

高浜発電所1, 2号機 定期安全レビュー（第3回）の評価結果概要

保安活動の実施状況の評価

保安活動の実施状況の評価対象を「実用発電用原子炉施設における定期安全レビュー実施について」（平成20・08・28原院第8号：平成20年8月29日付）に基づき、8つの保安活動（「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」、「緊急時の措置」、「安全文化の醸成活動」）に分類している。

8つの保安活動について、保安活動ごとの目的を達成するための活動の適切性および有効性を評価し、今後とも保安活動を行う仕組みが機能していく見通しが得られるかを、改善活動および実績指標の調査結果から総合的に評価した。（改善活動の評価にあたっては、組織・体制／社内マニュアル／教育・訓練／設備の4つの側面から調査を実施した。）

調査は、自主的改善活動、不適合事象および指摘事項の改善状況並びに実績指標のトレンドに基づく保安活動の実施状況を対象とし、保安活動の継続的な改善が図られているかを評価した。また、改善が必要と判断した事象においては、事象の再発又は類似の事象が発生していないかを評価した。

概要は以下のとおり。

(1) 品質保証活動

「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC 4111-2009）」に基づく品質保証計画を「高浜発電所原子炉施設保安規定」において規定するとともに、品質方針の表明を含む「原子力発電の安全に係る品質保証規程」として文書化し、これに基づき、社長をトップマネジメントとした品質マネジメントシステムを構築している。

文書体系については、「原子力発電の安全に係る品質保証規程」を品質マニュアルとし、文書管理、記録の管理、内部監査、不適合管理、是正処置、予防処置のほか、保安活動を適切に実施するための運転管理、保守管理、燃料管理、放射線管理、放射性廃棄物管理、非常時の措置などについての活動内容を規定した社内マニュアルを定めており、継続的に改善している。

品質マネジメントシステムの有効性については、自主的改善活動（マネジメントレビュー、予防処置など）、不適合事象（監査で検出した事項を含む）および指摘事項（保安検査、定期安全管理審査など）に係る改善活動によって継続的に改善している。

平成16年8月に発生した美浜発電所3号機二次系配管破損事故に鑑み、事故再発防止に向けた行動計画として29項目の改善活動を掲げ、全社大で取り組んだ。確実な品質保証を果たすために品質保証室を設置し、また、法令・技術基準についての確かな判断が下せるように技術アドバイザー、情報管理専任者を配置するなど発電所の組織を強化している。

さらには、平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所事故に鑑み、品質方針を見直すとともに、原子力災害防止対策に特化した「副所長」の新設、シビアアクシデント対策の強化に適切に対応するため土木建築課への「土木係長」および「建築係長」各1名の増置など発電所の組織を強化している。

(2) 運転管理

平成19年7月に発生した新潟県中越沖地震による東京電力柏崎刈羽発電所の放射性物質漏えい事象に鑑み、放射性物質漏えいなどの確認体制の強化のため、平成19年12月から運転直に試料採取・放射能濃度測定などに係るスキルを付与し、休日・夜間も含めて迅速に対応できるよう、体制の

強化を行っている。

平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所事故を受けた「高浜発電所原子炉施設保安規定」の改正により、電源機能等喪失時における原子炉施設の保全のための活動および体制を整備するとともに、運転マニュアルに対応内容を定めている。

炉心冷却機能喪失による炉心損傷リスク低減を図るべく、ミッドループ運転を回避する運用（燃料装荷後の一次冷却材水位を原子炉容器フランジ面－30cmとする）を1号機第27回定検から実施するとともに、運転マニュアルへ反映している。

福島第一原子力発電所事故を踏まえた津波並びに電源機能等喪失時対応訓練の追加等訓練を充実している。

(3) 保守管理

「高浜発電所原子炉施設保安規定」第120条の保守管理計画に対応するため、「原子力発電所の保守管理規程（JEAC 4209-2003）（注：現適用は、JEAC 4209-2009）」の要求事項を満足させた「保守業務所則」を平成15年6月に制定し、適宜、改善を図っている。

