



安全対策の実施状況等について

2021年11月12日

目 次

○各発電所の状況	1	~	5
○専門委員会の指摘事項への対応	6	~	15
○防災訓練の実施状況	16	~	17

各発電所の状況（運転中および再稼動中のプラント）

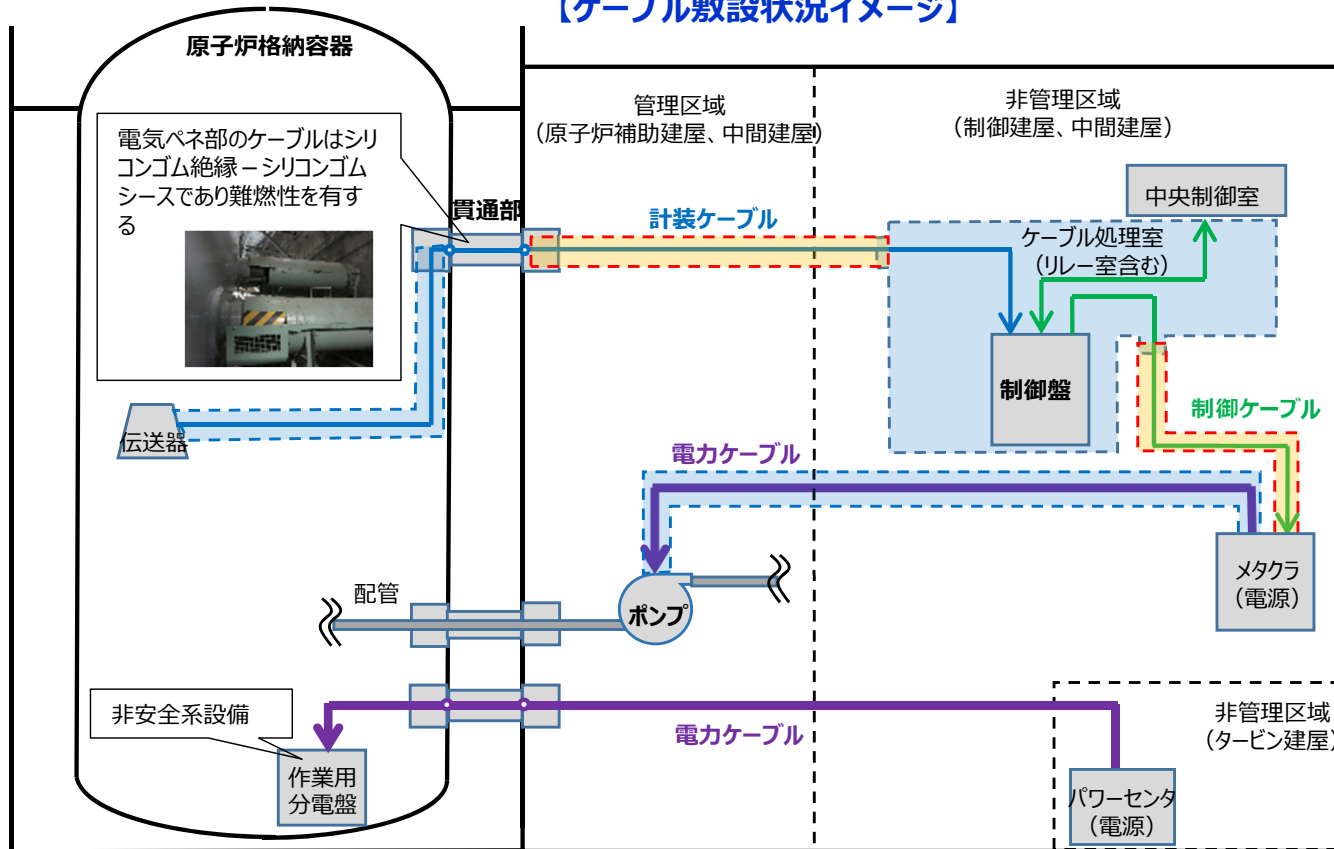
1

発電所	～2020 年度	2021年度 現時点	2022年度	2023年度
美浜 3号機		▼6/29並列	▼10/23解列	10月
	第25回 定期検査		第26回 定期検査	12月 2月
		★10/25特重設置期限	▽9月頃特重運用開始	第27回 定期検査
高浜 3号機	▼3/10並列	3月	5月	7月 9月
	第24回 定期検査	第25回 定期検査		第26回 定期検査
高浜 4号機	▼4/15並列		5月 10月	12月 3月
	第23回 定期検査		第24回 定期検査	第25回 定期検査
大飯 3号機	▼7/5並列		8月 12月	2月
	第18回 定期検査		第19回 定期検査	第20回 定期検査
			★8/24特重設置期限 ▽12月頃特重運用開始	(2023年4月並列)
大飯 4号機	▼1/17並列	3月	7月	9月 11月
	第17回 定期検査	第18回 定期検査	★8/24特重設置期限 ▽8月頃特重運用開始	第19回 定期検査
高浜 1号機	▼2020.9安全性向上対策工事完了			6月
		第27回 定期検査		
		★6/9特重設置期限		▽5月頃特重運用開始
高浜 2号機		▽12月頃安全性向上対策工事完了		7月
		第27回 定期検査		
		★6/9特重設置期限		▽6月頃特重運用開始

▼：実績
▽：予定

- 高浜 2 号機においては新規規制基準工事として原子炉格納容器上部遮蔽設置や竜巻防護対策などの工事は完了。
- 現在、火災防護対策工事を実施しており、12月頃に安全性向上対策工事が完了する予定。

【ケーブル敷設状況イメージ】



【ケーブル火災防護対策実施状況】

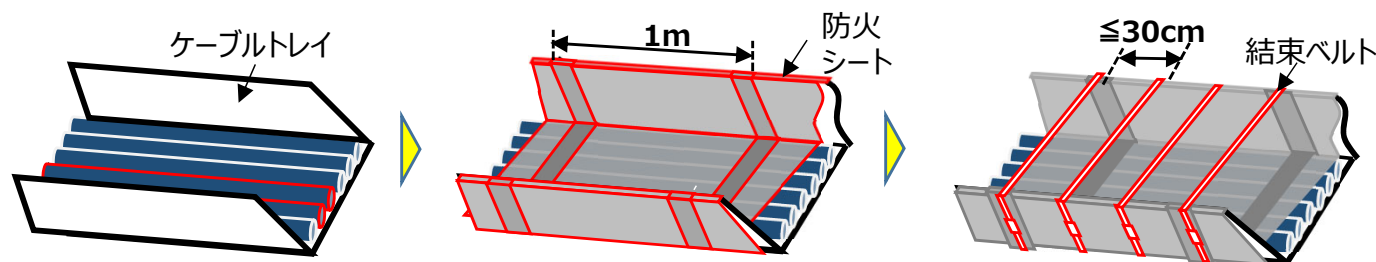
■ : 難燃ケーブルに引き替える範囲
(ケーブル長さ 約390km)
⇒約340km完了※

■ : 防火シートを巻きつける範囲
(ケーブルトレイ 約4.5km)
⇒約3.6 km完了※

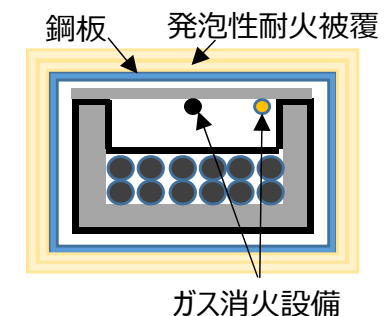
上記範囲の内、ケーブルが2系統とも同区画にある場合においては片系統に発泡性耐火被覆を貼り付けた鋼板で防火シートの外側を囲う範囲
(ケーブルトレイ 約2 km)
⇒約0.8km完了※

(※) 2021年10月末実績

【ケーブルトレイ防火シート巻き付けイメージ】



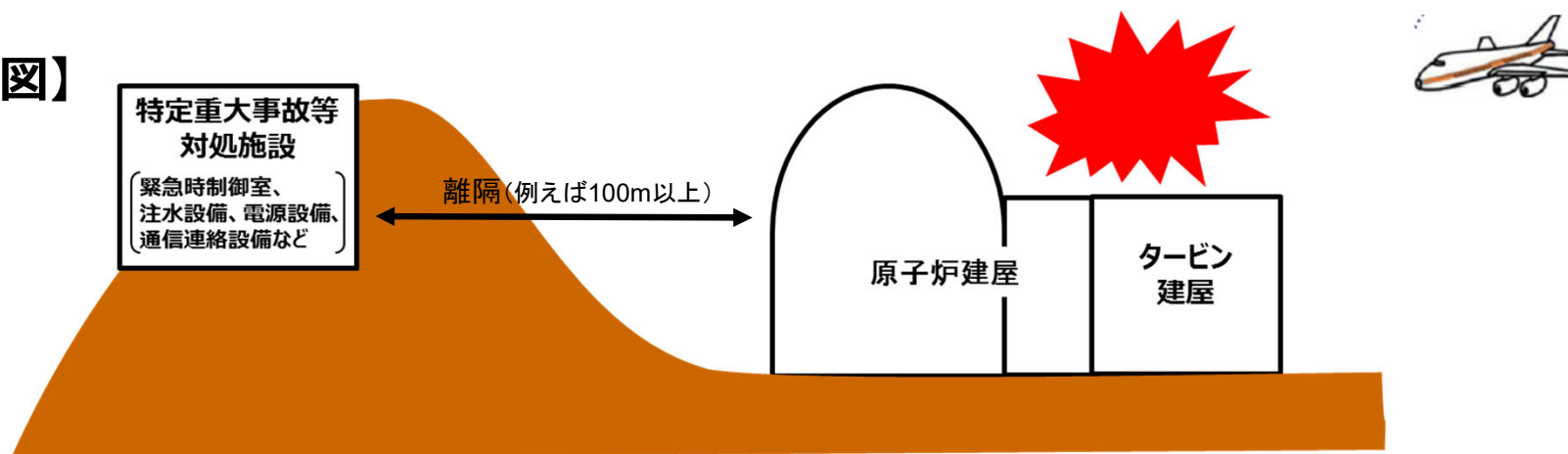
【発泡性耐火被覆巻き付けイメージ】



○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
本体施設の 工事計画認可		2016.10.26	2016.6.10	3号機：2015. 8.4 4号機：2015.10.9	2017.8.25
設置期限※1		2021.10.25	2021.6.9	3号機：2020. 8.3 4号機：2020.10.8	2022.8.24
実施 状況	設置変更 許可	2020.7.8許可	2018.3.7許可	2016.9.21許可	2020.2.26許可
	工事計画 認可	2021.4.6認可	2019. 4.25(1/4)、2019.9.13(2/4)、※2 2019.10.24(3/4)、2020.2.20(4/4)認可	2019.8.7認可	2020.12.22(1/2) ※3 2021. 8.24(2/2)認可
	運用開始時期 ()は予定	(2022.9頃)	(1号機：2023.5頃) (2号機：2023.6頃)	3号機：2020.12.11 4号機：2021. 3.25	(3号機：2022.12頃) (4号機：2022. 8頃)

