

大飯 1 , 2 号機定期安全レビューの評価結果概要

「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原子力発電所での運転経験で得られた教訓が、以下の「品質保証活動」、「運転管理」、「保守管理」、「燃料管理」、「放射線管理及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及び緊急時の措置」、「事故・故障等の経験反映状況」の 8 分野の保安活動を、組織・体制、社内マニュアル、教育・訓練、改善状況等の観点から評価した。

評価の結果より、事故やトラブルを含む運転経験で得られた教訓が各保安活動に適切に反映され、継続的な改善や自主的な取組の充実が図られており、原子炉施設の保安のために有効な追加措置は抽出されず、それぞれの活動における安全性・信頼性が確保されていることから、今後も最新の原子力発電所と同等の安全確保の水準を維持しつつ、安全運転を継続できるものと評価した。

また、「安全文化に関する取組」も評価し、現在は、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実施を通じて、安全文化の再構築に取組みながら、その状況を指標を用いて評価し、改善を行う仕組の試運用を行っていることなどを確認した。

概要は以下のとおり。

1 . 品質保証活動

- ・平成 15 年 10 月の品質保証の法制化に伴い、法令などの要求事項および「原子力発電所における安全のための品質保証規程 (JEAC4111-2003)」(平成 15 年 9 月、(社)日本電気協会)をもとに平成 15 年 10 月に当社が制定した「原子力発電の安全に係る品質保証規程」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。
- ・社内標準については、「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)」で要求されている文書・記録管理、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、緊急時の措置について規定する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の継続的改善については、内部評価 (マネジメントレビュー、内部監査、是正処置、予防処置) および外部評価 (保安検査および定期安全管理審査の結果ならびに定期安全管理審査に係る国の評定における保安活動に反映すべき指摘事項) が実施されていることを確認した。

なお、平成 16 年度第 3 回保安検査から平成 17 年度第 4 回保安検査までの間、原子力安全・保安院文書「美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故について」(平成 16 年 9 月 27 日)に基づく、特別な保安検査、特に厳格な定期安全管理審査

が実施された。

- ・平成 17 年 5 月に実施した大飯発電所 2 号機第 5 給水ヒータ出口復水配管他修繕工事において、不適合があったにもかかわらず、不適合事象として扱わなかったという品質保証上の問題が発生したため、品質保証上の基本的事項の徹底や溶接検査ルールの見直しなどを実施した。また、品質は管理者の責任であるとの認識に立ち、発電所長が決意表明するとともに「大飯発電所再生活動の推進」を実施した。

2. 運転管理

- ・平成 18 年 3 月に発生した大飯発電所 3, 4 号機廃棄物処理建屋での火災の教訓として、平成 18 年 5 月に鎮火後に火災の影響範囲について巡回点検することを運転操作マニュアルに反映するとともに「大飯発電所防火管理所達」との記載の整合性、内容の充実を図ることとした。また、これまでの運転経験を踏まえ、発電所の安全確保ができるよう運転操作マニュアルを継続的に改善している。
- ・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を図る目的から、平成 19 年 12 月より、運転員に試料採取・放射能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試料採取・放射能測定などが実施できる体制を整備した。

3. 保守管理

- ・「大飯発電所原子炉施設保安規定」第 125 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 (JEAC4209 - 2003)」の要求事項を満足した「大飯発電所保守業務所則」を平成 15 年 6 月に制定し、適宜、改善を図っている。
- ・長期的な使用によって発生する経年的な影響に対し、設備の性能・機能が基準値を下回る前に計画的な補修・取替えを実施し、健全性の維持と安全性、信頼性の確保を図っている。
- ・美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故後、「大飯発電所保守業務所則」を改正し、原子力発電所の保守管理活動の実施方針として「安全を何よりも優先することを基本とし、安全のためには積極的な資源の投入は勿論のこと、メーカ・協力会社との協業を図りつつ、保守管理を継続的に改善していきます」と定め、保守管理活動を実施している。
- ・美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故を受けた平成 17 年 7 月の組織改正では、設備の経年劣化対策や定期事業者検査対応など、保全業務の確実な遂行を図るた

め、保守管理要員を増員するとともに、技術基準などに関する不適切な運用を防止するため、法令や技術基準などに関する知識を有する人材を「電気・機械技術アドバイザー」として配置し、現場第一線での確な技術判断ができる体制とするなど、組織の見直しおよび体制強化を適宜実施し、継続的な保守管理体制の改善を図っている。

