

島根原子力発電所 2 号炉

高経年化技術評価書  
(30 年目)  
(本冊)

2018 年 2 月

(2023 年 2 月一部変更)

(2023 年 7 月一部変更)

(2023 年 12 月一部変更)

中国電力株式会社

## 目 次

1. はじめに	1
2. 発電所の概要	
2.1 プラントの概要	3
2.2 プラントの運転実績	3
2.3 技術基準規則への適合に向けた取り組みおよびそのスケジュール	3
2.4 発電所の保全概要	4
2.5 これまでに発生した主な経年劣化事象およびこれまでに実施した主な補修・取替実績	8
3. 高経年化技術評価の実施体制	
3.1 評価の実施に係る組織および評価の方法	15
3.2 評価実施に係る工程管理	15
3.3 評価において協力した事業者の管理に関する事項	15
3.4 評価記録の管理に関する事項	16
3.5 評価に係る教育訓練に関する事項	16
4. 高経年化技術評価の実施年月日および高経年化技術評価を実施した者の氏名	
4.1 高経年化技術評価の実施年月日	19
4.2 高経年化技術評価を実施した者の氏名	19
5. 高経年化技術評価の実施手順	
5.1 高経年化技術評価の対象とした機器・構造物	20
5.2 高経年化技術評価の個別実施手順	21
5.3 耐震安全性評価	25
5.4 耐津波安全性評価	26
5.5 冷温停止状態維持の技術評価	27
6. 健全性評価結果	
6.1 技術評価結果	33
6.2 耐震安全性評価結果	50
6.3 耐津波安全性評価結果	50
6.4 冷温停止状態維持を前提とした機器・構造物の技術評価結果	51
6.5 冷温停止状態維持を前提とした耐震安全性評価結果	51
6.6 冷温停止状態維持を前提とした耐津波安全性評価結果	51
6.7 評価の結果に基づいた補修等の措置	51

7. 今後の高経年化対策	
7.1 長期施設管理方針の策定 .....	52
7.2 長期施設管理方針の実施 .....	52
7.3 技術開発課題 .....	53
8. まとめ .....	56

## 1. はじめに

島根原子力発電所 2 号炉（以下、「島根 2 号炉」という。）は、1989 年 2 月 10 日に営業運転を開始し、2019 年 2 月 10 日に運転開始後 30 年を迎えた。

原子力発電所ではプラントの安全・安定運転を確保するために、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（2013 年 7 月 7 日以前は、「電気事業法」）に基づく定期検査および定期事業者検査により、技術基準等への適合を確認するとともに、施設管理における機器・構造物の保全活動として、点検や予防保全活動等に取り組んでいる。加えて、最新の技術的知見の反映や国内外で経験された事故・故障の再発防止対策等についても、必要に応じ実施しており、これらを通じて良好な安全運転の実績を積み重ねている状況にある。

また、一般的には、機器・材料は使用時間の経過とともに、経年劣化することが知られているが、これまでのところ、運転年数の増加に伴って、トラブルの発生件数が増加しているという傾向は認められておらず、現時点で機器・材料の劣化により設備の信頼性が低下している状況にはない。

しかしながら、より長期の運転を仮定した場合、経年化に伴い進展する事象は、運転年数の長いものから顕在化してくることから、運転年数の長い原子力発電所に対して、高経年化の観点から技術的評価を行い、そこで得られた知見を保全に反映していくことは原子力発電所の安全・安定運転を継続していく上で重要である。

このような認識のもと、1996 年 4 月に通商産業省（現：経済産業省）資源エネルギー庁は「高経年化に関する基本的な考え方」を取り纏め、原子力発電所の高経年化対策の基本方針を示した。

さらに、2003 年 9 月、2005 年 12 月に「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（以下、「実用炉規則」という。）を改正するとともに、原子力安全・保安院は「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ライン」および「実用発電用原子炉施設における高経年化対策標準審査要領（内規）」等（以下、「高経年化対策実施ガイドライン等」という。）を発出し、原子炉の運転開始後 29 年を経過する日までに、また、運転開始後 30 年を経過した実用発電用原子炉について、10 年毎に、耐震安全性評価を含めた機器・構造物の劣化評価（以下、「高経年化技術評価」という。）を行い、これに基づき保全のための実施すべき措置に関する 10 年間の計画を策定することを電気事業者に求めている。

また、2008 年に実用炉規則が改正され、高経年化対策を通常の保全の中に位置づけ一本化することで、原子力発電所の運転当初からの経年劣化管理を義務付けるとともに、「保全のために実施すべき措置に関する 10 年間の方針」（以下、「長期施設管理方針」という。）を原子炉施設保安規定（以下、「保安規定」という。）に取入れ、認可の対象とすることとなった。また、実用炉規則の改正に伴い、原子力安全・保安院は高経年化対策実施ガイドライン等を改定し、2008 年 10 月に発出し、2010 年 4 月、2011 年 5 月に改正している。

また、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とこれにより生じた津波に起因する東京電力株式会社福島第一原子力発電所で発生した事故を鑑み、2012年9月19日に原子力規制委員会設置法が施行され、原子力安全・保安院に代わる機関として、原子力規制委員会が環境省の外局として設立された。

2013年6月に「実用炉規則」を改正するとともに、「高経年化対策実施ガイドライン等」に代わるものとして、原子力規制委員会は「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」および「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」（以下、「高経年化対策実施ガイド等」という。）を制定し、適時改正している。

（社）日本原子力学会は2007年3月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2007」を制定し、2008年12月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」として、さらに2010年9月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2010 追補1」、2012年6月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2011 追補2」、2012年12月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2012 追補3」、2016年3月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2015」、2016年9月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2016 追補1」、2018年3月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2017 追補2」、2018年12月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2018 追補3」および2020年2月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2019 追補4」、2021年9月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2021」、2022年6月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2021 追補1」と改定している。

一方、旧（独）原子力安全基盤機構（現：原子力規制委員会。以下同じ。）は、上記、高経年化対策実施ガイドライン等および「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」に対応して、「高経年化技術評価審査マニュアル」を作成し、公表している。

本評価書は、運転開始後30年を迎えた島根2号炉について、安全機能を有する機器・構造物に対し、「高経年化対策実施ガイド等」および「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」などに基づき、想定される経年劣化事象に関する技術評価を実施するとともに、30年目以降の10年間に高経年化の観点から現状保全を充実する新たな保全項目等を長期施設管理方針として取り纏めたものである。

この結果、現状の保全の継続および点検・検査の充実等により、今後、長期間の運転を仮定しても安全に運転を継続することが可能であることを確認した。

今後は、策定した長期施設管理方針を保安規定に記載し、変更認可申請を行い、認可された長期施設管理方針に基づき、保全活動を実施していくとともに、10年を超えない期間ごとに高経年化対策検討に係る再評価を実施することで、今後とも原子力プラントの安全・安定運転に努める。

なお、本評価書は各機器・構造物の高経年化技術評価内容の概要等を示すものであり、各機器・構造物の詳細な高経年化技術評価および耐震・耐津波安全性評価結果については、別冊に纏めている。

## 2. 発電所の概要

### 2.1 プラントの概要

島根 2 号炉は、沸騰水型の原子力発電所で燃料には濃縮ウランを使用し、冷却材には軽水を使用している。

原子炉内で原子核反応により発生した熱は、原子炉再循環系により炉心内へ送られる冷却材を蒸気にする。この蒸気は原子炉圧力容器内に設けられている蒸気乾燥器、気水分離器によって水分が取り除かれ飽和蒸気になってタービンに送られタービン発電機を駆動する。タービンを通った蒸気は復水器に入り、ここで冷却されて水となり、復水ポンプ、給水加熱器、給水ポンプを通して原子炉圧力容器に戻りジェットポンプにより駆動されて再び炉心に送られる。

発電所の主要な仕様、系統概要を以下に示す。

#### (1) 主要仕様

電気出力	820MW
原子炉型式	沸騰水型軽水炉
原子炉熱出力	2,436MW
燃料	低濃縮ウラン（燃料集合体 560 体）
減速材	軽水
タービン	くし形 6 流排気再生復水式

#### (2) 全体の系統概念

プラント全体の系統概念を資料 2-1 に示す。

### 2.2 プラントの運転実績

島根 2 号炉は、1981 年 3 月の第 84 回電源開発調整審議会において、新規着手地点として電源開発基本計画に組み入れられることが決定し、1981 年 8 月に原子炉設置変更許可申請を行い、1983 年 9 月 22 日に原子炉設置変更許可を取得した。1984 年 7 月に着工した建設工事は、敷地造成工事、建物基礎掘削工事を経て 1985 年 6 月の原子炉格納容器据付開始によって本格化し、原子炉圧力容器吊込、タービン据付、各種試験を経て燃料装荷を行い、1988 年 5 月 25 日に臨界に達した。その後、1988 年 7 月 11 日の初並列、出力上昇試験を経て、1989 年 2 月 10 日に通商産業大臣の使用前検査に合格し、電気出力 820MW で営業運転を開始した。

発電電力量・設備利用率の年度推移を資料 2-2、計画外停止の年度推移を資料 2-3、事故・故障等の一覧を資料 2-4 に示す。

### 2.3 技術基準規則への適合に向けた取り組みおよびそのスケジュール

島根 2 号炉については、技術基準規則等への適合性を確認する審査を受けるため、2013 年 12 月 25 日に原子炉設置変更許可（2021 年 5 月 10 日、2021 年 6 月 14 日、2021 年 6 月 17 日および 2021 年 9 月 6 日に一部補正）を申請し、2021 年 9 月 15 日に許可を受けている。また、2013 年 12 月 25 日に工事計画認可申請書（2021 年 10 月 1 日、2021 年 12 月 22 日、2022 年 3 月 28 日、2022 年 5 月 25 日、2022 年 7 月 28 日、2022 年 10 月 31 日、2022 年 12 月 23 日、2023

年6月22日および2023年7月21日に一部補正)を申請し、2023年8月30日に認可を受領した。

## 2.4 発電所の保全概要

原子力発電所に対する保全では、機器・構造物の経年劣化が徐々に進行して最終的に事故・故障に至ることのないよう、定期的な試験や点検等により経年劣化の兆候を早期に検知し、必要な処置を行うことにより、事故・故障を未然に防止している。

島根2号炉での日常的な施設管理において、時間経過に伴う特性変化に対応した劣化管理が的確に行われている経年劣化事象（以下、「日常劣化管理事象」という。）の劣化管理の考え方を以下に示す。

島根2号炉では、運転監視、巡視点検、定期的な試験およ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および評価を行い、補修、取替等の保全を実施している。

また、実施した点検・補修等の結果について、機器・構造物の適切な単位ごとに所定の機能を発揮しうる状態にあることを、その機能が要求される時期までに確認・評価している。さらに、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（2013年7月7日以前は、「電気事業法」）に基づく定期事業者検査\*を実施している。

\*：定期事業者検査報告には保全計画が含まれる。

なお、2013年7月7日以前は、「電気事業法」に基づく定期検査を受検するとともに、定期事業者検査についても、その実施に係る組織等の妥当性が定期安全管理審査において審査されていた。

具体的には、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第81条第1項（導入当時は第11条第1項）に掲げる発電用原子炉施設（以下、「原子炉施設」という。）の施設管理に係る要求事項を満たすものとなった、「原子力発電所の保守管理規程（JEAC4209-2007）」に基づき、規定類を策定して施設管理を実施している。

はじめに、社長は原子炉施設の安全確保を最優先として、施設管理の継続的な改善を図るため、施設管理の現状を踏まえ、施設管理の実施方針を定める。同方針は、施設管理の有効性評価の結果を踏まえて見直されるとともに、高経年化技術評価の結果として長期施設管理方針を策定又は変更した場合には、長期施設管理方針に従い保全を実施することを同方針に反映している。

また、島根原子力発電所長は、施設管理の実施方針に基づき、年度ごとに施設管理目標を設定し、施設管理の有効性評価の結果および施設管理を行う観点から特別な状態を踏まえ、同目標の見直しを実施している。

この施設管理目標を達成するため、島根原子力発電所では、事故・故障の未然防止を目的とし、資料2-5に示すようなフローに基づき、保全活動を行っている。

島根原子力発電所では、原子炉施設の中から号機ごとに保全を行うべき対象範囲として機器・構造物を選定し、この保全対象範囲について系統ごとの範囲と機能を明確にした上で、「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（以下、「重要度分類指針」という。）」（1990年8月30日 原子力安全委員会）の重要度分類と確率論的安全評価（以下、「PSA」という。）から得られるリスク情報等を考慮して保全重要度を設定している。

また、保全の有効性を合理的かつ客観性を持って評価し、保全を継続的に改善するために、保全重要度を踏まえてプラントレベルおよび系統レベルの保全活動管理指標を設定している。