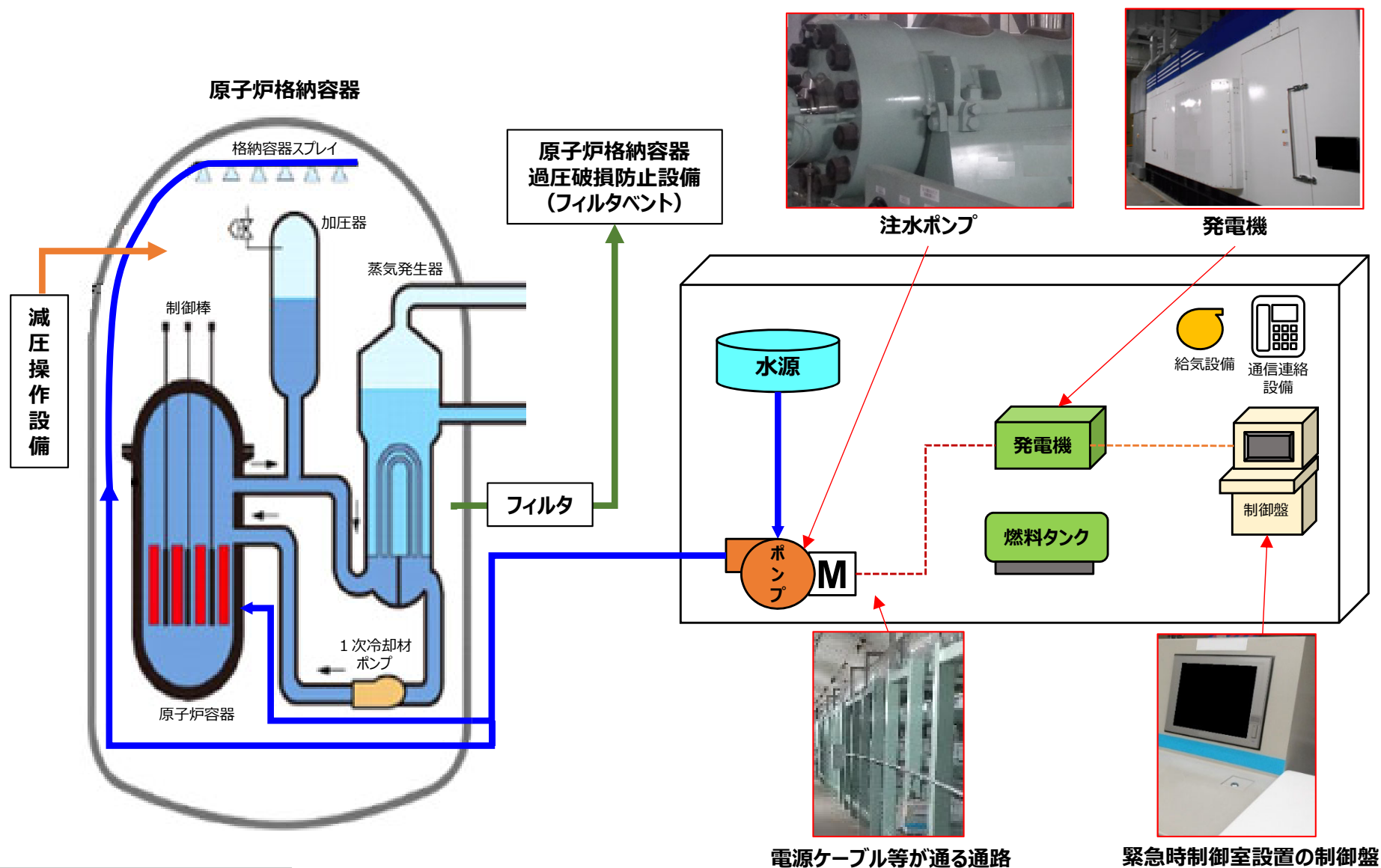
※1：実用炉規則により、本体施設の工事計画認可から5年までに設置することを要求。

※2：4分割申請

※3：2分割申請

☐：工事中

特定重大事故等対処施設について



特重施設の開示制限について

情報公開法を踏まえ、テロ対策という性質上、セキュリティの観点から設備の名称、設置場所、強度、数等については、公開できないこととなっていますので、ご理解をお願いいたします。

各発電所の状況（廃止措置中のプラント）

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 2021.7.29 廃止措置計画変更認可申請 (第2段階：原子炉周辺設備解体撤去期間) ・2次系設備の解体撤去作業中 ・1次系系統除染作業完了
美浜2号機	復水器イメージ図 復水器水室 復水器 水室解体 美浜2号機復水器水室解体後
大飯1号機	2019.12.11 廃止措置計画認可 ・2次系設備の解体撤去作業中 ・1次系系統除染作業※完了し、除染装置撤去中
大飯2号機	※：系統除染とは、解体作業時の被ばく量と放射性廃棄物の放射能濃度を低減するため、機器内面に付着した放射性物質を化学薬品を用いて除去するものであり、放射性物質が多く存在している系統を対象とする。 系統除染イメージ 原子炉格納容器 ポンプ 再生クーラ クーラ ポンプ

専門委員会の指摘事項への対応

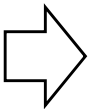
- 「美浜 3 号機、高浜 1 , 2 号機の安全性向上対策等に係るこれまでの議論の取りまとめ」『事業者を求める事項』への対応
- その他指摘事項への対応
 - ・トラブル事例を踏まえた今後の保全
 - ・地震データのホームページ公表

専門委員会の指摘事項への対応

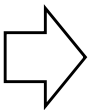
6

- 福井県原子力安全専門委員会による「美浜3号機、高浜1, 2号機の安全性向上対策等に係るこれまでの議論の取りまとめ」に記載された『事業者を求める事項』の対応状況は以下のとおり。

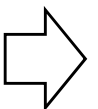
No.	事業者を求める事項	対応方針	実施状況
1	海外の40年超プラント情報収集、知見反映	海外からの情報を収集し、必要により知見を反映	継続して海外からの情報を収集中
2	IAEA等の外部評価	美浜3号機でIAEAのSALTOピアレビュー実施	美浜3号機でのSALTOピアレビューについて、IAEAに打診中
3	廃止措置プラントの実機材による経年劣化データ拡充	廃止措置工程に合わせ、実機材のデータ取得等による知見拡充 (NRA廃炉材研究との協業含)	廃止措置作業中の美浜2号機において、残存放射能調査用に採取した美浜2号機原子炉容器サンプル材の残材から各種試験片を作成し、ミクロ観察等実施中
4	RCS配管等の振動モニタリングによる劣化データ蓄積	廃止措置プラントを用いた振動データ採取による、振動診断技術の高度化検討	廃止措置作業中の美浜1号機を対象に、状態監視技術を用い、保全周期の技術的裏付けデータの拡充を図る。
5	長期停止後のプラント全体の総点検	美浜3号機および高浜1,2号機の再稼動にあたり総点検を実施	美浜3号機の再稼動にあたり総点検を実施、高浜1号機は燃料装荷した状態での自主的な点検を実施
6	安全性向上評価の他事業者等の情報収集・反映	電事連WG等で情報収集し、必要により反映	電事連WG等で情報収集を継続中



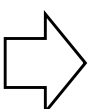
7



8



9



10

?

12

IAEA 等の外部評価

<IAEAの主な外部評価>

OSART (Operational Safety Review Team) : 運転管理評価チーム

- ◆原子力発電所の安全性を高めるIAEA支援活動として、専門家約20名でIAEAの安全基準や他国の良好事例等との比較、評価を行い、必要に応じて改善勧告などがなされるもの。
- ◆発電所の運転、保守、放射線防護といったプラントの安全管理全般にわたる15分野についてレビューが行われ、期間（発電所訪問）は約3週間程度。

国内でもこれまでに数プラントの実績があり。

⇒美浜3号機で2010年にレビュー実績あり

SALTO (Safety Aspects of Long Term Operation) : 長期運転安全評価

- ◆原子力発電所の安全な長期運転のためにIAEA支援活動として、専門家約10名でIAEAの安全基準や他国の良好事例等との比較、評価を行い、必要に応じて改善勧告などがなされるもの。
- ◆長期運転に向けた組織/体制やプログラム、設備/機器の劣化管理といった長期運転にフォーカスした6分野についてレビューが行われ、期間（発電所訪問）は約9日間程度。

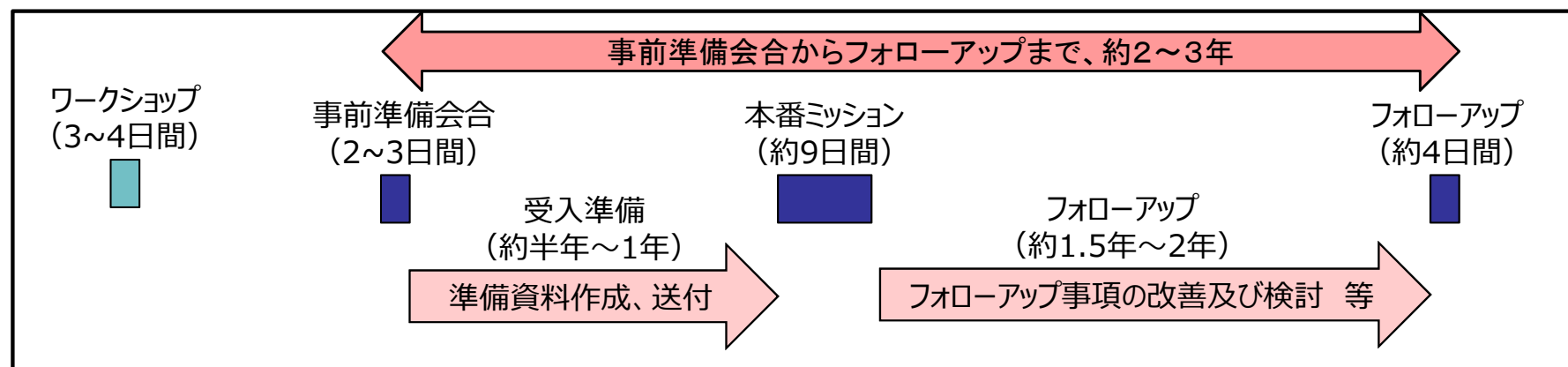
これまでスウェーデン、ベルギー、中国等15カ国19サイトで36回のレビュー実績があるが、国内では実績なし。（2018年6月時点）

⇒40年超運転を先導する美浜3号機で受入れ要請予定



現在、IAEAに打診中

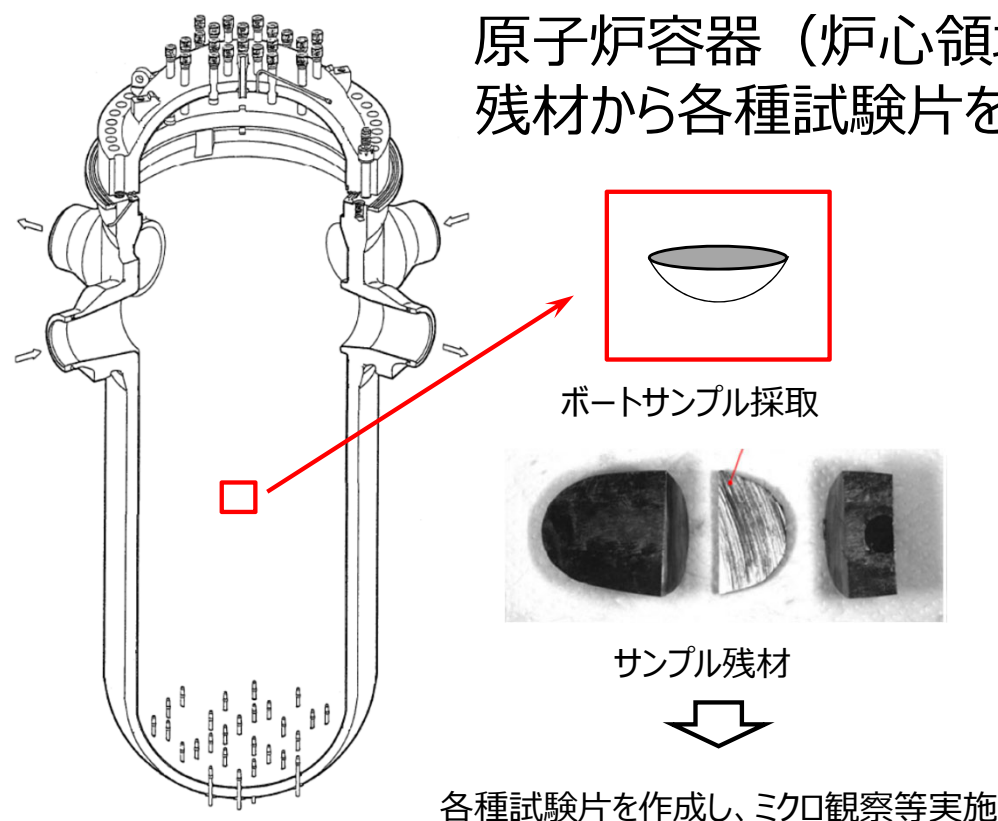
<SALTO全体のプロセス –SALTO実施の流れ–>



廃止措置プラントの実機材による経年劣化データ充実

<目的>

- 残存放射能調査用に採取した美浜2号機原子炉容器サンプル材の残材を活用し、中性子照射脆化に関する知見拡充を図る。



原子炉容器（炉心領域）内表面より採取したポートサンプル
残材から各種試験片を作成し、ミクロ観察等実施。

【原子炉容器】

材料：低合金鋼

厚さ：約170mm

ステンレス内張厚さ：約5mm

【ポートサンプル寸法】

周（水平）方向：約90mm

軸（鉛直）方向：約40mm

板厚方向：約20mm

<今後の方向性>

- 来年度以降、これまでの成果（ミクロ観察結果等）について整理できる見込みであり、学会等を通じて結果の公開を検討中。

廃止措置プラントを用いた振動データ採取による振動診断技術の高度化検討

<目的>

- 日本保全学会と連携し、美浜1号機を対象に状態監視技術を活用
- ポンプモータ、ファンの軸受部の振動・温度、油の性状などにより保全周期に関する技術的データの充実

