



原子力の安全を追及する相互交流ネットワーク

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-015)

2001 年 9 月 14 日 発行

相互評価 (ピアレビュー) 報告書

実施事業所	北陸電力株式会社 志賀原子力発電所 (石川県羽咋郡志賀町)
実施期間	2001 年 8 月 7 日 ~ 10 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	14
2. 緊急時対策	22
3. 教育・訓練	26
4. 運転・保守	30
5. 放射線防護	42
6. 重要課題対応	50

【用語解説】	63
--------	----

“レビュー実施状況写真”及び“参考図表”	巻末
----------------------	----

【序論及び主な結論】

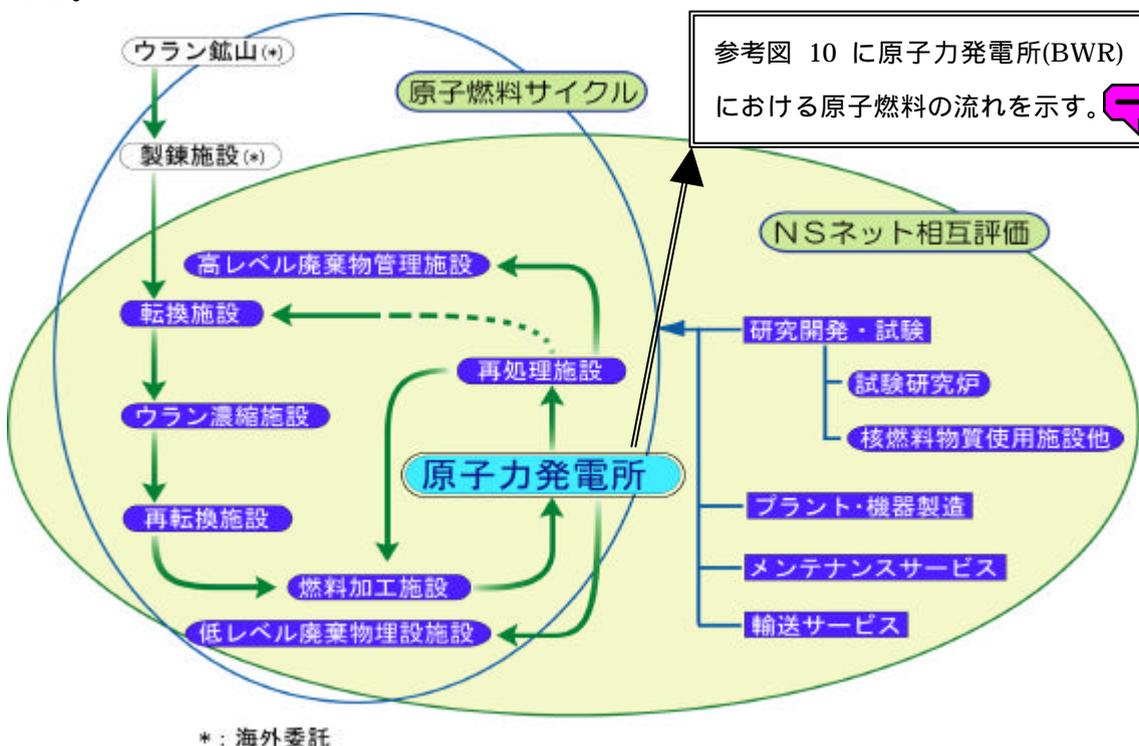
1. 目的

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、課題の摘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

北陸電力株式会社(本店:富山市)は、富山県、石川県、福井県嶺北地方及び岐阜県の一部に電気を供給する電気事業者で、2000年度の総発電電力量は282億1,400万kWhであり、このうち原子力が占める割合は約22%となっている。

現在、運転中の志賀原子力発電所1号機に加え、同発電所2号機を建設中である。



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志賀原子力発電所（以下「本発電所」という。）は、石川県北部の能登半島中央部の西海岸にあり、金沢市の北方約 60 k mの日本海に面した志賀町の最北部に位置しており、敷地面積は約 160 万m²である。同社における最初の原子力発電所で、運転中の沸騰水型軽水炉（BWR）1基（1号機）を擁している。また、2号機として、改良型沸騰水型軽水炉（ABWR）を1号機北側に隣接して同敷地内に建設中である。

1号機は1993年7月に営業運転を開始してから満8年の運転実績を有しており、累計発電電力量は2001年3月末で約303億kWhである。

なお、2号機は1999年8月に着工しており、2006年3月に営業運転開始予定である。（下表参照）

[運転中]

号機	電気出力 (MW)	炉型式	営業運転 開始年月	運転実績（累計） (2001年3月末現在)	
				発電電力量 (億kWh)	設備利用率 ¹ (%)
1	540	BWR	1993年7月	302.7	83.4

[建設中]

号機	電気出力 (MW)	炉型式	営業運転 開始予定	着工年月	工事進捗率(%) (2001年7月末現在)
2	1,358	改良型 BWR	(2006年3月)	1999年8月	19.7

本発電所の従業員数は、約250（うち5割が志賀町及び隣接市町居住者）名であり、このうち直接の運転部門が約90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60名、技術支援部門（炉心・燃料管理、施設管理、放射線管理）が約60名、総務等のその他部門が約40名の構成となっている。また、本発電所構内には協力会社の社員約250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は83.4%（2001年3月末現在）に達してお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日に株式会社ジェー・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（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) 最近の軽水炉での課題対応

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・保守担当者の教育・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(共生)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貯蔵プール等での臨界安全管理²の徹底が図られていることに加えて、核的安全³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⁴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などである。

4. レビューの実施

実施期間

2001年8月7日(火)～10日(金)

レビューチームの構成

Aグループ：三菱マテリアル株式会社、日本原子力発電株式会社

Bグループ：関西電力株式会社、富士電機株式会社

Cグループ：ニュークリア・デベロップメント株式会社、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

Aグループ：組織・運営、緊急時対策、教育・訓練

Bグループ：運転・保守

Cグループ：放射線防護、重要課題対応

レビュー対象とした施設等

志賀原子力発電所1号機を対象としてレビューを実施したが、特に教育・訓練の分野については「原子力技術研修センター」(以下「研修センター」という。)及び「研修センター」における取り組みについてもレビューの範囲に含めた。

なお、本発電所の全景写真、周辺地図、敷地内配置図、組織図、諸設備の概要他及び原子力発電所(BWR)における原子燃料の流れ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巻末に参考として添付した。

		Aグループ (組織・運営、緊急時対策、 教育・訓練)	Bグループ (運転・保守)	Cグループ (放射線防護、重要課題対応)
初 日	A M	オープニング(挨拶・メンバー紹介、発電所施設概要の説明など)		
		プラントツアー(中央制御室他)		
	書類確認 (. 組織・運営)	書類確認 (-1. 運転管理)	書類確認 (. 放射線防護)	
	P M	原子力発電所における事例紹介(関西電力のレビュー者より)		
書類確認 (. 組織・運営)		書類確認 (-1. 運転管理)	書類確認 (. 放射線防護)	
	現場観察 [中央制御室(直引継観察)]		現場観察 [固体廃棄物貯蔵庫、他]	
2 日 目	A M	書類確認 (. 緊急時対策)	書類確認 (-1. 運転・管理)	書類確認 (-1. 核的安全)
		面談 【担当者クラス】	面談 【管理職クラス】 【運転員】	
	P M	現場観察 [緊急時対策所]	書類確認 (-2. 保守管理)	面談 【担当者クラス】
		面談 【所長クラス】 【管理職クラス】	現場観察 [中央制御室、原子炉建屋]	現場観察 [廃棄物処理建屋、中央制御室、 原子炉建屋]
3 日 目	A M	書類確認 (. 教育・訓練)	書類確認 (-2. 保守管理)	書類確認 (-2. トラブル反映)
		現場観察 [原子力技術研修センター、他]	面談 【管理職クラス】 【保守担当者】	
	P M	事実確認(グループ単位)	事実確認(グループ単位)	事実確認(グループ単位)
4 日 目	A M	事実確認(グループ単位)	事実確認(グループ単位)	事実確認(グループ単位)
		クロージング(結果説明等)		

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、調査を行い、結果を評価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、レビュー者の所属会社における安全事例に係る取り組みなど、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。

6.1.1 レビューの進め方

(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現場で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

面談は、発電所長（以下「所長」という。）クラス、管理職及び運転員／保守担当者等を対象に、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及びそれらが形骸化していないことの把握
- e. 原子力安全を含む安全文化醸成への取り組み及び意識の把握

6.1.2 良好事例と改善提案の抽出の観点

(1) 良好事例

「本発電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の。」

(2) 改善提案

「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、本発電所の安全確保活動をさらに向上・改善させるための提案等を示したものの。」

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. 管理者(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
- 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
- (2) 訓練計画・実施
 - a. 教育・訓練の計画及び実施
- (3) 技術伝承
 - a. 運転員
 - b. 保守担当者

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要員確保・組織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・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
- (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 A⁵の考え方に基づく従業員の適切な線量管理、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
 - a. 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・取り出し、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、アクシデントマネジメント⁶(AM)対策の整備状況等を例として、リスク評価に係る取組状況を確認した。

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。

(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) 漏えい燃料対策・燃料健全性監視
- (5) 火災・爆発事故の発生防止

7. 主な結論

今回の北陸電力株式会社志賀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、所長をはじめ全発電所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かつ実直に取り組んでいる実態が確認された。

本発電所は、1993年7月に営業運転を開始した比較的新しいプラントで、先行運転中の原子力発電所の経験を十分に取り入れ、地元根付かせ「志賀の風土に育つ安全文化」として醸成し、原子力発電所の運転・保守の業務を遂行している。

また、言葉では伝えにくい「安全」というキーワードを所内に浸透させるために、例えば日常パトロールにおいても1つ1つの計器の値を見落とさないなど日々の作業に密着したところで着実に業務が行われ、更には基盤となる社員倫理意識の維持向上のための取り組みを積極的に行っており、これは安全確保と品質保証を実証する「安全あつての原子力」という所長方針にも表れている。

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、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。

- ・ SQUP委員会による総合的安全文化醸成活動の展開

JCO事故後早期に「SQUP(Safety & Quality Up)委員会」を設置し意識改革、教育訓練等多岐に亘る分科会活動を展開するとともに、この活動の一環として安全文化の醸成及び社員の倫理意識の維持・向上のため「北陸電力原子力部門行動宣言」を制定し、所員への周知・浸透が図られている。

- ・ 運転パラメータ情報の調査検討処理用フォーマットの運用

運転監視上重要なパラメータについては、予防保全の観点から定期的(3ヵ月に1回)にデータ(約2,000点)採取を行い、長期的傾向を監視してい

る。また、前回データと比較して変動等がある場合には、関係課との間で情報の共有化及び調査検討処理を行うための「フォーマット」を運用しており、異常徴候の早期発見及び予防保全対策への活用に効果が期待できる。

- ・ 放射性廃棄物低減化のための各種の工夫

雑固体廃棄物は、「雑固体廃棄物仕分け区分表」によって 30 種類に区分され、それぞれビニール袋に収納される。ビニール袋に収納された雑固体廃棄物は線量率に応じて高、中、低レベルに色分けされた「雑固体廃棄物標示」（複写式で、内容物、作業件名、線量率、発生日等を記入）の 1 枚が袋に添付され、残りの 1 枚が安全管理課に保管されている。安全管理課はこの情報をデータベース化し、雑固体廃棄物の発生源の解析や焼却処理の効率化に活用開始している。これにより、放射性廃棄物の低減化が図られている。

- ・ 社内 LAN 上への「トラブル情報」データベースの設置

国内外のトラブル事例を検討し、事象、原因、対策及び水平展開内容をまとめた「トラブル情報管理シート」及び「トラブル反映実施報告書」を、社内 LAN 上にデータベース化し、検索機能がわかりやすく組み立てられ、所員への周知はもとより、教育や作業前の事例検討に役立てられている。

一方、本発電所の安全文化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。

- ・ 「提言箱制度」の更なる促進

安全文化の更なる向上活動の一環として各種提案制度を設けており、これらのジャンルに属さない提案についても何でも提案できる制度として「提言箱制度」を導入しているが、提案数が少ないため、提言箱へ投函する方式に加えて、例えば、社内 LAN 方式を追加するなど提案できる方法を増やす工夫を検討することが望ましい。

- ・ 運転情報に関する電子化活用範囲の拡大

本発電所では、当直長間の「引継日誌」を電子化しており、発電課内における情報の共有化、迅速な伝達、及び業務の効率化に効果を上げているが、今後、例えば「プラント起動・停止曲線（実績）」などへの範囲拡大についても検討することが望ましい。

