

大飯発電所3、4号炉 長期施設管理計画認可申請について

年 月 日
関西電力株式会社

長期施設管理計画認可申請理由および概要について.....	2
大飯発電所3、4号機の概要.....	3
長期施設管理計画策定の体制.....	4
運転経験および最新知見の確認.....	5
長期施設管理計画の内容.....	6 ~ 15

1. 申請理由

脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律(令和5年法律第44号)附則第4条に基づき、長期施設管理計画を策定したので、長期施設管理計画認可申請を実施した。

2. 申請概要

申請書類	内容
長期施設管理計画	<ul style="list-style-type: none">①長期施設管理計画の期間②劣化評価の方法及びその結果③発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置④技術の旧式化その他事由により、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置⑤点検及び評価並びに措置の実施に関する基本的な方針及び目標⑥点検及び評価並びに措置に係る品質マネジメントシステム
添付書類	<ul style="list-style-type: none">1: 通常点検、劣化点検及び特別点検(追加点検を含む。)の方法及びその結果の詳細に関する説明書2: 劣化評価の方法及びその結果の詳細に関する説明書3: 発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置4: 技術の旧式化その他事由により、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置に関する説明書5: 点検及び評価並びに措置に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

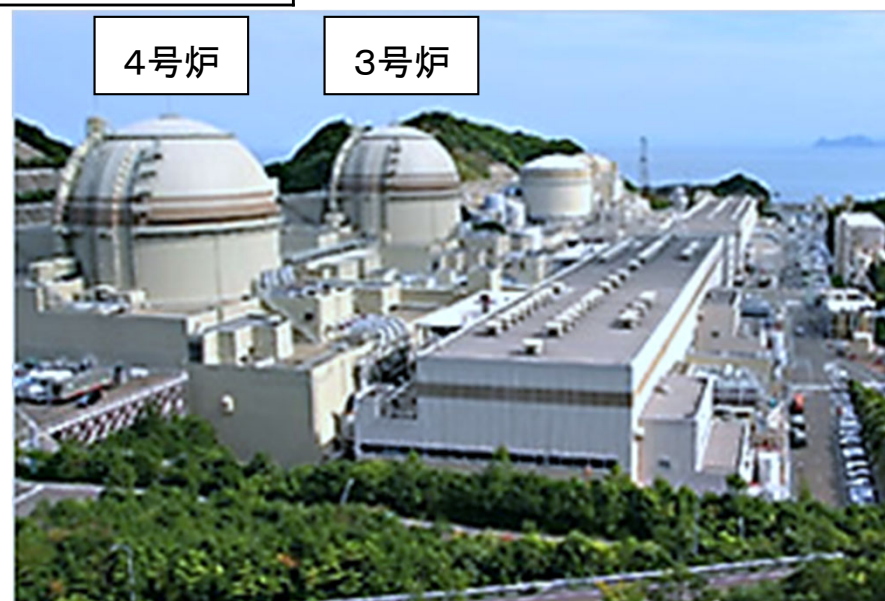
大飯発電所3、4号機の概要

○主要仕様

電気出力	約1,180MW
原子炉型式	加圧水型軽水炉
原子炉熱出力	約3,423MW
燃料	低濃縮ウラン(燃料集合体193体)
減速材	軽水
タービン	横置串型4車室6分流排気再熱再生式

