

3号機燃料取り出しの状況

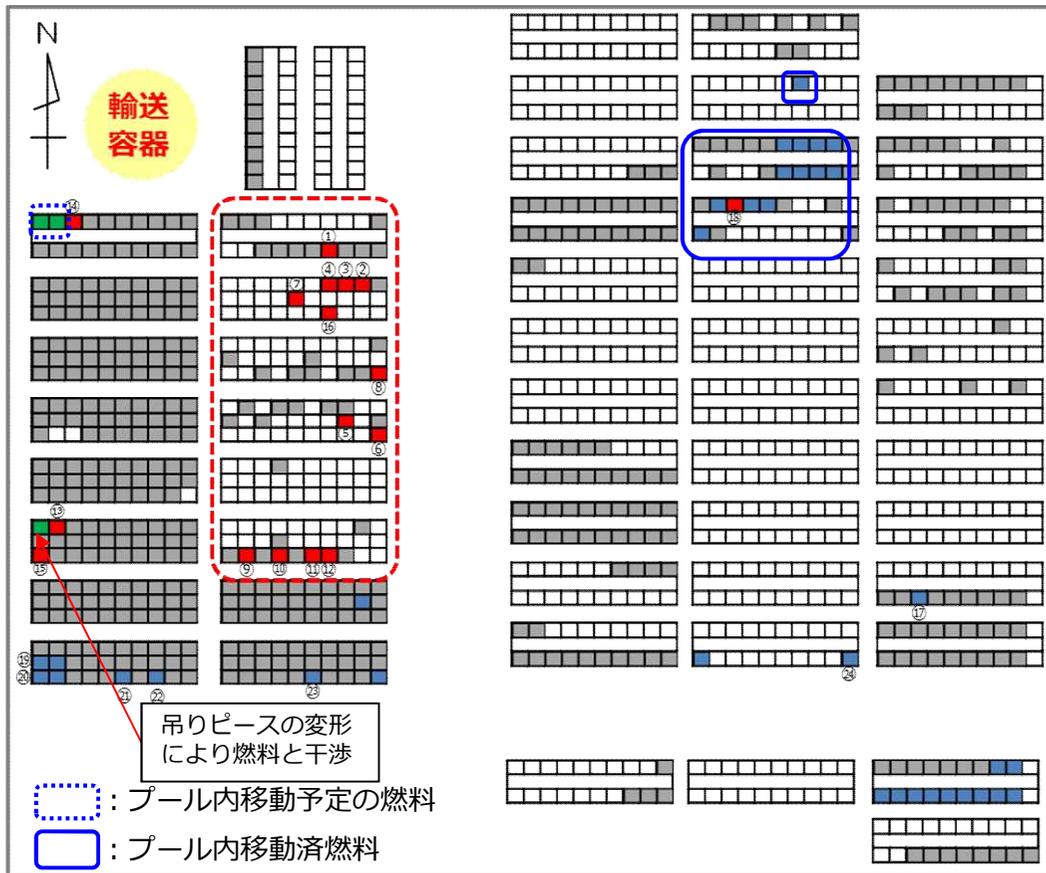
2021年1月25日

TEPCO

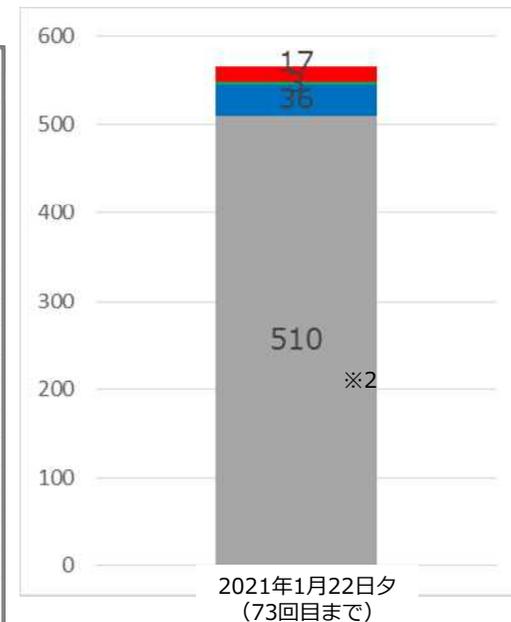
東京電力ホールディングス株式会社

1. 燃料取り出し・ガレキ撤去の状況

- 2021年1月22日夕時点,計510体^{※1}/全566体の取り出しを完了している。
- 11月18日に発生したクレーン主巻が上昇しない事象について、動力ケーブル交換により復旧し12月20日より燃料取り出しを再開。
※1 共用プールに取り出し完了した燃料体数
- 12月24日、新規掴み具によるハンドル変形燃料（4体）の吊り上げ試験を実施。吊り上げ可を確認。
- 12月26日、共用プールにおいて把持できない燃料を1体確認。1月4日に3号機へ戻している。
- 1月5日、プール内に残っている燃料の吊り上げ確認において、新たに6体の燃料が最大1tの範囲で吊り上がらない状況を確認。



3号機使用済燃料プール（73回目までの取り出し状況を反映）

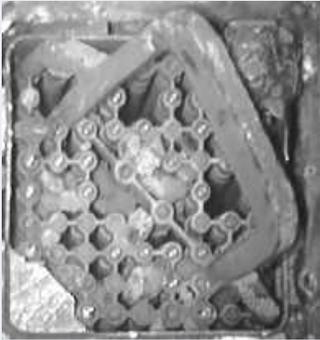
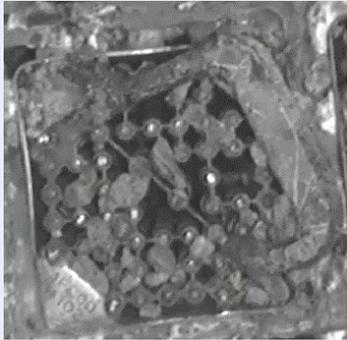


3号機使用済燃料プール内燃料内訳

- : ハンドル変形燃料
- : ガレキ撤去中
- : ガレキ撤去完了
- : 燃料取り出し済
- : 燃料が入っていないラック
- : 燃料交換機、コンクリートハッチが落下したエリア
- ①～⑯⑱ : ハンドル変形燃料
- ⑰⑲～⑳㉑ : ハンドル変形が無くガレキによる干渉のある燃料

3. ハンドル変形燃料吊り上げ試験の実施状況

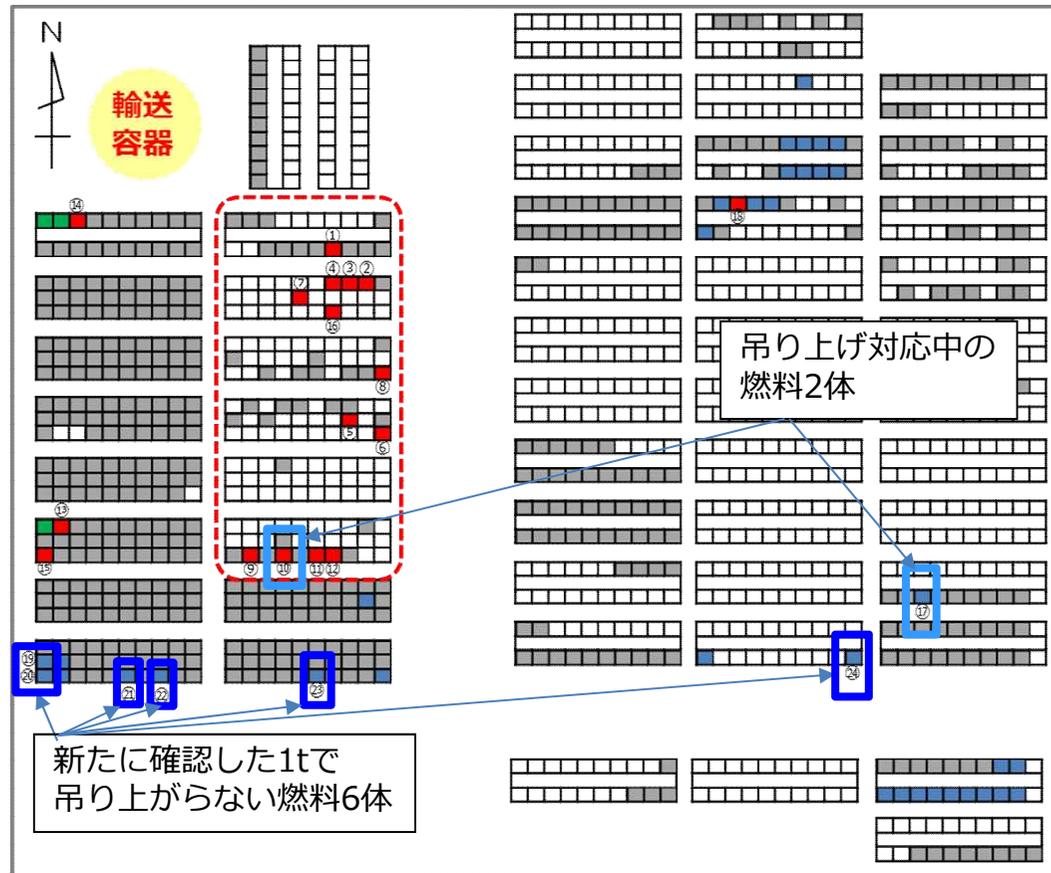
- 新規掴み具（参考2）の準備が整ったため、12月24日、対象燃料4体（③⑨⑫⑬）の吊り上げ試験を実施。吊り上げ可能であることを確認した。

