

平成15年12月18日
原子力安全対策課
(15-103)
<13時15分記者発表>

高浜発電所1・2号機の定期安全レビュー（高経年化対策を含む）について

1. 関西電力株式会社は、高浜発電所1号機および2号機の「定期安全レビュー報告書」を作成し、そのうち、「高経年化対策に関する報告書」について、原子力安全・保安院からの要請に基づき、本日、同院に提出した。

「高経年化対策に関する報告書」については、今後、経済産業省により、その内容について評価書を取りまとめられ、原子力安全委員会に報告されることになっている。

*定期安全レビューについては、経済産業省からの要請に基づき、電気事業者が任意の調査事項として実施し、原子力安全・保安院に報告書を提出していたが、本年10月の政省令の改正により、実用炉規則（実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則）に定期安全レビューの実施及び保安規定への記載が法令上の要求事項として明確化された。

これに伴い、同規則に基づく「原子炉施設の定期的な評価」の実施に関して、電気事業者に改めて要請がなされるとともに、高経年化対策に関する原子力安全・保安院への報告が要請された。なお、原子力安全・保安院は、保安検査において、電気事業者が定期安全レビューを保安規定に従って実施しているかを確認することになっている。

1. 県は、本日、関西電力株式会社から高浜発電所1号機および2号機の「定期安全レビュー報告書」（高経年化対策に関する報告書を含む）の提出を受けた。

県としては、この定期安全レビューは原子力発電所の安全性、信頼性の向上に寄与するものであり、今後とも継続的に実施し、その成果を適切に反映していくとともに、高経年化にかかる長期保全計画を確実に実施することが重要であると考えており、これらの反映状況や実施状況を適宜確認していく。

また、高経年化対策を含めたこれらの取組み状況について、国および事業者において、積極的な情報公開と国民への理解活動に努める必要があると考えている。

〈添付資料〉

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| 1. 関西電力株式会社高浜発電所1号機定期安全レビュー報告書の要旨 | (関西電力) |
| 2. 関西電力株式会社高浜発電所2号機定期安全レビュー報告書の要旨 | (関西電力) |

問い合わせ先(担当:島田・小西)
内線2354・直通0776(20)0314

高浜発電所1号機 定期安全レビュー報告書の要旨

定期安全レビュー（PSR：Periodic Safety Review）は、定期的に発電所の安全性・信頼性を、総合的な観点から評価するものです。

今回の評価は、平成9年11月に公表しました1回目の評価に次いで2回目の評価となります。

また、高浜発電所1号機においては、平成16年11月14日で営業運転開始から30年を迎えるに当たり、高経年化対策についての検討を併せて実施し、安全性・信頼性向上が図られていることを確認しました。

運転経験の包括的評価 …… 原子力発電所の運転経験から得られた教訓の管理・設備への反映状況を評価する。

最新の技術的知見の反映 …… 安全性・信頼性に関する重要な技術的知見（技術開発成果等）の反映状況を評価する。

確率論的安全評価 …… 原子力発電所で発生する可能性がある異常事象を想定し、その後の事象進展の確率を評価することにより、原子力発電所の安全性を定量的に評価する。

高経年化対策 …… 高経年化に関する技術評価および長期保全計画の策定を行う。

高浜発電所1号機の概要

高浜発電所1号機は、当社で3番目に営業運転を開始した加圧水型軽水炉です。主要な仕様、営業運転開始までの経緯および運転実績は次のとおりです。

主要仕様

電気出力（定格）	82.6万kW
原子炉型式	加圧水型軽水炉
燃料	低濃縮ウラン（燃料集合体157体）
減速材	軽水
タービン型式	串型4車室再熱再生式

主要経緯

電源開発調整審議会決定	昭和44年5月
原子炉設置許可	昭和44年12月
着工	昭和44年12月（建屋基礎工事着工）
営業運転開始	昭和49年11月

運転実績

累積発電時間	16万5,641時間（営業運転開始～平成14年度）
発電電力量	1,335億9,283万kWh（営業運転開始～平成14年度）
設備利用率	59.4%（営業運転開始～平成7年度） 82.1%（平成8年度～平成14年度） 参考図1参照
計画外停止率*1	0.7回/年（営業運転開始～平成7年度） 0回/年（平成8年度～平成14年度） 参考図2参照

*1 当時の法律や通達に基づき国に報告した事象のうち、計画外で発電停止した回数

運転経験の包括的評価

高浜発電所1号機の運転経験について、品質保証活動、運転管理、保守管理、燃料管理、放射線管理および環境放射線モニタリング、放射性廃棄物管理、事故・故障等発生時の対応および緊急時の措置、事故・故障等の経験反映状況の各分野ごとに、前回評価以降（平成8年4月から平成15年3月末）の各種データトレンド、設備や管理の改善状況等を整理し、当該号機の安全性等を維持向上させる諸活動の実施状況および今後取り組むべき点について評価しました。

<品質保証活動>

品質保証計画の策定、教育・訓練の実施、不適合管理、文書管理、監査の実施およびフォロー等の品質保証活動が適切に実施され、また、運転経験などを踏まえ、適切に改善が行われてきています。

<運転管理>

運転体制、運転業務と運転マニュアルおよび教育・訓練について調査を行い、国内外で発生した事故・故障等の教訓を反映した運転マニュアルの改善をはじめとして適宜広範な改善が実施され、運転管理の充実が図られてきています。

