

文部科学省所管の原子炉施設の高経年化対策に関する評価の実施状況について

平成20年7月2日
原子力規制室

1. 経緯

平成16年2月の規則改正により、原子炉施設の保全に関する原子炉設置者の保安活動として「原子炉施設の定期的な評価」が導入された。文部科学省では、同年3月、原子炉施設の定期的な評価を実施するための運用指針を提示するとともに、平成17年3月、各原子炉設置者から原子炉の高経年化対策に関する評価の報告を求めた。

現在、上記の求めに応じ各原子炉設置者から報告のあった原子炉設置者の評価・保全計画等について、原子力安全技術アドバイザーから専門的意見を聴取しつつ、文部科学省としての評価・検討を順次行っているところである。

個別の評価結果については、評価の度に原子力安全委員会に報告することをもって公表とし、研究炉等規制検討会が開催される際に確認を受けることとしている。

2. 評価結果

(1) 日本原子力研究開発機構高速実験炉「常陽」に関する高経年化対策の評価について

原子炉設置者が実施した高経年化対策は妥当なものと判断した。

(原子力安全委員会への報告 平成19年12月6日)

【別添1】

(2) 日本原子力研究開発機構JRR-3に関する高経年化対策の評価について

原子炉設置者が実施した高経年化対策は妥当なものと判断した。

(原子力安全委員会への報告 平成20年3月27日)

【別添2】

(3) 日本原子力研究開発機構JRR-4に関する高経年化対策の評価について(案)

原子力安全委員会への報告 平成20年7月中を予定

【別添3】

3. 今後の予定

平成20年度内に日本原子力研究開発機構(NSRR, TCA/FCA)、東京大学(弥生)に係る高経年化対策について評価を行う予定。

独立行政法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発
センター(南地区)の原子炉施設(高速実験炉「常陽」)
の高経年化対策に関する評価について

平成19年12月6日

文部科学省科学技術・学術政策局

原子力安全課原子力規制室

目 次

．はじめに	1
．評価方針	2
．原子炉設置者による評価の概要	4
．当省の見解	11
．検討の経過	16

．はじめに

平成16年2月に試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則（以下「研究炉規則」という。）が改正され、「原子炉施設の定期的な評価」が原子炉施設の保全に関する原子炉設置者の保安活動として導入されるとともに、同評価に関することが保安規定に記載すべき事項として追加された。

研究炉規則によると、原子炉施設の定期的な評価のうち高経年化対策については、以下のように規定されている。

原子炉設置者は、原子炉の運転を開始した日から起算して30年を経過する日までに、経年変化に関する技術的な評価を行い、その評価に基づき原子炉施設の保全のために実施すべき措置に関する10箇年間の計画を策定すること。

原子炉設置者は、 の措置を採った日から起算して10年を超えない期間毎に、 に掲げる措置を採らなければならないこと。

文部科学省は、上記 の経年変化に関する技術的な評価の実施について、平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡により、その運用方針を明確化し、原子炉設置者に提示した。

上記の運用方針においては、試験研究炉における経年変化に関する技術的な評価は、各原子炉施設の特徴を踏まえて原子炉設置者自らが主体的に評価を行い、実施計画を策定して保全活動を実施することを基本としている。各原子炉設置者はこの運用方針に沿って経年変化に関する技術的な評価を行い、保全のために実施すべき措置に関する計画を策定して、保全活動を進めている。

文部科学省は、経年変化に関する技術的な評価結果、保全計画等の高経年化対策について、平成17年3月16日付け原子力規制室長通知により原子炉設置者から報告を受け、施設定期検査の見直しを図るとともに、保安検査において保安活動の実施状況の確認を行ってきた。

平成18年6月、文部科学省は、研究炉等安全規制検討会を経て、個々の原子炉設置者の技術評価結果、保全計画等に文部科学省としての評価、検討を加えることにより、より効果的な対策の立案に資することとした。

本書は、上記の考え方にに基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター（南地区）が実施した原子炉施設（高速実験炉「常陽」）（以下「常陽」という。）の高経年化対策等に関して、文部科学省としての評価、検討を実施し、その結果をとりまとめたものである。

・評価方針

独立行政法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター（南地区）が行った「常陽」の高経年化対策に関する評価は、「原子炉施設の定期的な評価の実施について」（平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡）に提示した実施細目を参考に実施されていることから、原子炉設置者の実施した評価内容について、当省として以下の（1）～（4）に示す評価項目に基づき評価することとした。また、併せて、当省の実施する（1）～（4）の項目について本評価を踏まえ、検討すべき点がないか、（5）により見直しを行った。

(1) 実施計画の策定

施設の特徴を踏まえた実施計画を策定しているか。

判断基準

- a) 実施項目が検討されているか。
- b) 実施内容が立案されているか。
- c) 機器の安全上の機能別重要度分類をしているか。

(2) 保守点検の実績評価

原子炉施設の経年変化事象に対して、従来の保守点検の内容や補修・交換についての実績調査を行っているか。

判断基準

- a) 実績評価に対して経年変化事象を評価分析しているか。
- b) 評価分析に対して現状の保全内容が適切なものか。
- c) その妥当性を評価しているか。
- d) 経年変化事象として以下の内容について評価を行っているか。
 - ・中性子照射脆化
 - ・熱時効
 - ・疲労
 - ・応力腐食割れ
 - ・腐食
 - ・摩耗
 - ・絶縁劣化（電氣的）
 - ・コンクリート（強度低下、遮蔽能力低下）

(3) 設備機器の経年変化に関する評価

安全機能を要求される機器・設備について、経年変化に関する評価が行われているか。

判断基準

- a) 機器・構造物の安全性を評価する際には、実施計画書を利用しているか。
- b) 安全上重要な機器・構造物か。
- c) 補修・取替が容易か。
- d) b)、c)に基づき評価対象機器を選定しているか。
- e) 構造・使用条件等を考慮し、次のうちから該当する経年変化事象を抽出しているか。
 - ・設計上考慮している経年変化事象
 - ・最近の知見で得られている経年変化事象
 - ・過去国内外で発生した経年変化事象
- f) 現状保全の評価、長期的観点での健全性評価が行われているか。

(4) 保全計画の作成(10年計画)

保全計画の作成(10年計画)が行われているか。

判断基準

- a) 保守点検の実績評価及び設備機器の経年変化に関する評価の内容が反映されているか。

(5) 当省の実施細目の見直し

実施細目の内容に問題はないか。

判断基準

- a) 実施細目の記載内容に不適切な記載はないか。
- b) 実施細目の記載内容で不足しているものはないか。

．原子炉設置者による評価の概要

原子炉設置者から当省に平成17年4月28日付け17サイクル機構（大洗）063をもって提出された高経年化対策に関する報告の概要は、以下のとおりである。なお、この報告は、平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡「原子炉施設の定期的な評価の実施について」に基づき、昭和50年4月から平成15年3月までの期間を対象として実施された評価である。

1．実施内容

原子炉設置者は、運転管理、保守管理などについて、過去の保安活動が適切、かつ、有効なものであったか実績を評価するとともに、原子炉施設の保安活動への最新の技術知見の反映状況の調査及び評価を実施することで保安活動に関する評価を実施し、高経年化に関する評価として、「常陽」の長期使用による経年劣化状況の調査及び評価並びに今後の継続使用にあたって実施すべき保全活動計画の策定を行っている。原子炉設置者による経年変化事象に関する評価対象機器の選定結果を表1-1に示す。また、経年変化事象に関する実績調査項目を表1-2に示す。

2．評価結果

原子炉設置者は、評価の結果、「常陽」建設当時から考慮していたナトリウム冷却型高速炉固有の経年変化事象となる可能性があると考えられるナトリウム環境効果、高速中性子照射効果、高温環境における疲労、クリープについて、設計時に想定された運転時間（131,500時間）に対して問題となることはないことを確認している（注；平成19年3月末で約70,000時間）。

また、それ以外の抽出した経年変化事象（放射線劣化、腐食、磨耗、侵食、熱時効、応力腐食割れ、絶縁劣化、一般劣化）に対しても、安全機能上問題となるような経年変化はなく、現状の保全活動が適切、かつ、妥当なものであることを確認している。経年変化に関する評価結果を表2に示す。

3．保全計画の策定

原子炉設置者は、今後安全機能上問題となるものは、定期的に分解点検を実施し、交換できる部品、計装品などの一般劣化を除けば、放射線劣化、冷却水及び大気環境による材料の腐食、電気設備の絶縁劣化にほぼ集約できるとして、これらを中心に平成17年度からの10年間の保全計画を策定している。保全計画を表3-1～表3-3に示す。

表 1 - 1 経年変化事象に関する評価対象機器の選定結果

設備等の名称		重要度分類
系統名	機器名	
原子炉本体	原子炉容器	PS-1
	炉内構造物	PS-1
	回転プラグ	PS-2
原子炉安全容器	安全容器	MS-1
1次主冷却系	配管	PS-1
	主循環ポンプ	PS-1
	主循環ポンプ駆動モータ、ボニーモータ	PS-3, MS-1
	主中間熱交換器	PS-1
1次補助冷却系	配管（弁含む）	MS-1
	循環ポンプ（電磁ポンプ）	MS-1
	補助中間熱交換器	MS-1
オーバーフロー系	配管	PS-2
	汲み上げポンプ（電磁ポンプ）	PS-2
1次Na純化系	純化ポンプ（電磁ポンプ）	PS-2
	コールドトラップ窒素ガス冷却器	PS-3
2次主冷却系	配管	MS-1
	主循環ポンプ	MS-1
	主循環ポンプ駆動モータ	PS-3
	主冷却器	MS-1
	主送風機	-
	主送風機駆動モータ	-
2次補助冷却系	配管（弁含む）	MS-1
	循環ポンプ（電磁ポンプ）	MS-1
	補助冷却器	MS-1
2次Na純化系	純化ポンプ（電磁ポンプ）	PS-3
計測制御系	制御棒駆動機構	MS-1
	核計装設備	MS-1
	破損燃料検出設備（CG法）	PS-3
	破損燃料検出設備（DN法）	PS-3
	原子炉制御設備（ロジック盤）	MS-1
	安全保護系	MS-1,2
放射性廃棄物廃棄施設	アルゴン廃ガス処理圧縮機	PS-2
	廃液タンク	PS-3
格納容器雰囲気調整系	アニュラス排気ファン	MS-1
	コンクリート遮へい体窒素ガス冷却器	MS-3
	コンクリート遮へい体冷却ブロワ	MS-3
	コンクリート遮へい体冷却ブロワ駆動電動機	MS-3
	再循環空調機	MS-3
	回転プラグ補助冷却器	MS-3
原子炉格納容器	格納容器	MS-1
電源設備	一般系電源設備（遮断器、変圧器）	PS-3
	非常系電源設備（遮断器、変圧器）	MS-1
	非常用ディーゼル発電機設備	MS-1
	無停電電源装置	MS-1
	蓄電池	MS-1
補機冷却系統設備	配管、弁	-
	冷却塔	-
	ポンプ	-
燃料取扱設備	燃料交換機 (1) 軸封装置 (2) 本体ドアバルブ (3) 交換機孔ドアバルブ	PS-2
	燃料出入機 本体ドアバルブ	MS-2, PS-2
	キャスクカー設備 (1) 本体ドアバルブ (2) 循環ブロワ	PS-2
ボイラ設備	蒸気配管	-

表 1 - 2 経年変化事象に関する実績調査項目

経年変化事象		劣化要因	対象機器	実績調査
放射線劣化	中性子照射	構造材料の機械的強度変化 原子のはじき出し損傷など	格納容器内床下遮へいコンクリート内部設置機器、配管（原子炉容器、1次冷却系配管の一部、炉内構造物、安全容器）	サーベイランス試験（原子炉容器材、炉心支持板材、パレル材、安全容器）
		検出器の性能低下 UO ₂ の消耗、BF ₃ ガスの解離によるフッ素ガスの蓄積	核計装設備のうち起動系及び中間系の核分裂計数管、FFD-DN法BF ₃ 検出器	自主検査（核計装設備、FFD-CG法、FFD-DN法）
	ガンマ線照射	絶縁材の性能低下 有機系材料のはく離、ポイド生成、硬化及び延性低下による割れ	電源、計装などのケーブルの絶縁材、電磁ポンプ固定子巻線の絶縁材	ケーブルの劣化調査（床下ケーブルベネトレーション、1次系床下ケーブル）、「常陽」設置者自主検査計画書に基づく対象機器の自主検査
腐食	ナトリウム環境	構造材料の機械的強度変化 系統内温度分布による質量移行と溶存酸素による挙動の加速	原子炉容器、炉内構造物、1次冷却系機器及び配管、2次冷却系機器及び配管	サーベイランス試験（原子炉容器材、炉心支持板材、パレル材、1次冷却系配管材、2次主冷却系配管材、2次ダンブタンク材）、新・旧配管溶接部の機械試験
	冷却水環境	構造材料の肉厚減少 金属プラスイオンと酸素、塩素イオン、流れ、温度などの環境により発生するマイナスイオンとの電位差による電池作用腐食	補機冷却系機器及び配管、熱交換機器（非常用DGの機関、冷却水槽及び補機類、格納容器雰囲気調整系の冷却器、1次コールドトラップ窒素ガス冷却器）	補機冷却系統設備の配管、弁及び水槽の肉厚測定、外観検査、「常陽」設置者自主検査計画書に基づく対象機器の自主検査
	大気環境	構造材料の肉厚減少 酸化皮膜の乱流せん断力破壊（機械的作用）と金属プラスイオンと酸素、塩素イオン、流れ、温度などの環境により発生するマイナスイオンとの電位差による電池作用腐食（化学的作用）	主冷却器伝熱管、補機冷却系統設備の冷却塔、屋外配管など	補機冷却系統設備の冷却塔、屋外配管、主冷却器伝熱管の肉厚測定（MK-冷却系改造工事撤去機器の肉厚測定、機械試験、内外面観察を含む）
磨耗・侵食	磨耗	摺動部分の寸法変化 回転機器軸受部分などの金属接触部の摺動による磨耗	主要な回転機器（1次主循環ポンプ、2次主循環ポンプ、主送風機、格納容器雰囲気調整系各回転機器、FFD-CG法コンプレッサ、Ar廃ガスコンプレッサ、非常用ディーゼル発電機機関、補機冷却系統設備各ポンプなど）	「常陽」設置者自主検査計画書に基づく対象機器の自主検査
	侵食（エロージョン/コロージョン）	構造材料の肉厚減少 酸化皮膜の乱流せん断力破壊（機械的作用）と金属プラスイオンと酸素、塩素イオン、流れ、温度などの環境により発生するマイナスイオンとの電位差による電池作用腐食（化学的作用）	2次主冷却系配管、ボイラ設備蒸気配管	2次主冷却系配管の肉厚測定、内面観察、ボイラ設備の蒸気配管肉厚測定
熱時効		構造材料の機械的強度変化 材料の高温使用時間に応じて機械的強度が変化（引張強さ、延性など）	クロムモリブデン鋼（2/4Cr-1Mo鋼）を用いている2次主冷却系配管のうち、400 以上となるホットレグ配管	サーベイランス試験（2次主冷却系配管材）
クリープ・疲労	クリープ	構造材料の機械的強度変化 応力下で高温使用すると物体の塑性変形が時間とともに増加	1次冷却材バウンダリ、2次冷却材バウンダリ	サーベイランス試験（原子炉容器材、1次冷却系配管材、2次主冷却系配管材）
	疲労	構造材料の機械的強度変化 繰り返し荷重又は変動荷重が加わると、その応力振幅と繰り返し回数によって微小な亀裂が発生		
応力腐食割れ		構造材料の損傷 腐食環境下で引張応力が作用した場合、その腐食環境にない場合より低い応力で材料に亀裂発生	廃液タンク及び接続配管（オーステナイト系ステンレス鋼で構造材がむき出しの環境）	「常陽」設置者自主検査計画書に基づく対象機器の自主検査
絶縁劣化		絶縁材の性能低下 発熱、電界、トラッキングによる有機系材料のはく離、ポイド生成、硬化及び延性低下による割れ	2次冷却系の電磁ポンプ、電源設備（遮断器、変圧器、無停電電源設備、非常用ディーゼル発電機）、回転機器駆動用電動機	「常陽」設置者自主検査計画書に基づく対象機器の自主検査
一般劣化		(1) コンクリートの劣化 (2) オイルの劣化 (3) プラスチックの劣化 (4) シール材の劣化 (5) 計装品の部品劣化 (6) 弁座の磨耗 (7) その他	(1) 建家躯体コンクリート (2) 各回転機器 (3) 計装品 (4) 各回転機器 (5) 計装品 (6) 隔離弁 (7) 蓄電池	(1) MK-冷却系改造工事における測定データ（主冷却機建家の躯体コンクリート強度試験） (2)～(7) 「常陽」設置者自主検査計画書に基づく対象機器の自主検査

