



原子力発電所の最近の状況について

2024年 2月21日

関西電力株式会社

能登地方を震源とした地震の原子力発電所への影響について（異常なし）

【2024年1月1日 弊社ホームページにてお知らせ】

本日16時10分頃、能登地方を震源とした地震が発生しました。地震発生後、直ちに各原子力発電所の運転状態を示すパラメータを確認するとともに、現場確認を行い、発電設備に異常がないことを確認しています。

また、格納容器排気筒モニタおよび野外モニタの指示に異常はなく、本地震による環境への放射能の影響はありません。

なお、各原子力発電所の地震発生時の観測データは以下の通りです。

地震発生日時：2024年1月1日 16時10分頃

	観測用地震計 最大加速度（ガル）
美浜発電所	1 2 . 2 1
高浜発電所	3 . 9 9
大飯発電所	6 . 0 0

※ ガル（単位・gal）：地震による地盤や建物等の揺れの強さを表す加速度の単位

※ 観測用地震計にて計測されたデータ（最大加速度[gal]）が設定値に満たない場合は「-」で表示

※ 掲載している最大加速度は、当社の原子力発電所において、地震発生時の発電所の揺れの大きさを記録するために設置した観測機器による観測データであり、気象業務法に定められている気象観測の対象外となります。

<参考>

- (1) 福井県および原子力発電所立地町の震度
福井県 嶺南：震度4、嶺北：震度5強
立地町 美浜町：震度3、高浜町：震度4、おおい町：震度4
- (2) 原子力発電所に設置している原子炉保護用地震計の原子炉自動停止設定値（最大加速度）

		原子炉自動停止設定値
美浜発電所	水平方向	1 6 0ガル
	鉛直方向	8 0ガル
高浜発電所	水平方向	1 6 0ガル
	鉛直方向	8 0ガル
大飯発電所	水平方向	1 6 0ガル
	鉛直方向	8 0ガル

プラントの運転・定期検査の状況

発電所	~2021年度	2022年度	2023年度	現時点	2024年度
美浜 3号機	▼6/29並列 第25回定期検査 ▼10/23解列 第26回定期検査 ★10/25特重設置期限 ▼7/28特重運用開始	▼9/1並列 第27回定期検査 ★8/24特重設置期限 ▼12/8特重運用開始	▼10/25解列 第27回定期検査 1/20並列	3月 第28回定期検査	
大飯 3号機	▼7/5並列 第18回定期検査	▼8/23解列 第19回定期検査 ★8/24特重設置期限 ▼12/8特重運用開始	▼12/18並列 2/10解列▼	4月 第20回定期検査	
大飯 4号機	▼3/11解列 第18回定期検査	▼7/17並列 ★8/24特重設置期限 ▼8/10特重運用開始	▼8/31解列 第19回定期検査 ▼10/27並列	12月 2月 第20回定期検査	
高浜 1号機	▼2011/1/10解列 第27回定期検査 ★6/9特重設置期限	第27回定期検査 ▼7/14特重運用開始	▼8/2並列	6月 8月 第28回定期検査	
高浜 2号機	▼2011/11/25解列 ▼2022.1安全性向上対策工事完了 第27回定期検査 ★6/9特重設置期限	第27回定期検査 ▼8/31特重運用開始	▼9/20並列	11月 2月 第28回定期検査	
高浜 3号機	▼3/1解列 第25回定期検査	▼7/26並列	▼9/18解列 第26回定期検査 12/25並列	1月 未定 第27回定期検査	
高浜 4号機	▼4/15並列 第23回定期検査	6/8解列▼ 11/6並列▼ 第24回定期検査	▼1/30原子炉自動停止 ▼3/25並列	12/16解列▼ 第25回定期検査 未定	※定期検査：解列~並列 ▼：実績 ▽：予定

IAEAの外部評価（SALTOピアレビューに対する準備状況）

<SALTO準備状況>

▶ 模擬レビュー（2023.8.21～25）

2024年4月のレビュー(本番)に向け、お互いの理解を深め本質的なコミュニケーションができるようIAEA職員及び海外の専門家(計9名)による模擬レビューを実施

- ・本番とほぼ同じレビュー範囲、同じレビュー形式にて各分野の専門家と、約3日間議論
関西電力の取組、レビュー内容の説明方法、資料の現在の準備状況に対する意見を拝受

▶ 確認結果（海外専門家からのアドバイス）

<経年化評価等>

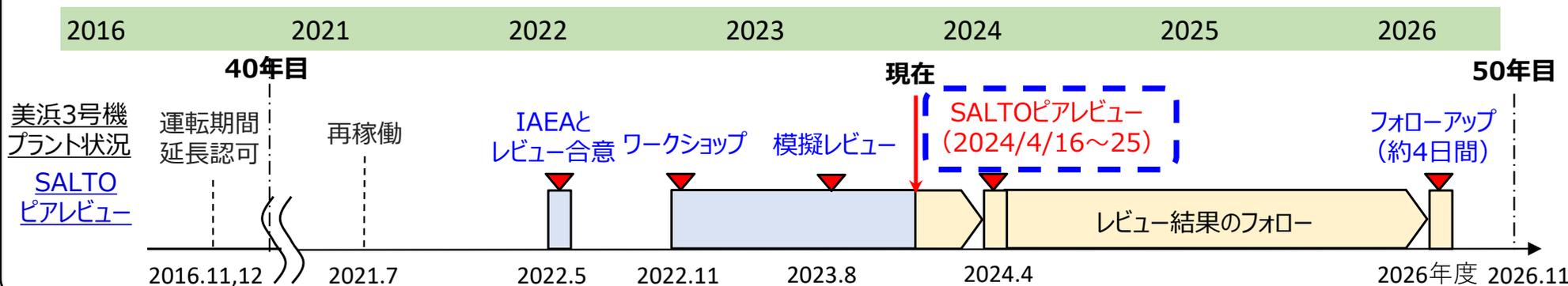
- ・経年化管理はしっかりと行われているが、対象スコープ設定の方法や経年化評価のプロセスが異なるため、本番レビューでは海外レビューワに関電の管理方法を理解してもらうための工夫が必要

<人的資源、力量>

- ・新入社員（技術系）は、最初に運転員としての訓練を受け、プラントの広範囲の技術的基礎を身に着けた上で各課に配属されており良好
- ・人材確保・配置に関して詳細な役割分担や責任が不明瞭な部分があり、今後のレビューを受けるにあたり整理が必要

今後のスケジュール

SALTOピアレビューを2024年4月（4/16～25）に実施することを決定。現在はレビュー本番に向け、海外専門家のアドバイスも参考とし、関電の取組を説明するための資料準備を進めている。

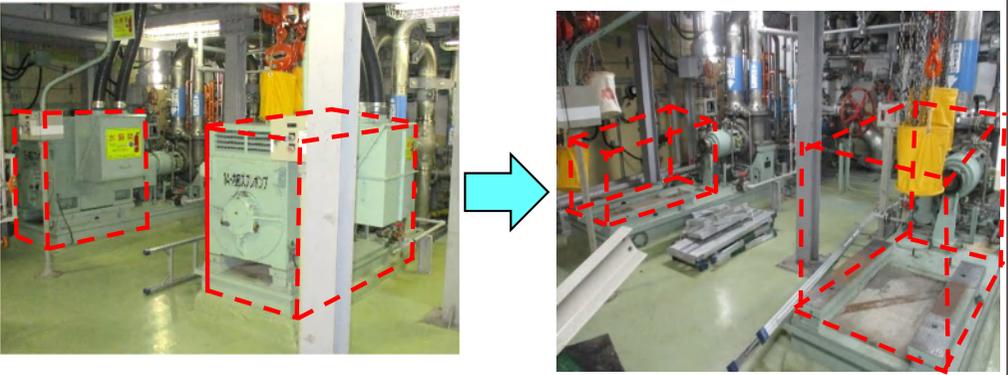
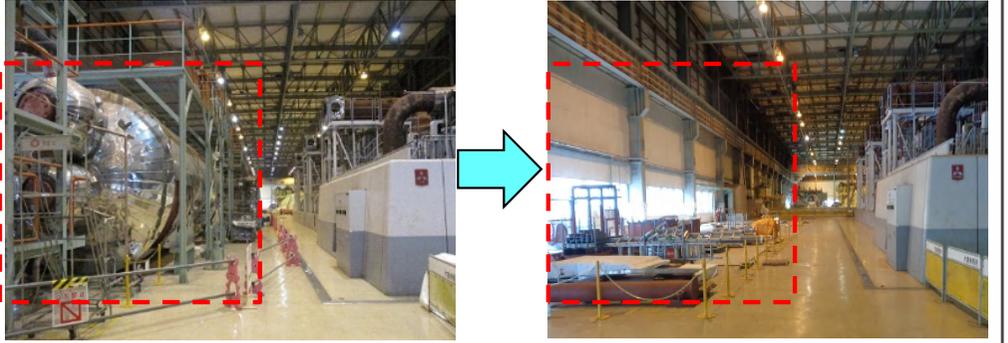