分類	ハンドル変形燃料(4体)			
掴み具	新規掴み具要			
写真				
場所※1	③	⑨	⑫	⑬
吊り上げ可否	○	○	○	○
付与荷重	約430kg	約510kg	約920kg	約480kg
試験時挙動	・ 干渉解除後は燃料自重（約300kg）で上昇			

※1：①等の番号はハンドル変形燃料等の通し番号(P1参照)

4. プール内に残っている燃料の吊り上げ確認の状況

- 2020年12月より実施しているプール内に残っている燃料の吊り上げ確認において、1月5日、新たに6体の燃料について1tで吊り上がらない状況を確認。当該の燃料は、今後上部のガレキの除去、再吊り上げを行う予定。
- これまで実施しているハンドル変形燃料等の吊り上げ確認結果と合わせ、干渉解除対応が必要な燃料は合計8体



3号機使用済燃料プール（73回目までの取り出し状況を反映）



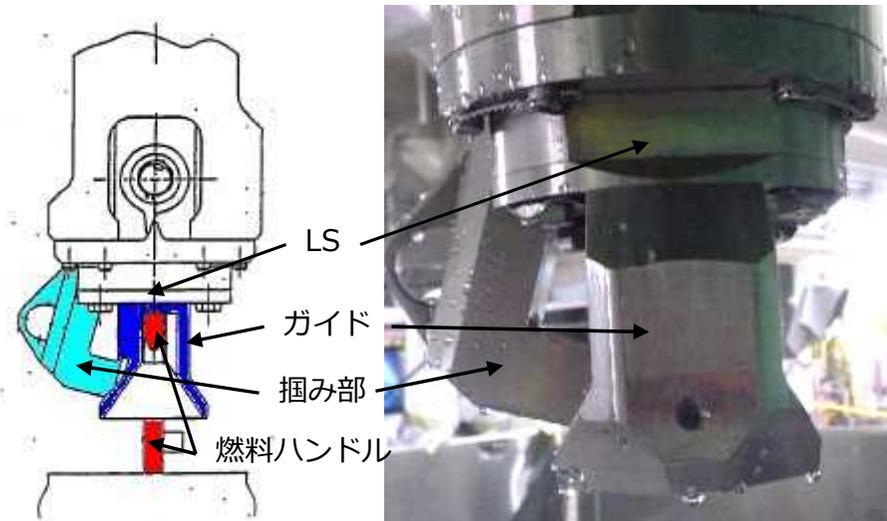
吊り上げ確認の状況（⑳燃料）

5. 共用プールで把持できない事象

- 共用プールの燃料つかみ具は着座時に燃料のハンドル部がガイド内のリミットスイッチ（LS）と接触することにより掴み部の開閉が操作可能になる構造
- 燃料ハンドルが若干変形しており、ガイド部に入らず把持できない可能性があるかと推定
- 共用プールから3号機燃料ラックへ戻し、治具による再確認を行い、当該燃料をハンドル変形燃料と判定した。当該燃料は、他のハンドル変形と合わせて取り出しを行う。



掴めなかった燃料（キャスク内）



共用プールのつかみ具の構造

6. 特別な対応を要する燃料の状況

- 共用プールにて把持できない燃料, 吊り上げ確認の状況を踏まえ, 特別な対応を要する燃料を18体から25体に見直し
- ハンドル変形燃料等, 特別な対応を要する燃料 (25体※¹) の状況は下表のとおり

(1) 吊り上げ可能な状態にする対応が必要な燃料 (9体)

ハンドル変形有無		状態	体数	対応
無し		燃料ラック吊りピース変形と干渉	1	吊りピースとの干渉解除
		<u>最大1000kgで吊り上げ不可</u> <u>(17, 19~24)</u>	<u>7</u>	ガレキ撤去ツール適用後, 吊り上げ試験再実施 干渉解除措置を実施
有り	既存掴み具で 取り扱い可	最大1000kgで吊り上げ不可 (10)	1	ガレキ撤去ツール適用後, 吊り上げ試験再実施 干渉解除措置を実施

(2) 吊り上げ試験等により吊り上げ可能であることを確認した燃料 (16体)

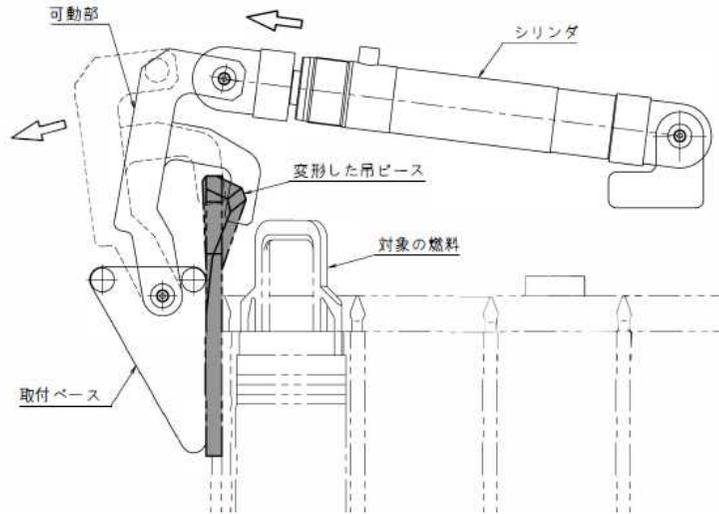
ハンドル変形有無		状態	体数	対応
有り	既存掴み具で 取り扱い可	ハンドル変形 (1 2 4 5 6 7 8 11 15 16 <u>18</u>)	<u>11</u>	ハンドル変形燃料として取り扱い・輸送・保管
		ハンドル変形および 洗浄配管とマストとの干渉 (14)	1	
	新規掴み具で 取り扱い	<u>吊り上げ試験実施済</u> <u>(3 9 12 13)</u>	<u>4</u>	

