

原子力発第11324号
平成24年 2月15日

愛媛県知事
中村時広殿

四国電力株式会社
取締役社長 千葉 昭

原子炉施設保安規定変更の補正に関する事前連絡について

拝啓 時下益々ご清栄のこととお慶び申し上げます。平素は、弊社事業につきまして格別のご理解とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、題記につきまして、下記のとおり安全協定第10条第1項第1号の規定に基づく事前連絡を致します。

敬 具

記

1. 補正の理由

原子炉施設保安規定変更認可申請後の経済産業省の審査が実施されているが、国の審査の過程における議論を踏まえ、保全の充実が必要と判断したことから、これに従い記載内容を補正する。

2. 変更の概要

平成23年3月11日付事前連絡した原子炉施設保安規定の記載内容の一部を補正する。

以 上

伊方発電所 2号炉

高経年化技術評価書

平成23年3月

(平成24年2月一部変更)

四国電力株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 発電所の概要	3
2. 1 発電所の設備概要	3
2. 2 発電所の経緯	5
2. 3 発電所の保全概要	9
3. 技術評価の実施体制	15
3. 1 評価の実施に係る組織	15
3. 2 評価の方法	15
3. 3 工程管理	15
3. 4 協力会社の管理	15
3. 5 評価記録の管理	16
3. 6 評価に係る教育訓練	16
3. 7 評価年月日	16
3. 8 評価を実施した者の氏名	16
4. 技術評価方法	19
4. 1 技術評価対象機器	19
4. 2 技術評価手順	19
4. 3 耐震安全性評価	23
5. 技術評価結果	27
5. 1 技術評価結果	27
5. 2 耐震安全性評価結果	58
5. 3 評価の結果に基づいた補修等の措置	60
6. 今後の高経年化対策	61
6. 1 長期保守管理方針の策定	61
6. 2 長期保守管理方針の実施	61
6. 3 技術開発課題	62
7. まとめ	64

1. はじめに

我が国の原子力発電所においては、1970年3月に運転を開始した日本原子力発電株式会社敦賀発電所1号炉をはじめ、これまでに20以上のユニットで運転開始後30年を経過しており、当社の伊方発電所2号炉（以下、「伊方2号炉」という。）においても、1982年3月19日に営業運転を開始し、2012年3月に運転開始後30年を迎えようとしている。

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、電気事業法に基づく定期検査等により、技術基準等への適合が確認されるとともに、保守管理における機器・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、原子力発電所の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、現時点で高経年化による原子力発電所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」を取りまとめ、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月及び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」及び「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）」（以下、「高経年化対策実施ガイドライン等」という。）を発出し、原子炉の運転を開始した日以降29年を経過する日までに、また10年を超えない期間ごとに、耐震安全性評価を含めた経年劣化に関する技術的な評価（以下、「高経年化技術評価」という。）を行い、これに基づき「保全のために実施すべき措置に関する10年間の計画」（以下、「長期保全計画」という。）を策定することを電気事業者に求めている。

その後、2008年8月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体化することで、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、長期保全計画を、新たに「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、「長期保守管理方針」という。）として原子炉施設保安規定（以下、「保安規定」という。）に位置づけ、認可の対象とされた。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」を改正し、2008年10月に発出後、さらに2010年4月に改正している。

一方、(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」（以下、「学会標準2008版」という。）として改定の上、2009年2月に発行、2010年4月にエンドースされた。

さらに、(独)原子力安全基盤機構（以下、「JNES」という。）は「高経年化対策実施ガイドライン等」及び「学会標準2008版」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年を迎える伊方2号炉について、プラントを構成する機器・構造物に対し、「高経年化対策実施ガイドライン等」及び「学会標準2008版」等に基づき、60年間の運転を仮定し、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、運転を開始した日から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抽出し、長期保全計画として取りまとめたものである。

この結果、現状の保全の継続及び点検・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。

また、策定した長期保全計画に基づき、今後10年間の長期保守管理方針を策定し、保安規定に記載し、変更認可申請する。

今後は、認可された長期保守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技術評価の再評価を実施していくことにより、機器・構造物を健全に維持・管理していく。

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及び耐震安全性評価結果については、別冊にまとめている。

2. 発電所の概要

2. 1 発電所の設備概要

伊方2号炉は、加圧水型の原子力発電所で燃料には低濃縮ウランを使用し、冷却材には軽水を使用している。

原子炉容器内部で核分裂反応により発生した熱は、蒸気発生器内で1次冷却材から2次側の給水へ伝達され、蒸気を発生させる。また、熱交換を行った1次冷却材は、1次冷却材ポンプにより再び原子炉容器へ戻される。

蒸気発生器で発生した蒸気は、主蒸気管でタービン建家へ導かれ、タービンを駆動して発電し、その後復水器に流入して復水となり、復水ポンプ、低圧給水加熱器を通り、主給水ポンプにより高圧給水加熱器を経て再び蒸気発生器に戻される。

(1) 発電所の主要仕様

電気出力	566MW
原子炉型式	加圧水型軽水炉
原子炉熱出力	1,645MW
燃料	低濃縮ウラン（燃料集合体121体）
減速材	軽水
タービン	串型4分流排気式再熱再生復水形

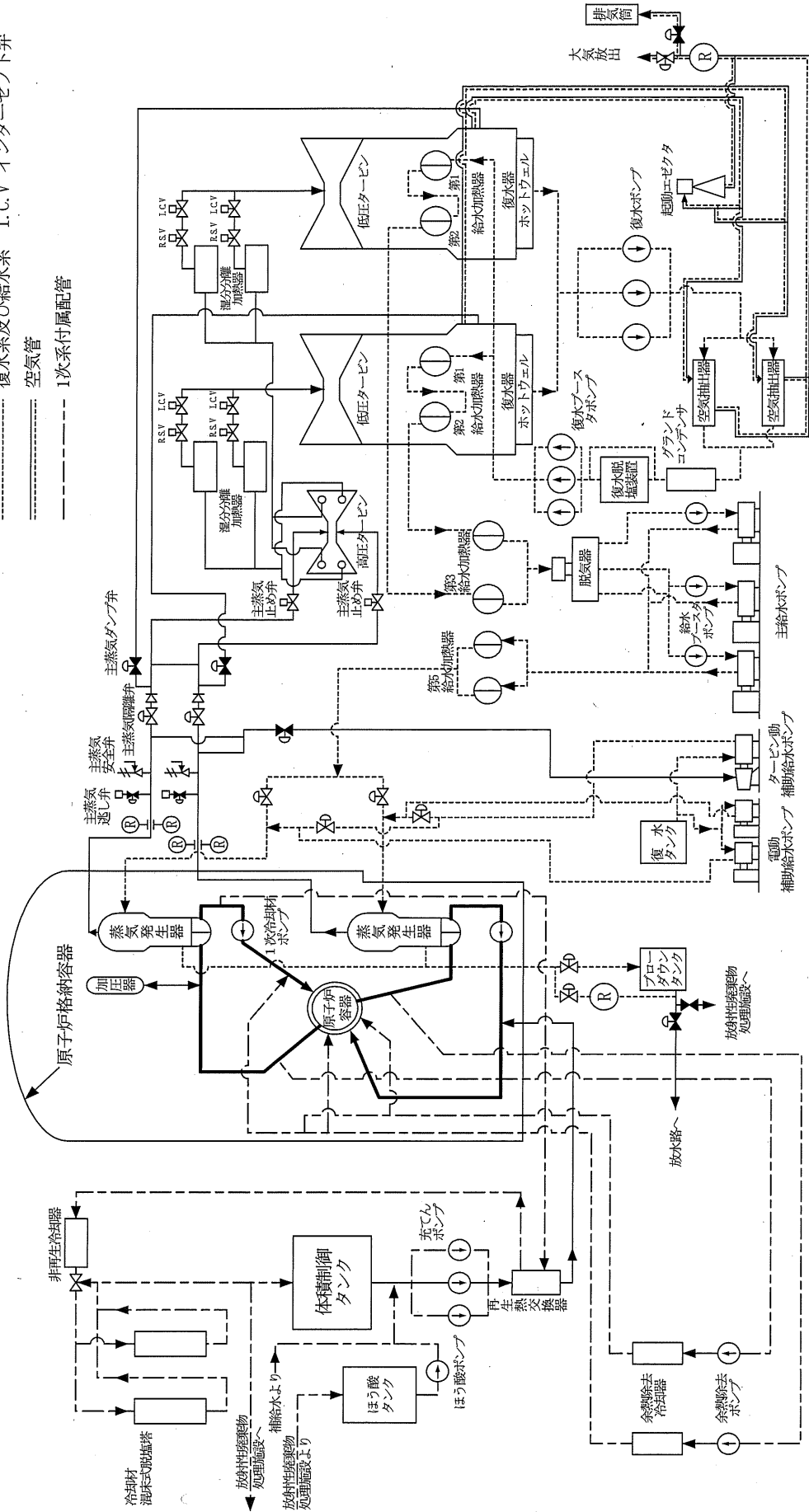
(2) 発電所の主要系統

伊方2号炉の主要系統を資料2-1に示す。

凡例

- 1次冷却系
- 主蒸気系
- 復水系及び給水系
- 空気管
- 1次系付属配管

- (R) 放射線モニタ
- R.S.V 再熱蒸気止め弁
- I.C.V インターセプト弁



資料 2-1 伊方2号炉系統図

2. 2 発電所の経緯

伊方2号炉は、我が国23番目の商業用原子力発電所で、加圧水型原子力発電所としては我が国11番目のものである。

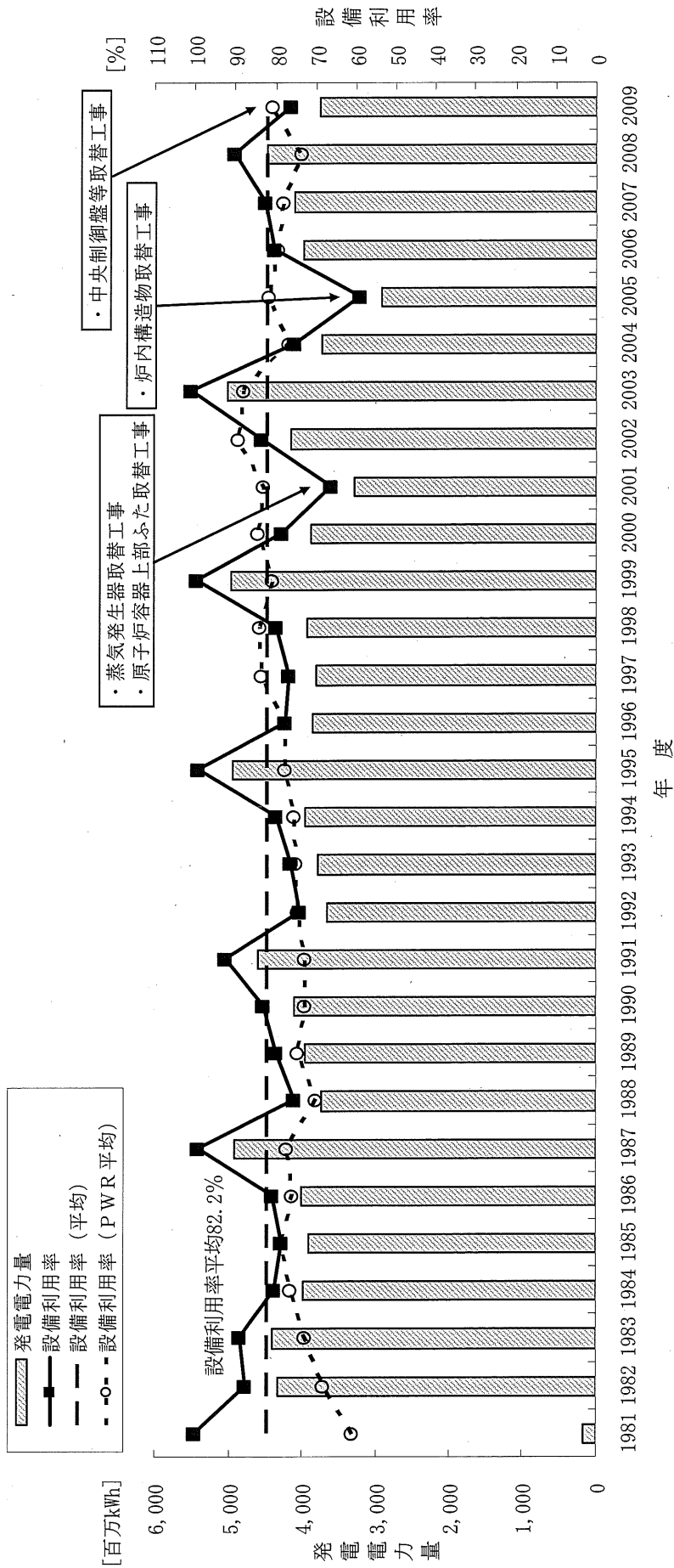
同炉は、1975年3月の第66回電源開発調整審議会において、新規着手地点として電源開発基本計画に組み入れられた。

