



# 原子力発電所の最近の状況について

2023年 2月21日

関西電力株式会社

---

# 美浜発電所の最近の状況について

# プラントの運転・定期検査の状況

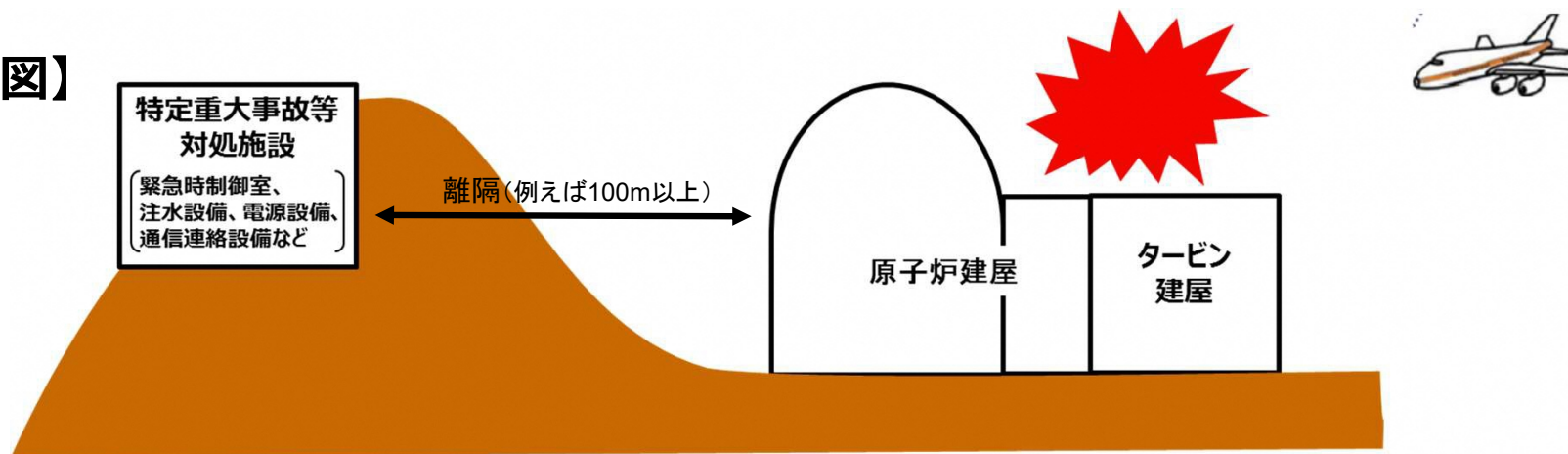
| 発電所   | ~2021年度   | 2022年度  | 現時点 | 2023年度             | 2024年度                            |
|-------|---|---|-----|--------------------|-----------------------------------|
| 美浜3号機 | ▼6/29並列<br>第25回定期検査<br>▼10/23解列                               | ▼9/1並列<br>第26回定期検査<br>★10/25特重設置期限 ▼7/28特重運用開始                    |     | 10月 1月<br>第27回定期検査 | 3月<br>第28回定期検査                    |
| 高浜3号機 | ▼3/1解列<br>第25回定期検査  | ▼7/26並列<br>9/22~11/17特別点検実施                                       |     | 9月 12月<br>第26回定期検査 | 1月 未定<br>第27回定期検査                 |
| 高浜4号機 | ▼4/15並列<br>第23回定期検査   | ▼6/8解列<br>第24回定期検査<br>▼11/6並列<br>▼1/30原子炉自動停止<br>9/22~11/17特別点検実施 |     | 12月 4月<br>第25回定期検査 |                                   |
| 大飯3号機 | ▼7/5並列<br>第18回定期検査  | ▼8/23解列<br>第19回定期検査<br>▼12/18並列<br>★8/24特重設置期限<br>▼12/8特重運用開始     |     | 2月 4月<br>第20回定期検査  |                                   |
| 大飯4号機 | ▼3/11解列<br>第18回定期検査   | ▼7/17並列<br>★8/24特重設置期限<br>▼8/10特重運用開始                             |     | 8月 11月<br>第19回定期検査 | 12月 2月<br>第20回定期検査                |
| 高浜1号機 | ▼2011/1/10解列<br>第27回定期検査<br>★6/9特重設置期限                        |   |     | 6月<br>▼5月頃特重運用開始   | 4月 7月<br>第28回定期検査                 |
| 高浜2号機 | ▼2011/11/25解列<br>▼2022.1安全性向上対策工事完了<br>第27回定期検査<br>★6/9特重設置期限 |   |     | 7月<br>▼6月頃特重運用開始   | 9月 11月<br>第28回定期検査<br>※定期検査：解列~並列 |

▼：実績  
▽：予定

## ○特定重大事故等対処施設設置

原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突やその他のテロリズム等により、原子炉を冷却する機能が喪失し、炉心が著しく損傷した場合に備えて、原子炉格納容器の破損を防止するための機能を有する施設を設置。

### 【概念図】



|                  | 美浜 3号機     | 高浜1,2号機                            | 高浜3,4号機                              | 大飯3,4号機                             |
|------------------|------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 設置期限※1           | 2021.10.25 | 2021.6.9                           | 3号機 : 2020. 8.3<br>4号機 : 2020.10.8   | 2022.8.24                           |
| 運用開始時期<br>( )は予定 | 2022.7.28  | (1号機 : 2023.5頃)<br>(2号機 : 2023.6頃) | 3号機 : 2020.12.11<br>4号機 : 2021. 3.25 | 3号機 : 2022.12.8<br>4号機 : 2022. 8.10 |

