

3号機 燃料取り出しの状況について

2020年6月15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

- 2020年3月末までに、計119体の燃料の取り出しを完了している。
- 再開の準備が完了したため、2020年5月26日より燃料取り出しを再開している。
 - 法令に基づく3号機のクレーン年次点検を実施。完了。
 - 燃料取扱設備の点検（燃料取扱機）を実施。完了※。
 - 共用プール燃料取扱設備の点検を実施。完了。
 - ハンドル変形燃料保管のための燃料ラック取替を実施。完了。
 - 燃料取り出しの体制を強化し取り出しの頻度を増やすため、作業員増員のための追加訓練を実施。完了。
- 2020年6月12日時点、計154体/全566体の取り出しを完了している。



使用済燃料のラックからの取り出し状況

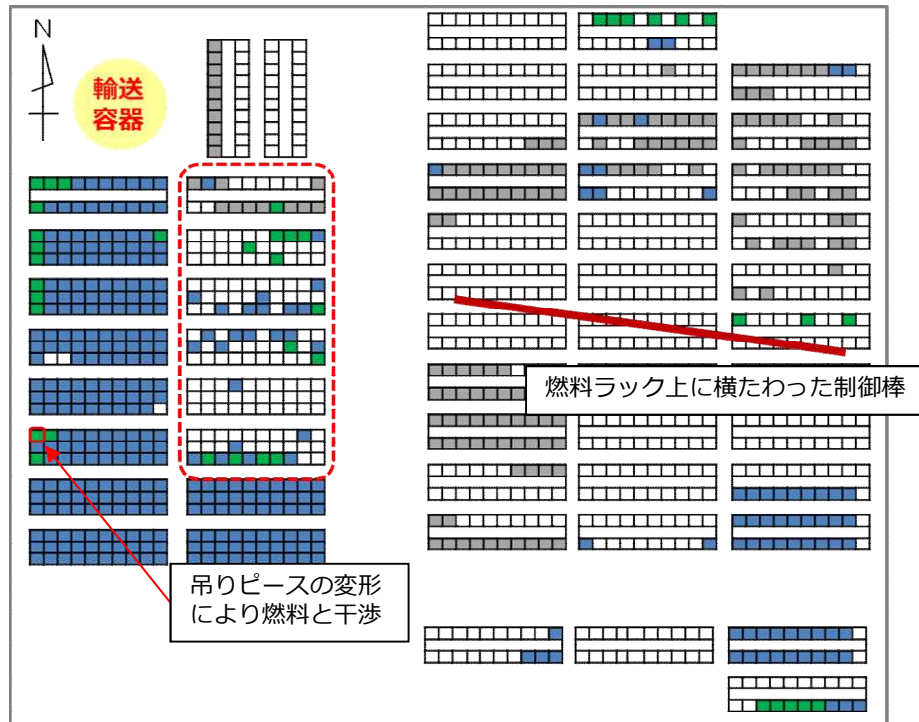


使用済燃料の輸送容器への装填状況

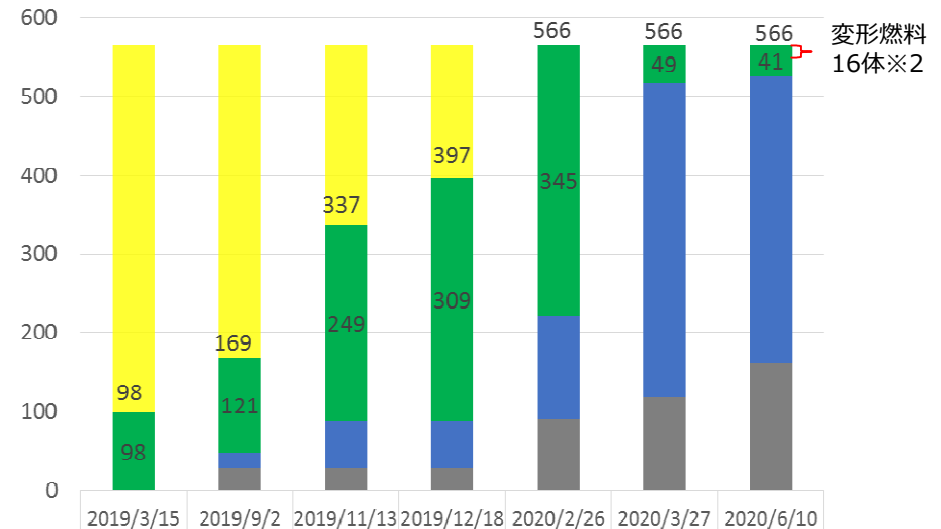
※：換気空調系の点検については燃料取り出し期間中も実施可能なため、現在実施中。

2. ガレキ撤去状況

- 燃料上部ガレキ撤去は残り25体の状況。
- 2020年5月25日,新たなハンドル変形燃料を1体確認した。(詳細は次ページ)
- 横たわった制御棒の再移動※1のために周囲の燃料取り出しが必要な事, ラックの吊ピースが変形により燃料と干渉しており曲げ戻しが必要な事等, ガレキ撤去進捗に伴い新たな対応事項が確認されているものの, 燃料取り出しに影響が無いよう夜間帯を利用して作業を継続する。
- なお, 今後のガレキ撤去作業は日々継続ではなく, 対象ガレキ周囲の燃料取り出し完了等必要な準備が整った都度実施する。



※1: 当初は現状位置より北側にあった。一旦移動したものの, 再度北側に移動する予定。なお, 現状より南側は瓦礫が堆積しており, 南側に制御棒を移動しても安定した状態にならないと想定。