<これまでに得られた知見>

- ① 保全周期を超え最適保全までの状態監視データの取得
(診断関連性イメージ図①の範囲)
 - ・ 循環水ポンプ潤滑水ポンプモータの軸受部で最適保全(延長)までのデータ取得
 - ・ 成果：最適保全までの有効なデータが取得できた
 - ・ 課題：データ取得機種が1機器のみであり拡充が必要
- ② 注意期間から異常期間の状態監視データの取得
(診断関連性イメージ図②の範囲)
 - ・ 格納容器送気ファンの軸受部で異常の兆候発生から故障までのデータ取得
 - ・ 成果：故障までの有効なデータが取得できた
 - ・ 課題：異常の兆候発生から故障までの期間が短く頻繁なモニタリングが必要

診断は、原子力発電所の設備診断に関する技術指針における診断技術があり、以下の診断手法（指針に基づく診断技術）を採用し活用している。

(回転機器振動診断技術)



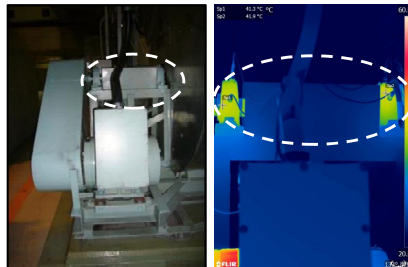
【軸受部の振動確認の例】

(潤滑油診断技術)

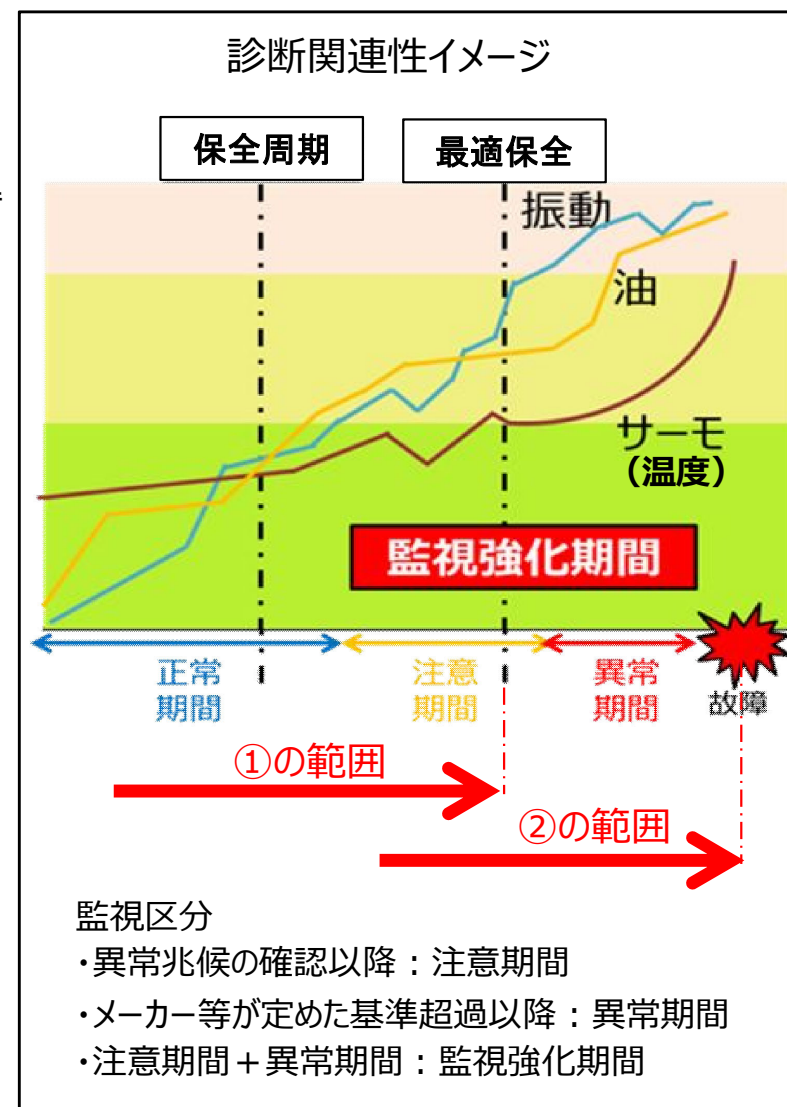


【潤滑油の性状・成分確認の例】

(赤外線サーモグラフィー診断技術)

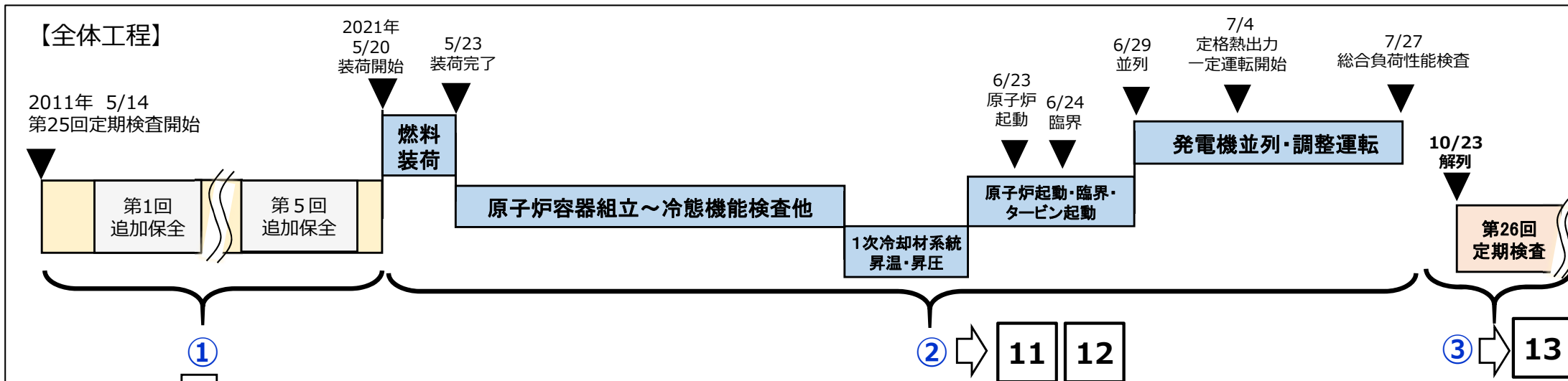


【軸受部の温度確認の例】



美浜 3 号機の再稼動について (1/3)

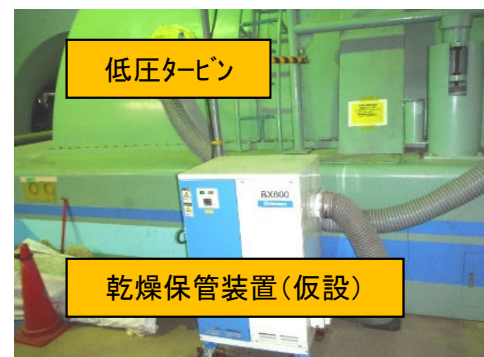
- 美浜 3 号機は、2011年以降約10年長期停止していたこと等も踏まえ、この停止期間中においては設備保全を行い、再稼動への影響はなかった。
- 再稼動にあたっては、これまで、大飯3,4号機、高浜3,4号機で実施した「集中的な安全確認」に加え、新たに「総点検」を実施し、体制も強化して再稼動に万全を期した。
- 7月27日に実施した総合負荷性能検査後、安全安定運転を継続し、特重設置期限前の10月23日から定期検査を開始した。



停止期間中の設備保全

設備、機器の健全性確保のため、特別な保全計画を策定し、約 1 年毎に機器、設備の使用条件、環境に応じた追加保全や保管対策を実施

【低圧タービン乾燥保管状況】



【海水ポンプ分解点検状況】

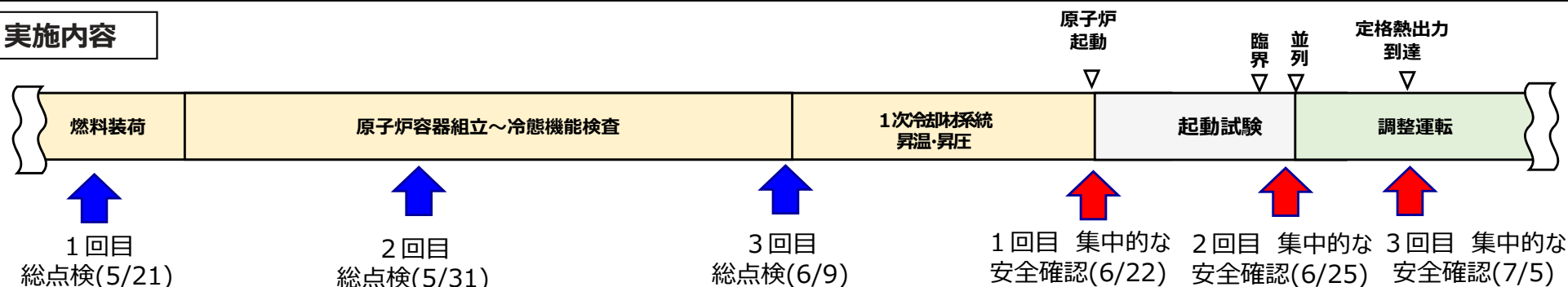


美浜 3 号機の再稼動について (2/3)

②「集中的な安全確認」および「総点検」

- 1次系統の昇温・昇圧前に「総点検」(計3回)、原子炉起動前と並列前後に「集中的な安全確認」(計3回)を実施
- 実施に当たっては、美浜発電所の社員やメーカ、協力会社社員のほか、新たな視点を取り入れる観点から、「総点検」には再稼動経験のある大飯発電所の社員、「集中的な安全確認」には過去のトラブル等の知見を多く持つ当社OBを加えて実施

実施内容



	総点検 (1次系統の昇温・昇圧前までに3回実施)	集中的な安全確認 (原子炉起動前と並列前後の3回実施)
体制	延べ約320名 (1回目: 103名 2回目: 105名 3回目: 114名) 美浜発電所社員、メーカ・協力会社社員、 再稼動経験のある大飯発電所社員が参加	延べ約430名 (1回目: 149名 2回目: 146名 3回目: 146名) 美浜発電所社員、メーカ・協力会社社員、 トラブル等の知見を持つ当社OB
点検方法	・現場パトロールによる気がり事項の抽出 ・サーモグラフィによる温度チェック ・安全上重要なポンプに対する振動診断	現場パトロールによる気がり事項の抽出

【サーモグラフィによる点検状況】



(端子の接続部が異常な温度状態となっていないかを確認)

【回転機器の振動確認の状況】



(回転機器の振動に問題ないかを確認)

【現場パトロールの状況】



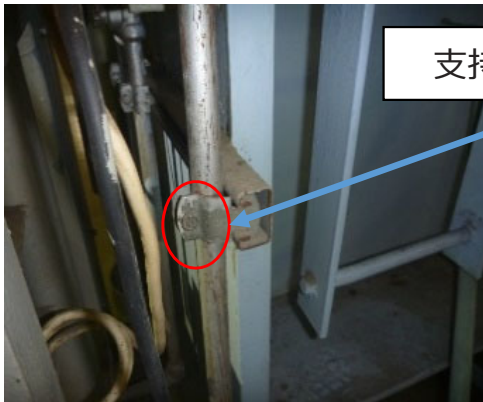
(ポンプの運転状態に異常がないかを確認)

②総点検および集中的な安全確認の結果

- 総点検および集中的な安全確認は、対象を機器・設備に限定せず、資機材の配置（整理整頓）状況などをはじめ、現場におけるあらゆる気がかり事項を見つけ、処置をすることで、トラブルの未然防止を図ることを目的に実施

