



ニュークリアセーフティネットワーク (NSネット)
〒100-0004 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル437号室
TEL:03-5220-2666 FAX:03-5220-2665
URL: <http://www.nsnet.gr.jp>

NSネット文書番号:(NSP-RP-010)

2001年3月16日作成

<h2>相互評価 (ピアレビュー) 報告書</h2>

実施事業所	四国電力株式会社 伊方発電所 (愛媛県西宇和郡伊方町)
-------	--------------------------------

実施期間	2001年2月6日~9日
------	--------------

発行者	ニュークリアセーフティネットワーク
-----	-------------------

目次

【序論及び主な結論】

1. 目的	1
2. 対象事業所及びその概要	1
3. レビューのポイント	3
4. レビューの実施	4
5. レビュースケジュール	5
6. レビュー方法及びレビュー内容	6
7. 主な結論	11

【各論】

1. 組織・運営	13
2. 緊急時対策	21
3. 教育・訓練	26
4. 運転・保守	29
5. 放射線防護	43
6. 重要課題対応	48

【用語解説】*	59
---------	----

レビュー実施状況写真及び参考図 1 ~ 1 1	巻末
-------------------------	----

* 報告書中の解説が必要と思われる用語に脚注番号（語句の右肩に付けた番号。例：PWR¹）をつけ、文末に解説を添付。

【序論及び主な結論】

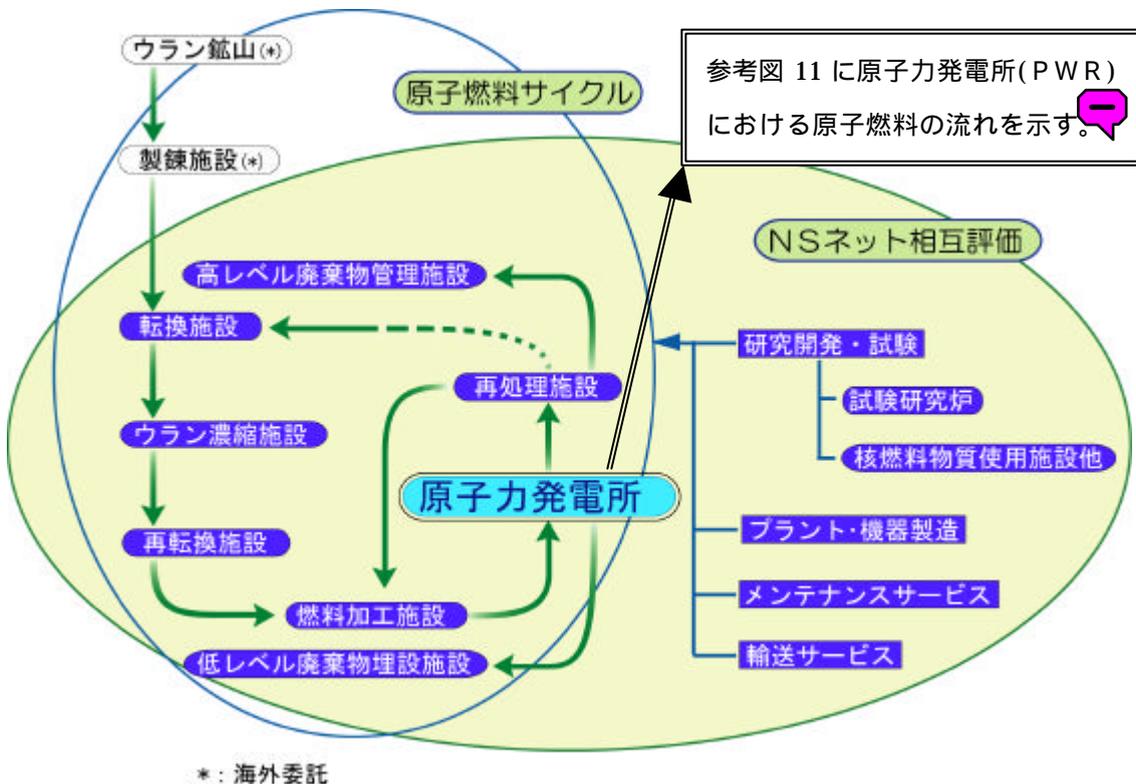
1. 目的

NSネットの相互評価(ピアレビュー)(以下「レビュー」という。)は、会員の専門家により構成したレビューチームが会員の事業所を相互に訪問し、原子力安全に関する会員間の共通テーマについて相互に評価を実施し、課題の抽出や良好事例の水平展開等を行うことによってお互いが持っている知見を共有し、原子力産業界全体の安全意識の徹底及び安全文化の共有を図ることを目的としている。

2. 対象事業所及びその概要

(1) 対象事業所

四国電力(株) 伊方発電所(原子力発電所)



原子燃料サイクルにおける原子力発電所の位置づけ

(2) 事業所の概要

四国電力(株)は、四国四県(香川県、愛媛県、徳島県、高知県)に電気を供給し、総発電設備容量 7,017 MW を有している。同社は愛媛県西宇和郡伊方町に総発電設備容量 2,022 MW の原子力発電所を擁し、同社全体の発電電力量の 44% (1999 年度)を、また発電設備容量の 28%を原子力で担っている。

この同社における唯一の原子力発電所であり重要な役割を果たしている伊方発電所(以下「本発電所」という。)が今回のレビュー対象である。

本発電所は、四国の西北端から九州に向かって細長く伸びた佐田岬半島の瀬戸内海に面した付け根にあり 3 基の加圧水型軽水炉(PWR¹)を有している。

1号機は 1977 年 9 月に営業運転を開始して以来 20 年以上に亘り安全・安定運転を続け、運転実績としては国内 PWR プラントの中でもトップクラスの発電時間を達成している。続いて 1982 年 3 月に 2 号機が、1994 年 12 月に 3 号機が営業運転を開始し現在に至っている。2000 年 6 月には本発電所の累計発電電力量が 2000 億 kWh に達している。(下表参照)

号機	出力 (MW)	炉 型式	営業運転 開始年月	運転実績(累計) (2001 年 1 月末現在)		
				発電電力量 (億 kWh)	発電時間 (時間)	設備利用率 ² (%)
1	566	PWR	1977/09	897	161,253	77.5
2	566	PWR	1982/03	781	139,604	83.4
3	890	PWR	1994/12	410	46,361	85.7
合計	2,022	-	-	2,088	347,218	81.2

本発電所の従業員数は、約 430 名であり、所長他スタッフ管理職が約 20 名、運転部門が約 145 名(この内 1, 2 号機対応で約 80 名、3 号機対応で約 50 名が、それぞれ 6 チーム 3 交替での 24 時間運転体制を採っている)、保守部門が約 110 名、その他技術部門が約 75 名、総務等の事務部門が約 80 名の構成となっている。また、本発電所には協力会社の社員約 1,500 名が常駐しており、プラントの運転・保守業務等を支援する体制となっている。

本発電所における営業運転開始以降の累計の設備利用率は約 81% (2001 年 1 月末現在)であり、良好な運転実績となっている。

3．レビューのポイント

原子力発電施設を有する事業所のレビュー実施にあたっては、NSネット設立の原点が(株)ジェー・シー・オーの転換試験棟(燃料加工施設)において1999年9月30日に発生したわが国初めての臨界事故(以下「JCO事故」という。)であり、燃料加工施設をはじめとする核燃料施設を有する事業所のレビューでは「臨界事故等の重大な事故の発生防止」に重点をおいたことや、原子力安全・防災対策に関連した最近の動向を踏まえて、技術安全・社会安全の両側面を加え、次の5つの基本的な項目にレビューの視点を置くこととした。

- (1) 安全確保の基盤(協力会社とのコミュニケーションを含む)
- (2) 地域社会との関係(防災対策の充実)
- (3) 運転経験の安全性向上への反映
- (4) JCO事故教訓の反映・取り組み
- (5) 軽水炉における最近の課題

レビューは、上記の5つの項目をそれぞれ以下のようにブレークダウンし、抽出された各要素をそれぞれ、組織・運営、緊急時対策、教育・訓練、運転・保守、放射線防護、及び重要課題対応の6つの分野に展開した上でレビュー項目を決定し、これらについて原子力産業界のベストプラクティスに照らして実施した。

「(1)安全確保の基盤(協力会社とのコミュニケーションを含む)」としては、安全文化が醸成され効果的な組織体制となっていること、運転員・保守員の教育・訓練が十分行われていること、効果的な運転管理・保守管理が文書・手順書の整備及びこれらの遵守により達成されていること、協力会社とのコミュニケーションが適切に図られていること、及び放射性廃棄物の処理、放射線防護が適切に行われていることなどである。

「(2)地域社会との関係(防災対策の充実)」としては、緊急時対策が確実に実施されていること、情報公開やその他の理解促進活動を通じて地域社会との共存を図るとともに原子力への安心感の形成に努めていることなどである。

「(3)運転経験の安全性向上への反映」としては、過去に原子力発電施設で起きたトラブル事例が当該施設に適切に反映され設備の改良や運転方法の改善が

なされていることなどである。

「(4) JCO事故教訓の反映・取り組み」としては、新燃料貯蔵庫や使用済燃料ピット等での臨界安全管理³の徹底が図られていることに加えて、核的安全⁴として運転中の炉心管理が適切に実施されていること、さらにJCO事故の背景となった要因を踏まえた原子力安全文化の醸成・向上に向けた当該事業所の活動・取り組みが行われていることなどである。

「(5)軽水炉における最近の課題」としては、配管の溶接部や使用済燃料輸送容器の検査におけるデータ改ざん問題に対応した品質管理の強化、ヒューマンエラーの防止対策、原子炉停止時の安全対策に対する取り組みが行われていることなどである。

4. レビューの実施

(1) 実施期間

2001年2月6日(火)～9日(金)

(2) レビューチームの構成

第1グループ：富士電機株式会社，原燃輸送株式会社

第2グループ：東京電力株式会社，日本核燃料開発株式会社

第3グループ：三菱マテリアル株式会社，NSネット事務局

調整員：NSネット事務局

(3) レビューチームの担当分野

第1グループ：組織・運営，緊急時対策，教育・訓練

第2グループ：運転・保守，放射線防護

第3グループ：重要課題対応

(4) レビュー対象とした施設等

組織・運営、緊急時対策、教育・訓練の各分野については事業所全体を、その他、運転・保守などの分野における現場観察や書類確認については、主に3号機を対象とした。

なお、本発電所の全景写真、敷地内配置図、周辺地図、(PWRの)しくみ、格納容器内部写真、鳥かん図、諸設備の概要、組織図、及び(PWRにおける)原子燃料の流れを参考図として巻末に添付した。

5. レビュースケジュール

レビューは4日間にわたり、グループ毎に次表に示すスケジュールで実施した。なお、レビュー実施状況を示す写真を参考として巻末に添付した。

		第1グループ	第2グループ	第3グループ
2/6 (火)	AM	オープニング(会社・施設概要の紹介等)		
		プラントツアー [3号機中央制御室及び燃料取扱い棟]		
	PM	書類確認 (1. 組織・運営)	書類確認 (4. 運転・保守 (2) 効果的な保守管理)	書類確認 (6. 重要課題対応 6.1 核的安全を中心とした原子力安全に対する取り組み 6.3 発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組み例 6.2 過去のトラブル事例の反映)
2/7 (水)	AM	面談 【所長クラス】 【管理職クラス】 【担当者クラス】	面談 【管理職クラス】 【担当者クラス】 (保守員)	書類確認 (6. 重要課題対応 6.2 過去のトラブル事例の反映 6.3 発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組み例)
		現場観察 [緊急時対策所] [宿直室]	書類確認 (4. 運転・保守 (1) 効果的な運転管理)	
	PM	書類確認 (2. 緊急時対策)	現場観察 [3号機中央制御室]	書類確認 (6. 重要課題対応 6.2 過去のトラブル事例の反映)
		面談 【担当者クラス】	面談 【管理職クラス】 【担当者クラス】 (運転員) 現場観察 [3号機中央制御室]	
2/8 (木)	AM	書類確認 (3. 教育・訓練)	書類確認 (5. 放射線防護)	書類確認 (6. 重要課題対応 6.1 核的安全を中心とした原子力安全に対する取り組み) 面談 【担当者クラス】
		現場観察 [教育直室]	現場観察 [雑固体焼却炉] [固体廃棄物貯蔵庫]	
	PM	事実確認	事実確認	事実確認
2/9 (金)	AM	事実確認, クロージング		

6．レビュー方法及びレビュー内容

6.1 レビュー方法

レビューは、本発電所が進める安全性向上のための諸活動を対象として、以下に示すような、同活動の実践の場である現場の観察、本発電所より提示された書類の確認とこれに基づく議論、及び従業員との面談を通して、良好事例や改善提案の抽出を行った。

また、レビューの過程では、レビューチーム側からも安全性向上に参考となる情報を提供し意見交換を行うなど原子力安全文化の交流を図った。

(1) 現場観察

現場観察では、書類確認、面談で確認される事項に対して実際の活動がどのように行われているかを直接観察するとともに、これをレビュー者の知識、経験等に照らし合わせ調査を行った。

(2) 書類確認

書類確認では、レビュー項目毎に該当書類の説明を受けて必要に応じ関連書類の提示を求めながら調査を進めた。さらに、施設や業務の現場観察を行った後、これに関連した書類の提示を求め、より踏み込んだ調査を行った。

(3) 面談

面談では、所長クラス、管理職クラス及び担当者クラス（運転員／保守員等）を対象に、以下のような目的のもとに行った。

- a. 文書で確認できない追加情報の収集
- b. 書類確認での疑問点を含めた質疑応答
- c. 決められた事項、各自に課せられた責任の理解度の把握
- d. 決められた事項の遵守状況及び同事項が形骸化していないかの把握
- e. 原子力安全を含む安全文化醸成への取り組み、意識の把握

(4) 良好事例

良好事例は、次の観点から抽出した。

「当該事業所の安全確保活動のうち、的確かつ効果的で独自性のある手法を取り入れている事例であって、NSネットの会員さらには原子力産業界に広く伝えたい、優れた事例を示したもの。」

(5) 改善提案

改善提案は、次の観点から抽出した。

「原子力の安全性を最高水準へと目指す視点から、原子力産業界でのベストプラクティスに照らして、当該事業所の安全確保活動をさらに向上・改善させるための提案などを示したもの。」