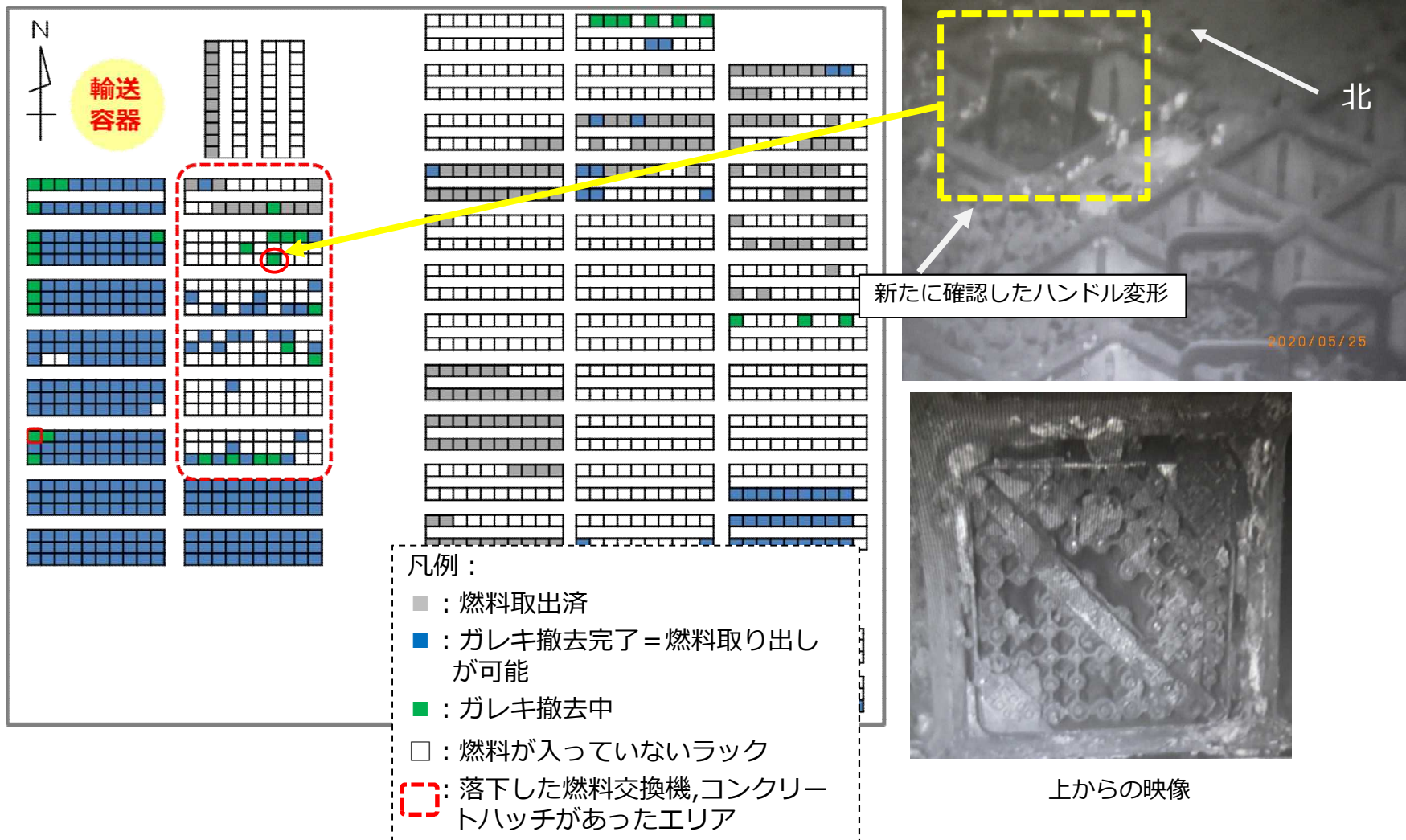
※2: 41体中16体はハンドル変形燃料であるため, ガレキ撤去対象燃料は残り25体。なお, ハンドル変形燃料は燃料掴み具で把持可能な程度までガレキ撤去を実施している。

凡例:

- : 燃料取り出し済
- : 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
- (red dashed border) : 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

3. ハンドル変形燃料の確認について

- 5月25日午前1時頃,燃料ハンドルの変形有無について治具（燃料健全性確認治具）を用いて判定した結果,新たなハンドル変形燃料を1体確認した。
 (この1体を含め,これまでにハンドル変形を確認した総数：使用済燃料16体)



4. 燃料取扱設備の点検について

- 2020年3月30日より、法令に基づくクレーン年次点検および燃料取扱機の点検を実施した。法令点検、不具合対策の検証及び経年劣化を予測した点検・確認について実施し、計画通りの工程にて実施完了。
- 点検により確認された結果は下記の通り、軽微な対応事項のみであった。
【確認結果】
 - ・ SFP内のITV照明のライト切れを確認。交換を実施。
 - ・ クレーン主巻ブレーキのリミットスイッチ検知用バーのずれを確認。位置調整を実施。
- 点検完了後燃料取り出しを万全に実施するため、燃料取り出しを想定した一連の運転確認を追加で実施し、燃料取り出しが問題なく実施可能であることを確認した。

設備点検：2019年実施

[通常点検]

- ・ クレーンの法令点検

[振り返り点検]

- ・ 燃料取り出し開始後の設備健全性の確認
- ・ 不具合対策の検証

[追加点検]

- ・ 設備全体の発生しうる損傷・劣化事象について俯瞰的に確認

設備点検：2020年実施

2019年点検

[通常点検]

[振り返り点検]

[追加点検]

追加確認

- ・ 燃料取扱設備（クレーン、燃料取扱機等）の健全性及び燃料取り出しを万全にするため、燃料取り出しを想定した一連の運転確認を実施。

5. ハンドル変形燃料の吊り上げ試験について

■ 試験内容

- ✓ 2020年5月21-22日, 3号機FHM掴み具で把持可能なハンドル変形燃料10体の吊り上げ試験を実施した。
- ✓ 10体中,7体のハンドル変形燃料は問題なく吊り上げ可能であることを確認した。

■ 7体について予定した高さである約10cmまで吊り上げられることを確認

- ✓ 7体中3体については試験前より約20~70mm高い位置で着座。通常の重量荷重で再吊り上げ可能であることを確認済み。今回の吊り上げによりガレキが燃料の下部に混入したと推定。想定事象でリスクが無いいため燃料取り出しまで現状維持。

