

## 概要

### 1. 対象事業所の概要

#### 1.1 概要

日本原子力技術協会(以下、「原技協」という。)は、平成 18 年 10 月 16 日(月)から 10 月 27 日(金)まで、九州電力株式会社川内原子力発電所(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。今回のレビュー対象である発電所は、2基の加圧水型軽水炉(PWR)を有しており、レビュー期間中、1,2号機とも、定格熱出力一定運転中であった。

尚、平成 18 年 9 月末現在、発電所員は 253 名、協力企業従業員は、約 500 名である。

| 号機 | 定格電気出力<br>(MWe) | 営業運転開始年月     | 運転実績<br>(平成 18 年 9 月末現在)       |                            |
|----|-----------------|--------------|--------------------------------|----------------------------|
|    |                 |              | 発電電力量 <sup>*1</sup><br>(億 kWh) | 設備利用率 <sup>*2</sup><br>(%) |
| 1  | 890             | 昭和 59 年 7 月  | 1464.6                         | 82.6                       |
| 2  | 890             | 昭和 60 年 11 月 | 1381.0                         | 83.6                       |

\*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

#### 1.2 発電所を取り巻く状況、およびこれに対する発電所の取り組み

発電所は、東シナ海に注ぐ川内川河口に近い海岸部にあり、玄海原子力発電所に次ぐ九州で2番目の原子力発電所である。1、2号機は、運転・保守性の向上を目的に改善が図られたPWR改良標準型プラントで、特筆すべき事項としては、設備の分解点検スペースが十分に確保されており、揚重設備も保守・点検が容易に実施できるよう設計されていることである。

発電所の運転状況は、営業運転開始以降、平成 18 年 9 月末までの累計で、設備利用率が 83.0%、計画外停止回数が4回と、大変良好である。

発電所では、主要機器の更新工事に積極的に取り組んでおり、平成 17 年度に1号機のタービンが取替えられた。今後は、1、2号機原子炉容器上蓋取替、1号機蒸気発生器取替、1号機主変圧器取替等の大型工事が計画されている。

また、発電所では、地球温暖化防止等に寄与する「地球環境に優しい発電所」との意識の下に、平成 11 年 3 月に環境マネジメントシステム(ISO14001)の認証を取得し、最近では、平成 17 年 3 月に更新している。具体的には、所内各課で「放射性可燃物の焼却処理による削減」等環境負荷の低減、「脱水汚泥のリサイクル」などゼロエミッションに取り組んでいる。

尚、発電所では、3号機の増設の準備として、平成 15 年 10 月より環境調査を行っている。

## 2. レビュースケジュール

平成 18 年 10 月 11 日(水)～13 日(金)の間、原技協事務所にてレビューチームとしての訓練及び準備を行った後、表 1 に示すとおり、10 月 16 日(月)から 2 週間、発電所でのレビューを行った。

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  |
|---------|------|---|
| 16 日(月) | (午前) | ・開始会議(レビューチームの紹介、発電所から運営状況や課題などの紹介等)  |
|         | (午後) | ・発電所設備等の状態観察<br>・レビュー分野毎に、発電所側対応者とのスケジュール調整   |
| 17 日(火) |      | ・発電所設備等の状態観察及び現場観察、インタビュー、書類確認並びにそれらの結果について、発電所側対応者と意見交換<br>・発電所側代表者を含めたチーム会議               |
| 18 日(水) |      | ・現場観察、インタビュー、書類確認及びそれらの結果について、発電所側対応者と意見交換<br>・発電所側代表者を含めたチーム会議                             |
| 19 日(木) |      |   |
| 20 日(金) |      |   |
| 21 日(土) |      | 休 日   |
| 22 日(日) | (午前) | ・チーム会議(長所、改善提言の絞り込み)  |
|         | (午後) | ・レビュー分野毎に観察結果の分析  |
| 23 日(月) |      | ・現場観察、インタビュー、書類確認<br>・問題点の原因及び要因について、発電所側対応者と議論<br>・長所、改善提言に関する事実確認・検討<br>・発電所側代表者を含めたチーム会議 |
| 24 日(火) |      |   |
| 25 日(水) |      | ・レビュー分野毎に発電所側対応者と議論<br>・総括代表者及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<br>・発電所側代表者を含めたチーム会議         |
| 26 日(木) |      | ・チームによる、長所、改善提言の最終確認<br>・最終会議用資料の取りまとめ  |
| 27 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、及び、発電所の求めに応じて補足説明)   |
|         | (午後) | ・原技協主催 記者会見(於:発電所展示館)   |