続いて、1977年3月30日に内閣総理大臣より原子炉設置変更許可を、通商産業大臣より電気工作物変更許可を取得し、1977年12月に第1回工事計画認可を、1978年2月に原子炉建家の建築確認をそれぞれ取得し、同月から本格工事に着手した。

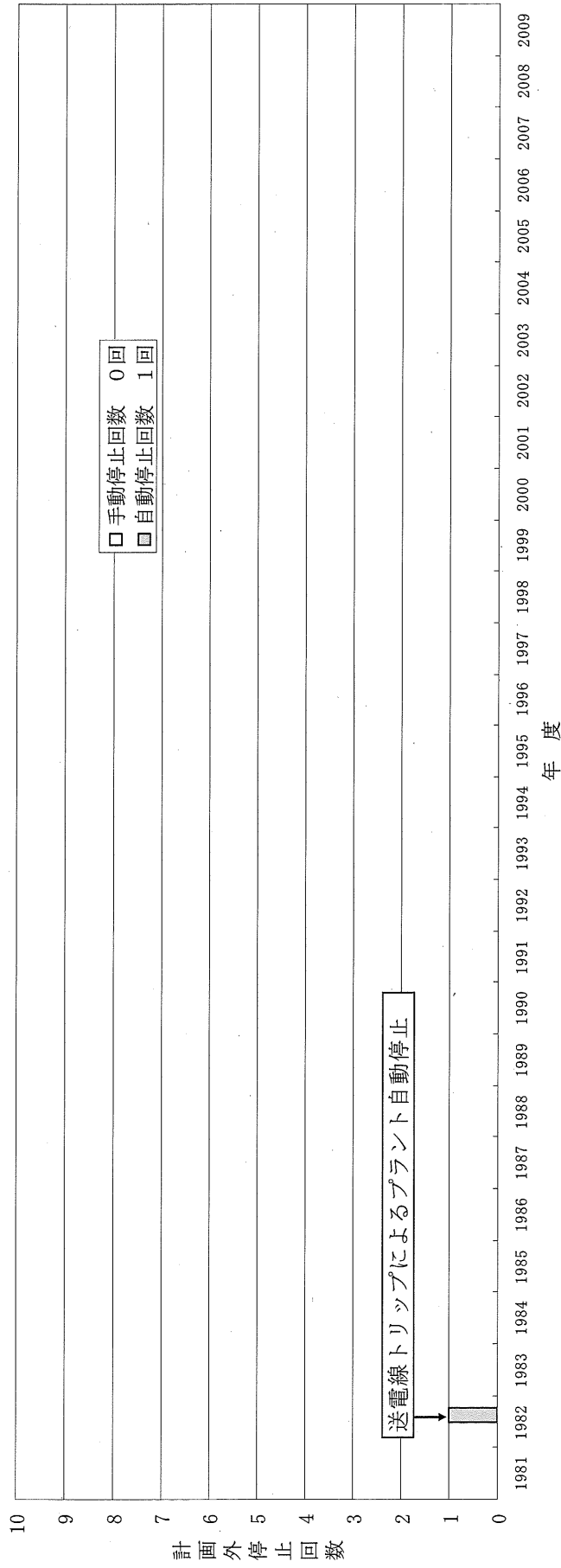
以後、原子炉格納容器、タービン、発電機、原子炉の据付等順次建設工事を進め、1981年6月にはすべての工事を完了し、引き続き、各種試験を経て1981年7月31日に初臨界に達した。その後、出力上昇試験、8月19日の初送電を経て、1982年3月19日に通商産業大臣の使用前検査に合格し、定格電気出力56万6千kWで営業運転を開始した。

また、伊方2号炉では、原子力発電設備の有効利用によりCO₂排出量を削減でき、地球温暖化の防止にも貢献することができる定格熱出力一定運転実施に向け、原子力安全・保安院文書「定格熱出力一定運転を実施する原子力発電設備に関する保安上の取扱いについて（平成13年12月17日付け 平成13・12・12原院第1号）」に基づき、設備の健全性評価、運転管理方法の改善へ向けた諸対策を実施し、2002年4月から定格熱出力一定運転を開始している。

発電電力量・設備利用率の年度推移を資料2-2、計画外停止回数の年度推移を資料2-3、事故・故障等一覧を資料2-4に示す。過去約30年を遡った時点までの計画外停止（手動停止及び自動停止）件数の推移を見ると、供用期間の長期化に伴い、計画外停止件数が増加する傾向は認められない。



資料 2-2 伊方 2 号炉 発電電力量・設備利用率の年度推移



資料 2-3 伊方 2 号炉 計画外停止回数の年度推移

資料 2 - 4 伊方 2 号炉 事故・故障等一覧

No.	年 度	事 象 内 容	法 律 通 達
1	1984	燃料集合体漏えい（第 2 回定期検査中）	通 達
2	1986	燃料集合体リーフスプリングクランプ部の損傷（第 4 回定期検査中）	通 達
3		低圧タービン動翼先端溶接部のひび割れ（第 4 回定期検査中）	通 達
4	1988	1 次冷却材ポンプ変流翼取付ボルトの損傷（第 5 回定期検査中）	通 達
5	1992	燃料集合体漏えい（第 8 回定期検査中）	通 達
6		蒸気発生器伝熱管の損傷（第 8 回定期検査中）	法 律
7	1996	蒸気発生器伝熱管の損傷（第 11 回定期検査中）	法 律
8	1997	蒸気発生器伝熱管の損傷（第 12 回定期検査中）	法 律
9	1998	蒸気発生器伝熱管の損傷（第 13 回定期検査中）	法 律
10	2000	蒸気発生器伝熱管の損傷（第 14 回定期検査中）	法 律
11	2001	炉内核計装装置シンプル案内管の不具合（第 15 回定期検査中）	法 律

注) 平成 15 年 10 月 1 日付け原子炉等規制法の関連規則の改正に伴い、通達に基づく報告が廃止されたことにより、原子力施設のトラブルに関する国への報告は、法律に基づくものに一本化された。

2. 3 発電所の保全概要

原子力発電所の保全において最も重要な点は、系統・機器・構造物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・故障等を未然に防止することである。

伊方発電所では、事故・故障の未然防止を目的とし、資料2-5に示すような考え方にに基づき、保全活動を行っている。

具体的には、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。

また、「電気事業法」に基づく経済産業大臣の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る。また、発電所の運転を停止して行う定期検査時には、設備の点検、試験を行うとともに、当社は、これらの一連の保全活動を通して原子力発電所の事故・故障の未然防止に取り組んでいる。

一方、当社の原子力発電所で発生した事故・故障については、速やかに原因究明及び再発防止対策を実施するとともに、国内外他社で発生した事故・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、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、原子力発電所の多種多様な設備について運転員及び保修員が計画的に巡視点検を行い、機器・構造物の健全性確認、経年劣化等の兆候の早期発見に努めている。

(2) 定期的な検査

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検査を行い、設備の健全性確認及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。定期的な検査のうち、工学的安全施設等の安全上重要な設備の定期的な検査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

「電気事業法」に基づき経済産業大臣が行う定期検査に合わせ、定期的にプラントを停止し、保守部門によるプラント全般にわたる設備の点検を保守内規等に基づき実施して、設備の機能維持及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点検を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まとめ、設備の経年的な傾向を管理し、以後の点検計画に反映している。

(4) 保守体制及び業務

四国電力グループ一体となって保守業務に取り組む体制としており、原則として当社の保守部門が点検及び検査計画を行い、分解点検等の実作業は協力会社が実施している。

(5) 予防保全

プラントの運転監視、巡視点検、定期的な検査及び点検により、設備に機能低下や経年劣化等の兆候が認められた場合には、予防保全の考え方にに基づき、故障に至る前に補修、取替を行い、事故・故障の未然防止を図っている。

(6) トラブルの処理及び再発防止

発生したトラブルについては、速やかに原因究明及び対策の検討、評価を行い、的確な復旧により設備の機能の回復を図っている。また、国内外の同種設備で発生したトラブルについても再発防止対策を水平展開し、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、現行の保全活動のレベルを向上することが重要であるとの観点から、改善活動として研究開発、国内外の技術情報の活用、定期安全レビュー、ヒューマンエラー防止対策等の実施に取り組んでいる。

さらに、伊方2号炉では、発電所の安全性・信頼性をさらに向上させるため、様々な工事を実施してきた。

特に蒸気発生器、原子炉容器上部ふた、炉内構造物、低圧タービン車軸といった主要な機器については、国内外プラントでの応力腐食割れ等の経験や定期的な検査等により得られた経年劣化等の兆候について、予防保全及び信頼性向上の観点からこれまで取替を実施してきた。取替を実施するにあたっては、経年劣化に対する安全研究の成果や技術的な評価結果等を踏まえるとともに、保守性や被ばく低減といった点も考慮し、新材料や新技術の採用、取替時期の検討等、総合的な観点から計画的に取替工事を実施してきた。また、取替後も引き続き点検・検査等の保全活動により設備の機能維持及び経年劣化等の兆候の早期発見に努め、事故・故障等の未然防止を図っている。

伊方2号炉ではこれらの取り組みにより、これまで良好な安全運転の実績を積み重ねている状況にある。

「応力腐食割れ，摩耗」対策

・蒸気発生器取替

第8回定期検査時（1992年度）には、振止め金具部摩耗減肉による蒸気発生器伝熱管損傷が、また、第11回定期検査時（1996年度）から第14回定期検査時（2000年度）には、管板拡管部応力腐食割れによる蒸気発生器伝熱管損傷が確認されているが、これらに対しては、徹底的な原因究明を行うとともに検査・補修技術の高度化等の諸施策を実施してきた。

その後、社会的信頼性、保守性、経済性の向上などを勘案し、第15回定期検査時（2001年度）に改良型の蒸気発生器への取替を実施した。

「応力腐食割れ」対策

・1次系配管取替

第14回定期検査時（2000年度）～第19回定期検査時（2006年度）に、海外事例の予防保全対策として、酸素型応力腐食割れの感受性が高いと考えられる部位について、耐食性に優れた材料に変更した。

伊方1号炉第19回定期検査時（2000年度）に、充てん配管の一部取替工事に伴い耐圧検査を実施したところ、取替範囲外のステンレス配管から漏えいが認められた。原因は、建設時に識別用として配管に貼り付けた塩化ビニールテープが、高温水の通水により加熱され塩化物イオンが生成し、配管外表面から塩化物応力腐食割れが発生したものと推定されたことから、伊方2号炉についても類似箇所
の点検を行うとともに、配管の取替を実施した。