■ 3体が制限荷重(700kg)内で吊り上がらないことを確認

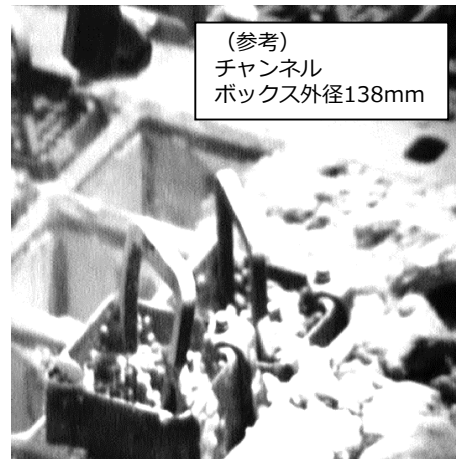
- ✓ チャンネルボックス変形による燃料ラックとの干渉または,ガレキによるかじり・固着していると推定。
- ✓ 当該燃料の対応方法については,今後検討。

■ 干渉物のため,今回は1体が試験できず

- ✓ ハンドル変形燃料1体について,吊り上げ前に配管との干渉が確認されたため,吊り上げ試験を中止。
- ✓ 当該燃料の把持方法および試験時期については,今後検討。



吊り上げ試験の状況 (No.⑮※)

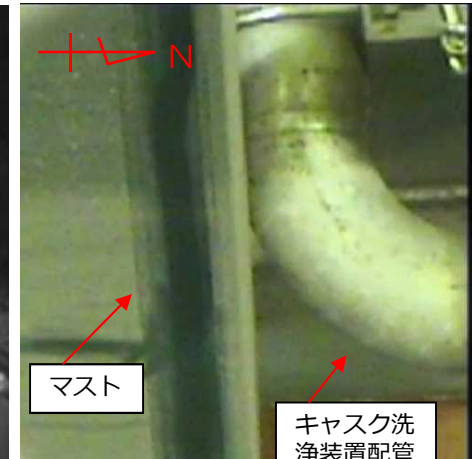


高い位置で着座した燃料(No.⑥※)

(参考)
チャンネル
ボックス外径138mm



マストと配管の干渉により
吊ることができない燃料 (No.⑭※)



マストとの干渉の状況(No.⑭※)

※ハンドル変形燃料の通し番号。詳細は10Pを参照

6. 今後の課題と対策案

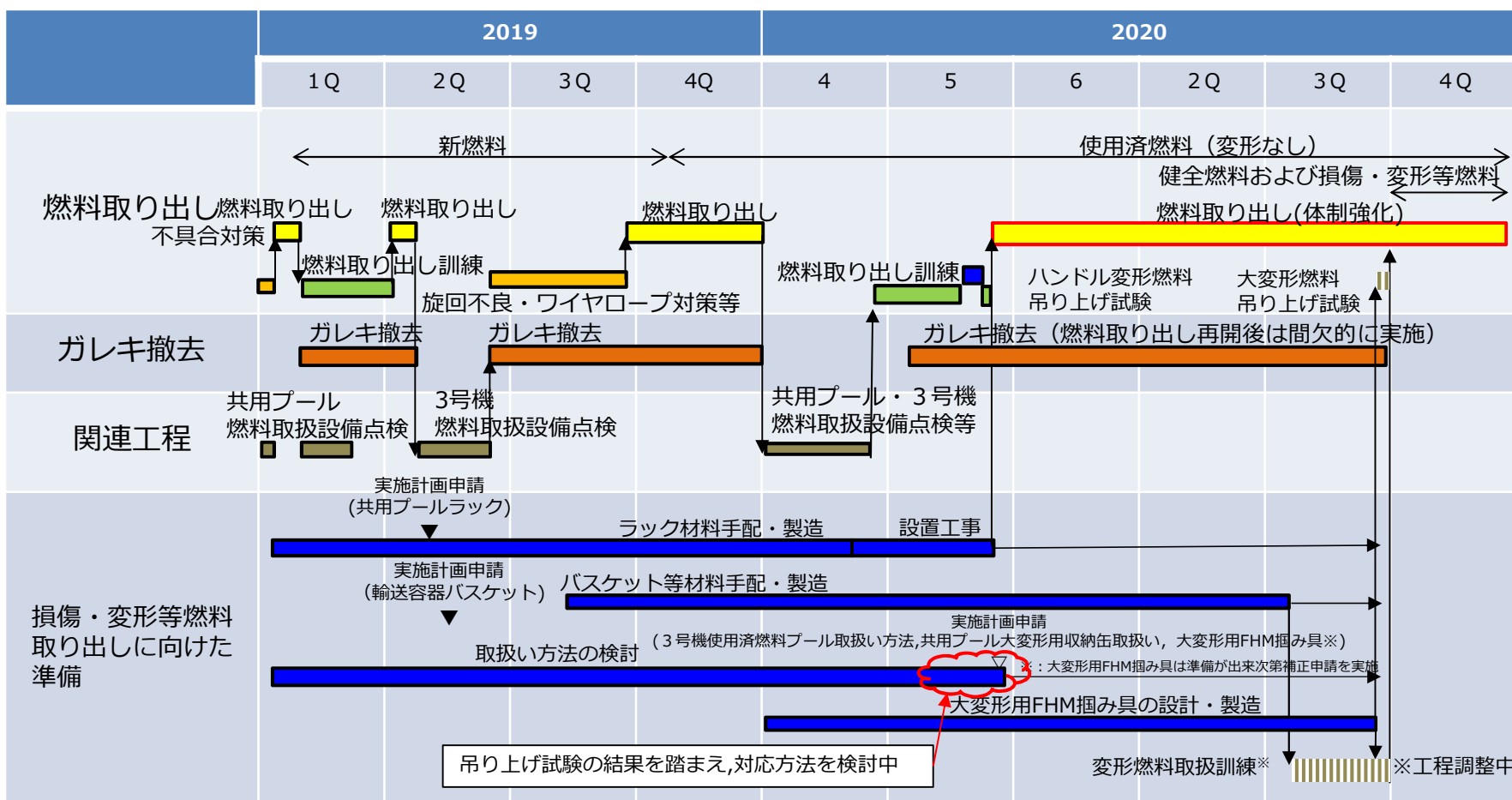
- ガレキ撤去中に確認した事項やハンドル変形燃料に関する課題について、下表のとおり対策の方向性を検討中。