そして、保全対象範囲に対し、関係法令、関係規格および基準を遵守するとともに、保全重要度を勘案し、必要に応じて次の事項を考慮して保全計画を策定している。

- a. 運転実績、事故および故障事例等の運転経験
- b. 使用環境および設置環境
- c. 劣化、故障モード
- d. 機器の構造等の設計的知見
- e. 科学的知見

そして、あらかじめ保全方式（時間基準保全、状態基準保全、事後保全）を選定し、点検の方法並びに実施頻度および実施時期を具体的に定めた点検計画を策定している。なお、この保全方式の選定にあたっては、劣化事象または偶発事象を勘案して策定するが、保全重要度を踏まえた上で保全実績、劣化、故障モード等を考慮して、効果的かつ効率的な保全方式を選定している。

上述のうち「点検の方法」については、機器・構造物の保全内容をそれぞれ個々に検討しているが、具体的には「劣化メカニズム整理表\*」およびこれまでの施設管理の結果から得られた機器・構造物の部位別に想定される劣化事象に着目した保全項目の検討を行い、検討結果に基づき保全内容を担保するために必要な点検、試験項目等を選定している。

\*：過去に国内で実施してきた高経年化技術評価の評価結果を基に、原子炉施設の保全を最適化するための情報として、劣化メカニズム（機器機能、部位、劣化事象・因子、保全項目（検知方法）等）を一覧表に纏めたもの。

同様に「実施頻度」についても、運転・保守経験等を参考にしながら機器・構造物に応じて適切に選定し、その決定根拠を整理している。また、「実施時期」については、点検計画で定める機器・構造物の点検の方法および実施頻度に基づき、点検の実施時期を定めている。

補修、取替および改造を実施する場合は、あらかじめその方法および実施時期を定めた計画を策定している。具体的には、プラントの信頼性向上および経年劣化等の観点から、長期的に取り組む工事について、向こう10年間の補修等の実施時期を定めた長期施設管理方針の実施計画を策定し、運転および補修実績並びに工事の重要性・緊急度・経済性を勘案のうえ、年度計画を策定している。

以上のとおり、あらかじめ定めた保全計画に従い、「工事計画」、「設計管理」、「調達管理」、「工事管理」の各プロセスにより点検・補修等の保全を実施し、その結果について記録している。

島根原子力発電所では、運転監視、巡視点検、定期的な試験および点検により、機器・構造物の健全性を確認し、経年劣化等の兆候が認められた場合には詳細な調査および評価を行い、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劣化傾向を把握し、故障に至る前に計画的な保全を実施することで機能回復を行い、長期的な健全性、信頼性を確保している。

そのために、現場の保全活動により得られるデータとして、点検手入力前データ、状態監視データ、運転データ等を活用している状況にある。

一方、島根原子力発電所で発生した事故・故障については、速やかに原因究明および再発防止対策を実施するとともに、国内外で発生した事故・故障の対策についても水平展開を行い、設備の改善、運転・保守運用等の改善を行うことにより、島根原子力発電所のより一層の安全・安定運転に努めている。

#### (1) 運転監視、巡視点検

運転状態を各種指示計、記録計、計算機出力等により、常時運転員が監視するとともに、多種多様な設備について運転員および保守員が計画的に巡視点検を行い、機器等の健全性確認、経年劣化等の兆候の早期発見に努めている。

#### (2) 定期的な試験

プラントの運転中を主体に待機設備の作動確認等の定期的な試験を行い、機器・構造物の健全性確認および経年劣化等の兆候の早期発見に努め、事故・故障の未然防止を図っている。

また、定期的な試験のうち、工学的安全施設等の安全上重要な設備の定期的な試験の内容を保安規定に定め、これに基づく運用を行っている。

#### (3) 点検

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（2013年7月7日以前は「電気事業法」）に基づく定期事業者検査等に合わせ、定期的にプラントを停止し、プラント全般にわたる設備の点検を実施して、設備の機能維持および経年劣化等の兆候の早期発見に努め、事故・故障の未然防止を図っている。

また、プラントを停止せずに実施できる設備については、同様の点検をプラント運転中に実施している。

点検の結果は、記録として纏め、設備の経年的な傾向を管理し、以後の保全計画に反映している。

なお、島根2号炉は、プラントの停止期間が1年を超過することから、設備の運転状況等を考慮し、機能の維持を図るために必要な保全や長期保管対策に関する特別な保全計画を定めている。

(4) 保守体制および業務

点検の実施にあたっては、原則として当社の保守部門が計画・管理を行い、分解点検等の実作業は請負会社が実施している。

作業にあたっては点検、試験、検査の主管箇所が請負会社の行う作業および品質の管理を行っている。

(5) 予防保全

運転監視、巡視点検、定期的な試験および点検により、設備の機能低下や経年劣化等の兆候が認められた場合には、事故・故障に至る前に補修、取替を行う等、事故・故障の未然防止を図っている。

(6) 不適合の処理および再発防止

発生した不適合については、速やかに原因究明および対策の検討、評価を行い、的確な復旧により設備の機能回復を図っている。

また、国内外プラントの同種設備で発生した不適合についても再発防止対策を検討し、事故・故障の未然防止を図っている。

(7) 改善活動

より一層の安全性、信頼性を確保するため、現行の保全活動レベルを向上することが重要であるとの観点から、改善活動として、保全データの推移および経年劣化の長期的な傾向監視の実績、高経年化技術評価および定期安全レビューの結果、他プラントのトラブルおよび経年劣化傾向に係るデータ等に基づいて保全の有効性評価（資料 2-6）を実施するとともに、継続的な改善に取り組んでいる。

これらの保全活動については、原子力発電所における機器の劣化兆候の把握および点検の最適化につながるとともに、常に PDCA を廻して改善が図られ、高経年プラントに対する的確な劣化管理に資するものであり、今後も現状の保全を継続することで設備の健全性を維持することが可能であると考ええる。

## 2.5 これまでに発生した主な経年劣化事象およびこれまでに実施した主な補修・取替実績

### ①応力腐食割れ（SCC）

a. 原子炉再循環系配管，原子炉冷却材浄化系配管および残留熱除去系配管については，応力腐食割れ対策の観点から第 17 回定期事業者検査（2011 年度）において，一部配管に応力腐食割れの一要因である引張応力の低減を目的とした高周波誘導加熱処理を行っている。

第 12 回定期検査（2004 年度），第 15 回定期検査（2008 年度）において確認した原子炉再循環系配管のひびについては，残留応力を低減可能な水冷溶接による取替を行っている。

また，原子炉浄化系配管は第 15 回および第 16 回定期検査（2008 年度および 2009 年度）において，水冷溶接施工により，一部配管の取替を行っている。

b. シュラウドについては，第 11 回定期検査（2003 年度）において，周方向溶接線（H4）近傍に応力腐食割れを確認し，第 12 回定期検査（2004 年度）において，研削によりひびを除去している。また，溶接部の一部については，第 12 回定期検査（2004 年度）および第 13 回定期検査（2006 年度）において，ウォータージェットピーニング法により溶接残留応力を圧縮側に改善している。

c. 低圧タービンについては，第 17 回定期事業者検査（2011 年度）において，翼接合部，車軸接合部のうち，車軸接合部である円板側翼取付部の応力腐食割れ対策として，円板側翼取付部の翼溝形状の変更，円板側翼取付部ヘショットピーニング，パニシングを施した車軸に取替を行っている。

また，応力腐食割れ対策に合わせ，高圧タービンおよび低圧タービンの車軸，翼，隔板，噴口および隔板締付ボルトと，低圧タービンの内部車室，内部ケーシングボルトについては，第 17 回定期事業者検査（2011 年度）において，蒸気タービンの高効率化を図るため，取替を行っている。

d. シュラウドサポートについては，第 17 回定期事業者検査（2016 年度）において，マンホール蓋の溶接部に応力腐食割れを確認したため，第 17 回定期事業者検査（2019 年度）において，溶接部を有さないボルト締結式に取替を実施している。

### ②腐食・減肉

a. 中央制御室空調換気系ダクトの外気接触範囲については，第 17 回定期事業者検査（2011 年度）において，腐食孔が確認されており，外気接触部のダクトについては，点検口を追設し，ダクト内面からの腐食を検知可能な構造とした。また，当該ダクトのうちステンレス鋼製ダクトは炭素鋼製ダクトへ材質を変更し，内外面に塗装を行った。

### ③疲労割れ

a. 原子炉再循環ポンプの主軸とケーシングカバーの熱疲労割れ対策として，第 11 回定期検査（2003 年度）において，ヒータ付サーマルバリアを内蔵したケーシングカバーへの取替を行っている。

④絶縁特性低下

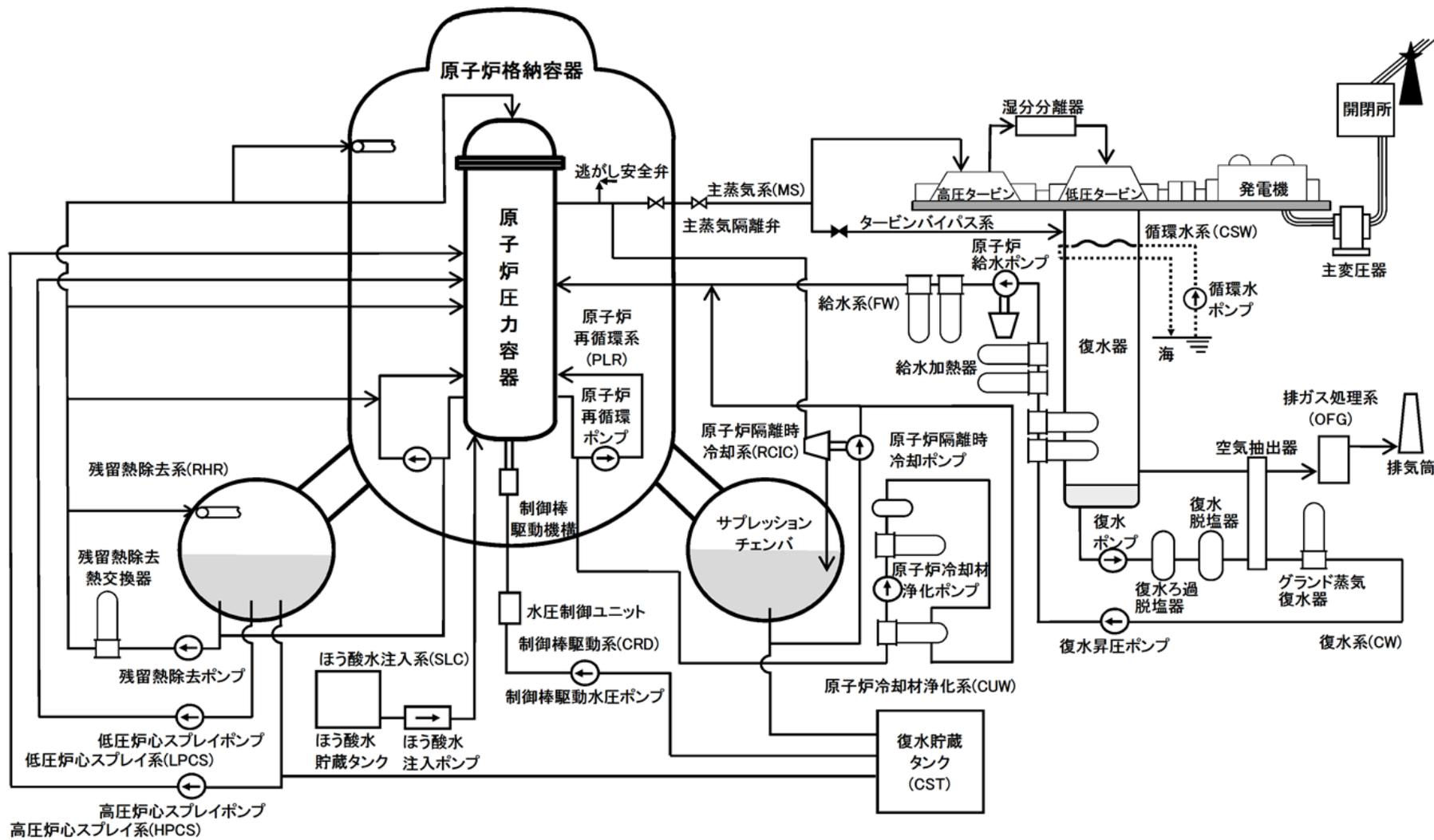
- a. 事故等時雰囲気内で機能要求が有る KGB ケーブルについては、運転開始後 29 年（第 17 回定期事業者検査（2011 年度））に取替を行っている。