表2 経年変化に関する評価結果

経年変化事象		対象機器	評価結果
放射線劣化	中性子照射	原子炉構造材	仮想事故である再臨界事故時におけるエネルギーを設計寿命末期においても十分吸収できる一様伸びを有していると評価。
		検出器	今後とも限界中性子照射量を目安に、定期的に交換することで問題ないと評価。
	ガンマ線照射	床下ケーブルペネトレーション	床下ケーブルペネトレーション: 絶縁抵抗値、破断伸びとも判定値を十分満足。設計寿命までに受ける放射線量も約8.0E+4Gyで耐放射線量の約1/6~1/35。
		1次系床下ケーブル 1次系電磁ポンプ	1次系床下ケーブル: 最外層のポリエチレン被覆にひび割れはあるが、ステンレス編組に内包されたガラス絶縁体、導体に劣化はなく、電気的にも問題ない。設計寿命までに受ける放射線量も約1.3E+7Gyで耐放射線量の約1/5。 1次系電磁ポンプ: 励磁コイル部の外観検査に異常はなく、抵抗値、絶縁抵抗値とも判定値を満足しているが、継続的な絶縁状態の把握は必要と評価。
腐食	ナトリウム環境	原子炉構造材	原子炉構造材: 中性子照射効果にナトリウム環境効果を含めた形で問題ないと評価。
		2次冷却系配管材	2次冷却系配管材: ナトリウム浸漬材の脱炭層は、非浸漬材と同様に製造時の熱処理で生じるミル脱炭層のみでナトリウム環境効果による腐食(脱炭層)は僅かである(金相試験より)。 原子炉施設保安規定のナトリウム維持基準であるブラギング温度を維持すれば問題ないと評価。
	冷却水環境	補機冷却系	補機冷却系: 配管肉厚は、腐れ代を考慮した必要肉厚を満足しているが、屋外サポート部分配管等を中心に継続的に監視は必要と評価。ポンプは、今後もこれまで同様の頻度で分解点検を実施すれば問題ない。
		格納容器雰囲気調整系	格納容器雰囲気調整系 床下再循環空調機: 現状において問題はないが、構造上清掃、錆止め塗装ができない部分があるため、更新予定(平成17年~平成19年で設計、製作、据付を実施予定)。遮へいコンクリート冷却系室素ガス冷却器: 伝熱管の肉厚測定を実施し、平成5年の減肉速度より平成24年頃更新が必要とされる伝熱管の再評価が必要と評価。
大気環境	主冷却器伝熱管	旧主冷却器伝熱管の肉厚測定結果から、MK- 用主冷却器伝熱管の減肉が問題となることはない。ただし、冷却材バウンダリで最も減肉量が多い部分であるため、施設定期検査毎の肉厚測定で監視を継続する必要があると評価。	
磨耗・侵食	磨耗	主要な回転機器	「常陽」設置者自主検査長期計画書に定めた点検頻度で分解点検を実施し、消耗品の交換(軸受、リング、ガスケット、オイルシールなど)を行っていくことで問題ないと評価。
		2次主冷却系配管	2次主冷却系配管: MK- 撤去2次系機器: 配管の肉厚測定、内面観察から、エロージョン/コロージョン特有の鱗片模様、減肉の痕跡はなく、今後ともクロムモリブデン鋼(21/4Cr-1Mo鋼)を使用している2次系機器: 配管が問題となることはない。評価。
	侵食(エロージョン/コロージョン)	ボイラー設備	ボイラー設備: 約29年使用の蒸気配管肉厚測定結果から、エロージョン/コロージョン、高湿度雰囲気による著しい減肉は見られず、規格計算上の必要厚さを十分満足し、配管の更新等の対策の必要性はないと評価。
熱時効		2次主冷却系ホットレグ配管	クロムモリブデン鋼(21/4Cr-1Mo鋼)のナトリウム浸漬材は、金相試験より、その脱炭層は非浸漬材と同様に製造時の熱処理で生じるミル脱炭層のみでナトリウム環境効果による腐食(脱炭層)は僅かであったことから、機械的強度変化は、熱時効による影響であると推定評価。 0.2%耐力の低下傾向、クリーブ破断曲線の短時間側が低下する傾向に現れているが、0.2%耐力、破断伸び及び設計クリーブ破断応力ともBDSの許容値を満足しており問題ないと評価。
クリープ・疲労	クリープ	原子炉構造材	原子炉構造材: クリープ破断応力は、設計寿命原子炉運転時間でもBDSの照射材に対するクリープ破断応力強さSRを満足。
		2次主冷却系配管材	2次主冷却系配管材: クリープ破断応力は、「常陽」設計寿命原子炉運転時間においてもBDSの設計クリープ破断応力強さSRを満足しており、今後の使用において問題になることはない。評価。
	疲労	原子炉構造材	疲労寿命は、非照射材とほぼ同様か若干長くなる傾向。BDSの許容ひずみ範囲(A)(繰返しひずみ速度1E-3mm/mm/sec)を満足しており、問題ないと評価。
応力腐食割れ		廃液タンク及び接続配管	オーステナイト系ステンレス鋼の廃液タンクは、施設定期検査ごとの外観検査を実施しており、今後とも施設定期検査ごとの外観検査を実施することで構造健全性の確保ができると評価。
絶縁劣化		遮断器	遮断器: 第13回施設定期検査で更新したため、問題ないと評価。更新していない残り2台については、保全計画の中で更新時期を検討。
		変圧器	変圧器: 絶縁診断の結果、絶縁劣化時に起きるコロナ音は観察されず、現状において健全性が確保されていることを確認。今後、長期使用により、絶縁劣化が進行する可能性があるため、定期的な点検の実施と、その結果などによる更新計画の策定が必要と評価。
		ディーゼル発電機	ディーゼル発電機: 2回の絶縁回復処理を実施し、第13回施設定期検査における絶縁診断の結果、現状において健全性が確保されていることを確認。今後、長期使用により、絶縁劣化が進行する可能性があるため、定期的な点検の実施と、その結果などによる更新計画の策定が必要と評価。
		回転機器駆動用電動機	回転機器駆動用電動機: 1次主循環ポンプ、2次主循環ポンプ、主送風機用の駆動用電動機は、MK- 冷却系改造工事で更新を実施。当面は、定期的な分解点検時に行う絶縁補強対策を実施していけば問題ないと評価。
一般劣化		主冷却機建家躯体コンクリート	主冷却機建家躯体コンクリート: シュミットハンマー法による反発度から求めた最小値でも設計基準コンクリート強度を満足しており、現状において建家躯体の強度は問題ないと評価。平成17年10月には、原子炉附属建家でも試験を実施し、問題ないと評価。
		安全保護系などの補助継電器	安全保護系などの補助継電器: MK- 第35サイクルに補助継電器の劣化が原因と考えられる制御棒操作後の制御棒降下による原子炉出力低下事象により、補助継電器の交換基準を1回/10年としたため、今後ともこの基準にしたがって交換を実施すれば問題ないと評価。
		無停電電源設備蓄電池	無停電電源設備蓄電池: 第1回目の更新は、一般的な期待寿命10~14年(日本電機工業会)を目安に更新。第2回目の更新は、約20年で5C、5D、7Cを更新。7Dについても約20年となる平成18年度後期(第15回施設定期検査)に実施予定であるため、問題ないと評価。

表3-1 保全計画(1/3)

放射線劣化

機器種別	種類	機器名	重要度分類	使用年数	実施内容	実施時期
容器	劣化調査	原子炉容器	PS-1	28	サーベイランス試験 (中性子照射効果による機械的強度変化データの採取)	環境変化で構造健全性に問題が生じる場合
		安全容器	MS-1	28		
電磁ポンプ	劣化調査	1次補助電磁ポンプ	MS-1	28	開放点検 (ガンマ線照射による固定子巻線絶縁材の劣化調査)	中長期
		1次ナトリウム純化電磁ポンプ	PS-3	28		長期
		オーバフロー電磁ポンプ	PS-2	28		短期
計装品	更新	核計装設備 (起動系、中間系検出器) 核分裂計数管	MS-1	11~18	限界中性子照射量 (3.0E+18n/cm ²) を目安に更新	中長期
		燃料破損検出設備 FFD-DN法BF3検出器	PS-3	10	定格出力運転日数 約625日を目安に更新	中長期

腐食

機器種別	種類	機器名	重要度分類	使用年数	実施内容	実施時期
熱交換器	更新	1次コールドトラップ 窒素ガス冷却器	PS-3	28	同一構造に更新、伝熱管の保守のため設置位置を改善	短期、第14回定検 2005年6月~7月
		格内雰囲気調整系 床下雰囲気再循環空調機	MS-3	28	更新	短期、2006~2007年度 設計・製作・据付
		非常用D/G用オイルクーラ	MS-1	28	更新	短期、第14回定検 2006年2月
	腐食調査	予熱窒素ガス系 オイルクーラ	-	28	腐食状況調査	短期
		主冷却器	MS-1	2	伝熱管の肉厚測定	1回/定検、第14回定検 2005年1月
		コンクリート遮へい体冷却 系窒素ガス冷却器	MS-3	15	伝熱管などの肉厚測定	1回/2定検、第14回定検の2005年8月点 検時に伝熱管の孔食による漏えい発見 し、2006年3月に伝熱管更新
		補機冷却系冷却塔	-	19	肉厚測定	短期
	補修	主冷却機排気ダクト	MS-1	28 塗装3	再塗装	短期
		排気筒	-	28 塗装10	再塗装、踊場及び 猿梯子の補修	短期、第14回定検 2005年3月
	熱交換器	劣化調査	1次主循環ポンプ 上蓋室冷却器	MS-3	28	開放点検
回転ブラグ冷却器			MS-3	28	開放点検	短期
非常用D/G機開用 インタークーラ			MS-1	28	開放点検	短期
配管	劣化調査	補機冷却系配管	-	28	肉厚測定	1回/2定検
		2次主冷却系配管	MS-1	28	サーベイランス試験	環境変化で構造健全性に問題が生じる場合
容器	劣化調査	2次ダンクタンク	PS-3	28		
		非常用D/G用冷却水水槽	MS-1	28	1回/2定検、第14回定検 2005年7月	
		非常用D/G用空気槽	MS-1	28	1回/2定検、第14回定検 2005年7月	
配管	劣化調査	ボイラー設備	-	28	ボイラー本体煙管調査	2005年7月に煙管の肉厚測定を実施。その結果、煙管を交換(1、2号機2006年1月、3号機2006年7月)
配管	劣化調査		-	28	蒸気配管の肉厚測定	1回/5年

磨耗・侵食

機器種別	種類	機器名	重要度分類	使用年数	実施内容	実施時期
非常用D/G	部品交換	非常用ディーゼル機関	MS-1	28	ディーゼル機関の給気弁、排気弁及び弁座の交換	短期、第14回定検 2005年6月~8月
送風機 圧縮機 ポンプ		フレオン冷凍機	MS-3	28	インペラ、増速装置、カップリング等の交換	短期 第15回定検中
		回転機器全般	PS-2 MS-1,3	28	軸、軸受、シールガスケット等の交換	各回転機器の定検頻度毎

使用年数は、評価期間の平成15年3月末現在

実施時期 短期：2005~2009年度、中長期：2005~2014年度、長期：2010~2014年度

表 3 - 2 保全計画 (2 / 3)

絶縁劣化

機器種別	種類	機器名	重要度分類	使用年数	実施内容	実施時期
発電機		非常用D/G発電機	MS-1	28	絶縁劣化診断、更新	中長期
電源設備		遮断器	PS-3	15	1A M/C遮断器 残り2台の更新	長期
		変圧器	PS-3	28	絶縁劣化診断、更新	中長期
電動機 (高圧)		格内雰囲気調整系 フロン冷凍機用	MS-3	28	更新	短期 第15回定検中
		予熱窒素ガスブロウ用	-	28	絶縁劣化診断、更新	中長期
電動機	更新	補助送風機用	MS-1	28	更新	短期、第14回定検 2005年2月
		1次コールドトラップ冷却 窒素ガスブロウ用	PS-3	28	更新	短期、第14回定検 2005年7月
		格内雰囲気調整系 冷媒ポンプ用	MS-3	28	更新	短期 第15回定検中
		1次主循環ポンプ用潤滑油 ポンプ用	PS-3	28	更新	短期
		1次主循環ポンプ用潤滑油 冷却ファン用	PS-3	17	更新	短期、第14回定検 2005年5月
		2次主循環ポンプ抵抗器盤 冷却ファン	PS-3	2	更新	中長期、第14回定検 2005年7月
		2次主循環ポンプ抵抗器盤 放熱用軸流ファン	PS-3	2	更新	中長期、第14回定検 2004年8月
		2次主循環ポンプ用潤滑油 ポンプ用	PS-3	7	更新	中長期、第14回定検 2005年1月
		2次補助電磁ポンプ用冷却 ファン用	PS-3	28	更新	中長期、第14回定検 2005年5月
		2次Na純化電磁ポンプ用冷 却ファン用	PS-3	3	更新	中長期、第14回定検 2005年2月
		予熱窒素ガスブロウ用油ポ ンプ用	-	28	更新	中長期
		予熱窒素ガスブロウ軸封用 ボルテックスブロウ	-	13	絶縁抵抗測定、更新	中長期 2006年11月～12月
		非常用廃ガス圧縮機	PS-2	28	更新	短期
		空気圧縮機	-	28	更新	短期
		電動機 (高圧)		1次主循環ポンプ用	PS-3	2
	2次主循環ポンプ用		PS-3	2		
	主送風機用		-	2		
電動機		2次主循環ポンプ用潤滑油 冷却ファン用	PS-3	3	絶縁抵抗測定、更新	中長期
電磁ポン プ	劣化 調査	2次補助電磁ポンプ	MS-1	28	開放点検 (固定子巻線絶縁材)	中長期
		1次補助電磁ポンプ誘導電 圧調整器	MS-1	28	点検、更新	中長期
		オーバフロー電磁ポンプ誘 導電圧調整器	PS-2	28	点検、更新	中長期
		1次Na純化電磁ポンプ誘導 電圧調整器	PS-3	28	点検、更新	中長期
		2次補助電磁ポンプ誘導電 圧調整器	MS-1	28	点検、更新	中長期

使用年数は、評価期間の平成 15 年 3 月末現在

実施時期 短期：2005～2009 年度、中長期：2005～2014 年度、長期：2010～2014 年度

表 3 - 3 保全計画 (3 / 3)

一般劣化						
機器種別	種類	機器名	重要度分類	使用年数	実施内容	実施時期
計装品	補修又は更新	1次冷却系制御リレー等	PS-3	15～28	制御リレー、警報ユニット等の電気部品の更新	中長期
		1次冷却系NaK圧力計	PS-3	28	圧力変換器の補修又は更新	中長期
		1次冷却系電磁流量計	PS-3	28	主冷却系等の部品更新	中長期
		1次及び2次冷却系プロセス計装品	PS-3	15	計装品の補修又は更新	中長期
		核計装モニタ	MS-1	11～17	起動系、中間系、出力系モニタの補修又は更新	中長期
		原子炉保護系ロジック回路	MS-1	19	補修又は更新	短期
		制御棒駆動機構監視設備	MS-1	22	補修又は更新	中長期
		原子炉制御設備等のリレー	MS-1	4	交換	中長期
		FFD-CG法計装品	PS-3	16	補修又は更新	中長期
		放射線管理施設 原子炉保護系エリアモニタ 事故時モニタ ガンマ線エリアモニタ 中性子エリアモニタ	MS-1,3	14～28	補修又は更新	中長期
計装品	補修	格内床下雰囲気監視装置	MS-3	19	ハロゲン分析計、酸素濃度計、水分濃度計の補修又は更新	短期、第14回定検 ハロゲン分析計 2006年3月
		電源設備保護継電器	PS-3	19	補修又は更新	中長期
	更新	FFD-DN法計装品Aグループ	PS-3	18	計測ユニットアンプの補修	中長期、第14回定検 2006年1月
		FFD-DN法計装品Bグループ	PS-3	18	計測ユニットの更新	中長期、第14回定検 2005年9月
		1次及び2次冷却系コントロールセンタ	PS-3	15	コントローセンタユニット等の更新	中長期、第14回定検 2次冷却系の更新、部品交換2006年2月及び6月
		2次冷却系制御リレー等	PS-3	15～28	制御リレー、警報ユニット等の電気部品の更新	短期、第14回定検 2005年2月～3月
弁	部品交換	廃ガス処理系ベローズ弁	PS-2	28	一部ベローズ弁のアセンブリの交換	中長期 2007年2月及び第15回定検中
		フロン冷媒系隔離弁	MS-1	28	弁座の部品交換	短期、第14回定検 2005年2月～3月
	劣化調査	格納容器真空破壊系隔離弁	MS-1	28	漏洩率検査、更新	中長期
電源設備	補修又は更新	交流無停電電源設備	MS-1	14	補修又は更新	中長期 第15回定検中
		直流無停電電源設備	MS-1	12	補修又は更新	中長期 第15回定検中
	更新	直流無停電電蓄電池	MS-1	17	7D系の更新	中長期 第15回定検中
躯体	劣化調査	原子炉建家・附属建家	MS-1, PS-1,2	30	コンクリートの強度測定、塩化物イオン含有量測定、中性化深さ測定	中長期、第14回定検 2005年7月～11月
		主冷却機建家	MS-1, PS-3	30	コンクリートの強度測定、塩化物イオン含有量測定、中性化深さ測定	中長期
		第一使用済燃料貯蔵建家	MS-2	24	コンクリートの強度測定、塩化物イオン含有量測定、中性化深さ測定	中長期