※1: ①等の番号はハンドル変形燃料等の通し番号【P1に記載】

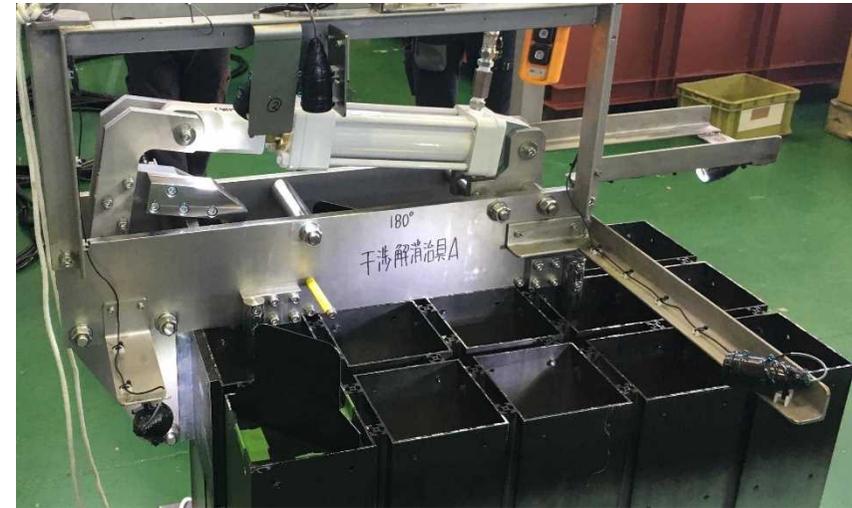
赤字: 前回から変更となった箇所

7. 燃料ラック吊りピースとの干渉解除

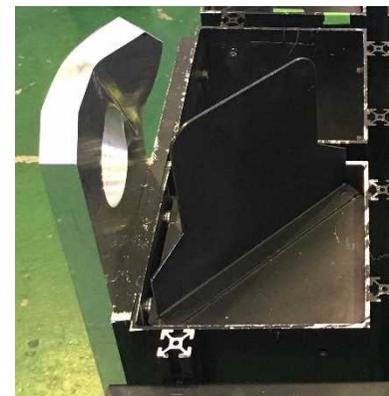
- 吊りピースをシリンダ等により押し付け曲げ戻し,燃料との干渉を解除する措置を準備
- 模擬ラックによるモックアップ実施済。今後, 干渉解除の措置を実施予定



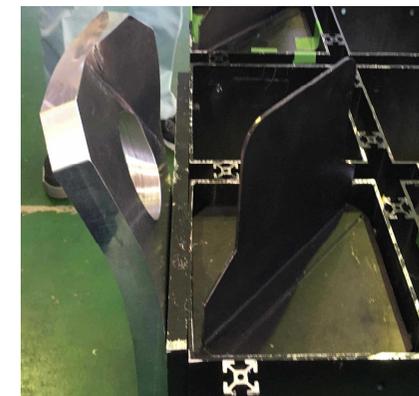
シリンダによる曲げ戻しの概念図



模擬ラックによるモックアップの状況 (気中※)
※水中でのモックアップも実施済



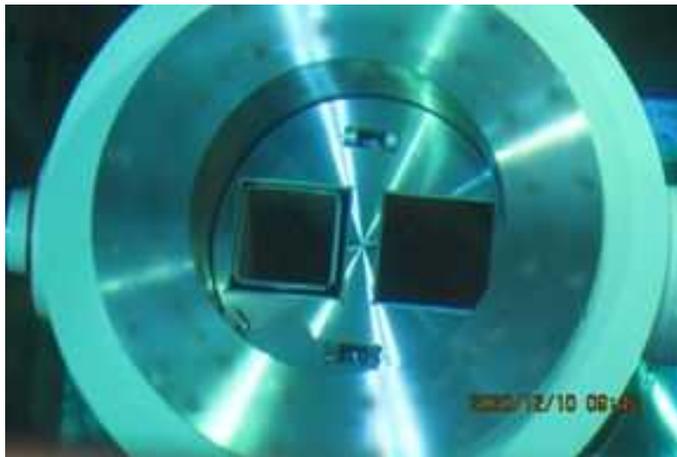
模擬ラック曲げ戻し前



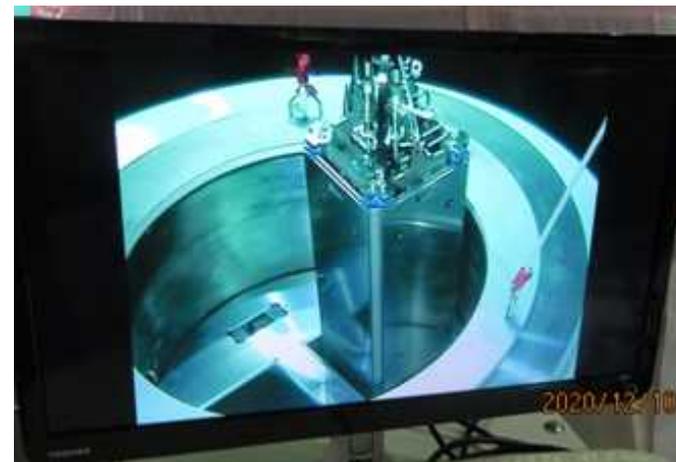
模擬ラック曲げ戻し後

8. ハンドル変形燃料用輸送容器他の準備状況

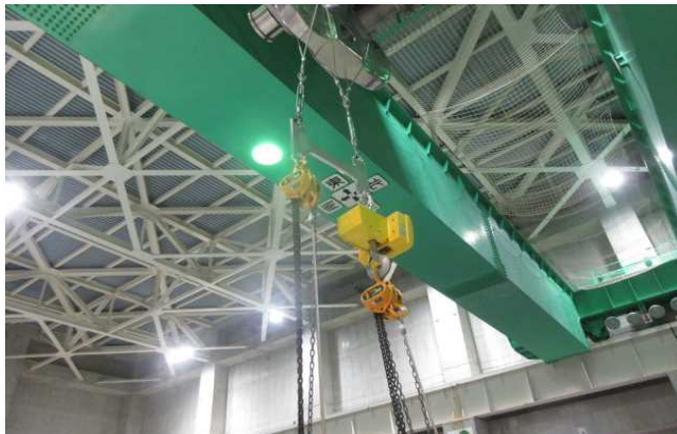
- ハンドル変形量の大きい燃料に対応する輸送容器のバスケット交換, および収納缶の共用プールでの取り扱い確認, 訓練を2020年12月に実施。輸送容器および収納缶の準備は完了。
- 今後, 3号機においてハンドル変形模擬燃料による輸送容器への装填訓練を実施後, ハンドル変形燃料の取り出し作業を開始する。



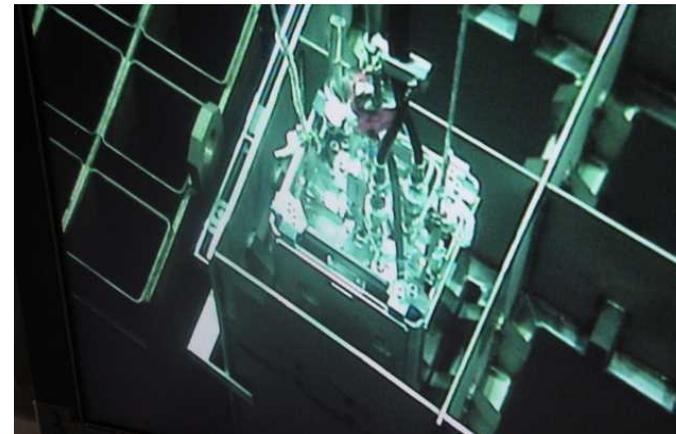
バスケット交換後 (2体収納)



