

敦賀発電所 1 号炉定期安全レビュー（第 2 回）結果について

当社は、敦賀発電所 1 号炉（沸騰水型軽水炉、定格電気出力 3 5 万 7 千キロワット）について定期安全レビューを実施した結果をとりまとめました。

定期安全レビューは、国が定める「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に基づき、原子炉設置者が原子炉ごとに「原子炉施設における保安活動の実施状況」および「原子炉施設に対して実施した保安活動への最新の技術的知見の反映状況」等を定期的に評価する活動で、今回は、平成 6 年 8 月に公表した第 1 回目の評価に次ぐ第 2 回目の評価となり、平成 6 年 4 月より平成 1 8 年 3 月末までを評価対象期間として実施しました。

今回評価を行った結果、これまでの運転経験で得られた教訓や最新の技術的知見等が敦賀発電所 1 号炉に適切に反映され、必要な対応が実施されていることを確認しました。

当社は、本評価結果を踏まえ、これまで実施してきた保安活動を今後とも継続して実施・改善していくことにより、今後の発電所の安全性・信頼性の確保に努めてまいります。

以 上

添付資料 敦賀発電所 1 号炉における定期安全レビューの評価結果概要

敦賀発電所 1 号炉における定期安全レビューの評価結果概要

1. 評価対象期間

平成 6 年 4 月 1 日から平成 18 年 3 月 31 日まで

なお、評価対象期間以降の活動ではありますが、平成 18 年 9 月に公表しました「東海第二発電所における可燃性ガス濃度制御流量の不適切な補正」及び平成 19 年 3 月に公表しました「発電設備の総点検」を踏まえた再発防止対策の取組みについて取り上げ確認しました。

2. 評価項目及び評価結果

(1) 運転経験の包括的評価

参考－1

以下の 8 項目の保安活動実施状況について、組織・体制、社内規程、教育・訓練、改善状況等の観点から評価した結果、原子炉施設の安全性、信頼性を維持、向上させる仕組みが築かれ、国内外原子力発電所で経験した事故・故障等の教訓の設備面及び運用面への反映や、予防保全の観点から設備の計画的な改造・取替が適切に実施されていることを確認しました。

- 1) 品質保証活動（組織風土の劣化防止への対応状況の評価を含む。^{*1}）
- 2) 運転管理
- 3) 保守管理（高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価を含む。^{*1}）
- 4) 燃料管理
- 5) 放射線管理及び環境モニタリング
- 6) 放射性廃棄物管理
- 7) 事故・故障等発生時の対応及び緊急時の措置
- 8) 事故・故障等の経験反映状況

* 1 平成 17 年 12 月の原子力安全・保安院文書「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について」に基づく追加項目

(2) 最新の技術的知見の反映

参考－2

今回の評価対象期間に得られた軽水炉の安全性・信頼性に関連する重要な技術的知見を、「安全研究成果」、「国内外の原子力発電所の運転経験から得られた教訓」及び「技術開発成果」に分類して調査した結果、これら最新の技術的知見が設備面や管理面に適切に反映され、安全性・信頼性の向上が図られてきていることを確認しました。

(3) 確率論的安全評価^{*2}

参考－3

敦賀発電所 1 号炉における安全上の特徴を総合的に把握するため、設計での想定等を大幅に超えて炉心損傷及び格納容器機能喪失に至る可能性、並びにプラント停止時の炉心損傷に至る可能性について確率論的安全評価手法を用いて評価した結果、プラント運転時及び停止時において、十分な安全性が確保されていることを確認しました。

* 2 平成 17 年 12 月の原子力安全・保安院文書「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 15 条の 2 第 1 項に基づく定期安全レビューの実施について」に基づき実施したもの。

3. 評価過程

今回得られた評価結果については客観性を保つため、東海第二発電所でのレビューを受けた他、評価等が手順どおり行われたかについて考査・品質監査室長の確認を得ております。

この評価の過程については、平成18年度、平成19年度の保安検査において国の確認を受けております。

4. 公開場所

日本原子力発電広報室（東京都千代田区神田美土代町）

敦賀原子力館（福井県敦賀市明神町）

げんでんふれあいギャラリー（福井県敦賀市本町）

参考－1 「運転経験の包括的評価」について

参考－2 「最新の技術的知見」について

参考－3 「確率論的安全評価」について

参考－4 定期安全レビュー（PSR）の概要

以上

「敦賀発電所１号炉の運転実績（平成１８年３月末）」

今回の評価対象期間である平成６年度から平成１７年度のうち、平成１１年度から１２年度にかけて実施したシュラウド取替えに加え、シュラウドサポートのひび割れ補修を実施したことから長期停止となり、設備利用率は、平成１１年度が３７．１％、平成１２年度は１１．２％となっています。しかし、それ以降の近年においては８２．９～９２．８％と順調な運転実績となっています。

- ・ 営業運転開始 昭和４５年３月１４日
- ・ 累積発電時間 約２２．１万時間
- ・ 累積発電電力量 約７５８億ＫＷｈ
- ・ 今回評価期間設備利用率 ７０．８％（累積設備利用率：６７．３％）
- ・ 今回評価期間計画外停止回数 ９回（累積計画外停止回数：４９回）

