

別 添

高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処
及び報告について（第5回報告の補正）

目 次

第1章 はじめに	1
第2章 ナトリウム漏えい事故後の経緯	3
2.1 ナトリウム漏えい事故の概要	3
2.2 事故に対する捉え方	3
2.3 事故調査のまとめ	5
2.4 原因究明の段階で明らかになった新知見	6
2.5 総点検の実施	7
2.6 原子力安全委員会による「もんじゅの安全性への取り組みの確認」	14
2.7 総点検フォローアップの実施	14
2.8 CLDの不具合と屋外排気ダクトの腐食孔不具合の発生、特別な 保安検査の実施	16
2.9 原子力機構の行動計画と保安院の特別な保安検査	17
第3章 品質保証	23
3.1 自律的な品質保証体制の確立	23
3.1.1 安全性総点検に係る報告における「品質保証体系・活動の 改善」の概要	23
3.1.2 ナトリウム漏えい検出器の不具合発生を契機として顕在化 した問題点	32
3.1.3 経営の積極的関与	34
3.1.4 FBRセンターの組織体制の強化	39
3.1.5 強化されたFBRセンター体制での業務運営	46
3.1.6 品質保証推進体制の改善	56
3.1.7 QMSのルールと保安活動の整合に向けての改善	60
3.1.8 QMSのチェック機能の充実	65
3.1.9 不適合管理の充実	67
3.1.10 保守管理に係るQMS	75
3.1.11 まとめ	77
3.2 安全文化醸成・コンプライアンス活動の取り組み	80
3.2.1 顕在化した問題点	80
3.2.2 安全文化醸成活動	81

3.2.3	コンプライアンス活動	84
3.2.4	マイプラント意識の醸成	86
3.2.5	安全文化醸成・コンプライアンス活動状況の確認（アンケート調査による確認と結果の反映）	88
3.2.6	まとめ	90
3.3	試運転再開に向けて	91
3.3.1	試運転再開に向けて目指すもの	92
3.3.2	試運転再開までに達成すべき目標への取り組みの基本姿勢	93
3.3.3	試運転再開までに達成すべき目標への取り組み	94
3.3.4	理事長による臨時マネジメントレビューでの評価	97
第4章	運転管理	99
4.1	運転手順書、運転管理体制等の改善	99
4.1.1	安全性総点検に係る報告における「運転手順書、運転管理体制等の改善」の概要	99
4.1.2	運転手順書類の改善	102
4.1.3	運転員・保守員を含む技術系職員の教育訓練、及び運転体制等の充実強化	121
4.1.4	事故時対応体制の改善	132
4.1.5	ナトリウム漏えい検出器誤警報に伴い顕在化した問題点	135
4.1.6	ナトリウム漏えい警報発報時対応の問題点の改善	136
4.2	その他の管理	153
4.2.1	炉心・燃料管理	153
4.2.2	放射性廃棄物管理	158
4.2.3	放射線管理	159
第5章	設備改善	161
5.1	ナトリウム漏えい対策	161
5.2	信頼性向上等を目的とした設備改善（ナトリウム漏えい対策以外の設備の改善）	168
5.3	ナトリウム漏えい検出器の改善	169
第6章	長期停止設備の健全性確認の確実な実施	173
6.1	設備健全性確認の目的と概要	173
6.2	健全性確認の実施体制とプロセス	175
6.3	改造を実施した設備の健全性確認	177

6.3.1	改造工事の概要	177
6.3.2	改造設備の試験検査	179
6.3.3	工事確認試験実施内容及び実施結果	179
6.3.4	工事確認試験実施結果の評価	181
6.4	機器・設備レベルの健全性確認	181
6.4.1	設備点検の概要	181
6.4.2	設備点検の実施内容	182
6.4.3	設備点検の妥当性評価	184
6.4.4	設備点検における補修事例	191
6.4.5	設備点検のまとめ	192
6.5	系統・プラントレベルの健全性確認	193
6.5.1	プラント確認試験の目的	193
6.5.2	実施内容及び実施結果	194
6.5.3	実施結果の評価	197
6.6	機器・設備レベル及び系統・プラントレベルの健全性確認結果の 国による確認	199
6.7	設備健全性維持と保守管理に係るQMS	200
6.8	設備健全性の評価	202
第7章	保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施	205
7.1	保全プログラムの策定	206
7.2	「もんじゅ」保全プログラムの特徴	209
7.3	トラブル事象、長期停止設備の健全性確認及び保全計画に基づく 点検の反映	214
7.4	保全プログラムの今後の展開	219
第8章	新知見の反映	221
8.1	安全研究等の反映	221
8.2	最新知見の反映の仕組み	224
第9章	理事長による臨時マネジメントレビュー	227
9.1	自律的な品質保証体制の確立	229
9.1.1	経営の積極的関与	229
9.1.2	組織体制の強化	230
9.1.3	品質保証活動の強化	231
9.1.4	安全文化醸成活動の継続的取り組み	234

9.1.5 性能試験実施に向けた準備	235
9.2 長期停止設備の健全性確認の確実な実施	235
9.3 ナトリウム漏えい対策の確実な実施	236
9.4 保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施	237
9.5 危機管理機能の強化	238
第10章 まとめ	241

第1章 はじめに

高速増殖原型炉もんじゅ（以下「もんじゅ」という。）は、平成21年度内の試運転再開を目指し、平成21年8月から性能試験前準備・点検を実施している。平成7年12月の2次主冷却系ナトリウム漏えい事故後、14年近い年月が経過し、この間、「もんじゅ」は事故の原因究明、安全総点検とナトリウム漏えい対策をはじめとした改善、更には行動計画による改善を実施してきた。

本報告書では、この約14年間の改善活動を総括し、試運転再開に向けた「もんじゅ」の改善の状況を報告する。

2次主冷却系ナトリウム漏えい事故に対し「もんじゅ」の当時の規制担当省庁である科学技術庁は、事故の原因調査結果を踏まえ、「もんじゅ」の安全性の一段の強化を図ると共に、地元及び国民の不安を低減し信頼の回復を図るため、平成8年10月から平成10年3月にかけて安全性総点検を実施した。

日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）は、安全性総点検直後からその指摘事項への対応計画を定めて改善を進めてきており、平成13年6月に経済産業省原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）から指示された、安全性総点検で指摘された事項に対する対応計画及び対応状況の報告について、平成13年7月の第1回報告（平成14年5月改訂）から平成19年10月の第4回報告（平成20年2月改訂）まで、対応状況の報告（安全性総点検に係る報告）を実施した。

平成20年3月、1次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい検出器の警報（誤警報）発報事象が発生し、同年4月から原子力機構が実施した漏えい検出器の点検状況を確認するため、平成20年5月から6月にかけて保安院が行った特別な保安検査において、「もんじゅ」に対する経営の関与不足など品質保証上の課題が指摘された。これを改善するため、原子力機構は経営が率先し、現場と一体となって行動計画を策定し、組織の総力を挙げて改善に取り組んだ。

行動計画による改善活動を実施中の平成20年9月、アニュラス循環排気装置主配管（以下「屋外排気ダクト」という。）に腐食孔が発見され、保守管理上の課題が顕在化した。原子力機構は、屋外排気ダクトの腐食孔の原因と対策を検討すると共に根本原因分析を行い、摘出された問題点を行動計画に反映し、改善活動を継続した。

42 項目の行動計画に基づき推し進めたこれらの改善活動の取組状況に対し、平成 21 年 6 月の特別な保安検査にて、自律的な P D C A サイクル（品質保証活動の Plan-Do-Check-Action のサイクル）が回り始めていることが確認され、特別な保安検査は終了したが、試運転再開の実現に向けて P D C A サイクルの Check、Action の部分の一段の深化が必要とされた。また、試運転再開までに達成すべき目標達成のための取組み結果及びその後の計画について、追加の安全性総点検報告が必要とされた。

「もんじゅ」の試運転再開は、原子力機構にとって最重要かつ最優先の課題であり、高速増殖炉サイクル実用化に向けて重要なステップであり、国外も含め多くの期待がかけられているものである。

この最重要かつ最優先の課題に対し、その達成に向けて、プラント設備とそれを運用していくための品質保証体制を確実に立ち上げていかねばならない。このため、徹底して透明性を確保しながら、安全確保を第一に、経営が先頭となって原子力機構の総力を挙げ、以下を目指して取り組んで来た。

- 経営が関与し支え、経営と現場が一体となった、所長の強いリーダーシップによる「もんじゅ」の推進
- 組織における改善活動の基本エンジンとして、品質保証体制・システムを強化することによる更なる安全性の向上
- トラブルに的確に対応できる危機管理体制も含め、高速増殖炉発電プラントとして十分な運営管理体制の構築
- 長期停止設備の健全性確認の確実な実施
- 保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施により試運転再開に向けて安心できるプラント設備の維持・向上

平成21年11月9日、ナトリウム漏えい事故後の安全性総点検指摘事項に対する改善及びその後の行動計画による改善の取組みについて総括し、「もんじゅ」が自律的な品質保証体制を確立すると共に、試運転を再開できる状況に至っていることを原子力機構が確認したことについて、「高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第5回報告）」として報告した。

その後、新たに対応した事項、保安検査やもんじゅ安全性確認検討会、意見聴取会での説明において報告書に新たに追加すべき事項があったことから、それらを追加し、「高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第 5 回報告の補正）」として報告する。

第2章 ナトリウム漏えい事故後の経緯

2. 1 ナトリウム漏えい事故の概要

平成7年12月8日、「もんじゅ」は、電気出力40%でのプラントトリップ試験を実施するために、熱出力40%から45%への出力上昇を行っていたところ、2次主冷却系Cループの中間熱交換器出口部の配管に設置されていた温度計のさやが破損し、2次主冷却系のナトリウムが漏えいする事故が発生した。

当初、ナトリウム漏えい量は小さいと判断し、通常停止操作を開始したが、火災検知器の警報が急増したことから事故発生1時間22分頃、原子炉手動トリップ（緊急停止）を決定し、その約10分後に原子炉手動トリップを行った。ナトリウムの漏えいを抑制するために配管からナトリウムを抜き取る操作（ドレン操作）は、ナトリウムの温度が低下することを待って、事故発生から約3時間7分後に開始し、約1時間20分で完了した。

当該温度計が破損した原因は、配管内を流れるナトリウムによる振動（流力振動）が発生したことにより、温度計さや細管部の高サイクル疲労が生じたためであり、温度計の設計に問題があることが判明した。

2. 2 事故に対する捉え方

ナトリウム漏えい事故において、約0.7tの2次系ナトリウムが建屋内に漏えいしたが、原子炉は安全に停止すると共に炉心の冷却は損なわれず、ナトリウム漏えいも終息した。また、漏えいしたナトリウムは、原子炉を通らない2次系のナトリウムであることから放射性物質による周辺環境や従事者への影響もなかった。

このことから、科学技術庁及び原子力安全委員会は、原子炉等規制法が求めている災害防止上の観点からは、原子炉施設の安全は確保された事故とした。

一方、事故後の対外対応としては、動力炉・核燃料開発事業団（以下「動燃」という。）の平成7年当時における「事故対策規程」に概ね従って実施されたが、関係機関への連絡は、本社主導のもと行われたことから、何段階もの中継者やチェックが入ることとなり、関係機関が期待する速やかさで実施されなかった。また、「事故の現場の映像が刺激的であり、説明なしの公開は不安をあおる」との「もんじゅ」の幹部の判断で編集した現場状況のビデオカメラ映像を、オリジナルテープとして公開したことから事故隠しとの批判を招き、動燃に対する信頼感が大きく失われると共に、地元の方々をは

じめ国民に不安感と不信感を招く結果となった。

科学技術庁の事故報告書(平成8年5月23日付)では、原子炉施設の安全は、確保されたものの、安全規制の観点から以下の事項について極めて重く受け止めたとしている。

- (1) 「もんじゅ」の施設、設備は、高い信頼性を確保すべきものとしていたにもかかわらず、現実には漏えいが発生した。
- (2) 漏えいを初期の段階で把握し、ナトリウム火災の拡大に至らないように適切に対処できなかった。
- (3) 事故時の対外対応の体制が不十分であったことにも起因し、現場の状況に関する情報が正しく原子力安全局に提供されず、速やかな公表もされなかった。

2次系のナトリウムが漏えいするという発生の可能性が極めて低いと考えられていたことが、温度計さやの破損によって現実には発生すると共に、事故発生後の原子炉停止操作に時間を要しナトリウムの漏えいが継続したことによって、ナトリウム漏えいと火災ということから強い衝撃を地元の方々をはじめ国民に与えた。このことは、2次系ナトリウム漏えいであるので放射性物質による環境への影響は考えにくく、また、炉心の冷却能力への影響もないということからすれば予想されたものより大きいものであった。これに加えて、動燃の事故後の対応として、現場の状況が本社主導で行われたことにより速やかに実施されなかったこと、編集されたビデオ映像がオリジナルとして提供されたことにより事故隠しとの批判を招き、国民に対し不安感と不信感をもたらしたことから、科学技術庁は、原子力施設の安全の側面と国民の安心・信頼という側面との両面から原子力の問題を扱う必要性を再認識した。

また、原子力安全委員会は、高速増殖炉にとって重要なナトリウム技術に係るものであること等からこの事故を重く受け止め、事故後の動燃の情報伝達の問題等が地元の住民をはじめ多くの国民に不安感及び不信感を与えたことに関して、国民の信頼が原子力安全行政の大前提であることからこれを遺憾とし、事故の技術的な面とは直接には関係しないが原子力施設の安全に対する国民の理解と事故に対する国民の反応の観点から本事故を重要な問題と受け止めた。そのため、以下の視点を踏まえて調査審議を行うこととしている。

- (1) 「もんじゅ」は、冷却材にナトリウムを用いて発電するという我が国において初めての技術課題に挑戦する研究開発段階にある原子炉であり、その運転そのものが研究開発の一環であるという性格をもつこと。
- (2) 「もんじゅ」は、高速増殖炉開発という大規模かつ長期的にわたる複

数の段階からなる研究開発の 1 段階を占め、前段階において得られた経験や技術を現段階に継承し、更に発展させて次段階に継承するという役目を担っていること。

- (3) ナトリウム漏えい事故は、高速増殖炉の開発計画における「もんじゅ」の持つ意義の大きさから社会に対するインパクトが極めて大きいものとなったことから、一般社会のいう「安心」と技術的観点での「安全」との間に大きな隔たりがあることに鑑み、安全確保に重要な役割を果たす事故時における危機管理体制や対外対応等の情報の取扱についても調査審議に加える。

2. 3 事故調査のまとめ

科学技術庁及び原子力安全委員会の事故調査報告書では、ナトリウム漏えい事故の原因、要因及び動燃の事故対応から招いた不安感、不信感の要因について以下のようにまとめている。

- (1) 「発生」の段階においては、温度計の設計ミス

当該温度計が破損した原因は、配管内を流れるナトリウムによる振動（流力振動）が発生したことにより、温度計さや細管部における高サイクル疲労が生じたためであり、温度計の設計に問題があった。

「もんじゅ」における 1 次系の温度計さやと 2 次系の温度計さやは、形状と寸法比が相当異なっている。動燃は、この違いを事前に知り得る立場にあったが比較検討がされなかった。類似の使用条件にあるナトリウム温度計に対し著しい相違があれば、その根拠を確かめ、高い信頼性を確保すべきものとしていたにもかかわらず、所要の機能と健全性を確認することが行われていなかった。このことから温度計の設計ミスに関連する要因として「品質保証活動の不全」を摘出した。

- (2) 「拡大」の段階においては、漏えい規模の不適切な判断

事故発生後に運転員が行った措置について、原子炉トリップが早期に行われなかったこと、事故現場の確認が第 1 回の後、約 1 時間行われなかったこと、ナトリウムのドレン操作が 3 時間 7 分後に行われたことなどから、

- ・漏えい程度を正確に認識し、早期に原子炉を緊急停止すべき
- ・現場確認と連続監視が適切に実施されていない
- ・漏えいの拡大を防止する観点からの緊急ドレン手順の整備が必要
- ・換気空調システムの早期停止が必要

といった問題点があった。

異常時運転手順書の漏えい判断の記載が、「概要」「フローチャート」「細目」での記載に整合性が取られていなかったことが漏えい規模の判断を誤らせ原子炉トリップが遅れた一つの要因である。ナトリウムの汲み上げ停止と緊急ドレンは「フローチャート」に記載されていたが、「細目」には緊急ドレンが別な手順書を参照という記載となっていた。

漏えい規模の不適切な判断については、直接的な要因として「不適切な異常時運転手順書」があり、これらが「事故時の不適切な対応」を引き起こしたことを摘出した。この背景には、「教育・訓練の問題」、「運転体制、技術支援体制の問題」及び「ナトリウム漏えい検知システム」の不備がある。更に、これらの技術的な要因の背景には、「技術の蓄積と継承の問題」及び「新しい技術への挑戦という意識の問題」がある。

(3) 「対外対応」の段階においては、情報の不適切な取扱い

事故発生後の第 1 報は、当時の「事故対策規定」に概ね従い実施されたが、関係機関への連絡は、本社主導のもと何段階もの中継者やチェックを経由して行われたことから、関係機関が期待する速やかさに欠落することとなった。事故後の対応としては、1 日 100 名を越すプレス関係者や来訪者対応に、本来は事故処理に専念すべき技術者が多く動員された結果、事故対応を指揮する者が入れ替わり、正しい判断を下す指揮命令系統が不明確となった。また、動燃は、原子力に対する信頼感や安心感と情報公開が密接不可分の関係にあることについての認識が不足していた。その結果、その後の現場状況説明において、現場入域時間の間違い、編集された現場状況ビデオテープの提供（現場状況の不適切な情報提供）が問題となった。更に、ナトリウム漏えいは現実には起こらないということ（少なくともそういう印象）を動燃が説明してきたことから、「起こらない」と思っていた事故が「起こった」ことによる不安感、不信任感が事故時の不適切な情報取扱いによって更に増幅した。

これらの情報の不適切な取扱いについては、関連する要因として「事故時の情報の重要性に対する認識の欠如」を摘出した。

2. 4 原因究明の段階で明らかになった新知見

動燃は、事故時の状況を把握する目的で、平成 8 年 4 月と 6 月に燃焼実験Ⅰ、燃焼実験Ⅱを実施した。燃焼実験Ⅱにおいては、実験セル容積が、実物の 1/13 であったところに、事故と同じ条件でナトリウム漏えいを発生させたため、実験セル内の温度が上昇し、コンクリートからの多量の水分放出の影響で床ライナに貫通孔が発生したことを確認した。この原因は、高温のナ

トリウムと多量の水分により熔融塩型腐食によることが判明した。

原子力安全委員会の事故調査報告書(第2次報告:平成9年12月18日付)では、「設置許可」の当時の安全審査における2次系ナトリウム漏えいの影響評価において、燃焼実験Ⅱにより判明した熔融塩型腐食の知見がなかったことを考えると、床ライナの機能は維持されるという評価は変わらず審査の結論に影響はなかったとし、ナトリウム燃焼による熔融塩型腐食を考慮した場合の安全評価は、対策を含めて今後検討が必要であると結論づけた。

2. 5 総点検の実施

科学技術庁は、「もんじゅ」の安全性の一段の強化を図ると共に地元の方々及び国民の不安を低減し、信頼の回復を図るため、安全性総点検を実施した。原子力安全委員会は、温度計の設計ミスが見過ごされたことに対し、「もんじゅ」の他の機器について問題が潜んでいないとは言い切れないとして、行政庁が実施する安全性総点検により「もんじゅ」の安全性を再確認する際に、品質保証活動を含めた総点検が実施されることが重要であるとした。

(1) 科学技術庁の実施した安全性総点検

科学技術庁は、平成8年10月11日に科学技術庁原子力安全局に西原英晃教授(当時京都大学原子炉実験所教授)を主査として他有識者11名で構成した「もんじゅ安全性総点検チーム(以下「安全性総点検チーム」という。))」を設置し、安全性総点検で点検すべき内容及びその手法を「もんじゅ安全性総点検の具体的な点検内容、点検手法等について」として定め、動燃が実施する「安全総点検」の点検結果から、深層防護の考え方を踏まえて、設備類の設計思想の確認、実際の施設の運用、管理の実効性の確認等を行う「安全性総点検」を実施した。科学技術庁の安全性総点検チームは、平成10年3月に「安全性総点検結果について」を公表し、具体的な点検内容と結果は以下の通りである。

1) 設備類の点検

① 自主保安活動により設置された機器の点検

「もんじゅ」ナトリウム漏えい事故では、自主保安設備として設置された2次系の温度計さやが破損した。温度計さやは、常陽、他の原子炉施設等で使用実績があり、設計から施工までの品質管理が的確に行われれば問題となるものではない。原子炉施設の災害を防止する上で必要なものについては、国が基本設計段階で安全審査を行ってその妥当性を確認し、具体的な設計については設計及び工事の方法の認可で審査を行っているが自主保安設備まで審査を行っていない。安全性

総点検では、自主保安設備についての「設計思想の確認」「設計要求事項の確認」にて通常運転時、異常時のシーケンス点検、機能点検を実施した。

点検の結果、自主保安設備は、異常状態を収束させるための安全機能を担っていないこと、運転に支障をきたすものは他の原子炉施設等で使用実績があるか又は他の設備で補える設計となっていること、審査対象設備と同様に設計要求事項は設計・製作・施工・検査において具体的なものとして継承され設置していることを確認し、問題ないことを確認した。ただし、ナトリウムによる鋼材の熔融塩型腐食に関しては、当時の知見が十分ではなく、配慮されていなかったが、当時の知見の範囲では、ナトリウムの特性を踏まえ設計するという思想が明確になっており、妥当なものであったとした。

② ナトリウムを包蔵する系統及び機器の点検

ナトリウム漏えいが発生したことから、「もんじゅ」の設計に対する基本的な考え方を設計思想と捉え、ナトリウムを包蔵する機器に対し、設計要求事項、設計仕様、製作段階以降への継承等について点検した。ナトリウムを包蔵する機器点検では、「設置許可申請書」の基本設計が当時の知見の範囲で妥当であり、その後の詳細設計、製作、施工、検査と継承され問題ないことを確認した。

③ 流力振動の点検

破損原因の流力振動を踏まえ、差込構造の機器に対する健全性を点検した。点検の結果、差込構造を有する計測器のうち、水蒸気系に設置されてある 22 本の温度計が評価基準を満足していないことを確認し、動燃から 22 本の温度計さやに対し改造工事において交換等の対策を行うことを確認した。

④ 新知見の反映

新知見として、国内外のトラブル事例の反映、基準の改訂反映、安全性研究の反映、設工認図書の点検を実施した。

点検の結果、トラブル事例等の点検では、「もんじゅ」では問題ないと評価し、性能試験等の運転経験から「微調整棒駆動機構の駆動荷重の増加」「ナトリウム合流部の温度差大」などの信頼性及び運転操作性向上の設備改善、品質保証活動及び運転管理に係るものについて継続的な取り組みが必要とした。基準改訂については、問題ないことを確認した。安全性研究については、問題ないことを確認し、継続的な研究として、高温ラプチャに対する解析手法の高度化が必要とした。設工認図書の点検は、問題ないことを確認した。

2) マニュアル類の点検

① 安全性に係るマニュアル類の点検

異常時運転手順書の漏えい判断の記載が、「概要」「フローチャート」「細目」での記載に整合性が取られていなかったことが漏えい規模の判断を誤らせ原子炉トリップが遅れた一つの要因となった。このように異常時運転手順書の記載に問題があったことから、異常時に係る手順書を重点的に手順書の内容の妥当性、マニュアル間の整合性等を点検した。

点検の結果、マニュアル類の内容について、記載内容の補充、誤解を与えない記載等改善すべき課題があったが、2次冷却材漏えい事故時の手順書改正試案からみて適切な手順書を作成し得ることを確認した。マニュアル類間の整合性は、対応に影響を及ぼすような大きな問題はなかった。また、異常時対応手順の考え方を再整理して体系化を行うこと、徴候ベースの運転手順書の導入、最新技術情報のマニュアルへの反映に対する体制整備について指摘した。

② 品質保証体系、品質保証活動の点検

原子力施設の安全確保には、設備の設計、製作、施工及び運転の各段階における品質保証が重要であるという観点から、「原子力発電所の品質保証指針(J E A G 4101)」からみた設備の設計、製作、文書管理等に係る品質保証体系、活動の妥当性について点検した。