○主な経緯

原子炉設置許可	1987年 2月
建設工事開始	1987年 5月
営業運転開始	3号:1991年12月 4号:1993年2月



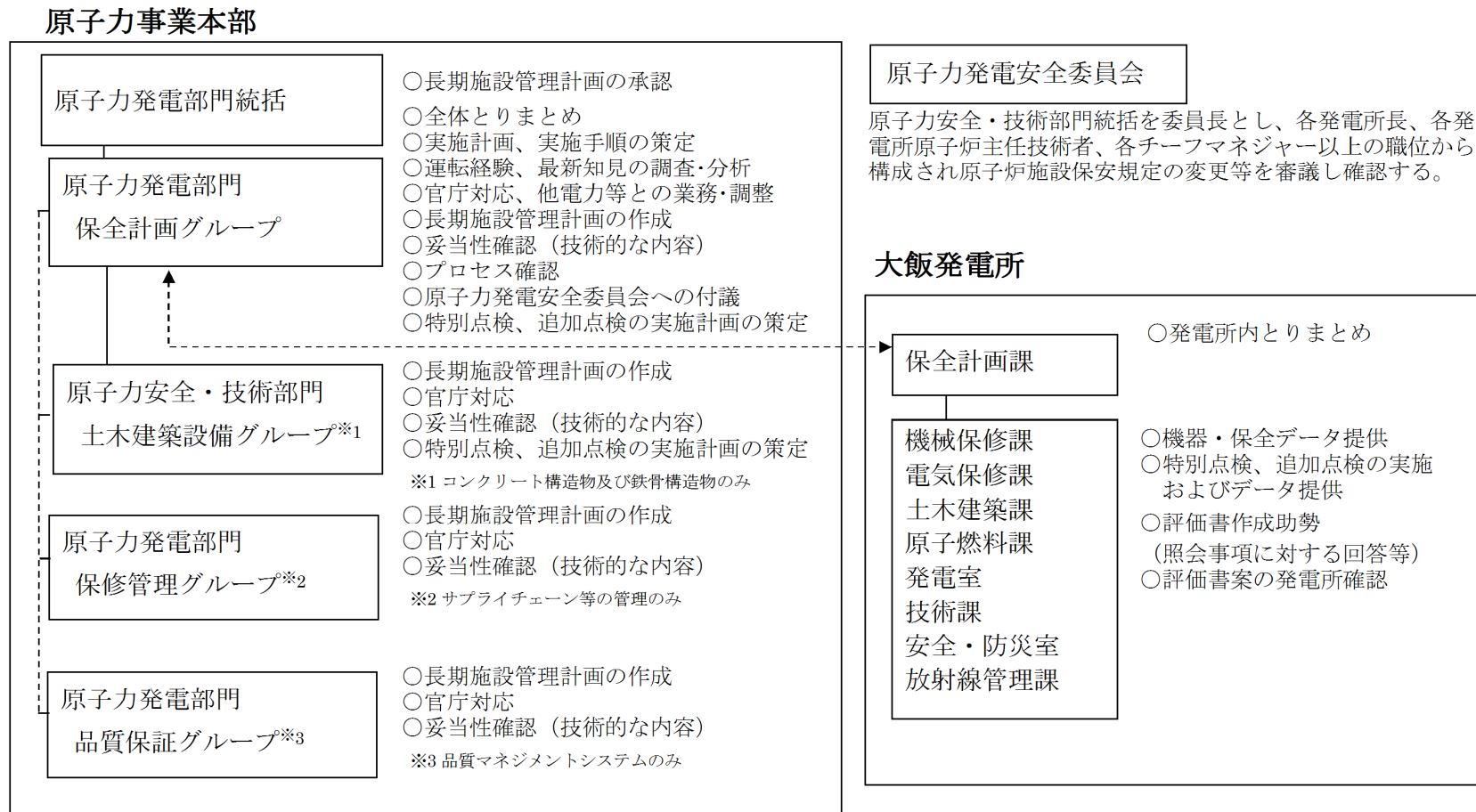
○高経年化対策に係る実績

高経年化対策に係る保安規定の変更認可(30年目)	3号	2020年12月2日申請	2021年11月24日認可
	4号	2021年12月3日申請	2022年8月24日認可

長期施設管理計画策定の体制

○長期施設管理計画策定に係る組織

- ・原子力事業本部原子力発電部門統括を総括責任者として、原子力事業本部、大飯発電所の組織で長期施設管理計画策定に係る役割を設定。
- ・2023年10月17日に策定手順および実施計画を策定し、長期施設管理計画策定を開始。



注) 1) 必要により評価書作成助勢等の外部委託を実施するものとする。

長期施設管理計画策定に係る組織

運転経験および最新知見の確認

○ 国内外の新たな運転経験および最新知見の反映

長期施設管理計画を策定するにあたり、これまで実施した先行プラントの高経年化技術評価書(高浜1号炉50年目の高経年化技術評価)を参考とした2023年6月までを調査対象期間として、国内外の運転経験および最新知見について高経年化への影響を検討し反映要否を判断した。なお、長期施設管理計画策定に際して、NRA審査基準等を参照すると共に、調査対象期間以降の運転経験および最新知見についても適宜反映要否を検討する。

1. 国内の運転経験

原子力安全推進協会が運営している原子力発電情報公開ライブラリーにおいて公開されている「トラブル情報」、「保全品質情報」等を対象。

2. 国外の運転経験

米国原子力規制委員会(NRC:Nuclear Regulatory Commission)のBulletin(通達)、Generic LetterおよびInformation Notice等を対象。

※上記以外に、WANO,INPO情報等も取り扱うPWR海外情報検討会で重要情報としてスクリーニングされた情報や、社内外の組織(当社パリ事務所、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)から入手した情報も対象

3. 最新知見

原子力規制委員会からの指示文書、日本機械学会・日本電気協会・日本原子力学会の規格・基準類および原子力規制委員会により公開されている安全研究の情報等を対象。

※上記以外に、IAEAから発行された安全報告書(International Generic Ageing Lessons Learned(IGALL))の確認や米国のEPRI(Electric Power Research Institute)との情報交換等を通じて海外知見のフォローに努めている。

⇒新たに確認した主な運転経験および最新知見は以下の通り

- ・米国HBロビンソン2号炉 炉心槽の損傷(2022年11月) → 米国において発生原因の調査中
- ・実用発電用原子炉の長期施設管理計画の審査基準(令和5年10月1日)
- ・実用発電用原子炉の長期施設管理計画の記載要領(令和5年10月1日)