そのため、現状の活動が原子力産業界の一般的な水準以上であっても、改善提案の対象として取り上げる場合がある。

6.2 レビュー内容

「3. レビューのポイント」において抽出・展開された以下のレビュー項目をもとに、現場観察、書類確認及び面談を行った。

その結果は、【各論】に評価・整理したものをまとめ、さらにそれを総括し、「7. 主な結論」に示した。

分野1：組織・運営

原子力安全の確保に関し、安全運転に必要な要員が確保されているか、常に安全を最優先するという安全文化が十分に醸成されているか、協力会社と効果的なコミュニケーションを図っているか、情報公開等を通じて地元地域への理解促進活動が推進されているかといった観点から調査した。

また、データ改ざん問題対応については品質管理強化・モラル向上の観点から調査した。

(レビュー項目)

(1) 効果的な組織管理

- a. 明確なライン組織と責任体制
- b. 組織目標の設定
- c. 管理職のリーダーシップ

(2) 安全文化の醸成・モラル向上に係る活動

- a. 具体的な安全文化醸成に係る活動(協力会社とのコミュニケーションを含む)
- b. 具体的なモラル向上に係る活動
- c. 地元地域への理解促進活動

(3) 品質管理

- a. 効果的な監査体制
- b. データ改ざん問題対応
- c. 保安規定改定に伴う関連文書類の整備

分野 2：緊急時対策

2000年6月に「原子力災害対策特別措置法（以下「原災法」という。）」が施行されたことも考慮し、緊急時における計画や設備等が整備されているか、訓練が確実に実施されているか、といった観点から調査した。

（レビュー項目）

(1) 緊急時計画

- a. 緊急時計画の策定
- b. 緊急時の体制整備（通報・連絡体制を含む）
- c. 緊急時の手順書整備
- d. 従業員への周知・徹底

(2) 緊急時の施設、設備、資源

- a. 施設、設備、資源の点検・整備

(3) 緊急時訓練

- a. 訓練の実施（実績）

分野 3：教育・訓練

従業員の技術レベル向上あるいは安全意識のレベル向上が、原子力安全の向上につながるの考えに基づき、協力会社も含めて効果的な教育・訓練システムが整備されているか、資格認定制度等が導入されているか、及びこれらが確実に行われているかといった観点から調査した。

また、過去からの技術ノウハウの蓄積及びその伝承について、教育・訓練システムにどのように反映されているかも調査項目の一つとした。

（レビュー項目）

(1) 資格認定

- a. 資格認定制度（自主的な取り組みを含む）及び評価基準

- (2) 訓練計画・実施
 - a. 教育・訓練計画
 - b. 教育・訓練の実施
- (3) 技術伝承

分野4：運転・保守

運転管理及び保守管理に係る諸事項に関し、高い次元での安全性が確保されているかとの観点から調査した。運転部門、保守部門それぞれについて、協力会社も含めて適切な組織体制（要員確保含む）となっているか、文書・手順書類が整備されておりこれらが遵守されているかを共通的项目として調査した。また、運転管理では特に運転上の制限の遵守、保守管理では特に各設備・機器の安全上の機能区分及びそれに応じた保守の実施状況に焦点を当てて調査した。さらに、定期検査（以下「定検」という。）期間の短縮を取り上げ、安全を軽視した期間短縮になっていないかとの観点からも調査を行った。

（レビュー項目）

- (1) 効果的な運転管理
 - a. 運転組織
 - b. 運転に関する文書・手順書とその遵守
 - c. 設計管理（運転上の制限の遵守、他）
- (2) 効果的な保守管理
 - a. 保守組織
 - b. 保守に関する文書・手順書とその遵守
 - c. 保守設備と機器（安全機能の明確化、他）
 - d. 作業計画・管理（定検期間短縮、他）

分野5：放射線防護

A L A R A⁵の考え方に基づく適切な従業員の線量管理、管理区域内外の放射線量等の監視、放射性廃棄物の処理・発生量低減といった観点から、これらの方策や実施状況を調査した。

(レビュー項目)

- (1) 放射線業務従事者の線量管理・ALARA計画
- (2) 放射線量等の監視
 - a. 通常時及び事故時の放射線量等の監視
- (3) 放射性廃棄物の処理・発生量低減化
 - a. 放射性廃棄物の処理
 - b. 放射性廃棄物発生量低減化

分野6：重要課題対応

核燃料施設における臨界安全を原子力発電施設に幅広く展開して、新燃料の受入れから原子炉への装荷・運転・取出し、使用済燃料として保管・輸送されるまでの、原子燃料を取り扱うそれぞれのステップにおける原子力安全（核的安全）の確保について調査した。あわせて、定期安全レビュー⁶（以下「PSR」という。）報告書やアクシデントマネジメント⁷（以下「AM」という。）策の整備状況等を例として、リスク評価⁸に係る取り組み状況を確認した。

また、過去の国内外の原子力施設におけるトラブル事例等の反映について、その体制・実績について調査した。

さらに、本発電所において実施されたPSRや、1, 2号機主要機器更新工事の具体例を通じて、四国電力(株)が行っている発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組みについても調査した。

(レビュー項目)

分野6.1 核的安全を中心とした原子力安全に対する取り組み

- (1) 新燃料及び使用済燃料などの取扱管理
- (2) 炉心管理
- (3) 停止時安全対策
- (4) リスク評価に係る取り組み

分野6.2 過去のトラブル事例の反映

- (1) 設備の改造・運転方法の改善
- (2) ヒューマンエラー防止活動
- (3) 異常時の対応
- (4) 燃料漏えい対策・燃料健全性監視（具体例1）

(5) 火災・爆発事故の発生防止（具体例2）

分野 6.3 発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組み例

(1) 定期安全レビュー（PSR）

(2) 1，2号機主要機器更新工事

7．主な結論

今回の四国電力(株)伊方発電所に対するレビュー結果を総括すると、原子力安全の面で直ちに改善措置を施さなければ重大な事故の発生に繋がるような項目は見出されず、また、本発電所においては、所長をはじめ全従業員が協力会社も含め一体となって、原子力安全確保を継続・強化していくために真剣に取り組んでいる実態が確認された。この事例として、従業員と協力会社社員が日常的な交流を一層深めることにより、一体感の醸成を図るとともに働きがいのある職場環境を築けるよう「伊方ネット21」という活動を展開し、こうした職場環境を基盤にして、安全意識の向上、安全文化の醸成につなげて行こうとする取り組みが挙げられる。

また、レビューでは、本発電所の安全活動状況等が具体的かつ率直に提示され、所長等による「情報を正しく公開していくことの大切さ」の考えが従業員に浸透していることをうかがい知ることができた。

今後、本発電所は、現状に満足することなく、なお一層の安全文化の向上を目指してさらなる自主保安努力を継続していくことが望まれる。また、今回のレビューで得られた成果が、本発電所の協力会社に対しても展開されることが期待される。

今回のレビューにおいて、NSネットの他の会員さらには原子力産業界に広く紹介されるべきいくつかの良好事例を見出した。主な良好事例は以下のとおりである。

・ 所外関係機関への緊急時通報・連絡に関する運用方法の確立

緊急時の情報連絡については、非常時の通報・連絡マニュアルが整備されており、これに基づいて迅速かつ正確に種々の情報を所外関係機関に通報するシステムの運用方法が確立している。また、定期的実施される通報・連絡訓練により運用方法の関係者への周知・徹底が図られている。

- ・ 協力会社との率直な意見交換とそれに基づく改善の実施
定検時に担当課と協力会社との懇談会、食事会を実施し、保守業務遂行上の要望事項や作業環境改善などについて率直に意見交換する機会を設けている。定検後には所長クラスとの意見交換会を実施し、要望事項や設備改善等の提案を協力会社から直接聞きとって、作業安全、品質保証の観点からの改善を実施している。
- ・ 使う側の立場にたった放射線管理の取り組み
本発電所で作業される方の利便を考え、効果的な「放射線個人管理システム」の運用や「(管理区域内で使用する)靴のサイズ色分け」が行われていた。特に「放射線個人管理システム」は放射線業務従事者登録、並びに作業登録などが効率良く実施できる工夫がなされ、協力会社の負担軽減にも資することができる。
- ・ ヒューマンエラー防止の観点からのスイッチカバー改良・設置の徹底
ヒューマンエラー防止の観点から、現場盤のスイッチカバーについて接触等によるカバーの落下、誤作動防止のため、マグネット式からより安全な固定式ヒンジ⁹タイプに変更している。さらに、中央制御室制御盤の操作スイッチへのスイッチカバー設置の徹底が図られている。

一方、本発電所の安全確保活動をさらに向上させるためのいくつかの提案を行った。主な提案は以下のとおりである。

- ・ 「伊方ネット 21」活動内容の明文化
「伊方ネット 21」については、その精神や中心となる活動内容などを文書化するとともに、協力会社も含めて「安全文化の醸成」のための活動を展開することも明記しておくことが望ましい。
- ・ 運転員各職位に必要な要件基準の文書化
副当直長、主任及び班長として必要な資格や教育・訓練などについて、客観的にわかりやすい要件基準を文書化することが望ましい。
- ・ 定期安全レビュー (P S R) の技術伝承教育への活用
P S R では発電所の当該原子炉施設全般にわたる評価がなされており、技術伝承の素材として有益な内容が含まれている。本発電所の技術伝承教育に有効に活用することが望ましい。

【各論】

1. 組織・運営

1.1 現状の評価

(1) 効果的な組織管理

a. 明確なライン組織と責任体制

本発電所の組織体制と基本職務は『組織規程』に定められ、保安上の組織と職務は『伊方発電所原子炉施設保安規定（以下「保安規定」という。）』に明確に規定されている。

『保安規定』では、所長が本発電所の原子炉施設の保安に関する業務を統括する最高責任者となっており、その下に配置された各課長の職務が定められている。また、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）」に基づき原子炉主任技術者が選任され、その職務として原子炉施設の運転に関し保安の監督を誠実に行うことが規定されている。主なものとして、原子炉施設の運転に関し保安上必要な場合に運転に従事する者へ指示、主要な運転制限範囲・燃料装荷実施計画・保安教育実施計画等の確認、発電日誌等の記録の内容確認などがある。原子炉施設の保安及び保安運営に関する事項を審議し確認する会議体として、本店に「原子力発電安全委員会」、本発電所に「伊方発電所安全運営委員会（以下「安全運営委員会」という。）」が設置されており、それぞれ『原子力発電安全委員会運営要領』及び『安全運営委員会内規』に審議事項等が定められている。なお、「安全運営委員会」の事務局は技術課が担当し、同委員会で審議される本発電所の原子力安全に係る取り組みを横断的にとりまとめている。

『組織規程』には、組織の基本目標と主要分掌業務が明記されている。各ラインの長がそれぞれの担当業務を統括するとともに、ライン以外の担当職（課長）として品質保証担当、安全担当、教育担当、防災担当等を置き、総括管理が行える組織となっている。

このように、本発電所では組織と責任体制が明確に定められており、特に原

原子力安全については各ライン及び担当職の長がそれぞれの担当職務を確実に実行することによって、原子力施設の安全を確保する体制となっている。

また、一般産業安全に係る事項を審議する会議体として「安全推進委員会」及び「職場安全衛生委員会」が設置され、作業安全・衛生、交通安全等に関する「業務実施計画」の審議等が行われている。また、協力会社との間に「災害防止協議会」を設け、相互の意志疎通及び防災の目的や意識の周知・徹底を図っている。

b. 組織目標の設定

『組織規程』の基本目標の一つに原子力安全の円滑な推進が明記され、年度毎の「業務実施計画」で具体的に展開されている。「業務実施計画」は新年の社長方針や同社の企業理念体系をベースとして、本発電所としての基本方針を所長の指示の下、技術課が全体をとりまとめている。2000年度はJCO事故の教訓を踏まえ、重点課題の第一番目に「安全・安定運転の確保」を掲げ、これに係る具体的な実施項目を各課レベルで詳細に定め周知徹底を図り実施している。

これらの「業務実施計画」は、年度終了時には実績評価がなされ技術課によってとりまとめられた後、次年度計画へ反映されるようになっている。

c. 管理職のリーダーシップ

所長との面談を通じて、原子力の安全確保、情報の公開、地域社会に理解され共生していくことの大切さ、協力会社との連携を強化することの重要性等について高い意識と推進意欲を持たれており、これらを基軸にした本発電所としての全体組織目標を定め、各課へ赴いて訓話するなど種々の機会をとらえて従業員への指示・徹底が図られていることが確認できた。

JCO事故に際しては、原子力本部長（常務取締役）から直ちに本発電所に対しJCO事故を踏まえた安全管理の徹底についての指示があり、これを受けて所長から全従業員並びに協力会社に対して具体化した指示内容の周知・徹底が図られており、従業員の原子力安全の重要性に対する意識の高揚に向けての施策がうたれている。

また、本発電所ではJCO事故や同社のトラブルを契機にして、原子力本部

長の指示や所長の方針の下に「伊方ネット 21」と呼ばれる活動を 2000 年 5 月に発足させた。この活動は、これまで担当課と協力会社の間で個別に行われていた種々の活動や交流を再整理し、本発電所全体の活動として認知することにより、従業員と協力会社社員が日常的な活動や交流を一層さらに深め、一体感の醸成を図るとともに働きがいのある職場環境を築き、こうした職場環境を基盤にして協力会社も含めた安全意識の向上や安全文化の醸成につなげて行くことを意図したものである。

(2) 安全文化の醸成・モラル向上に係る活動

a. 具体的な安全文化醸成に係る活動（協力会社とのコミュニケーションを含む）

本発電所の取り組みとして、2000 年度の重点課題の第一番目に「安全・安定運転の確保」が掲げられており、さらにその細目の第一番目に「セーフティカルチャー意識の高揚」が謳われ展開されている。具体的な施策としては、社外講師による原子力安全文化や危機管理に係る講演会の開催、所長の朝礼時の直接訓示等による従業員の安全意識の醸成・高揚、次長（原子炉主任技術者兼務）による安全文化の講義、新入社員に対する安全意識醸成に係る教育の実施等が挙げられる他、協力会社に対しては定検時の各種会議や懇談会を通じて安全意識の醸成が図られている。

特に、協力会社社員の安全意識の醸成には、発電所との互いの意志疎通や一体感の醸成が欠かせないとの考えのもとに、前述の「伊方ネット 21」活動が実施されている。具体的には、作業現場への休憩所や自動販売機の設置等快適な作業環境の確保のための「構内整備」、及び表彰制度の充実や管理職による協力会社での訓話などの「安全推進活動」が行われている。また、「協力会社との親睦」として、スポーツ大会や声かけ・挨拶運動に加えて、各課と協力会社との間で 30 回の懇親会が開かれトータル 464 人が参加するなど協力会社とのコミュニケーションの充実が図られている。さらには現在準備中または計画中の活動として、定検毎に安全関連の新聞を発行する等の「情報周知」、設備に担当者名を記入する「マイプラント意識の高揚」等がある。