<保守管理>

これまでの定期検査の結果、設備の改善・取替状況および保守管理体制等について調査を行い、定期点検・検査の結果を反映した点検計画に基づき適切に予防保全対策等が実施されているとともに、計画的改造・取替による設備の信頼性の維持向上が図られてきています。

<燃料管理>

燃料の運用管理および信頼性向上への取組状況について調査を行い、燃料・炉心に係る運転上の制限の遵守、燃料設計の改良等が適切に行われてきています。

<放射線管理および環境放射線モニタリング>

線量管理状況の調査を行い、放射線業務従事者の線量は、作業の自動化等の低減対策を実施し、年々減少してきています。また、発電所周辺の環境試料中の放射能の分析を定期的実施し、当該発電所の運転が環境安全上問題のないことを確認しています。

<放射性廃棄物管理>

放射性廃棄物の処理状況の調査を行い、放射性気体廃棄物の放出量は燃料の改善による漏えい燃料減少等により、液体廃棄物の放出量は洗たく排水処理装置の設置等により、最近では放出管理目標値に対し、十分低いレベルとなっています。また、放射性固体廃棄物の発生量は、適宜低減対策を実施してきたことにより発生量の低減が図られてきています。

<事故・故障等発生時の対応および緊急時の措置>

事故・故障等が発生した場合の対応体制の確立や通報連絡、拡大防止対策、原因究明、再発防止対策の実施に係る対応体制、また傷病者等発生時の対応処置が整備されています。

また、平成11年9月に発生した株式会社ジェー・シー・オー東海村ウラン加工施設における臨界事故の反映としての「原子力災害対策特別措置法」の制定を受け、原子力事業者防災業務計画を策定し、それに基づき原子力災害予防対策、緊急事態応急対策等、原子力災害事後対策、福

井県内外の他原子力事業所への協力および原子力防災に係る平常時の広報等について、原子力防災対策の更なる充実を図っております。

さらに、これら緊急時に対する措置の実効性を確認するため、定期的に原子力防災訓練等を実施しております。

<事故・故障等の経験反映状況>

国内外の事故・故障等の種々の情報を収集、評価・検討し、設備面の改善や運転マニュアルあるいは教育・訓練等の管理面の改善に反映される仕組みが確立されており、また、当該号機の事故・故障等の経験が適切に反映されてきています（当該号機以外の事故・故障等の経験の反映状況については「最新の技術的知見の反映」に記載）。

以上のとおり、当該号機は、運転経験から得られた教訓を、管理や設備の改善・取替に適切に反映していることを確認しました。今後とも、運転経験から得られた教訓を活かし、当該号機の管理・設備の改善を図っていきます。

最新の技術的知見の反映

前回評価以降（平成8年4月から平成15年3月末）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、技術開発成果の観点から調査し、これらの最新の技術的知見が原子炉施設に適切に反映され、安全性・信頼性の向上が図られてきているか、また、更なる改善の余地はないかを評価しました。

その結果、下記のとおり、最新の技術的知見が原子炉施設の安全性を確保する上で重要な施設に適切に反映され、安全性・信頼性の向上が図られていることを確認しました。

- ・安全研究成果として、シビアアクシデント*¹に関する研究が適切に反映され、アクシデントマネジメント*²策が整備されております。
- ・国内外の原子力発電所の運転経験から得られた教訓として、国内外の事故・故障等の経験が、当該プラントの設備面や管理面に適切に反映されております。
- ・技術開発成果として、アクシデントマネジメント手順書に関する研究開発成果により、アクシデントマネジメントガイドライン*³が整備されております。

以上のとおり、最新の技術的知見が適切に反映されていることを確認しましたが、今後とも重要な技術的知見が得られ、それが安全性・信頼性等を向上させていく上で有効であると考えられる場合、これらの技術的知見を反映するという努力を継続して実施していきます。

*1 シビアアクシデント

設計基準事象（注）を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却又は反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象。

（注）設計基準事象とは、原子炉施設を異常な状態に導く可能性がある事象のうち、原子炉施設の安全設計とその評価に当たって考慮すべきものとして抽出された事象をいう。

*2 アクシデントマネジメント

設計基準事象を超え、炉心が大きく損傷するおそれのある事態が万一発生したとしても、現在の設計に含まれる安全余裕や安全設計上想定した本来の機能以外にも期待し得る機能又はそうした事態に備えて新規に設置した機器等を有効に活用することによって、それがシビアアクシデントに拡大するのを防止するため、若しくはシビアアクシデントを緩和するために採られる措置をいう。

*3 アクシデントマネジメントガイドライン

炉心損傷に至った際、事故の進展防止、影響緩和のために実施すべきアクシデントマネジメント策を、総合的観点から判断、選択するためのガイダンスを与えるための手順書をいう。

確率論的安全評価

原子力発電所で発生する可能性がある異常事象を想定し、その後の事象進展の確率を設備構成や故障率等をもとに推定することにより、原子力発電所の安全性を定量的に評価しました。

