

3号機 燃料取り出しの進捗状況と今後の対応

2019年5月20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

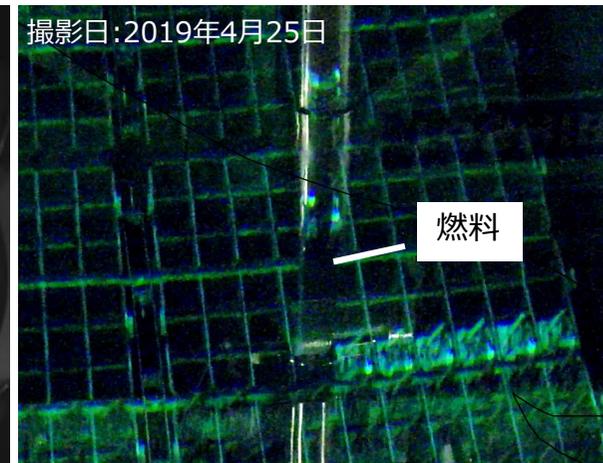
- 2019年4月15日に燃料取り出し作業を開始し、4月16日に新燃料7体の輸送容器への装填を完了した。
- 4月25日に輸送容器から共用プールへ燃料の取り出しを完了した。
- なお、燃料取り出し作業において、周辺環境のダストの濃度に有意な変動がないことを確認している。
- 1基目の燃料取り出し作業の振り返りを実施し、現在、燃料取り出し訓練及びガレキ撤去を再開し継続中。7月から2基目取り出しを予定している。



燃料取り出し開始 (1体目)



輸送容器へ燃料装填完了(7体)



共用プールへ燃料取り出し(7体目)

2 - 1. 1基目取り出し作業の振り返り <燃料等の状況>

新燃料7体の取り出しの実績は以下のとおり。

■ 燃料吊り上げ時の荷重

- 吊り上げ荷重は250kg前後で安定しており、かじり（がれきによる引っ掛かり）の兆候なし

■ チャンネルボックスの状態

- ガレキの影響と想定される表面の擦れ痕は確認されたが、燃料被覆管に影響を与えるような傷や変形、腐食は確認されなかった

チャンネルボックス：

燃料集合体に取り付ける四角い筒状の金属製の覆いのこと。チャンネルボックスを取り付けることにより、燃料集合体内の冷却材の流路を定めるとともに、制御棒作動の際のガイドや燃料集合体を保護する役割を持つ

■ 作業の視認性

- 4号機では燃料移動中にガレキの舞い上がりによる水の濁りが生じたが、3号機の1基目取り出しでは燃料移動に影響するような濁りは生じなかった



燃料の状態や視認性について燃料取り出しに支障はなかった



新燃料1体目掴み後



新燃料6体目移動中

2 – 1. 1 基目取り出し作業の振り返り <手順、設備の改善事項> **TEPCO**

- 1 基目取り出し作業後、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、改善項目を抽出。主な改善項目は下表の通り。

分類	項目	内容
燃料移動作業	吸引装置のホース固定場所の変更	<ul style="list-style-type: none"> • プール内にあるガレキ吸引装置のホースが燃料移動ルートと干渉するため、ルートを変更する必要が生じた。 • <u>燃料移動ルートと干渉しないよう、ホースの固定場所を変更する。</u> • また、ホースの固定作業に時間がかかるため、固定部位の形状を見直す。
燃料移動作業	輸送容器内着座後のフックとハンドルの接触	<ul style="list-style-type: none"> • 輸送容器内に燃料を着座させて燃料ハンドルを離すと、マストの位置がずれて、マスト巻き上げ時にフックが燃料ハンドルに接触した。 • <u>フックとハンドルの接触を防止するため、マストの位置ずれがある場合は、マスト巻き上げ前に、マストの位置を微調整する手順とする。</u>
輸送容器取扱作業	クレーン補巻水圧ホースのたわみによる干渉の回避	<ul style="list-style-type: none"> • クレーン補巻の巻き上げ時に水圧駆動ホースがたわみ、周囲の機器と干渉する可能性がある。 • <u>補巻の巻き上げ時にはホースのたわみ状況、周囲との干渉が無い事を十分確認する手順とする。</u>
共通	Webカメラ用モニタ設置位置変更	<ul style="list-style-type: none"> • <u>遠隔操作室に設置してある3号機プール上部を俯瞰できるWebカメラ用モニタの配置を、操作卓に近い位置に見直し、監視を行いやすくする。</u>

2 - 2. 燃料取り出し訓練の状況

■ 現在、1基目燃料取り出し後の訓練を実施中

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基目前)	燃料取り出し (1基目)	訓練 (1基目後)	燃料取り出し (2基目～)
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 完了	①4班 ②4班 実施中	6班で作業



