

川内原子力発電所 2 号炉
運転期間延長認可申請
(共通事項)

補足説明資料

2023年 1月24日
九州電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る
事項ですので公開することはできません。

目 次

1. はじめに	1
2. 特別点検及び劣化状況評価に係る実施体制及び業務手順	2
2.1 運転期間延長認可申請に係る全体業務手順	2
2.2 特別点検の実施体制及び実施手順	4
2.3 劣化状況評価の実施体制及び実施手順	14
2.4 劣化状況評価の前提とする運転状態	26
2.5 評価対象となる機器及び構造物の抽出	27
2.6 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	30
2.7 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対する健全性評価	32
2.8 耐震安全性評価	33
2.9 耐津波安全性評価	35
2.10 冷温停止を前提とした評価	36
2.11 劣化状況評価で追加する評価	37
2.12 劣化状況評価に係る全体プロセス	38
3. 川内原子力発電所における保全活動	39
別紙1. 協力事業者の力量管理方法について	1-1
別紙2. 原子力施設情報公開ライブラリー情報で最終報告ではない情報について	2-1
別紙3. 消耗品・定期取替品の定義及び抽出方法について	3-1
別紙4. 文書体系における現状保全に係るプログラムについて	4-1
別紙5. スペアパーツの取り組みについて	5-1
別紙6. 日常劣化管理事象等について	6-1
別紙7. 日常劣化管理事象以外の事象について	7-1
別紙8. 事象別の補足説明について	8-1

1. はじめに

本資料は、川内原子力発電所2号炉の運転期間延長認可申請の共通事項の補足として、特別点検、劣化状況評価に係る実施体制及び業務手順、劣化状況評価で追加する評価並びに冷温停止を前提とした評価について取りまとめたものである。

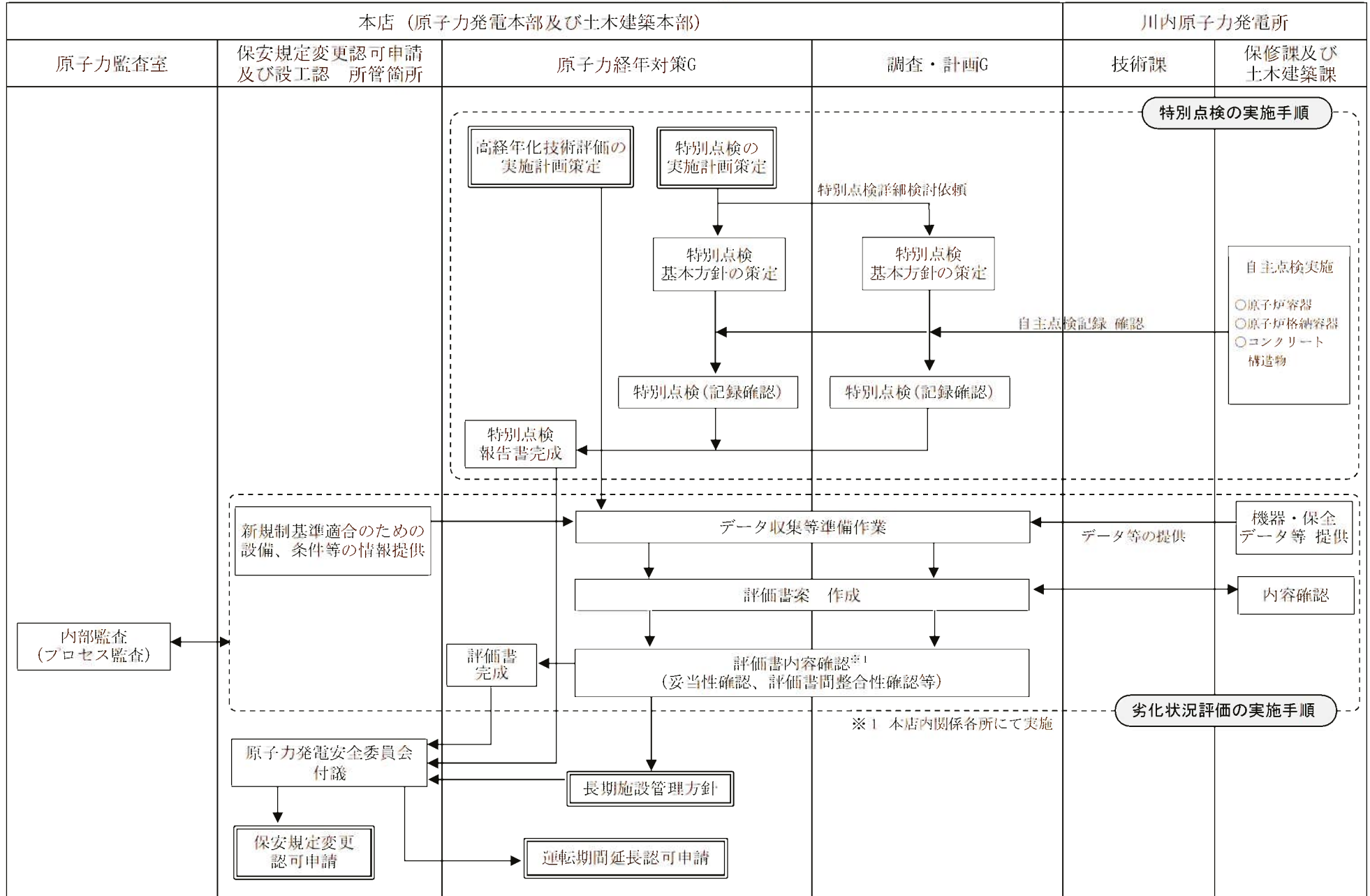
川内原子力発電所2号炉においては、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下、「原子炉等規制法」という。）第43条の3の3第4項」及び「実用発電用原子炉の施設、運転等に関する規則（以下、「実用炉規則」という。）」第113条に従い、「申請に至るまでの間の運転に伴い生じた原子炉その他の設備の劣化の状況の把握のための点検（以下、「特別点検」という。）」及び「延長しようとする期間における運転に伴い生ずる原子炉その他の設備の劣化の状況に関する技術的な評価（以下、「劣化状況評価」といい、劣化状況評価で追加する評価、冷温停止を前提とした評価を含む）」を実施するとともに、「延長しようとする期間における原子炉その他の設備に係る施設管理方針（以下、「施設管理方針」という。）」を策定し、それらを取りまとめたものを、2022年10月12日に「川内原子力発電所2号炉 運転期間延長認可申請書」として申請を実施した。

2. 特別点検及び劣化状況評価に係る実施体制及び業務手順

2.1 運転期間延長認可申請に係る全体業務手順

運転期間延長認可申請に係る業務については、まず社内オーソライズ資料にて実施業務及び体制を定め、これに基づいて表2.1-1のフローにて業務を実施した。

表2.1-1 運転期間延長認可申請に係る全体フロー



2.2 特別点検の実施体制及び実施手順

特別点検に関する業務は、川内原子力発電所の保安活動と同様「川内原子力発電所原子炉施設保安規定（要則）」第3条 品質マネジメント計画のもと、当社の品質マネジメントシステムに基づき以下のとおり適切に実施した。

(1) 調達先による点検の実施

1) 点検の計画

調達先による点検（以下、「自主点検」という。）は、運転開始後35年を経過する日（2020年11月28日）以降に実施した設備の劣化状況を把握するための点検である。

点検の立案に際しては、「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」（以下、「運用ガイド」という。）の内容（点検対象部位、点検方法等）に基づき、着目する劣化事象を踏まえて、点検対象部位に応じた点検方法を設定した。

2) 点検の実施、点検結果の確認

自主点検の実施にあたっては、川内原子力発電所保修課長及び土木建築課長が調達を行った。点検対象の部位、方法ごとに調達先、件名を表2.2-1に示す。

これらの調達先については、「川内原子力発電所 調達管理要領」等に基づき、調達先の品質マネジメントシステムについて記述された品質保証計画書を定期的に徴収し、各課長が徴収した品質保証計画書を審査している。

また、これらの調達先は、調達管理要領等に基づき、品質保証計画書の確認等により適切に管理された。

調達先は、調達文書の要求事項を満足するよう工事（委託）要領書を川内原子力発電所保修課長及び土木建築課長に提出し、事前に承認を得たうえで点検を行った。

また、川内原子力発電所保修課長及び土木建築課長は、作業管理要領等に基づき、調達要求事項が調達先により適切に履行されるよう、工事（委託）要領書に従った立会・記録確認により調達先による工事（委託）の管理を行い、調達先による自主点検が適切なプロセスに基づき行われたことを確認した。

表2.2-1 自主点検の調達先と工事（委託）件名

対象の機器・ 構造物	対象の部位	点検方法	調達先、工事（委託）件名
原子炉容器	原子炉容器 母材及び溶接部 (炉心領域100%)	超音波探傷試験	<ul style="list-style-type: none"> ・調達先：三菱重工業㈱ ・工事件名：経年劣化状況把握のための自主点検のうち原子炉容器自主点検（炉心領域およびノズルコーナー部点検） ・工事期間：2022年1月13日～2022年5月19日
	一次冷却材ノズルコーナー部 (クラッドの状態を確認)	渦流探傷試験	<ul style="list-style-type: none"> ・調達先：三菱重工業㈱ ・工事件名：経年劣化状況把握のための自主点検のうち原子炉容器自主点検（炉心領域およびノズルコーナー部点検） ・工事期間：2022年1月13日～2022年5月19日
	炉内計装筒 (BMI)(全数)	日視試験(MVT-1)	渦流探傷試験
原子炉格納容器 鋼板(接近できる 点検可能範囲の 全て)		日視試験(VT-4)	
原子炉格納 容器	原子炉格納容器 鋼板(接近できる 点検可能範囲の 全て)	日視試験(VT-4)	<ul style="list-style-type: none"> ・調達先：大成建設㈱ ・委託件名：①経年劣化状況把握のための自主点検のうちコンクリート構造物健全性調査業務委託（第24回定検） ②経年劣化状況把握のための自主点検のうちコンクリート構造物健全性調査業務委託（第25回定検） ・委託期間：①2020年11月6日～2021年7月21日 ②2022年1月31日～2022年11月25日（予定）
コンクリート 構造物	コンクリート	採取したコアサンプル等による強度、遮蔽能力、中性化、塩分浸透及びアルカリ骨材反応の確認	

