

案

# SsL運用に伴う影響評価とリカバリプランの検討状況

R4年 月 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

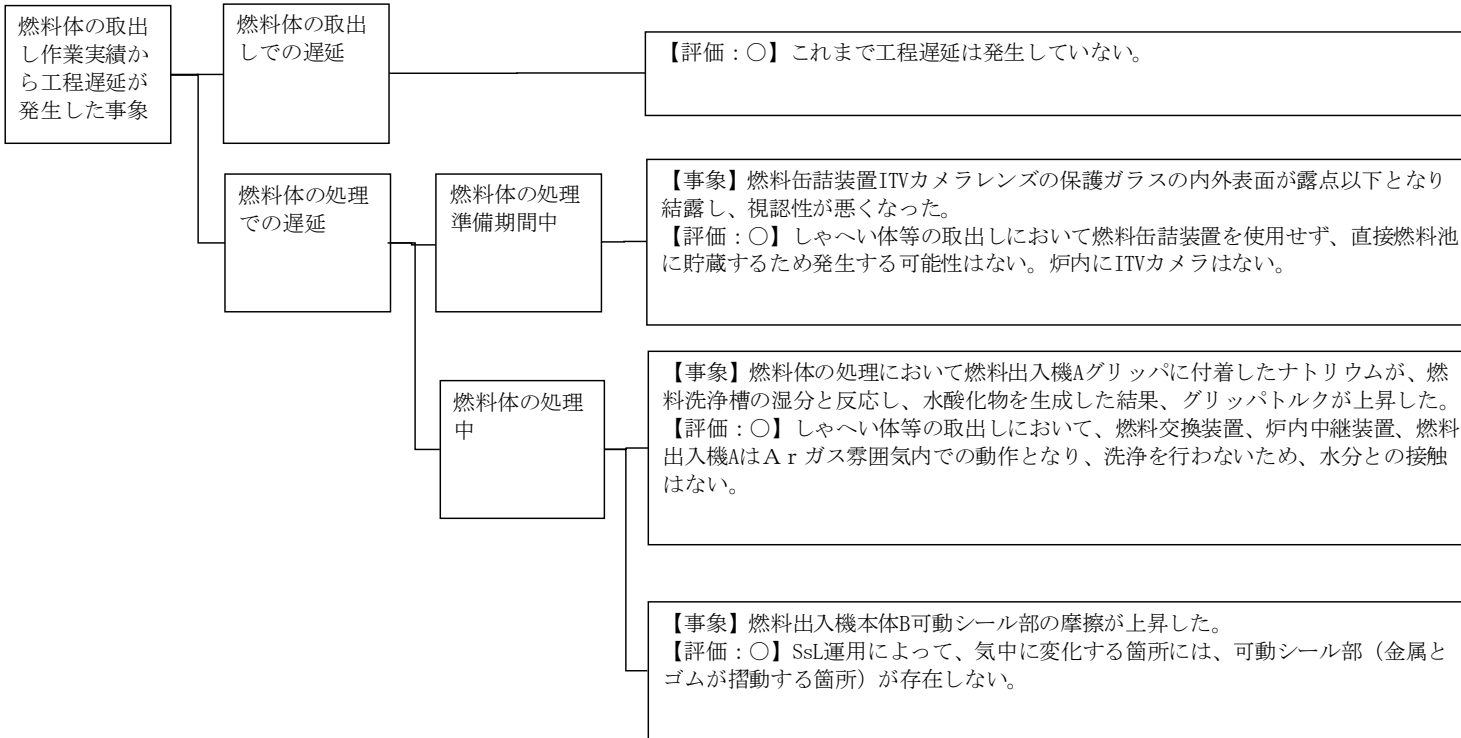


- ・ 熱収縮・浮力低下は設定値調整で対応可能。
- ・ フルモックアップで156体の実績あり、実機で9体の実績がある。
- ・ 純度悪化は0.4ppm/年程度であり、不純物は溶解度を超えて析出せず。

⇒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. 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は、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。

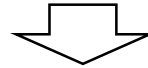
### <SsL運用に伴う影響に対する現状認識>

- 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）

を行うことによって、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うえで、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、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）との比較し、実機でのSsL運用の知見を蓄積する。