撮影日：2019年3月11日

燃料移動訓練の状況（模擬燃料の輸送容器への収納）

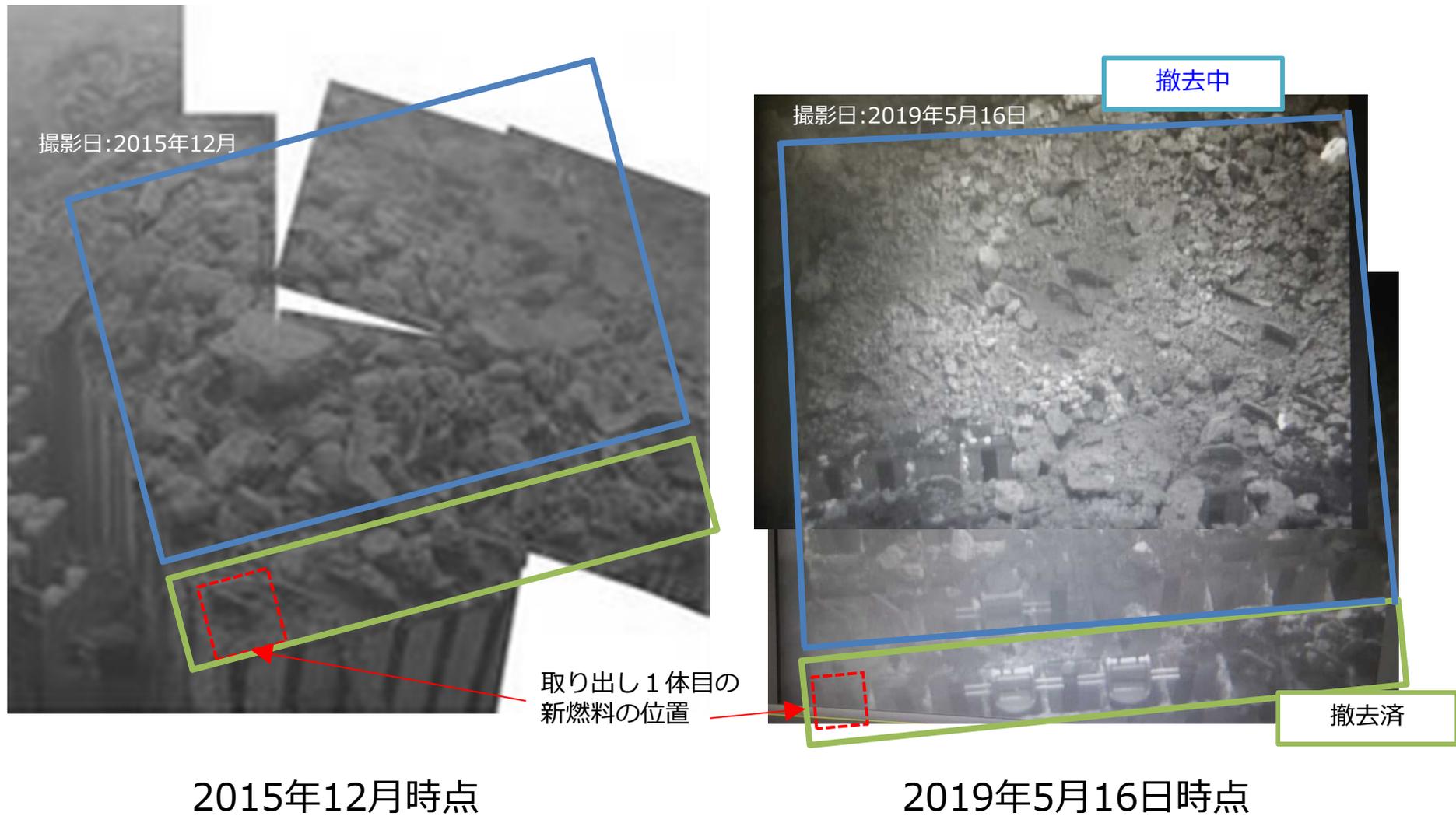


撮影日：2019年3月25日

遠隔操作室の状況

2 - 3. ガレキ撤去の進捗状況

- 輸送容器 2 基目以降に取り出す新燃料の上部にあるガレキの撤去を進めている。



3. 今後の燃料取り出し

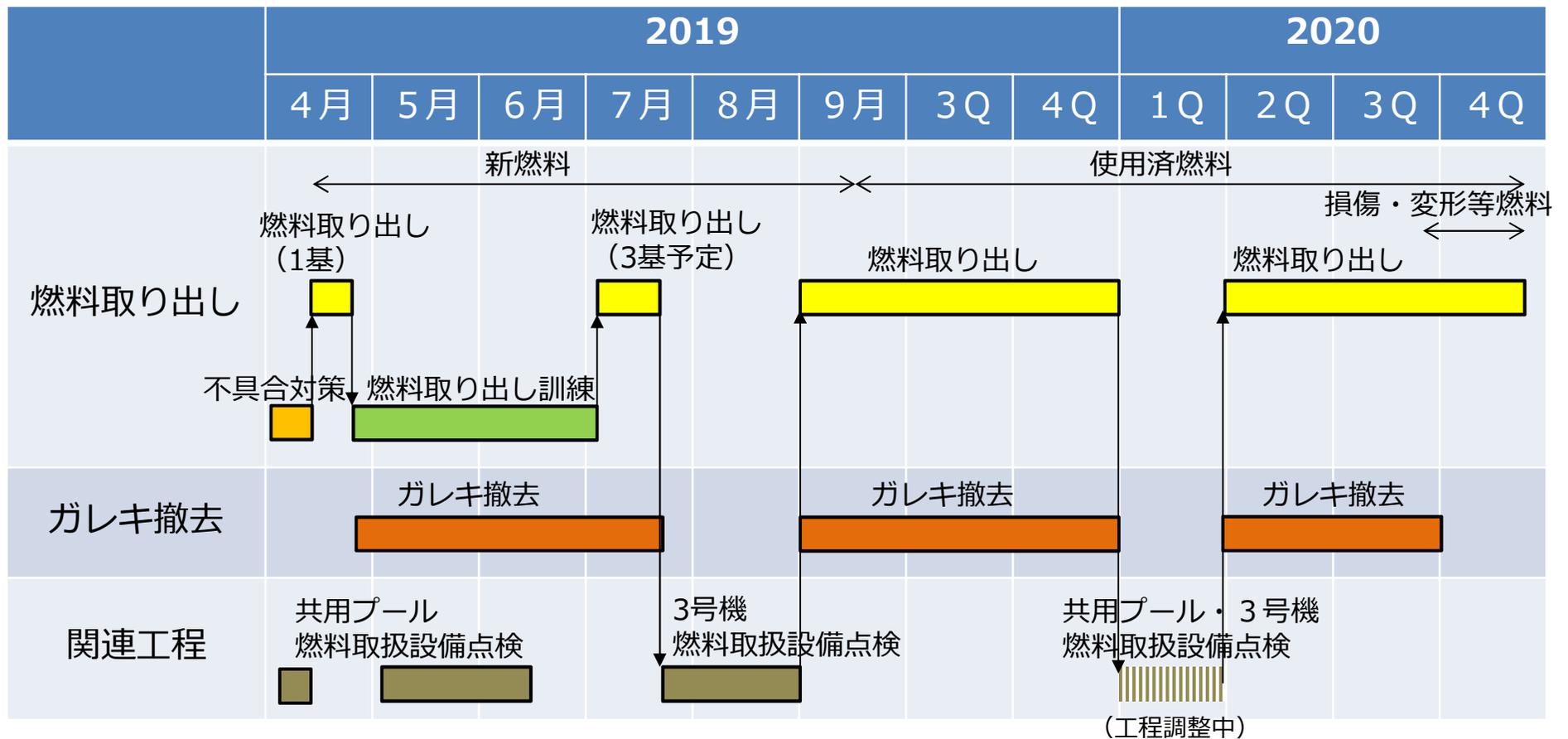
- 作業リスクの比較的低い燃料から取り出しを行い、習熟を図っていく予定。
 1. ガレキ衝突による変形の無い新燃料
 2. ガレキ衝突による変形の無い使用済燃料
 3. 損傷や変形等が確認されている燃料（下表参照）