2000 年 7 月の「安全強調旬間」では、活動方針の一つとして「従業員一人ひ

とりの安全意識の一層の高揚を図る」をスローガンに掲げ、「安全強調旬間」に寄せた社長メッセージを社内報「四国電力新聞」へ掲載し、旬間趣旨の徹底を図るとともに、経営層や総括安全衛生管理者による職場巡回、安全をテーマにした講演会などが実施され、協力会社を含めた安全文化の醸成やモラル向上に向けての取り組みがなされていた。

こうした安全問題に関連し、安全担当者への面談を実施した結果、「白髪と茶髪のギャップ（世代間の考え方の違い、あるいは技能や体力の差）を埋めることが大切」であり、そのためには「心のコミュニケーションが欠かせない」、「このコミュニケーションが安全につながる」との考えのもとに、従業員と協力会社社員との接点としての役割を果たすとともに、「両者のギャップを如何にして埋めてゆくか」にいつも心がけているとのことであった。担当者レベルも安全確保に繋がるこうした地道な活動を実施していることを知ることができた。

b. 具体的なモラル向上に係る活動

約二ヶ月に一度の頻度で原子力本部長などの本店幹部が本発電所の各課及び中央制御室等の現場を訪れるなど、従業員と直接対話する場が多く持たれている。こうした機会を利用して、最近発生した配管の溶接部や使用済燃料輸送容器の検査におけるデータ改ざん問題やJCO事故からの教訓、本発電所のトラブル事例、さらには他産業での不祥事等を題材にして、モラルや安全意識の向上に繋がる訓話を全従業員に対して直接行っている。また、月に一度の安全朝礼時には所長はじめ特別管理職による訓話が行われ、特にモラルに係る点については、「情報を正しく公開していくことの大切さ」が従業員に説かれ具体的な展開が図られている。新入社員については、新人教育の一環として寺院での参禅、道徳面に関する講話を受けさせる等、モラルの向上に繋がる徳育教育のカリキュラムが組まれ実施されている。

また、「使用済燃料輸送容器データ改ざん問題」では、社内に「企業体質・風土検討委員会」を設け企業体質・風土の把握・検討がなされ、社内アンケートの分析結果を元にした各職場でのグループ討議等により職場の体質・風土改革の推進が図られている。

c. 地元地域への理解促進活動

発電所の運営にあたっては、地元の方々に安心してその存在を認めていただく事が大切であるとの考えから、本発電所への親しみと理解を深めていただくため様々な活動及び情報公開が行われている。主なものは以下の通りである。

理解促進活動

- ・ 地元の方々との直接対話を通じ本発電所及び従業員に対する親近感と信頼感の醸成を図る目的で、毎年1回、地元（八幡浜市、伊方町、保内町、瀬戸町、三瓶町、三崎町）の全戸（約2万5千戸）を従業員が訪問し対話する活動を実施している。この活動は約10年間続いている。
- ・ 地元（伊方町）の夏祭り「きははいや伊方まつり」に協賛し、会場内に「よんでんふれあい広場」を開設している。
- ・ 本発電所が発行する月刊地域広報誌「伊方だより」にエネルギーや発電所の情報、催しものの案内等を掲載している。
- ・ 子供を対象とした科学体験教室を実施している。
- ・ 地元自治体、原子力アドバイザー、つわぶき友の会、医師会、地区連絡委員、八幡浜記者クラブとの懇談会を定期的で開催している。

情報公開

- ・ トラブル（「国の法律・通達に基づく報告事象」）発生時には、愛媛県及び伊方町との安全協定、『伊方発電所原子力事業者防災業務計画（以下「防災業務計画」という。）』、『非常事態対策要領』、『異常時措置連絡要領』等に基づき、国、愛媛県、伊方町、周辺市町（八幡浜市、保内町、瀬戸町等）及び関係機関（消防署、警察署等）等に通報・連絡を行っている。
- ・ モニタリングステーション・モニタリングポスト¹⁰、放水口モニタ、排気筒モニタの測定値等については愛媛県に常時データを送信しており、データは伊方町民会館に設置された愛媛県の設備により一般公開されている。2001年2月1日からはこれらのデータはインターネット（四国電力(株)のホームページ）でもリアルタイム公開を実施している。
- ・ 本発電所の運転状況、周辺の環境放射線等の測定結果等については、定期的に愛媛県及び伊方町に報告している。
- ・ 重大事象及び騒音等迷惑事象が発生した場合には、地元関係機関を本発電

所の管理職が訪問し説明を行うとともに、必要に応じて広報車及びケーブルテレビジョン等を通じて地域広報を実施することとしている。

特に通報・連絡については、「国の法律・通達に基づく報告事象」に該当しない事象でも、1999年12月に改定された安全協定の確認書の主旨に基づき愛媛県、伊方町等に通報・連絡を行っている。なお、確認書の改定以来、2001年1月末までに70件の通報・連絡を行っている。

以上のように、地元地域への様々な理解促進活動等を積極的に展開することによって地元地域との共生を図るとともに、本発電所に対する信頼感と安心感の醸成に努めている。

(3) 品質管理

a. 効果的な監査体制

本店原子力部門が行う品質保証活動については、『原子力発電所品質保証要領』に具体的な活動内容や管理方針が明確に定められている。この中で本店原子力部門が本発電所に対して「内部監査」を適宜行い、本発電所の品質保証システムが有効に機能していることを確認することが明記されている。

本店の原子力部門による監査とは別に社長直属の本店考査室に設けられた原子力監査部門が、本発電所の「原子力品質監査」を行うことが『原子力品質監査規程』に定められており、年2回程度実施されている。

このように、本発電所は本店原子力部門と本店考査室の両部門による監査を定期的に受け、品質保証活動が適切に実施され必要に応じ改善・維持される仕組みになっている。至近に実施された、具体的な監査結果報告書によりそれらが効果的に機能していることが確認された。

各工事の受注者に対して計画的に「品質保証監査」を行い、受注者の品質保証活動が適切に実施されていることを確認することが『品質保証仕様書』に明記されている。特に「使用済燃料輸送容器データ改ざん問題」を契機に、協力会社の監査状況確認及び本発電所による協力会社の監査の実施等において、監査の充実化が図られていることが『原子力発電所調達管理標準』、『品質保証仕様書』によって確認された。

このような効果的な社内監査体制が品質保証に取り組む従業員の積極的な姿勢を生み出し、自ら定めた「品質管理基本6則」をカードや手帳の形で携帯することによって、常日頃から品質保証の重要性の認識や品質管理意識の向上に努めている。

b. データ改ざん問題対応

「使用済燃料輸送容器データ改ざん問題」に対しては、本店及び本発電所の品質保証の連絡会議において再発防止策が検討され、これに基づいて関連する要領、内規類へ反映され必要な改訂が行われている。具体的には、安全上重要な設備の製造工程や本発電所での作業工程が品質へ影響を与えるような無理な工程となっていないかについて、協力会社との連絡調整を円滑に行うこと等の再発防止の諸対策が『原子力発電所調達管理標準』等に追記されており、適切な取り組みがなされていた。

c. 保安規定改定に伴う関連文書類の整備

2000年7月1日に改正施行された「原子炉等規制法」を受け、同年9月20日に『保安規定』の変更申請が行われ、2001年1月5日に認可されている。『保安規定』の改定に伴う内規類の改訂作業は、『保安規定』を取りまとめている技術課が対応方針を示し、これに従って関係各課が内規を整備し、「安全運営委員会」の審議を経て2001年1月6日付けで改訂発行されている。また、内規類の改訂作業は、「平成12年度伊方発電所業務実施計画」の中の「品質保証活動の徹底」の細目として取り上げ、本発電所として計画的に実施されていた。

1.2 良好事例

・ 協力会社も含めた「伊方ネット21」活動の発足

JCO事故及び本発電所のトラブルを契機に、従業員と協力会社社員が日常的な交流を一層深め、一体感の醸成を図るとともに働きがいのある職場環境を築き、さらにはこうした職場環境を基盤に協力会社も含めた安全意識の向上、安全文化の醸成につなげて行くことを目的とした「伊方ネット21」活動を2000年5月に発足させ、具体的施策が実施されている。

- ・ 積極的な情報公開による本発電所への信頼感や安心感の醸成
本店幹部による本発電所での訓話及び月に一度の安全朝礼時における所長はじめ特別管理職の訓話により、「情報を正しく公開していくことの大切さ」が説かれ、従業員に浸透し積極的な情報公開が実施されている。これは本発電所への信頼感や安心感の醸成に大きく貢献するものとして期待できる。
- ・ 品質管理の重要性意識の従業員への浸透
「品質管理基本6則」を定め、それをカードや手帳の形で従業員一人ひとりに配布している。これは従業員の常日頃からの品質意識向上を意図したものであり、「万全な品質管理が、さらなる原子力安全へ通ずる」との認識を高める活動として評価される。

1.3 改善提案

- ・ 「伊方ネット21」活動内容の明文化
「伊方ネット21」については、その精神や中心となる活動内容などを文書化するとともに、協力会社も含めて「安全文化の醸成」のための活動を展開することも明記しておくことが望ましい。

2. 緊急時対策

ここでいう緊急時とは「原災法」で対象としている事象をいい、「原災法」が2000年6月16日に施行されたことを受け、これに基づく対応状況を中心にレビューした。

2.1 現状の評価

(1) 緊急時計画

a. 緊急時計画の策定

本発電所では「原災法」施行を踏まえ、2000年6月に『防災業務計画』が制定された。この制定に際しては地元の愛媛県及び伊方町と十分な協議が行われ、それぞれの原子力防災計画との整合が図られている。例えば、「原災法」に定められた通報基準より低いレベルで県及び町の災害対策本部設置準備が始まることから、これに対応するため非常準備体制発令の基準が定められている。

『防災業務計画』には、所長を原子力防災管理者として、その下に情報連絡班、報道班、運転班、調査復旧班等が配置された「原子力防災組織」が定められ、各班の業務分掌が明確にされている。「原子力防災組織」は分掌業務に従って、原子力災害の発生及び拡大を防止するために必要な活動を行うことになっている。なお、原子力防災管理者が非常体制を発令した場合には、所長自らが災害対策本部長となって「災害対策本部」を設置し、各班（「原子力防災組織」と同様の班構成）の分掌業務に従って本発電所の原子力災害対策活動に関する一切の業務が同本部の下で行われる。

b. 緊急時の体制整備（通報・連絡体制を含む）

「原子力防災組織」の各班には「原災法」に定められた法定要員に加え、各班の分掌業務に見合った要員が配置されている。この点は、『防災業務計画』の下部内規である『防災計画』に明記されている。各班の班長または副班長が出張などで本発電所近辺を離れる場合には、その旨が班内に確実に伝えられ、常

に連絡、指令体制が維持されている。

緊急時の通報・連絡体制として、連絡当番者2名（うち1名が連絡責任者）による「社外連絡経路」が定められている。連絡当番者は、夜間、休・祭日においても輪番制により本発電所内に日直・宿直しており、何時でも迅速な通報・連絡が可能な体制になっている。緊急時には所内要員が一斉通報装置を介してポケットベルで呼び出されることになっている。また、社外関係機関への通報・連絡は一斉ファックス及び専用電話により行われ、通報・連絡の迅速化が図られている。

c. 緊急時の手順書整備

『防災業務計画』に基づき、下部内規として記載事項がより具体的に展開された『防災計画』が定められている。これらの文書は所内各課に配備されており、緊急時の「災害対策本部」の各班はこれらの文書に基づいて、それぞれの分掌業務を実施することになっている。特に、情報連絡については迅速かつ正確に種々の情報を所外関係機関に通報する必要があることから、『異常時の通報連絡マニュアル』を別に作成・整備し、これに基づいて確実な情報連絡を行うこととしている。また、「災害対策本部」となる緊急時対策所には、緊急時における原子炉施設の運転操作確認のための『故障・事故処理内規』や、外部状況を踏まえた運転操作支援要領を定めた『アクシデントマネジメントガイドライン内規』を配備している。

d. 従業員への周知・徹底

『防災業務計画』については、制定直後に各課1、2名の代表者に対する説明会が実施され、これに出席した代表者は課内全員に対して教育を行うことにより、従業員への内容の理解・周知が図られている。なお、この教育結果は「教育訓練実施報告書」により所長まで報告され『防災業務計画』等が確実に周知されていることを確認した。

本発電所への新入・転入社員に対しては『防災業務計画』を周知するための教育が行われている。加えて、異動によって新しく連絡当番者（連絡責任者含む）となる転入者や管理職新任者に対しては、異常発生時の判断能力の向上及び迅

速かつ適切な通報・連絡を行えるように、原子力保安研修所（松山市）での「異常発生時の判断・通報連絡訓練」が行われている。この訓練は運転員のシミュレータ訓練と並行して行われ、電話確認によるプラント状況の把握・異常事象の判断が行われるとともに、個々の訓練後当直長を交えた反省会が実施され意思疎通の確認が行われている。また、「異常発生時の判断・通報連絡訓練」は、既に連絡責任者（技術系の次長・課長）または連絡当番者（事務系の次長・課長及び全副長）として対応を行っている者に対しても、反復教育として年1回以上行われている。なお、反復訓練はシミュレータ訓練情報を本発電所内で受け取り、実際の通報設備等まで確認する実践的な訓練として行われている。

さらに、協力会社に対しても『防災業務計画』を配布しており、新規入構者に対しては緊急時の対応等についての教育を行うこととしている。また「消防訓練」、「緊急時の避難訓練」に参加を要請し、緊急時の対応能力向上に努めている。

担当者クラスを対象に緊急時対策について面談を実施した結果、『防災業務計画』の内容、果たすべき役割等について十分に理解していることが確認された。

(2) 緊急時の施設、設備、資源

a. 施設、設備、資源の点検・整備

緊急時に必要となる緊急時対策所などの施設、通報・連絡のための設備や放射線防護具などの資機材が整備されている。緊急時対策所は事故・災害時の対応として地下1階に配置され、換気空調設備（チャコールフィルタ付き）や非常用電源からの電源供給等の配慮がなされている。また、これら設備、資機材、備品については『防災業務計画』の別表に取りまとめられ、定期的に担当課によって点検・整備されている。点検結果は「原子力防災資機材点検確認書」により防災管理者である所長が確認している。また、そのうち「原災法」で要求されるものについては、担当課が行った点検の結果を技術課が取りまとめて「原子力防災資機材現況届出書」により、国、県、町に年1回現況を届け出ている。

緊急時対策所には「緊急時安全状態表示装置（TSC）」、「3次元環境放射能予測システム」、「中央制御室ITV¹¹」及び「放出放射能等評価システム」が備えられており、対策所にいながら重要な情報を直接入手できるようになってい