- ・美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故の教訓として、技術基準などに関する不適切な運用があったことから、配管業務担当者に対して配管肉厚管理に関する教育を実施するとともに、作業長以下の技術系社員に対して、定期事業者検査の内容、解釈などの技術基準などの教育を実施している。
- ・国内外原子力発電所事故・故障から得られた知見の反映、技術開発の成果及び経年変化対策としての改良、作業性や保守技術の改善を適宜実施しており、設備信頼性の維持・向上および安全性向上を図っている。

4. 燃料管理

- ・平成 11 年 9 月に発覚した B N F L による M O X 燃料のデータ改ざん問題の対策として、平成 12 年度より燃料調達に係る検査員の承認制度を導入した。研修および O J T などにより必要な力量など基準を満足した者を検査員として承認し、検査の際には承認された検査員を派遣するなど、教育・訓練に関する改善を図っている。
- ・燃料の信頼性向上のために燃料集合体の改良や運転経験の反映に係る改善が継続的に実施されている。
- ・美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故を受けた平成 17 年 7 月の組織改正では、定期事業者検査などの対応体制強化を図るため、技術課原子燃料係を原子燃料課として独立させた。

5. 放射線管理及び環境放射線モニタリング

- ・社内マニュアルについては、I C R P 1990 年勧告の法令取り入れ（平成 13 年 3 月）品質保証の法令要求への対応（平成 15 年 10 月）大飯発電所 1 号機の燃料取替用水タンク変形事象の対策反映（平成 16 年 9 月）など、都度必要な改正を実施している。
- ・教育・訓練面では、J C O 東海村ウラン加工施設の臨界事故を受けた保安教育義務化への対応、I C R P 1990 年勧告の法令取り入れに伴う変更内容の周知、定着を図るとともに、平成 16 年 6 月 10 日に発生した大飯発電所 1 号機燃料取替用水タンク変形事象の記憶の風化防止及び類似事象の再発防止のため、6 月 10 日を「燃料取替用水タンク変形トラブルメモリアルデー」と定め、毎年関係者

に対し啓発活動を実施している。

- ・被ばく線量に関しては、運転中の1次冷却材pH管理の改善による配管・機器などへの放射性腐食生成物の付着の抑制及び停止時の酸化運転により、配管・機器などに付着している放射性腐食生成物を溶出させ除去している。さらに、酸化運転方法を改善することで、より効率的に放射性腐食生成物を除去しているなど、ALARAの精神に基づき、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図っている。

：ALARAの精神・・・1977年国際放射線委員会が示した「合理的に達成可能な限り低く」という勧告のことであり、放射線管理及び線量低減対策に取り組むにあたって用いられる。

- ・通常定期検査分の平均線量は、前回と今回の調査期間を比較すると1号機、2号機ともに減少している。これは、作業環境の線量当量率低減対策の効果が表れていると考えられる。ただし、1号機では19サイクル以降、2号機では16サイクル以降の線量が上昇傾向にある。これは、経年変化に伴う作業環境線量当量率の上昇によるものであり、経年的な放射性物質の配管内面への蓄積の抑制に有効な対策として1次冷却材への亜鉛注入の導入を計画している。

また、改良工事分の平均線量は、前回と今回の調査期間を比較すると1号機、2号機ともに大きく減少している。この主要因は、1号機については平成6～7年度（第12回）、2号機については平成8～9年度（第13回）定期検査において改良型蒸気発生器に取り替えたことにより、蒸気発生器伝熱管の補修作業他関連工事が減少したためである。

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中の放射性物質（トリチウムを除く）の放出実績は、ALARAの精神に基づき、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となっている。また、放射性液体廃棄物中のトリチウムについても、放出管理の基準値と比較して低い値となっている。
- ・放射性固体廃棄物の発生実績は、改良、改造工事により一時的に増加傾向にあったが、雑固体焼却、アスファルト固化装置（1，2号機）、乾燥造粒セメントガラス固化装置（3，4号機）及び物品の持込み制限などの運用を維持することにより、1，2号機の営業運転を開始した以降の4年間の平均発生実績、年間2，900本程度と比較した場合、1号機から4号機までの運転中でありながら現在の発生量が約1/2に低減していることから十分効果があったと考えられる。