- ・ 放射線管理に関する協力会社との情報交換の更なる推進

被ばく低減化等を目的とした「放射線管理部会」が設置されている。この

部会は、協力会社の放射線管理責任者もメンバーとして参加しており、放射線管理全般にわたって協議されている。この部会は、定検期間中は月1回、それ以外は2ヵ月に1回の頻度で開催されている。しかし、定検期間中は系統状態の変化や作業の集中があることから、この部会の目的をさらに確実に達成していくために、作業の集中度合い等に応じて開催頻度を増やす等、協力会社社員との頻繁な情報交換等に努めることが望ましい。

【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

本発電所の組織を含む全社の組織及び業務分掌は、『組織規程』に、また、所長及び各ラインの長の安全に関する責任範囲は、『志賀原子力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。

原子炉主任技術者が「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。）に基づき選任され、その任務と職務が『保安規定』に規定されている。その任務は、原子炉施設の運転に関し保安の監督を誠実にを行うことである。

安全に係る事項を審議する会議体として、本店に「原子力発電保安委員会」、本発電所に「原子力発電保安運営委員会」が設置されている。「原子力発電保安委員会」は、本店原子力部長、所長及び原子炉主任技術者等で構成され、原子炉施設の保安に関する基本的な事項を審議し、「原子力発電保安運営委員会」は、所長、原子炉主任技術者及び関係課長等で構成され、本発電所の安全確保にかかる具体的な要領等の審議を行っている。なお、「原子力発電保安運営委員会」の事務局は技術課が担当し、同委員会が審議する本発電所の原子力安全に係る取り組みを横断的に取りまとめている。本発電所の品質保証活動に係る重要事項を審議する場として「品質保証運営委員会」がある。

また、協力会社との間に「安全衛生協議会」を設け、本発電所の安全衛生に関わる方針等の周知を行い、意思の疎通を図るとともに目標意識の徹底を図っている。

b. 組織目標の設定

従来から、作業安全、交通安全を守るための「安全の誓い」、より地域から信

頼される発電所を目指すための「私たちの誓い」が制定されている。

また、JCO事故以降、北陸電力(株)の原子力部門が携わる業務の安全性・品質を向上させるため1999年11月に設置した委員会(以下「SQUP委員会」という。SQUP = Safety & Quality Up))の中で、原子力に携わる社員の倫理を維持・向上させるため「北陸電力原子力部門行動宣言」(以下「行動宣言」という。)が制定されている。

パフォーマンス目標に関しては、年度ごとに社の経営方針を受け、本発電所の「業務運営方針」が策定され、その中で重点課題が設定され、個々の課題毎に実施方策と目標が設定されている。上半期終了時に中間評価を、年度末に達成度評価を行う制度を長年継続実施している。

「安全の誓い」及び「私たちの誓い」をまとめた「所員必携」並びに「行動宣言」が所員全員に配付されているとともに、「行動宣言」については会議室に掲示する等して所員への周知徹底が図られている。

また、毎月初めに本発電所全体で実施している安全朝礼や毎日実施している各課のミーティングで、「安全の誓い」や「私たちの誓い」、「行動宣言」の唱和を輪番制により全員が行うなどして、所員への浸透が図られている。

c. 管理者(職)のリーダーシップ

トップからの安全に係るメッセージ等について、面談を実施した結果、年始め、年度始め、5月の原子力安全月間、7月の全国安全週間、11月の品質保証月間等の節目毎に所長から、安全文化の醸成・モラルの高揚を図るメッセージが発信されている。また、毎日実施している次長ミーティング及び各課ミーティング、毎週実施している特別管理職ミーティングにおいても適時的確にメッセージが全所員に発信され、浸透していることが確認された。

例えば、JCO事故発生時には、翌日には原子力本部長(副社長)の安全管理徹底指示書が本発電所に配付され、上述のミーティングによって全所員に指示内容の説明がなされていた。

(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

JCO事故以降、「SQUP委員会」を設置し、その下に「意識改革分科会」、「教育訓練分科会」などを設け、活動が行われていた。例えば、「意識改革分科会」においては、「行動宣言」が制定され、全原子力部門員への周知・浸透が図られるとともに、「提言箱制度」の導入が実施された。さらにこの「行動宣言」に関しては、細かいチェックポイントを記載した補足事項とともに配布され、発電所員が自らチェックを行うことにより、浸透効果を高める工夫を図っている。

また、「原子力発電保安運営委員会」、「品質保証運営委員会」、「安全衛生協議会」等においては、会議体の活動の一環として安全文化の醸成に関する活動が行われている。これらの組織の役割については、それぞれの要領に明確に定められている。

なお、「提言箱制度」については提案数が少ない現状である。

協力会社に対する活動としては、協力会社とともに「安全衛生協議会」が設置され、安全衛生活動が行われている。その中で、常設では「放射線管理部会」（2ヵ月に1回、定期検査時には1ヵ月に1回開催）、定期検査（以下「定検」という。）時には「安全衛生部会」、「労務環境部会」（各々1ヵ月に1回開催）が設けられ、パトロールなどの活動が行われている。

また、定検開始直前に、発電所員と協力会社の作業員全員で「安全大会」が開催されるなど、安全に対する意識高揚と一体感の醸成が図られている。

こうした安全文化の醸成活動に関連し、技術系発電所員（担当者クラス）への面談を実施した結果、「安全あつての原子力」との考えに基づき行動するよう心がけており、協力会社社員と接する際にもこの考えを伝えるよう努めていることが確認された。

b. 具体的なモラル向上に係る活動

毎年5月の「原子力エネルギー安全月間」には、種々の関連活動が行われており、例えば今年度は以下の活動が行われた。

- ・ 所長代理安全訓示、副社長安全督励、経済産業省安全督励
- ・ 安全パトロール

- ・安全月間講演会
- ・実務者技術交流会、原子力エネルギー実務功労者表彰
- ・安全月間ポスター掲示、安全月間所内標語掲示
- ・安全文化・モラル等に関する職場討議

この中で、職場討議においては、技術者の倫理に関する諸資料を題材に、本発電所各課にて職場内の問題点、対応等の討議が行われ、安全意識の高揚が図られている。

このほか、年始め、年度始め、7月の安全週間、11月の品質保証月間等の節目に所長から、安全文化の醸成・モラルの高揚を図るメッセージが発信されている。また、自分たちの日々の仕事に密着したところで、安全と品質保証を着実に実施するよう指導も行われている。

また、「研修センター」の研修カリキュラムの一つに「安全文化・モラル研修」が設けられている。昨年度の安全文化・モラル研修では、「人的事故事例の検討」と題し、米国TMI事故、旧ソ連チェルノブイル事故、キャスクデータ改ざん問題及びJCO臨界事故の事例を基に、それぞれのターニングポイントにおいて何をすべきであるか各人が回答する方式で進行された。協力会社を含めすでに53名が受講しており、今後この研修の受講者を拡大する予定であることを確認した。

この他、モラルとは「人に迷惑を掛けないよう行動すること、(そして人に感謝されるよう行動すること)」であるとの考えに立ち、一般社会の常識(何が迷惑なのか)が若年所員を含む所員全員の常識となるよう、所内文庫(通称「せきよう赤陽文庫」)を設け、良書を読むことのできる環境が整えられている。

c. 地元地域への理解促進活動

「私たちの誓い」、「安全の誓い」及び「行動宣言」を制定し、その内容を所員に周知することにより、協力会社社員を含めた全所員が、「地域から信頼される発電所」、「安心感のある発電所」、「適切に情報発信をする発電所」を目指して絶えず努力する姿勢を培っている。

本発電所近くにある寮、社宅の敷地内で、年1回開催される「サマーフェスティバル」の中で器楽演奏や模擬店などを催し、地元住民が自由に参加できるよ

うにするなど、広く交流が図られている。

また、発電所員、関係会社社員により本発電所前面の県道及び町内海水浴場砂浜の清掃奉仕を年 1 回実施し、信頼感の維持向上が図られている。

隔月発行されている地域広報誌「志賀原だより」、「富来情報」を用いて、地元トピックスを中心にエネルギーや本発電所近況などの情報が提供されている。

本発電所に隣接した北陸電力の原子力 P R 館「アリス館志賀」において、参加体験型の展示物等により原子力発電、放射線等の広報が実施されている。休祭日や春・夏・冬休みに家族で参加できる各種イベントが適宜開催され、地元住民との交流が図られており、年間約 20 万人の方が訪れている。

「アリス館志賀」等への来訪者の方への説明の助勢に本発電所の若手社員も参加させ、外部の方の疑問、感想に接することにより若手社員に社会的な感覚を身につけさせるような工夫を行っている。

立地町住民対象の発電所内見学会を年 1 回実施し、発電所幹部との意見交換がなされている。また、北陸電力支店支社等の主催による発電所内見学会の実施により、理解促進が図られている。

トラブル発生時には関係自治体との安全協定等に基づき、関係自治体にできる限り速やかに通報連絡するとともに、地元オピニオンリーダ等への説明がなされている。また、トラブルの内容等をわかりやすく説明した新聞折込チラシが作成され、立地町、隣接市町に配布するとともに地元懇談会等でも適宜説明されている。

この他、モニタリングポスト、放水口モニタ、排気筒モニタ等のデータが県に常時送信され、県の設備により県のデータと合わせ志賀町の他隣接市町の役場にて一般公開されている。また、県のホームページにも掲載されている。

(3) 品質管理

a . 効果的な監査体制

本発電所の品質保証活動についてはラインとラインから独立した部門による監査が定期的に行われており、以下の通り、監査体制は十分確立され、効果的に機能している。

- ・原子力部門から独立した組織である「経営管理部考査担当原子力監査チーム」による原子力監査を年2回受けている。
- ・原子力部門内では「原子力本部品質保証担当」による品質保証内部監査を年1回受けている。
- ・本発電所内では品質保証担当を中心として、受注者等に対して行う品質保証外部監査を年3社程度、所内各課に対して行う品質保証内部監査を年1回実施している。受注者の監査については、調達先のみならず2次調達先以降についても受注者立会いのもとに実施できるシステムとしている。

b. データ改ざん問題対応

配管の溶接部、使用済燃料輸送容器、及びMOX燃料の検査におけるデータ改ざん問題に鑑み、以下の項目に関して再発防止対策が具体的に実施されていた。

品質保証関係

設計、調達、保守業務、品質保証関連の管理/実施要領において、下記事項を盛り込んだ改定を行っている。

- ・材料仕様等に関する関係者との情報交換、技術検討の充実
- ・調達先企業に対する品質保証監査の充実
- ・2次調達先企業の承認審査の充実
- ・公的規格が定められていない材料証明書確認の充実
- ・工程調整の円滑化

モラルの向上

経営トップから現場第一線所員（協力会社社員を含めて）までのモラル維持向上の重要性の周知徹底、モラル教育の充実等を、文書通達、「研修センター」での新規教育科目開設、外部講師による講演会実施等により実施している。

トラブルに関する情報の流れの円滑化

風通しのよい職場づくり、協力会社との良好な関係の維持、社外への適切な情報提供を、報告・連絡・相談の励行、定期的な職場懇談会による情報共有、協力会社との懇談会による意見交換、「デイリーミーティング」での意思疎通、迅速かつ的確なトラブル情報の公表、ホームページ発信情報の充実などにより実施している。

上記の他、本発電所が実施している核燃料輸送容器に係わる品質管理について確認した。

現状、本発電所で容器承認を受けている核燃料輸送容器はなく、調達先所有の新燃料輸送容器の搬入並びに使用済燃料輸送容器の搬出の際に「設計承認書」、「容器承認書」にて国の承認を受けた適正な品質管理のなされているものであることを確認している。

c . 保安規定改定に伴う関連文書類の整備

最新の『保安規定』は2001年1月5日に認可され、翌日から施行されている。これに伴い、以下のとおりの対応がなされた。

- ・『保安規定』変更に係る関係文書類の適切な改訂作業が実施され、社内（「原子力発電保安委員会」）、所内（「原子力発電保安運営委員会」）において十分な審議の上承認され、『保安規定』とともに1月6日から施行されている。
- ・改正『保安規定』の認可・施行については、所長より、周知・指導の文書を全所員向けに発信して、周知を図っている。
- ・改正された要領類は順次関係者に配布された。
- ・さらに、『保安教育要領』が新たに制定され、その要領に基づいて保安教育が実施され、周知の徹底が図られた。

1.2 良好事例

・ SQUP委員会による総合的安全文化醸成活動の展開

JCO事故後早期に「SQUP(Safety & Quality Up)委員会」を設置し意識改革、教育訓練等多岐に亘る分科会活動を展開するとともに、この活動の一環として安全文化の醸成及び社員の倫理意識の維持・向上のため「北陸電力原子力部門行動宣言」を制定し、所員への周知・浸透が図られている。

