

3号機 使用済燃料プール内の制御棒等 高線量機器取り出し計画について

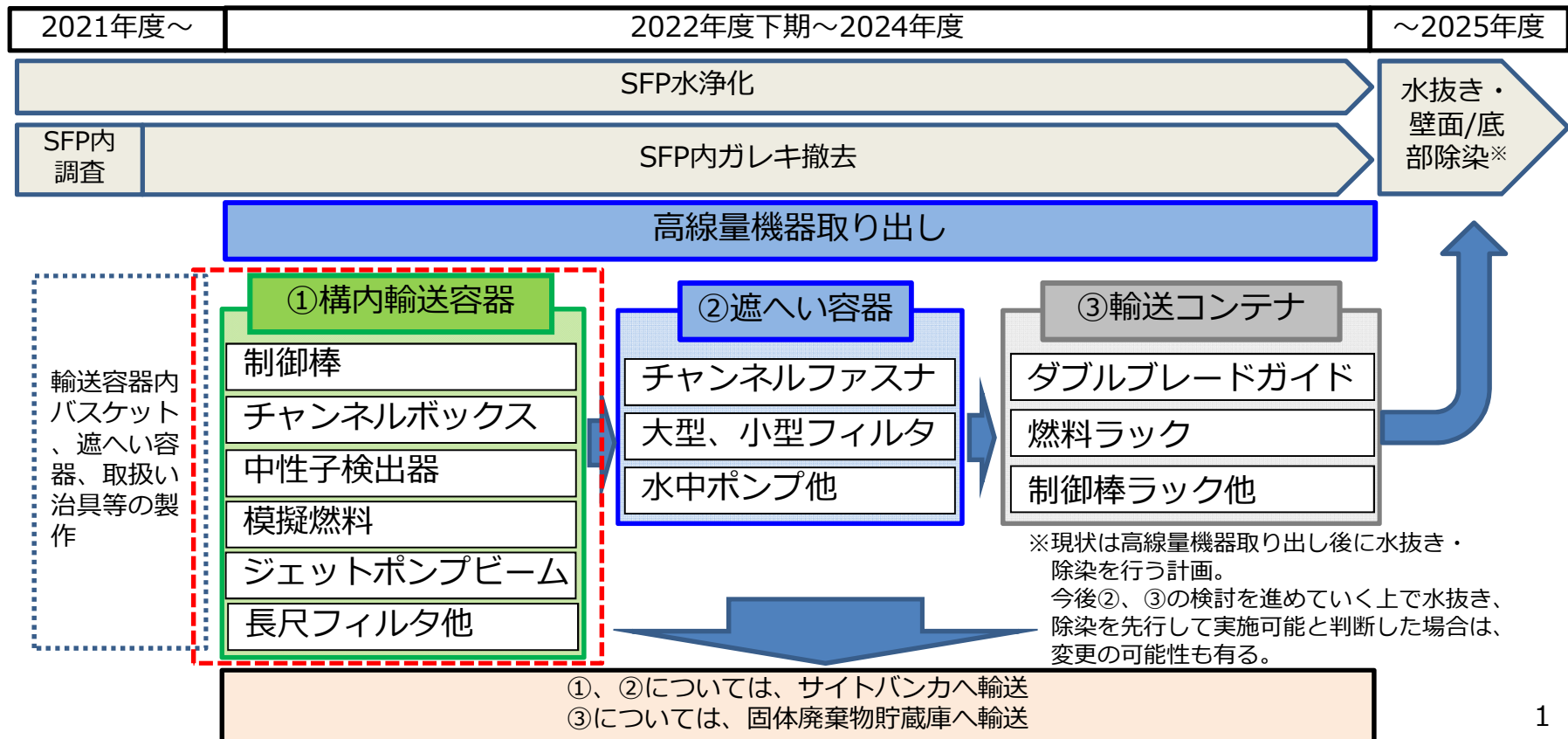
2022年6月14日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. はじめに

- 3号機 使用済燃料プール（以下、SFP）に保管している制御棒等の高線量機器の取り出しを2022年下期より開始する計画であり、2022年3月現在、高線量機器取り出しに向けて、燃料ラック上部のガレキ撤去を実施中。
- 高線量機器取り出しについては、SFP内に保管中の高線量機器のうち、制御棒及びチャンネルボックスから取り出しを開始する予定である。2021年7月～9月に実施したSFP内調査の結果、高線量機器取り出しに大きな影響を及ぼす状況は確認されなかったことから、下図で示す高線量機器の取り出し計画の内、「①構内輸送容器」で運搬する機器（赤点線の範囲）について、計画がまとまったため、ご説明させて頂く。



2. SFP内制御棒及びチャンネルボックス等の取り出し計画

- 高線量機器取り出し作業については、高線量機器を既存のクレーン補巻を使用し、構内輸送容器に収納の上輸送する。
- 高線量機器取り出し作業は遠隔操作による無人作業とするが、介助作業等一部有人作業が必要なため、SFP上を走行可能な作業台車及び介助作業用治具を準備する。
- 3号機SFP内制御棒及びチャンネルボックス等、高線量機器取り出し方法については、以下の通り。なお、使用治具については、吊荷の荷重を考慮し使用する。

取り出し機器	数量	使用容器	収納缶	使用治具	使用機器
制御棒	31	構内輸送容器	2体収納用／ 変形CR用	制御棒つかみ具	クレーン補巻
チャンネルボックス	14		4体収納用	チャンネルボックス つかみ具	クレーン補巻
中性子検出器 (バスケットにて保管)	10		2体収納用	制御棒つかみ具／ ワイヤ切断治具	クレーン補巻 作業台車
模擬燃料 シングルブレードガイド	8		4体収納用	ブレードガイド つかみ具	クレーン補巻
ジェットポンプビーム (バスケットにて保管)	1		1体収納用	制御棒つかみ具／ ワイヤ切断治具	クレーン補巻 作業台車
長尺フィルタ	13		2体収納用／ 4体収納用	制御棒つかみ具／ ブレードガイドつかみ具 ／ワイヤ切断治具	クレーン補巻 作業台車

3. 高線量機器取り出しに使用する主な治具・容器

■ 治具



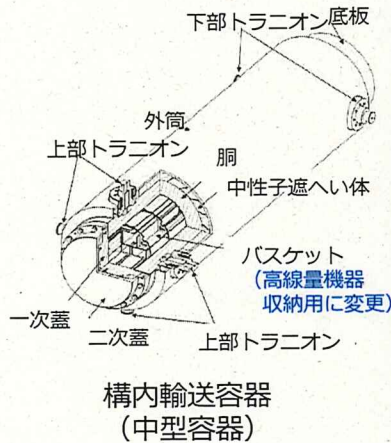
制御棒つかみ具

チャンネルボックスつかみ具 [イメージ図]

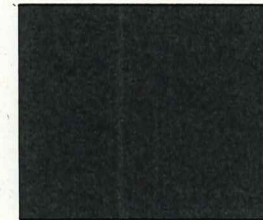
ブレードガイドつかみ具 [イメージ図]

