

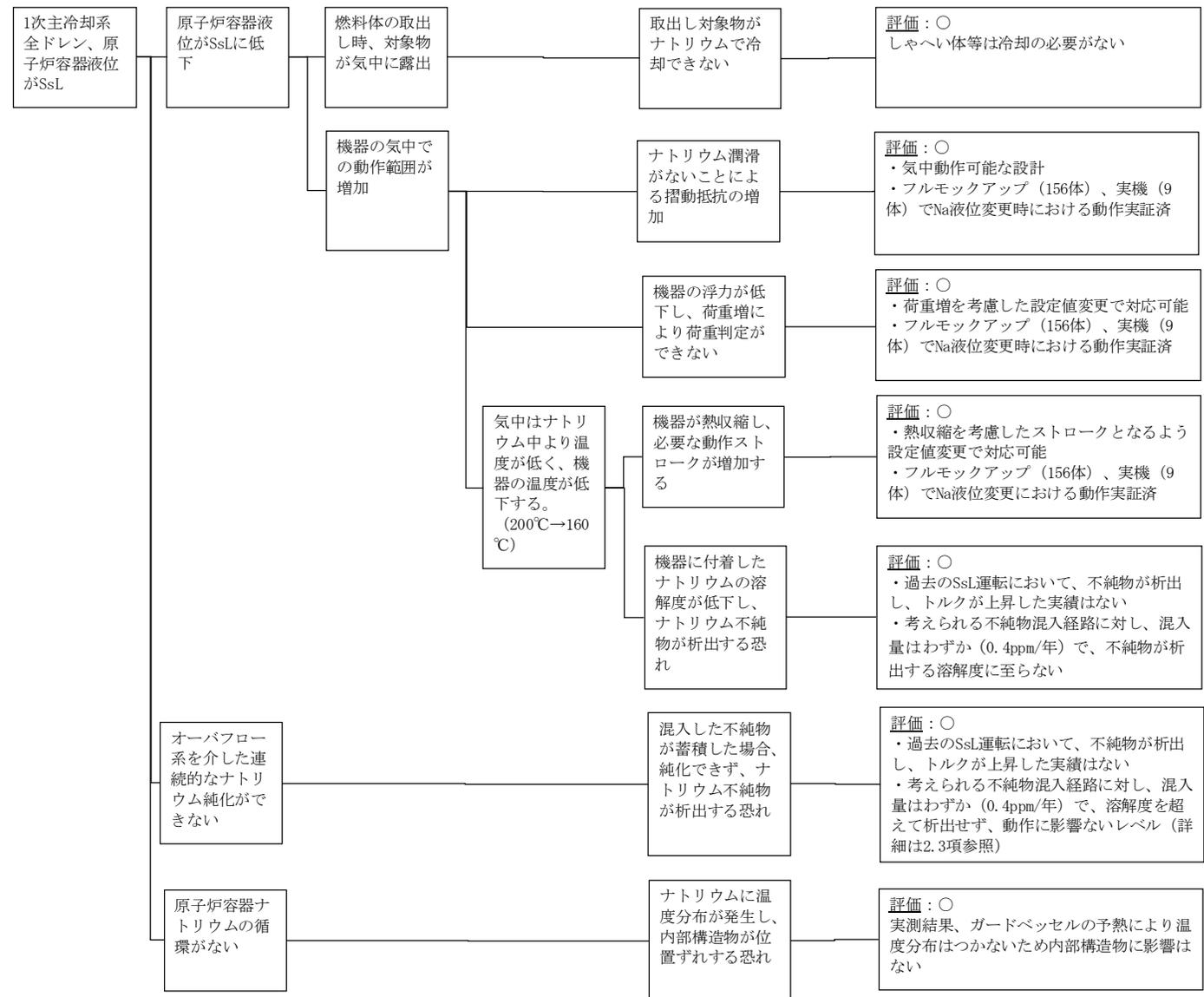
SsL運用に伴う影響評価とリカバリプランの検討状況

2022年 3月 8日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

1. SsL運用に伴う影響 (1)

● SsL運用に伴うしゃへい体等の取出し作業で想定される影響要因をプラント状態の差異から網羅的に抽出し、評価。



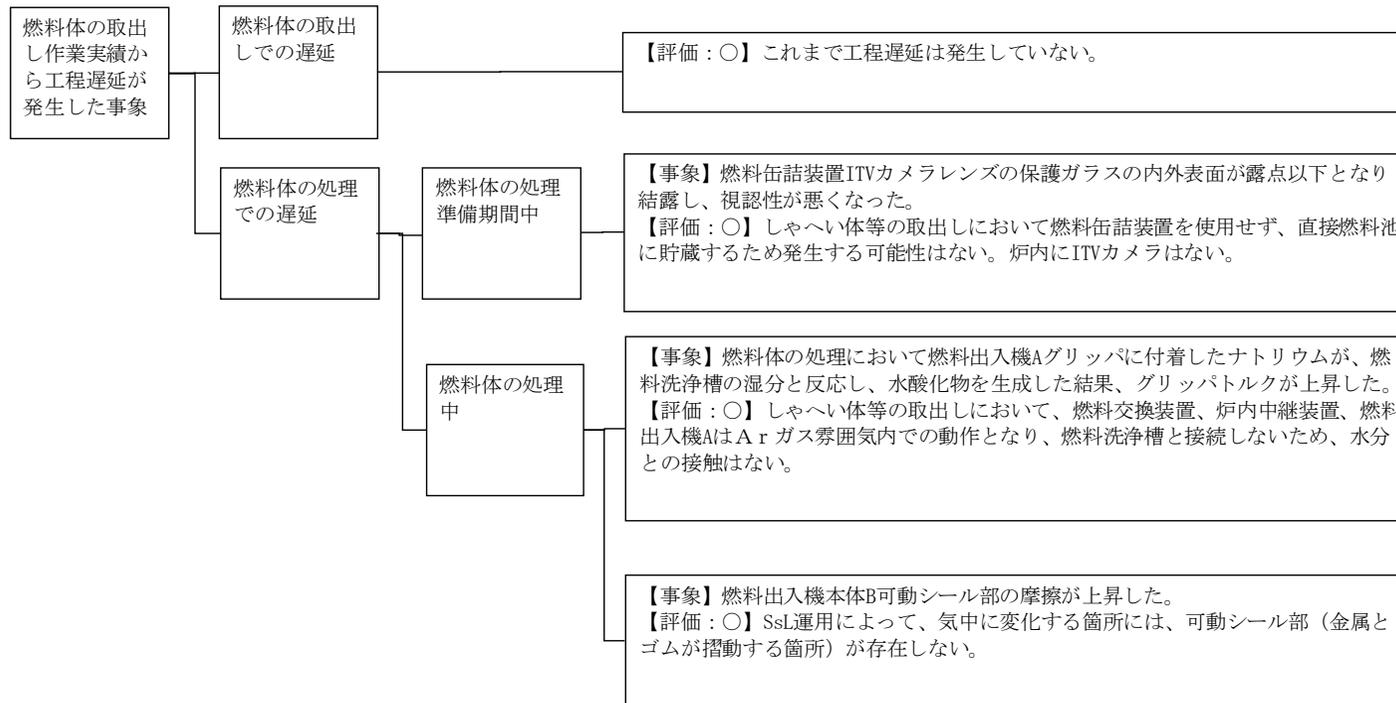
- ・ 熱収縮・浮力低下は設定値調整で対応可能。
- ・ フルモックアップの試験*1にてNa低液位における156体の実績*2あり、実機で9体 (SsL) の実績がある。
- ・ 純度悪化は0.4ppm/年程度であり、不純物は溶解度を超えて析出せず。