⇒3号炉は以下の設備が30年経過以降に供用開始

- ・特定重大事故等対処施設、蓄電池(3系統目)、充電器(3系統目蓄電池用)

長期施設管理計画の内容

	記載項目※	内容
①	長期施設管理計画の期間	運転開始後30年を迎えた日から10年間の計画を策定。
②	劣化評価の方法及びその結果	従来の高経年化技術評価のうち、長期施設管理計画に必要な劣化評価の方法およびその結果等を計画に定める。
③	発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置	従来長期施設管理方針に加え、現在行っている保全活動等を長期施設管理計画に定め、劣化管理を実施していく。
④	技術の旧式化その他事由により、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置 (以下、「サプライチェーン等の管理」という。)	発電所の安全運転の維持・向上を図ることを目的に、製造中止品情報の管理プログラムに基づき、各メーカーから製造中止品情報等を収集していく。また、必要に応じて代替品の選定、検証を継続的に実施していく。
⑤	点検及び評価並びに措置の実施に関する基本的な方針及び目標	追加すべき保全策を含め劣化を管理するための保全活動を確実に実施していく。今後とも国内外の運転経験や最新知見を踏まえ、劣化評価や長期施設管理計画の見直しの検討を行っていく。
⑥	点検及び評価並びに措置に係る品質マネジメントシステム	原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制を長期施設管理計画にも記載し、劣化管理を実施していく。

※代表者氏名、事業所名称及び所在地など除く

①長期施設管理計画の期間

○長期施設管理計画の期間

発電用原子炉施設の劣化評価及び劣化を管理するために必要な措置を踏まえた期間(10年以内に限る)について、始期及び終期それぞれ以下の通り定めた。

・3号炉

運転開始後30年を迎えた2021年12月18日を始期、2031年12月17日を終期とする適用期間とした。

・4号炉

運転開始後30年を迎えた2023年 2月 2日を始期、2033年 2月 1日を終期とする適用期間とした。

②劣化評価の方法及びその結果(1/2)

○劣化評価の方法及びその結果

高経年化技術評価(3号炉:2021年11月24日、4号炉:2022年8月24日にそれぞれ認可済)を基に運転経験および最新知見を踏まえて、従来の長期施設管理方針に加え現在行っている保全活動等を以下のとおり確認し整理した。

1. 通常点検及び劣化点検の方法及び結果

- ・施設管理(通常点検、劣化点検を含む)は、保安規定に基づく点検計画の策定にあたって保全方式として予防保全(時間基準保全、状態基準保全)、事後保全を選定した上で、予防保全については予め点検方法や実施頻度等を社内標準、業務決定文書により定め、点検を実施すると共に、要求事項への適合を確認するため定期事業者検査等を実施。
- ・通常点検について、定期事業者検査により技術上の基準に適合していることを確認しており、保全サイクル毎に定期事業者検査報告として点検結果等を報告。
- ・劣化点検について、プラント運転開始から30年目の高経年化技術評価のために以下の点検、検査等を実施。
 - (1)コンクリート構造物点検
 - (2)監視試験
 - (3)破壊靱性試験

高経年化に関する技術評価結果から抽出された現状保全に追加すべき項目を除いて、現状保全を継続していくことにより、長期間の運転を仮定しても、プラントを健全に維持することは可能との評価結果が得られている。

②劣化評価の方法及びその結果(2/2)

2. 経年劣化に関する技術的な評価

- ・実施体制、実施方法等の評価に係る手順(プロセス)・評価は、高経年化技術評価を基に、プラント運転開始後60年間を評価期間として、技術評価を実施。
- ・「照射脆化の将来予測を伴わない実測データに基づく評価」は追加評価を実施。(P10)
- ・3号炉は30年経過以降に供用開始した特定重大事故等対処施設※、蓄電池(3系統目)、充電器(3系統目蓄電池用)について高経年化技術評価と同様の手順で追加評価を実施。