項目	課題	対策の方向性
①ガレキ撤去中に確認した事項	①-1 変形した燃料ラック吊りピースが燃料掴み具と干渉する	燃料ラック吊りピースを曲げ戻す（装置設計中）
	①-2 制御棒の再移動が必要	制御棒を移動させるため、近くの燃料を優先的に取り出し
②吊り上げ試験の結果を踏まえた対応	②-1 輸送容器洗浄配管とマストとの干渉	マストは無負荷時は南側に若干偏心しているため、マニピュレータ等の補助によりマストの偏心を解消し、取り出しを行う
	②-2 燃料とガレキまたはラックとの干渉解除が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 模擬体によるハンドル強度の試験を行い、吊り上げ荷重を増加 ・ チャンネルボックスとラック上部の隙間に残っているガレキの掻き出し ・ チャンネルボックスとラックの間に高圧水や圧縮空気を注入 ・ ラック切断、ラック押し広げによるチャンネルボックスとラックの隙間の確保 上記対策案に対し、作業難易度等を考慮して実施順序を検討。
③ハンドル変形燃料の対応	③-1 ハンドル変形の角度が大きい燃料を把持できる掴み具が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新規掴み具の導入（設計中）
	③-2 ハンドル変形の角度が大きい燃料を収納できる収納缶が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内寸の大きい収納缶による輸送 ・ 収納缶の輸送に対応した輸送容器バスケット改造、収納缶を保管する共用プールラックの準備 (収納缶およびバスケット改造は製作中、共用プールラックは設置済)

7. 今後の取り出し計画 (スケジュール)



- 2020年5月26日より,燃料取り出しを再開している。
- ガレキ撤去を先行で進めたこと, 並びに燃料取り出しの体制を強化することにより, 2020年度末に燃料取り出し完了の見込み。
- 吊り上げ試験にて吊り上げることができなかったハンドル変形燃料の取り出し方法について 早期に検討し,燃料取り出し工程に影響が出ないよう対応していく。



【参考】燃料取り出し作業班体制について

- 燃料取り出しの体制を強化し取り出しの頻度を増やすため、作業員増員のための追加訓練等を実施する。
- 追加訓練は、輸送容器取扱操作班に対して行う。

	体制強化前	体制強化後
燃料移動操作班（4名/班）	6班で作業	6班で作業（変更なし）
輸送容器取扱操作班（5名/班）※1	6班で作業	7班で作業
燃料取り出しの頻度	約4～5回／1ヶ月	約8～9回／1ヶ月※2

※1：遠隔操作訓練が不要な車両への輸送容器積み込み等及び共用プール建屋での輸送容器取扱作業班（約10名/班）も2班→4班に増員

※2：これまでは夜間のガレキ撤去作業のために、燃料取り出し作業を8時～20時頃までとされていたが、2020/3までにガレキ撤去が大部分終了したため、1日あたりの燃料取り出し作業時間をより多く確保し、燃料取り出しの頻度を増加させる。

- 新型コロナウイルス対策として、濃厚接触を防止する措置を実施
 - ✓ 遠隔操作室の共用機材（FHM操作卓、マウス等）やドアノブ等を操作班の入れ替わりの都度消毒。
 - ✓ 遠隔操作室内で作業班全員の対面で実施していた引き継ぎを指揮者のみや電話による対応に見直す。
 - ✓ 燃料取り出し作業時は、各班毎に出勤し（従来通り）、他班との接触を防止。

【参考】ハンドル変形燃料の吊り上げ試験

<目的>

- ハンドル変形燃料がFHM掴み具で吊り上げ可能であることを早期に確認すること

<手順>

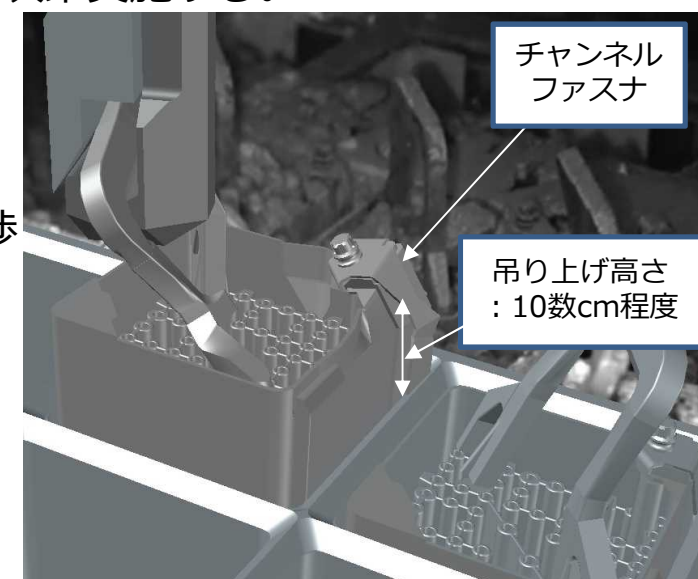
- チャンネルファスナが燃料ラック上端から抜けきる状態になると固着や燃料ラックとの干渉がなくなるため、当該高さまで燃料を吊り上げ、荷重を確認後に燃料ラックへ戻す。
- なお、ハンドル変形燃料の吊り上げは、これまでに実施した吊り上げに係る試験、解析評価結果から問題なく吊り上げられる荷重（700kg）に制限して行う。

<対象燃料>

- これまでに確認された15体※の変形燃料に対して実施する。なお、既存FHM掴み具で把持できない燃料については、大変形用FHM掴み具が準備でき次第実施する。

<確認のポイント>

- 吊り上げ荷重の監視により燃料の状況を確認する。
 - ✓ 燃料自重より明らかに大きい
→ガレキとの固着または変形によるラックとの干渉
 - ・ガレキとの固着の場合、対象燃料について個別に強度評価を行い、制限荷重の見直し可否について検討
 - ・ラックとの干渉の場合、燃料ラックの上部を一部切断し燃料とラックとの間隙を広げる措置等を検討
 - ✓ 燃料自重より明らかに小さい
→燃料集合体に分断が発生