### 3. レビュー方法及びレビュー内容

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運営が最高水準となるよう、支援することである。

#### 3.1 レビューの進め方

本レビューの基準には、WANO (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)を用いた。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、WANOピアレビュー結果との連続性や相互補完の観点を考慮して、これを使用した。

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であり、レビューではこれを活用して、“長所”及び“改善提言”を抽出した。

“長所”は、最高水準に至っていると判断される事例である。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”として抽出された事項が平均的な運営状態に比べて、必ずしも不十分であることを指すものではない。

レビューチームは、INPOのレビュー方式に従って、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、以下のようなプロセスでレビューを進めた。

\*3) 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り、全米の原子力発電所を対象に行う定期的なレビューは、主要な活動の一つである。そのレビューは、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おり、今回のレビューはこの方式に従った。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

最初に、レビュー者全員が、発電所全体をそれぞれの担当区域に分けて、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、帳票として集めた。その総数は、約340枚であった。これを分野毎に整理すると、運転分野で約150枚、保修分野で約120枚、技術支援分野で約60枚、放射線防護分野で約40枚等であった。レビューチームは、これら帳票を、分野別に分配し、その後のレビューの出発点とした。

尚、各帳票に記載された内容は複数の分野にまたがるものもあるため、分野毎の帳票の合計は、総数よりも多い。

その後に行った分野毎のレビューでは、2、3名が一組となって、発電所の設備状態、あるいは発電所員及び協力企業従業員の作業を専門的な視点で観察した。すなわち、事前に作成したレビュー計画および帳票を基に、丹念に現場観察を実施した後、インタビューや書類による確認を行った。各レビュー者は、この段階で気づ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、インタビューおよび書類確認などの中から、優れている、または問題があると考えられる事実を、引き続き検討する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、必要に応じて協力企業従業員も交えて、意見交換を繰り返し行い、内容を精査した。

以上の結果は、夕刻のレビューチーム会議(約1時間)で紹介され、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検討・評価を行った。

### 3.1.2 情報分析

各分野のレビュー者は、3.1.1の「情報収集」のプロセスで集められた事柄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。このうち、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。

一方、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(原因および要因の分析)、どうすれば解決できるか(改善の進め方)について分析、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、これらを基に“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)並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、発電所側に問題点を説明し、問題の本質、原因、およびそれらの背景について、相互に理解・認識が得られるまで、繰り返し議論を行った。

これら議論の内容、および発電所側の意見については、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)～(6)の基本6分野とした。尚、(7)～(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   | : 森 原技協技術アドバイザー   |
| チームリーダー | : 成瀬 原技協理事  |
| チームメンバー | : 成瀬リーダー以下 14 名<br>(INPO職員: 3名、原技協会員組織職員: 3名、原技協職員: 8名) |

#### 4. 結果の概要

レビューの結果、最終的に抽出された長所及び改善提言は、以下のとおりであった。尚、発電所の運転実績が大変良好であることを勘案し、その背景にも注目してレビューを行った。

##### 4.1 長所

長所は、以下の3件である。

###### 〔技術支援〕

- (1) 運転員の訓練用シミュレータについて、運転員以外の発電所員や協力企業従業員に幅広く活用させるための体制が整備されている。  
例えば、保守課員や協力企業従業員は、プラント起動・停止時の設備の挙動について技術的な理解を深めるために、訓練用シミュレータを活用している。

###### 〔組織と管理体制〕

- (2) 発電所の運営管理を重視するとともに設備の予防保全対策に積極的に取り組み、結果として、長期間にわたる発電所の安全、安定運転を達成している。  
例えば、同社は、発電所の安全、安定運転の維持のために予防保全対策に必要な投資や取替え後の性能評価を確実にを行うことを方針とし、所員に周知徹底している。現在、原子炉容器上蓋や蒸気発生器といった大型設備の取替工事を計画している。また、プラントの寿命を延ばすために、必要に応じてその他小型機器についても、取替を行っている。  
これらに加えて、良好な運転実績を達成するに至ったより根本的な要因が存在すると考えられるが、今回のレビューでは特定するには至らなかった。
- (3) 保守関連の協力企業と緊密なコミュニケーションを図り、一体となって発電所の日常業務に取り組んでいる。結果として、当該協力企業の従業員にも、発電所の期待水準が徹底され、オーナーシップ(業務に対する強い責任感)が定着している。  
例えば、当該協力企業の従業員は、発電所のパトロールに参加して、設備の不具合の発見に努める中で、「ここは自分たちのプラントである」という意識を持ち続けている。これは、当該協力企業を中核として保守業務を実施する体制を整備してきた九州電力の従来からの経営戦略の成果であると考えられる。このような活動や意識により、協力企業従業員も所員の一員となり「小さな問題が大きな問題になる前に発見する」という発電所長の方針が実現されている。