点検対象エリア：格納容器、補助建屋（管理区域内）、中間建屋、タービン建屋

[気がかり事項の例]
支持金具のゆるみ



支持金具ゆるみ箇所



(処置)
・増し締めの実施

[気がかり事項の例]
高圧油圧力発信器第2弁の油にじみ跡



油にじみ跡



(処置)
・拭き取り後、漏れがないことを確認

その他の気がかり事項

- ・プルボックス（電線、ケーブル収納箱）締め忘れ
- ・保温材すき間、養生シート・テープ外し忘れ
- ・蛍光灯切れ、工事残材あり 等



全て処置を完了

点検および処置の結果

評価

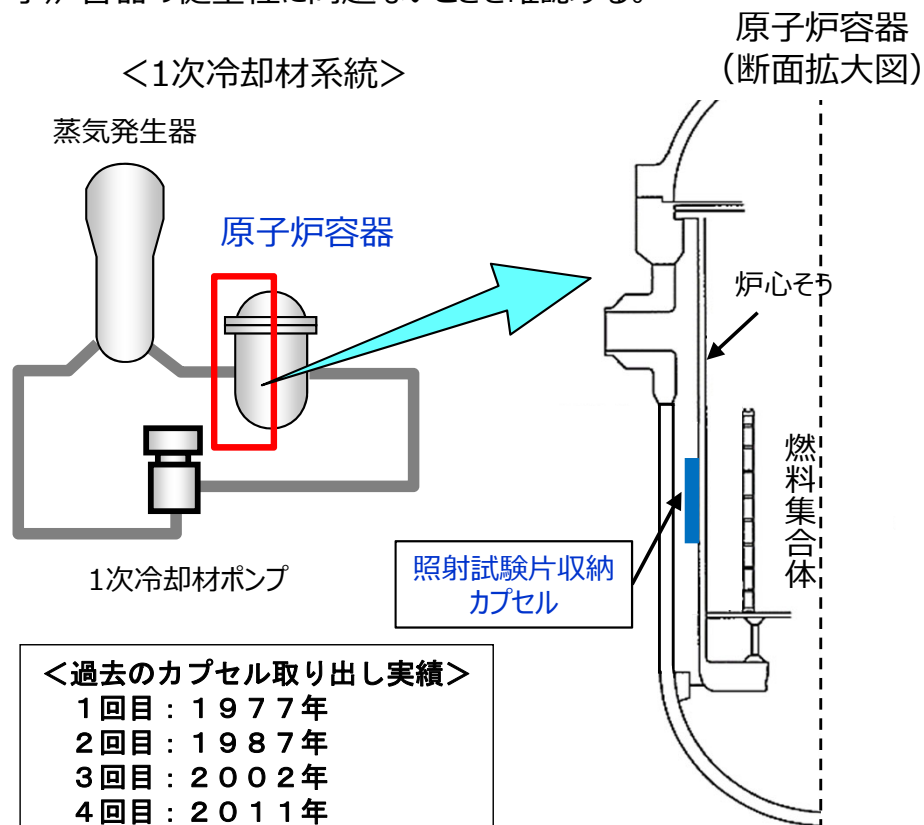
- 「自分の担当範囲だけでなくあらゆる視点を持ち点検を行うこと」等の視点を持ち、点検・確認を行った。
- その結果、保温材にすき間があることなど運転等に直接影響はないものの、現場の詳細な状態なども、気づき事項として抽出することができた。
- 当社社員、協力会社、メーカーが 1 つのチームとなることで、点検・確認に対する様々な視点、経験の共有を図ることができ、今後、後続プラントに対しても、今回の活動の結果等を反映する予定である。

③美浜3号機第26回定期検査

2021年10月23日から第26回定期検査を開始し、通常の定期検査の内容である1次系のポンプ弁点検などに加え、以下の主な工事を実施する。

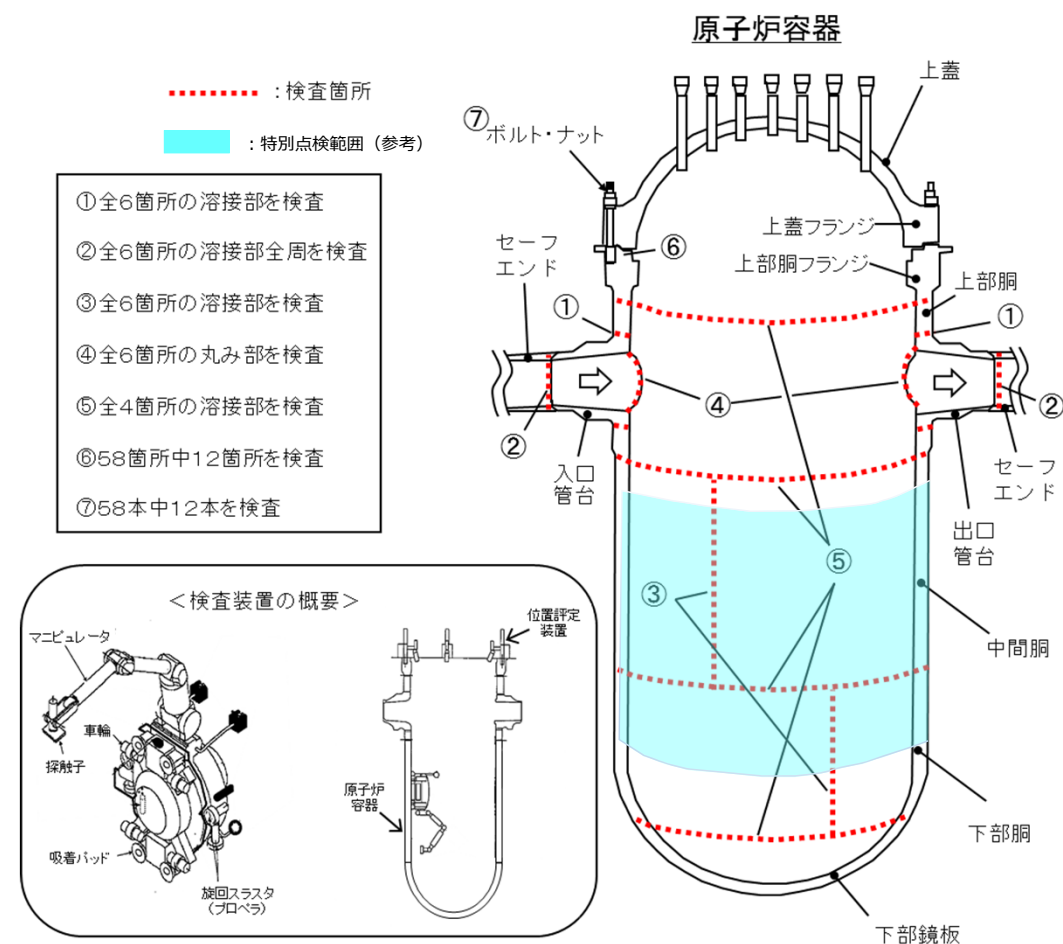
原子炉照射試験片取出工事

- 中性子照射による原子炉容器の材料特性変化を定期的に把握するため、原子炉容器内部に設置している照射試験片を取り出す。
- 取り出した照射試験片を試験場所へ運搬し、各種試験を実施し、原子炉容器の健全性に問題ないことを確認する。



原子炉容器供用期間中検査

- 原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器溶接部等の超音波探傷検査を行い、健全性を確認する。



【「美浜3号機、高浜1, 2号機の安全性向上対策等に係るこれまでに議論の取りまとめ」の大飯3号機の加圧器スプレイライン配管の傷の事象に対する委員会の指摘（2021年4月）】

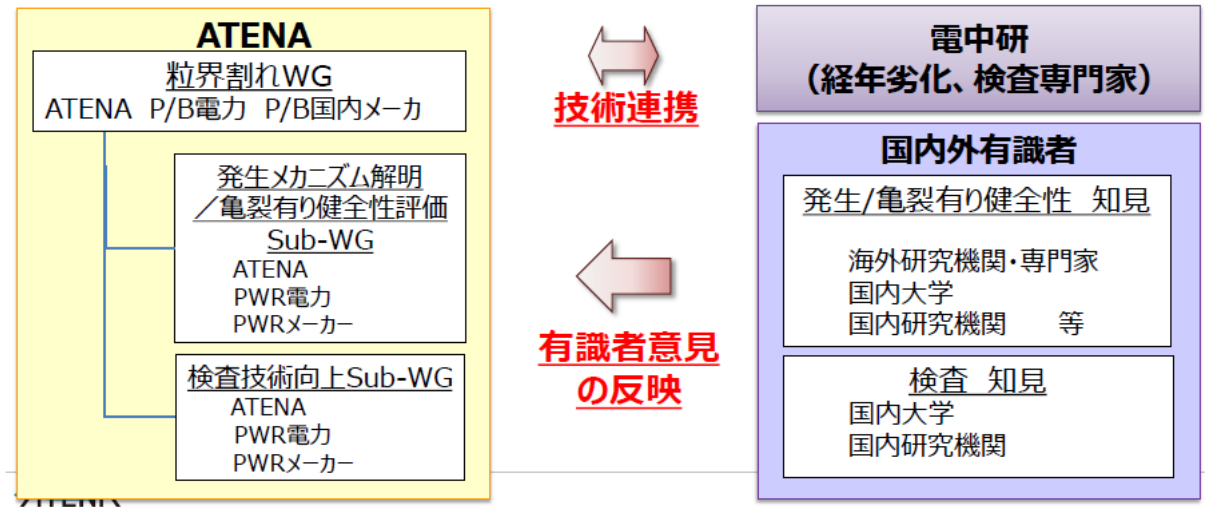
- 溶接部近傍に特異な硬化が生じた要因については、再現実験等では完全には解明できていないことから、今後、高経年化プラントの配管等の機器の健全性を担保するにあたり、応力腐食割れの発生原因やその機構の解明、さらに、今後の予防保全として、応力腐食割れの発生を防止するための溶接施工法の確立等が必要。

2021年6月に規制委員会が主催した第12回主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者との意見交換会において、ATENAが1次系ステンレス鋼配管粒界割れの今後の取組みを説明。現在、外部専門家会議を適宜開催し、研究計画を検討中。

第12回主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者との意見交換会
（ATENA説明資料抜粋）2021年6月

【今後の取組み】

- ATENAは、産業界の組織・専門家と連携して、課題を抽出し、課題解決のための研究計画を策定する。（2021年度中目途）
- なお、その検討は国内外の有識者意見を反映しながら進める。
- これらの状況については、ATENAから規制当局に適宜報告するとともに公開する。



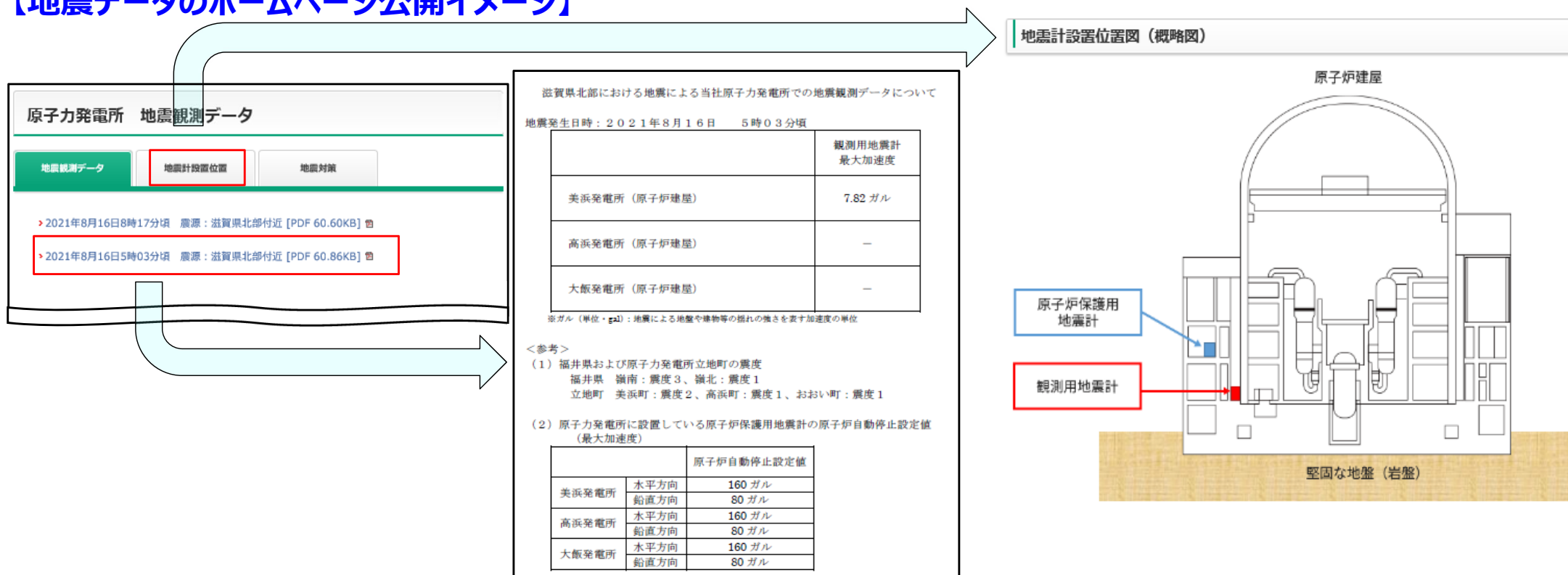
その他指摘事項 地震データのホームページ公表

【福井県原子力安全専門委員会の指摘（美浜発電所現場確認時：2021年3月）】

- 地震動は震源に近いほど、地盤がやわらかいほど大きくなる。関電では敦賀市で震度いくつ以上発生した場合、発電所の揺れを公表することになっているのか。
- 貴重なデータであり、また硬い岩盤では市街地と比べ揺れが小さいということを公表し、安心していただくということも重要である。