点検の結果、個別の活動は、各担当部署にまかされており、「もんじゅ」全体としての運用において品質保証に問題が生じる可能性があるため、体系的な品質保証活動(体制の強化、品質保証教育の見直し・強化、設計・製作等の品質保証強化)を行う必要について指摘した。

③ 教育訓練、運転管理体制の点検

職員等に対する教育訓練が、「もんじゅ」特有の特殊性を考慮し資質向上に資するものとなっているかの観点から教育訓練について点検した。

点検の結果、教育訓練の実績を評価し反映する仕組みの確立、防災訓練等の明文化等について指摘した。

3) 「もんじゅ」施設等の改善策の検討

① ナトリウム漏えい後の処置

動燃が提示したナトリウム漏えい対策工事として実施する「ナトリウム漏えいの早期検知対策(セルモニタの設置等)」、「漏えい量の抑制対策(ドレン配管の大口径化、ドレン弁の多重化等)」、「漏えいの影響緩和対策(区画への窒素注入、壁・天井への断熱材設置等)」に

ついて、他設備への影響に留意して改善策の有効性、工事の実施可能性について点検した。

点検の結果、熔融塩型腐食に対する床ライナの健全性を確認すると共に、種々の改善策の妥当性を確認した。なお、詳細な改善策の評価は、設置変更許可申請等による安全審査等の段階で詳細に行われるものとした。

② 運転員への支援の充実

動燃が提示した運転員支援策（総合漏えい監視システムの設置、運転員へのナトリウム関連教育の充実等）について、検討した。

その結果、改善策は妥当であることを確認した。

③ 事故時の対応の体制整備

動燃が提示した事故時の対応体制等の改善策（現地主導・本社支援体制、情報班の設置等）について検討した。

その結果、事故時対応体制の改善策は妥当であるが、今後、規則類を見直す際に基本的な対応を整理し、使いやすいものにすることの必要性を指摘した。

(2) 動燃が実施した安全総点検

動燃は、科学技術庁の安全性総点検の考え方を踏まえ、事故の原因調査の過程や結果から明らかとなった反省点や教訓を基に「もんじゅ」の設備、手順書全般、品質保証活動等について点検を実施し、摘出した改善すべき事項について改革方針を明らかにし、具体的改善策をまとめ、安全性・信頼性のより一層の向上を図る安全総点検を実施すると共に、安全総点検の結果を踏まえて自主保安の強化を図り、「もんじゅ」の安全性・信頼性の不断の向上につなげていくこととした。

動燃は、安全総点検を実施するにあたり、もんじゅ総点検実施本部を設立し、平成 8 年 12 月に「もんじゅ安全総点検に関する実施計画」を国、自治体へ報告したのち、地元自治体からの指摘、アドバイザーグループの指導・助言、電力専門家の助言等を受けながら点検を行った。また、安全総点検の実施過程では、科学技術庁に設置された安全性総点検チームにて、安全総点検の計画、実施状況及びその結果について確認され、安全性総点検チームの指摘事項について対応した。安全総点検の結果について、動燃は、平成 10 年 5 月に「もんじゅの安全総点検実施結果報告書」をとりまとめ、国、自治体等に報告を行った。（資料 2.5-1、資料 2.5-2 参照）

「安全総点検」の点検方針と点検結果は以下の通りである。

1) ナトリウム漏えい関連設備を中心とした点検

事故の直接原因である流力振動に対する健全性をはじめとしたナトリウム内包壁の健全性及びナトリウム漏えい事故対応設備並びに対応手順を重点的に点検し、ナトリウム漏えいの発生防止は十分かどうか、万一発生した場合の早期発見と拡大防止を確実にできるかどうか、事故の影響をできるかぎり小さくしているかどうか点検した。

また、事故原因、事故状況究明の過程で明らかとなった床ライナ損傷のメカニズムについては、設備改善策検討に反映した。

この考え方のもと、以下の点検を実施した。

① 流力振動に対する健全性点検

系統内で流力振動を受ける可能性のある温度計さや（ナトリウム系、水・蒸気系の全数）、液面計、熱交換器伝熱管、ナトリウム中に内在する機器などを摘出し、振動に対する健全性を点検した。

点検の結果、水・蒸気系の温度計さやに評価基準に適合しないものとして 22 本あることが判明したため、22 本は改造工事において交換等の対策を行うこととした。

② ナトリウム内包壁の健全性点検

ナトリウムを内包している機器・配管について、設計時の考え方に基づき、設計、製作、据付、試験・検査の各段階で適切に継承され具体化し、反映してあるか関連図書による点検を実施した。

点検の結果、健全性に関し、問題となることはなかったが、更なる信頼性向上対策として、温度差がある配管合流部の温度差低減対策と定格運転時の配管熱変位や小口径配管の振動測定を摘出した。

③ 漏えいの早期検出、拡大防止及び影響緩和に関する点検

ナトリウム漏えい対策について、漏えいの早期検出、漏えい量の抑制、漏えい周辺部への影響緩和の観点で全てのナトリウム漏えい関連設備の点検を実施した。また、「ナトリウム漏えいの早期検知対策（セルモニタの設置等）」、「漏えい量の抑制対策（ドレン配管の大口径化、ドレン弁の多重化等）」、「漏えいの影響緩和対策（区画への窒素注入、壁・天井への断熱材設置等）」としてナトリウム漏えい対策に対する設備改善を検討した。

点検の結果、ライナにおける溶融塩型腐食に対する要求機能を追加したナトリウム漏えい対策となっていることを確認した。

2) 「もんじゅ」設備の設計から運用に至るまでの点検

「もんじゅ」の設備について、異常事象の発生の防止、早期検出、拡

大防止の観点から、設計の基本的な考え方に遡って整理し、それを的確に継承、具体化した設計・製作・検査等が行われているかについて、異常発生時や通常運転時のシステムの動作及びシステムを構成する個々の設備機器に着眼して点検を行った。

点検の結果、設計の基本的考え方が適切に具体化され、設備・システムの安全性、信頼性が確保されていることを確認した。更なる信頼性向上対策としては、燃料取替取扱事故時における手動での換気系切替操作の異常時運転手順書への記載や 1 次冷却系ナトリウム中酸素濃度管理手法の運転手順書・保安規定への反映等を摘出した。

3) 運転手順書等の点検

事故発生後の適切な対応を確実に行うための運転手順書、事故時対応に関する規則類の記載内容が適切か、それらを実践するための教育訓練が十分であることを点検した。

点検の結果、異常時・故障時運転手順書の構成・様式の変更、ナトリウム漏えい対策設備の改善を踏まえた手順書の整備、教育訓練のガイドラインの整備・充実、事故対策規程体系の見直し・整備等の改善事項を摘出した。

4) 研究開発成果、技術情報の反映の点検

ナトリウム利用に代表される高速増殖炉技術についての研究開発成果、高速実験炉「常陽」の運転経験、先行炉の事故・故障事例等の技術情報を取り入れて点検することにより、安全性及び信頼性確保の考え方に不足がないか、「もんじゅ」の設備、手順書等での対応状況を点検した。

点検の結果、蒸気発生器伝熱管破損事故については、高温ラプチャ(伝熱管が高温にさらされ続けると強度が低下し、この時に内部の圧力が高い場合、急激に破断に至ること)現象による伝熱管破損伝播に関し、材料データの拡充、解析手法の高度化を進めることを摘出した。また、プラント信頼性向上や運転操作性向上等の観点から「微調整棒駆動機構の駆動荷重増加対策」等の設備改善項目を摘出した。

5) 品質保証体系・活動の点検

最新技術情報の反映をはじめとした安全性、信頼性確保の仕組みと活動状況すなわち品質保証体系・活動を点検した。

点検の結果、品質保証関連要領類の体系的な整備による活動の充実、各種手順書類の位置づけの明確化、主任技術者等への確実な情報の伝達、合議基準の明確化、品質保証推進本部の設置等による品質保証活動の強化等について摘出した。

(3) 動燃改革

「もんじゅ」が、安全性・信頼性のより一層の向上を図る安全総点検を実施していたところ、平成9年3月に東海事業所アスファルト固化処理施設の火災爆発事故が発生した。東海事業所の火災爆発事故時においても、原子炉等規制法に基づく法令報告の虚偽の記載、情報伝達の遅れなど不適切な対応があったため、もんじゅ事故の教訓が生かされていないとして、再び大きな社会問題となり、国会でも取りあげられた。

このことから、平成9年4月11日に科学技術庁内に設置された動燃改革検討委員会は、同年7月30日、動燃を解体的に改組し新法人に移行すべきであるとの提言を盛った報告書「動燃改革の基本的方向」をまとめ、8月1日に科学技術庁長官に報告した。

同委員会は、動燃の構造的問題として「先例のない研究開発、原子力であるが故の高い安全性、競争力ある技術の供給の同時的実現という困難な課題」を負っていた実態を認識した上で、社会的情勢の変化に対応し得なかった「経営の不在」を根本的要因と指摘した。その具体的な内容は、施設運転部門より研究開発部門を偏重したことによる「安全確保と危機管理の不備」、社会への情報発信を怠った「閉鎖性」、業務や組織の適正な管理を困難とした「事業の肥大化」であると捉えた。そのうえで、新法人の基本的方向として、経営の機能強化などによる「経営の刷新」、現場責任の確立などによる「安全確保の機能強化」、地域社会との共生や情報公開の推進などを通じた「社会に開かれた体制の確立」を必須とした。更に、明確に設定された「裁量権」、明確な事業目標の設定とその適切な評価、経営の外部評価及び「自己改革」などの必要性を強調した。

動燃は、同委員会の指摘を真摯に受け止めると共に、度重なった事故とその不適切な対応で失った社会的信頼を取り戻すために、「安全に徹する動燃」、「開かれた動燃」、「地元重視の動燃」という経営理念のもと、社会との間の乖離をなくすための「意識改革」の推進、事故の未然防止をめざした安全性の総点検の実施、業務の質の向上をめざした業務品質保証活動の推進を柱とする自らの改革活動に取り組んだ。

動燃は、社会の状況変化などに適応し得なかった「経営不在」の反省に立ち、価値観の多様化や激しい社会変化に対応するため、全役職員の共通の行動規範を明確にして、自らを改革する「意識改革」が最重要課題の一つであると判断した。平成9年10月に「信頼される動燃、社会に役立つ動燃、働きがいのある動燃」をめざすための「動燃行動憲章」を定め、役職員を対象に延べ140回を超える意識改革研修や、それに基づ

く具体的な個人及び部課室レベルの行動計画の実践を進めた。「もんじゅ」においても、「意識改革」の実践を進め、「もんじゅ」職員一人一人に、原子力に対する信頼感や安心感と情報公開が密接不可分の関係にあることについての認識の重要性についての意識向上に努めた。

更に動燃の組織は、事業本部制を採用していた結果、本部と現場との関係から現場として責任ある一貫した指揮命令が明確でなく、このため、事業所長の役割が不明確となり、現場での適切な対応に時間を要するなどの問題があった。平成 10 年 10 月 1 日、核燃料サイクル開発機構（以下「サイクル機構」という。）に改組することにより、サイクル機構の組織体制は事業本部制を廃止し、安全に関する権限と責任の事業所長への一元化を図った。また、事業所における現場責任を明確にし、事業所の運転管理部門の独立性を確保し、指揮・命令系統の単純化と責任の所在を明確化するなど、組織体制の根本から見直し・改善を図った。これは、「もんじゅ」の安全性総点検の迅速な情報提供に関する事故時対応組織に反映し、改善を行った。

2. 6 原子力安全委員会による「もんじゅの安全性への取り組みの確認」

原子力安全委員会は、平成 10 年 10 月から平成 12 年 9 月にかけて、「もんじゅの安全性への取り組みの確認」としてワーキンググループを設置し、品質保証関連、事故時情報関連、運転手順書関連、技術の蓄積と継承関連、ナトリウム漏えい対策関連等について現地調査を含め、調査審議を実施した。ナトリウム漏えい関連設備の改善については概ね妥当とし、具体的には安全規制手続きの中で確認されるとした。品質保証関係、事故時情報関係、手順書関係、技術の蓄積と継承関連についても実施状況は妥当としたが、一層の改善努力がなされることを前提に、一層高い水準を目指して継続的に取り組みを進めることが必要と結論づけた。

2. 7 総点検フォローアップの実施

安全性総点検の指摘事項に対する改善については、平成 13 年 6 月に保安院より「もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について」にて、計画的な報告を求められたことから、平成 13 年 6 月にサイクル機構は、本報告における対応計画を以下の項目に分類し、4 回に分けて報告することとした。（表 2.7-1 参照）

(1) 設備改善

1) ナトリウム漏えい対策の設備改善策

ナトリウム漏えい対策工事として実施する「ナトリウム漏えいの早期

検知対策（セルモニタの設置等）」、「漏えい量の抑制対策（ドレン配管の大口径化、ドレン弁の多重化等）」、「漏えいの影響緩和対策（区画への窒素注入、壁・天井への断熱材設置等）」「その他のナトリウム漏えい対策工事（1次ナトリウム充填ドレン系の改造等）」の設備改善内容を報告する。

2) 信頼性向上等を目的とした設備改善

設備改善として、「もんじゅ」の試運転経験・プラント信頼性の向上・運転操作性の向上等の観点から摘出した「微調整棒駆動機構の荷重増加対応」「2次純化系戻り合流部温度差低減対策」等の設備改善内容を報告する。

(2) 品質保証体系・活動の改善

1) 品質保証体制、体系の見直し

品質保証活動を任務とする部署の設置、個別の品質保証活動を検討できる体制の強化など品質保証活動を体系的に行うことができる改善について報告する。

2) 品質保証活動の改善

品質保証活動の改善は、ナトリウム漏えい事故の原因である自主保安設備の温度計さやの設計ミスを防止するため、設計審査の充実、最新技術情報の反映機能の充実、品質保証関連の教育の充実等について、関連要領類の制定とその運用実績について報告する。

(3) 運転手順書、運転管理体制等の改善

1) 運転手順書類の体系化、改正手続きの改善

異常時、故障時運転手順書の円滑な対応操作の観点から類似事象の整理や火災などの新規作成手順等を再整理し、手順書の体系化を行うと共に、手順書の改正手続き時にマニュアル間の整合性の確認を行う審査・承認体制の確立等について報告する。

2) 運転手順書記載方法、内容等の改善

異常時運転手順書の記載について、漏えい規模を正確に判断するための保温材内漏えいと保温材外漏えいの2分類にしたナトリウム漏えいの判断の明確化、設備改善策を反映したドレン操作手順、手順書間の記載の整合性など運転員に使いやすい手順書、運転員に誤った判断をさせないための改善等について報告する。

3) 運転員教育、運転体制等の充実強化

ナトリウム漏えい事故の教訓を踏まえた「運転直に対するナトリウム

漏えいに関する教育」や「階層別教育」など充実・強化等について報告する。

4) 事故時対応体制の改善

ナトリウム漏えい事故の通報の遅れを踏まえ、事故時の基本対応体制の改善について報告する。

(4) 安全性研究等の反映

安全性総点検の安全性研究の反映で指摘された「蒸気発生器伝熱管破損対策の検討」や「最新評価手法を用いた燃料温度評価」等について、その検討結果について報告する。

原子力機構からのこれらの報告については、今までに、第1回報告から第4回報告の4回に分けて報告を行った。特に、品質保証体系・活動の改善においては、平成16年に保安規定への品質保証への取り込みに係わる品質保証の改善活動についても報告を行った。これら4回の報告は保安院による確認が行われると共に、第3回までの報告については原子力安全委員会による内容の確認が行われた。(表2.7-2 参照)

2. 8 CLDの不具合と屋外排気ダクトの腐食孔不具合の発生、特別な保安検査の実施

「もんじゅ」では、安全性総点検の指摘事項について、平成10年から改善活動に取り組み、その取り組み状況について報告を行ってきたところ、平成20年3月に1次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい検出器（以下、「1次メンテナンス冷却系のCLD」という。CLDは接触型ナトリウム漏えい検出器。）の誤警報、同年9月に屋外排気ダクトの腐食孔、2次系オーバフロータンクAナトリウム漏えい検出器（以下「2次系オーバフロータンクAのCLD」という。）の誤警報と「もんじゅ」の安全性を維持していくための保守管理に係わる問題点が顕在化した。

1次系メンテナンス冷却系のCLDは施工不良を起因とした経年的磨耗が原因であり、屋外排気ダクトは経年的腐食の進行防止が出来なかったこと、2次系オーバフロータンクAのCLDに関しては過去に発生した同じトラブル事象の再発を防止出来なかった設備管理が主な原因であった。また、屋外排気ダクトの腐食孔と2次系オーバフロータンクAのCLDの不具合については、保安規定に基づいて実施していた長期停止設備の健全性確認における腐食や劣化モードの評価及び点検結果に対して信頼性を損なわせる結果となった。

更に、平成 20 年 3 月の 1 次系メンテナンス冷却系の C L D の誤警報発生後の対応として、国、自治体等の関係箇所への通報連絡や保安規定に定めるナトリウム漏えい検出器の「運転上の制限（以下「L C O」という。）の逸脱」に関する条件の考え方に統一性がなく、ナトリウム漏えい検出器の誤警報の認識の低さが顕在化した。

動燃が実施した安全総点検においては、ナトリウム漏えい検出器における点検は、漏えいの早期発見の観点から、設計の基本的考え方に遡って、「もんじゅ」の基本設計である「設置許可申請書」の「ナトリウム漏えいを検出した場合は警報を発する」という設計要求事項について、関連図書類の点検を実施し、問題のないことを確認するものであった。

このことからナトリウム検出器、差込構造の計装品、ナトリウムが接液する機器に対して据付状態に係わる点検を行い、平成 21 年 2 月 27 日に「高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検報告書」（平成 21 年 4 月 21 日一部補正）を保安院に提出した。（詳細は、参考資料 4「ナトリウム漏えい検出器の不具合について」参照）

2. 9 原子力機構の行動計画と保安院の特別な保安検査

(1) 特別な保安検査の実施

平成 20 年 5 月 19 日から 6 月 13 日にかけて保安院は、ナトリウム漏えい検出器関係の点検状況、通報遅れに対する改善状況、L C O 逸脱の判断、原子力機構の品質保証体制、安全文化の状況等を確認する特別な保安検査を実施した。

その結果、保安院は、以下を主な指摘事項とした。

- ・ C L D 点検状況の指摘：点検体制の充実、敦賀本部の積極的関与
- ・ 通報遅れの指摘：マニュアルの整合性確認、通報連絡を行う者の明確化、トップへの迅速な連絡、通報連絡規則の位置づけ
- ・ L C O 逸脱の判断の指摘：L C O 逸脱の判断手順の妥当性確認
- ・ 原子力機構の品質保証体制、安全文化の指摘：トップとしての主体的な関与、組織としての管理及び意思決定の仕組みの改善

これらの指摘に対し、平成 20 年 7 月 10 日付け「高速増殖原型炉もんじゅに係る平成 20 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）における指摘事項及びこれに基づく対応について（指示）」にて、行動計画の策定による改善を求めた。

(2) 原子力機構の行動計画

平成 20 年 7 月 10 日の保安院の指示に従い、原子力機構は、「高速増殖原型炉もんじゅに係る平成 20 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）における指摘に対する改善のための行動計画について」（以下、「行動計画」という。）を平成 20 年 7 月 31 日に取りまとめ、原子力安全・保安院へ提出し、改善活動に取り組むこととした。

行動計画の策定に当たっては、平成 20 年 3 月 26 日に発生した 1 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報（誤警報）の発報に関する事象の要因分析と根本原因分析結果に基づく改善の方向性の検討を行い、その結果以下の 5 つの対応方針を定めた。

（対応方針）

- 1) 経営の現場への関与の強化
- 2) 品質保証の強化
- 3) 安全文化の醸成及びコンプライアンスの徹底
- 4) 業務の透明性の向上
- 5) 外部からのチェック機能の強化

これら、抽出された対応方針に基づき、具体的な行動計画（42 項目）を策定し、一つ一つの行動計画を着実に実施することにより、指摘事項の改善につなげた。（詳細は、参考資料 1 「「高速増殖原型炉もんじゅに係る平成 20 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）における指摘に対する改善のための行動計画について」の実施状況について」参照）

また、策定した行動計画は、策定後に発生した 2 次系オーバフロータンク A の C L D 絶縁低下、屋外排気ダクトの腐食孔の不具合に係る根本原因分析の提言を行動計画に順次反映し、行動計画の充実強化を図った。（詳細は、参考資料 3 「根本原因分析について」参照）

(3) 特別な保安検査の結果

保安院は、平成 21 年度もんじゅ第 1 回保安検査（特別な保安検査）を行い、「高速増殖原型炉もんじゅ試運転再開に当たっての安全確認の考え方」（以下「安全確認の考え方」という。）の「中間的な目標（特別な保安検査の終了要件）」において確認すべき目標は達成していると評価した。安全確認の考え方の安全管理上重要な事項に対する評価は以下の通りである。

1) 自律的な品質保証体制の確立状況

経営層の意思決定を補佐する体制が階層的に整備され、経営層及び現場責任者が重要な判断をし、行動計画が整備された仕組みにより実施、フォローされており、その結果、もんじゅ管理体制の強化、組織風土・安全文化・品質保証体制上の課題について改善の取り組みが行われていると言える。このことから、自律的なPDCAサイクルが回り始めたと認められ、当該項目の特別な保安検査で確認すべき目標は達成しているものと評価できる。

2) 長期停止プラント設備健全性確認計画に基づく点検の妥当性確認

これまでに発生した不具合を踏まえて、設備健全性確認の対象、点検方法など設備健全性確認のやり方が妥当であることという、当該項目の特別な保安検査で確認すべき目標は達成しているものと評価できる。

3) ナトリウム漏えい確認に係る対応策の実施状況

ナトリウム漏えい検出器の不具合の対策工事が進められ、保守管理手法、ナトリウム漏えいに係る警報発報時及びLCO逸脱時の手順が明確にされていることという、当該項目の特別な保安検査で確認すべき目標は達成しているものと評価できる。

4) 保全プログラムに基づく保守管理の実施状況

保全プログラムが、「もんじゅ」の特徴を踏まえると共にこれまでの点検実績を反映して策定されていることという、当該項目の特別な保安検査で確認すべき目標は達成しているものと評価できる。

保安院は、今後の対応として、原子力機構に対し、「試運転再開までに達成すべき目標の達成のためには、13年以上停止していた原子力発電システムを立ち上げるという大きな仕事に取り組もうとしていることを改めて認識し、取り組みの有効性の分析・評価を一層深め、試運転再開の実現に向けて更に取り組むべきことをより具体的に示し迅速に行動に移す、「もんじゅ」の現場作業のみならず全機構的なQMS運用に係る本部のマスター工程も組み上げ、全体を見渡した安全第一の着実なプロジェクト管理に更に高めるという、PDCAサイクルのCheck、Actionの部分の今一段の深化が必要である。これらにおいて、経営トップの一層の指導力発揮が望まれる。また、「もんじゅ」に関わる原子力機構全職員がこの重要プロジェクトに果たす自らの責任と自負を再確認し、緊張感と志気を持続させていくことが望まれる。」とした。

以上、特別な保安検査の結果も踏まえて、ナトリウム漏えい事故後の安全性総点検指摘事項に対する改善及びその後の行動計画による改善の

取り組みについて総括し、「もんじゅ」が自律的な品質保証体制を確立すると共に、試運転を再開できる状況に至っていることを原子力機構が確認したことについて第5回報告として報告した。(表 2.7-1 参照)

以下の章において、特別な保安検査開始以降の試運転再開に向けての取り組みを中心とし、「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故後の改善活動を総括して記載する。

<第2章 引用文献一覧>

1. 日本原子力研究開発機構の報告書等

- 1) 「もんじゅの安全総点検」に関する実施計画書（平成8年12月18日）
- 2) もんじゅの安全総点検実施結果報告書（平成10年5月）
- 3) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検指摘事項に対する対応計画）（平成13年6月29日）
- 4) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第1回報告の改訂）（平成14年5月31日）
- 5) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第2回報告の改訂）（平成14年11月22日）
- 6) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性確認報告の改訂について（高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第3回報告の改訂））（平成18年12月1日）
- 7) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性確認報告（高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第4回報告））の改訂について（平成20年2月7日）
- 8) 高速増殖原型炉もんじゅに係る平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査）における指摘に対する改善のための行動計画について（平成20年7月31日）
- 9) 高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検報告書の補正について（平成21年4月21日）

