

概要

1. 対象事業所の概要

日本原子力技術協会(以下、「原技協」という。)は、2009年9月28日(月)から10月9日(金)まで、四国電力株式会社伊方発電所(以下、「発電所」という。)のピアレビュー(以下、「レビュー」という。)を実施した。

発電所は、愛媛県伊方町の瀬戸内海岸に位置し、加圧水型軽水炉(PWR)を3基有している。レビュー期間中、3基とも定格熱出力一定運転中であった。下表のとおり、1977年に1号機が営業運転を開始し、1982年に2号機、1994年3号機がそれぞれ営業運転を開始し、稼働率は発電所平均で2008年度84.5%という高い水準を維持している。

発電所では、至近の定期検査において、1、2号機中央制御室の制御盤と制御装置を、最新式のデジタル方式のものに取替え、操作性や監視性と共に、信頼性を向上させている。なお、1、2号機は2ユニットで1中央制御室、3号機は1ユニットで1中央制御室となっている。

発電所長は、今年度の業務方針として原子力安全を最優先とした品質保証活動のもとで、「安全・安定運転の維持・向上」および「地域の理解と信頼の確保」ならびに「風通しの良い活力あふれる職場風土の醸成」を掲げ発電所の運営に当たっている。また、2000年5月から、発電所従事者全員を対象にした「伊方ネット21活動」を開始し、四国電力社員と四国電力のグループ企業(以下、「関係会社」という。)とメーカーその他の企業(以下、「協力会社」という。)とが日常的な交流を深めるとともに、安全意識の向上や安全文化、一体感の醸成を図ることならびに働きがいのある職場環境づくりを目的に活動している。

2009年9月1日現在、発電所員は約300名、関係会社社員は約500名、協力会社社員は約1,000名である。

号機	定格電気出力(MWe)	営業運転開始年月	運転実績 (2009年3月末現在)	
			発電電力量*1 (億 kWh)	設備利用率*2 (%)
1	566	1977年 9月	1,227	78.5
2	566	1982年 3月	1,106	82.4
3	890	1994年 12月	971	87.0

*1) 発電電力量…試運転期間を含む

*2) 設備利用率…営業運転開始以降

2. レビュースケジュール

2009年9月24日(木)から25日(金)の間、原技協事務所においてレビューチームとしての訓練および準備を行った後、表1に示すとおり、9月28日(月)から10月9日(金)までの2週間にわたって発電所でレビューを実施した。

なお、レビューに先立ち、2009年3月31日(火)から4月2日(木)までの3日間、発電所において1号機および2号機の定期検査中における作業実施状況を観察した。(以下、「事前観察」という。)

また、2009年4月8日(水)、9日(木)に松山市にある原子力保安研修所の運転訓練用シミュレータを用いて実施された運転員の連携訓練状況を観察した。(以下、「シミュレータ訓練観察」という。)

表1 発電所でのレビュースケジュール(実績)

		レビュー内容
9月/ 28日(月)	(午前)	・開始会議(レビューチームの紹介、レビューの進め方等)
	(午後)	・レビュー分野ごとに、発電所側対応者とのスケジュール調整 ・発電所設備等の状態観察
29日(火)		・発電所設備等の状態観察および現場観察、インタビュー、書類確認ならびにそれらの結果について、発電所側対応者と意見交換 ・発電所側代表者を含めたチーム会議
30日(水) 10月/ 1日(木) 2日(金)		・現場観察、インタビュー、書類確認およびそれらの結果について、発電所側対応者と意見交換 ・発電所側代表者を含めたチーム会議
3日(土)		休 日
4日(日)		・発電所側代表者を含めたチーム会議(長所、改善提言に関する議論)
5日(月) 6日(火)		・現場観察、インタビュー、書類確認 ・問題点の原因および要因について、発電所側対応者と議論 ・長所、改善提言に関する事実確認および検討 ・発電所側代表者を含めたチーム会議
7日(水)		・レビュー分野ごとに発電所側対応者と議論 ・チームリーダーと発電所側代表者との長所、改善提言に関する議論 ・発電所側代表者を含めたチーム会議
8日(木)		・チームによる長所、改善提言の最終確認 ・チームリーダーと発電所側代表者との長所、改善提言に関する議論 ・最終会議用資料の取りまとめ
9日(金)	(午前)	・最終会議(長所、改善提言に関して、レビューチームからの説明、および発電所からの質問に応じて補足説明)
	(午後)	・原技協主催 記者会見

