

伊方発電所の状況について

令和5年8月1日
四国電力株式会社

目次

1. はじめに
2. 3号機第16回定期検査の実施状況について
3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況
4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況
5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

1. はじめに

- 伊方発電所3号機は、令和5年2月23日に送電を停止して3号機第16回定期検査（以下、「3-16定検」という）を開始し、6月20日に通常運転を再開して以降、本日まで安全安定運転を継続しています。
- 3-16定検では、通常の機器の点検作業や設備の改造工事の他、令和4年3月18日に確認^{※1}した1次冷却材中のよう素¹³¹_I濃度上昇の原因調査を実施し、令和5年4月7日に調査結果と対策を取りまとめた報告書を愛媛県へ提出しました。
※1 令和4年3月18日公表済み、※2 燃料の核分裂で発生する放射性物質
- また、令和2年1月の3号機第15回定期検査（以下、「3-15定検」という）に発生した「連続トラブル」および令和3年7月に判明した「過去の保安規定違反」については、再発防止策を徹底するとともに、愛媛県・伊方町からいただいたご要請に対する取り組みについても継続的に進めています。
- 本日は、上記の内容に至近のトピックスを加えた伊方発電所の状況についてご報告いたします。

-
1. はじめに
 2. 3号機第16回定期検査の実施状況について
 3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況
 4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況
 5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(1) 3-16定検の実施状況

➤ 主要工程実績

令和5年2月23日	送電停止、定期検査開始
5月4日～6日	燃料装荷
5月24日	原子炉起動
5月26日	送電開始
5月29日	定格熱出力一定運転開始
6月20日	総合負荷性能検査、定期検査終了

➤ 主な点検項目、改造工事

①原子炉容器

原子炉容器を開放し、上部ふた、容器及び炉内構造物について外観点検を実施。

②燃料

燃料集合体全数157体のうち、52体の燃料集合体を新燃料に取り替え実施。
なお、MOX燃料5体は引き続き今サイクルでも使用を継続。

③蒸気発生器

蒸気発生器3Aの伝熱管全数について体積検査（渦流探傷検査）を実施。

④タービン・発電機

高圧タービンの精密点検及び発電機の細部点検を実施。

⑤放射線管理設備

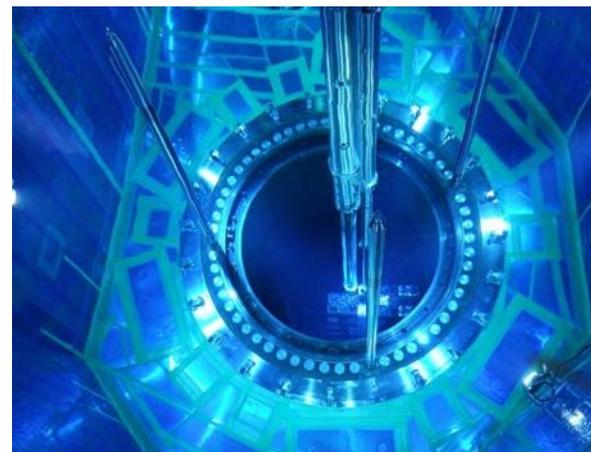
各種放射線測定装置の線源校正、設定値確認等の検査を実施。

⑥1次系配管取替工事

配管の信頼性向上を計るため、加圧器逃がしラインおよび高圧注入ラインの配管取替を実施。

⑦1、2号機の187kVガス絶縁開閉装置の改造工事

3-15定検中（令和2年1月）に発生した所内電源の一時的喪失事象への恒常対策として、運用上不要な断路器の撤去等を実施。



②燃料装荷作業



④タービン点検作業

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(2) 1次冷却材中のよう素131濃度上昇の原因調査 (1/4)

a. 事象発生と対応時系列

令和3年
12月6日 ● 3-16サイクル送電開始

令和4年
3月18日 ● 1次冷却材中のよう素131濃度の
上昇を確認

以降、監視を強化しつつ運転を継続
 ・よう素131濃度の測定頻度を、週3回
 から1日1回に変更し監視強化
 ・よう素131濃度を当社ホームページで
 週2回の頻度で公表

令和5年
2月23日 ● 3-16サイクル送電停止

原因調査実施

- ・漏えいしていた燃料集合体の特定
- ・漏えい箇所の詳細調査等の実施

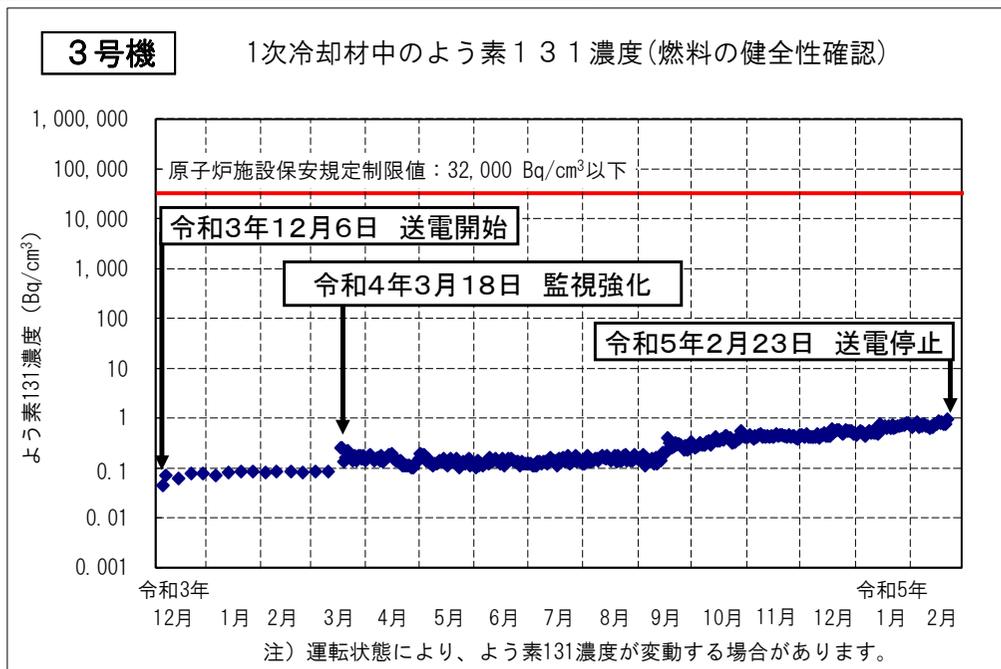
3月28日 ● 環境安全管理委員会にて調査内容
 の途中経過を報告

4月7日 ● 愛媛県に報告書提出

4月10日 ● 報告書のプレス公表

4月25日 ● 原子力安全専門部会にて報告書
 の内容を説明

8月1日 ● 環境安全管理委員会にて報告



- ✓ 運転していた期間を通して保安規定に定める運転上の制限値(32,000Bq/cm³)を十分下回っており、安全上の問題はなかった。
- ✓ 1次冷却材中のよう素131濃度の上昇は、燃料の核分裂反応に伴い、燃料棒の内部で発生したよう素131 ※¹が、燃料棒の外部に漏えいしていることが考えられることから、原子炉容器より取り出した燃料集合体全数(157体)について、1体ずつ漏えいの有無を確認する検査(SHIPPING検査)を実施した結果、漏えいしていた燃料集合体(以下、「漏えい燃料」という)2体※²を特定し、その他の燃料には漏えいが無いことを確認※³した。
- ✓ また、本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。
 (令和5年3月28日の環境安全管理委員会にて報告済み)

※1 通常、核分裂反応に伴い発生したよう素131は、燃料棒内部に閉じ込められている

※2 いずれも17×17A型ステップ2高燃焼度燃料(以下、「従来A型燃料」という)

※3 本年3月23日公表済み

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(2) 1次冷却材中のよう素131濃度上昇の原因調査(2/4)

b. 主な調査結果

調査項目	調査結果
超音波調査	✓ 漏えい燃料2体について、 <u>それぞれ漏えい燃料棒1本(合計2本)</u> を特定した。(次頁および添付資料5)
ファイバースコープ調査	✓ 漏えい燃料棒2本とも、 <u>第1支持格子内において支持板やばね板と燃料棒の間に隙間や入り込み(以下、「隙間等」という)が認められた。</u> (次頁および添付資料6)
過去の同様事象に係る調査	<p>✓ 3-12定検(平成22年1月7日～平成22年3月30日)において今回と同じ従来A型燃料1体に漏えいが発生しており、<u>今回の漏えい燃料2体と同様、第1支持格子内において隙間等が認められた。</u></p> <p>✓ 過去の漏えい事例の発生メカニズムは、「<u>第1支持格子内の支持板やばね板と燃料棒の接触が一部離れる事象が発生した場合には、1次冷却材の横流れによる燃料棒の微小な振動により、燃料被覆管の摩耗が発生する可能性が考えられる。</u>」であった。(参考資料7)</p> <p>✓ 過去の従来A型燃料の漏えい事例をふまえ、以下の対策を実施してきた。(参考資料8、9)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>下部ノズルや第1支持格子等の構造を改良した、改良A型燃料を採用。</u> • <u>従来A型燃料の使用にあたっては、運用上の対策(燃料の装荷位置の配慮など)を実施。</u>
共通要因調査	<p>✓ 今回の漏えい燃料2体および過去の漏えい燃料を比較し、漏えいにつながる可能性のある3つの共通要因を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 燃焼が進んだ高燃焼度域で発生したこと(4サイクル使用)。 ② 4サイクル目で炉心最外周に装荷されていたこと。 ③ 異なる製造メーカーの燃料(以下、「B型燃料」という)1体と隣接していたこと。
追加調査	<p>✓ 共通要因について、漏えいにつながる可能性を確認するため追加調査を実施し、以下のことが分かった。(参考資料10)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 上記共通要因全てに該当した場合でも、必ずしも漏えいに繋がるものではない。 • 共通要因の重畳を避けることで、漏えいの発生を完全に防ぐことは難しいものの、漏えいの発生を低減できる可能性があると考えられる。

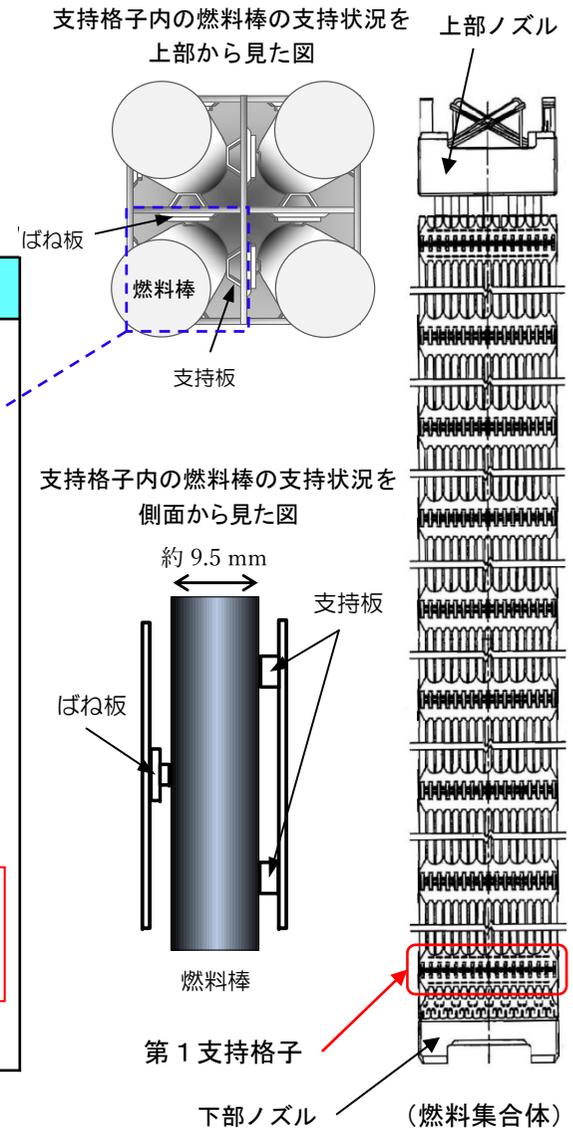
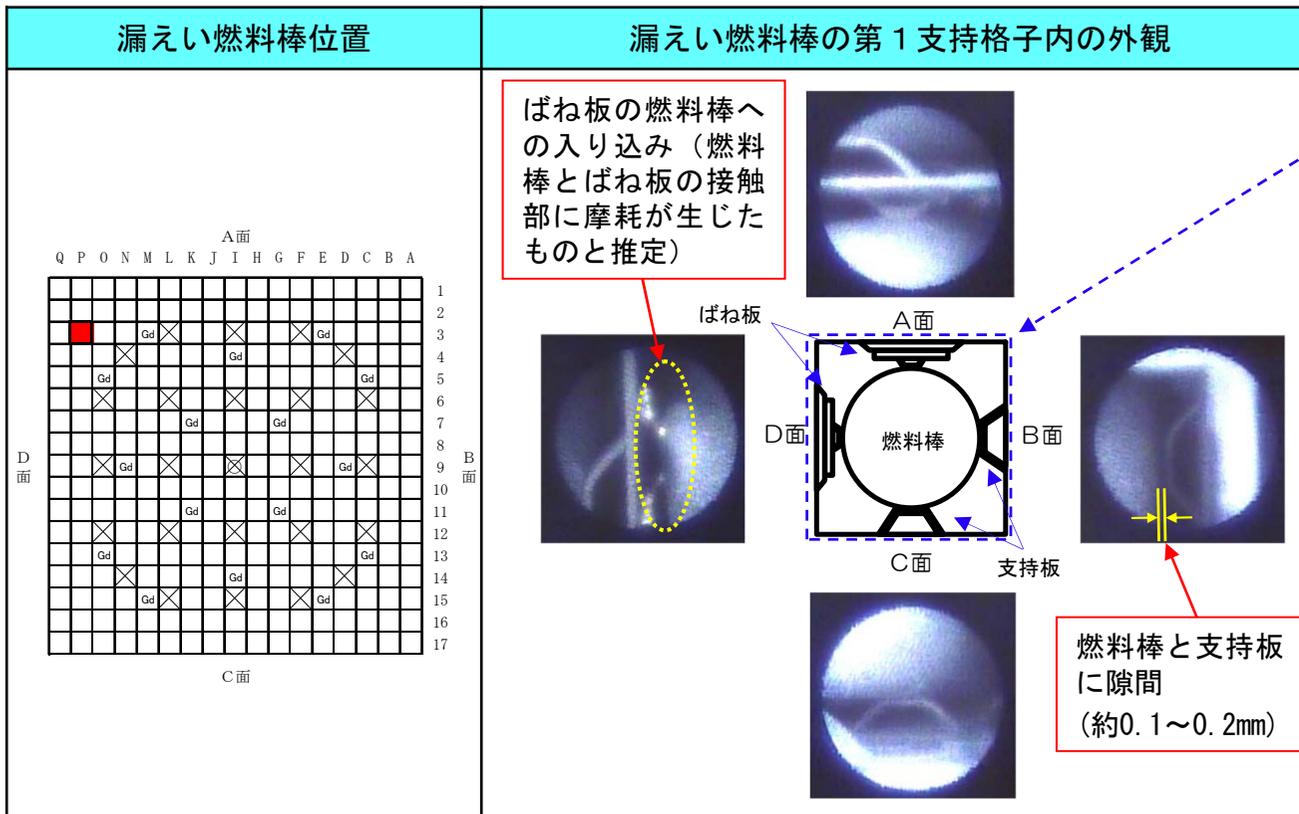
2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(2) 1次冷却材中のよう素131濃度上昇の原因調査 (3/4)

➤ 超音波、ファイバースコープ調査結果

※ 漏えい燃料1体を代表して掲載。

残りの1体と過去の漏えい事例の1体については、漏えい燃料棒位置等の詳細な箇所は違
が、外周に近いコーナー部の燃料棒の第一支持格子内で同様な隙間等が生じていることを
確認。