(B) 不具合の復旧措置（リカバリプラン）

- 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。(⇒「リカバリプランに求められるもの（要求事項）とその対応方策」にて説明。)

# 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は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（参考シート5）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。
- フルモックアップで156体の実績あり、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。

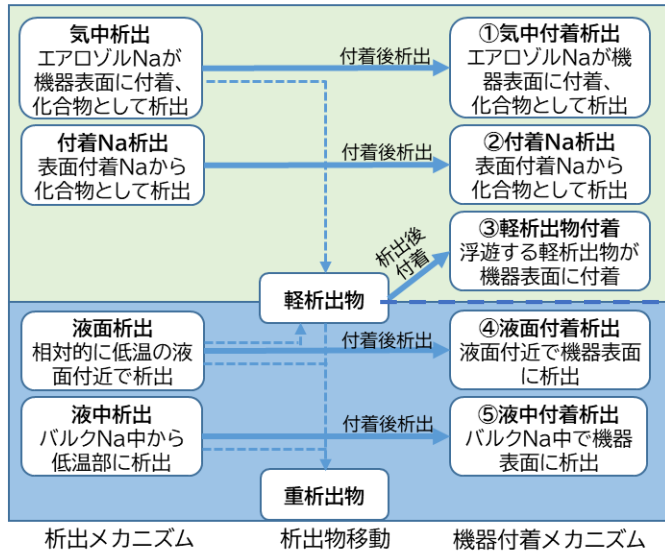
⇒SsL運用においても設計で想定した通り動作し、問題はないことを確認。