使用年数は、平成 15 年 3 月末現在のもの

実施時期 短期：2005～2009年度、中長期：2005～2014年度、長期：2010～2014年度

・当省の見解

独立行政法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター（南地区）高速実験炉原子炉施設の高経年化対策は、妥当なものと認められる。この評価結果は、以下のとおりである。

(1) 実施計画の策定

当該施設の高経年化評価においては、ナトリウム冷却型高速炉である「常陽」の特徴を踏まえつつ、当省が例示した原子炉施設の定期的な評価の実施細目を参考とし、高経年化評価の基本的考え方を整理し、経年変化事象の抽出、評価対象機器の選定、保守点検の実績調査及び設備機器の経年変化に関する評価について実施方策が示されている。

経年変化事象の抽出に当たっては、抽出のための基本的な考え方を実施細目毎に詳細に示したうえで、建設当時に考慮された事象に加え、建設・運転後に蓄積された知見をもとに事象の選定が行われていること、さらに、この事象毎に選定された評価対象機器について適切に安全上の重要度分類がなされていることを確認した。

以上のことから、当該施設の高経年化評価のための実施計画の策定においては、事前に実施項目の検討が行われたうえで、実施内容を立案し評価が実施されたものと認められる。

(2) 保守点検の実績評価

当該施設の経年変化の評価においては、実施計画の策定時に抽出された経年変化事象を考慮して、これまでに実施した保全活動の実績から以下の試験結果について調査及び評価がなされている。

サーベイランス試験結果

構造材に対する冷却材ナトリウムによる影響及び中性子照射による影響を確認するためのものであり、冷却材ナトリウムによる影響については機器・配管を代表する位置に、中性子照射による影響については加速照射となる位置にそれぞれ試験片を装荷し、調査が実施されている。

MK- 冷却系改造工事における測定データ及び撤去機器等を用いた試験結果
平成16年に発生した関西電力美浜発電所3号機2次系配管破損事故を受け、クロムモリブデン鋼を使用した2次配管についてエロージョン/コロージョンによる浸食がない事を確認するため、2次配管の肉厚測定データ、新たに

測定した旧主中間熱交換器 2 次側出入口配管エルボの肉厚測定データ等について、MK - 冷却系改造工事等においてデータ採取が実施されている。

ケーブルの劣化調査結果

ケーブル絶縁材の放射線劣化の代表として、原子炉建家の高放射線雰囲気を設置されている床下ケーブルペネトレーション及び 1 次系床下ケーブルについて劣化調査が実施されている。

補機冷却系統設備配管の肉厚測定結果

補機冷却系は安全機能上の重要度分類に該当しない機器であるが、安全機能上の重要度分類が高い系統機器に冷却水を供給していることから、補機冷却系統設備の肉厚測定調査が実施されている。

設備、機器の点検結果に基づく経年変化調査

経年劣化状況に応じて、更新を実施している設備・機器の点検結果の調査が実施されている。

ボイラ設備蒸気配管の肉厚測定結果

平成 16 年に発生した関西電力美浜発電所 3 号機 2 次系配管破損事故を受け、ボイラ設備の肉厚測定結果の調査が実施されている。

いずれの調査項目についても高経年化事象を考慮して実績の調査が実施され、その妥当性の評価が行われており、保守点検の実績評価は、妥当なものであると認められる。

(3) 設備機器の経年変化に関する評価

上記(2)の調査結果に基づき行われている経年変化事象毎の設備機器の高経年化に関する評価の結果は、以下のとおりであった。

放射線劣化

放射線による劣化の評価は、構造材、絶縁材及び検出器等について調査が実施されており、その結果、

- ・構造材については、実績調査の評価結果から 131,500 時間までの中性子照射を想定しても構造健全性が問題になることはない。
- ・絶縁材については、ケーブルの一部の被覆に劣化が確認されたが、補修を適切に行うことで、今後の使用上における構造健全性は問題ない。ただし、

電磁ポンプについては定期的に監視を行う必要がある。

- ・検出器については、運転条件を考慮した上で交換頻度を設定し、定期的な交換を行うことで問題がない。

としている。

腐食

腐食に関する評価は、ナトリウム環境及び冷却水環境について調査が実施されており、その結果、

- ・ナトリウム環境については、現状のナトリウム中の酸素濃度等のナトリウム維持基準を維持することで、ナトリウム環境によって構造材が経年変化上、問題になることはない。
- ・冷却水環境については、継続的に監視を行い、その結果に基づき、補修、更新等を含めて対策を計画することが必要である。

としている。

磨耗・侵食

磨耗・侵食に関する評価は、エロージョン/コロージョン、構成部品の磨耗について調査が実施されており、その結果、

- ・今後とも流動ナトリウムによるエロージョン/コロージョンが問題になることはない。
- ・構成部品は消耗部品を定期的に交換し、磨耗対策を継続して実施することで問題ない。

としている。

熱時効

熱時効に関する評価は、クロムモリブデン鋼のサーベイランス試験が実施されており、この結果、今後の構造材の継続使用に対して熱時効が問題になることはないとしている。

クリープ・疲労

クリープ・疲労に関する評価は、1次系冷却材バウンダリを構成するオーステナイト系ステンレス鋼及び2次冷却材バウンダリを構成するクロムモリブデン鋼を対象としてサーベイランス試験が実施されており、その結果、今後構造材の継続使用に対して影響を与えるものではないとしている。

応力腐食割れ

応力腐食割れに関する評価は、平成16年9月に他施設の廃液貯留タンクに応力腐食割れに起因するピンホールが発見されたことを受け、対象設備機器として構造材料がむき出しになっているオーステナイト系ステンレス鋼製の廃液タンク及び接続配管について調査が実施されている。

その結果、定期的な検査を継続的に実施することで、構造健全性を確保す

ることができ、応力腐食割れが問題になることはないとしている。

絶縁劣化

絶縁劣化に関する評価は、の放射線劣化の他、一般的な絶縁劣化に関する調査が実施されており、その結果、劣化が確認できることから更新計画を策定する必要があるとしている。

一般劣化

一般劣化に関する評価は、主冷却建家等のコンクリート強度、補機継電器の劣化、蓄電池の劣化、各種回転機器の健全性等について、調査が実施されており、その結果、

- ・主冷却建家及び原子炉附属建家の強度に問題はないことが評価されている。今後、原子炉建家について調査を実施するとしている。
- ・補助継電器については、定期的な点検・交換を実施することで問題はない。
- ・蓄電池は、使用実績を踏まえて適宜交換する。
- ・各種回転機器の健全性等については、自主検査を継続して実施し、分解検査の時期にあわせて消耗品の交換を行うことで、一般劣化が問題になることはない。

としている。

以上のことから、当該施設における設備機器の経年変化に関する評価は、保守点検の実績評価結果に基づき、設計上考慮されている事象、最近の知見から得られた事象及び過去国内で発生した事象を適切に反映して現状の保全活動の内容の評価を行ったうえで、長期的観点からの健全性評価が行われているものと認められる。

なお、平成18年9月に原子力安全委員会が決定した耐震設計指針への適合性については、本評価とは別にバックチェックを実施することとしている。

(4) 保全計画の作成（10年計画）

当該施設の高経年化に関する評価の結果として抽出された経年変化事象について保守点検実績調査及び技術的評価を実施したうえで、保全計画が策定されている。

保全計画の策定においては、今後も構造材の継続使用に対して問題がないと判断した熱時効、クリープ及び疲労並びに応力腐食割れについては施設定期検査における自主検査を継続的に実施することにより構造健全性を確保することとし、これらの事象は、保全計画の対象から除外している。

この結果、保全計画には、(3)の高経年化に関する評価結果を考慮して、放射線劣化、腐食、磨耗、侵食、絶縁劣化及び一般劣化に対応した計画が策定され

るとともに、機器毎に計画策定時点での使用年数、保全活動の実施内容、実施時期及び実施理由が明確に示されている。

以上のことから、高速実験炉「常陽」の保全計画には、保守点検の実績評価の内容及び設備機器の経年変化に関する評価の内容が適切に反映されているものと認められる。

(5) 当省の実施細目の見直し

原子炉設置者による高経年化対策に対する評価は、当該施設における通常の保安活動体制の下で、品質保証計画に基づき、実施されていることを確認した。

当省が原子炉設置者に示した実施細目の項目には、原子炉設置者が採るべき評価実施体制に関する記載はないが、次回の評価まで10年と期間が長くなることから、次回の評価においては、技術伝承の観点等から評価実施体制の妥当性についても確認する方向で検討することとする。

．検討の経過

本検討の過程においては、以下に示す原子力安全技術アドバイザーの専門的意見を聴取した。

氏名	所属
斉藤 勲	国立大学法人 東京大学
丹沢 富雄	学校法人 五島育英会
二ノ方 壽	国立大学法人 東京工業大学
松井 秀樹	国立大学法人 東北大学
三澤 毅	国立大学法人 京都大学
吉田 和夫	学校法人 慶応義塾
和田 章	国立大学法人 東京工業大学

(敬称略、50音順)

独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所の原子炉施設（JRR-3）の高経年化対策に関する評価について

平成20年3月27日

文部科学省科学技術・学術政策局

原子力安全課原子力規制室

目 次

. はじめに	1
. 評価方針	2
. 原子炉設置者による評価の概要	4
. 当省の評価結果	7
. 検討の経過	9

．はじめに

平成16年2月に試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則（以下「試験炉規則」という。）が改正され、「原子炉施設の定期的な評価」が原子炉施設の保全に関する原子炉設置者の保安活動として導入されるとともに、同評価に関することが保安規定に記載すべき事項として追加された。

試験炉規則によると、原子炉施設の定期的な評価のうち高経年化対策については、以下のように規定されている。

原子炉設置者は、原子炉の運転を開始した日から起算して30年を経過する日までに、経年変化に関する技術的な評価を行い、その評価に基づき原子炉施設の保全のために実施すべき措置に関する10箇年間の計画を策定すること。

原子炉設置者は、 の措置を採った日から起算して10年を超えない期間毎に、 に掲げる措置を採らなければならないこと。

文部科学省は、上記 の経年変化に関する技術的な評価の実施等について、平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡により、その運用方針を明確化し、原子炉設置者に提示した。

各原子炉設置者は、この運用方針に沿って経年変化に関する技術的な評価を行い、保全のために実施すべき措置に関する計画（以下「保全計画」と言う。）を策定して、保全活動を進めている。

文部科学省は、経年変化に関する技術的な評価結果、保全計画等の高経年化対策について、平成17年3月16日付け原子力規制室長通知により原子炉設置者から報告を受け、施設定期検査の見直しを図るとともに、保安検査において保安活動の実施状況の確認を行ってきた。

平成18年6月、文部科学省は、研究炉等安全規制検討会を経て、個々の原子炉設置者の技術評価結果、保全計画等に文部科学省としての評価、検討を加えることにより、より効果的な対策の立案に資することとした。

本書は、上記の考えに基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所が実施した原子炉施設（JRR-3）の高経年化対策に関して、文部科学省としての評価、検討を実施し、その結果をとりまとめたものである。

・評価方針

独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所が行ったJRR-3の高経年化対策に関する評価は、「原子炉施設の定期的な評価の実施について」（平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡）に提示した実施細目を参考に実施されていることから、以下の（1）～（4）に示す評価項目に基づき評価することとした。

なお、JRR-3は昭和59年度から平成2年度にかけて原子炉本体及び付属施設を改造しており、設置後30年を経過している施設・設備は原子炉建家及び排気筒のみであるため、当省の評価は、原子炉建家及び排気筒を対象とし、原子炉本体を含むその他の施設・設備に関しては当省の評価対象外とした。

(1) 実施計画の策定

施設の特徴を踏まえた実施計画を策定しているか。

判断基準

- a) 実施項目が検討されているか。
- b) 実施内容が立案されているか。
- c) 機器の安全上の機能別重要度分類をしているか。

(2) 保守点検の実績評価

原子炉施設の経年変化事象に対して、従来の保守点検の内容や補修・交換についての実績調査を行っているか。

判断基準

- a) 実績評価に対して経年変化事象を評価分析しているか。
- b) 評価分析に対して現状の保全内容が適切なものか。
- c) その妥当性を評価しているか。
- d) 経年変化事象として以下の内容について評価を行っているか。
 - ・ 中性子照射脆化
 - ・ 熱時効
 - ・ 疲労
 - ・ 応力腐食割れ
 - ・ 腐食
 - ・ 侵食
 - ・ 摩耗
 - ・ 絶縁劣化（電氣的）
 - ・ コンクリート（強度低下、遮へい能力低下）

(3) 設備機器の経年変化に関する評価

安全機能を要求される機器・設備について、経年変化に関する評価が行われているか。

判断基準

- a) 機器・構造物の安全性を評価する際には、実施計画書を利用しているか。
- b) 安全上重要な機器・構造物か。
- c) 補修・取替が容易か。
- d) b)、c)に基づき評価対象機器を選定しているか。
- e) 構造・使用条件等を考慮し、次のうちから該当する経年変化事象を抽出しているか。
 - ・設計上考慮している経年変化事象
 - ・最近の知見で得られている経年変化事象
 - ・過去国内外で発生した経年変化事象
- f) 現状保全の評価、長期的観点での健全性評価が行われているか。

(4) 保全計画の作成(10年計画)

保全計画の作成(10年計画)が行われているか。

判断基準

- a) 保守点検の実績評価及び設備機器の経年変化に関する評価の内容が反映されているか。

．原子炉設置者による評価の概要

平成17年3月31日付け17原研05第45号をもって原子炉設置者から当省に提出され、平成19年12月20日付け19原機（科研）031をもって保全計画の一部訂正がなされた高経年化対策に関する報告のうち原子炉建家及び排気筒の概要は以下のとおりである。なお、この報告は、平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡「原子炉施設の定期的な評価の実施について」に基づき、昭和37年9月から平成16年3月までの期間を対象として実施されたものである。

1．実施計画の策定について

原子炉設置者は、当省が例示した原子炉施設の定期的な評価の実施細目に沿って評価対象機器の選定、経年変化事象の抽出、保守点検の実績調査及び設備機器の経年変化に関する評価について実施方策を示している。また、機器の安全上の機能別重要度分類については、クラスごとに定義を定めている。

なお、本実施計画に基づき原子炉設置者が評価対象に選定した設備機器並びにその重要度分類は、表1の通り。

2．保守点検の実績評価について

原子炉設置者が実施計画を受けて行ったもののうち、保守点検の実績評価のために実施した内容は以下のとおり。

従来の保全活動内容と補修・交換の有無

経年変化事象の評価分析（事象の選択、進展の程度）

現在の設備機器の状態

現状の保全活動内容の妥当性

保全活動内容の改善の必要性

従来の保全活動内容と補修・交換の有無については、昭和64年、平成7年、平成15年に原子炉建家の補修を、昭和63年に排気筒の補修を行っていることを調査している。なお、原子炉建家及び排気筒については、昭和58年に改造前の原子炉による共同利用運転が終了した後、再利用されたことから昭和59年以降の保全活動内容を調査している。（表2）