3) 力量の確認及び測定機器の管理他確認事項

点検方法ごとに必要となる要員の力量、測定機器の管理についても明確にし、調達上の要求事項としている。点検対象の部位・方法ごとに試験員の力量を表2.2-2に示す。

表2.2-2 試験員の力量

対象の機器・ 構造物	対象の部位	点検方法	試験員の力量
原子炉容器	原子炉容器 母材及び溶接部 (炉心領域100%)	超音波探傷試験	日本非破壊検査協会 非破壊試験技術者資格 超音波探傷試験・レベル2以上の資格を有する者
	一次冷却材ノズル コーナー部 (クラッドの状態を確認)	渦流探傷試験	日本非破壊検査協会 非破壊試験技術者資格 渦流探傷試験・レベル2以上の資格を有する者
	炉内計装筒 (BMI)(全数)	目視試験(MVT-1)	JIS Z 2305-2013 (非破壊試験技術者の資格及び認証) 7.4項 視力の要求事項を満足する者
渦流探傷試験		日本非破壊検査協会 非破壊試験技術者資格 渦流探傷試験・レベル2以上の資格を有する者	
原子炉格納容器	原子炉格納容器 鋼板(接近できる点検可能範囲の全て)	目視試験(VT-4)	日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(2012年版) GTN-8130 試験技術者の要求事項を満足する者
コンクリート構造物	コンクリート	採取したコアサンプル等による強度、遮蔽能力、中性化、塩分浸透及びアルカリ骨材反応の確認	建築士(一級建築士又は二級建築士) 技術士(建築部門又は応用理学部門) 施工管理技士(1級土木施工管理技士、2級土木施工管理技士、1級建築施工管理技士又は2級建築施工管理技士) 日本コンクリート工学会認定資格 コンクリート主任技士 コンクリート技士 コンクリート診断士 のうち、いずれかの資格を有する者

4) 文書・記録管理

自主点検に関する工事（委託）記録（自主点検記録）については、川内原子力発電所技術課長が保管している。

(2) 特別点検の実施

1) 点検の計画

原子力経年対策グループ長は、実用炉規則第113条及び「運用ガイド」に基づき、特別点検の実施に関する方針を定めた「特別点検の基本方針」を作成し、品質保証グループ長及び原子力土木建築部長の確認の後、原子力管理部長の承認を得た。

また原子力経年対策グループ長及び調査・計画グループ長は、表2.2-3に示す役割分担に基づき、特別点検の項目・方法を定めた「特別点検要領書」を作成し、品質保証グループ長及び川内原子力発電所保修課長又は土木建築課長の確認の後、承認した。

表2.2-3 特別点検要領書の策定に係る役割分担

名称	区分	作成（承認）者
特別点検要領書 （原子炉容器）	文書※	原子力経年対策 グループ長
特別点検要領書 （原子炉格納容器）	文書※	原子力経年対策 グループ長
特別点検要領書 （コンクリート構造物）	文書※	調査・計画 グループ長

※ 特別点検報告書の承認後、記録として保管する。

2) 点検の実施、点検結果の確認

原子力経年対策グループ長及び調査・計画グループ長は、表2.2-4に示す役割分担に基づき、調達先が作成した自主点検の工事（委託）記録について記録確認を行い、「特別点検報告書」としてまとめ、品質保証グループ長及び川内原子力発電所 保守課長又は土木建築課長の確認の後、承認した。

また原子力経年対策グループ長は、「特別点検結果報告書」を作成し、原子力発電安全委員会に付議し、審議を受けた後、原子力管理部長の承認を受けた。

表2.2-4 特別点検報告書の作成に係る役割分担

名 称	作成（承認）者
特別点検報告書 （原子炉容器）	原子力経年対策 グループ長
特別点検報告書 （原子炉格納容器）	原子力経年対策 グループ長
特別点検報告書 （コンクリート構造物）	調査・計画 グループ長

3) 力量の確認

原子力経年対策グループ長及び調査・計画グループ長は、特別点検に関わる当社社員については、品質マネジメントシステムに基づき力量管理が実施され、特別点検の実施に必要と判断した力量を有していることを確認した上で、特別点検の点検実施責任者、点検担当者に選任した。

また、自主点検の中で非破壊試験等の力量が必要な作業については、作業を実施する者が必要な力量を有していることを確認した。

4) 測定機器の管理

原子力経年対策グループ長及び調査・計画グループ長は、自主点検において使用された測定機器が「川内原子力発電所 監視機器、測定機器及び計測器管理要領」に基づき管理されていることを確認した。

5) 文書・記録管理

特別点検に関する記録は、「保安活動に関する文書及び記録の管理要領」に従い、適切に管理する。

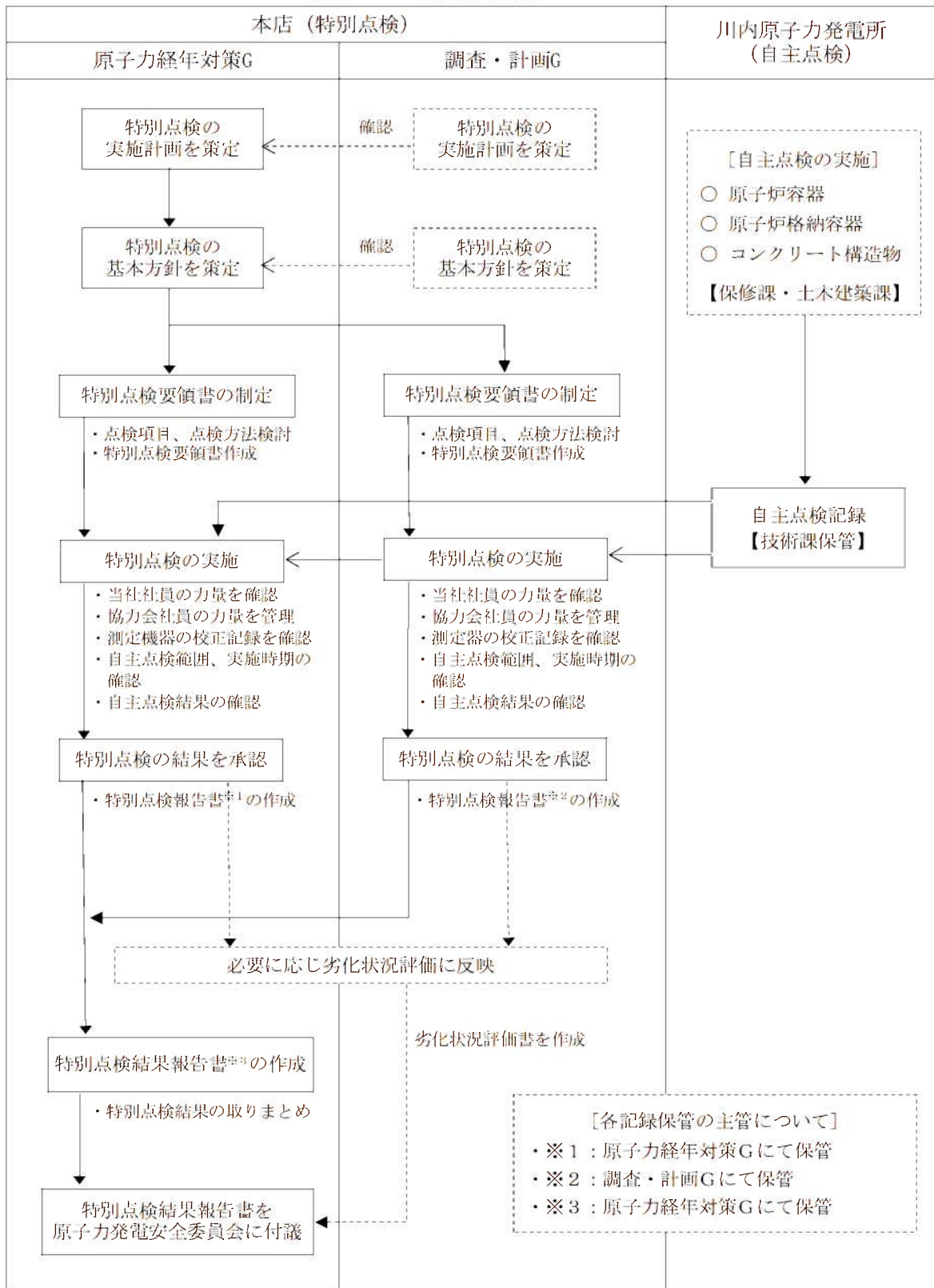
表2.2-5 特別点検記録に関する事項

名 称	区 分	作成（承認）者	保管責任者
特別点検要領書 （原子炉容器）	文 書 [※]	原子力経年対策 グループ長	原子力経年対策 グループ長
特別点検要領書 （原子炉格納容器）	文 書 [※]	原子力経年対策 グループ長	原子力経年対策 グループ長
特別点検要領書 （コンクリート構造物）	文 書 [※]	調査・計画 グループ長	調査・計画 グループ長
特別点検報告書 （原子炉容器）	記 録	原子力経年対策 グループ長	原子力経年対策 グループ長
特別点検報告書 （原子炉格納容器）	記 録	原子力経年対策 グループ長	原子力経年対策 グループ長
特別点検報告書 （コンクリート構造物）	記 録	調査・計画 グループ長	調査・計画 グループ長