収納缶の吊り上げ状況



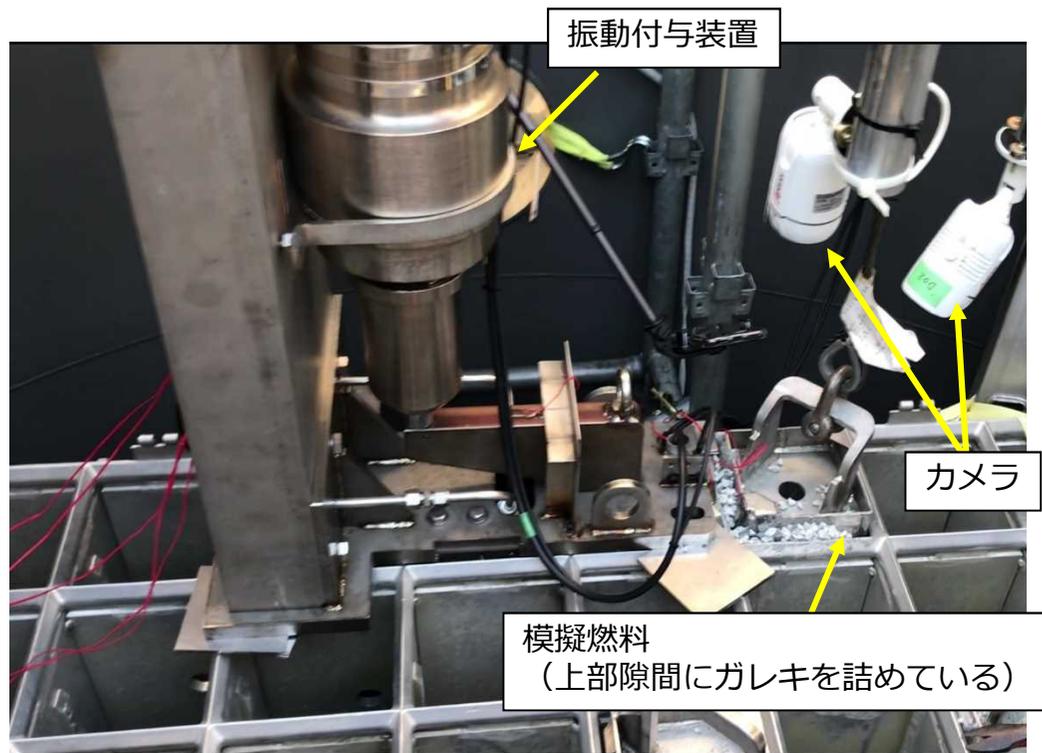
天井クレーン主巻での収納缶吊り具の取り扱い



ラックへの収納

9. 燃料とラック・ガレキとの干渉解除方法について（1）

- 振動付与装置について模擬ラックにてモックアップを実施している。
 - ✓ 圧縮空気を駆動源としたエアハンマーにより燃料ラック側面を叩き振動を与える装置
- 燃料上部にガレキを詰めた状態において、振動により干渉解除（荷重の減少）が見られるケースを確認できている。
- 干渉解除措置は振動付与装置から現場適用する予定。



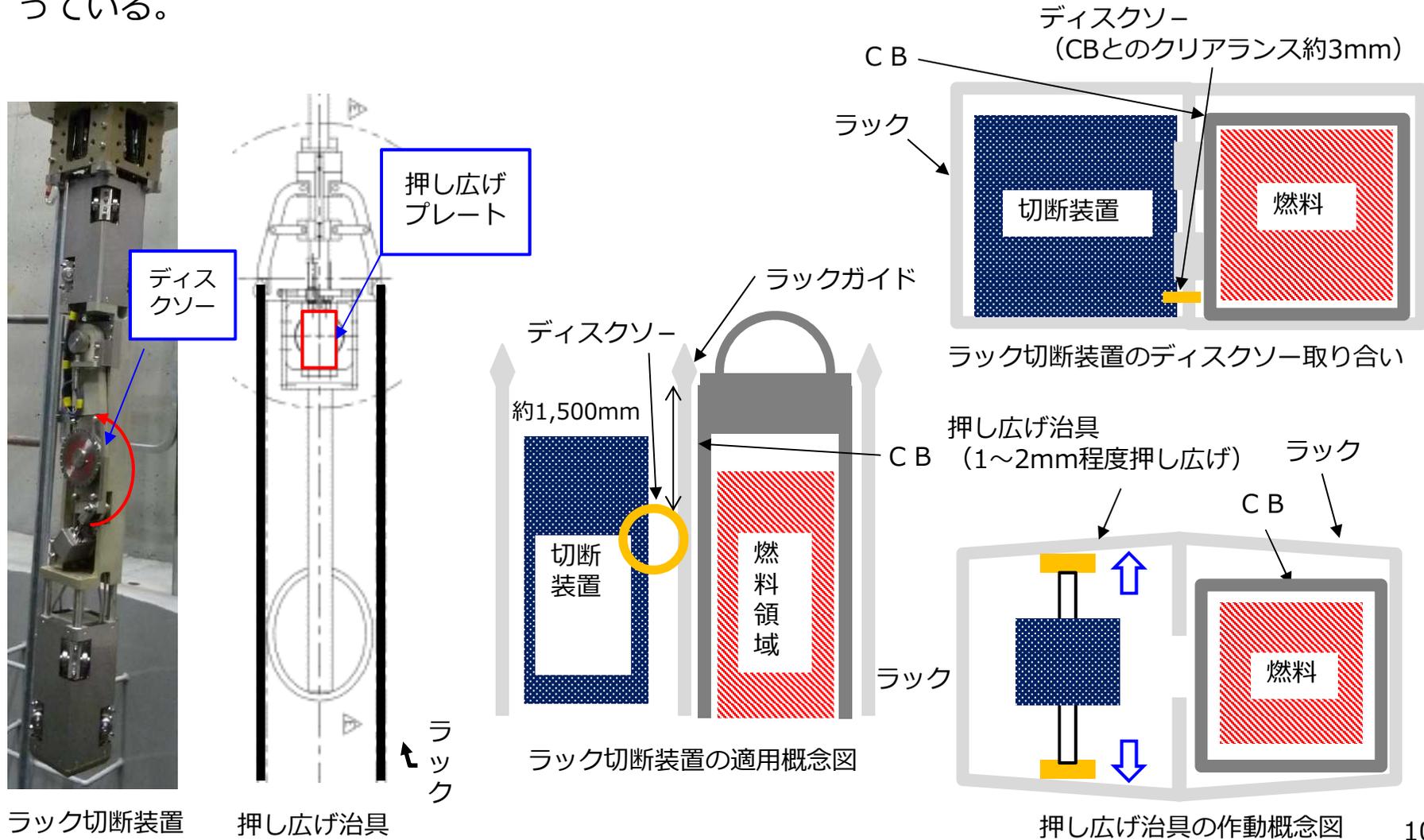
振動付与装置モックアップ状況（気中）



モックアップ設備外観

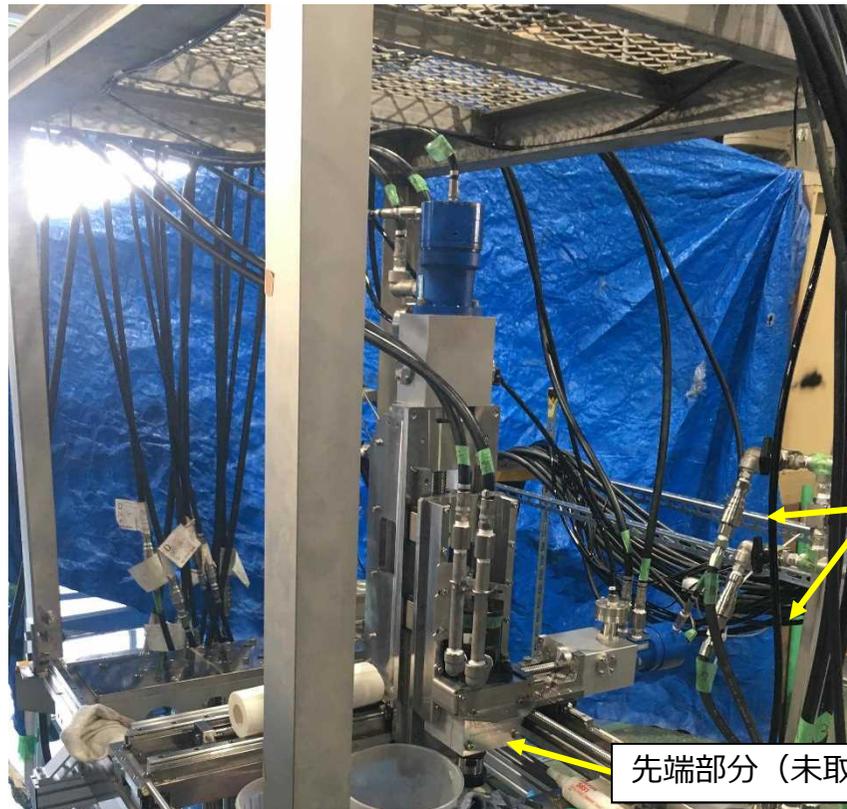
9. 燃料とラック・ガレキとの干渉解除方法について（2）

- 燃料ラックを垂直に切断するラック切断装置，水平方向にラックを押し広げる押し広げ治具を製作済。現在，工場にて使用前の点検・動作確認を実施中。
- ラック切断装置のディスクソーはラック切断時にチャンネルボックスに接触しない構造となっている。