2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(2) 1次冷却材中のよう素131濃度上昇の原因調査 (4/4)

c. 推定原因

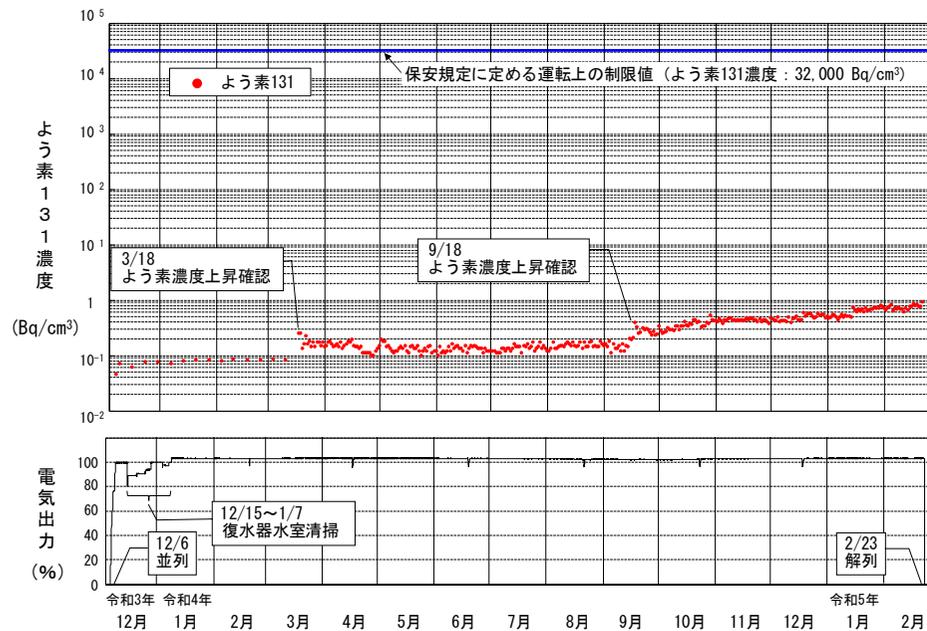
- ✓ 今回の漏えい燃料2体は従来A型燃料であり、使用していく中での燃料棒保持部品（支持板、ばね板）の保持力低下、従来A型燃料とは圧損や構造の異なる燃料と隣接するなどの条件が重畳したことで、燃料棒と支持板およびばね板の接触が一部離れ、1次冷却材の流れにより燃料棒の微小な振動が発生し、燃料棒が保持部品と擦れ合うことにより、燃料被覆管が摩耗し、微小孔(ピンホール)が生じたものであると推定した。
- ✓ また、従来A型燃料の使用に対して、漏えい発生の可能性を低減させることを目的に、過去の漏えい事例の知見を踏まえて運用上の対策を実施していたが、対策に不確実性があり、漏えい発生を防ぐことはできなかった。

d. 対策

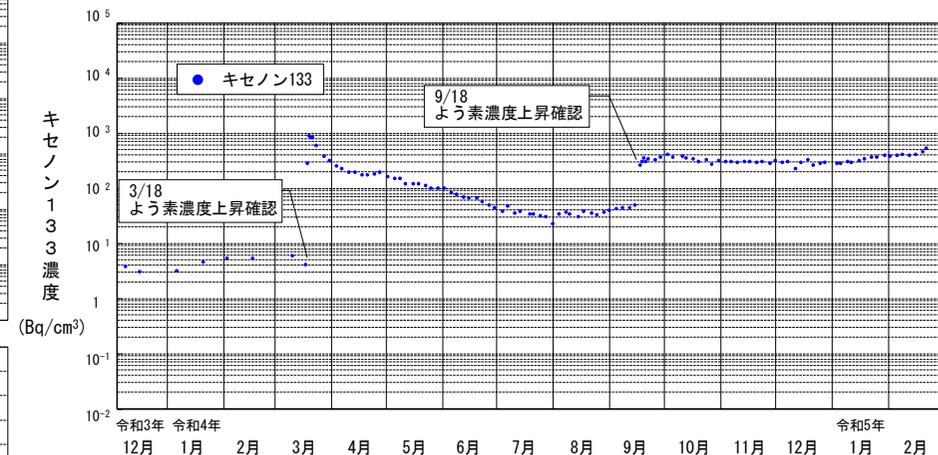
- ✓ 現在当社が保有する再使用可能な従来A型燃料（40体）については、更なる対策を講じて使用することも考えられるが、従来A型燃料の漏えいが再度発生したこと、また合計3体の漏えいが発生したことを踏まえ、伊方発電所3号機での漏えい発生を可能な限り低減させるため、今後、従来A型燃料は使用しないこととする。
- ✓ また、当社は、従来A型燃料の漏えい対策として設計を改良した改良A型燃料を既に採用しており、引き続き、改良A型燃料を使用する。

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(参考資料1) 運転中のよう素131濃度およびキセノン133濃度



運転中のよう素131濃度
 (通常値※1 : 0.085 Bq/cm³、運転中最大値 : 0.92Bq/cm³)



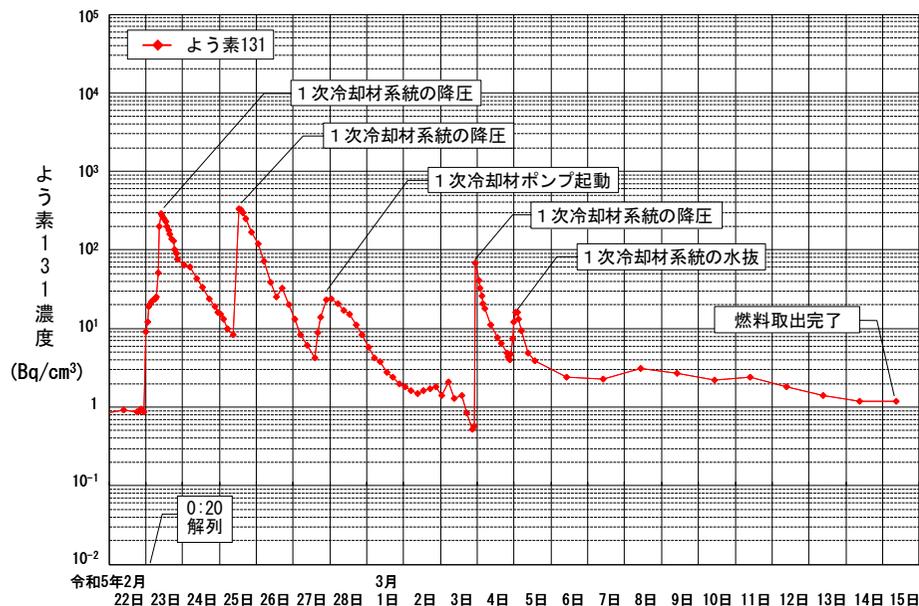
運転中のキセノン133濃度
 (通常値※2 : 5.9 Bq/cm³、運転中最大値 : 880 Bq/cm³)

※1 : 令和4年3月16日 (上昇前最後の測定)

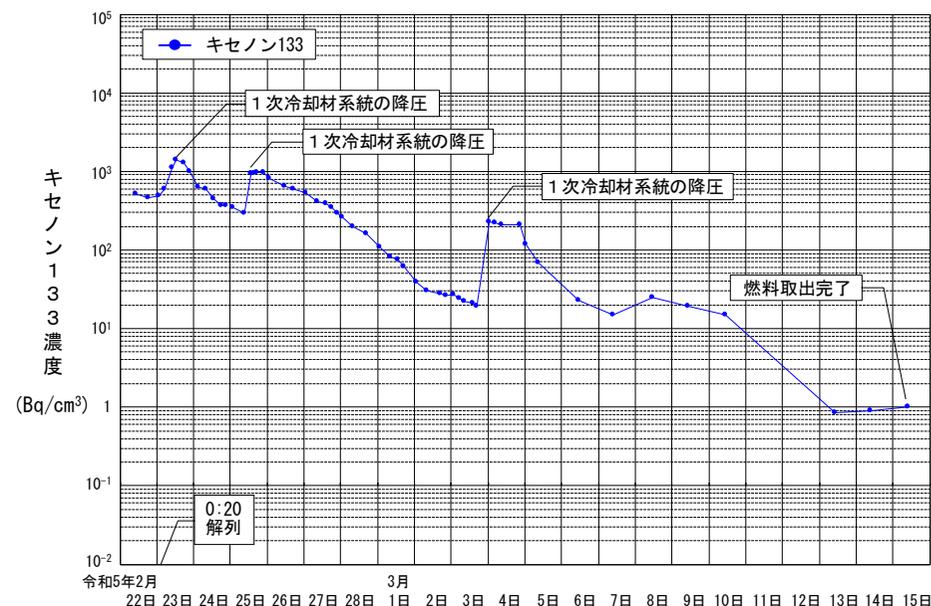
※2 : 令和4年3月11日 (上昇前最後の測定)

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(参考資料2) 停止中のよう素131濃度およびキセノン133濃度 (2/2)



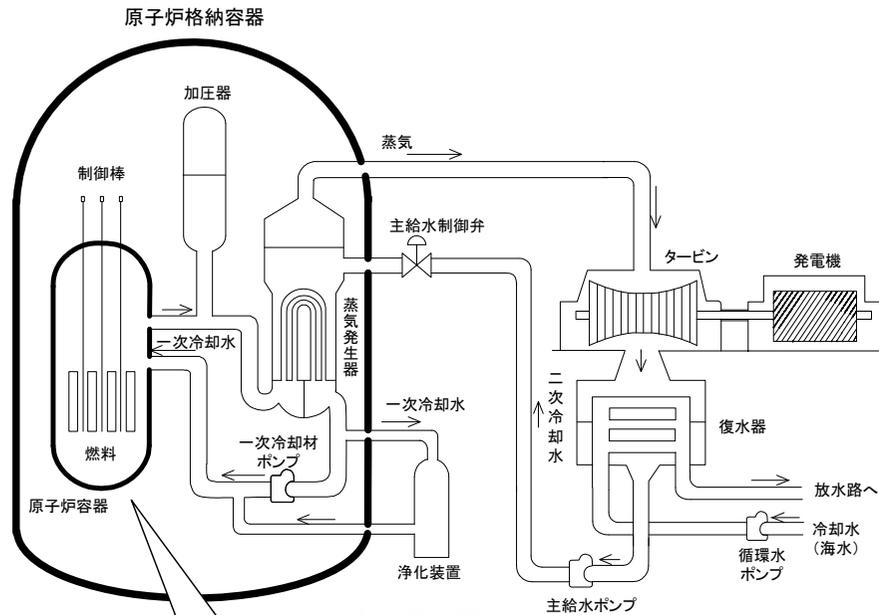
停止操作中のよう素131濃度
(停止中最大値※：330Bq/cm³)



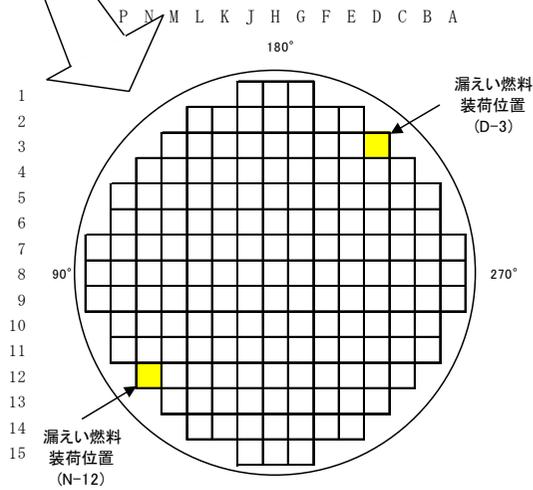
停止操作中のキセノン133濃度
(停止中最大値※：1,400Bq/cm³)

※：本事象以降に伊方発電所3号機から放出された放射性物質の放出量は、保安規定に定める年間の放出管理目標値に対し、よう素は1/1,000以下、希ガスは1/2,000以下であった。(2023年4月4日時点)

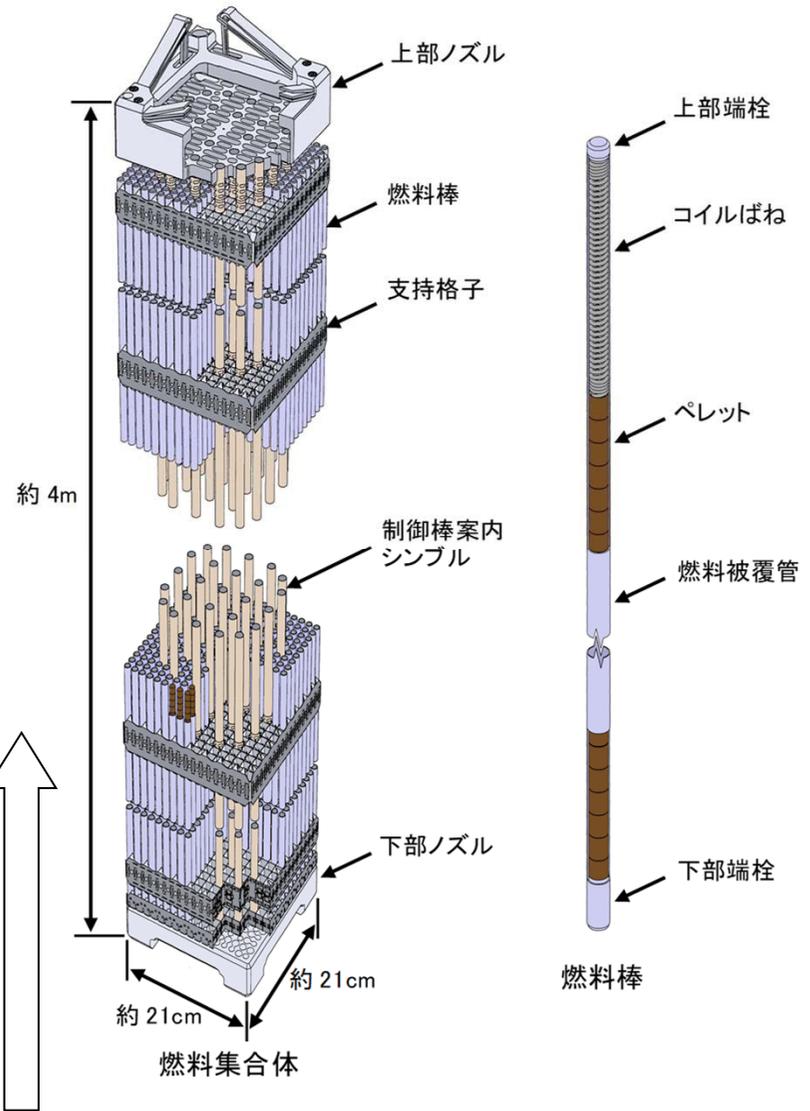
2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料3) 漏えい燃料装荷位置と燃料概要図



【系統概略図】



【漏えい燃料装荷位置図】



2. 3号機第16回定期検査の実施状況について
 (参考資料4) 漏えい燃料の概要

よう素濃度等上昇年月日	令和4年3月	令和4年3月	(過去事例) 平成21年11月
燃料集合体番号	MS3M32	MS3M34	MS3L24
燃料タイプ	17×17A型ステップ2 高燃焼度燃料(従来A型燃料)		同左
全長	約4m		同左
全幅	約21cm×約21cm		同左
支持格子数	9個		同左
初期濃縮度	4.8wt%		同左
ガドリニア濃度	6wt%		10wt%
燃料棒	約3.6m		同左
燃料 被覆管	材質	ジルコニウム基合金	
	外径	約9.5mm	
	肉厚	約0.6mm	
製造時期	平成17年5年		平成16年5月
装荷時期	平成19年10月～平成23年5月、 令和3年9月～令和5年3月 (第11～13、16サイクル)		平成17年3月 ～平成22年1月 (第9～12サイクル)
燃焼度 (よう素濃度等上昇時点の燃焼度)	約54.4 GWd/t (約49.2 GWd/t※)	約54.1 GWd/t (約49.0 GWd/t※)	約54.3 GWd/t (約53.6 GWd/t)



※令和4年3月18日時点での燃焼度

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料5) 超音波調査概要 (1/2)

- 超音波調査は、漏えいが認められた燃料集合体に対し、使用済燃料ピットの使用済燃料ラック上に設置する装置を用いて、漏えい燃料棒内に浸入した冷却水の存在を超音波パルスの減衰により検知し、漏えい燃料棒を特定する調査である(図1)。