※1 : 実用炉規則により、本体施設の工事計画認可から5年までに設置することを要求。

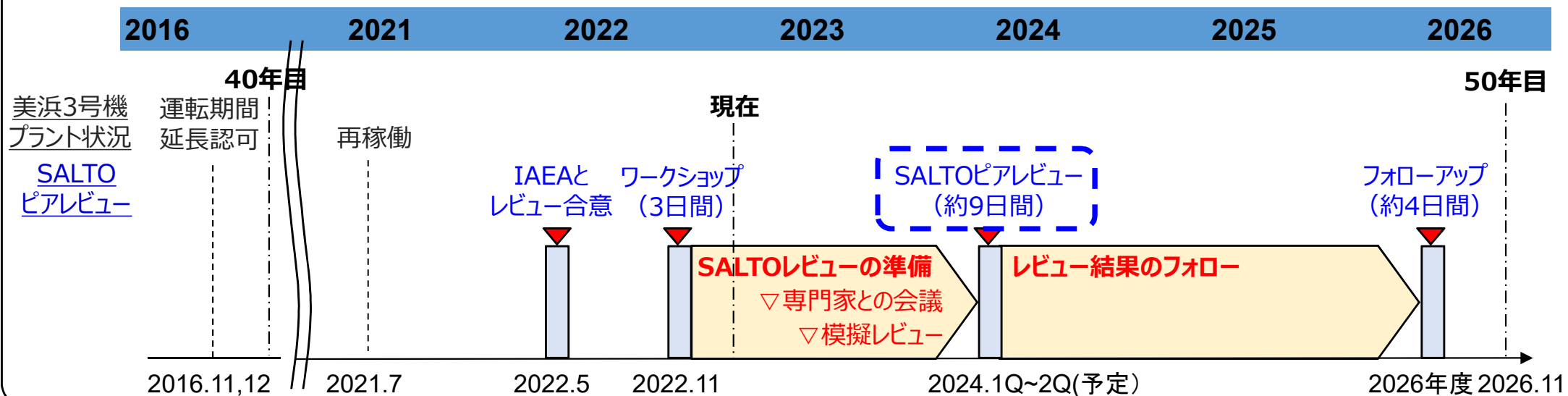
# IAEA SALTOチームの招へい

美浜発電所3号機の安全な長期運転に対して客観的に国際的な評価を受けるべく、2022年3月に経済産業省・資源エネルギー庁を通じてIAEA SALTOチームの招へいを要請し、2022年5月受諾の連絡をいただいた。(SALTO: Safety Aspects of Long Term Operationの略)

同チームによる調査は2024年度末までに実施し、その調査結果を踏まえたフォローアップ調査を2026年度に予定している。

## 今後のスケジュール

- 2024年度予定のSALTOピアレビューに向けて、2023年度に以下の取組みを計画
  - ・専門家との会議: 自己評価(IAEA安全標準等への適合性確認)の進め方、専門用語の解釈を確認
  - ・模擬レビュー: 海外の専門家に伝わる説明・文書内容になっているか、説明として不十分な点などがないかを確認



## 至近のトラブル一覧

- 今年度、定期検査を実施した大飯3・4号機、高浜3・4号機、美浜3号機がすべて運転を再開
- 今年度に入り、以下のトラブルが発生。それぞれ原因を調査し、必要な対策を実施している。

| 発生日        | 発電所     | 件名                          | 法令対象 |
|------------|---------|-----------------------------|------|
| 2022. 6. 7 | 高浜3号機   | 使用済燃料ピットエリア監視カメラ不調          | —    |
| 2022. 6.24 | 大飯4号機   | 電動主給水ポンプミニマムフロー配管からのわずかな水漏れ | —    |
| 2022. 7. 6 | 高浜3号機   | 特定重大事故等対処施設の計装設備一部部品未装着     | —    |
| 2022. 7. 8 | 高浜4号機   | 蒸気発生器伝熱管の損傷                 | ○    |
| 2022. 7.12 | 高浜4号機   | 特定重大事故等対処施設の計装設備一部部品未装着     | —    |
| 2022. 7.12 | 高浜3号機   | 原子炉水位計伝送器フランジ部にじみ跡          | —    |
| 2022. 7.21 | 高浜3号機   | タービン動補助給水ポンプ油漏れ             | —    |
| 2022. 8. 1 | 美浜3号機   | 封水注入フィルタ蓋フランジ部からの水漏れ        | —    |
| 2022. 8.21 | 美浜3号機   | A - アキュームレータ圧力低下            | —    |
| 2022.10.21 | 高浜4号機   | 加圧器逃し弁出口温度高警報発信             | —    |
| 2022.10.30 | 高浜3号機   | A - 非常用ディーゼル発電機の待機除外について    | —    |
| 2022.12. 9 | 高浜1・2号機 | 海水電解装置建屋における火災              | —    |
| 2023. 1.30 | 高浜4号機   | 原子炉自動停止について（原因調査中）          | ○    |

参考

14

6

9

参考

16

# 美浜3号機 A封水注入フィルタ蓋フランジ部からの水漏れ(1/3)

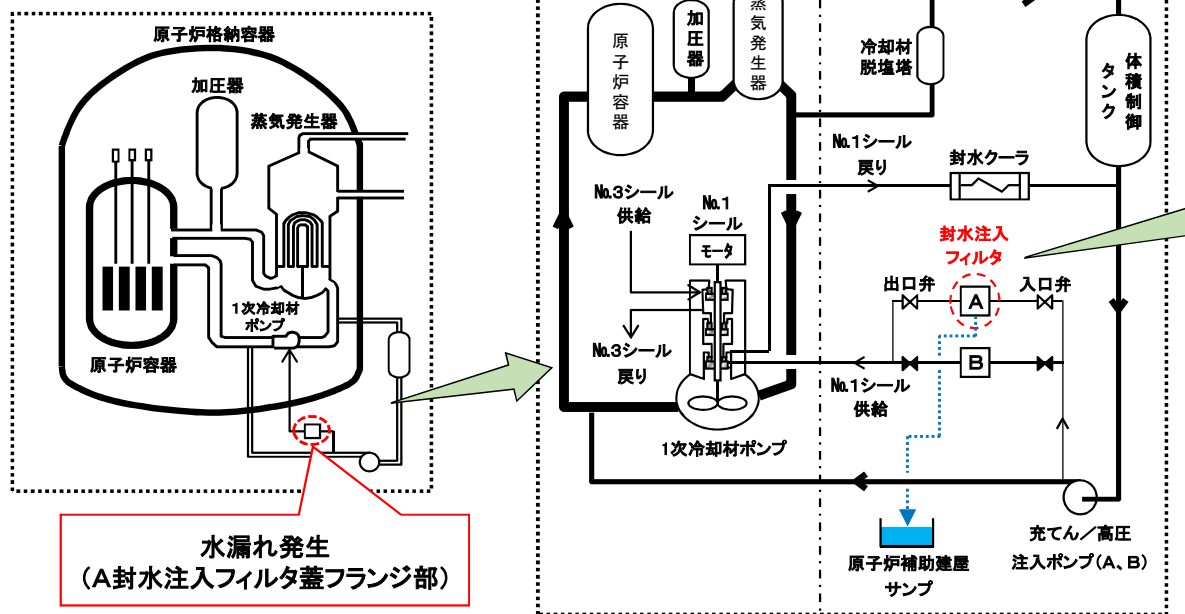
## <事象の概要>

- 8月1日10時57分に「封水注入流量低」警報が発信、現場を確認した結果、原子炉補助建屋内の封水注入フィルタ室付近の床面に、約10m×約1m×約1mmの水溜まりを発見したため、封水注入フィルタを使用していたA系統からB系統に切り替え、漏えいは停止。
- 漏えい水は原子炉補助建屋サンプに回収（約7m<sup>3</sup>）し、建屋外部への漏えいはなし。（放射エネルギーは約2.2×10<sup>6</sup>Bqと推定）