図－１ 設備利用率の年度推移

「運転経験の包括的評価」について

今回の評価対象期間における保安活動実施状況について、組織・体制、社内規程、教育・訓練、改善状況等の観点から調査した結果、原子炉施設の安全性、信頼性を維持、向上させる仕組みが築かれ、国内外原子力発電所で経験した事故・故障等の教訓の設備面及び運用面への反映や、予防保全の観点から設備の計画的な改造・取替が適切に実施されていることを確認しました。

１．品質保証活動

- ・ 品質保証活動全般について、法令改正、平成１０年の当社関係会社による「使用済燃料輸送容器中性子遮へい材データ改ざん問題」や平成１４年の「他社の自主点検作業記録の不正などに関する問題」を受けた総点検の結果及びその他の運転経験を踏まえて適切に対応し、改善が図られていることを確認しました。
- ・ 運用管理面について、平成１６年に制定された「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2003）」に基づき、品質保証計画が規定され、教育・訓練、不適合管理、及び文書管理の仕組みが整備され、継続的な改善が図られていることを確認しました。
- ・ 品質保証活動の有効性の継続的改善について、内部評価の仕組みが整備され、監査要員の独立性を規定するなど、法令改正を受けて適切に改善がなされていることを確認しました。また、外部評価については、保安検査、定期安全管理審査、及び安全協定に基づく自治体立入調査などが行われ、その結果が保安活動に反映されていることを確認しました。

- ・組織風土の劣化防止への対応状況については、原子力安全基盤機構の「実用発電用原子炉施設における高経年化対策資料集、高経年化技術評価審査マニュアル」のうち「8. 組織風土劣化防止の取り組みの考え方と把握の視点 (JNES-SS-0514-00) 平成 17 年 12 月」に示された 10 項目の視点に準じて評価し、安全文化や企業倫理に係る活動を充実させてきたことを確認しました。
- ・しかしながら、平成 18 年 9 月に公表しました「東海第二発電所における可燃性ガス濃度制御系流量の不適切な補正」の根本原因分析において、組織風土・安全文化、企業倫理・安全意識等の観点から課題が抽出されており、これに加え、平成 19 年 3 月に公表しました「発電設備の総点検」の結果を踏まえ、さらなる改善が必要であり、それに向かって全社で取り組むことが必要であると評価しました。

2. 運転管理

- ・運転体制について、発電長以下各役割に応じた知識と技能を有する運転員を配置しており、発電所の安全維持を確実にできる組織であることを確認しました。また、運転経験等の反映による運転体制の改善についても運転員の勤務体制の変更等、適切に行なっていることを確認しました。
- ・運転員の業務及び運転手順書について、国内外原子力発電所の事故・故障及び設備改造等を確実に反映するとともに、炉心損傷防止を図るため、シビアアクシデント発生時に運転直への指示・指導・助言等を行う支援体制を明確にしたガイドラインや運転手順書を平成 10 年に制定を行い、適切に改善していることを確認しました。
- ・運転員の教育・訓練について、運転員の長期養成計画等に基づき B T C 及び総合研修センター、職場における教育・訓練を通じて的確に実施していることを確認しました。また、平成 10 年から敦賀発電所構内に小型シミュレータを設置し、運転員の教育・訓練を的確に改善してきていることを確認しました。

3. 保守管理

- ・点検・改良工事の実施に当たって協力会社も含め保守管理体制を確立し、品質保証活動を確実に実施して適切な保守管理を行っていることを確認しました。また、政省令改正を受けて、平成 16 年度（第 29 回定期検査）から導入された定期事業者検査は、品質保証、試験・検査、保守管理業務等の社内規程が整備され、これらの規程に基づき、検査に係る組織、検査方法等が確立され、適切に検査が実施されていることを確認しました。
- ・保守管理に従事する保修員の教育・訓練については、保修員の養成計画に基づき実施するとともに、国内外の事故・故障等から得られた教訓を適宜反映し、教育・訓練内容の充実を図っており、保守管理に従事するために必要な資質を有した保修員を長期にわたって確保し、育成に努めていることを確認しました。
- ・主要な機器に対し、設備・機器の健全性が維持され、信頼性を確保していることを確認

するため、次の定期検査等のデータを調査し、設備・機器の健全性が維持されていることを確認しました。

- 重要度の高い安全機能を有する設備・機器の機能
- 原子炉圧力容器鋼材の監視試験片の試験結果
- 原子炉圧力容器の疲れ累積係数
- 原子炉冷却材圧力バウンダリに係るクラス 1 機器の供用期間中検査の結果
- ・高経年化対策上着目すべきと考えられる次の経年劣化事象に対して、適切に監視がなされ、さらに国内外原子力発電所の運転経験や新知見・新技術を的確に保全対策に取り込み、保守管理を行ってきていることを確認しました。
 - 原子炉容器の中性子照射脆化
 - 応力腐食割れ（ＳＣＣ）
 - 疲労
 - 配管減肉
 - 電気計装設備の絶縁低下又は特性低下
 - コンクリートの強度低下
- ・設備の健全性及び信頼性の維持向上対策について、国内外原子力発電所の事故・故障等から得た知見の反映、技術開発の成果及び経年変化状況に応じた改良工事を適切に実施するとともに、保守点検の作業性や保守技術の改善を適宜実施することにより、設備の信頼性の維持・向上を図っていることを確認しました。なお、原子炉再循環ポンプメカシールの機能低下が再発しているが、原子炉水からの異物混入が原因であり再発防止が困難と判断され、また、不具合が確認されたハフニウムを用いた新型制御棒についても、実績のあるボロンカーバイド型制御棒への取替計画を検討していることを確認しました。