⇒SsL運用においても設計で想定した通り動作し、問題はないことを確認。

*1 参考1参照。
*2 参考2参照。

1. SsL運用に伴う影響 (2)

- 別の観点として、工程遅延が発生した第1段階初期の事象と類似した原因により、SsLでのしゃへい体等取出し作業で大幅な工程遅延が発生しないかを評価。



- 左記の通り、燃料体処理中に発生したトラブルの類似事象は炉内で発生しない。
- なお、グリッパは水分が接触した場合、水酸化物が生成し、グリッパトルクが上昇するが、炉内では燃料洗浄槽のように水分との接触機会そのものがなく、グリッパトルクが上昇しない。

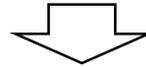
<SsL運用に伴う影響に対する現状認識>

- 熱収縮・浮力低下は設定値調整で対応可能。
- フルモックアップで156体、実機で9体の実績がある。
- 純度悪化は0.4ppm/年程度であり、不純物は溶解度を超えて析出せず。
- 燃料体処理中に発生したトラブルの類似事象は炉内で発生しない。



SsL運用においても設計で想定した通り動作し、問題は無いことを確認。

上記のように、設計の観点で問題はなく、フルモックアップでの実績は十分あるものの、実機での実績（9体）は少ない。



<対応方針>

SsL運用は、十分に成立性はあるものの、実機での実績が少ないことを踏まえ、

(A) モニタリング（不具合の早期発見、知見の蓄積）

(B) リカバリプラン（不具合の復旧措置）

を行うことにより、知見を蓄積しつつ、万が一の不具合に対応できるよう備える。

第1回のしゃへい体取出し作業では (A)モニタリングによってNsLでの動作トルク等と比較する。比較した結果を評価した上で、第2回以降の復旧措置の対応内容を見直す。

(A) モニタリング（不具合の早期発見、知見の蓄積）

- ① 運転時は、機器の各種計器を監視し、不具合の早期発見に努める。
- ② 特に、純度悪化に対し、Na化合物析出・付着メカニズムを踏まえ、兆候ベースで摺動抵抗を機器トルクにて監視する。
(⇒「モニタリング（機器トルク）概要説明」にて説明。)
- ③ NsLでの動作（動作トルク等）と比較し、実機でのSsL運用の知見を蓄積する。

(B) リカバリプラン（不具合の復旧措置）

- ① 工程遅延トラブルが発生した場合、早期に復旧し、再開できるようリカバリプランを準備する。
- ② 特にSsL運用に伴い、純化系を運転しないことから、純度悪化に対し、純化運転できるようリカバリプランを準備する。
- ③ また、発生頻度は限りなく低いと考えられるが、SsL運用で動作不良が発生した場合に対し、NsL復帰運転できるようリカバリプランを準備する。

3. 対応方針に基づくしゃへい体等の取出しの進め方

しゃへい体等取出し作業の基本方針

- ・ナトリウムの搬出完了を安全、確実かつ、可能な限り早期に完了するため、SsLでしゃへい体等の取出し作業を行う。
- ・長期作業停止に至ることのないよう、工程管理上のリスク対応策として、リカバリプラン(RP)を準備する。

SsL運用の事前評価、試験・運用実績

- ・SsL運用でも一部設定値を変更することにより、設計で想定した通りに動作し、問題とならないと評価。
- ・SsLに類似した低液位でのフルモックアップ試験で156体、実機でのSsL運用で9体の実績がある。

リカバリプラン(RP)対応方針

- ・実機実績が9体に限られることから、第1キャンペーンでは、NsLでの取出し作業までをカバーするRPを準備する。
- ・第1キャンペーン後、SsLでの作業実績を評価し、RPの見直しを行い、作業の最適化を図る。

	計画段階	事前準備段階	第1キャンペーン	実績を反映した見直し	第2, 第3キャンペーン
SsLでのしゃへい体等取出し作業	しゃへい体等取出し計画 ・燃料交換装置設定値変更検討 ・作業手順事前検討 ・リスク評価事前検討	事前確認試験1 → 設定値変更 → 事前確認試験2 教育訓練	SsLにおける運転性能、累積効果の確認 運転データ詳細監視	作業計画見直し 教育訓練 作業実績評価	SsLでの取出し作業の妥当性確認、累積効果の確認 運転データ詳細監視
リカバリプラン(RP)	第1次RP (第1キャンペーン用RP) ・プランの内容検討 ・設備構成と期待機能設定 ・設備の手直し、保全計画変更 ・RP実施手順設定	第1次RP設備手直し、機能確認 第1次RP設備の保全計画見直し、事前点検	不具合の徴候を早期検知 → 必要に応じ、第1次リカバリプラン実施	RP見直し → 第2次RP 第2次RP設備の保全計画見直し、事前点検	不具合の徴候を早期検知 → 必要に応じ、第2次リカバリプラン実施
燃取設備		燃料取扱設備定期点検	燃料取扱設備SsL運用	燃料取扱設備定期点検	燃料取扱設備SsL運用

第1次リカバリプラン(RP)概要(案)

- ・**純化機能付加**: メンテナンス冷却系を用いてナトリウムの純化機能を付加することにより、不純物増加による燃料交換装置動作トルク上昇を防止。
- ・**NsL液位復帰**: 1次系にナトリウムを充填し、NsL運転で、ナトリウム液位低下に伴う何らかの障害が発生した場合に対応。

第1次RP設備の運用、保全方針(案)

- ・特別な保全計画で管理。
- ・機器停止状態での劣化モードを鑑みて保管対策、起動前点検等を実施。
- ・供用に当たって必要な点検のうち、長期間を要する点検は、第1キャンペーン前に実施し、それ以外は、第1キャンペーン中の状況に応じて着手。

第2次RP設備について(現時点での目論見)

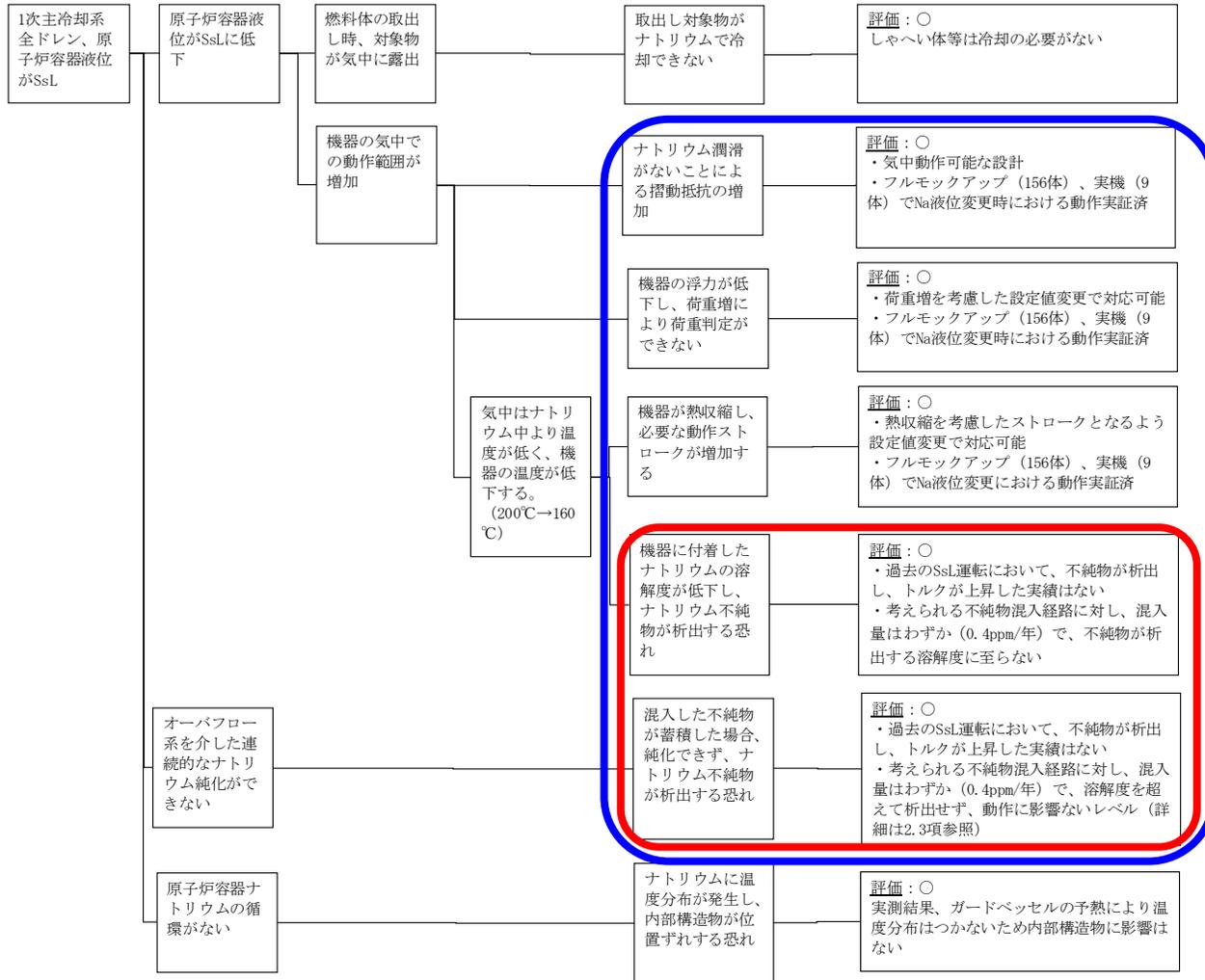
- ・第1キャンペーンの作業実績を踏まえて、リカバリプランの内容、特別な保全計画における点検内容を見直し。