・ 安全文化・モラルに関する充実した職場討議、研修の実施

「原子力技術研修センター」のカリキュラムの一つに「安全文化・モラル研修」を設け、国内外の事故等の事例を基にそれぞれのターニングポイントで各人が成すべきことについて協力会社を含めた研修者で話し合うほか、安全月間活動では課単位で職場討議するなど安全文化・モラル向上に対する取り組みを積極的に行っている。

- 若年層を中心とした所員の自己啓発のための所内文庫（通称：赤陽文庫）の設置
所員が感銘を受けた良書を紹介し合うため、新たに「所内文庫」を設け、特に若年層を中心とした所員の自己啓発の環境を整備している。
- 地元に対する積極的な理解促進活動
隔月発行されている地域広報誌「志賀原だより」、「富来情報」を用いて地元トピックス、本発電所近況などの情報提供に努めるほか、立地町住民対象の発電所見学会及び発電所幹部との意見交換会、地元との安全推進連絡会及び各種行事を通して地元に対する積極的な理解促進活動を行っている。
また、「アリス館志賀」は入場者が年間20万人に達するほどの魅力のある施設となっている。

1.3 改善提案

- 「提言箱制度」の更なる促進
安全文化の更なる向上活動の一環として各種提案制度を設けており、これらのジャンルに属さない提案についても何でも提案できる制度として「提言箱制度」を導入しているが、提案数が少ないため、提言箱へ投函する方式に加えて、例えば、社内LAN方式を追加するなど提案できる方法を増やす工夫を検討することが望ましい。

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

「原災法」に基づき、2000年6月に『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。この策定に際しては地元自治体である石川県及び志賀町を含む4町と十分な協議が行われ、国、県、町に提出されている。2001年5月には、地域防災計画修正の反映等により修正され国、県、町に提出されている。

『防災業務計画』には、所長を原子力防災管理者として、その下に情報班、広報班、放射線管理班、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。「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や復旧活動等を行うことになっている。なお、原子力防災管理者が原子力防災体制を発令した場合には、所長自らが発電所本部長となって発電所本部を設置し、各班の業務分掌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を統括する。

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、班員が配置されている。

緊急時の通報・連絡体制として、夜間・休日及び祭日は、役職者2名が当番制で対応している。緊急時には、一斉通報装置により、要員が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Fax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。本店とは、TV会議シス

テム及び専用電話により情報の共有化を図っている。

また、定期的に通報訓練が実施され、有効に機能することが確認されている。

なお、本件の書類確認中に説明者に呼び出しの訓練がなされ、確実に訓練が実施されている様子がうかがえた。

原子力災害が発生した場合は、原子力災害時における「原子力事業者間協力協定」に基づき、必要に応じて他電力会社からの協力を受けることができる体制となっている。

c. 緊急時の手順書整備

『防災業務計画』に基づき、『原子力防災規程』、『緊急時対策指針』、『緊急時対策要領』が制定されているとともに、緊急時の対応手順が整備されている。

d. 従業員への周知・徹底

従業員に対して、緊急時対応に関する周知・徹底の状況について、面談を実施した。

その結果、『防災業務計画』、『原子力防災規程』、『緊急時対策指針』については、所内LANに掲示されていること、また『緊急時対策要領』については教育が実施され、各自が役割を認識していること及びこの要領が所内各課に配付され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

本発電所には、緊急時に必要となる緊急時対策所等の施設、通報・連絡のための設備、放射線防護具等の資機材が整備されている。緊急時対策所は、事務本館2階に配置されており、緊急時に関係要員が必要な期間にわたり安全に滞在できるよう、遮へい、専用換気空調設備（チャコールフィルタ⁷付き）、非常用電源及びバッテリーからの電源供給等の配慮がなされている。

また、これら防災資機材は、『防災業務計画』の別冊にリストアップされており、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

資機材点検結果」として技術課によって取りまとめられている。また、この結果については、年に1回国、地元自治体（県、志賀町及び富来町）に届け出されている。

緊急時対策所には、「プラント情報伝送システム」、「プロセス計算機端末」等が備えられており、緊急時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、「研修センター」に設置されているシミュレータの端末画面を緊急時対策所にも表示し、訓練に役立てられよう配慮されている。

(3) 緊急時訓練

a. 訓練の実施（実績）

「原災法」及び『防災業務計画』に原子力防災訓練を1回/年に実施することが規定されており、2000年度は11月に県の実施する訓練と同時に本発電所の緊急時訓練を実施している。

この訓練においては、原子炉給水喪失及びECCS[®]動作失敗のシナリオを想定し、通報連絡、本部設置、緊急時モニタリング、広報活動、外来者・作業員の避難措置、緊急時医療等の訓練を実施した。

緊急時医療に関しては、管理区域内における負傷者の発生を想定し、負傷者の汚染除去及びその後の処置としての消防機関との連携による外部医療機関への負傷者の搬送を実施した。

上記の他に、当直長、副当直長については(株)BWR訓練センタ（以下「BTC」という。）訓練内で特別訓練コース（原災法通報訓練）が実施されている。

2.2 良好事例

・ 所外関係機関への緊急時・連絡に関する運用方法の確立

緊急時の通報連絡については、迅速かつ正確に種々の情報を所内外に通報する運用方法が確立されている。また、頻繁に実施される通報・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。今回のレビューの書類確認中に説明者にもこの連絡訓練が実施され確実に訓練

が実施されている様子うかがえた。

2.3 改善提案

特になし

3. 教育・訓練

3.1 現状の評価

(1) 資格認定

a. 資格認定制度

(a) 運転員

当直長については、「原子炉等規制法」及び「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に規定されている「運転責任者⁹」の資格を有するものが配置されている。

運転員については、『運転管理業務要領』において、補機操作員～主機操作員～副当直長～当直長に区分したうえで、その区分に応じた運転知識・運転技能を有する運転員を確保することが規定されており、その中で、各運転員区分に応じた認定基準が設けられ、認定を行う旨も規定されている。具体的には、新入社員については、約1年間の運転基礎教育を実施した後で、補機操作員としている。また、運転実務教育、BTCにおける養成応用コースまたは再訓練等のシミュレータ訓練を終了したものを主機操作員としている。

以下同様に副当直長～当直長についても訓練・教育内容が決められている。これらの認定にあたっては、所長は、『運転管理業務要領』に定めるところにより、発電課長に意見を具申させ、認定を行っている。

認定基準は、上位職位の運転員ほどより高い技術的能力が要求される内容となっており、運転員の各段階において必要な技術的能力の向上が図られるようになっている。

(b) その他の発電所技術系社員

電気必修課、機械必修課、技術課及び安全管理課等の発電所技術系社員については、経験年数により初級～中級～上級に区分され、各クラスに応じた教育訓練を段階的に受講させること及びOJT教育により技術的能力の向上が図られている。

(2) 訓練計画・実施

運転員及びその他の発電所技術系社員は『教育・訓練管理要領』に基づく長期的な養成計画及び『保安教育要領』に基づく保安教育実施計画に従い、職場内、職場外教育を計画的に受講しており、プラントの安全・安定運転に十分な技術・能力を有している。

a . 教育・訓練の計画及び実施

本発電所における教育・訓練計画のうち、『保安規定』に基づく保安教育に関しては、『保安教育要領』の定めるところにより、各担当課が年度計画を作成し、技術課長がとりまとめ、原子炉主任技術者の確認後、所長が承認している。また、品質保証計画に基づく教育に関しては『教育・訓練管理要領』の定めるところにより実施されている。ただし、「研修センター」における教育・訓練の計画（カリキュラム等）・実施は「研修センター」の所長が担当している。

運転員については、『教育・訓練管理要領』に基づいて長期にわたる計画が定められており、これに従って各レベルに応じた安全運転に必要な知識・技能を習得できるようになっている。教育の内容・頻度（時間）については『教育・訓練管理要領』に定められており、BTCへの派遣研修、「研修センター」のシミュレータを活用した運転訓練、日勤班での教育及び3交替勤務時の直内教育（OJTを含む）等が実施されている。直内のOJTにあたっては、先輩社員の中から指導員が指名されている。

保守担当者については、保修課内の職場内教育（OJT）、「研修センター」における机上教育、「研修センター」の各種設備を用いた現場密着型の教育訓練及びメーカ等における社外研修を組み入れた教育・訓練が行われ技術力の向上が図られている。「研修センター」には、原子炉下部設備、各種弁、各種ポンプ、再循環ポンプメカニカルシール装置の模型等訓練設備が多く設置されている。（参考図7参照）

なお、入社時は、「研修センター」等において原子炉の基礎的な教育を含めた導入教育が行われ、更に全員を発電課に配属して当直業務を行わせる運転基礎教育を行い、個人の能力開発と資質向上が図られている。

各課配属後は、年度毎に教育・訓練計画が立てられ、スキルアップを目指した教育・訓練が実施されている。

これらの教育の実績については、保安教育の四半期毎の教育実績がまとめられ原子炉主任技術者まで報告され、保安教育及び『教育・訓練管理要領』に基づく教育について各々1年間の実績がまとめられ所長まで報告されている。

本発電所では、放射性廃棄物処理設備の運転を協力会社に委託しているが、協力会社社員に対する定期的な教育は、『保安教育要領』（10.請負会社従業員への保安教育）に定められており、本発電所の担当課長立ち会い及び協力会社から「保安教育計画」、「保安教育実施記録」を受領することにより教育状況の確認がなされている。

また、「研修センター」にて実施される保安教育を含む各種教育・訓練コースを協力会社にも解放しており、協力会社の教育・訓練の支援を行っている。

「研修センター」の現場確認において、運転員のファミリー訓練が行われており、タービン発電機のスラスト軸受異常によるタービントリップ、原子炉スクラム¹⁰時の対応操作が適切に行われていることを確認した。また、保守担当者に対しては、メーカ技術員を講師とした主蒸気隔離弁¹¹のコントロールパネルの動作原理についての講習がなされており、熱心に受講していることを確認した。

(3) 技術伝承

a. 運転員

経験等で得られたノウハウは、適宜、運転関係要領（操作手順書）を改訂したり、教育資料（運転員教育資料、運転員説明集）を作成・改訂したりすることにより、確実に伝承されている。

パトロール研修として、巡視点検の内容を事前に班員全員で確認するとともに、現場に随行した経験豊富な運転員により、現場での留意事項を直接指導したり、教育資料（現場基本操作写真集、巡視点検教本）を作成し、活用したりする等して技術の伝承を図っている。

b. 保守担当者

工事前に行う点検工事事前検討会（通称、「デザインレビュー」または「D

R」)により、先輩社員等から若年層社員に工事に際しての作業安全、品質管理の留意事項等を指導・助言している。

社外トラブルについての定期的な「発電所トラブル情報検討会」での事例紹介、原因、本発電所設備との相違、対策等について審議している。これらにより、ノウハウの蓄積と技術伝承が図られている。

さらに社内外のトラブルに対し、工事段階において水平展開が必要なものについてはノウハウとして『工事要領書審査のチェックポイント項目』に反映され、技術伝承の一環として課員に周知されている。

3.2 良好事例

- ・ 発電所技術系社員のレベルに応じた教育

運転員については、各レベルに応じた教育内容が細かく定められ教育が実施されている。

電気保修課、機械保修課、技術課及び安全管理課等のその他の発電所技術系社員については、経験年数により初級～中級～上級に区分され、各クラスに応じた教育訓練を段階的に受講させること及びOJT教育により技術的能力の向上が図られている。

- ・ 若年層運転員教育を主眼とした運転経験ノウハウ集

若年層運転員に対する教育環境整備の一環として次のような資料を自発的に作成し活用している。

- ・「運転員解明集」：若年層運転員が運転に際して疑問となるような事項をまとめたもの。定期的に疑問点を募り、説明事項を追加している。
- ・「現場基本操作写真集」：比較的頻度の少ない運転操作に対する経験を共有化するため、操作手順をステップ毎に写真を撮ったもの。
- ・「巡視点検教本」：巡視点検で着目すべきポイントを写真と解説で示したもの。

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

本発電所の運転は、発電課長による総括管理のもとに運転に関する当直業務を当直長が管理している。具体的には発電課長を中心に、事務所で机上業務を行う“ 運営班 ”と中央制御室で運転管理業務を行う“ 当直運転班 ”で構成されている。

このうち、運転管理業務（当直業務）は、当直長をリーダーとした当直班により24時間体制で行われている。各当直班は、基本的に当直長及び副当直長が各1名、主機操作員が3名、補機操作員が2名の総勢7名で構成されている。この運転体制は『保安規定』で要求されている構成人員以上の人数で対応することを『運転管理業務要領』において明確化されている。勤務体制は6班4直（1直、2直、3直、休）3交替勤務が採られている。具体的には、8日を1サイクルとし、3サイクル当直勤務（24日）～日勤班（14日）～4サイクル当直勤務（32日）～日勤班（14日）の84日間を1ローテーションとしている。

