



ニュークリアセーフティーネットワーク (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.nsnnet.gr.jp>

NSネット文書番号:(NSP-RP-006)

2000年11月24日発行

<p>相互評価 (ピアレビュー) 報告書</p>

実施事業所	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 (福島県双葉郡大熊町及び双葉町)
-------	---

実施期間	2000年10月17日~20日
------	-----------------

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

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	20
3．教育・訓練	25
4．運転・保守	28
5．放射線防護	35
6．重要課題対応	39

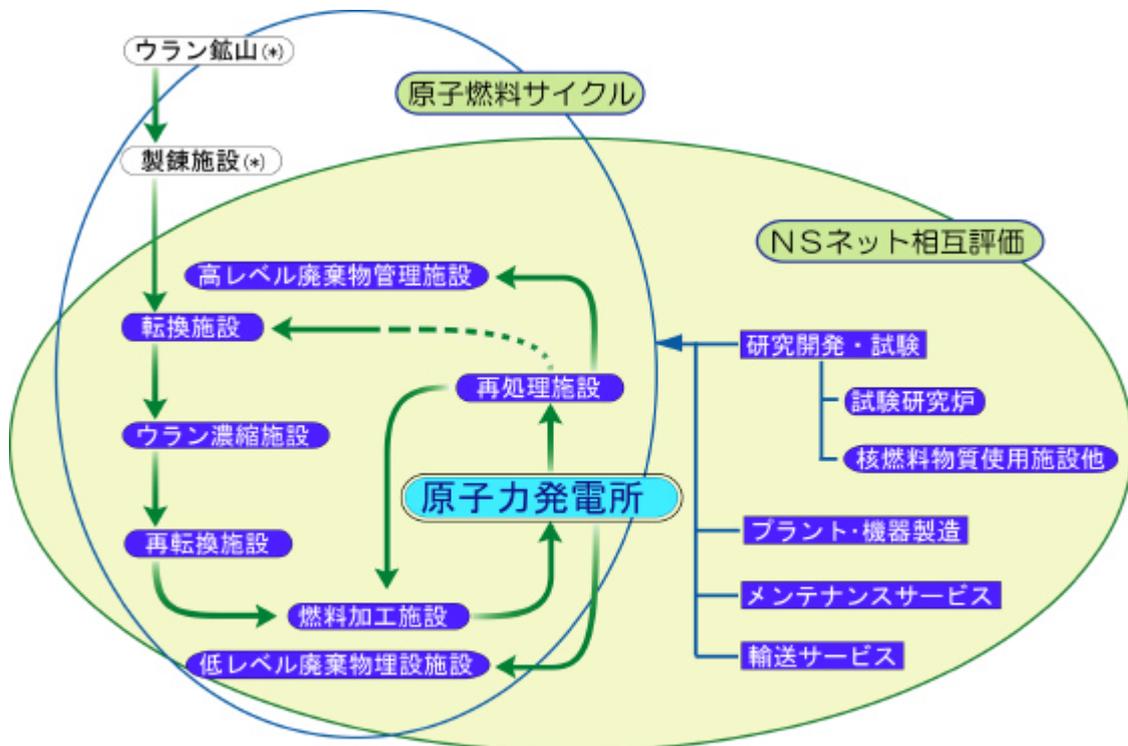
【序論及び主な結論】

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訪問し、原子力安全に関する会員間の共通課題について相互評価を実施し、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. 対象事業所の概要

東京電力(株)は、福島第一、福島第二、柏崎刈羽の3つの原子力発電所を有しており、同社全体の発電電力量において原子力の占める割合は約49%(1999年度)となっている。



*: 海外委託

原子燃料サイクルにおける原子力発電所の位置づけ

今回レビュー対象となった福島第一原子力発電所（以下「本発電所」という。）は、東京から北方約 250km の太平洋に面した福島県の大熊町と双葉町に位置する約 350 万m²の広大な敷地を有した同社における最初の原子力発電所であり、6 基の沸騰水型軽水炉（BWR）を擁している。

本発電所では、1号機が1971年3月に営業運転を開始しており、それ以来29年以上にわたり安全・安定運転を続けており、2000年9月には営業運転開始以降の累積発電電力量がわが国の原子力発電所として初めて6,500億 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	主契約者	運転実績（累積） (2000年9月末現在)	
					発電電力量 (億 kWh)	設備利 用率(%)
1	460	BWR - 3	1971/03	GE ¹	677	56.9
2	784	BWR - 4	1974/07	GE/東芝	1,071	59.5
3	784	BWR - 4	1976/03	東芝	1,094	64.9
4	784	BWR - 4	1978/10	日立	1,115	73.9
5	784	BWR - 4	1978/04	東芝	1,094	70.9
6	1,100	BWR - 5	1979/10	GE/東芝	1,483	73.4
合計	4,696	-	-	-	6,534	67.0

本発電所の従業員数は、約 970 名であり、このうち実際の運転に携わっているのは約 220 名で、6 班 3 交替の運転体制を採っている。残りの従業員のうち保守部門が約 330 名、技術支援部門が約 170 名、総務等のその他部門が約 250 名の構成となっている。また、本発電所には協力企業の社員約 5,000 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積の設備利用率²は約 67%であるが、直近 10 年間の平均では、約 72%に達しており良好な運転実績となっている。

¹ General Electric 社：米国

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．レビューのポイント

原子力発電施設を有する事業所の相互評価実施にあたっては、NSネット設立の原点が、1999年9月30日に(株)ジェー・シー・オーの転換試験棟（燃料加工施設）において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した核燃料施設を有する事業所の相互評価では、「臨界事故等の重大な事故の発生防止」にレビューの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・社会安全の両面から、次の5つの基本的な視点をおくこととした。

- (1) 安全確保の基盤
- (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つの視点をそれぞれ以下のようにブレイクダウンし、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」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、協力企業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貯蔵プール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ること、さらに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・取り組みなどである。

「(5)最近の軽水炉での課題対応」としては、配管の溶接部、使用済燃料輸送容器、及びMOX燃料⁵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、高経年化プラントに対する取り組みなどである。

4. レビューの実施

実施期間

2000年10月17日(火)～20日(金)

レビューチームの構成

第1グループ：三菱重工業株式会社，電源開発株式会社

第2グループ：北海道電力株式会社，日本原子力研究所

第3グループ：三菱原子燃料株式会社，NSネット事務局

調整員：NSネット事務局

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

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単位で、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号機を代表とした。

³ 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に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係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 混合酸化物燃料(Mixed-Oxide Fuel)；二種類以上の酸化物である核分裂性核種を含む核燃料。普通、酸化ウランと酸化プルトニウムの混合物を主体とした核燃料をいう。（「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用）

なお、本発電所の敷地内配置図並びに3号機の主要仕様及び発電所断面図等を、参考として添付した。

5. レビュースケジュール

レビューは4日間にわたり、グループ毎に下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添付した。

		第1グループ	第2グループ	第3グループ
10/17 (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、4号機中央制御室, 原子炉建屋]		
	PM	書類確認 (1. 組織・運営)	書類確認 (4. 運転・保守 (1) 効果的な運転管理)	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)
10/18 (水)	AM	書類確認 (2. 緊急時対策)	書類確認 (4. 運転・保守 (2) 効果的な保守管理)	書類確認 (6.2 過去のトラブル事例の反映)
		現場観察 [緊急時対策室]		
	PM	面談 【事業所長クラス】 【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】	現場観察 [3号機中央制御室] [3号機使用済燃料プール] [廃棄物集中処理建家] [運用補助共用施設]
10/19 (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 (6.3 高経年化プラントに対する取り組み)
		現場観察 [技能訓練センター]	現場観察 [固体廃棄物貯蔵庫]	
	PM	事実確認	現場観察 [3号機中央制御室] 事実確認	事実確認
10/20 (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及びこれに基づく議論、そして従業員等との面談を通して、良好事例や改善項目の抽出を行った。

また、レビューの過程で「定期保安教育資料（臨界安全管理）」等、レビューチーム側から参考となる活動事例が適宜紹介され、原子力安全文化の交流が図られた。

(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、施設ないし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、事業所長クラス、管理職及び運転員／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状況把握
- d. 決められた事項の遵守状況の把握及び同事項が形骸化していないかの把握
- e. 原子力安全への取り組み、意識の把握

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い、その結果を評価・整理したものを【各論】としてまとめ、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、安全操業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、協力企業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
 - 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

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、及び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
 - 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. 事故訓練の実施（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との考えに基づき、協力企業も含めて、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し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
 - b. 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

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、協力企業も含めて適切な要員・体制となっているか、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制限値の遵守、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・点検の実施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（運転制限値遵守）

(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
- d. 作業計画・管理

分野5：放射線防護

A L A R A⁶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・A L A R A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

⁶ 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。

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、新燃料の受入から原子炉への装荷・運転・取出し、使用済燃料保管・輸送に至るまでの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。併せて、定期安全レビュー⁷(PSR)報告書やアクシデントマネジメント⁸(AM)策の整備状況等を例として、リスク評価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象等の反映について、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、最初の原子炉である1号機が営業運転を開始して30年近くが経過していることを踏まえて、特に高経年化プラントに対する東京電力(株)の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い管理
- (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 高経年化プラントに対する取り組み

- (1) 長期保全計画
- (2) 大規模改良工事対策例

⁷PSR：Periodic Safety Review の略。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年度原子力安全白書」より引用)

⁸AM：Accident Management の略。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年度原子力安全白書」より引用)

7. 主な結論

今回の東京電力(株)福島第一原子力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、発電所長をはじめ全従業員が協力企業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。

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、本発電所より、福島第二原子力発電所や柏崎刈羽原子力発電所、さらには本発電所の協力企業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。