4. 燃料管理

- ・燃料の運用管理について、新燃料の調達、新燃料の受入れ・貯蔵、燃料の検査・装荷、炉心管理、燃料取出し、使用済燃料の貯蔵・払出しの各段階における燃料の管理方法において、燃料の健全性を確保する仕組みが整備され、その仕組みに従い運用していることを確認しました。また、燃料に係る運転上の制限や重要パラメータを監視し、制限値を遵守していることを確認しました。
- ・燃料の信頼性向上対策を適切に実施するとともに、燃料の高燃焼度化による使用済燃料の発生量低減や経済性の向上が行われてきたことを確認しました。

5. 放射線管理及び環境モニタリング

- ・放射線管理は、社内規程に基づき実施するとともに、放射線業務従事者の線量低減を図るため、先行プラントの対策を反映し、合理的に達成可能な限り最適と考えられる線量低減対策を講じてきたことを確認しました。この結果、次の表に示すとおり定期検査作業における放射線業務従事者の線量は全体的に低めに推移していることを確認しました。

定期検査期間中の線量の推移

項目	(年度)	前回調査期間 (S49～H4)	今回調査期間 (H6～H17)	低減率
放射線業務従事者が受ける線量 (通常定期検査分)		平均 4.57 (人・Sv)	平均 1.16 (人・Sv)	約 75 (%)
放射線業務従事者が受ける線量 (改良工事分)		平均 3.22 (人・Sv)	平均 1.47 (人・Sv)	約 54 (%)
従事者の平均線量		約 2.9 (mSv/人)	約 0.9 (mSv/人)	約 69 (%)

注) 昭和 48 年以前はデータが区分されていないため、対象外としました。

- ・発電所周辺の環境モニタリングについて、福井県環境放射能測定技術会議において、従来の調査結果と比較して特異な傾向はなく、発電所の運転による環境への影響は無視し得ると評価しました。

6. 放射性廃棄物管理

- ・放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物について、種々の低減対策を実施した結果として放出量は年々減少し、放出管理目標値等に対して十分低いレベルとなっていることを確認しました。

図－2 放射性液体廃棄物の放出実績

- ・放射性固体廃棄物（敦賀発電所 2 号炉と共用設備）について、種々の低減対策や計画的な低レベル放射性廃棄物埋設センターへの搬出等を行うことにより、貯蔵庫の保管容量を超えないよう適切に管理していることを確認しました。

図－3 固体廃棄物発生量・保管量の推移

7. 事故・故障等発生時の対応及び緊急時の措置

- ・事故・故障等発生時の対応体制が適切に整備されており、社外への通報連絡についても、的確な対応ができることを確認しました。
- ・平成 17 年 6 月に発生した敦賀発電所 2 号炉通報連絡遅れについては、地域の方々の安心に対する目線や、これを受けた安全協定の精神の理解の醸成・定着に取り組むとともに、迅速、的確な通報連絡を実施するため

- ①徴候を確認した時点で通報連絡
- ②要否の判断に迷ったときは必ず連絡
- ③情報収集に時間を要する場合、まず一報

といった通報連絡三原則に従い、コミュニケーション改善等に努めています。

- ・緊急時の措置について、「原子力災害対策特別措置法」に基づく「原子力事業者防災業務計画」等に従い、原子力防災組織、要員、資機材、通報経路等を適切に整備していることを確認しました。また、緊急時の措置が適切に行われるよう原子力防災訓練を実施するとともに実施結果評価の反映等により改善が図られていることを確認しました。

8. 事故・故障等の経験反映状況

- ・敦賀発電所 1 号炉で発生した事故・故障等の経験について、社内規程に基づきそれらの教訓が適切に反映され、再発防止が図られていることを確認しました。
- ・国内・国外他プラントで発生した事故・故障等の情報を収集、検討・評価し、反映する仕組みが確立しており運用されていることを確認しました。また、軽微な情報に係るニューシアを用いた情報共有化への取組みについても適切な対応がなされていることを確認しました。

図－4 事故・故障等の報告件数

「最新の技術的知見の反映」について

今回の評価対象期間に得られた軽水炉の安全性・信頼性に関連する重要な技術的知見を、「安全研究成果」、「国内外の原子力発電所の運転経験から得られた教訓」及び「技術開発成果」に分類して調査した結果、これら最新の技術的知見が設備面や管理面に適切に反映され、安全性・信頼性の向上が図られてきていることを確認しました。

１．安全研究成果

- ・高燃焼度燃料の反応度投入事象に関する安全評価、 9×9 型燃料に関する設計手法・安全評価、シビアアクシデントに関する研究等、原子力安全委員会の安全審査指針に反映され、安全評価手法として整備されてきたものを最新の技術的知見として採りあげ、設備面や管理面に適切に反映されていることを確認しました。

