

## 「美浜発電所3号機定期安全レビュー（第2回）報告書」の概要

## 1. 評価対象期間

平成11年4月1日～平成17年3月31日

必要に応じ、上記以外の期間における取り組みについても評価または確認を実施。

## 2. 評価項目

## (1) 運転経験の包括的評価

「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分野の保安活動について、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、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ていることを確認した。

また、平成17年12月26日付原子力安全・保安院文書に基づき、「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反省を活かし、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いるところであることを確認した。

## (2) 最新の技術的知見の反映

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」、「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た。

## (3) 確率論的安全評価

平成15年12月17日付原子力安全・保安院文書に基づき、設計での想定を大幅に超えて炉心損傷および格納容器破損に至る可能性を確率論的安全評価を用いて評価し、プラント運転時および停止時において、美浜発電所3号機の安全性が十分確保されていることを確認した。

「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に基づくものではなく、原子力安全・保安院文書に基づき実施したもの。

## 3. 評価過程

原子力事業本部副事業本部長を統括責任者として、「運転経験の包括的評価」は美浜発電所、「最新の技術的知見の反映」および「確率論的安全評価」は原子力事業本部で昨年9月から評価を実施した。

この評価の過程については、平成17年度の保安検査（第2、3、4回）において国の確認を受けている。

## 4. 公開場所

関西電力原子力情報センター（大阪市北区中之島2-18 住友中之島ビル2F）

美浜原子力PRセンター（福井県三方郡美浜町丹生）

## 美浜発電所3号機の概要

- ・着工 昭和47年 8月（建屋基礎工事）
- ・営業運転開始 昭和51年12月
- ・運転実績（営業運転開始～平成16年度）
  - 累積発電時間 約18.6万時間
  - 発電電力量 約1,509億kWh

## 「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(1)から(8)の活動に適切に反映されているかについて、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、評価を実施した。

また、平成17年12月26日付原子力安全・保安院文書の要求に基づき、「安全文化に関する取組」も(9)で評価している。

概要は以下のとおり。

### (1) 品質保証活動

- ・「原子力発電所の安全のための品質保証規程 (JEAC 4111-2003)」(平成15年9月、(社)日本電気協会)と国の要求事項をもとに平成15年10月に本店で制定した「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、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。
  - ・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踏まえた「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」の改正(平成12年7月施行)を受け、平成13年1月に「美浜発電所原子炉施設保安規定」を改正した。この中で、従業員教育の義務を明確化し、保安教育として、教育すべき対象者に応じて教育項目・頻度および時間を明確に定めるなど、教育・訓練の充実を図っている。
  - ・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。
- なお、平成16年度第3回保安検査から保安院文書「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ことを記載した。

### (2) 運転管理

- ・シビアアクシデントへの対応として、炉心損傷後の事象に対しても、原子炉格納容器内注水、代替再循環などのアクシデントマネジメントにより事故収束を行うため、平成11年6月に当直用の運転操作マニュアルを制定している。また、これまでの運転経験を踏まえ、運転操作マニュアルを適宜、発電所の安全確保ができるよう継続的に改善している。
- ・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、定期検査業務の充実を図るため、運営係長(定検担当)を1名増員した。

#### シビアアクシデント

設計基準事象(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また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。

### ( 3 ) 保守管理

- ・美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故後、「美浜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を、「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、活動している。
- ・「美浜発電所原子炉施設保安規定」第 1 2 0 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「美浜発電所保守業務所則」を平成 1 5 年 7 月に制定し、以降も適宜、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保守・取替を実施し、健全性確保及び信頼性の維持・向上を図っている。
- ・美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故を受けた平成 1 7 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の保全業務の確実な遂行を図るため、保守管理要員を増員した。また、技術基準等に関する不適切な運用を防止するため、法令や技術基準等に関する知識を有する人材を「技術アドバイザー」として配置し、現場第一線での確かな技術判断ができる体制とした。  
このほか、美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故の教訓として、技術基準等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、肉厚管理に関する教育、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教育等の教育を実施している。