※ 特別点検報告書の承認後、記録として保管する。

2. 2に記載の内容を表2. 2-6のフローに示す。

表2. 2-6 特別点検の実施フロー



自主点検及び特別点検のそれぞれの業務プロセス、所管箇所、業務内容、関連文書・記録については表2.2-7、2.2-8に示す。

表2.2-7 各業務プロセスにおける関連文書・記録（自主点検）

業務プロセス	所管箇所	業務内容	関連文書・記録
点検計画	原子力経年対策G 調査・計画G	実用炉規則113条及び運用ガイドに基づき自主点検の実施を決定。	・自主点検実施のオンラインズ
	保修課 土木建築課	運用ガイドに基づき、点検対象部位に応じた点検方法を設定し、工事（委託）要領書を制定。	・工事（委託）要領書
自主点検の実施	保修課 土木建築課	<ul style="list-style-type: none"> ・「川内原子力発電所 調達管理要領」に基づき調達文書を作成した後に、調達上の要求を満足する供給者へ発注。 ・調達先より提出された工事（委託）要領書が調達文書の要求事項を満足しているか確認。 ・「川内原子力発電所 作業管理要領」等に基づき、調達文書の要求事項が調達先にて適切に実施されるよう、工事（委託）要領書に従った立会・記録確認を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・工事（委託）仕様書 ・工事（委託）記録
力量の確認	保修課 土木建築課	協力会社員が必要な力量を有していることを確認。	<ul style="list-style-type: none"> ・非破壊検査員従事者届 ・力量がわかる図書
文書・記録管理	保修課 土木建築課	「保安活動に関する文書及び記録の管理基準」に基づき管理。	・工事記録、委託報告書

表2.2-8 各業務プロセスにおける関連文書・記録（特別点検）

業務プロセス	所管箇所	業務内容	関連文書・記録
特別点検の計画	原子力経年対策G 調査・計画G	特別点検の実施計画に基づき、運転延長ガイドの要求を踏まえて点検対象とする機器・構造物、対象部位、点検方法・点検項目を設定し、「特別点検の基本方針」を策定。	<ul style="list-style-type: none"> ・特別点検の実施計画 ・川内原子力発電所 特別点検の基本方針
	原子力経年対策G 調査・計画G	「特別点検の基本方針」に基づき「特別点検要領書」を策定。	<ul style="list-style-type: none"> ・特別点検要領書
特別点検の実施	原子力経年対策G 調査・計画G	<ul style="list-style-type: none"> ・当社社員が必要な力量を有していることを確認。 ・自主点検に関わる協力社員が必要な力量を有していることを確認。 ・自主点検において使用された測定機器が、「川内原子力発電所 監視機器、測定機器及び計測器管理要領」に基づき適切に管理されていることを確認。 ・「特別点検要領書」に基づき自主点検の記録確認を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特別点検要領書 ・工事（委託）記録 ・確認チェックシート ・点検手順 ・点検体制表 ・力量評価表 ・非破壊検査員従事者届 ・力量がわかる図書 ・校正記録
点検結果の確認	原子力経年対策G 調査・計画G	<ul style="list-style-type: none"> ・特別点検の結果を「特別点検報告書」としてまとめ、品質保証グループ長及び川内原子力発電所保修課長又は土木建築課長の確認の後、承認。 ・「特別点検報告書」を確認し、必要に応じ、点検結果を劣化状況評価書に反映する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特別点検報告書
力量の確認	原子力経年対策G 調査・計画G	<ul style="list-style-type: none"> ・特別点検に係る当社社員については、品質マネジメントシステムに基づき力量管理が実施され、特別点検の実施に必要と判断した力量を有していることを確認。 	<ul style="list-style-type: none"> ・力量評価表
文書・記録管理	原子力経年対策G 調査・計画G	<ul style="list-style-type: none"> ・「保安活動に関する文書及び記録の管理要領」に従い、特別点検に関する記録を管理。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特別点検報告書

2.3 劣化状況評価の実施体制及び実施手順

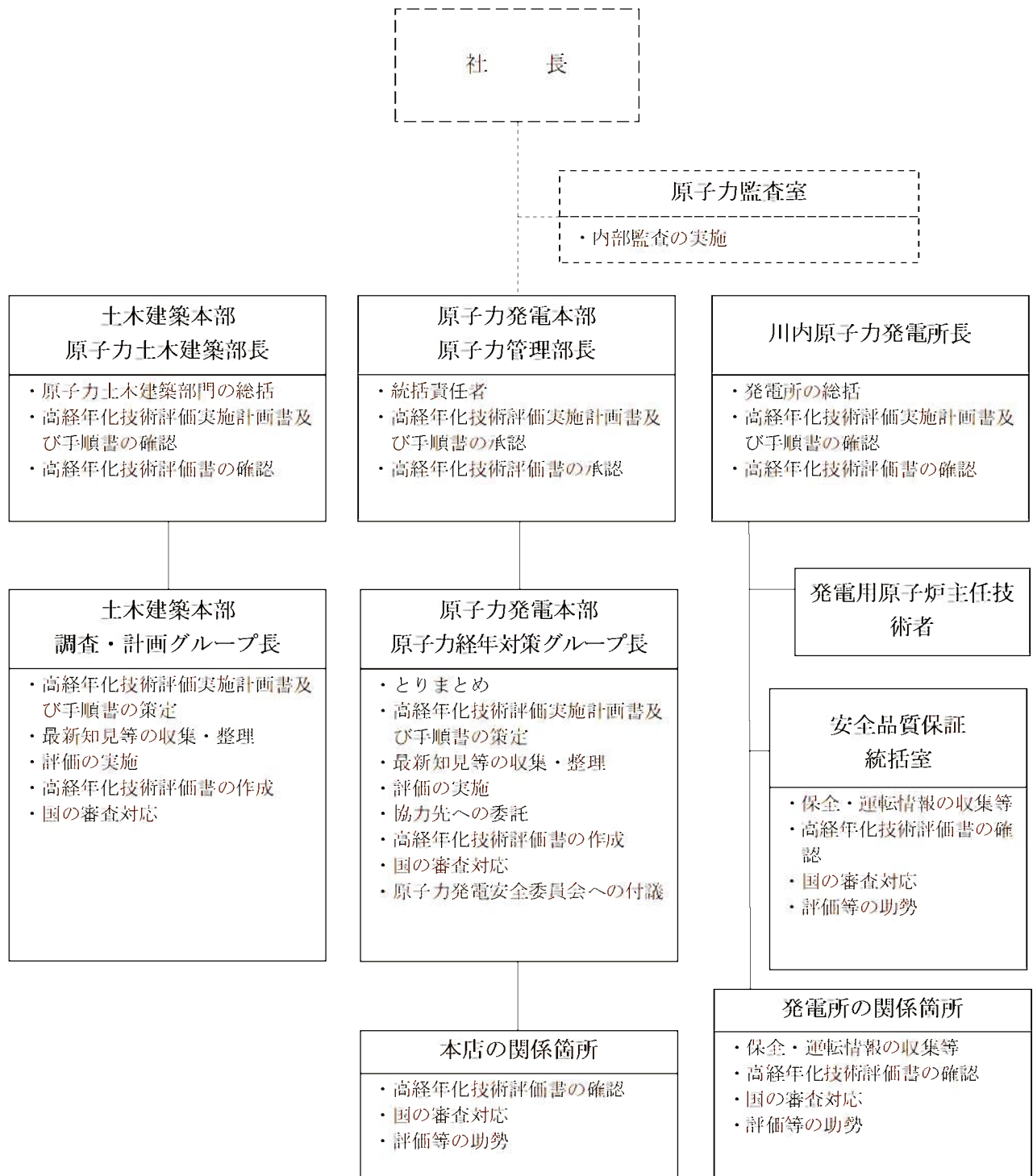
保安規定に基づく品質マネジメントシステムに従い、日本電気協会「原子力発電所における安全のための品質保証規程」（JEAC4111-2009/2021）及び「原子力発電所の保守管理規程」（JEAC4209-2007）に則った劣化状況評価の実施体制を構築している。

劣化状況評価の実施体制は、「経年劣化の技術評価実施要領」に従い策定した「高経年化技術評価実施計画書」（以下、「実施計画書」という。）により評価の実施体制を構築している。

なお、劣化状況評価は高経年化技術評価と同じ内容であることから、高経年化技術評価と同様のQMS体制に基づいて評価を実施した。このため、劣化状況評価は高経年化技術評価と同意とした。また、同様の理由で、施設管理方針と長期施設管理方針も同意とした。

具体的な実施体制は図-1のとおり。それぞれの責任と権限は以下のとおり。

- 統括責任者（原子力管理部長）
劣化状況評価書の承認を行う。
- 原子力発電本部 原子力経年対策グループ長
劣化状況評価書のとりまとめ等の高経年化対策検討に係る全体調整を行う。
また、コンクリート構造物及び鉄骨構造物を除く設備に係る高経年化対策検討を行うとともに、劣化状況評価書の作成を行う。
- 土木建築本部 調査・計画グループ長
コンクリート構造物及び鉄骨構造物に係る高経年化対策検討を行うとともに、劣化状況評価書の作成を行う。