- ・原子炉容器上部ふた取替

第15回定期検査時（2001年度）に、海外における原子炉容器上部ふた管台部の応力腐食割れによる損傷事象に鑑み、予防保全の観点より、原子炉容器上部ふたの管台材料を耐食性に優れた690系ニッケル基合金へ変更するとともに、制御棒クラスタ駆動装置についてはキャノピーシールを廃止した改良型のものに取り替えた。

なお、第12回定期検査時（1997年度）に原子炉容器上部ふた管台の渦流探傷試験を実施し、異常のないことを確認しているが、予防保全の観点から計画的に取り替えることとした。

- ・炉内構造物取替

第18回定期検査時（2005年度）に、海外における原子炉容器内部構造物のバッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れによる損傷事象に鑑み、予防保全の観点よりボルトの構造等を改良した炉内構造物に取り替えた。

なお、取替にあたっては、第12回定期検査時（1997年度）にバッフルフォーマボルトの超音波探傷検査を実施し異常のないことを確認しているが、予防保全の観点から計画的に取り替えることとした。

また、原子炉の安全性確保の観点から、炉内構造物取替に合わせて、原子炉容器内の炉心支持金物等を目視点検し、有意な欠陥のないことを確認した。

- ・炉内計装筒母材部等のレーザピーニング

600系ニッケル基合金溶接部の信頼性向上を図るため、第18回定期検査時（2005年度）に、炉内計装筒母材部内面、炉内計装筒と炉内計装筒セーフエンドとの溶接継手内面、冷却材入口管台と冷却材入口管台セーフエンド等の600系ニッケル基合金の溶接継手内面及び炉内核計装筒J溶接部に、レーザピーニング（応力緩和）を施工した。

また、冷却材出口管台と冷却材出口管台セーフエンドとの溶接継手内面を切削し、1次冷却材接液部に耐応力腐食割れ性に優れた690系ニッケル基合金をクラッド溶接施工した。

- ・加圧器サージ用管台取替

国内外における600系ニッケル基合金応力腐食割れによる損傷事象に鑑み、予防保全の観点から、第18回定期検査時（2005年度）に加圧器サージ用管台（600系ニッケル基合金溶接部を含む）のサブ

ールピース取替（690系ニッケル基合金溶接金属を使用）を実施した。

- ・ 低圧タービン車軸取替

第14回定期検査時（2000年度）に，低圧タービン翼溝部の応力腐食割れに対する予防保全対策として，低降伏応力材料を用いるとともに，翼溝部の応力を低減した車軸への取替を実施した。

「腐食」対策

- ・ 2次系熱交換器取替

2次系熱交換器の信頼性向上を図るため，第17回定期検査時（2004年度）に第5高圧給水加熱器，第18回定期検査時（2005年度）に湿分分離加熱器及び第3低圧給水加熱器を取り替え，伝熱管他のステンレス化を行った。

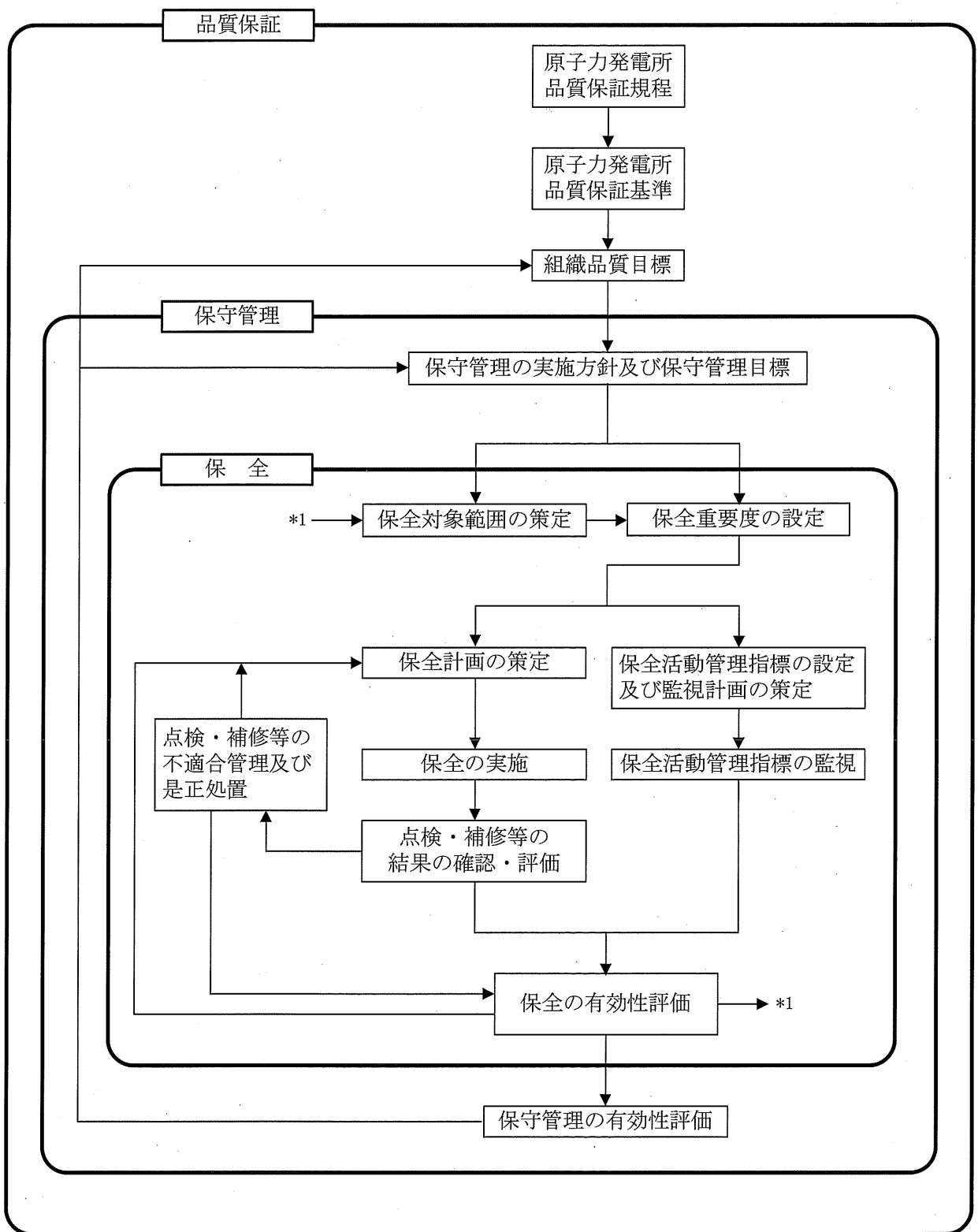
- ・ 2次系配管取替

予防保全の観点から，計画的に超音波による肉厚測定を行い，余寿命評価を実施し，必要に応じて配管取替を実施している。

「絶縁低下」対策

- ・ 発電機固定子コイル更新

発電機固定子コイル絶縁は，運転時間及び起動停止回数の累積とともに徐々に劣化し，残存耐電圧が低下することが想定されるため，予防保全の観点から，第21回定期検査時（2008～2009年度）に絶縁耐力に優れた絶縁材料に更新した。



資料 2 - 5 伊方発電所の保守管理の概要

3. 技術評価の実施体制

3. 1 評価の実施に係る組織

高経年化に関する技術評価及び長期保守管理方針策定の実施に係る体制を資料3-1に示す。機器の評価及び全体取りまとめを行う原子力部設備・技術グループ、コンクリート構造物及び鉄骨構造物の評価を行う土木建築部建設計画グループ及び設備保全推進グループは、原子力保安研修所及びその他の関係箇所と協力して、技術評価及び長期保守管理方針の策定を実施した。

3. 2 評価の方法

高経年化技術評価は、高経年化対策実施ガイドライン等及び「学会標準2008版」に準拠して策定した高経年化対策実施手順書に基づいて実施した。

評価方法の詳細については、4. 技術評価方法にまとめている。

3. 3 工程管理

高経年化対策実施ガイドライン等に基づき運転開始後29年を経過する日までに国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。

具体的には、資料3-2に示すように、2009年7月27日に「伊方2号機 第1回 高経年化対策検討 実施計画書」を策定し、技術評価の実施を開始した。2011年2月18日に原子力保安研修所他の評価書レビュー（評価書内容確認）を完了し、原子力部運営グループ（品質保証担当）によるプロセス確認を2011年2月22日までに完了した。また、2011年3月3日に、社内の原子力発電安全委員会において本評価書の審議を実施し、2011年3月3日に原子力部長が承認した。

3. 4 協力会社の管理

評価にあたっては、三菱重工業(株)、三菱電機(株)及び四電エンジニアリング(株)に評価助勢を委託した。協力会社の管理に関しては、社内文書に従って管理を実施した。

3. 5 評価記録の管理

高経年化技術評価に係る主な記録の管理は、社内文書に以下のよう
に定めている。

記録項目	作成箇所	承認	保管箇所	保存期間
高経年化技術評価書	原子力部 設備・技術グループ 土木建築部 建設計画グループ 及び設備保全推進 グループ	原子力部長	原子力部 設備・技術 グループ	失効後 10年
実施計画	原子力部 設備・技術グループ	原子力部長	原子力部 設備・技術 グループ	次の評価 までの 期間

3. 6 評価に係る教育訓練

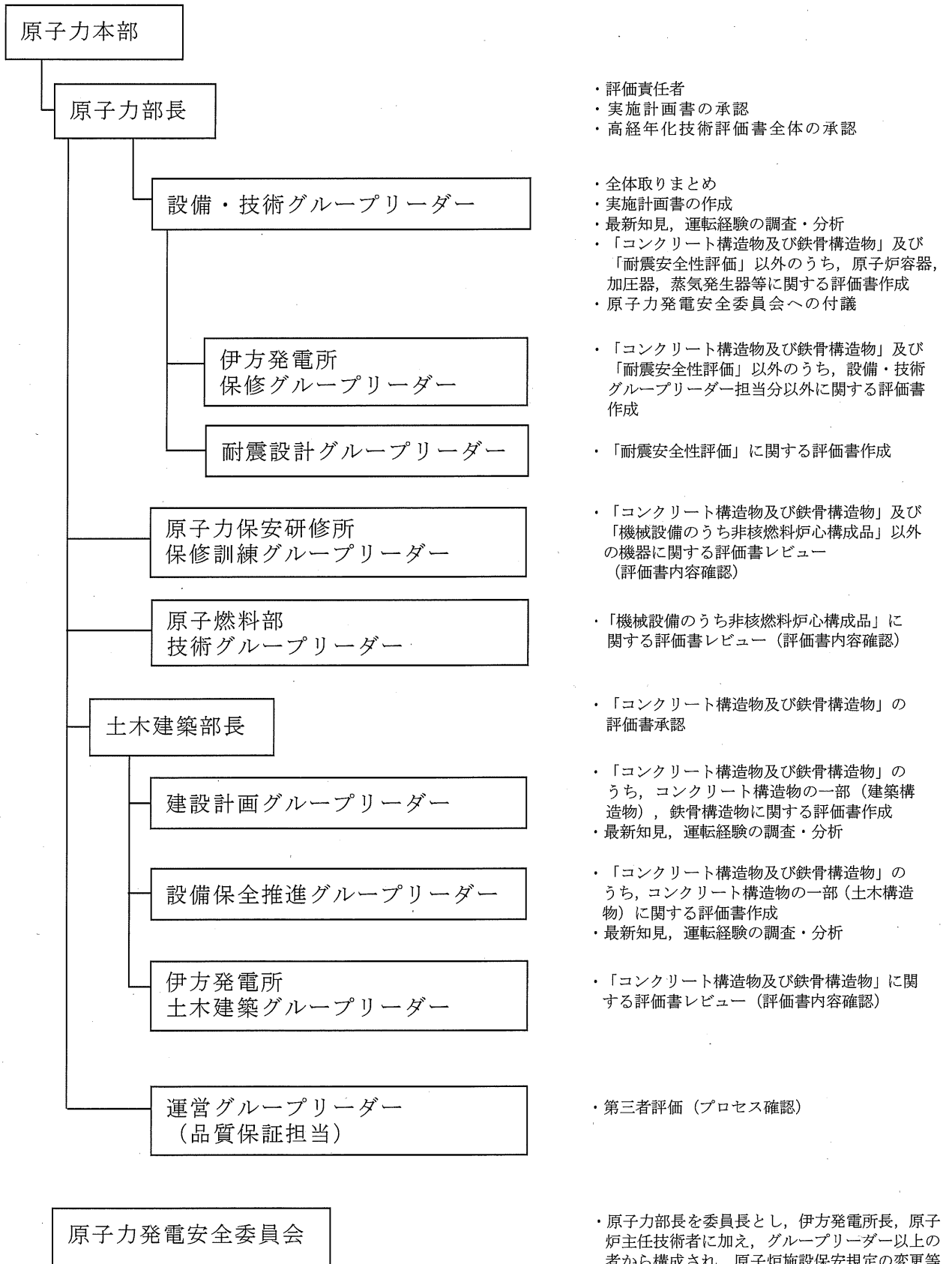
社内文書に高経年化技術評価を実施する要員に必要な力量及び教
育訓練を定め、管理している。

