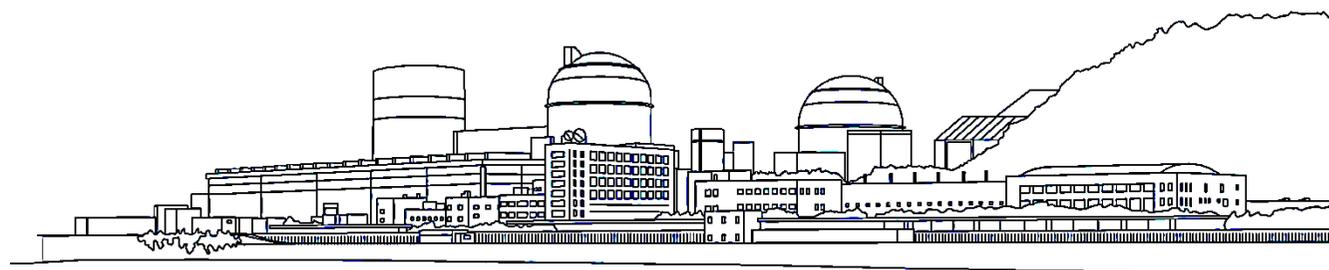


# 伊方3号機の再起動の状況について

平成28年8月30日  
四国電力株式会社



- 1. 申請及び審査の状況
- 2. 重大事故対応訓練
- 3. 教育・訓練状況
- 4. 長期停止を踏まえた点検事項
- 5. 1次冷却材ポンプの第3シール部のリークオフ流量増加について
- 6. 純水装置建屋内での水漏れについて
- 7. おわりに

# 1. 申請及び審査の状況

- 伊方発電所3号機は、今月12日に原子炉を起動し、15日に送電を開始後、徐々に出力を上昇させ、22日より定格熱出力一定運転を開始しております。順調に進めば、9月7日に営業運転の開始を見込んでおります。

項目		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
全体工程			▼ 工事計画認可(3/23) ▼ 使用前検査申請(3/25)			▼ 燃料装荷(6/24~27) 定格熱出力一定運転(8/22)▼	▼ 原子炉起動(8/12) ▼ 送電開始(8/15)	営業運転開始(9/7)▼
ハード面	①使用前検査		構造・強度に係る検査	機能・性能に係る検査	燃料を装荷した状態で実施する検査		総合的な性能を確認する検査	
	②施設定期検査		施設定期検査					
ソフト面	③保安検査(定期)	定期の保安検査 (年4回: 運転停止中も実施)						
	④保安検査(安全確保上重要な行為等の検査)		第1回保安検査	燃料の取替に係る操作	重大事故対応訓練	ミドループ運転に係る操作	原子炉起動に係る操作	

## 2. 重大事故対応訓練（現場シーケンス訓練）

- 重大事故等対処設備を用いた安全対策が有効であることを確認するため、重大事故対応訓練にて、
  1. 1次冷却材管が破断し、冷却水の大規模漏えいが発生
  2. 既設の安全設備が機能せず、原子炉への安全注入・格納容器への冷却水のスプレイができない（電源も喪失）
  3. 燃料への冷却水供給が途絶えるため、燃料が溶融する
 といった状態を想定した上で、重大事故等対処設備を用いた対応が所定の時間内に完了し、原子炉格納容器は損傷せず、事故を収束できることを確認しています。（対応要領は社内規定にて適切に整備されています。）