## 2. 燃料交換装置の動作トルクのモニタリング範囲

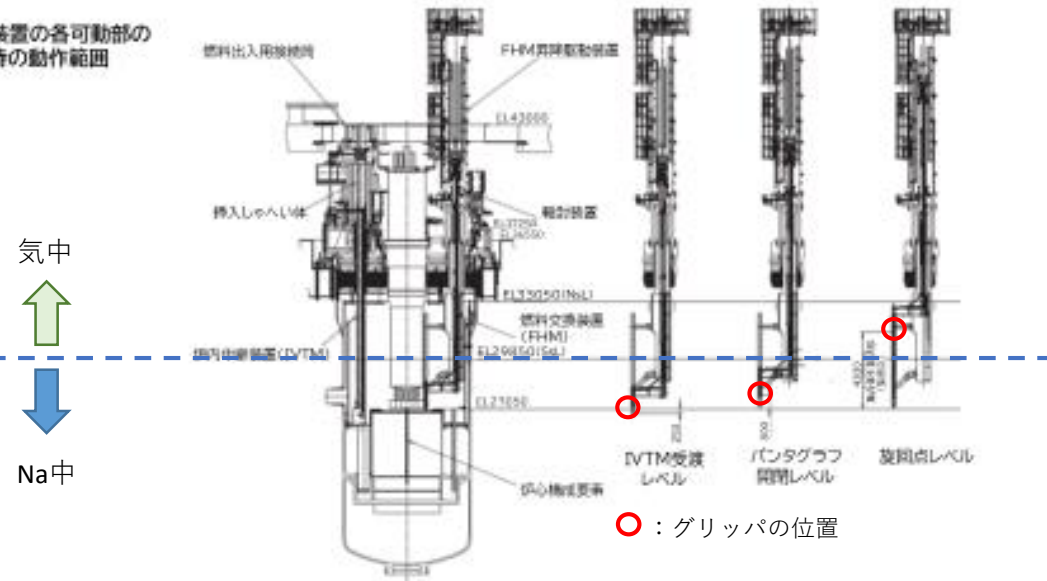
<不純物発生・付着メカニズムと機器動作への影響>

- 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

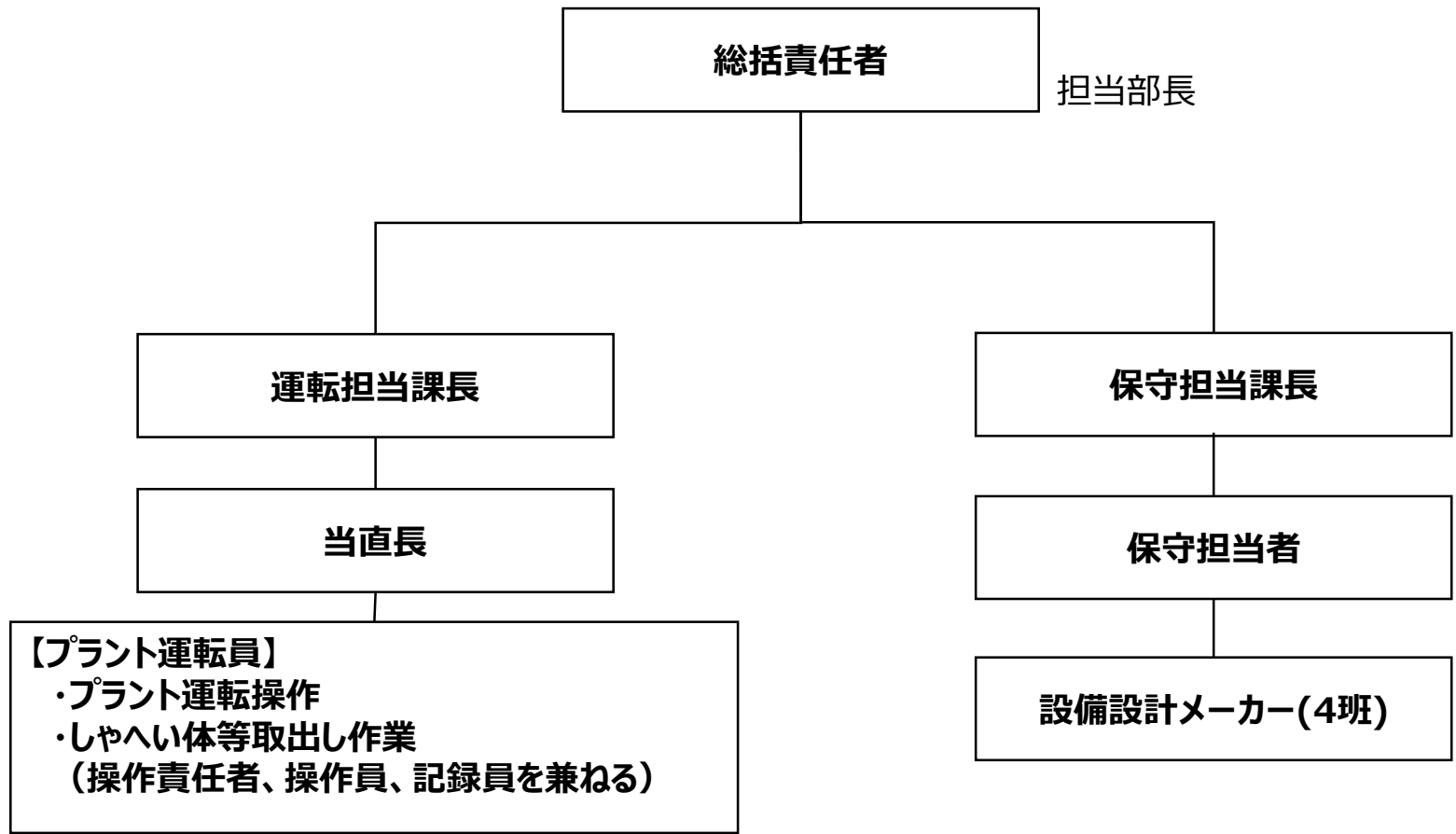
可動部の動作範囲	該当部位	Na析出物の付着に至るメカニズム	付着物の軽減対策
160℃のAr中のみ	パンタグラフ軸上部、可開度軸上部等	①気中付着析出	—
待機時160℃のAr中、 ホールドダウン時 200℃のNa中	パンタグラフ、 グリッパ	最も早く析出物が付着すると考えられる。 ①気中付着析出、②付着Na析出、③軽析出物付着、④液面 付着析出、⑤液中付着析出	Na温度上昇により、再溶解
200℃のNa中のみ	IVTM回転ラック等	⑤液中析出付着	Na温度上昇により、再溶解