3. 7 評価年月日

平成23年3月3日

3. 8 評価を実施した者の氏名

支配人 原子力本部 原子力部長 玉川 宏一



資料 3 - 1 評価に係る実施体制

年 月	2009						2010						2011			2012											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	...	3		
項目																											運開 30年
実施計画書の作成																											
評価書作成																											
評価書レビュー																											
プロセス確認																											
原子力発電安全委員会																											
原子力部長承認																											
保安規定変更認可申請																											

資料 3 - 2 実施工程

4. 技術評価方法

本章では、評価対象機器・構造物に係る技術評価方法及び耐震安全性評価方法の概要を記載している。

なお、評価フローについて資料4-1「技術評価フロー」に示す。

4. 1 技術評価対象機器

本検討では、伊方2号炉の安全上重要な機器等（「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 第十一条の二第1項」で定める機器・構造物）を技術評価対象機器とした。

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）」（以下、「重要度分類指針」という。）において定義されるクラス1、2及び3の機能を有する機器・構造物とし、設備の安全重要度分類を記載している社内文書等に従い抽出した。

なお、

- ・機器の分解点検時に取替を行うもの
- ・機器設計時から機器の使用状況により取替を行うことを前提としており、機器の分解点検時等に状況を確認し必要に応じ取替を行うもの

は消耗品として対象から除外する。また、取替周期を決めて、定期的に取り替を行うものについては定期取替品として対象から除外する。

4. 2 技術評価手順

4. 2. 1 機器のグループ化及び代表機器の選定

評価にあたっては、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、電源設備に分類（カテゴリ化）し機種毎に評価した。

選定された評価対象機器・構造物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）及び材料等により、「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」に従い、対象機器を分類し、グループ化を行った。

次に、グループ化した対象機器から重要度、使用条件及び運転状態等により各グループの代表機器（以下、「代表機器」という。）を選定し、代表機器の評価結果をグループ内の全機器に水平展開する

という手法で全ての機器・構造物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水平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。

4. 2. 2 国内外の新たな運転経験及び最新知見の反映

伊方2号炉の高経年化対策を検討するにあたり、伊方1号炉の高経年化対策に関する報告書を参考にするとともに、それ以降2010年3月までの国内外の運転経験について事象・原因を調査し、高経年化への影響を判断して反映を実施した。

国内の運転経験としては、法律対象のトラブルに加え、法令の定めでは国への報告は必要ないが、電力自主で公開している軽微な情報も含んでいる。具体的には、一般社団法人日本原子力技術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」を対象とした。

また、海外の運転経験としては、NRC（米国原子力規制委員会：Nuclear Regulatory Commission）のBulletin（通達）及びGeneric Letterを対象とした。

伊方2号炉の高経年化技術評価において、検討対象とした主な運転経験を以下に示す。

- ①美浜発電所2号炉 A-蒸気発生器1次冷却材入口管台溶接部での傷の確認について（2007年9月発生）
- ②敦賀発電所2号炉 タービン動補助給水ポンプ起動入口弁の動作不良について（2008年7月発生）

また、伊方2号炉の高経年化技術評価において、検討対象とした主な原子力安全・保安院指示文書を以下に示す。

- ①「原子炉格納容器内の安全機能を有するケーブルの布設環境の調査実施について」（平成19年10月30日付け 平成19・07・30原院第5号）
- ②「蒸気発生器出入口管台溶接部の内表面の点検実施について」（平成19年11月16日付け 平成19・11・13原院第7号）
- ③「原子力発電所の配管肉厚管理に対する追加要求事項について」（平成19年11月30日付け 平成19・11・29原院第3号）
- ④「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）の改正について」（平成20年10月22日付け 平成20・10・17原院第7号）
- ⑤「実用発電用原子炉施設における高経年化対策の実施につい

ての一部改正について」(平成23年5月6日付け 平成23・03・11原院第5号)

- ⑥「原子力発電工作物の保安のための点検, 検査等に関する電気事業法施行規則の規定の解釈(内規)の制定について」(平成20年12月26日付け 平成20・12・22原院第4号)
- ⑦「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈についての一部改正について」(平成21年2月27日付け 平成21・02・18原院第3号)
- ⑧「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規)の制定について」(平成21年12月25日付け 平成21・11・18原院第1号)

また, 伊方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)日本電気協会及び(社)日本原子力学会等の規格・基準類並びにJNESの高経年化技術情報データベースにおける試験研究の情報の主なものを以下に示す。

- ①(社)日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格(2008年版)(JSME S-NA1-2008, 2008年11月発行)
- ②(社)日本機械学会 発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005/2007年版)(JSME S-NC1-2005/2007, 2005年9月/2007年9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: 2008(AESJ-SC-P005: 2008, 2008年12月発行)
- ④(社)日本電気協会 原子炉構造材の監視試験方法(JEAC4201-2007/2010年追補版, 2008年6月/2010年11月発行)
- ⑤(社)日本電気協会 原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法(JEAC4206-2007, 2008年6月発行)

4. 2. 3 経年劣化事象の抽出

高経年化技術評価を行うにあたっては, 選定された評価対象機器の使用条件(構造(型式), 使用環境, 材質等)を考慮し, 「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, 経年劣化事象と部位の組み合わせを抽出した。

なお, 抽出された経年劣化事象と部位の組み合わせのうち, 以下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事象ではない経年劣化事象として除外した。

- 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、今後も経年劣化事象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

(注) 疲労については、疲れ累積係数が0.1未満の場合を劣化の進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象とすることについて、地震力による疲れ累積係数との組み合わせを考慮しても1以下となることを確認した上で判断する。

4. 2. 4 経年劣化事象に対する技術評価

4. 2. 1 で選定された代表機器について、4. 2. 3 で抽出した高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と部位の組み合わせに対する技術評価を、以下に示す手順で実施した。

a. 健全性評価

機器毎に抽出した部位・経年劣化事象の組み合わせ毎に60年間使用することを仮定して、傾向管理データによる評価及び解析等の定量評価、過去の点検実績及び一般産業で得られている知見等により健全性の評価を実施する。

b. 現状保全

評価対象部位に対して実施している点検内容、関連する機能試験内容及び補修・取替等の現状保全の内容について整理する。

c. 総合評価

上記 a, b を合わせて現状の保全内容の妥当性等を評価する。具体的には、健全性評価結果と整合の取れた点検等が、現状の発電所における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事象の検知が可能か等を評価する。

d. 高経年化への対応

60年間の運転を考慮した場合、現状保全の継続が必要となる項目、今後新たに必要となる点検・検査項目、技術開発課題等を抽出する。

4. 3 耐震安全性評価

発生しうる経年劣化事象及びその保全対策を考慮した上で、各機器毎に耐震安全性評価を実施する。

4. 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。

4. 3. 2 耐震安全性評価手順

(1) 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象の抽出

4. 2. 3で選定した安全機能を有する機器・構造物に発生しているか、又は発生する可能性が否定できないすべての経年劣化事象の中から、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事象を除外し、耐震安全性評価の対象となる経年劣化事象を抽出する。

続いて、耐震安全性評価の対象となる経年劣化事象の中から、「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」に該当する事象を選定し、これらの経年劣化事象が顕在化した場合、機器の振動応答特性上、又は、構造・強度上、影響が「軽微もしくは無視」できない、あるいは「軽微もしくは無視」できるかを検討し、「軽微もしくは無視」できない事象を耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象とした。

(2) 耐震安全性評価

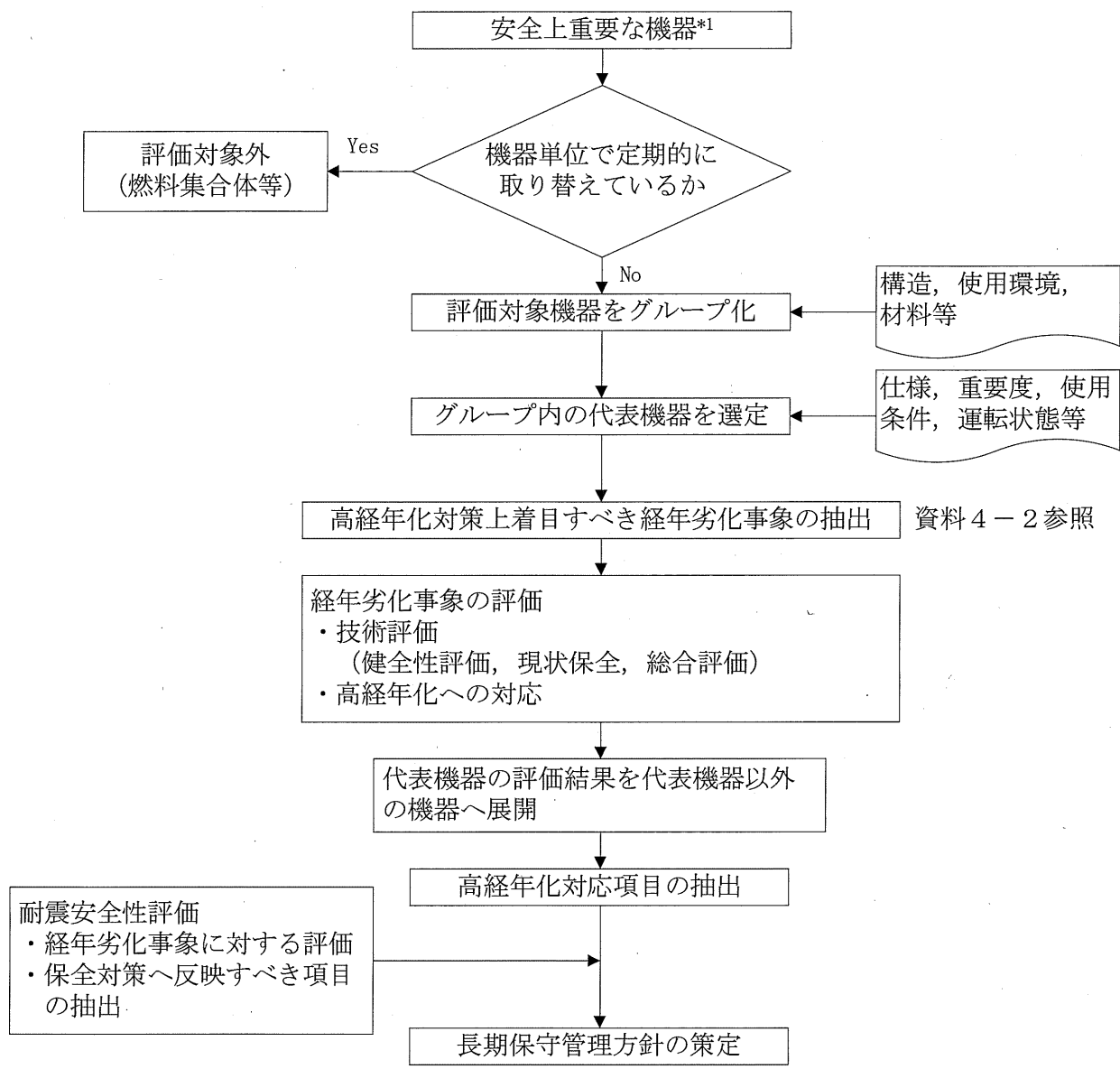
「(1) 経年劣化事象の抽出」で抽出した耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象毎に、耐震安全性評価を実施した。評価の基本となる項目は、大別すると以下のとおり分類される。