経年変化事象の評価分析については、各設備・機器に対する経年変化の進展の程度を設備機器の現状及び一般的な寿命をベースに判断しており、原子炉建家及び排気筒については、昭和55年に実施された建家の健全性調査及び外観検査より「補修・交換を行うか否かを検討する時期にきている」と評価分析している。（表3）

現在の設備機器の状況については、現在の状況を調査し良好であると判断している。

現状の保全活動内容の妥当性については、経年変化の進展は「補修・交換を行うか否かを検討する時期にきている」ものの、これまでの補修により、現在の状況は良好なことから現在の保全活動は妥当なものと判断している。

保全活動の内容の改善の必要性については、経年変化事象の評価分析の結果「補修・交換を行うか否かを検討する時期にきている」と評価されたことから、今後10年以内に経年変化に対する調査等を実施し、その調査結果を考慮して、補修・交換時期を検討することとしている。

3. 設備機器の経年変化に関する評価について

原子炉設置者が実施計画を受けて行ったもののうち、経年変化に関する評価のために実施した内容は以下のとおり。

評価対象設備機器の経年変化事象の選定

- i) 設計上考慮している経年変化事象の調査
- ii) 最近の知見で得られている経年変化事象の調査
- iii) 過去国内外で発生した経年変化事象の調査

経年変化に対して採った措置等及び現状保全内容
選定した経年変化に対する の有効性
最新知見等を基に今後の進展評価

原子炉建家及び排気筒について、評価対象設備機器の経年変化事象として設計上考慮しているものは、コンクリートの中酸化、塩分浸透であり、最近の知見で得られている経年変化事象並びに過去の国内外で発生した経年変化事象として昭和57年に四国電力伊方発電所1号炉のタービン発電機架台におけるアルカリ骨材反応によるひび割れ問題があることからこれを抽出している。

経年変化に対して採った措置等及び現状保全内容並びにその有効性については、原子炉建家及び排気筒の塗装、昭和55年(1980年)に実施しているコア供試体の圧縮強度試験及びシュミットハンマー強度試験により炉室内及び原子炉建家外壁が設計基準強度を上回っていることが確認されており、コンクリートのアルカリ骨材反応に対しては、エポキシ樹脂塗装がひび割れ対策として有効であることが確認されている。最新知見を基にした今後の進展評価においては、長期の健全性等の観点から問題がないことが確認されている。

設備機器の経年変化に関する調査・評価結果概要を表4に示す。

4．保全計画の策定

原子炉設置者は、上記2及び3の評価結果を受けて、表5に示す保全計画を定め、それぞれ必要な検査等を実施していくこととしている。「補修・交換を行うか否かを検討する時期にきている」と思われる原子炉建家及び排気筒については、適時塗装を行うことにより構造健全性を維持するとともに、今後10年以内に健全性調査を実施し、その結果から今後の補修・交換の必要性を検討することとしている。

．当省の評価結果

評価結果は、以下のとおりであり、妥当なものと認められる。

1．実施計画の策定

当該施設の高経年化評価においては、原子炉改造工事(昭和59年度～平成2年度)により原子炉建家及び排気筒以外の設備機器が新設されていることを踏まえ、当省が例示した原子炉施設の定期的な評価の実施細目に沿って、安全上の重要度分類による評価対象機器の選定、経年変化事象の抽出、保守点検の実績調査及び設備機器の経年変化に関する評価について実施計画を策定している。

以上のことから、経年変化に関する技術的な評価を実施するための実施計画の策定においては、機器の安全上の機能別重要度分類が定められており、事前に実施項目の検討が行われたうえで、実施内容を立案しているものと認められる。

2．保守点検の実績評価

評価対象施設の経年変化の評価においては、原子炉建家及び排気筒に対する経年変化事象としてコンクリート劣化(中性化、塩分浸透、アルカリ骨材反応)を選定したうえで、従来の保全活動内容と補修・交換の状況を調査するとともに経年変化事象の評価分析を行っている。この結果、「補修・交換を行うか否か検討をする時期に来ている」と評価しているものの、これまでの補修により現状の状況は良好なことから現状の保全内容は妥当なものと評価している。

以上のことから、原子炉建家及び排気筒に対する経年変化事象を選定し、経年変化事象を評価分析するとともに現状の保全内容及びその妥当性を評価しているものと認められる。

3．設備機器の経年変化に関する評価

安全上重要な機器・構造物であり補修・取替えが容易でないものとして原子炉建家及び排気筒が選定されており、過去の国内外で発生した経年変化事象等より抽出すべき事象としてコンクリートの中性化、塩分浸透に加えアルカリ骨材反応を抽出している。また、原子炉建家については、コアサンプルによる圧縮強度測定等の調査から健全であることが確認されており、さらに、防水塗装

を施して外部からの水分浸透防止を図ったことによりコンクリート劣化（中性化、塩分浸透、アルカリ骨材反応）防止対策が施されて長期使用が可能と評価されている。

また、排気筒については、昭和63年に内壁にステンレス鋼製のライニングを設置して耐震上の強化を図ったこと及び外壁に塗装を施したことにより、コンクリートの劣化は問題なく、長期使用が可能と評価されている。

以上のことから、当該施設における経年変化に関しては、保守点検の実績評価結果、設計上考慮されている事象、最近の知見から得られた事象及び過去国内外で発生した事象を考慮して現状の保全活動の内容の評価を行うとともに、長期的観点からの健全性評価が行われているものと認められる。

なお、平成18年9月に原子力安全委員会が決定した耐震設計指針への適合性については、本評価とは別にバックチェックを実施することとしている。

4．保全計画の作成（10年計画）

保全計画の策定においては、原子炉建家及び排気筒について、適時塗装を行うことにより構造健全性を維持するとともに、今後10年以内に健全性調査を実施し必要に応じて対策を講じることとしている。

以上のことから、JRR-3の保全計画には、保守点検の実績評価の内容及び経年変化に関する評価の内容が反映されているものと認められる。

．検討の経過

本検討の過程においては、以下に示す原子力安全技術アドバイザーの専門的意見を聴取した。

氏名	所属
斉藤 勲	国立大学法人 東京大学
丹沢 富雄	学校法人 五島育英会
二ノ方 壽	国立大学法人 東京工業大学
松井 秀樹	国立大学法人 東北大学
三澤 毅	国立大学法人 京都大学
吉田 和夫	学校法人 慶応義塾
和田 章	国立大学法人 東京工業大学

(敬称略、50音順)

表1. 経年変化事象に関する評価対象機器の選定結果

系統	設備・機器		重要度分類			
			PS	MS		
原子炉本体	燃料要素		PS-1	-		
	炉心構造物	重水タンク				
		照射筒				
		ベリリウム反射体				
	炉心構造物	格子板 制御棒案内管				
	原子炉プール(ライニング)					MS-1
	上部遮へい体					-
原子炉プールコンクリート躯体			MS-1			
下部遮へい体						
取核貯蔵施設物設及質の	取扱設備	燃料搬送装置	-	-		
		使用済燃料取扱装置	PS-2			
		使用済燃料移送装置	PS-3			
	貯蔵施設	未使用燃料貯蔵庫	-			
		使用済燃料プール	PS-2			
		使用済燃料貯槽(No.1, No.2)	PS-3			
		使用済燃料貯蔵施設	-			
原子炉冷却系統設備	1次冷却設備	1次冷却材主ポンプ	PS-2	-		
		1次冷却材補助ポンプ		MS-1		
		1次冷却材熱交換器		-		
		16N減衰タンク				
		主配管				
		主要弁				
	2次冷却設備	2次冷却系設備	2次冷却材ポンプ	PS-3	-	
			主配管			
		主要弁				
		冷却塔	充填物 送風機 冷却塔供給ポンプ			
		補機冷却系	補機冷却循環ポンプ	-	-	
	重水冷却設備	重水系設備	重水ポンプ	PS-2	-	
			主配管			
			主要弁			
			重水熱交換器			
			重水溢流タンク			
			イオン交換樹脂塔			
			前置フィルタ			
			後置フィルタ			
			重水ドレン汲上ポンプ			
			重水ドレンタンク			
		ヘリウム系設備	ヘリウム圧縮機	-	-	
			主配管			
			主要弁			
			凝縮機 再結合器 ヘリウムタンク			
	サイフォンブレイク弁		-	MS-1		
	自然循環弁		-	MS-3		
その他の冷却系附属設備	原子炉プール溢流系設備	溢流ポンプ	PS-3	-		
		溢流タンク				
		主配管				
	原子炉プール水浄化系設備	浄化ポンプ	PS-3	MS-2		
		主配管				
		主要弁				
		イオン交換樹脂塔				
		前置フィルタ 後置フィルタ				
	使用済燃料プール水浄化冷却系設備	浄化ポンプ	PS-3	-		
		使用済燃料プール熱交換器				
		主配管				
		主要弁				
		イオン交換樹脂塔				
		前置フィルタ 後置フィルタ				
	軽水貯留系	軽水供給ポンプ	-	-		
		プール水移送ポンプ				
軽水貯留タンク 主配管						

系統	設備・機器		重要度分類	
			PS	MS
計測制御系統施設	計装設備	中性子計装設備	PS-3	MS-2
		プロセス計装設備		MS-2
		原子炉出力制御設備		MS-3
		プロセス放射能監視設備		MS-2
		工学的安全施設作動設備		MS-1
		中央制御室原子炉停止盤		MS-2
	制御設備	制御棒駆動装置	PS-1	MS-1
非常用制御設備	重水ダンプ弁	-	MS-1	
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄設備	炉室排気系排風機	-	-
		炉室排気系空気浄化装置		
		実験利用設備排気系排風機		
		実験利用設備排気系空気浄化装置		
		排気筒		
	隔離弁	-	MS-1	
	液体廃棄物廃棄設備	廃液貯槽	PS-3	-
		排水ポンプ	-	-
	固体廃棄物廃棄設備	大型廃棄物保管庫	-	-
		廃樹脂貯留設備	移送水ポンプ	-
主配管			-	-
廃樹脂貯留タンク			PS-3	-
移送水タンク	-	-		
放射線管理施設	屋内管理用設備	室内ダストモニタ	-	MS-3
		室内ガスモニタ		
		室内トリチウムモニタ		
		ガンマ線エリアモニタ		
		中性子線エリアモニタ		
		ハンドフットクロスモニタ		
		表面汚染検査用サーベイメータ		
	線量当量率測定用サーベイメータ	-	-	
	屋外管理用設備	排気ガスモニタ	-	MS-3
		排気ダストモニタ		
事故時排気ガスモニタ				
原子炉格納容器	原子炉建家	-	MS-1	
	非常用排気設備	非常用排風機 空気浄化装置	-	MS-1
その他原子炉の附属施設	受変電設備		PS-3	-
	非常用電源設備	蓄電池	-	MS-1
		非常用発電機		
	空気圧縮設備	空気圧縮機	-	-
		アキュムレータ		
	主要な実験利用設備	水平実験孔設備	PS-2	MS-1
		水力照射設備	PS-3	-
		気送照射設備		
		冷中性子源装置		
		放射化分析用照射設備	-	-
		均一照射設備		
		回転照射設備		
垂直照射設備				
詰替セル設備				

表 2 . 経年変化事象に関する実績調査項目

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要
中性子照射脆化	炉心構造物	中性子照射の制限値のある中性子吸収体 ($6 \times 10^{25} \text{m}^{-2}$ 、 $E > 1 \text{MeV}$)、ベリリウム反射体 ($1 \times 10^{26} \text{m}^{-2}$ 、 $E > 1 \text{MeV}$) 及び CNS の減速材 ($2 \times 10^{24} \text{m}^{-2}$ 、 $E > 0.1 \text{MeV}$) は各々中性子照射の制限値範囲内で適切に交換 (中性子吸収体;平成 9 年、ベリリウム反射体;平成 14 年、CNS 減速材;平成 11 年) 交換されていることを確認した。また、中性子検出器も定期的な頻度で交換していることを確認した。
	重水タンク	サーベイランス試験によって中性子照射脆化が起っていないことを確認した。詳しくは「2.設備機器の経年変化に関する評価」で述べる。また、炉心構造物、原子炉プールは、炉心から遠く中性子束は低いことから中性子照射脆化は起こらないことも確認した。
腐食	炉心構造物	重水タンクを含む炉心構造物、自然循環弁及び原子炉プールは、健全状態を維持していることを確認するため、毎年、水中カメラにより外観検査を実施していることを確認した。
	原子炉冷却系設備	原子炉冷却系設備 (1 次冷却系設備、2 次冷却系設備、重水冷却系設備、原子炉プール溢流系設備、原子炉プール水浄化系設備、使用済燃料プール水浄化冷却系設備及び軽水貯留設備) の配管等の腐食防止のために、pH 管理及び導電率管理を行い、外観検査により健全性確認を行っていた。また、2 次冷却系配管の一部は、平成 15 年度に経年化対策のために炭素鋼からステンレス鋼に材質を変更する適切な対策を実施していた。
	熱交換器	1 次冷却系設備、重水冷却系設備の熱交換器については、使用開始後約 10 年間の節目に、開放点検を行い、外観、ET (渦電流探傷試験)、PT (浸透探傷検査) により伝熱管の健全性を確認した。また、1 次冷却系設備の熱交換器は、毎年 2 次冷却系のトリチウム濃度を測定する漏えい検査を実施することにより、伝熱管の健全性を確認していた。
	冷中性子源装置	利用施設の冷中性子源装置では、水素を格納する機器のうち 1 重壁部となっている水素緩衝タンク、水素連絡管の溶接部について 10 年を目途に RT (放射線透過検査) を実施し、溶接部の健全性を確認していた。
摩耗	制御棒駆動機構	微調整棒として使用している R-1 は毎年分解点検を実施、他の 5 本については、100% / 5 年分解点検を実施し、摺動リング及び可動リングを交換し、適切な保守を行っていることを確認した。

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要
摩 耗	1次系ポンプ	1次冷却系主ポンプ及び補助ポンプは、通常運転において常時稼働しているものであり、メカニカルシール、ベアリング等の消耗部品の交換を行う簡易分解点検を毎年度行い、ベアリングブッシュ、ベアリングワッシャ等の消耗部品の交換を行う全分解点検を5年に一度行う適切な保守を行うことにより、軸受けに対しての摩耗防止に努めていることを確認した。
	2次系ポンプ	2次冷却系ポンプは、1次冷却系のポンプ同様、通常運転において常時稼働しているものであり、グランドパッキン等の消耗部品の交換を行う簡易分解点検を毎年度行い、ベアリング等の消耗部品の交換を行う分解点検を2～3年に一度行う適切な保守を行うことにより、軸受けに対しての摩耗防止に努めていることを確認した。
	キャンドモータポンプ	重水ポンプは平成15年度、CRDM冷却系ポンプは平成14年度に分解点検を行うことにより、ベアリング等の消耗について確認を行い、管理値内であることを確認した。
	利用施設循環ポンプ、循環プロア	利用施設においては、水力照射設備の循環ポンプ、気送照射設備の循環プロアが通常運転において常時稼働しているものであるため、ベアリング、メカニカルシール又はオイルシール等の消耗部品の交換を目的とした予備機を含む3基について3～5年の周期で交互に分解点検を行い、部品類の摩耗の防止に努めていた。
	主要弁	1次冷却系及び2次冷却系の主要弁については、1次冷却系の主要弁は10年ごとに分解点検を実施し、2次冷却系の主要弁は適時分解点検を実施することにより弁体、弁座、弁棒等の摩耗の有無、PT検査により健全性を確認していた。
	重水ダンプ弁	適時分解点検を実施することによりダイヤフラムの弁座摩耗劣化等の有無について確認していた。
	ヘリウム圧縮機	冷中性子源装置のヘリウム圧縮機は通常運転において常時稼働しているものであるため、内部機器の健全性確認とベアリング等の消耗部品の交換を目的とした分解点検を4年を目途に行い、予備機を含めて部品類の摩耗の防止に努めていることを確認した。
	冷却塔送風機	送風機は、通常運転時において常時稼働しているものであり、オイル交換、インバーター点検を毎年実施し、電動機分解点検を適時実施し、健全性を確認していた。
	非常用発電機	発電機の軸、軸受け点検、ガスタービンエンジンの点火プラグなど始動系において必要な部品等を交換していることを確認した。さらに、非常用発電機の作動及び性能を毎年実施し健全性を確認していた。

