

■ 破面観察結果

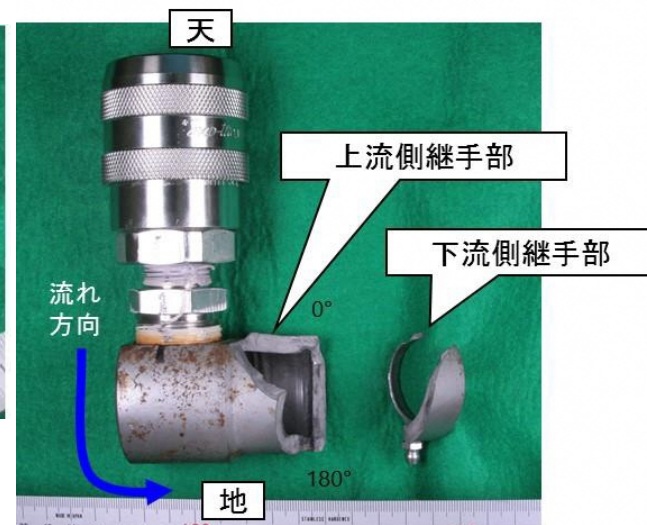


下流側継手

- ✓ 下流側継手部 (SEM観察)
 - ・おおむね平坦で無特徴な破面の様相であった。(写真①)
 - ・一部にディンプル状の模様を確認した。(写真②)

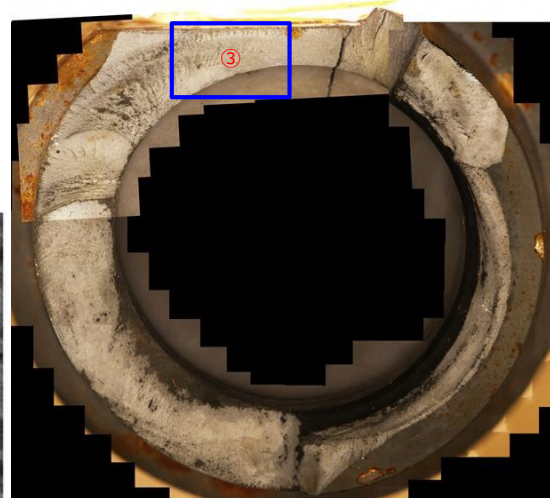


継手部外観

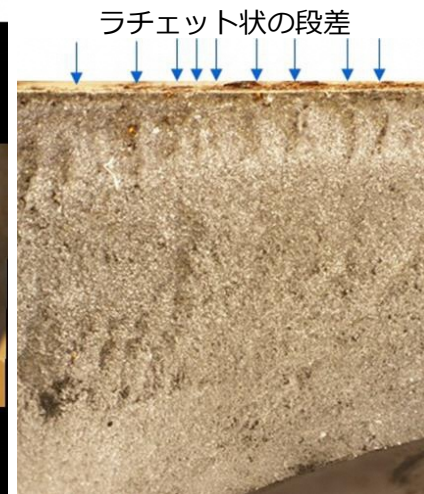


継手部外観

- ✓ 上流側継手部 (実体顕微鏡観察)
 - ・ラチェット状の段差を確認した。(写真③)

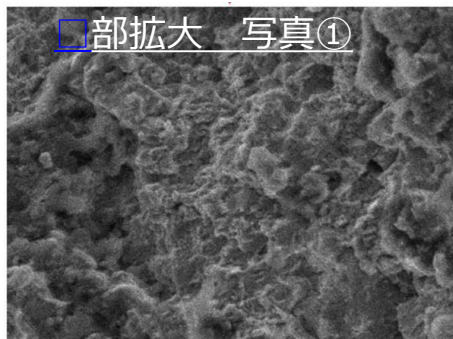


上流側継手破面全体



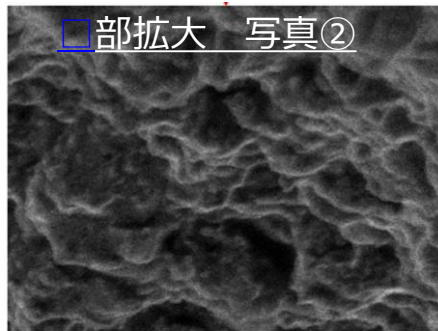
部拡大 写真③

部拡大 写真①



拡大図(2000倍) 10μm

部拡大 写真②



拡大図(2000倍) 10μm

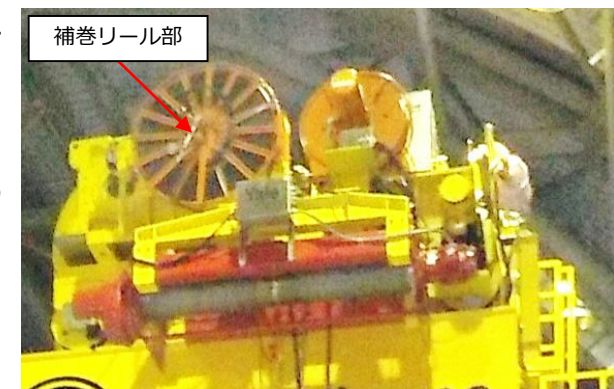
4 - 3. 燃料取り出し・ガレキ撤去作業中に発生した事象 燃料取扱用クレーンからの作動流体の漏えい事象の概要