■ 容器

- ✓ 構内輸送容器 + 容器内に用途に合わせて1,2,4体収納用収納缶を設置
(既存の収納缶内径寸法に高線量機器が収納出来ないため、収納缶を変更する)



高線量機器用バスケット用イメージ図

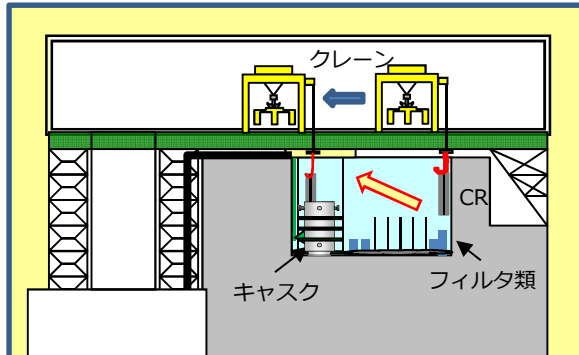


変形CR用収納缶※
(イメージ図)

※変形した制御棒用の輸送容器は、SFP内調査結果から1, 2, 4体用収納用収納缶に入らないため、専用の収納缶(変形CR用収納缶)を検討中。

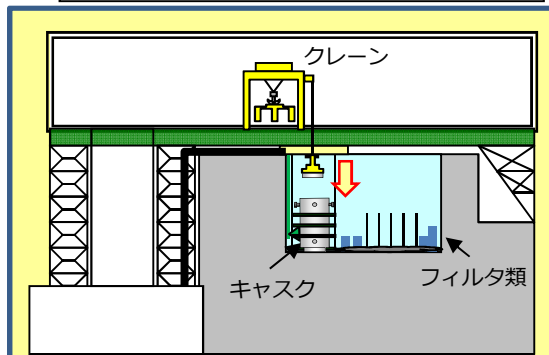
4. 高線量機器取り出しイメージ図（サイトバンカ輸送の場合の例）

制御棒等吊上げ・容器収納



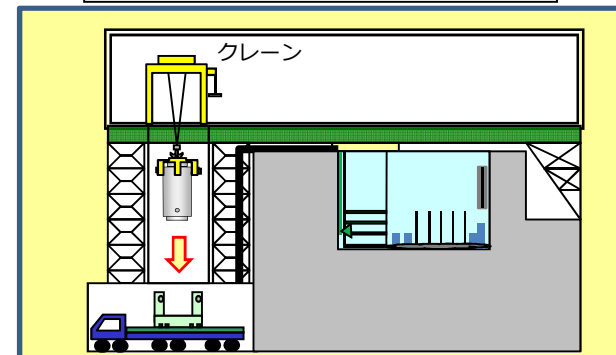
- ・ 輸送容器をプール内ピットに設置
- ・ 収納準備（一次蓋取外し等）
- ・ クレーンにて、制御棒等を吊り上げ、輸送容器に収納

輸送容器一次蓋取付



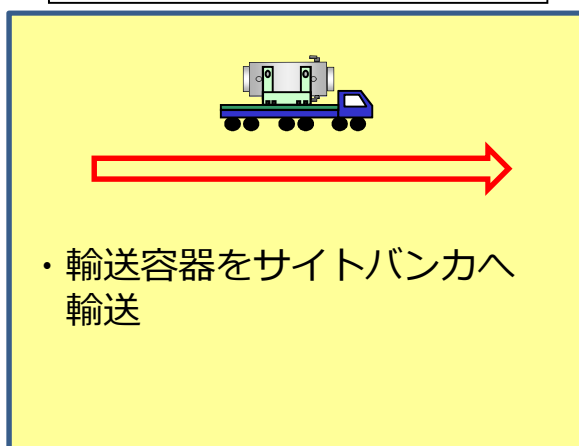
- ・ クレーンにて、輸送容器一次蓋の取付け
- ・ 輸送容器の吊り上げ

輸送容器吊降し・輸送準備



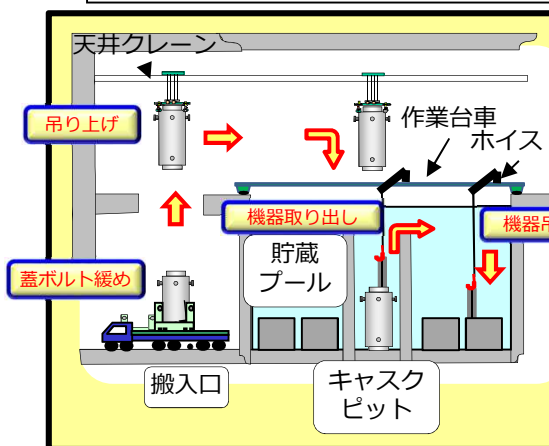
- ・ クレーンにて、輸送容器を吊り下げ
- ・ 輸送準備（緩衝体設置・撤去、二次蓋取付け、横倒し等）

輸送



- ・ 輸送容器をサイトバンカへ輸送

サイトバンカ建屋内作業



- ・ サイトバンカ建屋搬入口にて吊り上げ準備（立起こし等）
- ・ 天井クレーンにて吊り上げ、サイトバンカプール内へ搬入
- ・ プール内で機器を取り出し、保管可能な箇所へ吊り下げ、保管

5-1. 高線量機器取り出しにおけるリスク管理

- 燃料取扱設備（クレーン） 仕様
 - ✓ 定格荷重 主巻50 t, 補巻5 t
- 燃料取扱設備（クレーン） 主な使用用途
 - ✓ 主巻：構内輸送容器の吊上げ、吊降し
 - ✓ 補巻：構内輸送容器への高線量機器収納、高線量機器収納・輸送準備
- 燃料取扱設備（クレーン） リスク管理

想定事象	対象機器	対策
電源喪失※1	主巻	安全ブレーキ動作に伴い、状態を保持し落下を防止する構造 また、補巻にて使用する治具側にはワイヤ又はロープを取付け、落下防止を図る
	補巻	
駆動源喪失※2	主巻	駆動源喪失時の状態を保持し落下を防止する構造 また、補巻にて使用する治具側にはワイヤ又はロープを取付け、落下防止を図る
	補巻	
ワイヤ破断	主巻	ワイヤ二重化により、落下を防止する構造
	補巻	ワイヤー重 なお、点検等にてワイヤ径、素線切れ等、異常が無いことを確認の上使用することから、異常の早期検知は可能
走行不可	ブリッジ	燃料取り出し作業時に、手動走行手順を定めているため、手順に沿って実施
横行不可	トロリ	燃料取り出し作業時に、手動横行手順を定めているため、手順に沿って実施

※1：主巻・補巻本体の昇降動作に電源を使用。

※2：主巻・補巻フックのロック機構に駆動源（水グリコール）を使用。

5-2. 高線量機器取り出しにおけるリスク管理

- 作業台車 仕様
 - ✓作業台車駆動方式 電動駆動（インバータ制御）
 - ✓電動ホイスト（以下、ホイスト） 吊上荷重0.352 t
- 作業台車 主な使用用途
 - ✓作業台車：高線量機器取り出し作業介助
- 作業台車 リスク管理