2. 経済産業省原子力安全・保安院の報告書等

- 1) 高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい事故の調査状況について（平成8年2月9日）
- 2) 高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい事故の報告について（平成8年5月23日）
- 3) 高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい事故の原因究明結果について（平成9年2月20日）
- 4) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検結果について（もんじゅ安全性総点検チーム）（平成10年3月30日）
- 5) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（平成13年6月18日）

- 6) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について－第1回及び第2回報告内容の確認－（平成14年11月29日）
- 7) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性確認報告に係る内容の確認について（平成19年2月5日）
- 8) 高速増殖原型炉もんじゅに係る平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査）における指摘事項及びこれに基づく対応について（指示）（平成20年7月10日）
- 9) 平成21年度第1四半期における保安検査（保安規定の遵守状況の検査）報告書について（平成21年8月6日）

3. 原子力安全委員会の報告書等

- 1) 高速増殖原型炉もんじゅ2次系ナトリウム漏えい事故に関する調査審議の状況について（平成8年9月20日）
- 2) 高速増殖原型炉もんじゅ2次系ナトリウム漏えい事故に関する調査報告書（第2次報告）（平成9年12月18日）
- 3) 高速増殖原型炉もんじゅ2次系ナトリウム漏えい事故に関する調査報告書（第3次報告）（平成10年4月20日）
- 4) もんじゅの今後の安全性確認について（平成10年10月29日第77回原子力安全委員会資料第2号）
- 5) もんじゅ安全性確認ワーキンググループ報告－もんじゅの安全性への取り組みの確認について－（平成12年9月28日）
- 6) 高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る第1回報告及び第2回報告内容の確認について（平成15年4月3日）
- 7) 「「高速増殖原型炉もんじゅ安全性確認報告に係る内容の確認結果の報告について」及び「核燃料サイクル開発機構高速増殖原型炉もんじゅの設置変更(原子炉施設の変更)認可後の段階における重要事項の審議について」に係る報告について」の確認について（平成19年6月25日）

第3章 品質保証

3. 1 自律的な品質保証体制の確立

安全性総点検において「品質保証体制」（体制の強化、マニュアルの体系化等）、「品質保証活動」（設計審査の充実、保修票発行基準の明確化等）について指摘を受け、それらに対する改善を行った。その結果、ナトリウム漏えい対策等に係る改善工事は、計画通り完遂することが出来た。

しかし、平成 20 年 3 月のナトリウム漏えい検出器の不具合発生を契機として、品質保証上の問題が顕在化した。

原子力施設の安全性確保には、設備の設計、製作、施工、及び運転の各段階における品質保証が重要であるが、「もんじゅ」は、約 14 年に及ぶ停止状態が続いたことから、工事が完了し運転を開始するフェーズに移ってきたものの運転を開始する準備が十分とはいえなかった。

この間には、平成 16 年に品質保証が「原子炉施設保安規定」に取り入れられ、「もんじゅ」の品質保証活動において J E A C 4111-2003 に基づく文書を整備し、品質マネジメントシステム(以下「QMS」という。)の仕組みを作り、運用を開始していたが、品質保証活動の主体はナトリウム漏えい対策工事に向けられたことから運転開始に必要な設備の維持が間に合わず、また、品質保証活動の P D C A サイクルも十分機能していなかった。

＊ P D C A : Plan(計画)、Do(実施)、Check(評価)、Action (改善)

以上から、原子力機構は「もんじゅ」の試運転再開にあたっては、これらを改善することが必須と考え、試運転再開に向けた最重要課題として、自律的な品質保証体制の確立を目指して改善に取り組んだ。

3. 1. 1 安全性総点検に係る報告における「品質保証体系・活動の改善」の概要

安全性総点検では品質保証体制、活動に関して指摘があり、指摘に対する対応を行い品質保証活動の改善を図った。これらについては、平成 18 年の第 3 回安全性総点検に係る報告書で報告している。以下にその概要を示す。

(1) 品質保証体制、体系の見直し

安全性総点検では、品質保証に対し以下の認識が示されている。

原子力施設の安全性確保には、設備の設計、製作、施工及び運転の各段階における品質保証が重要となる。品質保証活動は各担当部署で実施されることは当然であるが、更に確実なものにするためには品質保証活

動を任務とする部署を設置する等体制を整えることが必要である。体制の整備と共に、確実な品質保証の取り組みを進めるには、品質保証活動を行う上で必要となる事項をマニュアルの形で提示し、定着させていくことが重要となる。

以上の認識に基づく安全性総点検における指摘事項及びその改善の概要は以下の通りである。

1) 品質保証活動の推進組織の改善

品質保証活動を任務とする部署を設置する等体制を整えることが必要、品質保証活動基本方針について年度毎に個別の品質保証活動を十分検討できる体制の整備が必要との指摘を受けた。

これに対し、事故当時は、他の職との兼務者で構成していた品質保証体制について、平成 10 年 10 月に「業務品質管理グループ」及び「業務品質保証推進スタッフ」を設置したことなど専任者を配置する品質保証活動推進組織の改善を行った。更に、その後「業務品質保証推進スタッフ」を「品質保証推進者」として位置付け、「もんじゅ開発部長」を補佐し、各課長に対して指導・助言を行う体制とすると共に、「業務品質管理グループ」を「品質保証課」に改組した。

2) 品質保証活動の推進の改善

職員への絶え間ない意識の高揚を図るべきとの指摘を受けた。

このため、トップダウンによる取り組みとして、理事長は「原子力安全に係る品質方針」を設定、これを受けた「もんじゅ」は品質方針に基づき具体的な品質目標を毎年度設定することとした。品質目標については、達成状況をマネジメントレビューで確認することにより継続的な改善活動を行うこととした。また、理事長の設定した「原子力安全に係る品質方針」を各所に掲示すると共に、「もんじゅ」の品質目標を「もんじゅ」イントラネット上に掲示し、職員等への浸透を図った。

3) 文書の制定・改正の改善

関係するマニュアル間の整合性を審査で配慮することとの指摘を受けた。

これに対し、次の手続き、審査を行うことにより整合性確認の改善を図った。

文書（運転手順書を除く）の制定・改正を行う場合は、それぞれ業務を所掌する担当課内で制定・改正案を作成、検討し、担当課長が確認する。その後、関係するマニュアル間の整合性の確認も含めて、原子

炉等安全審査委員会（以下「炉安審」という。）での審議を行い、社内回議書により関係課長、原子炉主任技術者等関係者の合議手続きを経てもんじゅ開発部長が決裁することとした。以上の文書の制定・改正に係る管理の方法については、「文書管理要領」に規定した。

なお、単一の課で使用する文書（マニュアル）は、それぞれの課長が承認することとし、その文書の制定・改正の管理の方法は、それぞれの課で文書（マニュアル）を管理する文書管理マニュアルを定め、管理することとした。

4) 品質保証規則の階層区分と名称の改善

マニュアル類の制定に関する規則類において、規則、手順書、要領書等名称の使い方を明確にし、正しく運用することとの指摘を受けた。

これに対し、「もんじゅ」の文書体系を J E A C 4111-2003 の「4.2 文書化に関する要求事項」に基づいて再整理した。「もんじゅ」の文書体系は、「原子炉施設保安規定に定める品質保証計画」及び「高速増殖原型炉もんじゅ品質保証計画書」（以下「もんじゅ品質保証計画書」という。）を頂点とする体系に再整理し、階層区分を「一次文書」「二次文書」及び「三次文書」とし、上下関係を明確化した。これらの文書体系、規則、手順書、要領書名称の使い方については、「高速増殖原型炉もんじゅ品質保証計画書」、「文書管理要領」で明確にした。

(2) 品質保証活動の改善

安全性総点検においては、品質保証活動に関して改善が必要な項目として以下の 9 項目の指摘があった。これら指摘に対し、品質保証活動の改善を図った。

1) 設計審査の充実

安全性総点検における本件に係る指摘の要旨は以下の通りである。

もんじゅ事故では、自主保安設備として設置された 2 次系の温度計さやが破損した。温度計さやは常陽や他の原子力施設等で実績があり、設計から施工までの品質管理が的確に行われていれば、問題となるものではない。この事故の要因の 1 つは温度計さやが不適切な設計であることに起因しているので、今後確実な設計を実施するためには設計審査の充実を図る必要がある。

「もんじゅ」の事故当時においても、製作メーカから提出される設計図書については、動燃担当者が確認することとなっていたが、設計図書の確認(審査)について、審査の項目や着眼点等審査方法を定めた要

領(マニュアル)はなかった。

この改善として、機構においても製作メーカから提出される設計図書のチェック機能をより強化するために設計審査の要領を定め、審査の充実を図ることとした。更に、設計管理の流れ、変更管理等の設計管理全体を規定する「設計管理要領」及び設計審査の充実を図るため、審査要領について具体的に規定する「設計審査要領」を定め、設計審査の充実を図った。主なポイントは次の通りである。

- ① 品質保証活動の基本である「高速増殖原型炉もんじゅ品質保証計画書」の中で、設計管理に関する要領として位置付ける。
- ② 設計関連図書の種類と原子力機構の承認対象図書について定める。
- ③ 受注者から提出される承認申請図書の設計審査について定める。
- ④ 設計審査における設計審査時期、設計審査項目及び着眼点について定める。
- ⑤ 設計審査の体制について定める。
- ⑥ 設計に係わるもんじゅ建設所（現高速増殖炉研究開発センター）の品質保証推進組織の役割として品質保証に関連する図書を審査すること、受注者監査で設計に関する監査をすることについて定める。
- ⑦ 設計変更処理について定める。
- ⑧ 新設計の定義を定める。

特に今回の改善では、「設計審査要領」を定め設計審査の仕組みを作ったこと、また、この中で、審査にあたっての審査項目、着眼点を定めたことが主要な改善であった。

2) 最新技術情報の反映機能の強化

国内外の原子炉施設のトラブル事例の検討によるトラブル発生防止、安全評価に関する研究成果の反映による一層の安全確保に努めることが重要であるとの指摘を受けた。

これに対し、「最新技術情報の反映に係る管理要領」（平成 12 年 11 月 20 日制定）を定め最新知見の反映に係る活動を行うこととした。ここで、最新技術情報とは、事故・故障等情報、研究開発成果情報及び規格・基準類情報をいう。

概要は以下の通りである。

① 事故・故障等情報

事故・故障等の情報については、信頼性向上対策検討会を設置し、同検討会が中心となり事故・故障等情報の対応を検討する。信頼性向

上対策検討会は、技術課長が主査となり、技術課、安全管理課、プラント第1課、プラント第2課、プラント第3課から選出された委員、主査が指名した者より構成される。信頼性向上対策検討会での検討結果については、もんじゅ開発部長が最終的な決定を行い、ラインにて予防処置を実施していく。

事故・故障等情報については、信頼性向上対策検討会事務局（技術課）が、以下の情報を収集する。

- ・国内の原子力発電プラントの事例情報（法令に基づく報告事象）
- ・海外の原子力発電プラントの事例情報
- ・原子力機構内原子力施設における事例情報
- ・原子力機構安全統括部からの水平展開情報

信頼性向上対策検討会では、上記で収集した事故・故障等情報について、詳細な調査の必要性の有無、調査結果・予防処置計画の妥当性、処置結果の妥当性を検討することとしている。

② 研究開発成果情報

研究開発成果情報については、研究開発成果情報を対象とした最新技術情報評価検討会を設置し、「もんじゅ」への適合性に係る検討・評価を実施することとした。最新技術情報評価検討会は、技術課長が主査となり、技術課、安全管理課、プラント第1課、プラント第2課、プラント第3課から選出された委員、主査が指名した者より構成される。

研究開発成果情報については、最新技術情報評価検討会での検討に先だち、情報を「炉心・燃料（遮へい含む）」、「安全（炉心安全・プラント安全）」、「機器・構造システム（機械設備）」、「機器・構造システム（電気・計装設備）」の4分野に分類し、技術分野ごとに次世代原子力システム研究開発部門（大洗、敦賀）、東海研究開発センター及び高速増殖炉研究開発センター（もんじゅ）の有識者（課長、チームリーダクラス等）で選別（以下、「スクリーニング」という。）を行っている。

最新技術情報評価検討会では、上記で検討した調査結果の妥当性、反映が必要な案件については反映内容の妥当性、反映結果の妥当性について検討する。検討会での検討結果については、もんじゅ開発部長が最終的な決定を行い、ラインにて必要な反映を実施していく。

③ 規格・基準類情報

「もんじゅ」に関連する規格・基準類の制定又は改訂状況を調査し、制定又は改訂があったものについては、内容を調査し「もんじゅ」へ

の反映の要否について点検している。具体的には、技術課長が、規格・基準類情報の中で「もんじゅ」に関する項目についての改訂情報及び新規制定情報を定期的に収集し、分類・整理を行う。技術課長は、当該情報を調査担当課長に周知する。調査担当課長は、当該情報が所掌業務に関係する場合は業務に反映することとしている。

3) 品質保証関連事項等の教育の充実

教育実績を評価し反映する仕組みが確立されていないとの指摘を受けた。

これに対し、「もんじゅ」に設置している教育委員会の機能強化、教育訓練への助言・指導を行う教育担当の新たな設置を行うと共に、教育訓練の効果・浸透度を評価し次年度の教育訓練計画に反映する仕組みを構築した。主な改善事項は以下の通りである。

① 教育訓練の仕組み

教育訓練については、P D C Aサイクルの実行を基本とした体系を「教育訓練要領」及び「教育訓練実施要領」に定めた。要領には、年度の教育訓練計画の作成、教育訓練の実施状況、実績の確認、教育訓練の妥当性の評価を定め、これにより教育訓練のP D C Aサイクルが回るよう改善を図った。

② 教育委員会

教育委員会を年度末の実績評価の審議だけでなく、審議の必要が生じたときに開催することとした。これにより、教育訓練の進捗状況の報告、教育訓練実績の審議結果が教育訓練計画に反映できるようにし、次年度の教育訓練計画の作成が円滑に実施出来るようにした。

③ 教育担当

教育担当を設置し、教育訓練計画、実施等について、教育委員会事務局（管理課）と連携した指導、助言が行えるようにした。

4) 保修票発行基準の明確化

安全性総点検における本件に係る指摘事項の要旨は以下の通りである。

微調整棒駆動機構荷重増加と給水加熱器加熱蒸気管からの微少漏えいは、設備に異常が発生したものであることから保修票を発行すべきであったが、応急的な対策がとられたことをもって、保修票は発行されていなかった。品質管理の観点からみて、保修票の発行に関する判断基準が不明確であるので、改善する必要がある。

これに対し、従前は保修票を発行していなかった軽微な異常、故障等についても、直ちに補修等の処置を要すると判断されるものについては、保修票を発行することを管理要領において明確にすることとした。具体的には、「保修票運用手順書」に原子炉施設の軽微な異常、故障も含めて機器等の故障が発生した場合は保修票を発行することを明記した。

5) 不適合管理の適正化

安全性総点検における本件に係る指摘事項の要旨は以下の通りである。

故障等については、保修票の発行により対処されていたが、品質保証上の観点から不備があると考えられる場合については、不適合管理を行っているものの、不適合管理の適用基準が不明確であり、保修票による対処のみで不適合管理されなかった例があった。また、不適合と判断する際の基準は明確なものとされ、判断の妥当性を品質保証担当役がチェックできる仕組みとなっているべきである。

これに対し、以下の改善を行った。

① 事故当時は、不適合管理の適用基準が「主要工程に重大な不都合を生じるおそれのあるもの」、「構造、強度、機能、性能及び試運転の運営及び管理について重大な不都合を生じるおそれのあるもの」等、総括的な表現であり明確でなかった。このため、以下の考え方の基に4つのグレードに分類し、不適合管理の適用基準を明確にした。

- a. 「グレードⅠ」：法令、安全協定により速やかに外部に通報連絡を行うべき事象及び類する重要事象
- b. 「グレードⅡ」：外部に情報連絡を行うべき事象及び類する事象
- c. 「グレードⅢ」：グレードⅠ、Ⅱ以下の事象でそのまま放置するとグレードⅠ、Ⅱの事象に進展する恐れのある事象
- d. 「グレードⅣ」：日常小修理や、社内規則、手順書等の明らかな誤記などの軽微な事象

上記の内容を「不適合管理要領」に反映した。

② 品質保証担当者の確認については、全ての不適合報告書を品質保証課長の確認を経てもんじゅ開発部長まで報告し、確認することとした。品質保証課長は必要な不適合管理活動が実施されているかを確認・フォローし、品質保証推進者は実施状況の把握を行い、もんじゅ開発部長を補佐し、各課長への指導・助言を行うこととした。

6) 内部監査等の充実

内部監査では品質保証計画書の確認に留まらず、個別の業務の確認まで点検すべきとの指摘を受けた。

これに対し、内部監査のチェック項目の具体化、外部専門家の参加等所内自主監査、機構品質監査の改善を実施した。

その後、平成 16 年 6 月 8 日付けで、原子炉施設保安規定に品質保証が取り入れられたことを受けて、内部監査についても、「原子力安全監査」に移行した。「原子力安全監査」は、理事長が発令する監査の職がリーダーとなり、「原子力安全監査実施要領」に従って計画し、実施するものであり、事前の文書監査と現地監査を実施するものである。

7) メーカー品質保証監査の実施

安全性総点検における本件に係る指摘事項の要旨は以下の通りである。

メーカーにおいて品質保証計画書を定め、設計管理等の各種管理項目ごとに社内基準を定め、体系化されたシステム品質保証活動が行われていた。もんじゅ事故に関しては、担当メーカーにおける設計管理が機能していなかった。また、これはメーカー自身の問題であるが、動燃としてもメーカーの設計管理の状況を十分に確認していなかった。

これに対し、メーカー品質保証監査を適確に実施するために「受注者品質監査要領」を定め改善を図った。監査は、「受注者品質監査要領」に基づいて定期的に、又は必要に応じ実施することとした。監査では、設計に関する活動の確認や、メーカーが調達先に対して行う品質保証活動の確認状況を確認することとした。メーカー品質保証監査は、各社から提出される品質保証計画書を監査基準とし、平成 10 年度から原則 3 年周期で実施してきている。

8) 確実な保守の実施

安全性総点検における本件に係る指摘事項の要旨は以下の通りである。

プラントのトラブルに係る記録については管理されているが、効率的に活用されていなかった。このため、保守の記録をデータベース化し品質保証活動への活用を推進する。

これに対し、「もんじゅ」では常陽及び海外並びに国内軽水炉での知見・データや、「もんじゅ」の保守に係わるデータベースである保修票管理システムにより、機器の故障状況、故障原因などのデータの作成・

蓄積を実施し、蓄積したデータを基に故障傾向の把握を行い、データの体系化、共有化を図った。また、保修票管理システムにより蓄積したデータを用いた故障傾向分析を実施し、設備・機器の保全計画に反映する取り組みを行った。

9) 文書合議基準等の見直し

品質保証関連文書の審査、承認、変更等に関わる合議基準が不明確であるとの指摘を受けた。

これに対し、主任技術者等の合議を必要とする文書及び記録は、「原子炉施設保安規定」、各要領の文中、又は記録等の帳票の中で明確にした。

(3) 改善事項の現状(平成 21 年 11 月)

上記までの平成 18 年時点の改善事項(第 3 回安全性総点検に係る報告書)については、平成 20 年以降さらなる改善を行っている。以下に主要な改善点を記載する。

1) 品質保証活動の推進組織の改善(3. 1. 6 項参照)

品質保証課を廃止、かわって安全品質管理室を設置し推進体制の強化を図った。

2) 設計審査の充実(3. 1. 10 項参照)

施工方法の確認を行うよう「設計審査要領」を改正した。

3) 最新技術情報の反映機能の強化(第 8 章)

組織変更にともない担当箇所、関係課所を変更した。

4) 保修票発行基準の明確化(3. 1. 9 項参照)

保修票発行の基準の更なる見直しを行い、改正した。

5) 不適合管理の適正化(3. 1. 9 項参照)

不適合管理委員会の設置、不適合に関する意識の醸成教育の実施等不適合管理活動をより充実した。

6) 内部監査等の充実(3. 1. 8 項参照)

内部監査の実効性を高めるためプロセスアプローチ型監査、品質保証調査等を実施し、内部監査の充実を図った。

7) 確実な保守の実施(第 7 章、3. 1. 10 項参照)

保全プログラムの導入、データ整備を促進した。

3. 1. 2 ナトリウム漏えい検出器の不具合発生を契機として顕在化した問題点

平成 20 年 3 月に接触型ナトリウム漏えい検出器(以下「CLD」という。)の不具合が発生し、原子力機構はCLD等の点検、不具合発生の原因究明・再発防止対策等に係る活動を実施した。それらの実施状況を確認するために原子力安全・保安院が実施した平成 20 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）において、点検対象CLDの個数に誤りがあること、点検範囲が明確でないこと、検出器の構造等に応じた点検方法が決まっていないこと等の問題点が確認された。また、「もんじゅ」は通常の組織形態・分担のまま作業を実施し、全体を統括する機能が十分でないこと、敦賀本部は点検等について敦賀本部としての意思決定及びこれに必要な議論が十分に行われていないことが確認された。このため、原子力安全・保安院は、「もんじゅ」全体を統括する機能が十分でないこと、敦賀本部は「もんじゅ」で行われている点検等に対し、より積極的に関与すべきであり、トップマネジメントの関与、上級管理者の明確な方針の提示と実行等が十分発揮できるような組織体制となっていないことを指摘した。

自律的な品質保証体制に関する問題点は、以下の通りである。

(1) 経営の関与に関する問題点

経営は「もんじゅ」の運営において、「現場任せ」にしていた面があり、現場よりなされる改造工事等の状況確認にとどまり、現場意見の直接聴取による掘り下げた課題理解、それに基づく判断・指示といった経営の積極的な関与が十分でなかった。

(2) 高速増殖炉研究開発センターの組織体制の問題

CLDの対応では、組織体制について、業務の総括機能が不明確であった、マネジメント範囲が不適切であった、横断的調整機能が不足していた、ライン職自らの責任と権限の認識が不足していた、外部からの指摘等に対する対応が不足していた、情報共有が不足していたという問題が顕在化した。

(3) 高速増殖炉研究開発センター体制での業務運営の問題点

上記の問題点は、組織体制の課題であると同時に業務運営の問題点でもあった。

(4) 品質保証推進体制に関する問題点

品質保証推進体制については、品質保証課を設置し、品質保証体制の

強化を図ってきたが、横断的調整機能が不足していたため、要領書の確認、業務のPDCAのチェック、不適合管理等の品質保証活動の推進役として十分機能しなかった。また、保安に関わる審議機関である炉安審については、平成20年当時、部長、各課長は、審議の場である炉安審を、意思決定の場として利用し、責任を委ねる傾向にあり、業務は、自らの責任で自らが決裁して行うという認識が不足していた。

(5) QMSルールと保安活動の整合に関する問題点

平成20年のナトリウム漏えい検出器不具合、屋外排気ダクトの腐食孔のトラブル対応では、CLDの点検方法、通報連絡、屋外排気ダクトの保守管理等品質保証活動が十分機能していなかった。これは、QMSのルールが判りやすく、使いやすくなっておらず、日々の保安活動の中で現実的なものとして機能していなかったことが問題であった。

(6) QMSのチェック機能に関する問題点

平成20年のナトリウム漏えい検出器、屋外排気ダクトの腐食孔のトラブル対応では、品質保証活動のPDCAが回っておらず十分機能していなかった。PDCA活動を推進するためには、自らが品質保証活動をチェックし、継続的に改善していく必要があるが、PDCAが回っていないことが十分に摘出されず実効的なチェックが不足していた。

(7) 不適合管理に関する問題点

1) 不適合管理の問題点

平成20年3月頃までは、本来不適合報告されるべき事象が報告されず、不適合管理によって改善されない事例が散見された。要因として、不適合に係る情報共有や検討体制が十分でなかったこと、「不適合」とは何か、「不適合管理活動がなぜ重要なのか」について、所員に十分浸透していなかったことがあげられる。