至近のトラブル情報等一覧

- 令和4年度 岐阜県防災会議原子力専門部会（R5.2.21開催）以降のトラブル情報等についてそれぞれ原因を調査し、必要な対策を実施している。

発生年月日	発電所	件名	法令対象	
2023年1月30日	高浜4号機	高浜発電所4号機の原子炉自動停止について	○	参考 14
2023年2月13日	大飯1号機	大飯発電所1号機の原子炉格納容器内におけるアイスコンデンサ室冷却配管の損傷に伴う冷媒の漏えいについて	—	
2023年3月15日	高浜3号機	高浜発電所3号機の運転上の制限の逸脱について (原子炉補機冷却水冷却器からの冷却水漏えい)	—	
2023年4月20日	美浜3号機 高浜1,3,4号機 大飯3,4号機	当社原子力発電所の運転上の制限の逸脱について (通信事業者の衛星回線不具合による衛星電話(携帯)使用不能)	—	
2023年4月22日	高浜3号機	高浜発電所3号機の運転上の制限の逸脱について (C蒸気発生器水位計の指示低下)	—	
2023年5月29日	高浜4号機	高浜発電所4号機の復水器への海水混入について	—	
2023年8月15日	高浜1号機	高浜発電所1号機の運転上の制限の逸脱について (格納容器内高レンジエリアモニタCH4故障警報発信)	—	
2023年10月17日	高浜3号機	高浜発電所3号機の定期検査状況について (蒸気発生器伝熱管損傷)	○	参考 18
2023年11月6日	美浜3号機	美浜発電所3号機の運転上の制限の逸脱について (美浜発電所3号機予備変圧器しゃ断器の自動開放)	—	
2023年12月18日	美浜3号機	美浜発電所3号機の運転上の制限の逸脱について (美浜発電所3号機非常用ディーゼル発電機A燃料油移送ポンプの運転上の制限の逸脱)	—	
2023年12月23日	美浜3号機	美浜発電所3号機の運転上の制限の逸脱について (美浜発電所3号機予備変圧器しゃ断器の自動開放)	—	
2024年1月22日	高浜4号機	高浜発電所4号機の蒸気発生器伝熱管損傷について	○	参考 18
2024年1月22日	高浜1号機	高浜発電所1号機の出力行下について (B給水ブースタポンプ入口配管からの蒸気漏れ)	○	参考 20

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	2017.4.19 廃止措置計画認可 (第1段階開始) 2022.3.23 第2段階以降の 廃止措置計画認可 2022.4.1 第2段階開始	<div data-bbox="1220 311 2072 359" style="text-align: center;"> 美浜1, 2号機の1次系設備の解体撤去状況 (例) </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1187 391 1601 454" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">内部スプレポンプモータ撤去前</div> <div data-bbox="1713 391 2139 454" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">内部スプレポンプモータ撤去後</div> </div> 
美浜2号機	【主な作業状況】 ・2次系設備の解体撤去作業中 ・1次系設備の解体撤去作業中	
大飯1号機	2019.12.11 廃止措置計画認可 (第1段階開始) 【主な作業状況】	<div data-bbox="1243 981 2094 1029" style="text-align: center;"> 大飯1, 2号機の2次系設備の解体撤去状況 (例) </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1198 1061 1590 1125" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">湿水分離加熱器撤去前</div> <div data-bbox="1724 1061 2116 1125" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">湿水分離加熱器撤去後</div> </div> 
大飯2号機	・2次系設備の解体撤去作業中 ・汚染状況調査2023.7現地作業 (原子炉容器内・外の 試料採取、 放射線測定) 終了	

- ・六ヶ所再処理工場の2024年度上期の出来るだけ早い時期の竣工に向け、関西電力を中心に、審査・検査に対応する人材を更に確保
- ・2025年度から再処理開始、2026年度から使用済燃料受入れ開始。再処理工場への関西電力の使用済燃料の搬出にあたり、必要量を確保し搬出するよう取り組む
- ・使用済MOX燃料の再処理実証研究のため、2027年度から2029年度にかけて高浜発電所の使用済燃料約200tを仏国オラノ社に搬出さらに実証研究の進捗・状況に応じ、仏国への搬出量の積み増しを検討
- ・中間貯蔵施設の他地点を確保し、2030年頃に操業開始
- ・中間貯蔵施設の操業を開始する2030年頃までの間、六ヶ所再処理工場および仏国オラノ社への搬出により、使用済燃料の貯蔵量の増加を抑制
- ・あらゆる可能性を組み合わせる必要量を確保し、着実に発電所が継続して運転できるよう、環境を整備する
- ・本ロードマップの実効性を担保するため、今後、原則として貯蔵容量を増加させない
- ・使用済燃料の中間貯蔵施設へのより円滑な搬出、さらに搬出までの間、電源を使用せずに安全性の高い方式で保管できるよう、発電所からの将来の搬出に備えて発電所構内に乾式貯蔵施設の設置を検討

年度	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
六ヶ所再処理工場	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; writing-mode: vertical-rl; margin-right: 10px;">竣工</div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>各電力会社の使用済燃料の再処理</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 70t 170t 70t (徐々に800tに増加) 800t 800t 800t 800t 800t </div> </div> </div>												
使用済MOX燃料再処理実証研究	<div style="margin-left: 20px;"> <p>高浜発電所から仏国搬出（オラノ社への搬出200t）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 70t 70t 60t </div> </div>												
中間貯蔵施設	<div style="margin-left: 20px;"> <p>中間貯蔵施設 操業</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: flex-end;"> ▶ </div> </div> </div>												

- 当社は、使用済燃料対策推進計画に基づき、中間貯蔵施設の操業に向けた取組み等を展開
- 7基体制の確立の後、2030年頃の中間貯蔵施設の操業に向けて、使用済燃料対策推進計画を補完する指針として、使用済燃料対策ロードマップを策定
- 使用済燃料対策ロードマップの取組みを適切に管理するため、当社は、取組みの進捗状況を随時確認
- 使用済燃料対策ロードマップは、今後の取組みの進捗状況の確認結果等に応じて、適宜見直し、改善を実施

【使用済燃料対策ロードマップの記載事項】

- ✓ 六ヶ所再処理工場への使用済燃料の搬出
- ✓ 使用済MOX燃料再処理実証研究に伴う仏国オラノ社への使用済燃料の搬出
- ✓ 中間貯蔵施設の2030年頃の操業開始、操業に向けた準備

【取組みのフォローアップ】

- ✓ 当社は、取組みの進捗状況を随時確認し、必要に応じ、ロードマップを見直す

使用済燃料乾式貯蔵施設の概要

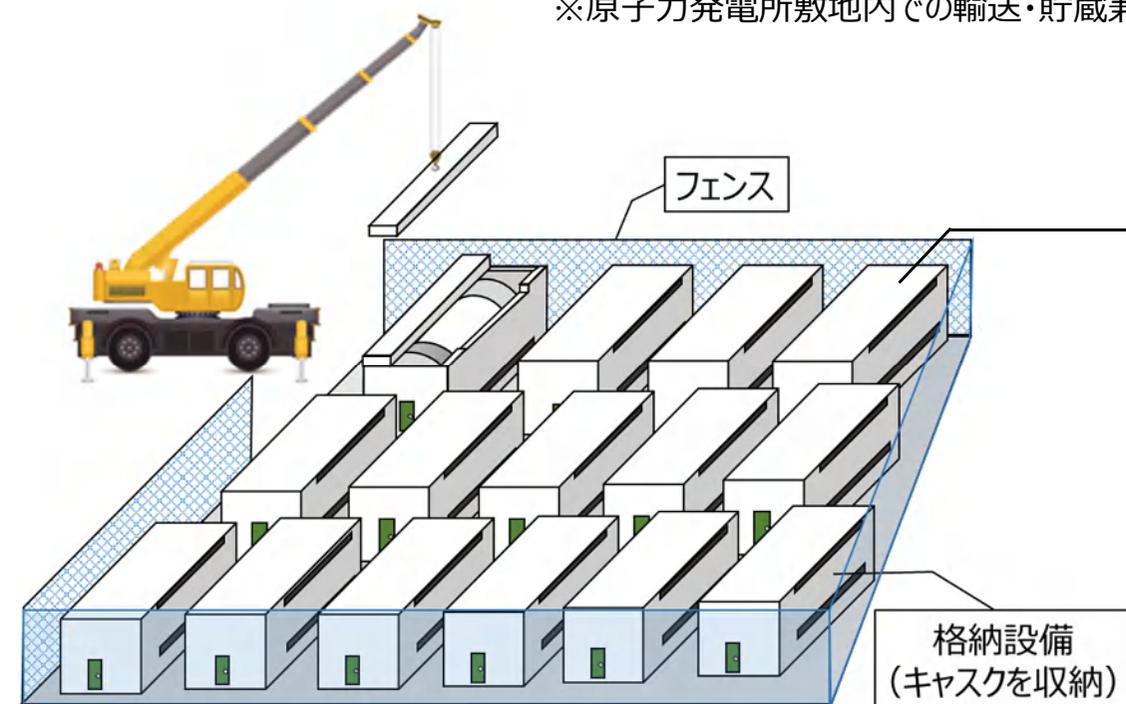
【目的】

- ・使用済燃料の中間貯蔵施設へのより円滑な搬出、さらに搬出までの間、電源を使用せずに安全性の高い方式で保管できるよう、発電所からの将来の搬出に備えて、美浜、高浜および大飯の各発電所構内に使用済燃料乾式貯蔵施設を設置する。