吊り上げ試験概念図

※4/27時点で確認されているハンドル変形燃料の体数。5/28時点では16体確認されている。

【参考】 3号機SFP内燃料のハンドル状況の確認について

- 5月28日時点でハンドル変形を確認した燃料は16体。このうち既存FHM掴み具で把持角度を超過している可能性のあるハンドル変形燃料は4体（区分C分）。2020年12月頃に吊り上げ試験を実施予定。
- ④⑪は、吊り上げ試験の際に数度程度、ハンドル角度が元の位置側に戻ったが、模擬ハンドルによる引張り試験も実施しており、変形により強度上に問題は生じないことを確認済み。

ハンドル変形燃料取扱い区分

N

輸送容器

■: 吊り上げ可
 ■: 吊り上げ不可
 ■: 着座高い
 ■: 吊り不可

3号機使用済燃料プール内西側拡大図

■: ガレキ撤去完了
 ■: 燃料ハンドル目視確認完了
 ■: ハンドル変形を確認【16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

吊り上げ可

南西側に倒れている

①: 撮影日 2019/11/15

着座高い

南西側に倒れている

②: 撮影日 2020/1/23

吊り上げ不可

北東側に倒れている

③: 撮影日 2020/1/23

吊り上げ不可

南西側に倒れている

④: 撮影日 2020/1/23

吊り上げ可

北東側に倒れている

⑤: 撮影日 2020/1/23

着座高い

北東側に倒れている

⑥: 撮影日 2020/1/23

吊り上げ可

南西側に倒れている

⑦: 撮影日 2020/1/23

着座高い

南西側に倒れている

⑧: 撮影日 2020/1/23

吊り上げ不可

北東側に倒れている

⑨: 撮影日 2020/2/27

吊り上げ不可

南西側に倒れている

⑩: 撮影日 2020/2/27

吊り上げ不可

南西側に倒れている

⑪: 撮影日 2020/2/27

吊り上げ不可

北東側に倒れている

⑫: 撮影日 2020/2/27

吊り不可

北東側に倒れている

⑬: 撮影日 2020/2/27

吊り不可

北東側に倒れている

⑭: 撮影日 2020/2/27

吊り上げ可

南西側に倒れている

⑮: 撮影日 2020/3/25

軽微な変形

⑯: 撮影日 2020/5/25

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 or B
②	9×9A	約10°	反CF側	A
③	9×9A	約40°	CF側	C
④	9×9A	約40°※2	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 or B
⑨	9×9A	約40°	CF側	C
⑩	9×9A	約10°	反CF側	A or B
⑪	9×9A	約60°※2	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

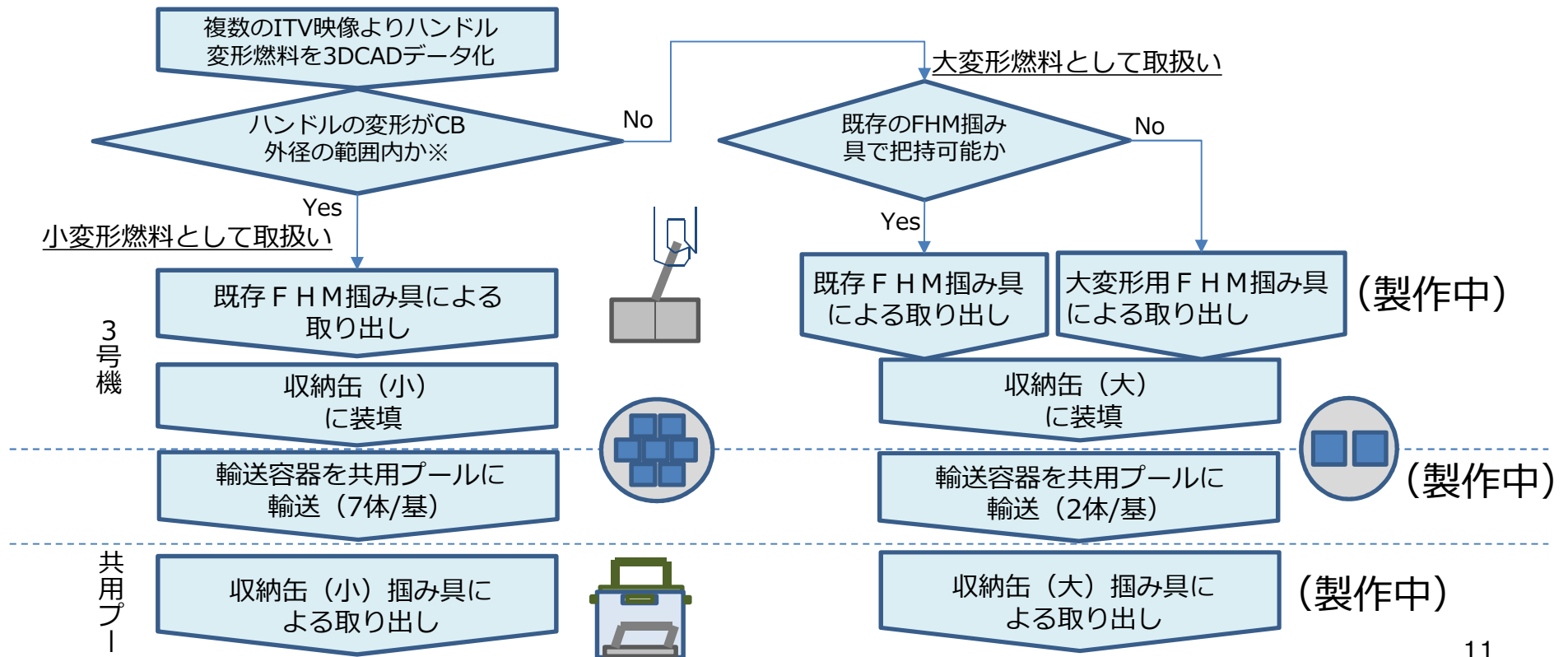
※取扱い区分	A	B	C
収納缶	小	大	
掴み具	既存		大変形用

※1: ハンドルが北東側に倒れている場合は、チャンネルファスナが掴み具と干渉するため、把持可能な角度が小さい。
 ※2: 吊り上げ試験時に、ハンドルが数度程度曲げ戻ったことを確認している。