2) 保修票の問題点

設備に関する不適合管理である保修票についても、ナトリウム漏えい検出器の据付不良にかかる不具合、屋外排気ダクトの腐食孔発生の原因を究明する中で、保修票を発行すべき事象に対し保修票が発行されていなかったり、発行が遅れていたりする事例が確認された。これは、上記の不適合管理の問題点に示す「所員に不適合管理の重要性の認識が十分浸透していなかった」という問題点に加え、安全性総点検での指摘に対しての改善事項であった「保修票を発行する基準を具体的な

事例として明記した」ことが、事例にないものは、発行しないという逆の問題点を発生させたと考えられる。

(8) 保守管理に関する問題点

屋外排気ダクトの腐食孔発生については、保守管理に関するPDCAが十分まわっていなかったことが原因の一つであった。また、ナトリウム漏えい検出器の据付不良にかかる不具合、屋外排気ダクトの腐食孔発生への対策において、コンプライアンス教育、保守員への「安全機能の重要度分類要領」、「巡視点検」等の保守に関連する教育の充実が必要とされた。

また、1次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい検出器の不具合に係る根本原因分析において、CLDには、技術基準等による構造に関する設計上の要求がないことから、シース挿入長さやシース固定方法、その施工方法に注意が払われていなかったとして、「使用実績のある機器を、通常と異なる方法で使用する場合の確認が不足していた。」という問題が摘出された。

「もんじゅ」は「ナトリウム漏えい事故」後、安全性総点検を行い、ナトリウム漏えい対策を実施すると共に、安全性総点検指摘事項に対する改善を実施してきた。その中で品質保証体系・活動の改善については積極的に取り組み、ナトリウム漏えい対策工事を計画通り完了することができたが、これらの改善は工事を主眼に置いたものであった。「もんじゅ」は長期間停止した状態にあり、その間、設備を適切に維持し、試運転再開に備えるための品質保証活動が不十分であった。その問題が、平成20年3月のナトリウム漏えい検出器の不具合発生によって顕在化した。

上記の問題点に対する改善内容は、以下の3.1.3～3.1.10に記載する。

3. 1. 3 経営の積極的関与

平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査）で指摘されたように、経営は「もんじゅ」の運営において、「現場任せ」にしていた面があり、現場よりなされる改造工事等の状況確認にとどまり、現場意見の直接聴取による掘り下げた課題理解、それに基づく判断・指示といった経営の積極的な関与が十分でなかった。例えば、漏えい検出器不具合について、そのプロジェクト管理上の重要度等を十分に認識しないまま現場任せになっていた。結果として「もんじゅ」に関わるプロジェクト管理が不十分で、

原子力機構にとって最重要、最優先課題である「もんじゅ」運転再開に対して、経営としての強力なリーダーシップを発揮できていなかった。これらを踏まえて、「もんじゅ」における業務運営管理の基本方針として次の3つを掲げ、以下に示すような改善を行ってきた。

【業務運営管理の3つの基本方針】

- (1) 高速増殖炉発電プラントとしての運営管理の徹底
- (2) 一步一步着実かつ確実な業務の実施
- (3) トラブル発生時の確実な対応

(1) 経営として迅速な対応・指示を出すことができる仕組みの整備

1) 「もんじゅ特別推進本部（本部長：理事長）」の設置

理事長は、「もんじゅ」に係る経営資源、組織体制、工程などに関して、より迅速かつ機動的に経営判断を行うため、企画担当・安全担当など限定した関係役員等に、意見を直接聴取するため高速増殖炉研究開発センター（以下「FBRセンター」という。）所長をメンバーに加えた「もんじゅ特別推進本部」を設置した。

2) 「もんじゅ特別チーム（リーダー：敦賀本部長）」の設置

敦賀本部長は、運転再開までの課題、組織、工程などに関して、組織的な課題解決をより迅速に行うため、FBRセンター所長に加え現場の部室長も必要に応じ出席させ、現場からの情報を直接聴取する「もんじゅ特別チーム」を設置した。

3) 「敦賀本部会議」の位置付けの明確化

敦賀本部会議を従来の情報共有の場だけでなく、敦賀地区における意思決定の場として明確に位置付け、審議の充実を図った。

(改善による効果)

平成20年7月、敦賀本部長を責任者とする「もんじゅ特別チーム」を設置した。平成20年8月、「敦賀本部会議規則」を見直し、敦賀本部全体に関わる重要な方針及び各部における重要な方針を審議する場としての位置付けを明確化した。平成20年11月、理事長を本部長とする「もんじゅ特別推進本部」を設置した。

これらの仕組みにより、機構全体で対応が必要な事項について迅速な経営判断が行われてきており、決定事項については、機構内関連組織において機動的に実行されている。主な決定事項は以下の通り。

1) 組織体制の見直し強化

経営は、FBR発電プラントとしての運営体制について軽水炉の状況も参考に基本的考え方を検討するよう、敦賀本部経営企画部もんじゅ総括調整グループに指示した。検討結果を踏まえ、FBRセンターの組織体制の抜本的な改善を早急に行うことを指示し、平成21年2月に「もんじゅ」の組織を「もんじゅ開発部」1部から運転管理、保守管理、技術管理に係る3部、更に所長直轄の組織として技術的事項の対応調整を行う「運営管理室」、自律的な品質保証活動の推進機能、危機管理を担う「安全品質管理室」の2室による「3部2室体制」に変更し、発電プラントとしての運営体制を構築した。

2) 「もんじゅ」への要員配置

経営は運転再開に向けて保守管理部門の強化、技術的事項の横断的調整機能、自律的な品質保証活動の推進機能などの強化を行うため、主に平成20年8月、11月、平成21年2月、平成21年4月に機構内他拠点から「もんじゅ」に要員配置した。平成21年11月時点で平成20年4月時点より61名の増員を実施した。これらの増員により、新組織で設計した各課室の業務運営を軌道に乗せることができた。

3) 「もんじゅ」への予算の重点配分

経営は、運転再開に向けて必須の屋外排気ダクト補修工事、運転再開に向けた設備点検などを実施するため、平成20年8月から平成21年3月にかけて、機構全体から「もんじゅ」に対して追加予算措置を行った。これにより、計画どおり、工事及び点検を実施することができた。また、平成21年度においても、経営は「もんじゅ」運転再開を最優先として必要な予算を機構全体から充当することとし、保全プログラムに基づく点検の実施、耐震裕度向上工事や耐震バックチェックの充実のために、不足分について敦賀本部外からの予算配分調整を行っている。更に、40%出力プラント確認試験前に行う水・蒸気系・タービン設備点検の実施に向け早期に手配が必要な予算について、もんじゅ特別推進本部会議にて不足分の予算配分調整を行った。

4) プロジェクト管理の強化

経営は、「もんじゅ特別チーム」などの場で、現場状況、地元情勢、原子力政策の動向等を踏まえた「もんじゅ」運転再開の基本工程に関する検討を行うことにより、日々の現場状況等も勘案した上で、「もん

じゅ」のプロジェクト管理に関する経営判断を行っている。

具体的には、経営は、『工程は常に「もんじゅ」として考えうる最適な工程、現場として無理をしない合理的な工程であるべき』との考えで、屋外排気ダクト補修工事や必要な設備点検計画など現場の見通しを十分に反映した工程の検討・作成を指示している。

また、試運転再開（性能試験開始）に向けて必要な課題の実施スケジュールの最終確認を関係箇所との調整も含め敦賀本部・「もんじゅ」にて行わせ、「もんじゅ」の運転再開に向けた準備を平成 22 年 1 月には終了することを確認した。それらを踏まえ、原子力機構として、平成 21 年度内の運転再開を目指すという工程を確定し、平成 21 年 8 月 12 日に公表した。

更に、運転再開時期の工程公表に伴い、設備面及び安全管理面での再開に向けた課題対応をより確実に行うため、取りまとめ責任者を明確にし、日々の管理の徹底を行うと共に、性能試験実施に向けた「もんじゅ」の要員配置について、経営としての整備方針を決め、平成 21 年 8 月 12 日の運転再開時期の工程公表にあわせ公表した。

(2) 経営層による継続的な陣頭指揮・現場巡視

経営層が現場に出向き、「もんじゅ管理職朝連絡会（もんじゅMM）」にて「もんじゅ」における主な課題の進捗状況を確認し、プロジェクト管理上の重要度等を十分に認識した適時・的確な判断・指示を行うと共に、「もんじゅ安全パトロール」に同行し、現場巡視することにより、運転再開に向け課題を抱えている箇所などの現場状況の確認を行ってきた。

(改善による効果)

平成 20 年 7 月、「もんじゅ」に本部長及び本部長代理の席を設置し、経営層自ら積極的に「もんじゅ」に出向き、「もんじゅMM」に継続的に出席することや、所長をはじめ「もんじゅ」幹部と直接話すことにより状況を把握し、ボトムアップとトップダウンの双方向で十分に議論し、現場と経営の十分な情報共有のもと、プロジェクト管理上の重要度等を十分に認識した適時・的確な判断・指示を継続して行っている。

これらの活動により、機構（経営企画部、安全統括部、法務室）が平成 21 年 5 月に実施した「もんじゅ」における改善活動に関するアンケート結果においても、経営トップの意思が伝わるようになっているとの肯定的な回答が 7 割以上となり、経営層の意思が「もんじゅ」職員に浸透してきていることが確認できた。

(3) 「もんじゅ総括調整グループ」の設置

本部長の統括機能のサポートとして、課題の大きさに応じた適切な経営のマネジメントの実施に資するため、敦賀本部経営企画部に「もんじゅ総括調整グループ」を設置した。当グループは「もんじゅ」の運営管理室と連携し、経営へ現場情報をタイムリーに提供することとした。

(改善による効果)

「もんじゅ総括調整グループ」から、「もんじゅMM」「もんじゅ不適合管理委員会」に毎日出席し、情報の収集を行うと共に、「もんじゅ」の主要な課題や関連する情報を毎日EMメモとして取りまとめ、本部長への報告を行っている。

また、「もんじゅ」プロジェクト遂行上の経営判断に係る課題について、「もんじゅ総括調整グループ」が中心となり、随時「もんじゅ特別チーム」などにより経営層に報告し、経営層からの指示を受け、関係箇所との調整、指示事項の進捗管理を行っている。

これらの活動により、「もんじゅ」で発生した不具合等についても、経営層から対応に係る検討事項などについての具体的な指示が出され、「もんじゅ」運転再開工程へ影響を及ぼすことなく的確な対応が行われており、新たに設置した「もんじゅ総括調整グループ」が機能し、「もんじゅ」の運営管理室と連携して、効率的、効果的な展開が図られている。

(4) 経営層と「もんじゅ」管理職の意見交換

経営層が現場に出向き、「もんじゅ」管理職との意見交換を実施し、現場の管理職が抱える課題・悩み、業務運営状況等を確実に把握すると共に、経営としての期待・意思を示し、意見交換を通じた「もんじゅ」管理職との意思疎通を行い、指示の浸透を図った。

(改善による効果)

経営層は、「もんじゅ」管理職との意見交換を継続して実施しており、「運転再開に向けた懸念事項」「新組織に移行しての改善点、変わった点」などについての率直な意見交換を行うと共に、経営としての考え、方針を自らの言葉で示すことで、経営が現場と一体となった風通しの良い職場環境が構築できるように取り組んできた。(意見交換の実績を以下に示す)

これらの活動により、「もんじゅ」における改善活動に関するアンケート結果においても、経営トップの意思が伝わるようになっているとの肯

定的な回答が7割以上となり、経営層の意思が「もんじゅ」職員に浸透してきていることが確認できた。

平成20年7月16日：運転再開に向けた今後の取り組みについて

平成20年11月6日：特別な保安検査の成果、反省、課題について
運転再開に向けた課題について
マネジメントについて

平成21年5月21日：新組織に移行しての改善点、変わった点について
組織運営、組織管理上の課題について
運転再開に向けた懸念事項について

3. 1. 4 FBRセンターの組織体制の強化

FBRセンターの組織運営上の顕在化した問題点に対し、組織体制の見直しを行った。また、ナトリウム漏えい検出器等の点検に関する要因分析や根本原因分析、組織についての自己評価から、FBRセンターにおける組織体制の課題を摘出し、その課題に対し、抜本的な解決を図るため、また、見直した組織体制が実効的なものとなるように、責任の明確化等の業務マネジメントの改善を柱とした改善強化を実施した。

(1) 経営の現場からの乖離に対するサポート機能の強化

【課題】

経営が、現場の状況を積極的に把握しようとし、本来、経営をサポートすべき敦賀本部も、その機能を十分に自覚しておらず機能していなかった。そのため、ナトリウム漏えい検出器の点検等において見られたように、重要な業務の運営、意思決定が基本的に現場任せになってしまい、「もんじゅ」に係る重要な課題を的確に把握し、それに対応できなかったため、計画通り着実にプロジェクトを進めることができなかった。

【改善策とその効果】

経営を補佐する敦賀本部の機能を十分に果たすため、敦賀本部に「もんじゅ総括調整グループ」を設置した。

これにより、「もんじゅ」の状況を逐一把握・集約・分析すると共に、必要な情報を経営にあげ、経営が適時・適切に意思決定・判断できるようになった。

(2) 業務の総括機能が不明確であったことに対する指揮命令系統の明確化

【課題】

原子力機構発足当初の組織設計では、所長はもんじゅ開発部の業務と「もんじゅ」に関わる研究開発業務を総括する役割を持つこととし、主に国、電力、外部委員会、更には地元説明等の渉外などを中心に対応してきた。一方、もんじゅ開発部長は「もんじゅ」の原子炉施設の保安に関する業務を行ってきた。

試運転再開という大きな課題に対し、原子炉施設の保安に関する業務についても所長の強いリーダーシップを発揮することが必要であり、保安規定上も事故時対応等の責任を有しているが、所長の業務の責任と権限が必ずしも明確となっていなかった。

【改善策とその効果】

原子炉施設の保安に関する統括業務を、もんじゅ開発部長から所長とし、業務の統括に関する意思決定は、所長が保安に関する責任者として行い、部長、室長、課長と所内に伝達し、業務を実施することとした。

所長の補佐機能を有する運営管理室及び安全品質管理室を設置すると共に、FBRセンターとしての意思決定プロセスを確立し、効率的な運営を図っていくこととした。

指揮命令系統の明確化により、所長自らの意思決定の下、所長は組織的な対応を統括し、トラブルや工程に係わる課題の処理への対応、運転再開に向けた準備への対応、プロジェクト管理の推進に係わる改善が実施されるようになった。更に、FBRセンターの運営管理に対する所長の指示、的確なリーダーシップにより、組織的かつ迅速な課題解決が行われるようになった。

運営管理室及び安全品質管理室は、それぞれの所掌範囲において、日々所内で実施される業務全般に関し、外部のニーズを踏まえながら、その位置づけ、達成状況を確認するなど所長の視点でチェックするようになった。

(3) 不適切なマネジメント範囲に対する適切な設定

【課題】

原子炉停止状態から試運転再開準備を開始するにあたり、部長、プラント第2課長、技術課長の所管業務量が増大する中、これらに相応しい体制作りが行われておらず、組織としてのマネジメントが不十分となっていた。

マネジメントの範囲、業務量が適切でなく、例えば、プラント第2課は、設備・機器の定常的な点検、長期停止設備の健全性確認、プラント確認試験、更にナトリウム漏えい検出器の点検、屋外排気ダクトの腐食孔対策、保全プログラムの策定等も実施する必要があった。技術課についても、所の技術的調整業務を行いつつ、燃料健全性確認等のプラント確認試験、ナトリウム漏えい検出器の点検まとめ等を並行して実施する必要があった。加えて、業務の増大に見あう要員の手配が十分でなく、計画通りに業務実施できないこともあり、課長が課の業務をマネジメントできる状況となっていなかった。

【改善策とその効果】

従来はプラント停止状態に対応する最小限の運転体制で対応してきたが、運転再開に備えて、増大してきた業務量に相応しい体制としていかねばならない。FBRセンターにおける所掌業務範囲を適正化するために、運転管理部門、保守管理部門及び今後実施する性能試験等の試験計画の調整・実施等を行う技術部門の3部を設置することとした。

また、必要な業務に適正な体制が配置できるよう個々の課室の業務範囲の見直しと、これらに伴う人的強化を行った。特に、保修担当課、技術課については、試運転再開後も業務量は減る方向ではなく、課長のマネジメントの範囲を適切にするように、プラント第2課及び技術課で対応していた業務をそれぞれ4課（保修計画課、機械保修課、電気保修課、施設保全課）、2課2室（技術課、試験計画課、運営管理室、安全品質管理室）で実施することとした。

3部2室体制によるプラント運営管理により組織的に対応できる業務マネジメント機能が発揮された。

屋外排気ダクトの補修工事、長期停止設備健全性確認、燃料交換作業、ナトリウム漏えい監視に関わる対応措置の考え（運転上の制限の逸脱判断基準など）を明確にした保安規定の見直し、高速増殖炉プラントの保守を確実に実施していくための保全プログラムの策定・運用、更には性能試験の準備など、重要な課題業務を3部でそれぞれ行うことにより適切な業務配分がなされ、目標通りに遂行できる体制となった。特に新たに設置した技術部による性能試験の準備など、従来十分に対応できなかった業務に対応できるようになった。

一方、部の設置や1課から4課に分割したことによる留意点として、部間、課間のコミュニケーションの不十分なことが時々見受けられることがあるが、常に注意すべき点と認識している。

(4) 横断的調整機能の不足に対する調整機能の強化

【課題】

ナトリウム漏えい検出器の点検において、点検範囲や点検方法について組織的検討が不十分なまま点検を開始したこと、点検範囲が拡大したことに対する体制の整備が不十分であったこと、FBRセンター内の横断的な技術調整機能が不十分であったことから、FBRセンターの通常組織では対応できない課題に対して、対応計画をFBRセンター内で調整、立案し、体制を整備し、優先順位をつけて対応していく機能が不足しており、その運用のルールもなかった。

また、ナトリウム漏えい検出器の点検において、検出器数の誤りが何度も発生したように、不具合の発生状況を把握し、是正措置を速やかに行い、改善につなげる活動を推進する機能が不足していた。

【改善策とその効果】

所長を補佐し、前述の3部の機能が最大限発揮できるように、業務の隙間を埋め、FBRセンター内の横断的な調整とプロジェクト管理（軌道修正含む）を行う技術的総括調整機能を担う運営管理室を設置した。

課題発生（トラブル等の発生）において、所長は目標設定を行い、実施責任者を明確に定めると共に、必要に応じて特別な対応体制を組み、実施状況を運営管理室にて常に確認していくというルール化を図った。

また、所長を補佐し、安全・品質保証に関し横断的に調整すると共に、不適合処置の実施状況のフォロー等の保安活動の監視と評価など品質保証活動の推進、非常時の体制整備を統括する安全品質管理室を設置した。

3部2室体制の中で、「所長の補佐」として運営管理室・安全品質管理室両室は担当部に対し積極的に関与し課題解決に向け議論を主導すると共に、所長の視点でチェックし所長へ報告するなど、所長の意思決定を支援している。また、敦賀本部の経営サポート機能として設置したもんじゅ総括調整グループや安全品質推進室と密接な連携を図り、「もんじゅ」での日々の状況も含め重要な課題が経営に報告されている。

運営管理室は、プロジェクト管理の視点で対応方針の策定、関係部署の調整を行うなど所全体の技術的統括機能の発揮を通じて現地全体作業基本工程の遅延を回避する対策を執るなど、課題対応や工程の進捗管理を所として組織的に実施している。この新たな活動により、「もんじゅ」全体のプロジェクト管理が的確に行えるようになった。特に、課題発生（トラブル発生等）においては、所長が目標設定を行い、実施責任者を明確に定め、必要に応じて特別な対応体制をしいた上で、実施状況を運営管理室にて常に確認していくというルールを策定・運用し、工程を計

画通り進めることができている。また、運営管理室、敦賀本部もんじゅ総括調整グループの設置により現場と敦賀本部との連携が強化され、現場の状況を踏まえた精度の高い工程の組織決定や要員の増員など、経営の適時的確な指示や判断に資することができるようになった。

安全品質管理室は、組織に品質保証体系を確実に運用させ、継続的な仕組みの改善を推進し、自律的なPDCA活動の推進に向けた所の横断的調整機能が発揮されてきている。特に、安全品質管理室の不適合管理に係る取り組みにより、不適合処置が進むこと、及び品質保証診断(以下「QA診断」という。)により、「もんじゅ」内での自律的かつ積極的な改善活動が組織的にできるようになった。

(5) ライン職の自らの責任と権限の認識不足に対する責任と権限の認識

【課題】

FBRセンターの業務を進めるため、部長、各課長の責任と権限は決められていたものの、ナトリウム漏えい検出器の点検において、各責任者によるチェックが十分でなく点検個数に誤りが複数回発生したこと、ライン職が十分にその進捗を把握せず、困難な点が発生した場合に上位者に報告し、指示を仰ぐ、自ら解決策を提案するといった対応が不十分であったこと等、発生した課題への対応において、自らの責任と権限を十分に認識せず、組織的に最大限の対応をとるという姿勢が不足していた。

加えて、対応責任者として、ライン職以外の者を指名する場合に、その権限付与のルールがなく、責任者の責任と権限が不明確となっていた。また、審議の場である「原子炉等安全審査委員会」を、意思決定の場として利用し、責任を委ねる傾向にあり、業務は、自らの責任で自らが決裁して行うという認識が不足していた。

【改善策とその効果】

発生する課題及び外部からの指摘に対して、各ライン職は常に自らの責任と権限を再認識し、所長が定めた目標に従って目標達成対応計画を定め、実施し、評価を行ってきている。

トラブル発生時等において、責任者を指名する場合には、その責任と権限を明確化するようルール化を図った。「課題発生時対応要領」を定め、トラブル発生時等における責任者の責任と権限を明確にした上で、課題に対応することとした。

原子炉施設の保安に関する重要事項に関しては、従来の炉安審を廃止し、所長の諮問機関として保安管理専門委員会を設置・運用し、審議事

項は、保安に関する重要な事項（保安規定改正事項、要領書の改訂等）に限定することとした。保安管理専門委員会には、原則部長、室長、課長が責任を持って審議案件を付議し、委員による審議結果を踏まえ、最終決定は、所長が判断して行うこととした。

ライン職の自らの責任と権限の認識の下、所長が定めた目標に従い各部室長は品質目標を定め、実施している。各ラインにおいてはそれぞれの課題解決に責任を持ち、屋外排気ダクトの補修工事、長期停止設備健全性確認、燃料交換作業、ＬＣＯ逸脱の判断基準見直し、更には性能試験の準備など、重要な課題業務を目標通りに遂行できた。

「もんじゅ」として確実に達成可能な責任ある現地マスター工程を所長から担当職員まで参加する現地マスター工程検討会での審議を経て定めた後は、自らの日々の作業を安全第一に計画どおり確実に実施していく意識が高まり、工程に係る会議体においては、工程を管理するという観点で活発な議論が行われるようになった。

トラブル発生時は、運営管理室が中核的な役割を担い、課題に対する総括調整機能を果たしながら、これまで発生したトラブルによる工程遅延は回避してきている。また、工程管理に係る課題（計器再校正、精度維持の確認、使用前検査の再受検など）が発生した場合、現地マスター工程検討会において、当該事項を審議し、問題の共有化を図ると共に、関係箇所の意見を踏まえ、適宜、工程への影響の確認・工程見直しを行い、工程の最適化が図れるようになった。

保安管理専門委員会については、所長の諮問機関であることが明確になり、重要案件について限定して審議を行っている。保安管理専門委員会における審議案件の説明は、原則実施責任を有する課長以上によって行われており、審議結果を踏まえ、最終決定は所長が判断している。炉安審が形だけの会議体であったのではないかとの指摘に対し解決を図ることができた。更に審議の効率化を図り、分野別に専門部会を設け、性能試験の要領書などの審議を加速している。

(6) 外部からの指摘等への対応の不足に対する対応強化

【課題】

ナトリウム漏えい検出器の点検において適切な情報提供が行えず外部からのコメントへ対応できなかったことや、世界原子力発電事業者協会（以下、WANOという）による改善提案への対応等が不十分であったように、外部からの指摘への対応の仕組みがなかった。