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、早期な異常の兆候の発見に努める。

#### しゃへい体等取出し作業体制



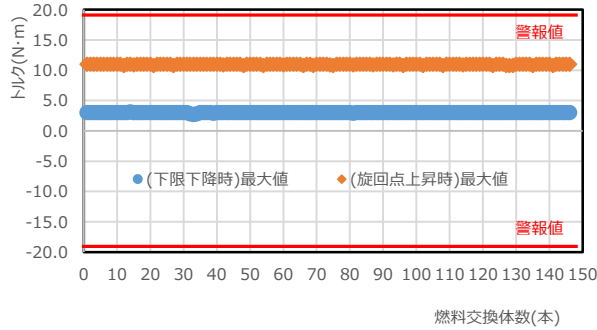
モニタリング方法はシート8参照

モニタリング方法はシート9参照

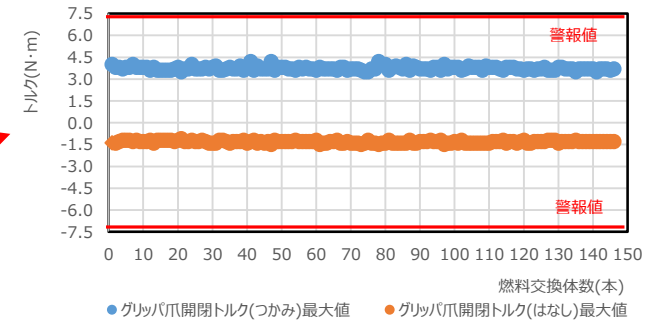


# 4. 燃料交換装置の動作トルクのモニタリング方法 (保守担当課長)

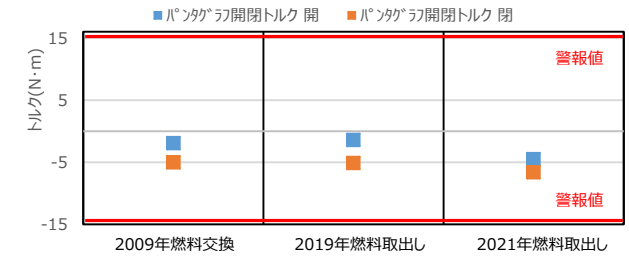
(第3キャンペーン時のサンプル)  