### ( 4 ) 燃料管理

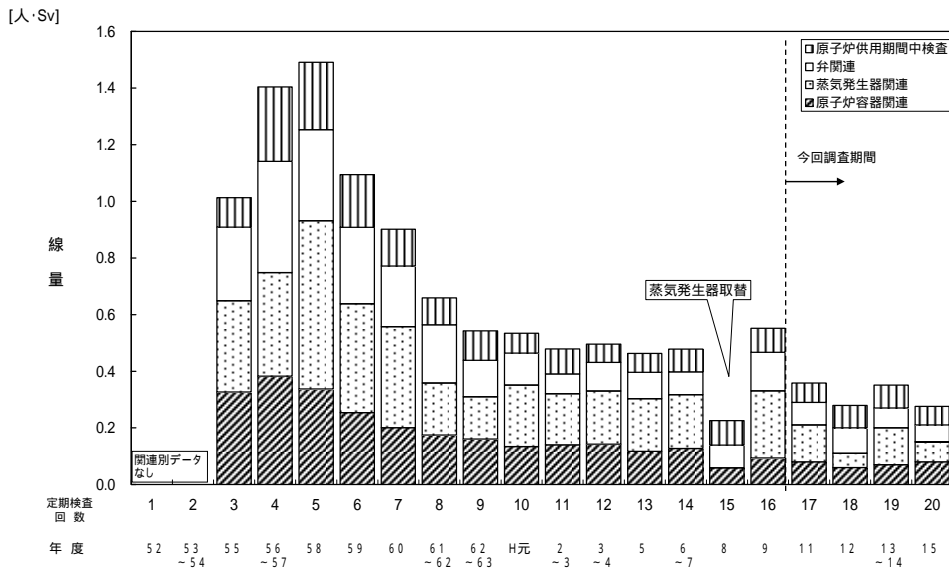
- ・平成 1 1 年 9 月に発覚した B N F L による M O X 燃料のデータ改ざん問題の対策として、平成 1 2 年度より燃料調達に係る検査員の承認制度を導入。研修および O J T 等により必要な力量を修得した者を検査員として承認し、検査の際には承認された検査員を派遣するなど、教育・訓練に関する改善を図っている。
- ・燃料の信頼性向上のために実施している「ペレットの形状変更」、「I 型支持格子燃料の採用」や運転経験の反映に係る改善の成果として、平成 3 年の燃料漏洩発生以降、燃料破損や漏えいが発生していない。
- ・美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故を受けた平成 1 7 年 7 月の組織改正では、技術課原子燃料係を原子燃料課として独立させ、要員を増員した。

### ( 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 1 9 9 0 年勧告の法令取り入れ ( 平成 1 3 年 3 月 ) 品質保証の原子力安全規制への導入 ( 平成 1 5 年 7 月 ) 大飯発電所の燃料取替用水タンク変形事象の対策反映 ( 平成 1 6 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 1 9 9 0 年勧告の法令取り入れに伴う変更内容の周知、定着を図った。
- ・内部評価による業務の継続的改善では、業務委託先が随時閲覧できるよう当社社内マニュアルを放射線管理室等へ配架し、また、業務委託先が行う線量当量率測定箇所を委託仕様書で明記した。
- ・被ばく線量に関しては、「運転中の 1 次冷却材 p H 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および「停止時の酸化運転方法の改善」によ

る配管・機器などへの付着放射性腐食生成物の溶出、除去により、1次冷却材配管および蒸気発生器水室内の線量当量率の低減を図るなど、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。

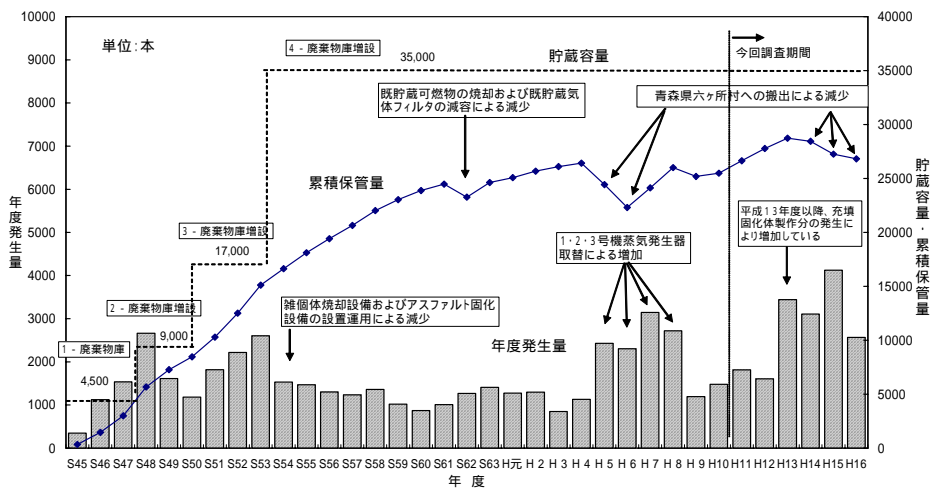
- ・蒸気発生器取替の結果、関連作業が減少し、蒸気発生器関連作業の平均線量が約50%に減少している。
- ・美浜発電所3号機二次系配管破損事故を受けた平成17年7月の組織改正では、放射線管理体制の強化のため係長を増員した。



主要作業別線量の推移(通常定期検査分)

### (6) 放射性廃棄物管理

- ・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)の放出量は年々減少し、十分低いレベルとなっている。トリチウムについても、放出管理の基準値の1/10程度でほぼ一定に推移している。
- ・放射性固体廃棄物の発生量を抑制し、貯蔵量を抑えるため、雑固体焼却設備(焼却炉)およびアスファルト固化設備による低減対策を実施してきたこと、ならびに既に貯蔵していた不燃物を溶融、固型化処理して平成14年度から平成16年度にかけて計画的に日本原燃株低レベル放射性廃棄物埋設センターへ搬出したことなどにより、廃棄物庫の保管量が減少している。