発生	状態	体数	概要
震災以前	①スパーサ一部損傷燃料	1体	被覆管は健全。他の健全燃料と同様の取り扱いが可能。
	②スパーサずれ燃料	1体	
	③スパーサ一部損傷燃料 (チャンネルボックス装着なし)	1体	被覆管は健全であるが、チャンネルボックスが装着されていないため、被覆管とガレキが干渉する可能性あり。
	④漏えい燃料	1体	運転中に発生。 SHIPPING 検査で漏えいを確認。
震災後	⑤ハンドル変形燃料	現状 6体	ガレキ衝突により燃料ハンドルが変形。今後、ガレキ撤去後に同様の燃料が確認される可能性あり。

- ③～⑤の燃料については、取り出し方法を検討中。なお、⑤については全体の体数及びその変形量について早期に確認できるよう、ガレキ撤去を進めていく。取り出し時期は、2020年度後半の予定。

4. スケジュール

- 現在、燃料取り出し訓練とガレキ撤去を進めており、7月から輸送容器2基目の燃料取り出し作業を予定している。
- 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。



以下、参考資料

■ 吸引装置のホース固定場所の変更

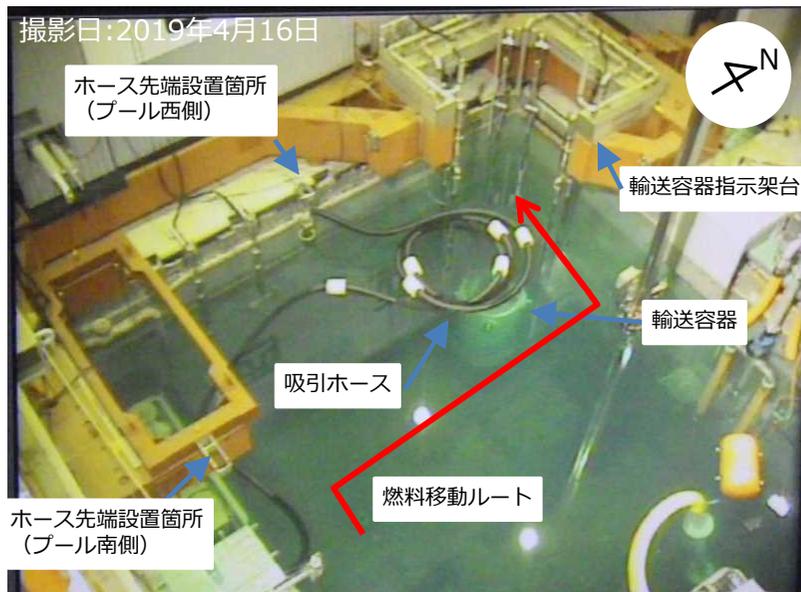
- プール内にあるガレキ吸引装置のホースが燃料移動ルートと干渉するため、ルートを変更する必要が生じた。

(燃料取り出し前はプール南側にホース先端を設置していたが、プール上に浮かんでいるホースが取り出し対象の新燃料上部にあったため、プール西側の設置箇所にホース先端を移し替えた。この際、ホースが輸送容器近傍まで位置したため、輸送容器近傍に燃料をアクセスするルートを当初の南側からアクセスするルートから東側からアクセスするルートに変更した)

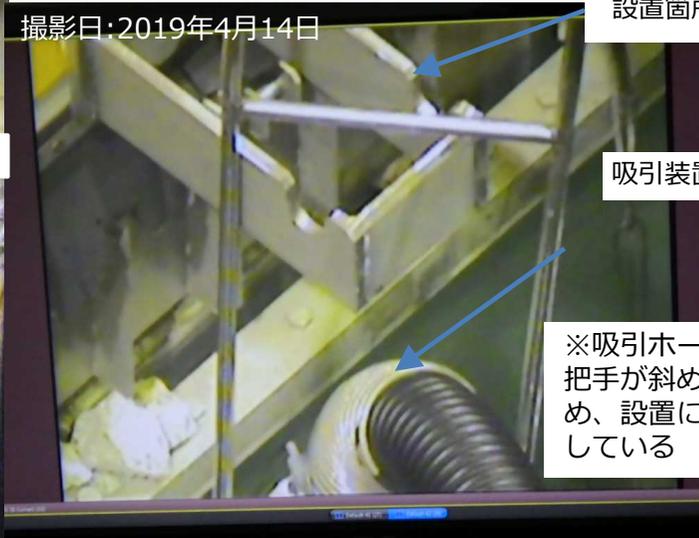
- 燃料移動ルートと干渉しないよう、ホースの固定場所を変更する。(新規追加)