##### 4.2 改善提言

一方、12件の改善提言が抽出された。

〔運 転〕

- (1) 運転管理者は、中央制御室の盤面監視、定例試験の事前打ち合わせ及びシミュレータ訓練の観察指導に対する期待事項を明確に設定せず、一貫した観察指導を徹底していない。期待事項が設定されている場合でも、それらは高いレベルのものではないため、改善の余地がある。  
例えば、運転員は、当直間の引継ぎ期間中に盤面監視を行っていなかったが、運転管理者は、これを是正しなかった、というような状況が観察された。
- (2) 訓練センターにおけるシミュレータ訓練の方法及び実機とシミュレータの整合性について、改善の余地がある。  
例えば、実機の制御盤で使われているスイッチカバーが、シミュレータの制御盤には取り付けられていない、というような事例が観察された。

〔保 修〕

- (3) 保修管理者は、高い期待水準を設定し、これを関係者に周知徹底すべきである。  
例えば、異物混入防止のための配管や部品の開口部を養生することは定められているが、その具体的な方法は、協力企業作業者の知識および技能に依存している、という状況が確認された。
- (4) 使用済燃料ピット廻りおよび保修作業における異物混入防止について、改善の余地がある。  
例えば、1, 2号機の使用済燃料ピット周囲の柵には、異物混入を防止するため、メッシュの細かい金属製の当て板が取り付けられているが、その高さは床から30~40cm程度であった。このような状況は、異物混入防止上十分ではない。
- (5) 玉掛け・揚重作業に関する基本事項が、遵守されていない場合がある。また、玉掛け・揚重設備の管理方法に、改善の余地がある。  
例えば、スリングの1つには、当月に使用可能であることを示す色ラベルが貼り付けられていなかった、という事例が観察された。
- (6) 電気試験および遮断器作業において、感電防止およびアーク放電対策に改善の余地がある。  
例えば、低圧電源設備の作業を行う際の立入制限や通電作業のための安全区画に関する具体的な取り決めが規定されていない、という事例が確認された。

〔技術支援〕

- (7) 発電所内に置かれている常設や仮置の機材に関して、地震や火災が発生した場合であっても、発電所設備への影響を最小限に留めるための運用管理の方法に、改善の余地がある。  
例えば、プラント内の数箇所、フィルタを入れたダンボール箱が数十箱、仮置きされていた、という事例が観察された。

〔放射線防護〕

- (8) 現場の作業者等に線量当量率の情報を知らせるための掲示や標識の表示方法等に、改善の余地がある。  
例えば、廃液蒸発装置室といった高放射線区域の入口には、線量当量率の最大値は表示されているが、その分布図は示されていない、という事例が観察された。
- (9) 仮置機器等に関する汚染拡大防止の管理方法等について更なる改善の余地がある。  
例えば、管理区域内に仮置きされていた除染槽は、下部までしっかりと覆われていなかった、という事例が観察された。

〔運転経験〕

- (10) 運転経験情報について、速やかに検討すべきものを優先して処理する方法や、日常の活動の中で、より効果的に活用できるように整理する方法を検討することが望ましい。  
例えば、所外の運転経験情報の検討期限が明確に決められていない。また、運転経験情報を利用しやすくするためのデータベース化が行われていない、という状況が確認された。

〔組織と管理体制〕

- (11) 発電所の現状を継続的に評価するために、運営指標(パフォーマンスインジケータ)や体系的な現場観察指導の手法を活用していない。発電所は、より高い水準の情報を得るために、海外で最善と認められる事例に目を向けることが望ましい。  
例えば、運営指標については、海外で活用されている人的過誤の発生率などの指標を使用していない、という状況が確認された。
- (12) 作業安全をさらに高めるためには、保護具の着用について、規則を簡明にすることなど、改善の余地がある。  
例えば、高騒音の1号機タービン建屋1階で、協力企業作業者は、耳栓を着用していたが、電源盤の検査支援者は、耳栓を着用していなかった。発電所の現行の規則では、耳栓着用は「作業を行っている者」を対象としているが、この検査支援者が「作業を行っている者」に該当するの否かは作業者の解釈に依存している、という事例が観察された。