モニタリング（機器トルク）概要説明

1. モニタリング目的

<SsL運用に伴う影響評価結果と対応>

- 評価の結果、熱収縮・浮力低下は設定値調整等で対応可能。ただし、実機での経験は少なく、特にSsL運用に伴い、1次系を用いたナトリウム純化運転を行うことができないため、不純物の蓄積・析出・付着により機器の摺動抵抗が増加する可能性がある。
- この可能性への対応として早期発見の観点から、炉心からのしゃへい体等の取出し時において機器動作トルク等のモニタリングを継続的に行い、トルク等の変動状況を確認し、設計想定パターン（P10）等と比較・評価する。この知見を蓄積し、その結果をリカバリープラン等へフィードバックする。



- 熱収縮・浮力低下は設定値調整で対応可能。
- フルモックアップの試験*1にてNa低液位における156体の実績*2あり、実機で9体（SsL）の実績がある。
- 純度悪化は0.4ppm/年程度であり、不純物は溶解度を超えて析出せず。

⇒SsL運用においても設計で想定した通り動作し、問題はないことを確認。

*1 参考1参照。

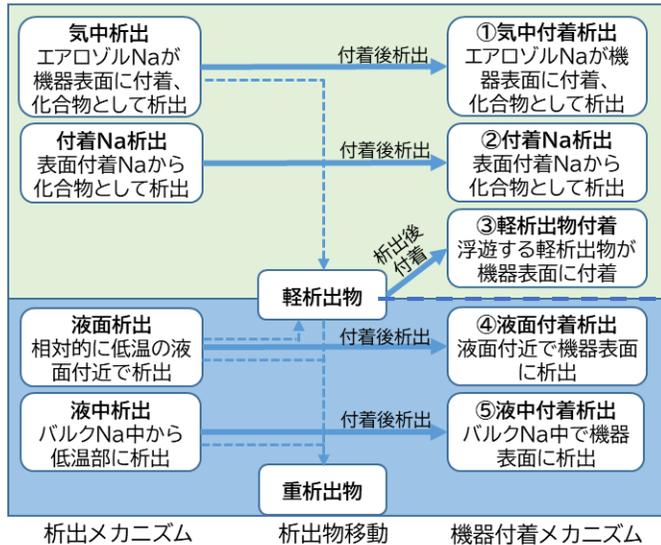
*2 参考2参照。

2. 燃料交換装置の動作トルクのモニタリング範囲

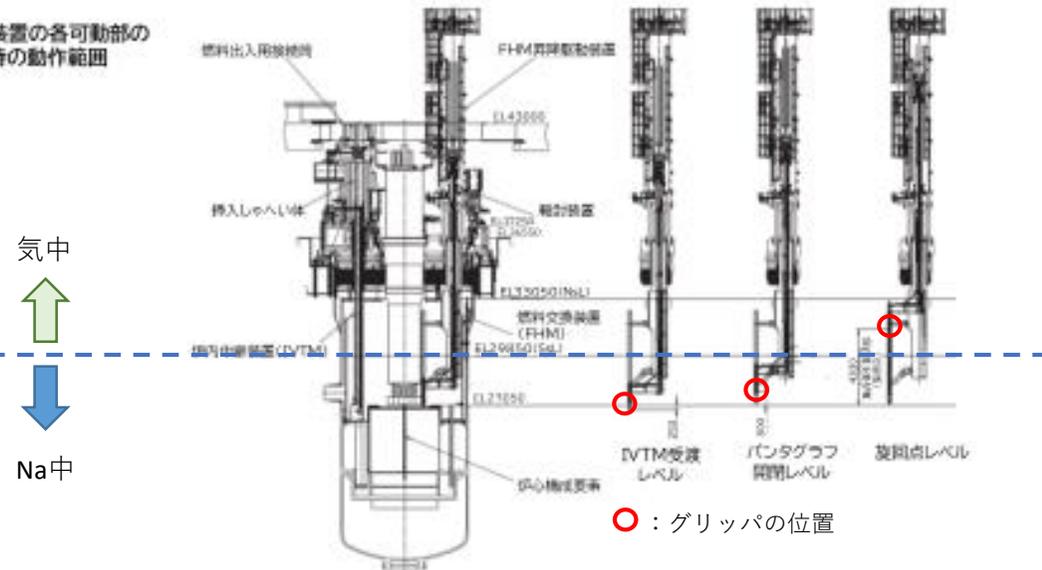
<不純物発生・付着メカニズムと機器動作への影響>

- 不純物が混入し、溶解度を超えた場合、ナトリウム化合物が析出する。
- ナトリウム化合物の析出・付着メカニズムは左下図の①～⑤の5種類に分類される。
- SsL運用時における燃料交換装置の動作範囲から、気中、液中を往来する燃料交換装置パンタグラフ、グリッパはナトリウム化合物の析出・付着メカニズム①～⑤すべてに該当することから、機器動作時における析出物の影響を継続的にモニタリングする。
- また、ホールドダウンアームはナトリウム化合物の析出・付着メカニズム①～②に該当することから、上記に加えて機器動作時における析出物の影響を継続的にモニタリングする。