※特定重大事故等対処施設に係る情報は公開できないことから、「特定重大事故等対処施設の評価書」として単独の別冊を設けている。

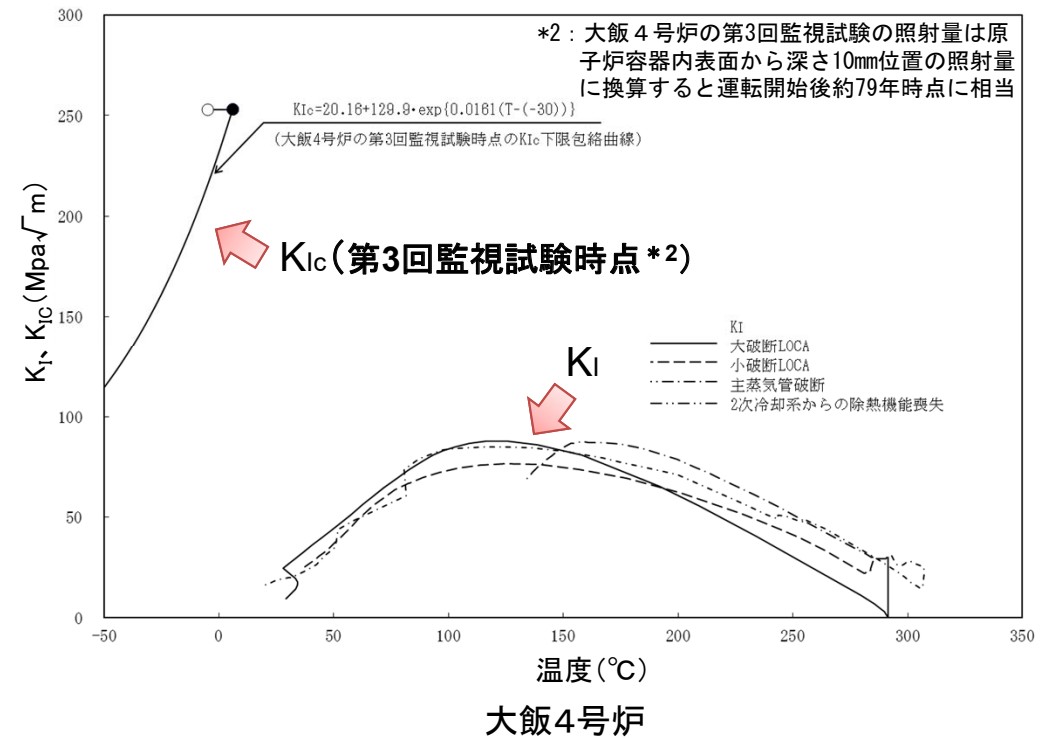
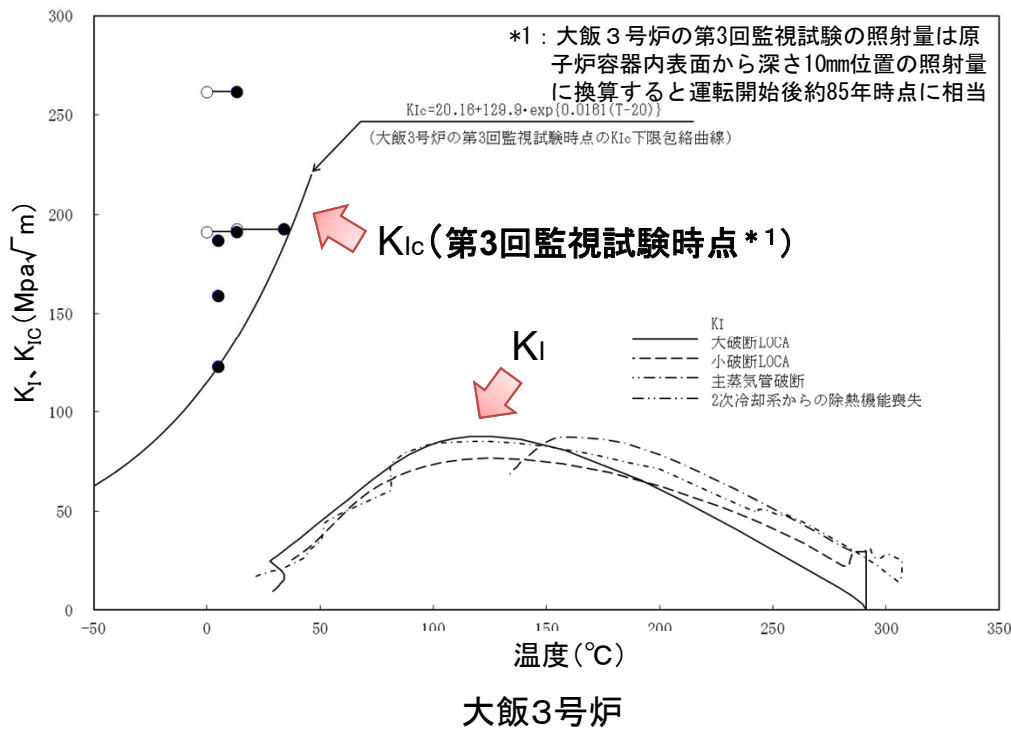
3. 技術評価の結果

- ・長期施設管理計画の期間において「実用発電用原子炉の長期施設管理計画の審査基準」の評価対象事象又は評価事項に対する判定基準を満足することを確認。
- ・高経年化技術評価の結果、大部分の機器・構造物については、プラント運転中や定期検査時などのプラント停止中に現状保全を継続していくことにより、長期間の運転を仮定しても、プラントを健全に維持することは可能。
- ・一部の機器については、現状保全に加えて実施すべき項目(点検・検査項目の追加、データ蓄積・知見の拡充、取替の実施等)を「発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置」としてまとめ、計画的に実施していく。

②劣化評価の方法及びその結果(追加評価)