今回実施した確率論的安全評価の結果、プラント運転時の炉心損傷頻度の平均値は 3.4×10^{-7} / 炉年であり、プラント停止時の炉心損傷頻度の平均値は 6.1×10^{-7} / 炉年でした。プラント運転時および停止時の2つの状態を合わせて考慮しても、 9.5×10^{-7} / 炉年となり、例えば国際原子力機関（IAEA）の基本安全原則が示す目標（既設炉に対して 10^{-4} / 炉年以下、新設炉に対して 10^{-5} / 炉年以下）を十分に下回るものであり、プラントの安全性が保たれていることを確認しました。

<プラント運転時における炉心および格納容器の健全性の維持に関する確率論的安全評価>

- ・炉心損傷、格納容器破損への寄与の大きい事故シーケンス*1、安全上の特徴の把握を行い、当該号機の基本的な安全機能が十分確保されていることを確認しました。
- ・平成10年度に整備が完了したアクシデントマネジメントによる炉心損傷、格納容器破損に至るシーケンスの発生頻度の低減効果の確認を行いました。これらの結果、本原子炉施設のプラント運転時における炉心損傷頻度の平均値は、アクシデントマネジメント整備前に比べ約6割低減していることを確認しました。また、格納容器破損頻度は、 9.6×10^{-8} / 炉年となり、全体として約4割低減していることを確認しました。
- ・現状の十分低い炉心損傷頻度を更に改善あるいは維持する上で相対的な指標となりうる重要度を、システムごとおよび起因事象*2ごとに算出しました。
- ・国内機器故障率データを用いた評価を実施すると、炉心損傷頻度はさらに低減することを確認しました。これは、予防保全を主とした我が国の厳格な運転管理による良好な運転実績の現れであると考えていますが、データの信頼性を向上させるため、今後もデータの収集整理、見直しを行っていきたいと考えています。

<プラント停止時における炉心の健全性の維持に関する確率論的安全評価>

- ・当該原子炉施設のプラント停止時における炉心損傷頻度を評価し、停止時のプラントの安全性が十分確保されていることを確認しました。
- ・保安規定をベースとした感度解析結果からは、多様な定期検査工程を考慮しても、安全性を十分に確保できることを確認しました。
- ・現状の十分低い炉心損傷頻度を更に改善あるいは維持する上で相対的な指標となりうる重要度を、システムごとに算出しました。

以上から、当該号機の炉心および格納容器の健全性が脅かされる可能性は低く、基本的な安全機能は十分確保されていることが確認できました。

*1 事故シーケンス

起因事象の発生に加えて、緩和設備の故障又は緩和操作の失敗が組み合わさると炉心損傷に至る可能性がある。こうした炉心損傷に至る故障等の組合せを事故シーケンスという。

*2 起回事象

通常の運転状態を妨げる事象であって、炉心損傷への拡大を防止するために緩和設備の作動を必要とする事象をいう。例えば、1次冷却材喪失や主給水喪失等がある。

高経年化対策

国の評価方針として示された「高経年化に関する基本的な考え方」（平成8年4月）に基づき、高浜発電所1号機を対象に高経年化対策について検討しました。

高浜発電所1号機のプラントを構成する系統・構築物・機器を部位まで展開し、部位ごとに想定される経年変化事象に対して長期健全性評価および現状保全の妥当性評価を実施し、高経年化対策について総合的に評価を行いました。

また、耐震性については、想定される経年変化事象に対して耐震安全性評価を実施し、高経年化対策に反映すべき課題の有無を検討しました。

仮定する運転期間としては、国の「高経年化に関する基本的な考え方」と同様60年間としています。

評価の結論は次のとおりです。

- ・ 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、今後長期間の運転を想定しても安全に運転を継続することは可能である。
- ・ 一部の機器については、現状の保全項目に加えて新たな保全策を講じる必要がある。

これらの結論を基に、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策について長期保全計画として取りまとめました。主なものは次のとおりです。

- ・ 各機器の疲労評価に対する実過渡回数^{*1}に基づく評価
- ・ 電気ペネトレーション^{*2}の絶縁低下に対し、他発電所の代表的な電気ペネトレーション単体での絶縁抵抗の測定
- ・ 基礎ボルトの腐食等に対する実機サンプリング等による調査
- ・ コンクリートの強度低下に対する非破壊検査等の実施
- ・ 蒸気加減弁弁体ボルトの応力腐食割れに対する非破壊検査等の実施

また、これらの評価結果を基に、今後更に充実すべき技術開発課題について取りまとめました。主なものは次のとおりです。

- ・ 原子炉容器中性子照射脆化^{*3}の上部棚吸収エネルギー^{*4}低下に関する評価技術の整備
- ・ 原子炉容器中性子照射脆化に関する関連温度^{*5}上昇に対する脆化予測式の精度向上
- ・ 原子炉容器中性子照射脆化に関する使用済試験片再生技術の確立
- ・ ステンレス鋼の照射誘起型応力腐食割れ^{*6}評価技術の確立
- ・ ケーブルの絶縁低下に関する実機環境を模擬した評価手法の確立

以上より、高浜発電所1号機における高経年化対策に関し、現状の保全の継続および点検・検査の充実等を行うことにより、プラントを安全に長期間運転することが可能との見通しを得ました。

