

高浜発電所4号機の原子炉自動停止について
(「PR中性子束急減トリップ」警報発信に係る調査状況)

2023年2月15日
関西電力株式会社

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、1月30日15時21分、「PR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ました。

原因については、現在、調査中です。

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。

(2023年1月30日お知らせ済み)

原子炉自動停止後、プラントは冷温停止状態に移行し安定した状態にあります。

「PR中性子束急減トリップ」の警報が発信する可能性がある要因として、制御棒の挿入、炉心状態の急変もしくは中性子検出器の不具合などが考えられるため、事象発生前後のプラントパラメータの調査や中性子検出器、制御棒駆動装置の点検等を実施しました。

これらの調査状況は以下のとおりです。

1. これまでの調査結果

(1) プラントパラメータ等の確認結果

2022年12月1日に第24回定期検査を終了し、1月30日に原子炉が自動停止するまで定格熱出力一定運転を継続していました。この間の1次冷却材系統の温度、圧力などプラントパラメータの履歴等を確認した結果、異常はありませんでした。

また、警報発信の要因として、1次冷却材系統のほう素濃度の過度の濃縮や、給水または主蒸気流量の異常急減などが考えられることから、それらのパラメータの履歴等を確認した結果、異常はありませんでした。

その他、運転員および保修課員に聞き取りを行った結果、警報発信前に関連する運転操作等は行っていないことを確認しました。

(2) 中性子検出器等の点検結果

中性子検出器4つのうち、2つ以上の検出器の中性子束指示が低下すると警報が発信します。警報発信の要因として、中性子検出器の不具合も考えられるため、4つの中性子検出器を点検した結果、異常はありませんでした。

また、警報発信時の指示値を確認した結果、制御棒が実際に挿入されたことにより、4つのうち2つの中性子検出器の指示値が大きく低下し、警報発信に至った可能性があることを確認しました。

その他、誤信号の検出の有無について確認するため、原子炉安全保護盤^{※2}、原子炉保護系計器ラック^{※2}を点検した結果、異常はありませんでした。

※2 原子炉トリップ信号によって、原子炉の自動停止を行う設備

(3) 制御棒駆動装置の点検作業実績等

(制御棒駆動部の健全性確認)

制御棒(48本)は、上部で制御棒駆動軸と連結されており、この駆動軸を動作させるために可動用と保持用のラッチ(爪)があります。ラッチには、コイルが取り付けられており、このコイルに通電することでラッチが駆動軸をつかむ状態となります。

定期検査では、制御棒駆動装置の動作性やラッチ部の健全性に異常がないことを確認するとともに、毎月1回、制御棒作動試験を実施しています。至近では1月17日に作動試験を行い、異常がないことを確認しています。また、原子炉自動停止後、調査の過程で制御棒の引き抜き、挿入操作を行いました。動作性に異常はありませんでした。

(制御棒駆動装置の点検作業等の実績)

「PR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「CRDM重故障」の警報^{※3}が発信したため、制御棒駆動装置を点検していました。点検の結果、コイルに供給する電流値に異常はありませんでした。

1月30日0時12分に再度、「CRDM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ました。

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^{※4}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、制御電源を切りました。

その後、「PR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ました。

- ※3 CRDM（制御棒駆動装置）重故障警報は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する
- ※4 電流制御装置により、制御棒は4本単位で制御している

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ます。

このため、「PR中性子束急減トリップ」警報発信の要因は、制御棒の挿入が原因と考えられるため、制御棒駆動装置の詳細点検を行うこととしました。

2. 現在の調査状況

制御棒駆動装置について、「PR中性子束急減トリップ」警報発信前に実施していた操作の再現性確認試験を実施した結果、制御棒の挿入等の異常はありませんでした。

その後の調査の中で、警報発信前に電流値の低下が認められた制御棒駆動装置の制御盤の一部の電源を「切」状態から「入」に切り替えたところ、本来作動すべき制御棒とは別の2本（作動すべき制御棒と同じ制御盤から通電され、電源「入」の状態）が部分挿入し、その後の追加試験でも再発しました。

これらの状況を踏まえ、当該制御盤を通電した状態での各部（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ます。