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要
摩耗	上部遮へい体、燃料搬送装置、燃料取扱装置、燃料移送装置	これらの設備機器は、1月に一度若しくは1年間に一度の使用頻度が低いものである。このため、経年劣化と考えられる摩耗は考えにくい。性能維持確認のため1年間に一度各設備機器が要求する適切な検査を実施していることを確認した。
絶縁劣化	ケーブル	ケーブル等は1年間に1度電気工作物点検時に絶縁抵抗等の測定を行い、機能維持していることを確認していた。
	蓄電池	蓄電池は、毎年度電圧容量を測定し機能維持していることを確認した。機能低下が現れた平成14年度及び平成15年度の両年度にわたりバッテリーを交換する適切な保守を行っていることを確認した。
その他	原子炉建家	昭和59年～平成2年の炉心の大幅な改造工事時に旧炉体を実験利用棟1階に移動するに伴い、原子炉建家を一部開口し、移動終了後に埋め戻し作業等を行った。原子炉建家の外観検査を毎年実施し健全性を維持していることを確認している。また、平成6年に屋根の補修工事を施し、平成15年度に塗装を施す主構造材としてのコンクリートに対して適切な保守を行っていることを確認した。
	排気筒	昭和59年～平成2年の炉心の大幅な改造工事時に、耐震強度を有するように内側にステンレスの内張りを行った。排気筒の外観検査を毎月実施し、健全性を維持していることを確認していた。
	空気浄化装置	微粒子除去フィルタ性能を確認するためDOP(フタル酸ジオクチルスモーク試験)、ヨウ素除去効率測定のためにフロンガス流動試験を毎年度実施し、性能健全性を確認していた。
	イオン交換樹脂	原子炉プール水質管理のため、原子炉プール水浄化系のイオン交換樹脂(2筒)は2年に1回以上交互にイオン交換樹脂を交換又は補充していることを確認した。重水イオン交換樹脂は平成13年度に交換したことを確認した。

表3 . 安全上重要な設備機器の保全内容と経年変化

設備機器		代表材料等	過去の保全活動実績の内容	補修・交換等の実績		進展の可能性の程度*8	保全内容改善の必要性
				有無	実績		
炉心構造物	重水タンク*1	A5052	水質管理(連続)、外観検査(毎年)、サーベランス試験(H6,H10)	無		低	無
	炉心構造体*2	A5052	水質管理(連続)、外観検査(毎年)、サーベランス試験(H6,H10)	無		低	無
	ベリリウム反射体	金属ベリリウム	水質管理(連続)、外観検査(毎年)、寸法測定(毎年)、交換(H14)	交換	H14	低	無
	格子板	A6061,A5052	水質管理(連続)、外観検査(毎年)	無		低	無
	制御棒案内管	A6063	水質管理(連続)、外観検査(毎年)	無		低	無
上部遮へい体		SUS304,SM41	空調管理、外観検査、作動検査、間隙測定(毎年)	無		低	無
下部遮へい体		SUS304,重コンクリート	空調管理、水質管理(連続)、外観検査(毎年)、漏れ検査(毎年)	無		低	無
原子炉ブルコンクリート躯体		普通コンクリート	空調管理、外観検査(毎年)	無		低	無
ライニング		SUS316,SM41	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
カナル		SUS316,SM41	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
原子炉建家		普通コンクリート	内側空調管理(連続)、コンクリート強度調査(S55)、補修塗装(S64)、塗装(H15)、屋根補修(H7)	補修	S64,H7,H15	中	補修計画を検討する
1次冷却系設備	主ポンプ	SCS13	水質管理(連続)、全分解(1回/3年)、簡易分解点検(毎年)、寸法検査(毎年)、外観検査(毎年)	部品交換	毎年	低	無
	補助ポンプ	SCS13	水質管理(連続)、全分解(1回/3年)、簡易分解点検(毎年)、寸法検査(毎年)、外観検査(毎年)	部品交換	毎年	低	無
	熱交換器	SUS304	水質管理(連続)、熱交洗浄(3回/年)、外観検査、漏洩検査(毎年)、開放点検(ET,PT検査:H10,11)	開放点検	H10,H11	低	無
	N16減衰タンク	SUS304	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)、開放点検(H3)	開放点検	H3	低	無
	配管	SUS304,SUSF304	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	弁	SUS13A	水質管理(連続)、分解点検(1回/10年)、外観検査、漏洩検査(毎年)	部品交換	H7,H9,H12,H13	低	無

設備機器	代表材料等	過去の保全活動実績の内容	補修・交換等の実績		進展の可能性の程度*8	保全内容改善の必要性	
			有無	実績			
2次冷却系設備	ポンプ	FC25	水質管理(連続)、外観検査、分解点検(毎年)、作動検査(適時)	部品交換	毎年	低	無
	冷却塔	普通コンクリート	外観検査、ボンド清掃(毎年)	無		中	補修・交換計画を検討する
	充填物	硬質塩化ビニル	外観検査(毎年)	無		中	補修・交換計画を検討する
	送風機	FC25	外観検査、作動検査(毎年)、分解点検(適時)	部品交換	H10	中	補修・交換計画を検討する
	冷却塔供給ポンプ	FC25	水質管理、外観、分解点検(適時)	無		低	無
	主配管	SUS304,SS41,SGP,TPY41	外観検査、漏洩検査(毎年)	一部交換	H14	低	無
	弁	SGPH2	外観検査、漏洩検査(毎年)、分解点検(適時)	一部交換	H10	低	無
重水冷却系設備	重水ポンプ	SCS13	分解点検(適時)、作動検査(毎年)、外観検査(毎年)	部品交換	H7,H15	低	無
	重水熱交換器	SUS304	水質管理(連続)、洗浄(3回/年)、漏洩検査(適時)、開放点検(ET,PT検査:H13)、外観検査(毎年)	開放点検	H13	低	無
	重水溢流タンク	SUS304	水質管理(連続)、外観検査(毎年)	無		低	無
	イオン交換樹脂塔	樹脂、SUS304,SUSF304,SF45A	樹脂交換(適時)、外観検査(毎年)	樹脂交換		低	無
	前置フィルタ	SUS304,SUSF304,SF45A	フィルタ交換(適時)、外観検査(毎年)	部品交換		低	無
	後置フィルタ	SCS13A	フィルタ交換(適時)、外観検査(毎年)	部品交換		低	無
	重水ドレン汲上ポンプ	SCS13	作動検査(適時)、外観検査(毎年)	無		中	補修・交換計画を検討する
	重水ドレンタンク	SUS304	水質管理(連続)、漏洩検査(適時)、外観検査(毎年)	無		低	無
	重水主配管	A5052,SUS304	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	重水ダンプ弁	SCS13A	水質管理(連続)、分解点検(適時)、外観検査、漏洩検査(毎年)、作動検査(毎年)	部品交換	H12	低	無
	ヘリウム圧縮機	SUS304	外観検査、空調管理、分解点検、作動検査(毎年)	部品交換	H3,H13,14,H15	低	無
	凝縮器	SUS304	水質管理、外観検査、漏洩検査(適時)	無		中	補修・交換計画を検討する
	再結合器	SUS304	水質管理、外観検査、漏洩検査(適時)	無		中	補修・交換計画を検討する
	ヘリウムタンク	SUS304	空調管理、外観検査、漏洩検査(適時)	無		低	無
	ヘリウム主配管	A5052,SUS304	空調管理、外観検査、漏洩検査(適時)	無		低	無
	弁	SCS13A	水質管理、分解点検、作動検査(適時)、外観検査(毎年)	部品交換	H15	低	無

設備機器	代表材料等	過去の保全活動実績の内容	補修・交換等の実績		進展の可能性の程度*8	保全内容改善の必要性	
			有無	実績			
原子炉プールの溢流系	溢流タンク	SUS304	水質管理(連続)、外観検査(毎年)、漏洩検査(適時)	無		低	無
	溢流ポンプ	SCS13	分解点検(適時)、外観検査、作動検査(毎年)	部品交換	H3,H10H15	低	無
	主配管	SUS304	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
原子炉プール水浄化系	浄化ポンプ	SCS13	水質管理、外観検査、作動検査(毎年)	無		中	補修・交換計画を検討する
	イオン交換樹脂塔	樹脂、SUS304	水質管理、樹脂交換(適時)、外観検査(毎年)	樹脂交換		低	無
	前置フィルタ	SUS304,SUSF304,SF45A	水質管理、外観検査(毎年)、交換(適時)	部品交換		低	無
	後置フィルタ	SUS13A	水質管理、外観検査(毎年)、交換(適時)	部品交換		低	無
	主配管	SUS304	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	主要弁	SCS13A	水質管理(連続)、外観検査、作動検査(毎年)	部品交換	H10	低	無
使用済燃料プール水浄化系	浄化ポンプ	SCS13	水質管理、分解点検(適時)、外観検査、作動検査(毎年)	部品交換	H10	低	無
	熱交換器	SUS304	水質管理(連続)、洗浄(3回/年)、外観検査(毎年)、開放点検(ET,PT検査:H13)	開放点検	H13	低	無
	イオン交換樹脂塔	樹脂、SUS304	水質管理、樹脂交換(適時)、外観検査(毎年)	樹脂交換		低	無
	前置フィルタ	SUS304,SUSF304,SF45A	水質管理、外観検査(毎年)、交換(適時)	部品交換		低	無
	後置フィルタ	SCS13A	水質管理、外観検査(毎年)、交換(適時)	部品交換		低	無
	弁	SCS13A	水質管理(連続)、外観検査、作動検査(毎年)、分解点検(適時)	部品交換	H14	低	無
工学的安全施設	サイフォンブレイク弁	SCS13A	水質管理(連続)、外観検査、作動検査(毎年)、分解点検(1回/10年)	部品交換	H9,H12,	低	無
	水平実験孔	SUS304	空調管理、水質管理(連続)、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	非常用排風機	SUS304	空調管理、外観検査、作動検査(毎年)	無		低	無
	空気浄化装置	SUS304	空調管理、外観検査、効率測定(毎年)、交換(適時)	部品交換	毎年	低	無
崩壊熱除去設備	自然循環弁	SCS14	水質管理、外観検査、作動検査(毎年)	無		低	無
燃料取扱設備	燃料搬送装置*3	誘導電動機	水質管理、外観検査、作動検査(毎年)	無		低	無
	使用済燃料取扱装置	誘導電動機	空調管理、外観検査、作動検査(毎年)	無		低	無
	使用済燃料移送装置	SUS316	水質管理、外観検査、作動検査(毎年)	無		低	無
燃料貯蔵設備	未使用燃料貯蔵庫*4	SUS304	空調管理(連続)、外観検査(1回/半年)	無		低	無
	使用済燃料プール	SUS304	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	使用済燃料貯槽No.1	SUS304	水質管理(毎週1回)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	使用済燃料貯槽No.2	SUS304	水質管理(毎週1回)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	使用済燃料貯蔵施設*5	SUS304	湿分管理(毎週1回)、外観検査、作動検査、負圧確認検査(毎年)	無		低	無

設備機器		代表材料等	過去の保全活動実績の内容	補修・交換等の実績		進展の可能性の程度*8	保全内容改善の必要性
				有無	実績		
計測制御系統施設	中性子計装設備	比例計数管,補償型電離箱	空調管理、校正(毎年)、交換(適時)	交換	H8,H15	低	無
	プロセス計装設備	差圧発信器	空調管理、校正(毎年)	部品交換		低	無
	原子炉出力制御設備	リレー回路	空調管理、作動検査(毎年)	部品交換		低	無
	原子炉保護設備	リレー回路	空調管理、絶縁測定(毎年)	部品交換		低	無
	プロセス放射線監視設備	電離箱,シンチレーション,BF3	空調管理、校正、絶縁測定(毎年)	部品交換		低	無
制御室外原子炉停止盤			空調管理、絶縁測定(毎年)H15から	無		低	無
制御設備	中性子吸収体	ハフニウム	水質管理(連続)、外観検査(毎年)、交換(適時)	交換	H9	低	無
	制御棒駆動機構	SUS304	空調管理(連続)、外観検査、作動検査(毎年)、分解点検(R1:毎年、その他:1回/5年)、交換(適時)	部品交換		低	無
電気設備	受変電設備		空調管理(連続)、外観検査、絶縁測定(毎年)	無		中	補修・交換計画を検討する
	非常用発電機	一軸式ガスタービン	空調管理(連続)、外観検査、作動検査、絶縁測定(毎年)、部品交換(適時)	部品交換	H7,H15	低	無
	無停電電源設備	アルカリ電池	空調管理(連続)、外観検査、作動検査、絶縁測定(毎年)、容量確認、部品交換(適時)	部品交換	H9,H15	低	無
放射性廃棄物廃棄施設	隔離弁	SCPH2	外観検査、漏洩検査(適時)、分解点検(適時)	部品交換	H9,H10	低	無
	排気筒	コンクリート,SUS304	SUS304による内筒補強、外壁補修、塗装(S63)、外観検査(毎年)	補修	S63	中	補修・交換計画を検討する
	廃液貯槽	SUS304	空調管理、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	廃樹脂貯留タンク	SUS304	空調管理、外観検査(毎年)	無		低	無
放射能監視設備		GM検出器,シンチレーション,電離箱	空調管理、点検・校正(毎年)、部品交換(適時)	部品交換		低	無
主要な実験利用設備	水力照射設備(循環ポンプ)	SCS13	水質管理(連続)、外観検査、絶縁測定、作動試験(毎年)、分解点検(1/5年)	部品交換	H8,H10,H15	低	無
	気送照射設備(循環プロア)	SCS13	空調管理(連続)、外観検査、絶縁測定、作動試験(毎年)、分解点検(1/5年)	部品交換	H6,H9,H12,H13	低	無
	冷中性子源設備(クライオスタット)	SUH660	空調管理(連続)、漏洩点検(毎年)、交換(2.0x1024m-2到達前)	交換	H10	低	無
	冷中性子源設備(ヘリウム圧縮機)	SUS304	空調管理(連続)、外観検査、作動試験、漏洩点検、絶縁測定(毎年)、分解点検(1/4年)	部品交換	H5,H9,H13	低	無
	詰替セル設備	重コンクリート	空調管理、外観検査、負圧検査(毎年)	無		低	無
圧縮空気設備	コンプレッサ*6	FC25	空調管理、分解点検(適時)、外観検査、作動検査(毎年)	部品交換		低	無

設備機器	代表材料等	過去の保全活動実績の内容	補修・交換等の実績		進展の可能性の程度*8	保全内容改善の必要性	
			有無	実績			
C R D M 冷 却 系 設 備 * 7	冷却水ポンプ	SCS13	水質管理(連続)、分解点検(適時)、外観検査、作動検査(毎年)	部品交換		低	無
	冷却水熱交換器	TP28	水質管理(連続)、開放点検(1回/2年)、外観検査、漏洩検査(毎年)	開放点検		低	無
	イオン交換樹脂塔	樹脂、SUS304	水質管理(連続)、樹脂交換(毎年)	樹脂交換		低	無
	前置フィルタ	SUS304,SUS F304	水質管理(連続)、外観検査、漏えい検査(毎年)	無		中	補修・交換計画を検討する
	後置フィルタ	SUS13A	水質管理(連続)、外観検査、漏えい検査(毎年)	無		中	補修・交換計画を検討する
	冷却水タンク	SUS304	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無
	主配管	SUS304	水質管理(連続)、外観検査、漏洩検査(毎年)	無		低	無