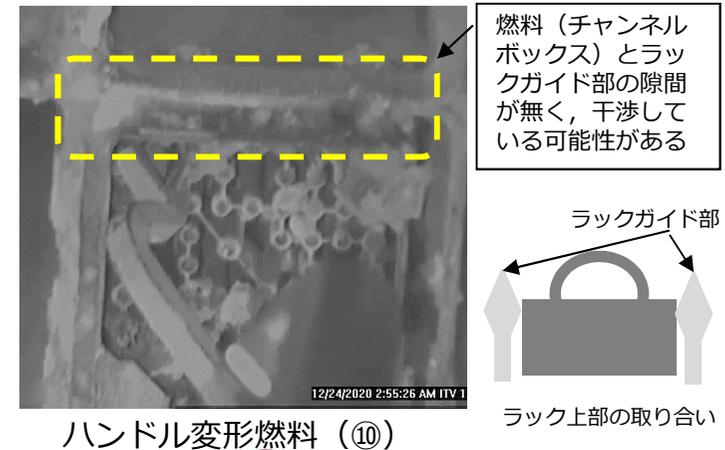


9. 燃料とラック・ガレキとの干渉解除方法について（3）

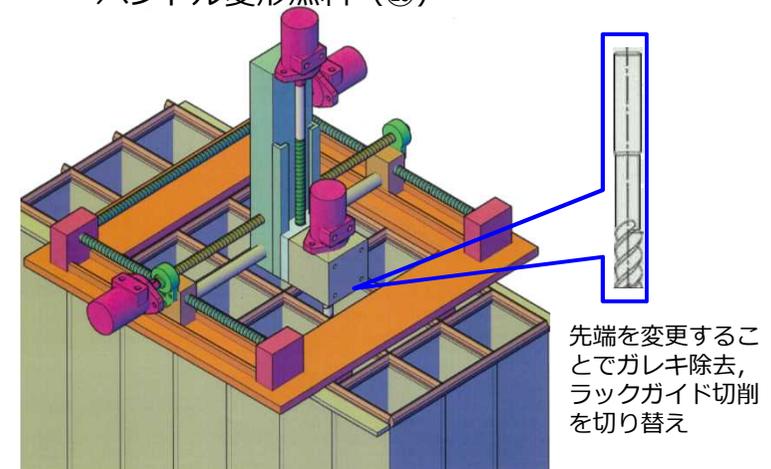
- 燃料上部に高圧のガスを吹きかけ燃料上部のガレキを除去する装置，ラック上部のガイド部を切削する装置について装置の組み立てを現在実施中。
 - ✓ ベース部は共有し，先端を交換することでガレキ除去，ガイド切削を切り替える構造
- ハンドル変形燃料の1体（⑩）は燃料上部がラックガイド部と干渉している可能性がある。このことが吊り上げ不可の原因の場合，ガイド部の切削による干渉解除は有用と想定。



ラックガイド切削他装置組み立て状況



ハンドル変形燃料（⑩）

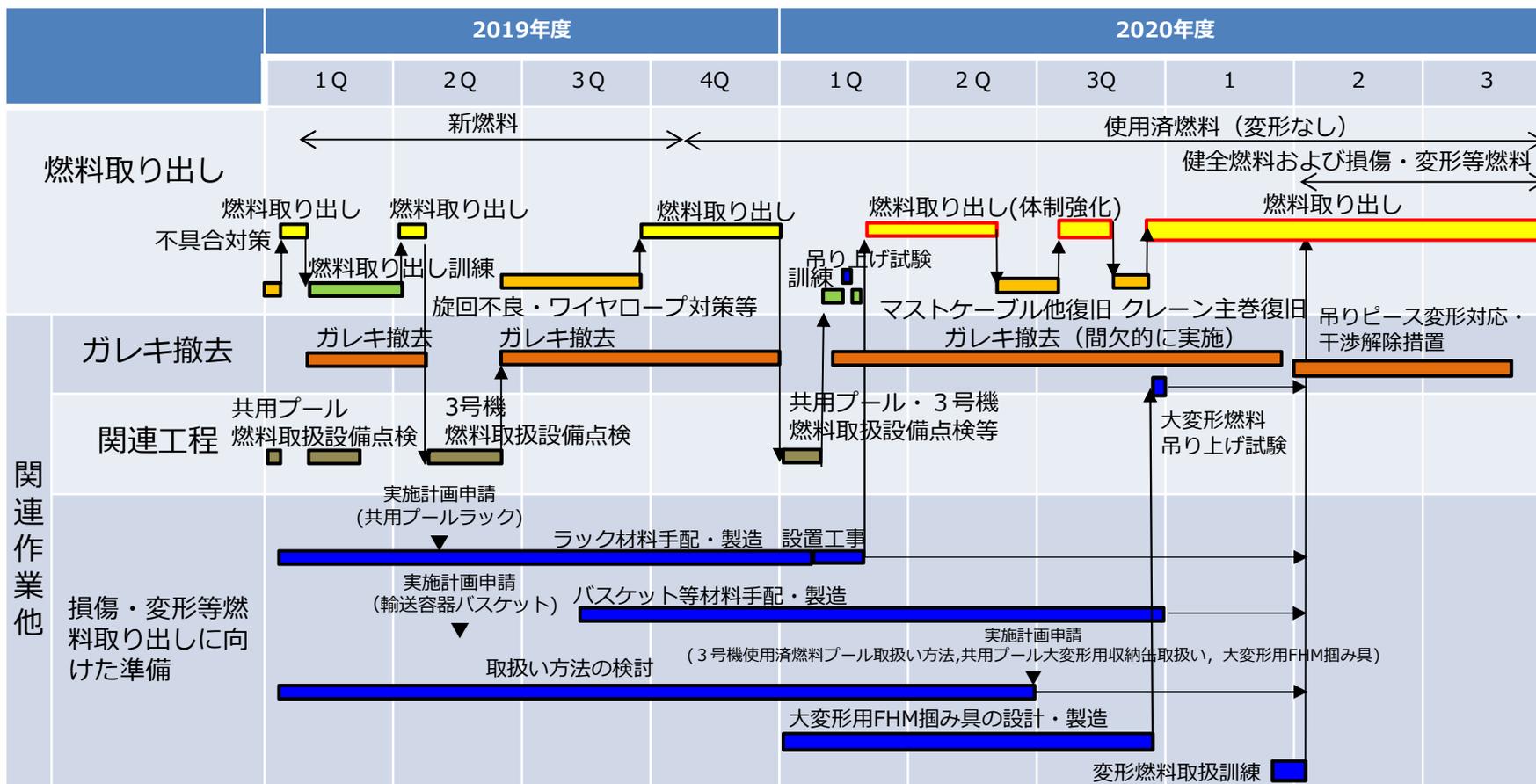


ラックガイド切削・ガスによるガレキ除去装置概念図

10. 燃料取り出しのスケジュール

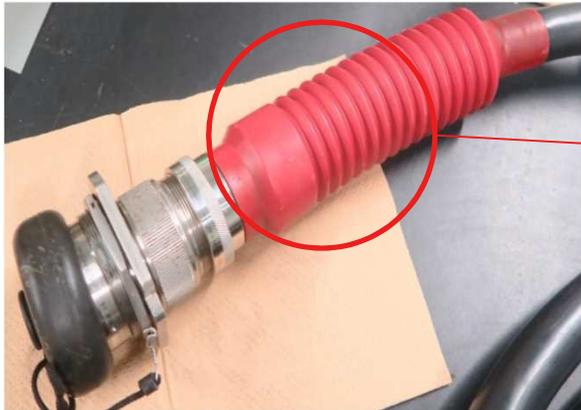


- クレーン動作確認期間に、ガレキ撤去などの関連作業を進めた。現在、燃料取り出し作業に優先的に時間を割り当て、取り出しペースを速め燃料取り出しを行っている。
- 今後、ハンドル変形燃料の取り出しや干渉解除の措置等を計画的に進めていく。