る。また、緊急時において、本発電所、本店、松山支店等から社外関係機関に通報・連絡された情報を、時系列に一元管理できるシステムが社内LANを用いて運用されており、情報の共有化や情報連絡の欠落防止等に役立っている。

(3) 緊急時訓練

a. 訓練の実施（実績）

緊急時の各班の役割が有効に機能することを確認するため、以下に示す訓練が計画的に実施されている。

- ・ 緊急時演習（総合訓練）・・・年1回
- ・ 通報訓練・・・・・・・・・・年4回
- ・ 緊急時医療訓練・・・・・・・・年1回
- ・ モニタリング訓練・・・・・・・・年1回
- ・ 避難誘導訓練・・・・・・・・年1回

また、国または地元自治体が主催する原子力防災訓練の計画策定に参画するとともに、訓練への参加、原子力防災要員の派遣、原子力防災資機材の貸与等が行われている。これらにより、本発電所の緊急時における事象の評価、効果的な対策の計画及びその実施に係る「災害対策本部」の各班の能力確認・向上が図られている。

訓練の例として、2000年10月31日に「原災法」の趣旨に則った内容で「愛媛県原子力防災訓練」が実施され、本発電所もこれに参加している。この訓練は、3号機の1次冷却材系統に異常が発生し原子炉が自動停止したことを想定したものである。この訓練では社内外への通報・連絡、要員の派遣に重点が置かれ、これらが迅速・的確に実施できることが確認されている。

2.2 良好事例

- ・ 所外関係機関への緊急時通報・連絡に関する運用方法の確立

緊急時の情報連絡については、非常時の通報・連絡マニュアルが整備されており、これに基づいて迅速かつ正確に種々の情報を所外関係機関に通報するシステムの運用方法が確立している。また、定期的に行われる通報・連絡訓練により運用方法の関係者への周知・徹底が図られている。

- ・ 社内LANを用いた緊急時の情報共有化システムの運用

緊急時対策所において、本発電所、本店、松山支店等から社外関係機関に通報・連絡された情報を、時系列に一元管理できるシステムが社内LANを用いて運用されており、情報の共有化や情報連絡の欠落防止等に役立っている。

2.3 改善提案

- ・ 緊急時所内要員の呼び出し方法の多様化

緊急時には、所内要員が一斉通報装置を介してポケットベルで呼び出されることになっているが、ポケットベルの不調時に備えて、あるいは確実に対象者に連絡が取れたことを確認できるよう、他の方法も合わせて採用し、連絡に多様性を持たせることが望ましい。

- ・ 班単位の緊急時対応詳細マニュアルの整備と周知・徹底

緊急時の「災害対策本部」のうち情報連絡以外についても、迅速かつ的確な判断・対応がとれるように、各班個別のマニュアルを改訂・整備するとともに、班固有の対応事項や役割等について各班内で周知・徹底することが望ましい。

- ・ 協力会社への緊急時対応の一層の周知・徹底

協力会社社員への緊急時対応に関する周知については、新規入構者に対する教育や訓練への参加により対応能力向上に努めることとしているが、避難経路や集合場所等を記した携帯用のカードを配布する等により、一層の周知・徹底を図ることが望ましい。

3. 教育・訓練

3.1 現状の評価

(1) 資格認定

a. 資格認定制度（自主的な取り組みを含む）及び評価基準

本発電所の運転員は、「運転員の長期養成計画」に基づき、当直長以下の各レベルに応じた知識・技能を所内外の教育・訓練で習得することとしている。発電課長は、運転員が各レベルに応じた要件を満たしていること、『運転員教育訓練実施マニュアル』に記載された各レベルに応じた知識・技能を習得していること等を勘案して当直長以下の要員を配置している。特に当直長については、法律に基づく「運転責任者¹²」(国家資格)の資格を有する者をあてている。また、新入社員については技術系新入社員教育の一環として直体制に組み込まれ、『運転員教育訓練実施マニュアル』に基づいて所定の進捗度に達した者に運転員の資格が与えられている。

保守員については、教育・訓練実績や各設備の保守経験を基に設備の重要度を勘案し各保守担当課長により担当が割りあてられている。

一方、保守作業を行う協力会社に対しては、『品質保証仕様書』に記載の要件を満たした作業責任者を選定することを求めており、これに基づいて協力会社から提出された「作業責任者選任届」を各保守担当課長が確認している。

(2) 訓練計画・実施

a. 教育・訓練計画

運転員の教育・訓練については、「運転員長期養成計画」に基づいて長期にわたる計画が定められている。教育・訓練の内容については『教育訓練内規』及び『運転員教育訓練実施マニュアル』に基づき、(株)原子力発電訓練センター（以下「NTC」という。）への派遣研修、原子力保安研修所での運転訓練、教育直での教育及び3交替勤務時の直内教育等が実施されることになっている。

保守員については、『教育訓練内規』に基づき課内における職場内教育（OJT¹³）を中心に、原子力保安研修所での必修訓練、本発電所敷地内の技能訓練所での必修訓練及びプラントメーカーや機器メーカーへの社外研修等を組み入れた教育・訓練が計画されている。

これらの従業員も含め、全従業員に対して『保安規定』、『教育訓練内規』に基づき課毎に毎年度「教育訓練計画」が作成され、教育担当課長に提出されている。「教育訓練計画」は主任技術者（原子炉主任技術者、電気主任技術者等）の確認を得た上で所長の承認を得ている。実施結果は、年度毎に「教育訓練実績」として集計され所長に報告されている。特に保安教育については、毎月「教育訓練実施計画」が作成され実績管理が行われるとともに、教育担当課長に提出・報告されている。

b. 教育・訓練の実施

「教育訓練計画」に従ってそれぞれの教育・訓練が確実に実施され、技術力の向上が図られている。運転員についてはNTCや原子力保安研修所でのシミュレータを活用した種々の訓練が実施されている。保守員については原子力保安研修所での必修訓練を主として、プラントメーカーや機器メーカーでの社外研修及び本発電所内に設置した技能訓練所を活用して現場に密着した訓練等が行われている。原子力保安研修所の訓練に際しては事前に訓練者から目標等が提出され、訓練後に習得状況が確認されている。

協力会社社員に対する教育については、協力会社の「教育訓練計画」及び「実績報告書」を年度毎に受領し教育状況が確認されている。また、原子力保安研修所の必修訓練と技能訓練所が協力会社に開放され、技術力の維持・向上のための支援が行われている。

この他、従業員に対する安全意識・安全文化醸成やモラル向上のための教育として、運転員に対しては「運転管理者研修会」、「危機管理研修」、「安全文化に係る講義」などが行われている。また、保守員に対しては「ヒューマンエラー対策手法訓練」や「品質保証に係る研修」が行われている。新入社員に対しては、教育担当次長（原子炉主任技術者兼務）による「安全文化に係る講義」、寺院での道德面に関する講話を受ける徳育教育が行われている。さらに、協力会社社員を含めて、有識者による「原子力安全文化講演会」、「品質保証講演会」

及びOB社員による講演会等が実施されている。

(3) 技術伝承

運転や保守における経験から学んだ教訓やノウハウが、『ワンポイントレッスン集』や『運転操作ノウハウ集』に蓄積・整備されている。本発電所における技術伝承は、運転直の直内教育や定検前の品質保証教育等でこれらのノウハウ集を周知・確認することにより行われる他、各種手順書類のチェックシートや協力会社の「作業要領書」に注意事項として明記されている。トラブルの教訓については、「トラブル教育継承システム」に収集され、コンピュータを用いた自主学习（CAI）による伝承が可能となっている。これらの知見は課内教育等で有効に活用されている。

原子力保安研修所及び技能訓練所には本発電所でトラブルを起した機器や損傷品を収集・展示し、トラブル事象や教訓を風化させないように配慮されている。

3.2 良好事例

- ・ 安全文化醸成やモラル向上を目的とした教育の積極的な実施

運転員や保守員を含んだ従業員、新入社員及び協力会社社員に対して、原子力安全文化の醸成やモラル向上を目的とした研修・講演会等が積極的に実施されている。特に、新入社員に対しては、安全面のみならず、徳育教育として道德面に関する講話を教育プログラムに取り込んでいる。

- ・ 技術伝承のための知見の集積と有効活用

技術伝承のための方策として、運転や保守における経験から学んだ教訓やノウハウが、『ワンポイントレッスン集』や『運転操作ノウハウ集』として体系的にまとめられ、課内教育等で有効に活用されている。また、これらの注意事項が、各種手順書類のチェックシートや協力会社の「作業要領書」に明記されている。

3.3 改善提案

- ・ 特になし。

4. 運転・保守

4.1 現状の評価

(1) 効果的な運転管理

a. 運転組織

本発電所の運転・監視は、運転員による24時間体制（当直体制）で行われている。当直体制は、当直長をリーダーとしたチームを6チーム編成し1日3交替で対応している。具体的には、3号機の場合、各チームは当直長1名、副当直長1名、主任1名、班長2名、一般運転員2名の総勢7名で構成され、4直(チーム)3交替(休みのチームを含む)または日勤直、教育直の勤務を行い、それぞれ一定期間でローテーションされている。それぞれの職務や必要人数は『運転総括内規』に定められており、運転体制の明確化が図られている。各チームの当直長は、国の指定機関による「運転責任者」の資格認定を受けた者が配置されている。運転員には「運転員の長期養成計画」及び『教育訓練内規』に基づく教育・訓練がなされ、各ポジションに配置されていることが「教育訓練記録」により確認された。これにより運転員に急病等が発生した場合にも他チームから同一職務のものが応援することにより当直体制を維持できる運用となっている。しかしながら、副当直長、主任及び班長については、運転経験、教育・訓練実績に応じて適切に配員されていたが、必要な資格や教育・訓練などについての要件基準は客観的にわかりやすい文書でまとめられていない。

当直体制とは別に通常勤務体制での運転管理グループを設け、他部門と当直との調整、運転計画の管理等を行うとともに、それらの全体管理を発電課長が行っている。

このように、発電課長(1、2号機は発電第一課長、3号機は発電第二課長)を筆頭に、運転管理グループと運転業務を専任する運転員が配置され、安全・安定運転の継続はもとより、万が一の異常時の運転操作を行うにも十分な要員と組織体制の確保に努められていることが確認された。

3交替勤務でのチーム交替時には、安全上重要な事項が確実に引き継がれる

よう時間をかけて「引継ぎ」が行われている。この「引継ぎ」における留意点等が『運転総括内規』に明記されている。実際の引継状況を3号機中央制御室にて直接観察し、以下のことが確認された。

- ・当直長間において『保安規定』に基づく発電日誌及び引継簿等が確実に引き継がれるとともに、定期試験の結果も含めそれまでの運転状況が申し送られている。また、運転に係る連絡文書、所定の鍵の引継ぎも行われている。
- ・運転員の各ポジション毎においても運転状況が的確に申し送られている。
- ・申し送りを受けたチームは、全体ミーティングを行い、再度全員で運転状況の把握を行うとともに作業状況、メンバー及びポジションの確認、連絡文書の周知等を含め安全運転のための連携を図っている。

3 交替勤務では、夜間勤務や日曜・祝日勤務が必要であり通常勤務者とは異った勤務形態となるが、通常勤務者と同程度の連続休日を確保するとともに、チーム交替は深夜に行わない等運転員の生活に配慮した勤務体制としている。また、当直長は基本的には専門分野や能力に基づいてチーム構成を行うが、定期的な個人面接により人間関係や個人の悩み、不安を積極的に傾聴するなど労務管理上の工夫をこらしている。

また、新入社員が作成する「新入社員レポート」や2,3年目の若年運転員の作成する「若年者教育レポート」を通して、モラルや安全文化といった社会人教育も含めた上長による指導・助言が行われている。管理職クラス及び運転員を対象にした面談を行った結果、上述のとおり交替勤務を行う運転員に対して十分な労務管理や安全衛生管理が行われていることが確認された。

b. 運転に関する文書・手順書とその遵守

安全運転のための文書・手順書は、『保安規定』の下部規定である『原子炉施設等保安運用要領（以下「保安運用要領」という。）』に基づき「運転内規」として制定されている。「運転内規」は、『運転総括内規』、『運転操作内規（起動・停止編、原子炉編、汽機編、電気編）』、『運転巡視点検内規』、『運転定期点検内規』、『警報処理内規（原子炉編、汽機編、電気編）』、『故障・事故処理内規（共通編、原子炉編、汽機編、電気編、停止時編、第二部、第三部）』で構成され、

機器・系統毎の手順から非常時の手順まで体系立てて整備されている。また、設備点検を行う定検期間中の各機能（炉心反応度監視、崩壊熱除去、保有水確保、内封機能等）の安全措置について『原子炉施設停止時保安管理内規』に定められている。運転監視の中心となる中央制御室には「運転内規」の他、各設備の取扱説明書、シーケンス、インターロック線図、系統図等運転操作に必要な文書類が配備されていた。また「運転内規」は、発電課の執務室、原子力保安研修所のシミュレータ訓練室など必要な箇所にも配備されていた。

その他、これらの運転に関する内規に記載された内容をさらに簡潔に整理した携帯用の小型ハンドブックである「運転必携」が作成されており、発電課員全員に配布され現場での設備点検の時などに活用されていた。

設備等の変更や運用の見直しにあわせて「運転内規」が見直されている。これは、『運転総括内規』に基づき「安全運営委員会」の審議を受け、所長の承認を得た後、発行されている。具体的な手順は以下のようである。

- ・見直し案は発電課内で検討され、『内規検討依頼書』が作成される。
- ・これに対する各直及び運転管理グループのコメントを反映した最終案が作成される。
- ・この最終案について全当直長及び発電課長の承認を得た後、保守担当課のコメントを求めている。
- ・その後、「安全運営委員会」での審議を経た後、所長によって決定される。

このように「運転内規」の見直しには多くの関係箇所の意見を反映し改正されている。また、運転員自らが「運転内規」の使用にあたって気付き事項等があった場合にも同様の手順で運用されており、使いやすい「運転内規」となるよう努力されている。

改正された「運転内規」は、検討の過程で『内規検討依頼書』によりその内容が各運転員に事前確認されるとともに、発効時には発電課長による連絡文書である「運転指令書」が発行され、これによって改正内容が運転員に周知されている。具体的には、「運転指令書」にて変更内容の周知会合等の実施を要請し、かつ「直内教育実施報告書」での結果報告を依頼している。また、「運転指令書」の発行と同時に運転管理グループによって中央制御室等に配備されている該当内規の差し替えが実施されている。