- ・ 協力企業に対する安全文化の醸成活動の一環として、現場第一線の協力企業作業班長と本発電所副所長レベルの意見交換、及び協力企業若手社員と本発電所若手従業員との意見交換が実施されており、協力企業との円滑なコミュニケーション確保に努力が払われている。
- ・ 1985年頃から3回にわたる作業員の「線量低減タスク」を実施し、冷却材中の放射性物質の低減、作業分析による定検工法の改善、ユニット間の被ばく線量の比較に基づく「良い所取り手法」による定検工法の改善等により被ばく低減を図っている。また、1997年度から3号機、2号機、5号機で順次実施しているシュラウド取替工事においても、積極的な被ばく低減対策を実施し成果を上げている。
- ・ 他の原子力発電所等において発生し、収集されたトラブル・事故等の事例は、「予防保全検討会」においてタイムリーに検討されるとともに、特に緊急性を要すると判断された場合には「QUICK LETTER 制度」により、速やかな関係箇所への周知、迅速なコメント処理が行われるなど、本発電所への水平展開、再発防止が確実に図られている。

- ・ 過去の火災事例から、難燃・不燃シートの使用の徹底や火気作業の危険度に応じた専任監視員の配置等をルール化し、その内容を『作業安全ハンドブック（火気作業危険物取扱い作業）』に反映し、本発電所の従業員及び協力企業の関係者に配付し周知徹底を図っている。

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。

- ・ 発電所に対する理解促進活動の一環として、管理区域内にも見学者を積極的に受け入れており、安全上さまざまな配慮がなされている。例えば、使用済燃料プールでは見学者エリアを設け、透明な板による異物落下防止対策が採られているが、見学者を案内する経路で使用済燃料プール側へ不用意に接近できないようにするなど、さらに対策を徹底されることが望ましい。
- ・ 協力企業の社員に対する安全文化の一層の浸透について、例えば「協力企業作業班長資格承認制度」の個別研修項目として「安全文化」を設けるなど、協力企業に対して一層の安全文化の浸透を働きかけることが望ましい。
- ・ JCO事故後に作成されたテキスト「原子力発電所における未臨界管理について」を用いた臨界安全教育が全従業員を対象として実施されているが、本教育を、今後、定期的にも実施して行くようなシステムを確立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・責任範囲は、『職制規程』に明確に定められている。本発電所の保安上の責任は、『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、発電所長（以下「所長」という。）が本発電所の保安に関する業務を統括することとなっており、各職位に応じてそれぞれの責任範囲が適切に定められている。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」に基づき原子炉主任技術者を選任し、本発電所における運転に関し、保安上必要な場合に所長に対する意見具申、運転に従事する者へ指示、各職位への助言・協力等、職務が、『保安規定』に明確に規定されている。

このように、それぞれの立場に応じた安全上の責任範囲が適切に定められており、それぞれが責任を確実に果たすことで原子力施設の安全性が確保される体制となっている。

なお、所長直轄の組織である原子力安全推進センターに原子力安全推進グループが置かれており、安全意識高揚策の推進等、協力企業を含む本発電所内の安全に係る諸活動等を横断的に行っている。

安全に係る事項を審議・検討する会議体として「原子力発電保安運営委員会」、「安全会議」、「原子力安全推進会議」などが設置されている。「原子力発電保安運営委員会」では本発電所の保安運営に関する重要事項の審議、「安全会議」では人身安全確保、諸設備の保全など全ての安全管理に関する方針及び対策、「原子力安全推進会議」では原子力安全の推進に係る重要事項の審議が行われている。これらの会議体については、それぞれ運営要領やマニュアルに規定されており、適切に運用されている。

b. 組織目標の設定

本発電所では、1998年4月に所長により3項目からなる「安全方針声明」が設定されている。この声明においては、安全運転、安全確保を大前提とする「発電所の運営は安全確保を最優先します。」という方針が第一番目に掲げられている。

また、JCO事故に鑑み1999年12月により一層の安全運転への取り組みを誓うべく、本発電所は福島第二原子力発電所と共催で協力企業の参加も得て「安全運転推進大会」を開催し、安全運転、安全確保を達成することを目的とした「安全運転推進宣言」及び「スローガン」が打ち出されている。

さらに、組織の具体的な行動目標として、本発電所の重点課題を抽出した「業務計画策定方針」がとりまとめられており、本年度は安全文化の一層の徹底として「安全のDNAを作ろう」をスローガンに、安全管理の一層の充実などを含む安全安定運転の継続を第一番目に掲げている。この方針をもとに各部門の具体的な業務計画が立案され、四半期毎にこの計画に対する進捗状況がチェックされるとともに、年度終了後には、所長により実績がヒアリングされている。なお、「業務計画策定方針」の立案に際しては、設備利用率、放射性廃棄物発生量、被ばく線量等のパフォーマンス指標を導入し、これらについて具体的目標値を定めている。

本発電所のこれら安全方針や組織行動目標などは、小冊子等に掲載され配布されるとともに、事務所居室・中央制御室を始め、本発電所内の掲示板等にも掲示されており、全従業員への周知・徹底が図られている。特に、「業務計画策定方針」については、要点をまとめた理解しやすい概要版が作成され、全従業員及び協力企業に配布・周知されている。

c. 管理職のリーダーシップ

管理職を対象に組織目標、安全文化醸成への取り組み、地元地域への理解促進活動について面談を実施した。この結果、管理職は安全に対する高い意識を有しており、「業務計画策定方針」をとりまとめる中で、組織目標の浸透を図っていること、所内LAN等を活用した所内への情報発信に努めていること、全戸訪問などにより地元地域への理解促進活動に積極的に取り組んでいることが

確認できた。また、本発電所トップである所長に対しても面談を行い、トップの方針や考えをわかりやすいクリアなメッセージで発信していくこと、極力現場に足を運ぶこと、安全性確保を第一に発電所運営に注力していくことなどの基本方針を確認することができた。また、所長からの安全メッセージは年頭及び定期的な安全大会等で訓辞されている。さらに、必要の都度、安全総点検などの指示が出されている。直近では、所長から「安全・安定運転の意識徹底」など3件についての安全総点検指示が2000年7月に出されている。

(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

所長直轄の組織として原子力安全推進センターが設けられており、同センターに原子力安全推進グループが置かれている。同グループは、『職制規程』に基づきライン業務と独立した立場で品質保証活動、安全意識の高揚策の推進などを担当している。安全文化の醸成についても同グループが担当することとなっており、所長を主査とする「原子力安全推進会議」にて、年度計画を定め本発電所の安全文化醸成活動を推進している。安全文化醸成活動への取り組みとしては、専門家による定期的な講演会や、「原子力発電所における安全文化とは」などの発電所内統一テーマを月1回程度選定し、職場の各グループによるミーティングを実施するなど、全従業員に対する安全文化の醸成が図られ、日常的な活動として定着していることが確認できた。

また、協力企業に対する活動については、安全文化に対する説明会の実施、原子力安全に携わっている協力企業の永年勤続者・安全文化推進功労者の表彰、電子掲示板設置によるタイムリーな発電所情報の連絡、所長以下発電所幹部と協力企業幹部との間で定期的（月1回）に行われる「安全推進協議会」における意見交換等、効果的なコミュニケーションが図られている。

このような協力企業に対する活動を展開するにあたっては、協力企業の社員に対してアンケートによる意識調査（1997及び1999年実施）を行って、その結果を活動に反映している。

b. 具体的なモラル向上に係る活動

モラルの向上に係る活動として、風土改革運動が進められている。この運動は、使用済燃料輸送容器データ改ざん問題に端を発した活動であり、次の3つの柱を中心に進められている。

円滑な社内情報流通の確立（風通しを良くする）

社会との関わりを意識した業務運営・人材育成（社会の声を聴く）

モラルの徹底、協力企業とのパートナーシップの醸成（自らを律する）

本発電所では所長を主査とする「風土改革委員会」を設け、積極的な活動を展開している。具体的な活動としては、35歳の中堅従業員と本発電所幹部との意見交換（コミュニケーション35）、外部講師による全従業員を対象とした職場マナー研修、異業種への派遣研修などが行われている。

また、協力企業に対する従業員としての心構えや風土改革の提案等が記載されたポケットサイズの小冊子の作成や、目安箱の設置による協力企業からの意見収集等、協力企業とはイコールパートナーであるとの風土定着に努めている。

特に、「平成12年度風土改革推進の計画」においては、アクションプランとして「協力企業社員との意見交換の継続的な実施」を位置付け、本発電所若手従業員と協力企業の若手社員の意見交換や、安全文化推進功労者・品質推進功労者を囲んでの意見交換の場を設けるなど、計画的に円滑なコミュニケーションを図っていく上での工夫が見られる。

また、これらの活動の内容を掲載した「風土改革 NEWS」と呼ばれる月刊紙を発行しており、従業員に対する意識浸透策も採られている。

c. 地元地域への理解促進活動

地元地域への理解促進活動として、発電所見学会、地域行事への参加、地元オピニオンリーダーやモニターとの懇談会などの諸活動が積極的に進められている。特に、発電所見学会に関しては、地元小中学生を対象にした社会見学、体験学習などの理解促進活動をはじめとして、多数の見学者を積極的に受け入れている。このため、発電所施設内にグリーンベルト（安全通路）の設置及び見学者エリアを設定して異常接近防止や異物落下防止等の工夫もなされている。

また、地元地域への情報発信として、本発電所の情報紙「ふくいちめーる」

が定期的（2ヶ月に1回）に発行され、本発電所の運転状況や各種トピックスなどの情報が立地町全戸に配布（新聞折り込み）されるとともに、公共施設や各種団体にも送付されている。これらの情報はインターネットホームページでも入手可能となっている。また、モニタリングポスト、スタックモニタ等のデータについてはサービスホール内及び周辺町役場等で公開されている。本発電所で発生したトラブル状況等の情報についても地元オピニオンリーダー等への説明が行われるとともに、適宜、原因と対策を解説した「ふくいちめーる」臨時号が発行されている。このように本発電所内の情報は、確実にかつタイムリーに地元地域に発信されている。さらに、従業員による全戸訪問などの場を利用して地元住民の原子力に対する理解を得るための努力が続けられている。