「実用発電用原子炉の長期施設管理計画の審査基準」に記載のある「照射脆化の将来予測を伴わない実測データに基づく評価」について評価を実施した。

評価手法としては、これまで監視試験によって採取した破壊靱性実測値をプロットし、照射前および第1～2回監視試験のデータについては測定したTr30実測値と第3回監視試験で測定したTr30実測値の差分だけ温度シフトさせた。次に、温度シフトさせた破壊靱性実測データを下限包絡した K_{IC} 曲線をJEAC4206の附属書Cに従い設定した。評価の結果、 K_{IC} 曲線は K_I で示すPTS状態遷移曲線を上回っていることから、「照射脆化の将来予測を伴わない実測データに基づく評価」においても脆性破壊は起こらないことを確認した。



③発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置

○発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置【3号炉】

高経年化に関する技術評価結果から抽出された現状保全に追加すべき保全策については、劣化を管理するための必要な措置として具体的な保全計画に反映し、運転開始後30年を迎えた2021年12月18日を始期とした10年間の適用期間で現状保全に加えて計画的に実施していく。

また、劣化を評価できる適切な時期に監視試験を実施する方針を示すとともに監視試験に関する措置を定めている。

No	経年劣化事象	劣化を管理するために必要な措置
1	原子炉容器胴部(炉心領域部)の中性子照射脆化	<p>日本電気協会 原子炉構造材の監視試験方法、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の解釈等に基づき、原子炉容器内面が受ける中性子照射量が$2.4 \times 10^{19}n/cm^2$を上回る場合は、原子炉容器内面が受ける中性子照射量がこれまでに取り出された監視試験片の中性子照射量を超えない時期、運転開始後40年を超えて運転を行う場合には運転開始後40年から50年に少なくとも1回、更に運転開始後50年から60年に少なくとも1回、監視試験を実施していく。</p> <p>運転開始後30年を迎えた2021年12月18日を始期とした10年間の長期施設管理計画においては、大飯3号炉は、既に3回までの監視試験により、原子炉容器が受ける中性子照射量に換算すると約65EFPYまでの試験結果が得られていることから、監視試験を実施する必要はないと考えているが、上記の状況や高照射領域の照射データの知見拡充の観点も踏まえ、今後の原子炉の運転サイクル照射量を勘案して、第4回監視試験の実施計画を策定する。</p>
2	原子炉容器等の疲労割れ	<p>運転開始後30年を迎えた2021年12月18日を始期とした10年間の長期施設管理計画においては、プラント運転実績を継続的に把握し、プラント運転開始後35年を目途に実績過渡回数の確認を実施し、評価期間である運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。</p>
3	ステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れ	<p>運転開始後30年を迎えた2021年12月18日を始期とした10年間の長期施設管理計画においては、「大飯発電所3号炉加圧器スプレイ配管溶接部における有意な指示」を踏まえて実施する知見拡充結果に基づき、第21保全サイクルまで継続して実施する類似性の高い箇所に対する検査の結果も踏まえて、第22保全サイクル以降の検査対象および頻度を検討し、供用期間中検査計画に反映を行う。</p>

③発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置

○発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置【4号炉】

高経年化に関する技術評価結果から抽出された現状保全に追加すべき保全策については、劣化を管理するための必要な措置として具体的な保全計画に反映し、運転開始後30年を迎えた2023年2月2日を始期とした10年間の適用期間で現状保全に加えて計画的に実施していく。

また、劣化を評価できる適切な時期に監視試験を実施する方針を示すとともに監視試験に関する措置を定めている。

No	経年劣化事象	劣化を管理するために必要な措置
1	原子炉容器胴部(炉心領域部)の中性子照射脆化	<p>日本電気協会 原子炉構造材の監視試験方法、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の解釈等に基づき、原子炉容器内面が受ける中性子照射量が$2.4 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$を上回る場合は、原子炉容器内面が受ける中性子照射量がこれまでに取り出された監視試験片の中性子照射量を超えない時期、運転開始後40年を超えて運転を行う場合には運転開始後40年から50年に少なくとも1回、更に運転開始後50年から60年に少なくとも1回、監視試験を実施していく。</p> <p>運転開始後30年を迎えた2023年2月2日を始期とした10年間の長期施設管理計画においては、大飯4号炉は、既に3回までの監視試験により、原子炉容器が受ける中性子照射量に換算すると約61EFPYまでの試験結果が得られていることから、監視試験を実施する必要はないと考えているが、上記の状況や高照射領域の照射データの知見拡充の観点も踏まえ、今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して、第4回監視試験の実施計画を策定する。</p>
2	原子炉容器等の疲労割れ	<p>運転開始後30年を迎えた2023年2月2日を始期とした10年間の長期施設管理計画においては、プラント運転実績を継続的に把握し、プラント運転開始後35年を目途に実績過渡回数を確認を実施し、評価期間である運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。</p>
3	ステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れ	<p>運転開始後30年を迎えた2023年2月2日を始期とした10年間の長期施設管理計画においては、「大飯発電所3号炉加圧器スプレイ配管溶接部における有意な指示」を踏まえて実施する知見拡充結果に基づき、第20保全サイクルまで継続して実施する類似性の高い箇所に対する検査の結果も踏まえて、第21保全サイクル以降の検査対象および頻度を検討し、供用期間中検査計画に反映を行う。</p>