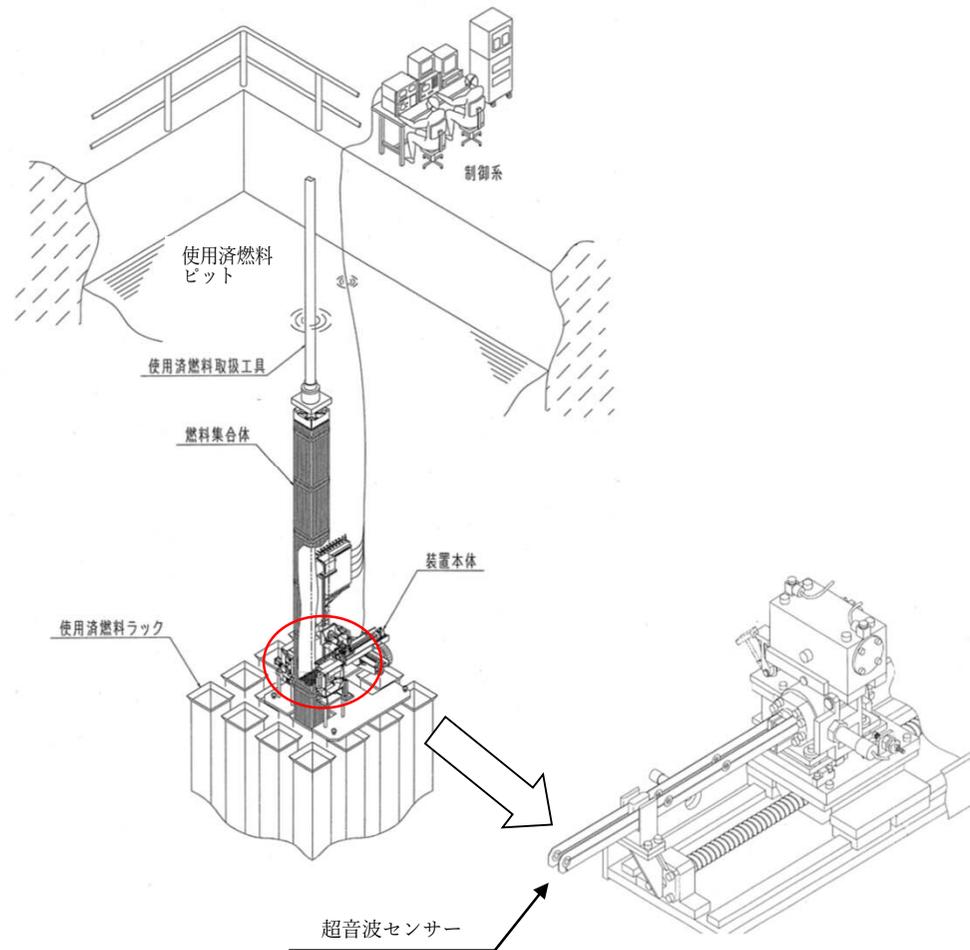


図1 超音波測定装置概要図

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料5) 超音波調査概要 (2/2)

- 当該装置は、マニピュレータにより超音波プローブを燃料棒の間げきに挿入し、プローブ発信子から超音波を発信する(図2)。
- 発信された超音波は、水および燃料被覆管を伝搬した後、超音波プローブの受信子で受信される。
- 超音波は燃料棒内の水によって吸収され減衰するため、測定された超音波受信強度を健全燃料棒と比較評価することで、燃料棒への浸水の有無を判定し、漏えい燃料棒を検出する(図3)。

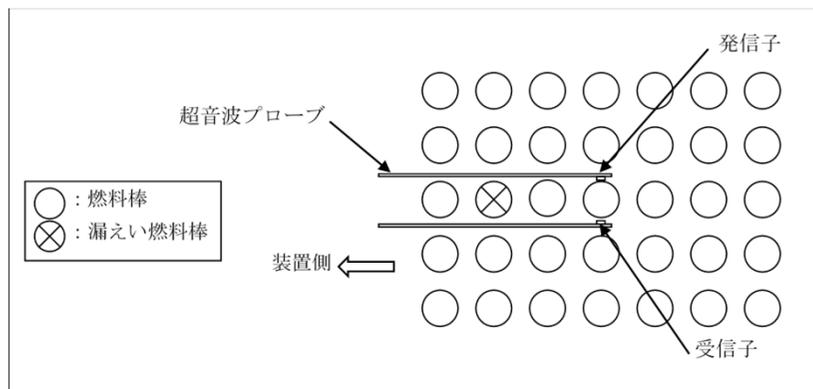


図2 超音波プローブ挿入状況

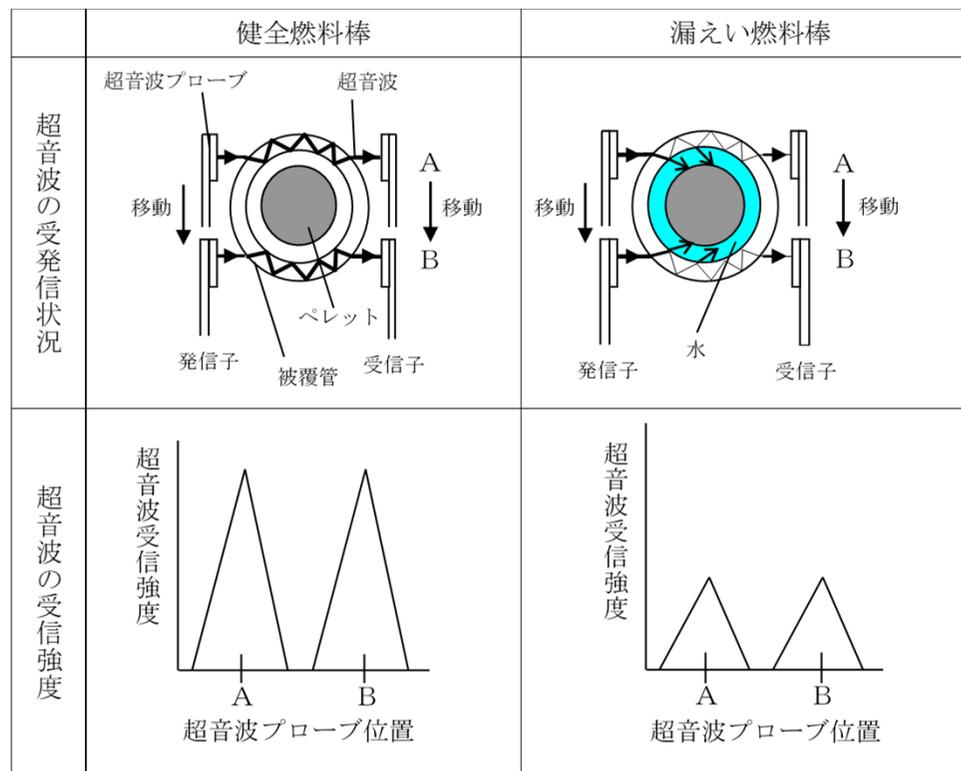


図3 超音波による検出原理説明

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料6) ファイバースコープ調査概要

- ファイバースコープ調査は、超音波調査にて特定された漏えい燃料棒等について、ファイバースコープを用いて燃料棒表面および支持格子部を観察するものである(図1)。

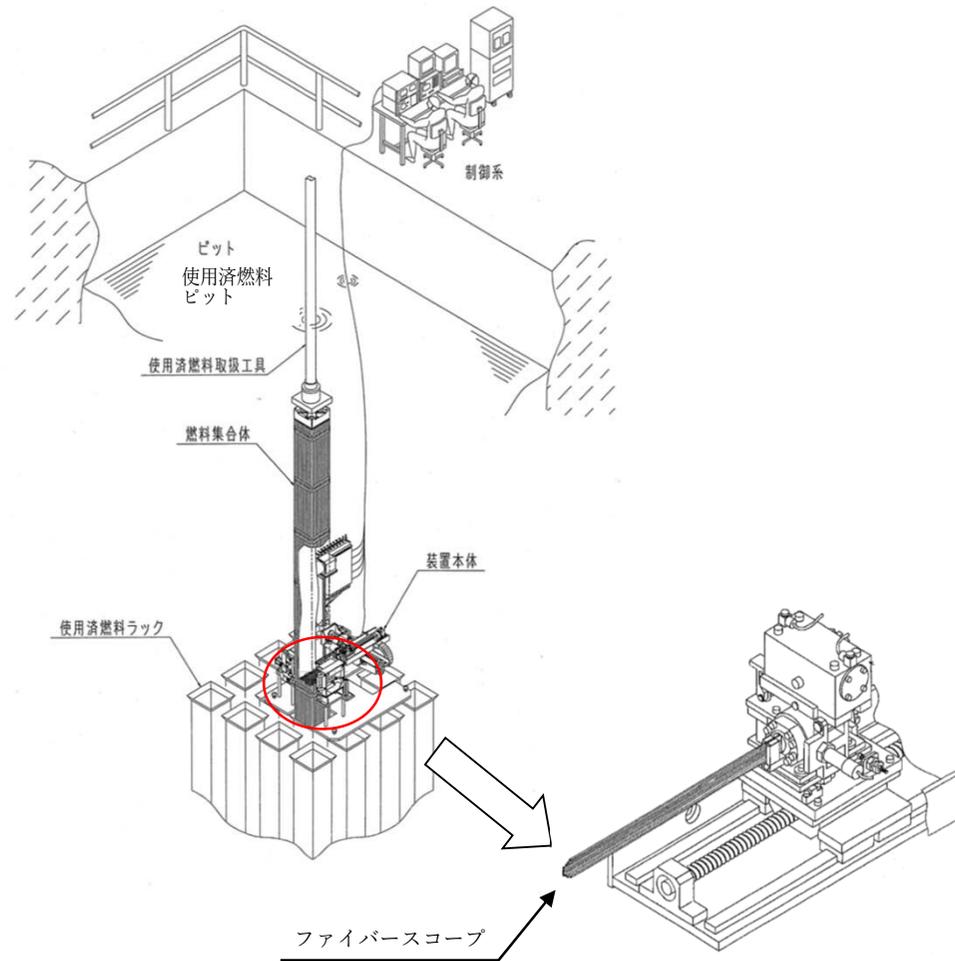
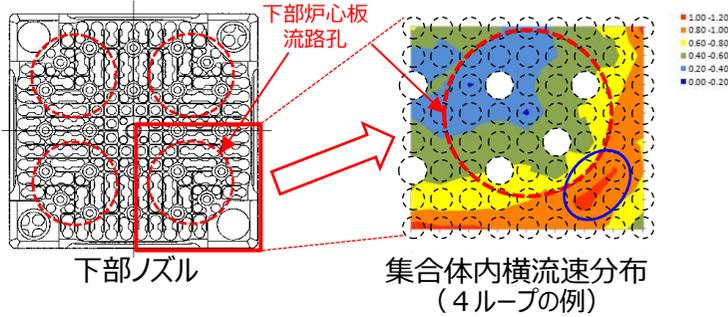


図1 ファイバースコープ装置概要図

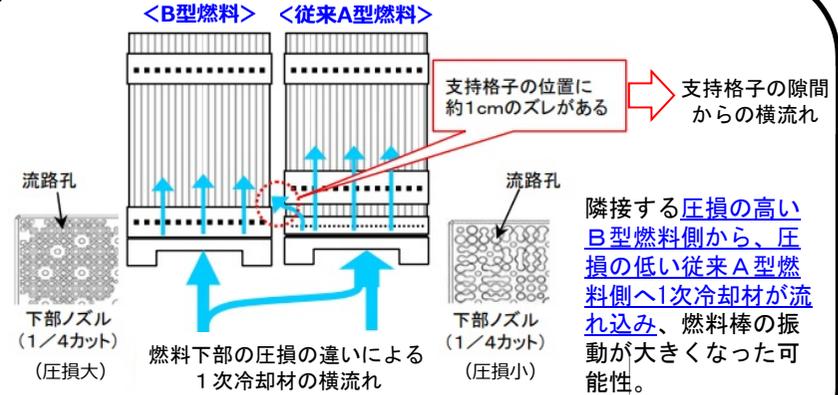
2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料7) 従来A型燃料に係る知見

① 集合体内流動要因

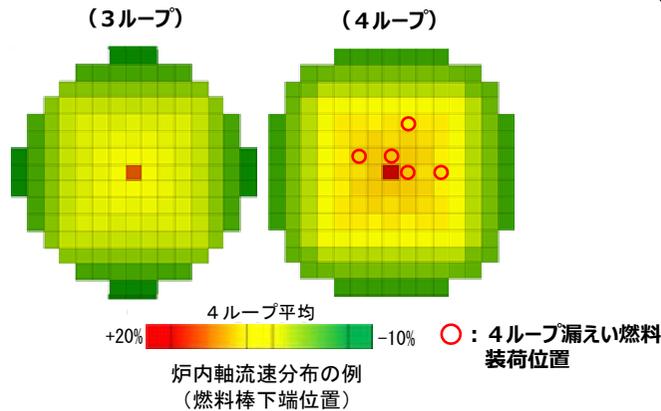


下部炉心板流路孔周縁部の集合体外側付近(青丸付近)で横流れが強い傾向があり、これにより燃料棒の振動が大きくなった可能性。

② 隣接燃料による流動要因

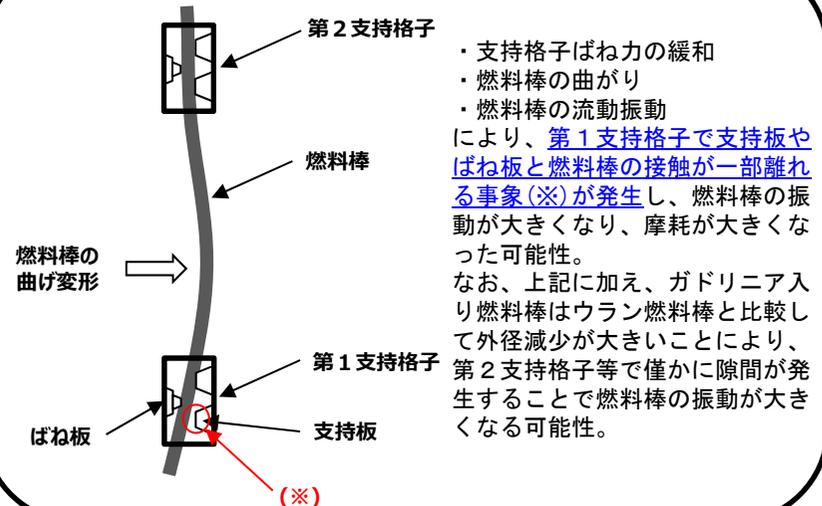


③ 炉内流動要因



炉心中央領域の流速が大きい位置に装荷されたことにより、燃料棒の振動が大きくなった可能性。
(3ループ炉心は4ループ炉心より、平均流速が約10%遅い)

④ 構造、照射要因



2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料8) 改良A型燃料の概要

＜改良A型燃料＞

- ・ 下部ノズル構造の変更 (図1)
- ・ 第1支持格子位置の変更、下部端栓の長尺化等 (図2)

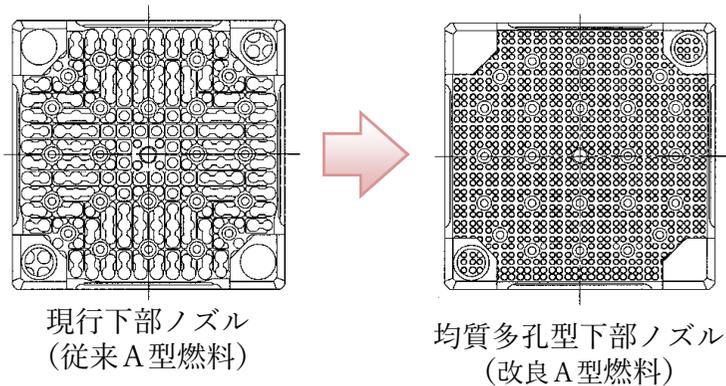


図1 下部ノズルの比較

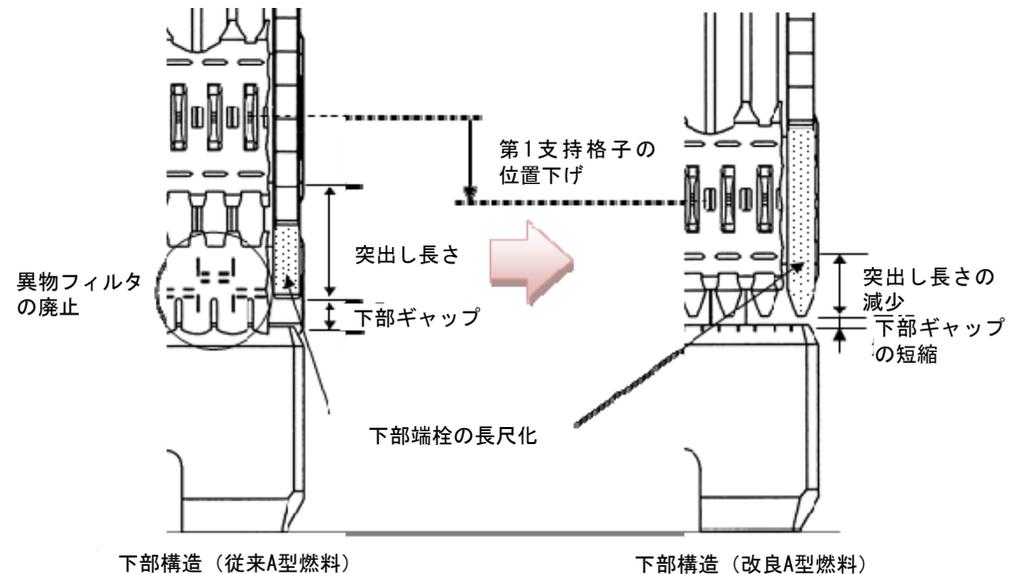


図2 第1支持格子位置、下部端栓形状等の比較

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(参考資料9) 従来A型燃料に対する運用上の対策 (1 / 2)