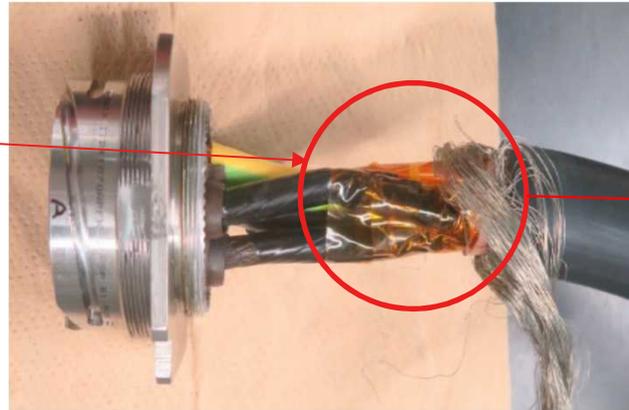


【参考1】 動力ケーブルの短絡傾向について

トロリ上ケーブルの相間で絶縁破壊が起き、短絡。



分解調査前の外観



導体の絶縁層の状態確認



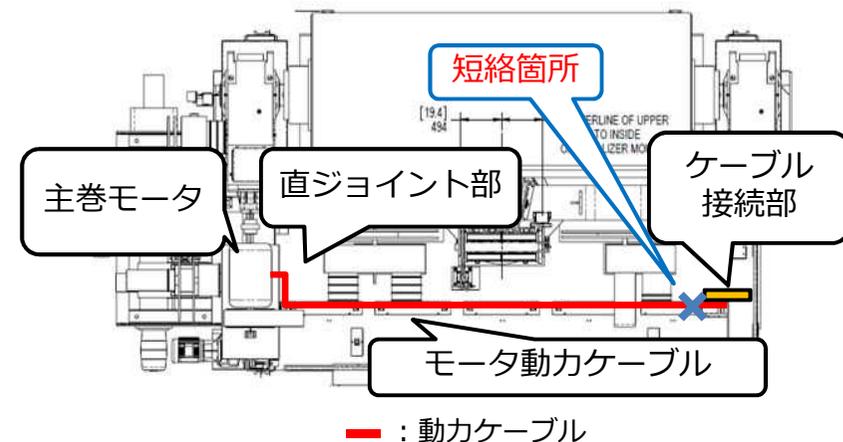
導体の状態
(短絡箇所は溶融し相間が一体化になっている)

【原因】

- ✓ 米国でのコネクタ製作のケーブル被覆加工時に刃物等により絶縁被覆が傷付き、インバータのサージ電圧により徐々に絶縁破壊が進行し最終的に短絡に至ったものと推定される。(ケーブル仕様は適切であった)

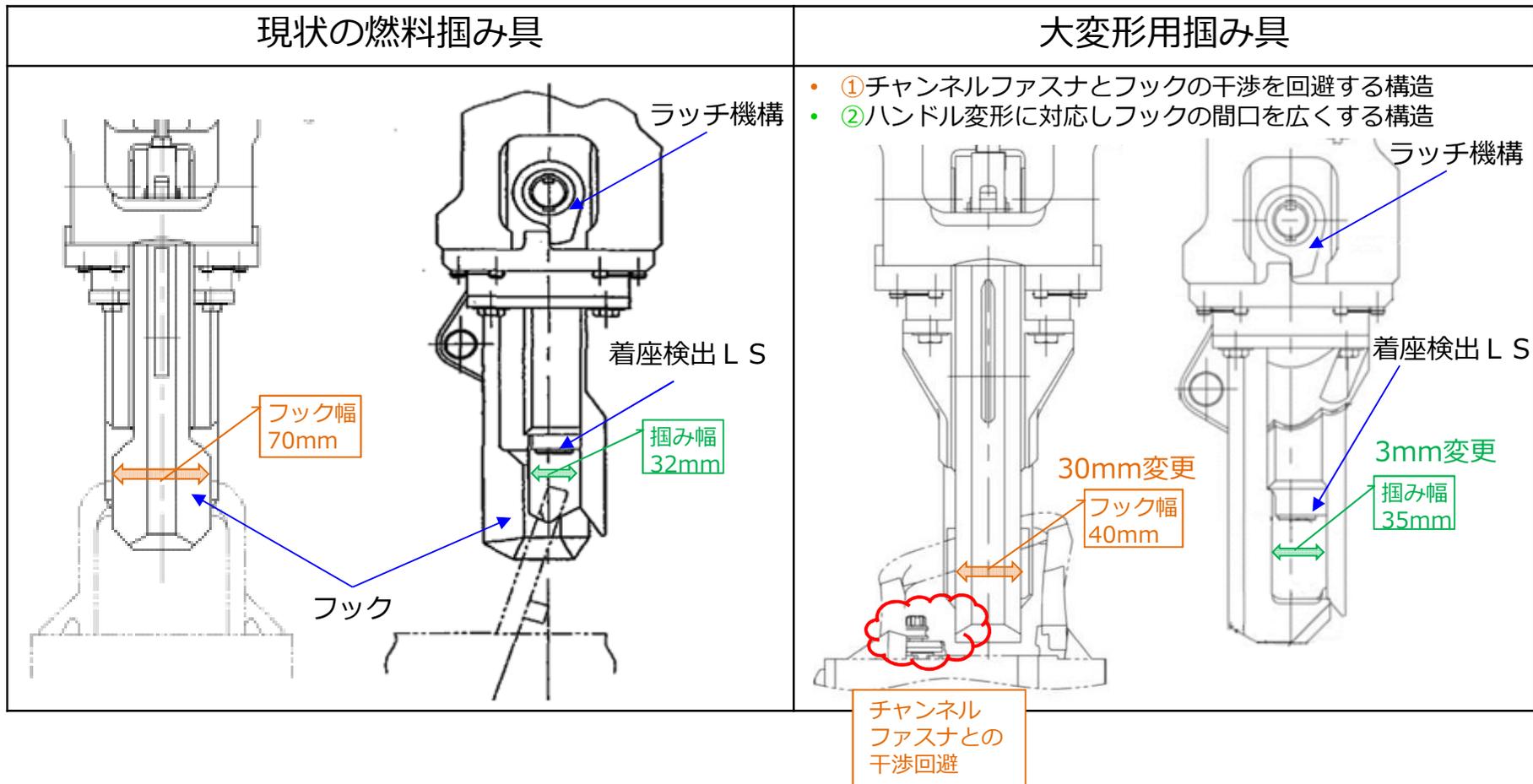
【水平展開】

- ✓ マスト等の各種巻き上げモータについて、ケーブル相間の絶縁抵抗測定を実施済。異常の無い事を確認した。



【参考2】新規掴み具の導入（大変形用掴み具）（1）

- ハンドルがチャンネルファスナ側に大きく倒れている燃料の取り出しに対応するため、専用の大変形用掴み具を導入
- 大変形用掴み具は現状の掴み具から先端形状のみを変化させたものであり、落下防止等の安全機能に変更は無い