### 主な対応

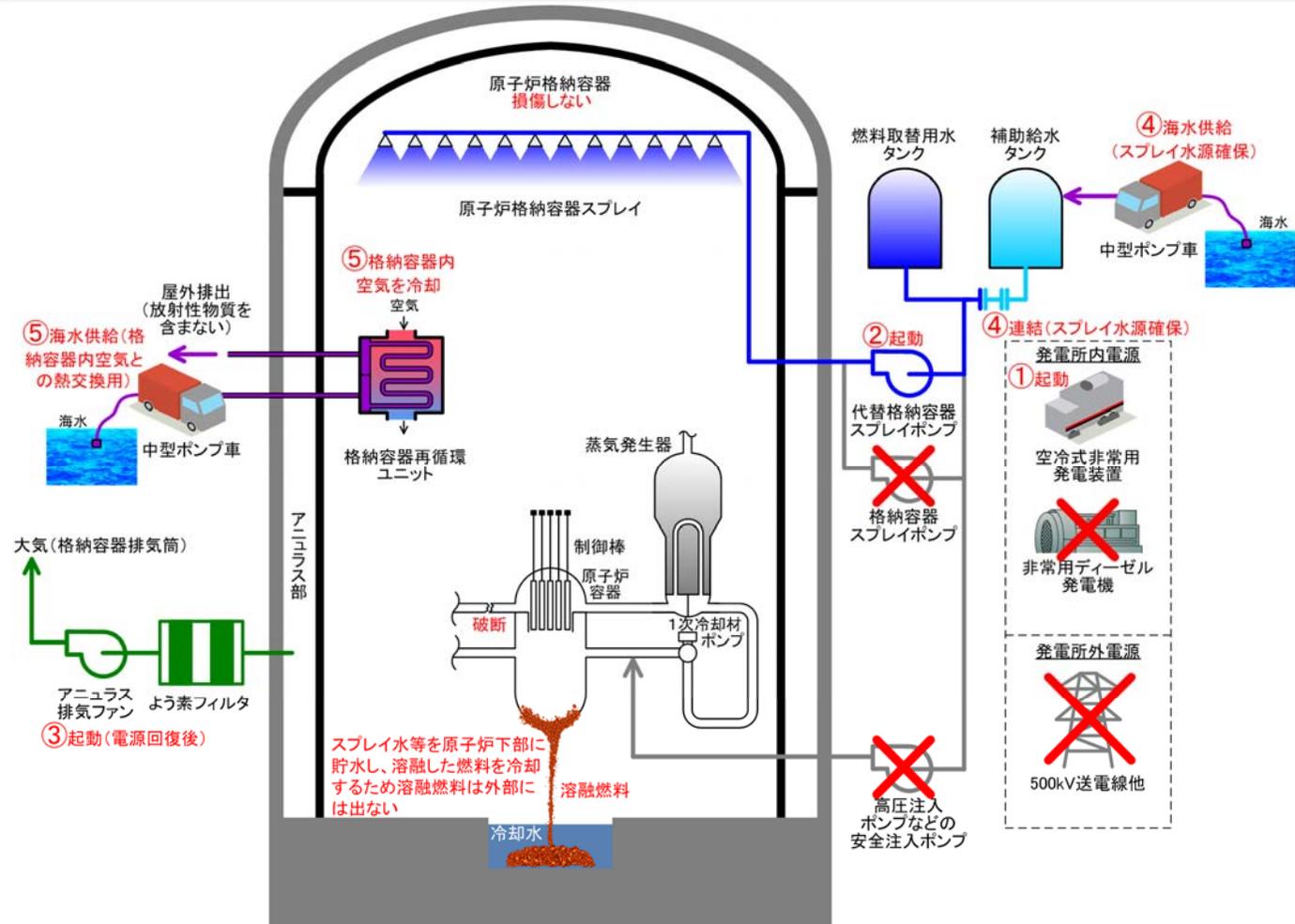
① 重大事故等対処設備である空冷式非常用発電装置から電源を供給

② 格納容器代替スプレイポンプを起動し、格納容器内に冷却水をスプレイすることで格納容器内の圧力を下げると共に、溶融した燃料が落下する場所に冷却水を供給

③ アニュラス排気ファンを起動し、放射性物質の大気放出を大幅に抑制

④ スプレイ水が枯渇する事のないよう、燃料取替用水タンク内水がなくなる前に、海水を用いたスプレイ水の供給システムを構築

⑤ 格納容器内空気の長期的な冷却のため、海水を利用した格納容器内空気の冷却システムを構築



## 2. 重大事故対応訓練（現場シーケンス訓練）

○ 原子力規制庁立会いのもと実施した訓練の結果、いずれも所定の時間内に作業は完了しています。今後も訓練等を継続して実施し、事故対応力の向上に努めてまいります。

対応	制限時間 (事故発生から)	訓練結果※2 (実績時間)	制限時間の根拠
②代替格納容器スプレイポンプを用いた格納容器スプレイ※1	49分	38分	溶融炉心・コンクリート相互作用防止のために炉心溶融から30分以内に対応できること。 (原子炉格納容器圧力の上昇、水素の発生量を考慮)
③アニュラス排気ファンを用いた空気浄化※1	60分	47分	現場作業員等の被ばく低減のため、Cs-137の大気への放出量評価を考慮した時間（約60分）までに対応できること。
④中型ポンプ車等を用いたスプレイ水源の確保	12時間	5時間34分	燃料取替用水タンクの水が枯渇する時間（約12時間）までに対応ができること。
⑤格納容器再循環ユニットを用いた格納容器内空気の冷却	24時間	9時間02分	長期的な格納容器内冷却機能維持の観点から24時間までに対応できること。