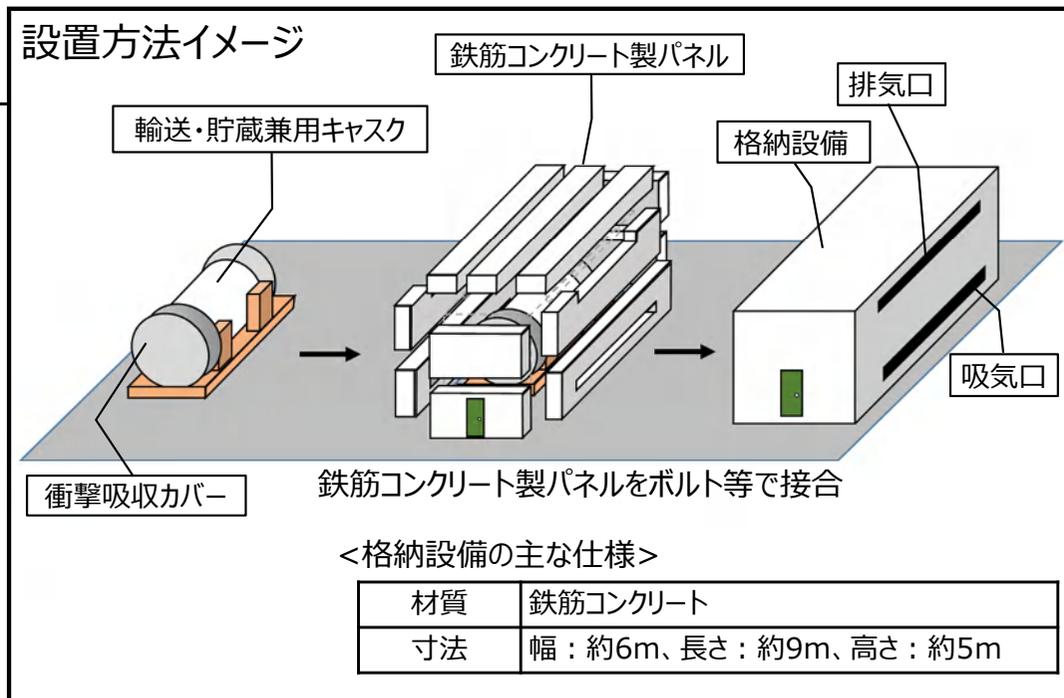
【使用済燃料の貯蔵方式：個別格納方式】

- ・輸送・貯蔵兼用キャスクに衝撃吸収カバーを取り付け、横向きの状態で架台に載せ、基礎等に固定しない方法を採用。
- ・発電所敷地境界外での放射線量を低減するため、遮蔽用の鉄筋コンクリート製の格納設備をキャスクごとに設置。
- ・敷地境界外における空間線量率は、原子炉施設本体等からの線量を含めても目標値である年間 $50\mu\text{Sv}$ を十分下回る。
- ・この方式は、乾式貯蔵に係る規制が見直され[※]、安全性が確保された様々な貯蔵方式に対応したことを受けたもの。

※原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド（2019年3月）



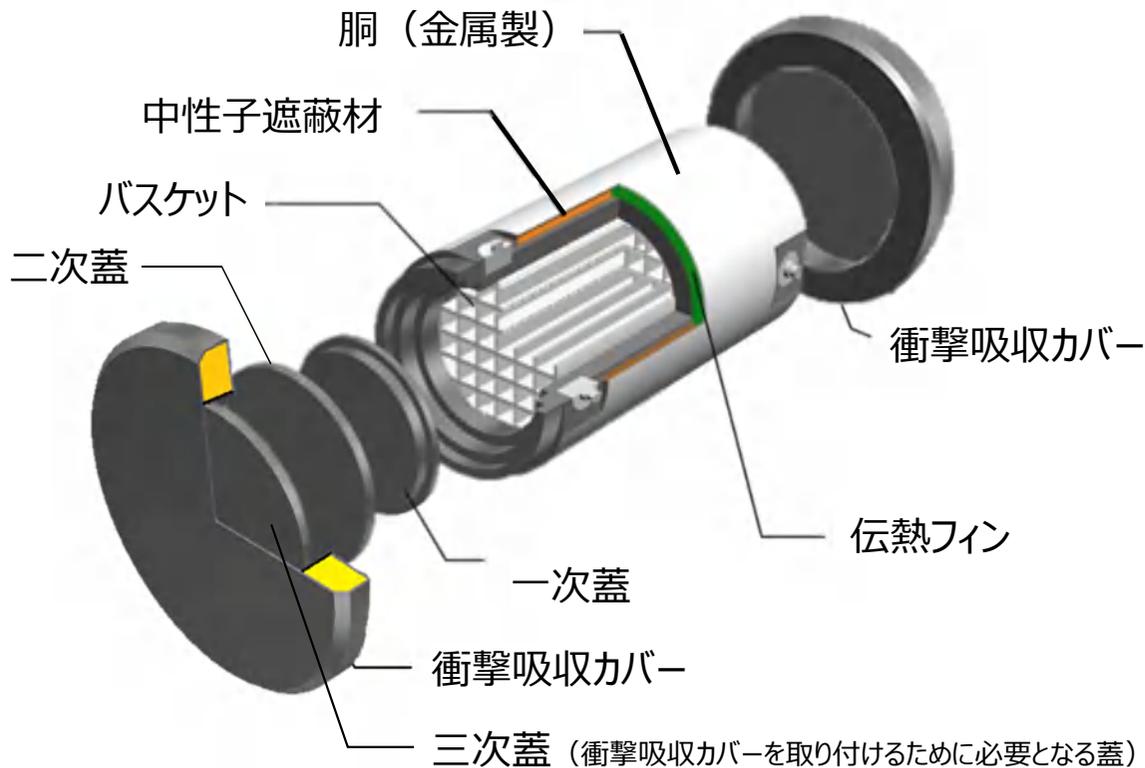
上図はイメージであり、輸送・貯蔵兼用キャスクの配置は設置基数、敷地形状、遮蔽設計等を踏まえ設定する。



輸送・貯蔵兼用カスクの概要

【輸送・貯蔵兼用カスクの安全機能】

- ・**除熱機能** : 発生する熱をカスクの表面に伝え、外気で冷却
- ・**閉じ込め機能** : 一次蓋、二次蓋の二重蓋で密封を維持し、放射性物質を閉じ込め
- ・**遮蔽機能** : 金属製の胴・蓋や中性子遮蔽材等により放射線を遮蔽
- ・**臨界防止機能** : バスケットにより使用済燃料の間隔を保ち臨界を防止
- ・**堅牢性** : 地震時に作用する力、竜巻による飛来物の衝突、森林火災等の自然現象および地震等による格納設備損傷の影響に対しても安全機能が維持できる

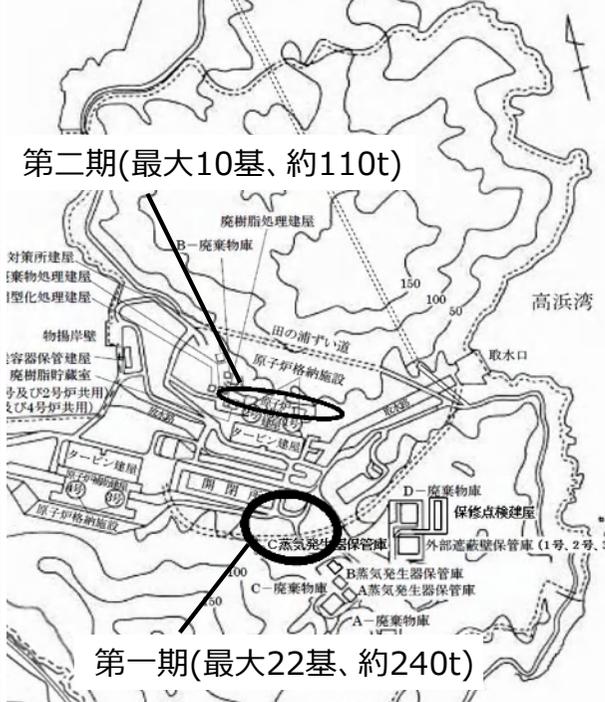
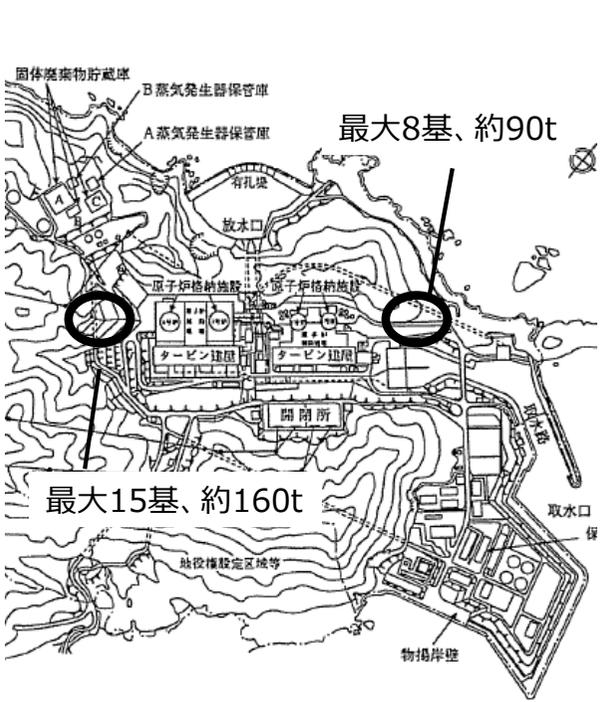


＜輸送・貯蔵兼用カスクの主な仕様＞

	美浜	高浜、大飯
主要寸法 (カスク本体)	全長 約5.2m 外径 約2.5m	全長 約5.2m 外径 約2.6m
収納燃料	15×15型ウラン燃料	15×15型ウラン燃料 17×17型ウラン燃料
使用済燃料 収納体数	21体	24体
収納する燃料の 冷却期間	15年以上	
設計貯蔵期間	60年	

