

## 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6月1日(月)から12日(金)まで、日本原子力発電株式会社(以下、「日本原子力発電」という。)東海第二発電所のピアレビュー(以下、「レビュー」という。)を実施した。

東海第二発電所は、茨城県の太平洋岸、那珂郡東海村に立地し、沸騰水型軽水炉(BWR)を1基有している。レビュー期間中、定格熱出力一定運転中であった。

日本原子力発電は、1960年、同地に日本で最初の商業用原子力発電所の建設を開始し、1966年に東海発電所が完成した。その後、1973年に東海第二発電所(以下、「発電所」という。)の建設工事に着工し、1978年に完成した。なお、東海発電所は、1998年に営業運転を終了し、現在、廃止措置が行われている。

発電所長は、今年度の業務方針として「積極的な思考の下で、安全と安心を提供する明るい発電所運営」を掲げ、「安全最優先の視線で、常に問いかけ、学び、自ら行動する安全文化の醸成」に取り組み、安全を第一に発電所の運営に当たっている。

2009年4月1日現在、発電所員は約360名、協力会社従業員は約1020名である。

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 (%)
1100	1978年11月	2,193	74

\*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5月27日(水)から29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、6月1日(月)から12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3日(火)から5日(木)までの3日間、発電所において作業実施状況を観察した。(以下、「事前作業観察」という。)

また、2009年4月15日(水)、16日(木)に株式会社BWR 運転訓練センター(福島センター)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
6月/ 1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) ・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
	(午後)	・発電所設備等の状態観察
2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
3日(水) 4日(木) 5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
6日(土)		休 日
7日(日)		・チーム会議(長所、改善提言の絞り込み)
8日(月) 9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
10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
11日(木)		・チームによる長所、改善提言の最終確認 ・総括代表者および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
12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<sup>\*3</sup>(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<sup>\*3</sup>(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が交互にピアレビューを実施し、相互に補完する関係にあることから、双方のピア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2007年4月以降とし、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。

- \*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、事前作業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230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、保守分野で約120件、技術支援分野で約60件、放射線防護分

野で約 40 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、あるいは所員および協力会社従業員の作業を専門的な視点で観察した。すなわち、レビュー計画をもとに、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、必要に応じて協力会社従業員も交えて、意見交換を繰り返し行い、内容を精査した。

以上の結果を、夕刻の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、多面的に検討した。

## 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)  
(原技協会員組織職員:2名、原技協職員:13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6件である。

#### 〔運転〕

- (1) 運転部門は、1980年から東海第二発電所で発生した各種のトラブル情報(事故、故障、運転上参考となる不適合)を、「プラント特異事象資料管理システム」(TOPICS: Technical Object Program of Peculiar Information Control System for Plant)に登録し、同種のトラブル発生時の対応、あるいは未然防止に有効活用している。たとえば、定期試験前に過去のトラブル事例を運転員に周知する時や、運転員の教育訓練時に活用している。

#### 〔技術支援〕

- (2) 非常用ディーゼル発電機(D/G)の定例試験時に早期の異状兆候の把握のため、超音波による振動測定や波形分析等を行い、D/G機関の特性診断に取り組んでいる。

- (3) 湿分分離器波板取替において、海外の最新技術を積極的に取り入れ、モックアップを使用した詳細な技術検証や運転経験を反映した確実な施工を行い、プラントの信頼性と効率を向上させた。

#### 〔放射線防護〕

- (4) 定検時の被ばく線量、廃棄物低減を目的に、発電所の各部門と協力会社が「ALARA<sup>\*</sup>調整会議」を組織・運営し、関連情報を共有して相互に反映を行なうなど、一体となって積極的に取り組んでいる。

\* ALARA: As Low As Reasonably Achievable 「合理的に達成できる限り低く」の略。  
被ばく低減の原則を示す。

- (5) 管理区域内での定検工事の実施に当たり放射線防護の基本事項が確実に実行されるよう、放射線管理部門の管理者1名と各協力会社の放射線管理責任者から構成される5名程度のチームが特定の工事件名を選択し、その工事の実施に当たり講じられている放射線防護措置等を観察するミニピアレビュー活動が実施されている。抽出された良好事例、改善提案をチームメンバーが共有し、メンバー各社の工事に当たりそれらを反映している。

#### 〔運転経験〕

- (6) 発電所の管理者が出席する毎朝の定例会議で、過去の同日に発生したトラブルや労働災害事例が紹介されている。紹介された事例は、発電や保守部門の担当者によって、日常の活動で注意喚起などに活用されている。