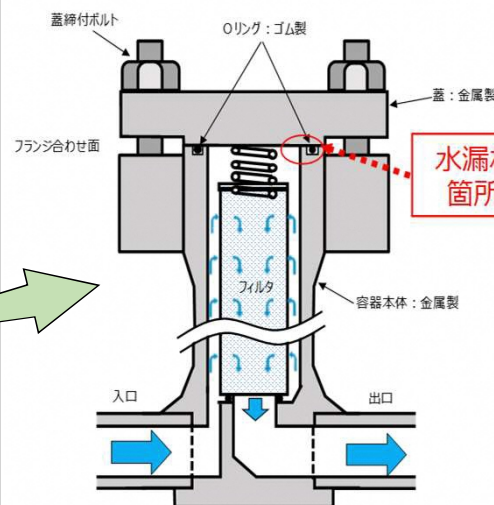
## <調査結果>

- 漏えいのあった当該フランジ部は、前回定期検査でのフィルタ取替工事において、本来のトルク値より低い値でボルトが締め付けられていた。
- トルク値が低かった原因は、協力会社の作業員が、作業要領を作成するにあたり、工事計画書に記載されているトルク値の判定基準を引用すべきところ、協力会社作業員のパソコンに保存されていた誤ったトルク値の判定基準を引用したことによるものであった。
- その後のプラントの運転等に伴う系統圧力により、当該フランジ部の漏れ止め用のOリングが徐々に外側に押し出され、破断し、漏えいが発生したものと推定した。

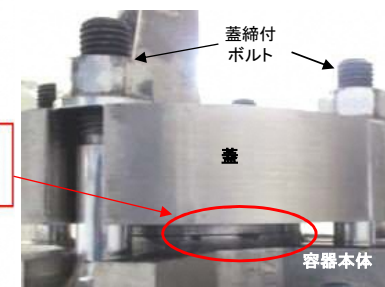
## <系統概略図>



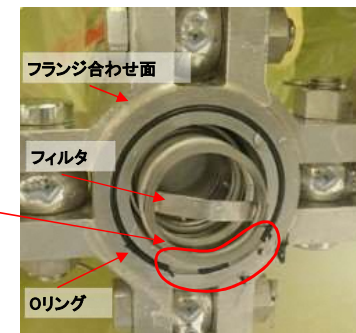
## <封水注入フィルタの断面図>



## <封水注入フィルタ蓋フランジ部写真>



## <蓋を取り外した状態の写真>

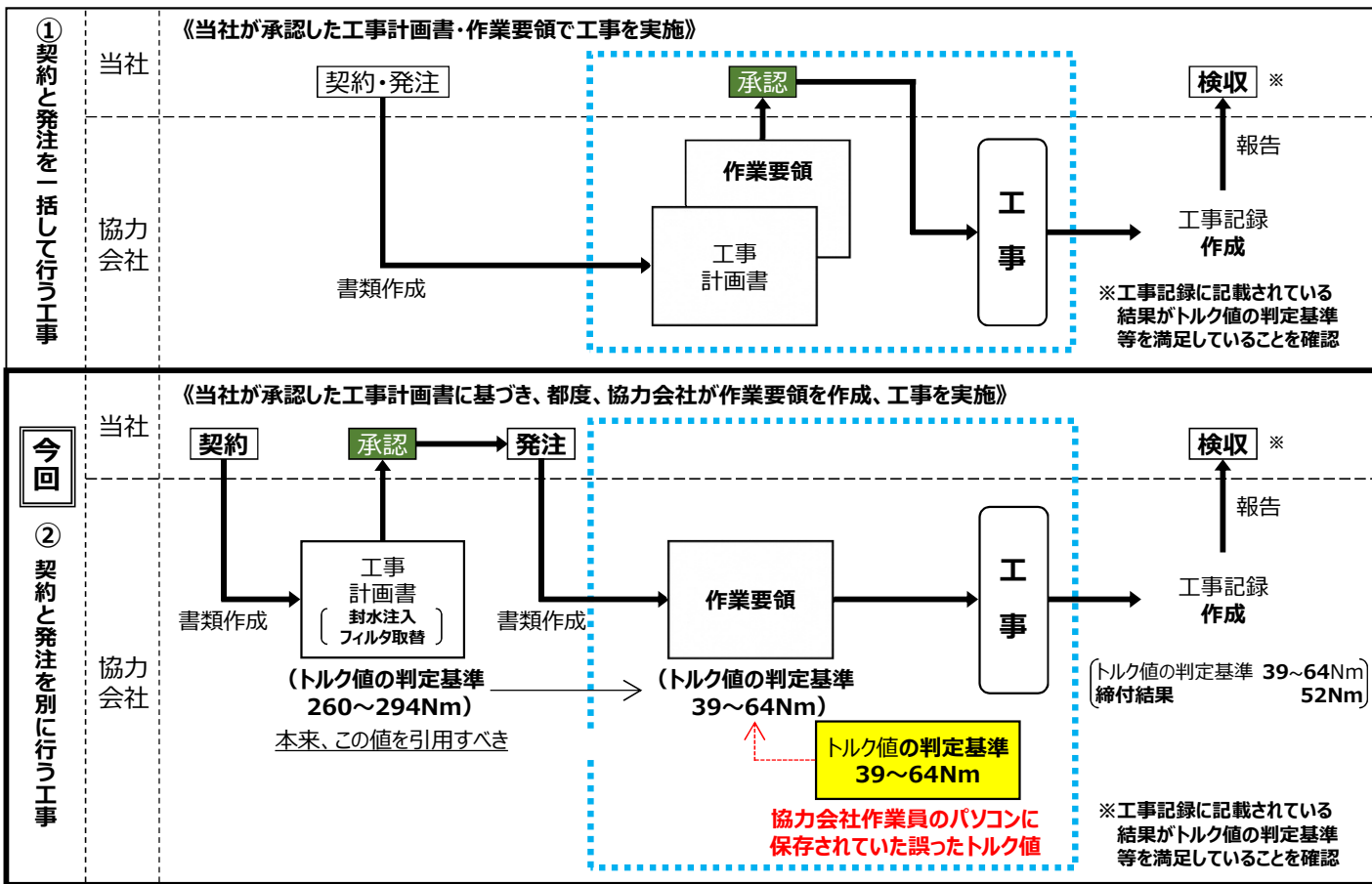


Oリングがフランジの周方向約4分の1の範囲で端面からはみ出しており、一部が破断

ボルトを締付工具により確認したところ、締付力が規定値よりも不足していた

## <契約・発注フロー>

- 発電所における工事の契約・発注の流れは、①「契約と発注を一括して行う工事」と②「契約と発注を別に行う工事」の2パターンに大別。
- 今回の工事は②のパターンで実施。このパターンでは、本来、当社が承認した工事計画書に基づき、協力会社が作業要領を作成、工事を実施すべきところ、今回、工事計画書とは異なる数値を作業要領に記載し、工事を実施。