２．国内外の原子力発電所の運転経験から得られた教訓

- ・下表に示すとおり、国内外の事故・故障等で得られた技術的知見が敦賀発電所１号炉の設備面、運用面に適切に反映されていることを確認しました。

国内他プラントの 事故・故障等	国外プラントの 事故・故障等	原子力安全・保安院文書 指示事項
・評価対象：２４２件 ・うち水平展開要：５９件 ・水平展開完了：５９件 ・実施中：０件	・評価対象：６４５件 ・うち水平展開要：２３件 ・水平展開完了：２１件 ・実施中：２件*	・評価対象：３８件 ・うち水平展開要：３２件 ・対応完了：２５件 ・対応中：７件

* １件は第 31 回定期検査（平成 19 年）で対応済です。また、残る 1 件については、原子力安全・保安院文書の指示事項に基づき保全計画書を提出して対応を図っているところです。

- ・福島第一原子力発電所 2 号機 シュラウド中間部リングのひび、浜岡原子力発電所 1 号機 余熱除去系配管破断等の事故・故障、及び米国原子力規制委員会（NRC）の情報、原子力安全・保安院の指示文書等、国内外の他原子力発電所の運転経験から得られた教訓を最新の技術的知見として採りあげ、設備面や管理面に適切に反映されていることを確認しました。

３．技術開発成果

- ・電力事業者が行った研究について、地震時における炉内中性子束挙動に対する基礎的研究、長期水素注入による腐食環境改善技術評価研究等の成果が、設備面や管理面に適切に反映されていることを確認しました。

「確率論的安全評価」について

敦賀発電所１号炉における安全上の特徴を総合的に把握するため、プラント運転時の設計想定等を大幅に超えて炉心損傷及び格納容器機能喪失に至る可能性、並びにプラント停止時の炉心損傷に至る可能性について確率論的安全評価手法を用いて評価した結果、下表に示すとおりプラント運転時の炉心損傷頻度の平均値、格納容器機能喪失頻度、及びプラント停止時の炉心損傷頻度の平均値は、十分低い値であることを確認しました。これは、「原子力発電プラントの基本安全原則」（ＩＡＥＡ国際原子力安全諮問委員会）が示す目標等を十分に下回るもので、安全性が確保されていることを確認しました。