- ① 機器の耐震クラス
- ② 機器に作用する地震力の算定
- ③ 60年の供用を仮定した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み合わせ
- ⑥ 許容限界との比較

なお、これらの項目のうち③、④及び⑥については、経年劣化による影響を考慮して評価を実施した。また、今回の評価に際しては、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（1981年7月20日原子力安全委員会決定）」等に準じて実施している。

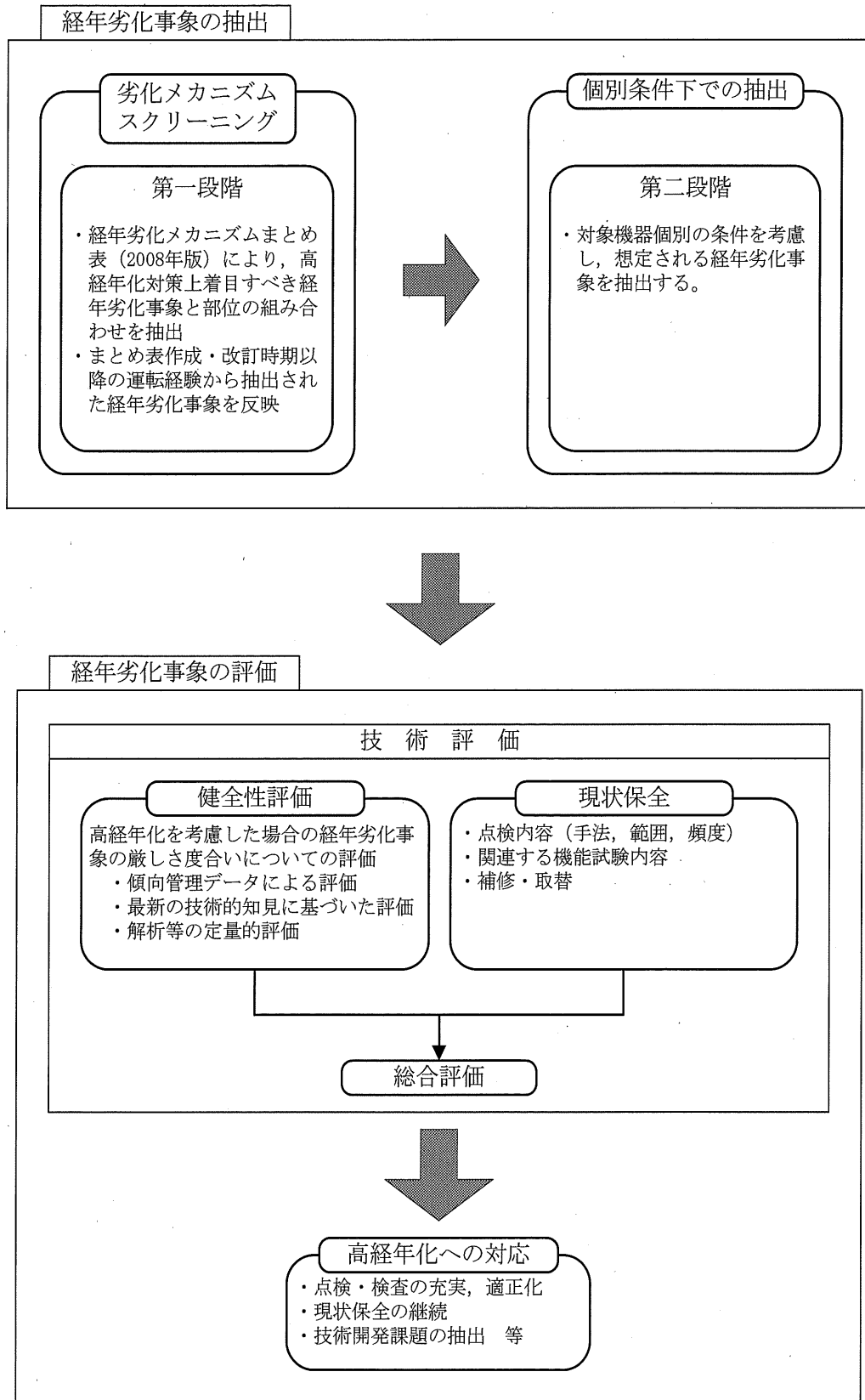
(3) 保全対策へ反映すべき項目の抽出

以上の検討結果を基に，耐震安全性の観点から保全対策に反映すべき項目について検討した。



*1: 「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及び3の機能を有する機器・構造物

資料4-1 技術評価フロー



資料 4 - 2 経年劣化事象の抽出及び技術評価フロー

5. 技術評価結果

本章では、重要度分類指針クラス1及び2の機能を有する機器・構造物並びにクラス3の機能を有する高温・高圧環境下にある機器・構造物に係る技術評価結果及び耐震安全性評価結果を記載している。

なお、各機器の詳細な技術評価については、別冊にまとめている。

5. 1 技術評価結果

本章においては、各機器・構造物における技術評価結果についてまとめた。

- 5. 1. 1 ポンプ
- 5. 1. 2 熱交換器
- 5. 1. 3 ポンプモータ
- 5. 1. 4 容器
- 5. 1. 5 配管
- 5. 1. 6 弁
- 5. 1. 7 炉内構造物
- 5. 1. 8 ケーブル
- 5. 1. 9 電気設備
- 5. 1. 10 タービン設備
- 5. 1. 11 コンクリート構造物及び鉄骨構造物
- 5. 1. 12 計測制御設備
- 5. 1. 13 空調設備
- 5. 1. 14 機械設備
- 5. 1. 15 電源設備

5. 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 主軸のフレットィング疲労割れ
- b. ケーシング（吐出ノズル等）の疲労割れ
- c. 1次冷却材ポンプケーシングの熱時効
- d. タービン動補助給水ポンプ補助油ポンプモータ等の絶縁低下

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

（1）フレットィング疲労割れ

- ① 余熱除去ポンプ等主軸のフレットィング疲労割れについては、発生の可能性は小さいと考えるが否定できない。現状保全として、ポンプ運転時等の振動測定により有意な振動がないことを確認するとともに、振動値に上昇傾向など異常兆候が認められた場合には速やかに精密診断を行うよう社内マニュアルに定めて実施している。また、現状保全に加え、ポンプの分解点検時に、主軸の超音波探傷検査を実施していく。

（2）疲労割れ

- ① 1次冷却材ポンプケーシング（吐出ノズル、脚付根部）の疲労割れについては、疲労評価の結果、疲れ累積係数は許容値に対して余裕のある結果が得られた。ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、現状、高経年化技術評価に合わせて、実過渡回数に基づく評価を定期的に変更することとしており、今後も現状保全を継続していく。

（3）熱時効

- ① 1次冷却材ポンプケーシングの熱時効については、健全性評価の結果、不安定破壊発生の可能性はないことから、ケーシングの熱時効が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。現状保全として、定期的に変更と配管の溶接部の超音波探傷検査及びケーシング内面全体の目視検査を実施し、有意な欠陥がないことを確認しており、今後も現状保全を継続していく。

(4) 絶縁低下

- ① タービン動補助給水ポンプ補助油ポンプモータ等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 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を抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ
- b. 伝熱管等のスケール付着
- c. 伝熱管の応力腐食割れ
- d. 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）
- e. 蒸気発生器伝熱管の損傷
- f. 蒸気発生器冷却材出入口管台セーフエンドの応力腐食割れ

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

（1）摩耗及び高サイクル疲労割れ

- ① 第5 高圧給水加熱器等の伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れについては、流れ加速型腐食による支持板穴部の拡大による発生の可能性が否定できない。現状保全として、渦流探傷検査等を実施し、有意な欠陥のないことを確認している。伝熱管の摩耗による減肉や割れは渦流探傷検査等により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

（2）スケール付着

- ① 原子炉補機冷却水冷却器の伝熱管へのスケール付着については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に伝熱管内面のゴム弾打ち等を実施している。伝熱管のスケール付着については、ゴム弾打ち等により除去可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ② スチームコンバータの伝熱管へのスケール付着については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、運転時の蒸気圧力、流量等のパラメータの監視を行い、異常のないことを確認している。伝熱管のスケール付着については、運転時の蒸気圧力、流量等のパラメータ監視により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

- ③ 蒸気発生器の伝熱管のスケール付着については、発生の可能

性は否定できない。現状保全として、プラント運転時にプラントパラメータ（温度、圧力、流量）から汚れ係数を算出し、伝熱性能の傾向監視を行っている。蒸気発生器伝熱管のスケール付着については、汚れ係数から評価可能であり、今後も現状保全を継続していく。

- ④ 蒸気発生器の管支持板穴のスケール付着については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的な渦流探傷検査等により、スケール付着傾向の確認を行っている。蒸気発生器管支持板穴のスケール付着傾向については、渦流探傷検査等により把握可能であり、今後も現状保全を継続していく。

（３）疲労割れ

- ① 再生熱交換器の管板、蒸気発生器管板及び給水入口管台の疲労割れについては、疲労評価の結果、疲れ累積係数は許容値に対して余裕のある結果が得られた。ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、現状、高経年化技術評価に合わせて、実過渡回数に基づく評価を定期的に実施することとしており、今後も現状保全を継続していく。

（４）腐食

- ① 再生熱交換器支持脚（スライド脚）等の腐食（全面腐食）については、長期使用により支持脚（スライド脚）の腐食による固着の可能性は否定できない。現状保全として、プラント起動又は停止時に支持脚（スライド脚）の動作状況を目視確認するか、定期的に塗膜の状態確認を行っている。支持脚（スライド脚）の腐食は目視により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

（５）損傷

- ① 蒸気発生器伝熱管の損傷については、発生の可能性は小さいと考える。現状保全として、渦流探傷検査を実施し、健全性を確認している。伝熱管の損傷は渦流探傷検査により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(6) 応力腐食割れ

- ① 蒸気発生器冷却材出入口管台セーフエンドの応力腐食割れについては、水質管理された PWR 1 次系水質環境下のステンレス鋼に対し、美浜 2 号炉の唯一の事例では応力腐食割れの進展が停留するため機器の機能に影響を与える可能性はないこと、現時点までの国内 PWR の実機条件を模擬した研究では応力腐食割れの発生は確認されていないことから、直ちに機器の機能維持上問題となる応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考える。現状保全として、定期的に超音波探傷検査等により有意な欠陥がないことを確認するとともに、漏えい試験により耐圧部の健全性を確認している。応力腐食割れにより発生する有意な欠陥は超音波探傷検査等で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- なお、機器の機能を維持するために必要な範囲の健全性が合理的に確保されるように、民間研究等による知見やデータの拡充及び評価の高度化を図っていく。