*1: 実験利用設備の照射筒(水力、気送、均一、回転)を含む

*2: 実験利用設備の照射筒(垂直)を含む

*3: 燃料取扱設備の1つであり、使用済燃料を取扱治具にて移送時に扱うため対象とした。

*4: 臨界防止としての機能が要求されており対象とした。

*5: 旧燃料を保管しており、対象とした。

*6: 対象外設備機器であるが、圧縮空気設備のうち、コンプレッサは隔離弁、気密扉へ圧縮空気を供給する設備であり重要性が高い。

*7: 対象外設備機器であるが、CRDM冷却設備は熱除去設備であり、重要性が高い。

*8: 「中」は補修交換を計画する時期にある；「低」は経年変化の進展の程度は低い

表4 . 経年変化に関する評価結果

評価対象機器設備	構造	材料	使用年数	使用条件	経年変化事象の選定				経年変化に対して採った措置等及び現状保全内容	選定経年変化に対する有効性
					設計上考慮している経年変化事象	最新知見で得られている経年変化事象	過去国内外で発生した経年変化事象	選定した経年変化事象		
原子炉建家	鉄筋構造 鉄板張ドーム屋根、鉄筋コンクリート円筒構造壁、高さ約27m、内径約32m	鉄筋コンクリート	42年	屋外、常温	コンクリート劣化 (中性化、塩分浸透)	コンクリート劣化 (中性化、塩分浸透、アルカリ骨材反応)	四国電力伊方発電所第1号炉タービン発電機架台のアルカリ骨材反応によるひび割れ	コンクリート劣化 (中性化、塩分浸透、アルカリ骨材反応による強度低下)	建家健全性調査 補修・塗装 外観検査	有効
原子炉プール コンクリート躯体	円筒型	鉄筋コンクリート	14年	40度以下					有効	
排気筒	テーバー付き円筒構造、高さ約40m	鉄筋コンクリート	42年	屋外、常温					塗装 内筒ライニング補強 外観検査	有効
重水タンク (炉心構造体)	円環状タンク	アルミニウム合金 (A5052)	14年	中性子照射量: 約 $3.7 \times 10^{17} \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (サーベランス試験から求めた計算値) 温度: 約40度 積算運転時間: 51014時間20MW換算 (2004年3月31日現在)	中性子照射脆化 腐食	中性子照射脆化 腐食	-	中性子照射脆化 腐食	サーベランス試験 原子炉プール水の浄化 外観検査	有効
炉心構造体 (格子板、格子板支持胴)	円筒型	アルミニウム合金 (A5052)	14年	中性子照射量: 約 $1 \times 10^{16} \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 温度: 約40度	中性子照射脆化 腐食	中性子照射脆化 腐食	-	中性子照射脆化 腐食	サーベランス試験 原子炉プール水の浄化 外観検査	有効
原子炉プール ライニング	プレート t=50mm	ステンレス	14年	中性子照射量: 約 $1 \times 10^{17} \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 温度: 約40度以下	中性子照射脆化 腐食	中性子照射脆化 腐食	-	中性子照射脆化 腐食	原子炉プール水の浄化 外観検査	有効
自然循環弁	バタフライ弁	ステンレス	14年	40度以下	疲労 摩耗	疲労 摩耗	KCR 微調整棒連結部割ピンの 疲労破壊 JMTR 計測用配管における共振 が原因による疲労破壊	疲労、摩耗	モックアップ試験 外観検査	有効




表5 . 保全計画

設備機器		今後の10年内(H17～H26)の 経年変化対策に関連する保全内容	実施予定年度										その他の保全内容 (健全性を確認するための検査及び保守等)				
			H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26					
炉心構造物	重水タンク	水質維持管理(連続)、サーベランス試験														サーベランス試験 ←————→	外観検査(施設定期自主検査の時期毎、以下'定自検毎;'という)
	炉心構造体	水質維持管理(連続)、サーベランス試験														サーベランス試験 ←————→	外観検査(定自検毎)
	ベリリウム反射体	水質維持管理(連続)、交換(適時)、曲がり測定(定自検毎)															外観検査(定自検毎)
	格子板	水質維持管理(連続)															外観検査(定自検毎)
	制御棒案内管	水質維持管理(連続)															外観検査(定自検毎)
上部遮へい体		空調管理(連続)、外観検査、隙間測定(定自検毎)															作動検査(定自検毎)
下部遮へい体		空調管理、水質管理(連続)															外観検査、漏洩検査(定自検毎)
原子炉プールコンクリート躯体		空調管理、水質管理(連続)															外観検査(定自検毎)
ライニング		水質維持管理(連続)															外観検査、漏洩検査(定自検毎)
カナル		水質維持管理(連続)															外観検査、漏洩検査(定自検毎)
原子炉建家		空調管理(連続)、補修、塗装(適時)、調査														調査 ←————→	外観検査(定自検毎)
1次冷却系設備	主ポンプ	水質管理(連続)、分解点検(定自検毎)															外観検査、作動検査(定自検毎)
	補助ポンプ	水質管理(連続)、分解点検(定自検毎)															外観検査、作動検査(定自検毎)
	熱交換器	水質管理(連続)、開放点検														開放点検 ←————→	外観検査、漏洩検査(定自検毎)、熱交洗浄(3回/年)
	N16減衰タンク	水質管理(連続)															外観検査、漏洩検査(定自検毎)
	配管	水質管理(連続)															外観検査、漏洩検査(定自検毎)
	弁	水質管理(連続)、分解点検(1回/10年)、必要部品交換(適時)														分解点検 ←————→	外観検査、漏洩検査(定自検毎)
2次冷却系設備	ポンプ	水質管理(連続)、分解点検(定自検毎)															外観検査、作動検査(定自検毎)
	冷却塔	空調管理(連続)、調査														調査 ←————→	外観検査、ボンド清掃(定自検毎)
	充填物	水質管理(連続)															外観検査(定自検毎)
	送風機	分解点検(適時)														分解点検 ←————→	外観検査、芯出調整、作動検査(定自検毎)
	冷却塔供給ポンプ	水質管理(連続)、分解点検(適時)															外観検査、作動検査(適時)
	主配管	水質管理(連続)															外観検査、漏洩検査(定自検毎)
	弁	水質管理(連続)、分解点検(適時)															外観検査、漏洩検査(定自検毎)

設備機器		今後の10年内(H17～H26)の 経年変化対策に関連する保全内容	実施予定年度										その他の保全内容 (健全性を確認するための検査及び保守等)		
			H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26			
重水冷却系設備	重水ポンプ	分解点検(適時)													作動検査(定自検毎)
	重水熱交換器	水質管理(連続)、開放点検(ET,PT検査)													洗浄(3回/年)、漏洩検査(適時)
	重水溢流タンク	水質管理(連続)													外観検査(定自検毎)
	イオン交換樹脂塔	樹脂交換塔(適時)													外観検査(定自検毎)
	前置フィルタ	フィルタ交換(適時)													外観検査(適時)
	後置フィルタ	フィルタ交換(適時)													外観検査(適時)
	重水ドレン汲上げポンプ	水質管理(連続)													外観検査、作動検査(適時)
	重水ドレンタンク	水質管理(連続)													外観検査(定自検毎)、 漏洩検査(適時)
	重水主配管	水質管理(連続)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)
	重水ダンプ弁	水質管理(連続)、分解点検(適時)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)
原子炉プールの溢流系	溢流タンク	水質管理(連続)													外観検査(定自検毎)、 漏洩検査(適時)
	溢流ポンプ	水質管理(連続)、分解点検(適時)													外観検査、作動検査(定自検毎)
	主配管	水質管理(連続)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)
原子炉プールの水浄化系	浄化ポンプ	分解点検(適時)													外観検査、作動検査(定自検毎)
	イオン交換樹脂塔	樹脂交換(適時)													外観検査(定自検毎)
	前置フィルタ	水質管理(連続)、交換(適時)													外観検査(定自検毎)
	後置フィルタ	水質管理(連続)、交換(適時)													外観検査(定自検毎)
	主配管	水質管理(連続)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)
	主要弁	水質管理(連続)、分解点検(適時)													外観検査、作動検査(定自検毎)
使用済燃料プールの水浄化系	浄化ポンプ	水質管理(連続)、分解点検(適時)													外観検査、作動検査(定自検毎)
	熱交換器	水質管理(連続)、開放点検(ET,PT検査)													外観検査(定自検毎)、洗浄(3回/年)
	イオン交換樹脂塔	水質管理(連続)、樹脂交換(適時)													外観検査(定自検毎)
	前置フィルタ	水質管理(連続)、交換(適時)													外観検査(定自検毎)
	後置フィルタ	水質管理(連続)、交換(適時)													外観検査(定自検毎)
	主配管	水質管理(連続)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)
	主要弁	水質管理(連続)、分解点検(適時)													外観検査、作動検査(定自検毎)

設備機器		今後の10年内(H17～H26)の 経年変化対策に関連する保全内容	実施予定年度										その他の保全内容 (健全性を確認するための検査及び保守等)			
			H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26				
工学的 安全施設	サイフォンブレイク弁	水質管理(連続)、分解点検(1回/10年)													分解点検	外観検査、作動検査(定自検毎)
	水平実験孔	空調管理、水質管理(連続)														外観、漏洩検査(定自検毎)
	非常用排風機	空調管理(連続)														外観検査、作動検査(定自検毎)
	空気浄化装置	空調管理(連続)														外観検査、効率測定(定自検毎)、 交換(適時)
崩壊熱除去設備	自然循環弁	水質管理(連続)													外観検査、作動検査(定自検毎)	
燃料取扱設備	使用済燃料取扱装置	水質管理(連続)													外観検査、作動検査(定自検毎)	
	使用済燃料移送装置	水質管理(連続)													外観検査、作動検査(定自検毎)	
燃料貯蔵設備	使用済燃料プール	水質管理(連続)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)	
	使用済燃料貯槽 No.1	水質管理(毎週1回)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)	
	使用済燃料貯槽 No.2	水質管理(毎週1回)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)	
計測制御系統施設	中性子計装設備	交換(適時)													校正(定自検毎)	
	プロセス計装設備	交換(適時)													校正(定自検毎)	
	原子炉出力制御設備	交換(適時)													作動検査(定自検毎)	
	原子炉保護設備	絶縁測定(適時)													作動検査(定自検毎)	
	プロセス放射線監視設備	絶縁測定(適時)													校正(定自検毎)	
制御室外原子炉停止盤		空調管理(連続)、絶縁測定(定自検毎)													作動検査(定自検毎)	
制御設備	中性子吸収体	水質管理(連続)、交換												全数交換	外観検査(定自検毎)	
	制御棒駆動機構	空調管理(連続)、分解点検(R1:定自検毎、 その他:1回/5定自検)、交換(適時)													分解点検 定自検毎にR1とその他1体	外観、作動検査(定自検毎)
電気設備	受変電設備	絶縁測定(毎年)													外観検査(毎年)	
	非常用発電機	作動検査、絶縁測定(定自検毎)、 部品交換(適時)													外観検査(定自検毎)	
	無停電電源設備	絶縁測定(定自検毎)													外観検査、作動検査(定自検毎)、 容量確認、部品交換(適時)	
放射性廃棄物廃棄施設	隔離弁	空調管理(連続)、分解点検(適時)													外観検査、漏洩検査(適時)	
	排気筒	外壁補修、塗装(適時)、調査													調査	外観検査(定自検毎)
	廃液貯槽	空調管理(連続)													外観検査、漏洩検査(定自検毎)	
	廃樹脂貯留タンク	空調管理(連続)													外観検査(定自検毎)	

設備機器		今後の10年内(H17～H26)の 経年変化対策に関連する保全内容	実施予定年度										その他の保全内容 (健全性を確認するための検査及び保守等)		
			H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26			
放射能監視設備		空調管理(連続)、点検校正(定自検毎)													部品交換(適時)
主要な 実験 利用 設備	水力照射設備 (循環ポンプ)	分解点検(1回/5年)				分解点検							分解点検		外観検査、絶縁測定、 作動検査(定自検毎)
	気送照射設備 (循環フロア)	分解点検(1回/5年)	分解点検							分解点検					外観検査、絶縁測定、 作動検査(定自検毎)
	冷中性子源設備 (クライオスタットの 一部)	交換(2.0x10 ²⁴ m ⁻² 到達前)	交換										交換		漏洩点検(定自検毎)
	冷中性子源設備 (ヘリウム圧縮機)	分解点検(1回/4年)	分解点検			分解点検							分解点検		外観検査、作動試験、漏洩点検、 絶縁測定(定自検毎)
	詰替セル設備	空調管理(連続)													外観検査、負圧検査(定自検毎)

期間内に少なくとも1回実施するもの 
 現状保守と同等を表すもの 
 追加の保守等を表したもの 

独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発セ
ンター原子力科学研究所の原子炉施設（JRR-4）
の高経年化対策に関する評価について（案）

平成20年7月2日

文部科学省科学技術・学術政策局

原子力安全課原子力規制室

目 次

I. はじめに	1
II. 評価方針	2
III. 原子炉設置者による評価の概要	4
IV. 当省の評価結果	6
V. 検討の経過	8

I. はじめに

平成16年2月に試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則（以下「試験炉規則」という。）が改正され、「原子炉施設の定期的な評価」が、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第35条に基づき、保安のために必要な措置としての原子炉施設の保全活動として導入されるとともに、同評価に関することが保安規定に記載すべき事項として追加された。

試験炉規則によると、原子炉施設の定期的な評価のうち高経年化対策については、以下のように規定されている。

- ① 原子炉設置者は、原子炉の運転を開始した日から起算して30年を経過する日までに、経年変化に関する技術的な評価を行い、その評価に基づき原子炉施設の保全のために実施すべき措置に関する10箇年間の計画を策定すること。
- ② 原子炉設置者は、①の措置を採った日から起算して10年を超えない期間毎に、①に掲げる措置を採らなければならないこと。

文部科学省は、上記①の経年変化に関する技術的な評価の実施等について、平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡「原子炉施設の定期的な評価の実施について」（以下「事務連絡」という。）により、その運用方針を明確化し、原子炉設置者に提示した。

各原子炉設置者は、この運用方針に沿って経年変化に関する技術的な評価を行い、保全のために実施すべき措置に関する計画（以下「保全計画」という。）を策定して、保全活動を進めている。

文部科学省は、経年変化に関する技術的な評価及び評価結果に基づく保全計画の策定を内容とする高経年化対策について、平成17年3月16日付け原子力規制室長通知により原子炉設置者から報告を受け、施設定期検査の見直しを図るとともに、保安検査において保安活動の実施状況に関する評価及び最新知見の反映状況に関する評価の確認を行ってきた。

平成18年6月、文部科学省は、研究炉等安全規制検討会を経て、個々の原子炉設置者の技術評価結果、保全計画等に文部科学省としての評価、検討を加えることにより、より効果的な対策の立案に資することとした。

本書は、上記の考え方にに基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所が実施した原子炉施設（JRR-4）の定期評価のうち、高経年化対策に関する文部科学省としての評価、検討を実施し、その結果をとりまとめたものである。

Ⅱ. 評価方針

独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所が行ったJRR-4の高経年化対策に関する評価は、「原子炉施設の定期的な評価の実施について」（平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡）に提示した実施細目を参考に実施されていることから、以下の（1）～（4）に示す評価項目に基づき評価することとした。

（1）実施計画の策定

① 施設の特徴を踏まえた実施計画を策定しているか。

i 判断基準

- a) 実施項目が検討されているか。
- b) 実施内容が立案されているか。
- c) 機器の安全上の機能別重要度分類をしているか。

（2）保守点検の実績評価

① 原子炉施設の経年変化事象に対して、従来の保守点検の内容や補修・交換についての実績調査を行っているか。

i 判断基準

- a) 実績評価に対して経年変化事象を評価分析しているか。
- b) 評価分析に対して現状の保全内容が適切なものか。
- c) その妥当性を評価しているか。
- d) 経年変化事象として以下の内容について評価を行っているか。
 - ・ 中性子照射脆化
 - ・ 熱時効
 - ・ 疲労
 - ・ 応力腐食割れ
 - ・ 腐食
 - ・ 侵食
 - ・ 摩耗
 - ・ 絶縁劣化（電氣的）
 - ・ コンクリート（強度低下、遮へい能力低下）

（3）設備機器の経年変化に関する評価

① 安全機能を要求される機器・設備について、経年変化に関する評価が行われているか。

i 判断基準

- a) 機器・構造物の安全性を評価する際には、実施計画書を利用しているか。
- b) 安全上重要な機器・構造物か。
- c) 補修・取替が容易か。
- d) b)、c)に基づき評価対象機器を選定しているか。

- e) 構造・使用条件等を考慮し、次のうちから該当する経年変件事象を抽出しているか。
 - ・設計上考慮している経年変件事象
 - ・最近の知見で得られている経年変件事象
 - ・過去国内外で発生した経年変件事象
 - f) 現状保全の評価、長期的観点での健全性評価が行われているか。
- (4) 保全計画の作成（10年計画）
- 保全計画の作成（10年計画）が適切に行われているか。
- i 判断基準
 - a) 保守点検の実績評価及び設備機器の経年変化に関する評価の内容が反映されているか。

Ⅲ. 原子炉設置者による評価の概要

平成17年3月31日付け17原研05第45号をもって原子炉設置者から当省に提出された高経年化対策に関する報告の概要は以下のとおりである。この報告は、平成16年3月12日付け原子力規制室事務連絡「原子炉施設の定期的な評価の実施について」に基づき、昭和50年2月から平成16年3月までの期間を対象として評価が実施されたものである。

なお、JRR-4は昭和40年1月に初臨界、平成8年から平成10年7月に低濃縮ウラン燃料への改造を実施し、現在は医療照射等に供されている。

1. 実施計画の策定について

平成16年10月、原子炉設置者は当省が例示した原子炉施設の定期的な評価の実施細目を参考に、施設定期評価実施計画書を策定している。計画では評価対象機器の選定、経年変化事象の評価分析、保守点検の実績評価及び設備機器の経年変化に関する評価について実施方策を示している。また、機器の安全上の機能別重要度分類については、クラス分類ごとに定義を定めている。