【炉心配置上の配慮】

1次冷却材の流れによる燃料棒の振動への影響をできるだけ低減するなどの観点から、下記を実施している。

- ✓ ガドリニア入り燃料棒については、第1支持格子内での隙間発生に加え、ウラン燃料棒と比較して外径減少が大きいことにより、第2支持格子等で僅かに隙間が発生することで燃料棒の振動が大きくなる可能性があることから、燃焼の進んだ（最終サイクル）ガドリニア入り燃料集合体（10%）は、念のため、Lコーナー位置に装荷しない※1（図1）
- ✓ 1次冷却材の流れによる燃料棒の振動が大きくなるように、1次冷却材の流れの大きな炉心中央位置に装荷しない（図2）
- ✓ 圧損や構造の異なる燃料と隣接して装荷する場合は、燃料集合体下部における1次冷却材の流れが大きくなるように、3面以上の隣接やL字隣接等、隣接面数が多くなる位置には装荷しない（図3）

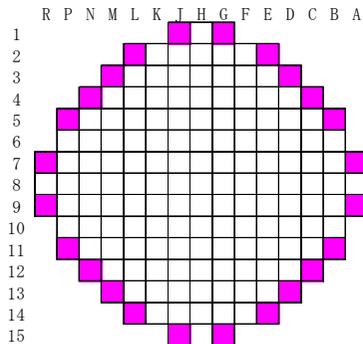


図1 Lコーナー位置

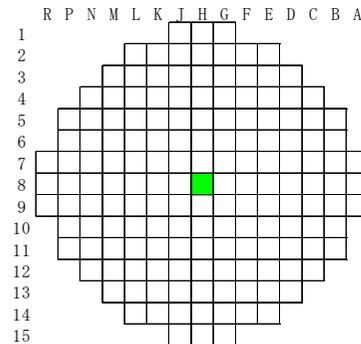
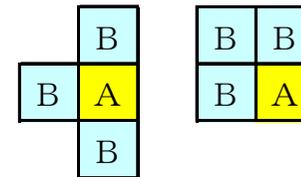


図2 炉心中央位置

【3面隣接】 【L字隣接】



A : 従来A型燃料
B : B型燃料（圧損や構造の異なる燃料）

図3 避けることが好ましい隣接条件の例

※1 「高燃焼度17行17列型燃料集合体を使用するに当たっての評価結果の国への報告について」
(原燃発第10-147号 平成22年6月11日 四国電力) に基づく。

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について

(参考資料9) 従来A型燃料に対する運用上の対策 (2/2)

【原子炉への装荷前のファイバースコープによる第1支持格子内隙間確認】

- 次サイクルで使用する予定があり、かつ2サイクル以上装荷された従来A型燃料について、原子炉への装荷前に、ファイバースコープにて第1支持格子内の燃料棒の支持部と燃料棒の間に隙間等がないことを抜き取り確認している※1。
- なお、第16サイクル燃料装荷前(3-15定検)においては、使用する予定のあった62体の中から10体が抜き取り確認対象となっていたが、今回の漏えい燃料2体は確認対象とはなかった。

燃料装荷前の第1支持格子隙間等確認実施結果

3号機	対象体数	抜き取り体数※2	結果
第13回定期検査	66体	11体	良
第14回定期検査	60体	10体	良
第15回定期検査	62体	10体	良

※1 「高燃焼度17行17列型燃料集合体の使用に当たっての確認について(指示)」
(平成22・02・03原院第3条第3号 平成22年2月5日 原子力安全・保安院)に基づく

※2 抜き取り確認の対象燃料は、燃料被覆管の摩耗の進展に影響を及ぼす可能性のある「燃焼度」、「装荷回数」および「装荷位置」を考慮して選定している。具体的には、次サイクルで使用する予定のある燃料であって、かつ2サイクル以上装荷された燃料のうち、装荷回数が同じ、かつ炉内の装荷位置が対称であった燃料を1グループとし、それぞれのグループから最も燃焼が進んだ燃料を選定している。

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料10) 追加調査の概要 (1/2)

➤ 従来A型燃料の漏えい要因調査で得られた共通要因について、漏えいにつながる可能性を確認するため、追加調査を実施した。

a. 高燃焼度域における使用実績調査

- ✓ これまで伊方発電所3号機において使用した従来A型燃料のうち、3サイクル以上使用し、燃焼の進んだ150体の実績について調査した結果、共通要因全てに該当するものが23体あり、そのうち3体（今回の漏えい燃料2体および前回の漏えい燃料1体）で漏えいが確認されている。
- ✓ なお、共通要因のうち、2つ、または1つに該当するものは111体あったが、いずれも漏えいは確認されていない。

【共通要因】

- ① 燃焼が進んだ高燃焼度域で発生したこと（4サイクル使用）
- ② 4サイクル目で炉心最外周に装荷されていたこと
- ③ B型燃料1体と隣接していたこと

使用サイクル数	最終サイクル装荷位置	体数	最終サイクルB型燃料との隣接の有無	
			B型隣接あり 【共通要因③】	B型隣接なし
4サイクル 【共通要因①】	炉心最外周 【共通要因②】	44体（3体）	23体（3体） 共通要因①～③	21体 共通要因①、②
	炉心最外周以外	18体	10体 共通要因①、③	8体 共通要因①
3サイクル	炉心最外周 【共通要因②】	0体	0体 共通要因②、③	0体 共通要因②
	炉心最外周以外	88体	72体 共通要因③	16体 共通要因無し

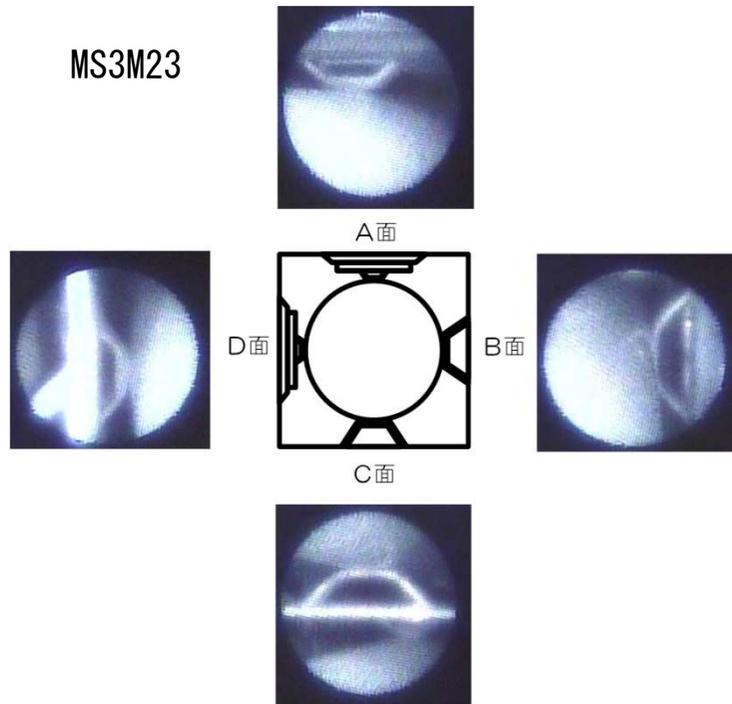
() 内は漏えい燃料体数。赤字は共通要因全てに該当するもの、青字は共通要因のうち、1つ、または2つに該当するもの。

2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料10) 追加調査の概要 (2/2)

b. 同じ使用履歴の燃料集合体に対するファイバースコープ調査

更に、共通要因全てに該当した場合の漏えいにつながる可能性を詳細に確認するため、第16サイクルで装荷されており、漏えい燃料2体と製造時期および使用履歴が同じで共通要因全てに該当する燃料集合体全数(6体)を追加調査の対象として選定し、従来A型燃料に係る知見から燃料棒の振動が大きくなる可能性があるとして評価されている位置をファイバースコープにより確認した結果、漏えい燃料棒に見られたような隙間等の異常は認められなかった。

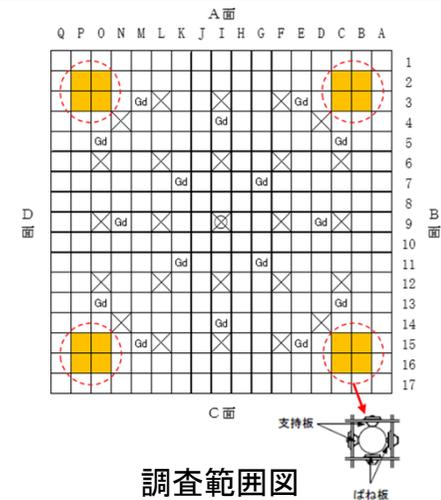
【ファイバースコープ追加調査結果】



例：健全燃料棒（燃料棒位置：0-02）の第1支持格子内の外観

ファイバースコープ追加調査対象燃料

製造時期	同製造時期燃料の装荷体数（漏えい燃料2体を除く）	燃料集合体番号	燃焼度
平成17年5月	6体	MS3M23	約54.1 GWd/t
		MS3M24	約54.2 GWd/t
		MS3M25	約54.2 GWd/t
		MS3M26	約54.4 GWd/t
		MS3M31	約54.3 GWd/t
		MS3M33	約54.3 GWd/t



2. 3号機第16回定期検査の実施状況について (参考資料1-1) その他調査の概要

(1) 設計に係る過去の知見等の調査

- 燃料漏えいに係る過去の知見の燃料設計等への反映を調査した結果、いずれも適切に反映されていることを確認した。

(2) 製造履歴、取扱履歴および運転履歴の調査

a. 製造履歴調査

- 漏えい燃料2体の製造履歴を製造時記録等により確認した結果、各々の構成部品毎に定められている検査の結果は全て判定基準を満足しており、異常は認められなかった。
- 第16サイクル開始時点で使用可能であった、漏えい燃料2体と同時期に製造した従来A型燃料(6体)、漏えい燃料2体と製造時期が異なる従来A型燃料(56体)についても確認した結果、異常は認められなかった。

b. 取扱履歴調査

- 漏えい燃料2体について、発電所受入後の取扱状況を新燃料受入検査記録、新燃料装荷前検査記録、燃料集合体外観検査記録、および燃料装荷・取出時の荷重記録により確認した結果、異常は認められなかった。

c. 運転履歴調査

- 漏えい燃料2体が装荷されていた第11～13、16サイクルの出力履歴および1次冷却材水質履歴について確認した結果、全て保安規定に定める運転上の制限値または基準値を満足しており、異常は認められなかった。

(3) 他の燃料タイプの調査

- 伊方発電所3号機では他の燃料タイプとして、改良A型燃料、B型燃料、MOX燃料を使用している。
- このうち、改良A型燃料は、従来A型燃料に係る知見を踏まえ、下部ノズルや第1支持格子等の構造を改良したA型燃料であり問題ない。
- また、B型燃料、MOX燃料は、従来A型燃料と下部ノズルの構造が異なり、第1支持格子内における1次冷却材の流れによる燃料棒の振動が起こる可能性は小さいことから、問題はない。

-
1. はじめに
 2. 第16回定期検査の実施状況について
 3. **連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況**
 4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況
 5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況

(1) 経緯

- 令和2年1月、3-15定検において4件のトラブルが連続して発生したことから、当社は定期検査を中断して再発防止対策を策定し、愛媛県・伊方町に報告するとともに、愛媛県知事・伊方町長からいただいた要請事項に取り組むことを条件に定期検査を再開した。
- 当社が策定した各トラブルの再発防止対策については完了しており、その後も継続的に、包括的な改善活動の推進などの取り組みを実施している。
- 愛媛県知事・伊方町長からいただいた要請事項に対しては、速やかに実施すべき項目への対応は完了しており、その後も継続的に、安全文化の醸成や技術力の維持・向上などの取り組みを実施している。
- また、要請項目のうち、更なる安全性確保のための対応である、断路器の恒常的な対策については、3-16定検において設備の改良工事が完了したところ。
- 連続発生したトラブルに係るこれまでの主な経緯は以下のとおり。

令和元年12月26日 定期検査開始

令和2年1月6日～1月25日 連続トラブル発生（1月25日定期検査中断）

- 1月6日 中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱
- 1月12日 原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタの引き上がり
- 1月20日 燃料集合体点検時の落下信号発信
- 1月25日 所内電源の一時的喪失

3月17日 各事象の原因と対策の報告書を愛媛県・伊方町へ提出

7月29日 環境安全管理委員会で対策内容を確認

8月3日 愛媛県知事・伊方町長から定期検査再開にあたってのご要請をいただく
(条件付きでの定期検査再開をご了解をいただく)

8月5日 定期検査再開

令和3年9月2日 環境安全管理委員会で対策の実施状況を確認

令和4年8月18日 環境安全管理委員会で対策の実施状況を確認

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況

(2) 愛媛県からのご要請への取り組み状況 (1/2)

赤字は、令和4年8月18日 伊方原子力発電所環境安全管理委員会にて報告した以降の状況を反映した箇所。

要請事項	取り組み状況
<p>①更なる安全性向上に向けた詳細調査の実施 「伊方発電所第3号機 原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がり」</p> <p>マグネタイト発生メカニズム、挙動等について継続的に調査・研究し、その結果を学会や専門誌等で発表するとともに、発生量の低減に向けて取り組むこと。</p>	<ul style="list-style-type: none"> マグネタイト発生メカニズム・挙動等についての調査・研究をフェーズ1、フェーズ2の2段階で実施。フェーズ1で当社が推定したメカニズムでマグネタイトの発生を確認し、フェーズ2でプラント起動時の水質環境下（200℃、弱酸性、酸化性雰囲気）でマグネタイト発生量が多くなる傾向を確認したため、マグネタイト低減策としてプラント起動時に運用可能な範囲で1次冷却材のpH上昇を実施することとした。（令和5年5月下旬のプラント起動時にマグネタイト低減策を実施） マグネタイト発生メカニズム・挙動等についての調査・研究の成果は、日本保全学会学術講演会（第17回：令和3年7月、第18回：令和4年7月）で発表実施。 また、令和5年5月に第30回原子力工学国際会議（ICONE30）で発表実施。
<p>②恒常的な対策による安全性の確保 「伊方発電所における所内電源の一時的喪失」</p> <p>再発防止策である部分放電診断と内部異物診断による状態監視の徹底と並行して、メーカーとも協議しながら、改造や新設備導入等による恒常的な対策による更なる安全性確保に取り組むこと。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 恒常的な対策が完了するまで、部分放電診断（常時計測）と内部異物診断による状態監視（1カ月に1回計測）を継続実施した。 恒常的な対策を検討し、一部断路器の撤去または改造を行うこととした。 恒常的な対策の改造工事を3-16定検で実施し、令和5年4月に完了した。
<p>③安全文化の醸成</p>	<ul style="list-style-type: none"> 日々の安全文化醸成活動を継続的に実施。（継続実施） 各自が自ら考える力を育成するため、安全文化の10の特性のうち自身の弱みを自ら抽出し、改善行動に繋げる取り組みを令和3年度から実施している。（継続実施） 原子力安全推進協会（JANSI）や外部講師などを活用し、海外の取り組みなどを含めた安全文化に関する教育を実施している。（継続実施） 当社幹部と発電所員等との間での双方向コミュニケーション形式での定期的な意見交換を継続する。 これらの取り組みについて、情報発信を実施する。（要請事項⑥への取り組み）
<p>④新チームの研鑽</p>	<ul style="list-style-type: none"> 作業要領書や作業計画の妥当性等を独立した立場からレビューする新チームは、試行・検証を実施し、令和2年9月に恒常的組織としてプロセス管理課を新設。レビュー活動の本格運用を開始した。 新チームの活動は日本保全学会第17回学術講演会(令和3年7月)で発表した。 プロセス管理課のレビュー活動は、リスクマネジメントの視点を取り入れるとともに、作業担当部門から独立した立場でレビューし、必要により改善事項を提案する運用としている。今後も運用しながら改善点抽出、改善策検討を継続して実施し、チームの技術力向上を図っていく。 なお、改善活動はCAPを活用して継続的に行っていく。 PRAを用いた定期検査時のリスク管理について、リスク管理の目安値やリスク低減に係る検討プロセスの明確化など、評価手法や運用の高度化を図った。（3-16定検から適用）

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況 (2) 愛媛県からのご要請への取り組み状況 (2/2)