また、累積保管量についても計画的に日本原燃（株）六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターへ搬出を行ったことなどにより、廃棄物庫の保管量が減少している。

これらのことから、A L A R A の精神に基づき、低減努力が図られており、適切に管理されている。

7. 事故・故障等発生時の対応及び緊急時の措置

- ・平成11年9月のJCO東海村ウラン加工施設の臨界事故を受けて制定された「原子力災害対策特別措置法」に基づき、「大飯発電所原子力事業者防災業務計画」を作成し、原子力防災対策の充実を図っている。また、原子力防災訓練を行うなど、一層の原子力防災対策の充実を図っている。

また、原災法の施行に伴い、平成12年6月から原子力災害発生時の通報連絡として新たに原子力防災管理者及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名を発電所構内待機とすることにより、迅速な通報連絡が行えるよう体制の充実を図っている。

なお、休祭日の当番者(4名)は、昼・夜間帯とも発電所構内待機としている。

- ・美浜発電所3号機二次系配管破損事故を踏まえ、平成17年2月に傷病者等救出活動の注意事項や協力会社・当社社員の安否確認方法を、また平成17年7月に現地消防指揮本部や医療機関との連携事項を、「大飯発電所救急対策所則」へ反映し、正確・迅速な対応ができるよう体制の改善を図っている。

- ・平成18年3月22日に発生した、大飯発電所3,4号機廃棄物処理建屋の火災事象を踏まえ、火災発生時の迅速な通報連絡を行うため、通報者を平日夜間や休祭日と同様に防火管理者から中央制御室の当直課長などに変更を行っている。

また、火災発生時に必要な情報を国・地方自治体へ確実に連絡できるよう、平成18年9月から火災に特化した通報連絡帳票を新たに取り決め、運用を開始するとともに、国・地方自治体などへ、より迅速な第一報の連絡が実施できるように緊急時通報システムを用いた通報連絡を行っている。

さらに、夜間の対応要員が手薄な時間帯での火災などが発生した場合において、通報連絡初動対応などの迅速化を図るため、平成18年4月から平日夜間及び休日夜間の発電所構内待機要員を1名増員している。

- ・平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖地震を踏まえ、地震などの災害発生時であっても、社内との通信手段を確保し、消防機関への通信回線を強化するため、平成19年11月にイリジウム衛星携帯電話の配備を行っている。また、平成20年3月に消防署との専用通信回線を設置している。

8. 事故・故障等の経験反映状況

- ・大飯発電所1,2号機で発生した事故・故障等の再発防止のためのしくみが作られ、評価対象期間中に発生した事故・故障等について、それぞれ適切に再発防止策の立案・実施がなされ、類似のトラブルの再発が防止されていることを確認し

た。

また、国内外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、反映するしくみが運用されていること、及び軽微な事象に係わる情報共有化のためのしくみが明確にされ情報共有化が確実になされていること、さらに運転経験などを踏まえそれらのしくみの改善が図られていることを確認した。

- ・大飯発電所 1 , 2 号機で調査期間中に発生したトラブルは、今回の調査期間 8 年間では、大飯発電所 1 号機が 8 件、大飯発電所 2 号機が 3 件であり、前回調査期間 2 1 年間で大飯発電所 1 号機が 5 0 件、大飯発電所 2 号機が 4 4 件に比べ、絶対数では減少しているものの、トラブルの根絶にはいたっていない。しかしながら、調査期間中の 1 1 件すべての件名について、同種の事故・故障等の再発防止策が立案・実施済みであり、その結果として同様の事故・故障が再発していないことを確認した。
- ・当社は平成 2 0 年 1 月 3 0 日に「原子力発電所の安全確保対策の強化について」の中でトラブル低減計画を公表している。その中で、大飯発電所 1 , 2 号機で軽微な事象も含めた要因分析を実施し、問題点を打ち出しており、これらにかかる対策を日常活動へ反映していくこととしている。

9 . 安全文化に関する取組

当社の安全管理に大きな影響を与えた、美浜発電所 2 号機蒸気発生器伝熱管損傷事象の発生した平成 3 年時点まで遡り、安全文化に係る取組をレビューした。

その結果、主に「トップマネジメントのコミットメント」、「学習する組織」、「コミュニケーション」の 3 つの要素（「安全文化の三本柱」）に係る取組がなされてきたことを確認した。特に、美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故後は、その再発防止対策の実施を通じて、安全文化の再構築に取り組んできた。