【改善策とその効果】

コミュニケーション要領を敦賀本部のQMS文書として制定し、その下部要領として「対外約束事項管理要領」を制定・運用することにより、運営管理室が外部からの指摘事項等への対応状況を把握し、四半期毎の管理を行うこととした。

また、電気事業者の不適合管理を参考に、不適合管理活動の改善を行うこととした。

WANOにて提示されている良好事例（68件）を社内イントラネット上に掲載し、従業員が活用し易いようにした。更に良好事例をより積極的に活用するため、「WANO良好事例の展開に係る対応マニュアル」を制定し、「もんじゅ」において有用と判断された良好事例について業務改善に反映することとした。

外部からの指摘等への対応強化を行った結果、「対外約束事項管理要領」の運用により、外部からの指摘等に対しては、組織的に管理する仕組みを機能させることができるようになった。更に、関係機関とのヒアリング情報なども毎日確認を行い、必要なものはこのルールに則り管理が行えるようになった。これにより、外部指摘事項への対応が強化された。

不適合管理の活動については、教育による意識の向上とも相まって、日常業務の基本活動になってきている。

プラント運営管理の強化のため、WANOピアレビューの実施など、WANO活動に対し体制の強化を図り、その中で本活動への取り組みも強化されてきた。

(7) 「もんじゅ」内及び敦賀本部内の情報共有の不足に対する情報共有化の促進

【課題】

「もんじゅ」内及び敦賀本部内の情報共有は、毎朝のモーニングミーティングや電子メールを用いて行われていた。しかしながら、情報伝達のみで終わる傾向にあり、業務が計画通り実施されているか、目標達成に向けての課題が解決されているか等について整理された情報が提供されなかったため、その時々に応じた正確な状況を管理職が十分に把握できず、タイムリーで的確な判断ができないことがあった。

試運転再開に向けて特に重要な計画管理において、解決すべき課題と対応の目標が設定されず、業務計画の検討条件が不明確となり、プロジェクトの遅れに対する対応が不十分となった。これはタイムリーな経営への情報提供にも影響を与えた。

【改善策とその効果】

情報の共有化を進めるために、所レベルでは所幹部（所長、副所長、部長、室長等）による会議、部室レベルでは部会又は室会を定期的に行い、「もんじゅ」全体の情報を共有化すると共に、所長が承認した事項（組織としての決定内容）や運営管理室にて整理する課題への対応状況の伝達、現場から情報の汲み上げを行う。

新組織への移行にあわせて、各部長は、各所掌課の居室に席を移し、所掌部署での業務実施状況をより一層的に把握し、所掌課長、課員とのコミュニケーションの促進を図ることとした。

加えて、所長のブレーン機能を有する運営管理室、安全品質管理室と敦賀本部経営企画部もんじゅ総括調整グループ、安全品質推進部安全品質推進室の定期的な打合せ・意見交換を通じ情報共有化を促進することで、経営と現場との連携を一層強化した。

情報共有化の促進に係る改善の結果、定期的な会議の開催により「もんじゅ」全体の情報を共有化すると共に、所長が決定した事項（「もんじゅ」組織としての決定内容）や運営管理室にて整理する課題への対応状況の伝達、現場から情報の汲み上げを行うことができた。また、ライン管理職の在席コアタイムの運用によりコミュニケーション環境が向上した。

運営管理室、安全品質管理室と敦賀本部経営企画部「もんじゅ総括調整グループ」、安全品質推進部安全品質推進室の定期的な打合せ・意見交換により、経営と現場との連携が一層強化した。

3. 1. 5 強化されたFBRセンター体制での業務運営

(1) 所長のリーダーシップ

所長は「もんじゅ」の安全を統括する者として役割を明確にし、組織としてその職責を持たせた。新たに「運営会議」を設置し、3部2室長間の情報共有を促進すると共に、業務の実施状況等の現場情報を直接聴取することにより従来に比べ迅速かつ確実に状況を確認できるようにした。これにより、所のリーダーシップを執り、「もんじゅMM」や運営会議等において設備点検確認や工程の進捗など重要な課題に対しタイムリーな意思決定を行い、部長、室長、課長のラインの責任で確実に所長決定事項を各職員に指示・命令している。

所長自らの意思決定の下、組織的な対応を統括し、トラブルや工程に係る課題の処理への対応、試運転再開に向けた準備への対応、プロジェクト管理の推進に係わる改善を図った。

これらの改善により、所長自らの意思決定の下、組織的な対応を統括し、トラブルや工程に係わる課題の処理への対応、試運転再開に向けた準備への対応、プロジェクト管理の推進に係わる改善など、「もんじゅ」の運営管理に対する所長の指示、的確なリーダーシップが発揮され、組織的かつ迅速に課題解決が行われるようになった。

課題発生時の対応体制の確立や原因調査の早期実施などの指示の下、運営管理室を通じて早期の対応がなされ、工程を安全に計画どおり進めることができた。

平成 21 年 6 月～7 月まで実施した燃料交換作業については、トラブル発生時の外部連絡の考え方を取りまとめ、毎日の燃料交換実施状況を経営に報告する、進捗管理を確実に実施し計画通り交換作業を完遂した。

制御棒駆動機構の使用前検査については、分単位での詳細な工程管理を実施することにより計画通り完遂した(平成 21 年 8 月)。

【所長の指示・命令の具体例】

- 1) 設備健全性確認の妥当性評価作業における要員不足に対する他部門からの増援対応指示

設備健全性確認作業の妥当性評価作業における要員不足について、所長が作業の進捗を勘案し、他部門からの業務支援を得て対応するよう迅速に指示を出したことにより、作業が加速され、目標期限内に作業を完了した。

- 2) 現場状況を反映した現地全体作業基本工程の策定と作業進捗管理徹底の指示

所長は、「点検作業の遅れなど試運転再開に向けて考えられるリスクを勘案し、必要な作業をプラント状態と整合を図りながら、安全に効率良く実施するため、「もんじゅ」として確実に達成可能な現地全体作業基本工程を策定し、共有することが必要である」との判断から、現地全体作業基本工程を策定することを運営管理室に指示し、所長が承認した現地全体作業基本工程に基づき、明確な目標の下で試運転再開に向けた現場作業を行わせた。また、進捗管理を徹底するよう指示・命令し、現地全体作業基本工程の適時見直しを実施した。

これにより、現場の状況を反映した工程に基づく、精度の高い管理ができるようになり、着実な現場作業が進められた(屋外排気ダクト補修工事完了(平成 21 年 5 月)、燃料交換作業の完了(平成 21 年 7 月))。また、プラント確認試験完了後のマスター工程については、平成 21 年

8月12日に改定を行い、所全体において新たな目標工程の下、試運転再開に向けた性能試験前準備・点検を進めている。

3) 作業工程に影響を与える可能性のある不具合発生時の迅速な対応指示

不具合が発生した場合、工程に影響を及ぼす可能性のあるものについては運営管理室より所長に報告され、対応体制の確立や原因調査の早期実施など所長の指示の下、運営管理室より関係課室に作業指示を行い、早期の対応が行われ、作業を安全に計画通り進めた。具体例として以下の通りである。

① 原子炉容器長尺液面計の絶縁低下

平成21年3月22日発見、4月2日に補修対応箇所が判明し、作業工程への影響回避できることを確認

② タンク間連通弁の開固着

平成21年5月11日発生、5月19日当該弁の補修を完了し、1次系ナトリウム充填操作工程への影響を回避

③ ナトリウム液面計校正作業での不具合

平成21年5月29日発生、5月31日原因究明、処置対応を終え、次作業の工程への影響を回避

(2) 所長からの積極的な意思表示の実施

所長は、以下の積極的な意思表示を実施している。

- ・毎朝、MMにおいて、外部状況を踏まえた作業方針の指示
- ・同様に、業務を実施する上での基本姿勢として、作業前に計画を確実に立案し、「報告・連絡・相談」を励行することを指示
- ・業務改善の推進や経年劣化の把握など品質保証活動、プラント運転・保守に係る基本姿勢を「所長の期待」としてまとめ安全大会（21年4月）で自らの考えを所員に直接伝え、協力会社も含め業務の改善を指示
- ・「所長の期待」をイントラネットに掲載し、所員がいつでも見られるようにした。

「所長の期待」のみならず、試運転再開に向けた取り組みの中で、節目において、所長は以下のメッセージを発信した。

- ・平成21年度業務計画と品質目標について（平成21年5月）：所員召集による所長訓示

- ・ 特別な保安検査を終えて(平成 21 年 7 月)
- ・ 運転再開に関する一部報道に対して(平成 21 年 8 月)
- ・ もんじゅ運転再開に向けて(平成 21 年 8 月)

並行して現場からの直接の意見を、懇談会等を通じて確認すると共に、所長メッセージを従業員に直接伝えている。

「もんじゅ」における改善活動に関するアンケートの結果では、「所長の意思決定・指示」に関する設問では約 9 割が肯定的な回答をしており、自由記述では「もんじゅMMで所長が冒頭その意思を示すメッセージを出している」「運営会議での議論を経て所長が明確に指示を出している」などの回答があった。

(3) 3部2室体制による適切なマネジメント範囲の見直し(平成21年2月27日)

高速増殖炉発電プラントを運営する組織機能として、「運転管理部門」、「保守管理部門」、及び今後実施する性能試験等の試験計画の調整・実施等を行う「技術部門」の3部の設置、必要な業務に適正な体制が配置できるよう個々の課室の業務範囲の見直し、これらに伴う人的強化を行った。これにより、重要課題に対し部レベルで対応できるようになり、以下の改善がなされた。

- 1) ナトリウム機器設備を有する高速増殖炉発電プラントの保守管理を確実に実施していくための保全プログラムの策定と運用による予防保全を基本とした保守管理の実施や、ナトリウム漏えい監視に関わる対応措置の考えを保安規定に明確にすることによって、保守管理部門、運転管理部門での品質保証活動の強化に結びついた。
- 2) 「技術部門」では、性能試験計画や試験管理要領を作成するなど十分な試験準備対応が実施可能となった。

(4) 保守管理部門マネジメント機能の強化(平成21年2月27日)

従来は、「もんじゅ」の保守管理を1つの課で行っており、課長一人が長期停止設備点検やトラブル対応など全ての課題に取り組まざるを得ず、「もんじゅ」の保守管理が十分に実施されなかったが、プラント保全部に人員を19名増強(平成21年4月現在)し、部の下に設置した4課(保守計画課、機械保守課、電気保守課、施設保全課)で保守管理を行い、各課の責任と権限を明確にした。また、目標達成対応計画を定め、下記の主要な課題対応を計画通り実施した。

- 1) 保全プログラムの短期間での策定（平成21年1月1日施工）及び本格運用
- 2) 屋外排気ダクト補修工事の計画通りの完了（平成21年5月）
- 3) ナトリウム漏えい検出器点検報告書及び補正の提出完了（平成21年2月及び4月）、また、改良品との交換を計画的に完了（平成21年9月）。
- 4) 長期停止設備健全性の妥当性確認作業の計画どおりの完了（平成21年4月末）

屋外排気ダクトの補修工事、長期停止設備健全性確認、LCO逸脱にかかる判断基準見直し、更には性能試験の準備など、重要な課題業務を3部が、各部で行うことにより適切な業務配分がなされ、目標通りに遂行できた。これにより保守管理部門のマネジメント機能が強化された体制となった。

(5) マネジメント機能の強化（横断的調整機能の強化）

「所長の補佐」として運営管理室・安全品質管理室を設置（平成21年2月27日）した。両室は担当部に対し積極的に関与し、課題解決に向け議論を主導すると共に、両室は所長の視点で確認し所長へ報告するなど、所長の意思決定を支援する。運営管理室は、プロジェクト管理の視点で対応方針の策定、関係部署の調整を行い、所全体の技術的統括機能の発揮を通じて現地全体作業基本工程の遅延を回避する対策を執るなど、課題に対する対応や工程の進捗管理を組織的に実施した。安全品質管理室は、各課室を指導しながら、品質マネジメントシステムに係る改善活動を推進している。

また、敦賀本部の経営サポート機能として設置したもんじゅ総括調整グループや安全品質推進室と密接な連携を図り、「もんじゅ」での日々の状況も含め重要な課題を経営に周知した。

【工程管理に係る具体例】

工程管理に係る課題（計器再校正、精度維持の確認、使用前検査の再受検など）が発生した場合、現地マスター工程検討会において、当該事項を審議し、問題の共有化を図ると共に、関係箇所の意見を踏まえ、適宜、工程への影響の確認・見直しを行い、工程の最適化を図った。

【プロジェクト管理の具体例】

プロジェクト管理を強化するために、運営管理室は新たに「起動前点検タスクフォース」を立ち上げ、再開までに必要な全てのアクションを整理し、関連する業務の進捗を確認するプロジェクト管理を行うこととし、運

営管理室の設置した工程管理チームを通じて運営管理室、管理担当副所長が定期的な確認を行った。

【3部間の技術的調整】

3部それぞれが所掌している、長期停止設備健全性の妥当性確認、保全プログラムの運用(以上、プラント保全部)、LCO逸脱に係る判断基準の整備と保安規定第34条改正(プラント管理部)、性能試験準備(技術部)に対しても、客観的立場からの資料の確認を行い、各部間の調整等に積極的に関与した結果、これら主要課題を計画通り実施することが出来た。

【重要事項等の対外説明】

対外説明に関しては、各担当部からの情報を基に運営管理室が一元的に調整・管理し対応することとしている。運営管理室から敦賀本部へ情報を伝達し、各担当機関への対外説明を行い、プレスに対しては敦賀本部広報課と連携して行う。この方針に基づき燃料交換作業に入る前にプレスへの説明を行うなど積極的かつタイムリーに対外説明を行った。これは、運営管理室が開始前に対外説明も含めた対応方針案を作成し、所内で基本工程や想定トラブルの確認、トラブル時の対応などの検討を行い、敦賀本部会議で審議後、所長が決定した結果である。

以上の結果、運営管理室の課題対応や工程進捗管理の組織的な対応により、「もんじゅ」として着実な計画遂行を行えるようになった。この新たな活動により、「もんじゅ」全体のプロジェクト管理が的確に行えるようになった

また、運営管理室、敦賀本部もんじゅ総括調整グループの設置により現場と敦賀本部との連携が強化され、現場の状況を踏まえた精度の高い工程を組織として決定させ、要員を増員するなど、経営の適時的確な指示や判断に資することができるようになった。

「「もんじゅ」における改善活動に関するアンケート」の結果では、「FBRセンター内の役割分担、責任の所在」に関する設問において肯定的な回答が約9割で、自由記述では「運営管理室、安全品質管理室が組織間の調整（責任部署の明確化）を行っている」「担当者任せの意識からラインでの管理が意識されつつある」などの回答があった。

平成21年6月～7月まで実施した燃料交換作業については、運営管理室がトラブル発生時の外部連絡の考え方を取りまとめ、毎日の交換体数の進捗を把握し、経営に状況報告を行った。また、日々の工程管理つい

ては、制御棒駆動機構の使用前検査において、「分」単位で管理するなど詳細な工程管理を実施した結果、プラント確認試験を無事完了することができた。そして、平成 21 年 8 月 12 日マスター工程の改定を行い、F B R センター全体が新たな作業目標工程の下に試運転再開準備を進めている。

40%出力プラント確認試験前に実施する水・蒸気系設備、タービン設備点検の実施に向け、早期に手配が必要な予算を経営によって調整が行われるよう手配した。

(6) 経営の関与、業務運営の強化をサポートする会議体

経営、業務運営の主要な改善である経営の積極的関与、所長のリーダーシップ、意思決定をサポートするため以下の会議体を設置し、運用している。なお、各会議体の詳細は下記括弧に示す項目に記載している。

1) 経営の積極的関与をサポートする会議体

現場所長、担当部室長から現場情報を入手し、経営として迅速な対応・指示を出すことができるよう以下の会議体を設置した。

① もんじゅ特別推進本部 (3. 1. 3 項)

- ・本部長：理事長
- ・「もんじゅ」プロジェクトに係る経営上の重要事項についての調整及び審議など

② もんじゅ特別チーム (3. 1. 3 項)

- ・リーダー：敦賀本部長
- ・「もんじゅ」の運転再開及びその後の性能試験に係る課題やリスク要因を総合的に掌握して対応方針等を策定

③ 敦賀本部会議 (3. 1. 3 項)

- ・議長：敦賀本部長
- ・敦賀本部全体に係る重要な方針、F B R センター他敦賀本部所管の各所、各部における重要な方針の審議

2) 所長のリーダーシップ、意思決定をサポートする会議体

所長のリーダーシップ、意思決定をサポートするため、現場情報の提供、重要事項の審議を行う以下の会議体を設置した。

① 業務運営に係る会議体

a. 運営会議 (3. 1. 5 項)

- ・議長：所長
- ・F B R センターにおける業務の遂行その他重要事項の審議

② 保安、品質保証に係る会議体

a. 保安管理専門委員会(3.1.6 項)

- ・委員長：所長
- ・原子炉施設の保安に関する重要事項(保安規定改正、改造工事等)

b. 不適合管理委員会(3.1.9 項)

- ・委員長：安全品質管理室長
- ・不適合情報の確認(毎日)、不適合としての採否・区分の決定(毎日)、不適合管理、是正処置の状況の確認(月 1 回)
- ・所幹部は、月 1 回の不適合管理、是正処置状況を確認

c. 信頼性向上対策検討会(8 章)

- ・主査：所長が指名した者(所付技術主席(平成 21 年 11 月 1 日現在))
- ・他プラントの事故・故障等の情報を収集し対応を検討
- ・検討会の検討結果をもとに所長が対応を決定

d. 最新技術情報評価検討会(8 章)

- ・主査：所長が指名した者(安全品質管理室長(平成 21 年 11 月 1 日現在))
- ・研究開発成果情報を収集し「もんじゅ」への反映について検討
- ・検討会の検討結果をもとに所長が反映の必要性を決定

(7) 現場の専門家、技術専門家の意見の反映

技術的事項に係る経営判断、所長の意思決定は、以下の業務運営により現場の専門家、技術専門家の意見を優先させて実施している。

1) ライン業務での現場の専門家、技術専門家の意見の反映

業務運営の基本的進め方は、以下の通りである。

まず、所長の意思決定をするまでには、ラインで上に上って行く各段階でそれぞれの階層における判断がなされる。その判断には、現場の専門家の意見が反映される。所長は、目標達成のため、現場の意見を尊重し、実現に向けた最適な方法を決定する。

次に経営陣は、経営の意図、目標を実現するためにはどうしたらよいか、現場の意見を尊重し、それを実現するために必要な経営資源を投入する。また、安全に関しては、安全第一を基本として、現場の判断を優先して立ち止まる判断をする。

以上の基本に基づき現場の専門家、技術専門家の意見は、次のプロセスを通し、業務に反映させている。

個々の案件については、まず、現場をもっとも知る専門家(担当者、チームリーダ)が原案を作成する。原案は、チーム内、課内にて上覧される各段階で確認される。これら作成の各段階でより技術的な専門意見が必要な場合は、課長、あるいは、部長を通し、F B Rセンター内、他事業所、あるいはプラントメーカ等外部の専門家の意見を取り入れる。以上を通じ修正された案件については、必要に応じ部会、室会にて部内他課のメンバーも入り審議し審議結果も参考とし、部室長が部室としての最終決定をする。

2) 所長への現場の専門家、技術専門家の意見の反映

所長は、職員との懇談会、現場巡視を通じて現場専門家の意見を直接聴取している。また、所長は、業務運営に係る運営会議、保安、品質保証に係る保安管理専門委員会等を通し、現場の専門家・責任者から現場の業務状況、保安に関する重要事項を確認する。更に必要に応じ所長が主催する会議体には、技術的な専門家を出席させ専門家の意見も聴取し、意思決定の情報としている。

3) 経営層への現場の専門家、技術専門家の意見の反映

経営層は、現場に出向き、「もんじゅMM」にて主な課題の進捗状況を確認し、プロジェクト管理上の重要度等を十分に踏まえた上で、迅速かつ適時・的確な判断・指示を行っている。また、「もんじゅ安全パトロール」に同行し、現場を巡視することにより、試運転再開に向け課題を抱えている箇所などの現場状況の確認を行っている。

また、経営層は、もんじゅ特別推進本部、もんじゅ特別チーム、敦賀本部会議を通し、所長、現場の部室長、また、関連する専門家の意見を直接聴取し、経営判断が出来るようにしている。

【ダクト保修の例】

屋外排気ダクトの保修対応に当たっては、次のように専門家の意見を取り入れ対応を図った。

F B Rセンター内に次長クラスをリーダーとする「屋外排気ダクト対応チーム」を設置した。同チームは、保守担当課員(現場専門家)を中心としたF B Rセンター内の各課のメンバーに、次世代原子力システム研究開発部門の腐食の専門家(技術専門家)を加えて構成した。同チームは、屋外排気ダクトの設計、製作及び据付を担当したプラントメーカの設計者、同メーカの研究所の専門家等の協力を得て、ハード面及びソフト面

の要因分析並びに対策、ダクトの点検方法、補修方法、プラント及び工程への影響、許認可手続き等を検討し、点検・補修計画及び原因・対策に係る法令報告の原案の作成、規制当局への説明等を実施した。

これらの計画及び報告の原案を審議するため、炉安審(現・保安管理専門委員会)の下部専門部会として「屋外排気ダクト対応専門部会」を設置した。同専門部会は、FBRセンター内の各課のチームリーダ、副主幹クラスのメンバー(現場専門家)に、大洗研究開発センター及び原子力基礎工学研究部門の腐食の専門家(技術専門家)を加えて構成した。

同チームは、当初、補修範囲を技術基準の必要厚さ(1.2mm)未満の範囲に特定するため、手動による一定間隔の肉厚測定を行った。その結果、ダクトの補強材及び支持架構との接合面についても、腐食減肉が進行していることが確認された。補強材等の接合面は外観目視できないことから、補修の判断材料である最小肉厚を特定するためには、自動超音波測定装置による連続した肉厚測定を行う必要があることを経営層に提案し、経営層はその提案の実施を判断した。また、同チームは、腐食減肉状況を考慮した耐震計算の結果や錆が除去できないダクトの補強材等との接合面における腐食の進行速度を想定して、最終的に厚さ 4.0mm 未満の範囲に当て板補修を行うことを経営層に提案し、経営層はその提案を了承した。

【工程変更の例】

もんじゅ現地マスター工程(現地全体作業基本工程)については、運営管理室が事務局となり、主に保守に携わるプラント保全部と運転に携わるプラント管理部との議論を踏まえ、性能試験前準備・点検の終了時期を平成 22 年 1 月中旬として工程案を確定し、平成 21 年 4 月に現地マスター工程を作成・発行し、関係者に周知した。その後も現場作業とプラント状態との調整の中でプラントの安全確保を最優先として、プラントに熟知した保守員、運転員との検討を基に合理的な工程の策定を行っている。

- 1) 基本工程に大きく影響を及ぼす非常用高圧電源母線(1B-M/C)遮断器に係る不具合が生じた際、当該遮断器を点検するために、系統のナトリウムをドレンする必要があったが、A、B、Cループのナトリウムドレンの順番に関し、プラント管理の観点から見て、当該遮断器の不具合状態を早急に対処するため、発電課及び電気保修課、メーカ

の専門家と調整し、ドレンの順番を変更し、全体工程が遅延することの無いように工程を見直した。

2) 制御棒駆動機構に係る使用前検査について、当初計画の抜取りから全数立会い検査に変更となったことによる影響が全体工程に及ばないようにする必要があった。立会い検査日数を最低限必要な日数とするため、使用前の立会い検査スケジュールについて機械保修課、発電課と検討し、各試験操作項目/確認項目について、分単位で安全に確実に実施できる必要な作業時間を割り出し、日単位での立会いスケジュールを見直すことにより、立会い検査の対応が可能なように日数を短縮化することができた。これにより、全体工程に影響を及ぼすことなく、制御棒駆動機構に係る使用前検査の全数立会いを実施することができた。