これらの手続きにより、「運転内規」は常に現状のプラント状態との整合が図られるとともに運転員への周知・徹底が図られ、安全運転に効果的なものとな

っている。

運転員の操作は安全確保を最優先とし、『保安規定』をはじめ『保安運用要領』、「運転内規」等の各種規定、内規等を遵守することが『運転総括内規』に明記されている。これが確実に遵守されていることを中央制御室での定期試験（電動補助給水ポンプ 3A の定期試験）の現場観察により確認した。すなわち、運転員は『運転定期点検内規（汽機編）』に基づき運転操作前には自ら大きくはつきりした声で指差呼称を行い、かつ上位職位の確認を受けながら（必要の都度、当直長の指示を得る。）確実な操作を行っていることが確認された。

また、月 1 回行われる直内での「事故想定訓練」にあわせて『運転内規』の確認が行われ、教育面でのフォローも行われている。

当直の管理職クラスとの面談では、運転員の各種規定、内規類の遵守状況のチェックが、適切に機会を捉え実施されていることが確認された。具体的には、起動・停止、原子炉の水抜き等の作業にあたっては、当該要領書の直内での読み合わせや変更点に焦点を絞っての検討会が確実に開催されるとのことであった。この際、なぜ変更が必要であったのかという点についてよく理解し合うことも確認された。また、必要な情報の共有化を図る目的で、規定、内規、要領書等をパソコン内に集約し、これを運転員全員が必要の都度読めるといったシステムの試運用が開始されている。このシステムは、定期試験時の操作や緊急時の対応を確実なものとするのに有効なものである。

運転員との面談では、「運転内規」の内容が十分に理解されており、通常操作及び異常時の対応において「運転内規」の内容に従って適切な処置が取れるようになっていることが確認された。万一「運転内規」で想定した事象から外れた事態に進展した場合には、当直長に報告する等の対応を速やかに取り安全側の適切な処置が行えるようになっていることも確認された。

また、指差呼称の励行等の基本事項については、「運転員基本 6 則」として中央制御室に掲示され、定期的に当直員全員で唱和し周知・徹底が図られている。ここで「運転員基本 6 則」とは、安全運転を遂行するために大切だと思われる項目を運転員全員から募集し、集まった 350 項目を超える中から選択された運転基本動作に関する 6 項目のことである。

c. 設計管理

運転上の制限の遵守

運転にかかわる制限値については保安規定に明記され、異常徴候の発見に重要なパラメータについては『故障・事故処理内規』に明記されている。また、データの確認方法については『運転総括内規』に定められている。これらのデータは『運転記録記載マニュアル』に基づき、「発電日誌」に1時間から6時間毎に記録されている。「発電日誌」の様式はデータ採取頻度に合わせた記載欄が設けられており、さらに同様式には管理値（制限値に相当）及び標準値が記載され異常徴候の早期発見の工夫がなされている。

これらに加え、計器類のチェックが1時間に1回の頻度で行われている。また、安全防護系機器等の待機状態の確認が毎日1回、副当直長によってチェックシートを用いてチェックされている。

いずれの記録も当直長にて再度異常の無いことが確認された後、発電課長、原子炉主任技術者まで確認されている。

早急に処置が必要な運転パラメータが急に变化した場合には自動的に警報が発せられ、運転員はあらかじめ定められた『警報処理内規』に従って対処し、早期復旧を図ることになっている。

なお、「発電日誌」の記録に用いる標準値は、定検終了後のプラント起動から一定期間経過した時のデータを過去の同一内容のデータと比較・検討し、プラントの経年変化を考慮したデータとして必要に応じ見直されている。また、警報の設定値見直しについては、各設備の所管課が過去のデータと比較、検討し、見直しが必要な場合は「設定値変更 決定/報告書」により原子炉主任技術者の確認を受けるとともに、関係課の協議を受けていた。

以上のことが現場観察を通じて確認された他、

- ・現場での騒音対策としてイヤホン付きPHSの採用
- ・メータ類に制限値と標準値をマーキング

などの工夫が見られた。また、中央制御室での監視・視認性の向上のため、

- ・中央にある警報窓を重要度に応じて色別（アンダーライン）
- ・警報抑制回路の採用

（上位警報が発生した場合、下位警報の色表示が重要度大の赤から小の緑に変化し、運転員の注意を上位警報に集中させるシステム）

- ・メータ外枠の色を重要度に応じて分類
（検出元の現場計装品が事故時の環境にも耐え得る仕様のものであれば、その中央指示器（メータ）外枠を赤で識別し、事故時に信頼できる中央計器として明確にしている。）
- ・操作スイッチには透明プラスチックカバーを取り付け、重要度大のものには「操作禁止」の表示がある黄色のものを採用

などの対策が、中央制御盤に取り入れられていた。

設備の変更や運用の見直しが必要と考えられる場合、運転側から保守側に「設備変更依頼書」が発行され関係先との検討調整が行われている。実際に設備変更が行われた場合は、設備変更担当課より「設備変更連絡書」が発行され、発電課において「運転内規」の改正手続きが実施されている。前述のとおり運転員には直内教育等で周知され、技術的背景を十分理解し活用できるようになっていた。このように「運転内規」の変更があった場合、直内教育で周知されている他、書類確認、現場確認で確認された内容が管理職クラスとの面談を通じても確認できた。

運転員の知識と技能

運転員は『保安規定』に基づく「教育訓練計画」に従い原子炉施設の運転に関する教育を受けている。その他「労働安全衛生法」に基づく放射線防護教育についても計画的に行われている。また、運転員に関して、新入社員から中堅社員に至るまで、『運転員教育訓練実施マニュアル』で定める「運転員基礎教育実施方法」、「フォローアップ教育実施方法」等によりシステムチックな教育体系が組まれていた。

運転員との面談では、公的資格の取得に努めていること、現場感覚の維持継続のため教育直等の活用により自ら時間を作り進んで現場に行く姿勢が見られたこと、直内の相互レベルアップのため1直（22時～8時の勤務）、3直（16時～22時の勤務）時にメンバーを各自の得意分野に沿った講師とした「直内教育」を実施していることが確認された。「直内教育」の中では各自のヒヤリハットを検討材料にすることもあり、その内容は『ワンポイントレッスン集』にまとめられ教材として活用されていた。

実技については原子力保安研修所でシミュレータ訓練を行っている他、実機で事故が発生したと想定した「事故想定訓練」を行っており、異常時の対応に備えている。

(2) 効果的な保守管理

a. 保守組織

本発電所の保守は、電気保守課、計装保守課、原子炉保守課、汽機保守課、土木建築課がそれぞれの設備を担当し、運転中ユニットの保守管理、定検工事計画及び定検時の現場工事管理を行っている。各課長の職務が『保安規定』に規定されており、それに基づく具体的な業務内容が『保安運用要領』及び『保守内規』に明記され、それに見合った必要数の要員が確保されている。各課では分担制が敷かれている。各分担には管理職が配置され、各要員の業務量チェックや「時間外労働・休日労働に関する協定」の遵守が行われ、労務管理、安全衛生管理が適切に行われている。保守に携わる要員数の履歴を見ても、保安に影響を与えない業務の外注委託、勤務時間の柔軟な運用等の導入により無理のない業務改善を進めており、安全を軽視した要員削減などが行われていないことが確認できた。管理職及び保守担当者との面談でも、超過勤務対策に対し、設備・機器の保守データを管理する「保守支援システム」を有効活用した業務の効率化、保守業務の外注委託、勤務時間の柔軟な運用などにより工夫を凝らして取り組んでいることが確認できた。

運転部門との連携については、『保守内規』の細則である『保守依頼票等運用細則』に明記され、運転部門と保守部門の責任範囲等を規定している。設備の点検、調整等を要する場合は、依頼元課より作業担当課へ「保守依頼票」が発行される。作業担当課は関係箇所との調整を含めて検討し、作業時期及び内容を立案、予定を記入して、当直へ作業許可申請を行っている。これを当直が運転系統への影響の観点から再度検討し必要な隔離作業を実施した後、当直長から作業許可を受けて作業が実施される。作業終了後は、当直による隔離の復旧及び試運転などの確認が実施された後、作業完了報告を行い当直に引き渡されている。なお、保安上重要と考えられる設備の作業または発電機出力に対する影響があると考えられる設備の作業を行う場合は、関係者(所長、原子炉主任技術者等関係主任技術者、関係課長)の合議の上で実施している。

協力会社との連携は、以下に示す様な定期的な情報交換の場を設け積極的に意見交換を行い、それをもとに作業環境改善がなされるなど現場の生の声を取

り入れた効果的な取組みがなされている。

- ・「安全推進協議会」(安全に関する相互協力)の開催及び合同パトロール(月1回)
- ・協力会社と合同で行う安全品質管理パトロール(定検期間中週1回)
- ・「受注者品質保証監査」(年1回)
- ・定検前の品質管理教育及び安全作業教育
- ・協力会社が行う「標準作業要領書」読み合わせ会への保守担当者の参加
- ・定検中の工程会議(月間、週間、毎日)等

特に、定検期間の中頃に担当課と協力会社の課長、副長及び担当レベル同士で懇談会、食事会を実施し、保守業務遂行上の要望事項や作業環境改善につき議論したり、定検後に開催される意見交換会には所長クラスが出席し、要望事項や設備改善等の提案を直接聞きとって、作業の安全上、品質保証上の改善や合理化、効率化のための改善を実施している。これまで、いろいろな要望事項が提示されており、対応された主な作業環境改善策として以下のものが取り込まれている。

- ・作業用コンセント設置
作業性改善のため、作業用コンセントを追加設置した。
- ・P H S 採用による連絡手段の多様化
定検中の従業員と協力会社社員との連絡手段多様化のため、内線電話やページングシステムに加えてP H Sを採用した。
- ・隔離情報の電子掲示板による周知
作業着手を迅速にするため、一部の作業において前日隔離を採用し、隔離作業状況を電子掲示板により周知することとした。
- ・改善提案のフロー見直し
協力会社社員からの改善提案を元請会社経由でなく直接受けるようにフローを見直した。

発電所の保守作業は、工事毎の契約に基づき協力会社によって行われるものが多く、この場合従業員はこれらの保守作業を管理するという形態をとっている。工事契約元請会社としては、プラント停止時の定期的な点検工事では合計7社が参画しており、工事単位毎に所長以下工事総括責任者、放射線管理責任者、品質保証責任者、安全管理責任者及び衛生管理責任者からなる体制を確立

している。

これら工事請負会社の責任範囲及び工事における必要事項は、『工事・購入仕様書』、『品質保証仕様書』及び『放射線管理仕様書』にて明記されている。一方、従業員に対しては工事管理において確認すべき事項が『保守内規』及び『品質保証内規』に明記されている。また、作業員の一般安全に関する安全指導のため『原子力部門作業安全標準』を定め、具体的実施事項については『構内統一安全ルール』に記載し、同ルールを関係者全員に配布するなど周知・徹底を図り作業員一人ひとりの安全確保に努めている。

実際の工事にあたっては、『保守内規』に従い協力会社が作成した『作業要領書』を保守担当者と協力会社双方が出席して打合せることによって、体制を含め作業要領が事前確認されている。

このように、協力会社に対しても安全ルールの遵守を要求し、各契約にも反映しており、保守組織の関係者全員への適切な安全管理がなされていることが確認された。

b. 保守に関する文書・手順書とその遵守

保守管理文書として、『保安運用要領』、『保守内規』に基づき『保守作業マニュアル』が策定されている。『保守作業マニュアル』に基づき機器毎の点検に対応した「作業要領書」（作業の都度作成されるもの）または「標準作業要領書」（「作業要領書」のうち定型化できるものを標準化したもの）の作成が規定されており、定検時を含む保守作業の際に確実に運用されている。これらの要領書は明確かつ簡潔に記載されており、例えば、ヒューマンエラーの可能性を減じするための留意箇所や添付図などが必要に応じ適切に盛り込まれている。

『保守内規』の改訂については、『書類等管理標準』及び『書類等取扱内規』に基づき実施される。具体的には「安全運営委員会」において審議され、所長により承認されることとなっている。現場での保守作業の際に使用される「作業要領書」及び「標準作業要領書」の変更は、保守担当課の指示に基づき保守作業を実施する協力会社により原案が作成され、これを保守担当者が内容の妥当性を確認し課長の承認を得た後、保守担当課及び協力会社で保管されている。なお、その重要度に応じ、重要度の高い設備・機器については品質保証担当課長の審査も受けている。

文書・手順書の遵守状況については、定期的に行われる「往査」(本店監査役が実施する全般的な監査)、「原子力品質監査」(社長直属の組織による原子力部門を対象とした監査)、「品質保証委員会監査」(本店の技術系社員による監査)等の内部監査により確認される他、協力会社に対しても本発電所内の品質保証担当部門がトピックスを設定し監査している。

実際の保守作業にあたっては、担当者は「作業要領書」及び「標準作業要領書」に添付されているチェックシートを用いて、作業毎に現場において正規の手順で作業が実施されることを確認している。また、協力会社の作業責任者及び品質保証責任者も同様なチェックを行っている。これらにより、手順書等が適切に遵守されていることが確認された。

文書・手順書の遵守という観点から保守担当者との面談を実施した。その結果、保守担当者は保守に関する文書・手順書の内容について理解し遵守している事が確認された。すなわち、「作業要領書」及び「標準作業要領書」については、定検作業開始時に当該設備・機器に対するものを作業に携わる協力会社社員も含め、読み合わせが確実に行われていた。さらに、保守担当者による立会い項目等を明確に定め、保守作業が要領書に従って行われていることが確認された。立会い以外の作業状況については毎日の「作業指示書」により確認されていた。さらに管理職との面談では、品質保証担当と協力会社品質保証責任者による定期的なQAパトロールの際に、保守担当者の文書・手順書の遵守状況がチェックされていることが確認できた。

c. 保守設備と機器

安全機能の明確化

原子炉施設の保安上重要と判断される作業が『保守内規』に明記され、対象となる具体的な機器、要素名が示されレベルの高い管理が行われている。具体的には、各保守作業を「保安作業」(原子炉施設等の保安上重要と判断される作業)、「出力作業」(発電機出力に影響を及ぼす作業)、その他の「一般作業」に分類し的確な管理を行っている。

また、『品質保証内規(設備の重要度分類及び品質管理程度)』では、「設備・機器を放射線被ばく防護上の区分」(安全性)及び「発電への影響の区分」(信頼性)の観点から重要度に応じてA、B、Cの3区分に分類され、きめ細かな

品質保証活動が明記されていた。

設備・機器の保守

保守作業の頻度については運転実績、保守実績、発電計画等を十分検討し、最適保守時期及び機器の耐用年数を把握の上、『保守内規（定期的な点検細則の点検手入れ周期表）』を定めこれに基づき実施している。

また、作業依頼に基づく作業については「保守依頼票」に作業重要度分類に基づく作業区分を明記し、点検状況、修理状況を技術系各課長、並びに各主任技術者の確認を得て安全の確保を図っていた。