保守点検の実績調査では、JRR-4を構成する設備・機器のうち、安全上重要な機器・構造物について従来の保守点検の内容、補修・交換の実績調査及び経年変化事象の評価分析を行い、現状の保全活動内容の妥当性を評価するとしている。設備機器の経年変化に関する評価では、安全上重要な機器・構造物のうち、補修・取替えが容易でないものについて経年変化の進展評価分析を行い、長期的観点での機器・構造物の健全性を評価するとしている。

実施計画において評価対象に選定された設備機器を表1に示す。

2. 保守点検の実績評価について

原子炉設置者が実施計画を受けて行ったもののうち、保守点検の実績評価のために実施した調査内容は以下のとおり。

- ① 各々の安全上重要な機器設備で考えられる経年変化事象の抽出
- ② 抽出された経年変化事象に対応すべき保全活動の内容
- ③ 安全上重要な機器設備に対する過去の保全活動実績の内容と現状
- ④ 上記②と③の比較と保全活動への評価

経年変化事象の抽出については、中性子照射脆化、疲労、腐食、摩耗、絶縁劣化（電氣的）及びコンクリート強度低下を抽出し、現在の設備機器の状況について調査している。

現状の保全活動内容については、安全上重要な機器に対して経年変化事象を抽出して調査分析した結果、毎年実施している定期自主検査等によりその状況を把握し、必要に応じて更新等を実施して適切に健全性又は性能の維持に努めていることから、現状の保全活動は妥当であるとしている（表2）。

3. 設備機器の経年変化に関する評価について

経年変化に関する評価を実施するにあたって、安全上重要な機器のうち補修・取替

えが容易ではないものを対象とし、原子炉建家（プールコンクリート躯体を含む）、格子板、プールライニングについて評価を実施している。調査方法については、評価対象設備機器に対して長期的に安全機能を維持できるかどうか評価するため、構造、使用材料、使用条件等を考慮して以下の項目から該当する経年変件事象を抽出して調査している。

- (1) 設計上考慮している経年変件事象
- (2) 最近の知見で得られている経年変件事象
- (3) 過去国内外で発生した経年変件事象

原子炉建家について、評価対象設備機器の経年変件事象として設計上考慮しているものは、コンクリートの中性化、塩分浸透及びコンクリートの強度低下である。最近の知見で得られている経年変件事象は、塩分浸透などを抽出している。過去の国内外で発生した経年変件事象は、四国電力伊方発電所第1号炉でのタービン発電機架台のアルカリ骨材反応によるひび割れを抽出している。抽出した経年変件事象の現状保全、健全性評価では、平成5年に実施している建家健全性確認調査を元に行っている。評価の結果、原子炉建家は建設後約28年経過した平成5年の調査から、良好な状況に維持されているとしている。また、平成9年に実施している塗装により、中性化の進展及び塩分浸透の防止策は施されていることから、長期的観点からの安全機能が維持されているとしている。

格子板について、評価対象設備機器の経年変件事象として設計上考慮しているもの及び最近の知見で得られている経年変件事象では、中性子照射による延性低下及び腐食である。抽出した経年変件事象の現状保全、健全性評価では、積算中性子照射量が抽出した経年変件事象が顕在化する量を十分下回っていることから、中性子照射による延性低下の可能性が小さく、今後40年使用したとしても腐食の進展の可能性は小さいとしている。また、1次冷却水の電気伝導率管理をしていることから、長期的観点からの安全機能が維持できるとしている。

プールライニングについて、評価対象設備機器の経年変件事象として設計上考慮しているもの及び最近の知見で得られている経年変件事象は腐食である。抽出した経年変件事象の現状保全、健全性評価では、平成8年に実施された調査結果から今後40年間使用し、60℃のプール水が満水状態にあったと仮定した場合においても、腐食による肉厚の減少は小さく、外観検査などの健全性調査からも有害な欠陥はなく良好な状態に維持されていること、また、1次冷却水の電気伝導率管理をしていることから、長期的観点からの安全機能が維持できるとしている。

設備機器の経年変化に関する調査・評価結果概要を表3に示す。

4. 保全計画の策定

原子炉設置者は、上記2及び3の評価結果を受けて、表4に示す保全計画を定め、それぞれ必要な検査、機器の更新、機器の分解点検、部品の交換等を実施していくこととしている。

IV. 当省の評価結果

文部科学省は、評価方針に従って、原子炉設置者が行った高経年化対策について、原子炉設置者から直接説明を求めるとともに、その技術的適切性・妥当性の確認のため、原子力安全技術アドバイザーから専門的意見を聴取しつつ、事務連絡に提示した実施細目に沿ったものであるかを評価、検討した。

評価、検討の結果、原子炉設置者である独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所 JRR-4 原子炉施設の高経年化対策は概ね妥当なものと認められる。評価の内容は以下のとおりである。

1. 実施計画の策定

経年変化に関する技術的な評価を実施するための実施計画の策定においては、機器の安全上の機能別重要度分類が定められており、事前に実施項目の検討が行われた上で、実施内容を立案しているものと認められる。

2. 保守点検の実績評価

原子炉設置者は実施計画に基づき、評価対象に選定された設備機器から、安全上重要な設備機器とそれ以外に分類している。例えば2次冷却設備のうち、安全上重要な設備機器として2次系主循環ポンプが対象となっている。また、安全上重要な設備機器を対象にした保全活動の実績調査を行い、各設備機器における経年変化事象を抽出している。

さらに原子炉設置者は、現状の保全内容を経年変化事象に照らして検討評価し、設備機器の健全性又は性能が維持されていると判断している。

以上のことから、原子炉設置者が示した、安全上重要な設備機器の選定及び保守点検の実績評価の妥当性の判断は適切であると認められる。

3. 設備機器の経年変化に関する評価

安全上重要な機器・構造物であり補修・取替えが容易でないものとして原子炉建家（プールコンクリート躯体を含む。）、燃料要素の下部に設置されている格子板、及びプールライニングが選定され、各々経年変化事象を抽出して調査している。

原子炉建家については、コアサンプルによる中性化深さ、塩分浸透及びコンクリート強度測定の実績調査から健全であることが確認されており、さらに、防水塗装を施して外部からの水分浸透防止を図ったことによりコンクリート劣化（著しい中性化、塩分浸透及びアルカリ骨材反応）の防止対策が施されて長期使用が可能と評価されている。

格子板については、経年変化事象が発生するような中性子照射量までには十分余裕があり問題なく、腐食に関しても腐食厚さは極めて小さく、水質管理を維持していることを踏まえると、長期的観点からも安全機能の維持が可能と評価されている。

また、プールライニングについても腐食の進展に対して十分な厚さを有しており、また水質管理も行っていることから長期使用が可能と評価されている。

以上のことから、当該施設における経年変化に関しては、保守点検の実績評価結果、

設計上考慮されている事象を考慮して現状の保全活動の内容の評価を行うとともに、長期的観点からの健全性評価が行われているものと認められる。

なお、平成18年9月に原子力安全委員会が決定した耐震設計指針への適合性については、本評価とは別に原子炉設置者がバックチェックを適宜実施している。

4. 保全計画の作成（10年計画）

表4に示すJRR-4の保全計画には、定常的な保全活動並びに更新及び分解などの計画的に実施する保全活動が定められていることから、保守点検の実績評価の内容及び経年変化に関する評価の内容が適切に反映されているものと認められる。なお、プールライニングについてはコンクリートと接している裏側の減肉にも着目した調査が実施されることを確認した。

V. 検討の経過

本検討の過程においては、以下に示す原子力安全技術アドバイザーの専門的意見を聴取した。

なお、平成19年12月に反射体ケーシングの溶接部に割れが発見されたが、当該機器は安全上の重要な機能を有していないことから、設計・製作において適切に配慮するとともに、一般的な保守・点検で対応することで十分であると判断した。

氏名	所属
齊藤 勲	国立大学法人 東京大学
丹沢 富雄	学校法人 五島育英会
二ノ方 壽	国立大学法人 東京工業大学
松井 秀樹	国立大学法人 京都大学
三澤 毅	国立大学法人 京都大学
和田 章	国立大学法人 東京工業大学

(敬称略、50音順)

表 1. 実施計画において評価対象に選定された設備・機器

分類	定義	機能	構築物、系統及び機器	
クラス2	PS-2 その損傷又は故障により発生する事象によって、燃料の多量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	過剰な反応度の印加防止	制御棒駆動装置	
		炉心の形成	格子板 燃料要素	
	MS-2 1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障が及ぼす敷地周辺公衆への放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	原子炉の緊急停止及び未臨界維持	制御設備 非常用制御設備	
		炉心の冠水維持	サイフォンブレイク弁 No.1 プール	
		放射性物質の閉じ込め、遮へい及び放出低減	非常用排気設備 原子炉建家	
3)安全上特に重要なその他の構築物、系統及び機器	工学的安全施設及び停止系への作動信号の発生	原子炉停止回路		
	安全上重要な関連機能	非常用電源設備		
クラス3	PS-3 1)異常状態の起因事象となるものであって、PS-1、PS-2以外の構築物、系統及び機器	炉心の冷却	1次冷却設備 2次冷却設備	
		放射性物質の貯蔵	使用済燃料貯蔵器 廃液貯槽	
		燃料を安全に取り扱う機能	新燃料貯蔵棚	
		冷却材の循環	主循環ポンプ	
		冷却材へのFP放散防止	燃料被覆材	
		プラント計測・制御	中性子計装設備 反応度制御設備 冷却系計測制御設備	
	3)安全上特に重要なその他の構築物、系統及び機器	安全上重要な関連機能	非常用電源設備	
	MS-3 1)運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2とあいまって、事象を緩和する構築物、系統及び機器	工学的安全施設及び停止系への作動信号の発生	その他の主要な安全保護回路（燃料事故モニタ）	
		2)異常状態への対応上必要な構築物、系統及び機器	事故時のプラント状態の把握、緊急時対策上重要なもの	No.1 プール水位計 No.2 プール水位計 通信連絡設備、消火系、避難通路、非常用照明 屋内管理用モニタリング設備
			制御室外安全停止	安全スイッチ

表 2. 安全上重要な設備・機器の保守点検実績調査 (1/8)

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要	設備機器 の状態	保全活動 の妥当性
中性子 照射脆化	格子板	施設定期自主検査、点検・保守では、目視による点検、水中カメラを用いた点検を実施するとともに、燃料交換時においても格子板の劣化状態等について、双眼鏡での目視点検を行い健全性の確認に努めている。	良好	妥当
疲労	炉心出入口エクスパンション	施設定期自主検査、点検・保守では、目視及びカメラによる外観検査を実施して健全性の確認に努めている。 なお、炉心出入口エクスパンションは平成 10 年に更新している。	良好	妥当
腐食	炉心タンク	平成8年度の改造期間に健全性調査を行った。角筒溶接部、タンクフランジ溶接部及び内壁に着目して、浸透探傷検査、超音波厚さ測定を実施した結果、割れなどの有害な欠陥は検出されなかった。 施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査等により、表面の損傷、腐食等の状態を把握するとともに、健全性の維持に努めている。また、1 次冷却水は pH 及び導電率を適切に管理し、腐食防止に努めている。	良好	妥当
	格子板	施設定期自主検査、点検・保守では、目視による点検、水中カメラを用いた点検を実施するとともに、燃料交換時においても格子板の劣化状態等について、双眼鏡での目視点検を行い健全性の確認に努めている。 また、1 次冷却水は pH 及び導電率を適切に管理し、腐食防止に努めている。	良好	妥当
	No.1プール	平成8年のプールライニングの健全性調査を行い、浸透探傷検査、超音波板厚測定等を実施した。その結果、割れなどの有害な欠陥は検出されなかった。 施設定期自主検査、点検・保守では、双眼鏡及び水中カメラにより、プールライニングの点検を行うとともに、定期的に傷等の寸法測定を実施し、健全性の確認に努めている。 また、プール水は pH 及び導電率を適切に管理し、腐食防止に努めている。	良好	妥当
	使用済燃料貯蔵器	施設定期自主検査、点検・保守では、双眼鏡による目視点検を実施し、健全性の確認に努めている。 また、プール水は pH 及び導電率を適切に管理し、腐食防止に努めている。	良好	妥当

表 2. 安全上重要な設備・機器の保守点検実績調査 (2/8)

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要	設備機器 の状態	保全活動 の妥当性
腐食	燃料貯蔵棚	<p>施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査により健全性の確認に努めている。</p> <p>また、新燃料貯蔵庫に空調設備を設置し(平成 12 年)、貯蔵庫内の湿度等の環境改善を図り貯蔵棚の健全性維持に努めている。</p> <p>なお、燃料貯蔵棚は平成 12 年に更新している。</p>	良好	妥当
	1次系主循環ポンプ	<p>施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、作動検査、性能検査を実施し、健全性の確認に努めるとともに、水質管理により腐食を防止している。</p>	良好	妥当
	1次系熱交換器	<p>施設定期自主検査、点検・保守では、乾燥洗浄、外観検査、漏えい検査を実施し、健全性の確認に努めるとともに、水質管理により腐食を防止している。</p> <p>なお、1次系熱交換器は平成 4年に炭素鋼製から耐食性の優れたステンレス鋼製に更新している。</p>	良好	妥当
	サイフォンブレーク弁	<p>施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、作動検査により健全性の確認に努めている。</p> <p>また、1次冷却水及びプール水は pH 及び導電率を適切に管理し、腐食防止に努めている。</p> <p>なお、サイフォンブレーク弁は平成 8年に交換しており、ステンレス鋼製の電磁弁が用いられている。</p>	良好	妥当
	主冷却管・弁	<p>施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、弁の作動検査を実施し健全性の確認に努めている。</p> <p>主要弁については、定期的な分解点検、消耗品の交換等を実施して、弁の健全性の維持に努めている。また、1次系冷却水は pH 及び導電率を適切に管理し、腐食防止に努めている。</p> <p>なお、主冷却管・弁は、弁の一部を昭和 60年に更新している。</p>	良好	妥当
	炉心出入口エキスパンション	<p>施設定期自主検査、点検・保守では、目視及びカメラによる外観検査を実施して健全性の確認に努めている。</p> <p>1次冷却水及びプール水は pH 及び導電率を適切に管理し、腐食防止に努めている。</p> <p>なお、炉心出入口エキスパンションは平成 10年に更新している。</p>	良好	妥当
	2次系主循環ポンプ	<p>循環ポンプは、電動機駆動の循環ポンプ2台が用いられている。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、作動検査、性能検査を実施するとともに、2次冷却水の水質を監視することで、健全性の確認に努めている。</p>	良好	妥当

表 2. 安全上重要な設備・機器の保守点検実績調査 (3/8)

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要	設備機器 の状態	保全活動 の妥当性
腐食	非常用制御設備	非常用制御設備(2基)は、自由落下方式で、炉心ブリッジ上部よりワイヤにて吊り下げられており、JRR-4 建設以来使用されている。設定期自主検査、点検・保守及び月例点検では、外観検査、作動検査を実施して健全性の確認に努めている。	良好	妥当
	非常用排気設備	フィルタユニット、遮断弁の腐食、変形及び損傷については、施設定期自主検査、点検・保守で外観検査を実施して健全性の確認に努めている。 なお、非常用排気設備は平成 10 年に新設した設備である。	良好	妥当
	廃液貯槽	廃液貯槽(2基)は、炭素鋼(内側ライニング)で作られており、施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、内面目視点検及び漏えい検査を行い、健全性の維持に努めている。	良好	妥当
摩耗	1次系主循環ポンプ	施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、作動検査、性能検査を実施し、健全性の確認に努めている。 また、定期的な分解点検によりインペラ、主軸等の状態確認及びメカニカルシール、パッキン等の消耗部品の交換を実施し、主循環ポンプの健全性の維持に努めている。	良好	妥当
	2次系主循環ポンプ	施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、作動検査、性能検査を実施することで、健全性の確認に努めている。 また、定期的な分解点検によりインペラ、主軸等の状態確認及びメカニカルシール、パッキン等の消耗部品の交換を実施し、循環ポンプの健全性の維持に努めている。	良好	妥当
	安全保護回路及び安全スイッチ	安全保護回路、安全保護系盤及び安全スイッチは、燃料の低濃縮化による改造に併せて全面更新している。 施設定期自主検査、点検・保守では、全てのリレーに対し接点の状態及び端子の緩み具合を点検し、健全性の確認に努めている。 安全保護回路については、定期的リレーの交換を行い、信頼性の維持に努めている。また、安全スイッチについては、月例点検で作動の確認を行っている。 なお、安全保護回路及び安全スイッチは平成 10 年に更新しており、リレーは平成 13 年に交換を実施している。	良好	妥当