⑤中性子照射脆化

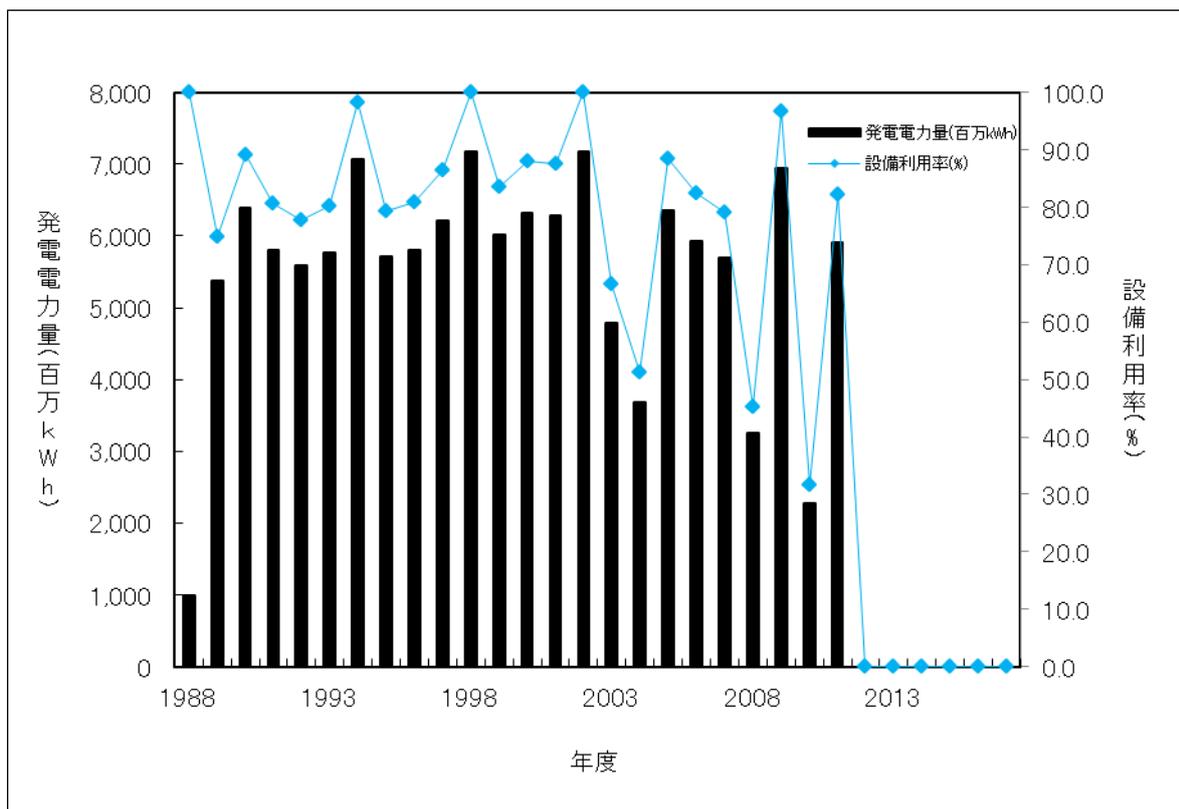
- a. 原子炉圧力容器に対しては、計画的に監視試験を実施し、炉心領域部材料の中性子照射による機械的性質の変化（破壊靱性の低下）について将来予測をしている。また、供用期間中検査で超音波探傷試験を実施し、有意な欠陥が無いことを確認している。

⑥コンクリート構造物の強度低下

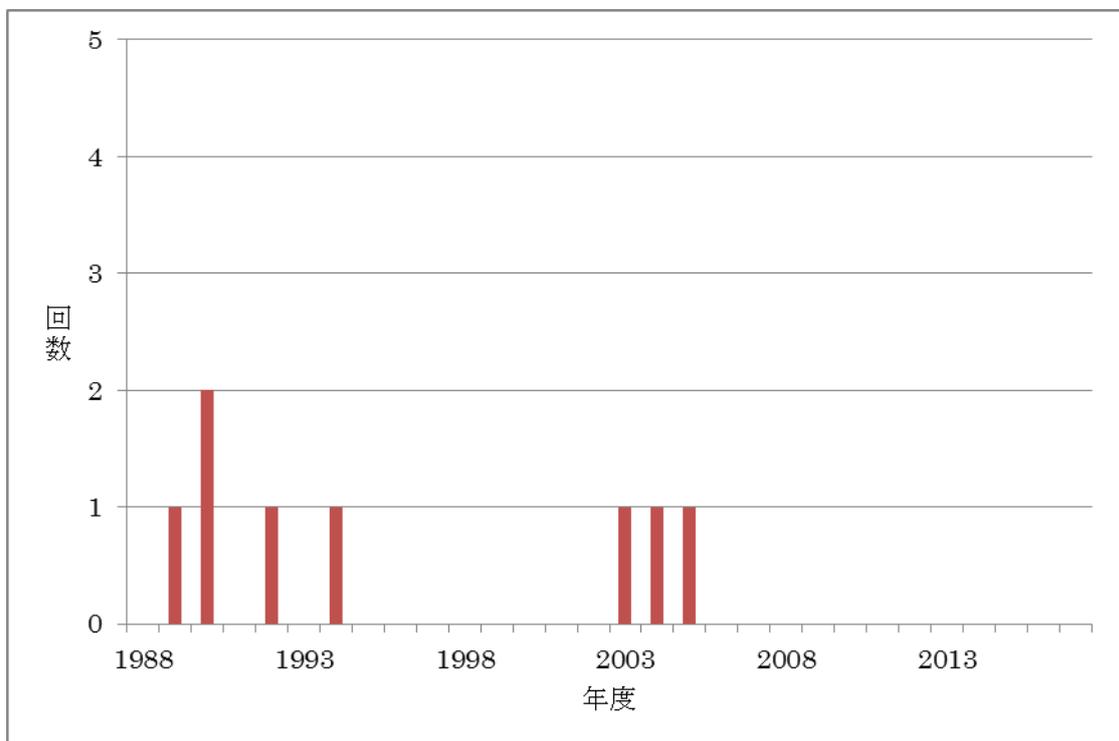
- a. コンクリート構造物に対しては、計画的に強度、中性化深さおよび塩化物イオン量の測定等を実施して健全性を確認している。