管理職との面談では、各設備について各課の所掌が明確化されており、官庁への申請書類等は各課で年間業務予定表を用いて管理されている他、本店原子力設備課で一括管理され提出期限の遅延等防止対策が施されていることが確認された。また、設備の変更等があった場合は「設備変更連絡書」、「運転依頼書」を保守部門から運転部門に発行し周知を図っていることが確認された。

保守員の知識と技能

保守員は『保安規定』に基づく教育並びに放射線業務従事者に対する教育に加え、原子力保安研修所保守訓練、本発電所内技能訓練所技能訓練、メーカ研修等を受けている。また、実作業毎に求められる技能、技術を明確にし、それを習得させるために個人毎の研修プログラムを毎年策定して実践しており、その実績は教育管理システムによりコンピュータで管理されていた。これらの実績は能力に応じた適切な人員配置の参考とされている。

これらのことは保守担当者との面談を通じても確認されたが、さらに、研修は年1回（10月頃）担当者が上長と面談し相談の上研修プログラムを年度の計画として作成し、各々に求められる目標を明確化し実施されていることが確認された。また、OJTに関して汽機保守課では業務を遂行する上での要点をルーズリーフにまとめた「工程ノウハウ集」等を作成し全員に配布する他、パソコンにも入力して業務に活用していることが確認された。

d. 作業計画・管理

許認可内容との整合性

設備の変更を行う場合はその設備の重要度分類に従って適切な審査が行われていた。具体的には各担当課で『保守内規』、『原子力発電所設計管理標準』に

基づき許認可内容との整合性について適宜確認するとともに、重要事項については『保安運用要領』、『安全運営委員会内規』に基づいて「原子力発電安全委員会」、「安全運営委員会」に付議され審議されている。

また、各担当課で実施する設備の変更工事について関係各課との調整、協議を行い、設備変更の妥当性の検討をよりの確に推進している。具体的には『品質保証内規(設備の重要度分類及び品質管理程度)』で分類された重要度分類A、Bの項目について、設備管理課長を委員長とする「設備変更管理検討会」が『同運営マニュアル』に基づき予算時期に合わせて年1回または適宜開催されている。この検討会では技術系各課長出席の下、「許認可内容との整合性」、「保守・運転管理への影響」、「電気・計装及び機器設備間の整合性」等が審議されている。この検討結果について、上位のメンバーから構成される「安全運営委員会」に付議すべき事項があれば各担当課が付議し審議され、その結果は所長まで報告されている。しかし、「安全運営委員会」に付議する必要のない事項については原子炉主任技術者の確認を受けていない。

保守計画と実施

保守計画については前述の『保守内規(定期的な点検細則の点検手入れ周期表)』に基づき策定されている。具体的には点検周期を踏まえた保守作業計画を検討して「年度・月間保守計画」を作成し、『原子力設備工事管理要領』、『保安運用要領』、『保守内規』に基づいて所長の承認を得る他、予防保全や最新の知見を踏まえた設備改良工事等の検討も行い、「予防保全 中長期計画」を策定している。また、これらの計画に基づく保守、定検等に必要となる工程確保や官庁諸手続きの確認等については、設備管理課が各課を横断して調整を行い確実な対応が取られていた。

定検期間短縮

定検期間の短縮については1995年から「原子力部門効率化推進委員会」並びにこの下部機関である「定検工程適正化ワーキンググループ」で検討されてきており、3号機第4回定検で48日工程が計画された。この検討では、作業員の確保、マシンローテーションのシステム化、短縮工程を実施するための仮設備・治工具等の採用が重点課題としてあがり十分な検討が行われた。

3号機の第4回定検は終盤になって非常用ディーゼル発電機のクランクに異常が発見され98日間の定検となったが、定検終盤までに主要工程は終了しており、定検期間短縮に向けた検討が安全性を犠牲にしたものではないことが前述

の委員会並びにワーキンググループで検討、評価された。これらから得られた成果は今後有効に取り入れられると考えられる。

定検中の保守員の労務管理、安全衛生管理については、「a. 保守組織」で記述したようにきめ細かな管理を行い負荷の分散を図る工夫をしている。

4.2 良好事例

- ・ 運転に必要な情報の共有化システムの運用

必要な情報の共有化を図る目的で、規定、内規、要領書等をパソコン内に集約し、これを運転員全員が必要の都度読めるといったシステムの試運用が開始されている。このシステムは、定期試験時の操作や緊急時の対応を確実なものとするのに有効なものである

- ・ 運転基本動作の提示及び励行

指差呼称の励行等の基本事項が「運転員基本6則」としてまとめられ、中央制御室に掲示されている。これを定期的に当直員全員で唱和し、安全運転の励行、意気高揚が図られている。

- ・ 協力会社との率直な意見交換とそれに基づく改善の実施

定検時に担当課と協力会社との懇談会、食事会を実施し、保守業務遂行上の要望事項や作業環境改善などについて率直に意見交換する機会を設けている。定検後には所長クラスとの意見交換会を実施し、要望事項や設備改善等の提案を協力会社から直接聞きとって、作業安全、品質保証の観点からの改善を実施している。

- ・ 保守担当者と協力会社双方出席の「作業要領書」読合せ会の実施

『保守内規』に従い協力会社が作成した「作業要領書」を保守担当者と協力会社双方が出席して読み合わせることによって、体制を含め作業が確認されており、保守作業の安全確保に寄与している。

- ・ チェックシートによる「作業要領書」等遵守状況のトリプルチェック

実際の保守作業にあたっては、保守担当者は「作業要領書」及び「標準作業要領書」に添付されているチェックシートを用いて、作業毎に現場において正規の手順で作業が実施されることを確認している。また、協力会社の作業責任者及び品質保証責任者も同様なチェックを行っている。

4.3 改善提案

- ・ 運転員各職位に必要な要件基準の文書化
副当直長、主任及び班長として必要な資格や教育・訓練などについて、客観的にわかりやすい要件基準を文書化することが望ましい。
- ・ 全ての「設備変更管理検討会」審議結果の原子炉主任技術者の確認参画
設備の改造、変更を行う場合、重要度分類に合わせて「設備変更管理検討会」で審議され、重要なものは「安全運営委員会」に付議されている。しかし、「安全運営委員会」に付議する必要のない事項についてもその旨原子炉主任技術者の確認を受けるほうが望ましい。

5 . 放射線防護

5.1 現状の評価

(1) 放射線業務従事者の線量管理・A L A R A 計画

放射線管理については『保安規定』、『放射線下作業管理内規』に基づき的確な運用が行われている。また、作業に伴う放射線被ばくについてもこれらに加え、『放射線個人管理内規』に基づき法令に定める線量当量限度を超えることの無いよう管理されている。具体的には個人毎の実効線量当量が「個人線量記録台帳」として永久保存されている。

協力会社の放射線管理については各事業者の責任の下で行われるものであるが、本発電所としては「放射線管理仕様書」で放射線管理ルールを明示し、これを協力会社が遵守することにより、過剰被ばくの防止並びに廃棄物低減に努めている。

被ばく低減の努力としては各定検での線量当量で大きな割合を占める弁点検手入れ、蒸気発生器点検手入れ、原子炉容器上ふた点検手入れ等について分析を行い、「作業の自動化」、「作業環境の改善（放射線レベル低減）」に努めている。例えば、「作業の自動化」については原子炉容器スタッドテンショナー、蒸気発生器水室内作業（E C T¹⁴）ロボットなどの採用、「作業環境の改善」については鉛毛マットによる仮設遮蔽、化学除染による線源の除去などが行われていた。また、運転中においては炉水の pH コントロール、溶存水素コントロールなどにより機器・配管内面へのクラッド付着防止を図っている。さらに、停止時においても pH コントロール、溶存水素コントロールを行うとともに、原子炉停止後の低温停止時において余熱除去系による冷却中の一次冷却材温度をコントロールし、機器・配管内面へのクラッド¹⁵付着防止を図り、炉外での線源強度を低減していた。作業方法での取り組みとしては、定検開始前に放射線管理課と協力会社の放射線管理員からなる「被ばく低減ワーキンググループ」を開催し、種々の取り組みがなされていた。

定検開始から発電機併入までの間、放射線管理課と協力会社の放射線管理責任者からなる「放射線管理会議」が週 1 回の頻度で開催され、放射線管理上の連絡や確認など本発電所と協力会社間の情報交換が行われていた。この会議で

は初回時に元請会社別に各社代表作業グループから構成される「被ばく低減推進グループ」が結成され、それぞれ被ばくの低減策、重点実施事項、目標を定め、被ばく低減、廃棄物低減への取り組みなどが示される。この成果は定検期間を通じて評価され、優秀なグループについては定検終了後、本発電所から表彰されるシステムとなっていた。最終回の「放射線管理会議」では各社から反省、要望事項が集約され、次回定検に反映されるシステムとなっており、3号機第4回定検では80件の意見があった。なお、主要な作業を行う会社については放射線管理責任者を補佐する「被ばく低減専任者」が置かれ、被ばく低減、並びに廃棄物低減を専門に行うシステムとなっていた。

実際の作業を行うにあたっては作業を行う協力会社から作業の内容、予想される線量当量、被ばく低減対策などが記載された「放射線作業計画書」が担当課を通じて放射線管理課に提出され、審査されている。日々の管理については作業エリアのダスト濃度、雰囲気線量などが記載された「放射線作業記録」が作業終了後、放射線管理課に提出され、放射線管理上問題のないことが確認されている。また、全ての作業が終了した後、これらの実績が記載された「放射線作業報告書」が協力会社から担当課を通じて提出され、将来の類似作業への参考とされている。

色々な工夫の一つとして「放射線個人管理システム」が挙げられる。これは放射線業務従事者登録、並びに作業登録などのできる端末を協力会社の事務所に設置し随時入力できるもので、ホールボディーカウンターの入域前受検の運用とあいまって効果的に運用されている。この運用により作業員が他所から到着した日から管理区域内作業ができるとともに、協力会社の負担軽減にも資することができる。

放射線管理の取り組みとして現場を確認した。その結果、書類で確認されたことの他に様々な工夫が見られた。例えば管理区域での靴について踵部分をサイズ別に色分けしており、容易に自分に合った靴を見つけられるなど、使う側の立場にたった取り組みがなされていた。また、管理区域内被服については、脱衣時に裏返すことなく脱ぎ、回収箱に入れる前に各自が被服モニタにかけることによってランドリー業務の負担軽減を図っていた。

(2) 放射線量等の監視

a. 通常時及び事故時の放射線量等の監視

本発電所3号機にはエリアモニタ¹⁶(15箇所)及びプロセスモニタ¹⁷(22箇所)が設置され、中央制御室で連続的に放射線監視が行われている。

また、積算線量については周辺監視区域境界付近(22箇所)、本発電所敷地外(16箇所)、管理区域境界(73箇所)で、空間放射線量率については本発電所敷地境界付近にモニタリングポスト(4箇所)、敷地外にモニタリングステーション(1箇所)が設置されており、敷地外の大気浮遊塵に含まれる放射性物質についても1箇所連続して測定されていた。

さらに、PR用のモニタリングポストが敷地外に9箇所設置されており、本設モニタリングポスト、モニタリングステーションの値、並びに排気筒モニタ、放水口モニタ、気象データ、発電機出力とともに地元自治体にリアルタイムで伝送されている。また、2001年2月1日からはこれらのデータはインターネットでリアルタイム公開されている。

地元自治体やインターネットの伝送用に用いられるシステムは、中央制御室に表示するシステムとは異なる「放射線総合管理システム」と呼ばれるもので放射線管理課執務室に端末があり、異常があった場合は警報が発するようになっていた。

(3) 放射性廃棄物の処理・発生量低減化

a. 放射性廃棄物の処理

本発電所から発生する気体、液体、固体状の放射性廃棄物は、それぞれの性状に応じて適切に処理されている。

放射性気体廃棄物は、タンクに貯留減衰後またはその性状に応じて直接ろ過等の処理を行い、排気筒モニタで放射能濃度を連続監視しながら排気筒から大気に放出されるとともに、放出管理目標値以下であることを放射性気体廃棄物放出実績(月報、四半期報、及び年報)にて記録、確認している。

放射性液体廃棄物については、蒸発濃縮処理を行い、蒸留水は事前に放射能測

定を実施し放出管理目標値以下であることを確認した後、放射線監視モニタにて連続監視しながら復水器冷却水放水口に放水するとともに、放出後には、液体廃棄物中の放射性物質の放出実績にて放出管理目標値以下であることを記録、確認している。濃縮された廃液はドラム缶に固形化し固体廃棄物貯蔵庫に保管している。

液体廃棄物の放出及び運転操作に基づき実施する気体廃棄物の放出は当直長により、保守作業に応じて発生する気体廃棄物の放出は作業の所管課長により、それぞれ『保安規定』に基づく管理が実施されている。

放射性固体廃棄物については、種類別に分類されドラム缶等の容器に封入して固体廃棄物貯蔵庫に保管するか、タンクに貯蔵保管される。なお、焼却可能なものは焼却炉にて減容処理される。また、固体廃棄物の発生量、固体廃棄物貯蔵庫への搬入量、保管量等が詳細に把握、管理されている。

b. 放射性廃棄物発生量低減化

放射性気体廃棄物、放射性液体廃棄物については、放出管理目標値に対して十分に低い値で管理・放出されていることを確認した。このことは以前より継続している。放射性液体廃棄物発生量の低減化として、管理区域内の手洗い水・清掃作業水等の節水を励行している。

放射性固体廃棄物については、不要品の搬入制限や管理区域内使用資機材の再利用及び可燃物の焼却減容・不燃物の切断減容による低減化が行われている。さらに定検時には、毎週実施される「放射線管理会議」の場において発生処理状況を確認することにより、不要な放射性廃棄物の発生を極力低減している。また、大型改良工事の際には事前に放射性固体廃棄物発生量が予測され、上記と同様に適切な低減化が図られている。これらにより、固体廃棄物の保管容量 38,500 本（200 リットルドラム缶換算）に対して、2001 年 1 月末現在の保管量は約 15,400 本となっている。なお、保管量低減のため 1993 年度から日本原燃（株）六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターへ均質固化体の搬出を実施している。（1999 年度末までに約 3,000 本搬出）