使用済燃料乾式貯蔵施設の容量、設置位置等

- 乾式貯蔵施設の容量は、中間貯蔵施設へ輸送する輸送船の積載可能量や年間の輸送可能回数から算出した年間輸送可能量を3つの発電所合計の容量(約700t)とし、各発電所における使用済燃料の発生量に応じて按分する。
- 原子炉設置変更許可の申請は、1つの場所で最大の容量となる高浜発電所の1箇所を第一期分として先行して申請し、残りの高浜発電所第二期分、大飯・美浜発電所の申請については、高浜発電所第一期の安全審査での議論を適切に反映したうえで申請する。

	美浜発電所	高浜発電所	大飯発電所
容量	最大10基、約100t	最大32基、約350t	最大23基、約250t
設置位置			
工期	2026年～2030年頃	(第一期) 2025年～2027年頃 (第二期) 2025年～2030年頃	2025年～2030年頃

參考資料

美浜発電所の基準地震動・基準津波について

【美浜原子力発電所再稼働に向けた住民説明会（2020年12月5日開催）資料より抜粋】

地震対策の強化（基準地震動の策定）

敷地で想定される最大規模の地震の揺れ※を750ガル⇒993ガルに変更

※：国の審査を受けて「基準地震動」として設定。
⇒必要により設備の耐震性を強化。

最大加速度993ガル

断層が特定されていない地域で発生した地震
留萌支庁南部地震(2004)
鳥取県西部地震(2000)

発電所敷地への影響が大きいと考えられる地震の断層を選定し評価

発電所	従来の基準地震動 (2009.3に国に報告)	現在の基準地震動 (2016.10に国が許可)
美浜発電所	750	993
高浜発電所	550	700
大飯発電所	700	856

【参考】
断層から半径約200kmの範囲の主な断層について図示している。

津波対策の強化（基準津波の策定）

若狭海丘列付近断層を安全側に90kmとし、海底地すべりによる津波等の重ね合わせを考慮して、津波の高さを、海拔+4.2mと評価

※：国の審査を受けて「基準津波」として設定。⇒防潮堤を設置。

津波に関する断層の位置

若狭海丘列付近断層を安全側に90kmと評価

津波の高さ 海拔+4.2m(従来の津波高さ：海拔+1.9m)(3号取水口)

交流電源の強化

<設計基準事故対処設備>

外部電源(5回線) → 外部電源喪失時 → 非常用ディーゼル発電機(2台) [3,900kW/台]

使用できない場合に導入

<重大事故等対処設備>

空冷式非常用発電装置(2台) [1,460kW/台] → 異なるバックアップ

号機間電力融通※ (1,2~3号機：1組+予備1組) → 異なるバックアップ

電源車(2台+予備1台) [488kW/台]

※：多様性確保設備
(1,2号機側の電源)
2号機非常用ディーゼル発電機(1台)：3,300kW
空冷式非常用発電装置(2台+予備1台)：1,460kW/台

美浜3号機 主な安全性向上対策

工事期間 2017.6~2020.9

耐震

- A. 炉内構造物取替【新規制基準対応(耐震)】 2020年6月完了
- B. 使用済燃料ピット補強【新規制基準対応(耐震)】 2020年3月完了
- C. 使用済燃料ピットラック取替【新規制基準対応(耐震)】 2020年4月完了
- D. 橋台設置【新規制基準対応(耐震)】 2020年3月完了
- E. 中央制御室取替【保守性向上】 2020年6月完了
- F. 防潮堤設置【新規制基準対応(津波)】 2020年8月完了

津波

- G. 火災防護対策【新規制基準対応(火災)】 2020年9月完了
- H. 緊急時対策所【新規制基準対応】 2020年8月完了
- I. 免震事務棟【自主対応】 2020年8月完了

凡例 □：防潮堤

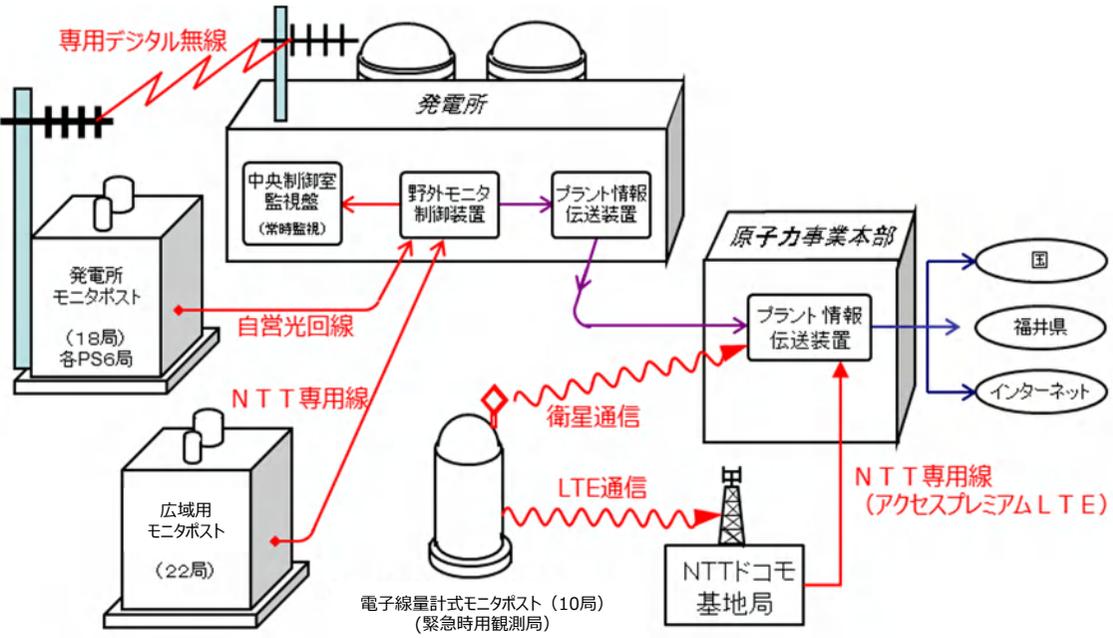
関西電力のモニタポスト構成

- 当社モニタポストは発電所付近に各6局(計18局)、広域用に22局の計40局設置
- 発電所モニタポスト、電子線量計式モニタポストのデータ通信は2回線を確保、さらに緊急時対策用可搬式モニタポストも配備

○当社モニタポストの設置箇所



○野外モニタシステム構成図 (通信手段)



○モニタポストの仕様 (電源、通信)

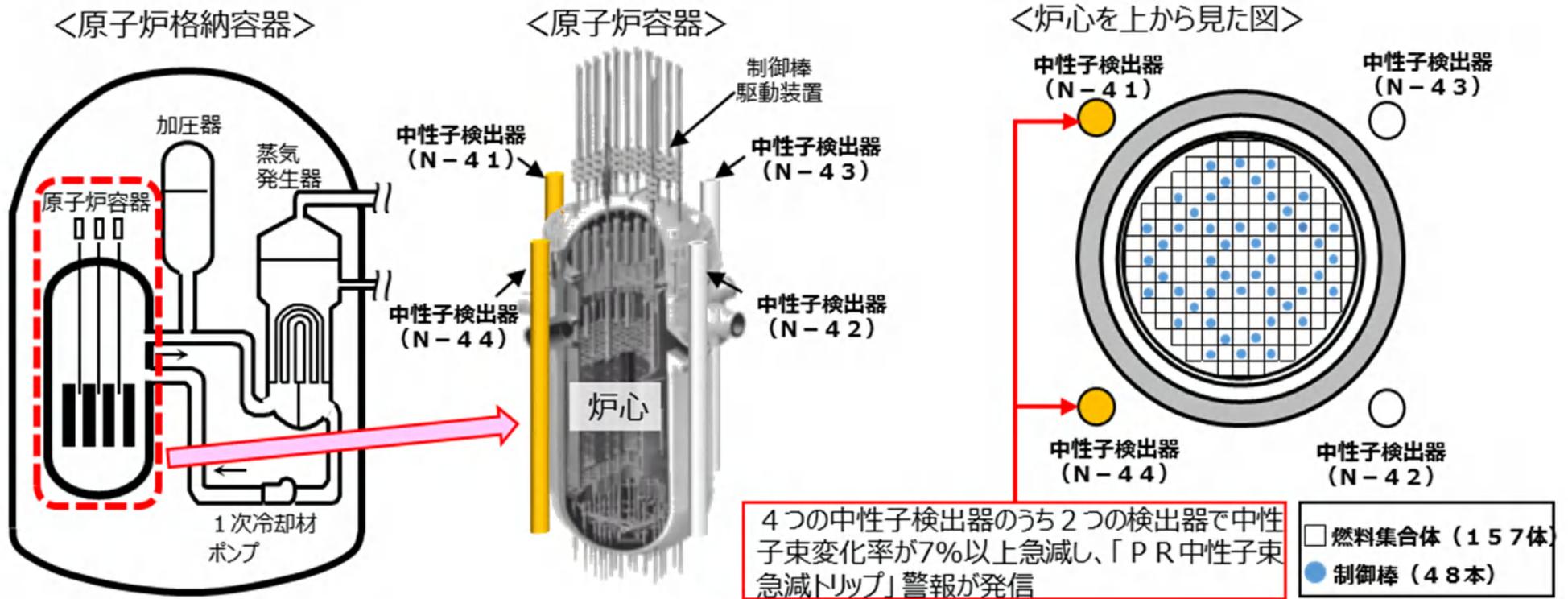
種類	局数	電源	通信
発電所モニタポスト	18局 (各発電所6局)	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所安全防護系電源 ・自局無停電電源装置(24時間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・有線: 自営光回線 ・無線: 専用デジタル無線
広域用モニタポスト	22局	<ul style="list-style-type: none"> ・一般商用電源 ・自局無停電電源装置(24時間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・有線: NTT専用線のみ
電子線量計式モニタポスト (緊急時用観測局)	10局	<ul style="list-style-type: none"> ・一般商用電源 ・自局バッテリー(1週間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・無線: LTE通信 ・無線: 衛星通信
緊急時対策用可搬式モニタポスト	7台	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリー(1週間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・無線: 衛星通信