■ 吸引装置ホース先端を設置する箇所の形状改善

- 吸引装置ホースの固定作業に時間がかかるため、固定部位の形状を見直す。



新燃料6体目移動中の状況

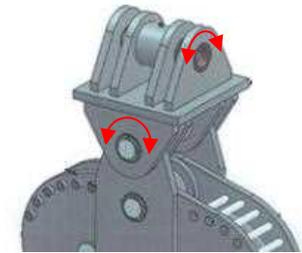


吸引装置ホース先端設置作業中

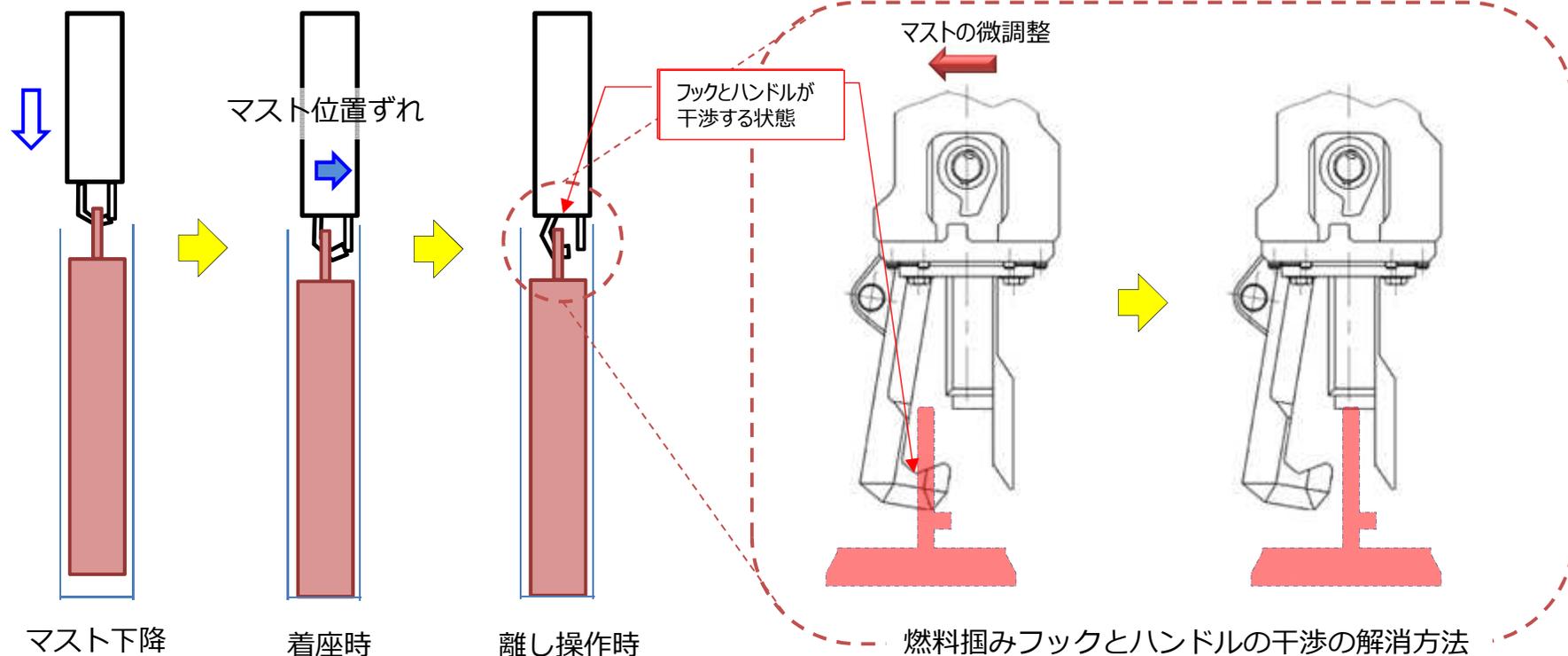


■ 輸送容器内着座後のフックとハンドルの接触の改善

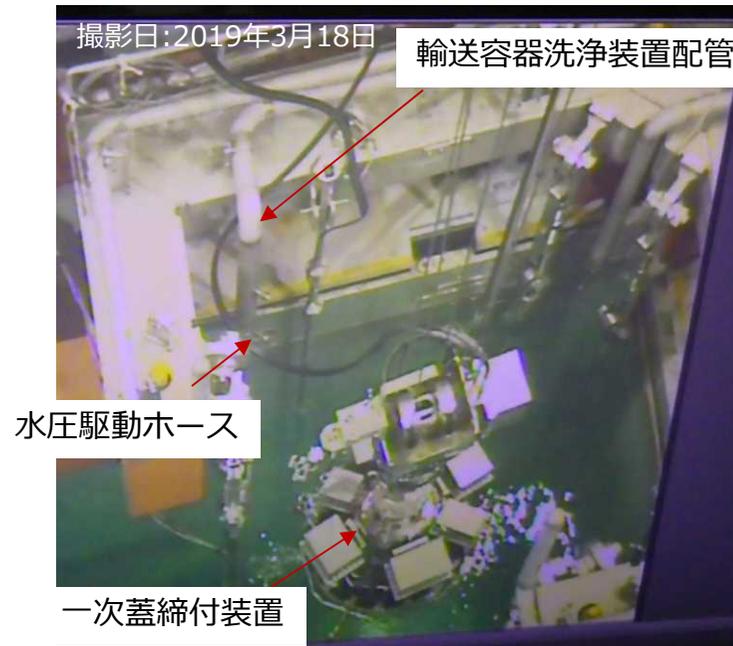
- 輸送容器内に燃料を着座させて燃料ハンドルを離すと、マストの位置がずれて、マスト巻き上げ時にフックが燃料ハンドルに接触した。
- フックとハンドルの接触を防止するため、マストの位置ずれがある場合は、マスト巻き上げ前に、マストの位置を微調整する手順とする。
- なお、燃料の変形等を考慮して、マスト上部は東西方向、南北方向に傾くことが可能な構造となっている。このため、マストの重心が収納缶の中心からずれている場合、燃料着座後に燃料ハンドルを離すと動いてずれる場合がある。



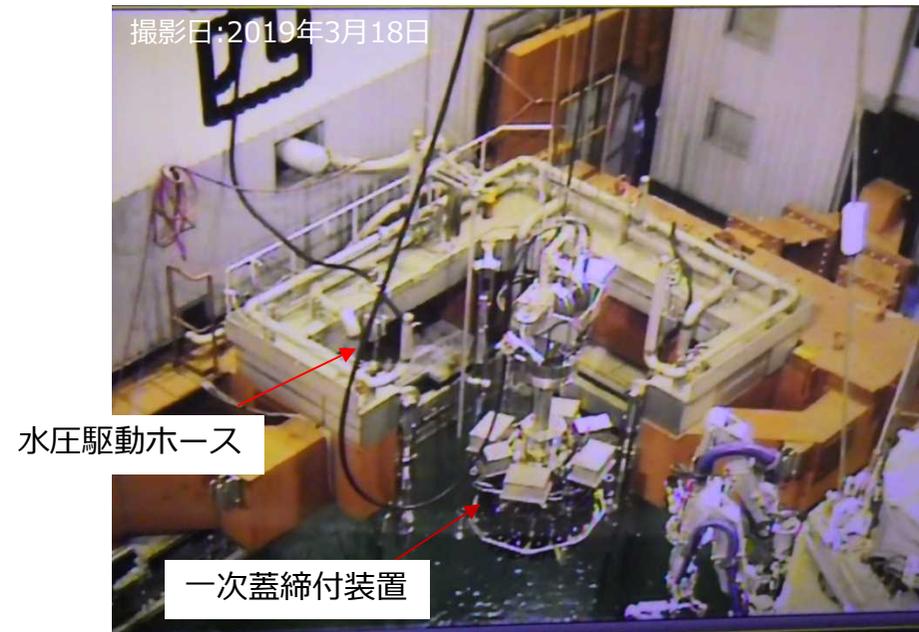
マスト上部の構造



- クレーン補巻の巻き上げ時に水圧駆動ホースがたわみ、周囲の機器と干渉する可能性がある。
(クレーン補巻に取り付けた輸送容器の一次蓋締付装置を引き上げる際、輸送容器洗浄装置配管に干渉)
- 補巻の巻き上げ時にはホースのたわみ状況、周囲との干渉が無い事十分確認する手順とする。