※1 空冷式非常用発電装置からの電源供給を含む。

※2 当初の訓練（7月14, 15日）における実績時間を示す。7月14日の訓練において、体調不良により一部の班で訓練が一時中断したことから、作業手順等を見直し、それに基づき当初訓練において中断した班の訓練について再訓練を実施し、その結果、体調不良を訴える者はなく、当初訓練よりも短時間で作業が完了し、改善内容の有効性を確認した。（7月19日）

〔 当該班の訓練時間 7月14日：7時間14分（中断時間1時間25分を含む）  
7月19日：5時間32分 〕

## 2. 重大事故対応訓練（習熟度の向上）

現場シーケンス訓練後に出された社外関係者からの指摘事項及び社内での検討結果を踏まえ、より一層の習熟度向上が必要であるとの結論に至ったことから、優先度に応じて以下の改善と対応を行っていく。

対応時期	対応内容
短期的対応 (喫緊の課題として取り組むべき事項)	対応手順(固縛ベルトの切断)や装備品の見直し(不要な工具類を身に着けない)等の改善事項を社内規定に反映。その改善事項の周知や教育を実施。
	上記を踏まえた個別訓練の実施(原子炉起動以降は、本訓練受講者を緊急時対応要員として宿直可能とする)。
	訓練状況の現場観察による再改善事項の抽出とその後の訓練への反映。
	全体訓練による習熟度向上の検証(訓練実施者から要員を選定)。
中期的対応 (より確実に事故収束を図るため取り組むべき事項)	作業着の仕様、休憩用の資機材等の改善ならびに人的負担を軽減させるための設備改善。
	猛暑、暴風雨、竜巻等、自然環境を想定した机上シミュレーション訓練の検討・実施。
	シナリオ非提示型で事象発生を取り入れた訓練の実施。
	電力が実施する訓練の他、異業種の訓練の視察。

### 3. 教育・訓練状況（プラントの運転・保守等に係る教育訓練）

【若年層社員の技術力向上】

- 2次系系統・設備の通水・通気において、機器の運転状況の確認及び操作等を経験することによる現場対応力の習熟。
- 現場立会における着眼点や、水質分析要領等について、ベテラン社員による現場教育による技術力の向上。

【プラント起動・停止シミュレータ訓練】

[基本操作訓練]

- 運転員に求められる訓練として、チーム連携の維持向上を目的とした「チーム連携訓練」及び技術・技能の向上を目的とした「階層別訓練」を毎年実施。
- 特に、若年層に対しては、ベテランに比べて、対象レベルを細かく分け、基本に重点を置き、回数、日数とも手厚い訓練を実施。
- 定期的な人事異動後は、チームワークの維持向上のため、メンバー変更後の早い時期にチーム連携訓練を実施。

[再稼働対応訓練]

- 再稼働に向け、起動操作等の繰り返し訓練に加えて、起動工程において操作を担当する運転直が確定した時点で、当該操作の訓練を実施。

対象者	訓練内容	日数
<b>全運転員 (直単位)</b>	<p>【起動工程確定前】</p> <p>再稼働に備えた起動操作、定熱運転についての技能向上訓練</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・起動操作：起動操作の確認及び役割分担 過去の起動時等の不具合への対応訓練 起動中のプラント状態監視の強化訓練（発電日誌の採取）</li> <li>・定熱運転：プラント監視の強化訓練（発電日誌の採取） 主要操作の確認（スチームテスト、復水器逆洗、保安装置テスト）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 事前訓練                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ H28.3実施 直単位で全運転員：2日(14時間)</li> <li>・ H28.6実施 直単位で全運転員：1日(7時間)</li> </ul> </li> </ul>
	<p>【起動工程確定後】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直単位で起動操作の確認、過去の不具合の対応、定熱運転後の監視及び主要操作、起動工程が確定した後の各直が担当する操作の直前訓練等を実施。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 起動工程確定後訓練 直単位で各直：1日(7時間)</li> </ul>

合計4日（28時間）

### 3. 教育・訓練状況（重大事故等対応・大規模損壊対応に係る教育訓練）

#### 【事故対応能力の向上】

○新たに設置した設備について、確実な運転・操作が可能となるよう、手順書の整備、教育の徹底を図るとともに、様々な事態を想定した訓練を継続的に実施し、事故対応能力の向上に努めている。