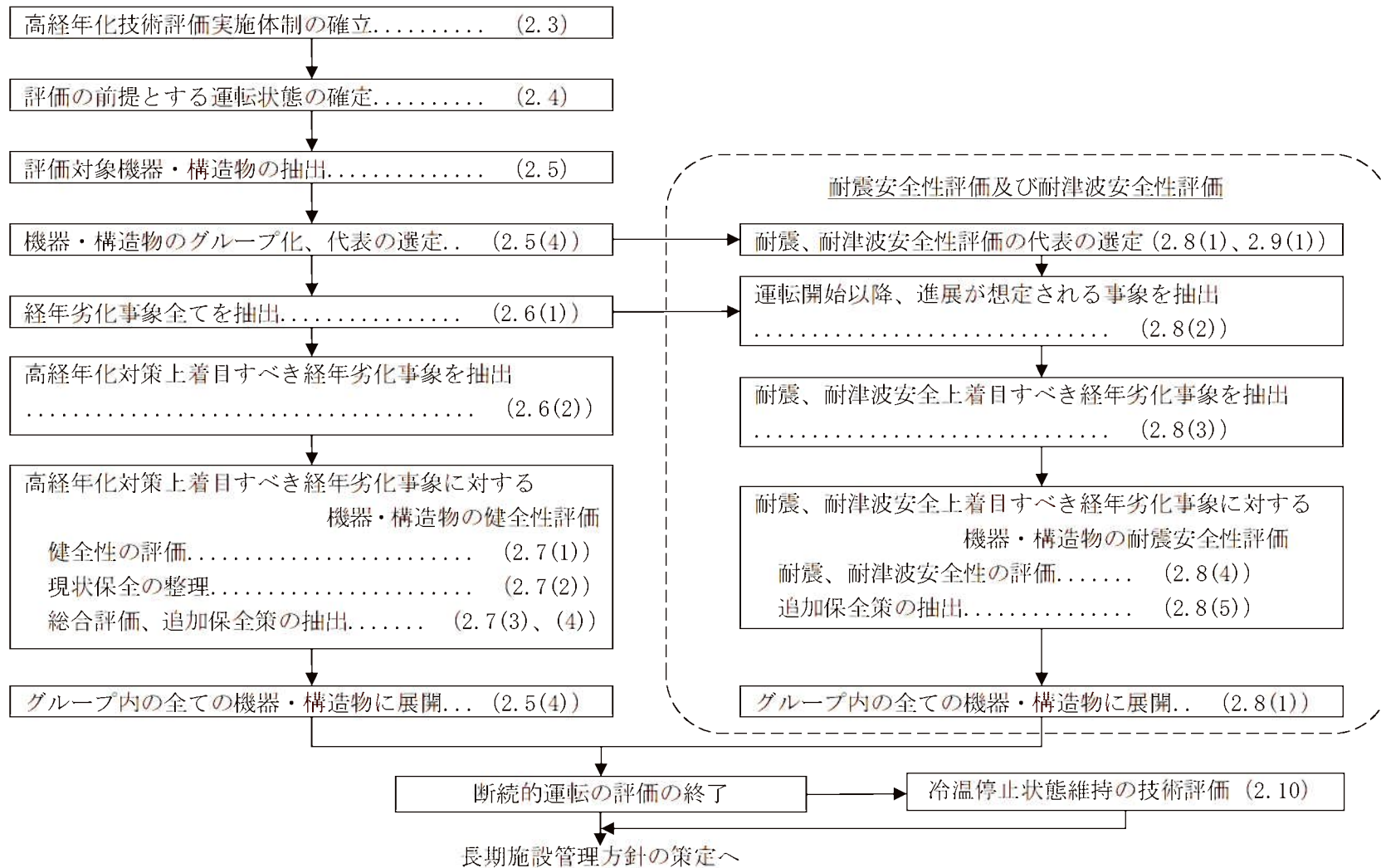
○原子力発電安全委員会

原子力管理部長を委員長とし、各原子力発電所長、各発電用原子炉主任技術者に加え、各部門の課長職以上の者から構成され、保安規定の変更に関する事項等を審議し確認する。

図－1 高経年化技術評価の実施体制

劣化状況評価の実施手順は、実施ガイド、「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」（以下、「学会標準2008版」という。）等に準拠して策定した「高経年化対策実施手順書」（以下、「実施手順書」という。）により確立している。

劣化状況評価の流れを図-2に示す。具体的な実施手順は2.3～2.11に示す。また、評価書等の内容のレビュー、実施手順の確認及び評価書等の承認プロセスについて2.12に示す。



注 フロー中括弧内の番号は、本資料での記述箇所を示す。

図-2 劣化状況評価の流れ

(1) 劣化状況評価に係る品質マネジメントシステムの文書体系

劣化状況評価に係る品質マネジメントシステム(QMS)の文書体系を図-3に示す。

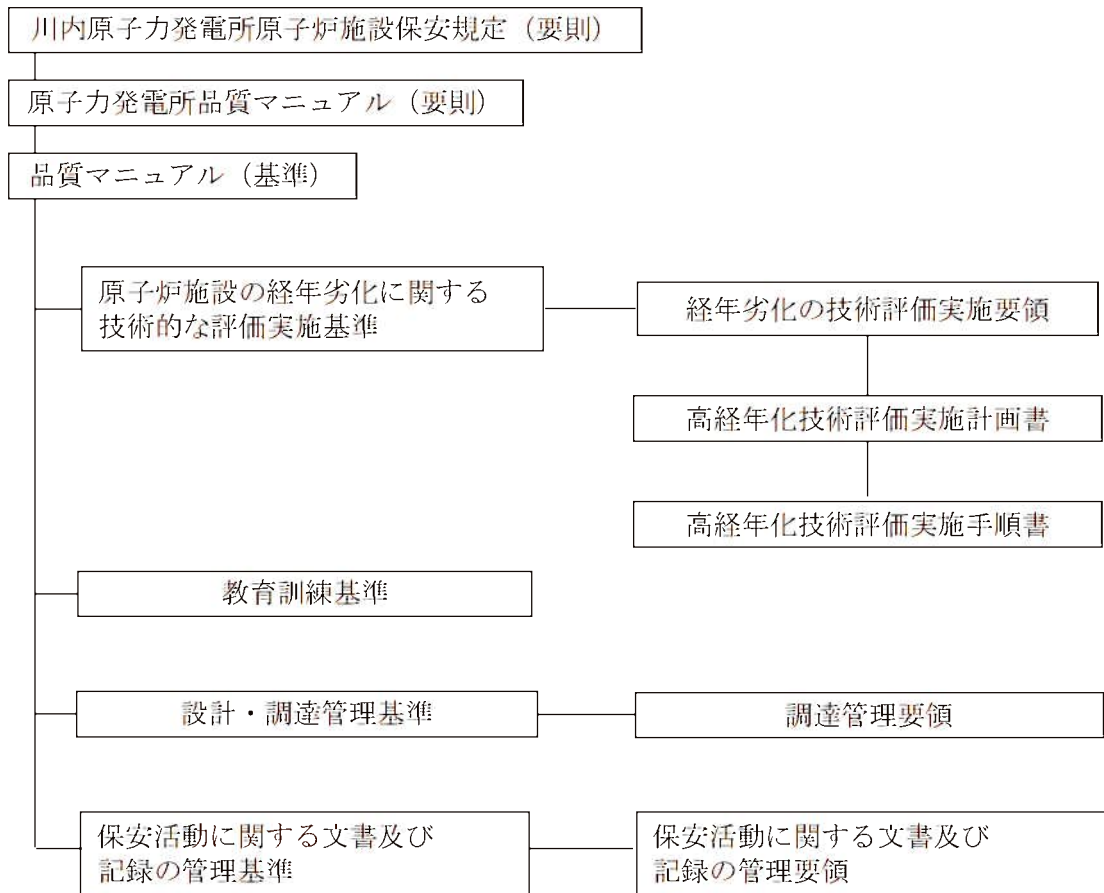


図-3 劣化状況評価に係る品質マネジメントシステム文書体系

各文書の規定範囲は以下のとおり。

a. 1次文書

(a) 原子力発電所品質マニュアル（要則）

当社が原子力安全を確保するための品質マネジメントシステムを確立し、実施するとともに、その有効性を維持するため、改善を継続的に行うことを目的とした規定文書。

(b) 品質マニュアル（基準）

「原子力発電所品質マニュアル（要則）」に基づき、本店組織が原子力安全を確保するための品質マネジメントシステムを確立し、実施するとともに、その有効性を維持するため、改善を継続的に行うことを目的とした規定文書。

b. 2次文書

(a) 原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価実施基準

「品質マニュアル（基準）」に基づき、施設管理のうち、原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価に係る事項を定め、円滑な運用を図ることを目的とした規定文書。

(b) 教育訓練基準

「品質マニュアル（基準）」に基づいて、本店原子力部門が主管して実施する教育訓練に関する事項、及び力量管理に関する事項を定め、適切な運用を行うことを目的とした規定文書。

(c) 設計・調達管理基準

「品質マニュアル（基準）」に基づき、本店原子力各部門が実施する設計・開発業務、及び本店各部門が実施する調達業務の管理基準を定め、設計・開発管理に関する品質保証活動の充実を図ることを目的とした規定文書。