公表基準	公表方法
○立地町※：震度 2 以上 または ○福井県：震度 3 以上 ※立地町：美浜町、高浜町、おおい町	関西電力のホームページで地震計データを公表

【地震データのホームページ公開イメージ】



防災訓練の実施状況

今回実施した防災訓練の概要（美浜、高浜）

項目	高浜発電所	美浜発電所
実施日	令和3年9月24日（金）	令和3年10月29日（金）・30日（土）
訓練目的	[発電所] プラント状態の把握、事故対応手順の確認、情報共有等の確実な事故制圧ができることを確認する。 [本店] 発電所と連携し、的確な支援が行えることを確認する。	
訓練項目	①要員の迅速な参集による体制の確立ができること。 ②保安規定に定められた人数で事故の制圧ができること。 ③発電所への的確な技術支援が行えること。	
実施体制	発電所、原子力事業本部、本店等、約230名が参加 ○発電所 : 約 90名 ○本店 : 約 130名 ○その他（OFC他） : 約 10名	発電所、原子力事業本部、本店等、約400名が参加 ○発電所 : 約100名 ○本店 : 約150名 ○その他（住民避難支援他） : 約150名
シナリオ	運転中の1、3、4号機が重複して発災 ○1号機：LOCA+ECCS注水不能 ○3号機：SG給水機能喪失 ○4号機：LOCA+ECCS注水不能（炉心損傷）	運転中3号機の発災 ○3号機：LOCA+ECCS注水不能

高浜発電所（9/24）
緊急時対策所



原子力事業本部(10/29)
緊急時対策室



美浜発電所（10/29）
事故収束訓練（北陸電力高圧電源車）



今回実施した防災訓練の概要（美浜、高浜）

17

項目	高浜発電所	美浜発電所
結果	○ 訓練項目について訓練目的通りに実施することが出来た。	
主要な課題・対応方向性	○本部指揮者が各班の実施内容を容易に把握できる仕組みが必要。 ⇒各班の実施内容をチェックリストとして整備する。 ○炉心損傷後の現場の環境悪化に対する考慮が不足。 ⇒被ばく線量等の訓練想定や情報付与の改善を行う。	○電源車の接続訓練にて当社と北陸電力の作業分担に不明確な点があったため、作業手順書（マニュアル）が予め作成されていることが望ましい。 ⇒他社との作業分担を明確化した作業手順書（マニュアル）を整備する。（当社営業部門の電源車も含む）
	今後、今回の訓練に関する検証と改善を行い、より実効性のある事故制圧体制を構築していく。	
中長期計画	今後、他電力間との訓練交流を深め、防災訓練へ相互参加、連携の強化を図り、更なる防災能力向上を図る。 （参考）2021年度相互技術評価（日本原電、九州電力、北海道電力、北陸電力との計2回）を実施済 また、今回美浜発電所の訓練において、高圧電源車の接続訓練を実施した。	

参考資料

目 次

- 美浜3号機運転上の制限の逸脱（タービン動補助給水ポンプ）……………参考 1
- 大飯3号機 A－循環水管ベント弁付近からの海水漏れに伴う発電機出力降下…参考2
- 美浜3号機 A－非常用ディーゼル発電機定期試験中における自動停止について…参考3
- 火災防護に係る審査基準の一部改正に係る対応……………参考4
- 監視試験（片）の概要……………参考5
- 原子炉容器の中性子照射脆化……………参考6

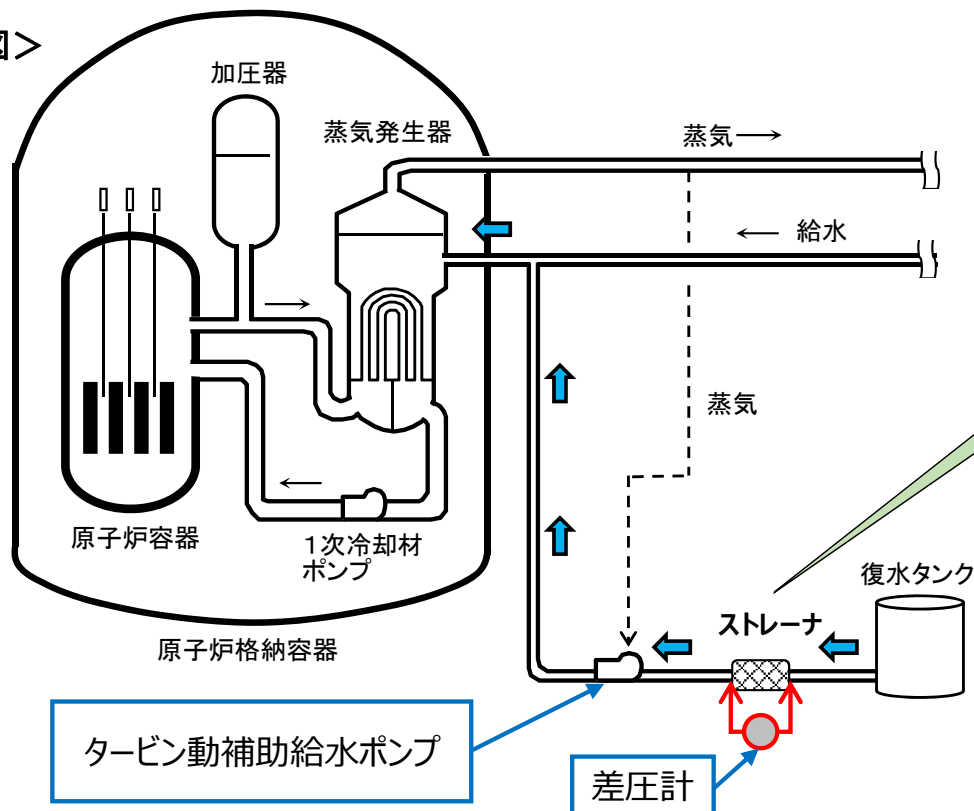
<事象の概要>

- 美浜3号機は7月2日、タービン動補助給水ポンプの定期試験を行っていたところ、ポンプ入口にあるストレーナに設置した差圧計の指示値の上昇を確認した。このため同日、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。
- 原因調査、対策実施後、タービン動補助給水ポンプの試験において、同ポンプの運転継続に問題ないことが確認できたため、7月3日、保安規定の運転上の制限を満足する状態に復帰した。

<原因調査、対策>

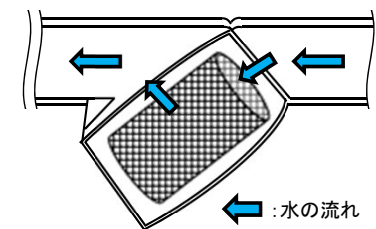
- ストレーナの開放点検を行った結果、鉄を成分とするスラッジが付着していることを確認したことから、ストレーナやポンプ入口配管の清掃等を実施した。（タービン動補助給水ポンプは長期停止期間中は駆動用蒸気がないため運転できない）
- 差圧計本体については、点検の結果、異常がないことを確認した。

<系統概要図>



【ストレーナイメージ】

配管内の容器に円筒形でメッシュのついたカゴを設置している。

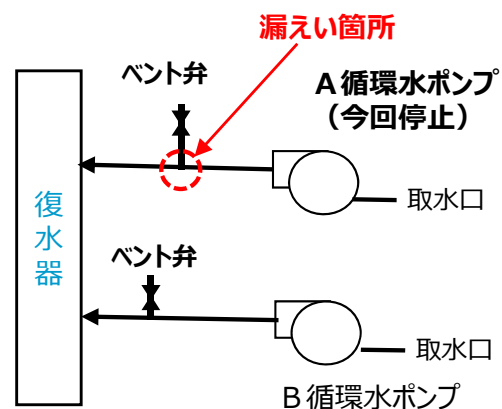
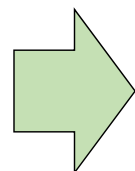


(ストレーナ仕様)
配管口径：約250mm
材質：ステンレス
網目：約0.4mmと約1.8mmの二重構造

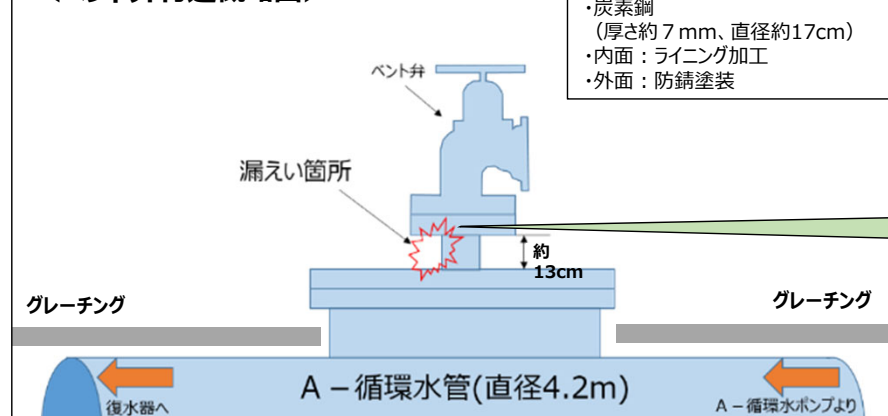
<事象の概要>

- 8月4日5時6分に「2次系サンプピット注意」警報が発信、現場を確認したところ、A－循環水管のベント弁付近から海水が漏れいしていることを発見した。
- A－循環水ポンプ停止後、漏えい箇所を確認した結果、A－循環水管ベント弁と循環水管の接続配管の一部に貫通孔（直径約4cm）を確認した。

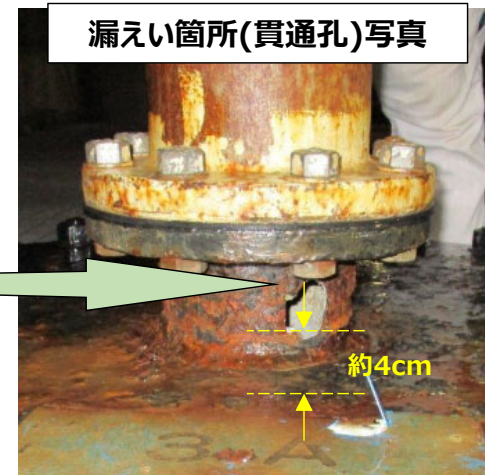
<循環水系統概略図>

漏えい箇所
付近拡大

<ベント弁付近概略図>

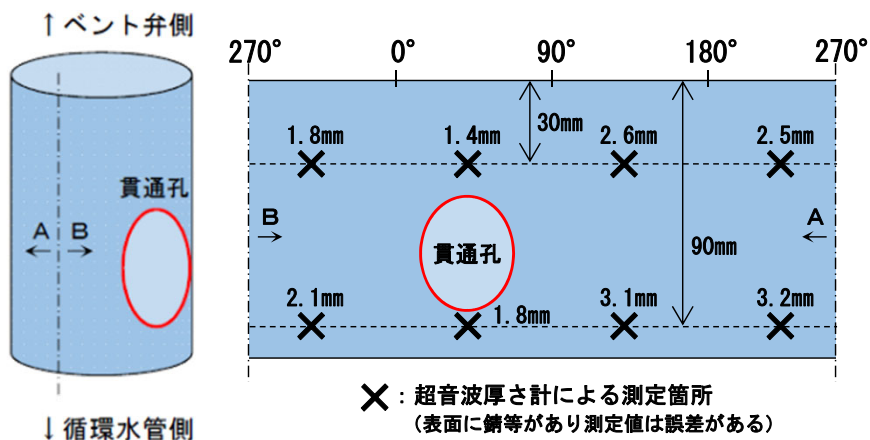


漏えい箇所(貫通孔)写真



<原因調査>

- 確認の結果、防錆塗装の劣化及び外面からの腐食減肉を確認した。また、配管の肉厚を測定した結果、最も薄いところで約1mm（公称肉厚7.1mm）であり、全体的に減肉が進行していることを確認した。