5. 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

a. 固定子コイル等の絶縁低下

この経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 絶縁低下

- ① 高圧ポンプモータ固定子コイル及び口出線・接続部品等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定及び絶縁診断を行い有意な絶縁低下のないことを確認するとともに、傾向管理を行っている。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行っている。絶縁低下は絶縁抵抗測定及び絶縁診断により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ② 低圧ポンプモータ固定子コイル及び口出線・接続部品等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 原子炉容器胴部（炉心領域部）の中性子照射脆化
- b. 600系ニッケル基合金使用部位の応力腐食割れ
- c. ステンレス鋼の応力腐食割れ
- d. 原子炉容器スタッドボルト等の疲労割れ
- e. 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）
- f. 電気ペネトレーションのポッティング材及び外部リードの絶縁低下

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

（1）中性子照射脆化

- 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、最新の破壊力学的手法を用いて、運転開始後60年時点の中性子照射を考慮し、初期き裂を想定して評価した結果、脆性破壊は起こらないことを確認した。現状保全として、超音波探傷検査を実施し、有意な欠陥のないことを確認している。また、監視試験片による試験で将来の破壊靱性の変化を先行把握している。胴部材料の機械的性質の予測は監視試験により把握可能であり、また有意な欠陥のないことは超音波探傷検査により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

（2）応力腐食割れ

- ① 燃料取替用水タンク胴板等の応力腐食割れについては、塗膜のはく離等により海塩粒子がステンレス鋼板に付着した場合は発生の可能性は否定できない。現状保全として、目視にて塗膜や防水措置（保温）の健全性確認を実施している。塗膜や防水措置（保温）の健全性は目視確認により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

（3）疲労割れ

- ① 原子炉容器スタッドボルト等の疲労割れについては、疲労評価の結果、疲れ累積係数は許容値に対して余裕のある結果が

得られた。ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、現状、高経年化技術評価に合わせて、実過渡回数に基づく評価を定期的実施することとしており、今後も現状保全を継続していく。

(4) 腐食

- ① 原子炉補機冷却水サージタンク支持脚（スライド脚）等の腐食については、長期使用により支持脚（スライド脚）の腐食による固着の可能性は否定できない。現状保全として、プラント起動又は停止時に支持脚（スライド脚）の動作状況を目視確認するか、定期的に塗膜の状態確認を行っている。支持脚（スライド脚）の腐食は目視確認により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(5) 絶縁低下

- ① 電気ペネトレーションのポッティング材及び外部リードの絶縁低下については、健全性評価の結果、60年間の通常運転とその後の設計想定事故においても、絶縁機能を維持できると判断する。なお、より実機条件に即した電気・計装設備の長期健全性評価手法に関する検討が JNES 事業「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究」で実施されており、今後その成果の反映を検討していく。

5. 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 母管の応力腐食割れ
- b. 母管等の疲労割れ
- c. 母管の腐食
- d. 母管の高サイクル熱疲労割れ
- e. 1次冷却材管母管等の熱時効
- f. Uボルト本体等の摩耗
- g. スライドサポートスライドプレートのテフロンのはく離
- h. メカニカルスナバのグリスの劣化

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 応力腐食割れ

- ① 余熱除去系統配管等の母管の応力腐食割れについては、発生の可能性は小さいと考える。現状保全として、定期的に各エリアごとの塩化物付着量の測定を実施し、測定値が高い場合には、当該エリアの保温も塗装もしていないステンレス鋼配管について純水拭きを行っている。塩化物付着量の測定は、海塩粒子の付着を検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(2) 疲労割れ

- ① 1次冷却系統配管等の母管等の疲労割れについては、疲労評価の結果、疲れ累積係数は許容値に対して余裕のある結果が得られた。ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、現状、高経年化技術評価に合わせて、実過渡回数に基づく評価を定期的に変更することとしており、今後も現状保全を継続していく。

(3) 腐食

- ① 第3抽気系統配管等（ステンレス鋼）母管の腐食（液滴衝撃エロージョン）については、正確に定量的な評価を行うことは困難であり、減肉の可能性のある箇所肉厚計測を行い、

寿命評価を行うことが必要である。現状保全として、「2次系配管経年変化調査マニュアル」に基づき、超音波を用いた肉厚計測を実施し、減肉傾向の監視を行っている。腐食（液滴衝撃エロージョン）は、「2次系配管経年変化調査マニュアル」に基づく超音波を用いた肉厚計測により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

- ② 主蒸気系統配管母管等（炭素鋼）の腐食（流れ加速型腐食）については、正確に定量的な評価を行うことは困難であり、減肉の可能性のある箇所肉厚計測を行い、寿命評価を行うことが必要である。現状保全として、「2次系配管経年変化調査マニュアル」に基づき、超音波を用いた肉厚計測を実施し、減肉傾向の監視を行っている。腐食（流れ加速型腐食）は、「2次系配管経年変化調査マニュアル」に基づく超音波を用いた肉厚計測により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ③ 主給水系統配管母管等（炭素鋼）で屋外に設置されているものの外面からの腐食については、雨水にさらされており、保温等が不十分な場合は、発生の可能性は否定できない。現状保全として、目視確認により塗膜、防水措置（保温）の健全性を確認するとともに、エルボ及び配管合流部付近については、配管内面の減肉測定のため保温材を取り外した際、配管外面の腐食についても目視確認を行っている。さらに、保温材を取り外すことの少ない直管部については、代表的なポイントを定め、定期的に保温材を取り外し、目視確認を行っている。外面からの腐食については、目視確認により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ④ 海水系統配管の内面からの腐食については、ライニングのはく離、減肉等が生じた場合は、発生の可能性は否定できない。現状保全として、ライニング点検（目視検査等）を実施し、健全性を確認している。ライニングのはく離等はライニング点検にて検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(4) 摩耗

- ① 配管サポートUボルト本体等の摩耗については、著しい摩耗が生じる可能性は小さい。現状保全として、目視にて摺動面の状態や支持状態に異常のないことを確認している。摩耗は、

摺動状態又は支持状態の目視確認にて検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(5) はく離

- ① 配管スライドサポートのテフロンのはく離については、高温条件下で長期使用した場合に、発生の可能性は否定できない。現状保全として、プラント起動又は停止時に目視にてスライドサポートの動作状況を確認している。スライドサポートの動作状況は目視により確認可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(6) メカニカルスナバのグリスの劣化

- ① メカニカルスナバのグリスの劣化については、健全性評価の結果、熱・放射線による劣化が問題となる可能性は小さいと考える。現状保全として、定期的に高温時、低温時のインジケータ指示位置によりメカニカルスナバの動作状況を確認している。グリスの劣化はメカニカルスナバの動作状況により確認可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(7) 1次冷却材管母管等の熱時効

- ① 1次冷却材管母管等の熱時効については、健全性評価の結果、不安定破壊発生の可能性はないことから、機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。現状保全として、定期的に溶接部の超音波探傷検査及び漏えい検査を実施し、評価で想定した貫通欠陥のないことを確認している。超音波探傷検査は内面からの割れを検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 弁箱等の疲労割れ
- b. 弁箱等の応力腐食割れ
- c. 弁箱等の腐食
- d. 弁体の固着
- e. 電動装置モータの絶縁低下

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 疲労割れ

- ① 化学体積制御系統玉形弁弁箱等の疲労割れについては、疲労評価の結果、疲れ累積係数は許容値に対して余裕のある結果を得た。ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、現状、高経年化技術評価に合わせて、実過渡回数に基づく評価を定期的に変更することとしており、今後も現状保全を継続していく。

(2) 応力腐食割れ

- ① 補助給水系統仕切弁弁箱等の外面からの応力腐食割れについては、保温等が不十分な場合は、発生の可能性は否定できない。現状保全として、目視確認により塗膜、防水措置（保温）の健全性を確認するとともに、弁外面の目視点検を実施している。塗膜や防水措置（保温）の異常は目視確認により、外面からの応力腐食割れは弁外面の目視点検により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(3) 腐食

- ① 海水系統バタフライ弁弁箱等の腐食（異種金属接触腐食）については、ライニングのはく離、減肉等が生じた場合は、発生の可能性は否定できない。現状保全として、ライニングの目視検査を実施し、健全性を確認している。ライニングのはく離、減肉等は目視検査により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

② 海水系統バタフライ弁弁棒等の腐食（孔食・隙間腐食）については、急激に腐食が進行する可能性は小さい。現状保全として、目視検査を実施し、健全性を確認している。弁棒等の腐食は、目視検査により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

（４）固着

① 給水系統リフト逆止弁弁体等の固着については、一律で定量的な評価は困難であるが、可能性は否定できない。なお、分解点検時の目視検査で弁体の固着は認められていない。現状保全として、目視検査により、弁体の固着のないことを確認している。弁体の固着は、目視検査により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

（５）絶縁低下

① 事故時雰囲気内で機能要求のある弁電動装置（駆動装置）固定子コイル等の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後60年間の通常運転とその後の設計想定事故後においても、絶縁機能を維持できると判断する。なお、より実機条件に即した電気・計装設備の長期健全性評価手法に関する検討がJNES事業「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究」で実施されており、今後その成果の反映を検討していく。事故時雰囲気内で機能要求のない弁電動装置（駆動装置）固定子コイル等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、絶縁抵抗測定又は弁の開閉動作確認を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定又は弁の開閉動作確認により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 制御棒クラスタ案内管（案内板）の摩耗
- b. 炉心そうの中性子照射による靱性低下
- c. バッフルフォーマボルト等の照射誘起型応力腐食割れ

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 摩耗

- ① 制御棒クラスタ案内管（案内板）の摩耗については、第 18 回定期検査時（2005 年度）の炉内構造物取替工事に合わせて、案内板板厚及び最小リガメントを増加し、耐摩耗性の向上を図っていることから、摩耗が制御棒の案内機能に影響を及ぼす可能性はないと考える。現状保全として、全制御棒の落下試験を実施しており、挿入時間に問題がないことによりその健全性を確認している。制御棒の案内機能への影響については全制御棒の落下試験により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(2) 中性子照射による靱性低下

- ① 炉心そうの中性子照射による靱性低下については、仮想欠陥が存在すると仮定した場合でも不安定破壊発生の可能性はないことから、炉心そうの靱性低下が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。なお、機器の機能を維持するために必要な範囲の健全性が合理的に確保されるように、民間の技術開発、規格基準化に積極的に参画し、知見やデータの拡充及び評価の高度化を図っていく。

(3) 応力腐食割れ

- ① バッフルフォーマボルト等の照射誘起型応力腐食割れについては、第 18 回定期検査時（2005 年度）に改良型のものに一式取替して信頼性の向上を図っており、現時点の知見による損傷発生予測の結果、照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はないと考える。なお、機器の機能を維持するのに必

要な範囲の健全性が合理的に確保されるように、民間の技術開発、規格基準化に積極的に参画し、知見やデータの拡充及び評価の高度化を図っていく。

5. 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

a. 絶縁体等の絶縁低下

この経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 絶縁低下

- ① 事故時雰囲気内で機能要求がなく、長期健全性試験を実施した製造メーカーの高圧難燃 CSHV ケーブルの絶縁体の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後 60 年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。また、事故時雰囲気内で機能要求がなく、代表ケーブルと製造メーカーが異なる高圧難燃 CSHV ケーブルの絶縁体の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定及び絶縁診断を行い、有意な絶縁低下のないことを確認するとともに、傾向管理を行っている。絶縁体の絶縁低下は絶縁抵抗測定及び絶縁診断で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。なお、より実機環境を模擬したケーブルの経年劣化評価手法に関する検討が JNES 事業「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究」で実施され、今後その成果の反映を検討していく。
- ② 高圧難燃 CSHV ケーブルの絶縁体の絶縁低下（水トリー劣化）については、屋外に布設されているケーブルの溜まり水による多湿度環境を考慮すると、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定及び絶縁診断を行い、有意な絶縁低下のないことを確認するとともに、傾向管理を行っている。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下（水トリー劣化）は絶縁抵抗測定及び絶縁診断で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