（27年度訓練実績）

種別	教育訓練項目	緊急時対応要員 [のべ受講者数]	運転員 [のべ受講者数]
重大事故等対応	個別訓練 ・技術的能力の対応手段を実施するために必要とする手順の教育訓練	約3,300人	約900人
	重大事故等対応全般机上教育 ・重大事故等の内容、基本的な対処方法等、知識ベースの理解向上に資する教育訓練	約3,800人 * 1	
	運転員との連携手順を含む個別訓練 ・現場作業にあたっている発電所災害対策要員が、運転員と連携して一連の活動を行う教育訓練	* 2	
	発電所災害対策要員を対象とする総合的な訓練 ・重大事故等発生時のプラント状況の把握、的確な対応操作の選択等、実施組織及び支援組織の実効性等を総合的に確認するための教育訓練	約180人	
大規模損壊対応	個別訓練 [大規模損壊発生時特化の対応手順] ・大規模損壊発生時に対応する手順及び事故対応用の資機材の取り扱い等を習得するための教育訓練	* 2	* 2
	・大規模損壊発生時に通常の指揮命令系統が機能しない場合等の事態を想定した教育訓練（机上教育及び図上演習）	約750人 * 1	* 1 （副当直長以下 は机上教育のみ）

\* 1 緊急時対応要員と運転員を区別せずに集計

\* 2 重大事故等対応の個別訓練と合わせて実施

# 4. 長期停止を踏まえた点検事項（保管管理）

## 【停止期間中の保管対策】

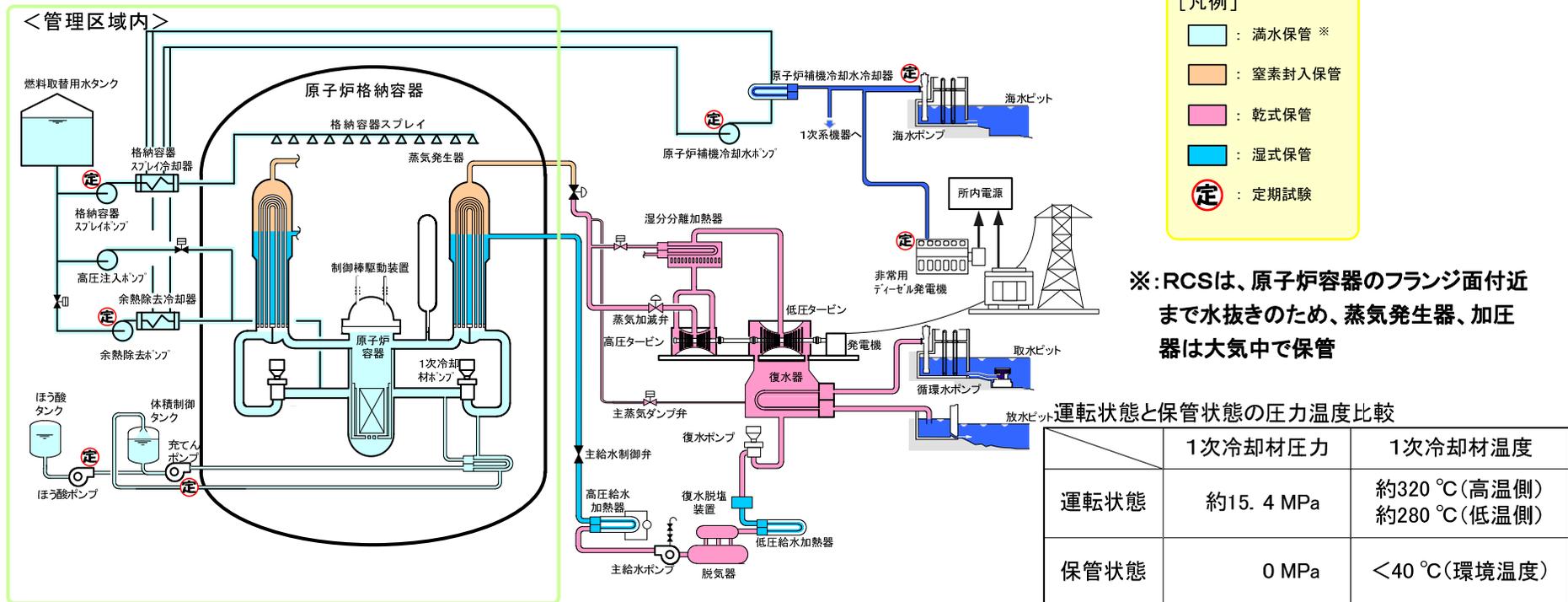
### ○ 原子炉等 1 次系系統・設備

- ・ 1 次冷却系統（RCS）は、原子炉容器フランジ面下まで水抜きした状態で保管。保管水について、安全系設備（余熱除去系統）の定期試験（1 回/月）に合わせて水質測定による水質監視を実施。
- ・ 安全系設備については、定期試験による健全性確認、運転中の設備については、振動診断等による状態監視を実施。