表 2. 安全上重要な設備・機器の保守点検実績調査 (4/8)

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要	設備機器 の状態	保全活動 の妥当性
摩耗	制御棒駆動装置	<p>制御棒駆動装置は駆動部、垂直変換部及び連結ロッドによって構成され、炉心タンク上部の架台に駆動部が据え付けられ、垂直変換部、連結ロッドを介して最下部の制御棒を上下させる。また、同設備は、用途により粗調整安全棒用と微調整棒用に区別され、それぞれ5体と2体備えており、そのうち各1体を予備として管理している。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、駆動部の開放点検を行い、健全性及び性能の維持に努めている。また、微調整棒用は1年ごと、粗調整安全棒用は4年ごとに分解点検を実施し、消耗品等の交換を行い、健全性及び性能の維持に努めている。</p> <p>なお、制御棒駆動装置は平成10年に更新している。</p>	良好	妥当
絶縁劣化	1次系主循環ポンプ	施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、作動検査、性能検査、絶縁抵抗検査を実施し、健全性の確認に努めている。	良好	妥当
	サイフォンブレーク弁	施設定期自主検査、点検・保守では、絶縁抵抗測定により健全性の確認に努めている。 なお、サイフォンブレーク弁は平成8年に交換している。	良好	妥当
	2次系主循環ポンプ	施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、作動検査、性能検査、絶縁抵抗検査を実施し、健全性の確認に努めている。	良好	妥当
	中性子計測機器類/制御盤	<p>計測制御系の計測機器類及び制御盤は、燃料の低濃縮化による改造に併せて全面更新している。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、点検・校正を通じて端子部の清掃、必要な補修や消耗品(盤冷却ファン、シリカゲル等)の交換及び計画的に電子部品の交換を行い設備の健全性の維持に努めている。</p> <p>多くの機器・盤類が設置されている制御室は、常時空調設備を運転しており、計測機器類の性能の劣化防止に努めている。</p> <p>なお、中性子計測機器類/制御盤は平成10年に更新している。</p>	良好	妥当

表 2. 安全上重要な設備・機器の保守点検実績調査 (5/8)

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要	設備機器 の状態	保全活動 の妥当性
絶縁劣化	中性子検出器	<p>JRR-4 の運転停止時には、1次冷却水温度が 20℃程度急激に低下するため、ガイドパイプ内に結露が生じることが懸念される。このため、常時乾燥空気をガイドパイプ内に供給し、湿度による絶縁劣化の防止に努めている。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、特性測定及びケーブル、端子等の点検を実施し、健全性の確認に努めている。さらに、予防保全のため、これまでの検出器の交換実績に基づいて、計画的な検出器交換を実施して、信頼性及び健全性の維持に努めている。</p> <p>交換実績としては、起動系検出器は平成 11 年に、線形出力系検出器は平成 14 年に、対数／ペリオド系検出器は平成 9 年に、安全系 1 検出器は平成 10 年に、安全系 1 検出器は平成 15 年に交換している。</p>	良好	妥当
	制御棒駆動装置	<p>施設定期自主検査、点検・保守では、モーターの絶縁抵抗の測定を行い、健全性及び性能の維持に努めている。</p> <p>なお、制御棒駆動装置は平成 10 年に更新している。</p>	良好	妥当
	非常用排気設備	<p>排風機の絶縁抵抗劣化について、施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査及び絶縁抵抗検査を実施して健全性の確認に努めている。</p> <p>なお、非常用排気設備は平成 10 年に新設した設備である。</p>	良好	妥当
コンクリート	原子炉格納施設	<p>原子炉建家の経年変化事象としては、外壁・屋根及び気密扉等の劣化が挙げられる。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、原子炉建家の目視による外観検査、負圧確認検査を実施して健全性の確認に努めている。</p>	良好	妥当
その他	1次系主循環ポンプ	<p>経年変化事象として、パッキン類の劣化が挙げられる。</p> <p>定期的な分解点検によりインペラ、主軸等の状態確認及びメカニカルシール、パッキン等の消耗部品の交換を実施し、主循環ポンプの健全性の維持に努めている。</p>	良好	妥当
	1次系熱交換器	<p>経年変化事象として、伝熱細管表面へのスラッジの付着による性能低下が挙げられる。施設定期自主検査、点検・保守では、乾燥洗浄、外観検査を実施し、健全性の確認に努めている。</p> <p>また、性能が大幅に低下した場合には化学洗浄を実施して性能の維持に努めている。</p> <p>なお、1次系熱交換器は平成 4 年に更新している。</p>	良好	妥当

表 2. 安全上重要な設備・機器の保守点検実績調査 (6/8)

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要	設備機器 の状態	保全活動 の妥当性
その他	主冷却管・弁	<p>経年変化事象として、ダイヤフラムの劣化が挙げられる。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、弁の作動検査及び漏えい検査を実施し健全性の確認に努めている。</p> <p>主要弁については、定期的な分解点検、消耗品の交換等を実施して、弁の健全性の維持に努めている。</p> <p>なお、主冷却管・弁は、弁の一部を昭和 60 年に更新している。</p>	良好	妥当
	2次系主循環ポンプ	<p>経年変化事象として、パッキン類の劣化が挙げられる。</p> <p>定期的な分解点検によりインペラ、主軸等の状態確認及びメカニカルシール、パッキン等の消耗部品の交換を実施し、循環ポンプの健全性の維持に努めている。</p>	良好	妥当
	中性子計測機器類/制御盤	<p>経年変化事象として、電源ユニットのコンデンサ及び半導体部品等の電子部品の劣化が挙げられる。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、点検・校正を通じて必要な補修や消耗品(盤冷却ファン、シリカゲル等)の交換、端子部の清掃及び計画的に電子部品の交換を行い設備の健全性の維持に努めている。</p> <p>多くの機器・盤類が設置されている制御室は、常時空調設備を運転しており、計測機器類の性能の劣化防止に努めている。</p> <p>なお、中性子計測機器類/制御盤は平成 10 年に更新している。</p>	良好	妥当
	冷却系計測制御設備	<p>経年変化事象として、以下の事象が考えられる。</p> <p>① 伝送器類の機構部の変動</p> <p>② 計測機器類の経年劣化によりノイズの発生、ドリフトの増大等</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、点検・校正、絶縁抵抗測定及び消耗品の交換を行い、性能及び健全性の維持に努めている。</p> <p>なお、冷却系計測制御設備は平成 10 年に更新している。</p>	良好	妥当
	非常用排気設備	<p>経年変化事象として、遮断弁の固着等による作動不良、フィルタ除去効率の低下及び目詰まりによる風量低下が考えられる。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、フィルタの交換のほか、作動検査及び除去効率検査を実施して、性能の維持に努めている。</p> <p>なお、非常用排気設備は平成 10 年に新設した設備である。</p>	良好	妥当

表 2. 安全上重要な設備・機器の保守点検実績調査 (7/8)

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要	設備機器 の状態	保全活動 の妥当性
その他	廃液貯槽	<p>経年変化事象として、内側ライニングの劣化が挙げられる。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、内面目視点検及び漏えい検査を行い、健全性の維持に努めている。</p>	良好	妥当
	プロセス放射線 監視設備	<p>プロセス放射線監視設備の計測機器は、燃料の低濃縮化による改造に併せて全面更新している。経年変化事象としては、計測機器部品及び検出器の経年劣化が挙げられる。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、点検・校正、必要な消耗品(シリカゲル)の交換及び検出器の絶縁抵抗測定を行い、健全性及び性能が維持に努めている。</p> <p>なお、プロセス放射線監視設備は昭和 62 年に更新している。</p>	良好	妥当
	反応度制御設 備	<p>反応度制御設備は、偏差増幅器、マグネット増幅器及び操作回路等から構成され、制御室内の耐震構造の盤及び卓内に組み込まれ、これらは、燃料の低濃縮化による改造に併せて全面更新している。経年変化事象としては計測機器の部品劣化が挙げられる。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、入出力校正等、定期的な部品交換を実施して信頼性及び健全性の維持に努めている。</p> <p>なお、反応度制御設備は平成 10 年に更新している。</p>	良好	妥当
	非常用電源設 備	<p>非常用電源設備は、無停電電源装置(1基)及びディーゼル発電機(2基)から構成される。</p> <p>経年変化事象としては、無停電電源装置に関しては、バッテリー、ヒューズが、ディーゼル発電機に関しては、部品、消耗品等の経年劣化が挙げられる。</p> <p>施設定期自主検査、点検・保守では、外観検査、作動検査、絶縁抵抗測定及び必要な部品、消耗品の交換を実施し、性能及び健全性の維持に努めている。</p> <p>なお、無停電電源装置は平成 4 年に、ディーゼル発電機は平成 10 年に更新している。</p>	良好	妥当

表 2. 安全上重要な設備・機器の保守点検実績調査 (8/8)

想定経年 変化事象	設備機器	保全活動内容の概要	設備機器 の状態	保全活動 の妥当性
その他	放射線監視モ ニタ	<p>放射線監視モニタは検出器部、指示警報表示部及び電源部などから構成されており、経年変化事象としては、電子部品及び検出器の劣化が挙げられる。</p> <p>施設定期自主検査での点検・校正及び日常の点検・保守を通じて必要な部品類の交換を行い、放射線監視モニタの性能及び健全性が維持に努めている。</p> <p>なお、放射線監視モニタは平成 10 年に更新している。</p>	良好	妥当
	建家通信設 備、火災報知 器、非常用照 明設備	<p>これらの設備の経年変化事象としては、消耗品であるバッテリーの経年劣化及び通信設備の電子部品の劣化が挙げられる。建家通信設備は、昭和 62 年に、火災報知器及び非常用照明設備は平成 10 年にそれぞれ更新されている。保守点検では、毎年の設備点検及び月例点検を通じ、消耗品(バッテリー、ヒューズ、電球等)の交換を行い、性能及び健全性の維持に努めている。</p> <p>なお、建家通信設備は昭和 62 年に、火災報知器及び非常用照明設備は平成 10 年に更新している。</p>	良好	妥当

表 3. 経年変化に関する評価結果

評価対象機器設備	構造	材料	使用年数	使用条件	①経年変化事象の選定				②経年変化に対して採った措置及び現状保全内容	③選定経年変化に対する②の有効性	④最新知見等を基に今後の進展評価	総合評価
					i) 設計上考慮している経年変化事象	ii) 最新知見で得られている経年変化事象	iii) 過去国内外で発生した経年変化事象	選定した経年変化事象				
原子炉建家	鉄筋コンクリート矩形建物	鉄、コンクリート	40年	常温、屋外	・コンクリートの中性化 ・塩分浸透 ・コンクリートの強度低下	・コンクリートの中性化 ・塩分浸透 ・コンクリートの強度低下(アルカリ骨材反応含む)	四国電力伊方発電所第1号炉タービン発電機架台のアルカリ骨材反応によるひび割れ	・コンクリートの中性化 ・塩分浸透 ・コンクリートの強度低下(アルカリ骨材反応含む)	・健全性調査 ・補修・塗装 ・外観検査	有効	長期間にわたる中性化、塩分浸透、強度低下の問題なし。これらは塗装により防止される。	現状保全で長期健全性は維持される。
格子板	アルミニウム合金鋳造版	耐食性アルミニウム合金A2P4 (A6061相当)	40年 高速中性子の照射量: $3.4 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$	1次冷却材中、最高使用温度60°C、最高使用圧力0.098MPa	・中性子による延性低下 ・腐食	・中性子による延性低下 ・腐食	—	・中性子による延性低下 ・腐食	・外観検査	有効	高速中性子照射量 10^{21} オーダー以下においては、延性低下の問題はない。腐食は、水質管理により防止される。	現状保全で長期健全性は維持される。
プール	アルミニウム合金ライニング	耐食性アルミニウム合金A2P1 (A5052相当)	40年	1次冷却材中、最高使用温度60°C、最高使用圧力0.098MPa	・腐食	・腐食	—	・腐食	・健全性調査 ・外観検査	有効	腐食は、水質管理により防止される。	現状保全で長期健全性は維持される。

表4. 保全計画

項目	設備機器	今後の10年内(H17～H26)の経年変化対策に関する保全活動*1	実施予定年度										その他の保全活動(健全性を確認するための検査及び保守等)*2	
			H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26		
原子炉本体	炉心タンク	水質維持管理(連続)												外観検査(毎年)
	格子板	水質維持管理(連続)												外観検査(毎年)
	燃料要素/燃料被覆材	水質維持管理(連続)												外観検査(毎年)
	No.1プール	水質維持管理(連続)									▽*3			外観検査(毎年)
核燃料物質貯蔵施設	使用済燃料貯蔵器	水質維持管理(連続)												外観検査(毎年)
	燃料貯蔵棚	湿度管理(連続)												外観検査(毎年)
原子炉冷却系統施設 (1)1次冷却設備	主循環ポンプ	水質維持管理(連続)、分解点検				◎						◎		外観検査、性能検査(毎年)
	熱交換器	水質維持管理(連続)						□						外観検査、漏洩検査(毎年)、乾燥洗浄/化学洗浄(計画的)
	サイフォンブレイク弁	水質維持管理(連続)									◇			外観検査、作動検査(毎年)
	主冷却管・弁	水質維持管理(連続)	◎						◎					外観検査、漏洩検査(毎年)
	炉心出入口エキスパンション	水質維持管理(連続)										▽		外観検査(毎年)
(2)2次冷却設備	循環ポンプ	水質維持管理(連続)、分解点検					◎					◎		外観検査、性能検査(毎年)
計測制御系統施設 (1)中性子計測設備	盤/計測機器類	部品交換(適宜)												点検・校正(毎年)
	起動系検出器	絶縁抵抗管理(毎年)										○		プラトー測定(毎年)
	線形出力系検出器	絶縁抵抗管理(毎年)										○		ケーブル&コネクタ外観検査(毎年)
	対数/ベリオド系検出器	絶縁抵抗管理(毎年)							○					ケーブル&コネクタ外観検査(毎年)
	安全系(1)検出器	絶縁抵抗管理(毎年)			○									ケーブル&コネクタ外観検査(毎年)
	安全系(2)検出器	絶縁抵抗管理(毎年)										○		ケーブル&コネクタ外観検査(毎年)
(2)冷却系計測制御盤	盤/計測機器類	部品交換(適宜)												点検・校正(毎年)
(3)安全保護回路	リレー等	部品交換(適宜)			○							○		作動検査(毎年)
	安全スイッチ	部品交換(適宜)					▽							作動検査(毎月)
(4)プロセス放射線監視設備	盤/計測機器類	部品交換(適宜)												点検・校正(毎年)
(5)制御設備	垂直変換部	分解点検(定期的)				◎								外観検査(毎年)
	制御棒駆動装置	分解点検(毎年計画的)												開放検査、機能試験(毎年)
	非常用制御設備機器	分解点検(定期的)										▽		開放検査、作動検査(毎月)
	反応度制御設備機器	部品交換(適宜)												点検・校正(毎年)
原子炉格納施設 (1)原子炉建家		外壁、扉の整備(適宜)												外観検査、負圧確認検査(毎年)
放射性廃棄物の廃棄施設 (1)気体廃棄物の廃棄設備	非常用排気設備機器	部品交換(適宜)			○*4							○*4		外観検査、性能検査(毎年)
	(2)液体廃棄物の廃棄設備	廃液貯槽				▽								外観検査、漏洩検査(毎年)
その他原子炉附属施設 (1)非常用電源設備	無停電電源設備	絶縁抵抗管理(毎年)												外観検査、性能検査(毎年)
	(2)放射線監視モニタ	ディーゼル発電機												外観検査、性能検査(毎年)
	(3)建家内通信装置	屋内管理用モニタ設備												点検・校正(毎年)
	(4)火災報知設備		性能維持確認(計画的)			▽								外観検査、作動検査(毎年)
	(5)非常用照明等		部品交換(適宜)											外観検査、作動検査(毎年)

◇:更新 ◎:分解 ○:交換 ▽点検 □化学洗浄

*1 設備機器の健全性を維持することを目的とした整備等の定期的な保全活動

*2 設備機器の健全性を確認することを目的とした点検等の定期的な保全活動

*3 平成8年に実施した調査結果を踏まえ、プールライニングの裏側の減肉にも着目した調査を実施する

*4 ペアリング等の消耗品について、定期的な交換を実施する(フィルタ交換は適宜実施)