3交替勤務では、当直班の交替が毎日2回または3回行われている。この交替時には、安全上重要な事項が確実に引き継がれるよう、『保安規定』及び『運転管理業務要領』に基づき十分に時間をかけて引継ぎが行われている。中央制御室においてこの当直班交替に伴う業務引継ぎに実際に立ち会い、安全上重要な事項が確実に引き継がれているかという観点から確認を行った。その結果、引継ぎに際しては、事前に当直班ミーティングにより職位毎に引き継ぐべき内容の周知を行った後、『当直引継日誌記載要領』に基づき「当直長用の引継日誌」、「運転記録日誌」、「運転員用の引継日誌」及び「放射性廃棄物処理（RW）運転員用の引継日誌」を各々用いて職位毎に確実に実施し、その後、引き継がれた当直班内で再度ミーティングを実施し相互確認を徹底しており、これにより情報の共有化が図られ、運転状況の把握に努めていることが確認された。

また、当直班内の他の運転員及び机上業務担当者（運営班）との連絡には電子ノート（周知事項を所内LANにより登録、供覧、周知するシステム）を活

用しており、業務の効率化が図られている。

さらに、日勤班から当直勤務に入る時は事前準備として当直勤務となる2～3日前に約半日かけて前の引継ぎ記録等にさかのぼり入念な運転実績の事前チェックを実施し、運転経過を十分把握した上で、当直引継ぎに臨んでいる。

一方、放射性廃棄物処理業務を委託している関係会社社員（日勤業務）に対しては、毎朝業務開始前に、机上業務担当者（運営班）さらには中央制御室において副当直長との間で、当日の業務計画等の確認を行うとともに、業務遂行場所であるRW制御室においてRW運転員より日々必要な情報が提供されている。

各当直班には、国の指定機関による「運転責任者」の認定を受けた当直長が配置されている。また、運転員については、『運転管理業務要領』に副当直長、主機操作員及び補機操作員毎に要求される技能レベルに応じて必要な実務の研修及び経験・知識技能の程度が規定されており、各運転員の認定は上記要件を総合的に勘案し、所長が行っている。さらに、各運転員の段階的な教育・実習過程が確認、フォローできるように工夫された「運転員の教育手帳」を研修過程にある運転員に付与し、各段階においてきめ細やかな指導を実施している。また、この「運転員の教育手帳」の中には教育過程毎の指導責任者を明記することになっており、運転員の向上心を促進させるとともに、指導する側の運転員の再教育、指導者としての責任意識の向上に寄与している。

3交替勤務では、夜間勤務や日曜・祝日勤務が必要であり、他の社員とは異なった勤務形態となっている。この点を十分に踏まえ当直長は、『社員就業規則』に基づく勤務管理を行っており、3交替勤務者は24日単位の変形労働時間制とし、平均労働時間は1週40時間を超えないようになっている。また、勤務時間中に1時間の休憩をとることが規定されている。

一方、運転員のメンタルヘルスの観点からは、「メンタルヘルスケア研修」が、運転員を含む所員に対して毎年計画的に実施されている。

このように、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際しても十分な要員が確保される等、必要な運転組織体制が整備されるとともに、運転組織間の確実な情報の共有化が図られている。また、このよ

うな運転体制により、運転員の資質維持向上が図られ、巡視点検、定例試験を含めた効果的な運転業務が実施さ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

『保安規定』及び『運転管理業務要領』に基づき安全運転に必要な以下の文書・手順書が整備されている。

- ・ 巡視点検要領
- ・ 起動・停止操作要領
- ・ 事故時運転操作要領
- ・ 設備別運転操作要領
- ・ 警報処置要領
- ・ 定例試験操作要領

本発電所の安全運転に寄与している社内文書・手順書の特徴として以下の事項が挙げられる。

- ・ 『保安規定』にて、当直長が確認することが要求されている事項については、全て確認した結果を記録・保存する帳票類が社内規程において定められている。
- ・ 『起動・停止操作要領』、『事故時運転操作要領』においては、当直長、副当直長、原子炉操作員、タービン・電気操作員及び補機操作員別に分けて必要な処置内容が明記されており、操作・確認する第一責任者が誰であるか一目でわかるようになっている。

文書・手順書の作成・チェック、承認の方法については、『要領・手引等制定等要領（品質保証要領）』に制定・改訂手続き（承認者・承認方法含む）および作成要領が明確に規定されている。

また、操作手順書の記載内容を正しく遵守しているかという観点から、実際に中央制御室において「HPCSディーゼル発電機の定例試験」の実施状況を観察した。その結果、定例試験を実施する運転員は、操作者と確認者に明確に役割が分担されており、各操作（確認）項目について、次の順番で操作が行われることにより、手順書（『定例試験操作要領』）が確実に遵守されていることが確認された。

- 確認者は、手順書の当該操作（確認）項目の記載内容を読み上げる。
- 操作者は、当該操作を指差呼称した上で実施する。

確認者は、操作者により当該操作が実施されたことを確認し、手順書の当該操作記載部分をチェックする。

定例試験等を実施するにあたっては、操作項目毎に『定例試験操作要領』そのものを用いて各操作のチェックを行っており、手順書の遵守をより確実なものとしている。

このように、『運転管理業務要領』の基本事項に記載されているとおり、当直長の指示のもと、操作要領等のあらかじめ定められた手順に基づき確実に操作を行うことができる仕組みができています。

なお、レビュー者より、運転操作に係る手順書遵守の確認方法として、他発電所で用いているチェックシート方式の確認方法を紹介し、意見交換を行った。

c. 設計管理

中央制御室の記録計・指示計の視認及び定例試験の現場観察等により『保安規定』等に規定されている運転上の制限が遵守されていることを確認している。また、運転上の制限のうち記録可能なものは、「運転記録日誌」、「引継日誌」、「パトロールチェックシート」、「定例試験記録用紙」等に記録し保管している。

また、記録の採取、評価にあたっては、以下のような工夫がなされている。

- ・ 運転監視上重要なパラメータについては、予防保全の観点から定期的（3カ月に1回）にデータ（約2,000点）採取を行い、長期的傾向を監視している。また、前回データと比較して変動等がある場合には、関係課との間では所定のフォーマットを用いて情報の共有化及び調査検討結果の処理が行われている。
- ・ 「運転記録日誌」において、2つの運転パラメータの相関関係を理解・確認しやすいように適宜「運転許容範囲図」を活用するなどの工夫がなされている。また、現場パトロール時の「チェックシート」に『保安規定』における制限値が並記されており、遵守状況を確認しやすくしている。
- ・ 中央制御室及び現場の指示計や記録計に通常値（緑）、警報値または管理値（黄）、インターロックが作動する値等（赤）のレベルに識別可能な色分け表示をすることにより、運転パラメータの状況の監視性を向上させている。
- ・ 運転員の現場パトロールにおいてあらかじめパトロール順路を明示した「ルート図」を携帯し、確実な点検を行っている。

- ・ 原子炉起動前においては、『原子炉起動・停止運用要領』に基づいて、各項目の確認結果を各担当課長より集約し、発電課長がとりまとめた上で、原子炉主任技術者の確認、さらには所長による「原子炉起動前承認」を得ることにより、原子炉起動前の安全確認を行っている。

設備改造等に伴い運転操作手順や警報設定値の変更が必要となる場合は、『設計管理要領』、『警報等設定値管理要領』に基づき、関係各課と調整後、必要に応じて関係主任技術者（原子炉、ボイラー・タービン、電気）の確認を受けた後、所長の承認を受けた上、関係課長に通知される。発電課長は通知を受け、運転関係要領を改訂する必要がある場合、速やかに要領の改訂を行っている。このことについて、実際に他社で発生したヒューマンエラーに起因するトラブルの水平展開としての『定例試験操作要領』の改訂を例として、書類確認した。

運転員の知識と技能の向上、チームワークという観点から、運転員（主機操作員）に対して面談を行った。その結果、運転員の中核としてのプロ意識を持って業務に取り組んでおり、知識・技能に対する自己研鑽意欲が旺盛であることが感じられた。また、万一のトラブル発生状況下においても当直班内の運転員間で明確な意志疎通が図れることを念頭において、若手運転員に対して日頃から“ 確実な情報連絡の実施 ” 等、積極的に指導・助言しているとのことであった。

それに対して、レビュー者から事故時操作訓練においては、適宜当直班内の情報の共有化を図るためのブリーフィングが有効であること、また高ストレス下においては当直員の視野が狭窄すること、並びにリーダーシップ性の高い当直長であればあるほど当直長の予想に反するような報告・発言がしにくい環境となること等、チームパフォーマンスの特性に十分留意する必要があるという知見を紹介し、意見交換した。

(2) 効果的な保守管理

a . 保守組織

保守に関する組織としては、電気保守課及び機械保守課（以下、合わせて「保

修課」という。)があり、電気修課は、課内の総括業務を担当する総括グループと、主に電気設備、タービン等の周辺設備を担当する電力グループ及び原子炉廻りの設備を担当する制御グループから構成されている。機械修課も、課内の総括業務を担当する総括グループと、設備別に原子炉・ラドウエストグループ及びタービン・サービスヤードグループから構成されている。

運転中の機器に故障等が生じた場合は、『保守作業手続要領』に基づき運転部門は「作業依頼票」により修課へ点検を依頼し、修課は作業前に「作業票」を発電課に提出することで作業時期、内容等を連絡し作業許可を得た後、点検作業を実施する。作業にあたっては、現場の弁、制御盤に隔離状況を明示するための「タグ」を取り付け、発電課が一括管理するとともに、修課担当者から協力会社に対し隔離状況等を説明し、「作業票」及び「タグ」に基づき隔離状況について双方で現場確認を実施している。

保守に従事する所員の労務管理、安全衛生管理については、『社員就業規則』及び所属長が調整、作成する「勤務割表」に基づき指定休日制、時差出勤により業務量に応じ、適切な勤務がとれる仕組みとなっており、特定の保守担当者に負荷が偏らないよう配慮されている。

協力会社に対しては、「安全衛生協議会」や「品質保証連絡会」を設置し、災害の未然防止及び品質保証活動の円滑な推進を図るためのパトロール、意見・情報交換等の各種活動を実施している。

また、定検終了後は従業員及び各協力会社から設備・工法、作業環境改善等に係る改善要望を募集し、確実にフォローすることにより順次改善を図っている。この改善要望はこれまで6回の定検で、毎回平均で約350件提出されており、その反映状況は“反映済”、“検討中”及び“未反映”の3段階で継続的にフォローされている。また、“未反映”とすることを決定した場合においても、その理由を記載した検討書を提案者に連絡通知するなど、きめの細かい対応をしている。

協力会社作業者の作業安全、放射線防護については、『入構時安全教育等実施細則』及び『放射線防護教育実施細則』に内容等を定め教育を実施することで作業者の安全が確保されるよう配慮している。

また、修課に対しては、『工事仕様書、購入仕様書作成細則』により、協力

会社に要求すべき安全上の要求事項（仕様書）が規定されているとともに、協力会社社員の作業体制等については、『工事仕様書』で要求事項を提示し、協力会社が提出する『安全衛生管理計画書』、『工事要領書』により確認されている。

なお、協力会社が『工事要領書』を作成する上での必要事項については、『工事要領書作成の手引き』にまとめられており、協力会社に周知されている。また、当該工事を担当する保守担当者が『工事要領書』の確認を効果的に実施するために、上記手引きに基づき作成された『審査のチェックポイント』を活用している。

b. 保守に関する文書・手順書とその遵守

保守に関する要領、手順は、『保守業務管理要領』、『保守作業手続要領』、『保修工事安全管理要領』等により規定されている。

また、文書の制定及び改廃のチェック、承認等の手続については、運転に関する要領、手順と同様に、『要領・手引等制定等要領』に明確に定められている。

手順書の遵守状況については、保修課とは独立した品質管理を担当する組織による内部監査により、定期的に確認されている。

また、保守担当者に対して、保守手順書の遵守、協力会社とのコミュニケーションという観点から面談を行った。その結果、この担当者は主に「保守手順書」の制定・改廃に係る総括業務を担当しており、特に、制定・改廃された「手順書」を課員全員に周知する際には、不明な点は作成担当課に確認し重要な点にはマーキングするなど、日頃から確実な周知がなされるよう努めているとのことであった。また、本人の関係会社への出向経験も参考にし、保修課内のグループ単位での定期的な意見交換の実施などを通して、関係会社との間でコミュニケーションの確保に努めているとのことであった。

c. 保守設備と機器

機器の安全上の機能に基づく重要度クラス区分は、『品質保証重要度分類管理要領』に明確に定義されており、その対象範囲に応じた主要対象機器が明記

されている。

さらに、機器の安全上の機能に基づく重要度クラス区分を考慮して、『定期点検基準細則』により、安全上の重要度に応じて機器の点検周期・点検内容が定められている。

「保安教育計画」及び「教育訓練計画」については、年度毎に定め、保守作業や放射線安全に関する教育・訓練を行い、知識、技能のレベルアップに努めている。

また、保守担当者のOJTの一環として、「DRチェックシート」を用いて、工事体制、工事内容、施工中の安全対策、安全管理、品質管理、並びに諸官庁への届出等のチェックすべきポイントをあらかじめ定める等のように、実務に活用しながら指導することにより、設計、施工、工事の管理能力の向上を図っている。

d. 作業計画・管理

設備等の変更を行う場合には、許認可変更を伴うものも含めて、『設計管理要領』に取扱いを定めており、「設計変更管理チェックシート」によりその内容を確認している。このチェックシートは、許認可の変更、「原子力発電保安運営委員会」付議、他課への周知、反映事項、設備図書の追加・変更、運転操作要領書等の追加・変更等についてその処理方法、完了日及び責任者を管理できる様式としている。