3) 「もんじゅ」の試運転再開時期について、所長指示により、性能試験前準備・点検の終了から平成 22 年 3 月末までの間において、地元了解後速やかに原子炉を起動できるよう準備を進めた。電気保修課の検討の結果、計器校正について実施の必要が出てきたが、実施にあたっては既に実施予定の点検作業や原子炉起動前点検期間と作業が重複する見通しとなったことから、より安全に作業を進めていくという観点から、電気保修課と発電課、メーカ専門家との調整を行い、性能試験前準備・点検の終了時期を見直し、日割りベースで詳細化し、これを「運転再開工程」として経営へ提示した。更に、プラント確認試験の最終段階における燃料破損検出設備に係わる試験を円滑に実施させるため、発電課の試験担当、電気保修課の設備担当、更にメーカ専門家の協力の下、安全を第一に効率的に実施できる試験工程の検討を行った。これにより、プラント確認試験を計画通り、終了させることができた。

3. 1. 6 品質保証推進体制の改善

F B R センターの組織体制の強化については、3. 1. 4 に記載した。ここでは、F B R センター組織の内、品質保証推進の中心となる安全品質管理室の設置、F B R センターの品質保証に関する主要審議機関である保安管理専門委員会について記載する。

(1) 体制改善の経緯

平成 7 年のナトリウム漏えい事故当時、品質保証活動の推進は、他の職との兼務者(品質保証担当役)による体制であった。事故後の改善とし

て、平成9年10月に品質保証活動の推進を任務とする専任者と各課兼務者で構成する「品質保証推進本部」を所長の下に設置した。

その後、平成10年10月のサイクル機構の発足に合わせ、品質保証統括推進者である所長の下に、もんじゅ建設所における業務品質保証活動の推進上の管理責任者として所長を補佐し、業務品質保証活動の実施状況の把握等を行う業務品質保証推進スタッフ（以下、「推進スタッフ」という。）を設けた。また、組織の見直しにより「品質保証推進本部」を改め、「品質保証推進グループ」を設置した。更に、サイクル機構全体として取り組んでいる業務品質保証活動を組織的に円滑に推進するため、平成12年4月、当該グループの業務内容にもんじゅ建設所の業務実施計画の立案及び推進に関する業務を加えたことから、名称を「業務品質管理グループ」（以下、「QAグループ」という。）に変更した。（第1回報告で報告済み）

平成16年6月には、品質保証が原子炉施設保安規定へ取り入れられ、理事長をトップとして、本社、敦賀本部と連携した品質保証体制となった。その後、平成17年10月、原子力機構となり、推進スタッフは「品質保証推進者」に、QAグループについては「品質保証課」に名称を変更した。また、平成19年12月には、原子炉主任技術者をFBRセンターから独立的な立場とし、敦賀本部に所属する体制とした。

図3.1-1から図3.1-5に平成7年当時から平成20年9月末までの品質保証体制を示す。

(2) 安全品質管理室の設置

品質保証体制については、安全性総点検での指摘を踏まえ、品質保証課を設置し、品質保証体制の強化を図ってきたが、横断的調整機能が不足していたため、要領書の確認、業務のPDCAのチェック、不適合管理等の品質保証活動の推進役として十分機能しなかった。

そこで、平成20年10月1日に品質保証課を廃止し、もんじゅ開発部に安全品質管理室を設置し要員を増員した。

平成21年2月27日からは、原子炉施設の保安に関する統括業務を、もんじゅ開発部長から所長とし、業務の統括に関する意思決定は、所長が保安に関する責任者として行い、部長、室長、課長と所内に伝達し、業務を実施することとした。一方、安全品質管理室は、所長直轄の組織とし、課レベルから部レベルとして権限を強化し、所長ブレーン機能の強化、FBRセンター全体に係る品質保証活動の推進、指導への対応の迅速化を図った。また、安全品質管理室は、保安に係る重要案件を審議

する保安全管理専門委員会((2)項に示す)の事務局の役割も持ちF B Rセンター内全体に係る品質保証活動の推進を図っている。

安全品質管理室が中心となり以下の活動を行い、「もんじゅ」全体のQMSの改善を図った。

- ・ QMSの見直し計画に基づき、安全品質管理室が中心となり全所的なQMS見直し作業を進めている。
- ・ 不適合管理委員会を軸として、不適合処理状況の確認・フォロー、不適合管理を行う意識の徹底を行い、QMSの改善に努めている。また、是正処置計画書の内容充実として、安全品質管理室が、再発防止に対し有効な対策が打てるように原因のさらなる調査や、対策はまず、ハード面（ソフトの対策は、時間の経過により、不適合が再発する可能性があるため）から検討するように各室課に指導を行った。
- ・ 「業務の計画」の必要性、重要性について、所員の意識の徹底を図っている。（業務計画の教育）
- ・ 「QA診断」活動を始め、QMSの実施状況の確認、改善に努めている。
- ・ 品質保証に関連する委員会、検討会である不適合管理委員会(3.1.9項)、保安全管理専門委員会(下記(3)項)、信頼性向上対策検討会(第8章)、最新技術情報評価検討会(第8章)の事務局として「もんじゅ」全体に係る品質保証活動の推進を図っている。

また、QMS文書の整合性チェックの改善に関しては、安全品質管理室が中心となりQMS文書について以下の整合性の確認を行うと共に「文書レビュー記録」の様式を定め整合性確認の強化を行った。

- 1) QMS文書(94文書)に係る整合性の確認を平成20年8月31日に終了した。

また、保存期間満了前の過去3年間に発行された業務連絡書(4,143件)やエンジニアリングシート(1,330件)において、既規定ルール逸脱がないことを平成20年12月26日までに確認した。更に業務連絡書等がQMS文書規定内容を逸脱しないように確認するルールの「文書管理要領」等への取り込みを、組織改正に伴う文書改正に合わせて実施した。

- 2) 整合性がないなど改正が必要な文書(46文書)は、平成20年10月31日までに全ての文書を改正した。
- 3) マニュアル整合性確認の具体的方法を追加した「文書管理要領」の改正を平成20年8月29日に実施した。また、新規制定・改正に際して

の整合性確認結果をチェックする仕組みの明確化及び文書の定期的レビューのルールを平成 21 年 2 月 27 日に「文書管理要領」に定めた。なお、平成 21 年 2 月 27 日の組織改正にともない文書の制定・改訂の決裁は、もんじゅ開発部長から所長に変更となった。

(3) 保安管理専門委員会の設置

平成 20 年当時、部長、各課長は、審議の場である炉安審を、意志決定の場として利用し、責任を委ねる傾向にあり、業務は、自らの責任で自らが決裁して行うという認識が不足していた。

この改善策として、原子炉施設の保安に関する重要事項に関しては、従来の炉安審を廃止し、所長の諮問機関として保安管理専門委員会を設置・運用し、審議事項は、保安に関する重要事項(保安規定改正事項、要領書の改訂等)に限定することとした。保安管理専門委員会では、原則部長、室長、課長が責任を持って審議案件を付議し、委員による審議結果を踏まえ、最終決定は、所長が判断して行うこととした。

個々の案件については、まず、現場をもっとも知る専門家(担当者、チームリーダー)が原案を作成する。原案は、チーム内、課内にて検討、確認される。これら作成段階でより技術的な専門意見が必要な場合は、課長、あるいは、部長を通し、FBRセンター内、他事業所、あるいはプラントメーカー等外部の専門家の意見を取り入れる。以上からまとまった案件については、部会、室会にて部内他課のメンバーも入り審議し、審議結果も参考とし、部室長が部室としての最終案として決定する。

次に、保安管理専門委員会については、「保安管理専門委員会規則」を定めこの中で下記の通り専門家の意見を反映できる仕組みとした。

委員会の構成委員は、原子炉主任技術者、各部長、各室長及び所長が指名する者であるが、審議事項の内容により、ナトリウム技術総括管理者、電気主任技術者、ボイラー・タービン主任技術者、危険物保安監督者及び放射線取扱主任者に、委員としての出席を求めることができるものとしている。更に、必要に応じ、委員以外の専門家の意見を必要とする審議事項（保安上重要な事項で、高速炉の知見を結集する必要がある場合等）については、大洗研究開発センター等の専門家に会議への出席を求め、参考意見を聞くことができるものとした。また、委員会は、より専門的事項を審議させる必要があると認めたときは、専門部会を設置することができものとした。これらにより所長の意思決定、判断にあたり、専門家の意見が反映できる仕組みとした。

図 3.1-6 に現在の品質保証体制を示す。

3. 1. 7 QMSのルールと保安活動の整合に向けての改善

QMSが日々の業務の中に十分に機能していなかったことの改善として、QMSのルールと保安活動の双方を近づける以下の取り組みを行うこととした。

(1) QMSルールの見直し

平成20年3月に発生したナトリウム漏えい誤警報の発生等のトラブルを踏まえて行われた臨時マネジメントレビューにおいて、理事長より「もんじゅ」の自律的なPDCAへの改善が指示された。これを受けて、品質目標にQMS見直しを追加する改正を行った。改正後の品質目標に基づき、QMS見直し計画書（「高速増殖原型炉もんじゅに係る品質マネジメントシステム（QMS）体系の見直し基本計画書」及び「QMS体系見直し実施計画書」）を策定し、改善を実施することとした。

計画の概要は以下の通りである。

1) 顕在化した問題の改善(短期的見直し事項)

- ① 保安規定の各条項とQMS文書の関係の整理
- ② 不適合区分の敦賀本部内一体化検討

2) QMS見直し作業(長期的見直し事項)

QMS見直し作業は、以下の手順で実施することとした。

① 敦賀本部として一体化したQMS骨格作成

敦賀本部内で統一した不適合管理を参考に、QMS全体を敦賀本部として一体化したマネジメントシステムとする骨格を検討する。また、他の原子力事業者のQMS調査を実施し、参考とする。

② プロセスの洗い出し

各課室の業務の洗い出しを行い、プロセスをフロー化し、必要な文書を整理する。洗い出しに当たっては、各課室へのQMS見直しに向けての動機付けを行う。

③ QMS文書の見直し改正

上記①②に従って、QMS文書(全ての文書)の見直しを行う。

④ 基準適合性確認

③作業に際しては、基準(JEAC)への適合性を確認する。

⑤ 保安規定改正

見直しにより必要となる保安規定改正の改正案を作成する。

これまでの実績、進捗状況は以下の通りである。

1) 顕在化した問題の改善(短期的見直し事項)

顕在化した問題については以下の通り改善を行った。

- ① 保安規定の各条項とQMS文書の関係を明確にし、それに基づき保安規定を平成21年2月27日に改正した。
- ② 敦賀本部と「もんじゅ」の不適合管理の区分の考え方を合わせ、敦賀本部に「不適合管理要領」を二次文書として制定（平成21年2月27日）し、敦賀本部と「もんじゅ」のQMS一体化による管理の一元化の改善を行った。

2) QMS見直し作業(長期的見直し事項)

長期的に実施するQMS見直し作業については、計画書に基づき平成22年10月までに行うこととしており、現在の進捗状況は次の通りである。

① 敦賀本部として一体化したQMS骨格作成

敦賀本部として一体化したQMS骨格作成に関する基本的な考え方は、「敦賀本部と「もんじゅ」に共通した業務は、敦賀本部大として一元的に管理を行い、QMS上の効果や効率化を図る」ことであり、基本的な管理規定や業務規定を定めた二次文書を敦賀本部に置き、それぞれに個別な業務手順を下位文書（三次文書）として定める。共通した業務としては、文書管理業務、教育訓練業務、調達管理業務とする。既に、敦賀本部と「もんじゅ」とで共通した業務である不適合管理及びコミュニケーションについては、敦賀本部に二次文書を定め、一元化する改善を行っており、不適合管理の一元化、プラント情報の共有化について成果を上げている。

なお、基本業務の運転管理業務、保守管理業務、燃料管理業務、廃棄物管理業務、放射線管理業務、非常時の措置は「もんじゅ」個別の業務であることから、従来どおり二次文書を「もんじゅ」に置く。

② 業務項目の洗い出し(平成21年3月2日作業完了)とフロー化(平成21年10月末作業完了)

業務項目の洗い出しで抽出された約400項目について平成21年8月末までに業務項目に関するプロセスフローチャート(約300)を作成し、業務の“見える化”を図った(一部ナトリウム漏えい監視に関わる業務についてのプロセスフローチャート作成は10月に終了。)

＊ 複数の業務を1つのプロセスフローチャートとしているものがあるため業務項目約400項目からプロセスフローチャート数は300となっている。

このプロセスフローチャートの作成は業務担当者自らが行うこと

により、担当者が業務の繋がり（プロセスのインプットとアウトプット）を明確にすることにより自ら改善すべき点を洗い出す効果も得られた。

プロセスフローチャート作成段階における改善事項の例として、これまでに下記が抽出された。これらについては、今後のプロセスフローチャートの確認過程において、課題を解決し、文書の見直しに反映する。

- a. 文書は発行前及び改正時にレビューを行い、かつ定期的なレビューを実施しているが、「文書管理要領」では、発行後は改正時、又は年1回と規定しており、どちらでも良いと誤解を招く記載となっていた。
- b. 放射線モニタの計器類管理フローの作成により、警報装置の検査、事故時監視計装の点検・校正、放出管理用計測器の点検・校正において、作業終了後の確認や報告が要領書で定められた必要な箇所には実施されているが、その他の確認先等については個々の確認・報告毎に異なっており、効率化の観点からも検討・整理が必要である。

③ 上記①②に従ったQMS文書の見直し

各室課で作成したプロセスフローチャートについて、プロセスフローチャートと実作業との整合性確認を実施している。

運転管理に関するプロセスフローチャートの確認により、文書で記載していた作業手順をフロー化することにより、わかりやすく、また、実際の作業手順を正確に現すことができることから、QMS文書にプロセスフローチャートを活用する改善を図っている。（平成21年8月末19件完了、9月は運転管理に関するプロセスフローチャートの確認を優先して実施）

これまでの活動により以下の成果が得られている。

- ・ 短期的な改善として実施した不適合管理の敦賀本部と「もんじゅ」の一体化により、敦賀本部と「もんじゅ」が一つの尺度（不適合区分の統一）で不適合を一元的に管理することができ、QMS上の効果を上げることができた。（システムの改善）
- ・ 敦賀本部における外部コミュニケーション及び内部コミュニケーションに関する基本規定を定めた「コミュニケーション要領」（二次文書）を敦賀本部に制定し、敦賀本部における保安活動のための内部及び外部コミュニケーションについてQMSシステムの改善を行った。本改善により、敦賀本部と「もんじゅ」との情報共有化、

外部要求事項に対する改善を図ることができ、従来は「もんじゅ」の中でとどまっていた原子炉補機冷却海水系配管取替や屋外排気ダクトの腐食孔など工程に影響を及ぼし得る経営上の課題を敦賀本部大で共有することが出来るシステムを確立した。(QMSシステムの改善)

- QMS見直し作業の過程において、保安業務を実際に行う担当者がプロセスフローチャートを作成することにより、担当者自らが、プロセスの繋がりを明確にすることで、「所員をQMSに近づける活動」に繋がっている。
- 実際に行っている作業をプロセスフローチャートに表すことにより、文書で規定していた要領よりも、明確でわかりやすくなる。従って、プロセスフローチャートをQMS文書に積極的に活用することにより、明確でわかりやすいQMS文書を確立することができる。また、QMS文書の見直し、プロセスフローチャートを「改善のツール」として使用することにより、仕組みの改善を図ることができるようになる。

QMS見直し作業は現在継続中であるが、上記の通り多くの成果が得られており有効な改善活動であると考ええる。

また、これまでに約400の個別業務の洗い出し、プロセスフローチャートの作成が計画(P)に従い実施(D)されており、計画が妥当であると考ええる。また、個別業務の内、運転管理業務については、要領書と実際の業務フローとの「評価」(C)及び「改善」(A)を実施しているところであり、これまでの一連の活動を通し、今後、他の全ての業務についても計画に沿って作業を進めることができると考える。

また、QMS見直し作業については、品質目標に掲げ、今後とも定期的にレビューすることにより有効性、進捗についてもチェックしつつ進めていく。

(資料 3.1-1 高速増殖炉研究開発センターに係る品質マネジメントシステム(QMS)体系の見直し基本計画書、資料 3.1-2 高速増殖炉研究開発センター 品質マネジメントシステム(QMS)体系見直し実施計画書参照)

(2) 所員をQMSに近づける改善

所員に対して、業務を行う上でQMSの考え方が必要なことを理解させるためにQMSに関する以下の教育を行った。

1) なぜ、業務の実施に先立って計画をつくるのか、なぜ、QAが必要か、QAのメリット（平成20年5月）

2) なぜ、不適合管理をやるのか、不適合管理（是正処置）をやることのメリット（=再発防止ができる）（平成20年12月）

これらの教育の結果、以下の改善が図られるようになった。

- ・ 非定常業務については実施前に計画を立案する必要性が十分に認識され、各部室において計画が確実に作成されるようになった。
- ・ 活動の中で常に問題点はないかと見る目、更に、それを改善しようという意識が定着してきた（不適合報告件数の増加等）。

今後は、非定常業務に関する計画書の“雛形”を作成し、計画書の統一性と質の向上を図り、QMSと保安活動がより近づくように取り組んでいく。

(3) QA診断

平成21年5月からは、潜在化している不適合の改善という観点から、QA診断を開始した。

QA診断とは、現在行われている「もんじゅ」内QMS活動から任意のプロセスを抽出し、プロセスを追いながら活動の確認を行うものであり、確認の中で抽出された要改善事項・課題を認識させると共に、規則の理解を深め、また、ルールの改善を促していくものである。

QA診断に当たっては、「QA診断実施計画書」を作成し、これに基づき、以下の診断を実施してきている。

1) 平成21年6月の燃料交換作業に向けて、従来の燃料交換に係る各プロセスと規定及び要領との整合性について診断

(平成21年5月21日、5月22日)

2) プラント確認試験（制御棒作動試験）の準備・実施プロセス

(平成21年7月22日)

3) 保全部巡視点検プロセス（CRD保持用マグネット用M-Gセットサーベイランス）

(平成21年7月27日)

4) 保全部巡視点検プロセス（屋外設置機器設備点検（RCWS）

(平成21年8月6日)

5) 保全部巡視点検プロセス（回転機器）

(平成21年8月7日)

6) 保全部巡視点検プロセス（1次主冷却系（II）ナトリウム漏えい検出設備）

(平成21年8月20日)

7) CLD交換作業に係るプロセス

(平成21年9月8日)

これまでの活動により以下の成果が出ている。

- ・ Q A 診断を行うことで、一旦計画を策定すると、これまで不適合が発生するまでは「もんじゅ」内部で問題点を抽出し、改善する仕組みがなかったが、自ら問題点を探して改善していく活動を始めることができた。
- ・ 5 月に実施した燃料交換作業に関する Q A 診断では、当該業務に関する各室課関係者の認識が深まると共に、関連マニュアルの記載をより適正化する改善事項も抽出された。

具体的には、Q A 診断の結果、燃料交換マニュアル（燃料環境課マニュアル）の炉内構成要素取替時の引抜き及び挿入力の算出に係る監視範囲が不明確であったため、課内マニュアルを改正するという改善が図られた。

これまでの活動により上記の成果が出ており、潜在化している不適合の改善、自ら問題点を探していく改善、ルールの改善に有効につながっていると考える。また、Q A 診断は「Q A 診断実施計画書」を作成し、これに基づき実施してきており、今後とも計画に従い Q A 診断活動を継続していく。

今後は、本活動がより確実に実施できるよう Q A 診断プロセスのルール化を図り、「原子力部門自らが行う監査(自主監査)」としての位置付けを明確化することにより Q A 診断をより良くし改善し継続していく。

(資料 3.1-3 平成 21 年度 Q A 診断実施計画書参照)

3. 1. 8 QMS のチェック機能の充実

(1) マネジメントレビュー

QMS のチェック機能の強化として、「もんじゅ」に係る P D C A サイクルの最上位にある理事長によるマネジメントレビューを実施した。平成 20 年度には、定期マネジメントレビュー（平成 21 年 3 月 12 日）に先立ち、臨時マネジメントレビュー（平成 20 年 10 月 17 日）を実施した。

理事長は、「もんじゅ」の品質保証体制が、適切、妥当、かつ有効であることを確実にするために、マネジメントレビューを通し改善指示を示した。臨時マネジメントレビューにおける理事長の主な改善指示は以下の通りである。

- 1) 品質方針の変更
- 2) 保安活動に係る品質マネジメントシステムの改善
- 3) 「もんじゅ」に必要な資源の投入

主な改善指示と取り組みを表 3.1-1 に示す。

改善状況については、半期毎の管理責任者への報告、定期マネジメントレビューにてチェックを受けながら、必要な軌道修正を行い、改善を進めることとなっている。

臨時マネジメントレビューにより以下の成果があった。

- ・ 問題が発生した時に、タイムリーに臨時のマネジメントレビューを実施し、自律的に継続した改善活動を行う機能が働いた。
- ・ 「もんじゅ」に安全品質管理室を設置し、自律的なPDCA体制の推進機能とチェック機能が強化された。
- ・ 理事長の改善指示を受け、敦賀本部安全品質推進部と「もんじゅ」安全品質管理室が一体となり、不適合管理の敦賀本部1本化の改善を実施した。

また、理事長は、平成20年度の定期マネジメントレビューを実施(平成21年3月12日)し、臨時マネジメントレビューのアウトプット結果に対するフォローアップ状況を確認すると共に、以下の指示をした。

- 1) 「業務の計画」において自らの業務に対する要求事項を明確にすること
- 2) 新たな「もんじゅ」の保安全管理体制についての組織体制の評価を行うこと
- 3) 「もんじゅ」不適合事象の根本原因分析に係る教訓を活かすため情報共有を行うこと

上記の指示については、平成21年度の品質目標に反映し、改善を実施しているところである。

QMSの種々の改善に対し、自律的なPDCAが定着していることを確認し、改善が有効であることを確実にするために平成21年度においても定期マネジメントレビュー(平成22年3月予定)に先立って、臨時マネジメントレビュー(平成21年10月21日、22日)を実施した。

本臨時マネジメントレビューについては、第9章に示す。

(2) 内部監査の充実

内部監査の実効性を高めるため、平成20年度のマネジメントレビューからの指示を受け、定期監査に先立つ日常の品質保証活動の調査を行った(平成21年8月24日～8月28日)。また、監査プロセスの改善としては、より個別の業務に密着した監査を実施するため、平成19年度から

試行してきたプロセスアプローチ型監査を平成 21 年度からは正式な監査手法と位置付けて定期監査を実施する(平成 21 年 12 月予定)。

更に、もんじゅ行動計画に基づく改善を評価するための臨時マネジメントレビュー(平成 21 年 10 月 21 日～22 日)にインプットするため、行動計画のうち品質マネジメントシステムに関係する項目を対象にその改善の状況、システムへの反映などを確認・評価するため特別監査を実施した(平成 21 年 8 月 26 日、28 日)。

特別監査では、P D C A の各要素の充実の観点から行動計画の実施状況を確認し、品質保証診断の強化のための意見などを提示した。また、定期監査に先立つ日常の品質保証活動の調査においては、不適合の是正処置の管理、予防処置のインプットに関する仕組みの統合・整理などの課題を提示した。これら特別監査、調査の結果(運転再開までに処置が必要な事項)は臨時マネジメントレビューにインプットした。

「もんじゅ」に対する日常の品質保証活動の調査は、制度化したうえで今後も継続実施し、調査方法等の改善も含め、内部監査の継続的な改善に役立てていく。また、監査員の専任化等の内部監査体制についても早期に結果が得られるよう検討を進め内部監査の有効性の継続的な改善を図る。

(3) 品質保証診断

3.1.7 (3)項に示す。

3. 1. 9 不適合管理の充実

(1) 不適合管理の充実

自律的な P D C A 活動には、自ら問題点に気づくことが大事であるとの観点から、不適合管理の充実に関して、下記の活動に取り組んだ。

1) 不適合管理委員会の新規設置・運用(平成20年6月)

不適合管理委員会は、安全品質管理室長を委員長とし、原子炉主任技術者、各室課管理職、又はチームリーダクラスの者を委員として構成される。不適合管理委員会は、毎朝、管理職朝連絡会の後開催され、各室課から不適合事象の報告を受け、意見を交わしながら、不適合としての採否、区分を決定している。また、月 1 回所幹部が出席して、不適合管理台帳により不適合管理、是正処置の状況を確認し、必要な指導等を行っている。