- 今回のA、B封水注入フィルタ工事以外に、契約と発注を別に行う工事を対象として、当社が承認した工事計画書と工事記録を比較した結果、トルク値の判定基準に誤りが無いことを確認した。
- 美浜発電所3号機に加えて、高浜発電所3,4号機、大飯発電所3,4号機について調査した結果、トルク値の判定基準に誤りはなかった。

| 対象プラント  | 調査機器数   | 結果                                |
|---------|---------|-----------------------------------|
| 美浜 3 号機 | 1,287機器 | A・B封水注入フィルタの2機器以外は問題なし            |
| 高浜 3 号機 | 932機器   | 問題なし                              |
| 高浜 4 号機 | 899機器   | 問題なし                              |
| 大飯 3 号機 | 1,395機器 | 問題なし                              |
| 大飯 4 号機 | 1,387機器 | 問題なし                              |
| 合計      | 5,900機器 | 問題があったのは2機器のみ (美浜3号機 A・B封水注入フィルタ) |

## <対策>

- 契約と発注を別に行う工事について、当社は従来の工事計画書の承認に加え、作業要領を工事実施前に確認する運用とした。
- 協力会社に対して、速やかに本事象を周知し、新たな運用の徹底を図った。さらに、中長期的には、定期検査ごとの説明会など、当社が協力会社に行う教育の場を通じて、ルール遵守等について周知を図る。
- 漏えい防止および機器の動作不良防止の観点から、起動時の現場点検を強化して実施した。



## <起動時の現場点検強化>

○社員および協力会社による現場一斉点検を実施し、異常のないことを確認した。

実施時期：2022年7月15日～9月5日 復水器真空上昇時、最終ヒートアップ前後、定熱運転後など計 6 回実施  
 (特に、漏えい防止の観点から赤外線サーモによる微小漏えいに着目した点検、電磁弁の電流値確認点検などを強化)

実施範囲：1次系、2次系において、延べ約470名で点検を実施

## <当社による書類確認の強化、ルールの改定>

○2022年8月16日より書類確認強化の運用開始。その後、協力会社に配布している社内マニュアルについても改訂を完了。

◇請負工事一般仕様書(2022年8月22日改訂)

・品質管理の項目に以下の内容を追記した

『規定値等を個別の記録用紙に記載し作成する場合は、その規定値等が正しいことを、承認された工事計画書と照合し作業実施までに関電工事担当者の確認を得ること』

◇保修業務ガイド(2022年8月26日改訂)

・作業員の心得に、今回の事象内容を事例として記載し、教訓に資するものとした。

## 【工事実施前における作業要領の値等の確認状況 (8月30日現在)】

| 発電所<br>号 機      | 美浜発電所                  | 高浜発電所                |              | 大飯発電所        |              |
|-----------------|------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | 3号機<br>(定検中)           | 3号機<br>(運転中)         | 4号機<br>(定検中) | 3号機<br>(定検中) | 4号機<br>(運転中) |
| 工事件数<br>(予定を含む) | 2 件                    | 1 件                  | 10 件         | 9 件          | 0 件          |
| 工事件名            | ・水フィルタおよびストレーナ恒常修繕工事 等 | ・水フィルタおよびストレーナ恒常修繕工事 | ・1次系安全弁定検 等  | ・2次系安全弁定検 等  | 該当工事無し       |

## <協力会社への事象周知>

| 美浜発電所  | 高浜発電所  | 大飯発電所                                     |
|--|--|---|
| 8月4日 臨時安衛協※にて説明 (31社)<br>8月10日 臨時安衛協にて説明 (29社) | 8月18日 臨時安衛協にて説明 (24社)<br>8月29日 安衛協にて説明 (45社) | 8月18日 安衛協にて説明 (25社)<br>9月2日 安衛協にて説明 (42社) |

※安衛協：安全衛生協議会。安衛協での説明会以外にも加盟全社には資料配布を実施

# 美浜3号機 Aアキュムレータ圧力低下

## <事象の概要>

- 定期検査中の8月21日、「Aアキュムレータ圧力低」の警報が発信。関連パラメータから、Aアキュムレータ圧力が、保安規定に定める運転上の制限値4.04MPaを下回り、4.01MPaに低下していることを確認した。
- このため、同日16時54分に保安規定の運転上の制限を満足していない状態にあると判断した。その後、同日16時57分に圧力が4.052MPaに回復したことから、同制限を満足する状態に復帰した。

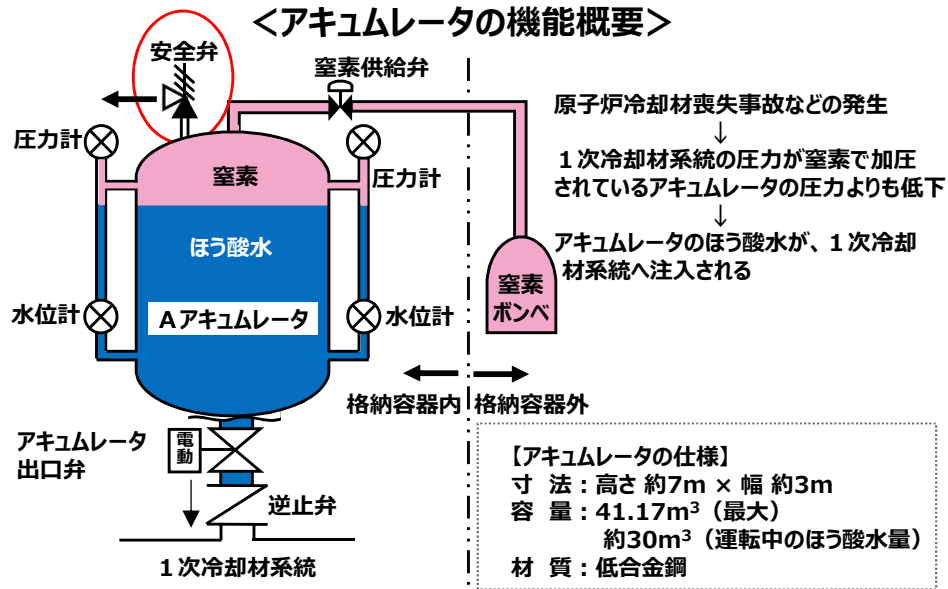
## <調査結果、原因>

- 今回の定期検査状況を確認した結果、当該弁近傍で足場設置等の作業が行われており、確認された打痕は作業で使用した資機材が接触したことにより生じた可能性があることが判明した。
- 当該弁に衝撃が加わった場合、弁体にずれが生じ、作動圧力が変動する可能性があることから、当該弁に資機材が接触したことで作動圧力が変動し、本来作動すべき設定値より低い値で作動した結果、Aアキュムレータの圧力が低下したものと推定した。