高浜 4 号機原子炉自動停止の原因調査と対策

<事象概要>

高浜 4 号機は定格熱出力一定運転中のところ、2023年1月30日15時21分、B 中央制御室に「PR 中性子束急減トリップ※」警報が発信し、原子炉が自動停止するとともにタービンおよび発電機が自動停止した。

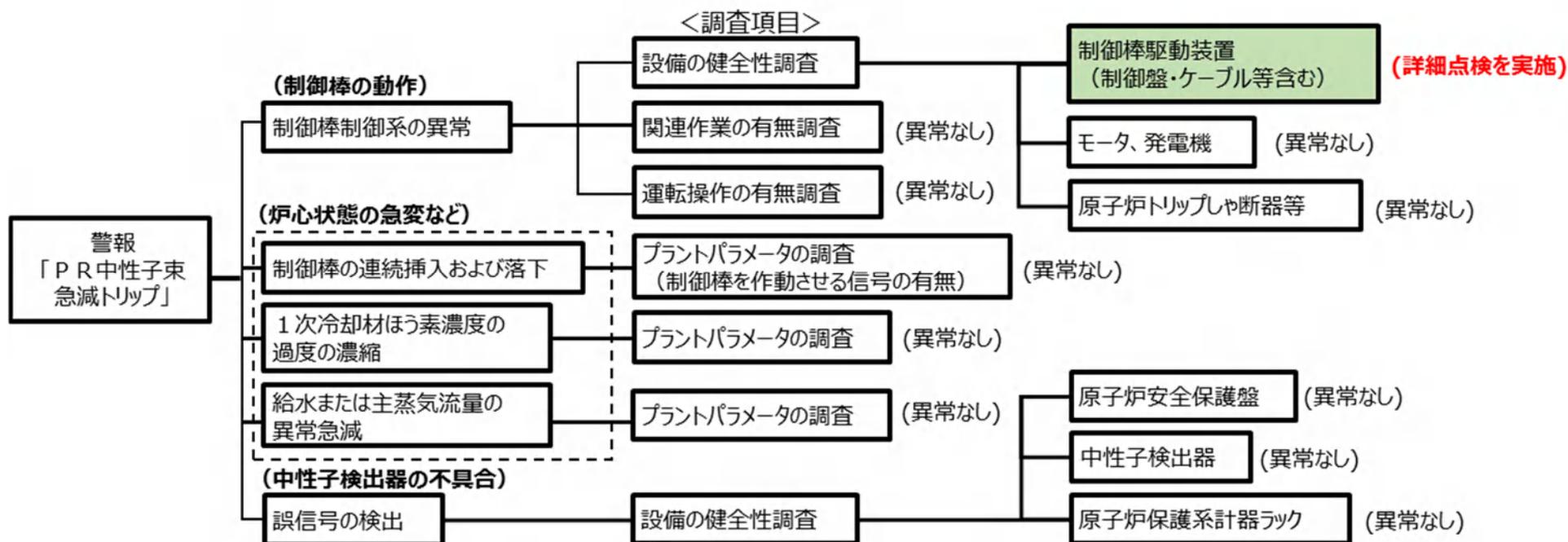
その後、1月30日15時35分に高温停止状態、1月31日20時33分に冷温停止状態へ移行した。



※：運転中（出力領域（PR））の中性子束を測定する検出器が4つ設置されており、2つの中性子束検出に異常があった場合、原子炉を停止させる警報が発信する。（PR：Power Range）

<原因調査>

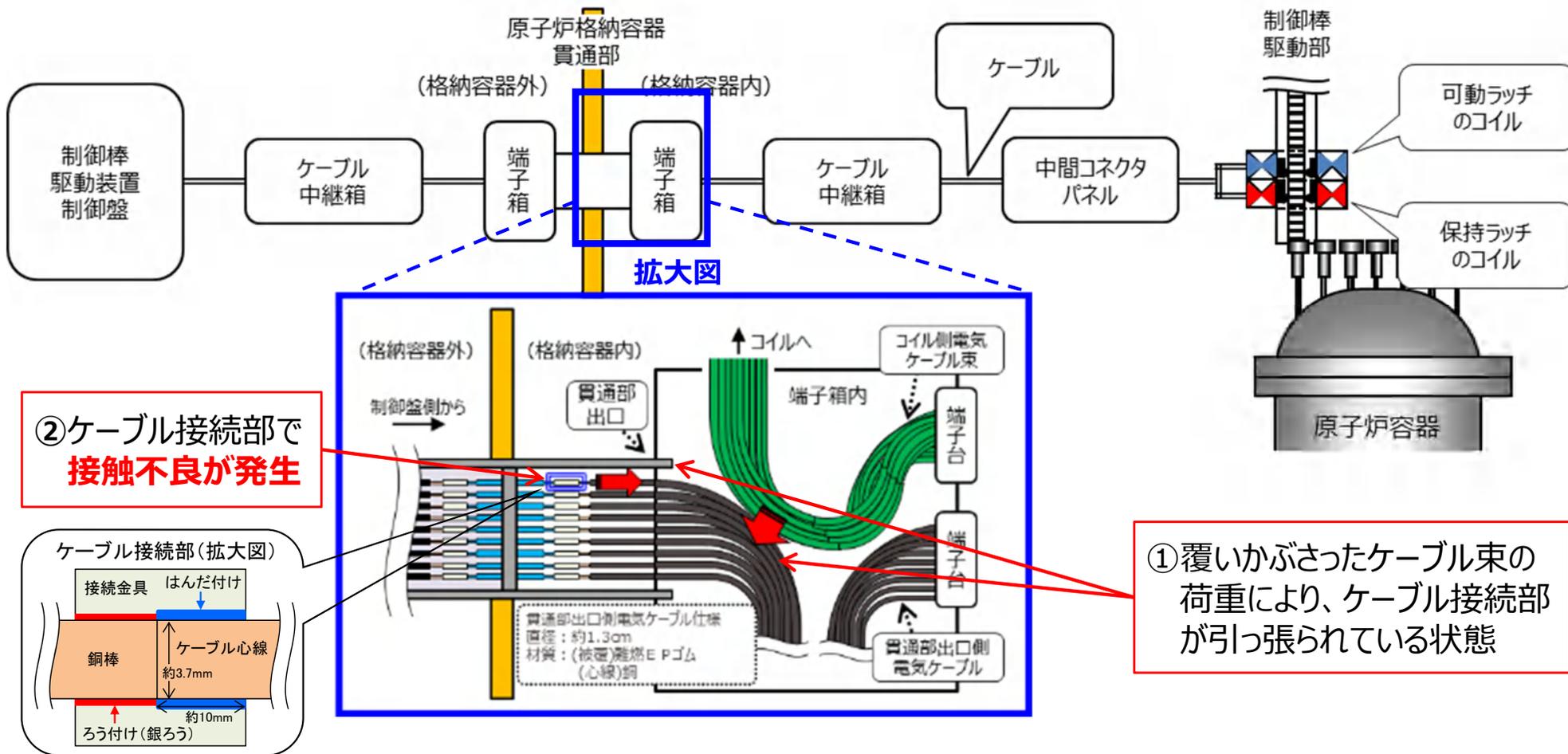
- 「PR中性子束急減トリップ」警報が発信する場合に考えられるすべてのケースについて調査を実施した結果、制御棒駆動装置以外に異常はみられず、制御棒駆動装置の詳細点検を実施