今後は、とりまとめた長期保全計画を具体的な保全計画に反映し、営業運転開始後30年以降の

定期検査時等に保全策を実施していきます。

また、今回の評価は、現在の最新の知見に基づき実施したのですが、今後、この高経年化対策に関する評価について継続的に再評価していきます。

* 1 実過渡回数

プラントを構成する機器が実際に受ける過渡事象発生回数をいう。

* 2 電気ペネトレーション

原子炉格納容器内外で高度な気密性を確保しながら、電力および信号を送受するための設備。

* 3 中性子照射脆化

中性子の照射により、炭素鋼、低合金鋼などのフェライト系材料に非常に微小な欠陥（析出物、マイクロボイド）が生じ、引張強さ及び硬さが増加、延性及び靱性が低下する現象をいう。原子炉容器の炉心領域においては、中性子照射により上部棚吸収エネルギーの低下と関連温度の上昇が起こることが知られている。

* 4 上部棚吸収エネルギー

材料の破壊靱性の指標となるもので、シャルピー衝撃試験において延性破面率が100%となる領域（上部棚領域）における吸収エネルギーをいう。

* 5 関連温度

落重試験とシャルピー衝撃試験により求められる非延性破壊が発生すると定義される温度。

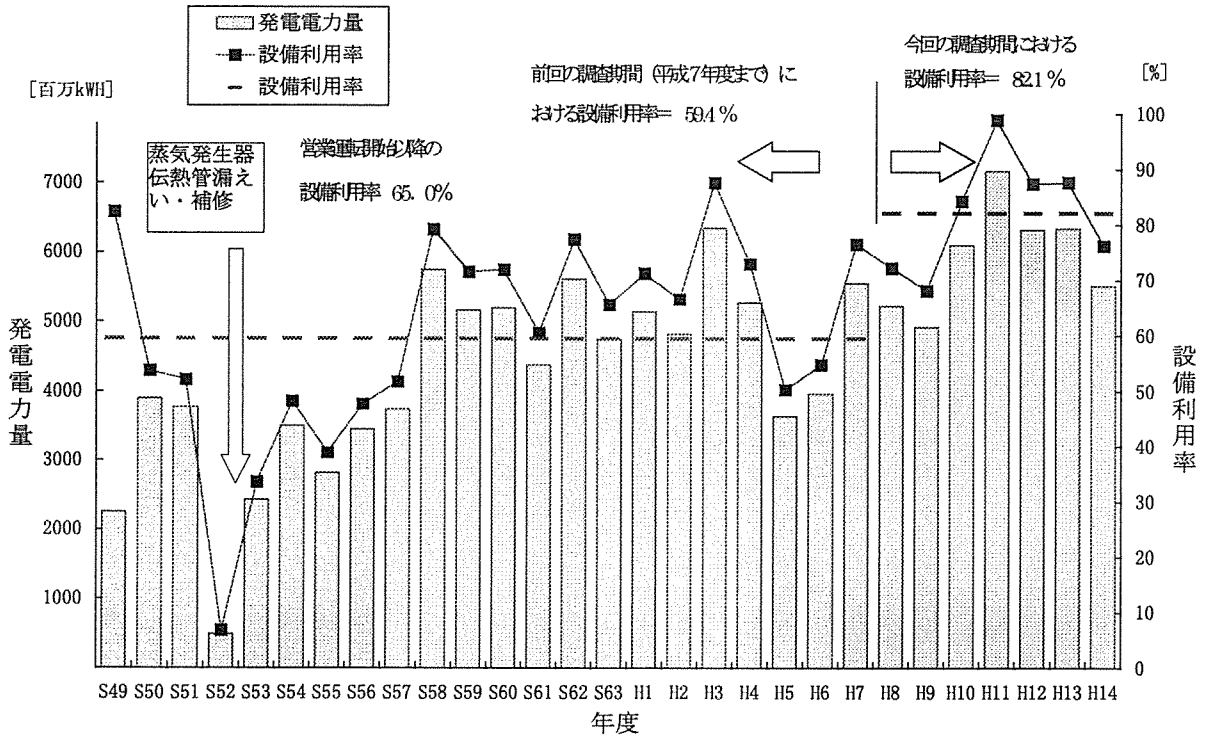
* 6 照射誘起型応力腐食割れ

中性子・ガンマ線照射の影響によって材料の粒界近傍での化学組成や微細組織が変化する。その変化した材料と環境要因・応力要因が重畳することにより発生する応力腐食割れをいう。