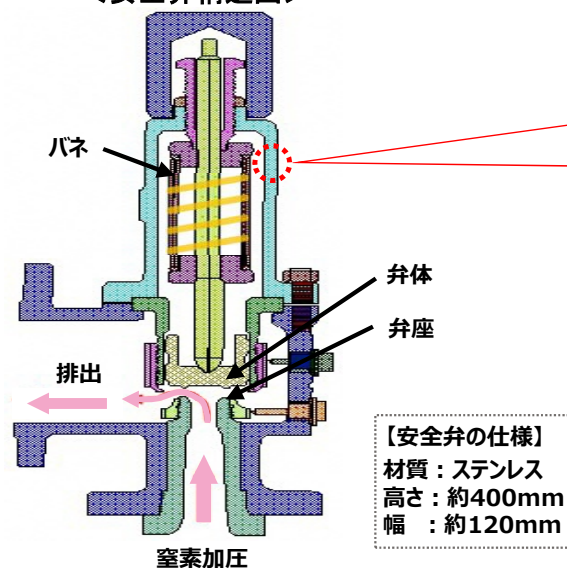
## <対策>

- 対策として、当該弁の手入れを実施し、漏えい検査等により健全性を確認したうえで復旧した。また、安全弁への接触に関する注意事項を社内マニュアルに反映するとともに、協力会社へ本事象を説明し注意喚起を図った。さらに、足場設置等の作業を実施したエリアを対象に、資機材が接触する可能性のある全ての機器の外観点検を実施し、異常がないことを確認した。

### <アキュムレータの機能概要>



### <安全弁構造図>



打痕を確認  
(長さ9mm、幅1mm)

# トラブルの再発防止対策

## 【教育・研修の実施】

### ① ルール遵守等の周知

(対象) 関西電力（各課代表者）協力会社の所長クラスおよび作業責任者クラス

(内容) 基本的事項やトラブルにより改定したルールの遵守、過去トラブル事例の蓄積から作業管理に関連する内容について周知する。（定期検査開始前の説明会）

### ② 工事で扱う機器の重要性を再認識する機会の付与

(対象) 関西電力工事担当者、作業責任者、棒心および作業員

(内容) 以下の内容から、必要なものを選定してディスカッションを実施する。（作業計画書の読み合わせ時）

- ・工事対象機器および工事場所近傍機器の重要性に関する事項
- ・トラブル事例（過去トラブル事象や封水注入フィルタ蓋フランジ部からの漏えい事象、アキュムレータ圧力低下に伴うLCO逸脱事象など）のうち、作業管理に関する事項
- ・安全弁設置場所に関する事項 など

### ③ 協力会社との対話を通じた現場力向上

(対象) 関西電力および協力会社の社員

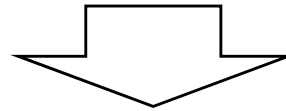
(内容) 現場での気付き事項を蓄積、共有する仕組みにより収集した情報（CAP）のうち、作業管理に関連した事例等を活用する。協力会社の意見も踏まえ、参加対象者、実施時期、頻度等について検討していく。

スケジュール : 美浜発電所にて2022/10より着手。順次、高浜・大飯でも教育を展開済み。

教育・研修の実施の内、協力会社との対話を通じた現場力向上

## 対策の具体例

- ・現場作業を行う複数の協力会社が一同に会したディスカッションを実施し、各社が有する良好な取り組みを共有することで、気づきの機会を創出し、良好事例が取り入れられる機会を展開
- ・3サイト間の協力会社とも議論し、各所の良いところを採用していくことにより現場力向上のアイデアを収集、共有

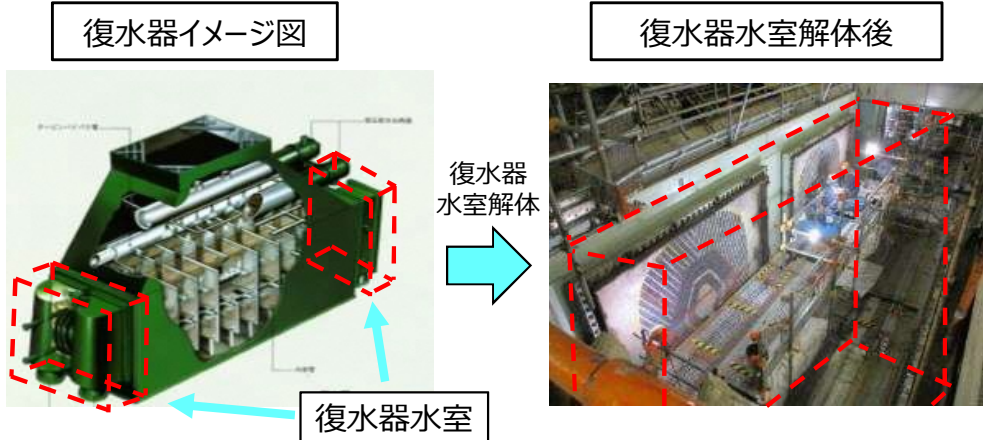
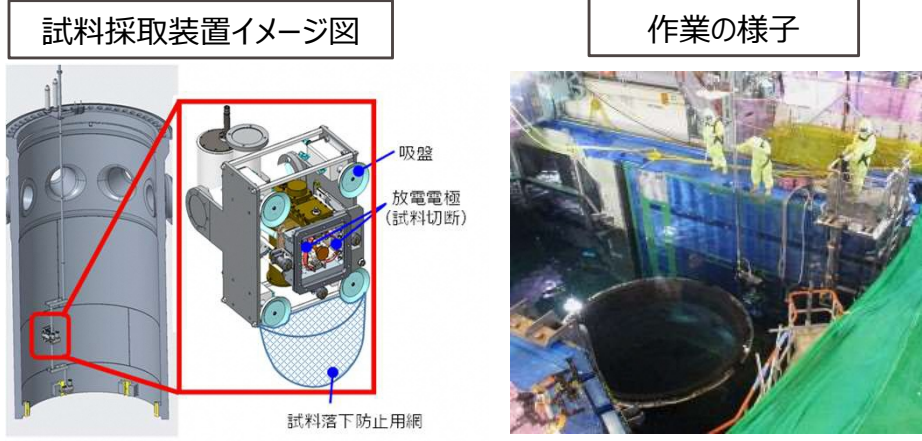


- ・2022/10に美浜発電所において、当社係長以上、協力会社所長・管理責任者クラスで40名が参加し、過去の作業事例を題材に、その問題点やどのように作業又は管理すべきであったかなど活発な議論を実施