これらの活動を通して地域との日常的な交流や信頼関係の構築に努力が払われている。

(3) 品質管理

a. 効果的な監査体制

本発電所における品質管理とは、安全かつ安定に電力を供給することである。これを達成するため、本発電所の品質保証活動に対応する組織が『職制規程』に定められているとともに、本発電所の品質保証計画書である『品質保証マニュアル』に基本的な品質保証活動が明確に定められている。また、品質保証活動の実施状況については、『品質保証活動診断要領』に基づき、保安監理担当が診断チームを編成して所内技術系各グループに対する監査を定期的（2年に1回）に実施している。

一方、本店原子力管理部は、品質保証計画書として『原子力管理部品質保証要領』を定め、発電所の運転・保守及び改造工事に関する品質保証活動の内容等を明確にしている。本店による本発電所に対する品質保証監査としては、原子力管理部が行う「保安管理調査」（3年に1回）と、本店主管部門から独立した立場にある原子力特別補佐（業務管理部）が行う「原子力品質監査」（年2回）がある。

このように、ラインとラインから独立した部門による監査がそれぞれ定期的を実施されており、本発電所の品質保証活動を的確に維持・向上していく体制

が整えられている。

また、協力企業に対しても、『品質保証活動監査要領』に基づき、保安監理担当が編成した監査チームにより定期的に監査を行い、品質保証活動が的確に実施されていることを確認している。

b. データ改ざん問題対応

最近、配管の溶接部、使用済燃料輸送容器、及びMOX燃料の検査においてデータ改ざんが他社において発覚した。東京電力(株)では、これらのデータ改ざん問題に対し、社内の各原子力発電所共通の問題点として捉え、本店及び3原子力発電所を含めたワーキンググループなどを設置して改善策を検討し、各原子力発電所への水平展開及び再発防止を図っている。

また、「使用済燃料輸送容器のデータ改ざん問題」ではこれを重く受け止め、社内に「風土改革検討委員会」を設けて、企業体質・風土にまで踏み込んで問題点を検討・把握し、改善に向けて一丸となって取り組んでいる。

特に、MOX燃料の検査については、2000年7月14日に出された通商産業省令改正⁹の主旨を踏まえて「品質保証に関する説明書」を国に提出し、その内容の確認を受けて品質保証体制が確立していることが確認されている。今後の輸入燃料についても、同様の品質保証体制の確認が行われることになっている。

このように、プルサーマル¹⁰を実施する上での安全性確保に向けた地道な努力がなされている。

1.2 良好事例

- ・ 当該年度の本発電所の重点課題を抽出した「業務計画策定方針」がとりまとめられており、その要点をまとめた理解しやすい概要版が作成され、全従業員及び協力企業に配布・周知されている。
- ・ 協力企業に対する安全文化の醸成活動の一環として、現場第一線の協力企業作業班長と本発電所副所長レベルの意見交換、及び協力企業若手社員と本発電所若手従業員との意見交換が実施されており、協力企業との円滑なコミュ

⁹ 「電気事業法施行規則」の一部改正：燃料体検査申請書の添付書類に品質保証に関する説明書が追加された。

¹⁰ プルトニウムを高速増殖炉ではなく、軽水炉（BWR や PWR）などの熱中性子炉でMOX燃料などにより利用すること。サーマルは、熱中性子をサーマル・ニュートロンと呼ぶことに起因する。

ニケーション確保に努力が払われている。

- ・ 安全文化醸成活動に関して、「原子力発電所における安全文化とは」などのテーマを採り上げ、職場毎に小集団活動としてのグループミーティングを実施し、安全問題を自らの問題として捉えることにより、安全文化の一層の浸透に努めている。
- ・ 協力企業に対する従業員としての心構えや、風土改革の提案等が記載されたポケットサイズの小冊子の作成や、目安箱の設置による協力企業からの意見収集等、協力企業とはイコールパートナーであるとの風土定着へ向けた活動を通して、パートナーシップの醸成に努めている。

1.3 改善提案

- ・ 協力企業とのコミュニケーションを活発にするため、現行の意見交換の場の他、さらに年齢層を広げて一層のコミュニケーションを図っていくことが望ましい。
- ・ 発電所に対する理解促進活動の一環として、管理区域内にも見学者を積極的に受け入れており、安全上さまざまな配慮がなされている。例えば、使用済燃料プールでは見学者エリアを設け、透明な板による異物落下防止対策が採られているが、見学者を案内する経路で使用済燃料プール側へ不用意に接近できないようにするなど、さらに対策を徹底されることが望ましい。

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う。なお、緊急時対応に関しては、原災法が 2000 年 6 月 16 日に施行されたことを受け、この原災法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

本発電所では本年 4 月に技術部の下部組織として、緊急時の措置に関する業務を総括する原子力防災グループが新設された。原災法施行にあたり、同グループが中心となって、地元自治体である福島県や大熊町、双葉町と協議しつつ『福島第一原子力発電所 原子力事業者防災業務計画』（以下『防災業務計画』という。）が策定された。また、緊急時の具体的な対応を検討する場として、同グループがとりまとめ事務局となって「原子力防災検討委員会」（主査：原子力防災管理者としての所長）が設置されている。同委員会では、『防災業務計画』に係る検討、原子力防災組織の再検討、通報基準の明確化、社内マニュアルの取りまとめ・整備、教育・訓練の内容等、原子力防災に係る総合的な検討が行われている。

『防災業務計画』には、原子力防災管理者としての所長を本部長とし、情報班、広報班、技術班、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。また、同計画には原子力災害予防対策の実施、緊急事態応急対策等の実施、原子力災害事後対策等が明確にされている。なお、原災法の施行に合わせ、対外対応機能の強化のために情報班及び広報班の増員等、定期的な総合防災訓練等で得られた教訓を踏まえて、機能を優先した組織の見直しが実施されている。

b. 緊急時の体制整備

「原子力防災組織」には必要な要員が配置されている。各班の責任者が異動する際には、確実に業務引継が行われるとともに教育が実施されること、特に原子力防災管理者や副防災管理者を対象に(株)BWR運転訓練センタ(以下「(株)BTC」という。)を活用した事象判断に係る教育・訓練を実施すること等により、同組織を指揮する立場の者に対して緊急時に的確な判断が下せるような取り組みがなされている。

緊急時の通報連絡体制として、平日勤務時間内、平日夜間及び休祭日のそれぞれに応じた「通報事象発生時連絡体制表」が定められており、迅速な通報連絡が可能な体制が整備されている。この体制表に記載された通報連絡対象者については、人事異動の際に速やかに改定がなされている。緊急時の所外関係機関との連絡・通報は、一斉同報ファックス・専用電話などにより、通報・連絡の迅速化が図られている。所内要員招集のための連絡手段としては、ワンタッチ操作で全対象者に自動的に連絡が可能なシステムが導入されている。このシステムでは、確実に対象者に連絡が取れるよう、携帯電話、ポケットベル等、多様な方法を用いて、要員招集がスムーズに行えるようになっている。

c. 緊急時の手順書整備

上記の『防災業務計画』に基づき、『原子力災害対策マニュアル』が規定されている。同マニュアルは本店原子力管理部が制定した全社的なマニュアルに本発電所固有の事項が追記され、本発電所の文書として制定されたものである。同マニュアルは所内各グループに配備されている。また同マニュアルに基づき、「原子力防災組織」の班毎に、具体的な対応を記載した『対応手順書』が策定されている。この『対応手順書』は、「原子力防災検討委員会」の下部組織として「原子力防災組織」の班毎に設けられたワーキンググループで検討されており、その結果は「原子力防災検討委員会」において確認されている。なお、本手順書は今後の緊急時訓練の結果を反映するなどして、適宜かつ継続的に見直されることとなっている。

d. 従業員への周知・徹底

『防災業務計画』の内容に関する説明会が従業員及び協力企業の社員を対象に実施されるとともに、広報誌「原子力ふくしま」(2000年6月号)等を利用して周知されている。また、緊急避難集合場所及び退避場所並びに緊急避難指示が出された場合の心構えが明記されたカードが、従業員及び協力企業の社員に配布されている。

なお、担当者を対象に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様子が窺えた。

また地元地域に対しては、『防災業務計画』に基づき、「ふくいちめーる」を活用して緊急時の体制強化、防災業務計画の内容等を周知するとともに、広報車「キャラバンカー」を導入して、放射線や原子力発電に係る理解促進のための活動を展開している。

(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室などの施設、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。緊急時対策室は、事故・災害を想定して、換気浄化設備や非常用電源の設置、耐震構造の適用等の配慮がなされている。また、これら設備、資機材、備品に関するリストが『防災業務計画』の別表として作成されており、定期的(年1回)に整備状況が各設備、資機材、備品の所管グループによって点検されている。点検結果は、原子力防災グループにてとりまとめられた上、必要事項が関係機関に報告されている。

また、緊急時対策室には緊急時対応情報表示システム¹¹(SPDS)が備えられており、緊急時対策室にいながら重要な情報を直接入手できるとともに、必要に応じて直接現場に指示が出せるようになっている。さらに、この情報はTV会議システムを通じて本店にも中継される。

¹¹ SPDS：“Safety Parameter Display System”の略。プラントにおいて安全上重要なデータを直接表示させるシステム。

(3) 緊急時訓練

a. 事故訓練の実施（実績）

放射性物質の施設からの漏えいなどを想定して、本発電所の緊急時における各班の役割が確実に実施されることの確認を目的とした緊急時訓練が『保安規定』に基づき定期的（年1回）に実施されている。直近では2000年3月28日に実施されている。この訓練は、原災法施行前ではあるが、施行後の体制を想定して、的確な情報発信、オフサイトセンターとの連携を円滑に行うこと等を目標にして実施されており、緊急時対策要員が迅速かつ適切な対応が取れることの確認がなされている。