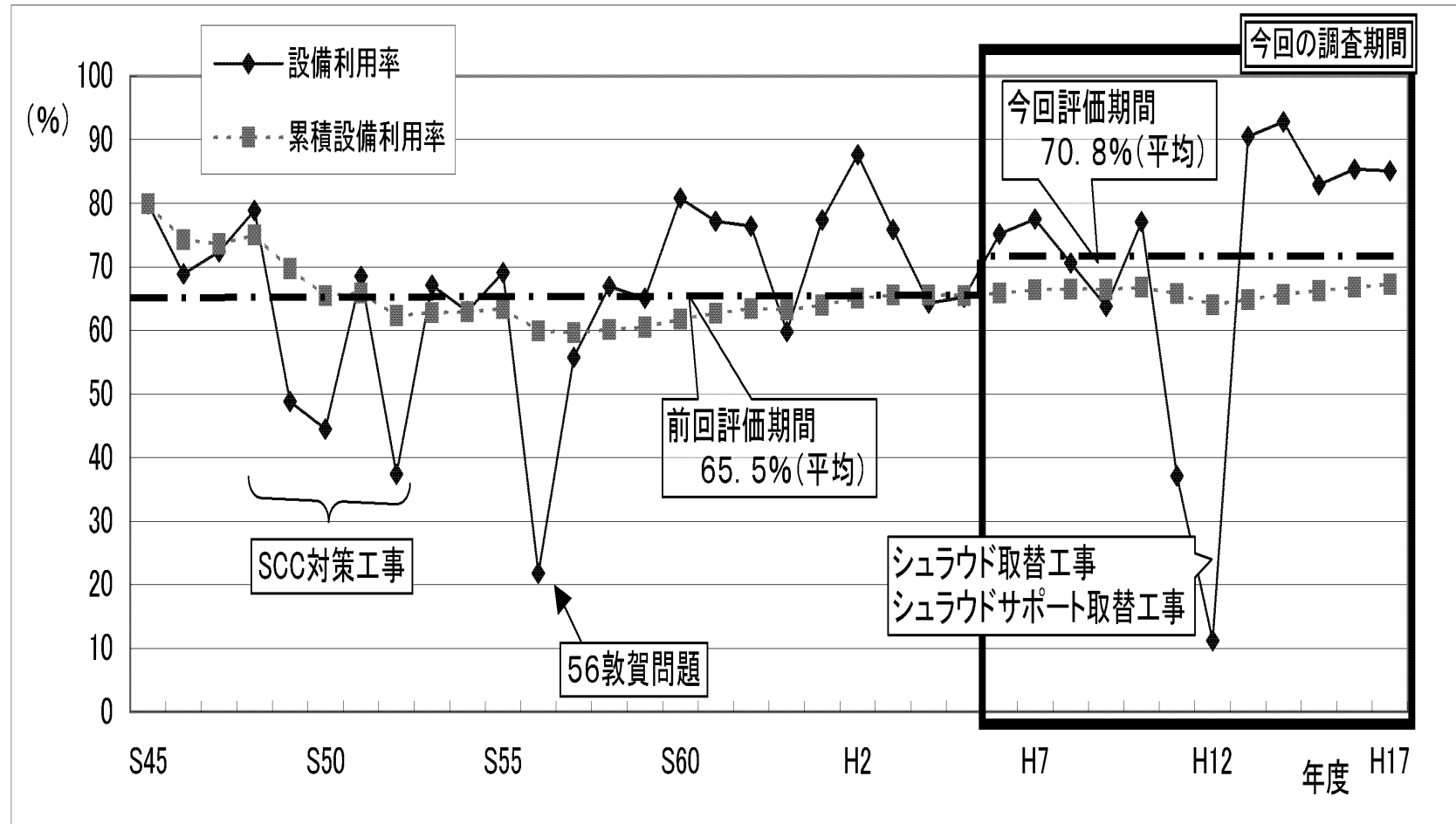
確率論的安全評価まとめ（単位：／炉年）

		敦賀発電所１号炉	性能目標
炉心損傷頻度	プラント運転時	2.7×10^{-7}	—
	停止時	5.6×10^{-8}	
	合計	3.2×10^{-7}	10^{-4} 以下 ^{*1}
格納容器機能喪失頻度	プラント運転時	1.3×10^{-8}	10^{-5} 以下 ^{*2}
炉心損傷頻度 （国内機器故障率データ使用）	プラント運転時	1.6×10^{-8}	—

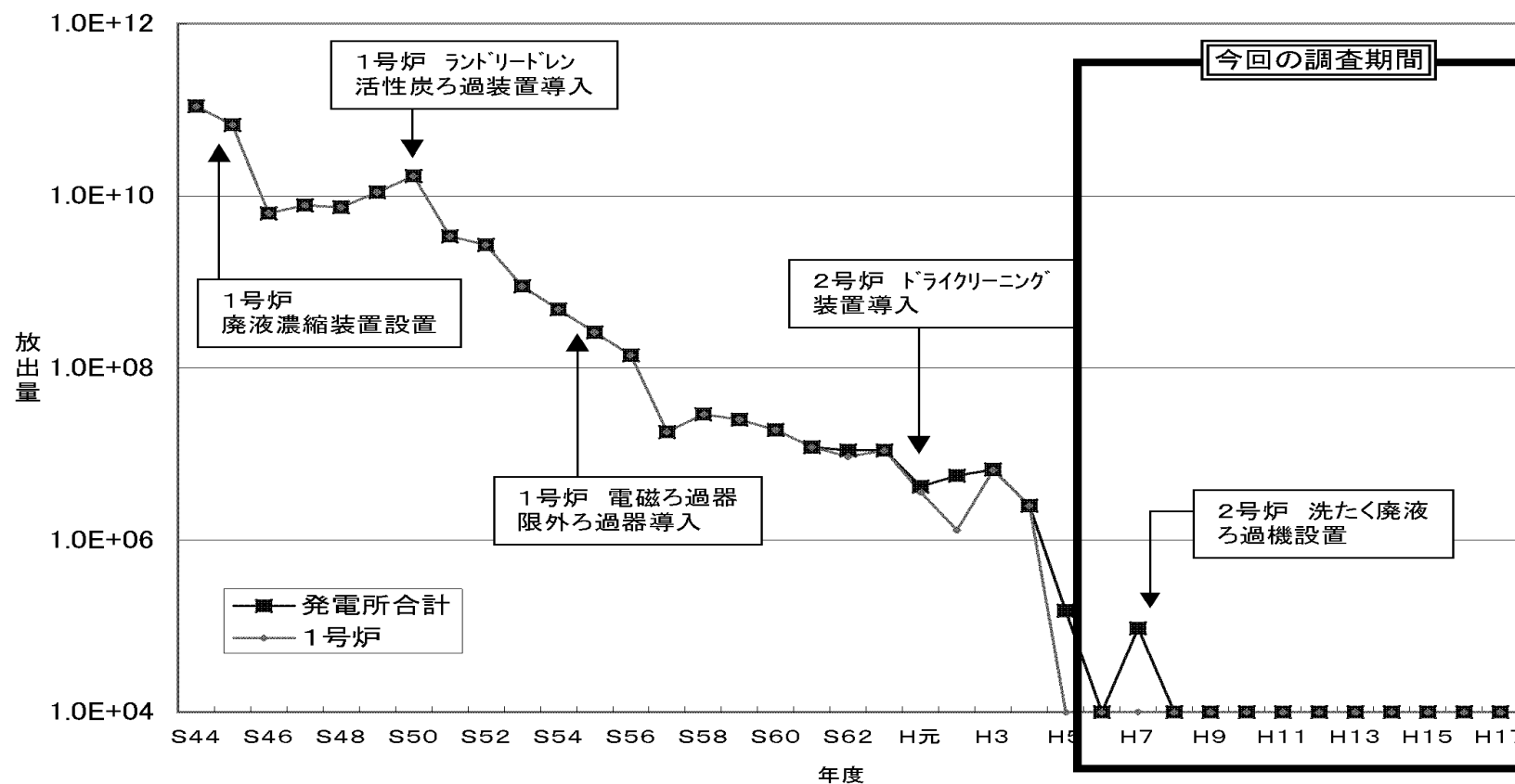
* 1 「原子力発電プラントの基本安全原則」（ＩＡＥＡ国際原子力安全諮問委員会）が示す目標（炉心損傷頻度：既設炉に対して 10^{-4} ／炉年以下）