【参考2】新規掴み具の導入（大変形用掴み具）（2）

■ FHMマストとの接続の状況



接続前



接続後

■ フック開閉確認の状況

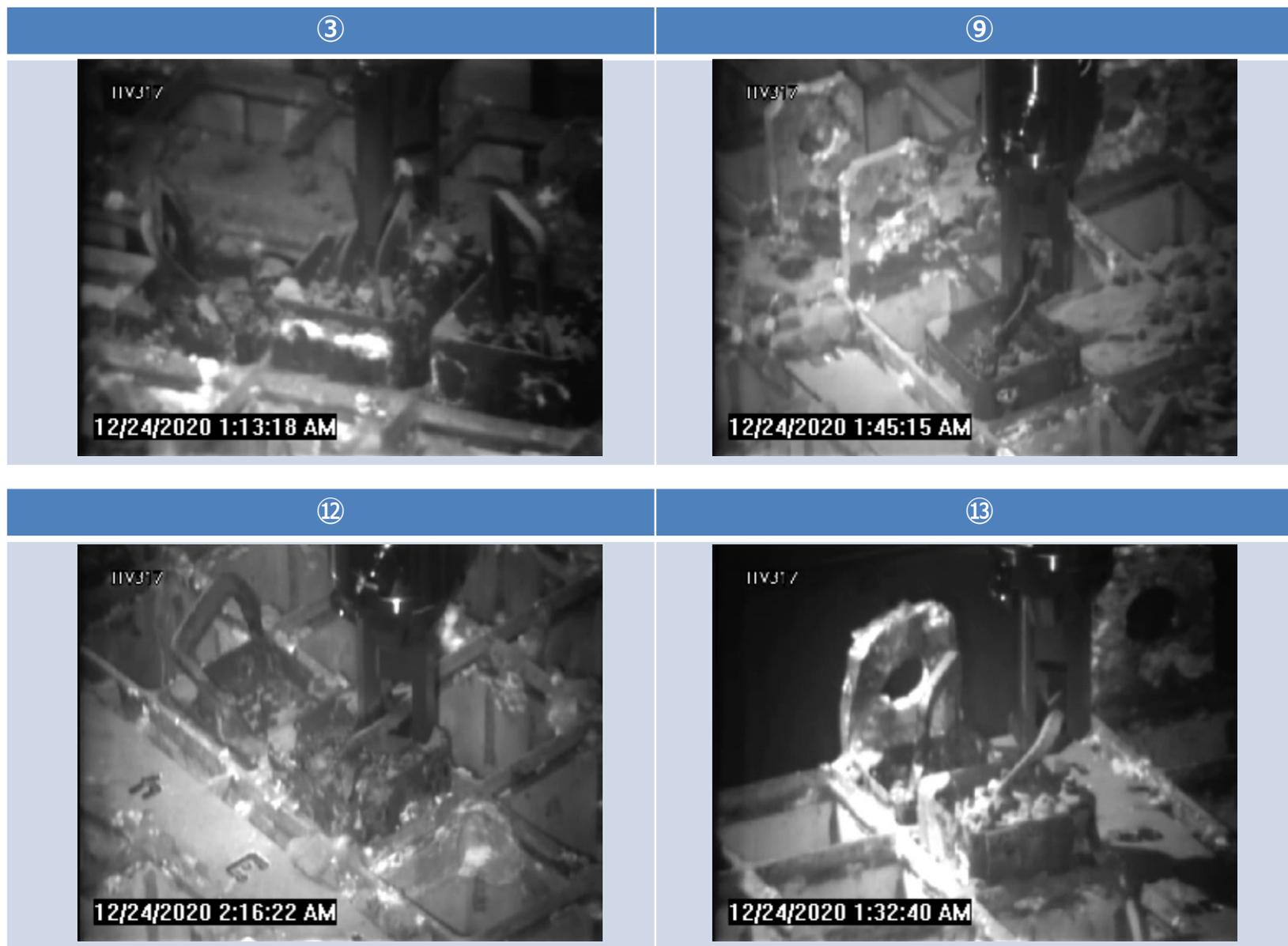


フック閉



フック開

【参考3】 ハンドル変形燃料吊り上げ試験の状況



【参考4】 共用プールで把持できない燃料について

- 水中カメラの映像によると、当該燃料のハンドルは反チャンネルファスナ側に若干変形している可能性がある。結合燃料棒は、確認できる範囲では大きな変形は見られない。
- 他のハンドル変形燃料に比べ変形状態が小さく、これまでのハンドル変形燃料の強度評価の範囲内の状態と考えられる。

ハンドル変形燃料の吊り上げ荷重設定の考え方

■ 吊り上げ荷重設定の考え方

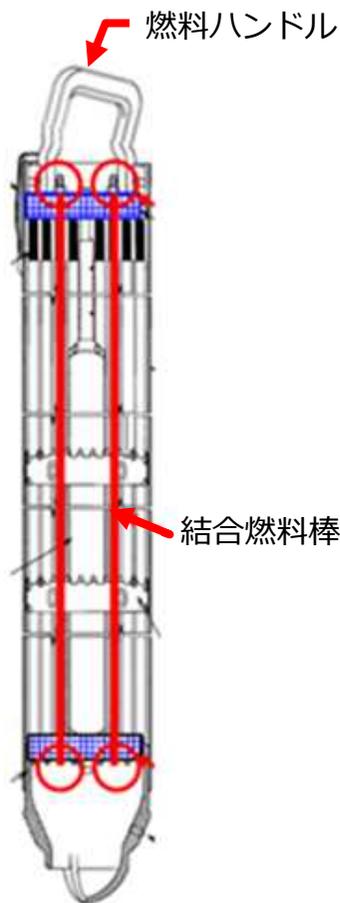
- ・ 燃料吊り上げ時は、結合燃料棒（全8本）と燃料ハンドルが荷重を負担する

<結合燃料棒>

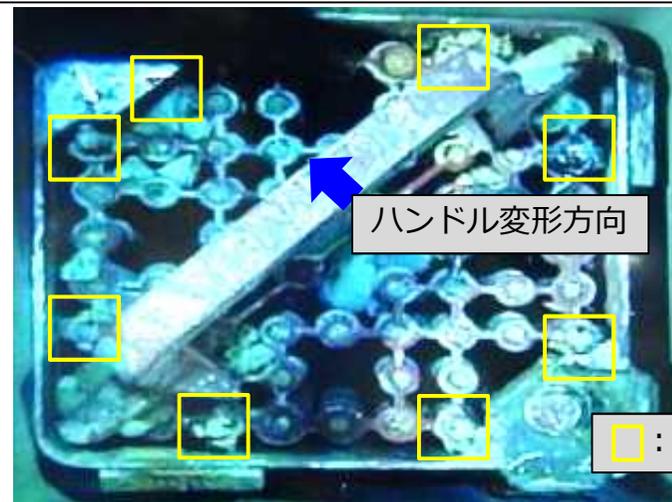
- ① ガレキ衝突解析および実燃料の外観観察の結果、ハンドル変形燃料は4本以上の結合燃料棒で吊り上げ荷重を負担できる状態である。
- ② 燃料吊り上げ時は3本以上の結合燃料棒でバランスを保ち吊り上がる。吊り上げ強度評価の結果、降伏応力に対する比率は約0.51、引っ張り強さに対する比率は約0.35であり、1000kgの荷重を負担できる状態である。