また、原災法に基づく緊急時通報訓練が、「原子炉給水喪失及び高圧注水系不全事故」の発生を想定して、2000年6月30日に実施され、緊急時の組織体制が有効に機能することが確認されている。この訓練は『防災業務計画』に基づき毎年実施されることになっている。なお、本年11月末には福島県主催の総合防災訓練が予定されており、事業者としてこれに積極的に参加することとしている。

2.2 良好事例

- ・ 原子力防災に係る事項を総合的に検討する場として、所長を主査とした「原子力防災検討委員会」が設置され、ここでの議論を踏まえて的確な対応体制が整備されている。また、同委員会の下には「原子力防災組織」の班毎にワーキンググループが設置され、それぞれで緊急時の対応手順書が作成されているなど、具体的かつきめの細かい対応が採られている。
- ・ 原子力防災の新体制等については、冊子や説明会等により、従業員はもとより協力企業、関係機関、地元住民への理解促進活動が積極的に行われている。
- ・ 緊急時の所外関係機関との連絡・通報は、一斉同報ファックス・専用電話などにより、通報・連絡の迅速化が図られている。また、緊急時の要員招集のための連絡手段として、ワンタッチ操作で全対象者に自動的に連絡が可能なシステムが導入されている。このシステムでは、確実に対象者に連絡が取れるよう、携帯電話、ポケットベル等、多様な方法を用いて、要員招集がスムーズに実施できるようになっている。

2.3 改善提案

- ・ 緊急時に必要となる放射線防護具などの資機材等の点検が所管グループによって定期的にチェックシートに基づき行われている。この点検において、有効期限についてはチェックされているものの、一部の資機材について有効期限のチェック欄のないものがあるため、様式にチェック欄を追加して、確実に確認することが望ましい。
- ・ 緊急時対策室内の什器類は固定されているが、所蔵ファイル等についても大きな地震の際に散乱することのないよう、配慮することが望ましい。

3. 教育・訓練

3.1 現状の評価

(1) 資格認定

a. 資格認定制度

現業部門の資格認定では、『原子力部門 現業技術・技能認定マニュアル』及び『原子力部門 現業技術・技能認定運用要領』に基づき、運転部門、保守部門、保安部門及び技術部門に係る技術的能力を高めることを目的として、知識・技能に応じた資格認定制度が導入されている。具体的には、実務経験年数、習熟度、技術的なスキルなどにより、A級、B級、C級の3つのクラスに区分されている。このうちC級は1年目の共通研修として実施され、その後各部門でB級からA級へと、技術的能力に応じて資格認定が行われることとなっている。

資格認定に係る研修計画と実施、及び実技や実務関連知識の確認は「原子力技能訓練センター」によって行われており、研修実績は個人単位で「研修管理カード」に記録され、管理されている。認定研修には机上研修と実技研修があり、運転部門の実技については(株)BTCとの連携により実施されている。保守部門については技能訓練センターにおいて実技確認が行われている。

この資格認定制度は、本発電所の安定・安全運転に効果的に寄与している。

b. 評価基準

資格認定にあたっては、実技確認や実務関連知識に関する合否のための定量的な基準が策定されている。この評価基準については、『原子力部門 現業技術・技能認定運用要領』及び『研修運用マニュアル』に規定されている。

(2) 訓練計画・実施

a. 教育・訓練計画

原子力部門に従事する従業員に対して、原子力特有の知識・技能の修得や人材育成の観点から、『研修マニュアル[原子力]』において、各階層別に標準的な研修体系を定めている。本発電所においては、これらの研修体系を参考に、それぞれの部署の特性に応じた研修を部署毎に計画し、研修の総括部門である人事グループの承認を経て実施している。特に技術系の部署については、原子力安全推進グループが計画内容について指導・助言・調整等を行うシステムとなっている。

b. 教育・訓練の実施

運転員、及び保守部門の従業員（以下「保修員」という。）の研修については、長期的視野に立って、「運転員長期養成計画」あるいは「保修員養成計画」に基づき、計画的に教育・訓練が行われており、技術的能力の向上が図られている。特に、運転員については(株)BTC派遣研修や訓練直の教育・訓練が行われている。訓練直の教育・訓練は、発電部によって年間研修予定が年度ごとに策定され、コンパクトシミュレータ研修、ヒューマンファクター教育、安全文化研修等が組み込まれている。また、保修員については技能認定研修に加えて、グループ内での技術研修、メーカへの派遣研修、保修実務研修（OJT）等が行われている。

協力企業の社員に対しては、契約に基づき協力企業が教育・訓練を実施することとしているが、本発電所は「労働安全衛生法」に基づく入所時教育、放射線防護教育等が確実に実施されていることを確認している。特に、工事または作業の主管グループマネージャー（以下「GM」という。）は、『作業班長資格承認制度運用マニュアル』に基づき、作業の中核となる作業班長（単位作業の長）に対して資格認定を行うとともに、定期的研修を義務付けその報告を受けている。これらの教育・研修については、東京電力(株)及び構内協力企業各社で構成されている福島原子力企業協議会が主催している。

運転や保守に係る技術伝承のため、運転・保守経験ノウハウを蓄積する体系として、実務研修（OJT）現場実作業を映像化した「現場操作技術伝承支援システム」、パトロール時の現場操作スキルアップ研修等が確立されており、これらノウハウが『工事施工要領書』、『運転操作手順書』及び『安全対策仕様書』、『トラブル情報データベースシステム』、『保守管理技術情報取扱マニュアル』、『実務研修ガイド』などの形で確実に蓄積されている。運転員に対しては、訓練直を中心に、現場における機器操作や計測作業、及び当直長経験者による講話といった方法で着実に技術伝承が図られている。また、保守技術については、本店「原子力技術センター」において各原子力発電所の特定機器の保守データ等に基づくノウハウが蓄積され、保守員への技術指導を通じての技術伝承が図られている。

3.2 良好事例

- ・ 運転員及び保守員の技術的能力向上に関して、『原子力部門 現業技術・技能認定マニュアル』が制定され、実務経験年数、習熟度、技術的なスキルなどにより、A級、B級、C級の3つのクラスに区分された資格認定に係る研修計画が策定・実施されており、研修実績が個人単位で記録、管理され、フォローされるシステムが確立されている。
- ・ 協力企業の社員については、作業班長に対し、知識・技能レベルの向上を目的とした「作業班長資格承認制度」が設けられ、原子力関連知識、放射線管理、品質管理及び安全管理についての研修が義務づけられている。この研修へは東京電力(株)から講師を派遣する等、発電所と協力企業が一体となった取り組みが行われている。

3.3 改善提案

- ・ 協力企業の社員に対する安全文化の一層の浸透について、例えば「協力企業作業班長資格承認制度」の個別研修項目として「安全文化」を設けるなど、協力企業に対して一層の安全文化の浸透を働きかけることが望ましい。

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

発電所原子炉施設の運転は、発電部長が総括管理しており、その下で当直長が「実用発電用原子炉の設置運転等に関する規則」に定められた運転責任者¹²として、各運転班に配置されている。

本発電所3, 4号機では、6班編成で4班が3交替の直体制で2ユニットの運転を行っており、その他の1班が日勤、残りの1班が研修・訓練を主体とした訓練直として勤務している。各運転班は当直長1名、当直副長1名、当直主任2名、当直副主任1名、主機操作員2名、補機操作員4名の総勢11名で構成されている。

運転員は各クラスに応じた資格レベルと役割が明確にされており、安全・安定運転の継続はもとより、万一の異常時の運転操作を行うにも十分な組織体制となっており、かつ十分な要員が確保されていることを確認した。

当直の引継ぎについては、『保安規定』に基づき所定の鍵、運転日誌及び引継日誌が引き渡されるとともに運転状況が申し送られていること、さらには各層毎に運転状況が的確に申し送られ、その後申し送りを受けた当直は班内において全体のミーティングを行って運転状況の把握に努めていることを、3, 4号機中央制御室において当直引継状況を直接観察することにより確認した。

さらに、管理職を対象に面談を実施した。その結果、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

安全運転のための各種マニュアルは、本店原子力管理部制定の『原子力発電

¹² 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原子力発電所運転責任者認定試験に合格し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。

所運転管理マニュアル』に基づき制定されている。具体的には、『ユニット操作基準』、『設備別操作基準』、『事故時運転操作基準』、『警報発生時操作基準』、『定例試験操作手順書』及び『巡視点検基準』がユニット毎に定められている。例えば、『設備別操作基準』は、「第一編 原子炉関係」にはじまり全7編から構成されている。また、これらの運転関連の手順書類は、当直長、当直副長、主機操作員及び補機操作員がそれぞれの役割ごとに行うべき事項が明確に記載されており、運転操作の信頼性を高めている。このように安全運転に必要な文書・手順書類が体系立てて確実に整備されている。さらに、事故時の操作手順のうち、事故の徴候がみられた場合にその状況に応じた対応を的確に判断し、安全停止に導くためのフローチャートパネルが中央制御室に備えられている。

また、地震発生時には6号機に設置された地震計の応答値に応じ3区分の対応がマニュアル化されており、各々のチェックシートに従い現場設備の点検が行われ、結果は当直長及び発電部長に報告されるようになっている。特に最大応答値区分の地震が発生した場合、平日・夜間は発電部長、休日は休日当番者に連絡し、適切なサポート体制を採ることが決められている。