(d) 保安活動に関する文書及び記録の管理基準

「品質マニュアル（基準）」に基づき、本店各部門の品質保証活動に関わる文書及び記録の管理方法を定め、適切な運用を行うこと、及び不適切な使用又は変更（未承認文書の使用、誤った変更及び文書の保安に関する組織外への不適切な流失等）を防止することを目的とした規定文書。

c. 3次文書

(a) 経年劣化の技術評価実施要領

「原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価実施基準」に基づき、経年劣化の技術評価に係る事項を定め、円滑な運用を図ることを目的とした規定文書。

(b) 高経年化技術評価実施計画書

「経年劣化の技術評価実施要領」に基づき、川内原子力発電所2号炉の劣化状況評価の実施にあたり、実施体制、実施スケジュール等の具体的な計画を定め、適切かつ円滑に実施することを目的とした一般文書。

(c) 高経年化技術評価実施手順書

川内原子力発電所2号炉の劣化状況評価の実施にあたり、具体的な実施手順（機器・構造物の抽出方法、技術評価方法等）を定めている一般文書。

(d) 調達管理要領

「設計・調達管理基準」に基づき、本店各部門が実施する調達管理の具体的実施要領を定め、調達管理における品質保証活動の充実を図ることを目的とした規定文書。

(e) 保安活動に関する文書及び記録の管理要領

「保安活動に関する文書及び記録の管理基準」に基づき、本店組織の品質保証活動に関する文書及び記録の一覧を定め、適切な運用を行うことを目的とした規定文書。

(2) 劣化状況評価の実施に係る協力事業者の管理

劣化状況評価に係る業務を委託した協力事業者（三菱重工業株式会社、三菱電機株式会社及びシーメンスエナジーグローバル GmbH&Co. KG）について、原子力部門における「設計・調達管理基準」、「調達管理要領」に基づき以下の管理を行っている。

a. 協力先の評価

調達要求事項に適合する調達製品等を供給できるかどうかの能力について評価している。

b. 調達要求事項の明確化

当社の要求事項は、調達文書（仕様書等）により明確にしている。

c. 品質保証体制等の確認

品質保証計画書により、品質保証体制等に問題の無いことを確認している。

d. 調達製品等の検証

調達製品等が、調達文書に規定した調達要求事項を満たしていることを、報告書の審査により検証している。また、必要に応じ、契約内容に基づいて、業務委託の履行状況を把握するものとしている。

(3) 劣化状況評価の実施に関与する者の力量管理

a. 目的

「教育訓練基準」に基づき、業務遂行に必要な力量を明確にし、教育訓練、知識・技能及び経験を判断の根拠とした力量を有する者を業務に充てることにより、原子力安全を達成・維持する。

b. 力量の明確化

原子力経年対策グループ長及び調査・計画グループ長は、グループの業務を遂行するために必要なグループ員の力量を明確にし、設定する。

<劣化状況評価の実施に係る力量の例>

- ・統括管理能力（法令・指針・ガイドに関する知識、情報収集、取りまとめ能力）
- ・技術評価能力（設備・劣化事象・保全に関する知識）
- ・報告書作成能力
- ・官庁・自治体説明能力

c. 力量評価

原子力経年対策グループ長及び調査・計画グループ長は、教育訓練、知識・技能及び経験に基づき、「b. 力量の明確化」で設定した劣化状況評価の実施に係る力量をグループ員が有しているか確認・評価を行い、劣化状況評価の実施にあたっては力量を有している者を充てる。

d. 力量評価記録の管理

原子力経年対策グループ長及び調査・計画グループ長が実施した力量評価の記録については、原子力運営グループ長が管理している。

e. 必要な力量に到達させるための教育訓練又は他の処置

必要な力量が不足している場合には、必要な力量に到達することができるようにOJTを主体とした教育訓練を実施する。

f. 力量評価の実施時期

グループ員の人事異動等必要の都度実施。

(4) 最新知見及び運転経験の反映

劣化状況評価においては、これまでに実施された先行プラントの高経年化技術評価書を参考にするとともに、最新知見及び国内外の運転経験について劣化状況評価への影響を整理し、反映要否を検討し、反映要と判断したものについて、劣化状況評価に反映している。

a. 最新知見

(a) 調査対象期間

実施済みの川内2号炉30年目高経年化技術評価において2015年3月までの最新知見を取りまとめており、これを活用することとし、その後の調査対象期間は2020年3月までとした。

なお、調査対象期間以降の最新知見についても適宜反映する。

(b) 調査範囲

調査対象期間中に発行された以下の情報等を検討し、劣化状況評価を実施する上で新たに反映が必要な知見を抽出。

①安全基盤研究の成果

- a. 原子力規制委員会より公開されている材料劣化に係る安全研究（技術報告、安全研究の年次評価結果、安全研究成果報告）

②国内外の運転経験

- a. 国内における運転経験について、原子力施設情報公開ライブラリー¹において公開されている“トラブル情報”及び“保全品質情報”
- b. 海外における運転経験についての米国原子力規制委員会（NRC）のBulletin、Generic Letter、Information Notice

③関係法令

- a. 原子力発電所に係る関係法令等についての改正内容

④規制当局からの指示

- a. 原子力規制委員会からの指示文書

⑤規格・基準類

- a. 日本機械学会、日本電気協会、日本原子力学会の標準類
- b. 日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準：2016追補1、2017追補2、2018追補3及び2019追補4

⑥点検・補修・取替え

- a. 対象期間内の改造、修繕工事

¹ 原子力安全推進協会が運営する国内の原子力発電所のトラブル情報などをまとめて保管し、公開しているデータベース。

⑦その他事項

- a. IAEAから発行された安全報告書(International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) ; Safety Report Series No. 82, (2015))並びにIGALLの改訂状況の確認や米国のEPRI (Electric Power Research Institute) との情報交換等を通じた海外知見の収集。
- b. PWR海外情報検討会²で重要情報としてスクリーニングされた情報や、社外の組織(原子力安全システム研究所 (INSS)、国内外のプラントメーカー等) から入手した情報

このうち、検討対象とした主な原子力規制委員会からの指示文書等については以下のとおりであった。

- ・ 実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準の一部改正について
(平成28年4月13日、原規規発第1604131号)
- ・ 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の一部改正について
(平成29年9月20日、原規規発第1709202号)
- ・ 実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイドの一部改正について
(平成28年11月2日、原規規発第16110217号)
- ・ 実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイドの一部改正について
(平成29年9月20日、原規規発第1709202号)
- ・ 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈等の一部改正について
(令和2年3月31日、原規規発第20033110号)

また、国の定める技術基準、日本機械学会、日本電気協会、日本原子力学会等の規格・基準類及び原子力規制委員会により公開されている安全研究のうち、新たに考慮した主な情報については以下のとおりであった。

- ・ 日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2021 (AESJ-SC-P005:2021)
- ・ N R A 技術報告 中性子照射がコンクリートの強度に及ぼす影響 (NTEC-2019-1001)

² 国内PWR電力会社が構成委員となり、プラントメーカーの技術支援も受けてNRC 情報以外(WANO情報、INPO情報等)も含めた海外運転経験を収集、分析している。

調査対象期間中の国内の運転経験は575件あり、経年劣化に起因するものは24件抽出され、劣化状況評価に新たに反映が必要なものとして以下の運転経験が抽出された。

- ・ 大飯3号機 加圧器スプレイ配管溶接部における有意な指示
(2020年8月)

また、海外の運転経験は69件あり、経年劣化に起因するものは2件抽出され、劣化状況評価に新たに反映が必要なものとして以下の運転経験が抽出された。

- ・ 仏国ベルビル2号炉 制御棒駆動機構のサーマルスリーブ摩耗
(2017年12月)

また、調査対象期間において原子力施設情報公開ライブラリー情報が最終報告となっていない情報についても、適宜更新情報を確認し、必要に応じて劣化状況評価書の見直しを行う。

2.4 劣化状況評価の前提とする運転状態

川内原子力発電所2号炉については、2013年7月8日に新規制基準への適合性に係る申請を行い、審査を経て認可を受けており、技術基準³に適合していることから、劣化状況評価は、原子炉の運転を断続的に行うことを前提としたもの及び冷温停止状態が維持されることを前提としたもの（燃料が炉心に装荷された状態のものを含む。以下同じ。）の各々について行う。

³ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第6号）に定められる基準

2.5 評価対象となる機器及び構造物の抽出

劣化状況評価の対象は、安全重要度分類審査指針⁴上の重要度分類クラス1、2及び3に該当する機器及び構造物（実用炉規則別表第二において規定される浸水防護施設に属する機器及び構造物を含む。）並びに「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号）第43条第2項に規定される常設重大事故等対処設備」（以下、「常設重大事故等対処設備」という。）に属するものとする。