<燃料ハンドル>

- ・ 変形したハンドルを模擬した引っ張り試験を実施。1000kgに余裕を見て約2000kgまで増加させた場合でもハンドルの強度に問題の無い事を確認



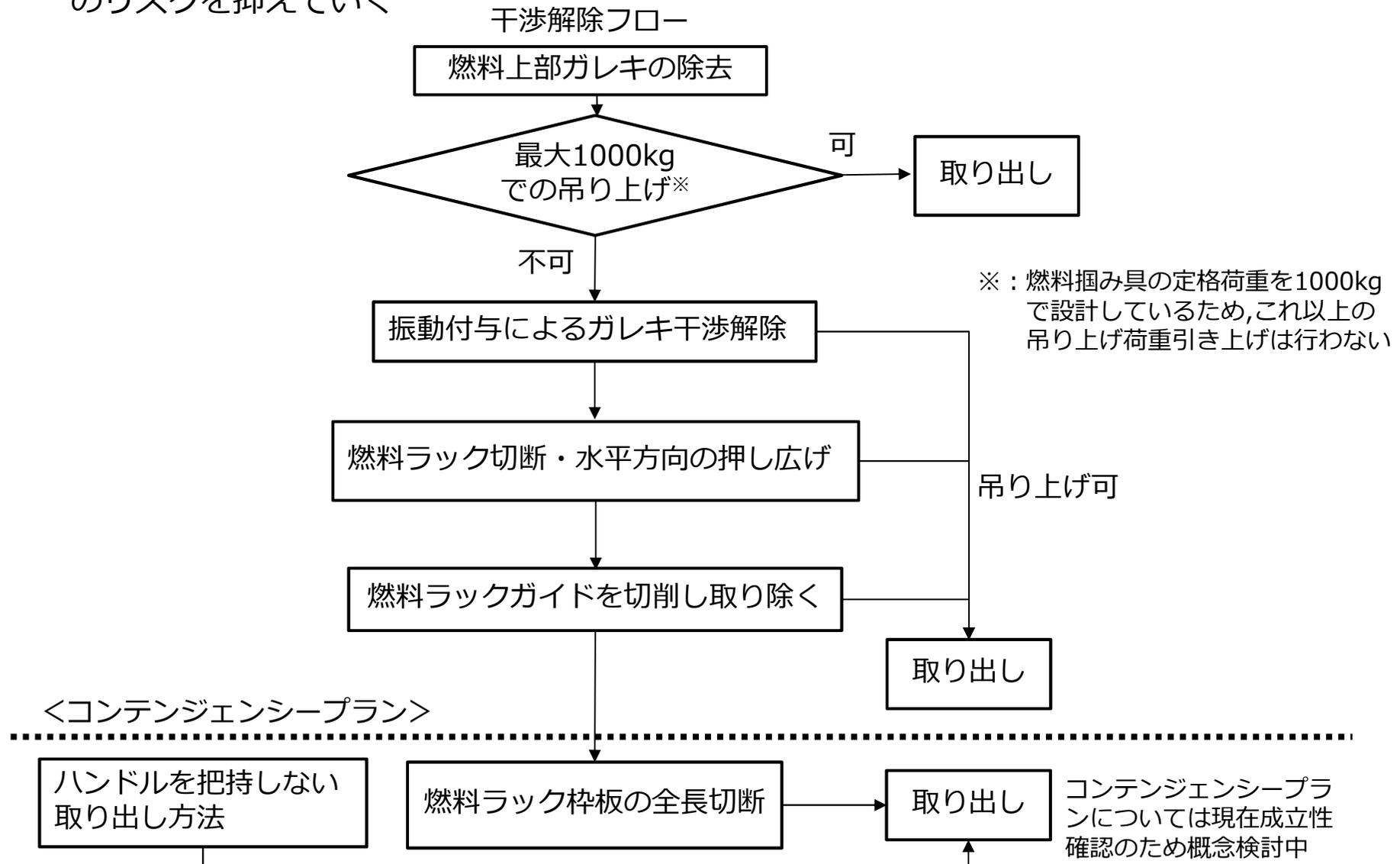
燃料吊上げ時の
荷重負担部材



□ : 結合燃料棒

【参考5】 干渉解除フロー

- 干渉解除のフローを以下に示す。燃料取り出しを早期に完了できるように、段階的に対応を実施していく。また、コンテンジェンシープランを事前に検討し、燃料取り出し完了の長期化のリスクを抑えていく

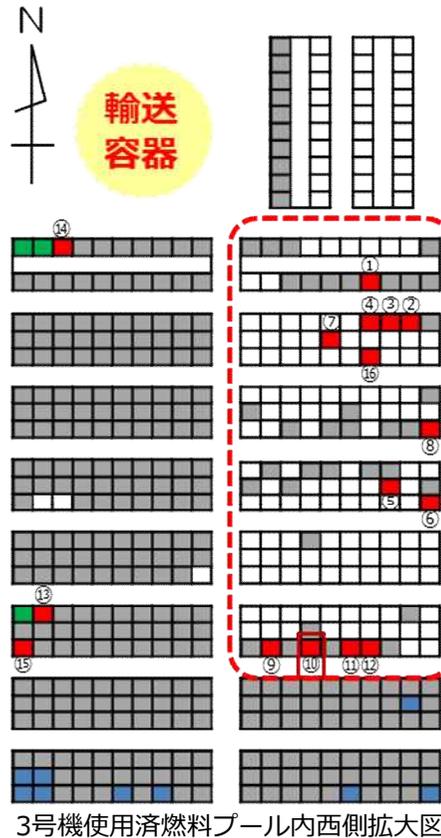


【参考6】 3号機SFP内燃料のハンドル状況の確認について

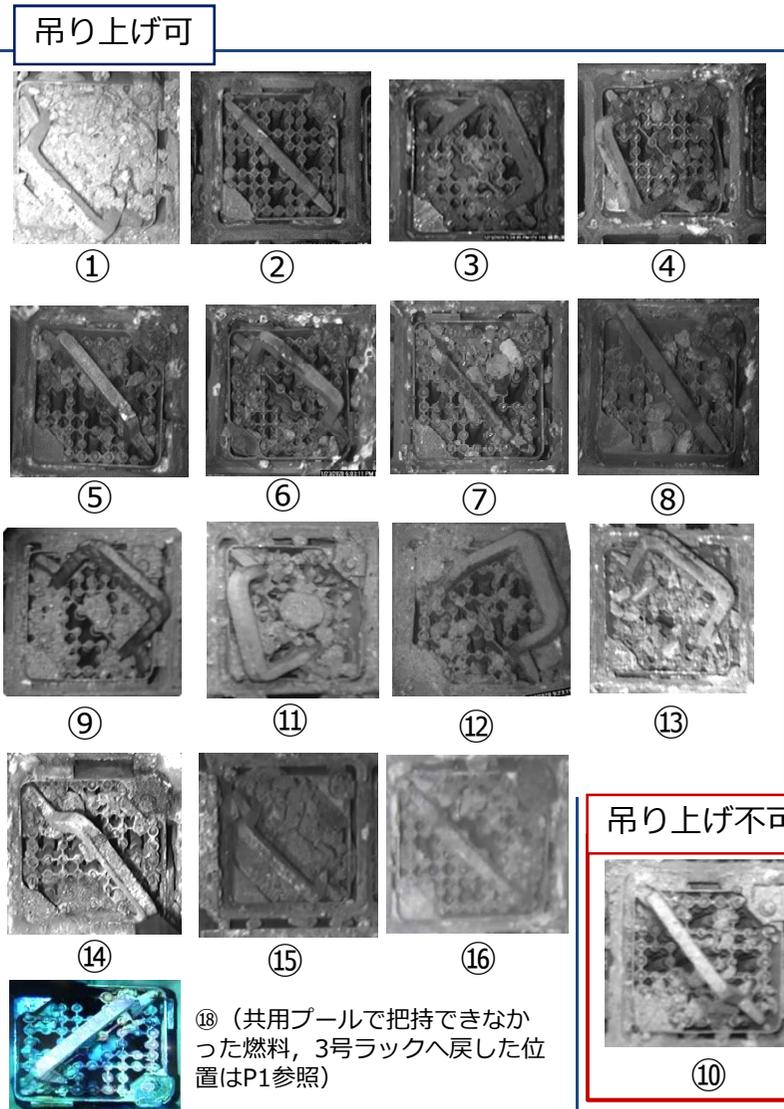
- ハンドル変形燃料は共用プールで把持できなかった1体を含め計17体。
- このうち大変形用掴み具で取り扱う燃料は4体（区分C分）
- 現時点で吊り上げ可能が確認できたハンドル変形燃料は,17体中16体。

ハンドル変形燃料取扱い区分

N o.	型式	ITVによる推定曲がり角度	変形方向	取扱い区分※1
①	STEP2	約10°	反CF側	A
②	9×9A	約10°	反CF側	A
③	9×9A	約40°	CF側	C
④	9×9A	約40°	反CF側	B
⑤	9×9A	<10°	CF側	A
⑥	9×9A	約10°	CF側	A
⑦	9×9A	約10°	反CF側	A
⑧	9×9A	約20°	反CF側	A
⑨	9×9A	約40°	CF側	C
⑩	9×9A	約10°	反CF側	B
⑪	9×9A	約60°	反CF側	B
⑫	9×9A	約60°	CF側	C
⑬	9×9A	約40°	CF側	C
⑭	9×9A	約20°	CF側	B
⑮	STEP2	<10°	反CF側	A
⑯	9×9A	<10°	-	A
⑰	9×9A	<10°	反CF側	A



- : ガレキ撤去完了
- : 燃料ハンドル目視確認完了
- : ハンドル変形燃料【17体】
- : 燃料取出済
- : 燃料が入っていないラック
- : 燃料交換機, コンクリートハッチが落下したエリア



※取扱い区分	A	B	C
収納缶	小	大	
掴み具	既存		大変形用