運転マニュアルの新規作成や改定の際の手続きについては、設備の更新や変更を伴う場合も含めて、本店原子力管理部制定の『運転手順書類制定・改定・廃止手続き規程』及び本発電所の『運転手順書類制定・改定・廃止の手引』に定められている。例えば、6名の当直長全員が審査にあたる他、保安上必要な場合は原子炉主任技術者の承認を得ること、さらにはマニュアル施行時には運転員への周知を行うこと等の詳細が規定されている。

これらの手続きを踏むことにより、運転マニュアルは常に現状のプラント状態との整合が取られ安全運転に効果的なものとなっている。

運転員を対象に文書・手順書の遵守という観点から面談を実施した。その結果、運転員は運転マニュアルの内容について十分な理解を有しており、通常運転状態はもとよりトラブル等通常の運転状態を逸脱した場合でも、運転マニュアルの内容に従って適切な処置が採れることが確認された。さらに、中央制御室での現場観察において、運転員は上位職位の確認を受けながら、かつ自ら指差呼称を行い確実な操作を行っていることが確認された。また、運転部門の管理職を対象に面談を実施した。その結果、管理職は運転員の文書・手順書の遵守状況について適切に機会を捉えチェックしていることが確認された。

c. 設計管理（運転制限値遵守）

『保安規定』に定められた安全運転上の重要な運転パラメータについては、中央制御室に設置されている計器によって運転制限値内であることが運転員により定期的（1時間に1回）に監視、確認され、制限値は遵守されている。さらに、その運転パラメータは、運転日誌及び引継日誌に記載されており、当直長によってその制限値に逸脱がないことが確実に確認されている。また、主要な運転パラメータが変化した場合には自動的に警報が発せられ、運転員が状況を把握できるようになっている。運転員はこのような場合は予め定められた運転マニュアル『警報発生時操作基準』に従って対処し、早期復旧を図ることとなっている。

また、原子炉の運転上の制限や条件に関するパラメータが、警報設定値を超え、運転制限値等に近づくような有意な変動を生じる臨時の試験や、このような試験でなくとも所長が特殊試験と判断した臨時の試験を行う場合には、『保安規定』における「特殊試験」として位置付け、対応することとしている。この場合、『特殊試験実施計画書作成マニュアル』に基づき特殊試験実施計画書を作成し、原子炉主任技術者の確認及び所長の承認のもとに試験が実施され、その安全性が事前に十分検討され、万全の対策のもとに実施される。さらに、試験後には「特殊試験実施報告書」を作成し、所長及び原子炉主任技術者に報告されることとなっている。この例として、水素注入技術を導入する最初の号機での水素注入試験を所長判断により特殊試験と位置付けて1995年に実施しているが、上記特殊試験のマニュアルどおりに実施されていた。

運転員を対象に運転員の知識と技能という観点から面談を実施した。その結果、運転員は技能訓練センターにおいて1.5ヶ月間の導入研修を受けて当直勤務に入り、約1年間の研修生としての教育・訓練（訓練直を含む）を受けることにより、安全運転のための知識及び技能を身に付けていることが確認された。原子力安全確保に関する質問に対し、的確な回答が得られたことから資質の高い運転員であることが確認された。特に、運転に関する訓練では(株)BTCに備えられた実機シミュレータが用いられており、運転員は異常事象への対処方法を確実にマスターする等、実際に起こるであろう事象に対しても十分に対処できるだけの技能を有している様子が窺えた。

(2) 効果的な保守管理

a. 保守組織

発電所原子炉施設の保守業務は、保修部長が総括管理しており、その下に設備単位毎に「タービングループ」、「原子炉グループ」、「PLMグループ」、「電気機器グループ」、「計測制御グループ」が設置されている。さらに、発電部長の下には2ユニット単位で保守計画を総括する「ユニット管理グループ」と廃棄物処理施設を総括する「環境施設グループ」が設置されている。運転中ユニットの保守管理及び定検工事計画をユニット管理グループが行い、定検時の現場工事監理を保修部各グループが行っている。このように、全ユニットを横通しで各設備の工事を実施する部門（約160名）と2ユニット単位で日常の保守管理及び定検工事計画を策定する部門（約80名）とに分かれたきめ細かな保守を実施している。

保守工事は、請負契約に基づき協力企業の作業員によって行われ、本発電所の保修員はその工事監理を行っている。

本発電所と直接契約を結ぶ元請企業としては10社以上が保守工事に参画しており、保守工事単位毎に元請企業が関連する協力企業も含めて工事体制を確立している。元請企業と関連する協力企業を合わせた社員数はおよそ5,000名で、主として発電所の保守工事を行っており、安全に工事を進めるための要員については、保修員と協力企業責任者クラスとが工事工程等を調整し必要な要員を確保している。

また、保修員の労務管理や安全衛生管理について管理職を対象に面談を実施した結果、十分な管理が行われていることが確認された。

原子力の安全は運転部門と保守部門との密接な連携があって初めて可能となる。この観点から、保守工事の実施に際しては、運転部門との十分な連携の下に進められている。さらに、それぞれの責任範囲、運用方法などは具体的に『職制規程』、『作業依頼票及び作業票の運用マニュアル』等によって定められている。

前述のとおり保守工事は協力企業により行われ、保守員が監理するという形態を採っていることから、協力企業の責任範囲を明確にしておく必要がある。協力企業の責任範囲について、各工事に共通な事項は『工事共通仕様書』、『安全対策仕様書』等に、また、各工事固有の事項については、『工事追加仕様書』に明記して契約している。一方、保守員に対しては、上記仕様書どおりに作業が行われていることを確認するにあたっての必要事項が『監理員マニュアル』に明記されている。

また、「災害防止協議会」、「安全推進協議会」等により、発電所長・副所長と協力企業の所長クラスとの月1回の定例会、発電所GMクラスと協力企業の安全管理者・安全専任者との月1回の幹事会、発電所GMクラス以上と協力企業の安全専任者以上との月3回のパトロール及び定検中の保守員と協力企業担当との毎日のパトロールを行っている。

なお、定検の終了後には、協力企業も参画して「定検反省会」を開催し、気づいた点や要望事項など、現場第一線の作業員からの意見の収集に努めている。

b. 保守に関する文書・手順書とその遵守

安全保守のための各機器の点検手順を定めたマニュアルとして、『原子炉設備点検手順書』、『タービン設備点検手順書』、『電気設備点検手順書』、『計装機器点検手順書』等が整備されている。

保守に関する文書・手順書の新規作成や改定の際の起案者、審査者、承認者、及び承認等の方法については、社内規定である『「規程・マニュアル」に関する取扱マニュアル』に明確に記載されており、このマニュアルに基づき、適切に文書管理が行われていることを確認した。例えば、保守に係る上位文書の1つである『工事監理マニュアル』の改定では、マニュアル主管グループが起案し、関係箇所と協議後、総務GM、安全推進GMが審査を行い、その後保守部長が承認していた。

保守員を対象に文書・手順書の遵守という観点から面談を実施した。その結果、保守員は保守マニュアル等の内容について十分に理解し、遵守している様子が窺えた。さらに、保守担当のGMは保守員の文書・手順書の遵守状況について適切に機会を捉えチェックしていることが確認された。

c. 保守設備と機器

原子炉施設の基本設計及び詳細設計の段階で各種設備・機器の安全機能の重要度分類がなされている。この設計方針については、『原子炉設置許可申請書』（以下『設置許可申請書』という。）に記載されている。この安全上の重要度分類の考え方も踏まえて、各設備・機器の検査立会区分が『社内検査マニュアル』に詳細に規定されている。

発電設備の機能維持と事故の未然防止を図るため、機械、電気及び計装品毎に点検内容や点検頻度が『機械・電気及び計装設備点検手入れマニュアル』に詳細に規定されている。

また、設備・機器の保守・点検では、仮に点検期限内であっても、運転員等からの指摘があるものについては速やかに点検しており、予め定められた基準を満たさない場合は、予防保全の観点から部品等が交換されている。

保守員を対象に保守員の知識と技能という観点から面談を実施した。その結果、保守員は技能訓練センターにおいて、原子力安全や安全な保守作業のための教育・訓練を十分に受けており、安全作業等のための知識及び技能を身につけている様子が窺えた。

d. 作業計画・管理

発電所保守作業における作業計画の基本として定検工事計画の策定がある。この定検工事計画は、中・長期の設備改造・改良計画及び官庁検査・自主保安計画に基づき策定されるとともに、詳細計画が『運転計划定検計画策定方針』、『官庁申請手続マニュアル』等に従い策定され、適切に管理されている。

改造・改良及び取替工事を実施する際には、事前に『設計変更管理マニュアル』に基づき『工事計画認可申請書』との整合性が確認されている。さらに、原子炉主任技術者がこの点を改めて確認することとなっており、許認可内容との間に不整合性が生じ得ないシステムが取られている。

1999年度までの5年間に実施された定検について、その期間の最短実績をみると、60日（4号機第13回定検）から38日（4号機第16回定検）と22日間短縮されている。これは、短期定検の実施にあたっては事前に検討チームを設

置し、基本的には従来と検査内容を変えないことを前提として、 運転中に可能な限り準備を進めておくこと、 工程管理を時間単位とすること、及び「中・長期定検」と「短期定検」の組み合わせによる大型工事の実施時期の調整をすることなどにより達成されたものである。実際に定検内容について、定検短縮前後で比較したが、その内容が省略されているようなことはないことから、定検短縮が安全性を切り詰めているものではないことを確認した。

また、定検短縮により各保修員の作業時間が増加することが懸念されたが、上記のような綿密な工程管理とそれに対応した要員計画により、適切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。このことは保修員との面談の結果でも裏付けられた。さらに、協力企業へのアンケート等を通じて意見を聞き、試行的に一斉休日を設定する等、協力企業の負担軽減にも努めている。

なお、個別の定検工程管理においては工程管理ソフトを自主開発し、適切に管理すると共に、作成された工程表等は所内LANを活用してパソコン上で従業員の誰もが閲覧できるようになっている。