クレーン補巻に取り付けた一次蓋締付装置を
気中へ引き上げる状況
(配管に水圧駆動ホースが掛かっている状況)



クレーン補巻に取り付けた一次蓋締付装置を
水平移動後に気中へ引き上げる状況
(水圧駆動ホースの干渉を回避できている状況)

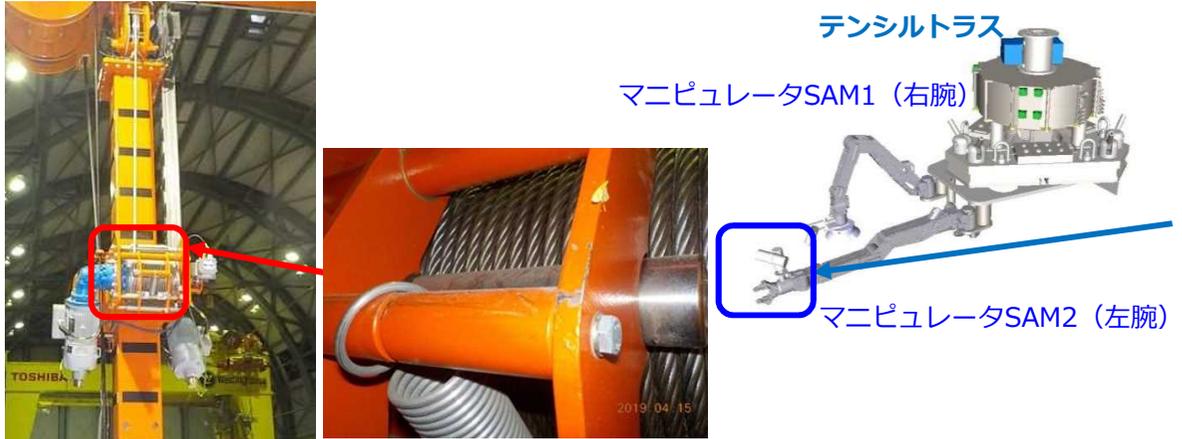
【参考】 Webカメラ用モニタ設置位置の変更

- 操作者、現場指揮者は各操作卓前で操作・監視をしており、ITV操作卓の脇に設置された俯瞰用のWebカメラ用モニタを確認しにくい状況だったため、モニタ位置を操作卓の近傍に変更し、監視し易いよう改善した。



遠隔操作室操作卓等配置

【参考】準備作業中に発生した事象 FHMマストとマンピュレータカメラの接触事象 **TEPCO**

発生事象	FHMマストとマンピュレータカメラの接触事象	
<p>概要</p> <p>FHMにより燃料移動ルートの確認作業を実施していたところ、FHMのマストがテンシルトラスのマンピュレータSAM2に取り付けられているカメラに接触した。接触により、カメラのパン・チルト機能が故障したが、マストには影響は無かった。</p>	 <p>テンシルトラス</p> <p>マニピュレータSAM1 (右腕)</p> <p>マニピュレータSAM2 (左腕)</p>	 <p>マンピュレータカメラ 接触箇所</p>
<p>原因</p> <p>燃料移動ルートの確認作業中、プール水面についてはITVにて確認していたが、FHMマスト上方については確認していなかった。また、マンピュレータの腕を格納している状態でマストと接触する認識が無かった。</p>		
<p>対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ マンピュレータに設置しているITVを交換した。(4月16日完了) ✓ ITV交換後のコネクタやITV接続状態の確認、動作確認を実施した。また、マンピュレータ全体外観確認及び各関節の動作確認を実施し、ITV及びマンピュレータともに異常のないことを確認した。 ✓ 燃料移動の操作手順書および操作前の日常点検表に、マストを操作する際はマンピュレータを北もしくは南に向け、マストとマンピュレータの接触を防止することを反映。 	 <p>マンピュレータカメラ交換箇所</p>	
<p>備考</p> <p>ITVカメラは交換済であり、燃料取り出しに影響は無い。</p>	<p style="text-align: right;">13</p>	