赤字は、令和4年8月18日 伊方原子力発電所環境安全管理委員会にて報告した以降の状況を反映した箇所。

要請事項	取り組み状況
<p>⑤技術力の維持・向上</p>	<ul style="list-style-type: none"> ベテラン社員のノウハウ等の技術継承のため、ベテラン社員の視点・知見を作業要領書に落とし込む作業を実施した。 定検作業はベテラン社員と若手社員を組み合わせ実施していく。(継続実施) 他電力やメーカなど海外を含めた外部組織からの情報収集を引き続き行う。(継続実施) 従来から実施しているシビアアクシデント対応等を含めた教育訓練を継続実施するとともに、稀頻度作業の原子力保安研修所での訓練計画を整備した。訓練は令和4年度下期(3-16定検前)に実施し、引き続き、定期検査前に訓練を行う。(継続実施) 従来通り、安全上重要な作業は当社社員が主体となって実施する。(継続実施)
<p>⑥県民の信頼回復</p>	<ul style="list-style-type: none"> 毎年実施している訪問対話活動において、伊方発電所に関するリーフレットを配布するとともに、ご意見・質問への対応を行っており、今後も活動を継続していく。(継続実施) 令和2、3、4年度は新型コロナウイルス感染拡大時期であったため、リーフレットを各家庭に配布し、はがき、電話、メール等で寄せられた意見・質問への対応を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> 令和2年度 連続したトラブルの再発防止対策、使用済燃料乾式貯蔵施設の設置等 令和3年度 過去の保安規定違反に対する取り組み、連続したトラブルの再発防止対策、使用済燃料乾式貯蔵施設の設置等 令和4年度 安全文化の醸成・技術力の維持向上への取り組み、使用済燃料乾式貯蔵施設の設置等 当社の取り組み状況を説明する動画を制作し、当社HP、地域のCATVなどで情報発信を行っており、引き続き情報発信に取り組む。(継続実施) <ul style="list-style-type: none"> 令和2年度 連続したトラブルの再発防止対策等 令和3年度 過去の保安規定違反に対する取り組み状況等 令和4年度 安全文化醸成活動、技術力の維持向上への取り組み等 令和4年度は、更なる理解活動として、愛媛県民の皆様へ伊方発電所の取り組み状況を紹介するため、市・町が発行する広報誌(各市町が全戸配布)にQRコード付き広告を掲載し、伊方発電所の取り組み状況を説明する動画をご覧いただく試みを可能な範囲で実施。 日々の安全文化醸成活動を継続的に実施し、発電所員の安全意識向上に取り組む。(要請事項③で取り組む)
<p>⑦安全性の不断の追求について</p>	<ul style="list-style-type: none"> 継続的に最新知見等の収集を実施し、安全対策向上の検討に反映していく。 従来から実施している国内外の最新知見等の収集、評価、安全対策の検討を継続的に実施。 最新知見等の評価・安全対策検討の結果は安全性向上評価届出書※にまとめる。

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況

(参考資料1) 令和2年の連続トラブルに係る愛媛県からのご要請事項

①更なる安全性向上に向けた詳細調査の実施について

「事象2 伊方発電所第3号機 原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がり」については、他のプラントも含め過去に事例のない事象であることから、不完全結合の防止に留まることなく、PWR（加圧水型原子炉）の安全性向上という大局的かつ長期的な視点に立って、根本原因であるスラッジ（マグネタイト）発生メカニズム、挙動等について継続的に調査・研究し、その結果を学会や専門誌等で発表するとともに、発生量の低減に向けて取り組むこと。

②恒常的な対策による安全性の確保について

「事象4 伊方発電所における所内電源の一時的喪失」については、断路器の構造上、ごく稀に嵌合部に隙間が生じるために放電が発生したことが原因と推定されており、短絡の兆候が見られている同型断路器も確認されていることから、再発防止策である部分放電診断と内部異物診断による状態監視の徹底と並行して、メーカーとも協議しながら、改造や新設備導入等による恒常的な対策による更なる安全性確保に取り組むこと。

③安全文化の醸成について

安全文化の醸成は、一朝一夕に確立できるものではなく、継続的な取り組みが必要不可欠であるため、形式的な方法に陥ることなく、海外の取り組みも含め広く情報収集を行うとともに、双方向のコミュニケーションの重要性を意識して、効果的な取組方法を不断に見直すこと。

また、社員教育においては、教育する側も含めて参加者全員が様々な角度から議論できる体制を整備し、「問いかける姿勢」の定着のみならず、「問いかける能力」についても向上に向けて継続的に取り組むとともに、取組状況を積極的に発信すること。

④新チームの研鑽について

作業要領書や作業計画の妥当性等を独立した立場からレビューする新チームの設置は、非常に前向きで画期的な取組であるが、この新チームが十分機能し、トラブルの未然防止が図られるか否かは、今後の運用・活用方法次第であるため、新チームの活動自体にもCAP制度やリスク評価を活用するなど研鑽を重ね、伊方発電所の安全性向上を担う中核組織として育てること。

⑤技術力の維持・向上について

3号機一基体制となったことによる現場作業経験の減少やベテラン社員・作業員の定年退職等を踏まえ、これまで蓄積されたノウハウの維持が難しくなる懸念があるため、教育訓練の充実・強化に努めるだけでなく、他電力やメーカーなど海外を含めた外部組織からの情報収集を積極的に行うことにより、技術力の維持・向上に努めること。また、教育訓練については、これまでの内容に加え、外的事象やテロを含めたシビアアクシデントの防止や発生時の対応等の広範な知識の習得が強く求められているため、優先度も考慮しながら、合理的な訓練プログラムとしていくこと。

その上で安全上重要な作業については、四国電力社員が主体となって実施するとともに、社員一人ひとりが、電力事業者としての責任を持って取り組むこと。

⑥県民の信頼回復について

社長自らリーダーシップを強く発揮し、再発防止策及び上記追加要請事項の徹底による安全確保を図っていくとともに、その旨を県民に丁寧に説明すること。また、関係会社も含めた社員全員の安全意識の向上に不退転の覚悟で継続的に取り組み、県民の信頼回復に努めること。

⑦安全性の不断の追求について

これまで、国の求める安全基準は最低条件という認識で、その基準を上回るアディショナルな対策を要請してきたが、今回の連続トラブルを真摯に受け止め、また、この機会を捉え、再度、「安全対策に終わりはない」との強い信念の下、最新の知見等に基づく安全性を不断に追求し、自ら積極的に安全対策を講じること。

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況

(参考資料2) 令和2年に連続発生したトラブルの概要等 (1/3)

	概要	原因	再発防止対策と対応状況
<p>事象Ⅰ</p> <p>中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱</p>	<p>第14回定期検査（平成29年10月3日～平成30年11月28日）中の中央制御室非常用循環系点検作業について、保安規定に定める点検可能時期以外の期間で作業を実施していた。</p> <p>なお、当該作業以外の予防保全作業について、点検可能時期以外の期間で作業していなかったことを確認した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> •担当者は、保安規定記載事項の一部について誤った解釈をした状態であったこと、また、十分な確認を行わなかったことから、当該作業を実施してはいけない時期に計画した。 •作業許可にあたり、各承認者が当該作業の実施可能時期かどうかを確実にチェックできる仕組みが構築できていなかった。 •「問いかける姿勢」が欠けていたことから、組織としてのチェック機能も働かなかったものと推定した。 	<ul style="list-style-type: none"> •作業計画の妥当性を確認するチェックシートを作成し、承認を受ける運用を開始した。 【社内規定へ反映し運用開始済】 •保安規定が改定された場合には、周知に加えて改定内容に係る教育を実施する。 【社内規定へ反映済・継続実施】 •保安規定の運用について追加教育を行う。 【教育実施】 •定期的に実施している、原子力安全に対して組織や個人が持つべき習慣等に関する教育に、今回の事象を反映することで、「問いかける姿勢」が定着するよう繰り返し意識付けを行う。 【社内規定へ反映済・継続実施】
<p>事象Ⅱ</p> <p>原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタの引き上がり</p>	<p>原子炉からの燃料取出の準備作業として、制御棒クラスタと駆動軸との切り離しを行った後、原子炉容器の上部炉心構造物を吊り上げていたところ、制御棒クラスタ1体が上部炉心構造物とともに引き上げられた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> •制御棒クラスタ頭部の堆積物が駆動軸取り外し軸の先端と接手との間に詰まったことから、駆動軸を制御棒クラスタへ着座させた後、駆動軸先端が制御棒クラスタに沈み込み、不完全な結合状態となり、制御棒クラスタ1体が上部炉心構造物とともに引き上げられたものと推定した。 •切り離し操作後に意図せず再結合する事象は、これまで経験したことがない事象であったため、再結合となった状態を確認する手順がなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> •駆動軸が確実に切り離されていることを確認するため、駆動軸取り外し軸の位置を確認する手順を追加することにより、再結合を防止する。 【作業要領書へ反映済】 •駆動軸切り離し時に加え、駆動軸を制御棒クラスタへ着座させた後に再度重量確認や位置計測を行うことにより、再結合していないことを確実に確認する手順を追加する。 【作業要領書へ反映済】 •制御棒クラスタ頭部のスラッジを可能な限り減らすため、定期検査毎に制御棒クラスタ頭部の状況を確認し、スラッジが堆積している場合は除去する。 【3-15定検実施済・継続実施】

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況

(参考資料2) 令和2年に連続発生したトラブルの概要等 (2/3)

	概要	原因	再発防止対策と対応状況
<p>事象Ⅲ</p> <p>燃料集合体点検時の落下信号発信</p>	<p>燃料集合体を点検装置ラックに挿入する際に、当該ラックの枠に乗り上げたことにより使用済燃料ピットクレーンの吊り上げ荷重が減少し、燃料集合体の落下信号が発信した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 点検装置ラックの開口部が小さく、難度が高い作業となっていた。また、水中照明により点検装置ラックに影ができ、開口部の視認性が低下していた。 燃料集合体の点検装置ラックへの挿入状況の確認は操作員のみで実施していた。 燃料集合体が点検装置ラックと接触すること等により荷重変動が生じた際の対応が明確でなかった。 この作業の困難さを操作員のみが認識し、作業員全員で共有できておらず、改善につながっていなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 点検装置ラックの開口部を拡大する。また、本点検作業時には、状況を確認するための水中テレビカメラ、作業中の視認性向上のための水中照明を追加で設置する。【点検再開時に実施済】 燃料集合体の点検装置ラックへの挿入状況について、操作員に加えて作業責任者がダブルチェックを行う。【作業要領書へ反映済】 燃料集合体を点検装置ラックに挿入する際の注意事項として、点検装置ラックへの接触等により荷重変動が生じた際には作業を中断し、追加措置の必要性等を確認することを作業要領書に追記する。【作業要領書へ反映済】 今後、作業の難度を考慮し、作業員への聞き取り等に基づき適切な作業手順・作業環境とすることが作業要領書に反映されるよう、社内規定を見直す。【社内規定・作業要領書へ反映済】
<p>事象Ⅳ</p> <p>所内電源の一時的喪失</p>	<p>1、2号機の屋内開閉所において、保護リレー試験時に断路器が故障し、1～3号機へ供給していた18万7千V送電線4回線からの受電が停止した。その後、1、2号機は6万6千Vの予備系統から受電し、3号機は非常用ディーゼル発電機から受電した後に、50万V送電線からの受電に切り替え復旧した。</p> <p>今回の保護リレー試験では、断路器が故障すると数秒間でも3基が同時に停電する系統構成となっていた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 断路器の設備故障が直接的な原因であった。 断路器の開閉を行う内部部品の結合部分に、ごく稀に隙間が生じる構造となっていたため放電が発生し、放電に伴う発熱により結合部分が損耗し、隙間が拡大した。 その後、断路器開閉時に結合部の擦れが生じることで金属片が落下し、相间短絡（ショート）が発生し、保護装置が動作したものと推定した。 	<ul style="list-style-type: none"> 故障した当該断路器の部品を新品に交換する。【済】 その他断路器については、内部異常診断等により異常がないことを確認した。さらに、構造が異なる3号機の断路器についても、同診断により異常がないことを確認した。【確認実施済】 今後計画的に同一構造および使用状態が同じ断路器ユニット(13台)の内部開放点検を行う。【点検実施済】 恒常的な対策を検討する。【検討済。対策はP10参照】 当該断路器を加えた断路器(14台)について、内部異常診断による監視を強化する。【恒常対策完了し、監視強化終了】 今回の保護リレー試験の再開に際しては、一定の負荷を接続する必要があるが、1～3号機の同時停電を防止する観点から、3号機の所内負荷を接続しない系統構成（模擬負荷使用）とする。【試験再開時に実施済】

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況 (参考資料2) 令和2年に連続発生したトラブルの概要等 (3/3)

	改善策	対応状況
総合評価	作業要領の充実	・3-15定検の全作業要領書の見直し【実施済】
	作業計画段階におけるレビューの強化 (新チームの設置)	・新チームを設置し、作業要領および作業実施時期のレビュープロセスを構築し、試行・検証を行い、令和2年9月から「プロセス管理課」を設置し、本格運用を開始 【実施済・継続実施】
	包括的な改善活動の推進 ・作業振り返り等による改善抽出 ・CAP※1のインプット充実等	<ul style="list-style-type: none"> ・作業後に振り返りを実施するよう標準発注仕様書を改正【実施済】 ・下記事項などを、EAM※2に登録し、CAPによる改善活動を実施【継続実施】 <p>作業計画段階のレビュー結果、作業要領書の気付き事項、メーカーからの各種情報 当社幹部との意見交換会での要望事項、他部門や外部機関によるレビュー結果</p> <p>※1 CAP : Corrective Action Program (是正処置プログラム) ※2 EAM : Enterprise Asset Management (統合型保修管理システム)</p>
	安全意識の共有 ・当社幹部等との意見交換の充実	・当社幹部等と所員の意見交換を実施【継続実施】
	技術力・現場力の維持向上 ・教育訓練機会の増加 ・ベテラン社員・作業員からの技術継承	<ul style="list-style-type: none"> ・関係会社・協力会社と協議し、教育・訓練計画を検討【完了】 ・ベテラン社員・作業員からの技術継承を継続【継続実施】
	従来進めてきた保安活動の一層の推進	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な組織・体制の維持、リスク情報活用の推進、保守管理プロセスの着実な運用、職場環境の改善活動、外部組織によるレビューなどの従来の活動を継続的に推進 【継続実施】

総合評価：4件のトラブルに対する個々の原因究明と再発防止対策の策定に加え、これらの背景の分析とそれを踏まえた改善策を取りまとめたもの

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況 (参考資料3) マグネタイト生成メカニズム、挙動に関する調査結果

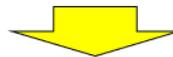
2. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況

(4) マグネタイト生成メカニズム、挙動等に関する調査 (2/2)

【フェーズ2 調査の結果】

- SUS410の腐食量に与える水質（水温、pH等）の影響を把握するための腐食試験の結果は以下のとおり。

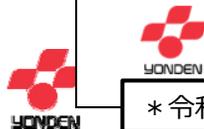
影響因子	結果
①水温	プラント起動時を想定した水質環境下におけるSUS410の腐食速度は、実機の駆動軸で想定される温度範囲のうち、中央付近と想定される水温200℃で極大を示した。
②pH	プラント起動時の水質（ほう素濃度とリチウム濃度）においては、水温200℃と想定される駆動軸中央部付近は中性点以下（弱酸性）となり、運転中のように中性点以上（弱アルカリ性）の環境下と比較して腐食速度が速いことを確認した。
③溶存酸素	同水温・pH _T の水質環境下においては、プラント起動時のような溶存酸素濃度が高いと想定される酸化性雰囲気下で腐食速度が高くなる傾向が認められた。
④浸漬時間	腐食速度は、3サイクル経過時点で起動時が2.37mg/dm ² /日（約0.2μm/サイクル）、運転時が0.05mg/dm ² /日（約0.3μm/サイクル）となり、起動時および運転時を踏まえた浸食度は約0.5μm/サイクルと、駆動軸本体の板厚に対して十分小さい。また、腐食生成物量は、起動時を想定した水質環境下で多い。



- プラント起動時および運転時に生成した酸化皮膜により、駆動軸内表面の腐食速度は大幅に低下しており、今回の試験で得られた浸食度で腐食が継続したとしても、駆動軸本体の板厚に対して十分小さく、駆動軸機能に影響を及ぼすものではないと推察される。
- 駆動軸内表面への腐食は、プラント起動時の水質環境下（200℃、弱酸性、酸化性雰囲気）で生じやすいと推察される。