5.2 良好事例

- ・ 被ばく低減、廃棄物低減における表彰制度
「放射線管理会議」で行われている被ばく低減、廃棄物低減での作業件名別取り組みに対する表彰は、放射線管理について高い目標を立て、これに挑戦し達成するという本発電所と協力会社の放射線管理部門が一つとなった取り組みとして評価される。
- ・ 協力会社の反省・要望事項の集約・反映による放射線管理の高度化
定検中開催される「放射線管理会議」の最終回で協力会社の反省、要望事項が集約され、次回定検に反映されるシステムとなっている。このシステムは放射線管理の高度化につながるもので、更なる被ばく低減、廃棄物低減が期待できる。
- ・ 使う側の立場にたった放射線管理の取り組み
本発電所で作業される方の利便を考え、効果的な「放射線個人管理システム」の運用や「(管理区域内で使用する)靴のサイズ色分け」が行われていた。特に「放射線個人管理システム」は放射線業務従事者登録、並びに作業登録などが効率良く実施できる工夫がなされ、協力会社の負担軽減にも資することができる。
- ・ ランドリー業務の負担軽減に伴う合理化
管理区域内被服を脱衣する際に裏返さずに脱ぎ、また被服モニタで測定する手法はランドリー業務の負担軽減となるばかりではなく、将来的にはコールド¹⁸ランドリーで処理できる可能性も考えられ、廃棄物低減策となる可能性がある。
- ・ 計画的な放射性固体廃棄物発生量の低減化
定検時には、毎週実施される「放射線管理会議」の場において放射性固体廃棄物の発生処理状況を確認することにより、不要な放射性廃棄物の発生を極力低減している。また、大型改良工事の際には、事前に各放射性固体廃棄物の発生量が予測され、適切な低減化が図られている。

5.3 改善提案

- ・ 特になし

6. 重要課題対応

6.1 核的安全を中心とした原子力安全に係る取り組み

6.1.1 現状の評価

(1) 新燃料及び使用済燃料などの取扱管理

技術系従業員を対象とした燃料管理における臨界管理に関する教育が、『保安規定』の中の保安教育の1項目として位置付けられ、実施時期、教育時間が明記されている。この教育テキストとして、核燃料を取扱う際の臨界防止対策等をまとめた資料が作成されている。このテキストには、新燃料の受入れから原子炉容器内への装荷・取出しを経て、使用済燃料の保管・払出しに至るまでの全ての燃料取扱工程における臨界安全管理の原理、手順、方法が記載されている。なお、本テキストはJCO事故を受けて作成され、その際には全従業員を対象に教育が実施されている。このような臨界安全に関する教育について技術系担当者を対象に面談した結果、臨界安全に関し必要な知識を有していることが確認された。

さらに、燃料取扱業務に従事する協力会社社員に対しては、事前に審査・承認された要領書を作業前に読み合わせることが決められており、この際に、前記テキスト等を活用して臨界安全管理に関する作業上の注意事項の確認ができるようになっている。

新燃料の輸送・貯蔵、燃料取替（装荷、取出）、使用済燃料の貯蔵・輸送及び伊方1, 2号機の使用済み燃料の3号機への輸送に係る工程では、形状管理による臨界安全管理がなされている。すなわち、新燃料貯蔵庫及び使用済燃料ピットでは形状管理された専用の貯蔵ラックが用いられている。また、燃料取扱設備では同時に取扱うことのできる燃料体数が構造上1体のみ制限されている。これらの臨界安全管理については、『保安規定』及びその下部規定である『燃料管理内規』に明記されている。具体的には燃料の取扱作業毎に実施計画書が作成され、燃料移動の手順が定められ、燃料取扱設備を使用した作業が実施されている。この実施計画書は原子炉主任技術者の確認を受けた後、所長の承認

を得て使用されている。実際の作業時の臨界防止確認作業としては、

- ・新燃料の輸送時：容器の外観・形状に異常の無いこと
- ・貯蔵時：所定の貯蔵施設に貯蔵、ラック等の外観・形状に異常の無いこと
- ・装荷時：装荷手順の遵守、1/Mプロット¹⁹による臨界管理
- ・取扱一般時：所定の燃料取扱設備にて取り扱うこと

などが実施されている。このうち、燃料装荷時の1/Mプロットによる臨界管理が確実に行われていることが、「燃料取替手順検査」における燃料装荷記録により確認された。また、日常の『燃料関係パトロールチェックシート』により貯蔵状況が管理されていることが確認された。

(2) 炉心管理

発電所運転中の原子炉は臨界状態であり、このときの安全管理として反応度が適切に制御されることと、必要なときに原子炉を停止する能力を有していることの管理がある。ここでは、「反応度制御²⁰に関する安全設計条件」及び「原子炉停止に係る設計条件」等が、社内文書・手順書等に適切に反映され遵守されているかについてレビューした。

基本設計方針は『設置許可申請書』に記載されている。反応度制御に関しては制御棒の挿入限界を設定すること、原子炉停止に関しては制御棒の落下時間が基準内であること及び2つの独立した系が反応度制御能力を持つことが規定されている。

制御棒の挿入限界の設定及び運用については、『保安規定』及びその下部規定である『炉心管理内規』に明記されている。この遵守にあたっては社内文書で運転側に通知され運転監視が行われている。なお、各運転サイクルに関しては、燃料取替前に『取替炉心の安全性について』により運転中に最大反応度添加率が制限値を超えないことが確認されている。

制御棒の落下時間の確認についても『保安規定』に明記され、定検毎に基準内であることの確認が行われていることが、『制御棒駆動系機能検査成績書』の記録により確認された。

2つの独立した系としては、制御棒制御系と化学体積制御系（ほう素濃度を制御することにより反応度を制御する系）の設備が設けられている。制御棒制御系は全出力状態から原子炉を高温停止させるに十分な能力を持つことが、化

学体積制御系は、ほう素濃度を調整することにより燃料の燃焼に伴う反応度変化を制御できること、原子炉を高温停止できること等が要求されており、それぞれ『炉心管理内規』に基づいてプラント立ち上げ時の炉物理検査によって反応度制御能力が確認されている。運転中には、定期的に動作または起動確認及びほう酸タンクのほう素濃度・水位・温度の確認による能力維持確認が行われている。

(3) 停止時安全対策

原子炉を停止する際には燃料や減速材の温度が下がり温度係数的には正の反応度が添加されるため、停止に用いる制御棒や化学体積制御系は、十分な未臨界を維持しうる反応度停止余裕が必要である。また、原子炉を停止した状態でも照射燃料からは崩壊熱が放出されるため、この崩壊熱を炉心から除去する必要がある。これらは安全設計条件であり、炉心管理の項と同様にその遵守状況をレビューした。

未臨界の維持については、『取替炉心の安全性について』で停止余裕が確認されるとともに、炉物理検査の中の「原子炉停止余裕検査」にて停止余裕の測定・確認が行われている。燃料燃焼による反応度係数の変化を踏まえて、停止時に停止余裕を満足する「停止ほう素濃度」が毎月決定され社内文書で運転側に通知されている。

炉心の崩壊熱は、原子炉停止後初期の段階では蒸気発生器における熱交換により除去（発生蒸気を復水器等にて処理）し、その後、余熱除去設備により除熱される。それらは『運転操作内規』に明記され、内規の遵守により設計条件が守られている。

また、原子炉の停止からさらにプラント定検に至る停止時の安全措置についてレビューした。この内容は『原子炉施設停止時保安管理内規』に定められ、炉心反応度、原子炉及び使用済燃料ピットからの崩壊熱除去、保有水、内封機能、安全保護系、共通設備（電源等）などの安全措置として、各段階で必要な系統の設備名や系統数が明確にされている。運用にあたってはプラントの定検時の各工程表にて管理されるとともに、各段階でチェックシート類を用いて遵守状況が確認されている。

(4) リスク評価に係る取り組み

原子力発電所の安全規制において要求されるものではないが、原子力発電所の安全性を定量的に評価しておくことは重要であると考えられている。このような観点から、国内外でシビアアクシデント²¹研究が実施されており、また、イベントツリーやフォールトツリー²²を用いて炉心損傷²³事象の発生確率等について評価（確率論的安全評価²⁴：P S A）が行われている。

このP S Aを用いて、炉心損傷確率の低減に効果のあるA Mの整備やP S R等が実施されている。A Mの整備については自主的な保安措置として次のように実施されている。（P S Rについては「6.3 発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組み例」にて確認）

- ・原子力発電所は多重防護の思想の下に安全設計を行い、厳格な管理の下、建設、運転を行ってきており、運転開始当初より高い安全性を確保してきている。
- ・一方、万一設計で想定した事象から外れた事態に進展した場合にも、現有設備を有効活用することにより適切な対応が可能なように、シビアアクシデント研究の最新の成果を取り込むとともに、P S Aから得られた知見等に基づき1994年3月にA Mの整備方針が取りまとめられた。
- ・この方針に従い、本発電所においても設備面の充実、手順書の整備、従業員の教育等が実施されている。なお、原子力保安研修所での運転員のシミュレータ訓練の中にシビアアクシデントに対応した訓練が含まれている。さらに、A Mの教育については、運転員や技術系関係者にだけでなく、事務系も含めた全従業員を対象とした教育が本年度より始められるなど、原子力安全の教育の充実に配慮が払われている。
- ・設備面では「炉心冷却機能の強化（代替再循環等）」、「放射性物質閉じ込め機能の強化（格納容器内自然対流冷却、格納容器内注水）」、「安全機能のサポート機能の強化（代替補機冷却）」を抽出し順次対応・整備を行い、現在ではこれらの項目は全て対応・整備済となっている。
- ・運用面ではA M対策を的確に実施するための手順書として、『アクシデントマネジメントガイドライン内規』や『故障事故処理内規（第二部）同（第三部）』などが新規に作成されている。
- ・これらのA Mの整備状況については、2001年度中に報告書として取りまとめられる予定である。

6.1.2 良好事例

- ・ AMの教育の充実

AMの教育について、運転員や技術系関係者だけでなく全従業員を対象に行われ、原子力安全の教育の充実に配慮が払われている。

6.1.3 改善提案

- ・ 特になし

6.2 過去のトラブル事例の反映

6.2.1 現状の評価

(1) 設備の改造・運転方法の改善

国内外原子力発電所の事故・故障・トラブル情報については、電力中央研究所原子力情報センター、INPO（原子力発電運転協会（米国））等から「トラブル事例検討会」の事務局である技術課により収集され、設備担当課及び発電課に配布され水平展開の必要性の検討が行われている。各課の検討原案が同検討会にて検討・評価されている。本発電所に反映が必要なものは同検討会で所内周知され、類似事象の発生を未然に防止することとしている。このうち、国内の「通産大臣通達に基づく軽微な故障に該当する事象」（以下「通達事象」という。）以上のトラブルに対する水平展開実施状況については「安全運営委員会」にて審議されている。また、その水平展開の結果は技術課において「他社トラブル水平展開実施状況の継続リスト」にて記録・整理されている。

これらの水平展開に関する検討結果のうち協力会社へ連絡が必要と判断されたものは、対応担当課長等から関係する協力会社関係者に確実に周知・徹底されている。

(2) ヒューマンエラー防止活動

社外のヒューマンエラーによる不適合事象については「トラブル事例検討会」にて検討を実施し、必要により再発防止対策がとられている。

社内のヒューマンエラーによる不適合事象に対する検討は関係する課が個別対策を実施し、このうち所内全般に関係する事象は、品質保証担当が所内関係者の出席を求めて「品質保証運営委員会」で再発防止の検討を行っている。これらの結果も含めて、ヒヤリハット、トラブル事例等を基に「ワンポイントレッスンシート」を作成し、周知、活用が行われている。

ヒューマンエラー防止のためにハード対応した設備の例としては、

- ・現地盤のスイッチカバーの改良

接触等でのカバーの落下、スイッチの誤作動防止のため、マグネット式から固定式ヒンジタイプに変更した。

- ・共通エリアでの盤のユニット識別表示を床にも実施した。
- ・定検中、運転設備に近づかないよう柵、表示を行っている。
- ・中央制御室制御盤の操作スイッチへのスイッチカバー設置の徹底

等がある。

さらに、定検前に本発電所と協力会社の品質保証関係者で構成する会議等において、ヒューマンエラーも含めた作業ミスの防止に向け、作業着手前準備の充実、作業従事前教育の徹底、指差呼称の徹底等の活動計画を確認している。また、標語やポスターを協力会社も含めて募集し優秀なものは表彰するなど従業員及び協力会社社員の意識の高揚に努めている。

(3) 異常時の対応

運転時の異常の発生時には当直長をリーダーとした運転直により処置が行われる。その処置要領については、異常の発生状況により『警報処理内規』、『故障・事故処理内規』が用いられる。関係先への連絡は当直長から連絡責任者に行われ実施される。この通報・連絡を含めた異常時対応の活動内容については『異常時措置連絡要領』に示され、さらに詳細なものが『異常時の通報連絡マニュアル』に明記されており、原因調査や再発防止策の検討体制等の異常時体制が確立されている。例えば、最近の本発電所での手動停止に至ったトラブルとし

て「伊方発電所 1 号機湿分分離加熱器逃がし弁母管ドレンライン元弁からの蒸気漏えい」(2000 年 12 月発生)に対しては、蒸気漏えいの原因及びその対策について検討し、当該弁を取り替えるとともに、分解点検時の塩分管理強化、塩分混入防止に関する教育の徹底等の是正措置がとられていることを確認した。

また、本発電所で発生したトラブルは、協力会社事務所にも設置している所内電子掲示板にプレス発表文を速やかに掲示し、従業員ばかりでなく協力会社にも周知し情報共有の迅速化を図っている

(4) 漏えい燃料対策・燃料健全性監視(具体例 1)

運転中については、燃料の健全性確保の観点から『保安規定』及び『炉心管理内規』に熱的制限値(DNBR²⁵及び最大線出力密度)が規定されている。これについては、『保安規定』に基づき熱的制限値を守る運転条件が運転側に通知され遵守されている。また、『燃料の健全性確保のための基準』(出力上昇率、制御棒操作制限等)が「原子力発電安全委員会」で別途審議され運用されている。さらに、『保安規定』及び『化学管理内規』に水質管理基準が規定されており、これが遵守されている。

現場作業では異物混入防止の徹底を図っている。また、燃料の設計においても新しい知見を取り込み燃料そのものの信頼性向上を図っている。

以上のように、適切な燃料漏えい防止対策が採られている。

漏えい燃料の検知については、『保安規定』及び『炉心管理内規』に基づき 1 次冷却材中のよう素 131 の濃度を週 3 回の頻度で測定し確認している。また、1 次冷却材モニタでも連続監視している。停止時には、よう素 131 の増加量を測定している。

漏えい燃料発生の可能性が生じた場合には、『燃料管理内規』の手順に従い SHIPPING 検査²⁶が実施される。漏えい燃料と判断されたものの取扱いとしては、破損の度合いにより破損燃料容器に収納するなどの処置をとることが『保安規定』に定められている。