④ サプライチェーン等の管理

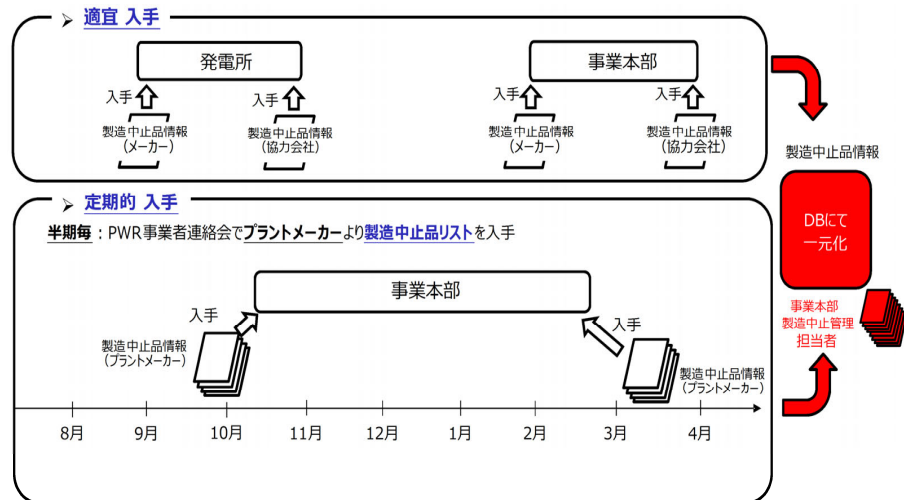
○ サプライチェーン等の管理

サプライチェーン等の管理については、当社は従前から取り組んでいる製造中止品に対する活動に原子力エネルギー協議会「製造中止品管理ガイドライン」も踏まえ、原子力発電所の保全計画のインプット情報となる製造中止品情報の管理方法を明確化し、発電所の安全安定運転の維持・向上を図ることを目的に製造中止品管理プログラムを策定している。

1. 製造中止品管理プログラム

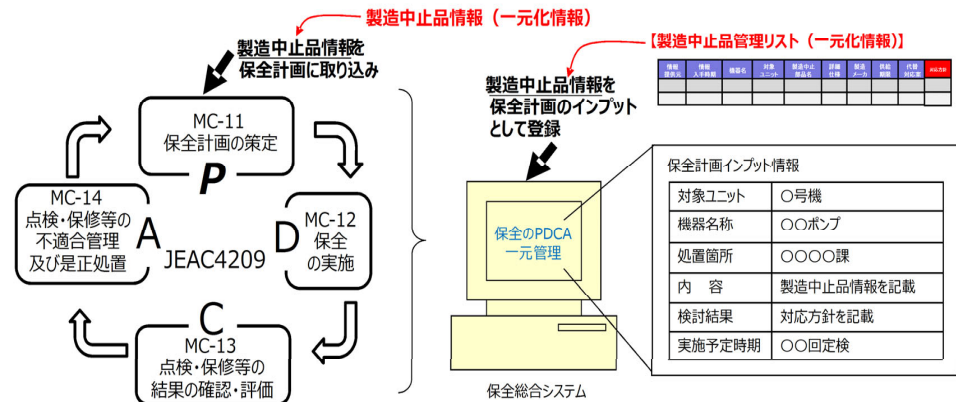
① 製造中止品の情報入手

プラントメーカー、サプライヤー等からの適宜入手する情報に加えて、PWR事業者連絡会においてフォーマットを定めた「製造中止品リスト」により能動的に定期的に情報入手し、とりまとめ。



② 対応方針の策定、③ 対策の実施

入手した製造中止品情報を元に、サイト共通事項、更新範囲等を踏まえて対応方針を検討し、製造中止品管理リストとしてシステムに登録し、一元管理
対応方針を定めた製造中止品管理リストの情報を保全計画のインプット情報として保全総合システムに登録し、対策を実施



2. 製造中止品管理プログラムの評価結果

- ・本プログラムは、QMSに基づき実施しており、保全計画の策定において製造中止品情報を取り込み、保全の有効性評価において本プログラムが有効に機能しているかを確認し、改善点等があればプログラム改修や手順見直しといった継続的な改善につなげることとしている。
- ・本プログラムに基づく活動の継続により、機器、構築物の健全性を長期的に維持できるものと判断する。