- ③ 事故時雰囲気内で機能要求がある難燃 PH ケーブル等及び代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃 PH ケーブル等の絶縁体の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後 60 年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。事故時雰囲気内で機能要求のない SHVA ケーブル等の絶縁体の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後 60 年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。事故時雰囲気内で機能要求がなく、代表ケーブルと製造メーカーが異なる SHVA ケーブル等の絶縁体の絶縁低下については、長期健全性試験を実施していないことから、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。なお、より実機環境を模擬したケーブルの経年劣化評価手法に関する検討が JNES 事業「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究」で実施され、今後その成果の反映を検討していく。
- ④ 事故時雰囲気内で機能要求がある難燃三重同軸ケーブル 1 及び代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル 1，事故時雰囲気内で機能要求のない難燃三重同軸ケーブル 2 の絶縁体等の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後 60 年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。なお、より実機環境を模擬したケーブルの経年劣化評価手法に関する検討が JNES 事業「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究」で実施され、今後その成果の反映を検討していく。
- ⑤ 事故時雰囲気内で機能要求のある気密端子箱接続等の絶縁物等の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後 60 年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。なお、より実機条件に即した電気・計装設備の長期健全性評価手法に関する検討が JNES 事業「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究」で実施されており、今後その成果の反映を検討していく。また、事故時雰囲気内で機能要求のない直ジョイント 2，原子炉格納容器外電動弁コネクタ接続及び複合同軸コネクタ接続の絶縁物等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、系統機器の動作確認又は

絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下のないことを確認している。絶縁低下は系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 1. 9 電気設備

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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

a. 動力変圧器等の絶縁低下

この経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 絶縁低下

- ① 動力変圧器等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定にて検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 1. 10 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 車室の変形
- b. 翼環ボルトの応力腐食割れ
- c. ジャーナル軸受等のホワイトメタルの摩耗，はく離

これらの経年劣化事象について評価した結果，高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 変形

- ① 高圧タービン車室の変形については，発生の可能性は否定できない。現状保全として，水平接手面の間隙計測及び当たり状況の確認を実施している。高圧タービン車室の変形は，間隙計測及び当たり状況確認で検知可能であり，今後も現状保全を継続していく。

(2) 応力腐食割れ

- ① 高圧タービン翼環ボルトの応力腐食割れについては，発生の可能性は否定できない。現状保全として，目視検査等により有意な欠陥のないことを確認している。翼環ボルトの応力腐食割れは，目視検査等により検知可能であり，今後も現状保全を継続していく。

(3) 摩耗

- ① 高圧タービンジャーナル軸受等のホワイトメタルの摩耗については，発生の可能性は否定できない。現状保全として，摩耗については，車軸と軸受内面の間隙測定等を行い，有意な摩耗のないことを確認している。はく離については，目視検査，ホワイトメタル部の浸透探傷検査等を行い，はく離のないことを確認している。摩耗については，車軸と軸受内面の間隙測定等により，はく離については，目視検査，浸透探傷検査等により検知可能であり，今後も現状保全を継続していく。

5. 1. 1. 11 コンクリート構造物及び鉄骨構造物

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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. コンクリートの強度低下
- b. コンクリートの遮へい能力低下
- c. 鉄骨の強度低下

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) コンクリートの強度低下

- ① 熱、放射線照射、中性化、塩分浸透、アルカリ骨材反応及び機械振動による強度低下については、健全性評価結果及び現状保全から判断して、強度低下が急激に発生する可能性は小さい。現状保全として、定期的に目視点検を実施し、強度に支障をきたす可能性のあるような有害な欠陥がないことを確認し、必要に応じてひび割れ補修等を実施している。また、定期的に非破壊試験による点検を実施し、強度に急激な経年劣化が生じていないことを確認している。現状の保全方法は適切であり、今後も現状保全を継続していく。

(2) 鉄骨の強度低下

- ① 鉄骨構造物の腐食による強度低下については、現在、強度低下につながるような鋼材の腐食は認められていない。現状保全として、定期的に目視点検を実施し、鋼材の腐食に影響する有意な塗膜の劣化等が認められた場合には、その部分の塗装の塗替えを行うこととしていることから、強度低下につながるような鋼材の腐食が急激に進展する可能性は小さい。鋼材の腐食は目視により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 1. 1 2 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 計装配管の応力腐食割れ
- b. 計装用取出配管の腐食
- c. 励磁装置等の絶縁低下

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 応力腐食割れ

- ① 1次冷却材圧力（広域）計測制御装置計装配管等の応力腐食割れについては、発生の可能性は否定できない。現状保全として、漏えい試験時に健全性の確認を実施している。計装配管の応力腐食割れについては、漏えい試験時の健全性確認で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(2) 腐食

- ① 海水ポンプ出口圧力の計装用取出配管の腐食については、ライニングのはく離、減肉等が生じた場合は、発生の可能性は否定できない。現状保全として、ライニング点検（目視検査）を実施し、健全性を確認している。ライニングのはく離等はライニング点検にて検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(3) 絶縁低下

- ① ディーゼル発電機制御盤励磁装置の絶縁低下については、絶縁低下の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、第22回定期検査時（2010年度）にディーゼル発電機制御盤Bの更新を行っているが、励磁装置については伊方1号炉第27回定期検査時（2010年度）で更新したディーゼル発電機制御盤Bで使用していた励磁装置を組み込んでいる。当該励磁装置は、伊方1号炉第16回定期検査（1996年度）に更新しており、伊方2号炉ディーゼル発電機制御盤Bへの組み込みに伴い、絶縁性能に異常のないことを確認して

いる。ディーゼル発電機制御盤Aについても2011年度までに更新する計画であり、先行して更新する計画である伊方1号炉ディーゼル発電機制御盤Aで使用している励磁装置を組み込む計画としている。当該励磁装置も、伊方1号炉第16回定期検査(1996年度)に更新しており、伊方2号炉ディーゼル発電機制御盤Aへの組み込みに伴い、絶縁性能に異常のないことを確認する計画としている。さらに、励磁装置更新取替から10回目の定期検査を終了した時点から定期的に励磁装置の絶縁抵抗測定、 $\tan \delta$ 試験、直流吸収試験、巻線抵抗測定及びコイル内部観察を実施し、異常のないことを確認することとしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定等で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

- ② 変圧器等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、絶縁抵抗測定を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定にて検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 1. 1 3 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

a. モータ固定子コイル等の絶縁低下

この経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 絶縁低下

- ① モータ固定子コイル等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ② 格納容器空気モニタリング隔離弁（C/V 側）電動装置の固定子コイル等の絶縁低下については、健全性評価の結果、60年間の通常運転とその後の設計想定事故においても、絶縁機能を維持できると判断する。なお、より実機条件に即した電気・計装設備の長期健全性評価手法に関する検討が JNES 事業「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究」で実施されており、今後その成果の反映を検討していく。

5. 1. 1 4 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. ボルト等原子炉容器炉心近傍部材の照射脆化
- b. パッド、ヒンジ等摺動部等の摩耗
- c. 加圧器スカート溶接部の疲労割れ
- d. モータ固定子コイル等の絶縁低下
- e. ラッチ機構プランジャー等の摩耗
- f. 被覆管の摩耗
- g. 被覆管先端部の照射誘起割れ
- h. 支持脚（スライド脚）等の腐食
- i. ロータ等の応力腐食割れ
- j. 伝熱管のスケール付着
- k. ケミカルアンカ樹脂の劣化

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 照射脆化

- ① ボルト等原子炉容器炉心近傍部材の照射脆化については、評価の結果、破壊靱性が応力拡大係数を上回っていることから、健全性は保たれるが、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的にキャビティーシール部の隙間に有意な変化がないことを確認している。照射脆化はキャビティーシール据付時の隙間計測により確認可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(2) 摩耗

- ① 原子炉容器のパッド等摺動部等の摩耗については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、原子炉容器とキャビティーに有意な高低差がないことをキャビティーシール据付時の隙間測定により確認している。また、ヒンジ等の摩耗については、定期的にかみ合い深さを目視確認している。摩耗は隙間測定及び目視確認により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

② 制御棒クラスタ駆動装置のラッチ機構プランジャー等の摩耗については、摩耗が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。現状保全として、定期的に制御棒位置指示装置及びコイル電流によるラッチ機構動作確認を実施している。摩耗はラッチ機構動作確認により確認可能であり、今後も現状保全を継続していく。

③ 制御棒クラスタ被覆管の摩耗については、万一被覆管が減肉により貫通しても直ちに制御棒クラスタの機能に与える影響は小さいと考える。現状保全として、ステップ変更及び取替を定期的に行っている。また、全制御棒クラスタの落下試験を実施し、挿入性に問題のないことを確認している。制御棒クラスタ被覆管の摩耗については、落下試験により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(3) 疲労割れ

① 加圧器サポートの加圧器スカート溶接部等の疲労割れについては、疲労評価の結果、疲れ累積係数は許容値に対して余裕のある結果が得られた。ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、現状、高経年化技術評価に合わせて、実過渡回数に基づく評価を定期的の実施することとしており、今後も現状保全を継続していく。

(4) 絶縁低下

① 制御用空気圧縮機モータの固定子コイル等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(5) 照射誘起割れ

① 制御棒クラスタ被覆管の照射誘起割れについては、万一被覆管に割れが発生しても直ちに制御棒クラスタの機能に与える影響は小さいと考える。現状保全として、中性子照射量に応じた取替を行うとともに、全制御棒クラスタの落下試験を実施し、挿入性に問題のないことを確認している。制御棒クラスタの挿入性については落下試験により確認可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(6) 腐食

- ① ほう酸回収装置の蒸発器支持脚（スライド脚）等の腐食については、長期使用により支持脚（スライド脚）の腐食による固着の可能性は否定できない。現状保全として、スライド部の塗膜に異常のないことを目視により確認している。支持脚の腐食は目視により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ② アスファルト混和機のロータ等の腐食については、濃縮廃液及びその固形分の付着・堆積による腐食の可能性は否定できない。現状保全として、定期的にロータ等表面の付着・堆積物を除去し、目視確認により有意な腐食がないことを確認している。ロータ等の腐食は表面の清掃及び目視確認により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ③ 基礎ボルトの大气接触部（塗装なし部）の腐食については、腐食減肉による支持機能の低下の可能性は小さい。現状保全として、巡視点検や定期検査時の試運転にて機器に異常な振動等がないことを確認している。基礎ボルトの大气接触部については、巡視点検や定期検査時の試運転にて機器に異常な振動等がないことにより、支持機能に異常がないことが確認可能であるが、今後、現状保全項目に加えて、伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、基礎ボルトを取り外す機会を利用して、サンプリング等により腐食等の調査を実施していく。

(7) 応力腐食割れ

- ① 廃液蒸発装置B蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れについては、発生の可能性は否定できない。現状保全として、目視確認及び漏えい試験を行い、有意な欠陥がないことを確認している。応力腐食割れは目視確認及び漏えい試験により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ② アスファルト混和機ロータ等の応力腐食割れについては、発生の可能性は否定できない。現状保全として、ロータ等表面の付着・堆積物を除去し、目視確認により有意な欠陥がないことを確認している。応力腐食割れは目視確認により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(8) スケール付着

- ① ドラム詰装置復水器の伝熱管のスケール付着については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、運転時の温度等のパラメータの監視を行い、異常のないことを確認している。スケール付着は運転時の温度等のパラメータ監視により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(9) 劣化