想定事象	対象機器	対策
電源喪失	走行	緊急時はブレーキを強制解除し牽引する
	ホイスト	ホイストのブレーキにて状態を保持し落下を防止する構造
ワイヤ破断	ホイスト	ワイヤー重 なお、点検等にてワイヤ径、素線切れ等、異常が無いことを確認の上使用することから、異常の早期検知は可能

5-3. 高線量機器取り出しにおけるリスク管理

- 高線量機器取り出しに使用する構内輸送容器は、実施計画「Ⅱ.2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備」に規定している設備であり、実施計画に規定する仕様、要求機能の範囲内で取り扱う。
- 高線量機器取り出しに関連する、構内輸送容器の実施計画記載内容

仕様、要求機能		高線量機器取扱時
設備仕様	重量 約46.3t (燃料7体収納時) 全長 約5.6m, 外形 約1.4m	設備仕様の範囲内で実施 バスケットを変更
構造強度	衝撃、熱等に耐え、かつ、容易に破損しないこと 適切と認められる規格及び基準に適合していること	要求機能の範囲内で実施
密封	放射性物質を適切に閉じ込めること	燃料収納時と同様の手順にて実施
遮へい	放射線を適切に遮へいできること	要求機能の範囲内で実施

5-4. 高線量機器取り出しにおけるリスク管理

- 高線量機器取り出しにおいて、実施計画「Ⅲ.特定原子力施設の保安」に規定する事項の範囲内で実施する。
- 高線量機器取り出しに関連する、実施計画記載内容
 - ✓実施計画 Ⅲ.第1編（1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉の保安措置

実施計画に規定する事項		高線量機器取扱時
第38条	放射性固体廃棄物の管理 5.管理対象区域内において、放射性固体廃棄物を運搬する場合は、次の事項を遵守する (1)容器等の車両への積付けは、運搬中に移動、転倒又は転落を防止する措置を講じること (2)法令に定める危険物と混載しないこと	実施計画の範囲内で実施
第42条	気体廃棄物の管理 第42条に定める事項を測定、監視する 測定・監視箇所：3号炉 原子炉建屋上部 3号炉 燃料取出し用カバー排気設備出口	実施計画の範囲内で実施 また、放射性ダスト濃度が上昇し、警報を発報した際は、作業を中断し、必要な対策を講じる
第60条	外部放射線に係る線量当量率等の測定 第60条に定める箇所を測定する 測定箇所：3号炉原子炉建屋5階エリアモニタにおいて測定	実施計画の範囲内で実施 また、当該エリアの線量が増加し、警報を発報した際は、作業を中断し、必要な対策を講じる
第61条	放射線計測器類の管理 第61条に定める計測器数を確保する 3号炉原子炉建屋5階エリアモニタの台数	実施計画の範囲内で実施

- ✓実施計画 Ⅲ.第3編（保安に係る補足説明）

実施計画に規定する事項		高線量機器取扱時
2.1 放射性廃棄物等の管理 2.1.1 放射性固体廃棄物等の管理に定める施設に貯蔵・保管する		実施計画の範囲内で実施

6. 作業台車の設置について

■ 設置目的

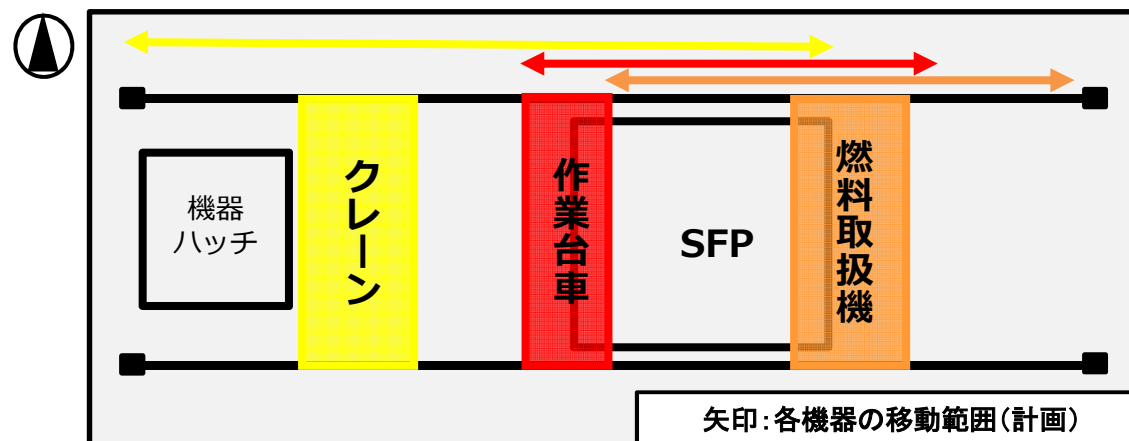
- ✓高線量機器取り出しについては、クレーン補巻を主に使用し、遠隔操作による無人作業にて実施するが、高線量機器が使用済燃料と比較すると様々な場所に配置されているため、作業時の介助が必要である。そのため、作業介助を目的とした作業台車（電動ホイスト付）を設置する。

■ 主な有人（介助）作業

- ✓作業台車上にて、クレーン補巻に使用するつかみ具の開閉操作（数分/回）。
- ✓フィルタ等バスケットに保管済の高線量機器（吊りワイヤにて固縛）のワイヤ切断に伴う、ワイヤ切断治具の操作（数分/回）。

■ 設置場所

- ✓クレーン補巻作業の介助が目的のため、以下の場所に設置する。
- ✓作業台車については、使用済燃料プール外に駐機する。



7. 被ばく低減対策

■ 遠隔操作

- ✓高線量機器移動時は、遠隔操作にて実施する。

■ 遮へい水深

- ✓遮へい水深については、クレーン補巻に高さ制限を設け、水面から350mm以上の遮へい水深を確保する。（3号機燃料取り出し時の遮へい水深：350mm）
- ✓なお、プール水の水位変動により、遮へい水深350mmを確保出来ない場合は、エリアモニタの指示値（警報発報有無）等、作業安全を確認した上で、作業を実施する。

■ 有人（介助）作業

- ✓作業台車上床面及び側面に鉄板遮へいを設置。鉄板遮へいにより、作業台車上床面及び側面からの影響を約20～40%程度の低減を図る。
- ✓構内輸送容器内への高線量機器収納は、作業台車上で介助作業完了後、作業台車を使用済燃料プール上から退避させ、遠隔操作で構内輸送容器内へ収納する。