## 【協力会社から寄せられたご意見(例)】

- ・「予定外の作業は実施しない、まず立ち止まるという基本を徹底するように指導している」
- ・「同じエリアに複数系統がある場合などは、工事対象の識別ミスが起こりやすくなるし、狭いエリアでは、識別されていても確認がしづらくミスが起こりやすくなるので注意が必要」
- ・「機械設備の担当者と電気設備の担当者が同じ設備を別々に工事を実施する場合は、担当外の情報が不足しがちになるので連携が必要」
- ・「現場で掲示を行う際には、作業員全員が気付くよう見える化することが重要」

# 廃止措置プラントの状況

| 発電所名  | 廃止措置中プラントの状況  |  |
|-------|---|--|
| 美浜1号機 | <p>2017.4.19 廃止措置計画認可<br/>2022.3.23 第2段階以降の<br/>廃止措置計画認可</p>  | <p>美浜2号機の2次系設備の解体撤去状況（例）</p>  |
| 美浜2号機 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・2次系設備の解体撤去作業中</li> <li>・1次系設備の解体撤去作業中</li> </ul>  |  |
| 大飯1号機 | <p>2019.12.11 廃止措置計画認可</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・系統除染2022.1終了</li> <li>・2次系設備の解体撤去作業中</li> <li>・汚染状況調査（原子炉容器内・外の<br/>試料採取、放射線測定）を実施中</li> </ul> | <p>大飯2号機の原子炉容器内の試料採取状況</p>  |
| 大飯2号機 |   |  |

---

## 参考資料

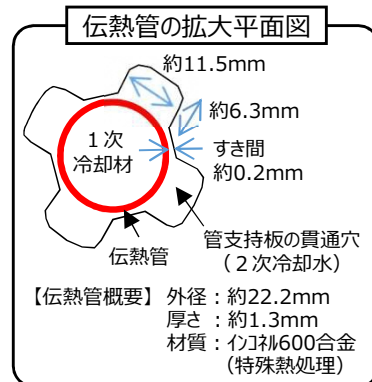
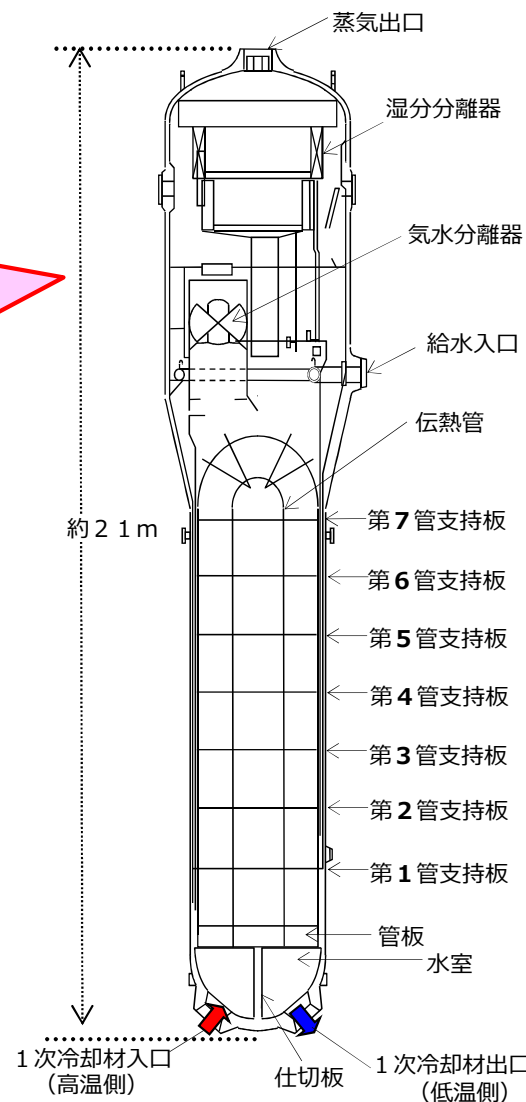
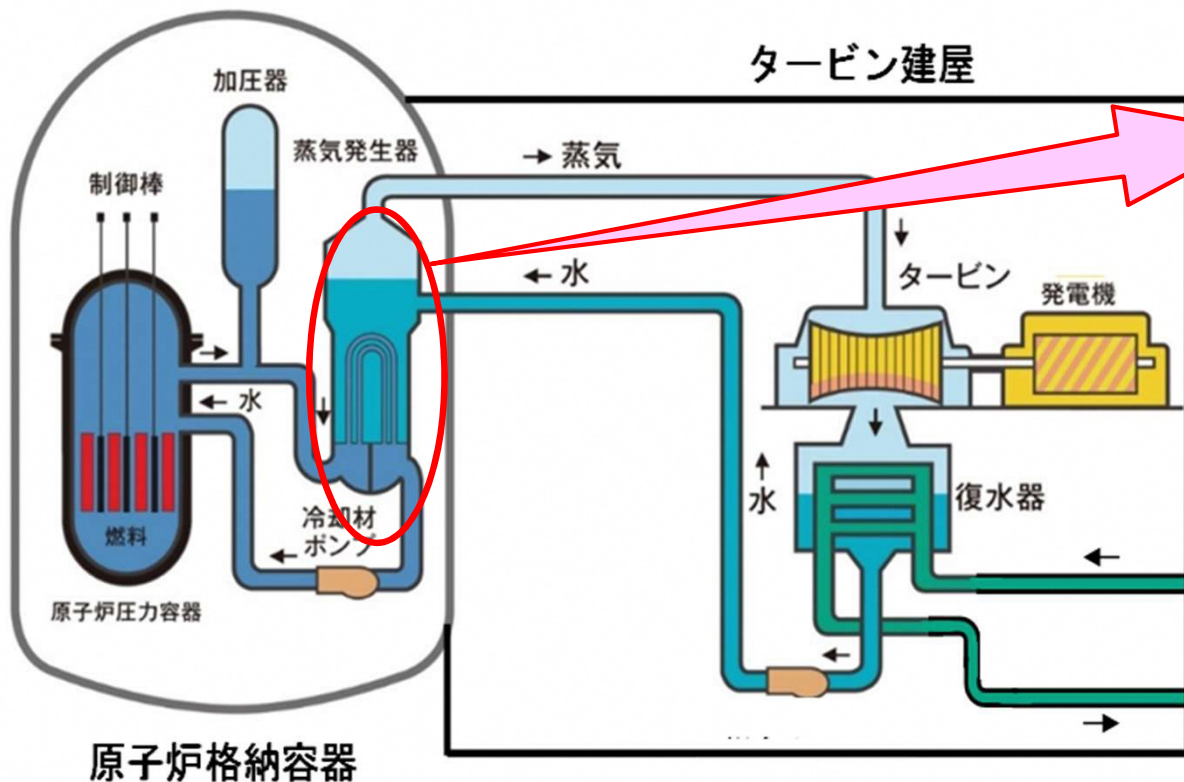
その他の発電所の状況について