### ○ タービン等 2 次系系統・設備

- ・ 腐食を抑制する観点から、系統構成、設備の構造等を考慮し、窒素封入、乾式（乾燥空気置換等）、湿式（薬品添加）保管のいずれかを適用。

## 【主要系統の保管状態】



## 4. 長期停止を踏まえた点検事項（長期停止中の保全）

### 【長期停止中の主な保全（点検）項目】

○保管状態、停止期間を踏まえ、プラント停止中における経年劣化状況を評価し、経年劣化が予想される系統・機器、また、再稼働後、次定検まで安定した運転が継続できるよう、点検周期も考慮し選定した系統・機器について、必要な点検を実施している。

設備区分	機械設備		電気設備	計装設備
主な 保全項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 非常用ディーゼル発電機（機関分解点検）</li> <li>▶ 海水ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ（分解点検）</li> <li>▶ 原子炉補機冷却水冷却器（開放点検）</li> <li>▶ 1、2次系弁（分解点検）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ アンユス排気フィルタ、中央制御室非常用給気フィルタ、安全補機室排気フィルタ（よう素フィルタ性能検査）</li> <li>▶ 配管（非破壊検査）等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 非常用ディーゼル発電機（発電機分解点検）</li> <li>▶ 海水ポンプ、充てんポンプ、電動補助給水ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ（電動機分解点検）</li> <li>▶ 電源設備（分解点検）等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 空気作動弁（分解点検）</li> <li>▶ 安全系の計器（点検・校正）等</li> </ul>

### 【保全の結果】

○これまでの保全（点検）の結果は、通常の定期検査時の結果と同等であり、長期停止に起因する

- ・ 機械設備の特異な腐食、減肉
- ・ 電気・計装設備の特性変化

等の特異な劣化は認められていない。

○2次系系統について通水、蒸気を通気することにより、設備の健全性を確認するとともに、通水時の水質測定を行い、長期停止の影響がないことを確認している。

### ■ 長期停止中の保全（点検）の実績

ユニット	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
伊方3号機	第13回定検 プラント運転停止 →	長期停止中の保全実績			
		■ (1回目)	■ (2回目)	■ (3回目)	■ (4回目) ■ ※

※ 2次系系統・設備健全性確認

## 4. 長期停止を踏まえた点検事項（起動前点検）

### 【起動前点検】

概要	長期停止後のプラント起動であることを踏まえ、従来にも増して入念な点検を実施することとして、本年4月18日から約2ヶ月をかけて起動前点検を実施。	
主な点検項目	機械設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高温・高圧系統を構成する安全上重要な機器のガスケット等の取替</li> <li>・ポンプ、換気空調ファン等動的機器の運転状態確認</li> <li>・安全上重要な系統を構成する弁の分解点検、機能・漏えい試験ならびにタービン主要弁の動作確認</li> </ul>
	電気・計装設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電動弁、空気作動弁、しゃ断器等、再稼働に影響を与える機器や運転停止に伴って動作していない機器の動作確認</li> <li>・変圧器、電動機等の絶縁劣化測定</li> <li>・制御棒駆動装置の動作確認</li> <li>・主要な計器類の指示値、動作値の確認等、特性試験の実施</li> </ul>
	プラント全体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカーによる総点検の実施（追設・改造工事に伴う影響評価、制御棒駆動装置動作確認時の健全性確認など）</li> <li>・総点検時におけるプラントメーカー技術者のウォークダウン</li> </ul>