修繕工事、改良工事計画について長期計画を策定し、社内で審査承認された後実施することにより、安全性、信頼性を確保している。長期計画の策定においては、予防保全の観点から定期的にプラントデータの長期的な傾向監視も参考にし、適宜、計画の見直し・変更を行っている。

また、定期検査の計画の策定に際しては、『定期点検実施要領』に基づき技術課長が先の定期検査終了時までには次回「定期検査申請」及び「定期検査時期変更申請」の予定表を保修課と協議の上作成し、所長の承認を得ることが規定されている。さらに、技術課長は、この予定表に基づいて「定期検査申請」を定期検査開始1ヵ月前までに、また「定期検査時期変更申請」を法令で定める定

期検査期限の1ヵ月前までに監督官庁へ行くことを規定しており、これらが遵守されている。

工事担当課は、工事の施工前には協力会社が作成する『工事要領書』を確認し、作業毎に作業票を作成している。定検工程の検討にあたっては、複数の工事が錯綜することから、各部門横断的なメンバーで組織される「工程管理検討会」により各工事の工程調整等を実施しており、さらに定期検査中においては、協力会社も含めた日例及び週間工程会議によりの確に情報交換を行っている。

各種工事に先立って、事前に協力会社から提出された『工事要領書』を工事担当課が確認した後、着手することとなっている。

工事担当課は、『工事要領書』に基づき作業計画、系統の隔離範囲等を検討・策定の上、作業票を作成する。発電課は、工事担当課が作成した作業票を、プラントの安全運転上問題ないことを確認した上で承認している。発電課において作業票に基づいた隔離作業等を実施した後、作業票の発効をもって工事担当課が作業に着手している。

定期検査時の作業においては、被ばく低減や作業信頼性向上の観点から以下の特徴的な取り組みを行っている。

- ・ 原子炉圧力容器に接続された配管の弁点検作業等においては、水による遮へい効果を活用する観点から、原子炉圧力容器に水を張ったままでの作業を可能にするため上流側に封水プラグを設置した作業を一部実施しており、高放射線下の作業時の炉心から放射線による被ばくを低減している。
- ・ 協力会社との情報の共有化を促進するために、協力会社が測定した計器校正データ等について、構内LANを利用して本発電所と共通のデータベースを作成し、協力会社との情報の共有化を促進している。

保守作業の実施場所として、サービス建屋地下2階の補助ボイラ点検エリア（当日の作業終了後）を現場観察した。その結果、作業票、KYシート、緊急時連絡先等の現場掲示、ポンプや電源への「タグ」の取り付け、作業エリアの区画・整理整頓、廃棄物の分別収集などが適切に行われていることを確認した。

定期検査に際しては、あらかじめ点検済みのスペアの機器を用意しておき、供用中の設備と入れ替えることにより復旧するまでの期間を短縮する入替点検

方式、並びにきめ細かく時間単位で工程を管理する時間管理工程の採用により定期検査の短縮に取り組んでおり、点検内容の削減による期間短縮は行っていない。

定検工程については、日例及び週間工程会議により協力会社社員も含めた工程調整を実施することで無理のない工程となるよう配慮している。

また、保守作業者の安全衛生管理面においては、社員については「定検工事安全教育実施計画」を策定し、若年層から役職者までを対象に安全衛生教育を定検前に実施しており、労務管理面においても、指定休日制、時差出勤により超過勤務とならないよう配慮している。協力会社に対しては、各保修課単位で作業前の現場説明会及び作業後の報告会等を設けて意志疎通を図っているとともに、定検前に実施する事例検討を通して過去の労働災害事例の紹介・注意喚起を行っている。

4.2 良好事例

・ 運転員（当直）の各職位における確実な引継ぎ体制／仕組み

本発電所では、当直運転員の引継ぎに際して、事前に当直班ミーティングにより職位毎に引き継ぐべき内容の周知を行った後、『運転管理業務要領』及び『当直引継日誌記載要領』に基づき「当直長用の引継日誌」、「運転記録日誌」、「運転員用の引継日誌」及び「放射性廃棄物処理（RW）運転員用の引継日誌」を各々用いて職位毎に実施し、その後、引き継がれた当直班内で再度、ミーティングを実施し相互確認を徹底している等確実な当直間の引継ぎが実施されている。これにより情報の共有化が図られ、運転状況の的確な把握が図られている。

・ 運転員が当直勤務に入る前の入念な準備（事前チェック）の実施

運転員が日勤班から当直勤務に入る際の事前準備として、当直勤務となる2～3日前に約半日かけて引継ぎ記録等をさかのぼって入念に調べ、運転実績の事前チェックを実施し、運転経過を十分把握した上で当直引継ぎに臨んでおり、円滑な当直勤務への移行に役立っている。

・ 運転操作要領類における職位毎の処置内容明記による責任の明確化

『起動・停止操作要領』、『事故時運転操作要領』においては、当直長、副

当直長、原子炉操作員、タービン・電気操作員及び補機操作員別の処置内容が明記されており、これにより操作・確認する第一責任者が明確化され、運転操作の信頼性向上に役立っている。

・ 運転パラメータ情報の調査検討処理用フォーマットの運用

運転監視上重要なパラメータについては、予防保全の観点から定期的（3ヵ月に1回）にデータ（約2,000点）採取を行い、長期的傾向を監視している。また、前回データと比較して変動等がある場合には、関係課との間で情報の共有化及び調査検討処理を行うための「フォーマット」を運用しており、異常徴候の早期発見及び予防保全対策への活用が期待できる。

・ 『工事要領書』審査のチェックポイントの活用

協力会社が『工事要領書』を作成する上での必要事項については、『工事要領書作成の手引き』にまとめられており、協力会社に周知されている。また、当該工事を担当する保守担当者が『工事要領書』の確認を効果的に実施するために、上記手引きに基づき作成された『審査のチェックポイント』を活用している。

・ 「DRチェックシート」の活用による保守担当者に対するOJT実施

保守担当者のOJTの一環として、「DR（デザインレビュー）チェックシート」を用いて、工事体制、工事内容、施工中の安全対策、安全管理、品質管理、並びに諸官庁への届出等のチェックすべきポイントをあらかじめ定める等のように実務に活用しながら指導することにより、設計、施工、工事の管理能力の向上を図っている。

・ 原子炉容器廻り弁点検時の封水プラグ設置による被ばく低減対策

原子炉圧力容器に接続された配管の弁点検作業等においては、水による遮へい効果を活用する観点から、原子炉圧力容器に水を張ったままでの作業を可能にするため上流側に封水プラグを設置した作業を一部実施しており、高放射線下の作業時の炉心から放射線による被ばくを低減している。

4.3 改善提案

- ・ 運転情報に関する電子化活用範囲の拡大

本発電所では、当直長間の「引継日誌」を電子化しており、発電課内における情報の共有化、迅速な伝達、及び業務の効率化に効果を上げているが、今後、例えば「プラント起動・停止曲線（実績）」などへの範囲拡大についても検討することが望ましい。

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・ALARA計画

a. 放射線業務従事者の線量管理・ALARA計画

放射線業務従事者の線量管理は、警報付きポケット線量計（APD）とガラスバッチ（GB）を管理区域立ち入り時に携帯することにより把握されている。APDは管理区域立ち入り毎の個人線量管理に、GBは集積線量管理に用いられている。APDの警報設定は、「放射線個人管理システム」と連動し、事前に検討・評価された作業件名毎の「日計画線量」（APD初期設定値とともに放射線作業承認時に定められる）を守れるよう管理区域立ち入り時に自動的に行われている。例えば、「日計画線量」が0.20mSv（APD初期設定値0.15mSv）である作業であれば、入域時に0.15mSvの警報設定が行われる。同じ日に一度退域（そのときの線量実績を0.12mSvとする）し再入域する場合は、「日計画線量」と線量実績を差し引いた値（ $0.20 - 0.12 = 0.08\text{mSv}$ ）とAPD初期設定値のうち小さい方の値が警報値として自動的に設定（この場合、0.08mSv）されている。このように、計画線量を超えないように確実に管理するシステムが取り入れられている。

「日計画線量」は、「放射線作業計画書」において適切な被ばく低減化対策の検討が行われた上で設定され、「放射線作業承認書」により承認された後、「放射線管理システム」に作業件名毎に入力されている。「放射線作業計画書」の作成は、過去に実績のある作業か新規の作業かに区別して以下のように行われている。

過去に実績のある作業

過去の実績線量と現在の作業環境を比較して必要な被ばく低減策及び計画線量を定めている。実績線量のチェックにあわせて、前回の反省反映事項の確実な計画への取り込みが行われている。

新規作業時

まず「放射線作業計画協議書」を作成し、作業内容を細分化しそれぞれの作業場所、防護装備、放射線作業環境を洗い出し、作業担当課と安全管理課にて協議し、ALARA対策項目（遮へい、フラッシング、除染、自動化等

にその他を含め全 17 項目)の中から具体的対策内容をまとめた上で、それぞれの作業線量等の細かな積み上げを行っている。それをもとに作業計画が策定される。作業後も、細分化した作業内容毎に、実績をフォローし次回への反映をまとめる様式となっており、P D C A¹²を廻す取り組みが行われている。

各個人の集積線量は、毎月、G Bにて評価(A P Dデータとの比較など確実なデータチェックが行われている。)され、年度末には「放射線業務従事者年度線量記録」としてまとめられ永久保管されている。また、月毎や年度毎に線量実績をとりまとめ、線量上位者を把握し、必要に応じて対策を講じるなどの業務管理に反映されている。G Bは今年4月からフィルムバッジ(F B)に代わり使用されている。これは、F Bの現像に多量の廃液が生じることとG Bの測定精度の向上により、供給元がF Bの製造を中止しG Bに切り替えたためであるが、採用にあたっては、移行できる可能性のある測定器具を十分に検討し、G Bが妥当であることの確認が行われている。移行にあたって円滑に行えるよう協力会社への周知を含めた万全の対応が行われている。本発電所では、個人線量計の管理区域内不携帯防止チェック装置が運用されている。これは、ビデオレンタルショップでの盗難防止装置の仕組みと同じで、G Bのカードケースにセンサを取り付け、管理区域入口に検知装置を設け、不携帯だと入口が開かないようになっている。このシステムは発電所運転開始時から取り入れられている。

本発電所では、設計・建設段階から、「作業方法の改善(自動化、作業スペースの最適化)」や「線源及び線量率の低減(腐食生成物の低減、遮へいの強化)」といった被ばく低減に対する取り組みがおこなわれている。これとともに、運転開始後の定検時の被ばく低減にあたって、「被ばく低減サイクル」(低減対策の立案 低減対策の作業要領への盛り込み 作業中の放射線管理 低減対策の評価 立案へ)により、的確に低減化対策を行っている。具体的には、高線量配管への遮へいの強化、作業場所近辺への仮設遮へいの設置、イルミネーションを用いた通路部における高線量場所の注意喚起、等が行われている。前々回及びその前の回の定検においては、炉内水で常時満たされているP L R系¹³やR H R系¹⁴のいわゆる水没弁の点検が行われているが、作業前に配管の化学除染を行うことにより表面線量率を低減し、作業者の被ばく低減を図っている。化学除染後の配管表面線量率の変動もチェックされており、除染前の約 50%程度(前回定検)であることが確認されている。