4.2 良好事例

- ・ 『ユニット操作基準』など、安全運転に必要な手順書類には、時系列順の操作内容と同時に当直長、当直副長、主機操作員及び補機操作員のそれぞれの役割がマトリックス的に記載されており、これにより指揮命令系統が明確となり、運転操作の信頼性を高めている。
- ・ 事故の徴候がみられた場合にその状況に応じた対応を的確に判断し安全停止に導くためのフローチャートパネルが中央制御室に備えられており、運転員の迅速な対応に貢献している。
- ・ 地震発生時には地震計の応答値に応じた点検内容がマニュアル化されており、特に最大応答値区分の地震時には夜間・休日を含めて適切なサポート体制を採ることが決められている。
- ・ 定検工程管理ソフトで作成された工程表等が、所内LANを活用することによりパソコン上で従業員の誰もが閲覧できるようになっており、情報の共有化が図られている。

4.3 改善提案

- ・ 特になし

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・ALARA計画

従業員は、被ばく線量管理のため管理区域入域時に月毎の線量を測定するフィルムバッジ¹³の他、立入り毎の線量を測定する線量計の着用が義務付けられている。そして、従業員の1年間の線量当量等は「線量管理個人原簿」にまとめられ、マイクロフィルム化して永久保存されている。

管理区域内作業の計画段階で、作業の各ステップに応じ日毎の目標線量が決められ、作業時にはその目標値に達した場合、線量計に警報が発せられるようになっている。

年間総線量当量については、1978年から数年間は応力腐食割れ¹⁴(SCC)対策工事により60～80人・Svと高くなっていたが、直近5年間では14～30人・Svの範囲となっている。同様に個人の年間平均線量当量も1980年頃には約6mSvであったが、近年では約2mSvにまで低減している。これは1985年頃から3回にわたる「線量低減タスク」により現在のレベルが達成されたもので、冷却材中の放射性物質の低減、作業分析による定検工法の改善、及びユニット間の被ばく線量の比較に基づく「良い所取り手法」による定検工法の改善が大きく寄与している。この被ばく低減化管理技術については、(財)日本科学技術連盟の2000年度品質技術革新賞の受賞が決定している。

また、1997年度から3号機、2号機、5号機で順次実施しているシュラウド¹⁵取替工事においては、化学的・機械的除染やフラッシングによる放射性物質の除去、放射線遮への強化、自動遠隔装置の採用等の積極的な被ばく低減対策を実施し、3号機及び2号機での総線量当量実績はそれぞれ約11.5人・Sv及び約7.7人・Svとなっている。

なお、上記の線量計の警報設定について本レビューにおいて両者で議論した。

¹³ 放射線による写真フィルムの感光を利用し、その黒化度から線量を評価できるフィルムと、吸収板とを組み合わせてケースに納め、個人被ばくモニタとして携帯に便利のように作られたもの。

¹⁴ SCC: Stress Corrosion Crackingの略。材料が応力のもとで、環境による腐食作用との相互作用によって、ある時間経過したのちに、脆性破壊あるいはそれに類似した破面を表す破壊現象。

¹⁵ 沸騰水炉の炉心支持構造物の一つで、炉心部を構成する燃料集合体や制御棒を内部に収容する円筒状の構造物。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

警報の発信を積極的に管理に利用する設定と、作業環境の線量率の異常な上昇時等に発信させる設定とがあるが、どちらにも長短があることを双方が確認すると共に管理方法に関する理解を深めることができた。

(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号機施設には、エリア放射線モニタ¹⁶（43箇所）及びプロセス放射線モニタ¹⁷（15箇所）が設置され、中央制御室で連続的に放射線の監視を行っている他、管理区域境界集積線量当量（4号機分を含め24箇所）、管理区域内集積線量当量（一部4号機分を含め39箇所）、表面汚染密度（57箇所）、空气中放射性物質濃度（18箇所）などの測定を行い、通常時の放射線監視が行われている。また、発電所敷地境界付近にモニタリングポスト¹⁸（8箇所）が設置され、1、2号機中央制御室で連続的に放射線の監視を行っている。

また、万一の事故時においても監視が必要な放射線監視設備については、事故時においても測定が可能な測定範囲を有している。発電所敷地周辺への影響はモニタリングポストにより測定が可能である他、放射線計測器を搭載したモニタリングカーを備え、敷地周辺への影響を機動的に測定できるようにしている。

(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。

¹⁶ 放射線モニタの一種。放射線管理区域内の空間ガンマ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」より引用）

¹⁷ 一次冷却系、オフガス系、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、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」より引用）

¹⁸ 原子力施設周辺の環境モニタリングを実施するために設けられた施設。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ぶ。（「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用）

具体的には、放射性気体廃棄物は、活性炭式希ガスホールドアップ装置¹⁹または高性能フィルタを通した後、放射能を連続監視しながら排気筒から大気へ放出されている。

放射性液体廃棄物は、ろ過、蒸発濃縮等の処理を経た後、浄化された水については本発電所内で再利用されるかまたは環境へ放出される。放出にあたっては、事前に放射能濃度が測定され、かつ放出中も放射線モニタにより連続監視されている。一方、蒸発濃縮された廃液は乾燥粉体化され、さらにペレット化され貯槽に貯蔵されている。

放射性固体廃棄物については、廃棄物集中処理施設において焼却処理や専用のドラム缶に圧縮・減容化され、廃棄物貯蔵庫に貯蔵されている。

また、固体廃棄物の発生量、廃棄物貯蔵庫への搬入量、在庫量等が詳細に把握、管理されている。

b. 放射性廃棄物発生量低減化

放射性気体廃棄物については、希ガスの放出量は検出限界値未満であり、ヨウ素 131 は『保安規定』に定める放出管理目標値の 10 万分の 1 程度ときわめて低い放出量に管理されている。

放射性液体廃棄物については、トリチウムを除く放射性物質²⁰の放出量は検出限界値未満に管理されている。

放射性固体廃棄物については、換気空調系フィルタ及び管理区域内で使用するシート等の資材について、焼却減容可能なものを使用するなどの発生量の低減化方策が採られている。

本発電所の廃棄物貯蔵庫の貯蔵容量は約 28 万本(200 リットルドラム缶換算)であるのに対して、1999 年度末の貯蔵量は約 17 万本である。過去の最大貯蔵量は 1989 年度に約 25 万本であったが、焼却処理等による減容が行われたのに加え、1992 年度からは青森県六ヶ所村の日本原燃(株)低レベル放射性廃棄物埋設センターへの搬出(1999 年度末までに約 6 万本)により、近年の貯蔵量は減少

¹⁹ 主として沸騰水炉で用いられる希ガスの減衰処理装置。排ガス中の核分裂により生成した Kr や Xe 等の放射性希ガスの放射性を活性炭の吸着作用を利用して長時間保持することにより減衰させる。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

²⁰ 水素の放射性同位体であるトリチウム(H-3)は、摂取した場合に受ける線量への寄与が他の放射性核種に比べて小さいため、環境へ放出する放射性物質を管理する場合、トリチウム以外の放射性物質と区別している。

している。

5.2 良好事例

- ・ 1985年頃から3回にわたる作業員の「線量低減タスク」を実施し、冷却材中の放射性物質の低減、作業分析による定検工法の改善、ユニット間の被ばく線量の比較に基づく「良い所取り手法」による定検工法の改善等により被ばく低減を図っている。また、1997年度から3号機、2号機、5号機で順次実施しているシュラウド取替工事においても、積極的な被ばく低減対策を実施し成果を上げている。

5.3 改善提案

- ・ 特になし

6. 重要課題対応

ここでは、「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」、「6.2 過去のトラブル事例の反映」、及び「6.3 高経年化プラントに対する取り組み」の3項目を取り上げた。6.1 及び 6.2 はわが国の各原子力発電施設において共通の項目として、また、6.3 は本発電所の原子力発電施設において特徴的な項目として選定された。

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

6.1.1 現状の評価

(1) 新燃料及び使用済燃料などの取扱い管理

臨界安全については、「新入社員研修テキスト」、「原子力発電所における未臨界管理について」、「認定研修テキスト」などの教育テキストに記載されている。これらのテキストには、原子炉の理論、原子炉内での反応度制御のほか、新燃料の輸送から使用済燃料の輸送に至るまでの炉心を含む全ての燃料取扱い工程における未臨界管理の原理、手順、方法が詳細に記載されている。これらのテキストの改定は必要の都度適宜見直されている。また、「認定研修テキスト」などを用いた研修が計画的に実施されており、本発電所の従業員は必要な知識を修得している。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、燃料を取り扱う協力企業についても、前記テキスト等を活用した研修が行われていることが確認された。

新燃料の輸送・貯蔵、燃料取替（装荷、取出）使用済燃料の貯蔵・輸送では、臨界安全管理が要求される。これらの工程では、形状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プールでは、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、燃料取扱い設備では同時に取扱うことのできる体数が1体のみに制限されている。これらにより臨界安全管理がなされている。これらの臨界安全管理については、『保安規定』、『燃料管理マニュアル』、

『品質保証マニュアル』に明記されている。臨界安全に関する確認項目は、チェックシートを用いて適切に確認されている。

なお、MOX燃料体（32体）が、『保安規定』に基づいて使用済燃料プールに保管されている。これらのMOX燃料体は、その核的な特性が通常のウラン燃料体と大差ないことから、臨界安全管理上は通常のウラン燃料体と同様に扱えることが確認されている。

(2) 炉心管理

運転中の反応度制御²¹に関する安全設計の基本方針は、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」（以下「安全設計審査指針」という。）に記載されている。これに対応する社内文書等としては、『設置許可申請書』がありその添付書類において基本設計方針が記載されている。また、『保安規定』や『炉心管理マニュアル』において運転管理に係る業務が規定されている。さらに、『取替炉心の安全性について』において、当該運転サイクル中における熱的制限値等を遵守して運転可能であることが確認されている。