資料 2-1 全体系統概念図



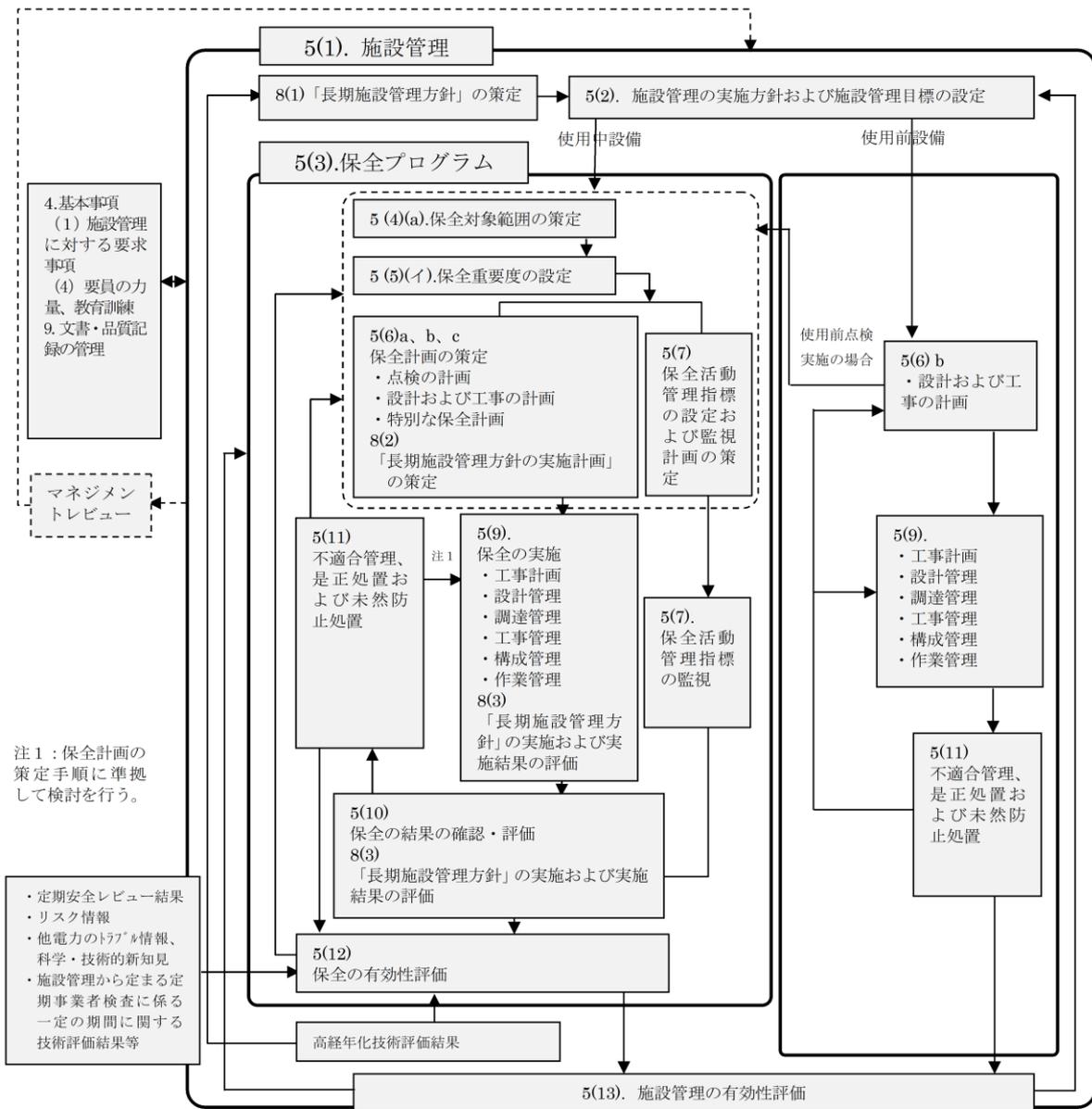
資料 2-2 発電電力量・設備利用率の年度推移



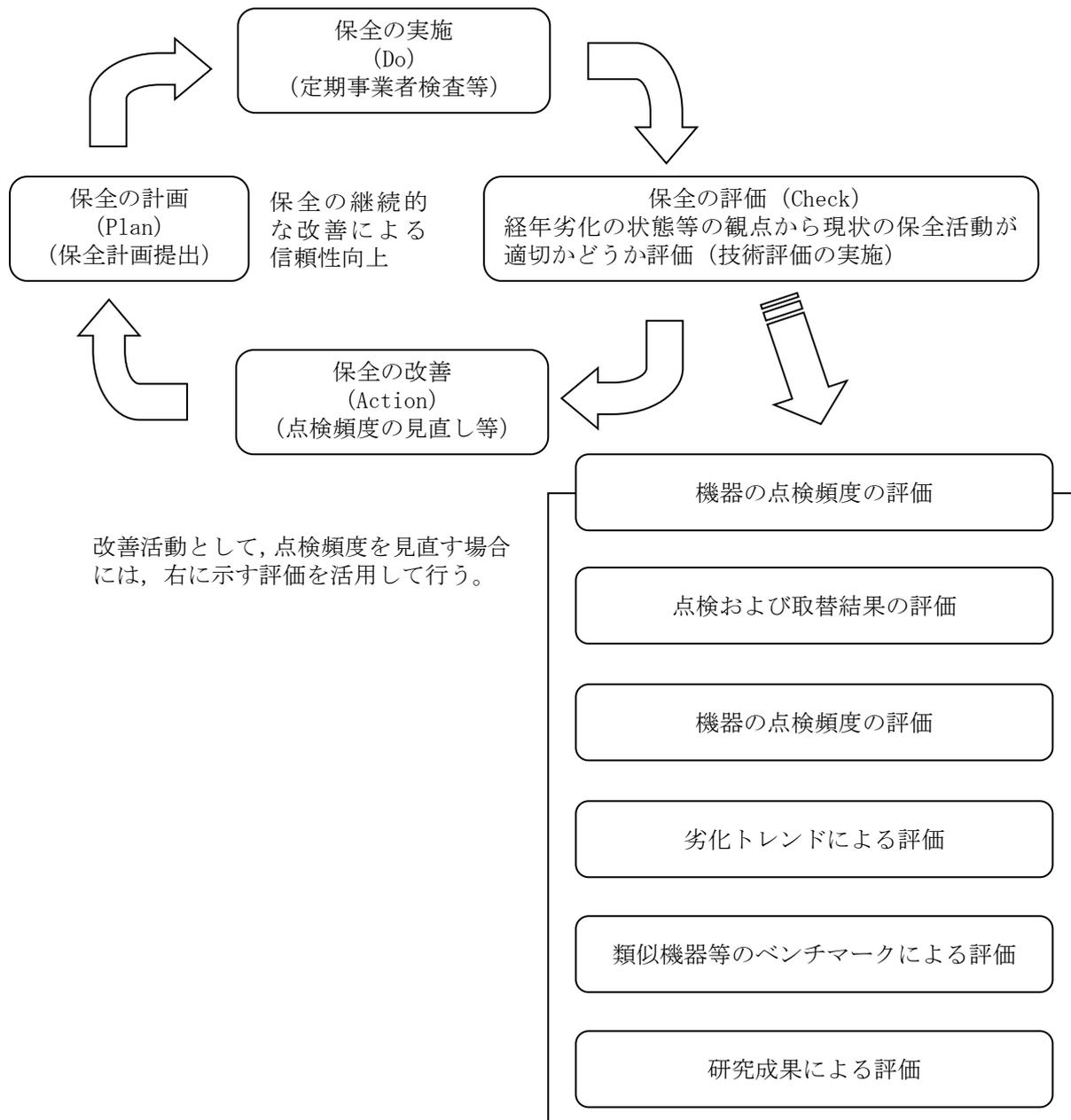
資料 2-3 計画外停止の年度推移

資料 2-4 計画外停止の事故・故障等の一覧

No.	年度	事 象
1	1989	原子炉再循環ポンプ A 号機の回転数低下のため原子炉手動停止
2	1990	原子炉再循環ポンプ電動機潤滑油位低下に伴う原子炉手動停止
3	1990	原子炉出力上昇中の原子炉自動停止
4	1992	原子炉再循環ポンプ A 号機のメカニカルシール不具合による原子炉手動停止
5	1994	「スクラム排水容器水位異常高」信号による原子炉自動停止
6	2003	原子炉格納容器内ドライウェル冷却機凝縮水量および床ドレン量増加に伴う原子炉手動停止
7	2004	原子炉再循環ポンプ B 号機のメカニカルシール不具合による原子炉手動停止
8	2005	原子炉再循環ポンプ B 号機のメカニカルシール不具合による原子炉手動停止



資料 2-5 施設管理の実施フロー



資料 2-6 保全の有効性評価

### 3. 高経年化技術評価の実施体制

高経年化技術評価の実施は保安規定第 106 条の 6 に規定している。実施にあたって、保安規定に基づく品質マネジメントシステム計画に従い、実施体制を構築し、実施手順を確立した。

#### 3.1 評価の実施に係る組織および評価の方法

高経年化技術評価および長期施設管理方針策定の実施に係る組織を資料 3-1 に示す。

本社では、電源事業本部（原子力管理）において、発電所が実施する高経年化技術評価に関する発電所設備主管担当へ評価に資する最新知見などの情報提供を行うとともに、評価結果の技術的内容確認等を行った。

発電所では、評価の実施にあたって、評価書作成に係る懸案事項の対応・検討等、業務遂行の円滑化を図る目的で、発電所内に「高経年化対策検討実施連絡会」を設置した。

具体的には、「島根原子力発電所 2 号炉高経年化技術評価報告書（30 年目）作成に係る実施計画書」に基づき、体制、工程等を定め、高経年化技術評価書の作成を行った。

また、高経年化技術評価書および長期保守管理方針（現：長期施設管理方針）については、2018 年 1 月 23 日に原子力発電保安運営委員会において審議を行い、その後 2018 年 1 月 29 日に原子力発電保安委員会において審議を実施した。

その後、2022 年 12 月の工事計画認可申請（補正）を踏まえた評価等を本評価書に反映し、2023 年 2 月 16 日に原子力発電保安運営委員会において審議を行い、その後 2023 年 2 月 17 日に原子力発電保安委員会において審議を実施した。

さらに、2023 年 6 月の工事計画認可申請（補正）を踏まえた評価等を本評価書に反映し、2023 年 7 月 12 日に原子力発電保安運営委員会において審議を行い、その後 2023 年 7 月 14 日に原子力発電保安委員会において審議を実施した。

また、審査を踏まえた本評価書の一部補正について、2023 年 12 月 19 日に原子力発電保安運営委員会において審議を行い、その後、2023 年 12 月 19 日に原子力発電保安委員会において審議を実施した。

#### 3.2 評価の実施に係る工程管理

高経年化対策実施ガイド等に基づき、運転開始後 29 年を経過する日までに保安規定変更認可申請を行うべく工程管理を実施した。

さらに、工事計画認可申請（補正）を踏まえた評価等を本評価書に速やかに反映すべく、工程管理を実施した。

具体的な実施工程を資料 3-2 に示す。

#### 3.3 評価において協力した事業者の管理に関する事項

島根 2 号炉の高経年化技術評価において、対象機器の定量評価業務をプラントメーカーである日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社へ委託した。

また、プラントメーカー以外の納入設備として、雑固体廃棄物焼却設備および雑固体廃棄物処理設備については日本ガイシ株式会社へ、一部の熱交換器および容器については株式会社

横浜 W&E へ委託した。

これらの委託は社内規定類に基づき発注を行っており、当社はこの委託によって提出された報告書等の内容について確認している。

### 3.4 評価記録の管理に関する事項

管理すべき文書・品質記録については、社内規定類に文書・品質記録の内容、保管期間、所管箇所を定めている。なお、主なものは以下のとおりである。

文書・品質記録の内容	文書・品質記録の分類	記録の保管期間	所管箇所
島根原子力発電所2号炉高経年化技術評価報告書作成に係る実施計画書（30年目）	品質記録	次回高経年化技術評価が終了するまで	保修部 (保修技術)
高経年化技術評価書	品質記録	廃止措置終了後、原子力規制委員会の確認を受けるまで	保修部 (保修技術)

### 3.5 評価に係る教育訓練に関する事項

高経年化技術評価を実施する力量については、「島根原子力発電所高経年化対策実施手順書」で要求する力量を定め、評価を実施する発電所設備主管担当は、施設管理の業務経験等を勘案し業務に精通している者を選任し、評価業務に従事させている。

纏め者および担当者の具体的な力量水準については、「力量および教育訓練基本要領」，「原子力部門 教育訓練手順書」および「島根原子力発電所土木建築関係 力量および教育訓練手順書」で管理されている所属員のうち「管理」以上の者を纏め者として、該当設備を担当する者または「中級」以上の者を担当者として指名している。

なお、教育・訓練については、「力量および教育訓練基本要領」，「原子力部門 教育訓練手順書」および「島根原子力発電所土木建築関係 力量および教育訓練手順書」に基づき実施している。

さらに、纏め者および担当者に対して、保修部（保修技術）が具体的な評価方法や手順、評価にあたっての留意事項等について周知するとともに、情報共有することにより各担当者の力量の維持・向上に努めている。





4. 高経年化技術評価の実施年月日および高経年化技術評価を実施した者の氏名

4.1 高経年化技術評価の実施年月日

2023年12月20日

4.2 高経年化技術評価を実施した者の氏名

中国電力株式会社

島根原子力発電所長

岩崎 晃

## 5. 高経年化技術評価の実施手順

高経年化対策実施ガイド等および（社）日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」などに準拠した「島根原子力発電所高経年化対策実施手順書」に基づいて、原子力発電所を構成する機器・構造物を対象に経年劣化事象の抽出および評価を実施するとともに、追加すべき保全策を取り纏め、長期施設管理方針を策定した。

具体的な高経年化技術評価手順について、「技術評価」およびその結果を踏まえて実施する「耐震安全性評価」，「耐津波安全性評価」に区分して以下に示す。

### 5.1 高経年化技術評価の対象とした機器・構造物

技術評価では島根2号炉の安全上重要な機器・構造物（「実用炉規則」第82条で定める機器・構造物）を評価対象とした。

具体的には、「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（1990年8月30日原子力安全委員会決定）」において定義されるクラス1, 2および3の機能を有する機器・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および構造物を含む。）ならびに常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物とし、基本図面集（P&ID），工事計画認可申請書，展開接続図（ECWD）等を基に抽出した。

対象機器について、運転を断続的に行うことを前提とした評価（以下、「断続的運転評価」という。）および冷温停止状態が維持されることを前提とした評価（以下、「冷温停止状態維持評価」という。）の各々について抽出した。

なお、供用に伴う消耗が予め想定される部品であって、長期使用せず取替を前提とするもの、または機器分解点検等に伴い必然的に交換されるものは消耗品として評価対象から除外している。また、耐用期間（時間）内に計画的に取り替えることを前提とする機器であり、交換基準が社内基準等により定められているものについても、定期取替品として評価対象から除外している。

## 5.2 高経年化技術評価の個別実施手順

### 5.2.1 機器のグループ化および代表機器の選定

評価にあたっては、選定された機器をポンプ、熱交換器、ポンプモータ、容器、配管、弁、炉内構造物、ケーブル、タービン設備、コンクリートおよび鉄骨構造物、計測制御設備、空調設備、機械設備、電源設備の14機種に分類し、機種毎に以下の手順により評価した。

選定された評価対象機器について合理的に評価するため、構造（型式等）、使用環境（内部流体等）、材質等によりグループ化し、グループ毎に重要度、使用条件、運転状態等を考慮して評価グループ内の代表機器（以下、「代表機器」という。）を選定し、代表機器で評価した結果をグループ内の全機器に展開するという手法で全ての機器について評価を実施した。ただし、代表機器の評価結果をそのまま展開できない経年劣化事象については、個別に評価を実施した。

なお、グループ化および代表機器の選定にあたっては、断続的運転評価および冷温停止状態維持評価の各々の対象機器について実施した。

### 5.2.2 経年劣化事象の抽出

技術評価を実施するにあたっては、安全機能を有する機器・構造物に想定される全ての経年劣化事象の中から、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を抽出する必要があるが、過去に高経年化技術評価を実施したプラントの実績を纏めた（社）日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008，2010（追補1），2011（追補2），2015，2016（追補1），2017（追補2），2018（追補3），2019（追補4），2021および2022（追補1）」の附属書A「経年劣化メカニズムまとめ表」を基にして、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を抽出した。

#### (1) 国内外の原子力プラントの運転経験の反映および最新の技術的知見の反映

経年劣化事象の抽出にあたっては、これまで実施した島根原子力発電所1号炉（以下、「島根1号炉」という。）を含む先行評価プラントの技術評価書を参考にするとともに、それ以降2011年4月～2023年3月の国内外の運転経験や研究、原子力規制委員会指示文書等によって新たに得られた知見を反映した。経年劣化に関する知見は運転経験および最新の技術的知見を合わせて1639件抽出されたが、経年劣化事象の選定・抽出において、「経年劣化メカニズムまとめ表」に加え新たに考慮した運転経験および最新の技術的知見はなかった。

国内のトラブル情報としては、（社）原子力安全推進協会が運営する原子力施設情報公開ライブラリーにおいて公開されている事例のうち、法律、通達対象および保全品質情報を含んでいる。

海外のトラブル情報は、Bulletin（通達）等のNRC（米国原子力規制委員会；Nuclear Regulatory Commission）情報を含んでいる。

また、島根2号炉の技術評価において検討対象とした主な原子力安全・保安院および原子力規制委員会指示文書等を以下に示す。なお、改正については、最新の改正状況を記載する。

- ①「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」の制定、一部改正について（制定：平成25年6月19日 原規技発第1306194号、一部改正：令和4年9月14日 原規技発第2209146号）
- ②「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制定、一部改正について」（制定：平成25年6月19日 原管P発第1306198号、一部改正：令和2年3月31日 原規規発第20033110号）
- ③「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制定、一部改正について」（制定：平成25年7月8日 原管P発第1307081号、一部改正：令和2年3月31日 原規規発第20033110号）
- ④「実用発電用原子炉及びその付属施設における破壊を引き起こす亀裂その他欠陥の解釈の制定について」（制定：平成26年8月6日 原規技発第1408063号、一部改正：令和3年7月21日 原規技発第2107219号）

その他、島根2号炉の高経年化技術評価において、検討対象とした国の定める技術基準、（社）日本機械学会、（社）日本電気協会および（社）日本原子力学会等の規格・基準類並びに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のうち、新たに考慮した主な情報を以下に示す。

- ①（社）日本機械学会 発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法（2009年版）  
（JSME S NF1-2009 2010年2月発行）
- ②（社）日本電気協会 原子炉構造材の監視試験方法 [2010 追補版]  
（JEAC 4201-2007 2010年11月発行）
- ③（社）日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2010 追補 1  
（AESJ-SC-P005:2010(Amd. 1) 2010年9月発行）
- ④（社）日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2011 追補 2  
（AESJ-SC-P005:2011(Amd. 2) 2012年6月発行）
- ⑤（社）日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2012 追補 3  
（AESJ-SC-P005:2012(Amd. 3) 2012年12月発行）
- ⑥（社）日本電気協会 原子炉構造材の監視試験方法 [2013 追補版]  
（JEAC 4201-2007 2014年5月発行）
- ⑦（独）原子力安全基盤機構 原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド  
（JNES-RE-2013-2049 2014年2月発行）
- ⑧（社）日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2015  
（AESJ-SC-P005:2015 2016年3月発行）
- ⑨（社）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  
（AESJ-SC-P005:2016(Amd. 1) 2016年12月発行）