【参考】 損傷や変形が確認されている燃料の取り出し方法の検討状況 **TEPCO**

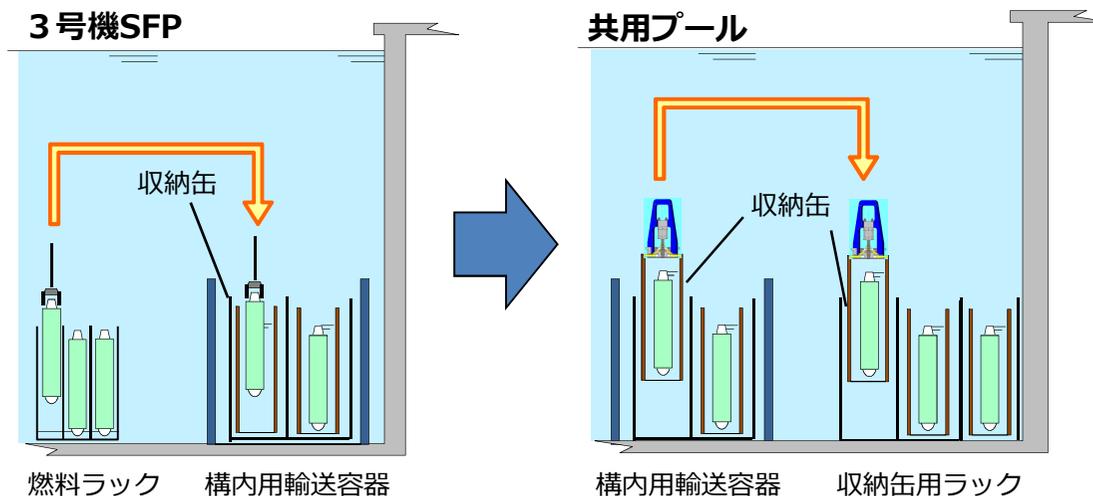
■ スライド6ページに示した燃料の取り出し方法の検討状況は以下のとおり

➤ ③～⑤の燃料

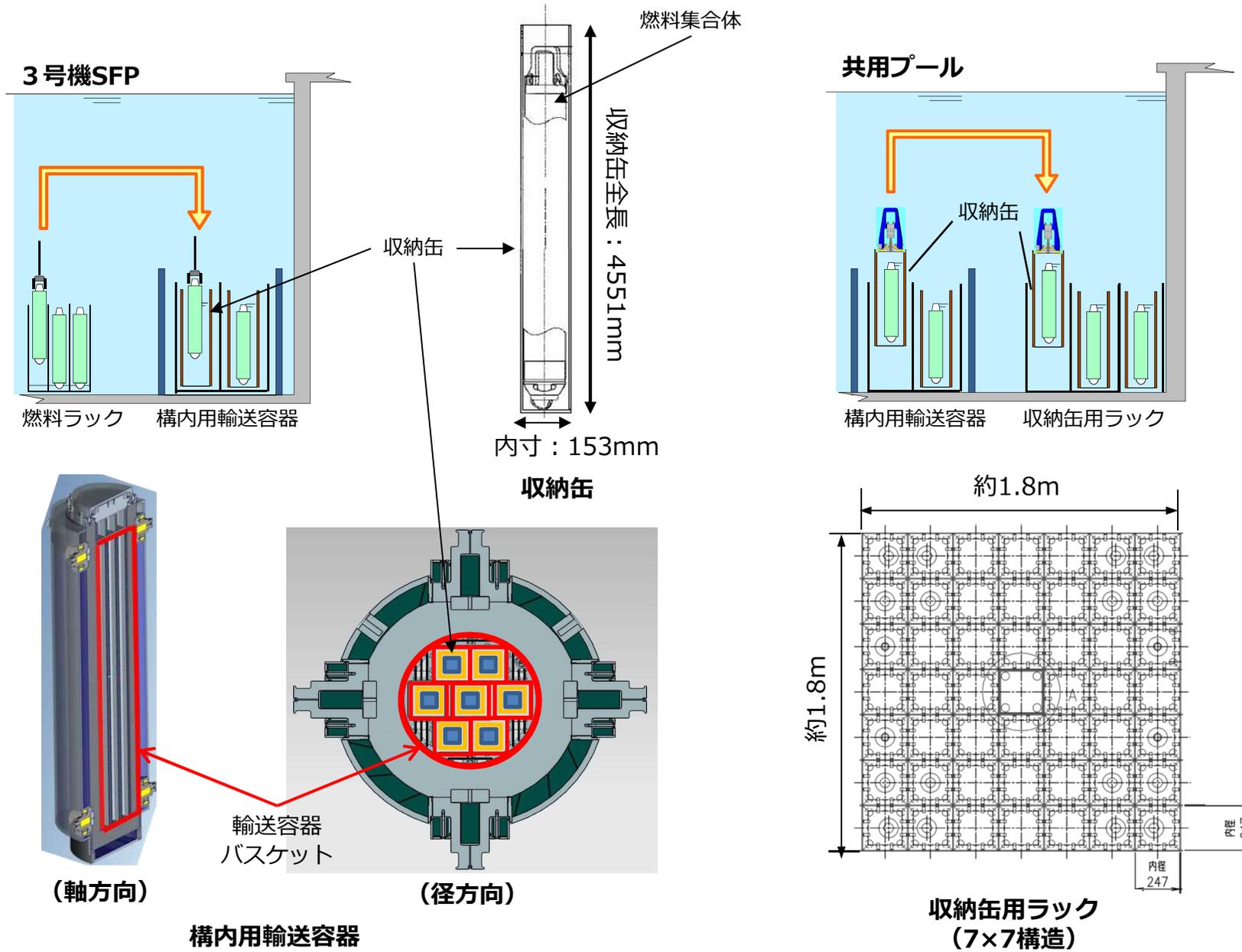
- ④は被覆管に貫通孔があり放射性物質の漏えいがある燃料、③、⑤は漏えいの可能性がある燃料のため、被覆管の破損を考慮しても、輸送の安全性に問題がないことを評価中。