高浜4号機原子炉自動停止の原因調査と対策

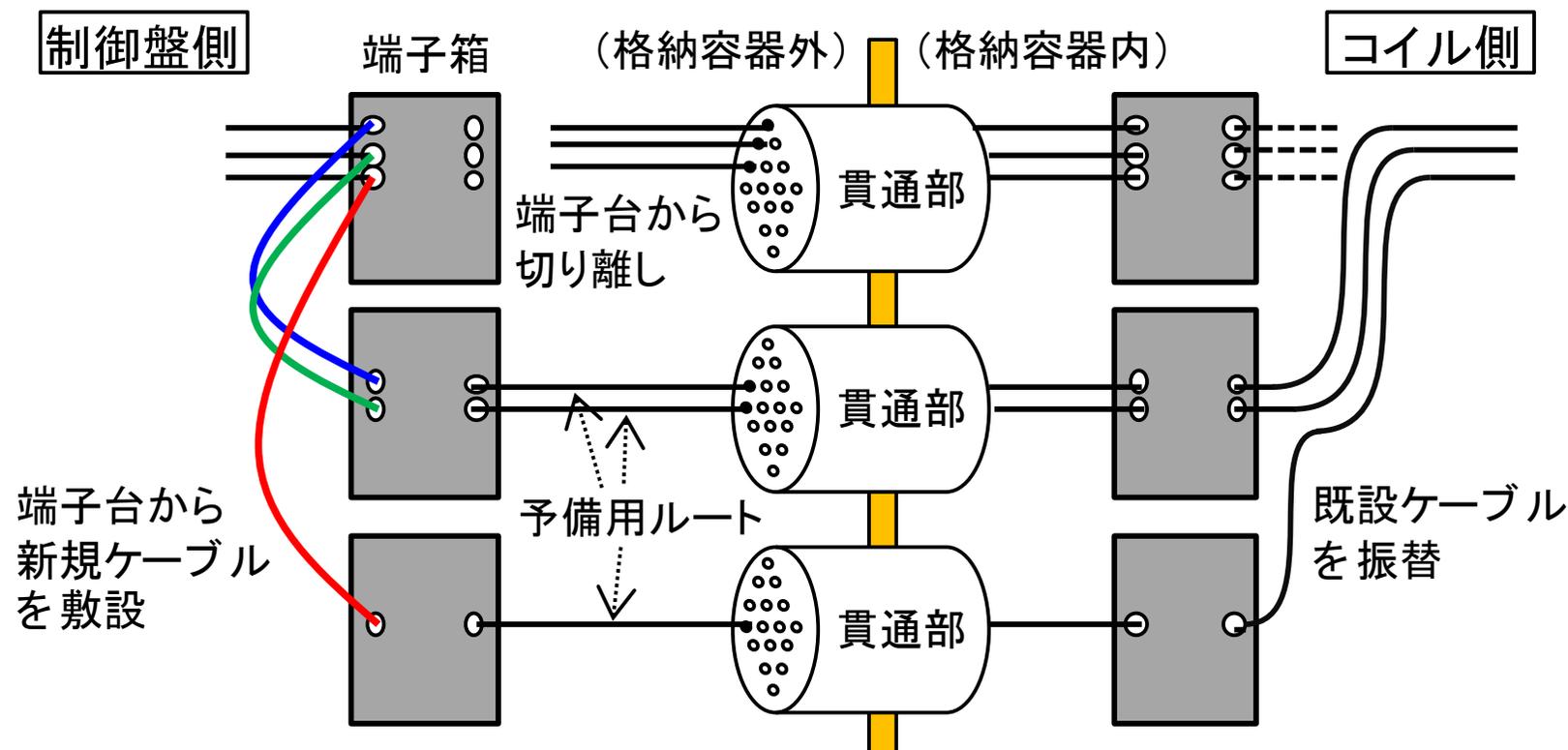
<推定原因>

- 調査の結果、原子炉格納容器貫通部出口（格納容器内側）と端子台の間において、貫通部出口側電気ケーブルに、コイル側電気ケーブルが覆いかぶさっていたことが判明。このため原子炉格納容器貫通部内から引っ張られる力が働き、電気ケーブル接続部で接触不良となり、制御棒駆動部への電流が低下したため、制御棒が1本落下し、原子炉自動停止に至ったものと推定



<対策>

- ケーブル接続部の接触不良が認められた制御棒に繋がるケーブルを、予備用として敷設されている他のルートに変更（3/16実施済）【下図参照】
- 今回の事象を踏まえ、原子炉格納容器貫通部のケーブルに関する点検・保守方法や、ケーブル敷設時の注意事項を社内マニュアルに反映（3/22実施済）
- 高浜 4 号機のその他の原子炉格納容器貫通部55箇所端子箱内の点検を実施し、今回のようなケーブル束のよりかかりがないことを確認（3/3実施済）

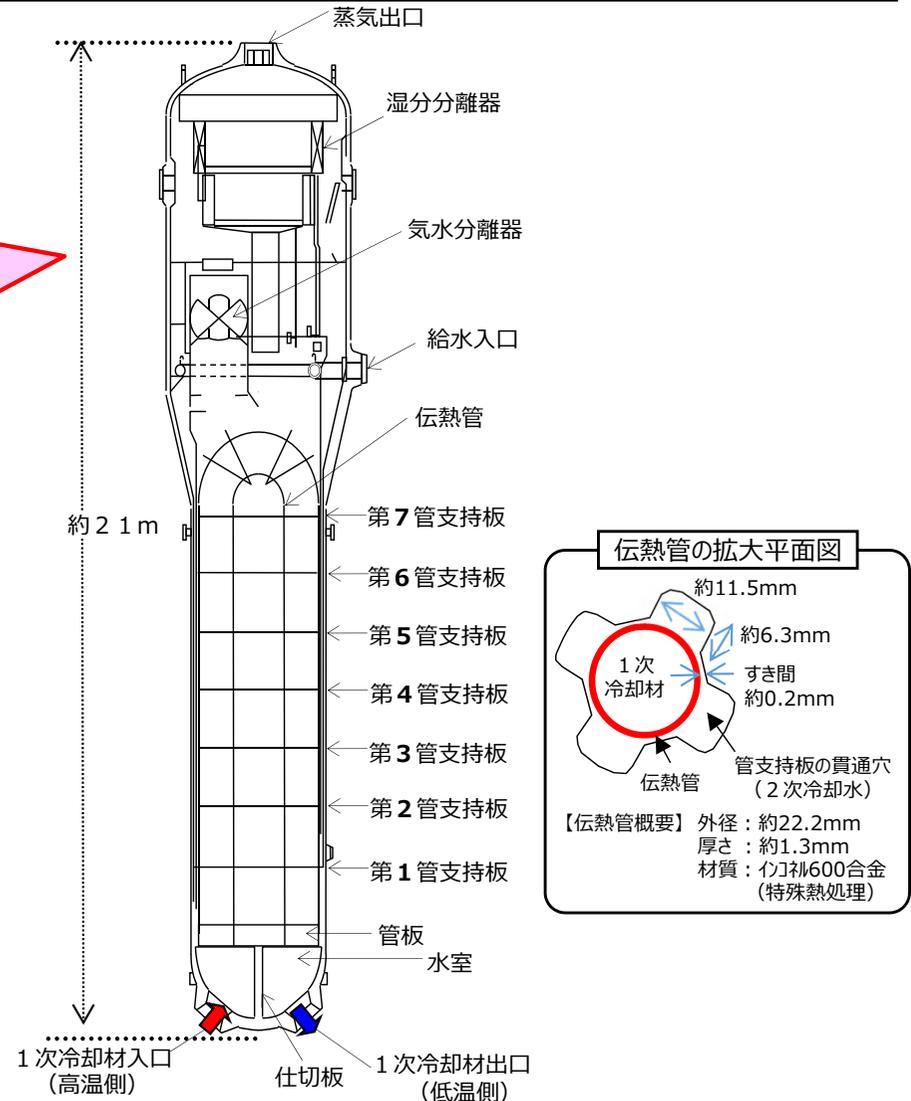
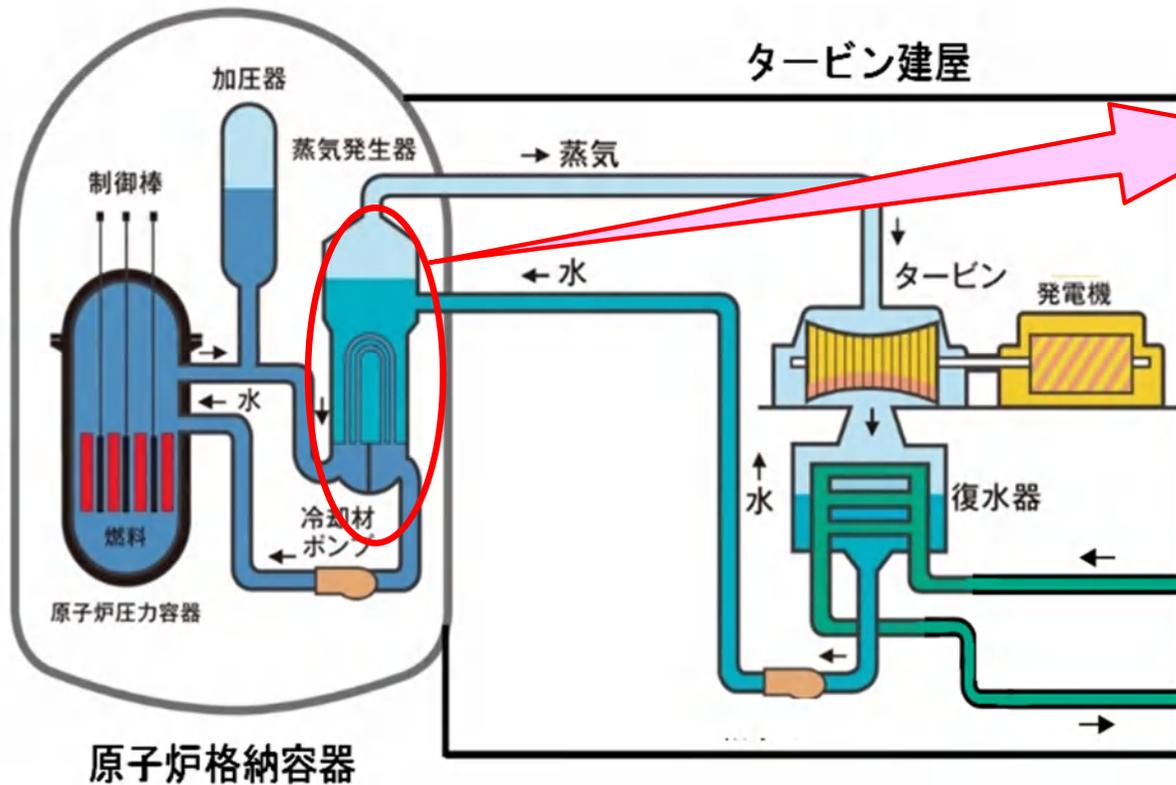