- ⑩ (社) 日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2017 追補 2  
(AESJ-SC-P005:2017(Amd. 2) 2018年11月発行)
- ⑪ (社) 日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2018 追補 3  
(AESJ-SC-P005:2018(Amd. 3) 2019年7月発行)
- ⑫ (社) 日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2019 追補 4  
(AESJ-SC-P005:2019(Amd. 4) 2020年2月発行)
- ⑬ (社) 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(本体(2021)) 2021年11月発行)
- ⑭ (社) 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 追補 1  
(AESJ-SC-P005:2022(Amd. 1) 2022年9月発行)
- ⑮ NRA 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)
- ⑯ NRA 技術報告 重大事故環境下におけるケーブルの絶縁特性の分析 (NTEC-2019-1002)

(2) 機器・構造物毎に発生が否定できない経年劣化事象

経年劣化事象の選定は以下の二段階で実施した。

① 第一段階

- ・「経年劣化メカニズムまとめ表」により、原子力発電プラントに想定される経年劣化事象を抽出した。
- ・「経年劣化メカニズムまとめ表」作成・改訂時期以降の運転経験や、機器の構造の違いから「経年劣化メカニズムまとめ表」に記載された経年劣化事象以外に抽出された経年劣化事象を反映した。

② 第二段階

各機器個別の条件を踏まえ、部位毎に想定される経年劣化事象を抽出した。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

前項で選定した安全機能を有する機器・構造物に想定される全ての経年劣化事象の中から、以下の条件に該当する経年劣化事象について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、これらに該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として抽出した。

このうち以下の分類の①に該当する経年劣化事象は、「主要 6 事象\*」のいずれにも該当しないものであって、2009年1月から施工されたプラント毎の特性に応じた個別の検査の充実を含む新しい検査制度の実績を踏まえ、2.4項で記載した日常的な施設管理において時間経過に伴う特性変化に対応した劣化管理を的確に行うことによって健全性を担保しているものである。結果として、これらが日常劣化管理事象となる。

\*：原子力規制委員会の「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」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」および「コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下」

- ①想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、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
- 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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

#### 5.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対する技術評価

5.2.1 項で選定された代表機器について、下記の手順で技術評価を実施した。

##### a. 健全性評価

代表機器の主要部位と高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の組合せ毎に、その機器を 60 年間使用することを仮定して、解析等の定量的評価、過去の点検実績、修理・取替実績、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。

##### b. 現状保全

評価対象部位に実施している現状保全（点検内容、関連する機能試験内容、補修・取替等）について整理した。

##### c. 総合評価

上記 a, b の内容を踏まえ、現状保全の妥当性等について総合的に評価した。

##### d. 高経年化への対応

60 年間の運転を考慮した場合、現状保全の内容に対して点検・検査等充実すべき項目（追加すべき保全策）、技術開発課題等を抽出した。

### 5.3 耐震安全性評価

#### 5.3.1 耐震安全性評価対象機器

技術評価対象機器と同じとした。

#### 5.3.2 耐震安全性評価手順

##### a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

5.2.2 項 (2) で選定した全ての経年劣化事象について、これらの事象が顕在化した場合、代表機器の振動応答特性または、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、「有意」なものを耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした。

##### b. 耐震安全性評価

前項で抽出された耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象毎に、原則として以下の手順に従って耐震安全性評価を実施した。

- ①設備の耐震重要度分類
- ②設備に作用する地震力の算定
- ③想定される経年劣化事象のモデル化
- ④振動特性解析（地震応答解析）
- ⑤地震荷重と内圧等他の荷重との組合せ
- ⑥許容限界との比較

なお、評価に際しては、「原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984, JEAG4601-1987, JEAG4601-1991 追補版）」等に準じて実施した。

##### c. 保全対策へ反映すべき項目の抽出

上記の検討結果を基に、耐震安全性の観点から高経年化対策に反映すべき項目について検討した。

## 5.4 耐津波安全性評価

### 5.4.1 耐津波安全性評価対象機器

技術評価対象機器のうち津波の影響を受ける浸水防護施設を対象とした。

### 5.4.2 耐津波安全性評価手順

#### a. 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

5.2.2 項 (2) で選定した全ての経年劣化事象のうち 5.4.1 項の対象機器について、これらの事象が顕在化した場合、施設の強度および止水性上、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、「有意」なものを耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした。

#### b. 耐津波安全性評価

前項で抽出された耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象毎に、耐津波安全性評価を実施した。

#### c. 保全対策へ反映すべき項目の抽出

上記の検討結果を基に、耐津波安全性の観点から高経年化対策に反映すべき項目について検討した。

以上、高経年化技術評価における評価フローについて資料5-1 および資料5-2 に示す。

## 5.5 冷温停止状態維持の技術評価

冷温停止状態維持評価における高経年化技術評価フローを資料 5-3 に、冷温停止状態維持評価対象の抽出フローを資料 5-4 に、冷温停止状態維持を前提とした経年劣化事象の抽出フローを資料 5-5 に示す。抽出された冷温停止状態維持に必要な設備、断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対して冷温停止状態の維持を前提とした場合における劣化の発生・進展に関する整理を実施し、その結果を基に冷温停止状態を前提とした評価（以下、「冷温停止を踏まえた再評価」という。）を以下の手順で実施した。

### 5.5.1 代表機器の選定

冷温停止状態維持に必要な設備を考慮して、断続的運転を前提とした技術評価における代表機器を本検討の代表機器として選定した。

### 5.5.2 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

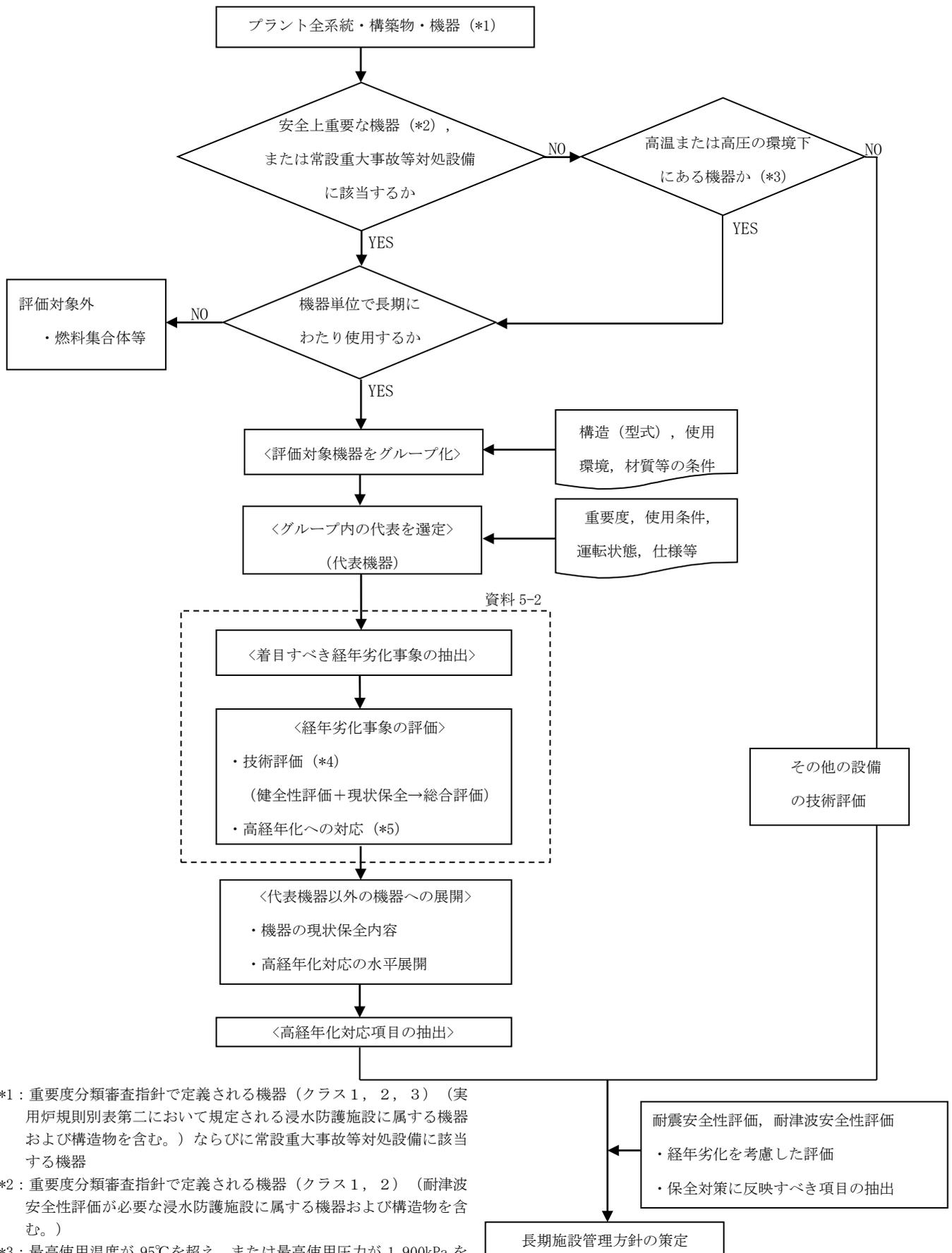
断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対して、冷温停止状態の維持を前提とした場合における劣化の発生・進展に関する整理を実施し、冷温停止状態の維持を前提とした場合において、発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象を抽出した\*。その結果、より厳しくなることが想定される経年劣化事象が抽出された場合には、冷温停止状態を踏まえた再評価を実施した。

なお、保全対策に反映すべき項目の有無についてあわせて検討した。

\*：運転を断続的に行うことを前提とした評価における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象以外の事象が、冷温停止状態が維持されることを前提とした評価において着目すべき経年劣化事象となる場合はそれらもあわせて抽出した。なお、プラント通常運転において要求のある機能に対する経年劣化事象であるが、冷温停止状態維持を前提とした場合に要求がなくなるものは対象外とした。

### 5.5.3 評価対象機器全体への展開

代表機器の評価結果を踏まえ、冷温停止状態の維持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。その結果、より厳しくなることが想定される経年劣化事象が抽出された場合には、冷温停止を踏まえた再評価を実施した。なお、保全対策に反映すべき項目があるかもあわせて検討した。



\*1：重要度分類審査指針で定義される機器（クラス1，2，3）（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および構築物を含む。）ならびに常設重大事故等対処設備に該当する機器

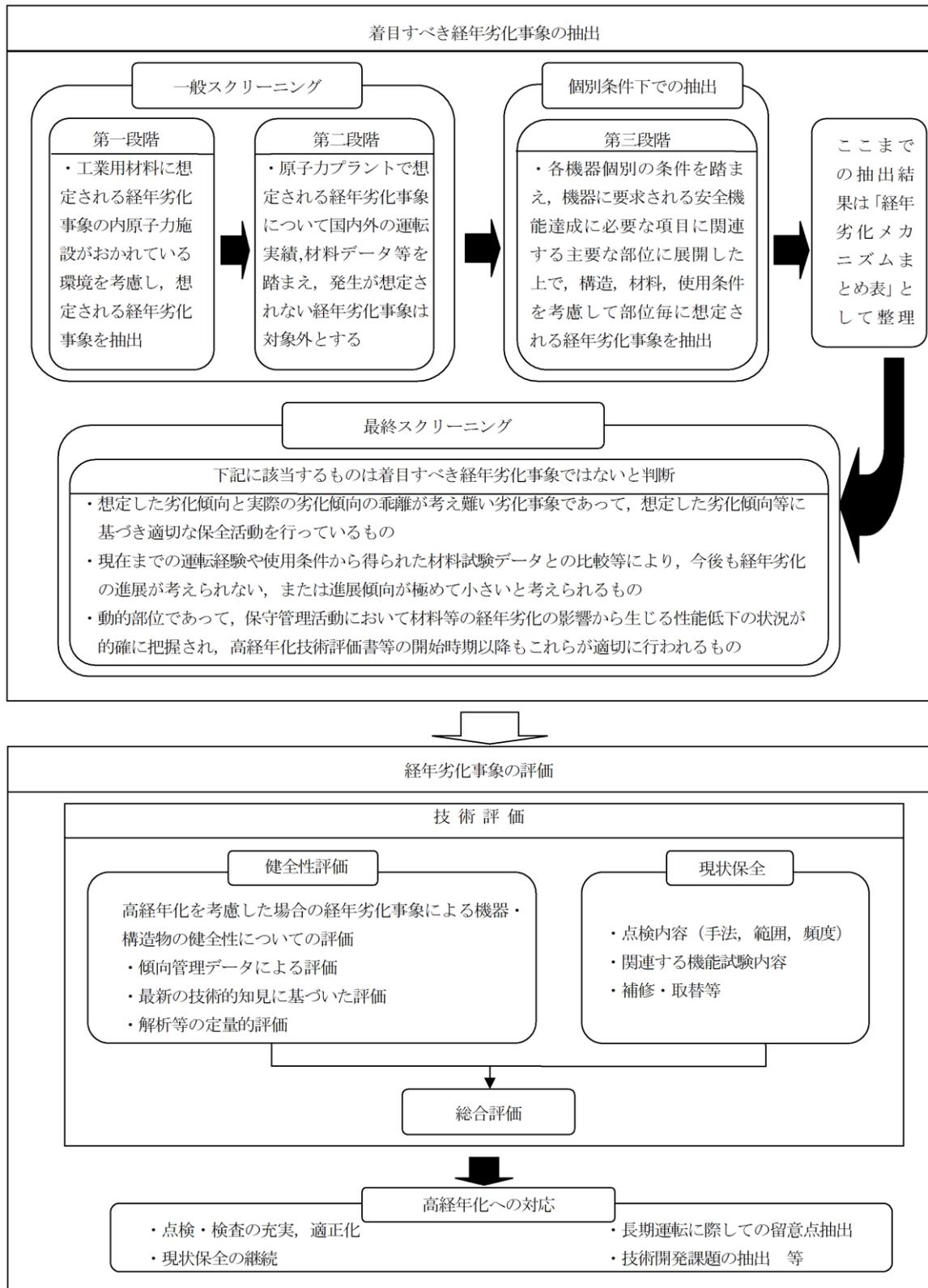
\*2：重要度分類審査指針で定義される機器（クラス1，2）（耐津波安全性評価が必要な浸水防護施設に属する機器および構築物を含む。）