10

【参考】 ハンドル変形燃料の取扱い

- ハンドル変形燃料については、以下の流れで取り出しを実施する。
 - ✓ 3号機では、変形したハンドルを既存FHM掴み具で把持する。なお、変形量が大きい場合は、新たに大変形用FHM掴み具を用意する。
 - ✓ 輸送時は、ハンドルの変形量に応じて、収納缶を使い分ける。
 - ✓ 共用プールでは、収納缶ごと専用ラックに保管する。



※CB：チャンネルボックス。変形したハンドルがCB外径の範囲内に収まっていれば収納缶（小）と干渉なく収納可。複数のITV映像より3DCAD化し上方から確認し判断する。



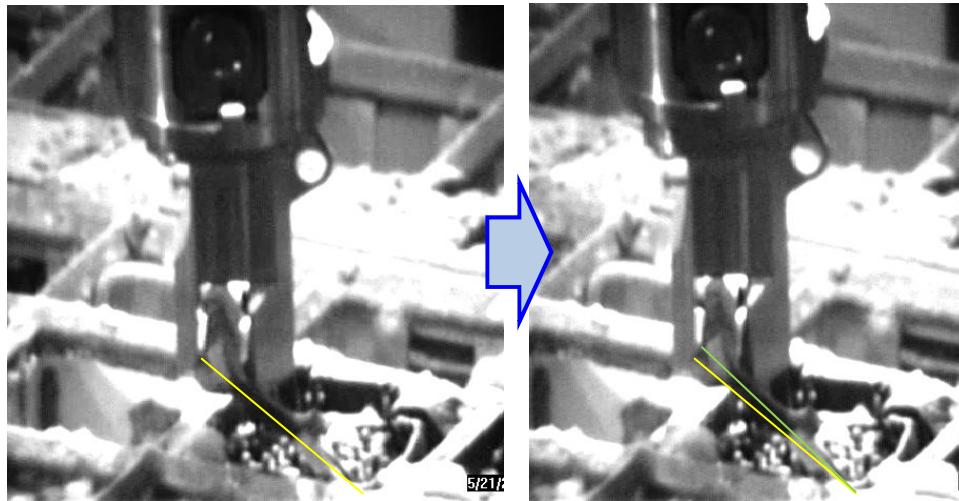
④ハンドルの曲げ戻しを確認
(数度程度)
撮影日：2020/5/21



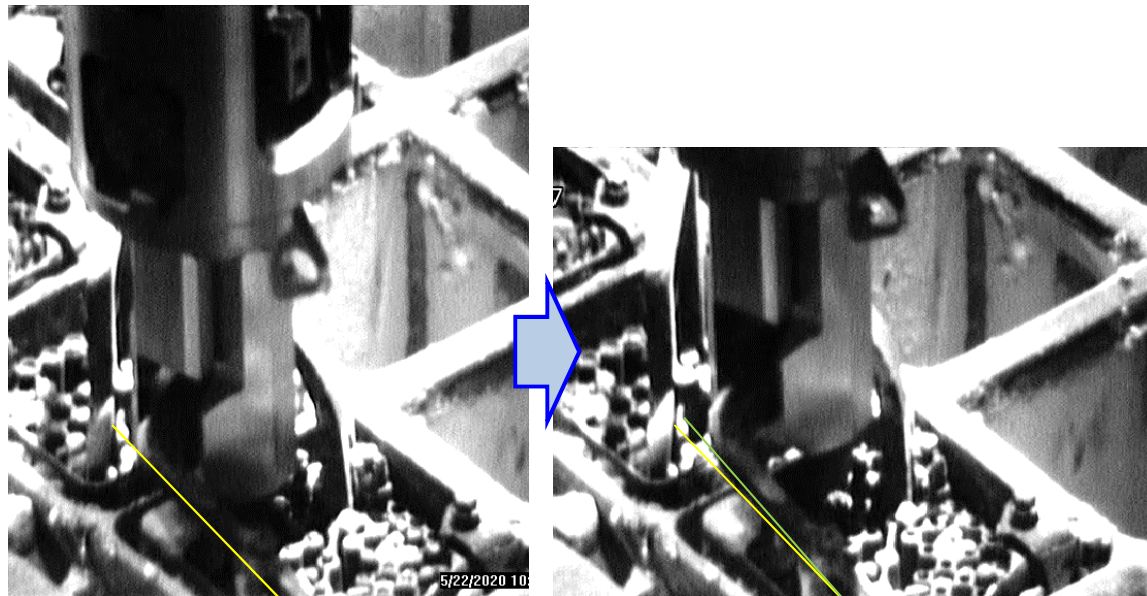
⑩ハンドルの曲げ戻しなし