# 高浜3,4号機 蒸気発生器伝熱管損傷

## <事象の概要>

- 高浜3, 4号機の蒸気発生器はそれぞれ3台あり、定期検査において、伝熱管の全数(約3,300本)渦流探傷検査<sup>\*</sup>を実施している。
- 検査の結果、高浜3号機では、2021年3月から実施した第25回定期検査において、3本の伝熱管に外面からの減肉信号指示、1本の伝熱管に内面からの減肉信号指示が認められた。
- 高浜4号機でも、2022年6月から実施した第24回定期検査において、12本の伝熱管に外面からの減肉信号が認められた。



## <系統概要図>



<sup>\*</sup>渦流探傷検査：高周波電流を流したコイルを伝熱管に接近させることで対象物に渦電流を発生させ、対象物のきず等により生じた渦電流の変化を電気信号として取り出すことによりきず等を検出する検査。

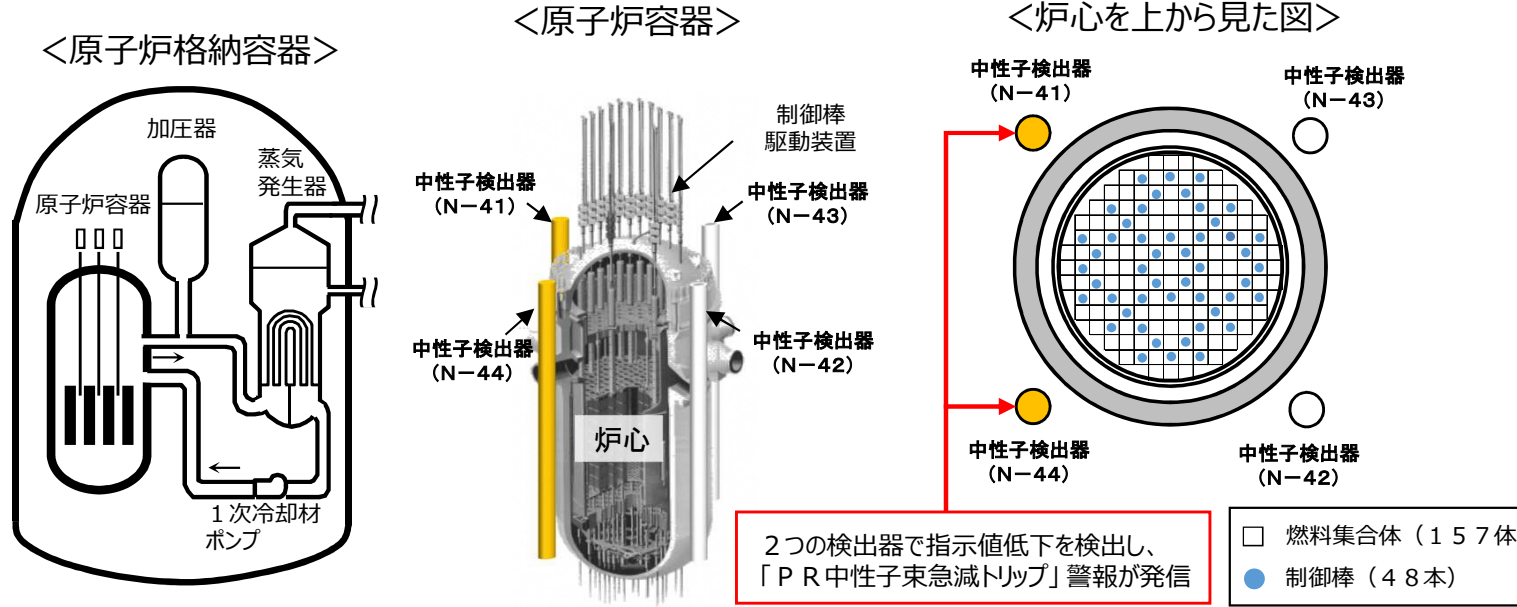
# 高浜3,4号機 蒸気発生器伝熱管損傷の経緯

## これまでの経緯（高浜発電所3、4号機における蒸気発生器伝熱管外面の損傷事例）

| 定期検査回次                     | 伝熱管外面の損傷本数  | 調査結果概要  | スケールに対する対策                       |
|----------------------------|---|---|----------------------------------|
| 3号機<br>第23回<br>(2018年8月～)  | A-蒸気発生器：1本<br>【減肉率：20%未満】                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・減肉指示のあった箇所付近にスケールを確認。</li> <li>・スケールの回収中に破損したため、スケール以外の異物による減肉と推定。異物は流出したものと推定。</li> </ul>             | -                                |
| 4号機<br>第22回<br>(2019年9月～)  | A-蒸気発生器：1本<br>B-蒸気発生器：1本<br>C-蒸気発生器：3本<br>【最大減肉率：63%】 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・A - 蒸気発生器内にステンレス薄片を確認したが、摩耗痕が確認されなかったため、原因となった異物は前回の定期検査時に混入していたものと推定。</li> <li>・なお、異物は流出したものと推定。</li> </ul>  | -                                |
| 3号機<br>第24回<br>(2020年1月～)  | B-蒸気発生器：1本<br>C-蒸気発生器：1本<br>【最大減肉率：56%】               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・AおよびC - 蒸気発生器内にガスケットフープ材を確認。</li> <li>・C - 蒸気発生器伝熱管の損傷原因を異物と推定。</li> <li>・B - 蒸気発生器伝熱管の損傷原因となった異物は流出したものと推定。</li> </ul>   | 薬品洗浄を実施                          |
| 4号機<br>第23回<br>(2020年10月～) | A-蒸気発生器：1本<br>C-蒸気発生器：3本<br>【最大減肉率：36%】               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・A - 蒸気発生器の減肉箇所にスケールが残存。</li> <li>・C - 蒸気発生器の減肉箇所近傍から回収したスケール3個にも接触痕を確認し、原因は、スケールによる減肉と推定。</li> </ul>  | 薬品洗浄を実施                          |
| 3号機<br>第25回<br>(2022年3月～)  | A-蒸気発生器：2本<br>B-蒸気発生器：1本<br>【最大減肉率：57%】               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・摩耗痕のあるスケールは回収できなかったが、各蒸気発生器から採取したスケールの性状、摩耗試験等の調査の結果、スケールによる減肉と推定。</li> </ul>   | 薬品洗浄の前に小型高圧洗浄装置による洗浄を実施し、薬品洗浄を実施 |
| 4号機<br>第24回<br>(2022年6月～)  | A-蒸気発生器：5本<br>B-蒸気発生器：2本<br>C-蒸気発生器：5本<br>【最大減肉率：49%】 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型カメラによる損傷個所の調査に加え、蒸気発生器器内のスケールの形状や性状および伝熱管の外観観察等の調査を実施した結果、スケールによる減肉と推定。</li> <li>・なお、A - 蒸気発生器およびB - 蒸気発生器より回収したスケール各1個に接触痕を確認。</li> </ul>  | 薬品洗浄の前に小型高圧洗浄装置による洗浄を実施し、薬品洗浄を実施 |