平成15年10月の電気事業法第55条施行に伴う「定期事業者検査」と、その検査に係る実施プロセスが「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC 4111-2003）」および「原子力発電所の保守管理規程（JEAC 4209-2003）」に適合していることを「定期安全管理審査」で確認することになったことから、「保守業務所則」および「定期事業者検査実施所則」を平成15年10月に制定し、適宜、改善を図っている。

国内外トラブルに係る予防保全対策および技術開発の成果による設備の更新等として、燃料取替用水タンクの取替工事、加圧器・蒸気発生器の管台の補修工事のほか、耐震裕度向上工事、使用済燃料ピット監視系のさらなる強化などを計画的に行い、設備・機器の健全性維持と安全性・信頼性の確保を図っている。

平成16年8月に発生した美浜発電所3号機二次系配管破損事故の教訓を受け、保守管理活動の実施方針として、「安全最優先、積極的な資源の投入、メーカー・協力会社との協業体制の構築」を掲げて体制の充実、社内マニュアルの改訂、教育・訓練の充実等、改善活動に取り組んでいる。

美浜発電所3号機二次系配管破損事故の再発防止対策のうち、2次系配管肉厚管理については、社員による直接管理、余寿命評価の見直し、未点検部位の早期点検などにより保全体制を見直したほか、日本機械学会とともに知見拡充を図り、平成19年3月に改正された「2次系配管肉厚の管理指針」に基づき、配管肉厚管理を適正に実施している。

(4) 燃料管理

平成11年9月高浜発電所向けBNFL製MOX燃料の製造時データ改ざん問題の反映対策として、平成12年度より燃料調達に係る検査員に必要な知識・技能およびその基準を明確化し、研修およびOJTなどにより養成を行い、その基準を満足した者を検査員とする承認制度を導入するなど、教育・訓練に関する改善を図っている。

運転中の1次冷却材中のよう素131濃度および原子炉停止時の1次冷却材中のよう素131増加量はともに管理基準によって厳正に管理することにより燃料の健全性評価が確実に実施され、また、これまでに実施してきた燃料の信頼性向上や運転経験を踏まえた設備改善などが有効であることを確認している。

(5) 放射線管理および環境放射線モニタリング

社内マニュアルについては、法令改正、国内外原子力発電所の事故・故障情報、運転経験などに基づき適宜見直し、改善していることを確認している。

教育・訓練面では、平成11年9月に発生したJCO東海村ウラン加工施設の臨界事故を受けた

「保安教育」の義務化への対応、国際放射線防護委員会1990年勧告の法令取り入れに伴う変更内容の周知など、放射線管理教育を充実し、定着を図っている。

被ばく線量低減活動として、原子炉運転時に1次冷却材中へ亜鉛を注入し、配管・機器などに付着する放射性腐食生成物の発生を抑制している（1号機第27サイクル、2号機第26サイクル以降）。その他継続的に作業の合理化を図り、被ばく線量低減につなげている。

放射線業務従事者が受けた平均線量の推移は、改良工事を除く通常定期検査分の推移は減少傾向にあり、近年の定期検査時において上記項目で示す亜鉛注入の効果が現れつつあると考えられる。

これらのことから、ALARAの精神に基づき、放射線防護活動を確実にやっている。

(6) 放射性廃棄物管理

福島第一原子力発電所事故由来の放射性物質の降下物の影響確認の運用を明確化するなど、社内マニュアルを適宜見直しており、改善を適切に行っている。

放射性気体廃棄物および放射性液体廃棄物中の放射性物質（トリチウムを除く）の放出実績は、燃料漏えいに伴う放射性希ガスを除き、ALARAの精神に基づく種々の低減対策を実施したことにより年々減少し、年間放出管理目標値と比較して十分低い値になっている。また、放射性液体廃棄物中のトリチウムについては低く安定しており、放出管理基準値などと比較しても充分低い値で推移している。

放射性固体廃棄物の発生実績は、改良・改造工事により増加傾向にあるが、計画的に六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターへ搬出を行い、廃棄物庫の保管容量を超えないように管理している。併せて、使用済樹脂の処理方法を変更し貯蔵量の増加を抑制している。また、洗浄排水処理装置を取替えたなど、更なる放射性固体廃棄物の発生量低減を図っている。