○点検及び評価並びに措置の実施に関する基本的な方針及び目標

劣化評価、劣化を管理するために必要な措置等に係る方針及び目標を定めた。

- ・現状保全を継続し、策定した長期施設管理方針を具体的な保全計画に反映して確実に実施し、また、現状保全や長期施設管理方針に基づく保全の実績を保全の有効性評価のインプットに位置づけ、保全の有効性評価を通じてさらなる保全計画の改善に活用していく。
- ・長期施設管理計画記載事項は、現在の材料劣化に係る最新知見等を踏まえた高経年化技術評価に基づくものであり、今後とも国内外の運転経験・最新知見、設備の補修・取替の実績等の情報を収集し、劣化評価の見直しや長期施設管理計画の見直しの検討を行い、必要に応じ、長期施設管理計画の変更を行うものとする。
- ・技術基準が改訂される場合は速やかに技術基準に適合するよう原子力施設の施設管理を行うことで、最新の安全基準に適合させるよう努める。その場合、想定する運転期間における経年劣化を考慮し、適切に長期施設管理計画に反映する。
- ・サプライチェーン等の管理は、製造中止品管理プログラムに基づき、各メーカーから製造中止品情報等を収集し、必要に応じて代替品の選定、検証を継続的に実施していく。
- ・長期運転プラントの経年劣化管理に関する技術的能力については、要員に対して最新の知識・技能を習得させることで維持・向上していくよう努める。

⑥点検及び評価並びに措置に係る品質マネジメントシステム

○点検及び評価並びに措置に係る品質マネジメントシステム

1. 原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則を踏まえ、設置許可申請書等に記載された方針に従って構築された品質マネジメントシステムに基づく劣化管理に関する一連のプロセスを示した。
 2. 構築された品質マネジメントシステムに基づき劣化管理を実施することを定めた。
- ・劣化管理を含む保安活動のための品質マネジメントシステムについては、発電所の安全を達成・維持・向上させるため、「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」および「同規則の解釈」に基づき保安規定(第3条)において品質マネジメントシステム計画として定めている。

參考資料

長期施設管理方針

- 60年間の運転期間を仮定しても、大部分の機器・構造物は、現在行っている保全活動(分解・点検・手入れ等)を継続していくことで、健全性を維持可能と評価
- 一部の機器については、実施すべき項目(点検・検査項目の追加、データ蓄積・知見の拡充、取替の実施等)を長期施設管理方針としてまとめた

大飯3号炉

No	施設管理の項目	実施時期※1
1	原子炉容器胴部(炉心領域部)の中性子照射脆化については、今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して第4回監視試験の実施計画を策定する。	中長期
2	原子炉容器等の疲労割れについては、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。	中長期
3	ステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れについて、2020年8月に確認された「大飯発電所3号炉加圧器スプレ配管溶接部における有意な指示」を踏まえて実施する知見拡充結果に基づき、第21保全サイクルまで継続して実施する類似性の高い箇所に対する検査の結果も踏まえて、第22保全サイクル以降の検査対象および頻度を検討し、供用期間中検査計画に反映を行う。	中長期

※1:実施時期における中長期とは2021年12月18日からの10年間をいう。

大飯4号炉

No	施設管理の項目	実施時期※1
1	原子炉容器胴部(炉心領域部)の中性子照射脆化については、今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して第4回監視試験の実施計画を策定する。	中長期
2	原子炉容器等の疲労割れについては、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。	中長期
3	ステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れについて、2020年8月に確認された「大飯発電所3号炉加圧器スプレ配管溶接部における有意な指示」を踏まえて実施する知見拡充結果に基づき、第20保全サイクルまで継続して実施する類似性の高い箇所に対する検査の結果も踏まえて、第21保全サイクル以降の検査対象および頻度を検討し、供用期間中検査計画に反映を行う。	中長期