\*3：最高使用温度が95℃を超え，または最高使用圧力が1,900kPaを超える機器であって原子炉格納容器外にあるもの

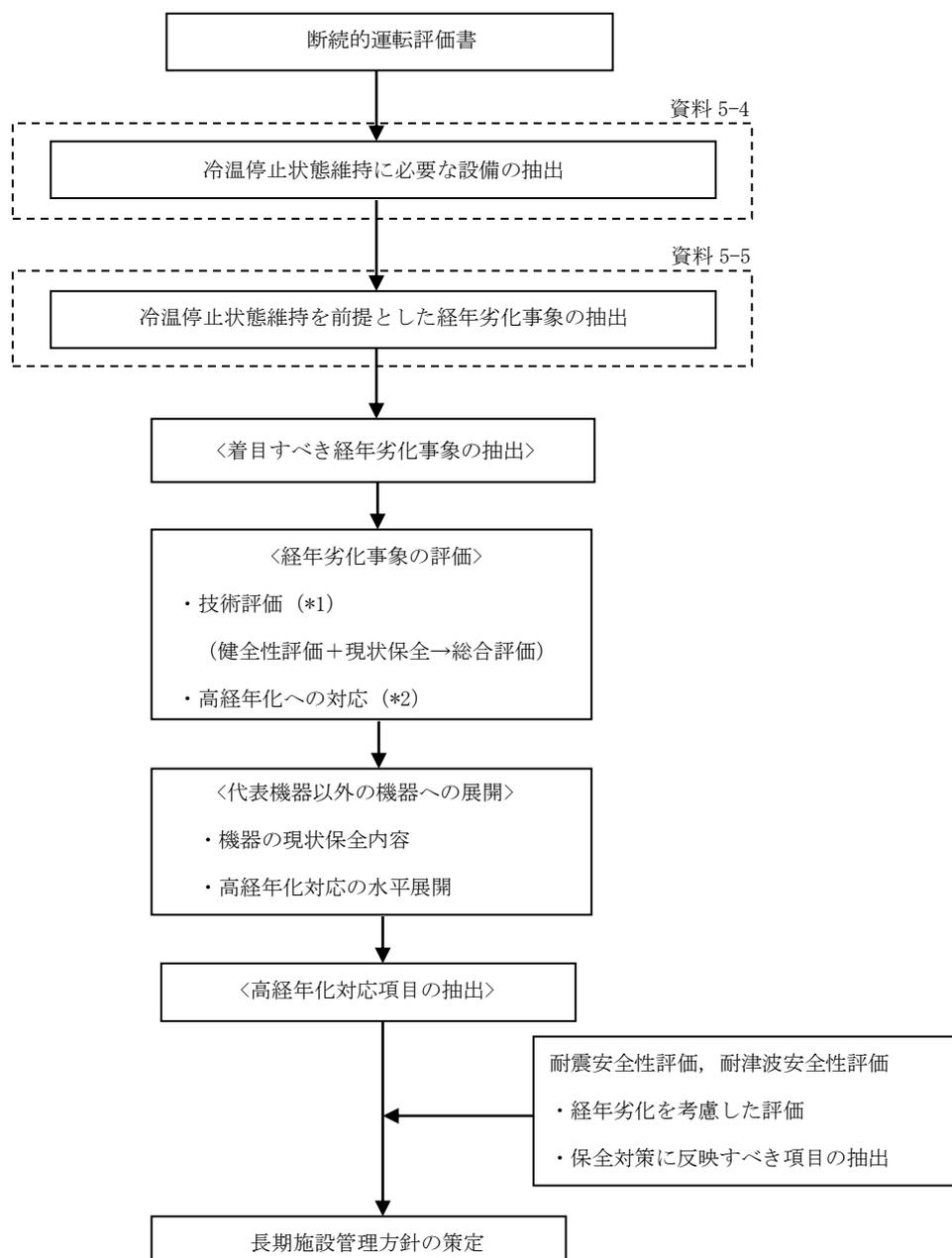
\*4：システムレベルの機能確認を含む

\*5：高経年化対応としての保全のあり方，技術開発課題を検討する

資料 5-1 高経年化技術評価フロー



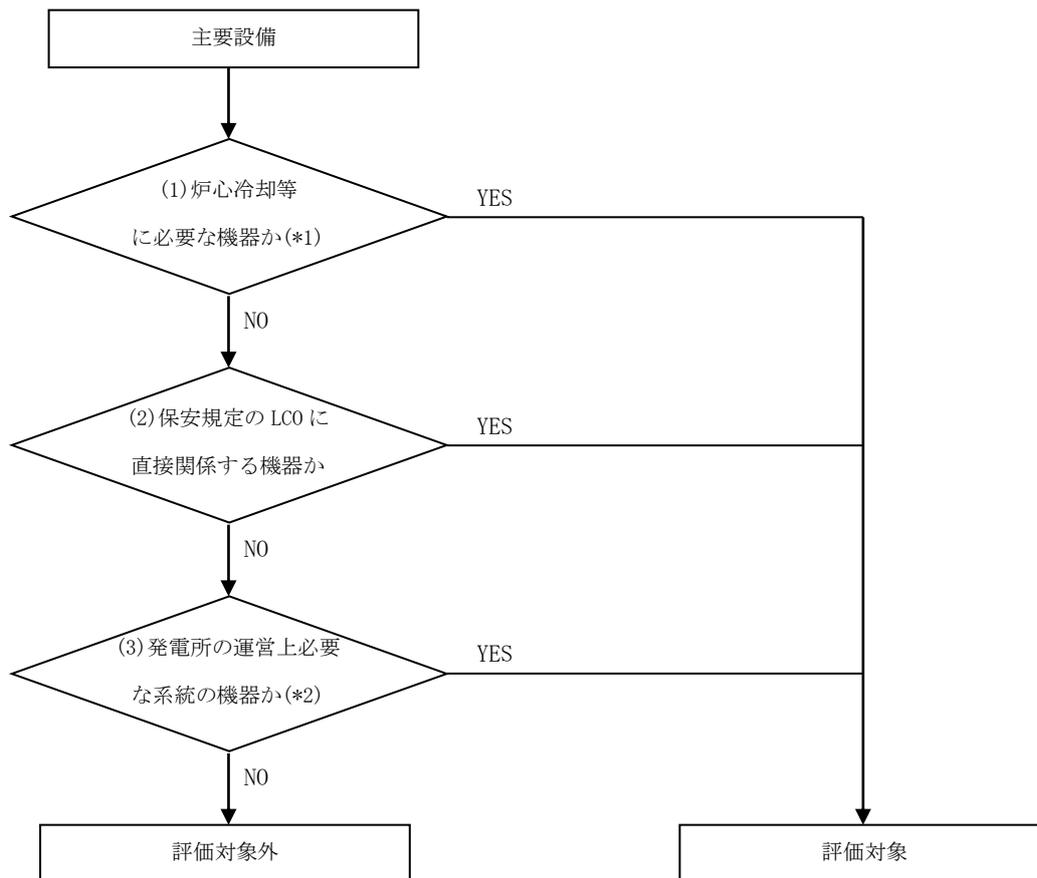
資料 5-2 経年劣化事象の抽出および技術評価手順フロー



\*1：系統レベルの機能確認を含む

\*2：高経年化対応としての保全のあり方，技術開発課題を検討する

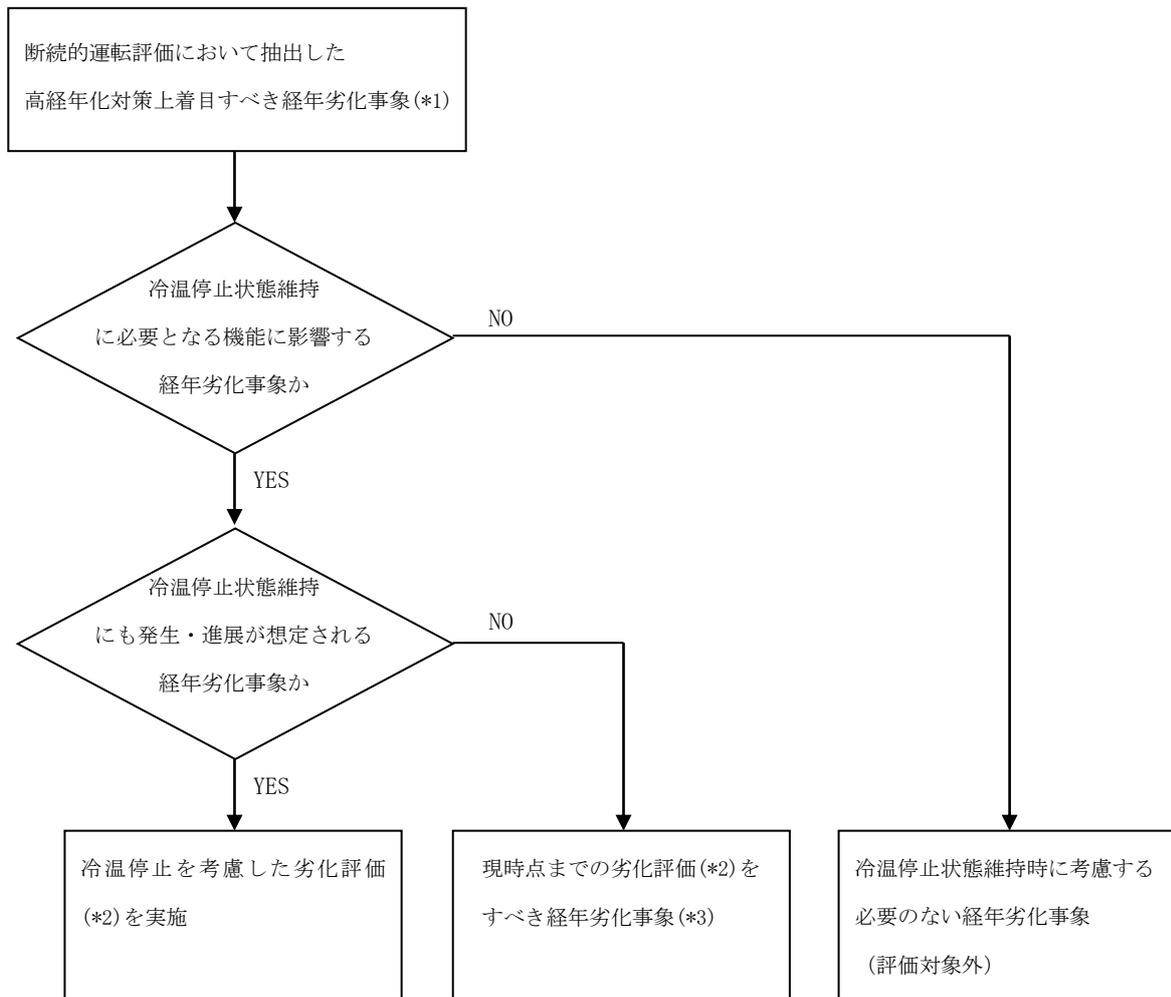
資料 5-3 高経年化技術評価フロー（冷温停止状態維持評価）



\*1：設備別運転要領書を基に判断する。

\*2：(1), (2)に関する機器について，Sheet2（系統機能および系統の保全重要度決定表）の情報を参考に判断する。

資料 5-4 冷温停止状態維持評価対象の抽出フロー



- \*1：断続的運転評価において着目すべき経年劣化事象ではない事象が冷温停止維持時に着目すべき経年劣化事象になる場合はそれらも合わせて抽出する。
- \*2：プラント通常運転時に起きうる設計基準事故時の評価は要しない。
- \*3：高経年化技術評価対象外の事象であるが、耐震安全性評価の前提条件として必要となるため、現時点までの評価を実施する。