原子炉起動時の反応度制御に関する安全設計の基本方針（制御棒価値²²制限）は、安全設計審査指針に記載されている。これに対応する社内文書等としては、『設置許可申請書』がありその添付書類においてそれぞれ基本設計方針及び制御棒落下事故等の解析結果が記載されている。また、『保安規定』や『炉心管理マニュアル』に基づいて制御棒操作シーケンスが定められている。この場合、制御棒価値ミニマイザ²³（RWM）により、運転員の制御棒操作ミスが効果的に防止されている。

原子炉停止に関する安全設計の基本方針（スクラム²⁴機能）は、安全設計審査

²¹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）

²²特定の条件のもとで臨界状態にある原子炉において、完全に引き出されていた制御棒を完全に挿入したときに生じる反応度の大きさ。（「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用）

²³RWM：Rod Worth Minimizerの略。沸騰水型軽水炉に設置されている装置で、起動時の制御棒落下事故あるいは制御棒引抜事故が生じた場合に、燃料損傷の範囲を局限することあるいは燃料損傷を防止することを目的としている。起動時のどの制御棒挿入パターンにおいても、制御棒落下あるいは制御棒連続引抜きによる炉心への正の反応度付加量が小さくなるよう、あらかじめ制御棒引抜手順を定め、これに従わない制御棒引抜操作を自動的に阻止する。（「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用）

²⁴原子炉の緊急停止

指針に記載されている。これに対応する社内文書等としては、『設置許可申請書』がありその添付書類において基本設計方針が記載されている。また、『保安規定』や『炉心管理マニュアル』において制御棒駆動機構の機能確認に係わる業務が規定されており、定検時に各制御棒のスクラム挿入時間が規定値以内であることが確認されている。

(3) 停止時安全対策

原子炉停止余裕（制御棒による停止能力）に関する安全設計の基本方針は、安全設計審査指針に記載されている。これに対応する社内文書等としては、『設置許可申請書』がありその添付書類において基本設計方針が記載されている。また、『保安規定』や『炉心管理マニュアル』において制御棒の停止余裕が規定されている。さらに、『定期検査要領書』に基づき、停止余裕検査が実施され十分な余裕のあることが確認されている。

一方、制御棒以外での原子炉停止手段としてほう酸水注入系²⁵がある。これに関する安全設計の基本方針は、安全設計審査指針に記載されている。これに対応する社内文書等としては、『設置許可申請書』がありその添付書類において基本設計方針が記載されている。また、『工事計画認可申請書』において、ほう酸水注入系による停止能力に関する実機設計結果が記載されており、十分な能力のあることが確認されている。さらに、その機能確保についても定期的に確認されている。

また、原子炉停止時の未臨界維持については、燃料交換時のような条件下も含めて、『原子力プラント停止中の安全管理マニュアル』に従って確実に達成されるようになっていることが確認された。

原子炉を停止した状態でも、照射燃料からは崩壊に伴う残留熱が放出される。この残留熱を炉心及び使用済燃料プールから除去する必要があり、このため、残留熱除去系及び燃料プール冷却浄化系が設けられている。

残留熱除去系及び燃料プール冷却浄化系に関する安全設計の基本方針は、安全設計審査指針に記載されている。これに対応する社内文書等としては、『設置

²⁵沸騰水炉の設備の一つ。原子炉系である制御棒及び制御棒駆動系の後備装置。¹⁰Bを含む五ホウ酸ナトリウム溶液を原子炉に注入し、核反応を停止させる。（「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用）

許可申請書』がありその添付書類において基本設計方針が記載されている。また、その機能確保に関しては『原子力プラント停止中の安全管理マニュアル』に基づき確認されている。

(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²⁶研究が実施されている。また、フォールトツリー²⁷解析手法等による炉心損傷²⁸事象の発生確率などについて確率論的安全評価²⁹（P S A）が行われている。このP S Aは以下に示すようにアクシデントマネジメントや定期安全レビュー（P S R）等に活用されている。

本発電所では、従来から十分な安全性が確保されているが、1994年3月、原子力発電所のリスクをさらに低減するための措置として、アクシデントマネジメント策を摘出し、1997年度の6号機を皮切りに定検時に順次全ユニットの整備を行ってきているところである。摘出にあたっては従来から整備しているアクシデントマネジメントを考慮した上で、シビアアクシデント研究及びP S Aの実施等により得られた安全上の特徴に関する知見に基づき、安全性をさらに向上させる上で検討すべき機能について、現有する設備を最大限に活用することを第一に考慮した検討がなされている。

一方、通商産業省は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総合予防保全の観点から、相当の運転年数が経過する原子力発電所についてP S Rを実施するよう要請した。これを受けて、

²⁶severe 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）

²⁷fault 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）

²⁸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）

²⁹PSA：Probabilistic Safety Assessment の略。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（PRA：Probabilistic Risk Assessment）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）

本発電所では、1994年8月より、順次全ユニットのPSRを実施している。それによれば、PSAにより得られた知見が原子炉施設の安全性向上のための対策に有効に反映されているとの評価がなされている。

6.1.2 良好事例

- ・ 「原子力発電所における未臨界管理について」には、原子炉内での反応度制御のほか、新燃料の輸送から使用済燃料の輸送に至るまでの炉心を含む全ての燃料取扱い工程における未臨界管理の原理、手順、方法が詳細に記載されており、非常にわかりやすいテキストとして従業員の教育に使用されている。
- ・ 原子力発電所の安全性について、フォールトツリー解析などを含む確率論的安全評価により定量的な評価が行われている。この評価結果は、アクシデントマネジメントや定期安全レビューにおいて使用され、より高次の安全性確保に有効に活用されている。

6.1.3 改善提案

- ・ JCO事故後に作成されたテキスト「原子力発電所における未臨界管理について」を用いた臨界安全教育が全従業員を対象として実施されているが、本教育を、今後、定期的実施して行くようなシステムを確立することが望ましい。

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

他の原子力発電所等において発生したトラブル、事故等の事例を収集し、収集された事例をタイムリーに検討し、本発電所に水平展開するために「予防保全検討会」や、特に早急な対応が要求されるものについては「QUICK LETTER 制度」が設けられている。これらは、『予防保全検討会設置要領』及び『QUICK LETTER 運用の手引』に基づき運用されている。この体制のもとで出される改善等の指

示に従って、具体的な設備の改造・運転方法の改善がなされている。

過去に実施した反映策については、「トラブル再発防止対策管理表」として整理されている。

(2) ヒューマンエラー防止活動

ヒューマンエラー防止についても、前述の「予防保全検討会」等で検討が行われている。

また、『研修運用マニュアル』に基づき、原子力発電安全月間及び品質月間において、東京電力(株)技術開発本部原子力研究所のヒューマンファクター研究グループより講師を招き、ヒューマンエラー研修を実施している。ヒヤリハット事例については、協力企業を含め広く募集され、ヒヤリハット集としてまとめられるなど水平展開が図られており、安全意識の徹底が図られている。

ヒューマンエラーの発生が予想される箇所(マン-マシンインターフェース³⁰)が摘出され、安全上の重要度に応じたソフト面、ハード面での対策が検討されている。具体例としては、弁銘称札の取り付けや安全ハンドブックの作成などのソフト面での対策や、弁の施錠やカバーの取り付けなどのハード面での対策がそれぞれ適切に実施されている。さらに、ヒューマンエラーに関連する事例として、福島第二原子力発電所1号機での「復水器真空度低下に伴う発電機出力低下」や柏崎刈羽原子力発電所1号機での「原子炉格納容器内サンプピットからの溢水」のトラブルの水平展開については、「ヒューマンエラー防止対策ワーキンググループ」において検討・審議がなされておりその防止対策が確実に実施されている。

(3) 異常時の対応

トラブルが発生した場合、予め定められた通報連絡系統で関係箇所へ連絡され、また、事故故障時における対応方法についてもマニュアル化されている。一方、所内においては「トラブル調査委員会」が設置され、原因調査、対策検討が実施されている。また、「トラブル調査委員会」は所内のトラブル事例を水

³⁰man-machine interface : コンピュータなどのシステム機械で、人間の命令と機械の動作の間を取り持つ装置

平展開するためのシステムとしても有効に機能している。

例えば、最近の本発電所2号機及び6号機での手動停止に至ったトラブルに対しては、いずれも「トラブル調査委員会」の場を最大限に活用し、原因の早期究明と適切かつタイムリーな対策が水平展開の検討と合わせて確実に採られていることが確認された。

具体的には、2号機では、「タービン制御油の漏えい」と「制御棒駆動水圧系制御ユニットからの漏えい」の2つのトラブルである。前者は、ドレン³¹配管の継手溶接部近傍の共振を伴う振動による高サイクル疲労によるものであることが解明され、共振防止のため当該サポート系を見直す対策が採られたというものであった。一方、後者は、取り付けボルトの緩みが生じていた部分に大きな圧力がかかったことによる漏えいであることが解明され、作業管理方法の改善、強化を図るという対策が採られたというものであった。また、6号機では、「気体廃棄物処理系の流量増加」というトラブルであり、その原因としてネジ部の加工不良に伴う小口径配管取付部への熱変位による応力集中が繰り返し作用したことによる破損であることが解明され、当該部位が機能上必ずしも必要ないことから全てを撤去するという対策が採られたというものであった。

(4) 漏えい燃料対策・燃料健全性監視（具体例1）

漏えい燃料対策としては、『燃料管理マニュアル』、『認定研修テキスト』等に燃料取扱いに関する注意事項（所定の取扱い設備及び貯蔵設備の使用、異物混入防止等）が定められており、現場にも注意事項が掲示されるなど、燃料漏えい防止の観点から適切な燃料取扱いが行われている。