⇒起動時を対象とした腐食量低減策（運用可能な範囲でのpH上昇）の検討が有効。

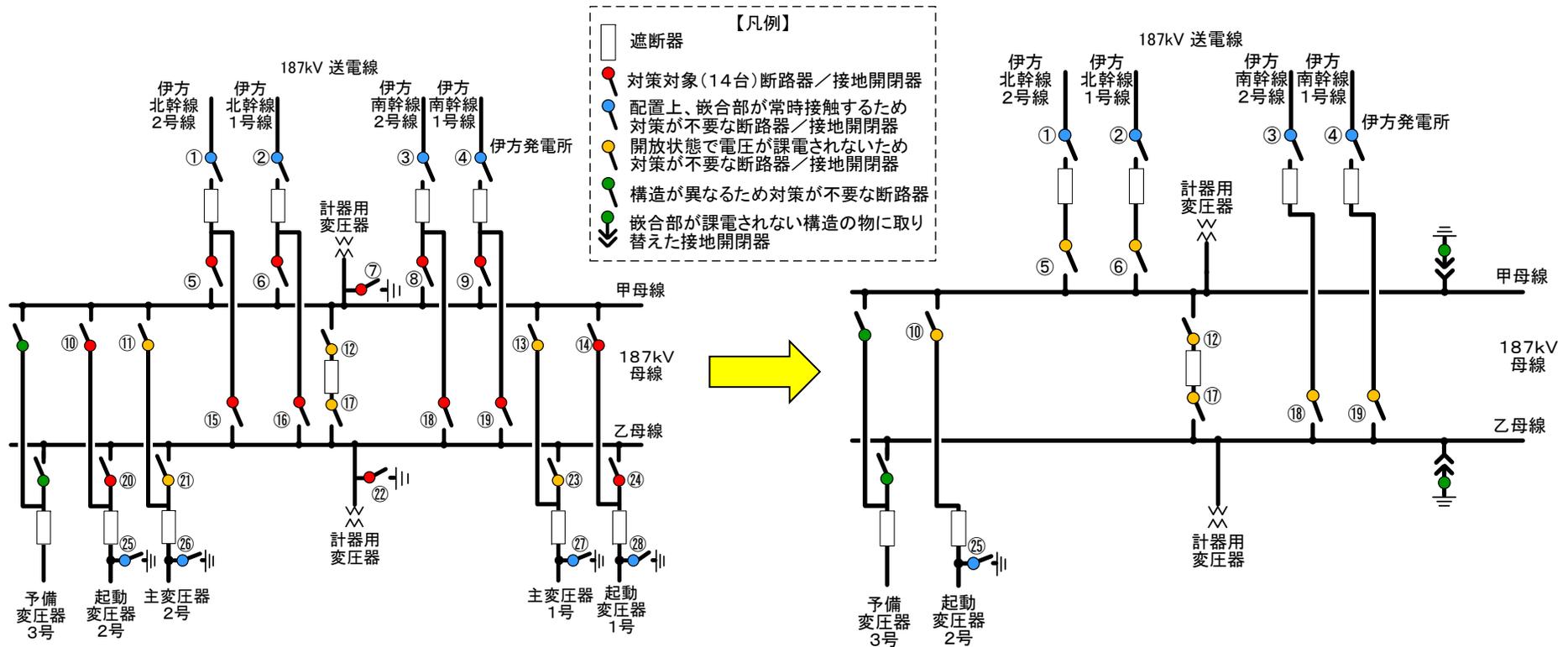
⇒次の定期検査後のプラント起動時にマグネタイト発生量低減策を実施する予定。



3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況

(参考資料4) 1、2号機の187kVガス絶縁開閉装置の恒常的な対策の実施

- 3-15定検中の令和2年1月25日に1、2号機の187kVガス絶縁開閉装置（GIS）において、1個の断路器で短絡が発生し送電線からの受電が停止した。これによって、伊方発電所の所内電源が一時的に喪失した。
- 断路器で短絡が発生した原因は、断路器内部の可動接触子と絶縁操作軸埋金の嵌合部（以下、「嵌合部」）が非接触状態（断路器が開放状態）で電圧が課電されることによって、嵌合部に放電が発生し、最終的に短絡に至ったものと推定した。このため、再発防止策として断路器の部分放電診断・内部異物診断などを実施した。
- 更なる安全性確保のため、1、2号機が廃止となったことを踏まえ、運用上必要がなくなった断路器を撤去して、片母線での接続とすることで断路器が開放状態で嵌合部に電圧が課電されないようにすることとし、3-16定検で断路器の改造を完了した。（令和5年4月完了）



事象発生時の187kV GIS構成図

恒常的な対策完了後の187kV GIS構成図



3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況 (参考資料5) 令和4年度の訪問対話活動の実施状況

- ▶ 毎年実施している伊方発電所周辺（発電所から20km内）の訪問対話活動は、新型コロナウイルス感染防止の観点から、対面での実施が難しくなったことから、令和4年度は9月～10月に「安全文化醸成や技術力の維持・向上への取り組み」や「使用済燃料乾式貯蔵施設設置工事や伊方発電所1,2号機の廃止措置作業の状況等」を纏めたリーフレットを各世帯（26,668戸）へ配布し、同封のハガキ等いただいたご意見（81件）に個別にお答えする方法で実施した。※1（令和2、3年度も同様）
- ▶ 令和2年1月に伊方発電所で連続して発生したトラブル以降、地域の皆さまへの動画による情報発信にも注力しており、令和4年度は、伊方発電所における安全文化醸成や技術力の維持・向上への取り組みを詳しくご説明する動画「伊方発電所で働く人たち～安全への思いをひとつに～」を新たに制作し、9月～10月に地域のケーブルテレビ3局で放送した。動画は当社ホームページでも公開している。
- ▶ また、更なる理解活動として、愛媛県内の皆様へ伊方発電所の取り組み状況を紹介するため、市・町が発行する広報誌（各市町が全戸配布）の広告欄を活用し、伊方発電所の取り組み状況を紹介させていただく試みを可能な範囲で実施した。

※1：令和4年12月21日公表済み

皆さまからご信頼いただける伊方発電所を目指して

発電所を運営していくうえで私たちが何よりも大切にしているのは、安全を確保することです。伊方発電所で働く一人ひとりが責任感と使命感を胸に、安全を最優先にする文化と、これまで培ってきた技術力を次の世代にも確実に引き継ぎながら、より良い発電所を目指す取り組みを今日も続けています。



安全文化を育んでいくために

発電所で働く一人ひとりが基本ルールを遵守し、一つひとつの作業を慎重かつ確実に進めていくため、安全を最優先にする文化を一層確かなものとする取り組みを進めています。



社長をはじめとした当社の経営層・幹部と発電所員との双方向コミュニケーションの充実を図り、安全意識の共有に向けた意見交換の場を設けています。



日々の業務の中での軽微な気づきや改善提案を幅広く収集するしくみを構築し、改善活動を推進することで、トラブルの未然防止に努めています。

国の安全基準を満たすのみにとどまらず、発電所の安全性をさらに高めることができ、各種設備とその運用の現状を自主的に評価し、改善を図る活動を継続的に実施しており、この結果は、「安全性向上評価」として定期的に取組み、公表しています。



本年7月、伊方発電所3号機では2回目となる安全性向上評価を取りまとめた。日々の運転管理を通じた気づきや国内外の最新知見の収集・分析などの結果を手順書や訓練プログラムに反映し、一層の安全確保に向けた意識づけを図るなど、リスク低減に向けた取り組みを進めています。今後も、「安全対策に終わりはない」という強い信念のもと、発電所の安全をたゆまず追い求めています。

技術力を維持し、高めていくために

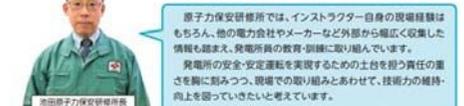
3号機一基の体制となったことによる現場作業経験の減少やベテラン社員の定年退職に直面する中でも、現場の技術力を維持し、一層高めていくための取り組みを進めています。



ベテラン社員の視点と知見を作業の要領書に反映しているほか、日々のパトロールや点検作業は若手社員とベテランを組み合わせて行うなど、技術継承に努めています。



原子力保安研修所（松山市）では、実習の発電所と同じ制御盤や配管などを用いながら、さまざまな事態を想定した訓練を継続的に行い、発電所員の力量を高めています。



原子力保安研修所では、インストラクター自身の現場経験はもちろん、他の電力会社やメーカーなど外部から幅広く収集した情報も踏まえ、発電所員の教育・訓練に取り組みしています。発電所の安全・安定運転を実現するための土台を担う責任の重さを胸に掴みつつ、現場での取り組みとあわせて、技術力の維持・向上を図っていきたくと考えています。

伊方発電所でのこうした取り組みは、動画でもご紹介しています。



訪問対話活動リーフレットの一部

安全への思いをひとつに

伊方発電所では、安全を最優先にする文化と、これまで培ってきた技術力を確実に引き継いでいます。

発電所の取り組み、動画をご紹介しています

【お問い合わせ先】(平日9:00～17:00)
原子力本部 エネルギー広報グループ ☎ 089-946-9730
伊方発電所 広報課 ☎ 0894-39-1701

広報誌への掲載例



3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況 (参考資料6) プロセス管理課の活動状況 (1/2)

- 当社は、20年以上前から確率論的リスク評価（PRA）の活用に取り組んでおり、福島第一原子力発電所事故以降、更なる安全性向上を目的として、「伊方3号プロジェクト」によるPRAモデルの高度化やPRAから得られるリスク情報の適用拡大に積極的に取り組んでいる。
- 定期検査中のリスク管理の高度化として、プロセス管理課では各所と連携して、高度化したPRAモデルを活用して定期検査工程のリスク評価を行うとともに、リスク低減に係る検討プロセスの明確化などのリスク管理要領を見直した。（3-16定検から適用）

〈リスク管理要領の見直し方針〉

定期検査工程に係るリスク管理は、リスクの評価値と目安値を比較し、必要に応じてリスク低減のための対応を行う。

○リスクの評価値

- ・ リスクの瞬時値：定期検査中の個々の運転操作や保守作業等により生じるリスクの高さ
- ・ リスクの積算値：定期検査を含む一定期間中の運転操作や保守作業等により積み重なるリスクの合計

○目安値

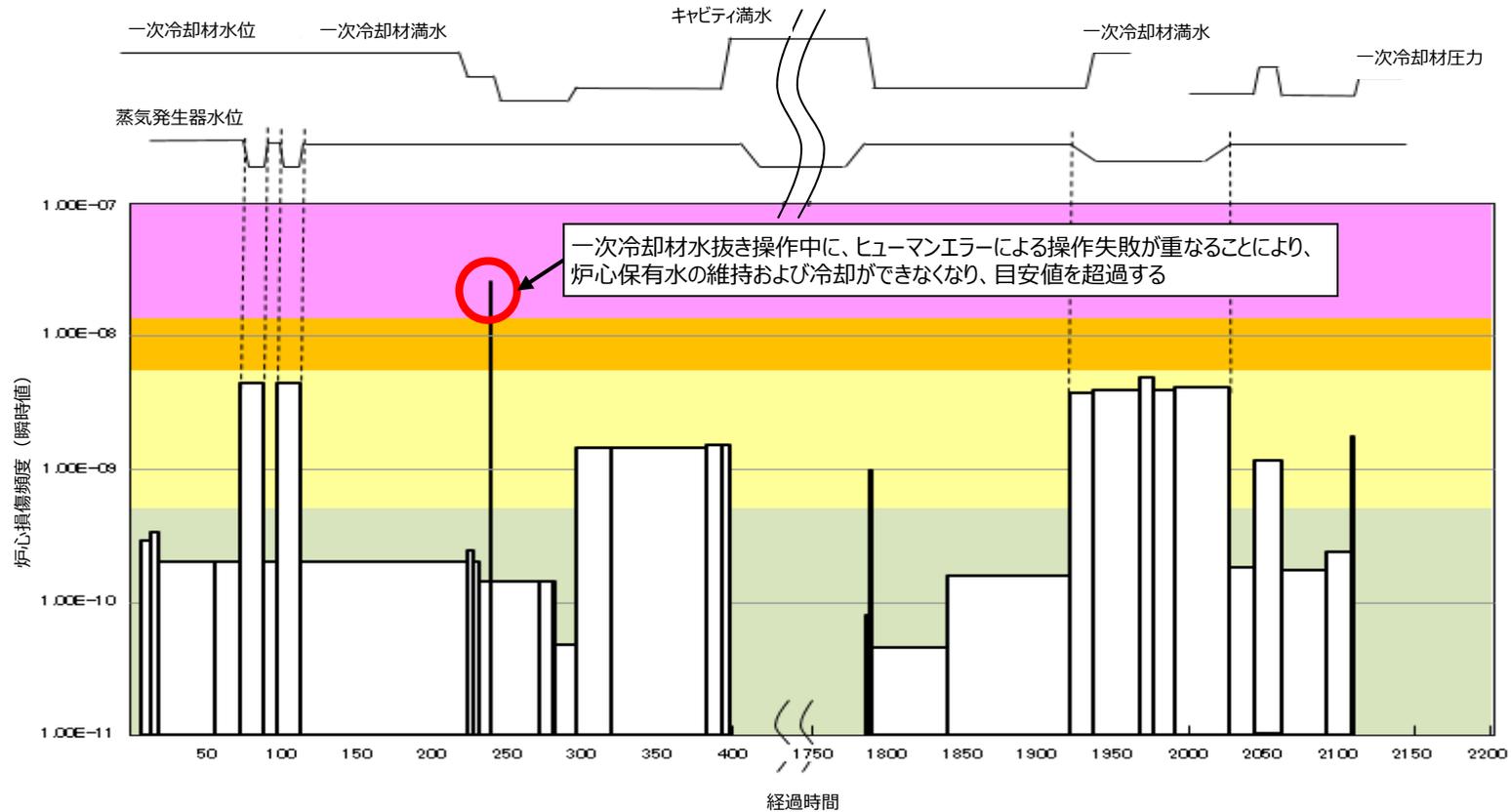
旧原子力安全委員会が検討した「性能目標」（案）の一つであり、平成25年4月に原子力規制委員会が「安全目標を議論する上で十分に議論の基礎となるものと考えられる」とした「炉心損傷頻度(CDF): 10^{-4} /炉・年程度」を参考に、次のとおり設定する。

- ・ リスクの瞬時値の目安値： 1.1×10^{-8} /時間
- ・ リスクの積算値の目安値： 1.0×10^{-6} /年

- リスクの評価値が目安値を超える場合は、リスク低減のための対応（補償措置）を検討し、その妥当性を原子力本部大で確認し、承認を得ることを基本とする。また、目安値を超えていない場合でも、リスクレベルに応じた補償措置を行う運用とする。（目安値を含めて4段階のレベル（4色のカラーコード）を設定）

3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況 (参考資料6) プロセス管理課の活動状況 (2/2)

- 具体的には、3-16定検の工程(案)を評価した結果、「リスクの瞬時値」が、設定した目安値を一時的に超過する期間があることを確認したため、超過する要因に対して補償措置を検討した。以下にその一例を示す。



補償措置	具体的な内容
操作員に対し、事故シナリオを事前に周知することによる注意喚起、対策強化の実施	<ul style="list-style-type: none"> 炉心損傷に至る事故シナリオの周知 水抜き停止操作の事前確認、常時水位監視の徹底 目標水位到達予定時間を中央制御室内に掲示
工程の変更	<ul style="list-style-type: none"> 水抜き完了までの制限時間の延長 等

-
1. はじめに
 2. 第16回定期検査の実施状況について
 3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況
 4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況
 5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況

(1) 経緯

- 令和3年7月(3-15定検中)に伊方発電所で過去に当社元社員A(現在は退職)が、宿直勤務中に発電所を抜け出し、その間、一時的に伊方発電所原子炉施設保安規定(以下、「保安規定」という)に定める必要な要員数※1を満たしていない時間帯があったことが判明した。

〔元社員Aは、社内の担当部門(原子力部門以外)の調査で、約3年間に亘って会社経費で携行缶に給油したガソリンを私有車に給油していたことが判明したことから、令和2年5月に社内処分(懲戒休職6か月)を受け、同年11月に復職後、令和3年1月31日に自己都合退職。〕

※1 保安規定に定める必要な要員数

新規制基準施行後に策定した保安規定(平成28年4月実施)では重大事故等が発生した場合に対応を行う要員数(22名以上)を定めており、夜間・休日は発電所構内に必要な要員を宿直させている。

- 調査の結果、本事案の原因は
 - (1) 原子力安全に対する意識やコンプライアンスを徹底するという意識を欠いていた
 - (2) 当番者の管理に十分ではない点があった
 - (3) 当番者の交代に係るルールが一部不明確であったなどが推定されたため、それぞれ再発防止策を策定し、必要な対応を完了している。
- 当社は再発防止対策を策定し、愛媛県・伊方町にご報告するとともに、愛媛県知事・伊方町長からいただいた要請事項に取り組むことを条件に3号機の運転を再開した。また、要請事項に対して、しっかりと受け止め、伊方発電所の更なる安全性向上に取り組むとともに、地域の皆様からの信頼回復に努めているところ。
- これまでの主な経緯は以下のとおり。

令和3年7月2日 通報連絡(第1報)実施

元社員Aが過去に宿直勤務中に発電所を抜け出し、その間、一時的に保安規定に定める必要な要員数を満たしていない時間帯があったことを確認

7月13日 通報連絡(第2報)実施

元社員A以外は外出実績の有無に係る調査で無断で発電所を抜け出した事案がなかったことを確認

9月8日 原子力規制委員会にて本事案は保安規定違反と評価(深刻度Ⅳ「通知あり」、再発防止策を継続確認)

9月10日 愛媛県および伊方町へ原因と対策の報告書を提出

10月25日 環境安全管理委員会で報告書の内容と対策の実施状況を確認

11月19日 愛媛県知事・伊方町長(11月10日)から3号機の運転再開にあたってのご要請をいただく。
(条件付きでの3号機の運転再開をご了解をいただく。)