不純物によるNa化合物の析出・付着メカニズムの分類



燃料交換装置の各可動部のSsL運用時の動作範囲



燃料交換装置の各可動部のSsL運用時の動作範囲別の析出物の付着メカニズム

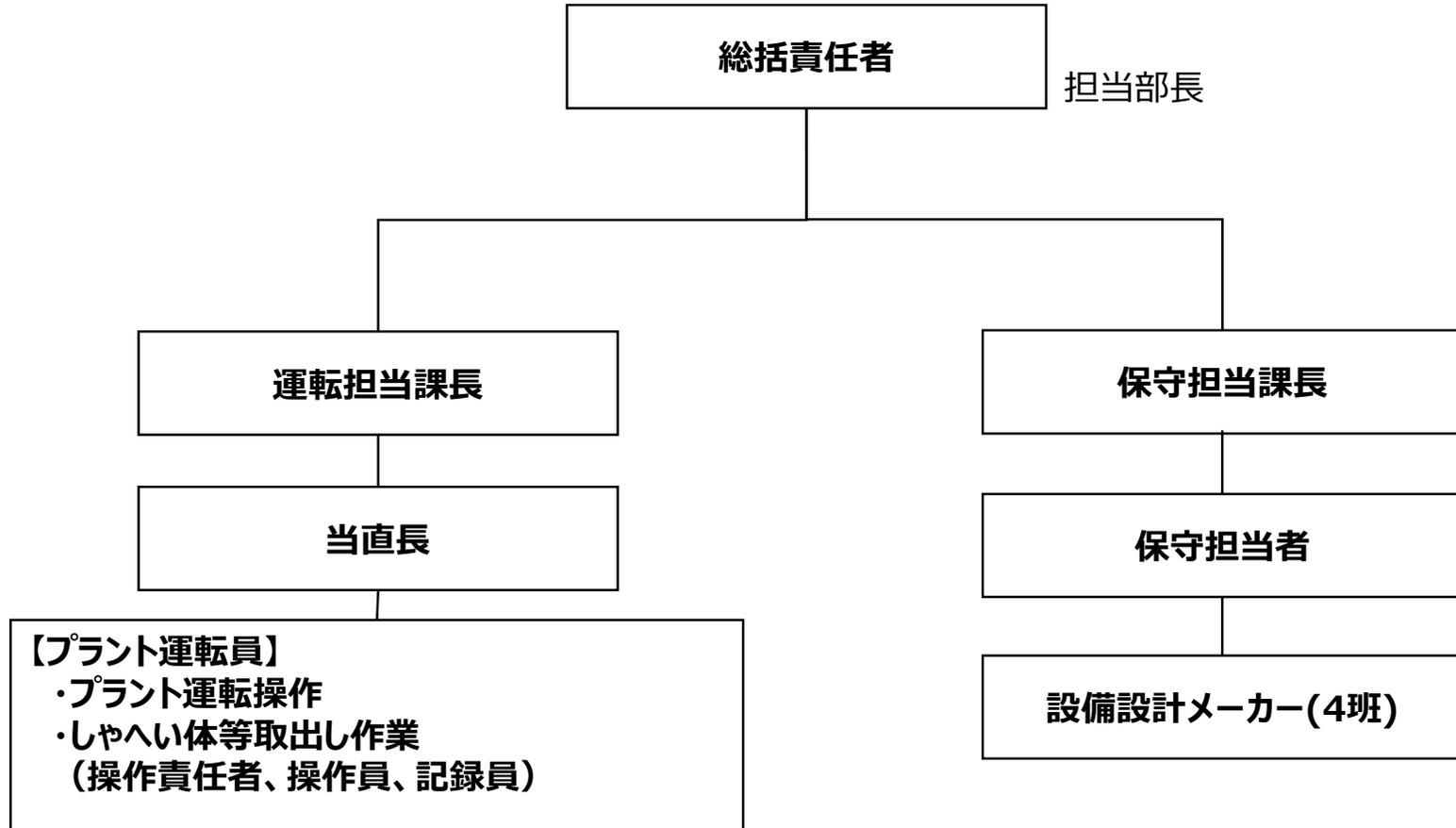
可動部の動作範囲	該当部位	Na析出物の付着に至るメカニズム	付着物の軽減対策
160℃のAr中のみ	パンタグラフ軸上部、爪開閉軸上部等	①気中付着析出	—
待機時160℃のAr中、 ホールドダウン時 200℃のNa中	パンタグラフ、 グリッパ	最も早く析出物が付着すると考えられる。 ①気中付着析出、②付着Na析出、③軽析出物付着、④液面付着析出、⑤液中付着析出	Na温度上昇により、再溶解
200℃のNa中のみ	IVTM回転ラック等	⑤液中析出付着	Na温度上昇により、再溶解

図7 燃料交換装置の各可動部とナトリウム液位の関係

3. 燃料交換装置の動作トルクのモニタリング体制

- しゃへい体等の取出し時のモニタリングは、第1段階と同じ考え方の体制を構築し実施する。
- 操作責任者及び保守担当者は、常に情報を共有し、不具合の兆候の早期検知に努める。

しゃへい体等取出し作業体制

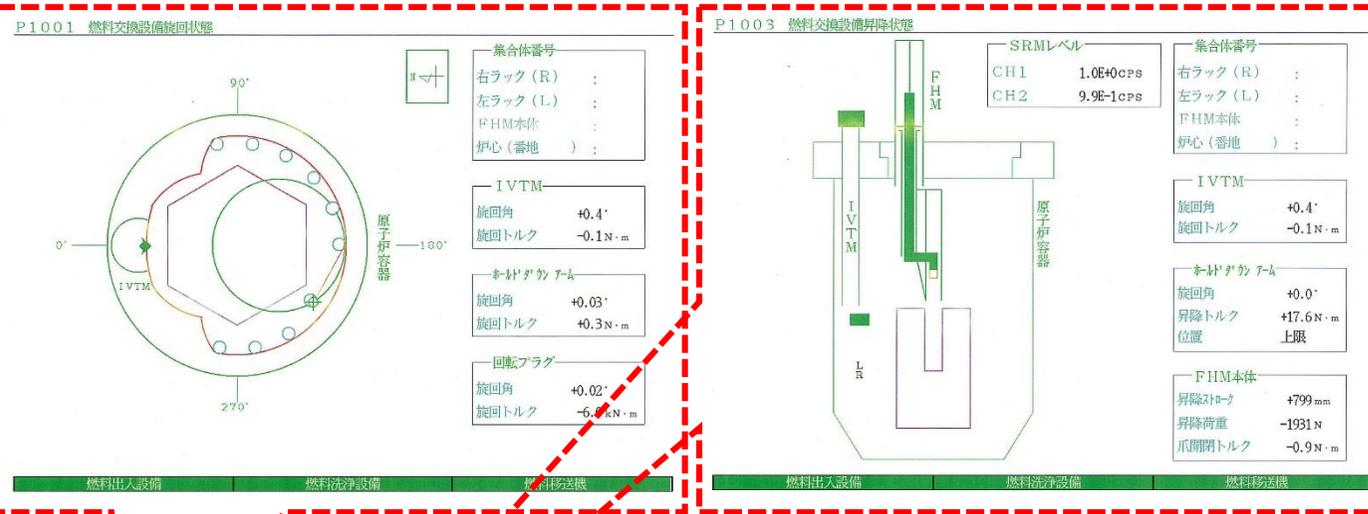


モニタリング方法はシート10参照

モニタリング方法はシート9参照

4. 燃料交換装置の動作トルク等のモニタリング方法（主に運転担当課長）

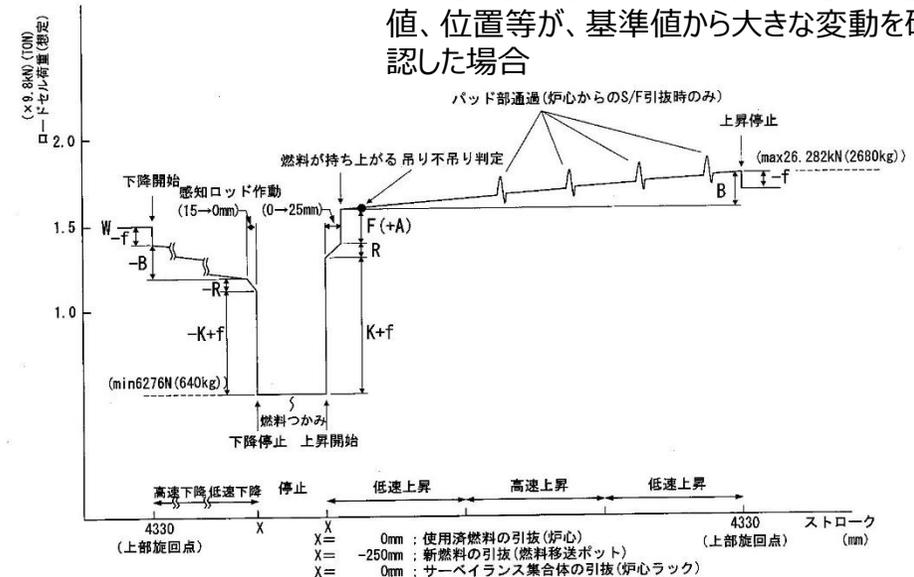
CRT監視画面の例



燃料体の取出し時と同様に、しゃへい体等取出し時においても、各機器の運転状態に異常が無いことを監視・評価し、作業を継続する。

- 操作手順書に基づき、CRT監視画面、盤面計器等で各動作トルク値、荷重値、位置等を、作業中継続して監視する。
- 上記各値において、警報発報前に異常の兆候等を示す有意な変動*が無いことを確認・評価する。
- 有意な変動を確認した場合は、要因を評価し、総括責任者及び保守担当課長と協議の上必要に応じて復旧操作を検討すると共に、作業の継続等の判断を行う。