定検時には、本発電所と協力会社の放射線管理担当者間の「デイリーミーティング」を実施し、被ばく低減に関する確認が行われている。また、通常運転中は2ヵ月に1回、定検中は1ヵ月に1回の頻度で協力会社の放射線管理責任者を含めた「放射線管理部会」(「安全衛生協議会」の下部部会)が開催され、被ばく低減対策など放射線管理諸施策の推進状況の確認が行われている。なお、定検期間中は系統状態の変化や作業の集中があることから、この部会の目的をさらに確実に達成していくために、作業の集中度合い等に応じて開催頻度を増やす等、協力会社社員との頻繁な情報交換等に努めることが望まれる。この他、「放射線管理部会」パトロール、線量等低減標語の募集、放管ニュースの発行、放射線管理に関する意見・要望投函箱(通称「放管でんしょ鳩」)等の活動が行われている。

至近の定検総線量は、0.87人・Svである。水没弁の点検のような特殊作業を除けば、過去4回の定検時の総線量はこのレベルに確実に押さえられている。

定検時には、作業の種類、期間、環境等の情報に基づき線量推移予想曲線が作成され、線量実績を毎日プロットし、事務所内に掲示することにより線量低減意識の高揚を図っている。予測値を超える被ばくがあった場合はその原因が速やかに徹底的に追求されている。前回定検での予想と実績を確認したところ、ほとんど予想通りに推移していた。現場作業環境の理解に加え各作業内容の確認により精度を上げている。この成果は、上級クラスの安全管理課員の経験と知識によるものである。このように、課員に必要な業務内容は、初級、中級、上級のクラス毎に明確にされ、かつ習得状況が管理職により確認される仕組みが作られており、今後とも技術伝承を含めて精度維持を図っていくことが確認された。すなわち、安全管理課は放射線管理を担当するグループと化学管理を担当するグループから成っており、放射線管理を担当するグループ員は、放射線監視用の各種計測値と発生予想事象との関係を、化学管理を担当するグループ員は水質監視用の各種計測値と発生予想事象との関係をOJTによって明確に把握している。また、経験や知見に応じて上級、中級、初級とクラス分けされて、それぞれの能力に応じた作業を担当する体制が採用されている。

(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1号機施設には各作業領域における線量レベルが正常であることを

確認するためのエリア放射線モニタ（49 箇所）及び系統が正常であることを確認するためのプロセス放射線モニタ（17 箇所）が設置され、中央制御室にて常時、放射線の監視が行われている。

外部に放出される放射性気体廃棄物は主排気筒内に設置された排気筒モニタにより、放出される放射性液体廃棄物は液体廃棄物処理系排水モニタ及び放水ピットモニタにより廃棄物処理系制御室または中央制御室にて常時監視されている。

作業員の線量が平常レベルであることを確認するため管理区域内（27 箇所）及び管理区域境界（29 箇所）における 1 週間の空間線量は TLD により測定される。また管理区域内（8 箇所）における空气中放射性物質濃度はろ紙の放射線測定により、管理区域内（32 箇所）における床の表面汚染密度はスミア法により測定される。

周辺環境に放出される放射性物質の量を監視するため、発電所周辺監視区域境界付近にモニタリングポストを 7 箇所設置し、空气中の放射線量率を常時測定記録するとともに中央制御室で集中監視を行っている。

また発電所周辺に 3 ヶ月毎の積算線量を測定するためのモニタリングポイントを 14 箇所設置している他、放射線計測器を搭載したモニタリングカーを備え、敷地周辺の放射線量率を機動的に測定できるようにしている。モニタリングポスト¹⁵における放射線量率測定値が過去の最大値 / 最小値範囲外の値を示した場合には県に連絡されることになっている。

上記の各放射線計測器は定検時に点検校正が実施されている。

(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処理されている。（参考図 8 参照）

放射性気体廃棄物

活性炭式希ガスホールドアップ装置¹⁶または高性能粒子フィルタ¹⁷を通した後、排気筒モニタにより連続監視しながら排気筒から大気に放出されている。

放射性液体廃棄物

廃液の発生源（系統）別に、ろ過、イオン交換、蒸発濃縮等による処理が

行われている。各処理系で処理された液体は原則として回収・再使用されるが、放射性物質濃度が十分低いことを確認した上で復水器冷却水放水口より放出されることもある。一方、蒸発濃縮された廃液はセメントガラス固化¹⁸され、固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵されている。実際の処理運用に関し意見交換を行ったところ、濃縮廃液排出量が、積極的な研究開発によって低減されていることが確認された。これは、復水器過器の逆洗水における鉄クラッド¹⁹の分離改善を、以下のようにタンクの運用方法や沈降性向上対策によって達成したものである。

- (a) 復水器過器の逆洗水は廃スラッジ²⁰分離タンク内において上澄水（HCW：高電導度廃液）と廃スラッジに分離される。
- (b) 廃スラッジは廃スラッジ分離タンクに長期間保管管理される。
- (c) 上澄水は HCW 収集タンクに移送された後、濃縮装置により鉄分を含む放射性濃縮廃液と放射能レベルの低い蒸留水とに分離される。
- (d) 濃縮廃液は濃縮廃液タンクに一時貯留後、ドラム缶にセメントガラス固化され固体廃棄物貯蔵庫にて保管管理される。
- (e) この工程において、廃スラッジ分離タンク上澄水中の鉄分の含有量が多い場合は放射性濃縮廃液として扱う量を多くする結果となる。
- (f) このことは、発生するドラム缶の量を増加させる。
- (g) これを問題視した安全管理課員が、受け入れる廃スラッジ分離タンクの特定制と逆洗水受タンク内の pH を制御することにより上澄水への鉄分移行を減少させるための研究開発を実施した。
- (h) その結果、鉄分移行の減少が図られ、濃縮廃液の発生量を減少させることが可能となった。これにより、最終的に発生するドラム缶の量を低減することに成功した。

放射性固体廃棄物

可燃物、難燃物、不燃物などの種類別に分類されドラム缶等の容器に封入される。不燃物は、固体廃棄物貯蔵庫で保管され、可燃物及び難燃物は焼却減容処理される。

放射性廃棄物の管理は以下のように行われている。

気体及び液体廃棄物については、放射性物質の測定対象核種毎に測定し、結果は「放射性液体廃棄物管理月報」及び「放射性気体廃棄物管理月報」にて管理している。

固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵されている放射性固体廃棄物については、「放射

性固体廃棄物管理票」に処理方法、貯蔵場所、貯蔵量を記録し、管理している。累積の貯蔵量については、「放射性固体廃棄物管理月報」を作成し、管理している。また、タンクに貯蔵されている使用済イオン交換樹脂等は、毎月、「貯蔵タンク貯蔵量管理票」を作成し、保管量を管理している。

なお、固体廃棄物貯蔵庫には、建設当初より換気空調設備が設置されており、ドラム缶容器を保管する上で良好な環境となっている。このことは、固体廃棄物貯蔵庫の現場観察においてドラム缶容器の外観を実際に観察することにより確認した。また、固体廃棄物貯蔵庫では無人フォークリフトによるドラム缶容器の移動が可能となっており、作業員の被ばく低減が図れるものとなっている。

b. 放射性廃棄物発生量低減化

管理区域内への不要の物品の持込みを制限するとともに、原則として物品は作業終了後搬出することとしている。

また、可燃物、難燃物、不燃物の分別を徹底し、可燃物、難燃物は焼却減容処理を行っている。難燃物を確実に焼却するには、可燃物との適正な調合が必要であり、燃焼カロリー別に廃棄物が分別されていればそれが容易となる。それを受けて、雑固体廃棄物は、上記3区分をさらに「雑固体廃棄物仕分け区分表」によって30種類に区分され、それぞれビニール袋に収納されている。ビニール袋に収納された雑固体廃棄物は線量率に応じて高、中、低レベル別に色分けされた複写式の標示シート（「雑固体廃棄物標示」という2枚1組となったもので、内容物、作業件名、線量率、発生日等を記入）の1枚が袋に添付され、残りの1枚が安全管理課に保管されている。安全管理課はこの情報をデータベース化し、雑固体廃棄物の発生源の解析や焼却処理の効率化への活用を開始している。これにより、放射性廃棄物の低減化が図られている。

内容物を細分化した関係で、雑固体廃棄物を受け付ける際の受付確認時間が長くなることが予想されたが、現場作業員からの提案による複写式の標示シートをいち早く採用することにより、混乱なく実施に至っている。また、仕分け区分表は、関係会社を含めた関係箇所に配布するとともに、確実に実行できるよう現場にも掲示されている。

本発電所では、環境マネジメントシステムを取り入れており、その一環として、「可燃・難燃物の低減」「雑固体廃棄物の低減」に関し、WGを設置し活動している。活動は環境マネジメントシステムにのっとり、3カ年計画で、設置

の目的、構成メンバー等が取り決められ、半年に1回のチェックを実施しながら進められている。現在2年を経過し、現状確認、目標の設定が行われており、今後低減策の効果の確認等が行われる。

本発電所における固体廃棄物の貯蔵容量5,000本(200リットルドラム缶換算)に対して、2001年7月末の貯蔵量は約1,850本である。

5.2 良好事例

- ・ 線量管理が確実に行われる仕組みの確立及び定着

定検期間中の線量は、作業の種類、期間、環境等の情報を入力値とする経験式を用いて事前に詳細に予測される。この予測値と実績値を日毎に比較し、予測値を超える被ばくがあった場合はその原因を速やかに徹底的に追求する等により、線量管理が確実に行われる仕組みが確立し定着している。また、APDによる個人線量管理において、警報値の設定としてその日の実績値をその都度減じた値を再設定することにより厳格に管理している。

- ・ 線量計測器不携帯の管理区域入口での確実な検知

従業員等は管理区域に入室する際に線量計測器の携帯が義務づけられている。このため、特別な検出器を管理区域入口に設けることにより、不携帯者が入室しようとした場合にはこれを確実に検知するシステムが運転開始時から取り入れられている。

- ・ 積極的な研究開発による濃縮廃液排出量の低減

復水ろ過器の逆洗水はスラッジを分離しさらに上澄水を濃縮することにより減容処理している。この時発生する濃縮廃液の量は上澄水に含まれる鉄分の量に依存していることが明らかになったため、分離段階における上澄水への鉄分移行を減少させるための手法を開発し、濃縮廃液の発生量を減少させることが可能となった。これにより、最終的に発生するドラム缶の量の低減に繋がっている。

- ・ 放射性廃棄物低減化のための各種の工夫

雑固体廃棄物は、「雑固体廃棄物仕分け区分表」によって30種類に区分さ

れ、それぞれビニール袋に収納される。ビニール袋に収納された雑固体廃棄物は線量率に応じて高、中、低レベルに色分けされた「雑固体廃棄物標示」（複写式で、内容物、作業件名、線量率、発生日等を記入）の1枚が袋に添付され、残りの1枚が安全管理課に保管されている。安全管理課はこの情報をデータベース化し、雑固体廃棄物の発生源の解析や焼却処理の効率化に活用開始している。これにより、放射性廃棄物の低減化が図られている。

5.3 改善提案

- ・ 放射線管理に関する協力会社との情報交換の更なる推進

被ばく低減化等を目的とした「放射線管理部会」が設置されている。この部会は、協力会社の放射線管理責任者もメンバーとして参加しており、放射線管理全般にわたって協議されている。この部会は、定検期間中は月1回、それ以外は2ヵ月に1回の頻度で開催されている。しかし、定検期間中は系統状態の変化や作業の集中があることから、この部会の目的をさらに確実に達成していくために、作業の集中度合い等に応じて開催頻度を増やす等、協力会社社員との頻繁な情報交換等に努めることが望ましい。

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

6.1.1 現状の評価

(1) 新燃料及び使用済燃料などの取扱管理

臨界管理についての保安教育のための資料として、JCO事故の概要・原因、原子力発電所での炉心の臨界状態の管理及び炉外での燃料集合体取扱時の臨界管理がまとめられている。

『保安規定』に基づき、上記資料を用いて、従業員（全所員（事務系所員以外）及び協力会社社員（燃料取扱いに携わる者））を対象とした臨界管理についての保安教育を実施するとともに、対象従業員から提出された「教育受講報告書」により従業員が臨界安全に関する知識を有していることを確認している。

さらに、燃料取扱作業に従事する所員に対しては、燃料管理教育が行われ、新燃料の受入れから使用済燃料の払出しに至るまでの炉心を含む全ての燃料取扱工程における臨界安全管理の原理、手順、方法が確認されている。

各教育は、燃料管理、炉心管理を担当する技術課員が講師となり全対象者に説明されており、本発電所における各工程での臨界安全管理の要領がわかりやすく、かつ、細かな質問にもすぐに受け答えが行われ疑問点を残さない教育の取り組みがなされていた。これらの取り組みをさらに向上させるためにも、上記資料のうち、炉外での燃料集合体取扱時の臨界管理の考え方に関する部分は、図表等を用いて、よりわかりやすい資料とすることが望まれる。