3. レビュー方法およびレビュー内容

原技協が実施するレビューの目的は、レビューを受ける原子力発電所の安全性および信頼性のいっそうの向上を図ることである。

3.1 レビューの方法

本レビューでは、WANO*³(世界原子力発電事業者協会)が使用している「達成目標と基準」(Performance Objectives and Criteria: PO&Cs)を基準として用いた。WANOの基準とは別に、INPO*³(米国原子力発電運転協会)の「達成目標と基準」もあるが、原技協とWANOが交互にレビューを実施し、相互に補完する関係にあることから、双方のレビュー間の連続性を勘案して、WANOの基準を用いた。

この基準は原子力発電所の運営状態を最高水準に導くためのガイドラインとして策定されたものであり、レビューではこれを活用して、「長所」および「改善提言」の判断をした。

「長所」は、最高水準に至っていると判断される事項である。一方、「改善提言」は最高水準を達成するために努力を要する事項であるが、「改善提言」とした事項が平均的な原子力発電所の運営状態に比べて必ずしも不十分であることを示すものではない。

レビューチームは、レビューの対象期間を概ね過去3年間とし、INPOやWANOのレビュー方式に沿って、現場観察を中心に活動し、発電所側対応者と緊密な意見交換を行いながら、以下のプロセスでレビューを進めた。

なお、原技協では、2005年7月27～29日に、発電所に対する相互評価(ピアレビュー)を実施している。ただし、当時の相互評価は、原技協会員が相互に事業所を訪問し、原子力安全に関する課題の抽出や良好事例の水平展開等を行うことにより、知見を共有し、安全意識の徹底および安全文化の共有を図ることを目的とした活動であり、原技協が発電所に対して、INPOやWANOの方式に沿ったレビューを実施したのは、今回が初めてである。

*3) WANOは、1986年のチェルノブイリ原子力発電所事故が契機となって、世界的な原子力発電所情報網の必要性が痛感され、1989年に世界の原子力発電事業者により設立された機関である。その使命は、原子力発電所の運転の安全性と信頼性を最大限に向上させることであり、世界の原子力発電所を対象としたレビュー活動、故障・トラブル事象の情報交換等、発電所に対する各種支援活動が実施されている。

INPOは、1979年のスリーマイルアイランド事故を契機に米国原子力事業者によって設立された機関である。全米の原子力発電所を対象に行う定期的なレビューは、INPOの主要な活動の一つであり、発電所に2週間滞在して行う現場観察を主要なプロセスとしている。原技協のレビューはこの方式に従ったものである。原子力関係者の間では、1990年代以降の米国原子力発電所の安全性、信頼性の向上にはINPOの貢献が大きいと認識されている。

3.1.1 情報収集および分析

各分野のレビュー者は、レビュー対象期間中のトラブル等の情報、手順書、会議議事録など事前に発電所から提供された情報や、事前観察およびシミュレータ訓練観察の記録を分析し、発電所でレビューを効果的に実施するためのレビュー計画を作成した。

3. 1. 2 発電所設備等の状態観察

発電所では、最初に、レビュー者全員で分担して設備等の状態観察を行った。その際に気付いた事項を記録し、整理した。その総数は326件であった。これを分野ごとに整理すると、運転分野で約160件、保修分野で約120件、技術支援分野で約130件、放射線防護分野で約20件であった。各レビュー者は、これらの記録を以後のレビューで発電所の現状を理解する材料として活用した。