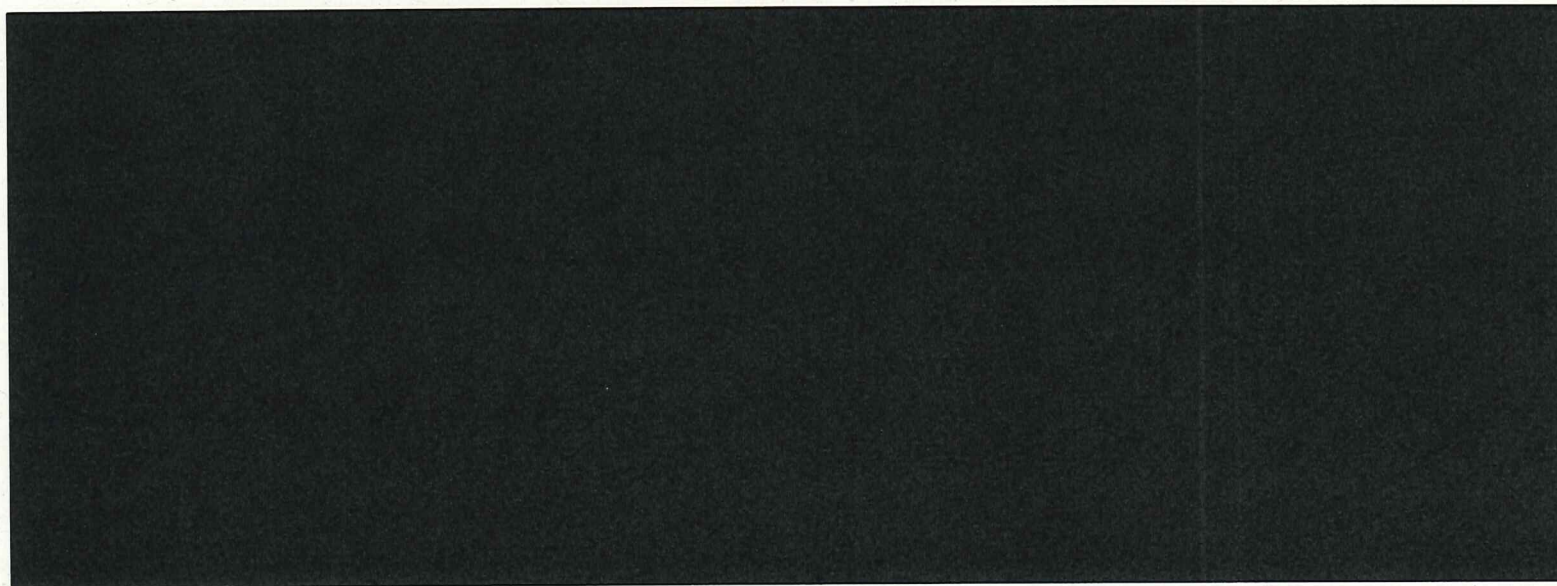
8. 作業台車の耐震性（波及的影響）に対する考慮

■ 評価条件

- ✓作業台車は高線量機器取り出し作業に伴う仮設設備であるため、簡易的に水平／垂直地震加速度 1 G が負荷された場合の影響を評価。
- ✓評価対象 作業台車本体（損傷有無）、脱輪防止装置・駆動用シャフト・車輪（脱輪有無）

■ 評価結果

- ✓作業台車本体が損壊しないことを確認。
- ✓水平方向（車輪）及び垂直方向（脱輪防止装置のピン及び駆動用シャフト）の発生応力は許容値以内であるため、作業台車が脱輪しないことを確認。
- ✓なお、仮に作業台車が地震により損壊し、使用済燃料プールのライニングを損傷させることで、プール水の漏えいが発生した場合は、補給水系外部注水手段等による機動対応が可能である。
- ✓上記より S F P への波及的影響は無いと評価。



作業台車(イメージ図)

9. サイトバンカプール内空き容量

- 初期に取り出しを行う制御棒等の高線量機器については、サイトバンカプールに保管可能である。具体的な輸送数量と保管可能な容量は以下の通り。

輸送機器	数量	保管可能容量	備考
制御棒	31	108	制御棒保管ラック
チャンネルボックス	14	169	チャンネルボックス保管ラック
中性子検出器 (バスケットにて保管)	10	58	C型バスケット保管ラック
模擬燃料 シングルブレードガイド	8	169	チャンネルボックス保管ラック
ジェットポンプビーム (バスケットにて保管)	1	83	C型バスケット保管ラック※1：58 D型バスケット保管ラック※2：25
長尺フィルタ	13	252	C型バスケット保管ラック※1：58 D型バスケット保管ラック※2：25 チャンネルボックス保管ラック：169

※1：C型バスケット：中性子源やLPRM等の棒状の機器を収納する容器

※2：D型バスケット：ベロシティーリミッターを収納する容器

10. 津波対策

- 福島第一原子力発電所では津波対策を段階的に実施している（2021.1.25 第87回 特定原子力施設監視・評価検討会 資料2）
 - ✓アウターライズ津波／千島海溝津波／日本海溝津波（～T.P.11.8m）：防潮堤設置
 - ✓3.11津波（T.P.15.1m）：各建屋の開口部閉止※
 - ※ 開口部閉止処置は滞留水を貯留する建屋に対し、内包する地下滞留水の建屋外への流出を防止するために実施している。サイトバンカ建屋は、建屋地下階に貯留していないため対策範囲外。
- なお、3.11津波ではサイトバンカプール内へ津波の流入は無かった。サイトバンカプールレベル（T.P.16.562m）に対し、3.11津波（T.P.15.1m）のため、流入なし。

11. 高線量機器取り出し工程（計画）

- 今後、作業台車の設置を行い、2022年下期より制御棒等の高線量機器取り出し開始するよう進める。

実施内容	2022年度											2023年度	2024年度	
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
作業台車設置														
高線量機器取り出し (①構内輸送容器分) / ラック上部ガレキ撤去														
SFP底部ガレキ撤去 / 高線量機器取り出し (②遮へい容器分) (③輸送コンテナ分)														