本発電所では、燃料取替と使用済燃料の輸送容器への収納が発電課員、燃料受入などそれ以外の燃料取扱作業が技術課員によって行われている（燃料プール内の燃料移動の補助については協力会社に委託されている）。発電課員に対して面談を行い、教育の状況や実作業時の留意点などについて確認した。その結果、燃料取扱時の臨界安全に関し必要な知識・見識を有し、その知識が業務に反映されていることが確認された。この面談では、臨界管理教育の重要性や教育内容についても意見交換するとともに、さらに原子力安全文化の解釈や原子力に対するPA活動の重要性等について、経験談なども含めて幅広く意見交換を行い、お互いの理解を深めることができた。

新燃料の運搬・貯蔵、使用済燃料の貯蔵・運搬に係る工程では、あらかじめ定められた輸送・貯蔵時の取扱設備のみを使用することにより燃料集合体間の間隔を正しく保つ形状管理がなされている。すなわち、新燃料貯蔵庫及び燃料プールでは、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、燃料取替（装荷、取り出し）に用いる燃料取扱装置では同時に取扱うことのできる体数が構造上1体のみ制限されている。これら新燃料及び使用済燃料などの取扱管理については、『保安規定』、『燃料管理要領』、『使用済燃料輸送要領』に明記されている。（参考図9～10参照）

原子炉内の燃料取替時には、『保安規定』に基づき「燃料取替実施計画」を策定し、十分に検証されたプログラムにより「燃料装荷（または取り出し）手順」が作成される。この手順は、担当課員により「チェックボード」（炉心及び燃料プールの配置を模擬したもの）を用いた全ステップの模擬移動が行われ、制御棒との関係などプログラム設計通りとなっていることが確認されている。その後、フロッピーディスクを媒介として燃料取扱装置にデータ入力され、自動モードで取り替え作業が行われる。データ入力が確実にされていることのチェックのため、燃料取扱装置での読みとり後の手順を出力し、全ステップにわたって、入力データとのチェックが行われている。燃料取扱装置は装荷（または取り出し）ステップ毎に確認ボタンを押さないと次のステップに進めないようにインターロックが組み込まれている。作業員はステップ毎に手順書通りであることを確認した後、確認ボタンを押すこととなっており、確実な作業チェックが行われている。また、中性子源領域モニタにより未臨界であることの確認がなされているなど、燃料取扱時の臨界安全管理が確実にされている。

(2) 炉心管理

安全設計の基本方針が実際の運転においてどのように守られているか、その安全確保の取り組みについて確認を行った。炉心管理の項目として、反応度制御系及び原子炉停止系の能力確保に絞って行った。

反応度制御系及び原子炉停止系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」に記載されている。これに対応する社内文書である『原子炉設置許可申請書』には基本設計方針として、熱的及び核的制限値、制御棒価値制限、スクラム機能、制御棒による停止能力に関する

る項目が記載されている。その具体的展開は以下のように行われている。

原子炉運転中の熱的及び核的制限値については、『保安規定』において規定されている。さらに、『燃料取替実施計画』が、取替炉心毎に炉心解析結果に基づき作成され取替炉心の安全性（熱的制限値等を遵守して当該運転サイクルを運転可能であること）が確認されている。運転時には、計算機出力データによりそれらが制限内であることを確認するとともに、定期的に反応度の予測値と監視値の差をチェックし、解析通りであることを確認している。

原子炉起動（制御棒価値²¹制限）に関しては、『保安規定』において運転中及び起動中における「制御棒の操作の運転上の制限」が定められており、制御棒操作手順に従って操作されている。この場合、制御棒操作手順は制御棒価値ミニマイザ²²（RWM）に登録され、誤った引き抜き操作が行われた場合には、引き抜き阻止インターロックが動作することにより、運転員の制御棒操作ミスが防止されている。

原子炉停止（スクラム機能）に関しては、『保安規定』において運転中及び起動中における「制御棒のスクラム機能の運転上の制限」及び制御棒駆動機構の機能検査等が規定されている。具体的には、定検停止時における制御棒の挿入時間（スクラム時間）の確認、運転中及び起動中における制御棒スクラムアキウムレータの圧力の定期的な確認などが行われている。

原子炉停止余裕（制御棒による停止能力）に関しては、『保安規定』において運転中、起動中及び停止中における「停止余裕の運転上の制限」が規定されている。また、定検時の燃料取替終了後には『保安規定』、『定期検査要領書』に基づき、停止余裕の検査が実施され十分に余裕があることが確認されている。具体的には、反応度価値の最も大きな制御棒を全引き抜きとした状態で中性子源領域モニタの指示値が安定していることを確認している。この場合、解析誤差や炉心温度の反応度への影響についても適切に取り込まれている。加えて、制御棒以外での原子炉停止手段としてほう酸水注入系²³があり、『保安規定』において、運転中及び起動中における「ほう酸水注入系の運転上の制限」が規定されている。この機能確保についても、ほう酸水タンク内のほう酸濃度、ほう酸水タンクの水位及び温度、並びにポンプ等注入系の機能が運転上の制限を満足することを定期的な検査により確認している。

(3) 停止時安全対策

原子炉停止時における未臨界維持に関わる事項（制御棒操作、燃料取扱い、中性子束監視等）については『保安規定』に規定されており、下部規定である『燃料管理要領』及び『原子炉停止時運用管理要領』に下記に示すように詳細な作業手順が定められている。

- 1) 制御棒を引き抜くセルについては、燃料を全て取り出しておく。
- 2) 燃料を装荷するセルについては、制御棒を全挿入しておく。
- 3) 上記 1) 及び 2) を満足しないセルがある場合には当該セルに隣接するセルの燃料を全て取り出す。
- 4) 燃料取替もしくは制御棒操作時には中性子源領域モニタの機能を確保し、中性子束を監視する。

原子炉を停止した状態でも、照射燃料からは崩壊に伴い熱が放出され、この崩壊熱を除去することを目的として原子炉停止時冷却系が設けられている。

原子炉停止時冷却系については『設置許可申請書』（添付八）に基本設計方針が記載されており、原子炉停止時における崩壊熱除去に係る事項について『保安規定』及び下部規定である『原子炉停止時運用管理要領』に規定されている。

具体的には下記事項が定められている。

- 1) 原子炉の状態が冷温停止または燃料交換において、原子炉停止時冷却系 1 系統が運転中であることを 12 時間に 1 回確認する。
- 2) 原子炉水位がオーバーフロー水位となるまでの期間は、さらに 1 系列の原子炉停止時冷却系が動作可能であることを 1 回 / 日確認する。
- 3) 原子炉停止時冷却系の運転が全て停止した場合においても、停止期間中の原子炉冷却材温度を評価し、65 以下であることを 12 時間に 1 回確認する。

原子炉停止時の安全確保としては、上述の未臨界性、崩壊熱除去能力の他に必要水位、電源等の確保が要求される。これらは『保安規定』において規定されるとともに下部規定である『燃料管理要領』、『原子炉停止時運用管理要領』に詳細に安全確保の方法が規定されている。さらに、『運転記録日誌要領』に添付された「原子炉停止時安全措置チェックシート」を用いて中性子束や炉水

温度測定値及び電源状態等が各運転直で1回確認されている。このように原子炉停止時の安全確保については体系立てた確実な取り組みがなされている。

(4) リスク評価に係る取り組み

確率論的安全評価（PSA）を実施し、本発電所の安全上の特徴を確認した上で、「アクシデントマネジメント対策」を抽出し、前回定期検査までに「アクシデントマネジメント対策」の整備を完了している。

抽出にあたっては、安全性を更に向上させるために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。設備面では、原子炉停止機能の強化、原子炉及び格納容器への注水機能の強化、格納容器からの除熱機能の強化、安全機能のサポート機能の強化（電源供給ラインの強化）等を抽出し、対応・整備を行ってきた。一方、運用面では、AM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』（AMG）や『事故時運転操作手順（炉心損傷後）』等が新規に作成され、必要に応じて改定されている。前者は緊急時対策要員による活用を、また後者は運転員による活用を想定したものである。

AM対策に関する教育・訓練としては、「研修センター」において全所員を対象として机上研修を年1回実施している他、運転員と緊急時対策要員それぞれを対象とした個別教育が実施されている。運転員においては、シミュレータを用いた運転訓練の中でも、炉心損傷を防止するためのAM操作訓練を行っている。

6.1.2 良好事例

・ 原子炉停止時の安全確保に対する体系立てた確実な取り組み

原子炉停止時の安全確保としては、未臨界性、崩壊熱除去能力、必要水位、電源等の確保が要求される。これらは『保安規定』において規定されるとともに下部規定である『燃料管理要領』、『原子炉停止時運用管理要領』に詳細に安全確保の方法が規定されている。さらに、『運転記録日誌要領』に添付された「原子炉停止時安全措置チェックシート」を用いて中性子束や炉水温度測定値及び電源状態等が各運転直で1回確認されている。このように原子炉停止時の安全確保については体系立てた確実な取り組みがなされている。

6.1.3 改善提案

- ・ 臨界安全に関する教育テキストの更なる充実

臨界管理についての保安教育のための資料として、JCO事故の概要・原因、原子力発電所での炉心の臨界状態の管理及び炉外での燃料集合体取扱時の臨界管理がまとめられている。この資料及び保安規定を用いて技術系従業員及び燃料を取り扱う協力会社従業員を対象として、臨界安全管理教育が実施されている。この資料のうち、炉外での燃料集合体取扱時の臨界管理の考え方に関する部分は、図表等を用いて、よりわかりやすい資料と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

国内外のトラブル事例は、「電力中央研究所原子力情報センター」から情報を受領後、直ちに所内LAN上の電子掲示板に掲示するとともに、情報入手した旨の電子メールにて関係者に連絡・周知している。

国内のトラブル事例の検討については、当該プラントが作成発行する「故障等報告書」を入手し、「発電所トラブル情報検討会」(月1回程度開催)にて検討を行い、水平展開の要否を決定し、必要に応じて水平展開を実施している。海外のトラブル事例については、「原子力部トラブル情報検討会」において、当該プラントの再発防止対策について、その水平展開の要否が検討され、水平展開が必要となったものについては、「発電所トラブル情報検討会」にて具体的な展開を検討実施することとしている。これらの検討結果及び水平展開実施結果は、「トラブル情報管理シート」としてまとめられ、社内LAN上のデータベースに保管し、所員全員が適宜参照できるようにしている。

水平展開の必要性が明らかで、速やかに対策の実施が必要なものが生じた場合には、「方針伺い書」等で所長まで方針を説明した上ですぐに対応し、「発電所トラブル情報検討会」にはその結果を報告している。なお、法律・通達対象のトラブルについては、水平展開の要否について「保安運営委員会」でも審議される。

「トラブル情報管理シート」は、事象の発生状況、原因調査の概要、事象の原因、再発防止策を1枚のシートの上半分に簡潔にまとめ、下半分に本発電所の対応状況をまとめるようになっている。簡潔にまとめるためには、事象を把握し自分の言葉で記載するような取り組みが必要であり、知識・技術の向上等にも役立てられている。

社内LAN上の「トラブル情報」データベースを実際に確認した。検索機能がわかりやすく組み立てられており、所員への周知はもとより、教育や作業前の事例検討に使いやすいものとなっている。これをもとに、関連会社へも各課から周知が可能なものとなっている。「トラブル情報」データベースは国内と海外事例が独立して組み立てられているが、海外事例の検討が本店で行われてい

ることもあって、所内で海外事例に関する「トラブル情報」データベースのアクセス方法についてあまり知られていない可能性があることから、今後所内周知を図っていききたいとのことであった。

また、水平展開における対策のうち、『工事要領書』等へ明記して対応するものについては、『工事要領書・工事報告書運用細則』に簡単な経緯も含めて、水平展開内容がとりまとめられており、今後の関連する『工事要領書』への反映が確実に実施されるようになっている。

(2) ヒューマンエラー防止活動

定検時に協力会社により月 1 回の頻度で開催される「災害防止協議会」で収集、整理された「ヒヤリハット事例集」が関係箇所に配布されている。本「ヒヤリハット事例集」は説明に挿し絵を取り入れることにより、内容が理解し易く、原因及び対策実施状況を把握できるものとなっていることを確認した。

上記「ヒヤリハット事例集」は本発電所と協力会社の間で通常 2 ヶ月に 1 回の頻度で開催される「安全衛生協議会」により整理された形で関係箇所に配布されている。

所員については毎月初めに全所員対象に実施している安全朝礼において、ヒヤリハット体験を交代で紹介し、全員でワンポイントコールを行っている他、今年から作業以外の事例を含むヒヤリハット事例を収集しとりまとめの上、関係箇所に配布する予定となっている。

その他、所内および協力会社内で労働災害や事故等が発生した場合には、同種の災害の再発防止に向けた注意喚起を目的として、その発生状況のメモ等をもとに、小グループに分かれて“危険予知活動”を実施している。