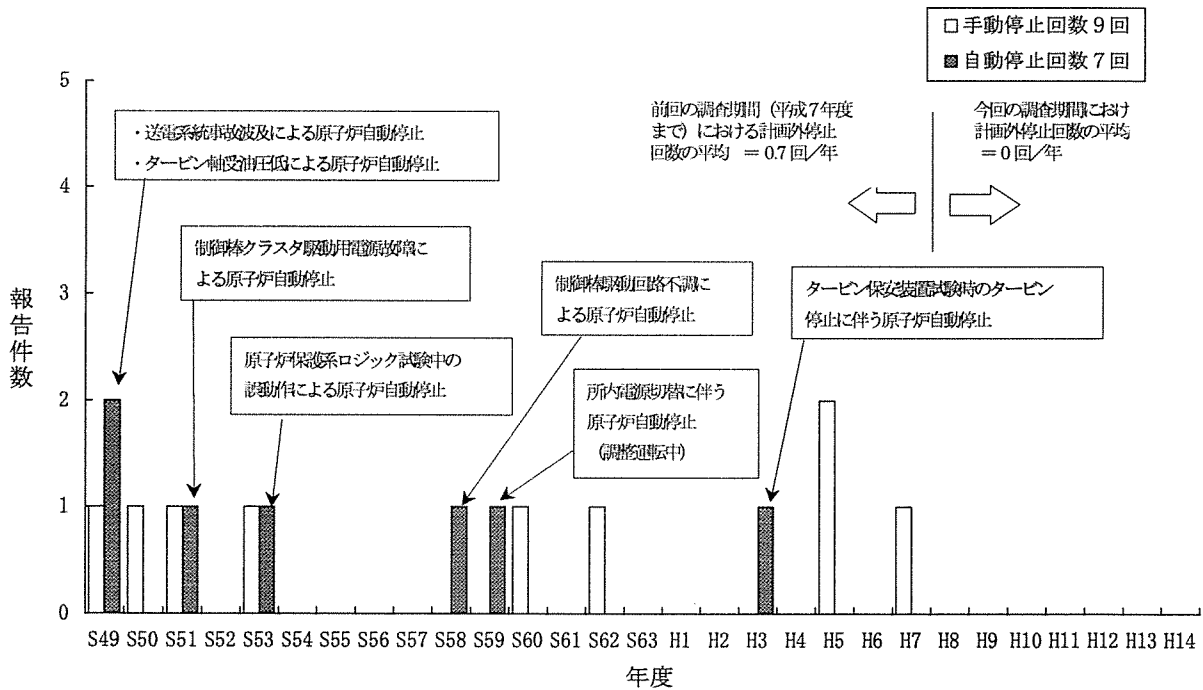
以 上

参考図1 発電電力量・設備利用率の年度推移

参考図2 計画外停止回数の年度推移



参考図1 発電電力量・設備利用率の年度推移



参考図2 計画外停止回数*1の年度推移

*1 当時の法律や通達に基づき国に報告した事象のうち、計画外で発電停止した回数

高浜発電所2号機 定期安全レビュー報告書の要旨

定期安全レビュー（PSR：Periodic Safety Review）は、定期的に、発電所の安全性・信頼性を、総合的な観点から評価するものです。

今回の評価は、平成9年11月に公表しました1回目の評価に次いで2回目の評価となります。

また、高浜発電所2号機においては、平成17年11月14日で営業運転開始から30年を迎えるに当たり、高経年化対策についての検討を併せて実施し、安全性・信頼性向上が図られていることを確認しました。

- 運転経験の包括的評価** …… 原子力発電所の運転経験から得られた教訓の管理・設備への反映状況を評価する。
- 最新の技術的知見の反映** …… 安全性・信頼性に関する重要な技術的知見（技術開発成果等）の反映状況を評価する。
- 確率論的安全評価** …… 原子力発電所で発生する可能性がある異常事象を想定し、その後の事象進展の確率を評価することにより、原子力発電所の安全性を定量的に評価する。
- 高経年化対策** …… 高経年化に関する技術評価および長期保全計画の策定を行う。

高浜発電所2号機の概要

高浜発電所2号機は、当社で4番目に営業運転を開始した加圧水型軽水炉です。主要な仕様、営業運転開始までの経緯および運転実績は次のとおりです。

主要仕様

電気出力（定格）	82.6万kW
原子炉型式	加圧水型軽水炉
燃料	低濃縮ウラン（燃料集合体157体）
減速材	軽水
タービン型式	串型4車室再熱再生式

主要経緯

電源開発調整審議会決定	昭和45年 5月
原子炉設置許可	昭和45年11月
着工	昭和46年 1月（建屋基礎工事着工）
営業運転開始	昭和50年11月

運転実績

累積発電時間	16万3,663時間（営業運転開始～平成14年度）
発電電力量	1,317億5,355万kWh（営業運転開始～平成14年度）
設備利用率	58.8%（営業運転開始～平成7年度） 88.9%（平成8年度～平成14年度） 参考図1参照
計画外停止率*1	0.5回/年（営業運転開始～平成7年度） 0回/年（平成8年度～平成14年度） 参考図2参照

*1 当時の法律や通達に基づき国に報告した事象のうち、計画外で発電停止した回数

運転経験の包括的評価

高浜発電所2号機の運転経験について、品質保証活動、運転管理、保守管理、燃料管理、放射線管理および環境放射線モニタリング、放射性廃棄物管理、事故・故障等発生時の対応および緊急時の措置、事故・故障等の経験反映状況の各分野ごとに、前回評価以降（平成8年4月から平成15年3月末）の各種データトレンド、設備や管理の改善状況等を整理し、当該号機の安全性等を維持向上させる諸活動の実施状況および今後取り組むべき点について評価しました。

<品質保証活動>

品質保証計画の策定、教育・訓練の実施、不適合管理、文書管理、監査の実施およびフォロー等の品質保証活動が適切に実施され、また、運転経験などを踏まえ、適切に改善が行われてきています。

<運転管理>

運転体制、運転業務と運転マニュアルおよび教育・訓練について調査を行い、国内外で発生した事故・故障等の教訓を反映した運転マニュアルの改善をはじめとして適宜広範な改善が実施され、運転管理の充実が図られてきています。

<保守管理>

これまでの定期検査の結果、設備の改善・取替状況および保守管理体制等について調査を行い、定期点検・検査の結果を反映した点検計画に基づき適切に予防保全対策等が実施されているとともに、計画的改造・取替による設備の信頼性の維持向上が図られてきています。