2) 区分D*の不適合の記録化(平成20年6月)

*：不適合の区分を不適合の程度に応じて大きなものからA、B、C、Dに区分している。Dはの中で最も軽微な区分。

従来、是正処置を要しない不適合区分Dについては、記録を残すことを要求していなかったが、要領を改正して、記録に残すことを明記した。

3) 不適合に関する意識の醸成教育(平成20年12月)

従来は不適合のルールの説明を行っていたが、「ルールがあるからやる」という意識が一部にあったので、今回は「不適合とは」、「不適合管理活動はなぜ必要か」など、意識に訴える説明を行った。説明の中では「もしかしたら、不適合かもしれない」事象を、そう思ったとき、「自分なりの理由により、不適合ではない」と判断せず、まず、上司へ報告するよう指導した。

4) 不適合管理台帳のイントラネット掲載などの見える化(平成20年12月)

不適合管理台帳をイントラネットに掲載し、不適合管理の意識の醸成、進捗状況がすぐ分かるなど見える化を図った。

これまでの活動により以下の成果が出ている。

- ・ 約4件/月（平成19年下期）だった不適合発行件数が約26件/月（平成20年下期）に増加し、多くの不適合情報があげられると共に、些細な不適合についても不適合管理委員会に報告し、不適合処置を行う改善活動が積極的に各課室で行われるようになり、所内での品質保証活動の推進が図られた。
- ・ 従前、所内各課室から上覧される是正処置計画書の中の対策案は、不適合の除去のみであり、原因調査が不十分で、再発防止に向けた対策といえないものもあったが、安全品質管理室が積極的に関与することにより、より深く原因分析を行い、対策を検討するようになった。また、必要に応じて、外部の専門家の知見・意見を収集・参照するようになり、更に適切な再発防止対策を図ることができるようになってきた。
- ・ 「『もんじゅ』における改善活動に関するアンケート」（平成 21 年 5 月 29 日～6 月 3 日）では、「安全品質管理室は、不適合管理に関する教育、不適合管理委員会の活性化（指示・指導）による不適合処理の促進、業務プロセスのレビュー・改善に向けた指摘を行っている」など、安全品質管理室に対して、所内のおおよそ 9 割の者

から肯定的な回答がなされた。

- ・改善した不適合管理活動を通じて、所員自らが積極的に問題点を見つけ、改善に繋げる活動の充実が図られるようになった。

上記の通り、今回の改善は、品質保証活動の中で自らが問題点に気づくという点で有効に機能していると考ええる。今後は、是正処置の分析の迅速化を進め、より充実した不適合管理を目指し今後とも継続していく。

(資料 3.1-4 「もんじゅ不適合管理要領」参照)

(2) 要因分析専門家の養成

不適合管理の中で、有効な是正処置を講じるためには、不適合の根本的な要因を特定することが肝要である。そのために、要因分析の行える者の養成を行った(17名)。

要因分析手法を習得するために、これまでに以下のS A F E R手法の研修を実施し、要員の育成に努めている。

1) 要因分析要員の養成

- ・平成20年10月28日に「要因分析手法の導入スキルアップ研修」
- ・平成20年10月30日に同フォロー研修
- ・平成21年2月6日、4月14日に「要因分析手法のスキルアップ研修」

2) 要因分析要員への指導者の育成

- ・平成21年4月21日、22日には、要因分析指導者向けの研修を実施。

これまでに、研修を終えた者が、他課の不適合についても支援を行うようにし、自らのスキル維持、向上に努めている。スキル維持・スキルアップとして10名が約700時間他課の要因分析の支援を行った。(10月31日現在)

要因分析専門家は是正処置の対応において有効に機能しており、今後とも要因分析の支援を行うことにより不適合管理の充実に努める。

(3) 保修票発行基準の改善

今回のナトリウム漏えい検出器の施工不良にかかる不具合、屋外排気ダクトの腐食孔発生の原因分析の中で、保修票を発行すべき事象に対し保修票を発行されていなかったり、発行が遅れていたりする事例が判明した。例えば、安全パトロールにおいて屋外排気ダクトの腐食について指摘していたが保修票が発行されていなかった。

これに対し、上記(1)の不適合管理の改善に示した、所員への不適合に

関する意識の醸成教育、不適合管理委員会による保修票の確認を行うこととした。また、これに加え保修票発行基準を見直し、「保修票運用手順書」を改正した。従来は要件に該当する場合は保修票を発行するとしていたが、改正後は、原則、正常でない状態を確認した場合は、保修票を発行することを明記した。(資料 3.1-5 保修票運用手順書(該当箇所抜粋)参照)

(4) 不適合管理の例

上記(1)～(3)の改善により不適合管理が確実に実施され、改善につながる活動が活発に行われるようになった。以下には、もんじゅで最近発生したナトリウム漏えい誤警報、ナトリウム漏えい検出器に関する不適合管理、要因分析の事例を示す。下記の例に示すように共通要因をもとめより深い分析が実施され、迅速に対策が図られるようになった。

1) 事例の概要

① 原子炉廻りの差圧式検出器(DPD)の誤警報(平成21年9月24日)

a. 事象

- ・原子炉容器室のナトリウムイオン化式検出器(SID)の点検中、当該回路への仮設記録計のワニロクリップによる接続作業に際して、警報設定器の端子を誤って短絡させたため、原子炉容器上部廻りのナトリウム漏えい検出器(差圧式検出器:DPD)が作動し、総合漏えい監視盤でナトリウム漏えい警報が発報した。その後、現場作業員は、当該盤の「差圧低警報」のリセットを目的として、警報設定器の電源を「切」操作したことにより、総合漏えい監視盤でナトリウム漏えい警報が発報した。

b. 主な要因

- ・メーカ作業員が、ワニロクリップによる接続作業に際して、警報設定器の同一回路のリレー両端部を誤って短絡させた。
- ・メーカ作業員は、操作許可がなかったが、警報設定器の「切」「入」操作した。
- ・電気保修課は、仮設記録計接続作業の実施について、発電課に対して必要な手続きを行っていなかった。

c. 主な対策

- ・ワニロクリップに関する作業ルールを作成する。(絶縁式ワニロクリップの使用等)
- ・許可なし作業や予定外作業の禁止については、電気保修課でももんじゅQMSルールを適切に実行するために、ナトリウム漏えい検出設備の点検補修に係るチェックシートを新たに作成し、

日々の作業についてチームリーダー又は管理職が担当者に確認すると共に、その結果を課長が確認することとした。

② ナトリウム漏えい監視機能の一時的停止に伴う運転上の制限の逸脱（平成 21 年 10 月 7 日）

a. 事象

- ・原子炉容器室内のナトリウム漏えい検出器（差圧式検出器：D P D）の警報設定器の交換作業のため、当該設備に係る電源（N F B-2）を「切」とした際、原子炉容器のガードベッセル内のナトリウム漏えい検出用液面計（誘導固定点式：1 台）と 1 次主出口配管（3 ループ）のガードベッセル内のナトリウム漏えい検出用液面計（誘導固定点式：3 台）によるナトリウム漏えい警報が現場盤と総合漏えい監視盤で発報した。この警報発報により、ナトリウム漏えい監視機能の停止による保安規定第 34 条に定める運転上の制限の逸脱を宣言した。

b. 主な要因

- ・当該警報設定器のリレー用電源は、ナトリウム漏えい検出用液面計の警報設定器のリレー用電源としても使用されていたため、N F B-2 を「切」とすることにより、ナトリウム漏えい検出用液面計が動作し、漏えい警報が発報した。作業担当課、発電課は、アイソレーションリスト作成・チェック段階で N F B-2 を「切」時の電源が無くなる範囲について、関連する図面全てを確認しなかった。

c. 主な対策

- ・電気保修課は、ナトリウム漏えい検出器に係わるアイソレーションについて、影響範囲を示した資料を添付し発電課へ提供すると共に、その実施状況をチェックシートで確認する。また、発電課は、影響範囲を示した資料の再確認を行う。

③ ナトリウム漏えい検出器用サンプリングポンプの停止による運転上の制限の逸脱宣言（平成 21 年 10 月 23 日）

a. 事象

- ・1 次・2 次メンテナンス冷却系運転中において、ナトリウム漏えい検出設備故障警報が発報した。1 次メンテナンス冷却系関連室の S I D・D P D サンプリングポンプ 1 台、2 次系 C ループの R I D サンプリングポンプ 3 台（H D-5（*），6，10）がトリップしていることを確認したため、ナトリウム漏えい監視機能の停止による保安規定第 34 条に定める運転上の制限の逸脱を宣言した。

（*）： サンプリングポンプ（H D-5）は、ナトリウムを充填している 2 次メンテナンス冷却系の漏えいを監視

b. 主な要因

- ・運転中であった 2 台のサンプリングポンプに加え、別のサンプリングポンプ 2 台を起動したため、仮設電源の N F B（ノーフューズブレーカー：電気配線用の遮断器）の容量を超える電流が流れ N F B が遮断（切）したため、ポンプが停止した。
- ・電気保修課（電気チーム）は、仮設電源盤の設置検討において、コントロールセンタの負荷（容量）を単線結線図で確認しなかった。（平成 21 年 9 月 28 日）
- ・電気保修課（電気チーム）は、1 次メンテナンス冷却系及び 2 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい検出器のサンプリングが電気保修課（計装チーム）所掌の設備であることから、既に事前確認が計装チームで実施していると思い込んでいた。
- ・発電課は、充填手順書の充填前確認事項に、1 次メンテナンス冷却系及び 2 次メンテナンス冷却系ナトリウム検出器のサンプリングポンプの運転確認が抜けていることを確認した。このため、9 月 28 日に電気保修課へサンプリングポンプ 2 台の電源確保を急遽依頼した。
- ・電気保修課（電気チーム）は、仮設電源盤において、これ以上負荷を増せない状況において、負荷制限のための操作禁止のアイソレーションを行わなかった。

c. 主な対策

- ・電気保修課（電気チーム）は、仮設電源を設置検討する際、単線結線図等のより各負荷まで確認したうえで、仮設電源負荷となる範囲を明確にする。
- ・電気保修課（電気チーム）は、仮設電源を設置検討する際、所掌外の負荷も含めて一括で検討する。
- ・充填手順書に対し、1 次メンテナンス冷却系及び 2 次メンテナンス冷却系にナトリウムを充填する前には、その系統を監視するナトリウム漏えい検出器が動作していることをナトリウム充填操作手順書に明記する。（平成 21 年 9 月 18 日改正の保安規定対応）
- ・電気保修課（電気チーム）は、仮設電源の設置検討において負荷制限を行う場合は、必要なアイソレーションを実施する。

④ 補助冷却設備 A の送風機遮断器の不作動について（平成 21 年 12 月 11 日）

a. 事象

- ・平成 21 年 12 月 11 日、今後の原子炉起動にあたって、非常用ディーゼル発電機（D G）の機能が正常であり、必要な機器につい

て所定の順序で負荷をとることができることを確認するために自動負荷投入確認を実施した。

- ・この際、崩壊熱除去系である補助冷却系設備（ACS）空気冷却器用送風機の遮断器が不作動のため、送風機が起動しない事象が発生した。

b. 主な要因

- ・調査時点においては、全ての部品は正常であり、遮断器も正常に作動した。但し、位置検出用リミットスイッチが「開」であった間に塵埃がケースに入り込み接点に付着、あるいはケース内の材料が繰り返し動作の影響で接点に付着したため導通不良になり遮断器が作動しなかった可能性がある。
- ・遮断器を再挿入することにより遮断器が作動し、送風機は起動した。これは、本来試験前にACS送風機単体での起動を確認すべきところをその確認を行わなかった事によるものであり、試験前条件の確認が不十分であった。

c. 主な対策

- ・今後は、安全上重要な設備の遮断器を運転位置とした場合、あるいは動作確認後状態を変えている遮断器については、動作状況又は回路の健全性を確認する。
- ・今後は、安全上重要な設備の遮断器点検においては、「リミットスイッチの養生」を行うこととし、点検要領に反映する。
- ・安全上重要な設備に関しては、その機能が正常であることを、作動試験あるいは機能確認により、確認している。
- ・他の安全上重要な設備の遮断器として、引出し位置にある安全保護系のトリップ遮断器については、起動前点検において、作動確認を実施する。

2) 共通要因と対策

発生した不適合は「もんじゅ不適合管理要領」に従い、要因の特定、対策の立案・実施を行い、再発防止を図っているところであるが、上記①～④の4件についてはより深い要因分析を行った。上記①～③の3件については、短期間に類似の不適合が発生したことにより、次の共通要因が抽出され、対策を実行しているところである。

① 共通要因

- a. 基本動作が確実に行われていない
- b. 余裕がない（業務量に比べて、経験者が少ない）
- c. 基本動作が確実に行われていないときの影響を認識していない

② 対策

前項で抽出した共通要因に対し、以下の対策を立案し、順次実行に移しているところである。

a. 電気必修課の強化

- ・即応支援（敦賀本部及び「ふげん」からの応援）
- ・常陽からの応援
- ・プラント保全部内からの応援
- ・任期付職員の採用

b. 電気必修課の力量向上（もんじゅ QMS ルールを適切に実行する力量）

- ・許可なし作業の禁止
- ・作業票改訂の徹底
- ・アイソレーション確認における全ての展開接続図の確認徹底
- ・担当課実施のダブルチェック及び立会いの徹底
- ・電気必修課内 QMS ルール教育及び事例教育

c. 基本動作が確実に行われていないときの影響を認識させる教育

- ・本部長、所長、プラント保全部長による訓示
- ・保全部内事例教育
- ・電気必修課内事例教育
- ・受注者への事例教育
- ・もんじゅ安全推進協議会での事例紹介

③ 上記④（補助冷却設備 A の送風機遮断器の不作動）についての要因と対策

④については、この送風機遮断器の不作動事象を試験開始直後に認識すべきところ、試験結果の確認過程において把握する不適合があった。このため、上述のハード面の検討・対策に加えて、ソフト面の要因分析を行った。

要因分析の結果、a) 試験準備段階における課題として、要領書、手順書に関する事項と体制に関する事項が、b) 技術者スキルに伴う課題として、技術力の過信（思い込み）、及び c) 情報伝達とコミュニケーションの課題が抽出された。

以上の課題から、対策として以下に示す事項を実施している。

- ・試験要領書、計画書等において実施すべき内容と役割分担の明確化を図る。
- ・明確にした要領書を基に、試験の前に関係者全員で読み合わせを行い、試験条件、試験で確認すべき事項、役割分担を全員に

理解させるとともに、情報の共有化を図る。

- ・役割分担を明確にした要領書、手順書に基づき、試験等に必要な人員を配置する。
- ・上記に加え、想定と異なる場合、「立ち止まって考える」ことの重要性について、教育等を通じて認識させる。

3. 1. 10 保守管理に係るQMS

(1) 保守管理に係るQMS

「もんじゅ」の保守管理は、従来は点検方法、頻度が目安（建設段階における保守管理の重要度管理要領）であったことから、必ずしも定期的な点検が行われなかった。その結果、設備健全性確認の実施段階において、アニュラス屋外排気ダクトの腐食孔の発生等のトラブルが発生した。

平成 21 年 1 月 1 日以降は、先行炉（「常陽」、国内軽水炉等）の運転経験及び不具合事例等の知見を基に「もんじゅ」の運転・保守実績を考慮し、予防保全を基本とした建設段階における保全プログラム（第 1 段階として炉心確認試験終了までの保全プログラム）を策定し、その保全計画に基づき確実な保守を実施している。この保全プログラムの策定と確実な運用、保全活動の継続的な改善のために、「保守管理要領」をはじめとする関連要領類の改正・整備を行っている（第 7 章参照）。また、設備健全性確認の実施段階において発生したトラブルを踏まえ、保守管理改善のために新たに以下に示す要領類を制定した。

- 1) 外面劣化機器・設備の肉厚測定マニュアル
- 2) 電気・計測設備の絶縁抵抗管理マニュアル
- 3) ナトリウム漏えい検出設備取扱の手引き

保守管理に係る QMS の詳細は 7 章に示す。

(2) 保守員の教育

屋外排気ダクトの腐食孔発生においては、屋外排気ダクトが安全上重要な設備であることの認識が不足していたこと等保守管理が十分になされていなかった問題が顕在化した。これらの原因の 1 つとして保守員への教育が十分ではなかったことが挙げられた。

この対策として、保守員への保守管理に関する理解教育を追加し実施することとした（継続中）。「安全機能の重要度分類要領」、「保全プログラム」、「使用前検査基準」、「巡視点検」、「保守票運用手順書」、「作業票運用手順書」の教育を平成 21 年度の教育計画に加え、これまでに「安全機

能の重要度分類」、「保全プログラム」、「巡視点検」の追加項目の教育を実施している。(資料 3.1-6 プラント保全部教育訓練計画参照)

なお、保守員の技術力の向上に関しては、ナトリウム取扱技術と保修技術の一層の充実強化を図るため、国際原子力情報・研修センターに「ナトリウム取扱研修施設」と「保守研修施設」から成る「FBRサイクル総合研修施設」を建設し、平成 12 年度から各種の研修を実施してきた。ここで行われる保守員研修は通常保守及び緊急時の保修対応等のスキルの習得を目的として実施してきたものである。加えて、フランスのナトリウム学校から講師を招いての特別講座を実施し、海外での知見についても教育に取り入れ、保修技術の一層の充実強化を図ってきた。

(3) 施工方法の確認に関する改善

1 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい検出器の不具合に係る根本原因分析において、CLDには、技術基準等による構造に関する設計上の要求がないことから、シース挿入長さやシース固定方法、その施工方法に注意が払われていなかったとして、「使用実績のある機器を、通常と異なる方法で使用する場合の確認が不足していた。」という問題が摘出された。

これに対し、使用実績のある機器を通常と異なる方法で使用する場合の確認を強化するため関連する下記の要領の見直し、改正を行った。

- 1) 実績のある機器を使用する場合でも、それを通常と異なる方法で使用する場合、受注者からこの情報を得るため、情報を機構に通知することを発注仕様書で要求する。そのため、「物品等調達管理要領」の一般仕様書にその旨を追記した。
- 2) 設計審査、要領書の審査において、使用方法についても確認し、通常と違う使用の場合は、その妥当性を確認する。そのため、「設計審査要領」の該当する設計審査シートにその旨を追記する。また、製作設計段階における設計の検証を実施する際、施行方法の確認においてはメーカーへの確認結果について確認したエビデンスを添付するように、「設計審査要領」を改正した。(資料 3.1-7「設計審査要領」参照)
- 3) 実績のある機器を使用する場合でも、それを通常と異なる方法で使用する場合は、現地施工で使用する検査要領書や工事要領書の審査において、施工方法の妥当性を確認する。このため、「検査及び試験の管理要領」の検査及び試験項目の記載及び「作業要領書標準記載要領」の作業内容記載項目を追記した。

以前は実績のある機器を通常と異なる方法で使用することに對し発

注段階での要求、設計段階での検討、施工段階での確認を定めておらず、十分検討していなかったが、今回の「調達管理要領」、「設計審査要領」、「検査及び試験の管理要領」などの改正により、通常と異なる方法の有無について請負者へ確認し、使用方法の妥当性、施工方法の妥当性を確認・審査を行うようになり、使用実績のある機器を通常と異なる方法で使用する場合は確認を強化することができた。

(4) データベースの整備

従来から機器・設備のデータベースについては、整備を進めてきたが、今回のナトリウム漏えい検出器誤報の対応の1つとして、ナトリウム漏えい検出器、ナトリウム系の差込構造の温度計、水・蒸気系設備の温度計等のデータベースを早急に整備すべき行動計画の1つに取り上げ対応を図ることとした。

データベースの整備状況、今後の予定は次の通りである。

- 1) ナトリウム漏えい検出器、ナトリウム漏えい検出が可能な設備、ナトリウム系の差込構造の温度計及び同一製作施工会社の機器のデータベース

平成20年8月末にデータベースの整備完了

- 2) 水・蒸気系設備の温度計のデータベース

平成21年度整備完了の予定

- 3) その他設備について

平成22年度末完了を目標に整備中

これまでに平成20年度、約36,000件、平成21年度、約26,700件(8月末)のデータ整備を完了

3. 1. 1 1 まとめ

(1) 経営

経営の関与について、現場の意見聴取と迅速な意思決定に向けた検討体制を構築し、「もんじゅ」プロジェクト管理に必要な全体の情報を把握し、経営として迅速かつ機動的な経営判断を行い、必要な対応・指示を行った。

また、常に現場の状況を反映した精度の高い工程を維持し、それを現場と経営とが共有することができるようになった。更に、現場視察、意見交換などの経営の積極的な取り組みにより、経営の意思・期待が現場で共有され、風通しの良い職場環境の構築が進んでいる。

一方、「もんじゅ」の試運転再開、更に試運転再開後の業務運営に向け

ては、立ち止まることなく、引き続き経営による現場への積極的関与、リーダーシップの発揮が求められており、経営は引き続き以下のことについて取り組んでいく。

【経営による現場への積極的関与、リーダーシップの発揮】

- 1) 経営層及び「もんじゅ」幹部の考え方、方針について、職員の末端まで浸透させること
- 2) 経営資源（人員、予算）の最適投入
- 3) 経営の意思決定と指示を迅速かつ透明性を持って行うこと

【ハード面、ソフト面共に強く、トラブルに強い強靱な「もんじゅ」へ】
マネジメントレビューや管理責任者による四半期報告などにおいて、課題等の改善状況を確認し、経営として必要な判断・指示を行っていく。

【職員一人ひとりに職務遂行の基本的事項について再認識させる】

- 1) 業務運営管理の3つの基本方針の周知徹底
- 2) 職員に「もんじゅ」の位置付け、重要性について再認識させ、プロとしての自覚を植え付ける
- 3) 風通しの良い職場を目指した取り組み

(2) 組織体制

「もんじゅ」において、組織体制を強化し、

- 1) 適時、適切に意思決定・判断できるようになった。
- 2) 組織的かつ迅速な課題解決が行われるようになった。
- 3) 3部2室体制によるプラント運営管理により組織的に対応できる業務マネジメント機能が発揮された。
- 4) 自律的かつ積極的な改善活動が組織的にできるようになった。
- 5) 各ライン職は常に自らの責任と権限を再認識し、所長が定めた目標に従った目標達成対応計画を定め、実施し、評価を行った。
- 6) 外部からの指摘等に対しては、組織的に管理する仕組みが機能し、外部指摘事項への対応が強化された。
- 7) 情報共有化が促進し、経営と現場との連携が一層強化した。

そして、所長のリーダーシップの下、所長からの積極的な意思表示がなされ、「もんじゅ」においてもマネジメント機能の強化がなされるようになった。

(3) 品質保証

品質保証に関しては、安全性総点検において「品質保証体制・体系」（体制の強化、マニュアルの体系化等）、「品質保証活動」（設計審査の充実、保修票発行基準の明確化等）について指摘を受け、これらの改善を図った。この結果、ナトリウム漏えい対策等に係る改善工事は、計画通り完遂することが出来た。これは、改善の1つの成果であったと考えられる。

しかし、平成20年のナトリウム漏えい検出器誤報に端を発する対応の不手際において、品質保証体制が不十分、品質保証活動が十分根付いていない、自律的なPDCAサイクルが回っていないという問題点が顕在化した。

これらを改善するために以下の取り組みを行うこととした。

- 1) 所長直轄の組織として品質保証活動の推進を図る安全品質管理室の設置
- 2) QMSのルールと活動を近づけるための取り組み(QMSの見直し)
- 3) PDCAが回っていることをチェックする機能の強化(マネジメントレビュー、内部監査の充実、品質保証診断)
- 4) 自ら問題点を見つけ改善する活動の強化(不適合管理の充実)

これらの活動は、今後とも継続して実施していくものであるが、これまでの改善活動により、職員には、自らが問題点を明確にし改善するという意識が高まった。また、PDCAのチェック機能は、マネジメントレビューの実施、内部監査の充実により強化された。QMSの見直しも着実に進捗し、マニュアルの改正等具体的な改善も図られている。自律的な品質保証体制の確立とは自らが改善活動を継続していくことが出来る体制となることと考えるが、これまでの改善により自らが改善を継続していく体制が確立できたものとする。