漏えい燃料の検知については、『水質管理マニュアル』、『 SHIPPING 検査³²要領書』に基づき、炉水、オフガス³³の分析が定期的に行われている。また、オフガス系に設置されたプロセス放射線モニタにより連続監視されている。漏えいの疑いのある場合は、原子炉停止時に SHIPPING 検査が実施されることとなっている。

『保安規定』、『燃料管理マニュアル』において、漏えい燃料の取扱いとして、

³¹原子炉容器、熱交換器、各種タンクなどから排出した液体

³²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

³³原子炉一次系からの気体状核分裂生成ガス、放射化ガスおよび水素ガスの総称

破損燃料用収納容器に収納する等の措置を行うことが定められている。また、万一の漏えいに備え、破損燃料用収納容器が準備されている。

(5) 火災・爆発事故の発生防止（具体例 2）

本発電所では、『作業安全ハンドブック（火気作業危険物取扱い作業）』が作成され、本発電所の従業員及び協力企業の関係者に配付されている。このハンドブックには、火気作業及び危険物取扱い作業における安全管理の考え方、方法などが詳細に記載されている。また、『火災対応・危険物予防マニュアル』には、「防火管理委員会」や「危険物保安対策委員会」が組織され防火管理及び危険物保安管理に関する事項が審議されることと規定されている。ここで、防火管理に関する事項としては、消防計画の変更、消防用設備等の維持管理及び危険物施設の安全管理、自衛消防組織であり、一方、危険物保安管理に関する事項としては、危険物の保安に関する諸マニュアルの制定及び厳守徹底の督促、危険物施設の整備及び在庫保有量等である。さらに、協力企業とは「安全推進協議会」やその下部組織である「保守安全管理者連絡会」、「改良工事安全管理者連絡会」、「防火管理連絡会」等において、火災防止や危険物管理の詳細なルールが決められている。

原子力発電所の設備は「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針について」や「原子力発電所の火災防護指針（JEAG4607）」に基づき、実用上可能な限り不燃性材料又は難燃性材料が使用されており火災発生防止が図られている。また、本発電所では、地元消防関係機関との協議により、消防法令に定める消防用設備や防火戸、防火ダンパー、換気設備等が設置されている。

ここで、主な消防用設備としては、以下の設備が各所に設置されている。

自動火災報知設備：全区域

屋内外消火栓設備：全区域

二酸化炭素消火設備：1～6号ケーブル処理室・油タンク室等

ハロゲン化物消火設備：固体廃棄物貯蔵庫

泡消火設備：軽/重油タンク廻り

消火器：全区域

さらに、移動式大型粉末消火設備や可搬式消火設備が自主保安として設置されている。定検時等において火気作業を実施する場合には、作業場所毎に小型消

火器の設置が義務づけられるとともに、不燃シート・トタン板等による火気養生と、火気養生箇所以外の場所については難燃・不燃シートの使用の徹底や火気パトロールの実施、並びに火気作業の危険度に応じて専任監視員の配置等が義務づけられている。なお、消火器の種類としては、消防法等に基づき、粉末ABC消火器・二酸化炭素消火器・ハロゲン化物消火器が設置されている。

火災や設備災害等が発生した場合に備え、通報・連絡体制が整備されており、定期的に通報・連絡訓練が行われている。直近では、2000年9月9日に外部関係機関と合同で通報訓練が実施された。ここでは、通報・連絡体制が適切にかつタイムリーに機能することが確認されている。

旧動力炉・核燃料開発事業団再処理施設で発生した火災・爆発事故³⁴に関して、安全総点検が実施され、「動燃再処理施設事故に関わる総点検の実施結果」としてまとめられている。この中では、ITV³⁵の設置や消火設備等の強化、さらには社内連絡体制について再度周知徹底されていることが確認された。

6.2.2 良好事例

- ・ 他の原子力発電所等において発生し、収集されたトラブル・事故等の事例は、「予防保全検討会」においてタイムリーに検討されるとともに、特に緊急性を要すると判断された場合には「QUICK LETTER 制度」により、速やかな関係箇所への周知、迅速なコメント処理が行われるなど、本発電所への水平展開、再発防止が確実に図られている。
- ・ 「ヒューマンエラー防止対策ワーキンググループ」等において、マン-マシンインターフェースの摘出及び安全上の重要度に応じたソフト面、ハード面での対策についての検討・審議がなされており、具体的には、東京電力(株)技術開発本部原子力研究所のヒューマンファクター研究グループによる講演会の開催や、ヒューマンエラー事例集(Caution Report ; (財)電力中央研究所ヒューマンファクター研究センター作成)の関係者への配布などを通じて、その防止対策が確実に実施されている。
- ・ 過去の火災事例から、難燃・不燃シートの使用の徹底や火気作業の危険度に応じて専任監視員の配置等をルール化し、その内容を『作業安全ハンドブック

³⁴ 1997年3月11日に、動力炉・核燃料開発事業団東海事業所再処理施設のアスファルト固化処理施設において火災が発生し、消火が不十分であったため、爆発に至る事故が発生した。なお、この事故による環境及び周辺公衆への影響はなかった。

³⁵ Industrial Television (工業用テレビ)の略。

ク（火気作業危険物取扱い作業）』に反映し、本発電所の従業員及び協力企業の関係者に配付し周知徹底を図っている。

6.2.3 改善提案

- ・ 特になし

6.3 高経年化プラントに対する取り組み

6.3.1 現状の評価

(1) 長期保全計画

本発電所1号機を対象に以下に示す施設・設備・機能について高経年化のための健全性評価が実施されている。すなわち、原子炉圧力容器、主蒸気隔離弁他、約3,000機器に対して、健全性評価及び保全内容の評価が行われている。

この健全性評価は、機器のグループ化及び代表機器の選定、経年変化事象の抽出、経年変化事象の評価の3段階に分けて実施されている。経年変化事象の評価では、機器毎に抽出した部位と経年変化事象の組み合わせ毎に解析等の定量的評価、過去の点検実績又は一般産業で得られる知見等に基づく健全性評価が行われ、評価対象部位に対する現状の保全内容について整理され、その妥当性等が評価されている。これをもとに、長期運転を考慮した場合の高経年化への対応策として、新たに必要となる点検・検査項目などが抽出されている。

高経年化のための健全性評価により、新たに交換・改造が判明した施設・設備は見出されていない。ただし、評価により現状の保全方法に追加すべき項目として、定期的確認項目（低サイクル疲労評価に対する実過渡回数確認）、点検の強化（炉内構造物等応力腐食割れ発生の可能性のある部位に対する計画的な点検の実施など）、健全性評価の妥当性の確認（基礎ボルト等腐食を確認するための実機サンプリング調査によるデータの拡充）が抽出されている。

現状、監視、点検、検査などにより設備の機能低下や劣化徴候を把握するとともに、重要な設備については、予防保全の考え方にに基づき、その性能・機能が基準を下回る前に最新の知見を反映しつつ、計画的な施策が採られている。

これに加え、高経年化に対するより一層の安全確保のため、抽出された上記の項目に対して長期保全計画が取りまとめられ、具体的取り組みがなされている。

高経年化対策に関する健全性評価は「福島第一原子力発電所1号機高経年化対策に関する報告書」としてまとめられており、通商産業省及び原子力安全委員会に報告され、これら外部機関による妥当性評価がなされている。

(2) 大規模改良工事対策例

大規模改良工事としてシュラウド取替工事が、本発電所3号機、2号機、5号機(80万kW級プラント)を対象に実施されている。また、本発電所1号機(50万kW級プラント)を対象に今後実施が予定されている。

シュラウド取替工事に際して、保修部の中に大プロジェクトの円滑な工事監理の実施を目的とし、新たにPLMグループが発足されている。工事実施体制は、同グループを中心として関連技術系グループ(原子炉、燃料技術、放射線管理、電気機器、計測制御、固体廃棄物管理他)、並びに東芝、日立、GEのメーカーの協力のもとで構成されている。また、これら工事の実施にあたっては、『安全事前評価マニュアル』に基づき、工事の安全性について事前の検討が行われ必要な対策が講じられている。また、「シュラウド取替工法」という新しい技術が実機に導入されるような非定常保守作業の際には、事前の「シュラウド取替工法に関する研究」の実施などを組み込んだ作業計画が立案されている。今回の非定常保守作業に際しては、この作業計画に従って安全にかつ確実に実施されたことが作業記録により確認された。

改良工事後の安全性確認については、定検としての「総合負荷性能検査」に併せて「使用前検査」が行われ、PLMグループを主体に対応しており、工事後も所定のプラント機能が確保されていることが確認されている。さらに、炉内構造物の取替や長期間のプラント停止等を考慮して、シュラウド取替工事後の起動時には特別な確認事項(ほう酸水注入系配管原子炉注入試験など)を設けて綿密な確認がなされている。

6.3.2 良好事例

- ・ 高経年化対策に関する健全性評価は、機器のグループ化及び代表機器の選定、経年変化事象の抽出、経年変化事象の評価の3段階に分けて、体系立てて実

施されている。その結果は報告書にまとめられており、通商産業省及び原子力安全委員会に報告され、これら外部機関による妥当性評価がなされている。

- ・ 高経年化に対するより一層の安全確保のため、新たに必要となった点検・検査項目に対して長期保全計画が取りまとめられ、具体的取り組みがなされている。
- ・ シュラウド取替工事に際して、保修部の中に大プロジェクトの円滑な工事監理の実施を目的とし、新たにPLMグループが発足されている。工事実施体制は、同グループを中心として関連技術系グループ並びにメーカーの協力のもとで構成されている。また、「シュラウド取替工法」という新しい技術が実機に導入されるような非定常保守作業の際には、事前の「シュラウド取替工法に関する研究」の実施などを組み込んだ作業計画が立案され、この計画に従って安全かつ確実に工事が実施されている。

6.3.3 改善提案

- ・ 特になし