### 【先行プラントの反映】

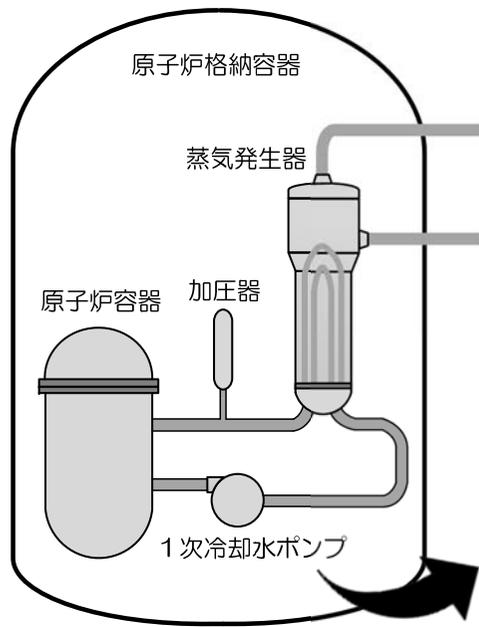
概要	先行プラントの再稼働時に発生した事象について分析・評価を行い、必要な対応を実施。	
実施項目	九州電力 川内発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復水器細管からの漏えい事象対応として、復水器全水室の管群外周部について特殊な非破壊試験を実施し健全性を確認済み。</li> </ul>
	関西電力 高浜発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・系統を構成する弁からの漏えい対応として、通水操作により漏えい確認ができていない同型弁について分解点検もしくは、弁接合部の締め付け状態を確認済み。</li> <li>・保護リレー暫定運用による原子炉自動停止対応として、電気設備の改造工事等を調査し、同様のケースに該当するものはないことを確認済み。</li> </ul>

## 1. 事象の概要

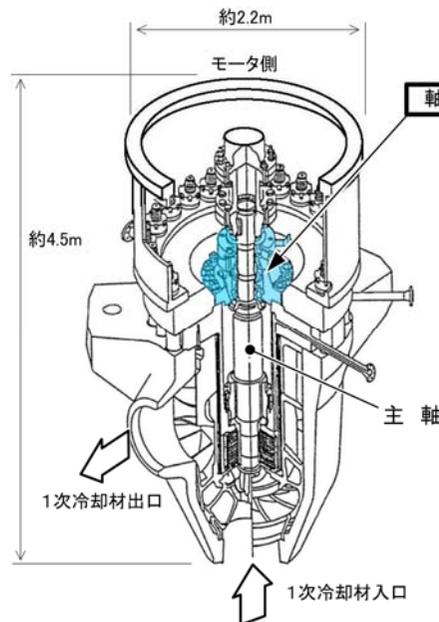
- 1次冷却材ポンプの調整運転を実施していたところ、1次冷却材ポンプ3Bの第3シールリークオフ流量※が増加するという事象が認められた。
- このため、第3シールのシート状態を改善するための調整作業を行ったが、運転状態を改善することができなかつたため、当該シールを予備品と取り替えることとした。（7月17日プレス発表）

### ※ 第3シールリークオフ流量

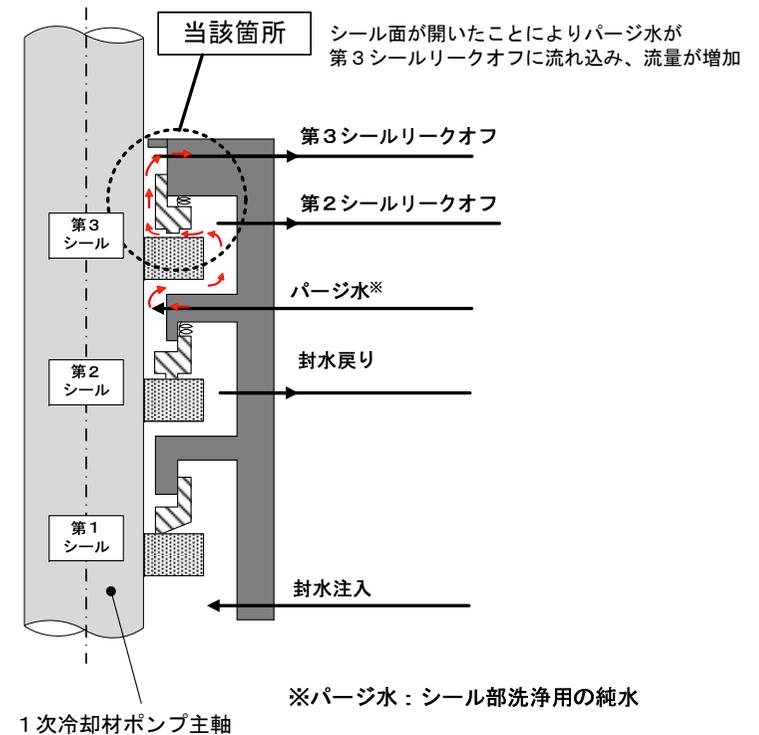
1次冷却材ポンプの軸封部は、第1、第2、第3シールの3段で構成されており、1次冷却材の系統水は第2シールでシールされる。第3シールは、第2シール下流に供給しているシール部洗浄用の純水をシールするもので、第3シール出口から漏れ出る流量を第3シールリークオフ流量という。なお、第3シールのリークオフ水は専用の配管を通じて格納容器内のタンクに回収される。