なお、各事項の内容は複数の分野にまたがるものもあるため、分野ごとの合計は総数よりも多い。

3. 1. 3 現場観察とフォローアップ

発電所設備等の状態観察に引き続いて、各分野を担当するレビュー者は、発電所の設備状態、あるいは所員、関係会社および協力会社の社員の作業を専門的な視点で観察した。詳細な現場観察実施後に、インタビューや書類によるフォローアップを行った。各レビュー者は、この段階で気付いた事項が重要か否かを、レビューの基準(PO&Cs)と自らの実務経験に基づいて判断した。重要と判断した事実の中から、優れている、または問題があると考えられる事実を、引き続き検討すべき事項として記録に残した。各レビュー者は、これらについて発電所側対応者と、また、必要に応じて関係会社および協力会社の社員も交えて、意見交換を繰り返し行い、内容を精査した。

以上の結果を、レビューチーム会議で紹介し、優れている、または、問題があると考えられる事実について、チームメンバー全員で討議した。

3. 1. 4 観察結果の分析

各分野のレビュー者は、3. 1. 1、3. 1. 2および3. 1. 3のプロセスで集められた事項の中からレビューの基準(PO&Cs)に照らして、優れている点および問題点を抽出した。

優れている点については、他の発電所の参考となるよう、必要な情報を盛り込んで「長所」としてまとめた。

問題点については、問題の本質は何か、なぜ問題が発生しているのか(要因)を分析し、どうすれば解決できるか(改善の進め方)を検討した。この作業の過程で追加情報が必要となった場合には、改めて現場観察、書類確認、あるいはインタビューを行い、これらをもとに「改善提言」を作成した。

「改善提言」については、レビューの基準(PO&Cs)ならびに優秀と認められている他の発電所での運用などを具体的に示しながら、発電所に問題点を説明し、問題の本質、原因、およびそれらの背景について相互の理解が得られるまで、繰り返し議論を行った。

これら議論の内容、および発電所の意見については、レビューチーム会議において再度紹介し、他分野のレビュー者も交えて、記述内容が正確かつ公正となるように、多面的に検討を行った。

3.2 レビュー内容

3.2.1 レビュー項目

今回、レビューの対象は、以下(1)から(6)の基本6分野とした。なお、(7)から(10)については、必要に応じ基本6分野の中で取り上げた。

- | | |
|------------|-----------|
| (1)組織と管理体制 | (2)運転 |
| (3)保修 | (4)技術支援 |
| (5)放射線防護 | (6)運転経験 |
| (7)化学 | (8)訓練 |
| (9)火災防護 | (10)緊急時対応 |

3.2.2 レビューの実施体制

レビューの実施体制は、以下のとおりである。

- 総括代表者 : 大出 原技協テクニカルアドバイザー
チームリーダー : 河島 原技協理事
チームメンバー : 15名(総括代表者、チームリーダーを除く)
(WANO レビュー者:2名、原技協会員組織職員:2名、
原技協職員:11名)

4. 結果の概要

レビューの結果、長所および改善提言は、以下のとおりであった。

4.1 長所

長所は、以下の7件である。

〔運転〕

- (1) 1984年から「運転状況分析システム(NOAS:Nuclear Power Plant Operating Analysis System)」を導入し、設備の異常の兆候を早期に発見し、設備上および運用上、適切に対応することで、運転員の負担を軽減するとともに、運転監視の高度化を図っている。

〔保修〕

- (2) 保全の有効性評価プロセスにおいて、「統合型保修管理システム(Enterprise Asset Management System(EAM))」というIT技術を活用した保全プログラムの継続的改善を体系的、効率的に行い、機器信頼性向上につなげている。分解点検結果、状態監視保全結果がデータベース化され、機器毎に保修経歴が参照できるようになっており、これらのデータとともに運転部門のサーベランス試験結果と併せて、管理者から構成さ

れる保全計画総合評価会にて有効性が毎定検評価され、保全計画へフィードバックされている。

〔技術支援〕

- (3) 発電所では、至近の定期検査において、1, 2号機中央制御室の制御盤と制御装置を、最新式のデジタル方式のものに取替え、操作性や監視性と共に、信頼性を向上させた。取替工事については、事前に厳密な計画を立て、関係会社などと連携を図って確実に実施していくことにより、トラブル等を発生させることなく、計画どおりに完遂した。また、制御盤自体の仕様については、原子炉の緊急停止系等の重要な設備にハードスイッチを採用するなど、伊方発電所固有の改良も反映させた。
- (4) 発電所では、寿命期間を通じた潤滑油の清浄度管理を行って機器の信頼性向上を図るための新油貯蔵庫の建設や、すべての間欠運転機器を対象とした振動診断を行うための監視ユニットの導入など、設備診断を充実させる取り組みを、積極的に推進している。