(7) 緊急時の措置（事故・故障等発生時の対応含む）

平成12年6月の原子力災害対策特別措置法の施行に伴い、「原子力事業者業務計画」を作成するなど原子力防災対策の充実を図っている。また、同法を受けた緊急時の対応体制として、原子力防災管理者および副原子力防災管理者を選任し、平日夜間・休祭日においても副原子力防災管理者1名を防災当番者として発電所構内に待機させ、迅速な通報連絡が行えるよう体制の充実を図っている。

事故・故障等発生時の対応体制は、数々のトラブル事例を受けて体制の見直しが行われ、特に平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所事故に係る対応として、複数プラントの同時被災や平日夜間・休祭日など通常勤務要員が不在である状況を想定した場合においても初動対応が確実に実施できるようにするため、従来の体制をさらに強化した緊急時対応体制を構築し、緊急時通報システムによる一斉呼出し連絡対象者を拡大（約30名を約100名に）するなど、協力会社を含めた宿直により初動対応が確実に実施できるようにしている。

平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所事故に係る対応として、衛星回線を用いた緊急時通報システムの強化、3・4号機中央制御室の近傍への代替指揮所の指定、さらには電源応急復旧対応のため空冷式非常用発電装置の配備、蒸気発生器および使用済燃料ピットへの給水確保ならびに原子炉への海水直接注入のため消防ポンプ、消火ホース等の資機材の配備、地震・津波による瓦礫等の散乱および道路地盤のすべり等により緊急時対応に支障がある場合に備えるためのブルドーザー等重機の配備等、資機材の充実を図っている。

原子力災害を想定した防災訓練および火災事象やプラントの事故・故障等の発生を想定した訓練は、所内通報訓練から国・行政機関を含めた総合訓練まで定期的に計画・実施され、訓練結果の反省を踏まえた改善活動が図られている。さらには、平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所事故を踏まえ、シビアアクシデント対応に係る訓練計画の策定および、シビアアクシデント等に関する一層の理解を促進するための原子力防災教育（特別教育）の計画を策定し平成24年度から実施する等、改善を図っている。

(8) 安全文化の醸成活動

平成16年8月の美浜発電所3号機二次系配管破損事故にかかわる当社の調査において、「原子力設備二次系配管肉厚の管理指針（PWR）」の不適切な運用は、安全確保の観点から改めるべき重大な問題であると認識した。このため、社長の宣言「安全を守る。それは私の使命、わが社の使命。」と5つの基本行動方針のもと、二度とこのような事故を起こしてはならないと固く誓い、再発防止対策の着実な実施と安全文化の再構築に全社を挙げて取り組んできた。

さらには、平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所事故を受けて、平成24年5月に5つの基本行動方針を見直し、安全最優先の意識・行動の浸透を図っている。

平成19年8月の実用炉規則の改正において「安全文化を醸成するための体制に関すること」を保安規定に定めることが規定されたことを受け、「高浜発電所原子炉施設保安規定」の第2条の2に「安全文化の醸成」について規定し、これを受けて制定した「安全文化要綱」（平成20年6月24日制定）に従って次のとおり安全文化の醸成のための活動を実施している。

当社・協力会社における意思疎通の強化方策として、定期検査説明会の開催、協力会社の方々と一体感醸成活動への取り組み等を継続している。さらには、協力会社の作業者が定着、育成しやすい環境の醸成、教育訓練に係る情報の共有等、協力会社の力量の維持・向上に向けた支援活動についても継続して実施している。

安全文化の醸成活動については、「トップのコミットメントに係る活動」「コミュニケーションに係る活動」「学習する組織に係る活動」のいずれについても、継続的に見直しながら種々の改善活動を実施しており、これらを有効であると受け止めている社員などの割合も改善傾向にある。また、安全文化醸成活動の仕組みについても、安全文化評価活動を重ね、協力会社の参加を得るなどの充実を図り、自律的かつ継続的に改善してきている。

以上のように、各保安活動の実施状況について調査・評価した結果、継続的な改善や自主的な取組の充実が図られており、保安活動を行う仕組みが目的に沿って有効であると評価した。したがって、今後とも保安活動を行う仕組みが有効に機能していく見通しが得られたものと評価する。