【1次冷却系統概略図】



【1次冷却材ポンプ構造図】



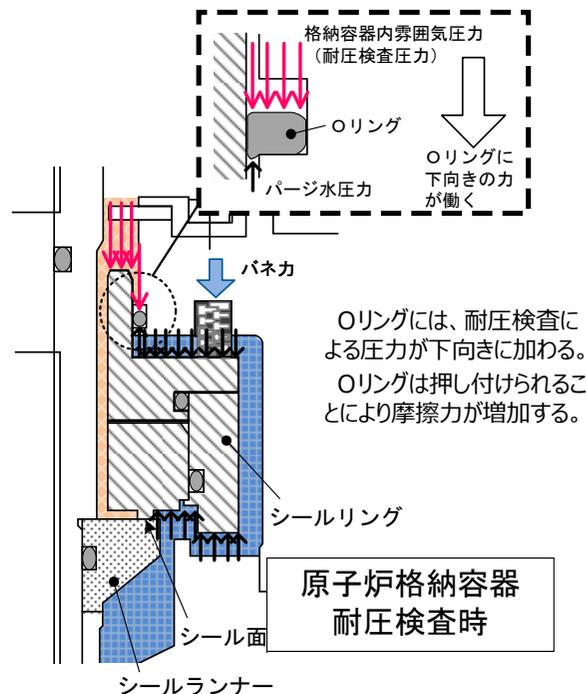
【1次冷却材ポンプ シール部拡大図】

※パージ水：シール部洗浄用の純水

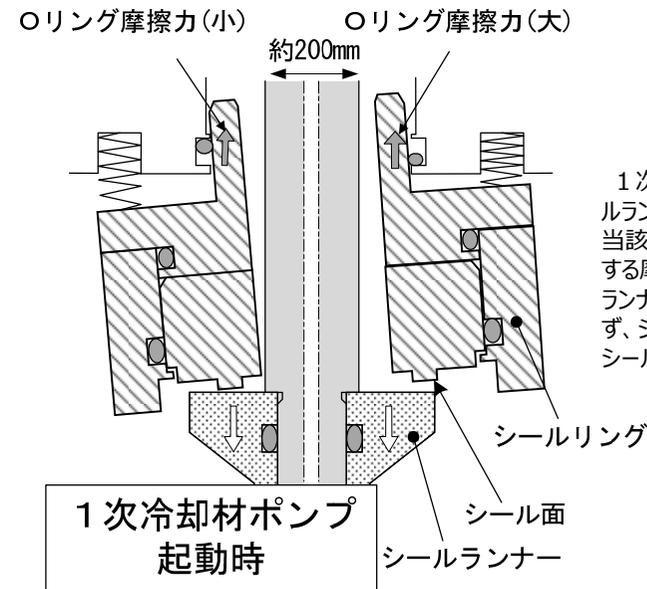
## 2. 点検結果・推定原因

- 点検の結果、第3シールのシールリングが僅かに傾き、動きが滑らかでないことを確認した。これは、7月12日に実施した原子炉格納容器の耐圧検査時に、第3シールに通常より高い圧力がかかったことにより、シール構成部品であるOリング※の噛み込み等が発生し、摩擦力が大きくなり、シールリングの動きが悪くなったものと考えられる。
- このため、1次冷却材ポンプ3B起動時に、シールリングが傾いた状態となりシール面に隙間ができたことから、シールリークオフ流量が増加したものと推定される。

※ 断面が円形の環型をしたゴム製のシール部品



【第3シール部Oリング摩擦力増メカニズム (イメージ図)】



1次冷却材ポンプ起動時にシールランナーは下向きに移動するが、当該Oリング部にて不均一に発生する摩擦力のため、シールリングがランナーの動きに均一に追従できず、シールリングが傾いた結果、シール面が開いたと考えられる。