ホールドダウンアーム昇降トルク



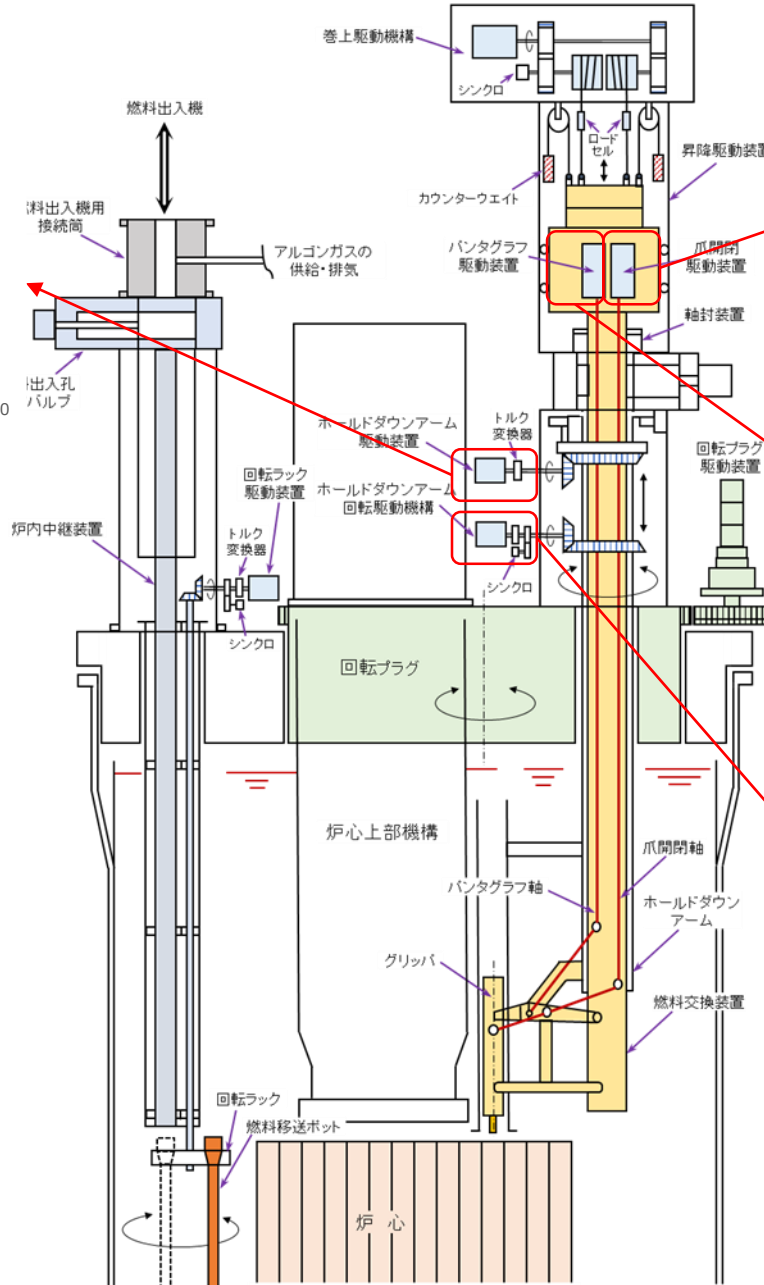
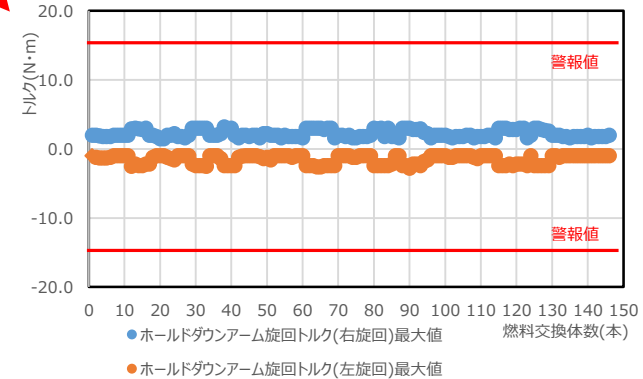
(第3キャンペーン時のサンプル)  
グリッパ爪開閉トルク



パンタグラフ開閉トルク(作業キャンペーンで集計)



(第3キャンペーン時のサンプル)  
ホールドダウンアーム旋回トルク



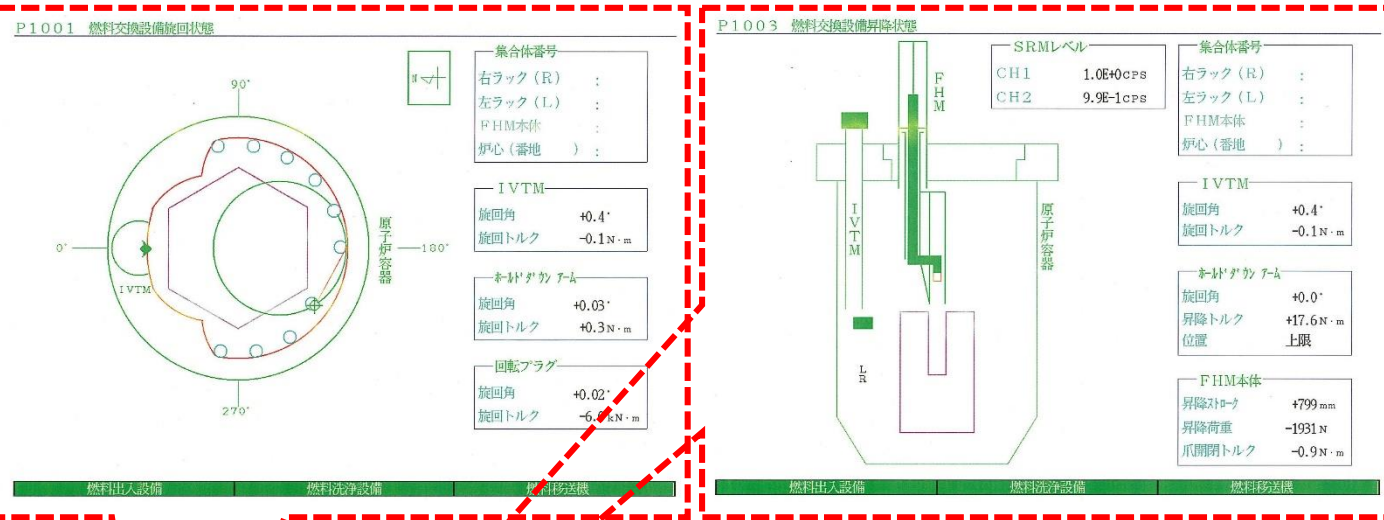
燃料体の取出し時と同様に、しゃへい体等取出し時においても、各機器の運転状態に異常が無いことを監視・評価し、作業を継続する。