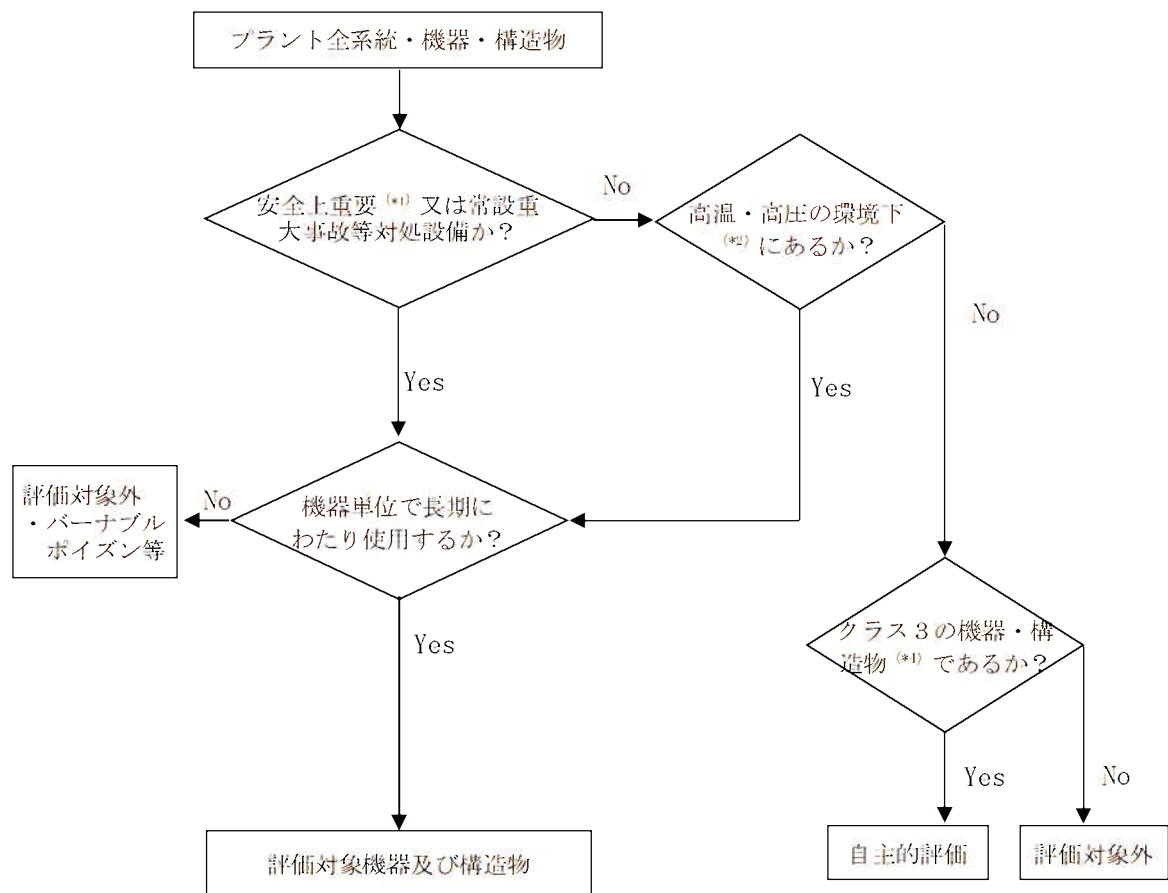
ただし、機器単位で定期的に取り替える機器（具体的には、燃料集合体、バーナブルポイズン等）は除外した。

(1) 評価対象となる機器及び構造物全てを抽出する手順

安全重要度分類審査指針及びこれを踏まえ具体的な分類を示した日本電気協会「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針」（JEAG4612-2010）に基づき識別した着色系統図を基に、評価対象となる機器及び構造物全てのリスト（以下、「機器リスト」という。）を作成した。

評価対象となる機器及び構造物の抽出フローを図-4に示す。

⁴ 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）



- *1 重要度分類クラス1及び2^(*) (耐津波安全性評価が必要な浸水防護施設に属する機器及び構造物を含む。)
- *2 重要度分類クラス3のうち、最高使用温度が95℃を超え、又は最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある機器 (原子炉格納容器外にあるものに限る)
- *3 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(平成2年8月30日原子力安全委員会決定)の重要度分類
- *4 浸水防護施設に属する機器及び構造物を含む。

図-4 評価対象となる機器及び構造物の抽出フロー

(2) 高温・高圧の環境下にある機器を抽出する手順

クラス3に該当する機器及び構造物のうち、原子炉格納容器外にある機器については、最高使用温度及び最高使用圧力を系統図等で確認し、高温・高圧の環境下にある機器⁵を機器リスト上で明確にした。

(3) 抽出した機器及び構造物の分類

抽出した機器及び構造物のうち、クラス1及び2に該当する機器及び構造物並びにクラス3に該当する機器及び構造物のうち高温・高圧の環境下にある機器について、機種⁶別に区分した。

(4) 対象機器及び構造物全てを評価する手法

対象機器及び構造物全てについて合理的に評価するため、(3)で区分した機種内でさらに分類し、グループ化を行い、グループの代表機器又は構造物について評価し、その評価結果をグループ内の全ての機器又は構造物に水平展開するという手法をとった。ただし、代表機器又は構造物の評価結果をそのまま水平展開できない経年劣化事象については個別に評価した。

機種内の分類は、学会標準2008版附属書A(規定)に基づき、「経年劣化メカニズムまとめ表」を参考に、構造(型式等)、使用環境(内部流体等)、材料等により分類し、グループ化を行った。グループ内の代表機器又は構造物は、重要度、使用条件、運転状態等を考慮して選定した。

なお、最新知見として、学会標準2021附属書C(規定)の「経年劣化メカニズムまとめ表」も反映している。

⁵ 最高使用温度が95℃を超え又は最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある機器(原子炉格納容器外にあるものに限る)

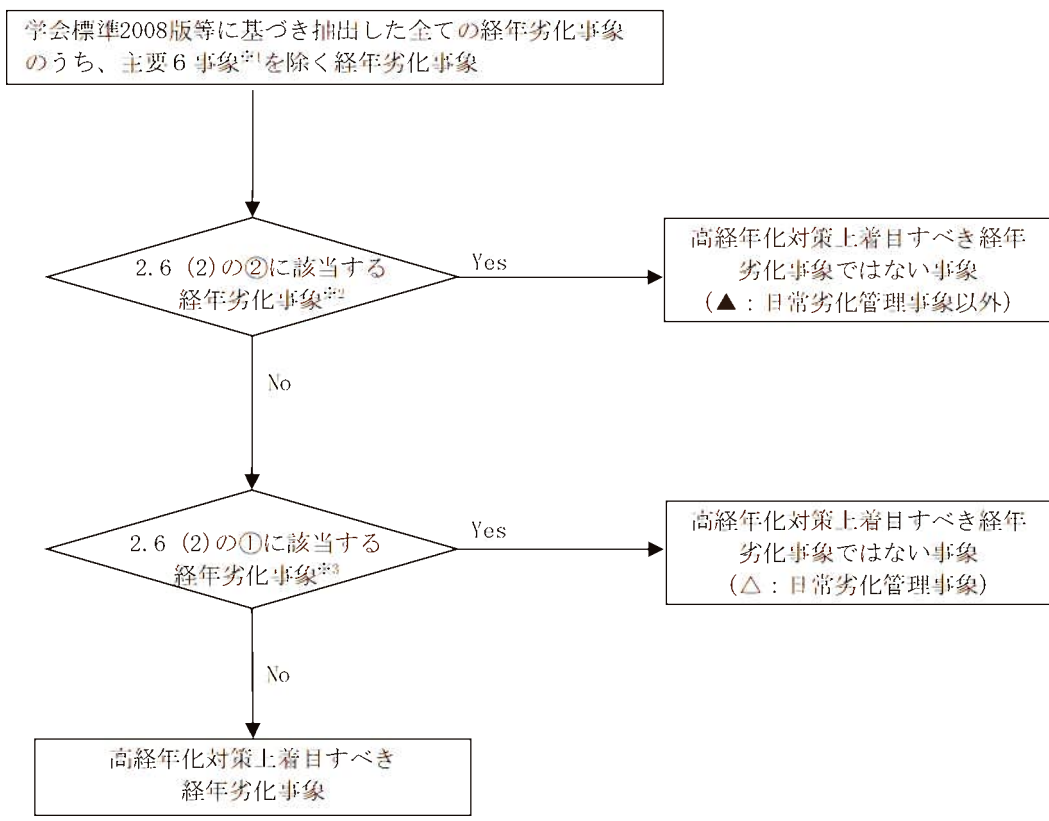
⁶ ポンプ、熱交換器、ポンプモータ、容器、配管、弁、炉内構造物、ケーブル、電気設備、タービン設備、コンクリート構造物及び鉄骨構造物、計測制御設備、空調設備、機械設備及び電源設備の15機種

2.6 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

- (1) 選定された評価対象機器の使用条件（型式、材料、環境条件等）を考慮し、学会標準2008版附属書A（規定）の「経年劣化メカニズムまとめ表」に基づき、経年劣化事象と部位の組み合わせを抽出した。なお、最新知見として学会標準2021附属書C（規定）の「経年劣化メカニズムまとめ表」も反映している。
- (2) 主要6事象^{※1}については、原則、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象）とし、それ以外の経年劣化事象のうち、下記①、②のいずれかに該当する場合は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象として整理した。具体的な整理のフローは図-5のとおり。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であつて、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（△：日常劣化管理事象）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（▲：日常劣化管理事象以外）

※1：実施ガイドに示された、低サイクル疲労、中性子照射脆化、照射誘起型応力腐食割れ、2相ステンレス鋼の熱時効、電気・計装品の絶縁低下、コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下をいう。



- ※1：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に限る。
- ※2：保全活動によりその傾向が維持できていることを確認している経年劣化事象は「No」に進む。
- ※3：②に該当するが保全活動によりその傾向が維持できていることを確認しているものを含む。

図－5 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出フロー

2.7 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対する健全性評価

2.6で抽出した高経年化対策上着目すべき経年劣化事象について、プラントの運転を開始した日から60年間について機器又は構造物の健全性評価を行うとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策を抽出した。

(1) 健全性の評価

傾向管理データによる評価、最新の技術的知見に基づいた評価及び解析等の定量評価、過去の保全実績、一般産業で得られている知見等を用いて健全性を評価した。

(2) 現状保全の整理

評価対象部位に対する現状保全（点検内容、関連する機能試験内容、補修・取替等）を整理した。

(3) 総合評価

上記(1)と(2)をあわせて現状保全の妥当性を総合的に評価した。具体的には、健全性評価結果と整合の取れた点検等が、現状の保全活動で実施されているか、また、点検手法は当該の経年劣化の検知が可能か等を評価した。