【第3シール部の挙動 (イメージ図)】

## 3. 対策

- 1次冷却材ポンプ3B及び分解点検の結果3Bと同じ傾向がみられた3Cの第2及び第3シールを予備品と取り替えるとともに、万全を期すため、同じ構造である3Aのシールについても同様に取り替えを実施。※
- また、原子炉格納容器の耐圧検査時には、第3シール前後に差圧がかからないような系統構成とする。

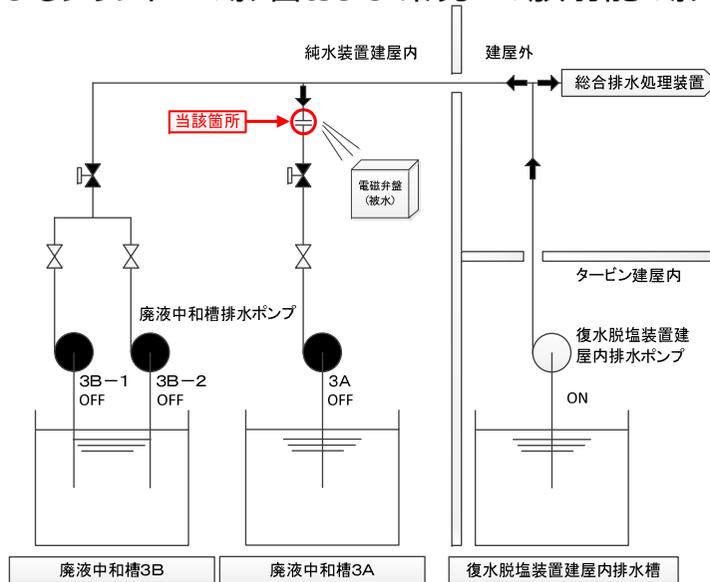
※ 第2シールと第3シールは一体型の組立品であるため、今回両方とも取り替える。

## 1. 事象の概要

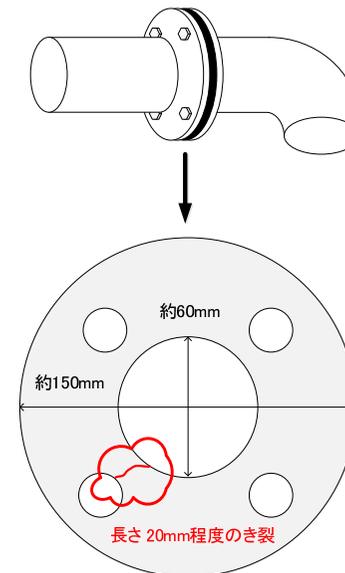
- 8月26日14時04分頃、3号機純水装置建屋内の総合排水処理装置への排水配管のフランジ部より、排水が漏れいしていることを保修員が確認した。

## 2. 点検結果・対策

- 点検の結果、当該フランジ部に異常はなく、パッキンが損傷していることを確認した。
- なお、漏れいた排水は、復水脱塩装置のイオン交換樹脂を洗浄した排水であり、放射性物質を含むものではなく、全量（約1.3m<sup>3</sup>）を回収した。今後、総合排水処理装置にて処理する。
- また、漏れい水に被水した箇所の調査を実施した結果、純水装置B系統の電磁弁盤に収納されている電磁弁49台のうち、24台の絶縁低下を確認した。その他に異常は認められなかった。
- このため、当該フランジ部のパッキンを新品に交換し、通水確認を実施した結果、当該フランジ部からの漏れいがないことを確認し、27日に復旧した。
- 絶縁低下した純水装置B系統の電磁弁24台については、今後取り替えを計画する。プラントの運転に必要な純水の製造は、A系統で確保する。
- 今後、パッキンが損傷した原因について、詳細調査を実施し、必要な再発防止対策を実施する。対策が完了するまでの間は、当該場所の監視を強化する。
- 本事象によるプラントへの影響および環境への放射能の影響はない。



【純水装置排水系統概略図】



【フランジパッキンの損傷状況（イメージ）】

今後におきましても、これまで同様、国の検査に真摯に取り組み、工程ありきではなく、安全確保を最優先に進めてまいります。

福島事故を経験した我々原子力事業者としては、二度とあのような事故を起こしてはならないとの決意のもと、重大事故対策や当社独自の対策を実施するなど、とりうる対策を自主的かつ継続的に進め、今後も安全性・信頼性の向上に向けて不断の努力を積み重ね、リスクの低減を図ってまいります。

また、地元の皆さまを中心にフェイス・トゥ・フェイスの対話活動を行うなど、さまざまな理解活動を通じて、伊方発電所の状況などについて、丁寧にご説明を行ってまいります。