- プール内調査により、以下の機器に変形等が確認された。

<制御棒>

- ✓ 燃料ラック上部の制御棒（1本）の変形を確認
- ✓ 制御棒ハンガー（制御棒を吊り下げて保管するスペース）に保管している制御棒（2本）に変形を確認

<制御棒ハンガー>

- ✓ 制御棒ハンガー（6箇所）に変形を確認

<模擬燃料>

- ✓ 模擬燃料（2体）のハンドル部に変形を確認

<燃料ラック>

- ✓ 燃料ラック吊りピース（6箇所）に変形を確認

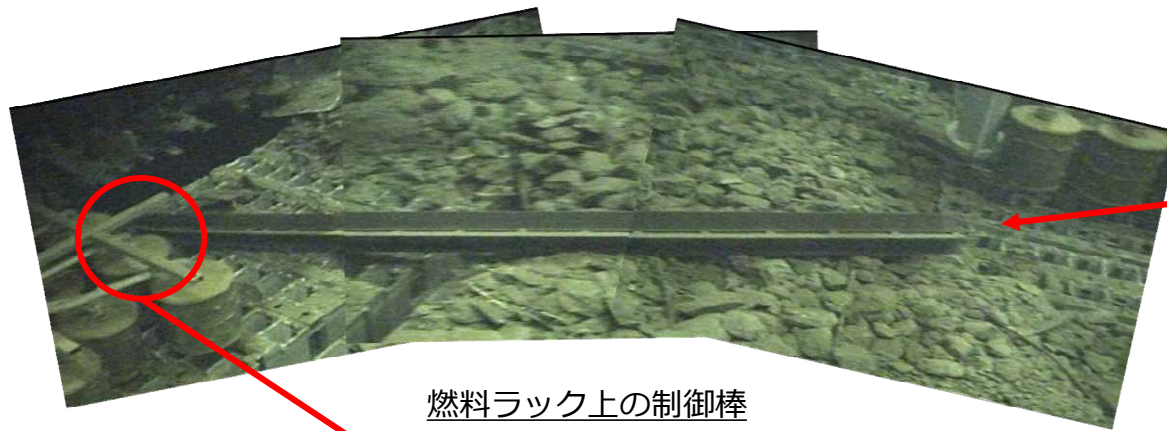
<ガレキ堆積状態>

- ✓ 燃料ラック上部にコンクリートガレキを確認
- ✓ プール底部には、砂状のガレキ堆積および鉄製ガレキを確認
- ✓ プール底部のガレキの堆積により、底部に保管中の高線量機器は確認できなかった（底部ガレキ撤去後に再度調査予定）

【参考】高線量機器の状態（燃料ラック上の制御棒）

- 燃料ラック上の制御棒下部の変形 1本※
- 取り出し、輸送に影響は無い見込み

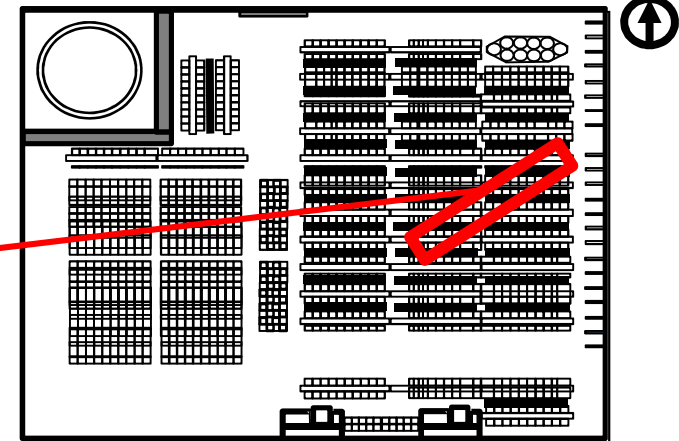
※震災の影響により、制御棒ハンガーから外れ燃料ラック上へ着地（推定）。
燃料取り出し作業時、作業に干渉する為、干渉しない位置に移動を実施。



燃料ラック上の制御棒



制御棒下部に変形



使用済燃料プール

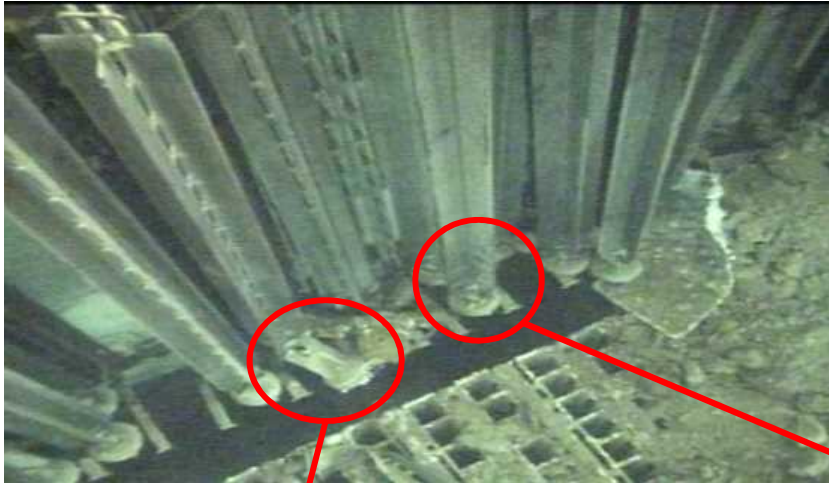


制御棒下部に変形

- 周辺線量：約270mSv/h（制御棒の実測値ではない）

【参考】高線量機器の状態（制御棒ハンガーに吊っている制御棒）

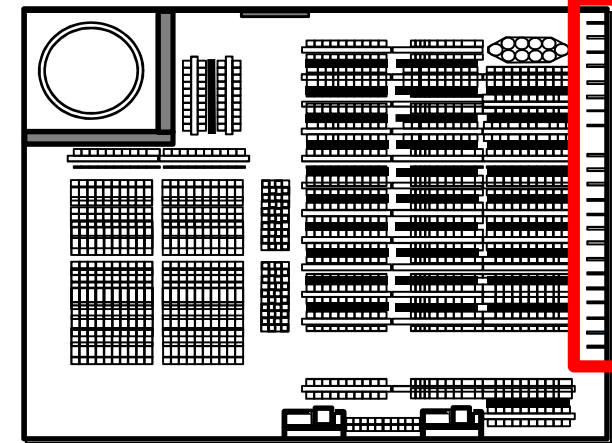
- ハンガーに保管中の制御棒下部の変形 2本
- 取り出し、輸送に影響は無い見込み