撮影日：2020/5/22



⑪ハンドルの曲げ戻しを確認
(数度程度)
撮影日：2020/5/22

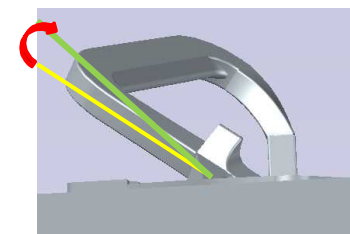


④吊り上げ時の状況（曲げ戻しを確認）



⑪吊り上げ時の状況（曲げ戻しを確認）

吊り上げ時にハンドルが上部方向へ
曲げ戻る状況を確認

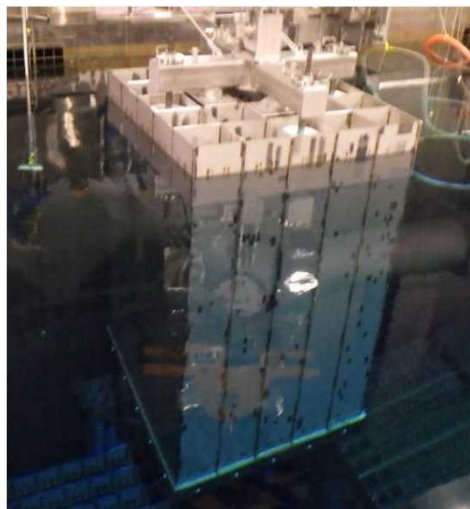


⑩3DCAD（曲げ戻し前）

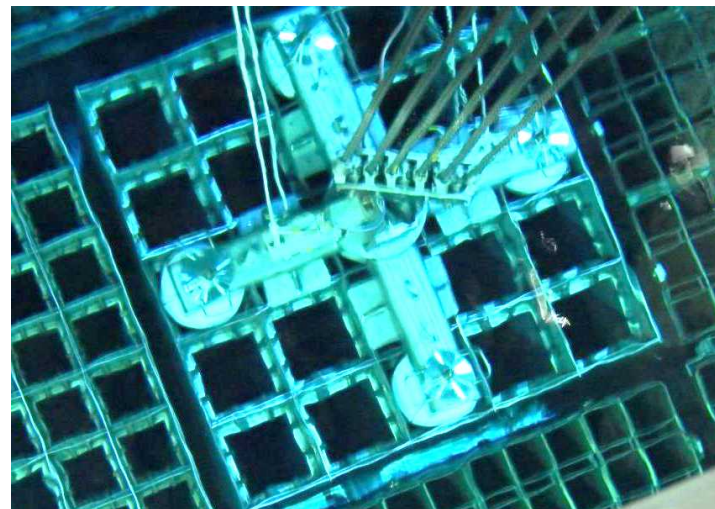
ハンドル側面の傾き
■：曲げ戻し前
■：曲げ戻し後

【参考】 共用プール大変形燃料収納缶用ラック設置

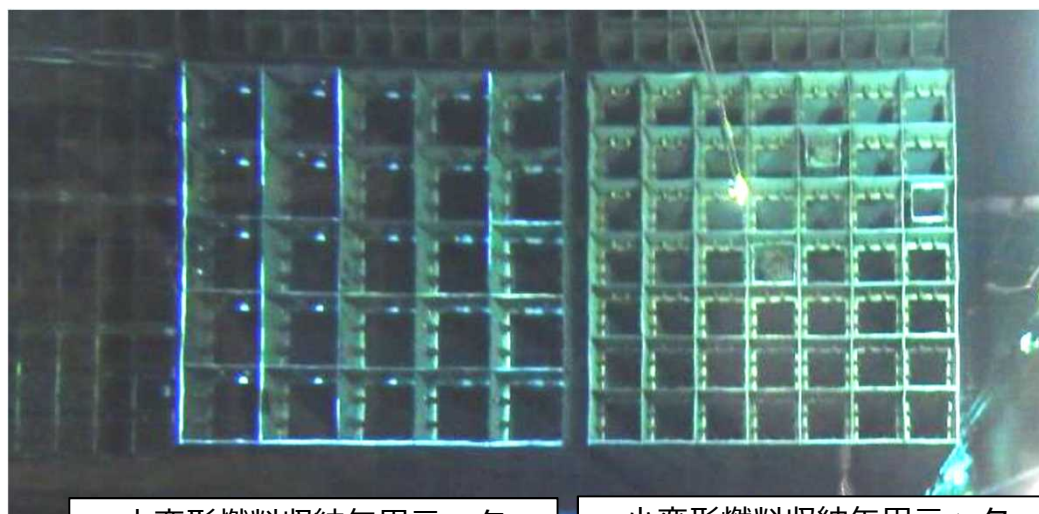
- 2020年5月26日に破損燃料用ラック（大変形燃料収納缶用ラック）の設置を完了。