高浜3,4号機の蒸気発生器伝熱管損傷

<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/台)渦流探傷検査[※]を実施している。
- 検査の結果、高浜3号機では、2023年9月から実施した第26回定期検査において、1本の伝熱管に外面からの減肉とみられる有意な信号指示が認められた。また、1本の伝熱管に内面からの割れとみられる有意な信号指示が認められた。
- 高浜4号機でも、2023年12月から実施した第25回定期検査において、4本の伝熱管に外面からの減肉とみられる有意な信号指示が認められた。

<系統概要図>

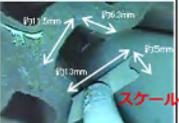


※渦流探傷検査：高周波電流を流したコイルを伝熱管に接近させることで対象物に渦電流を発生させ、対象物のきず等により生じた渦電流の変化を電気信号として取り出すことによりきず等を検出する検査。

高浜3,4号機 蒸気発生器伝熱管損傷

これまでの経緯(高浜発電所3、4号機における伝熱管外面の損傷事例)

これまでの経緯(高浜発電所3、4号機における伝熱管外面の損傷事例)

定期検査	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 第23回 (2018年8月～)	A-蒸気発生器: 1本 (第3管支持板) 【減肉率: 20%未満】	減肉指示のあった箇所付近にスケールを確認。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。 	
4号機 第22回 (2019年9月～)	A-蒸気発生器: 1本 (第3管支持板) B-蒸気発生器: 1本 (第3管支持板) C-蒸気発生器: 3本 (第2管支持板2本、 第3管支持板1本) 【最大減肉率: 63%】	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。なお、異物は流出したものと推定。	—
3号機 第24回 (2020年1月～)	B-蒸気発生器: 1本 (第3管支持板) C-蒸気発生器: 1本 (第3管支持板) 【最大減肉率: 56%】	AおよびC-蒸気発生器内にガスケットフープ材を確認。C-蒸気発生器伝熱管の損傷原因を異物と推定。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。	
4号機 第23回 (2020年10月～)	A-蒸気発生器: 1本 (第3管支持板) C-蒸気発生器: 3本 (第3管支持板) 【最大減肉率: 36%】	A-蒸気発生器の減肉箇所 にスケールが残存。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。 	薬品洗浄を実施。

定期検査	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 第25回 (2022年3月～)	A-蒸気発生器: 2本 (第3管支持板1本、 第4管支持板1本) B-蒸気発生器: 1本 (第2管支持板) 【最大減肉率: 57%】	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。	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 第24回 (2022年6月～)	A-蒸気発生器: 5本 (第3管支持板2本、 第4管支持板3本) B-蒸気発生器: 2本 (第3管支持板1本、 第4管支持板1本) C-蒸気発生器: 5本 (第3管支持板3本、 第4管支持板2本) 【最大減肉率: 49%】	小型カメラによる損傷箇所の調査に加え、蒸気発生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。 なお、A-蒸気発生器およびB-蒸気発生器から回収したスケール各1個に接触痕を確認。	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。
3号機 第26回 (2023年9月～)	A-蒸気発生器: 1本 (第2管支持板1本) 【減肉率: 63%】	A-蒸気発生器の減肉箇所にスケール1個が付着。原因は、スケールによる減肉と推定。 	小型高圧洗浄装置による洗浄を実施。 ・噴射ノズルを改良し、噴射範囲の拡大させるとともに、水の流量(水圧)を増強。 ・垂直ノズルを用いたレーン毎の洗浄回数を、前回の1往復から2往復に増強。
4号機 第25回 (2023年12月～)	A-蒸気発生器: 2本 C-蒸気発生器: 2本	調査中	—

<事象の概要>

- 高浜 1 号機は定格熱出力一定運転中のところ、2024 年 1 月 21 日に B 給水ブースタポンプ入口配管の一部から僅かな蒸気漏れを確認したため、1 月 22 日に待機中の C ポンプを起動し、B ポンプを停止した。その後、A ポンプのグランド部からの 2 次冷却水の排水量が通常よりも多いことを確認したため、電気出力を 40% にした上で点検等を実施した。
- 現場確認の結果、B ポンプ入口配管のベント管の管台付け根付近からの漏えいであったことから、浸透探傷試験を実施したところ、管台溶接部に沿った浸透指示模様が認められた。また、当該ベント管頂部に凹みがあることを確認した。このため、当該部を切り出し、メーカー等にて破面観察等の調査を実施することとした。なお、A ポンプについては、グランド部の点検等の結果、異常は認められなかった。

<推定原因>

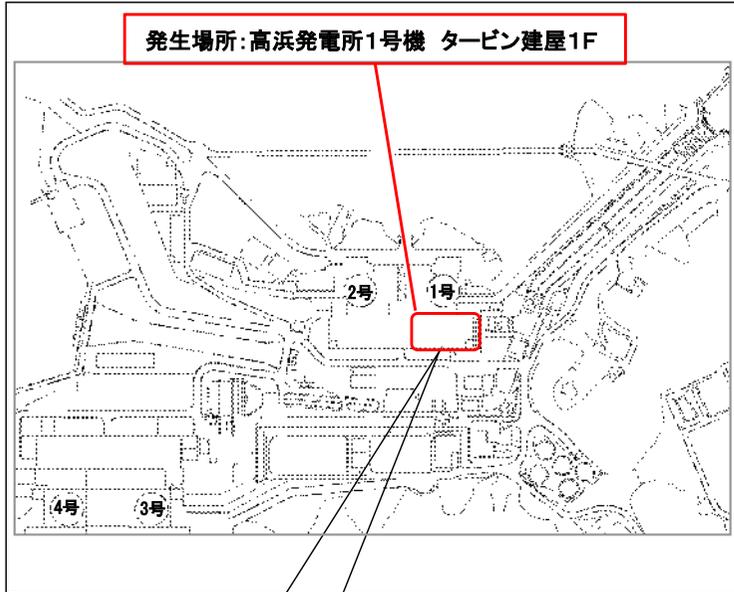
- 過去の定期検査（第 21 回定期検査 2002 年実施）の際、取り外した架台梁の復旧作業において、ベント管頂部と架台梁との隙間が十分に確保されず、プラント運転中は配管等の熱伸びによりベント管頂部と架台梁が接触し、ベント管付け根部に曲げ応力が発生する状態となっていた。この状態で B ポンプの運転に伴い、ベント管付け根部に振動も加わることで、きずがベント管の外表面に発生し、内面へ徐々に進展し貫通に至り、蒸気漏れが発生したと推定した。

<対策>

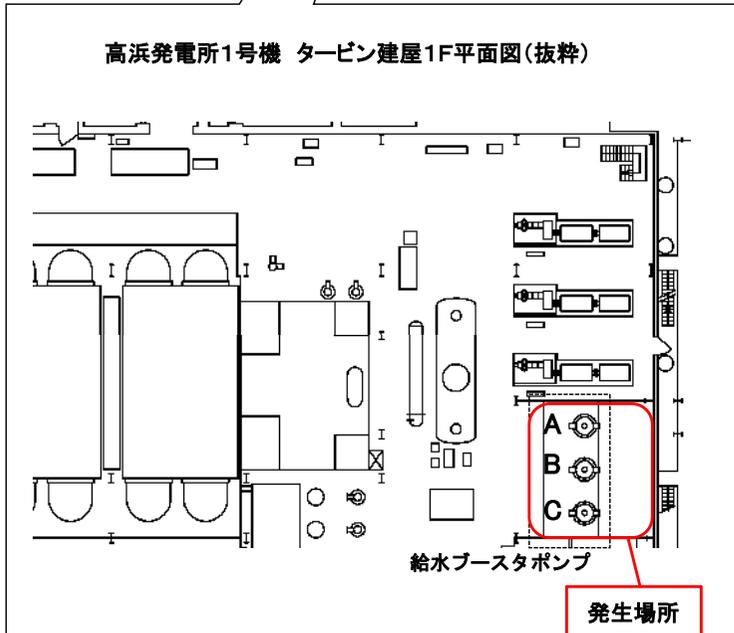
- 損傷したベント管については新品に取り替えるとともに、入口配管等の熱伸びが発生しても接触しないよう架台梁の形状を変更する。
- 発電所内で工事を実施した際は、高温状態の配管等が熱伸びで周辺機器と接触していないか工事完了後に確認する旨を社内マニュアルに反映する。