〔放射線防護〕

- (5) 作業員は管理区域からの退出時に、専用の「服モニタ」を活用し、自ら使用した作業服の汚染を確認する運用を行っており、また、使用した安全帯や共用工具を、専用の「保護具モニタ」により自ら汚染を確認する運用を行っている。この「服モニタ」および「保護具モニタ」を効果的に活用することにより、不用意な汚染の拡大防止と、作業員が自ら汚染確認することにより、汚染拡大防止意識の高揚が図られている。

〔運転経験〕

- (6) IT 技術を活用し、発電所内外の運転経験事象の報告、スクリーニング、是正処置などを効率的かつ確実に実施し、発電所のパフォーマンス維持、向上につなげている。このIT技術は保修部門でも活用されており、作業分類、作業計画、作業の実施、作業結果評価までの保全業務管理フローが確立され、不具合情報の発電所大での迅速な共有や、保修業務の確実かつ容易な進捗管理が行われている。

〔組織と管理体制〕

- (7) 発電所においては、安全安定運転を達成するにはヒューマンファクターは極めて重要な課題であると認識し、また、ヒューマンファクターに係わる事象を低減するため国内原子力発電所に比べかなり早い時期よりヒューマンファクターの分析手法を確立し、評価結果に基づく対策の実施等さまざまな取り組みが行われている。

4.2 改善提言

改善提言は、以下の7件である。

なお、改善提言は、提言の重要度の高いものから、文末を、「改善するべきである」、「改善が望まれる」、「改善の余地がある」と記述した。

〔運転〕

- (1) 手順書の使用と遵守、運転員の安全に関する慣行、ハウスキーピング(整理整頓・環境整備)に一部不十分な状況が見られるため、改善するべきである。
たとえば、中央制御室において、制御盤の前への保守作業員等の立入制限に対する区域表示が一部なされていなかった。

〔保守〕

- (2) 作業管理責任者・作業責任者・作業員による隔離状態の確認、保守作業側で行う隔離・復旧操作が確実に行われていない場合があるため改善することが望まれる。
たとえば、作業管理責任者が計器元弁を閉止状態と思い込み、計器取外しを依頼し系統の水張りを行ったため、耐圧用純水が漏えいした。

〔技術支援〕

- (3) プラント内に仮置きまたは保管されている物品に関して、地震や人の接触などがあった場合の周囲設備への影響を低減する観点で、十分な配慮がなされていない場合が一部に見られるので、改善の余地がある。
たとえば、台車の上に脚立が固定されずに載せられ、近くに計器があった。
- (4) 発電所において、現場の可燃物が十分に低減されていない場合や、防火設備が分かりやすく表示されていないような場合が見られるので、今後の改善が望まれる。
たとえば、防火扉の一部に表示がないものがある。

〔放射線防護〕

- (5) 放射線管理区域において、放射線管理員の指導、作業員の汚染作業に関する意識の不足により、作業員の汚染拡大防止に関する行動や汚染表示について一部十分でない事例が見られるため、改善が望まれる。
たとえば、ゴム手袋をして汚染機器の拭き取り作業を行っていた作業員が、作業終了後にゴム手袋を交換せず同じ汚染管理エリア内にある他の機器に触れた。

〔組織と管理体制〕

- (6) 発電所は、運転業務、保守作業、放射線防護、作業安全の一部に、明確な期待事項を設定していない場合があること、および、運転操作や作業状況を正確に監視、観察し問題点を是正するための活動が不十分であり、設定された期待事項を所員、関係会社や協力会社に徹底していない場合があるため改善するべきである。

たとえば、運転に関する操作前ブリーフィングの方法が、業界のベストプラクティスと比較して、不十分な状況が観察された。

- (7) 発電所の現場において、運転員や保守作業員の不適切な作業行動および個人保護具の不着用が観察された。作業安全をより高めるため、改善すべきである。
たとえば、吊り荷の移動時に人払いを十分に行っていなかった。