## 4.2 改善提言

改善提言は、以下の11件である。

#### 〔運 転〕

- (1) 運転管理者は、手順書の使用、基本動作(指差呼称、復命復唱、ピアチェック)、中央制御室の環境整備、ブリーフィング、巡視点検等の運転業務について、運転員に期待事項を効果的に徹底していないか、高い水準の期待事項を設定していないため改善することが望ましい。  
たとえば、手順書の不適切な使用により、運転員が残留熱除去系の燃料プール冷却モード運転停止後、インターロックの復旧を忘れた。
- (2) 運転員のより高いレベルでの業務遂行を支援するうえで、シミュレータ訓練が有効に活用されていないため改善することが望ましい。  
たとえば、シミュレータ訓練後の検討会で操作手順についての多くの意見が出たが、指差呼称、復命復唱等の基本動作についての意見はなかった。

- (3) プラント系統状態の管理について、一部、不十分な点があるため、改善するべきである。  
たとえば、定検中、遮断器が開放されていることを確認せず、非常用ディーゼル発電機自動起動切替スイッチを「ロック」から「使用」位置に復旧したため、非常用ディーゼル発電機が自動起動した。

〔保 修〕

- (4) セルフチェックや手順書遵守、作業場所周辺の確認等のヒューマンエラー防止ツールを使用して作業を行っていない場合があるため、運転上の制限(LCO)逸脱事象などが発生しており、改善するべきである。  
たとえば、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の定期試験において、機関の停止操作後、機関が再起動した。これはタイマー試験復旧時に、ダイヤルに誤って触れて目盛位置がずれたためであった。
- (5) 不適切な玉掛・揚重作業が労働災害、機器の損傷につながっている。ワイヤーロープやチェーンブロックなど玉掛具についても適切に保管されていない場合があるため玉掛・揚重作業管理について改善するべきである。  
たとえば、揚水管の吊り上げ作業において適切な吊りピースを用いていなかったため、吊り荷が振れた。
- (6) 燃料プール廻りおよび一般区域において不十分な作業慣行が見受けられるため、異物混入防止の徹底について、改善することが望ましい。  
たとえば、補助ボイラーの点検作業において取り外されたバーナーおよび冷却水管に異物混入防止養生がなされていなかった。

〔技術支援〕

- (7) 発電所における可燃物の持ち込みや火災防護関連設備の管理が不十分であり、改善することが望ましい。  
たとえば、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機オイルステーション横のキャビネット上に管理者が不明な潤滑油の油缶が約 10 個置かれていた。

〔放射線防護〕

- (8) 管理区域内における汚染区域の区画設定、汚染区域内での作業員のふるまいおよび汚染測定に不十分な点がみられたため、改善が望まれる。  
たとえば、高汚染区域(D区域)を区画する金属製フェンスのビニールシートによる養生が十分でなく、区域内の作業員が、養生のないフェンスに触れる等、汚染拡大につながる状況が観察された。

〔運転経験〕

- (9) 不適合やヒヤリハットなどの運転経験情報を報告、分析して発電所のパフォーマンスを向上する活動が効果的に行われていない部分があり、改善が望まれる。

たとえば、ヒヤリハットや各種パトロールで報告された事象は、個別には確実に対応されているが、発電所のパフォーマンスを把握するために、傾向分析などは行われていない。

〔組織と管理体制〕

- (10) 発電所の作業現場において不適切な作業慣行や作業条件(環境)が観察される場合があった。作業時の安全をより高めるためさらなる改善を行うべきである。  
たとえば、原子炉建屋地下2階の余熱除去系ポンプ室において、作業員が天井付近の設備の寸法測定等の作業を行っていた。作業員は安全帯をしていたが、フックが掛かっていた箇所は作業員の腰部より下位であった。
- (11) 発電所の幹部や管理者は、作業安全、ヒューマンパフォーマンス、運転、保守、運転経験情報の活用、火災防護および教育訓練の各分野について、高い期待水準を設定していないか、または期待水準を所員および協力会社に徹底していない場合がある。また、発電所の幹部や管理者は、発電所の運営状態の正確な監視、観察および問題点を是正するための活動が不十分であるため、改善するべきである。  
たとえば、発電所の管理者は、ヒューマンパフォーマンス(人的過誤の低減)がきわめて重要であることを認識しているが、組織全体としての取り組みが不十分で、運転操作や保守作業において人的過誤が複数回発生している。