ハンガー保管の制御棒



制御棒下部に変形



使用済燃料プール



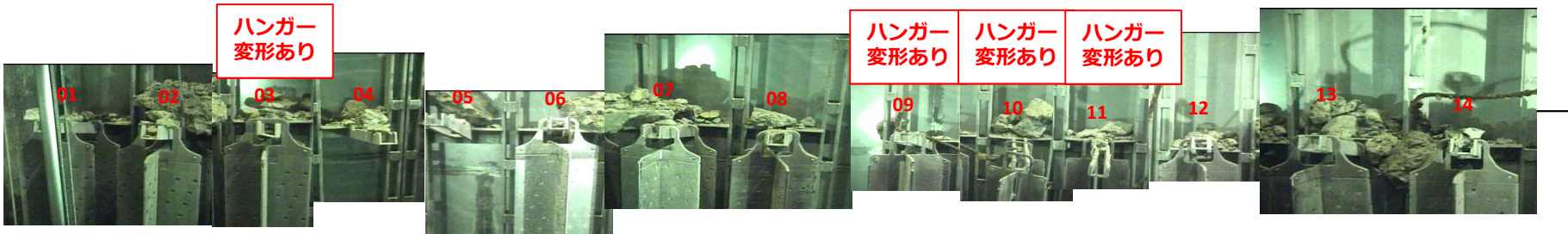
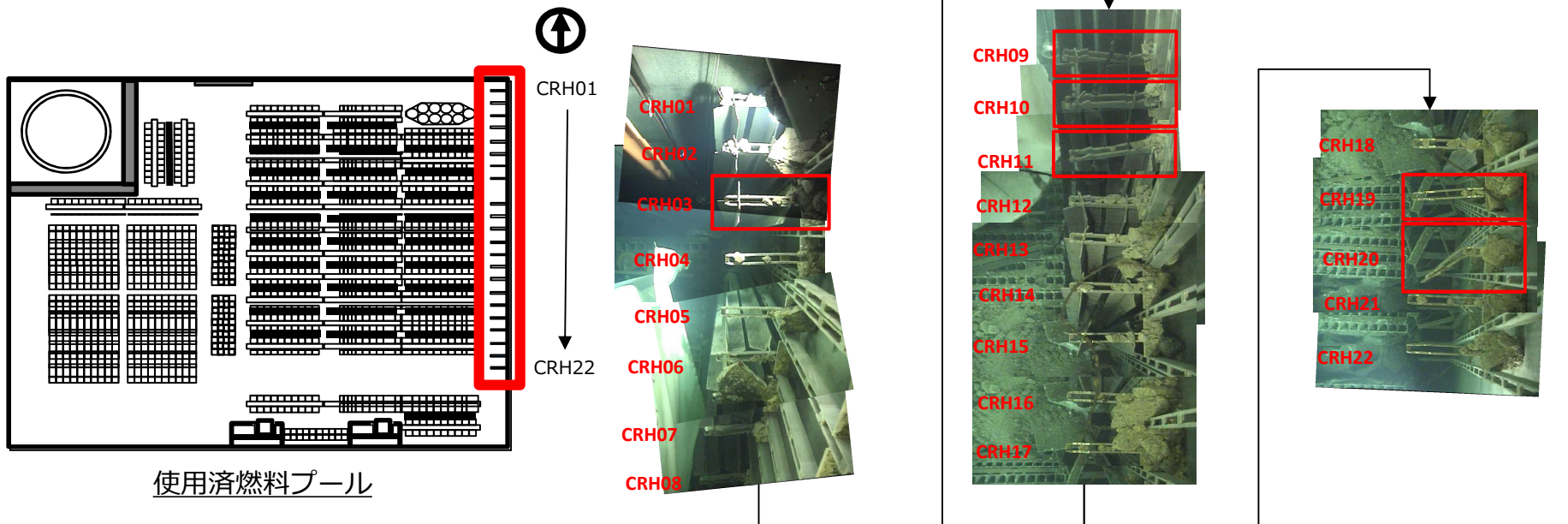
制御棒下部シース部に変形

- 周辺線量：約80mSv/h～1.5Sv/h（制御棒の実測値ではない）

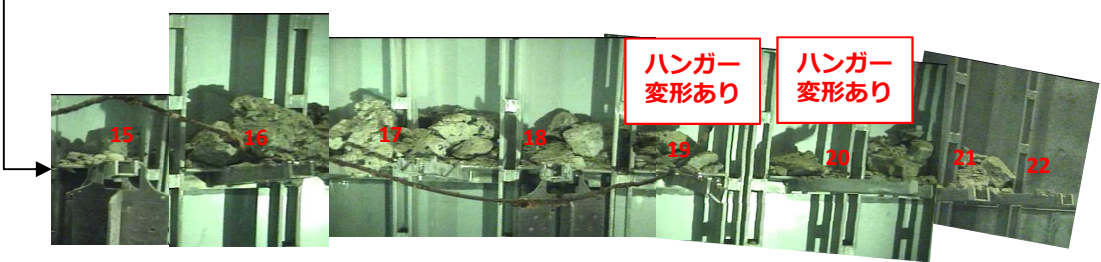
令和3年11月26日
長期冷却TM資料より抜粋
(線量情報追加)



【参考】高線量機器の状態（制御棒ハンガー）



- ハンガー変形6箇所
- ハンガー上にガレキあり



■ 周辺線量：約80mSv/h～1.5Sv/h（制御棒ハンガーの実測値ではない）

【参考】高線量機器の状態（模擬燃料）

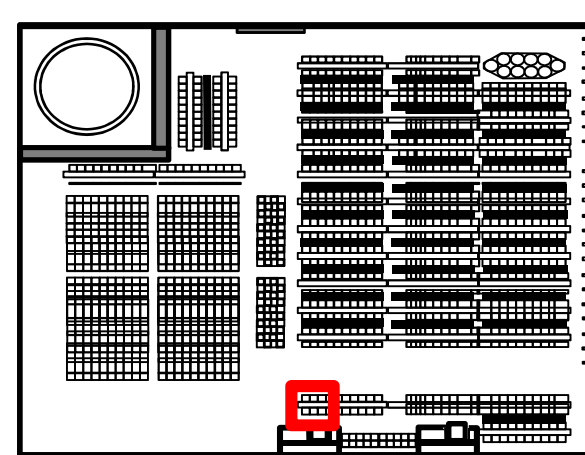
令和3年11月26日
長期冷却TM資料より抜粋
(線量情報追加)



■ 模擬燃料ハンドルの変形 2体



模擬燃料



使用済燃料プール



ハンドル変形なし

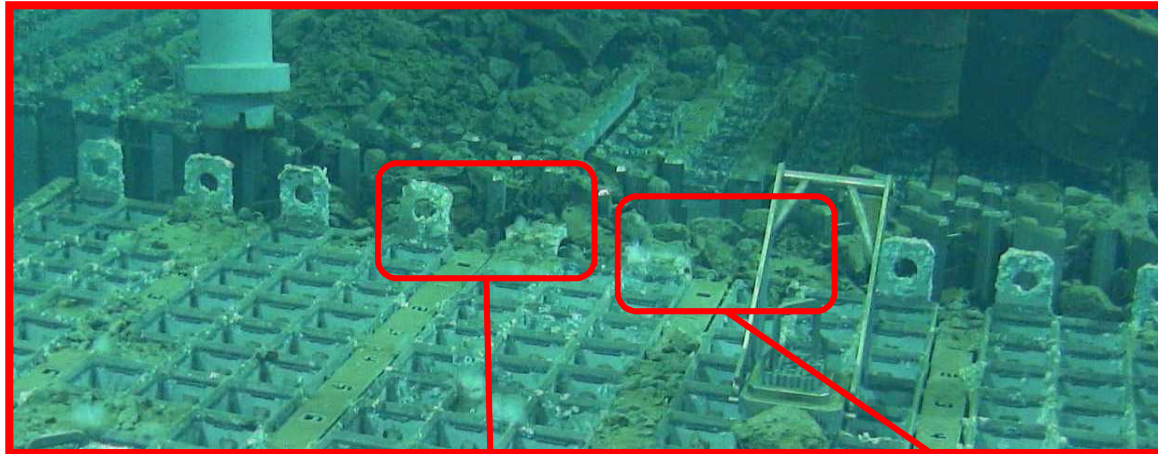


ハンドル変形

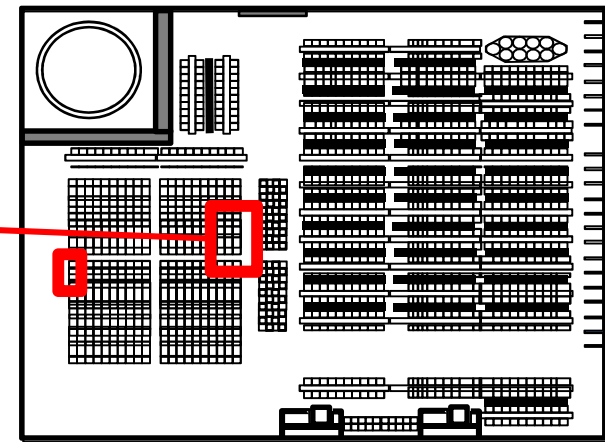
■ 周辺線量：約0.3mSv/h～0.5mSv/h (模擬燃料の実測値ではない)