<燃料管理>

燃料の運用管理および信頼性向上への取組状況について調査を行い、燃料・炉心に係る運転上の制限の遵守、燃料設計の改良等が適切に行われてきています。

<放射線管理および環境放射線モニタリング>

線量管理状況の調査を行い、放射線業務従事者の線量は、作業の自動化等の低減対策を実施し、年々減少してきています。また、発電所周辺の環境試料中の放射能の分析を定期的実施し、当該発電所の運転が環境安全上問題のないことを確認しています。

<放射性廃棄物管理>

放射性廃棄物の処理状況の調査を行い、放射性気体廃棄物の放出量は燃料の改善による漏えい燃料減少等により、液体廃棄物の放出量は洗たく排水処理装置の設置等により、最近では放出管理目標値に対し、十分低いレベルとなっています。また、放射性固体廃棄物の発生量は、適宜低減対策を実施してきたことにより発生量の低減が図られてきています。

<事故・故障等発生時の対応および緊急時の措置>

事故・故障等が発生した場合の対応体制の確立や通報連絡、拡大防止対策、原因究明、再発防止対策の実施に係る対応体制、また傷病者等発生時の対応処置が整備されています。

また、平成11年9月に発生した株式会社ジェー・シー・オー東海村ウラン加工施設における臨界事故の反映としての「原子力災害対策特別措置法」の制定を受け、原子力事業者防災業務計画を策定し、それに基づき原子力災害予防対策、緊急事態応急対策等、原子力災害事後対策、福

井県内外の他原子力事業所への協力および原子力防災に係る平常時の広報等について、原子力防災対策の更なる充実を図っております。

さらに、これら緊急時に対する措置の実効性を確認するため、定期的に原子力防災訓練等を実施しております。

<事故・故障等の経験反映状況>

国内外の事故・故障等の種々の情報を収集、評価・検討し、設備面の改善や運転マニュアルあるいは教育・訓練等の管理面の改善に反映される仕組みが確立されており、また、当該号機の事故・故障等の経験が適切に反映されてきています（当該号機以外の事故・故障等の経験の反映状況については「最新の技術的知見の反映」に記載）。

以上のとおり、当該号機は、運転経験から得られた教訓を、管理や設備の改善・取替に適切に反映していることを確認しました。今後とも、運転経験から得られた教訓を活かし、当該号機の管理・設備の改善を図っていきます。

最新の技術的知見の反映

前回評価以降（平成8年4月から平成15年3月末）に得られた軽水炉の安全性・信頼性に関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、技術開発成果の観点から調査し、これらの最新の技術的知見が原子炉施設に適切に反映され、安全性・信頼性の向上が図られてきているか、また、更なる改善の余地はないかを評価しました。

その結果、下記のとおり、最新の技術的知見が原子炉施設の安全性を確保する上で重要な施設に適切に反映され、安全性・信頼性の向上が図られていることを確認しました。

- ・安全研究成果として、シビアアクシデント*¹に関する研究が適切に反映され、アクシデントマネジメント*²策が整備されております。
- ・国内外の原子力発電所の運転経験から得られた教訓として、国内外の事故・故障等の経験が、当該プラントの設備面や管理面に適切に反映されております。
- ・技術開発成果として、アクシデントマネジメント手順書に関する研究開発成果により、アクシデントマネジメントガイドライン*³が整備されております。

以上のとおり、最新の技術的知見が適切に反映されていることを確認しましたが、今後とも重要な技術的知見が得られ、それが安全性・信頼性等を向上させていく上で有効であると考えられる場合、これらの技術的知見を反映するという努力を継続して実施していきます。

*1 シビアアクシデント

設計基準事象（注）を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却又は反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象。

（注）設計基準事象とは、原子炉施設を異常な状態に導く可能性がある事象のうち、原子炉施設の安全設計とその評価に当たって考慮すべきものとして抽出された事象をいう。

*2 アクシデントマネジメント

設計基準事象を超え、炉心が大きく損傷するおそれのある事態が万一発生したとしても、現在の設計に含まれる安全余裕や安全設計上想定した本来の機能以外にも期待し得る機能又はそうした事態に備えて新規に設置した機器等を有効に活用することによって、それがシビアアクシデントに拡大するのを防止するため、若しくはシビアアクシデントを緩和するために採られる措置をいう。

*3 アクシデントマネジメントガイドライン

炉心損傷に至った際、事故の進展防止、影響緩和のために実施すべきアクシデントマネジメント策を、総合的観点から判断、選択するためのガイダンスを与えるための手順書をいう。

確率論的安全評価

原子力発電所で発生する可能性がある異常事象を想定し、その後の事象進展の確率を設備構成や故障率等をもとに推定することにより、原子力発電所の安全性を定量的に評価しました。

今回実施した確率論的安全評価の結果、プラント運転時の炉心損傷頻度の平均値は 3.4×10^{-7} /炉年であり、プラント停止時の炉心損傷頻度の平均値は 6.1×10^{-7} /炉年でした。プラント運転時および停止時の2つの状態を合わせて考慮しても、 9.5×10^{-7} /炉年となり、例えば国際原子力機関（IAEA）の基本安全原則が示す目標（既設炉に対して 10^{-4} /炉年以下、新設炉に対して 10^{-5} /炉年以下）を十分に下回るものであり、プラントの安全性が保たれていることを確認しました。