保安活動への最新の技術的知見の反映状況の評価

今回の評価対象期間中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」に分類して調査し、これら最新の技術的知見が重要な設備に適切に反映され、安全性・信頼性の向上が図られてきているか、評価した。

概要は以下のとおり。

(1) 安全研究成果

原子力安全委員会の安全審査指針類や安全規制に取り入れられた民間規格が高浜1，2号機の設備・運用へ反映されている若しくは反映中であり、安全性・信頼性の向上が図られている。

原子力安全委員会の安全審査指針類：5件

安全規制に取り入れられた民間規格：23件

(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、高浜1，2号機の設備面、運用面に適切に反映されている。

また、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、緊急時安全対策の強化を行っている。

国内他プラントの 事故・故障等	原子力安全・保安院文書 指示事項	国外プラントの 事故・故障等
<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象：1349件 ・うち水平展開要と判断：172件 〔・水平展開の完了：153件〕 〔・実施中または実施予定：19件〕 	<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象：67件 〔・対応完了：65件〕 〔・対応中：2件〕 	<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象：42件 ・うち水平展開要と判断：4件 〔・水平展開の完了：3件〕 〔・実施予定：1件〕

※件数は、平成24年3月末現在

(3) 技術開発成果

代替アミン処理の実機適用研究や、伝送器の耐環境性評価研究など、電力共通研究や自社研究の成果が設備に反映されている若しくは反映中である。

耐震安全性に係る新知見の反映について、国の機関等の報告、学協会等の大会報告・論文、雑誌等の刊行物、海外情報等から広く収集を行い、耐震安全性の再評価や耐震性向上工事等に反映すべき情報を抽出し必要な対策を実施する仕組みとなっている。また、評価対象期間中に収集した情報には、耐震安全性の再評価や耐震性向上工事などへの反映が必要なものは抽出されなかった。

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若しくは反映中であることを確認した。

今後は、平成23年3月の福島第一原子力発電所で発生した事故から、さらなる安全性の向上を目指した基準の施行や技術開発が進められていることも踏まえ、必要な技術的知見や高浜発電所1，2号機の安全性・信頼性を向上させる重要なその他の技術的知見について反映していく。

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た。

なお、評価は、日本原子力学会による以下の標準に準拠して行った。

「原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的安全評価に関する実施基準（レベル1PSA 編）：2008（AESJ-SC-P008:2008）」

「原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的安全評価に関する実施基準（レベル2PSA 編）：2008（AESJ-SC-P009:2008）」

「原子力発電所の停止状態を対象とした確率論的安全評価手順：2010（AESJ-SC-P001:2010）」

以下に示すとおり、今回実施した確率論的安全評価（PSA）の結果、炉心損傷頻度は 5.0×10^{-7} /炉年（プラント出力運転状態とプラント停止状態の足し合わせ）、格納容器破損頻度は 4.7×10^{-8} /炉年となり、IAEA（国際原子力機関）の目標（※1）、および原子力安全委員会の性能目標の指標値（※2）を十分に下回っていることを確認した。

（※1）IAEA（国際原子力機関）の基本安全原則が示す目標：既設炉に対して、炉心損傷頻度 10^{-4} /炉年以下

（※2）原子力安全委員会安全目標専門部会「発電用軽水型原子炉施設の性能目標について—安全目標案にかかる性能目標案について—」（平成18年3月）：炉心損傷頻度 10^{-4} /年程度、格納容器破損頻度 10^{-5} /年程度の両方が同時に満足されること

（1）プラント出力運転状態における炉心損傷頻度および格納容器破損頻度に関する評価

- ・評価の結果、炉心損傷頻度の平均値は 4.6×10^{-7} /炉年、格納容器破損頻度は 4.7×10^{-8} /炉年であった。
- ・これは、国内機器故障率データを用いた評価の結果であり、それぞれ海外機器故障率を使用した場合の17分の1、32分の1程度である。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る。

（2）プラント停止状態における炉心損傷頻度に関する評価

- ・評価の結果、平均値は 4.3×10^{-8} /炉年であり、停止状態におけるプラントの安全性が十分確保されている。
- ・保安規定をベースとした感度解析により、現状の保安規定を遵守することで十分な安全性が確保されることを確認した。

以上