* 2 「発電用軽水型原子炉施設の性能目標について—安全目標案に対する性能目標について—」（原子力安全委員会安全目標専門部会、２００６）が示す性能目標の指標値（炉心損傷頻度： 10^{-4} ／年程度、格納容器機能喪失頻度： 10^{-5} ／年程度以下の両方が同時に満足されること）

図－１ 設備利用率の年度推移

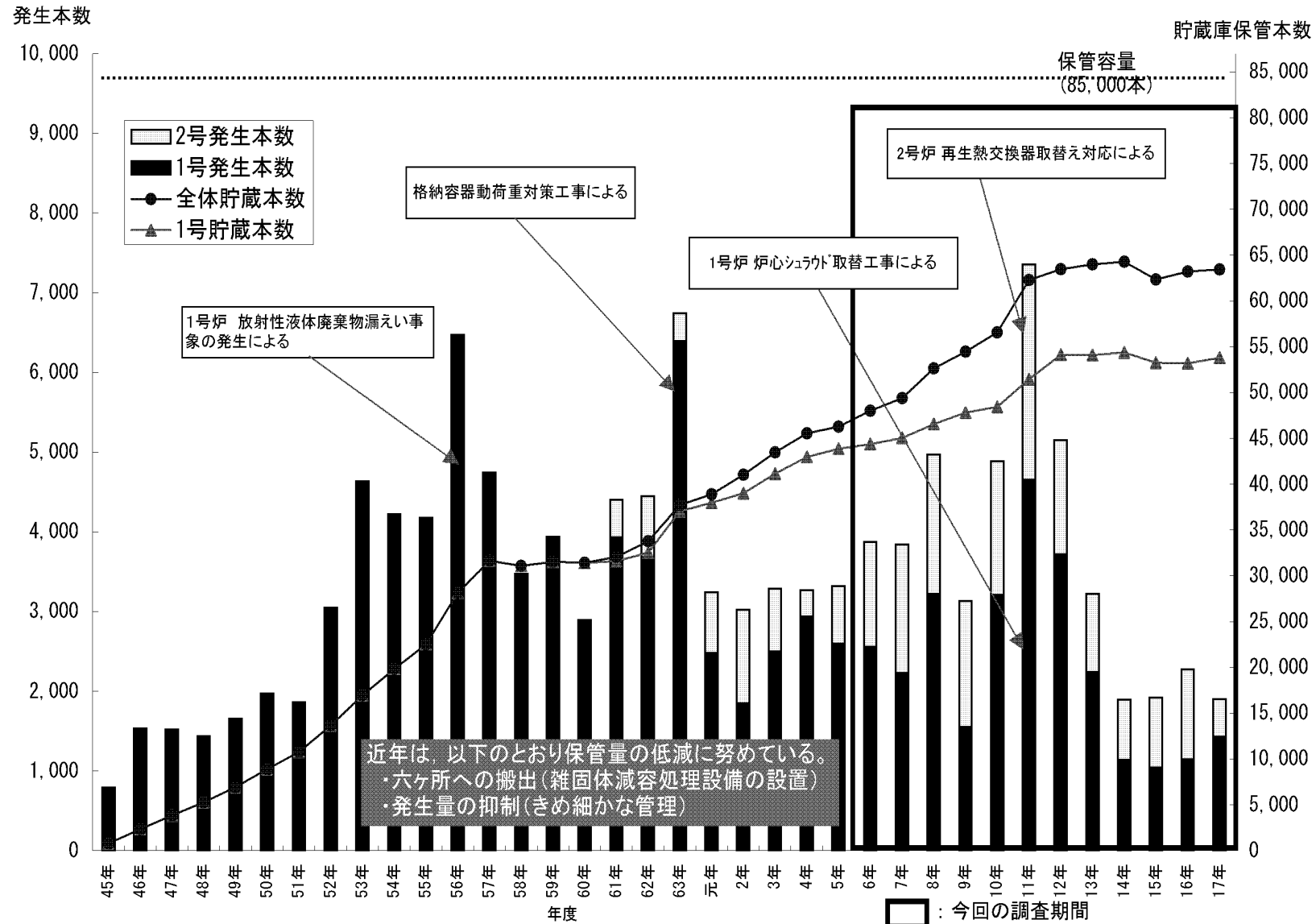


図－２ 放射性液体廃棄物の放出実績

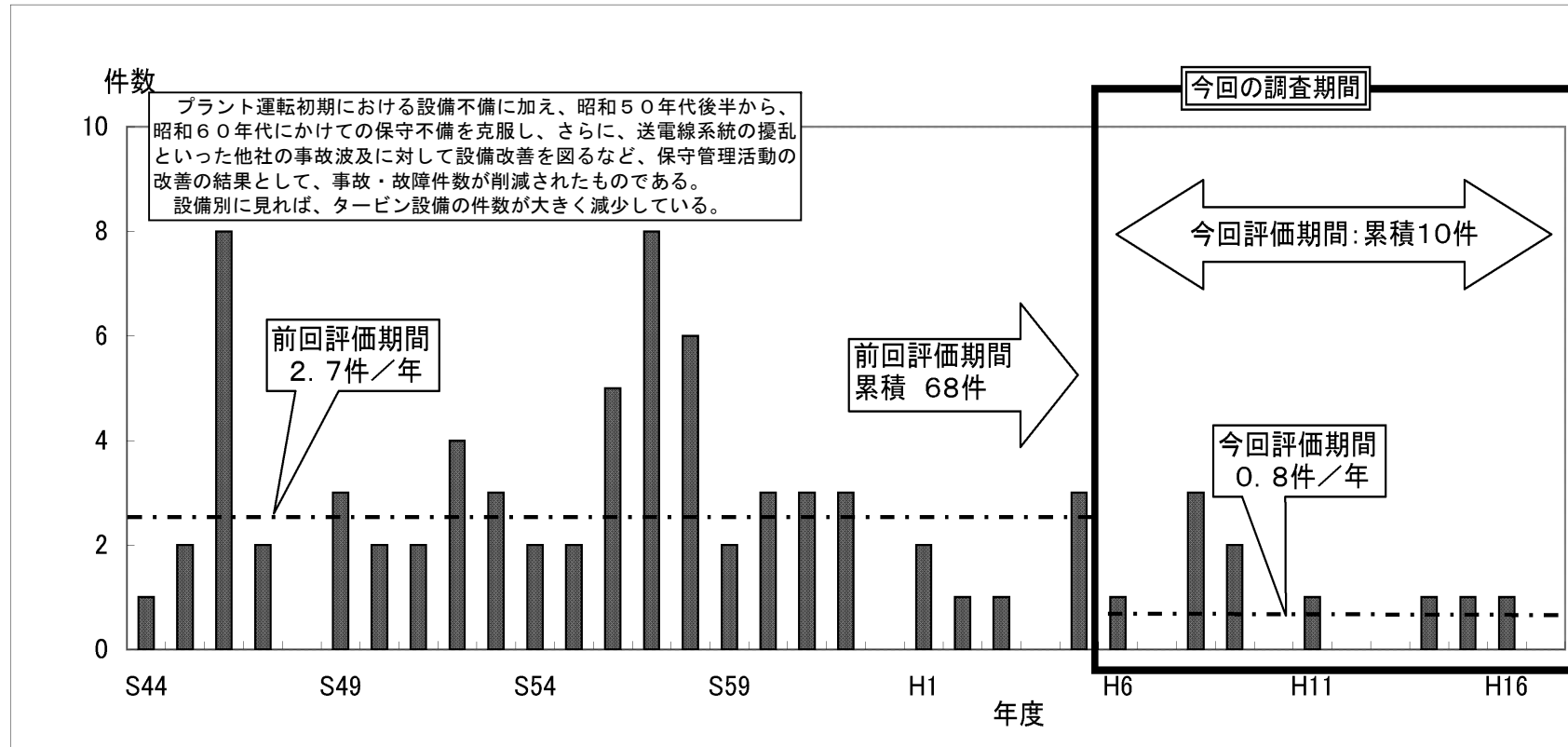