- ① 基礎ボルトのケミカルアンカの樹脂については、劣化による支持機能の低下の可能性は小さい。現状保全として、巡視点検や定期検査時の試運転にて機器に異常な振動等がないことを確認している。基礎ボルトのケミカルアンカの樹脂については、巡視点検や定期検査時の試運転にて機器に異常な振動等がないことにより、支持機能に異常がないことが確認可能であるが、今後、現状保全項目に加えて、伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、ケミカルアンカを取り外す機会を利用してサンプリング等により、樹脂の劣化等の調査を実施していく。

5. 1. 15 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抽出し、経年劣化事象ごとにまとめたものを以下に示す。

- a. 固定子コイル等の絶縁低下
- b. シリンダライナ純水接液部等の腐食
- c. 空気冷却器伝熱管等のスケール付着
- d. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

(1) 絶縁低下

- ① 非常用ディーゼル発電機固定子コイル等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定及び絶縁診断を行い有意な絶縁低下のないことを確認するとともに、傾向管理を行っている。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定及び絶縁診断により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ② 非常用ディーゼル発電機回転子コイル等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は絶縁抵抗測定により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ③ 充電器盤の変圧器等の絶縁低下については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下のないことを確認している。絶縁低下は絶縁抵抗測定により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(2) 腐食

- ① 非常用ディーゼル発電機関シリンダライナ純水接液部等の腐食については、発生の可能性は否定できない。現状保全とし

て、目視検査を実施し、有意な腐食がないことを確認している。腐食は目視検査にて検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

- ② 非常用ディーゼル発電機関附属設備の海水系統配管の内面からの腐食については、ライニングのはく離、減肉等が生じた場合は、発生の可能性は否定できない。現状保全として、ライニング点検を実施し、健全性を確認している。ライニングのはく離、減肉等はライニング点検により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ③ 非常用ディーゼル発電機関附属設備の燃料油系統配管の外表面からの腐食については、保温等が不十分な場合は、発生の可能性は否定できない。現状保全として、目視確認により塗膜、防水措置（保温）等の健全性を確認している。外表面からの腐食については、目視確認により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(3) スケール付着

- ① 非常用ディーゼル発電機関の空気冷却器等の伝熱管のスケール付着については、発生の可能性は否定できない。現状保全として、ブラシ洗浄等を実施するとともに、空気冷却器空気出口温度等のパラメータ監視を行い、異常のないことを確認している。スケール付着はパラメータ監視により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

(4) 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ

- ① 清水冷却器等の伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れについては、邪魔板の管穴が腐食等により拡大した場合は、発生の可能性は否定できない。現状保全として、分解点検時に渦流探傷検査を実施し、有意な欠陥のないことを確認している。伝熱管の摩耗による減肉及び割れは渦流探傷検査にて検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

5. 2 耐震安全性評価結果

本章においては、各機器における耐震安全性評価結果についてまとめた。

耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象に対する主な評価結果を以下に示す。

なお、機器に共通のものは経年劣化事象ごとに整理した。機器個別に独自の評価を行っているものについては、個別に記載した。

(1) 摩耗

- ① 炉内構造物制御棒クラスタ案内管及び制御棒クラスタ被覆管の摩耗については、保全活動の範囲内で発生する摩耗量を仮定し、地震時に制御棒挿入時間が規定値を上回らないことを確認した。
- ② 炉内構造物炉内計装用シンプルチューブ等の摩耗については、保全活動の範囲内で発生する摩耗量を仮定し、地震時の発生応力を算出し、許容応力以下であることを確認した。

(2) 腐食

- ① 腐食については、保全活動の範囲内で発生する腐食量を仮定し、地震時の腐食発生部位の発生応力を算出し、許容応力以下であることを確認した。

(3) 疲労割れ

- ① 疲労割れについては、通常運転時及び地震時の疲れ累積係数の合計値が1以下であることを確認した。

(4) 応力腐食割れ

- ① 応力腐食割れについては、割れの発生を安全側に想定し、地震時の割れ発生部位の発生応力を算出し、安定限界応力以下であることを確認した。
- ② 炉内構造物のバッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れについては、最上段と最下段のバッフルフォーマボルトのみが健全な場合を仮定し、評価上最も厳しいバッフルフォーマボルトに生じる地震時の発生応力及び制御棒挿入時間を算定し、それぞれ許容値以下であることを確認した。

(5) 熱時効

- ① 1次冷却材管等の熱時効については、運転期間60年での疲労き裂を想定しても、材料のき裂進展抵抗は地震等によるき裂進展力を十分上回ることを確認した。

(6) 中性子照射脆化

- ① 原子炉容器胴部の中性子照射による関連温度上昇については、通常運転時の荷重に地震荷重を重ね合わせて、初期き裂を想定した場合の破壊力学的評価を実施し、材料の破壊靱性値と加圧熱衝撃事象に設計用限界地震を考慮した応力拡大係数を比較し、材料の破壊靱性値が地震による応力拡大係数を上回っていることを確認した。
- ② 原子炉容器サポートの中性子照射脆化については、想定欠陥に対し、地震時の発生応力を算定し、材料の破壊靱性値が地震による応力拡大係数を上回っていることを確認した。

(7) 中性子照射による靱性低下

- ① 炉内構造物炉心そうの中性子照射による靱性低下については、想定欠陥に対し、地震時の発生応力を算定し、材料の破壊靱性値が地震による応力拡大係数を上回っていることを確認した。

以上の検討の結果、耐震安全性の観点から高経年化対策に追加すべき項目はない。

5. 3 評価の結果に基づいた補修等の措置

本技術評価を提出する以前に健全性評価結果に基づき実施した補修等はない。

6. 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。

6. 1 長期保守管理方針の策定

(1) 総合評価結果

高経年化技術評価結果から、現状の保全項目に追加すべき項目を抽出した。60年間の運転を仮定しても現状の保全を継続するとともに、一部の機器・構造物において追加保全項目を実施することで、プラント全体の機器・構造物の長期健全性が確保されることを確認した。

(2) 現状保全に追加すべき項目

総合評価結果を基に、高経年化対策上現状の保全項目に追加すべき新たな保全項目について、具体的な実施内容、実施方法及び実施時期を長期保全計画として取りまとめ、長期保全計画に基づき長期保守管理方針を策定した。

策定した長期保守管理方針を資料6-1に示す。

6. 2 長期保守管理方針の実施

「6. 1 長期保守管理方針の策定」で抽出された長期保守管理方針については、今後、伊方2号炉の具体的な保全計画に反映し、運転開始後30年を迎える2012年3月19日を始期とした10年間の適用期間で計画的に実施していく。

長期保守管理方針の実施に当たっては、実施時期を以下のとおり分類した。

- a. 短期：平成24年3月19日から5年間
 - ・健全性評価結果から、実機プラントデータでの確認・評価が早急に必要なもの
 - ・5年以内に実施計画のあるもの（取替等）等
- b. 中長期：平成24年3月19日から10年間
 - ・健全性評価において長期にわたる健全性は確保できると評価されるが、定期的（約10年ごと）に評価条件の妥当性の確認が必要であるもの等

6. 3 技術開発課題

高経年化技術評価においては、現在までの知見と実績を基にしたものであるが、点検・検査技術の高度化、並びにさらなる知見の蓄積に努める観点から、今後さらに技術開発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ない。しかし、今後、電力研究やJNES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する。

なお、高経年化対策のための技術情報基盤整備のため、高経年化対応技術戦略マップが策定されており、高経年化技術評価によって抽出された技術開発課題も検討対象とされていることから、これらの技術開発課題を検討・実施していく。

資料 6 - 1 伊方 2 号炉 高経年化技術評価に基づく長期保守管理方針 (1/1)

機種名	機器名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	長期保全計画		実施時期	長期保守管理方針		実施時期
						高経年化への対応	No.		保守管理の項目	実施時期	
ポンプ	余熱除去ポンプ	主軸のフレグイン割れ 疲労割れ	発生繰り返し数は、曲げ応力振幅に対する許容繰り返し数に対して小さい。	振動測定(速度、加速度)の測定等を実施している。 ポンプの分解点検時には、主軸の目視検査を実施している。	主軸のフレグイン割れの発生可能性は小さい。 主軸のフレグイン疲労割れは、主軸の超音波探傷検査を追加で行うことは有効である。	ポンプの分解点検時に、主軸の超音波探傷検査を実施していく。	1	中長期	余熱除去ポンプの主軸のフレグイン疲労割れについては、主軸の分解点検時に、主軸の超音波探傷検査を実施していく。	中長期	
機械設備	スタッドボルト、バボルト及びシールド(メカニカル)、アンボルト(ケミカル)	大気接触部の全面腐食	地震時の基礎ボルトの発生応力は許容応力を超えないこと、機器の支持性を喪失する可能性があることと考える。	各種基礎ボルトの直上コンクリート直上コンクリート埋設部及び埋設部において、点検や定期検査時の異常な振動等がないこと、支持機構に異常な振動等がないこと、支持機構に異常な振動等がないこと、支持機構に異常な振動等がないことを確認している。	コンクリート直上及びメカニカル埋設部において、大気接触部により支持機構が低下する可能性がある。 機器に異常な振動等がないことにより、支持機構に異常な振動等がないことが確認できる。 点検や定期検査時の異常な振動等がないことにより、支持機構に異常な振動等がないことを確認している。	伊方 2 号炉も含め、原子力発電所共通として、基礎ボルト等により腐食等の調査を実施していく。	2	中長期	スタッドボルト等*の大気接触部の腐食については、伊方 2 号炉も含め、原子力発電所共通として、基礎ボルト等により調査を実施する。 * : スタッドボルト、メカニカルアンボルト、ケミカルアンボルト	中長期	
	ケミカルアンボルト	樹脂の劣化	コンクリート埋設部にさらされること、紫外線、放射線、水分については、健全性が阻害される可能性があることと考える。	点検や定期検査時の異常な振動等がないこと、支持機構に異常な振動等がないことを確認している。	支持機構の低下が進行する可能性があること、点検や定期検査時の異常な振動等がないことにより、支持機構に異常な振動等がないことを確認している。 樹脂の劣化等の観点から、点検や定期検査を実施する。	伊方 2 号炉も含め、原子力発電所共通として、ケミカルアンボルト等により樹脂の劣化等の調査を実施していく。	3	中長期	ケミカルアンボルトの樹脂の劣化については、伊方 2 号炉も含め、原子力発電所共通として、ケミカルアンボルト等により調査を実施する。	中長期	

中長期：平成 24 年 3 月 19 日から 10 年間

7. まとめ

(1) 総合評価

伊方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、長期間の運転を仮定しても、安全に運転を継続することは可能との見通しを得た。

また、一部の機器・構造物については、高経年化への対応として新たに講じる必要がある保全項目が抽出されたが、これらについては長期保守管理方針として取りまとめ、具体的な保全計画に反映し、計画的に実施していくことにより、長期間の運転を仮定しても、安全に運転を継続することは可能との見通しを得た。

(2) 今後の取組み

策定した長期保守管理方針については、伊方2号炉の保守管理活動に反映し、2012年3月19日以降から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及び長期保守管理方針の策定は、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の知見等を踏まえ、適切な時期に再評価及び変更を実施していく。

- a. 材料劣化に係る安全基盤研究の成果
- b. 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
- c. 関係法令の制定及び改廃
- d. 原子力安全・保安院からの指示
- e. 材料劣化に係る規格・基準類の制定及び改廃
- f. 原子炉の運転期間の変更
- g. 原子炉の定格熱出力の変更

なお、再評価及び変更に当たっては、「総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会高経年化対策検討委員会」及び（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」等の動向も踏まえ、実施していく。

当社は、高経年化技術評価等の活動を通じて、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。

以上