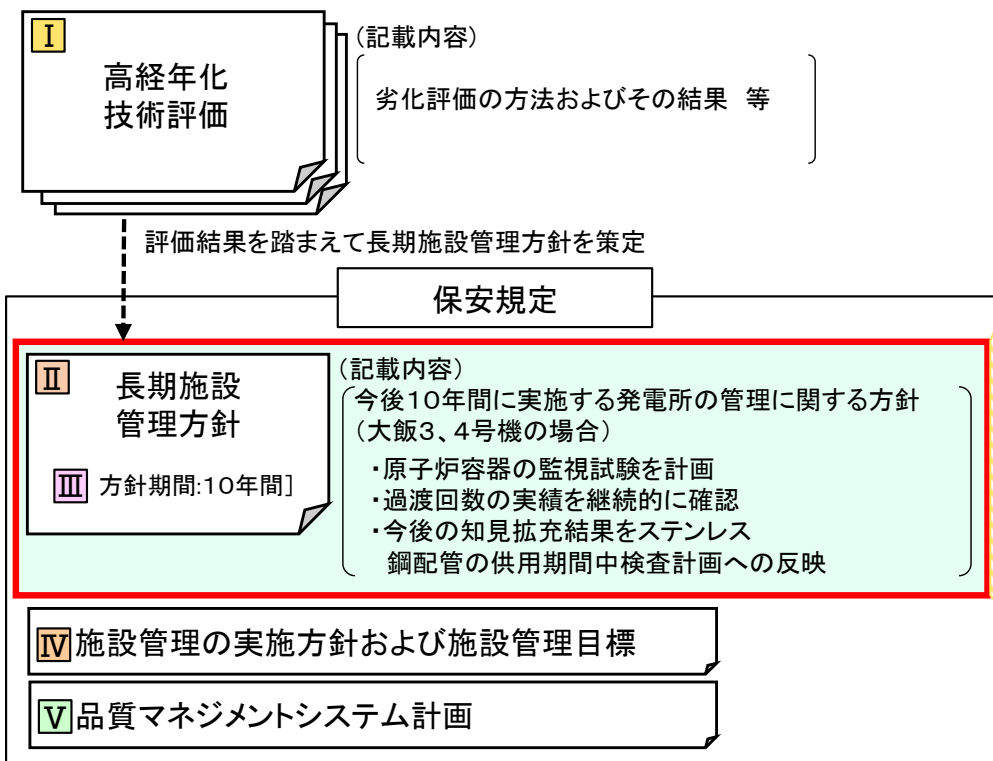
※1:実施時期における中長期とは2023年2月2日からの10年間をいう。

「高経年化技術評価制度」と「長期施設管理計画の認可制度」の概要

- ▶ 原子炉等規制法の改正に伴い、従来の高経年化技術評価制度は長期施設管理計画の認可制度に変更される。
- ▶ この2つの認可制度は、ともに運転開始30年から10年ごとに安全上重要な機器・構造物等に対して劣化の進展を予測し、劣化を管理するための方針(計画)を定め原子力規制委員会の認可を受けるもの。
- ▶ 従来の制度では、長期施設管理方針のみが認可対象であったが、新制度では、劣化の予測・評価の詳細な方法や内容に加え、サプライチェーン等の管理として製造中止品に対する管理方法等を新たに追加した「長期施設管理計画」が認可対象となる。
- ▶ さらに、規制基準への適合性を確認する頻度※が10年に1回に増すことになる。

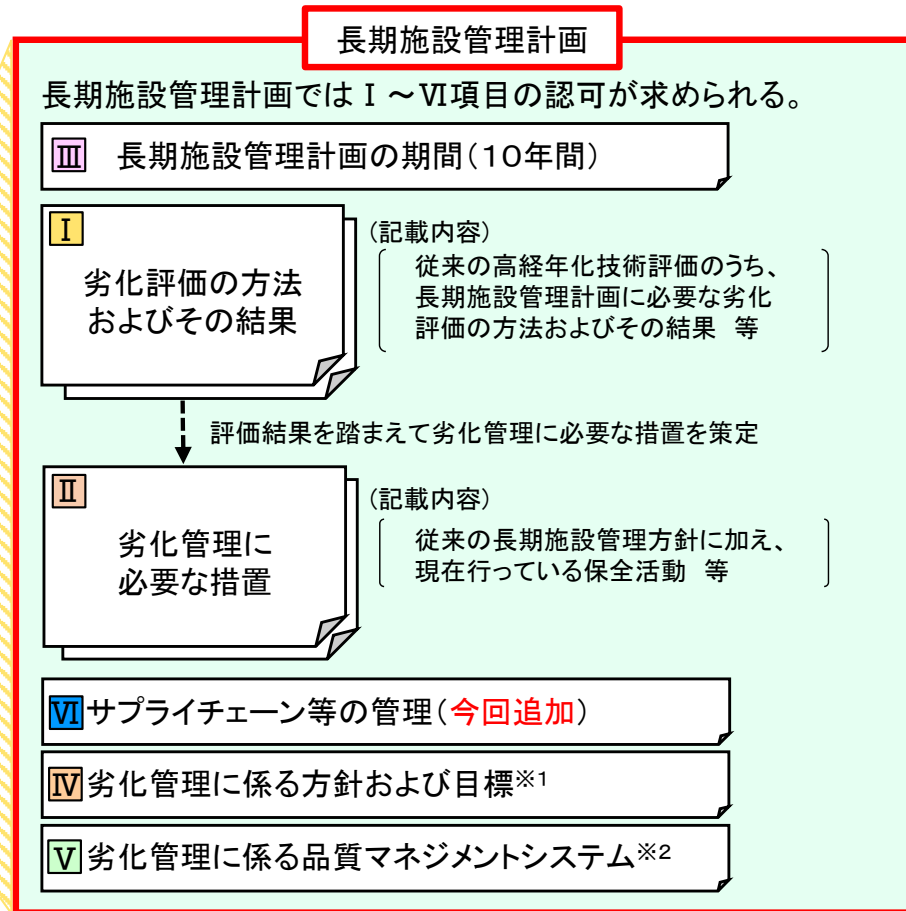
※従来は、40年を超えて運転を行う場合に申請する運転期間延長認可のみであったものが、新制度では、30年目以降、10年を超えない期間ごとに認可が必要。

<高経年化技術評価制度(従来の制度)>



II : 原子力規制委員会の高経年化対策に係る認可対象

<長期施設管理計画の認可制度(新制度)>



認可対象の拡大

※1: 保安規定の内容を踏まえ記載

※2: 保安規定の記載事項を長期施設管理計画にも記載