高浜 1 号機の B 給水ブースタポンプ入口配管からの蒸気漏れに関する原因と対策について

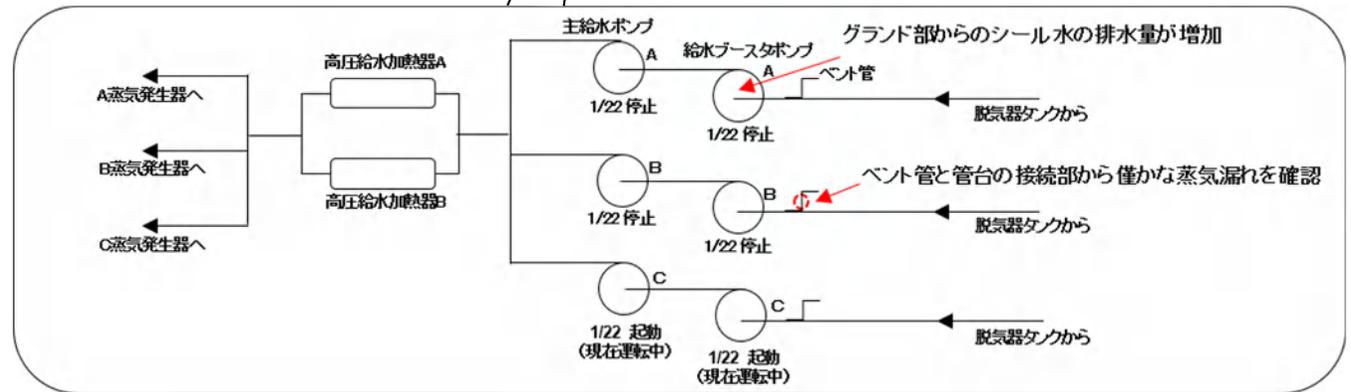
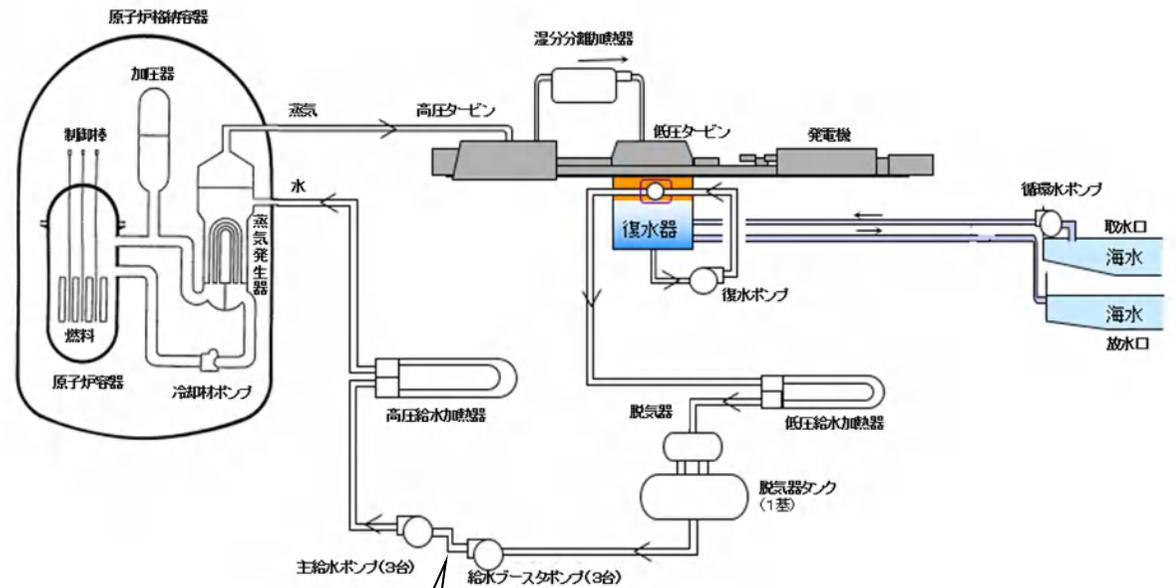
<発生場所>



高浜発電所1号機 タービン建屋1F平面図(抜粋)

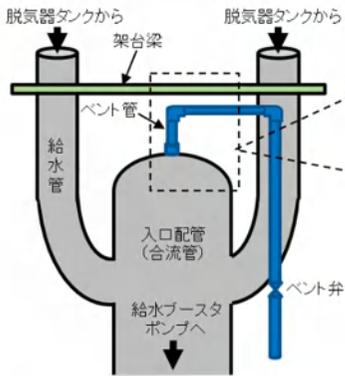


<系統図>



調査結果

<B給水ブースタポンプ入口配管概要図>



【B給水ブースタポンプ入口配管の仕様】

	材質	口径	厚さ
給水管	炭素鋼	508.0mm	10.0mm
入口配管		711.2mm	12.0mm
ベント管		21.7mm	3.7mm

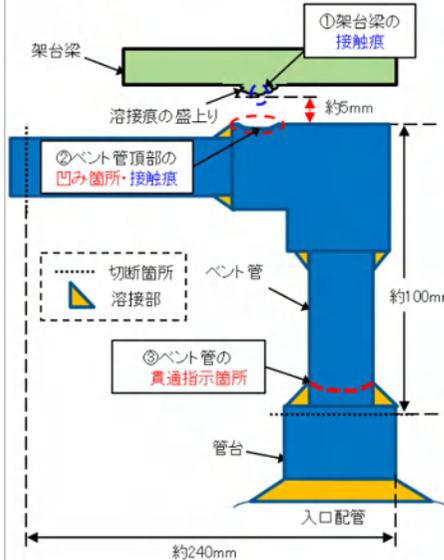
ベント管



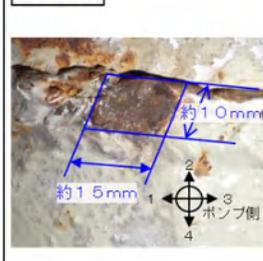
拡大写真



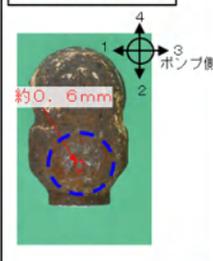
<ベント管拡大図>



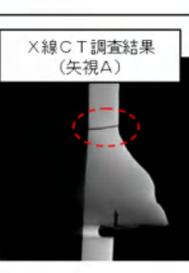
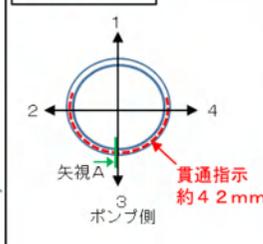
①接触痕



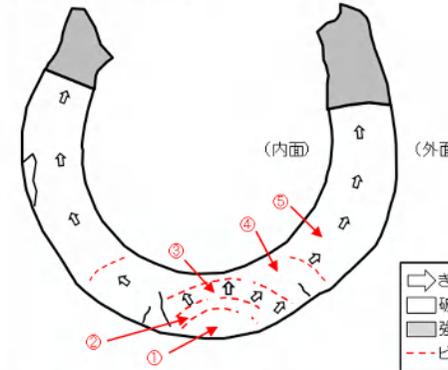
②凹み箇所・接触痕



③貫通指示箇所



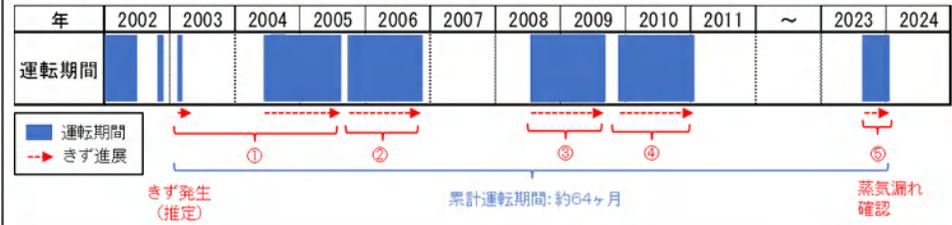
破面観察結果



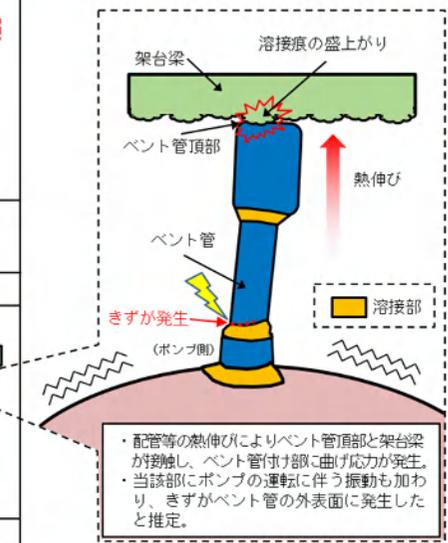
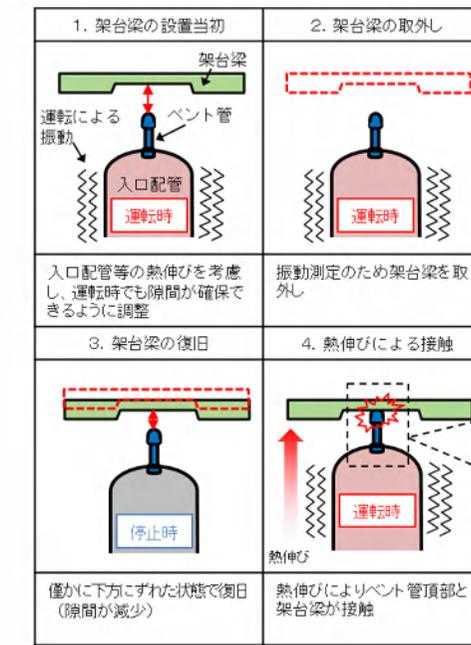
破面の状態(写真)



<B給水ブースタポンプの運転履歴>



熱伸びによるベント管と架台梁の接触メカニズム



・配管等の熱伸びによりベント管頂部と架台梁が接触し、ベント管付け部に曲げ応力が発生。
・当該部にポンプの運転に伴う振動も加わり、きずがベント管の外表面に発生したと推定。