ヒューマンエラーに起因する国内の原子力発電所におけるトラブル事例についても、「電力中央研究所原子力情報センター」から情報を入手後、直ちに所内 LAN 上の電子掲示板に掲示するとともに、当該プラントが再発防止対策を策定した後、「発電所トラブル情報検討会」にて検討を行い、必要と判定されたものについて水平展開を実施している。

国外のヒューマンエラーに起因するトラブル事例についても、本店原子力部でスクリーニングを実施の上、必要と判定されたものが本発電所に連絡され、「発電所トラブル情報検討会」において検討が行われる。検討結果は国内のトラブル事例と同様に所内 LAN 上のデータベースに保管され、所員全員が適宜

参照できるようにしている。

有効なヒューマンエラー防止対策事例として、下記事例を現場にて確認した。

見やすい位置へのバルブ銘板の追加

管理区域内配管バルブの本設銘板はバルブ上面についていることと径の小さいバルブでは名称文字が小さくなることから、視認性の点からバルブ誤操作の要因となり得る他、高所位置のバルブではバルブ名称確認に脚立及び高所作業を必要とする。そのため以下の改善を行った。

- ・ バルブにバルブ名称を容易に確認できる「タグ」を取り付けることにより、離れた位置でのバルブ名称確認が可能となり、バルブ名称誤認の可能性が低減した。

中央制御室における工夫

設計時に取り入れられている対策(ミミック化²⁴、警報窓の重要度別色分け等)に加え、運転員による工夫が行われている。

- ・ 警報名称を隠さずに警報表示を区別できる表示灯カバー(用途(試験用、点検作業用等)別に縁取りを色分けした「状態識別表示カバー」)を作成し、定期点検作業等によって発信する警報にその表示灯カバーを取り付け、警報誤認防止に役立っている。
- ・ 重要計器の供給電源の明確化
重要計器について、計器電源元、関連シーケンス番号を記載したシール(直流、計装用電源等の電源種別で色分け実施)を張り付け、電源隔離検討時の影響評価の効率化、停電時等のトラブル対応の迅速化に役立っている。
- ・ 警報発生状況確認シートの常時確保
トラブル発生時には一度に多数の警報が発信する。事象の進展により、発生警報の一部はリセットされることから、初期警報の確実な把握のため、「警報識別チェックシート」を常時、盤の近くに配備している。「警報識別チェックシート」は警報窓配置図をプラスチックケース(A4サイズ)に入れたもので、ケースの上から赤鉛筆によるチェックを行い、何度でも使用できるものとなっている。
- ・ 運転員操作用補助表示(オペレータエイド:OA)の確実な管理
OAについては、「OA表示等管理台帳」により、管理番号、出典図書名及び表示場所等を明確化し、更新・発行・廃止の際には所定の申請書に必要事項を記入し手続きを行うこととしている。これにより、古い情報や誤った改

訂などによる誤操作を防止している。

- ・ 操作禁止札取り付け可能なスイッチカバーの設置

スイッチカバーを取り外す行為をスイッチ操作前に行えることから、操作機器の確実な確認による誤操作防止を図っている。また、このカバーは、隔離や操作禁止表示札をすっきりと収納取り付けできるようになっており、スイッチ銘板や表示灯を覆い隠すことがないようにしている。

(3) 異常時の対応

『事故・故障等対応要領』により、異常徴候の発見からトラブルに至るまで、またトラブルになった後の処置方策が明確となっており、原因調査、再発防止対策を適切に実施できる体制を確立している。例えば、異常徴候発生時の対応としては「調査委員会」の設置や活動内容等が、また、経済産業省へ「通達事象による軽微な故障等の報告」を行う事象や計画外停止に伴う対応時には「事故・故障等対応体制」が組織されることなどがまとめられている。

1993年の営業運転開始以降、法律・通達対象のトラブルは4件発生しているが、いずれも原因調査を実施の上、再発防止対策が適切にとられている。これらの事象については、カラー図面を用い立体的にもわかりやすい「事例紹介シート」を作成し、対策や水平展開の周知徹底や技術伝承等に役立てている。

(4) 漏えい燃料対策・燃料健全性監視

運転中については、『保安規定』に、運転時の異常な過渡変化が発生しても燃料破損が生じないように熱的制限値として最大線出力密度及び最小限界出力比が規定されている。また、水質管理についても『保安規定』に定められており水質基準を遵守している。この他、異物混入防止や工具類の持込み管理を徹底している。保守時において原子炉冷却系統内ではワイヤブラシの使用を規制している。

一方、『燃料管理要領』及び『燃料プール等運用要領』に燃料を取り扱う場合の注意事項を定めている。また、『技術課現場監理・パトロール手順書』に現場監理時の「チェックシート」が定められており、技術課員はそれに基づき燃料取扱いに問題がないことを現場で確認している。このようにソフト、ハードの

両面から燃料漏えい防止対策が適切に取られていた。

漏えい燃料の検知は、『保安規定』に基づき、運転中の冷却材中よう素濃度及び停止時よう素増加量を測定することにより行われている。また、オフガス²⁵系放射線モニタの監視によっても漏えい燃料は検知される。オフガス系の放射能レベルが増加した場合の措置は『事故時運転操作要領（事象ベース）』に規定されている。すなわち、漏えい燃料の発生が疑われる場合には『燃料集合体 SHIPPING 検査²⁶要領書』により SHIPPING 検査が実施される。この SHIPPING 検査装置の取扱訓練が実機を用いて 1 サイクルに 1 回程度行われている。なお、この SHIPPING 検査装置については、今後 9 × 9 型燃料に変更することを受けて現在改造中である。

漏えい燃料の処置については『保安規定』に定められている。すなわち、漏えい燃料は専用の容器に封入されて保管管理されることとなっている。なお、本発電所では燃料漏えいはこれまで発生していない。

(5) 火災・爆発事故の発生防止

本発電所では、「消防法」に基づき、『志賀原子力発電所消防計画』及び『志賀原子力発電所危険物予防規定』が制定されている。さらに、火気作業等の留意事項が記載された要領書（『入構の皆様へ』）が作成され運用されている。これらの要領書等では、危険物施設及び消防用設備等（火災報知器、消火設備、誘導設備等）の点検はもとより、防火パトロール、火気使用の管理、防火教育・講習等が規定されている。また、『自衛消防活動手順書』に基づき、「防火管理組織」（志賀原子力発電所自衛消防隊及び協力会社による自衛消防隊）が編成されている。この手順書は所内の他、協力会社にも配布されその内容の周知が図られている。

原子力発電所の設備は「原子力発電所の火災防護指針（J E A G 4607）」に基づき、実用上可能な限り不燃性材料または難燃性材料が使用されている。また、消防用設備として、各種消火設備及び各種消火器が設置されており、その機能は定期的に確認されている。さらに、移動式消火器が自主的に設置されている。定検等の火気作業時には、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が図られている。

総合消防訓練が年 1 回実施されている。2000 年 12 月には所轄広域消防本部と合同で行われており、初期消火や通報体制の機能維持に努めている。この訓練の他、『自衛消防活動手順書』に基づき消防訓練等が実施されている。さらに、毎月各課持ち回りで防火訓練が実施されている。

火災発生時の連絡体制については『志賀原子力発電所消防計画』において、平日昼間及び平日夜間・休日昼間・休日夜間での通報体制（2 通り）がそれぞれ定められている。

1997 年に、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²⁷後には総点検が実施され、その結果、自主的に消火器増配置・可燃物を一時貯蔵する箇所への I T V²⁸の設置及び中央制御室での監視等の対策が採られている。これらについては、当該現場の観察により確認した。

6.2.2 良好事例

・ 社内 LAN 上への「トラブル情報」データベースの設置

国内外のトラブル事例を検討し、事象、原因、対策及び水平展開内容をまとめた「トラブル情報管理シート」及び「トラブル反映実施報告書」を、社内 LAN 上にデータベース化し、検索機能がわかりやすく組み立てられ、所員への周知はもとより、教育や作業前の事例検討に役立てられている。

・ 効果的なヒューマンエラー防止対策の実施

「見やすい位置へのバルブ銘板の追加」、「中央制御盤設置重要計器の供給電源の明確化」や「運転員操作用補助表示の確実な管理」など、効果的なヒューマンエラー防止対策が実施されている。

（詳細内容）

「バルブ銘板の追加」：バルブにバルブ名称を容易に確認できる「タグ」を取り付けることにより、離れた位置でのバルブ名称確認が可能となり、バルブ名称誤認の可能性が低減されている。

「重要計器の供給電源の明確化」：重要計器について、計器電源元、関連シ

ーケンス番号を記載したシールを張り付け、電源隔離検討時の影響評価の効率化、停電時等のトラブル対応の迅速化に役立てている。

「運転員操作用補助表示（オペレータエイド：O A）の確実な管理：「O A表示等管理台帳」により、管理番号、出典図書名及び表示場所等を明確化し、更新・発行・廃止の際には所定の申請書に必要事項を記入し管理することにより、古い情報や誤った改訂などによる誤操作を防止している。

6.2.3 改善提案

特になし

【用語解説】

- 1 設備利用率：設備利用率(%) = [発電電力量(kWh)の合計] × 100 / [(認可出力(kW) × 稼働時間数(h))の合計]
- 2 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)
- 3 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)
- 4 MOX 燃料：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)
- 5 ALARA：“As Low As Reasonably Achievable” (合理的に達成できる限り低く)の略。国際放射線防護委員会(ICRP：International Commission on Radiological Protection)の勧告で示された放射線防護実行上の基本的な概念。
- 6 アクシデントマネジメント(AM)：“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 チャコールフィルタ：放射性ヨウ素を除去するため、粒状活性炭を充填したフィルタ。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)
- 8 E C C S：“Emergency Core Cooling System”の略。非常用炉心冷却装置。原子炉に冷却材喪失事故が起こったときにも炉心を有効に冷却する工学的安全施設。原子炉の一次冷却系のいかなる大きさの配管破断に対しても炉心を冷却できる容量を有している。沸騰水炉の場合には高圧炉心スプレー系、低圧炉心スプレー系、低圧注入系及び自動減圧系からなる。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)
- 9 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。
- 10 スクラム：原子炉の緊急停止
- 11 主蒸気隔離弁：(MSIV：Main Steam Isolation Valve)主蒸気管に設置される弁であって、それが閉じることによって原子炉(BWR)または蒸気発生器(PWR)を必要に応じてタービン設備から隔離するための弁。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)
- 12 P D C A：一連(P D C A)のサイクルを構築し、このシステムを継続的に動かすことで、環境負荷の低減や事故の未然防止を実行する仕組み。Plan = 計画、Do = 実施及び運用、Check = 点検および是正措置、Action = 最高責任者による見直し
- 13 P L R系：Primary Loop Recirculation System。原子炉冷却材再循環系。沸騰水炉の炉心に冷却材を供給するための閉回路装置。原子炉圧力容器より冷却材を取り出し、再循環ポンプにより再び原子炉に戻す。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)
- 14 R H R系：Residual Heat Removal System。BWRでは残留熱除去系。原子炉を停止した後、炉心より発生する崩壊熱及び顕熱を除去・冷却するための系統。沸騰水炉では、原子炉の状態により停止時冷却系、低圧注水系、格納容器スプレー系、蒸気凝縮系、圧力抑制プール冷却系としての使用法がある。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

-
- 15 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に設けられた施設。一般に、空間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）
- 16 活性炭式希ガスホールドアップ装置：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）
- 17 高性能粒子フィルタ：流体中の粒子状物質を高効率で濾過除去する機器。0.3 μm の粒子に対して約 50%以上の除去効率を有する微粒子除去用エアフィルタ。原子力施設においては空気中の固体状核分裂生成物を除去する目的で設置する。（「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用）
- 18 セメントガラス固化：濃縮廃液等の放射性廃棄物を乾燥粉体固化した後、ペレット（例えばアーモンド状）に造粒し、ペレットの形態で容器に充填する。（ここまでが「ペレット固化」）さらに、容器内の空隙にセメントガラスを注入し、固定化するとセメントガラス固化となる。
- 19 クラッド：crud。放射性腐食生成物。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生成物のうち、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。（「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用）
- 20 スラッジ：管理廃水処理設備による放射性液体廃棄物処理において、放射性物質を吸着した凝集剤をろ過して、分離された固体。
- 21 制御棒価値：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）
- 22 制御棒価値ミニマイザ（RWM）：“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）
- 23 ほう酸水注入系：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）
- 24 ミミック化：操作盤上のスイッチの間に線や矢印を挿入し、系統構成を操作盤上に表示すること。
- 25 オフガス：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
- 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 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：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。
- 28 I T V：Industrial Television（工業用テレビ）の略。