* : 「有意な変動」とは、各動作トルク値、荷重値、位置等が、基準値から大きな変動を確認した場合



操作責任者は、炉心からの引抜き荷重パターンを熟知しており、監視画面上の荷重パターンの変動から異常の有無を判断する。

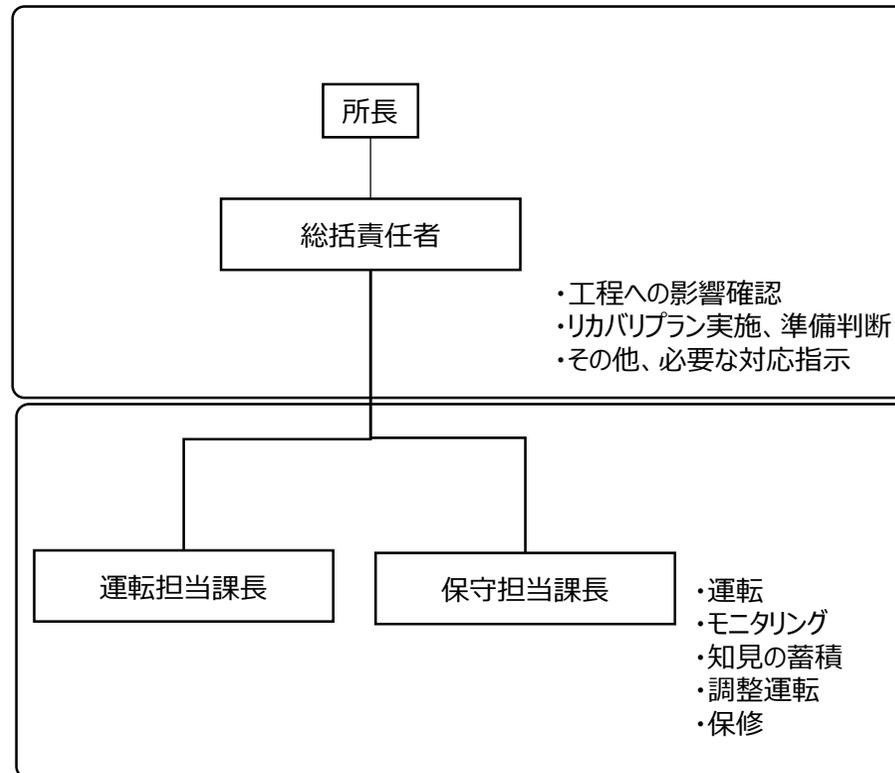
不具合発生時の対応、リカバリプラン導入の考え方、工程管理との関係

1. 各不具合に対する対応体制

- しゃへい体等取出し作業時の体制は、不具合発生時も含め以下の体制、役割で対応する。
- 体制、役割分担の考え方は第1段階と同様。リカバリプランの実施は総括責任者が判断する。
- リカバリプランの実施等によって、今後、廃止措置計画で定める期間内にしゃへい体等の取出しが達成できない場合、第1段階と同様に部門長が廃止措置計画の変更を判断し、変更認可を受ける。