【参考】高線量機器の状態（燃料ラック）

■ 燃料ラック吊りピースの変形6箇所（写真抜粋）



燃料ラック



使用済燃料プール



吊りピース変形



吊りピース変形

■ 周辺線量：約0.6mSv/h～20mSv/h（燃料ラックの実測値ではない）

【参考】高線量機器の状態（ガレキ堆積状態）

令和3年11月26日
長期冷却TM資料より抜粋



高線量機器収納バスケット

プール北側

使用済燃料プール

鋼製ガレキ

砂状ガレキ

燃料ラック

燃料ラック

ガレキ

砂状ガレキ

プール西側

プール南側

プール中央

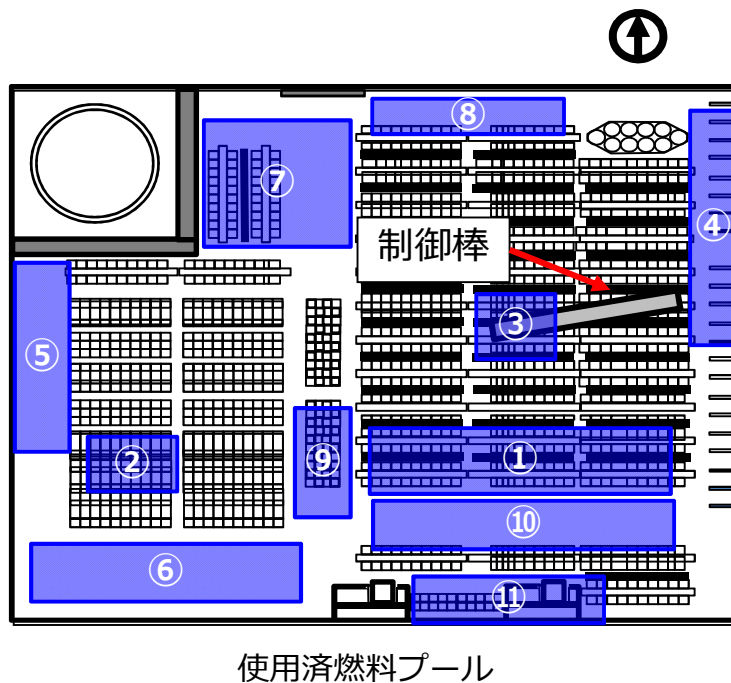
【参考】線量測定結果

令和3年11月26日
長期冷却TM資料より抜粋



- 燃料ラック上部に高い線量は確認されなかった。
- プール内壁側のガレキについては、比較的高い線量の箇所があったが、底部に保管中の高線量機器の影響によるものと推定している。
- 今後、プール内壁側のガレキ撤去後に再度、線量測定を行う。

線量測定結果（水中）（代表）

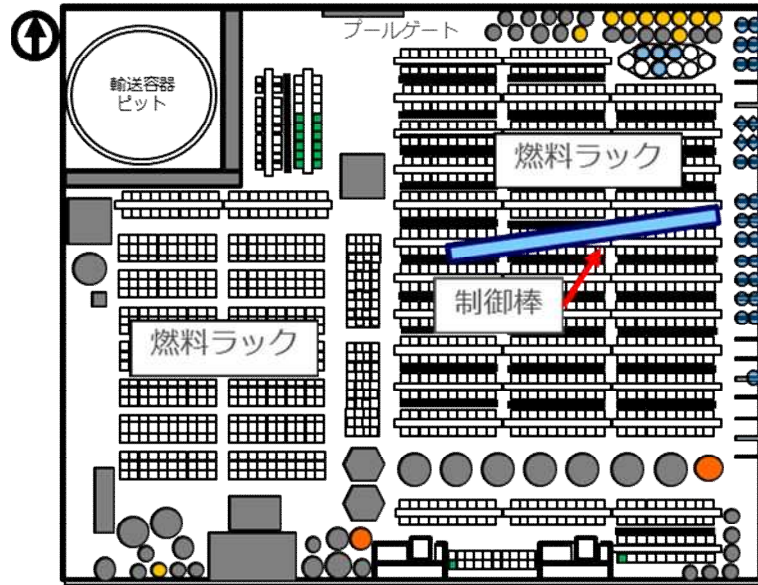


測定No	測定箇所※1	測定値
①	燃料ラック上部（南東側）	約0.3～0.5mSv/h
②	燃料ラック上部（南西側）	約0.06mSv/h
③	制御棒（燃料ラック上）	約265mSv/h
④	制御棒（ハンガー）	約80mSv/h ～1.5Sv/h
⑤	プール西側ガレキ	約1.1～1.8mSv/h
⑥	プール南側ガレキ	約0.6～50mSv/h
⑦	プール北側ガレキ	約2.4～16mSv/h
⑧	プール北側ガレキ	約2.0～16mSv/h
⑨	プール中央ガレキ	約0.6～20mSv/h
⑩	プール南側ガレキ	約0.3～0.5mSv/h
⑪	チャンネルボックス・ラック	約1.0～2.2mSv/h