(4) 高経年化への対応

高経年化対策の観点から充実すべき点検・検査項目、技術開発課題等を抽出した。

2.8 耐震安全性評価

耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出し、プラントの運転を開始した日から60年間について、経年劣化事象の発生又は進展に伴う機器又は構造物の耐震安全性を評価するとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策を抽出した。

(1) 評価対象機器及び構造物全てを評価する手法

耐震安全性評価についても、2.5(4)のグループ化及び代表機器又は構造物の選定結果を用い、グループの代表機器又は構造物について評価し、その評価結果をグループ内の全ての機器又は構造物に水平展開するという手法をとった。ただし、代表機器又は構造物と同様とみなせないものについては個別に評価した。

なお、グループ内に代表機器より耐震重要度が上位のものがある場合は、そのうち1つを代表機器に加えた。

(2) 耐震安全性評価の対象となる経年劣化事象の抽出

2.6(2)で行った経年劣化事象の分類結果を用い、▲に該当する経年劣化事象を除外し、また、抽出された経年劣化事象を以下の観点で整理し、「ii」に該当する経年劣化事象を耐震安全性評価の対象とした。

- i 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの又は小さいもの
- ii 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

2.6(2)で日常劣化管理事象等(△)に分類した事象であって、上記「i」に該当するとして耐震安全性評価の対象外とした事象(ー)について、今後も発生の可能性がない、又は小さいとした理由を別紙6に示す。

(3) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

(2)で抽出した経年劣化事象が顕在化した場合、機器又は構造物の振動応答特性上又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視できる」かを検討し、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出した。

(4) 耐震安全性の評価

プラントの運転を開始した日から60年間について、経年劣化事象の発生又は進展に伴う機器又は構造物の耐震安全性を評価した。

耐震安全性評価は日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987)等に基づき行った。

また、評価用地震力は耐震クラスに応じて選定し、基準地震動については「実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(平成25年原子力規制委員会規則第5号)」に基づき定めたものを用いた。

また、地震時に動的機能の維持が要求される機器については、経年劣化事象を考慮しても地震時の応答加速度が各機器の機能確認済加速度以下であることを検討した。

(5) 保全対策に反映すべき項目の抽出

耐震安全性評価結果に対応する現状の保全策の妥当性を評価し、耐震安全性の観点から保全対策に追加すべき項目を抽出した。

2.9 耐津波安全性評価

津波の影響を受ける浸水防護施設に対して耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出し、プラントの運転を開始した日から60年間について、経年劣化事象の発生又は進展に伴う機器又は構造物の耐津波安全性を評価するとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策を抽出した。

(1) 評価対象機器の選定

2.5(4)で抽出した評価対象機器・構造物のうち津波の影響を受ける浸水防護施設を耐津波安全性評価の対象として選定した。

(2) 耐津波安全性評価の対象となる経年劣化事象の抽出

2.4(2)で行った経年劣化事象の分類結果を用い、▲に該当する経年劣化事象を除外し、また、抽出された経年劣化事象を以下の観点で整理し、「ii」に該当する経年劣化事象を耐津波安全性評価の対象とした。

- i 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないものまたは小さいもの
- ii 現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの

(3) 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

(2)で抽出した経年劣化事象が顕在化した場合、機器または構造物の構造・強度上および止水性上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視できる」かを検討し、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出した。

(4) 耐津波安全性の評価

プラントの運転を開始した日から60年間について、経年劣化事象の発生または進展に伴う機器または構造物の耐津波安全性を評価した。

基準津波による最大水位変動量については「実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(平成25年原子力規制委員会規則第5号)」に基づき定めたものを用いた。

(5) 保全対策に反映すべき項目の抽出

耐津波安全性評価結果に対応する現状の保全策の妥当性を評価し、耐津波安全性の観点から保全対策に追加すべき項目を抽出した。

2.10 冷温停止を前提とした評価

冷温停止状態が維持されることを前提として、冷温停止状態維持に必要な設備の選定を行うとともに、プラントの運転を開始した日から60年間について経年劣化事象の発生又は進展に関する整理を実施し、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策を抽出した。

(1) 評価対象機器及び構造物全てを評価する手法

冷温停止状態が維持されることを前提とした評価についても、2.5(4)のグループ化及び代表機器又は構造物の選定結果を用い、グループの代表機器又は構造物について評価し、その評価結果をグループ内の全ての機器又は構造物に水平展開するという手法をとった。

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

2.6(2)で行った経年劣化事象の分類結果に基づき、それぞれの経年劣化事象について、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合において発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象を抽出した。

(3) 冷温停止を踏まえた再評価

(2)で抽出した経年劣化事象について、冷温停止状態の維持を踏まえて経年劣化事象の発生又は進展に伴う機器又は構造物の再評価を実施した。

(4) 保全対策に反映すべき項目の抽出

冷温停止状態の維持を踏まえた再評価結果に対応する現状の保全策の妥当性を評価し、必要に応じ保全対策に追加すべき項目を抽出した。

2.11 劣化状況評価で追加する評価

運転開始後40年目に実施する劣化状況評価は、30年目の高経年化技術評価をその後の供用実績、保存実績及び安全基盤研究等技術的知見をもって検証し、課題を抽出して、それらの課題に対応したものであるとともに、30年目の長期施設管理方針の実績についても、その有効性を評価し、結果を反映する。具体的には、追加検討を要する事項として、以下の評価を行った。

(1) 経年劣化傾向の評価

30年目の高経年化技術評価で予測した経年劣化の発生、進展傾向と、実機データの傾向を反映した40年目評価で予測する経年劣化の進展傾向を比較し、予測結果の乖離が認められる場合には、安全基盤研究の成果等を必要に応じ考慮し、40年目の評価に反映した。

(2) 保全実績の評価

30年目の評価の結果、現状保全の継続により健全性を維持できると評価したものについて、30年目の評価後の保全実績に基づき、その有効性を評価し課題を抽出する。課題がある場合には、今後の保全について検討し、40年目の評価に反映した。

ここでは、30年目の評価の結果、経年劣化に関する保全が有効でなかったため生じたと考えられるトラブル事象について、保全のあり方を検討し、40年目の評価に反映した。

(3) 長期施設管理方針の有効性評価

30年目の長期施設管理方針について、その後に実施した保全実績に基づき、有効性を評価した。

具体的には、長期施設管理方針が当初意図した結果が得られた場合においては、有効であると評価し、当初意図した結果が得られなかった等の課題がある場合には、その検討を行い、40年目の長期施設管理方針に反映した。