本発電所でのこれまでの燃料漏えいは、1, 2 号機の燃料で 1690 体のうちの 7 体で経験しているが、1992 年以降の燃料漏えいはない。3 号機の燃料では 360 体を使用しているが経験はない。ただし、いざという場合に備え SHIPPING 装置の点検及び装置の操作訓練が協力会社も加えて実施されている。

(5) 火災・爆発事故の発生防止（具体例2）

本発電所では、「消防法」に基づき防火管理業務に必要な事項を『消防計画』に定め、『防災計画』のうちの火災、震災関連事項を補完するものとして運用している。また、危険物に関する保安管理としては、『危険物火災予防規程』を制定し火災予防を図っている。

火災・爆発事故発生防止のため、設備面では「消防法」や「原子力発電所の火災防護指針(JEAG4607)」等に基づき、実用上可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用するなどの対策が講じられている。

消防用設備として各種の消火設備及び各種消火器の設置に加え、さらに、消防車が1台保有されており、それらの機能は定期的に確認されている。なお、消防車については近隣の山火事の際に支援の実績を有している。

火災発生時の連絡経路については『消防計画』に規定されるとともに、『異常時の通報連絡マニュアル』に取り込まれ、平日昼間、平日夜間、休日昼間、休日夜間の通報・連絡体制がそれぞれ定められている。万一火災・爆発事故が発生した場合には、その通報・連絡体制を用い自衛消防隊を組織して初期消火活動を行い、早期鎮火に努めることが『消防計画』に規定されている。

火災・爆発事故が発生した場合の通報・連絡要領については、小冊子の『構内安全統一ルール』にも記載されており、従業員や協力会社社員へ配布、周知されている。また、通報・連絡体制が適切かつタイムリーに機能することの確認を目的として、『消防計画』に基づき「消防訓練」の中で通報訓練を実施している。

万一の火災・事故等の災害発生時の対応を迅速かつ的確に実施するとの観点から、本発電所全体平面図や建屋内機器配置図を最寄りの消防署に提供するとともに、消防署側も本発電所管理区域内の消防訓練を行う等、良好なコミュニケーションの確保が図られている。

6.2.2 良好事例

- ・ ヒューマンエラー防止の観点からのスイッチカバー改良・設置の徹底

ヒューマンエラー防止の観点から、現場盤のスイッチカバーについて接触等によるカバーの落下、誤作動防止のため、マグネット式からより安全な固

定式ヒンジタイプに変更している。さらに、中央制御室制御盤の操作スイッチへのスイッチカバー設置の徹底が図られている。

- ・ 協力会社も含めたヒューマンエラー防止意識の高揚
ヒューマンエラー防止に関して、標語やポスターを協力会社も含めて募集し優秀なものは表彰するなど、従業員及び協力会社社員の意識の高揚に努めている。
- ・ 所内電子掲示板によるプレス発表文の周知・情報共有の迅速化
本発電所で発生したトラブルは、所内電子掲示板にプレス発表文を速やかに掲示し、従業員ばかりでなく協力会社にも周知し情報共有の迅速化を図っている。

6.2.3 改善提案

- ・ 特になし

6.3 発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組み例

6.3.1 現状の評価

(1) 定期安全レビュー（P S R）

通商産業省（現 経済産業省）は 1992 年 6 月、原子力発電所を有する電気事業者に対して、運転期間の長期化等を踏まえて、原子力発電所の安全性等の向上を目的として、約 10 年毎に最新の技術的知見に基づき原子力発電所の安全性等を総合的に再評価するよう要請した。これを受けて本発電所では、1号機について運転開始後 20 年を経過した 1998 年に、自主保安の観点から P S R が実施されている。また、2001 年には 2 号機の P S R が計画されている。

P S R では、運転経験の包括的評価、最新の技術的知見の反映及び P S A の 3 つの事項が実施されている。このうち運転経験の包括的評価では、当該プラントの運転開始時から国内外で発生した事故・故障の教訓等の管理面や設備面への反映状況の評価により、米国 T M I 事故²⁷や関西電力(株)美浜発電所 2 号機の蒸気発生器伝熱管損傷事故等の再発防止対策が実施されていることが再確認さ

れている。また、最新の技術的知見の反映では、安全研究成果、技術開発成果に基づく技術的知見の重要設備への反映状況が確認されている。例えば、技術開発成果に基づく技術的知見として、異物による燃料破損防止を図るため、下部ノズル形状等を改善した改良型燃料の採用などが確認されている。このように、改めて安全性、信頼性が総合的に評価され最新のプラントと比較しても遜色のないレベルにあることが再確認されている。

なお、PSRでは設計当時の考え方を含めた当該プラントの原子炉施設全般にわたる評価がなされており、技術の伝承の素材として、本発電所において教育に活用されることは検討に値すると考えられる。

(2) 1, 2号機主要機器更新工事

本発電所の更なる信頼性向上を目的として、1号機では、1998年の定検において蒸気発生器の取替工事が、2000年の定検において原子炉容器上部ふた取替工事といった大きな機器更新工事が行われている。具体的なこれらの工事のうち蒸気発生器取替工事に関して、安全上の対応の取組状況をレビューした。その状況は以下の通り。

- ・保安については、『保安規定』、『保守内規』に定められており、原子炉施設の安全性に重大な影響を及ぼすと予測される改造工事のため、「原子力発電安全委員会」、「安全運営委員会」で審議されている。
 - ・現地工事の計画段階での評価は、『設備変更管理検討会運営マニュアル』に基づき、年度計画策定後、適宜「設備変更管理検討会」を開催し既存設備の影響評価を実施している。
 - ・「電気事業法」、「保守内規」に基づき改造後点検及び性能試験（使用前検査含む）を実施している。具体的な立会程度等業務遂行の要領については、『品質保証内規』で定められたとおり実施されている。
 - ・性能試験結果等が運転側に引き継がれ運転関係手順書等に反映されている。
- これらは、計画段階から本店及び本発電所ばかりでなく協力会社とも十分な連携を図り、安全性を十分考慮して計画・実施・評価が行われている。

なお、2号機では、2001年の定検時に蒸気発生器と原子炉容器上部ふたの両方の取替工事が計画されている。

6.3.2 良好事例

- ・ 大きな機器更新工事の安全性への十分な考慮

蒸気発生器の取替工事及び原子炉容器上部ふた取替工事といった大きな機器更新工事にあたり、計画段階から本店及び本発電所ばかりでなく協力会社とも十分な連携をはかり、安全性を十分考慮して計画・実施・評価が行われている。

6.3.3 改善提案

- ・ P S Rの技術伝承教育への活用

P S Rでは発電所の当該原子炉施設全般にわたる評価がなされており、技術伝承の素材として有益な内容が含まれている。本発電所の技術伝承教育に有効に活用することが望ましい。

【 用語解説 】

- 1 加圧水型軽水炉 (PWR) : Pressurized Water Reactor。しくみを参考図 4 に示す。
- 2 設備利用率 (%) = [発電電力量 (kWh) の合計] × 100 / [(認可出力 (kW) × 歴時間数 (h)) の合計]
- 3 臨界安全管理 : 核燃料加工工場や使用済燃料の再処理工場などの核分裂性物質を取扱う施設において、核分裂性物質が臨界状態に達して臨界事故を起こすことがないよう安全に管理すること。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 4 核的安全 : 核的事故に対する原子力施設の安全性をいう。原子炉の場合の核的事故とは、反応度制御系等原子炉の反応度の増減に関係する機器の故障または破損により急激に反応度が増加し、このため原子炉熱出力が急増し、燃料が過熱する事故を指す。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 5 ALARA : As Low As Reasonably Achievable (合理的に達成できる限り低く) の略で、国際放射線防護委員会 (ICRP) の勧告で示された放射線防護実行上の基本的な概念。
- 6 定期安全レビュー (PSR) : Periodic Safety Review。運転開始後一定期間経過した原子炉施設について、運転経験の反映状況及び最新の技術的知見の反映状況等を定期的に評価すること。(「平成 11 年版原子力安全白書」より引用)
- 7 アクシデントマネジメント (AM) : Accident Management。設計基準事象 (原子炉施設を異常な状態に導く可能性のある事象のうち、原子施設の安全設計とその評価にあたって考慮すべきとされた事象) を超え、炉心が大きく損傷するおそれのある事態が万一発生したとしても、それがシビアアクシデントに拡大するのを防止するため、若しくはシビアアクシデントに拡大した場合にもその影響を緩和するために採られる措置。(「平成 10 年版原子力安全白書」より引用)
- 8 リスク評価 : 将来発生するかもしれない人間や環境に悪影響をもたらす事象を、あらかじめ予想し、発生した際の悪影響の程度を調べること。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 9 ヒンジ : hinge。ちょうつがい。スイッチカバーの固定式ヒンジタイプとは、カバー受け台とカバーをちょうつがいで見つなぎ、カバー受け台を盤に固定したタイプ。ちょうつがいによりカバー部分は開けることが可能で、スイッチ操作が行える。ちょうつがいによりカバーの落下等もおきない。
- 10 モニタリングステーション・モニタリングポスト : 原子力施設周辺の環境モニタリングを実施するため設けられた施設。一般に、空間ガンマ線量率だけを測定する施設をモニタリングポストと呼び、空間線量率に加えて空気中の放射線核種の濃度・気象データ等の測定を行う施設をモニタリングステーションと呼ぶ。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 11 ITV : Industrial Television (工業用テレビ) の略。
- 12 運転責任者 : 1980 年 12 月に原子力発電所運転責任者資格認定制度が発足し、国の指定する機関による運転責任者の認定を受けた者が運転責任者として配置されている。国が指定する機関としては、(社)火力原子力発電技術協会がある。
- 13 OJT : On the Job Training の略。職場で実際の仕事をしながら実地に学んでいく企業内教育

の一般的な方法。担当する業務が高度になればなるほど、教育訓練の方法をパターン化することが難しくなっていくので、OJTによる教育訓練の重要性がより高まっていく。(imidas2000より引用)

- 14 ECT : Eddy Current Test。渦流探傷試験。
- 15 クラッド : crud。軽水炉一次冷却水中において、配管系の金属材料の腐食によって水中に放出される腐食性生物のうち、水に不溶性で微細な粒子として分散している金属酸化物の総称。「crud」は、Chalk River (また Canadian Reactor) unidentified deposit の頭文字をとったものといわれている。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 16 エリアモニタ : 放射線モニタの一種。放射線管理区域内の空間線レベルの監視を目的としたもので、通常多数箇所に検出器を設置し、集中管理される。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より「エリア放射線モニタ」と同義語として引用)
- 17 プロセスモニタ : 一次冷却材系、排気系、排水系などのプロセス流体の放射線レベルを監視する設備。通常監視、警報・保護動作のための信号を発生する。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より「プロセス放射線モニタ系」と同義語として引用、一部加筆)
- 18 コールド : 放射能が弱いあるいはほとんどないことを表現した形容詞。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 19 1 / Mプロット : 未臨界増倍率Mの逆数プロットのことで、原子炉の未臨界状態を確認するために用いる。
- 20 反応度制御 : 原子炉の制御における基本的な操作量は反応度で、これを適切に操作することによりプラントの安全な制御が可能となる。制御の目的で反応度を変化させるには、制御棒の出入れのように、炉心外部から操作できるものでなければならない。また間接的に反応度を制御する方法として、温度、流量、圧力などを変化させる方法も考えられ、制御棒による制御と組み合わせて使用される場合が多い。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 21 シビアアクシデント (severe accident) : 設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全計画の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却又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。(「平成10年度原子力安全白書」より引用)
- 22 フォールトツリー (fault tree) : 複雑なシステムの機能喪失、使命達成不能などの好ましくない事象を頂点に、それをもたらす要因を成功、失敗の二値論理の組み合わせを使い、素因までさかのぼって表示したもの。その形状が樹木状になることからこの名称がある。システムの設計、運転、保守にかかわる総合的な信頼性を評価する手法の一つとして有効である。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 23 炉心損傷 : 原子炉冷却材の冷却能力の異常な減少あるいは炉心の異常な出力上昇により、燃料体が過熱、破損し、かなりの部分の燃料集合体が元の形状を失うこと。(「原子力辞典 : 日刊工業新聞社」より引用)
- 24 確率論的安全評価(PSA) : Probabilistic Safety Assessment。発生する可能性のあるさまざまな事象について、その発生確率を考慮して安全性を評価すること。例えば、事象の結果とその発生確率の関数としてリスクを定義し、そのリスクの度合を評価する確率論的リスク評価 (Probabilistic Risk Assessment ; PRA) などが代表的なものである。原子炉を対象としたも

のには、ラスムッセン報告(WASH-1400)などの例がある。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

25 DNBR (限界熱流束比): Departure from Nucleate Boiling Ratio。原子炉では異常な出力の急上昇や流量低下が生じた場合、熱流束が制御されている伝熱面では、出力と冷却材除熱能力とが不均衡となる。この熱流束がある限界値を超えると、核沸騰による熱伝達から離れ、伝熱面温度が不連続に急上昇する。この限界熱流束をCHF(Critical Heat Flux)といい、核沸騰離脱をDNBと呼んでいる。DNBRはDNB比のことを指し、出力と冷却除熱能力との不均衡の度合いを示す。(「原子力百科事典ATOMICA：(財)高度情報科学技術研究機構 原子力PA データベースセンターのホームページ」より引用)

26 シッピング検査：原子炉停止時に燃料集合体毎の流路を区切り燃料から漏えいした核分裂生成核種を検出することにより、漏えい燃料の有無を識別するための検査。

27 TMI 事故 (スリーマイルアイランド事故): アメリカのペンシルバニア州スリーマイルアイランド (Three Mile Island) 原子力発電所の2号炉 (PWR, 959MW) で、1979年3月28日に発生した事故。定格出力で運転中、主給水ポンプが停止し、補助給水ポンプが起動したが、出口弁が閉じていたため機能しないので、一次冷却材の温度と圧力が上昇した。したがって、加圧器圧力逃がし弁が開いて原子炉は緊急停止した。しかし、運転員が、加圧器圧力逃がし弁の開に気付かず、非常用炉心冷却装置を停止したため、一次系の水量が減少して、炉心の上部が露出し、燃料損傷が発生した。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より抜粋)

我が国では、国内の原子力発電所の総合的な再点検を実施し、同様な事故が起きる心配のないことが確認されている。また、原子力安全委員会は特別委員会を設け、この事故の経験を踏まえて我が国の原子力発電所の安全確保対策に反映すべき事項として、プラントの状態監視技術の向上など52項目を選び出した。そして、1980年5月と6月に、「我が国の安全確保対策に反映すべき事項」として、安全審査などに当たり、今後考慮すべき事項ないし具体的な考え方が決定され、これらは着実に我が国の原子力発電所に反映されている。(「原子力発電便覧：電力新報社」より抜粋)