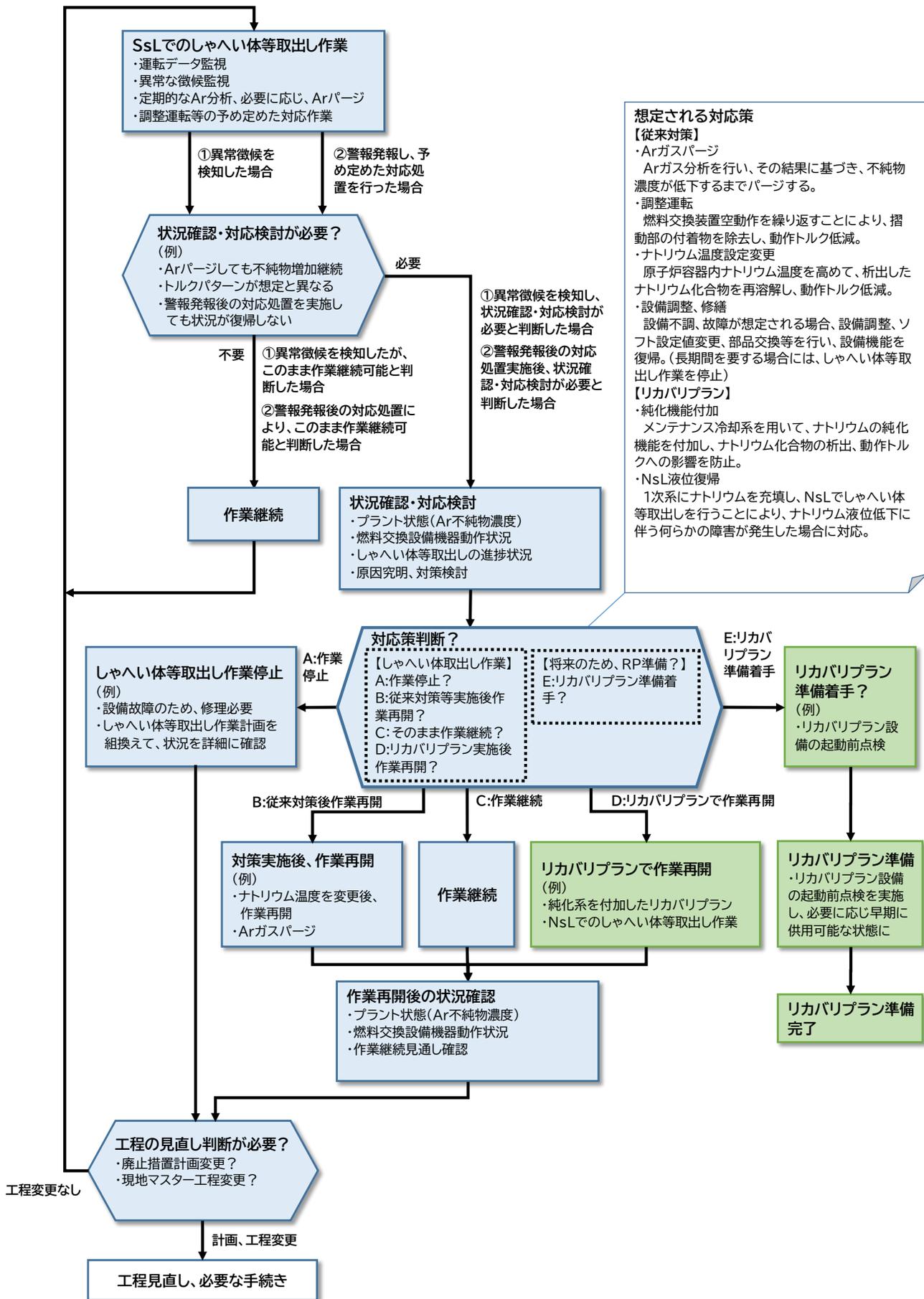
しゃへい体等の取出し体制、役割

運転状況
(取出し体数等)
異常兆候
不具合、保修状況

2. 不具合に対する対応の考え方

- 不具合の発生、あるいはその兆候があった場合におけるリカバリプランの準備・導入判断や工程変更の判断に至る流れを以下に示す。



参考資料

・燃料交換設備フルモックアップ試験に関する概要は以下の通り。

背景：もんじゅの燃料交換装置(FHM)は、実験炉「常陽」と異なり、回転プラグが小型ですむ単回転プラグ固定アーム方式を採用。

課題：FHMは長尺大型でパンタグラフ構造を有し、Na中で燃料体を取り扱うことから、円滑な機能と耐久性が要求される。

1971年に部分モックアップを試作して試験。

➤ 試験概要：1975～1979年に大洗工学センターにてFHMをフルスケールで模擬したフルモックアップ試験機をNa中で試験。

➤ 試験目的：

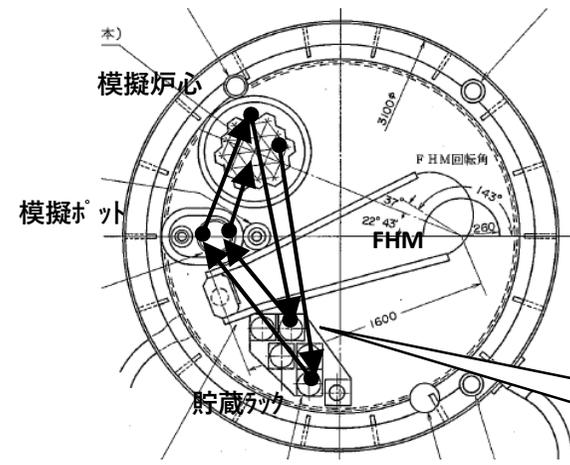
- 性能・信頼性の実証
- 実機製作での改善点の抽出
- Na機器として改善点の抽出

ナトリウム試験装置概要

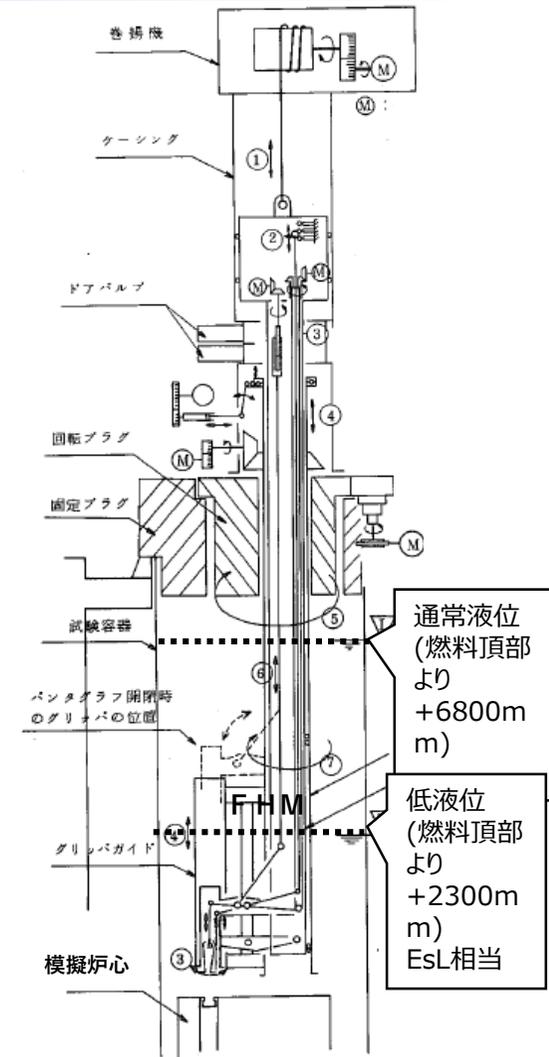
- ガーガス:Arガス
- Na量：71ton、
- Na流量:最大1450 L/min
- Na温度:最高540℃、
- Na純度:10ppm以下
- Na容器寸法:直径3.1m、長さ12.9m

フルモックアップ試験機概要

- パンタグラフ開閉時間: 3分
- パンタグラフ旋回速度:1/0.1rpm
- 上下機構ストローク:12.7m
- 上下動速度:3/0.3m/min
- 押込・引抜き力:1ton
- グリップ開閉ストローク:80mm
- 許容偏心量:±20mm



FHM燃料移送試験の動作経路



移送試験1サイクルで、燃料交換1.5体分に相当。

試験工程

区別	項目	1974		1975年					1976年					1977年					1978年					1979年					1980
		12		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12		
FHM	機能試験 (位置決め、セルフオリエンテーション 偏心動作試験、等)																												
	耐久試験																												
	省洗浄試験																												
	切離し試験																												
	シール機構開発試験																												
RM	機能試験																												
	耐久試験																												
洗浄試験																													
分解点検																													

注記) 1. 記号説明
2. 洗浄方法
3. 実施場所

 大気中試験
 ナトリウム中試験
 主として変性エチルアルコールによる循環洗浄
 動燃大洗工学センターナトリウム機器構造試験室

(FHM : 燃料交換機)
 (RM : 燃料回転装置)

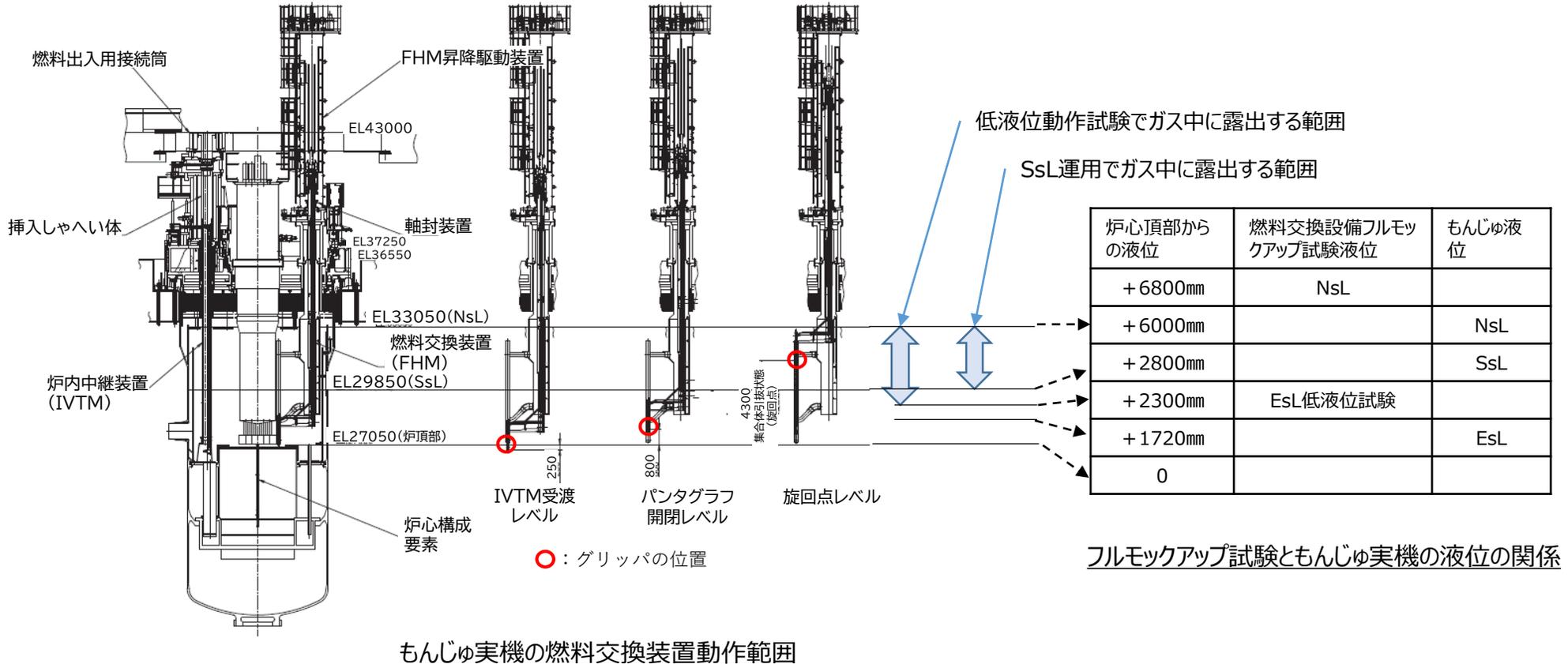
参考1 燃料交換設備フルモックアップ試験の概要 (3/3) (燃料交換装置 (FHM) の各試験結果)