2.12 劣化状況評価に係る全体プロセス

(1) 実施計画書及び実施手順書の策定

経年劣化の技術評価実施要領に従い、2020年10月29日に実施計画書及び実施手順書を策定し、劣化状況評価を開始した。

その後、2022年1月4日に運転延長認可申請に係る手順を追加するため、実施計画書及び実施手順書の改正を行った。

(2) 評価の実施及び評価書の作成

実施計画書及び実施手順書に基づき、評価実施グループは劣化状況評価を実施し、評価書を作成した。具体的な手順は2.3～2.11のとおり。

コンクリート構造物及び鉄骨構造物以外の設備の評価は原子力経年対策グループが、コンクリート構造物及び鉄骨構造物は調査・計画グループが実施した。

(3) 評価書の内容のレビュー

実施手順書に従い、評価実施グループが実施した評価内容について、本店及び発電所の関係箇所が確認を実施した。

(4) 評価書各章間の整合性確認

評価書本文、及び別冊について、各章をまたぐ内容の整合性を、評価実施グループにて確認した。

(5) 評価書の承認プロセス

実施手順書に従い、(1)～(4)を経て作成された評価書について、原子力発電安全委員会で審議し、確認を受けた後、統括責任者（原子力管理部長）が承認した。

3. 川内原子力発電所における保全活動

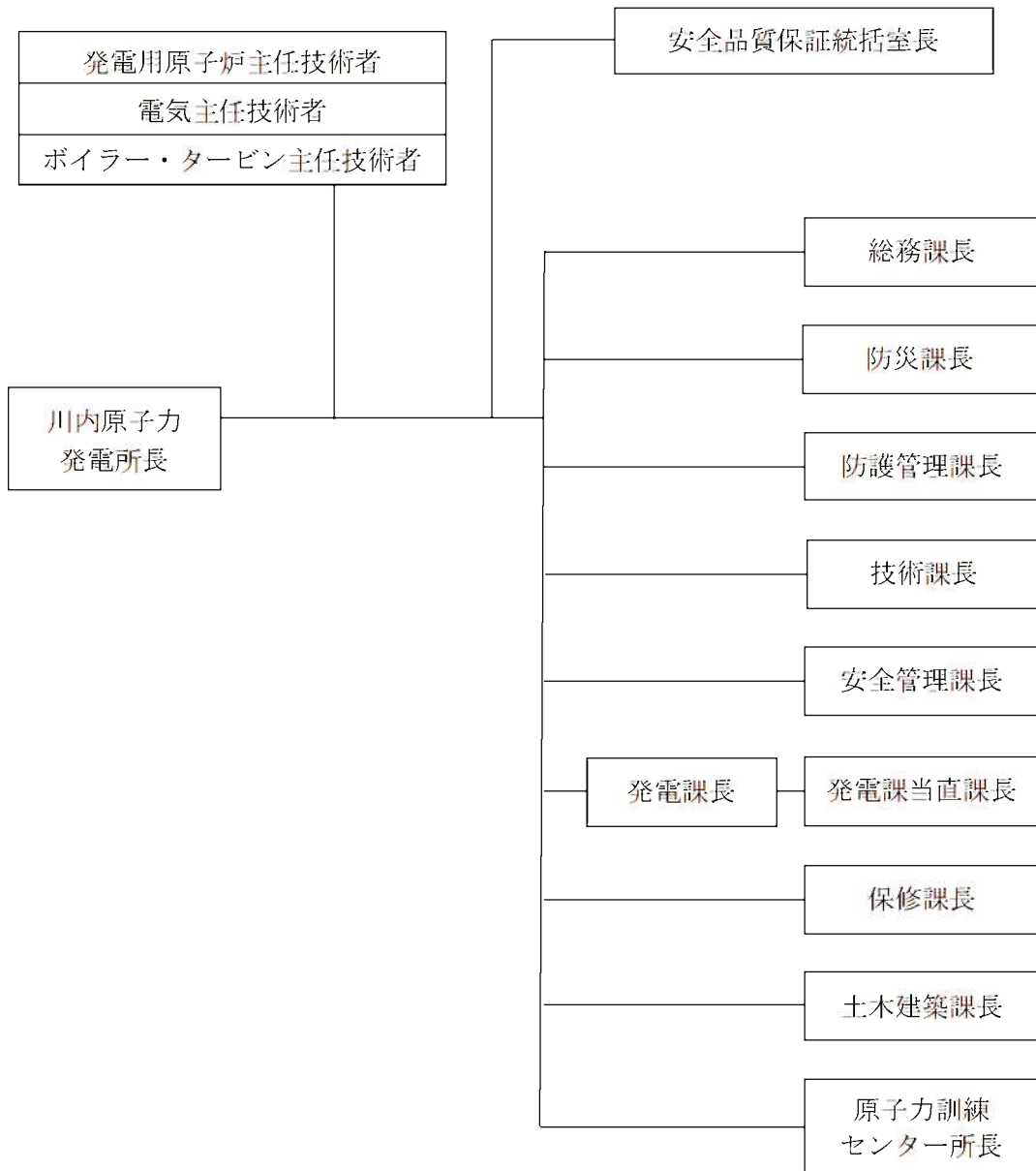
原子力発電所の保全では、構築物、系統及び機器の経年劣化が徐々に進行して最終的に故障に至ることのないよう、定期的な検査や点検等により経年劣化の兆候を早期に検知し、必要な処置を行い、事故・故障を未然に防止している。

当社は、運転監視、巡視点検、定期的な検査及び点検により設備の健全性を確認し、経年劣化等の兆候が認められた場合には詳細な調査及び評価を行い、補修、取替等の保全を実施している。特に長期の使用によって発生する経年劣化事象については、点検により経年的な変化の傾向を把握し、故障に至る前に計画的な保全を実施している。

具体的には、実用炉規則第81条に掲げる施設管理に係る要求事項を満たすよう、「日本電気協会 原子力発電所の保守管理規程（JEAC4209-2007）」に基づき、規定文書を策定して施設管理を実施している。

(1) 川内原子力発電所における保安活動の実施体制

川内原子力発電所における保全活動は、図－6に示す川内原子力発電所における保安に関する組織により行っている。



図－6 川内原子力発電所における保安に関する組織

各職位の保安に関する職務は以下のとおり。

- ・ 川内原子力発電所長は、発電所における保安に関する業務を総括する。また、発電所におけるコンプライアンス活動及び安全文化醸成活動を統括する。
- ・ 安全品質保証統括室長は、所長を補佐し、発電所における保安、品質保証活動の統括に関する業務を行う。
- ・ 総務課長は、調達先の評価・選定等に関する業務を行う。
- ・ 防災課長は、火災、内部溢水、火山影響等、その他自然現象、有害ガス、重大事故等及び大規模損壊発生時の体制の整備、原子力防災等に関する業務を行う。
- ・ 防護管理課長は、出入管理に関する業務を行う。
- ・ 技術課長は、発電所の技術関係事項の総括及び燃料管理に関する業務を行う。
- ・ 安全管理課長は、放射線管理、放射性廃棄物管理及び化学管理に関する業務を行う。
- ・ 発電課長は、原子炉施設の運転管理に関する業務を行う。
- ・ 発電課当直課長は、原子炉施設の運転管理に関する当直業務を行う。
- ・ 保修課長は、原子炉施設（土木建築設備を除く。）の保修及び燃料の取扱いに関する業務を行う。
- ・ 土木建築課長は、原子炉施設のうち、土木建築設備の保修に関する業務を行う。
- ・ 原子力訓練センター所長は、保安教育等の統括に関する業務を行う。

(2) 川内原子力発電所における施設管理に関する文書体系

保安規定に従い、施設管理にかかる必要な手順を、所定の手続きに従って作成されるQMS文書として定めている。川内原子力発電所の施設管理に関する文書体系を図-7に示す。

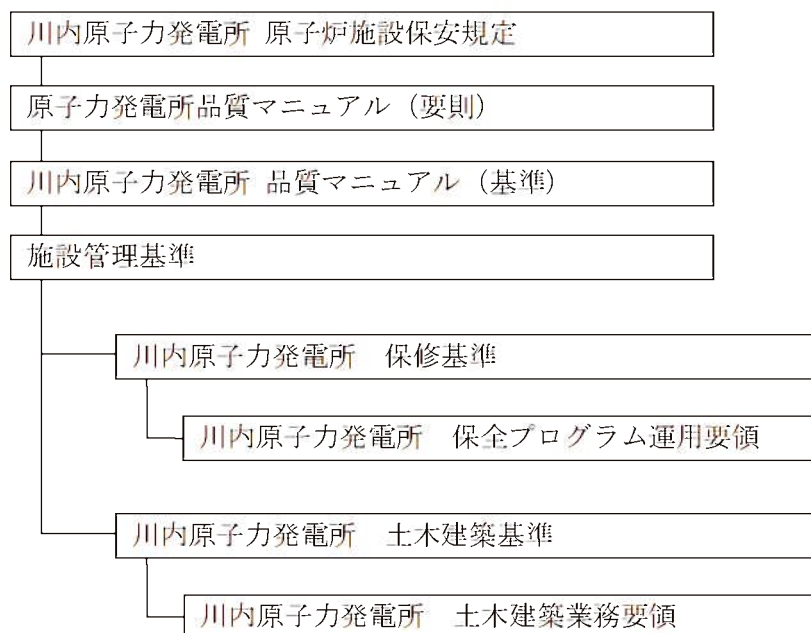


図-7 保全活動に関する社内文書体系

各文書の規定範囲は以下のとおり。

a. 1次文書

(a) 原子力発電所 品質マニュアル (要則)

当社が原子力安全を確保するための品質マネジメントシステムを確立し、実施するとともに、その有効性を維持するため、改善を継続的に行うことを目的とした規定文書。

(b) 川内原子力発電所品質マニュアル (基準)

「原子力発電所品質マニュアル (要則)」に基づき、原子力安全を確保するための品質マネジメントシステムを確立し、実施するとともに、その有効性を維持するため改善を継続的に行うことを目的とした規定文書。

(c) 施設管理基準

社長が実施する施設管理の実施方針、原子力発電本部長が実施する施設管理の有効性評価 (総合) 及び原子力管理部長が実施する施設管理目標の設定および見直し等の本店原子力部門が実施する施設管理業務の手順を定めることにより、施設管理活

動の継続的改善を実施することを目的とした規定文書。

b. 2次文書

(a) 川内原子力発電所 保守基準

「川内原子力発電所品質マニュアル（基準）」に基づき、川内原子力発電所における保守に関する業務の内容及び管理の基準について定め、発電所の円滑適正な運用を図ることを目的とした規定文書。

(b) 川内原子力発電所 土木建築基準

「川内原子力発電所品質マニュアル（基準）」に基づき川内原子力発電所における土木建築保守に関する業務の内容及び管理の基準について定め、発電所の円滑適正な運用を図ることを目的とした規定文書。

c. 3次文書

(a) 川内原子力発電所 保全プログラム運用要領

「川内原子力発電所 保守基準」に基づき、川内原子力発電所の原子炉施設における保全プログラム、その策定方法及び運用について定め、発電所の円滑適正な運営に資することを目的とした規定文書。

(b) 川内原子力発電所 土木建築業務要領

「川内原子力発電所 土木建築基準」に基づき、川内原子力施設における土木建築関係の保守に関する業務の内容及び管理基準について定め、発電所の円滑適正な運営に資することを目的とした規定文書。

別紙

- 別紙1. 協力事業者の力量管理方法について
- 別紙2. 原子力施設情報公開ライブラリー情報で最終報告ではない情報について
- 別紙3. 消耗品・定期取替品の定義及び抽出方法について
- 別紙4. 文書体系における現状保全に係るプログラムについて
- 別紙5. スペアパーツの取り組みについて
- 別紙6. 日常劣化管理事象等について
- 別紙7. 日常劣化管理事象以外の事象（▲）について
- 別紙8. 事象別の補足説明について
 - 別紙8-1 高サイクル疲労割れに係る説明
 - 別紙8-2 フレッキング疲労割れに係る説明
 - 別紙8-3 腐食（流れ加速型腐食）に係る説明
 - 別紙8-4 劣化（中性子照射による靱性低下）に係る説明
 - 別紙8-5 応力腐食割れに係る説明
 - 別紙8-6 摩耗に係る説明
 - 別紙8-7 スケール付着に係る説明
 - 別紙8-8 マルテンサイト系ステンレス鋼の熱時効に係る説明