➤ ⑤のハンドル変形燃料

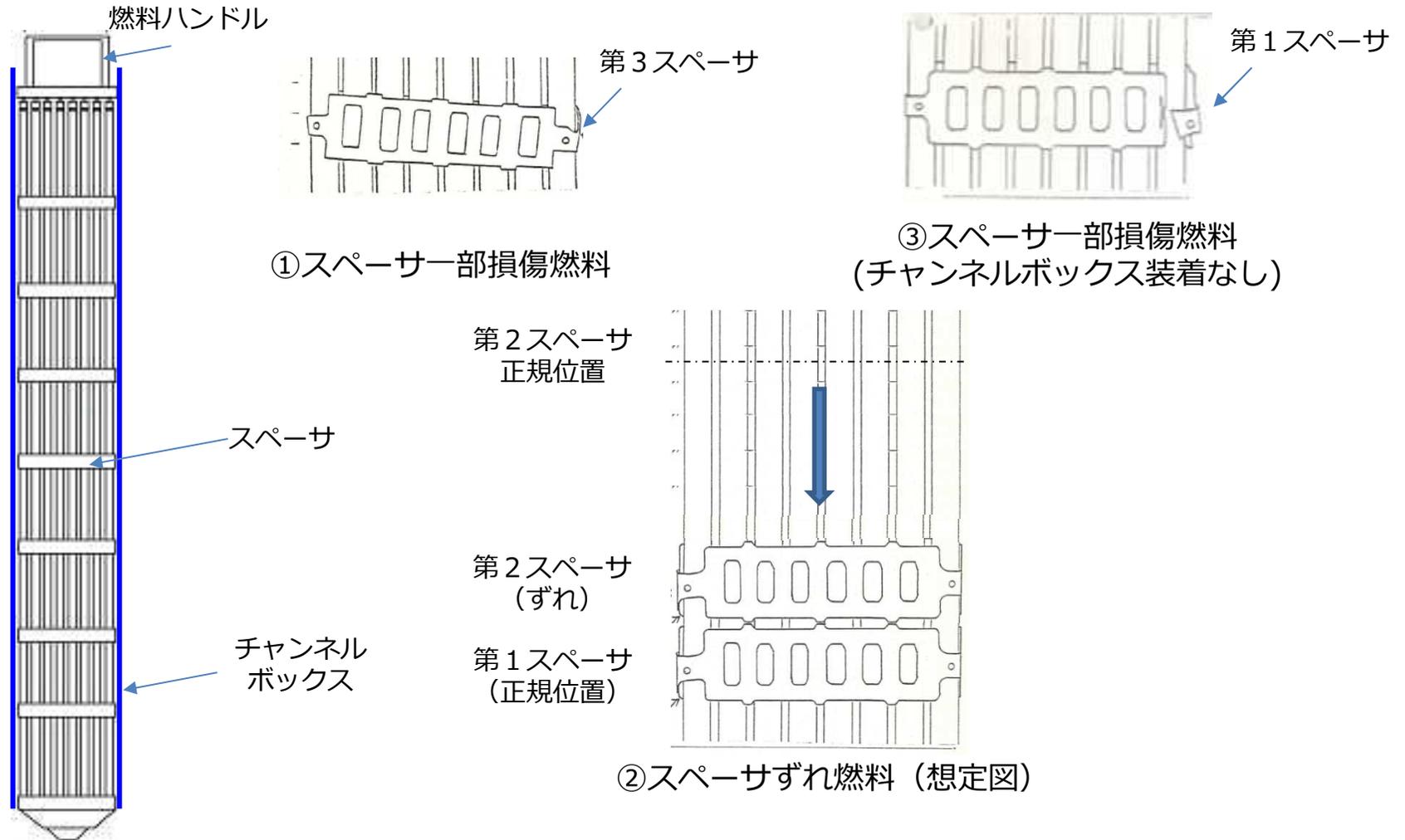
- ハンドルが変形しているため、共用プールのFHMでは把持できない。このため、燃料を収納缶に入れた状態で共用プールへ輸送し、収納缶ごと保管可能な燃料ラック（設置済み）へ貯蔵する予定。
- なお、一部の燃料は変形したハンドルと収納缶が干渉するため、内寸がより大きな収納缶を設計中。あわせてより大きな収納缶が入る輸送容器バスケット、燃料ラックを設計中。
- また上記設備とあわせて燃料取り出し手順についても検討中。



【参考】 収納缶および構内用輸送容器、燃料ラック



- 震災前に検査のためチャンネルボックスを取り外して燃料を吊り上げた際、検査台と接触・干渉してスペーサが損傷



通常（通常の）燃料集合体

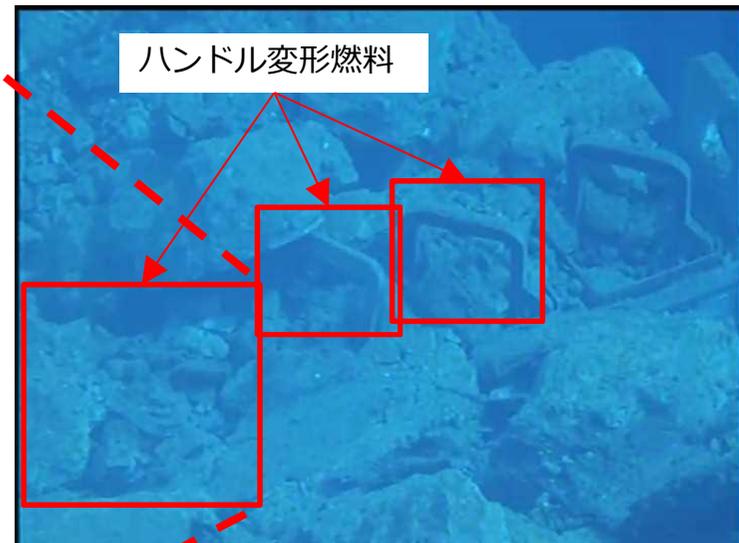
①～③の燃料のスペーサの状況

- 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

黄色破線がハンドル部



拡大図



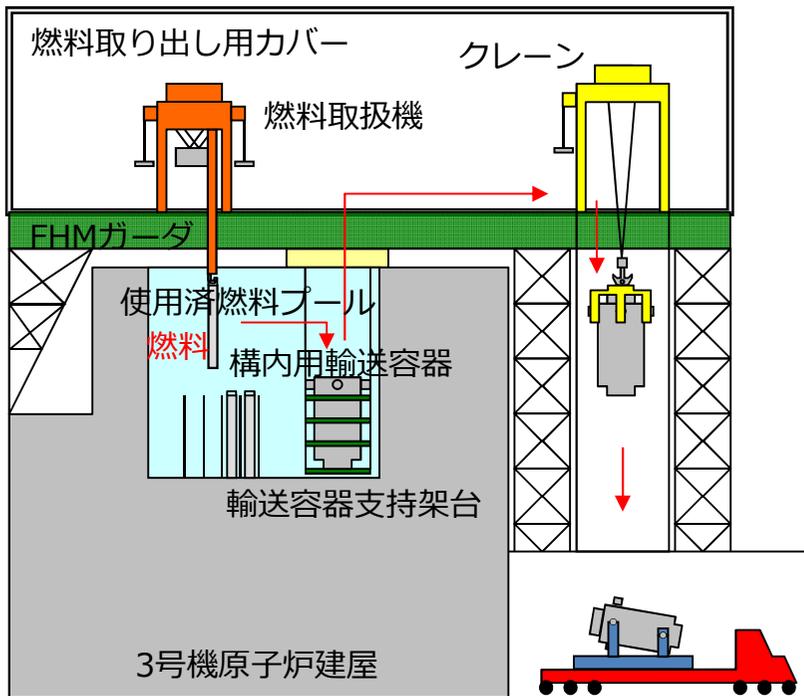
確認されたハンドル変形の例
（落下したFHM下部）

※上記のハンドル変形燃料のうち、左側の2体が変形したハンドルと収納缶が干渉する燃料

【参考】 3号機使用済燃料プールからの燃料取り出し概要

- 3号機の使用済燃料プールには、使用済燃料514体、新燃料52体（計566体）の燃料を保管している
- 燃料取扱設備を遠隔で操作し、燃料上部のガレキを撤去した上で燃料を構内用輸送容器に入れて敷地内の共用プールへ輸送する
- なお、燃料取り出しは新燃料から開始する