1号炉、2号炉ともに、液体廃棄物処理系の改造工事を行って、放射性物質の放出軽減を図った運用とした結果、1号炉では平成5年度から、発電所合計においても平成8年度から、放出量は検出限界未満となっている。

図－３ 固体廃棄物発生量・保管量の推移



図－４ 事故・故障等の報告件数



運転開始以降、報告件数78件

□ 前回評価 68件(2.7件／年)

□ 今回評価 10件(0.8件／年)

----- うち、原子炉再循環ポンプメカシール機能低下4件

(参考)

運転開始以降、計画外停止回数49回

□ 前回評価 40回(1.6回／年)

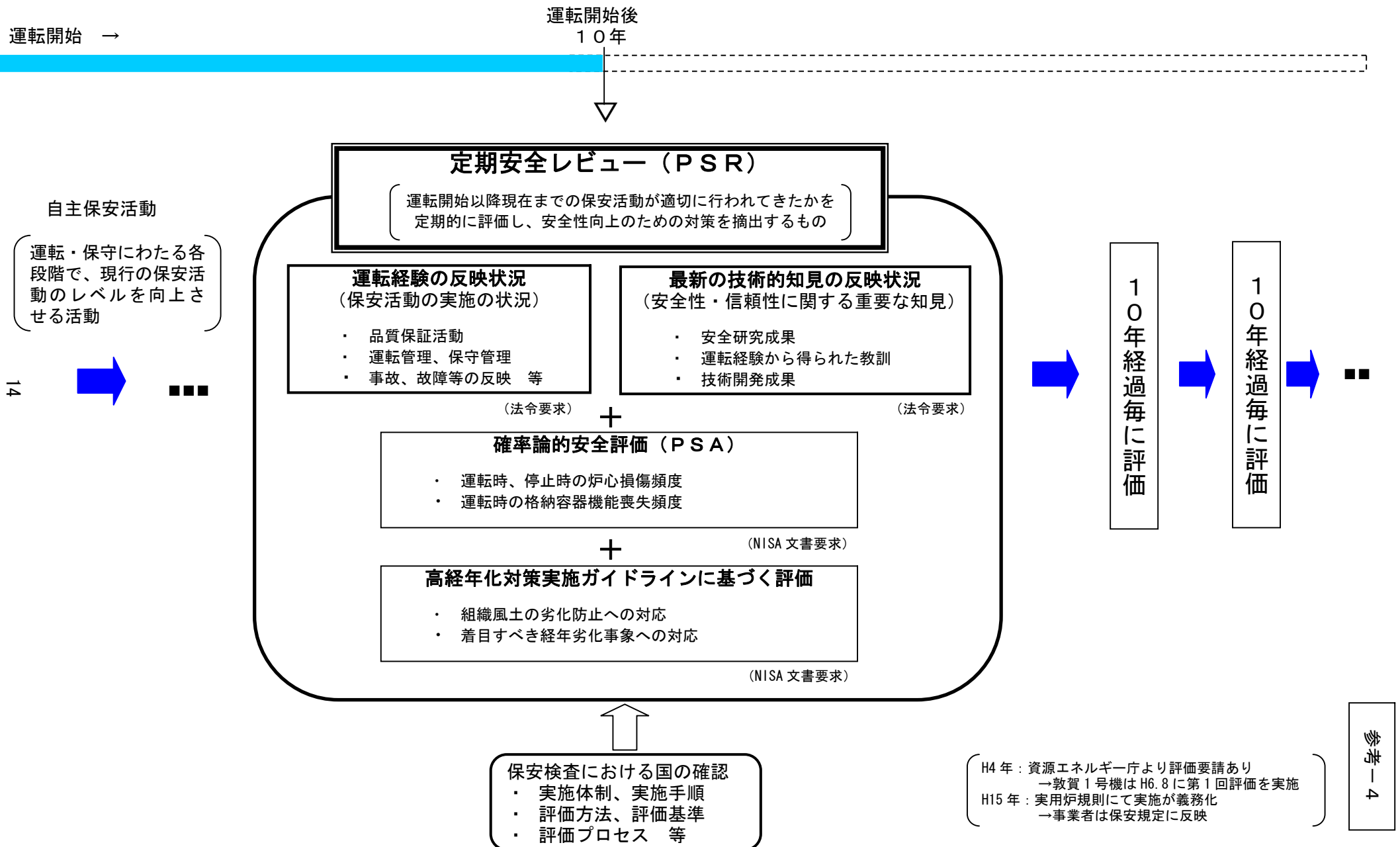
□ 今回評価 9回(0.8回／年)