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（メーカー）にて調査を行っています。

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、異常はありませんでした。

3. 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点検を行っていく予定です。

以上

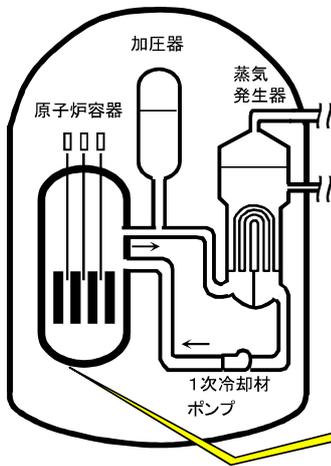
添付資料：高浜発電所4号機の原子炉自動停止について

（「PR中性子束急減トリップ」警報発信に係る調査状況）

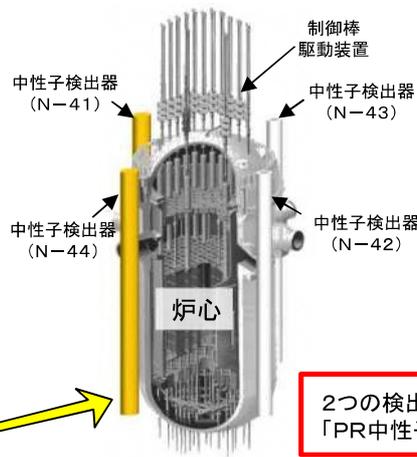
高浜発電所4号機の原子炉自動停止について (「PR中性子束急減トリップ」警報発信に係る調査状況)

事象概要

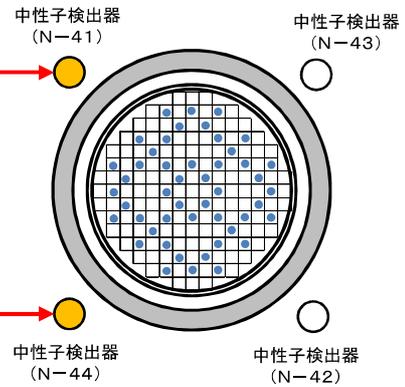
<原子炉格納容器>



<原子炉容器>



<炉心を上から見た図>



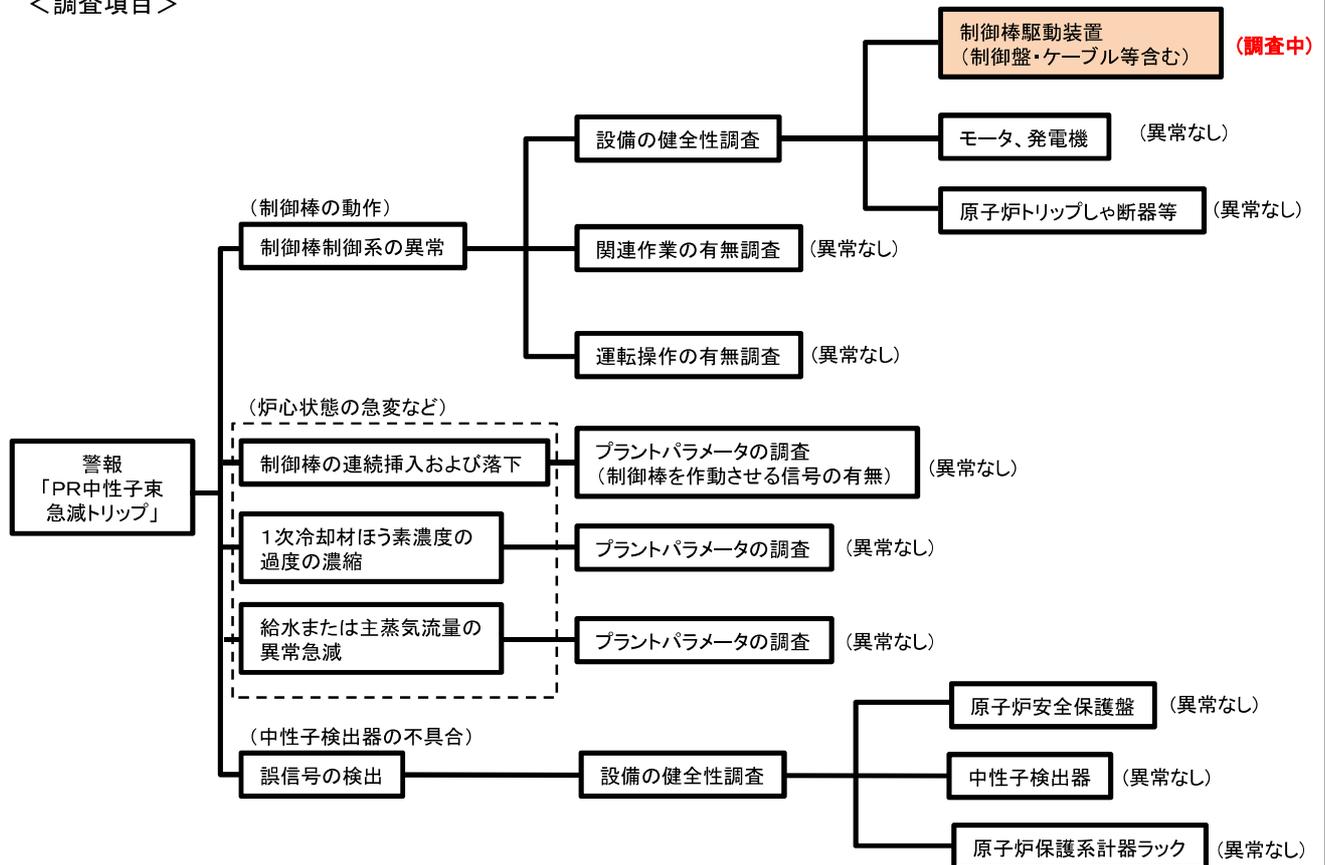
2つの検出器で指示値低下を検出し、「PR中性子束急減トリップ」警報が発信

□ 燃料集合体(157体)
● 制御棒(48本)