No.	試験名	目的	期間	液位*	項目	結果 ★不具合→対策
1	大気中試験(Na充填前)	現地据付調整、気中性能確認	'75/1~2	大気中	単体動作試験、機能試験 (Na中で出来ない位置精度測定など)	正常に動作
2	機能試験	設計性能確認	'75/11,'76/4	6800 mm	単体動作試験、位置決め試験、押込み・引抜動作試験、セルフオリエンテーション試験、偏心動作試験、燃料移送試験、Na流れ影響調査、温度特性試験	基本的性能を満足 ★燃料体挿入時にセルフオリエンテーションせず乗り上げ→燃料体のハンドリングハット形状を改良 ★シール機構部でFHMが引っ掛かり→シール機構開発試験を追加 ★グリッパ内部のNa洗浄困難→省洗浄試験
3	耐久試験	耐久性確認	'76/11~12, '77/3~5, '78/11~12	6800 mm	燃料移送試験：燃料体約1500体(実機約4年分を目標)	耐久性を確認 ★電気系トラブルにより試験を中断→保守・改善し試験再開
4	省洗浄試験	分解洗浄頻度の低減確認	'76/9,12~'77/1,5,12~'78/2,12~'79/2,4~10	6800 mm, 2300 mm	FHMを未洗浄のまま室温で保管後にNa中で再使用を確認	最長2か月保管し、連続で再使用可能 ★洗浄後にグリッパ内にNa残留→Naドリ性を改良したマークIIグリッパに交換
5	低液位動作試験	仮想事故時対応確認	'79/11(省洗浄試験より続き)	2300 mm	位置決め試験、燃料移送試験：燃料体156体(実機370体の4割。試験時間の制約のため)、加圧ガス温度差試験	動作良好 ★156体正常に動作した。但し、当初、燃料交換装置が十分に温まっておらず、二重管軸の熱膨張差よりグリッパ爪開閉トルク増大→1日の予熱より温度ムラを解消させることで正常動作することが分かった。
6	切離し試験	異常時対応確認	'79/12	大気中	FHMグリッパ爪、ロッドに負荷を与えた状態での燃料切離装置を用いたFHMグリッパ爪閉試験	良好な切離し動作
7	シール機構開発試験	使用条件確認	'78/1~'80/2	大気中	各種のシールパッキンの漏えい量・摺動抵抗の評価試験	J型シールパッキンが目標値を満足 ★空洞型、V形は200℃条件で性能未達→不採用

* 炉心頂部からの高さ。もんじゅ実機における炉心頂部からの高さは、NsL：6000mm、SsL：2800mm。

参考2 燃料交換設備フルモックアップ試験の液位ともんじゅ実機液位との関係、SsL運用適用に関する考察

- 燃料交換設備フルモックアップ試験では、原子炉容器液位を開発当時のEsL想定である炉心頂部より+2300mmに下げた動作試験を実施（低液位試験）。その結果、動作性に問題はなかった。
- もんじゅで行うSsL運用は低液位試験と比較して、500mm上方。



燃料交換設備フルモックアップ試験ではナトリウム液位が炉心頂部 + 2300 ~ + 6800mm の範囲で動作可能であることを確認しており、今後実施する SsL 運用でのナトリウム液位 (炉心頂部 + 2800 ~ + 6000mm) でも動作可能と評価

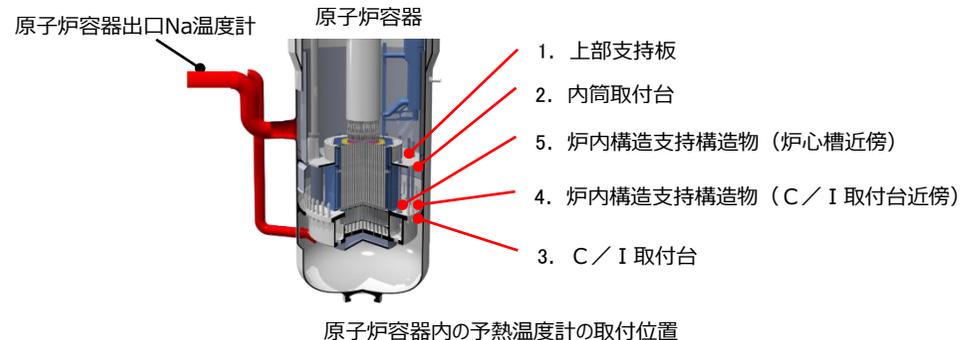
- 燃料体の取出し終了後、燃料交換装置を取外す前に1次主冷却系ナトリウムの全ドレン及び原子炉容器液位をSsLに変更し、液位変更で想定される熱収縮、浮力低下に対する影響を確認することを目的とした事前確認試験を実施する。具体的には、燃料交換装置を動作させ、パンタグラフ開閉及びグリッパによるしゃへい体等のつかみはなし等を行い、荷重、動作トルク等への影響を確認する。
- 試験開始にあたっては、液位低下による原子炉容器内の温度分布（低下）が一定となった後に開始すること、燃料交換装置の熱収縮（機器温度の不均一）の影響も過去のR&D結果から1日程度経過すると解消されることがわかっており、機器温度の不均一を解消した後に実施することで、試験によって機器が損傷する恐れはないと評価済み。また、炉心に燃料体がなく、燃料体を損傷することはない。既設設備を用いており、放射性物質のバウンダリも確保されている。
- 保安規定上、燃料体の取出しは、原子炉の状態「燃料交換」において第71条（炉心構成要素等取替作業）に基づき実施する。原子炉の状態「燃料交換」では、第38条（原子炉容器のナトリウム液位及び温度）に基づき、液位「通常液位（NsL）-100mm以上」、温度「180℃以上250℃以下」が要求されている。事前確認試験は、炉心構成要素等取替作業に該当せず、原子炉の状態は「低温停止」となる。「低温停止」では、第38条に基づき、原子炉容器に燃料が貯蔵されている期間において、液位「エマーゼンシレベル（EsL）以上（NsL-4280mm）」、温度「180℃以上250℃以下」が要求されているものの、原子炉容器から燃料がすべて取り出されており、適用されない。
- 保安規定第13条（構成及び定義）に原子炉の状態「低温停止」は「1次冷却材温度が180℃以上250℃以下」と定められており、温度の測定は必要。
- 原子炉容器のナトリウム温度「180℃以上250℃以下」を確認するため、これまでは原子炉容器出口温度計で測定・監視してきたが、1次主冷却系ナトリウムの全ドレンに伴い使用できないため、原子炉容器内の予熱温度計を使用して測定・監視を行う。よって当該予熱温度計はプロセス計装に区分し、プラント状態の測定・監視機能を定期事業者検査にて確認する。

＜6-1表 性能維持施設（抜粋）＞
（原子炉容器のナトリウム温度に関連する維持機能）

＜事前確認試験の試験項目＞

「燃料交換装置本体昇降荷重確認」（←参考4の①） 燃料交換装置でしゃへい体等を引き抜き、吊り不吊り判定荷重、警報設定値を検討する。
「燃料交換装置パンタグラフ開閉動作確認」（←参考4の②） 燃料交換装置パンタグラフ開閉位置まで移動させ、開閉動作を実施。ストローク、リミットスイッチ動作、トルク値を測定し、動作性を確認する。
「燃料交換装置本体昇降ストローク確認」（←参考4の③） 燃料交換装置を「下限位置」、「旋回点」、「パンタグラフ開閉点」、「上限位置」の各位置に移動させ、その位置を測定。NsLの各位置と比較し、熱収縮量を確認する。
「アドレス確認」（←参考4の④） NsLの基準アドレスを用いて、燃料交換装置グリッパをしゃへい体等ハンドリングヘッドに挿入させ、挿入可能であることを確認する。