令和4年8月18日 環境安全管理委員会で対策の実施状況を確認



4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況

(2) 愛媛県からのご要請への取り組み状況

赤字は、令和4年8月18日 伊方原子力発電所環境安全管理委員会にて報告した以降の状況を反映した箇所。

要請事項	取り組み状況
<p>1 原子力事業者としての責任について</p> <p>福島第一原子力発電所事故の教訓を決して忘れることなく、安全最優先の取組を行うとともに、二度と要員の無断外出のような事案を発生させないよう、経営トップから協力会社社員一人一人に至るまで、原子力事業者としての責任や使命を自覚するよう改めて徹底すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 当社幹部と発電所員等との意見交換や、幹部からの訓話・督励等の機会をとらえ、原子力事業者としての責任や使命を自覚するよう伝えている。(継続実施) 令和4年度実績：30回 令和5年度実績(6月末時点)：8回 保安規定の遵守や企業倫理の徹底、コンプライアンス教育を年1回実施。(継続実施) 職場単位で身近な問題、疑問について、自由に議論し、より良い職場へと改善を図る活動(職場研究会など)を年1回実施。(継続実施) 令和4年度は、リスクマネジメントの理解・浸透を計る目的で、リスクマネジメントに係る職場研究会を実施し、各担当の業務が有するリスクについて議論が行われ、リスクの特定・共有、既存の措置の重要性の再認識あるいは改善提案が促進された。 令和4年度は、外部講師を招き、福島第一原子力発電所事故の教訓を題材とした講演を開催し、福島第一原子力発電所事故を風化させない取り組みを実施。
<p>2 安全性の向上と県民の信頼回復について</p> <p>再発防止策の確実な実施はもとより、これまで以上に安全性向上に努め、技術力の維持・向上や安全文化の醸成に取り組むこと。</p> <p>また、再発防止策や安全文化の醸成活動の実施状況について、県民に対してより一層丁寧に説明し、県民の信頼の回復に努めること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 連続発生したトラブルの反映でも実施している「③安全文化の醸成活動」、「⑤技術力の維持・向上」、「⑥県民への信頼回復」の取り組みにて実施。(継続実施)
<p>3 「えひめ方式」の徹底について</p> <p>かねてより要請している「えひめ方式」の通報連絡体制の徹底について、「えひめ方式」が信頼関係の根幹であることを再認識し、遺漏なく実施すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 伊方発電所の運営には、地域の皆様のご理解のうえに成り立っていることを再認識のうえ、地元との信頼関係の礎である「えひめ方式」による情報公開の徹底に努めている。(継続実施)

4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況

(3) 再発防止策に対する評価等 (1/2)

a. 再発防止策の評価

- 再発防止策である当番者の待機状態の管理強化や発電所の入退出者の管理強化、当番者の交代管理強化、腕章着用等については、引き続き着実に運用できており、本事案と同様の問題は発生していないことから、再発防止策が機能していると評価する。

b. 安全文化醸成活動に関する評価

- 令和4年度は、安全文化の10特性のうち、令和3年度に実施した外部評価において改善の余地がみられた、自主的・自律的に改善するための特性である「CL（継続的な学習）」の意識の向上を図るため、「リスクマネジメントの理解・浸透」に係る活動を行い、自主的・自律的に改善していく意識の活性化を図った。

(具体的な活動内容)

- ・ 「リスクマネジメント」に関する社内規定を制定し、原子力部門の要員に対して周知会を実施した。
 - ・ 「リスクマネジメント」をテーマとした職場研究会を実施し、各自の業務に潜在するリスクを抽出し、改善策の検討を行った。
- また、これらの取り組みを評価するにあたり、意識調査を行った結果、
 - ・ 原子力部門の要員の大部分がリスクマネジメントに対する理解が深まったと回答した
 - ・ 継続的改善に取り組む姿勢など、「CL（継続的な学習）」に関連する項目について意識が高い結果となった

ことから、自主的・自律的に改善していく意識の向上が図れていると評価する。

安全文化の10特性
PA (個人の責任)
QA (問いかける姿勢)
CO (安全に対するコミュニケーション)
LA (リーダーの責任)
DM (意思決定)
WE (尊重しあう職場環境)
CL (継続的な学習)
PI (問題の把握と解決)
RC (問題を提起できる環境)
WP (作業プロセス)

4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況 (3) 再発防止策に対する評価等 (2/2)

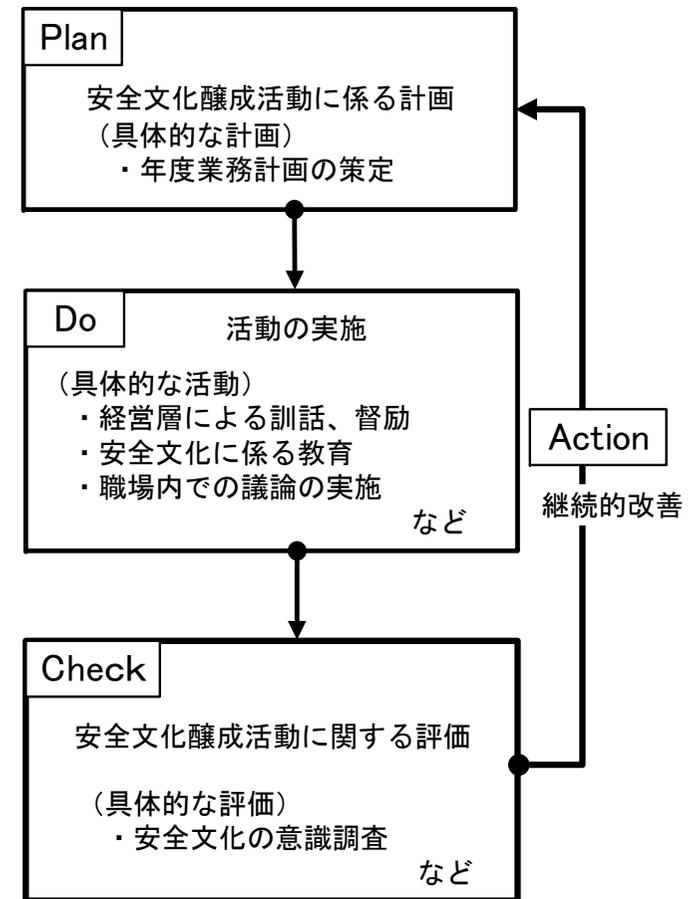
c. 安全文化醸成活動に係る計画

- 令和5年度は、再発防止策として実施している
 - ・ 経営層による訓話、督励
 - ・ 安全文化に係る教育
 - ・ 職場内での議論の実施 など

に加え、リスクマネジメントの実践・定着に向けて、各部所の職場環境・業務内容に応じたリスクマネジメント活動を推進していく。

- また、他の電力各社の安全文化醸成に関する良好事例などの調査を継続し、より効果的な取り組みとなるよう改善していく。
- 引き続き、安全文化醸成活動を通じて、伊方発電所の安全文化に関する意識の向上に取り組む。

安全文化醸成活動について



4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況 (参考資料1) 過去の保安規定違反の概要等

- 発電所関係者からの匿名による申告（令和2年6月24日確認）があり、その内容は「元社員A（現在は退職）が宿直勤務中に発電所を抜け出し業務を放棄していたが、保安規定不適合事案として是正および公表されないのはなぜか」とするものであった。
- 本申告を受けて、コンプライアンス推進委員会※1で調査を実施した結果、元社員Aが宿直当番の日に社有車を使用して5回（うち4回は運転日誌に偽名を使用）発電所外に出ていることが確認され、5回の外出時間帯は、伊方発電所の保安規定（緊急時対応要員として22名が宿直当番に従事）を一時的に満たしていない状態であったことが判明した。また、発電所の出入管理記録、社有車の運転日誌、アンケート等の調査の結果、元社員A以外には、当番中に不正に発電所外へ出た者は確認されなかった。

※1:コンプライアンス推進委員会

法令遵守および企業倫理の徹底を図るため、平成14年12月に設置。社長を委員長、総務担当役員を主査とし、経営企画部長や広報部長など部門横断的な立場から判断のできる間接部門の長などで構成。今回の調査は中立的第三者である社外弁護士の助言・指導の下で実施。

➤ 推定原因と再発防止策

推定原因	再発防止策
1 原子力安全に対する意識やコンプライアンスを徹底するという意識を欠いていた	<ul style="list-style-type: none"> • 経営層による訓話、督励 【継続実施】 • 保安規定等の遵守、企業倫理の徹底についての特別教育 【継続実施】 • コンプライアンス教育 【継続実施】 • 職場内での議論の実施 【継続実施】
2 当番者の管理に十分ではない点があった	<ul style="list-style-type: none"> • スマートフォンによる宿直当番者の所在確認 【継続実施】 • 宿直当番者の点呼の追加 【継続実施】 • 発電所退出者管理の強化 【継続実施】 • 社有車の管理の強化 【継続実施】
3 当番者の交代に係るルールが一部不明確	<ul style="list-style-type: none"> • 当番者の交代管理等の強化 【継続実施】 • 腕章による平日当番者の意識付け 【継続実施】

上記の他、伊方発電所員の懲戒事案については、事案の内容を担当部署から原子力部門に連絡し、原子力部門において、原子力安全上の問題がないか確認することとした。【継続実施】

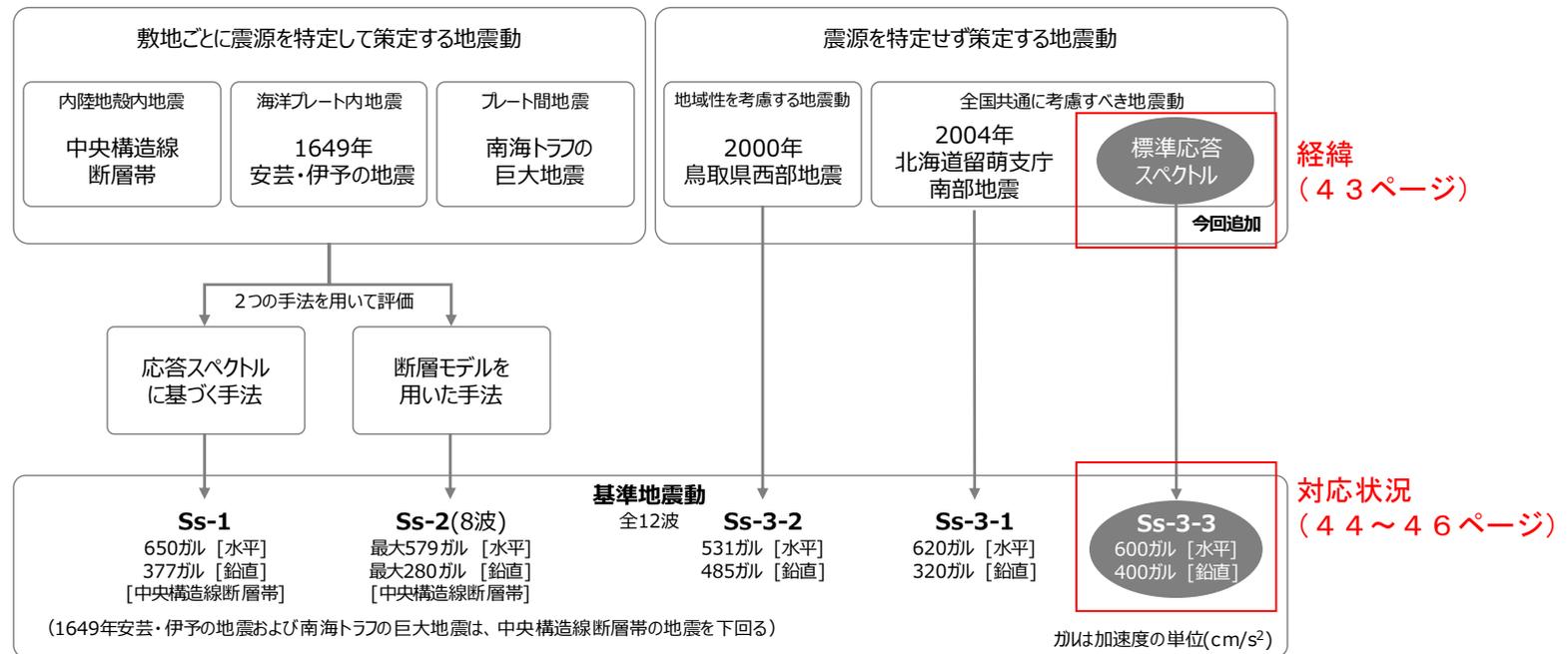
-
1. はじめに
 2. 第16回定期検査の実施状況について
 3. 連続発生したトラブルの再発防止対策の実施状況
 4. 過去の保安規定違反の再発防止対策の実施状況
 5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

(1) 伊方発電所3号機 標準応答スペクトルを考慮した基準地震動の追加対応について (1/5)

(経緯)

- ✓ 伊方発電所の耐震評価に用いる基準地震動は、発電所周辺の活断層調査結果を基に、発電所毎に策定する「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、全ての発電所において考慮する「震源を特定せず策定する地震動」により策定している。
- ✓ このうち、「震源を特定せず策定する地震動」は、地震の規模に応じて「地域性を考慮する地震動」と「全国共通に考慮すべき地震動」を策定しており、「全国共通に考慮すべき地震動」については、国の基準に示されていたマグニチュード (Mw) 6.5未満の14地震のうち、精度の高い地盤データが得られた北海道留萌支庁南部地震を基に策定している。
- ✓ そうした中、原子力規制委員会は、全国の原子力発電所において共通に適用できる地震動の策定方法を明確にする観点から、外部専門家を含めた検討チームを設け、過去に発生したMw6.5程度未満の89地震の観測記録の収集・分析を行い、「全国共通に考慮すべき地震動」として、新たに**標準応答スペクトル**※を策定した。
- ✓ 令和3年4月21日、国の基準が改正され、「全国共通に考慮すべき地震動」について、これまでの北海道留萌支庁南部地震を基に策定していた基準地震動に加え、**標準応答スペクトルを考慮した基準地震動の評価が求められることとなった。**



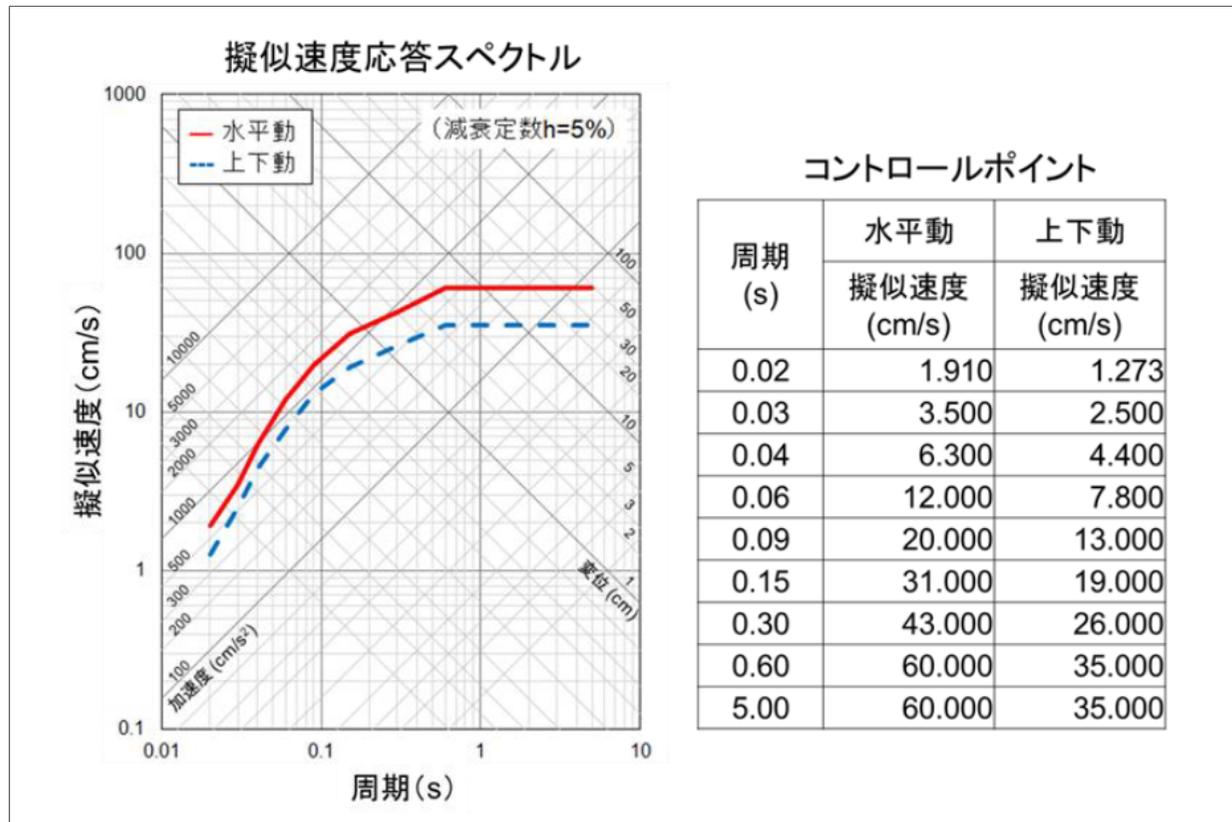
※ 応答スペクトル：いろいろな固有周期（構造物が揺れやすい周期）を持つ構造物に対して、地震動がどの程度の揺れの強さ（応答）を生じさせるかをわかりやすく示したもの。