これまでの調査結果

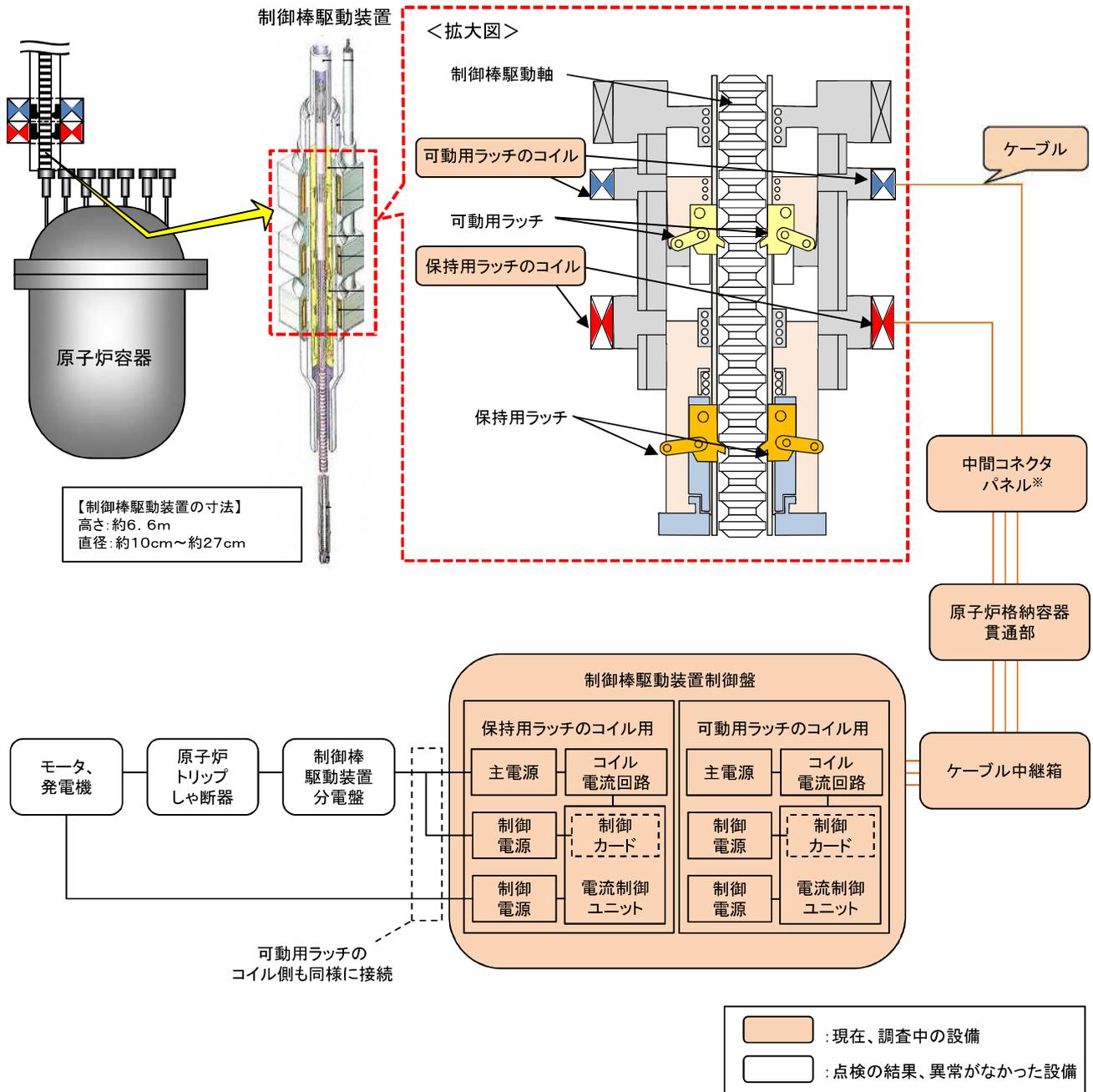
- ・事象発生前後のプラントパラメータ、中性子検出器等の設備の健全性、運転操作等の調査を実施した結果、異常はありませんでした。
- ・現在、制御棒駆動装置等の詳細調査を行っています。

<調査項目>



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ます。
- ・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ます。
- ・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、異常はありませんでした。



※点検作業時等にケーブルを切り離すためのコネクタが装着された設備

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です。