また、大飯発電所独自の取組として、現在、従来なら見過ごされるような小さな事象（気付き事項など）を拾い上げ是正処置に繋ぐ、C A P（Corrective Action Program）活動や「安全と品質の基本は 5 S（整理・整頓・清掃・清潔・躰）」にあるとの考え方で、当社と協力会社が同じ価値観を持ち一体感を醸成し、マイプラント意識の浸透を図る「5 S 活動」を展開している。

以上の結果より、1 から 9 の活動においては、継続的な改善や自主的な取組の充実が図られており、原子炉施設の保安のために有効な追加措置は抽出されず、それぞれの活動における安全性・信頼性が確保されていることから、今後も最新の原子力発電所と同等の安全確保の水準を維持しつつ、安全運転を継続できるものと評価する。

「最新の技術的知見の反映」について

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保安活動に適切に反映され、安全性・信頼性の向上が図られてきているか、評価を実施した。

概要は以下のとおり。

１．安全研究成果

- ・シビアアクシデントについて、アクシデントマネジメントの整備（設備面、運用面）を完了し、その状況を平成１４年５月に「アクシデントマネジメント整備報告書」としてとりまとめ、原子力安全・保安院に提出した。
- ・「設計・建設規格（JSME-S NC 1-2005）」や「原子力発電所における品質保証規程（JEAC4111-2003）」などの安全規制に採り入れられた民間規格等を設備面、運用面に反映し、安全性・信頼性の維持・向上が図られている。

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、大飯発電所１，２号機の設備面、運用面に適切に反映されている。

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
・評価対象：145 件 ・うち水平展開要と判断：48 件 ↓ ・水平展開の完了：47 件 ・実施中：1 件	・評価対象：25 件 ↓ ・対応完了：22 件 ・対応中：3 件	・評価対象：19 件 ・うち水平展開要と判断：6 件 ↓ ・水平展開の完了：3 件 ・実施予定：3 件

件数は、平成 19 年 3 月末現在

３．技術開発成果

- ・制御棒クラスタの摩耗対策や燃料集合体下部ノズル異物対策など、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。

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たが、今後とも、原子力発電所の安全性・信頼性を向上させていく上で有効と考えられる重要な技術的知見が得られた場合には、それらの知見を反映する努力を継続していく。

なお、耐震設計審査指針の改訂に伴う評価については、今後、耐震性向上のための検討を進め、必要な対策を実施する予定である。

「確率論的安全評価」について

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。

以下に示すとおり、今回実施した確率論的安全評価（P S A）の結果、炉心損傷頻度は 8.6×10^{-7} / 炉年（プラント運転時と停止時のリスクの足し合わせ）、格納容器機能喪失頻度は 8.8×10^{-8} / 炉年となり、I A E A（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 10^{-4} / 炉年以下）及び「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 -」（原子力安全委員会安全目標専門部会、平成 18 年 3 月）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} / 年程度の両方が同時に満足されること）を十分に下回っていることから本原子炉施設の安全性は十分確保されており、確率論的安全評価結果から見たプラント安全性・信頼性の向上のための追加措置は必要ないことを確認した。

- 1．プラント運転時における炉心損傷頻度および格納容器機能喪失頻度に関する評価
 - ・当該原子炉施設のプラント運転時における炉心損傷頻度および格納容器機能喪失頻度を評価した結果、炉心損傷頻度の平均値は 2.8×10^{-7} / 炉年、格納容器機能喪失頻度は 8.8×10^{-8} / 炉年であった。
 - ・上記 P S A は一部海外データを使用しているが、国内機器故障率データを用いた評価の結果、炉心損傷頻度の平均値は 5.8×10^{-8} / 炉年と、さらに低減する。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られる。
- 2．プラント停止時における炉心損傷頻度に関する評価
 - ・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た結果、その平均値は 5.8×10^{-7} / 炉年であり、停止時の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。

表 1：確率論的安全評価まとめ（単位：/ 炉年）

		大飯発電所 1, 2 号機	性能目標
炉心損傷頻度	プラント運転時	2.8×10^{-7}	-
	停止時	5.8×10^{-7}	
	合計	8.6×10^{-7}	10^{-4}
格納容器機能喪失頻度（プラント運転時）		8.8×10^{-8}	10^{-5}
炉心損傷頻度（プラント運転時） （国内機器故障率データ使用）		5.8×10^{-8}	-

以上