<①から見た外観>



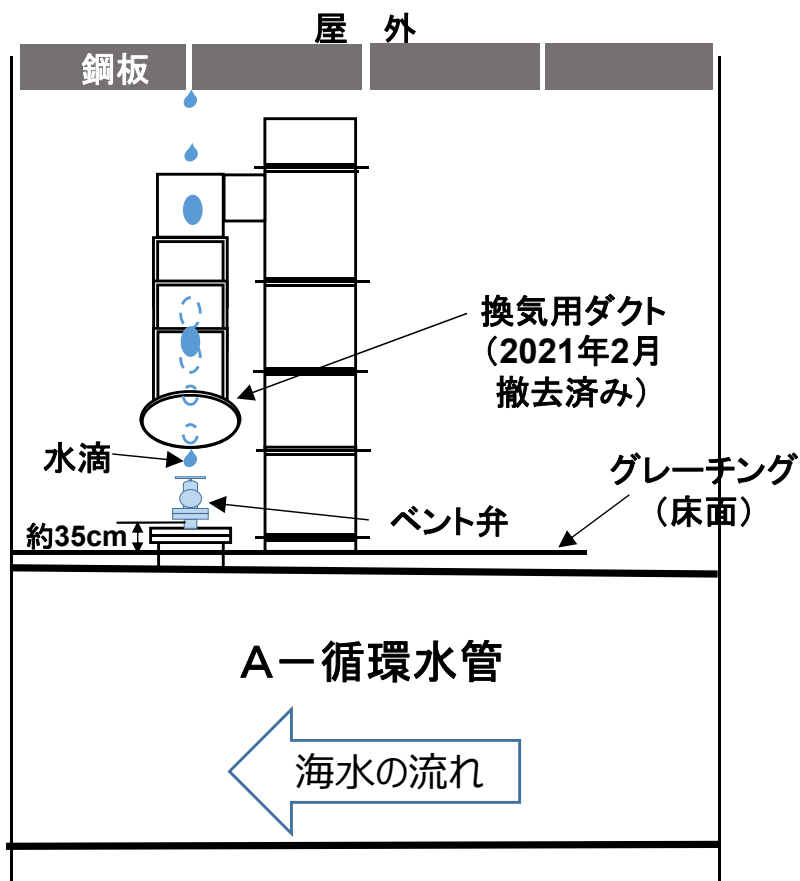
貫通孔

<②から見た内面>



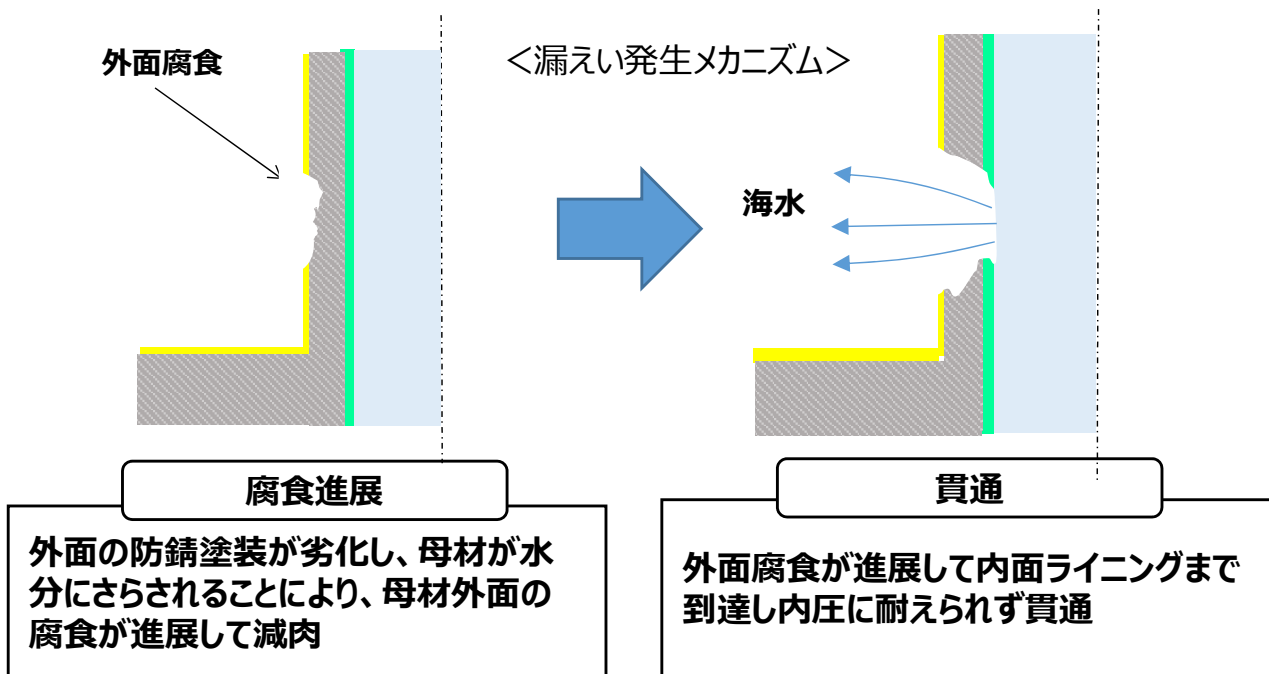
<当該箇所近傍の状況>

- 当該箇所の天井部は開放出来るよう鋼板で閉止しており、降雨時に鋼板の隙間から換気用ダクトを伝って、当該箇所まで至っていた。
- 当該箇所は、毎定期検査において外観点検を実施しているが、タービン建屋地下階の暗所に設置されていること、床面（グレーチング）から約35cmの高さに位置していること、フランジによる死角となっていることから、外面からの腐食状況が確認しづらい状況であった。



<推定原因>

- 今回、漏えいが確認されたA－循環水管ベント弁付近は、降雨時に雨水が滴下する状況にあり、プラント建設以降、その状況が長年続いていたことや、目視点検の際に、当該接続配管の腐食の状況を十分に確認できていなかったことから、時間の経過とともに配管表面の防錆塗装が徐々に剥がれ、腐食が進展し、貫通に至ったものと推定した。



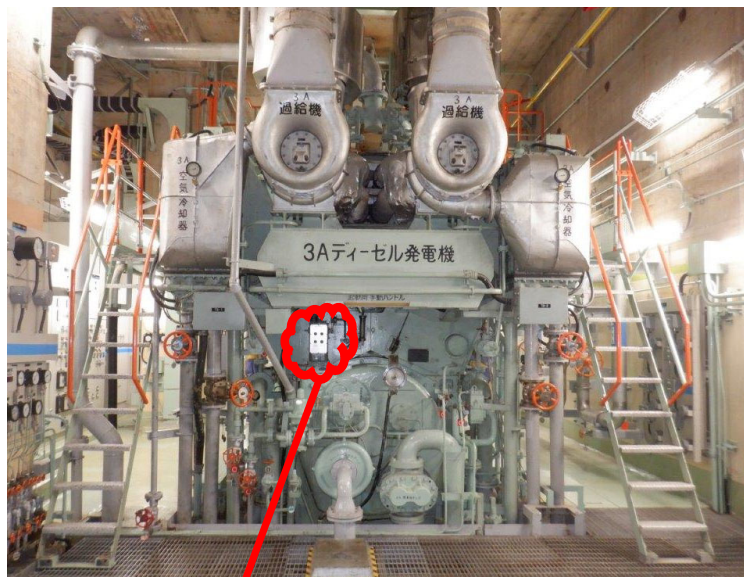
<対策>

- 当該配管が接続しているマンホール蓋を新しいものに取り替える。なお、当該部のベント弁は、従来から使用していないため撤去する。
- 今回の事例を各協力会社に周知するとともに、美浜3号機、大飯4号機、高浜1～4号機も対象に、循環水系統及び海水系統の狭隘で視認しづらい箇所に着目した外観点検を行い、有意な腐食等がないことを確認した。
- これらの箇所については、今後の点検の中で、引き続き、錆等の傾向を監視していく。

<事象の概要>

- 10月6日9時37分、定期試験のため2台ある非常用ディーゼル発電機（以下、「D/G」という）のうちA号機を起動した際、中央制御室に「Aディーゼル発電機トリップ」警報が発信し、A-D/Gが自動停止した。
- 現地盤に「過速度」警報が発信していることを確認したことから、9時43分に美浜発電所原子炉施設保安規定第74条に定める運転上の制限（以下「LCO」という。）を満足していないと当直課長が判断した。
- 調速装置に不具合がある可能性があることがわかったため、調速装置を予備品に取り替えA-D/Gの起動確認等を実施した結果、正常に動作することが確認できたことから、10月9日18時5分にLCOを満足する状態に復帰した。

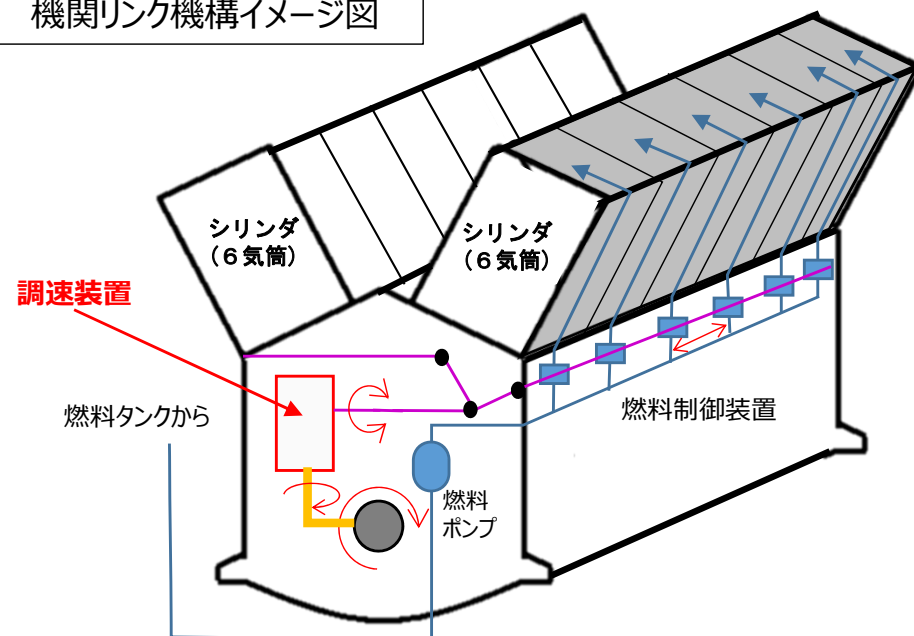
調速装置設置箇所



主要寸法

- ・ 幅：約20cm
- ・ 高さ：約40cm
- ・ 奥行き：約20cm

機関リンク機構イメージ図



調速装置はエンジンの回転に応じて、リンク機構で繋がった燃料制御装置を動かし、回転数を一定に保つ装置

- ・ 回転減 → 燃料増
- ・ 回転増 → 燃料減

第94回（2019.3.15開催）原子力安全専門委員会資料（抜粋）

1. 経緯 2019年2月13日 原子力規制委員会にて火災防護審査基準が改正（施行）され、火災感知器の設置要件が変更された。

2. 火災防護審査基準改正の概要

	改正前	改正後
要求事項 (概要)	火災を早期に検知できるよう異なる種類の感知器を組み合わせて設置すること。	火災を早期に検知できるよう異なる種類の火災検知設備をそれぞれ設置するにあたって、それぞれが火災区域全域をカバーできるように、消防法令※に従い設置すること。 ※床面積当たりの必要数等設置要件を規定している