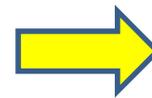
3号機原子炉建屋



共用プール



構内輸送



燃料ラック
に保管

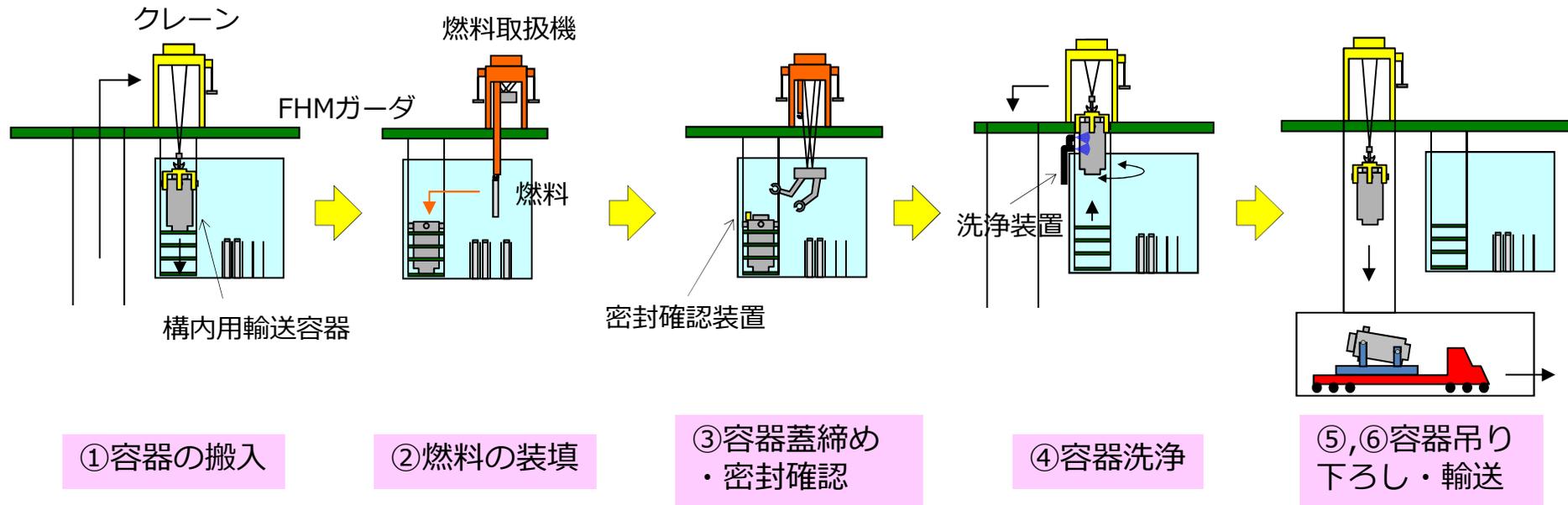


撮影：2013年11月22日

【参考】燃料取り出し作業手順の概要

燃料取り出しは、以下の手順で実施する。

- ① 構内用輸送容器をクレーンで吊り上げ使用済燃料プールに搬入する
- ② 燃料を1体ずつ燃料取扱機でつかみ、構内用輸送容器に装填する
- ③ 構内用輸送容器の一次蓋を設置し密封を確認する
- ④ 構内用輸送容器の表面を洗浄・水切りする
- ⑤ 構内用輸送容器をクレーンで地上階まで吊り降ろす
- ⑥ 構内用輸送容器の二次蓋を設置後、輸送車両に積載し共用プールへ輸送する



【参考】ガレキ撤去作業手順の概要

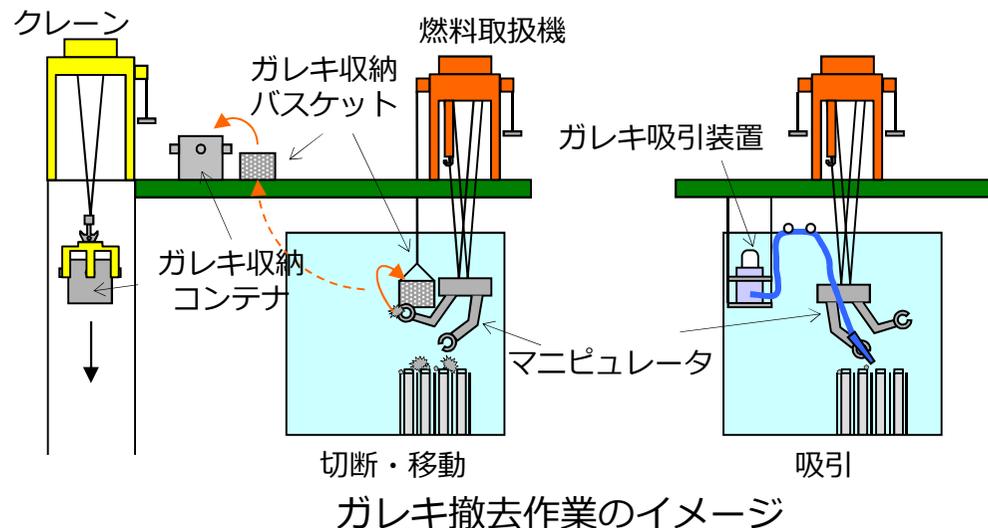
ガレキ撤去は、以下の手順で実施する。

直径約100mmより大きなガレキ：

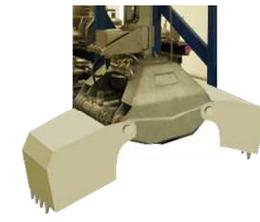
- ① 燃料取扱機の補巻でガレキ収納バスケットを吊り降ろす
- ② ガレキつかみ具、バケットによりガレキを把持し、バスケットに入れる、または空き燃料ラックの上に置く
- ③ バスケットはコンテナに入れて、クレーンで地上階へ吊り降ろす

直径約100mm以下のガレキ：

- ① マニピュレータの小型つかみ具で吸引装置の吸引部を把持する
- ② ガレキを吸引する



つかみ具



バケット



鉄筋カッター



ケーブルカッター