資料 5-5 冷温停止状態維持を前提とした経年劣化事象の抽出フロー

## 6. 健全性評価結果

本章では、重要度分類指針クラス 1 および 2 の機能を有する機器・構造物ならびにクラス 3 の機能を有する高温・高圧環境下にある機器・構造物（耐津波安全性評価が必要な浸水防護施設に属する機器および構造物を含む。）ならびに常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物に係る技術評価結果および耐震安全性評価結果の概要を記載している。

なお、各機器の詳細な評価結果については、別冊に纏めている。

### 6.1 技術評価結果

本章においては、各機器における技術評価結果を以下の項目に纏めている。

- 6.1.1 ポンプ
- 6.1.2 熱交換器
- 6.1.3 ポンプモータ
- 6.1.4 容器
- 6.1.5 配管
- 6.1.6 弁
- 6.1.7 炉内構造物
- 6.1.8 ケーブル
- 6.1.9 タービン設備
- 6.1.10 コンクリートおよび鉄骨構造物
- 6.1.11 計測制御設備
- 6.1.12 空調設備
- 6.1.13 機械設備
- 6.1.14 電源設備

### 6.1.1 ポンプ

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

- a. 疲労割れ
  - ・ケーシングの疲労割れ
- b. 絶縁特性低下
  - ・固定子コイルおよび口出線・接続部品等の絶縁特性低下
- c. 熱時効
  - ・ケーシングの熱時効

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

#### [a. 疲労割れ]

- ・原子炉再循環ポンプのケーシングは、プラントの起動・停止時等に生じる圧力・温度変化による疲労割れが想定されるが、設計・建設規格に基づく評価に加え、使用環境を考慮した疲れ累積係数の評価を行った結果、60年時点でも許容値以下であることを確認しており、評価期間において、疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。疲労割れは、定期的な目視確認等により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していくとともに、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。

#### [b. 絶縁特性低下]

- ・潤滑油ユニットの低圧モータは固定子コイルおよび口出線・接続部品等は絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

#### [c. 熱時効]

- ・原子炉再循環ポンプのケーシングの材料はステンレス鋳鋼であり、最高使用温度が250℃以上あることから、熱時効による靱性低下等の機械的特性が変化することが想定される。靱性が低下した状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し、不安定破壊を引き起こす可能性があるが、破壊力学的手法を用いた熱時効後のき裂の安定性評価の結果、不安定破壊することがないことを確認しており、評価期間において、熱時効が問題となる可能性はないと判断する。熱時効は、定期的な目視確認等によりき裂の検知が可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

#### 6.1.2 熱交換器

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 6.1.3 ポンプモータ

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

#### a. 絶縁特性低下

- ・ 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

#### [a. 絶縁特性低下]

- ・ 原子炉補機冷却水系等の高圧ポンプモータは、固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、急激に絶縁特性が低下する可能性は小さい。  
絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。
- ・ ほう酸水注入系等の低圧ポンプモータは、固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

#### 6.1.4 容器

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

- a. 中性子照射脆化
  - ・原子炉圧力容器円筒胴の中性子照射脆化
- b. 疲労割れ
  - ・原子炉圧力容器ノズル等の疲労割れ
  - ・原子炉格納容器ベント管ベローズの疲労割れ
  - ・配管貫通部ベローズの疲労割れ
- c. 絶縁特性低下
  - ・電気ペネトレーションシール材等の絶縁特性低下
- d. その他
  - ・電気ペネトレーションシール材等の劣化による気密性の低下

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

##### [a. 中性子照射脆化]

- ・原子炉圧力容器の円筒胴は、中性子照射脆化が想定されるが、運転開始後 60 年時点の累積中性子照射量を考慮した最低使用温度および上部棚吸収エネルギーの評価結果から、中性子照射脆化が問題となる可能性は小さい。  
また、中性子照射脆化は監視試験および中性子照射脆化予測式で把握可能であり、脆性破壊の起点となるような欠陥は、定期的な超音波探傷試験等で検知可能であることから、引き続き現状保全を継続していくとともに、今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して第 3 回監視試験の実施計画を策定する。

##### [b. 疲労割れ]

- ・原子炉圧力容器のノズル等は、プラントの起動・停止時等に生じる圧力・温度変化による疲労割れが想定されるが、設計・建設規格に基づく疲れ累積係数の評価を行うとともに、給水用ノズルおよび下鏡に対しては環境を考慮した評価も行い、疲れ累積係数は 60 年時点でも許容値以下であることを確認しており、評価期間において、疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。  
疲労割れは、漏えい試験等により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していくとともに、実績過渡回数を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。
- ・原子炉格納容器のベント管ベローズは、プラントの起動・停止等に生じる圧力・温度変化による疲労割れが想定されるが、設計・建設規格に基づく疲れ累積係数の評価を行った結果、60 年時点でも許容値以下であることを確認しており、評価期間において、疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。  
疲労割れは、原子炉格納容器漏えい率試験により検知可能であるため、引き続き現状保

全を継続していくとともに、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。

- ・原子炉格納容器の配管貫通部のベローズは、プラントの起動・停止等に生じる圧力・温度変化による疲労割れが想定されるが、設計・建設規格に基づく疲れ累積係数の評価を行った結果、60 年時点でも許容値以下であることを確認しており、評価期間において、疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。

疲労割れは、原子炉格納容器漏えい率試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していくとともに、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。

[c. 絶縁特性低下]

- ・モジュール型核計装用電気ペネトレーションのシール材等は、材料が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、急激に絶縁特性が低下する可能性は小さい。

絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

[d. その他]

- ・モジュール型核計装用電気ペネトレーションのシール材等は、材料が有機物であり気密性低下が想定されるが、事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、急激に気密性が低下する可能性は小さい。

気密性の低下は、定期的な原子炉格納容器漏えい率試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

#### 6.1.5 配管

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

##### a. 疲労割れ

- ・配管の疲労割れ

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

##### [a. 疲労割れ]

- ・原子炉再循環系配管等には、プラントの起動・停止時等に生じる温度・圧力変化による疲労割れが想定されるが、設計・建設規格に基づく評価に加え、使用環境を考慮した疲れ累積係数の評価を行った結果、60年時点でも許容値以下であることを確認しており、評価期間において、疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。  
疲労割れは、定期的な漏えい試験等により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していくとともに、実績過渡回数を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。

## 6.1.6 弁

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

- a. 疲労割れ
  - ・弁箱の疲労割れ
- b. 熱時効
  - ・弁箱等の熱時効
- c. 絶縁特性低下
  - ・固定子コイルおよび口出線・接続部品等の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

### [a. 疲労割れ]

- ・原子炉再循環ポンプ出口弁等の弁箱には、プラントの起動・停止時に生じる温度・圧力変化による疲労割れが想定されるが、設計・建設規格に基づく評価に加え、使用環境を考慮した疲れ累積係数の評価を行った結果、60年時点でも許容値以下であることを確認しており、評価期間において、疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。

疲労割れは、定期的な目視確認により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していくとともに、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。

### [b. 熱時効]

- ・原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱等の材料はステンレス鋳鋼であり、最高使用温度が250℃以上あることから、熱時効による靱性低下等の機械的特性が変化することが想定される。靱性が低下した状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し、不安定破壊を引き起こす可能性があるが、評価条件が厳しい原子炉再循環ポンプケーシングにおいて、破壊力学的手法を用いた熱時効後のき裂の安定性評価の結果、不安定破壊することがないことを確認しており、評価期間において、熱時効が問題となる可能性はないと判断する。

熱時効は、定期的な目視確認等によりき裂の検知が可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

### [c. 絶縁特性低下]

- ・電動弁用駆動部は、固定子コイルおよび口出線・接続部品等の絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、急激に絶縁特性が低下する可能性は小さい。

絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

### 6.1.7 炉内構造物

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

- a. 照射誘起型応力腐食割れ
  - ・ 炉心シュラウド等の照射誘起型応力腐食割れ
- b. 疲労割れ
  - ・ 炉心シュラウド等の疲労割れ

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

#### [a. 照射誘起型応力腐食割れ]

- ・ 炉心シュラウド等は材料がステンレス鋼であり、中性子照射環境下にあることから、照射誘起型応力腐食割れが想定されるが、溶接部については表面の引張応力の低減を図っている。

照射誘起型応力腐食割れは、維持規格等に基づく定期的な目視確認等により健全性の維持が可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

なお、上部格子板に対しては、グリッドプレートのき裂の検出精度を高めた目視確認を実施していく。

#### [b. 疲労割れ]

- ・ 炉心シュラウド等は、プラントの起動・停止時等に生じる圧力・温度変化による疲労割れが想定されるが、設計・建設規格に基づく評価に加え、使用環境を考慮した疲れ累積係数の評価を行った結果、許容値以下であることを確認しており、評価期間において、疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。

疲労割れは維持規格等に基づく定期的な目視確認等により健全性の維持が可能であるため、引き続き現状保全を継続していくとともに、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。

### 6.1.8 ケーブル

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

#### a. 絶縁特性低下

- ・絶縁体等の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

#### [a. 絶縁特性低下]

- ・高圧ケーブル等は、絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、急激に絶縁特性が低下する可能性は小さい。

絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定等により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

低圧ケーブルのうち、難燃 PN ケーブルについては評価寿命までの取替または実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験を行うこととする。

- ・端子台接続および同軸コネクタは、絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果等から、急激に絶縁特性が低下する可能性は小さい。

絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定等により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

#### 6.1.9 タービン設備

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

##### a. 絶縁特性低下

- ・ 固定子コイルおよび口出線・接続部品等の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象についての評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

##### [a. 絶縁特性低下]

- ・ 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンの付属装置である真空ポンプ等の低圧モータは固定子コイルおよび口出線・接続部品等は絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

#### 6.1.10 コンクリートおよび鉄骨構造物

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

- a. コンクリート構造物の強度低下
  - ・中性化等による強度低下
- b. コンクリートの遮へい能力低下
  - ・熱による遮へい能力の低下

これらの経年劣化事象についての評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

##### [a. コンクリート構造物の強度低下]

- ・コンクリート構造物は、熱、放射線照射、中性化、塩分浸透および機械振動により強度低下が想定されるが、文献データ、実機コンクリートの強度測定結果等から急激に強度が低下する可能性は小さい。  
中性化等による強度低下は、定期的な強度測定等により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

##### [b. コンクリートの遮へい能力低下]

- ・コンクリートは、放射線照射に起因する内部発熱等でコンクリート中の水分が逸散することにより、放射線に対する遮へい能力低下が想定されるが、放射線照射量が最も大きく高温となるガンマ線遮へいコンクリートの最高温度は、コンクリート遮へい体の設計における制限値を十分に下回っていることから、遮へい能力が低下する可能性は小さい。  
遮へい能力低下は、日常的な放射線量の監視により確認可能であるため、引き続き監視を継続していく。

#### 6.1.11 計測制御設備

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

- a. 絶縁特性低下
  - ・温度検出器の絶縁特性低下
- b. その他
  - ・圧力伝送器等の特性変化

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

##### [a. 絶縁特性低下]

- ・温度検出器の封止材は有機物であり、封止性が低下し、絶縁素材に水分が浸入した場合に絶縁特性低下が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、急激に絶縁特性が低下する可能性は小さい。  
絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

##### [b. その他]

- ・圧力伝送器等は長期使用による検出部の変形等により、特性変化が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、著しく特性が変化する可能性は小さい。  
特性変化は、定期的な特性試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。
- ・水位検出器は長期使用による検出部の汚損等により、特性変化が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、著しく特性が変化する可能性は小さい。  
特性変化は、定期的な特性試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。
- ・前置増幅器は長期使用による電気回路の不良に起因した特性変化が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、著しく特性が変化する可能性は小さい。  
特性変化は、定期的な特性試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。
- ・放射線検出器は長期使用による電気回路の不良に起因した特性変化が想定されるが、実機同等品による事故時雰囲気等を考慮した長期健全性試験の結果から、著しく特性が変化する可能性は小さい。  
特性変化は、定期的な特性試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続し