ラック設置作業



ラック設置作業

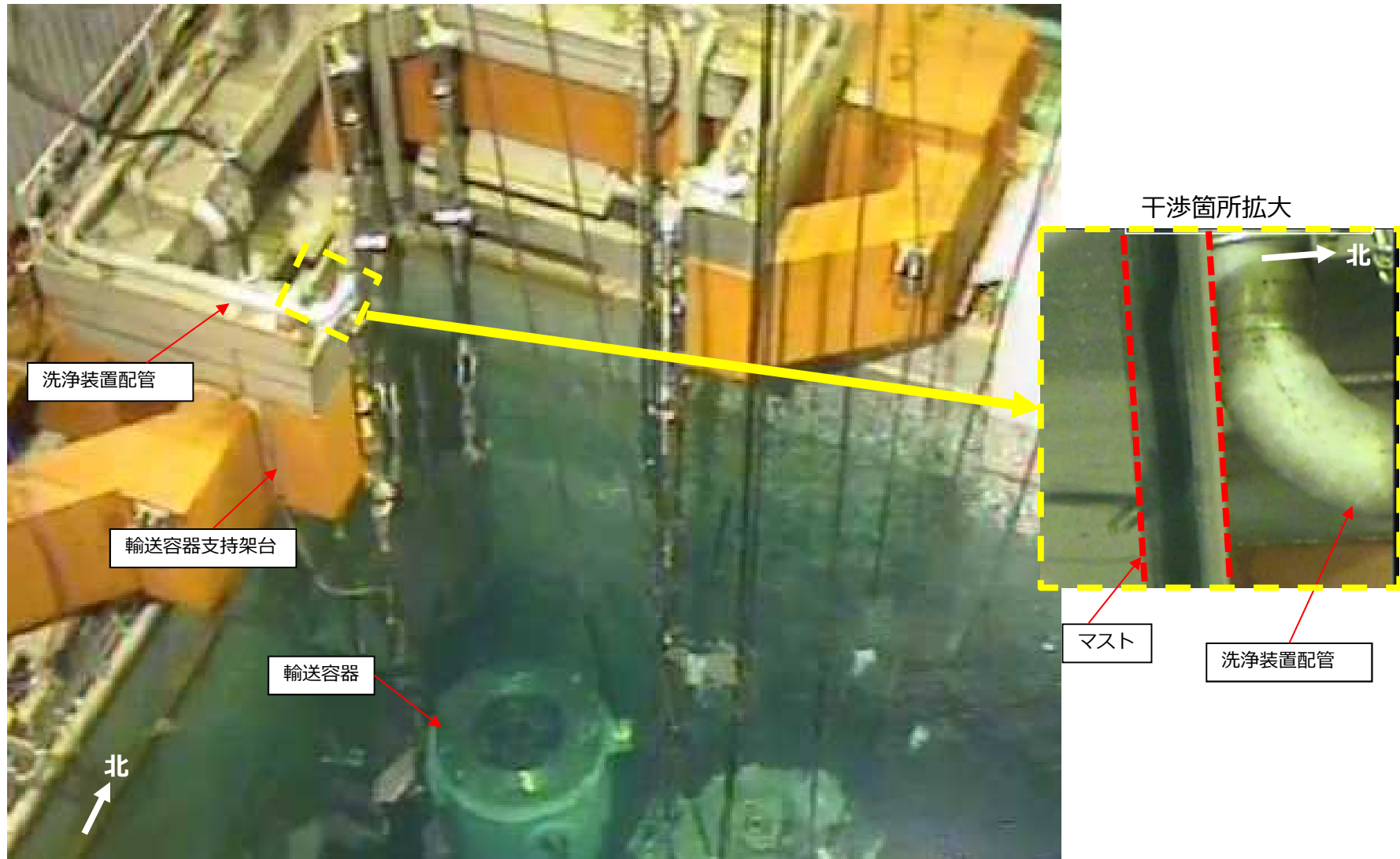


大変形燃料収納缶用ラック
(新設,5x5型 25体収納)

小変形燃料収納缶用ラック
(既設,7x7型 49体収納)



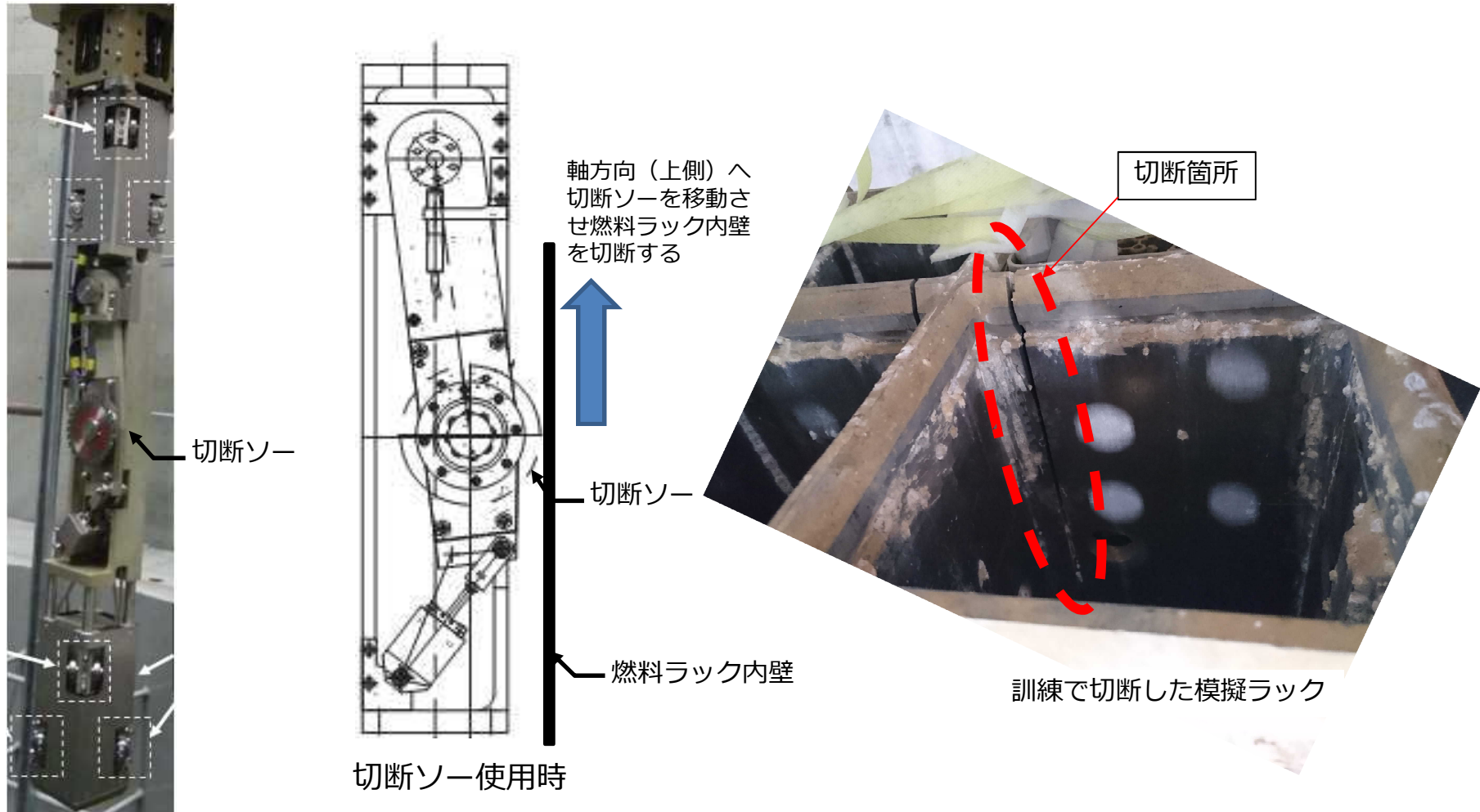
既設燃料ラック
(9x10型 90体収納)



輸送容器支持架台と洗淨装置配管の状況

【参考】ラック切断について

- ラック切断装置は、水圧駆動により切断ソーにてラックを縦方向に切断する装置
- ラック切断後、押し広げ治具にて水平方向にラックを押し広げチャンネルボックスとラック間のクリアランスを設ける



ラック切断装置外観

ラック切断装置使用時のイメージ