<プラント運転時における炉心および格納容器の健全性の維持に関する確率論的安全評価>

- ・炉心損傷、格納容器破損への寄与の大きい事故シーケンス*1、安全上の特徴の把握を行い、当該号機の基本的な安全機能が十分確保されていることを確認しました。
- ・平成12年度に整備が完了したアクシデントマネジメントによる炉心損傷、格納容器破損に至るシーケンスの発生頻度の低減効果の確認を行いました。これらの結果、本原子炉施設のプラント運転時における炉心損傷頻度の平均値は、アクシデントマネジメント整備前に比べ約6割低減していることを確認しました。また、格納容器破損頻度は、 9.6×10^{-8} /炉年となり、全体として約4割低減していることを確認しました。
- ・現状の十分低い炉心損傷頻度を更に改善あるいは維持する上で相対的な指標となりうる重要度を、システムごとおよび起因事象*2ごとに算出しました。
- ・国内機器故障率データを用いた評価を実施すると、炉心損傷頻度はさらに低減することを確認しました。これは、予防保全を主とした我が国の厳格な運転管理による良好な運転実績の現れであると考えていますが、データの信頼性を向上させるため、今後もデータの収集整理、見直しを行っていきたいと考えています。

<プラント停止時における炉心の健全性の維持に関する確率論的安全評価>

- ・当該原子炉施設のプラント停止時における炉心損傷頻度を評価し、停止時のプラントの安全性が十分確保されていることを確認しました。
- ・保安規定をベースとした感度解析結果からは、多様な定期検査工程を考慮しても、安全性を十分に確保できることを確認しました。
- ・現状の十分低い炉心損傷頻度を更に改善あるいは維持する上で相対的な指標となりうる重要度を、システムごとに算出しました。

以上から、当該号機の炉心および格納容器の健全性が脅かされる可能性は低く、基本的な安全機能は十分確保されていることが確認できました。

*1 事故シーケンス

起因事象の発生に加えて、緩和設備の故障又は緩和操作の失敗が組み合わさると炉心損傷に至る可能性がある。こうした炉心損傷に至る故障等の組合せを事故シーケンスという。

*2 起因事象

通常の運転状態を妨げる事象であって、炉心損傷への拡大を防止するために緩和設備の作動を必要とする事象をいう。例えば、1次冷却材喪失や主給水喪失等がある。

高経年化対策

国の評価方針として示された「高経年化に関する基本的な考え方」（平成8年4月）に基づき、高浜発電所2号機を対象に高経年化対策について検討しました。

高浜発電所2号機のプラントを構成する系統・構築物・機器を部位まで展開し、部位ごとに想定される経年変化事象に対して長期健全性評価および現状保全の妥当性評価を実施し、高経年化対策について総合的に評価を行いました。

また、耐震性については、想定される経年変化事象に対して耐震安全性評価を実施し、高経年化対策に反映すべき課題の有無を検討しました。

仮定する運転期間としては、国の「高経年化に関する基本的な考え方」と同様60年間としています。

評価の結論は次のとおりです。

- ・ 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、今後長期間の運転を想定しても安全に運転を継続することは可能である。
- ・ 一部の機器については、現状の保全項目に加えて新たな保全策を講じる必要がある。

これらの結論を基に、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策について長期保全計画として取りまとめました。主なものは次のとおりです。

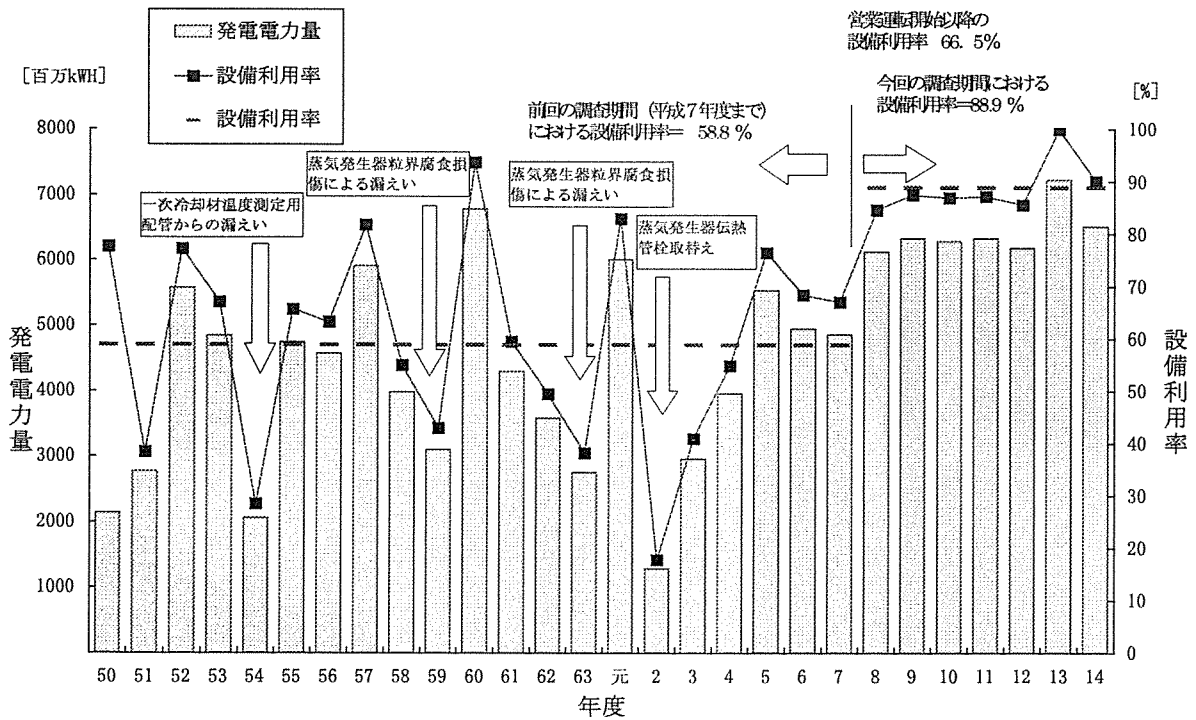
- ・ 各機器の疲労評価に対する実過渡回数^{*1}に基づく評価
- ・ 電気ペネトレーション^{*2}の絶縁低下に対し、他発電所の代表的な電気ペネトレーション単体での絶縁抵抗の測定
- ・ 基礎ボルトの腐食等に対する実機サンプリング等による調査
- ・ コンクリートの強度低下に対する非破壊検査等の実施
- ・ 蒸気加減弁弁体ボルトの応力腐食割れに対する非破壊検査等の実施