ていく。

#### 6.1.12 空調設備

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

##### a. 絶縁特性低下

- ・ 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象についての評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

##### [a. 絶縁特性低下]

- ・ 冷凍機用圧縮機等の高圧モータは、固定子コイルおよび口出線・接続部品は絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。
- ・ 中央制御室送風機等の低圧モータは、固定子コイルおよび口出線・接続部品は絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。
- ・ 電動弁用駆動部は、固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、定期的に絶縁抵抗測定を行うこととしている。

### 6.1.13 機械設備

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

- a. 応力腐食割れ
  - ・制御材被覆管等の照射誘起型応力腐食割れ
- b. 絶縁特性低下
  - ・固定子コイルおよび口出線・接続部品等の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

#### [a. 応力腐食割れ]

- ・制御材被覆管等はステンレス鋼を用いており、中性子照射要因、応力要因および環境要因により照射誘起型応力腐食割れが想定されるが、運用基準に基づく制御棒の取替、定期事業者検査毎の停止余裕検査および制御棒駆動機構の機能確認を実施していくことで、機能上の観点から健全性の確認は可能と判断したため、引き続き現状保全を継続していく。

#### [b. 絶縁特性低下]

- ・燃料取替機等の低圧モータは、固定子コイルおよび口出線・接続部品等は絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。
- ・原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の電動駆動部は、固定子コイルおよび口出線・接続部品は絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、定期的に絶縁抵抗測定を行うこととしている。

#### 6.1.14 電源設備

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下に示す。

##### a. 絶縁特性低下

- ・回転子コイル等の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象に係る評価結果および高経年化への対応（現状保全を継続すべき項目および現状保全に新たに加えるべき項目）の概要を以下に示す。

##### [a. 絶縁特性低下]

- ・非常用ディーゼル発電設備の回転子コイル等は、絶縁物が有機物であり絶縁特性低下が想定されるが、絶縁特性低下は、定期的な絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続していく。

## 6.2 耐震安全性評価結果

5.3.2 項に示す評価方法に従って抽出された耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の主な評価結果を以下に示す。

なお、各機器に共通するものは経年劣化事象毎に整理した。

### [a. 中性子照射脆化]

原子炉圧力容器円筒胴板（炉心領域）等に軸方向、周方向の両方の欠陥および運転開始後 60 年時点での中性子照射脆化を想定し、地震を考慮しても、原子炉圧力容器の運転範囲の制限に対して十分裕度があることを確認した。

### [b. 低サイクル疲労]

低サイクル疲労割れについては、対象機器におけるこれまでの過渡回数より想定した運転開始後 60 年時点での疲れ累積係数（接液部は環境を考慮）と地震時の疲れ累積係数の合計値が許容値以下であることを確認した。

### [c. 熱時効]

原子炉再循環ポンプの熱時効を考慮したき裂の安定性評価の結果、不安定破壊することがないことを確認した。

### [d. 摩耗]

摩耗による排ガス予熱器の伝熱管外面の減肉に対して、管理値まで一様減肉した場合を想定し評価した結果、地震時の発生応力は許容応力を下回り、耐震安全性に問題ないことを確認した。

### [e. 腐食（流れ加速型腐食）]

腐食（流れ加速型腐食）は、配管および熱交換器に耐震管理厚さ（=min（40 年目の想定厚さ、公称板厚の 80%の厚さ））までの減肉または一定量の減肉を想定し、地震時の発生応力または疲れ累積係数が許容値以下であることを確認した。

なお、耐震補強工事を実施中であることから、評価については耐震補強を反映したモデルに対して実施した。

### [f. 腐食（基礎ボルト）]

基礎ボルト（含むケミカルアンカ、メカニカルアンカ）に対して、基礎ボルトのコンクリート直上部に運転開始後 60 年時点での腐食量の一様減肉を想定し、評価用地震力が作用した場合の発生応力が許容応力を下回ることを確認した。

## 6.3 耐津波安全性評価結果

各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

- 6.4 冷温停止状態維持を前提とした機器・構造物の技術評価結果  
各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。
- 6.5 冷温停止状態維持を前提とした耐震安全性評価結果  
各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。
- 6.6 冷温停止状態維持を前提とした耐津波安全性評価結果  
各部位に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。
- 6.7 評価の結果に基づいた補修等の措置  
本技術評価結果を提出する以前に健全性評価に基づき実施した補修等はない。

## 7. 今後の高経年化対策

高経年化技術評価結果により、今後の高経年化対策として充実すべき課題等を抽出した。

### 7.1 長期施設管理方針の策定

#### (1) 現状の施設管理の評価結果

高経年化技術評価結果から、大部分の機器については現状の保全を継続することにより、機器の長期健全性が確保されることを確認した。

しかしながら、一部の機器については、今後の高経年化を考慮した場合、現状の保全項目に加えて充実すべき項目が抽出された。

#### (2) 現状の保全項目に加えて充実すべき項目

上記の評価結果を基に、高経年化対策上、現状の保全項目に加えて充実すべき項目として長期施設管理方針を策定した。

なお、冷温停止状態維持評価の結果から、現状の保全策に追加すべき項目は抽出されなかった。

策定した長期施設管理方針を資料 7-1 に示す。

### 7.2 長期施設管理方針の実施

上記 (2) で策定した長期施設管理方針については、島根原子力発電所の保安規定に長期施設管理方針として取入れ、運転開始後 30 年を迎えた 2019 年 2 月 10 日を始期とした 10 年間の適用期間より、計画的に実施していくこととする。

長期施設管理方針の実施にあたっては、各項目の緊急性等を考慮し実施時期を下記のように分類した。

- ・短期：2019 年 2 月 10 日以降の 5 年以内に実施すべきもの

高経年化技術評価結果から実機プラントデータでの確認・評価が早急に必要なもの等

- ・中長期\*：2019 年 2 月 10 日以降の 10 年以内に実施すべきもの、または、策定後から運転開始後 40 年時点までに実施すべきもの

これまでの点検・検査により健全性は確認されているが、検査手法の追加等によりさらに充実を図るもの、または実機データの蓄積により高経年化技術評価の精度向上に資するもの等

\*：初回申請から長期施設管理方針とした項目と補正申請において新たに長期施設管理方針とする項目は、いずれも運転開始後 40 年までに実施する項目であるが、始期の違いがあることから、始期の違いを明確化している。

### 7.3 技術開発課題

高経年化技術評価は、現在までの知見と実績を基に評価を実施したものであるが、点検・検査技術の高度化，ならびに更なる知見の蓄積に努める観点から，今後更に技術開発課題に取り組んでいく必要がある。

現時点では緊急性を有する課題は無いが，今後も，電力研究や高経年化技術評価高度化事業の成果等を活用し，必要なものは保全計画に反映することとしている。

資料7-1 島根2号炉 高経年化対策検討と長期施設管理方針の比較表(1/2)

機種名	機器名 部位名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	追加保全項目		長期施設管理方針		
						保全項目	実施 時期	No	施設管理の項目	実施 時期
ケーブル	難燃 PN ケーブル	絶縁物の絶縁特性低下	難燃 PN ケーブルは 37 年間の運転期間の熱劣化、放射線劣化および事故時雰囲気による劣化を想定した長期健全性試験に基づき長期期間の絶縁物の健全性を評価した。 この結果、37 年間の通常運転および事故時雰囲気において、絶縁特性を維持できると評価できる。	・絶縁抵抗測定 ・機器の動作試験	健全性評価結果より、絶縁物の急激な絶縁特性低下が起こる可能性は小さい。 また、絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定等で検知可能である。	事故時雰囲気内で機能要求されるケーブルについては、評価寿命までの取替または 60 年間の通常運転および事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を実施する。	中長期	1	事故時雰囲気内で機能要求されるケーブル*の絶縁特性低下については、評価寿命までの取替または型式等が同一の実機同等品を用いて 60 年間の通常運転および事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を実施する。  *：難燃 PN ケーブル	中長期**1
容器等	原子力圧力容器等	疲労割れ	運転実績に基づき設定した運転開始後 60 年時点における推定過渡回数を用いて、疲れ累積係数による評価をした結果、運転開始後 60 年時点の疲れ累積係数は許容値を下回り、60 年間の運転において疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。	・目視確認等	健全性評価結果より、60 年時点の疲れ累積係数は許容値を下回り、60 年間の運転において疲労割れが問題となる可能性はないと判断するが、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。	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	2	原子炉圧力容器等*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。  *：疲れ累積係数による低サイクル疲労の評価を実施した全ての機器	中長期**2

資料7-1 島根2号炉 高経年化対策検討と長期施設管理方針の比較表(2/2)

機種名	機器名 部位名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	追加保全項目		長期施設管理方針		
						保全項目	実施 時期	No	施設管理の項目	実施 時期
容器	原子炉圧力容器 の円筒胴	円筒胴の中性 子照射脆化	原子炉圧力容器の円筒胴は、中性子照射脆化が想定されるが、運転開始後60年時点の累積中性子照射量を考慮した最低使用温度および上部棚吸収エネルギーの評価結果から、中性子照射脆化が問題となる可能性は小さい。	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心領域部材 料監視試験</li> <li>超音波探傷試験</li> <li>漏えい試験</li> </ul>	健全性評価結果から、今後も適切な時期に監視試験を実施し、破壊韌性の変化を把握するとともに、JEAC4201の脆化予測式に基づき、漏えい試験時の最低使用温度を管理していくことにより60年の健全性は維持できると判断する。ただし、円筒胴（炉心領域部材）の中性子照射脆化について、今後も定期的に評価していく必要があることから、運転サイクル・中性子照射量を勘案して監視試験の実施計画を策定する。	円筒胴（炉心領域部材）の中性子照射脆化について、今後も定期的に評価していく必要があることから、運転サイクル・中性子照射量を勘案して監視試験の実施計画を策定する。	中長期	3	原子炉圧力容器円筒胴（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3回監視試験の実施計画を策定する。	中長期 <sup>※2</sup>
配管	炭素鋼配管	配管の腐食 （流れ加速型腐食）	耐震管理厚さまで減肉が生じたと想定した配管を評価した結果、発生応力は許容応力を超えないこと、一次+二次応力評価において発生応力が許容応力を超えるものは疲れ累積係数が許容値より十分小さいことを確認した。	<ul style="list-style-type: none"> <li>肉厚測定</li> </ul>	健全性評価結果から評価対象の配管に対して現時点での実機測定データを用いて運転開始後60年間の供用を想定した評価により耐震安全性に問題のないことを確認した。今後も減肉傾向の把握およびデータの蓄積を継続して実施し、減肉進展の実測データを反映した耐震安全性評価を実施する。	今後も減肉傾向の把握およびデータの蓄積を継続して実施し、減肉進展の実測データを反映した耐震安全性評価を実施する。また、設備対策を行った場合は、その内容も反映した耐震安全性評価を実施する。	中長期	4	肉厚測定による実測データに基づき耐震安全性評価を実施した炭素鋼配管の腐食（流れ加速型腐食）については、今後の実測データを反映した耐震安全性評価を実施する。また、設備対策を行った場合は、その内容も反映した耐震安全性評価を実施する。	中長期 <sup>※2</sup>

※1：平成31年2月10日から10年間

※2：策定後から運転開始後40年時点まで

## 8. まとめ

### (1) 総合評価

島根2号炉のプラントを構成する機器・構造物について、高経年化技術評価を実施した結果、大部分の機器・構造物については、現状の保全を継続していくことにより、60年間の運転を仮定しても機器・構造物の健全性が確保される見通しを得た。

また、一部の機器については、高経年化対策上、現状の保全項目に加えて充実すべき項目が抽出されたが、これらについては長期施設管理方針として取り纏め、計画的に実施していく。

### (2) 今後の取り組み

策定した長期施設管理方針については、運転開始後30年を迎えた2019年2月10日を始期とした10年間の適用期間より、計画的に実施していく。

また、今回実施した高経年化技術評価および長期施設管理方針の策定は、現在の最新知見に基づき実施したものであるが、今後以下に示すような運転経験や最新知見等を踏まえ、必要に応じ見直しを実施していく。

- ・材料劣化に係る安全研究の成果
- ・これまで想定していなかった部位等における経年劣化事象が原因と考えられる国内外の事故・トラブル
- ・関係法令の制定および改廃
- ・原子力規制委員会からの指示
- ・材料劣化に係る規格・基準類の制定および改廃
- ・原子炉の運転期間の変更
- ・原子炉の定格熱出力の変更
- ・発電用原子炉の設備利用率（実績）から算出した原子炉容器の中性子照射量
- ・点検，補修，取替の実績

当社は、高経年化対策に関するこれらの活動を通じて、今後とも原子力発電所の安全・安定運転に努めるとともに、安全性・信頼性のより一層の向上に取り組んでいく所存である。