3. 設置要件に対する設計の見直し

【現状の設計】	【審査基準改正後の設計】
煙感知器の他、熱感知器※を原子炉安全のための火災防護対象機器を監視するように設置 (熱感知器の配置概念図) ※新規制基準で設置。 消防法は従来より設置済みの煙感知器により適合。	煙感知器の他、熱感知器を火災区域全域を網羅するよう追加設置 (熱感知器の配置概念図)

4. 経過措置期間

施行から5年以降最初に定期検査終了するときまたは施行から5年以降に運転を開始するときまでに基準に適合させること。

5. バックフィット要求への対応

①対象

高浜1～4号機、大飯3,4号機、美浜3号機の全火災区域（特定重大事故等対処施設、緊急時対策所含む）

②対策物量概算

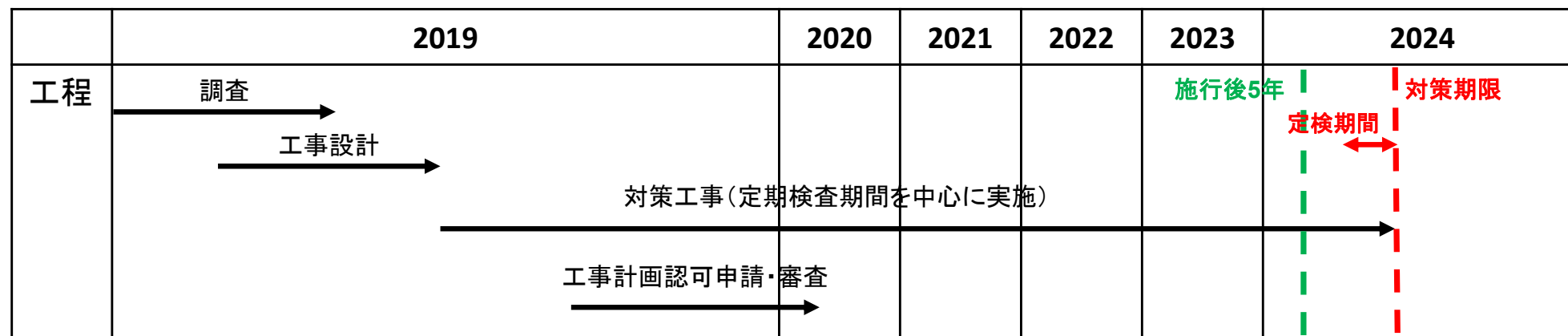
熱感知器を中心に追加設置

※今後の調査によって変動が有り得る

ユニット（共用含）	新規制基準施行前	新規制基準による追加	今回のバックフィット要求による追加※
高浜3、4号機	約600個/ユニット	約600個/ユニット	約1,200個/ユニット
大飯3、4号機	約500個/ユニット	約750個/ユニット	約1,200個/ユニット
高浜1、2号機	約650個/ユニット	約600個/ユニット	約1,200個/ユニット
美浜3号機	約680個/ユニット	約920個/ユニット	約1,200個/ユニット

③対策スケジュール（概要）

美浜3号機（代表）：今後、期限の2024年までの2定検で設置完了予定



監視試験（片）の概要（1/2）

参考5-1

【中性子照射脆化に対する脆化度合いの把握】

照射脆化の程度を把握するため、原子炉容器内に監視試験片を収納したカプセルを装荷

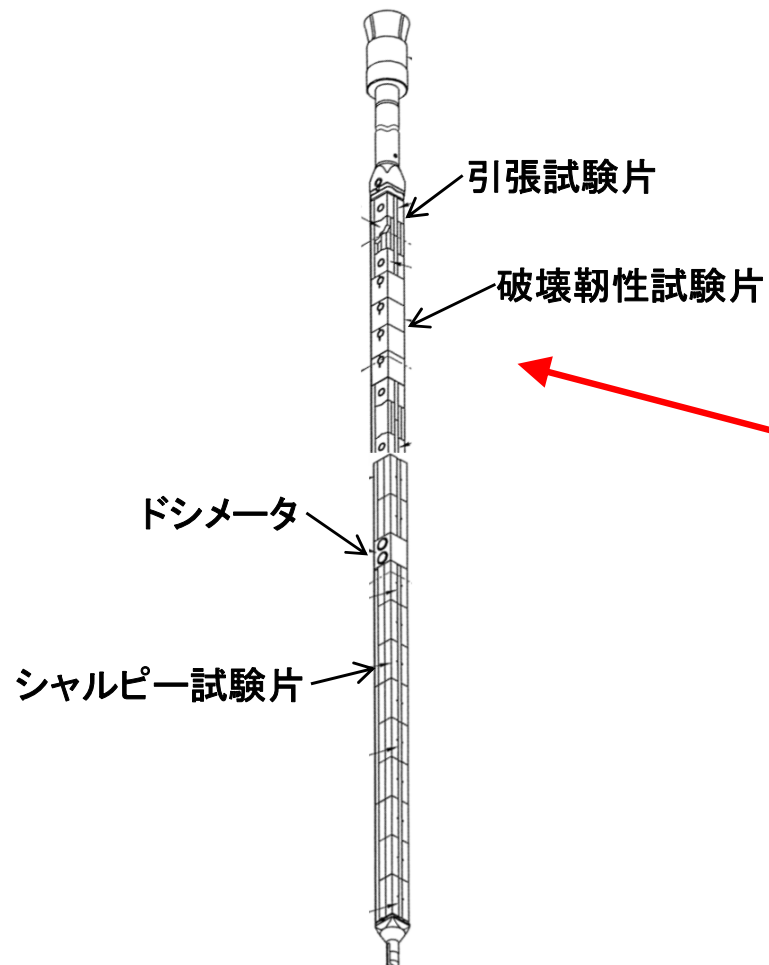
- ・建設時：8体装荷
- ・現時点：これまでに4体のカプセルを取り出し
脆性遷移温度の調査結果より、脆化傾向を予測。→ 今回5体目の取出し

＜関連温度：母材＞

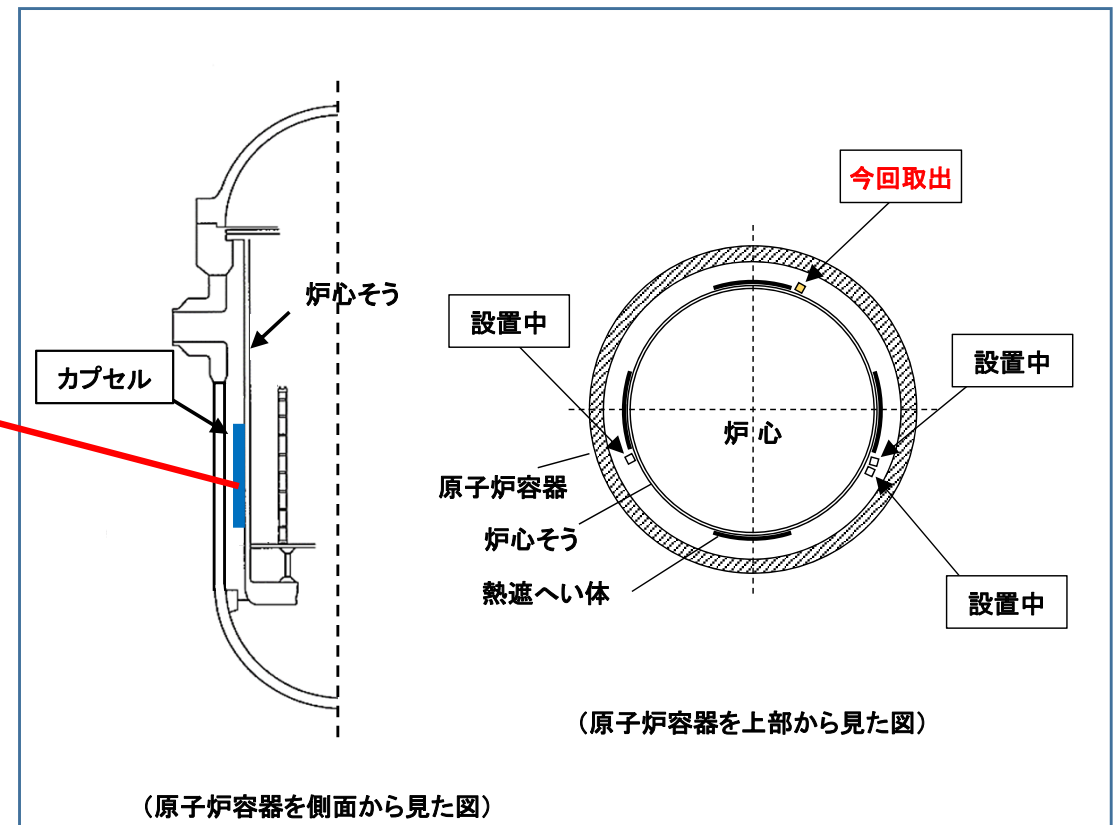
（単位：℃）

初期値	第1回	第2回	第3回	第4回
-20	2	22	30	57

監視試験片カプセル



監視試験片カプセルの装荷位置

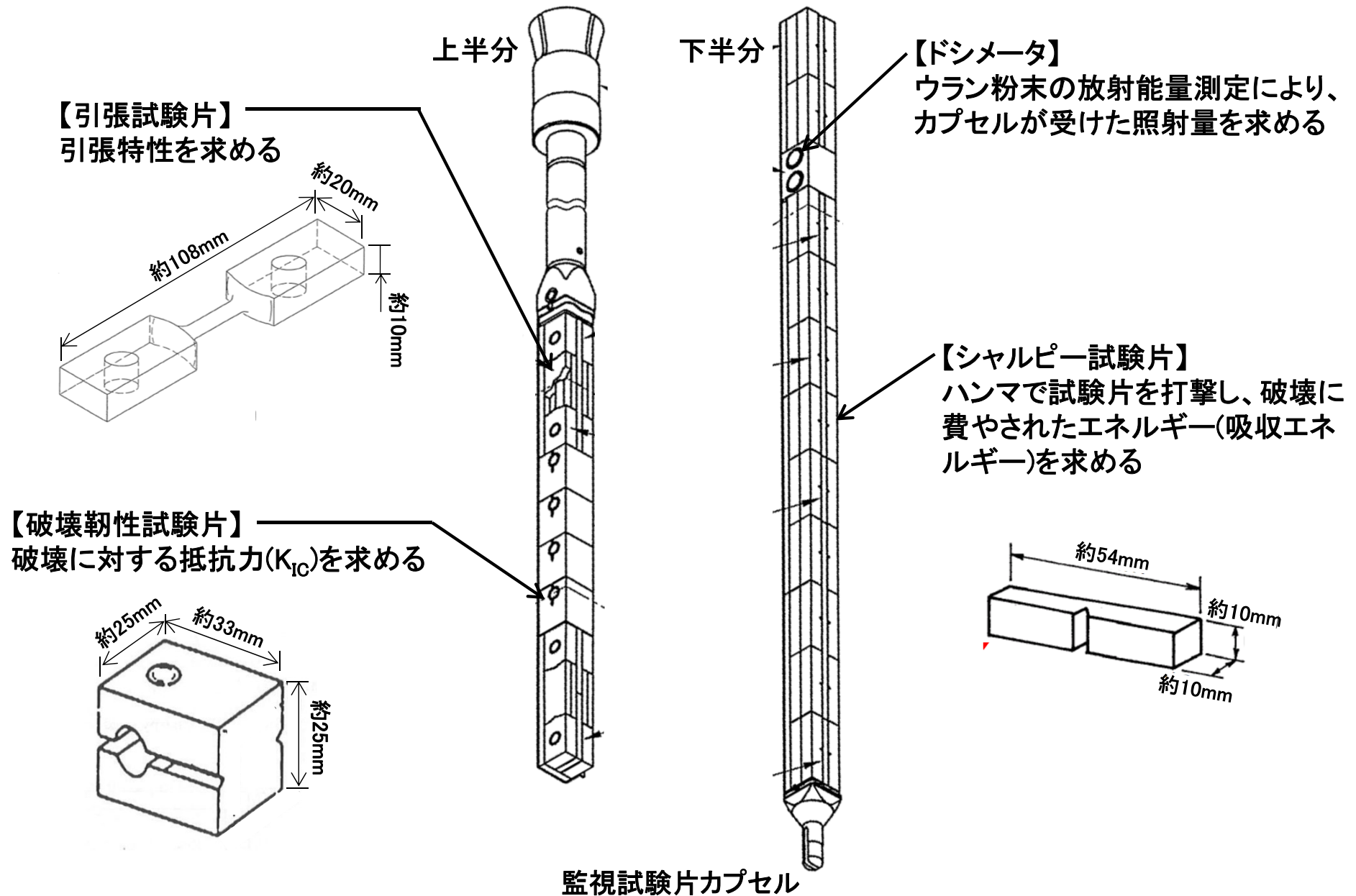


原子炉容器よりも内側に監視試験片カプセルを装荷し、計画的に取り出して試験することにより脆化の程度を先行的に把握。

監視試験（片）の概要（2/2）

参考5-2

○監視試験片カプセルには、以下の種類の試験片が合計50個程度収納されている。



健全性評価

○監視試験結果より、「(社)日本電気協会 原子炉容器炉心領域の中性子照射脆化は国内脆化予測法(JEAC4201-2007/2013追補版)」による評価結果において、脆化予測にマージンを見込んだ値を逸脱しておらず、特異な傾向は認められない。