運転開始以降、自動停止回数20回

□ 前回評価 19件(0.8回／年)

□ 今回評価 1件(0.1件／年)

定期安全レビュー（PSR）の概要



敦賀発電所 1 号炉 定期安全レビュー（P S R）の概要

H4 年 国が
定期安全レビューの実施を要請

H15 年 法律にて
実施が義務化

第 2 回評価
(H20.3 公表)

第 1 回定期安全レビュー評価結果 (H6.8 公表)

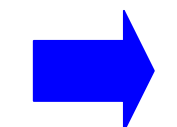
〔 S 4 4 年運開から H 6 年 3 月までを評価 〕

運転経験の反映状況

- ・ TMI 事故を教訓に、BWR 運転訓練センターにて多重故障を模擬した訓練等を実施し、運転員の資質向上を図っている。
- ・ 応力腐食割れ対策を計画的に実施し、設備の信頼性向上に努めている。
- ・ 起動領域モニタ等を採用する等、運転性向上を図っている。
- ・ 燃料の熱負荷を軽減した 8×8 燃料の導入を行っている。

最新の技術的知見の反映状況

- ・ 8×8 燃料の導入にあたって燃料破損挙動に関する実験等から得られた成果を取り、安全性を確認している。
- ・ 昭和 56 年敦賀発電所での事故対応として、漏えいを早期に発見する検知器や堰の設置等を行っている。
- ・ TMI 事故の教訓から、事故時監視設備測定レンジの拡大や中央制御室計器類のマンマシンインターフェイスの改善・充実に努めている。
- ・ アクシデントマネジメントの対応として、残留熱除去設備のより一層の信頼性向上の検討等を行っている。



主要な出来事

- ・ 使用済燃料輸送容器中性子遮へい材データ改ざん問題 (H10)
- ・ JCO 東海村ウラン加工施設での臨界事故 (H11)
- ・ 美浜 3 号機二次系配管破損事故 (H16)
- ・ 品質保証規定 (JEAC4111) 制定 (H16) 等

第 2 回 定期安全レビュー評価結果

〔 H 6 年 4 月から H 1 8 年 3 月までを評価 〕

運転経験の反映状況

- ・ 品質保証計画を規定し不適合管理等を充実している。
- ・ 炉心損傷防止を図るための設備改善やガイドライン等を制定している。
- ・ 保守管理業務要項により配管肉厚管理の充実に努めている。
- ・ 原子力事業者防災業務計画により緊急時の対応措置を充実している。等

最新の技術的知見の反映状況

- ・ 9×9 燃料の導入にあたって、設計手法や安全評価等において、最新の安全審査指針に反映された知見等を適切に反映している。
- ・ シュラウド中間部リングのひび割れや、余熱除去系配管破断等の国内外発電所の運転経験を設備面や運転面での課題について、適切に反映していることを確認している。等

確率論的安全評価（P S A）

確率論的安全評価を実施し十分な安全性確保を確認

- ・ 炉心損傷頻度 3.2×10^{-7} /炉年
- ・ 格納容器機能喪失頻度 1.3×10^{-8} /炉年 等

高経年化対策実施ガイドラインに基づく評価

- ・ 安全文化や企業倫理に係る活動を充実している。
- ・ 原子炉圧力容器中性子照射脆化や配管減肉等、着目すべき経年劣化事象を適切に監視し保守管理に反映している。等