## <事象の概要>



高浜発電所4号機（加圧水型軽水炉）は、定格熱出力一定運転中、2023年1月30日15時21分、「P R 中性子束急減トリップ※1」の警報が発信し、原子炉が自動停止した。

その後、プラントは冷温停止状態に移行し安定した状態にある。

原因については、現在、調査中。  
なお、環境への放射能の影響はありません。

※1：運転中の中性子を測定する検出器が4つ設置されている。中性子検出に異常があった場合、警報が発信する。

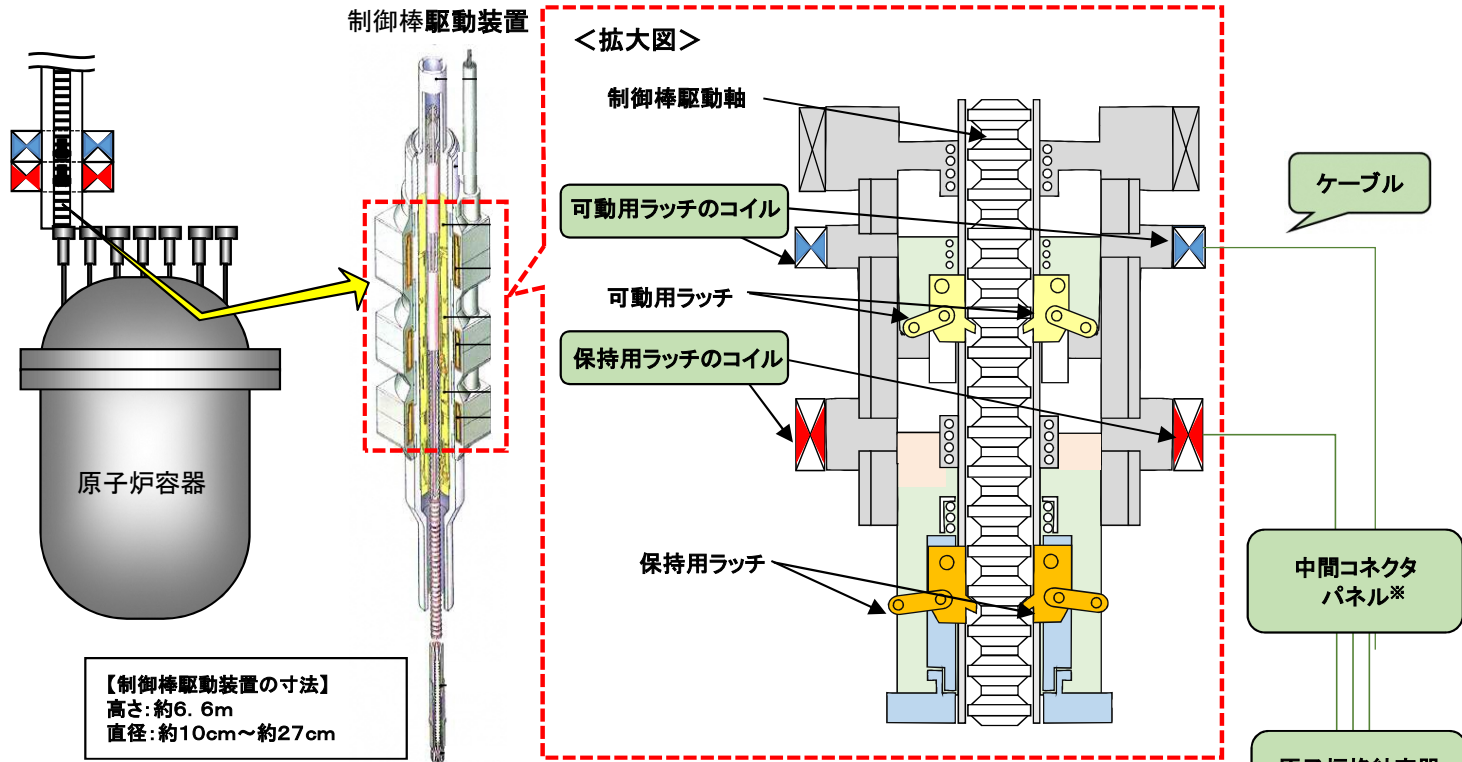
## <これまでの調査結果>

- 「P R 中性子束急減トリップ」警報が発信する前の1月25日、29日に「C R D M（制御棒駆動装置）重故障」の警報※2が発信したため、制御棒駆動装置を点検していた。点検の結果、コイルに供給する電流値に異常はなかった。
- 1月30日0時12分に再度、「C R D M重故障」警報が発信したため、コイルの電流値を測定したところ、1本の制御棒の可動用ラッチのコイルに供給する電流値が通常よりも低いことを確認した。このため、制御棒駆動装置の制御盤内の詳細点検を行うこととし、異常を確認した1本を含む4本の制御棒※3について、保持用ラッチのコイルの通電を継続し、制御棒を保持した状態で、同日15時18分に、可動用ラッチのコイルの主電源を切り、15時21分に、制御電源を切った。その後、「P R 中性子束急減トリップ」警報が発信し、原子炉が自動停止した。
- これらのことから、保持用ラッチのコイルへの通電により、制御棒は、原子炉上部で保持されていたにも関わらず原子炉内に挿入された可能性が高いと考えている。このため、制御棒駆動装置の詳細点検を行うこととした。

※2：制御棒を電磁力で保持している保持用コイルおよび可動用コイルのうち、いずれかまたは両方で電流の異常(低下)を検知するなど、駆動装置の不調を検知した場合に発信。  
 ※3：電流制御装置により、制御棒は4本単位で制御している。

## <現在の調査状況>

- ・制御棒駆動装置制御盤を通电した状態での各部（制御回路や各ケーブル）の電流値の連続測定（モニタリング）等を行い、データの解析等を実施している。
- ・また、制御棒駆動装置制御盤の構成部品については、2月11日から工場（メーカ）にて調査を行っている。
- ・なお、制御棒駆動装置以外の関連設備の調査として、モータ、発電機、原子炉トリップしゃ断器、分電盤を点検した結果、異常はなかった。



## <今後の予定>

- ・引き続き、制御棒駆動装置制御盤の構成部品を工場で調査するとともに、制御棒駆動装置等の詳細調査を行っていく予定。