施設区分	設備等の区分	設備（建物）名称	位置、構造及び設備	維持機能	維持機能（詳細）	性能	維持期間
原子炉冷却システム施設	原子炉容器	原子炉容器	既許認可どおり	予熱・保温機能	予熱・保温機能	既許認可どおり	ナトリウムをタンク等に固化するまで
計測制御システム施設	プロセス計装	原子炉容器計装	既許認可どおり	プラント状態の測定・監視機能	ナトリウムの温度等の測定・監視機能	既許認可どおり	ナトリウムをタンク等に固化するまで



燃料交換装置等のSsL運用に伴う影響と過去の試験結果の比較

設備	動作	影響に関する事前評価	過去の動作検証結果	過去の動作検証結果
			SKS_Na中燃料移送試験(SsL) (1992.4.2-4.15)	フックアップ_Na低液位動作試験 (1979.10-11)
燃料交換装置	① 昇降機構	有 燃料交換装置の浮力が減少し、重量は見た目60kg（計算値）増加する。 浮力減を考慮したしゃへい体等の吊り不吊り判定値を変更し、動作試験 で検証する計画。	SsLでの浮力影響を考慮し計画値から 見直して正常動作。 NsL時：不吊り1450kg/吊り1650kg →判定値1520kg SsL時：不吊り1530kg/吊り1700kg →判定値1580kg	フックアップ NsLと大差なく正常動作。 吊り不吊り判定に関する試験は未実 施。
	ホールドダウン アーム上下	影響は無視できる ホールドダウンアームの持ち上げ荷重増加量は3.5%程度。NsL時のホー ルドダウンアーム持ち上げ荷重は約12.5Nmに対し、持ち上げ用電動機の 定格トルクは20.7Nmであり、十分な裕度がある。	SKS_NsLと大差なく正常動作。動作トル クは増加。 NsL時：上昇1.4kgm、下降0.4kgm SsL時：上昇1.5kgm、下降0.85kgm	フックアップ NsLと大差なく正常動作。動作ト ルクは増加。 NsL時：上昇-2.1ton、下降-1.85ton EsL時：上昇-2.35ton、下降-1.85ton (荷重を測定。実機FHMと構造が異なり ペーシングリンク機構となっている。)
回転プラグ	持上げ	影響は無視できる NsL時では約506tの荷重がかかっている。SsLの場合は回転プラグの持ち 上げ荷重は0.7%増加し、約510tとなる。750tの荷重を持ち上げできる設 計であり、十分な裕度がある。	SKS_NsLと大差なく正常動作。	フックアップ NsLと大差なく正常動作。
燃料出入機本体A	グリッパ昇降、爪 開閉	影響は無視できる SsLの場合、昇降テープ部の浮力が減少により昇降トルクが数Nm増加す るが、吊り不吊り判定値392Nmに対して、十分な裕度がある。	未実施	未実施

設備	動作	影響に関する事前評価	過去の動作検証結果	過去の動作検証結果
			SKS_Na中燃料移送試験(SsL) (1992.4.2-4.15)	フックアップ_Na低液位動作試験 (1979.10-11)
燃料交換装置	② バンタグラフ開閉	有 バンタグラフが約1mm短くなり、バンタグラフが開ききらない可能性あり 。「開」の設定値を変更し、動作試験で検証する計画。	SKS_NsLと大差なく正常動作。 NsLと差は開側で+3mm（許容差は開- 0'+10）、閉側は0mm。	フックアップ NsLと大差なく正常動作。 (バンタグラフ開閉位置のずれ量に関 するデータなし)
	グリッパ爪開閉	影響は無視できる 爪開閉ロッド伝達部、FHM本体胴共に同程度短くなり、互いに干渉しな い。	SKS_NsLと大差なく正常動作。	試験初期に爪開中に過負荷発生。ロッ ドの昇温に時間遅れがあるため。予熱 23時間経過後にはフックアップ NsLと大差なく正常動作。
	感知ロッド動作	影響は無視できる 感知ロッドの伝達部とFHM本体胴が同程度短くなり、互いに干渉しな い。	SKS_NsLと大差なく正常動作。	試験初期につかみはなし準備点検が 不動作。ロッドの昇温に時間遅れがあ るため。予熱23時間経過後にはフック アップ NsLと大差なく正常動作。
	③ 注 昇降機構	影響は無視できる 本体胴が収縮し、グリッパの炉心頂部着床位置が約3mm上方にずれ るが、第1段階と同様に据付時に着床位置を再設定することで対応可 能。	SKS_NsLと大差なく正常動作。 NsLと昇降位置の差は上限と比較する と3mm。	フックアップ NsLと大差なく正常動作。 NsLと昇降位置の差は1~2mm。
	ホールドダウン アーム上下	影響は無視できる 下限位置が約3mm上方となり、しゃへい体等が約3mm浮き上がる可能性あ り。但し、グリッパは負荷荷重を指標に下降してしゃへい体等をつかむ ため、浮き上がったしゃへい体等は押し込まれつかむことができる。	SKS_NsLと大差なく正常動作。	フックアップ NsLと大差なく正常動作。
	ホールドダウン アーム旋回	影響は無視できる 旋回前に50mm上昇するため、約3mm浮き上がったしゃへい体等と干渉す ることはない。しゃへい体等旋回時、炉心頂部から130mm離れており、 干渉しない。	SKS_NsLと大差なく正常動作。	フックアップ NsLと大差なく正常動作。
炉内中継装置	回転ラック旋回	影響は無視できる 収縮分（約3mm）はユニバーサルジョイント部で吸収される	SKS_NsLと大差なく正常動作。	フックアップ NsLと大差なく正常動作。
燃料交換装置 +回転プラグ	④ 位置決め	有 約1mm減少。許容偏心量20mm範囲内。動作試験で検証する計画。	SKS_NsLと大差なく正常動作。 NsL時：偏心は最大7.4mm SsL時：偏心は15mm以内に収まって いることを確認。	フックアップ NsLと大差なく正常動作 液位変更に伴う偏心量の変化はゼロで はなく十分に小さかった。
燃料出入機本体A	グリッパ昇降、 爪開閉	影響は無視できる SsLの場合、昇降テープ部が11mm縮小するが、下限設定値に40mmの許 容範囲があるので、十分な裕度がある。	未実施	未実施

設備	動作	影響に関する評価 (SsLによってNa中動作からガス中動作となり撓動抵抗が増加しないか)	過去の動作検証結果	過去の動作検証結果
			SKS_Na中燃料移送試験(SsL) (1992.4.2-4.15)	フックアップ_Na低液位動作試験 (1979.10-11)
燃料交換装置	バンタグラフ開閉	影響は無視できる 軸部、リンク部がグリッパ上昇後にNa中からガス中に露出となるが、ガ ス中の温度が160℃あるのでNa固着はない。また、点検時には大気中で 動作を確認。	SKS_NsLと大差なく正常動作。	フックアップ NsLと大差なく正常動作。
	グリッパ爪開閉	影響は無視できる 軸部、リンク部、グリッパ内機構がグリッパ上昇後にNa中からガス中に 露出となるが、ガス中の温度が160℃あるのでNa固着はない。また、点 検時には大気中で動作を確認。	SKS_NsLと大差なく正常動作。 NsL時：開0.58kgm、閉-0.07kgm SsL時：開0.57kgm、閉-0.05kgm	フックアップ NsLと大差なく正常動作。 NsL時：開0.75kgm、閉-0.65kgm EsL時：開+0.9kgm、閉-0.6kgm
	感知ロッド動作	影響は無視できる 軸部、リンク部がグリッパ上昇後にNa中からガス中に露出となるが、ガ ス中の温度が160℃あるのでNa固着はない。また、点検時には大気中で 動作を確認。	SKS_NsLと大差なく正常動作。	フックアップ NsLと大差なく正常動作。

注：昇降機能は影響に関する事前評価で影響ないと評価しているものの、①、④を確認するための試験のなかで、昇降動作があり、データを取得できる機
会があるため、影響を評価する。