5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

(1) 伊方発電所3号機 標準応答スペクトルを考慮した基準地震動の追加対応について (2/5)

(対応状況)

- ✓ 標準応答スペクトルは、「震源近傍の多数の地震動記録に基づいて策定した地震基盤相当面（地震基盤からの地盤増幅率が小さく地震動としては地震基盤面と同等とみなすことができる地盤の解放面で、せん断波速度 $V_s=2200\text{m/s}$ 以上の地層をいう。）における標準的な応答スペクトル」と定義されている。
- ✓ 伊方発電所は、敷地の解放基盤表面のせん断波速度が $V_s=2600\text{m/s}$ であり地震基盤面に相当することを踏まえ、標準応答スペクトルをそのまま震源を特定せず策定する地震動の設計用応答スペクトルとして考慮した。



「実用発電原子炉及びその附属施設位置、構造備基準に関する規則の解釈」より抜粋

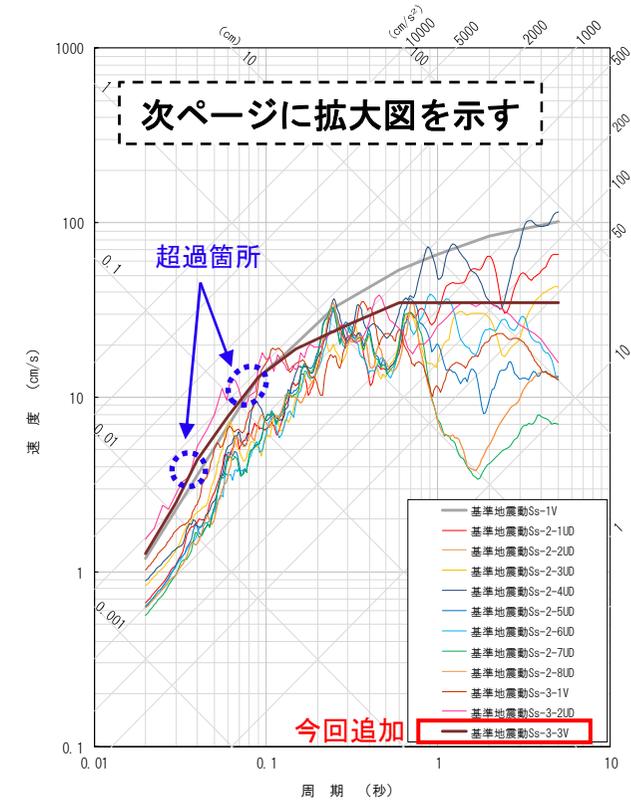
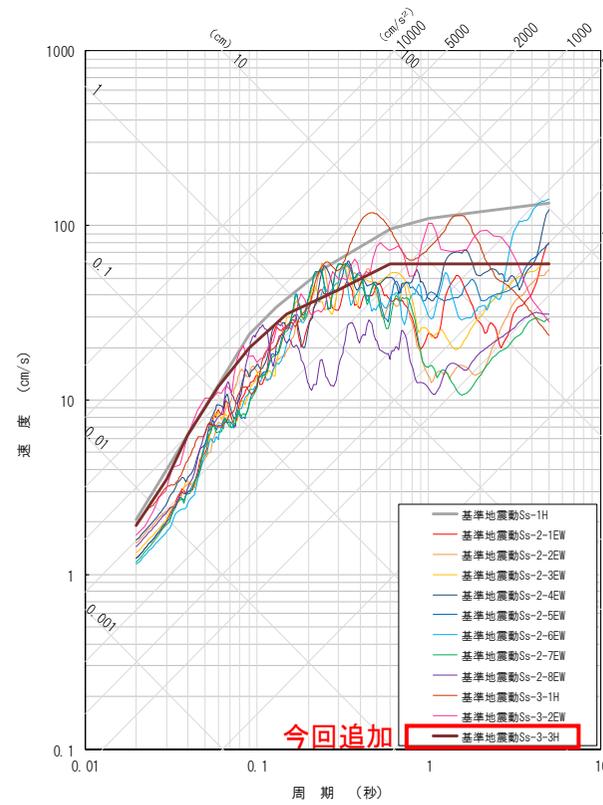
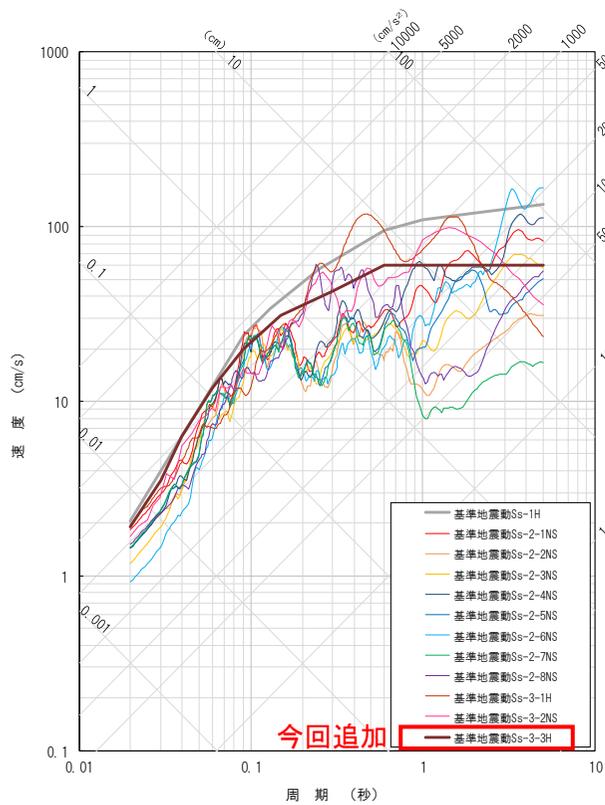


※ せん断波速度：地盤中を地震波が伝わる速度。せん断波速度の値が概ね700m/s以上であれば一般的に硬い地盤とされており、せん断波速度の値が大きいほど、地盤が硬く、地震動の増幅が小さい。

5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

(1) 伊方発電所3号機 標準応答スペクトルを考慮した基準地震動の追加対応について (3/5)

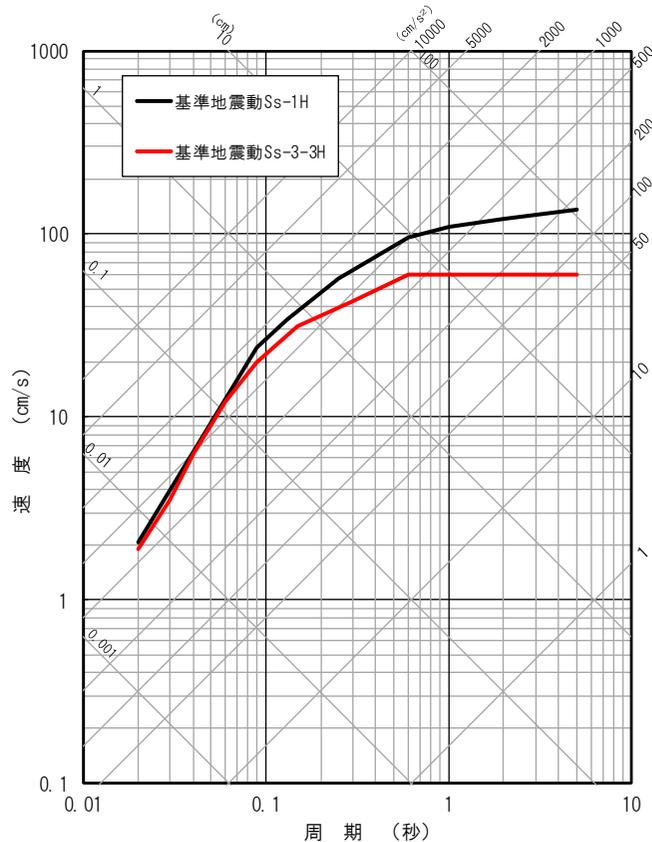
- ✓ 標準応答スペクトルは、鉛直方向のごく一部の周期帯で既に設定している基準地震動の最大値をわずかに超過している。
(詳細は次ページに示す。)
- ✓ このことから、伊方発電所3号機の基準地震動に、**標準応答スペクトルを考慮した基準地震動Ss-3-3H及びSs-3-3Vの追加**を行い、令和3年7月15日、原子炉設置変更許可申請書を原子力規制委員会へ提出した。
- ✓ その後、原子力規制委員会の審査を経て、令和5年5月24日、**伊方発電所3号機の基準地震動に係る原子炉設置変更許可**を取得した。



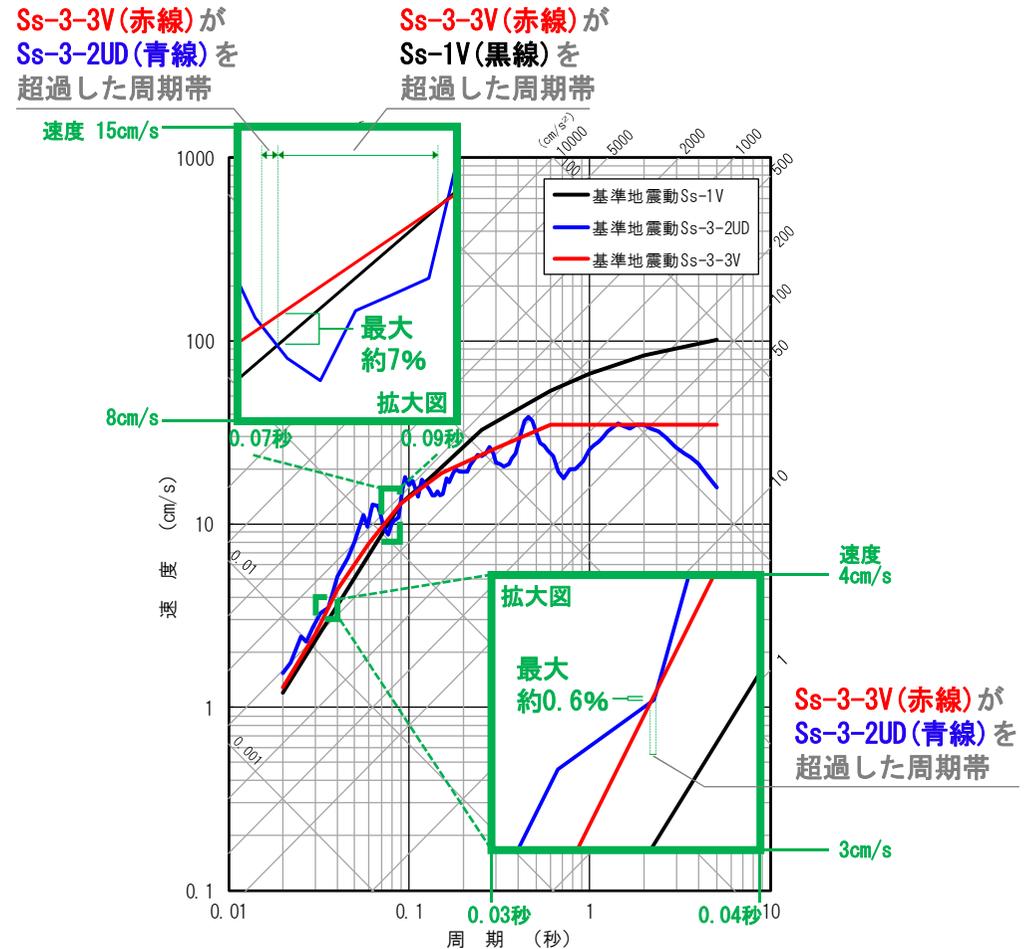
5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

(1) 伊方発電所3号機 標準応答スペクトルを考慮した基準地震動の追加対応について (4/5)

- ✓ 水平方向（南北方向及び東西方向）の基準地震動Ss-3-3Hは、既に設定している基準地震動Ss-1Hを超過していない。
- ✓ 鉛直方向の基準地震動Ss-3-3Vは、
 - ・ 0.03~0.04秒の間の一部周期帯で、既に設定している基準地震動の最大値Ss-3-2UDの値を、最大で約0.6%超過している。
 - ・ 0.07~0.09秒の間の一部周期帯で、既に設定している基準地震動の最大値Ss-1V及びSs-3-2UDの値を、最大で約7%超過している。



南北方向及び東西方向



鉛直方向



注) 上図は、今回追加した基準地震動Ss-3-3H及びSs-3-3Vと、既に設定している基準地震動との関係性が分かるよう、前ページの図から、既に設定している基準地震動の一部を抜粋して示している。

5. 至近の伊方発電所に関するトピックス

(1) 伊方発電所3号機 標準応答スペクトルを考慮した基準地震動の追加対応について (5/5)

(今後の予定)

- ✓ 今後は、既存の基準地震動を超過している箇所¹に固有周期を持つ施設への影響確認を含め、**今回追加した基準地震動 Ss-3-3H及びSs-3-3VIに対する施設の耐震安全性評価を実施**し、後段規制（設計及び工事の計画の認可（設工認）等）において原子力規制委員会の審査を受けることとなっており、審査結果は本委員会にて改めてご報告する。
- ✓ 今回追加した基準地震動については、施設の耐震安全性に影響の大きい水平方向は既に設定している基準地震動を超過しておらず、また、鉛直方向の超過具合もわずかであることから、施設の耐震安全性への影響は軽微と考えられ、**現時点において追加の工事は発生しないと見込んでいる**。
- ✓ なお、設置変更許可と同様、後段規制についても経過措置期限が定められる予定であり、具体的な期限は今後の原子力規制委員会において別途定められることとなっているが、当社としては、改正規則等への適合性を早期に示す重要性に鑑み、速やかに耐震安全性評価に着手している。

年度		R3(2021)	R4(2022)	R5(2023)	R6(2024)	R7(2025)
伊方発電所3号機	設置変更許可	▼申請 (7/15) (設置変更許可審査)	▼基準地震動了承 (4/15) ▼施設の評価方針了承 (9/29) ▼補正申請 (2/20) ▼許可 (5/24)		◆経過措置期限 (4/20)	
	設工認				(施設の耐震安全性評価)	

5. 至近の伊方発電所に関するトピックス (参考資料) 基準地震動[最大加速度]

基準地震動Ss				最大加速度(cm/s ²)			
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	応答スペクトルに基づく手法	設計用模擬地震波		水平動	Ss-1H	650	
				鉛直動	Ss-1V	377	
	断層モデルを用いた手法	敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)	480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・西破壊		水平動NS	Ss-2-1NS	579
					水平動EW	Ss-2-1EW	390
					鉛直動UD	Ss-2-1UD	210
			480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・中央破壊		水平動NS	Ss-2-2NS	456
					水平動EW	Ss-2-2EW	478
					鉛直動UD	Ss-2-2UD	195
			480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・第1アスペリティ西破壊		水平動NS	Ss-2-3NS	371
					水平動EW	Ss-2-3EW	418
					鉛直動UD	Ss-2-3UD	263
			480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・西破壊		水平動NS	Ss-2-4NS	452
					水平動EW	Ss-2-4EW	494
					鉛直動UD	Ss-2-4UD	280
			480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・中央破壊		水平動NS	Ss-2-5NS	452
					水平動EW	Ss-2-5EW	388
					鉛直動UD	Ss-2-5UD	199
			480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・東破壊		水平動NS	Ss-2-6NS	291
					水平動EW	Ss-2-6EW	360
					鉛直動UD	Ss-2-6UD	201
54km・入倉・三宅の手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・中央破壊		水平動NS	Ss-2-7NS	458			
		水平動EW	Ss-2-7EW	371			
		鉛直動UD	Ss-2-7UD	178			
480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・中央破壊・入れ替え		水平動NS	Ss-2-8NS	478			
		水平動EW	Ss-2-8EW	456			
		鉛直動UD	Ss-2-8UD	195			
震源を特定せず策定する地震動	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動		水平動	Ss-3-1H	620		
			鉛直動	Ss-3-1V	320		
	2000年鳥取県西部地震賀祥ダムの観測記録		水平動NS	Ss-3-2NS	528		
			水平動EW	Ss-3-2EW	531		
	標準応答スペクトル【今回追加】		鉛直動UD	Ss-3-2UD	485		
			水平動	Ss-3-3H	600		
		鉛直動	Ss-3-3V	400			