関連温度の予測値

	評価時期	中性子照射量*1 ($\times 10^{19}\text{n/cm}^2$) [E>1MeV]	関連温度*2(°C)		
			母材	溶接金属	熱影響部
美浜3号炉	2015年11月時点	2.86	53	-7	-4
	運転開始後60年時点*3	4.69	64	3	7
(参考) 高浜1号機	2015年4月時点	2.82	89	43	54
	運転開始後60年時点*3	4.44	97	52	62
(参考) 高浜2号機	2015年4月時点	2.90	40	28	3
	運転開始後60年時点*3	4.67	50	37	13

*1:内表面から板厚tの1/4t深さでの中性子照射量

*2:内表面から板厚tの1/4t深さでの予測値

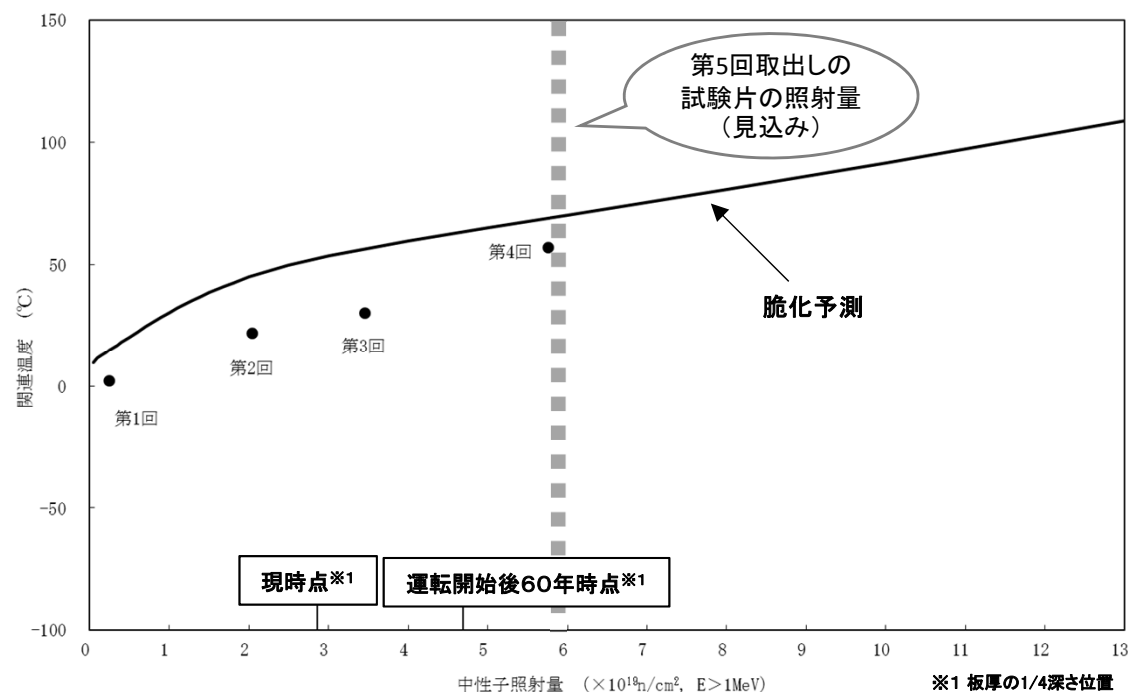
*3:将来の設備利用率を80%と仮定して算出

<母材の関連温度>

(単位:°C)

	初期値	第1回	第2回	第3回	第4回
美浜3号機	-20	2	22	30	57
(参考)高浜1号機	-4	22	54	68	95
(参考)高浜2号機	-30	-13	11	18	40

⇒今回(第26回)の定期検査時に第5回の照射試験片取出しを実施する。



美浜3号機 監視試験結果及び脆化予測(母材)

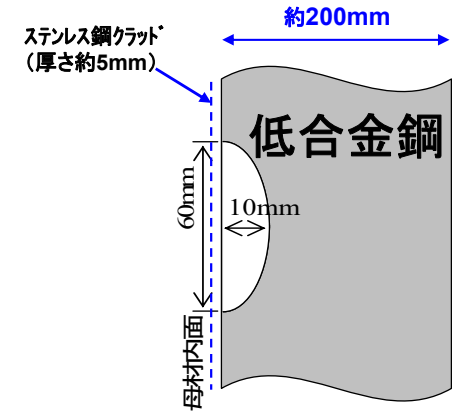
(注) 本図の曲線は、比較結果をイメージしやすいよう、代表位置の中性子束に基づき計算したもの。実際に試験結果と比較を行う際は、各監視試験カプセル位置の中性子束で計算した値と比較する。

健全性評価（続き）

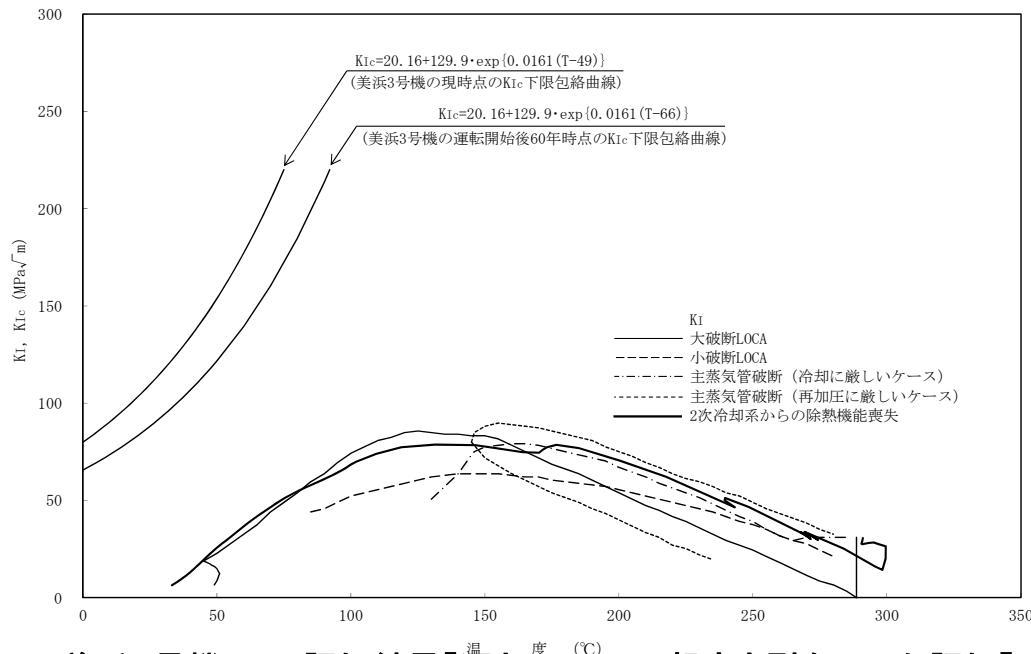
○60年経過時点において加圧熱衝撃が生じることを仮定した評価の結果、破壊に対する抵抗力が常に破壊力を上回っており、不安定破壊しないことを確認した。

○加圧熱衝撃評価については保守的に深さ10mmのき裂を想定して評価を実施しているが、特別点検において 原子炉容器の超音波探傷検査を実施し、そのようなき裂は存在しないことを確認している。

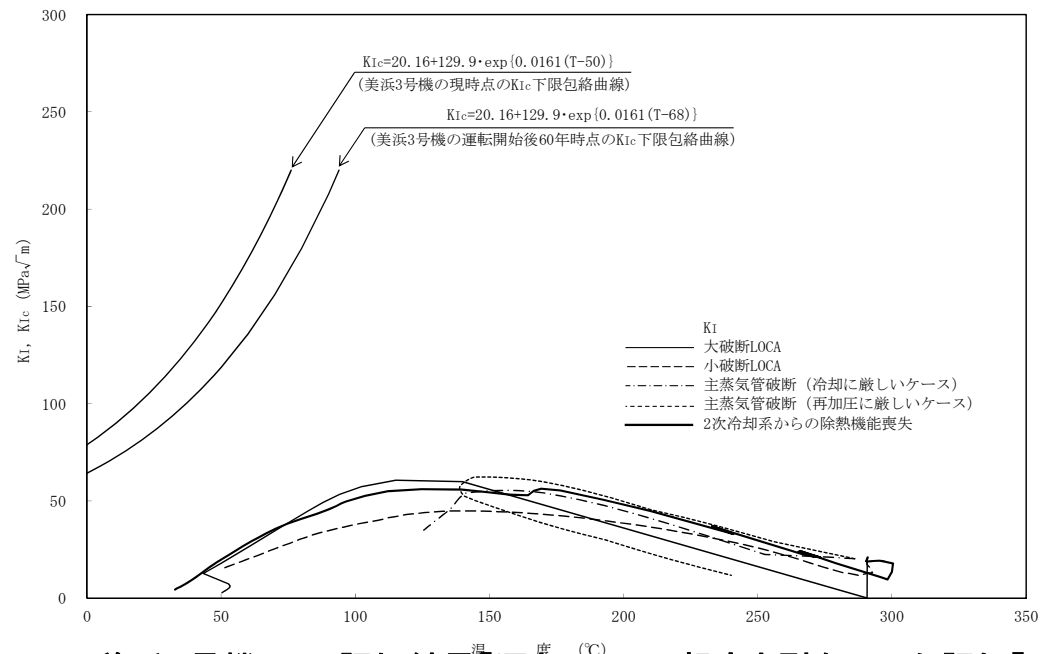
超音波探傷検査では深さ5mm程度のき裂であれば十分検出可能であることが実証されていることから、想定き裂深さを5mmとした評価も実施しており、想定き裂深さ10mmの評価に比べ余裕のある結果が得られている。



加圧熱衝撃評価における想定き裂
(深さ10mmの想定き裂の場合)



美浜3号機 PTS評価結果【深さ10mmの想定き裂を用いた評価】



美浜3号機 PTS評価結果【深さ5mmの想定き裂を用いた評価】

健全性評価（続き）

国内プラントを対象とした上部棚吸収エネルギーの予測式を用いて60年時点での上部棚吸収エネルギーの予測値を評価し、「（社）日本電気協会 原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法（JEAC4206-2007）」で要求している68J以上を満足しており、十分な上部棚吸収エネルギーがあることを確認した。

現状保全

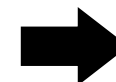
- JEAC4201に基づき計画的に監視試験を実施し、定期的に超音波探傷検査を実施している。
- 運転管理上の制限として加熱冷却時制限曲線及び耐圧漏えい試験温度を設けて運用している。
- 特別点検において、原子炉容器炉心領域部の母材及び溶接部に対して超音波探傷検査を実施した結果、中性子照射脆化による脆性破壊の起点となるような有意な欠陥は認められていない。

総合評価

炉心領域部の中性子照射脆化が機器の健全性に影響を与えることはない。また、保全内容も適切である。

高経年化への対応

健全性評価の結果から原子炉の安全性に影響を及ぼす可能性はないと考えるが、経年劣化管理をより万全にするため、今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して第5回監視試験を実施する。※



長期保守管理方針

※：原子力規制委員会「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」において、運転期間の延長を申請するプラントは“運転開始後40年を経過する日から10年以内の適切な評価が実施できる時期に監視試験片を取り出し、当該監視試験片に基づき行なう監視試験の計画”を保守管理に関する方針として定めることが規定されている。

⇒今回（第26回）の定期検査時に第5回の照射試験片取出しを実施する。