※1 測定対象から0.5～1m程度上部にて線量測定を実施

【参考】 3号機 SFP内の状況

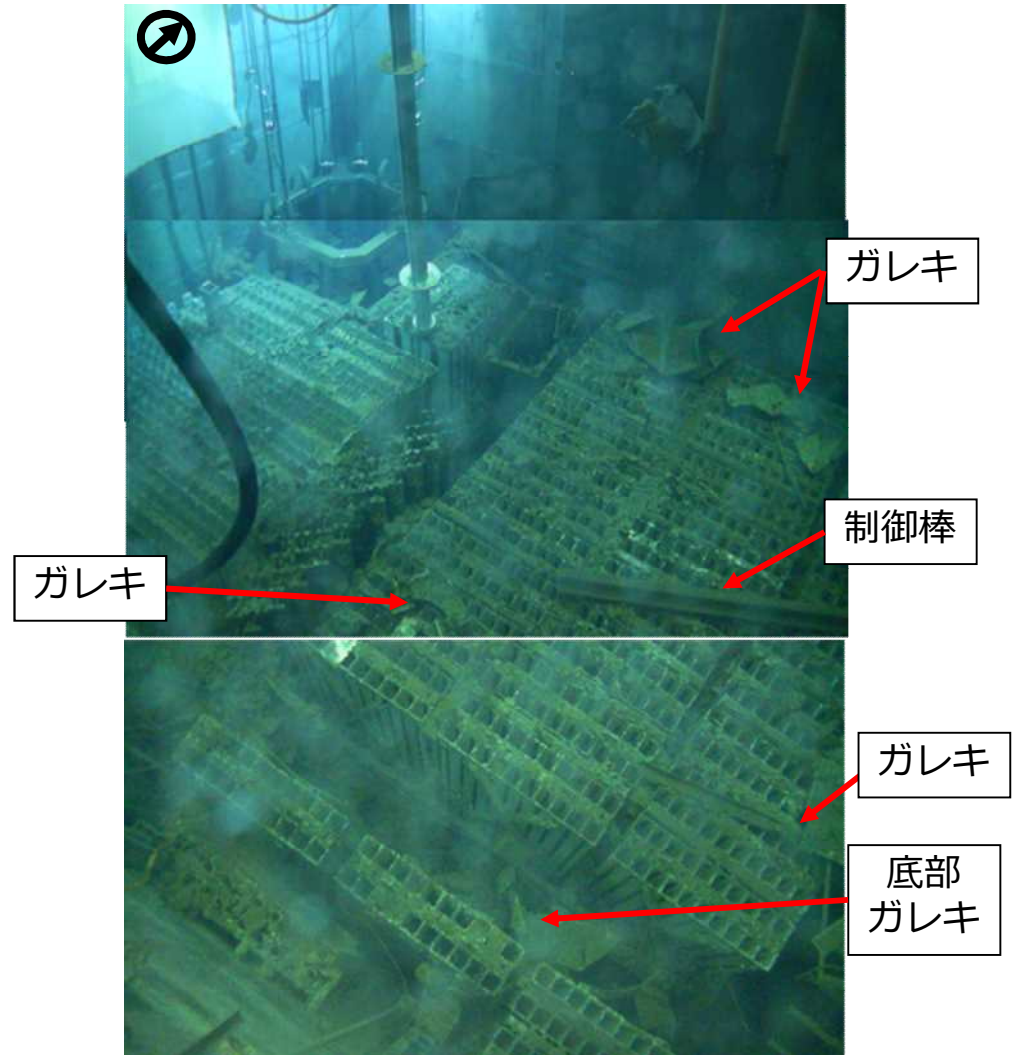
- SFP内には、以下の高線量機器が保管されている。
- 現在の状態においても高線量機器取り出し開始に影響は無い。



主な高線量機器	数量
● : 使用済制御棒	27本
◆ : 未使用制御棒	4本
■ : チャンネルボックス	14本
● : チャンネルファスナ	1式
● : 中性子検出器	1式
● : フィルタ他※1	1式

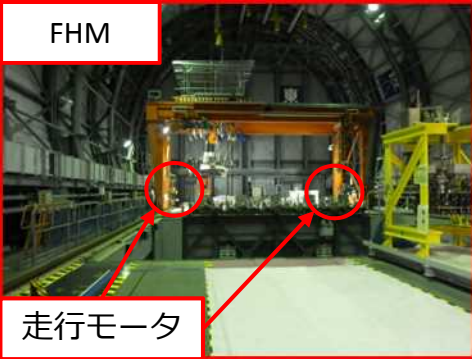
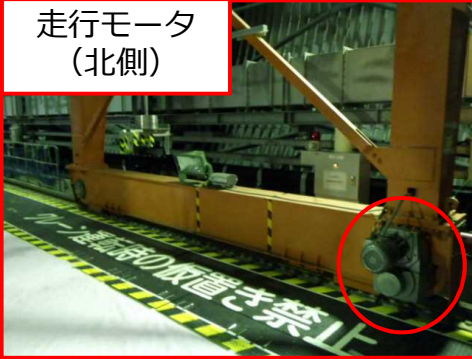

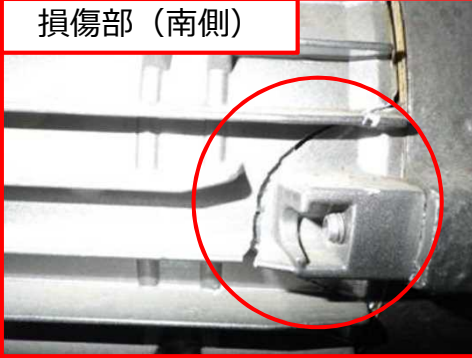
※1 定期検査時などで使用したフィルタ類

3号機 SFP内高線量機器配置図 (資料による確認)



3号機 SFP内ガレキ状況(2022.2.28現在)

【参考】 FHM走行不可事象について

発生事象	FHM走行用モータのケーシング部損傷に伴うFHM走行不可事象
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 3月23日、FHM移動中にモータに関する警報が発生したため現場確認したところ、FHM走行用モータケーシング部の損傷（割れ）を確認した。（北側・南側走行モータ2箇所） ✓ なお、FHMのブリッジ、フレーム、走行レール等、構造部材に影響が無いことを確認済。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>FHM</p>  <p>走行モータ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>走行モータ (北側)</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>損傷部（北側）</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>損傷部（南側）</p>  </div> </div>
原因	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 3月16日の地震による影響と推定。
対応	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 走行モータを取替（又は、修理）を検討中。 ✓ 設備予備貯蔵品は1台保有。
備考	<ul style="list-style-type: none"> ✓ SFP内ガレキ撤去中断。 ✓ 2022年下期の高線量機器取り出し開始への影響はない（中期的リスクの低減目標マップは達成は可能）。 ✓ モータ復旧後、高線量機器取り出し作業とSFP内ガレキ撤去作業を並行して実施する。

【参考】東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（2022年3月版）より抜粋

令和4年3月9日
原子力規制委員会より抜粋



東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（その他のもの）

赤字：前回(2/14)からの変更箇所

○液状の放射性物質		実施時期
実施予定	高性能容器(HIC)内スラリー移替作業 ※2022年1月末までに積算吸収線量が 上限値(5,000kGy)を超えたもの45基の移替	2023年度内 2022年度内
実施時期未定	地下貯水槽の撤去 ドライアップ完了建屋の残存スラッジ等の処理	

○使用済燃料		実施時期
実施予定	使用済制御棒の取出着手	2022年度内

○固形状の放射性物質		実施時期
実施予定	仮設集積場所の解消	2022年度内

○外部事象等への対応		実施時期
実施予定	建屋内雨水流入の抑制 1/2号機廃棄物処理建 屋への流入抑制	2022年度内
	D排水路の延伸整備【豪雨対策】	2022年度内
	日本海溝津波防潮堤設置	2023年度内

○廃炉作業を進める上で重要なもの		実施時期
実施中 (継続)	原子炉建屋内等の汚染状況把握(核種分析等)	
	原子炉冷却後の冷却水の性状把握(核種分析)	
	原子炉建屋内等での汚染水の流れ等の状況把握	
	格納容器内及び圧力容器内の直接的な状況把握 ※圧力容器内については今後実施予定	
	排水路の水の放射性物質の濃度低下	
実施予定	3号機RHR(A)系統の水素滞留を踏まえた 他系統及び他号機の調査と対応	2022年度内
	1/2号機排気筒下部とその周辺の汚染状況調査	2023年度内
要否検討	T.P.2.5m 盤の環境改善に係る土壌の回収・洗浄、 地下水の浄化対策等の検討	