美浜発電所 放射性固体廃棄物の発生量、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

- ・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て制定された「原子力災害対策特別措置法」に基づき、原子力災害予防対策、緊急事態応急対策、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等について定めた「原子力事業者防災業務計画」を作成し、原子力防災対策の更なる充実を図っており、同業務計画は、年1回見直しを実施している。
- ・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いる。
- ・プラントの事故・故障等発生時の対応および緊急時の措置に係る組織・体制については、社内関係者への連絡・招集をより迅速に行えるよう、平成11年4月から携帯電話を課(室)長以上全員に配備している。また、「原子力災害対策特別措置法」の施行に伴い、平成12年6月から休祭日の当番者は、昼間帯は発電所構内待機とし、夜間帯は発電所近くの当社宿泊施設待機としている。さらに、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名を発電所構内待機とすることにより、連絡の迅速化等の充実を図るといふ改善を実施している。
- ・美浜発電所3号機二次系配管破損事故で現地消防指揮本部等との連携不足等があったことから、傷病者等の救出活動の注意事項や協力会社作業員・当社社員の安否確認方法、現地消防指揮本部や医療機関との連携事項を「美浜発電所救急対策所則」へ記載し、迅速かつ的確な対応ができる体制の維持向上を図っている。

#### (8) 事故・故障等の経験反映状況

- ・事故・故障等の再発防止のための仕組みが作られ、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きた。また、国内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、反映する仕組みが運用されてきた。
- ・このような仕組みに基づき、二次系配管の管理を実施していたにも拘らず、美浜発電所3号機二次系配管破損事故において、要管理箇所が当初の管理リストから欠落し、かつ、事故に至るまで修正できなかったことから、事故の直接的原因となった二次系配管肉厚管理システムの改善を含めた「美浜発電所3号機事故再発防止対策の実施計画」をとりまとめ、再発防止対策を実施中である。
- ・美浜発電所3号機二次系配管破損事故でトラブル情報のより確実な分析・評価が必要であったことから、トラブル情報の分析・評価等を的確に実施し、必要な情報が確実に関係箇所に提供されるよう、情報管理専任者を配置し、体制強化を図っている。

#### (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、安全文化に係る取り組みをレビューした。
- ・その結果、「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)」で示されている重要課題のうち、特に「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良好な職場」の3つの要素に重き

を置いて取り組みがなされてきたが、美浜発電所3号機二次系配管破損事故の反省を活かし、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いるところである。

以上のとおり、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、必要な対応が実施されてきたが、平成16年8月に美浜発電所3号機二次系配管破損事故が発生したことから、以下に述べるような再発防止対策に取り組んでいるところであり、そのような状況を含めて今回の定期安全レビューで確認した。今後とも、この努力を継続し、原子力発電所の安全性・信頼性等を向上させていく。

再発防止対策の実施状況についての「運転経験の包括的評価」の関連する節における記載は以下のとおりである。

- ・ 「品質保証活動」において、当社に対し「特別な保安検査」と「特に厳格な安全管理審査」が実施されたこと
- ・ 「保守管理」において、「美浜発電所保守業務所則」を改善し、2次系配管肉厚管理の要領を追加したこと
- ・ 「保守管理」において、技術基準等に関する不適切な運用を防止するため、法令や技術基準等に関する知識を有する人材を「技術アドバイザー」として各発電所に配置し、現場第一線での確かな技術判断ができる体制としたこと、および保守管理要員を増員したこと  
また、配管肉厚管理、技術基準の教育等を実施中であること
- ・ 「事故・故障等発生時の対応及び緊急時の措置」において、「美浜発電所救急対策所則」を改善し、現地消防指揮本部や医療機関との連携を図り、迅速かつ的確な対応ができる体制の維持向上を図っていること
- ・ 「事故・故障等の経験反映」において、トラブル情報の分析・評価等を的確に実施し、必要な情報が確実に関係箇所へ提供されるよう、各発電所に情報管理専任者を配置して体制を強化したこと
- ・ 「事故・故障等の経験反映状況」及び「安全文化に関する取組」において、再発防止対策の取組状況全般について記載したこと

## 「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「美浜発電所の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。
- ・「発電用原子力設備規格維持規格（JSME S NA1-2002）」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、美浜発電所3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:112件 ・うち水平展開要と判断:32件 [ ・水平展開の完了:26件 ・実施中または実施予定:6件 ]	・評価対象:16件 [ ・対応完了:16件 ]	・評価対象:14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 ]

### (3) 技術開発成果

- ・雑固体廃棄物を溶融処理する溶融炉を設置して同廃棄物の発生・貯蔵量を一層低減させるなど、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実施していく。

**「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、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、炉心損傷頻度は $6.5 \times 10^{-7}$  / 炉年となり、例えば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）を十分に下回る。

- (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破損頻度に関する評価
- ・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破損頻度を評価した結果、炉心損傷頻度の平均値は $3.7 \times 10^{-7}$  / 炉年、格納容器破損頻度は $8.8 \times 10^{-8}$  / 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 $5.7 \times 10^{-8}$  / 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 $2.8 \times 10^{-7}$  / 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。

以上のとおり、美浜発電所3号機について、運転時の炉心損傷頻度および格納容器破損頻度ならびに停止時の炉心損傷頻度は十分低く、安全性が十分確保されていることを確認した。