- 燃取操作室 (A-301室) に仮設レコーダを設置し、盤面計器と共に各動作トルク値を、作業中継続して測定する。
- 各動作トルク値において、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、総括責任者及び運転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、継続した上昇・下降傾向、ピーク値の多発等を確認した場合

# 4. 燃料交換装置の動作トルク等のモニタリング方法 (運転担当課長)

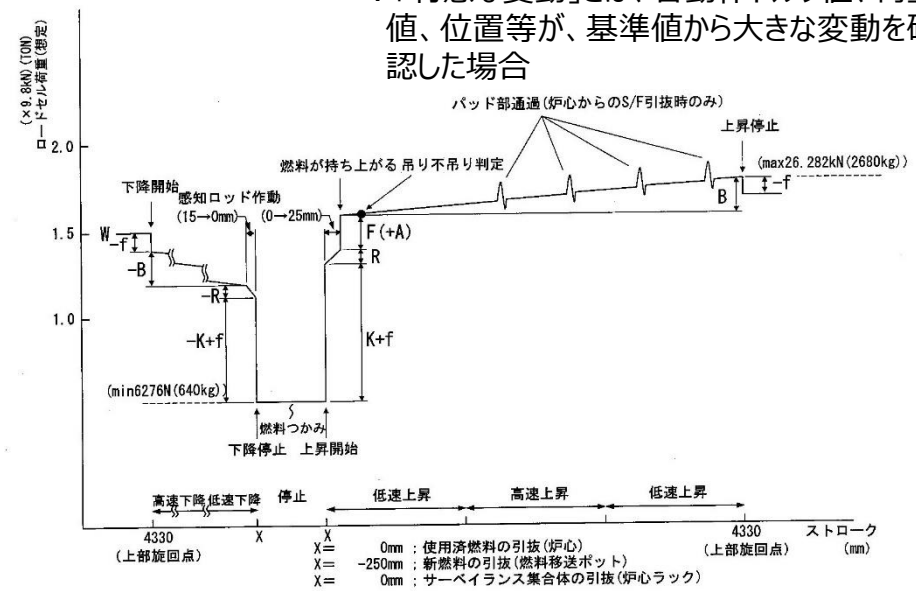
CRT監視画面の例



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、総括責任者及び運転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。

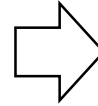
## リカバリプランに求められるもの（要求事項）とその対応方策

## <要求事項>（（B）不具合の復旧措置（リカバリプラン））

### 【想定される不具合】

工程遅延に至る不具合は以下の2つを想定する。

- ① SsL運用に伴い、純化系を運転しないことから、ナトリウム純度が悪化し装置の不具合が発生する場合。
- ② SsL運用に伴い、予期しない動作不良が発生する場合。



### 【リカバリプラン】

左記の2つの工程遅延に至る不具合に対し、それぞれに対応を準備する。

- ① 純化運転できるように設備を復旧する。
- ② NsLに復帰し、燃料体等取出し作業と同じ原子炉容器液位にできるように設備を復旧する。

## <早期に復旧するための方策>

- リカバリプランは、①純化運転と②NsL復帰運転の2つ。
- どちらのプランにおいても工程遅延を抑制するため、早期に対応できることを目指し、復旧範囲、復旧のために必要な点検などを検討中。

⇒早期に復旧するための方策は、次々回の監視チームにて他の性能維持施設とともに説明予定。  
以下検討状況を説明する。