また、これらの評価結果を基に、今後更に充実すべき技術開発課題について取りまとめました。主なものは次のとおりです。

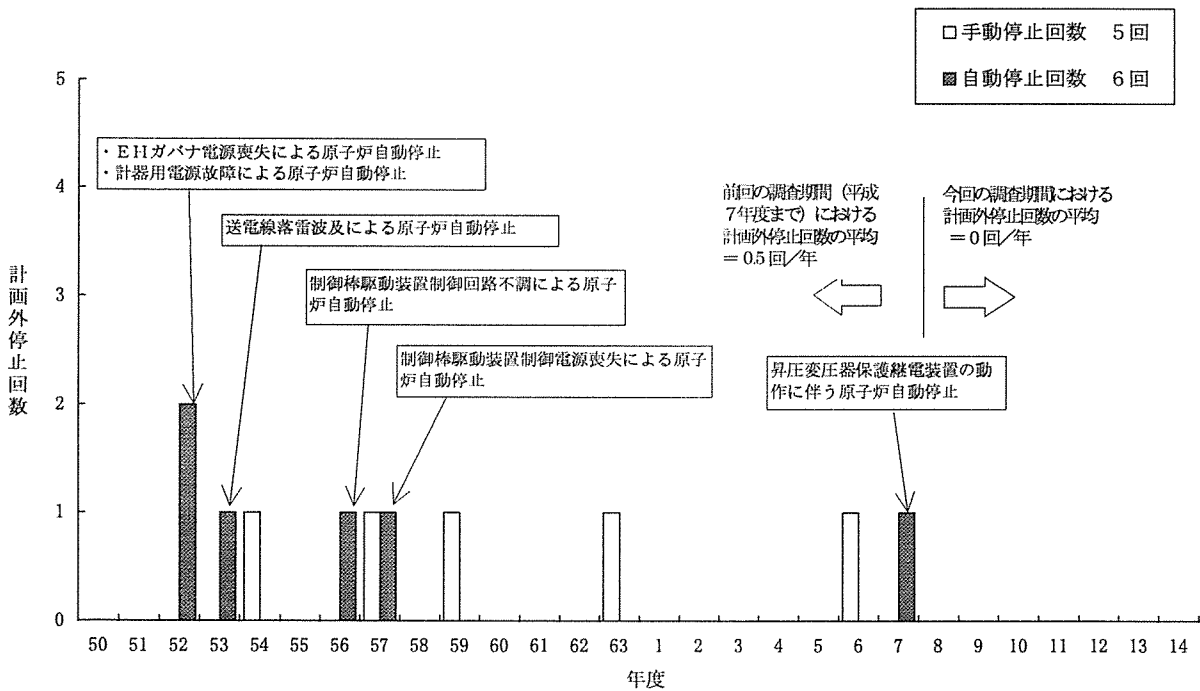
- ・ 原子炉容器中性子照射脆化^{*3}の上部棚吸収エネルギー^{*4}低下に関する評価技術の整備
- ・ 原子炉容器中性子照射脆化に関する関連温度^{*5}上昇に対する脆化予測式の精度向上
- ・ 原子炉容器中性子照射脆化に関する使用済試験片再生技術の確立
- ・ ステンレス鋼の照射誘起型応力腐食割れ^{*6}評価技術の確立
- ・ ケーブルの絶縁低下に関する実機環境を模擬した評価手法の確立

以上より、高浜発電所2号機における高経年化対策に関し、現状の保全の継続および点検・検査の充実等を行うことにより、プラントを安全に長期間運転することが可能との見通しを得ました。

今後は、とりまとめた長期保全計画を具体的な保全計画に反映し、営業運転開始後30年以降の



参考図1 発電電力量・設備利用率の年度推移



参考図2 計画外停止回数*1の年度推移

*1 当時の法律や通達に基づき国に報告した事象のうち、計画外で発電停止した回数