■ 概要

- 7月21日1時頃、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
今回、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。
- 漏えいした作動流体はSFP内へ流入したが、水槽の水位に有意な低下が認められていないことから、漏えい量は少量であると判断している。
- なお、今回の漏えい箇所は、7月17日の発生事象（燃料取扱機（FHM）からの作動流体の漏えい）とは異なる。



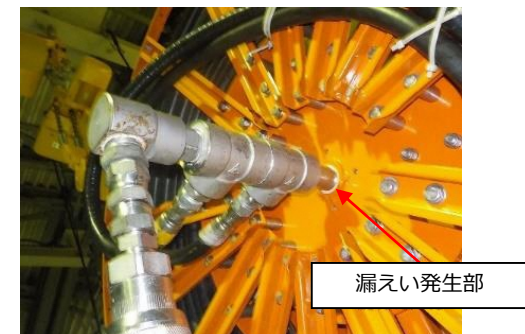
クレーン（○部：補巻）



クレーン補巻（○部拡大）

■ 今後の対応

- 7月24日から開始している設備点検期間中に詳細確認を行い、当該箇所を修理予定。また、類似箇所の確認を行い、必要に応じて対策を行う。

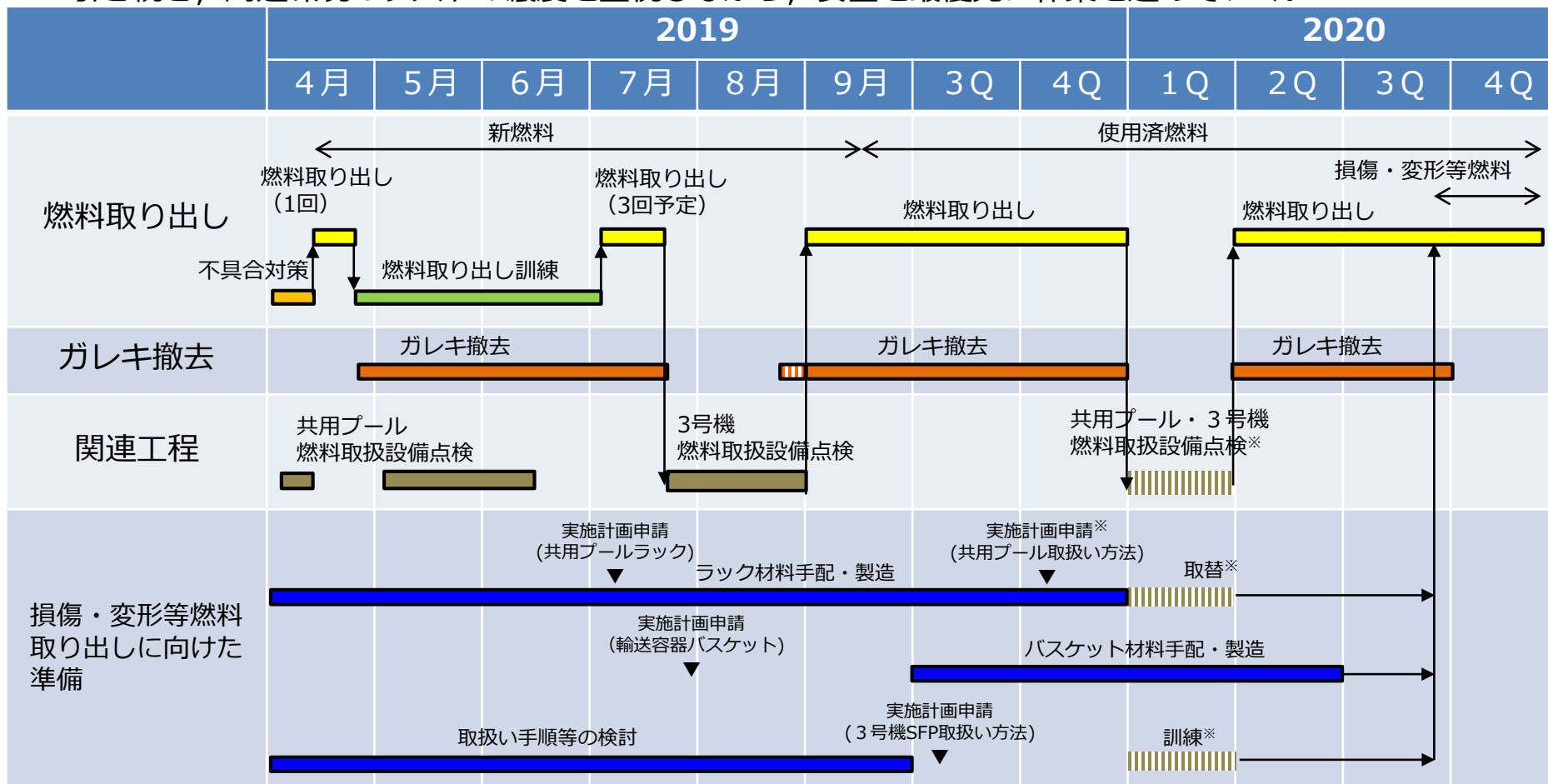


リール部

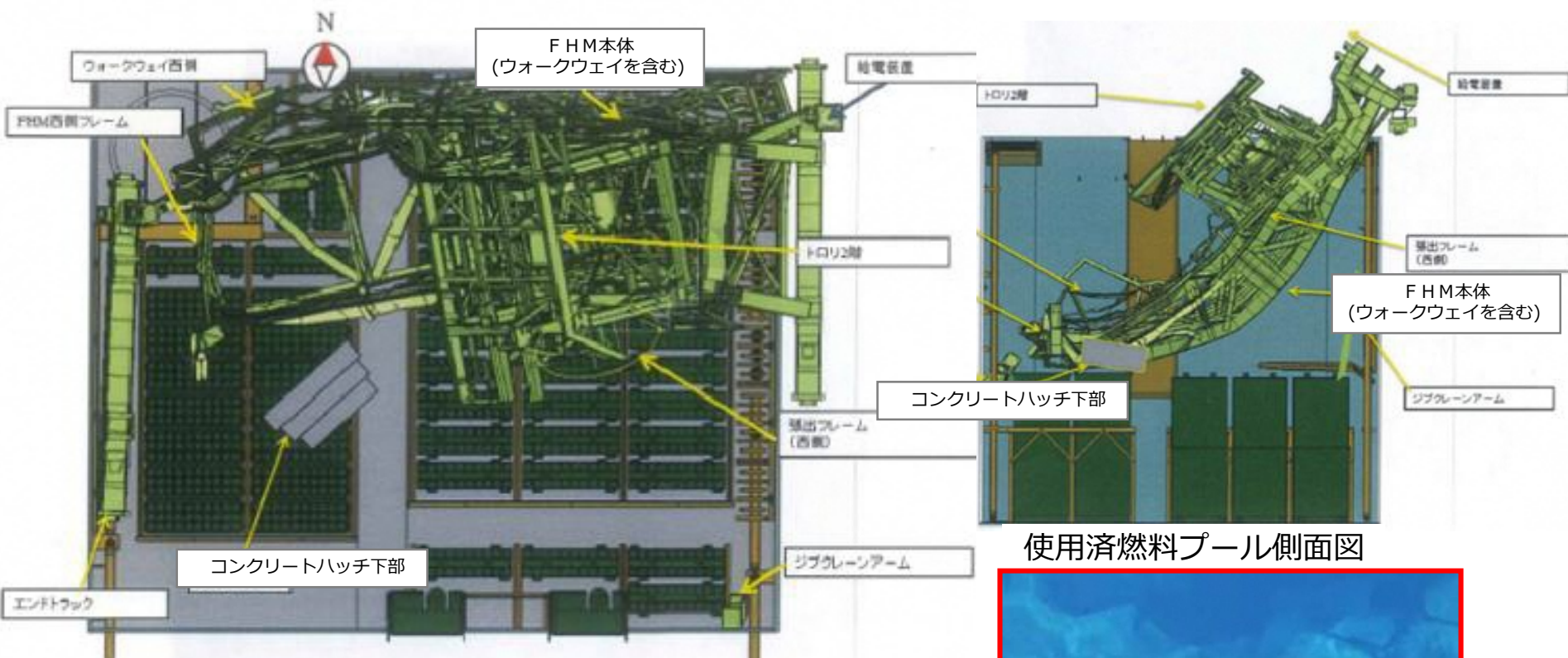
漏えい発生部

5. 今後の燃料取り出し計画

- 7月24日から3号機燃料取扱設備点検のため、燃料取り出し及びガレキ撤去を一時中断した。
- 9月初旬から燃料取り出し及びガレキ撤去を再開予定。
- 新燃料上部のガレキ撤去はほぼ完了。FHM、クレーンを設備点検期間中に修理する予定であるため、燃料取り出しの計画に影響はない見込み。
- 引き続き、周辺環境のダストの濃度を監視しながら、安全を最優先に作業を進めていく。



※工程調整中



使用済燃料プール上面図

使用済燃料プール側面図

これまでに実施した使用済燃料プール内調査やガレキ撤去時に、落下したFHM下部、コンクリートハッチ下部でハンドル部が変形した燃料が6体確認されている



確認されたハンドル変形の例
(落下したFHM下部)