3. 2 安全文化醸成・コンプライアンス活動の取り組み

3. 2. 1 顕在化した問題点

平成7年12月に発生した「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故では、事故後の対応やビデオ問題に見られるように安全意識、情報公開に対する対応等が問題となった。そのため、組織をあげて「自己改革」に取り組むと共に、「動燃改革」により、平成10年10月に、新法人の「核燃料サイクル開発機構（サイクル機構）」として発足した。

「動燃改革」においては、①業務運営の改善、②意識改革、③安全確保と危機管理、④業務品質保証活動の強化、⑤広報・情報公開の強化について徹底的な改革を図った。これらの取り組みは、平成17年10月にサイクル機構が「日本原子力研究所」と統合して発足した「日本原子力研究開発機構（原子力機構）」にも引き継がれている。

安全文化は、役職員一同が「安全を最優先に」業務を進めていくという、業務運営の基本的事項であり、自律的な品質保証活動の基礎をなすものである。また、コンプライアンス（法令・内部規定等の遵守、企業倫理の遵守）も、業務を実施するうえで遵守しなければならない基本であり、保安活動の最も基本的な事項である。

これら重要な活動を組織的かつ継続的に行うため、平成19年12月より、安全文化醸成活動、コンプライアンス活動を保安規定に取り込み、理事長が定めた方針、安全統括部長が定めた活動施策を踏まえて敦賀本部の年度計画を策定し、その計画に基づき活動を行ってきた。

しかし、平成20年3月にナトリウム漏えい検出器の漏えい警報発報及び発報時における對外連絡の遅れ、平成20年9月のアニュラス屋外排気ダクト腐食孔等の問題が発生した。

平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査）では、安全文化醸成活動に対して、リスク評価の対象が設備に係るものに限定されていることや、安全衛生管理の活動と安全文化醸成の活動内容が重複していたこと等から、「安全文化醸成活動として、リスクアセスメント等の活動は行われているが、対象は限定的であり、「もんじゅ」の現状及び今回のナトリウム漏えい警報発報の通報遅れ等の具体的な事例を踏まえ幅広い活動を行うべき。」との指摘がなされた。

また、敦賀本部に対しては、トップが個別の重要案件に主体的に関与し、必要な判断及び指示ができるような体制を構築すべきとの経営上の問題についての指摘を受けた。

これらの指摘も踏まえ、原子力機構において実施したナトリウム漏えい検出器の点検体制等に係る根本原因分析及びアニュラス排気ダクト腐食孔の発生に係る根本原因分析の結果、安全文化醸成に係る課題として、経営層と現場の乖離、センター内、敦賀本部内の情報共有不足等の改善すべき事項を抽出した。

これらを受け、原子力安全・保安院が制定した「規制当局が事業者の安全文化・組織風土の劣化に係る取り組みを評価するガイドライン」の「安全文化・組織風土の劣化防止に係る取り組みを評価するための視点（安全文化の要素）」を参考に、平成21年度の安全文化醸成活動については特に、「トップマネジメントのコミットメント」、「上級管理者の明確な方針と実行」、「内部コミュニケーションの充実」に重点を置いた活動を行うこととした。

3. 2. 2 安全文化醸成活動

(1) トップマネジメントのコミットメント

理事長が安全を最優先とするという明確なメッセージを組織のすみずみまで浸透させることは重要である。

理事長は機構の「業務運営の基本方針」の第一に「安全確保の徹底」を掲げると共に、保安規定に基づき設定した「原子力安全に係る品質方針」においても「安全の確保を最優先とする」ことを規定している。本方針を基に、「もんじゅ」に係る役職員は、安全統括部長が定める活動の施策、敦賀本部長が定める年度活動計画に基づき、所長が部・室の具体的な実施計画を定めて活動している。

しかし、根本原因分析の結果、経営層による積極的な現場の状況把握が不足していたことや「もんじゅ」からの経営層への情報提供が不足していたことが抽出された。

平成19年度までは年度活動計画の実施にあたって、経営層が現場に積極的に向かい職員へ説明を行い、意識高揚を図る活動が不足しており、職員が経営層の意思を把握する機会・手段が少なく、トップの意思を十分に汲んだ活動となっていない面もあった。

平成20年度からは、経営層が率先して機会を捉えて、「もんじゅ」の位置づけや業務方針等を直接かつ積極的に自らの声で伝えると共に、業務方針等のイントラネットへの掲載や、電子メールでの全職員への配信を行うことにより、職員は日常的に経営層の方針等を把握し理解できるようになった。

(2) 上級管理者（所長）の明確な方針と実行

所長は、安全文化の醸成に関する方針を明確にし、「もんじゅ」が目標としている安全への取り組みについて、自ら所員に直接説明するなどにより、所員の安全文化醸成の意識向上を図ると共に、安全活動への取り組み、安全行動をより確実なものにする必要がある。また、安全文化醸成活動、安全活動等の取り組みに当たっては、所員が何を考え、どのような要望をもっているかを知ることは重要である。

このような観点から平成 21 年度当初に、所長は所員に直接「業務を実施する上での基本姿勢」に対する自らの考えや、「所の業務計画」として平成 21 年度計画を具体的に説明すると共に、イントラネットへ掲載し、職員が日常的にも把握し、理解できるようにした。

また、所長は所員がどのようなことを望んでいるかを知るため、定期的に所員と懇談会を行ってきたが、より懇談会を有効なものとするため、開催目的やテーマを明確にして実施すると共に、出された意見に対して、確実かつ速やかに対応方針を検討し、出された意見と共に検討結果をイントラネットに掲載することにより、所長の方針がより確実に伝わるように改善を行った。

今後も、所長自らの意思表示や所幹部と所員との意見交換会を継続的に実施することにより、所長の方針を確実に所員に伝えていく。

(3) 内部コミュニケーションの充実

根本原因分析の結果、内部コミュニケーションの問題として、経営層による積極的な現場の状況把握が不足していたことやもんじゅからの経営層への情報提供が不足していたことや何でも相談できる風通しの良い職場環境でなかったことが抽出された。

そこで、経営層、所幹部と所員、課長と課員及び所員相互のコミュニケーションの充実を図る以下の活動を行うこととした。

1) 経営層、所幹部と所員のコミュニケーション

経営層と現場所員とのコミュニケーションの不足の反省から、本部長が自ら直接、現場（所員）の生の声を聞いたり、自分の考えを伝えたりする「意見交換会」を開催した。

これにより、現場の抱える課題や悩みを理解し、また、速やかに現場の改善を図る活動を積極的に行うことにより、経営層と所員間の相互理解が進展した。なお、意見交換会で出された意見については、イントラネットに掲載して、周知を図っている。

また、従来から所長と所員との意見交換会は実施していたが、意見交換で出された意見について、担当者間の対応で処理を行っており、組織的な対応となっていなかった。平成 20 年度からは、意見交換会で出された意見については、所の課題として取り組むこととし、出された意見と対策等はイントラネットに掲載することにより、所全体が課題として認識するようになった。

更に、平成 21 年 4 月から、経営層・所幹部が、ふだん接する機会の少ない運転員とのコミュニケーションを改善するため、積極的に中央制御室を訪問し会話する活動を行っている。

2) 課長と課員のコミュニケーション

従来、課内におけるコミュニケーションは、毎日朝会を実施し、その日の業務の指示、周知、必要な注意喚起を行う等、情報共有を図ってきた。しかし、課長から業務指示を受けるだけの不十分なコミュニケーションになりがちであった。

そこで、課長と課員のより一層のコミュニケーションを図るため、平成 21 年 5 月より課長が毎日 13 時から 13 時 30 分まで在席する「在席コアタイム」を設定し、その時間帯は課長と課員との間で適切な報告、連絡、相談をすることにより、有効な情報交換・共有ができるようになった。

また、管理職（課長級）のコミュニケーションに関するスキルを更に向上させるため、平成 21 年 8 月にはコミュニケーションスキルアップ教育を実施し、コミュニケーション能力の向上を図った。

3) グループ討議の実施

根本原因分析の結果、「もんじゅ」内の風通しが良くないという結果が抽出されたが、敦賀地区の敦賀本部事務所、「もんじゅ」、「ふげん」の職場間の交流も少ないことからコミュニケーションを深めるため、敦賀地区全体を対象にグループ討議を行うこととした。

敦賀地区や「もんじゅ」において、共通するテーマでグループ討議を行うことにより、上司と部下、敦賀本部事務所、「もんじゅ」、「ふげん」間や業務内容の違う部門間でのコミュニケーションの改善を図っている。

平成 20 年 5 月には、敦賀地区全体の管理職、職員によるグループ討議（「なぜ、外部への連絡を早くしないといけないの？」（220 名参加）を実施した。敦賀地区全体でグループを構成して討議を行ったところ、外部と接する機会の多い敦賀本部職員から「もんじゅ」現場の技術者に対して社会からの厳しい見方を伝えることができた。

また、「もんじゅ」の管理職、職員によるグループ討議を平成 20 年 12 月～平成 21 年 1 月に平成 20 年度 2 回目「通報連絡に関して、改善されたこと・更に改善を要求すること。」(227 名参加)、平成 21 年 5 月～6 月に平成 21 年度 1 回目「通報三原則の徹底(一人一人の意識改革)」(265 名参加)、平成 21 年 8 月～10 月に平成 21 年度 2 回目「運転再開に当たって(もんじゅの意義・役割について、安全を確保する上で留意すべきこと)」をテーマに実施した。

4) その他の活動

① 挨拶運動

挨拶の励行を平成 20 年 11 月から改めて実施している。(安全衛生委員会から従業員へ周知)(平成 20 年 10 月 30 日)

② 安全文化醸成に係る e ラーニング

平成 20 年 12 月より平成 21 年 3 月において(社)日本原子力技術協会(JANT I)の安全文化に係る e ラーニングを受講した。平成 21 年度においては、ヒューマンエラーに係る e ラーニングを受講した。

3. 2. 3 コンプライアンス活動

ナトリウム漏えい警報発報時の通報遅れの要因として、マニュアル遵守の徹底が不足していたことや、アニュラス排気ダクト腐食孔発生に係る根本原因分析において、原子力の保安に関する法令・規則等の要求事項を理解し、遵守する必要があるとの提言がなされた。

コンプライアンス活動には、先ずは、職員一人ひとりの意識が重要であること、マニュアル遵守の重要性を再認識することが重要なことから、特に教育に重点をおいた活動を実施した。

また、機構内のコンプライアンス体制を強化するため、コンプライアンス推進規程を整備し活動を行っている。

(1) コンプライアンス教育

知識、経験や立場の違いを考慮し、役員・部長級と管理職・一般職級ごとに分けて階層別教育を行うこととした。

階層別教育では、役員・部長級においては、法令遵守、企業倫理遵守を怠った場合の機構の業務運営への影響や、組織のすみずみまでコンプライアンス意識を高めるためにはトップの方針を明確にし、繰り返し説明する必要があること等を再認識する教育を実施した。また、管理職、一般職は、技術者倫理の視点を含めた内容とし、法令や内部規定を守る

ことの重要性、守らなかった場合の社会的影響について、平成7年のもんじゅ事故時のビデオ問題等の身近な題材を取り入れて実施した。(平成20年10月～21年4月：13回実施、平成21年8月2回実施)

もんじゅの職員を対象に、マニュアル遵守の重要性に関する教育を平成20年度から実施し、運転操作や作業をする時にマニュアルはなぜ必要か、また、遵守しなかった場合のプラントの安全や設備機器の健全性への影響等を例にした教育を行った。

平成7年のもんじゅ事故時におけるビデオ問題については、平成8年より「もんじゅ」の新入職員・転入職員の教育、平成20年より敦賀本部の連絡責任者教育、職員の意見交換会等で当時の報道ビデオや新聞記事を使った教育を実施しており、問題の風化防止に継続的に取り組んでいる。

また、意識啓発活動として、法務室が機構におけるコンプライアンス(法令の遵守、企業倫理等)に関する意識の向上、徹底を図るため発行しているコンプライアンス通信(平成21年4月～9月：24回発行)を課内会議等の場で紹介、議論することにより、より一層の浸透を図っている。

(2) 機構におけるコンプライアンス推進体制の整備

機構のコンプライアンスの推進に関する基本規定として「コンプライアンス推進規程」(平成21年4月制定・施行)を制定し、役職員等の責務の明確化を図ると共に、コンプライアンス運営の強化を図ることを明文規定化し、機構全体の推進体制をより一層強化した。(資料3.2.3-1)

- 1) 「コンプライアンスの推進」は、理事長、副理事長の総・掌理の下、法務担当理事が行うことをその責務として明確にした、
- 2) 理事長は、機構におけるコンプライアンス活動の推進に関する基本的事項について、毎年度、推進方針及び推進施策を策定することとした。
- 3) 敦賀本部長その他の各拠点長等や中央安全審査・品質保証委員会等は、機構におけるコンプライアンス推進の観点から重要事項については、法務室長と協議の上、コンプライアンス委員会へ報告することとした。
- 4) 機構における中央安全審査・品質保証委員会及びコンプライアンス委員会の役割を整理し、コンプライアンス委員会では、機構におけるコンプライアンス推進に関する基本的事項等についての審議、各組織の長が総括した業務等のうち、コンプライアンスの推進の観点から重

要なもの等について審議することを定めた。

- 5) 「もんじゅ」、「ふげん」等を除く機構内の他の原子力施設においても、コンプライアンス活動を推進するため、「原子力施設における法令等遵守活動規程」を整備し、活動方針の策定、活動施策の策定、実施計画の立案、活動状況の評価、活動方針のレビュー等について定めた活動を行うこととした。(資料 3. 2. 3-2)

以上の結果、理事長をトップとする機構全体におけるコンプライアンス推進体制が明確になり、機構全体でコンプライアンスに組織的に取り組むことができるようになった。

3. 2. 4 マイプラント意識の醸成

マイプラント意識は、自らの設備、機器を良く知り、弱点を見つけ改善することや現場を整理、整頓し清潔な状態に保つ活動を通じて醸成される。これまでに、職員自らが職場の清掃活動や補修塗装を行うマイプラントクリーン作戦を平成 15 年から行う等、活動を通じてマイプラント意識高揚に努めてきたところであるが、これらの活動は限定的で職員への浸透が十分ではなかった。

平成 20 年 3 月に発生したナトリウム漏えい検出器の誤警報や平成 20 年 9 月に発生したアニュラス屋外排気ダクト腐食孔の対応として実施した根本原因分析の中で、それぞれ、「マイプラント意識の下で自らが主体的に保守していくという考え方を定着させる必要がある。」、「マイプラント意識の下で、保守管理が機能するような仕組みを構築し、自ら主体的に改善するという考え方を定着させる。」ことが必要であるとの結果を踏まえ、マイプラント意識の醸成活動を充実させた。

(1) トラブル事例教育の実施

至近に起きたトラブル事例を教材に、「ルールの根拠や意味を考え、問題点を掘り出し、改善しようとする意識を持つ」観点から、平成 20 年 9 月と平成 21 年 7 月にそれぞれ事例教育を実施した。平成 20 年 9 月には、平成 20 年 3 月に発生したナトリウム漏えい検出器の誤警報発生に基づく事例教育を行い、職員が「何が問題であったのか、どうすべきだったのか、今後の業務においてどの様な点について注意して取り組んでいくか」等について考える機会とした。

平成 21 年 7 月に行った「屋外排気ダクト及びCLDのRCA報告書」に基づく事例教育では、根本原因分析結果で提言された「マイプラント

意識の醸成」という観点から、受講者が自らの意識や日頃の行動を振り返り、今後の業務に向けた取り組みを考える機会とした。

今後も継続してトラブル事例教育の実施を通じて、常に問いかける姿勢を養っていく。

(2) 原子力安全ヒヤリハットの収集

設備操作や作業の実施における自らのヒヤリハット体験を組織として共有し、改善を行うことは、プラントを少しでも良くしようとするマイプラント意識の醸成につながる。

また、自分や仲間の失敗を上司へ報告することや公にすることは躊躇しがちであるが、ヒヤリハットの事例収集とその対応は、危険を芽のうちに摘み取る安全上有効な手段である。

そのために、ヒヤリハットを通じて弱点を見つけ、改善する視点を持って日常業務に取り組んでいくという観点から、原子力安全に係るヒヤリハットを報告できる仕組み作りを行った。

その仕組みに基づき、平成 20 年 9 月に協力会社従業員も募集対象に含めた全従業員を対象にヒヤリハット募集キャンペーンを行い、原子力安全ヒヤリハット 86 件を収集したほか、報告されたヒヤリハット事例を全従業員間で情報共有すると共に、報告内容に応じて必要な改善を実施している。

また、ヒヤリハット情報を共有することを目的として、職場でこれらの事例に基づくディスカッションの実施や、イントラネットを活用し、事例の掲載を行っている。

なお、今後も継続して原子力安全ヒヤリハット収集を実施し、マイプラント意識を醸成していくことが必要であることから、ヒヤリハット事例収集活動の仕組みを規定化した。

(3) マイプラントクリーン作戦

職員自らが、プラント諸設備の補修塗装や通路を防ぐ植栽の伐採等に従事することは、マイプラント意識の高揚を図る観点から有効である。マイプラントクリーン作戦は、平成 15 年度より実施して来ているが、平成 20 年度末から、改めてマイプラント意識醸成の諸活動に組み入れて取り組んでいる。これまでに、渡り廊下の補修塗装や、見学者通路の壁補修塗装を実施した。

(4) 所長表彰の実施

これまでの理事長表彰や本部長表彰は、優れた創意工夫や研究開発に関するものが主であったが、日常の業務の中で、計画どおりの業務遂行や、運転操作やパトロール等で危険を事前に察知して対応した活動についても、積極的に所長が表彰することとした。

そのために、もんじゅ表彰委員会規則を制定（平成 21 年 4 月）し、表彰の推薦を各室部長に依頼し、推薦された事案について審査を行い、所長表彰を実施した。（平成 21 年 7 月、9 月に表彰実施）

3. 2. 5 安全文化醸成・コンプライアンス活動状況の確認（アンケート調査による確認と結果の反映）

安全文化醸成活動とコンプライアンス活動については、年度の途中や年度末に活動を評価し、新たな計画に反映することが重要である。

このことから、活動の効果をより定量的に評価し、年度活動計画に反映するため、実績のある外部機関に委託し、「職場の安全風土」に係るアンケート調査を実施した。（資料 3. 2. 5-1 及び資料 3. 2. 5-2）

(1) アンケート調査期間

1) 平成 20 年 11 月 20 日～12 月 3 日

2) 平成 21 年 8 月 17 日～8 月 28 日

なお、評価に際しては、平成 18 年度に同様のアンケートを実施しており、その結果も参考とした。

(2) アンケート分析結果

平成 20 年度のアンケートの結果では、共通 10 要因^{*}のほぼ全てについて平成 18 年度の結果より低下しており、また、敦賀本部内のふげんや敦賀本部事務所に比較しても評価が低い状態であったことから、いくつかの要因に重点化を図ることが効果的と考えられた。そこで、根本原因分析の結果も踏まえて平成 21 年度の安全文化醸成活動では、特に、「トップマネジメントのコミットメント」、「上級管理者の明確な方針と実行」、「内部コミュニケーションの充実」に重点を置いた活動を行うこととした。

平成 21 年度に実施したアンケート結果では、平成 20 年度の結果と比べ、共通 10 要因のほぼ全てについて改善が確認できた（資料 3. 2. 5-2、「H21 年度調査結果（平成 20 年度との比較②）」参照）。

また、平成 20 年度には、ほぼ全ての要因が平成 18 年度に比べて一旦

低下していたが、平成 21 年度では 18 年度のレベルに改善し、特に「仲間意識」については、平成 18 年度に比べても有意に向上した（資料 3.2.5-2、「H18、H20、H21 年度調査結果の比較（もんじゅ）」参照。）

これらは、平成 20 年度下期から平成 21 年度上期にかけて実施してきた安全文化醸成活動の成果が確実に表れているものと評価できる。

特に、平成 21 年度に重点的に取り組んできた「トップマネジメントのコミットメント」、「上級管理者の明確な方針と実行」、「内部コミュニケーションの充実」に係る活動については、アンケートにおける「組織の安全姿勢」、「意思疎通」、「仲間意識」、「会合満足度」などの要因の評定結果に向上が見られたことから、活動の実績が確認できたものと考え

る。
また、コンプライアンスについては、平成 21 年度のアンケート結果では、共通 10 要因のうちの「モラル」の評定が向上したこと及び、「その他の質問」の「コンプライアンス」における「業務を遂行する上での法令や社内規則の確認」に関する評定が向上していることから、活動の成果が表れていると評価できる。

(3) アンケート分析結果を受けた対応

平成 21 年度のアンケート結果より、平成 21 年度の安全文化醸成活動とコンプライアンス活動についての成果が確認できたことから、平成 21 年度活動計画の下期実施分については、上期に引き続いて継続実施することとした。

一方、平成 21 年度のアンケートにおいて、「組織の安全姿勢」は、平成 20 年度より向上しているが、平成 18 年度のアンケート調査と比べて評定が低かった。また、「知識・技能の自信」について、過去 3 回のアンケートで有意差がなかった。コンプライアンスに関する設問では、「規則の運用のし易さ」と「規則の必要性」に関しては、平成 21 年度と平成 20 年度で有意差がなかった。

これらを受け、平成 21 年度下期の活動として、「組織の安全姿勢」の改善として、所幹部等がより積極的に現場に出向いて安全を確認する活動を追加した。また、「知識・技能の自信」に対する改善として、トラブル対応訓練やトラブル事例集の教育を行って、個人の知識・技能の自信に繋げる観点からの活動を安全文化醸成活動計画に取入れた。また、コンプライアンスに関しては、業務に関する規則について、「分り易さ」と「必要性の見直し」の観点から、規則の見直しを行う活動をコンプライアンス活動計画に取り入れた（平成 21 年 11 月）。

これらの活動については、F B Rセンターにおいて詳細な活動計画を定め、安全品質管理室が実行管理を行い、敦賀本部の安全・品質推進会議で活動を確認し、評価していく。

「職場の安全風土」に係るアンケートは、今後においても年度活動評価と合わせて活用していく計画である。

※【アンケート評価の共通 10 要因とその内容】

- 1) 「組織の安全姿勢」：事業所幹部や直属上司の、安全に対する姿勢・熱意や取り組み等
- 2) 「直属上司の姿勢」：直属上司による、労働環境の注意、業務の責任分担の明確化、仕事の内容の説明等
- 3) 「安全の職場内啓発」：職場内の、安全に関する話し合い、ヒヤリハットや改善提案等
- 4) 「安全配慮行動」：職場における、作業前の現場での安全確認や安全確保最優先の行動等
- 5) 「モラル」：職場における、手続きやルールへの遵守、専門家としての自負心、一般市民の視点等
- 6) 「知識・技能の自信」：自分の担当業務や安全確保のために必要な知識・技能、事故時対応の自信、施設・設備の進歩への適応等
- 7) 「仲間意識」：職場のチームワーク、職場の仲間との良好な関係、職場内の助け合い等
- 8) 「会合満足」：定例会合や話し合いの、有益・満足度、良好な運営・雰囲気等
- 9) 「意思疎通」：会社の計画や運営状態の周知、直属上司による職場間や更にその上司との連絡、自分の意見やアイデアの上層部への伝達
- 10) 「精神衛生」：直属上司からの圧力、職務の責任範囲のあいまいさ、将来への不安、落ち着かない心理状態等

3. 2. 6 まとめ

安全文化醸成活動については、平成 20 年度に実施したアンケート調査結果及び、ナトリウム漏えい検出器の点検体制等及びアニュラス排気ダクト腐食孔の発生に係る根本原因分析結果を受けて、平成 21 年度は、「トップマネジメントのコミットメント」、「上級管理者の明確な方針と実行」及び「内部コミュニケーションの充実」に重点をおいた活動を行ってきた。これらの活動を通じて、安全文化のほぼ全ての要因について向上していることが平成 21 年度のアンケート調査結果により確認できた。また、平成 21

年度アンケート調査結果の分析から改善が必要と判断された項目について、平成 21 年度の安全文化醸成活動計画を見直して、強化・改善を図った。

コンプライアンス活動については、コンプライアンス教育として階層別教育、マニュアル遵守の重要性に関する教育を行う等の改善を図ることにより、職員のコンプライアンスに対する意識が高まった。また、機構のコンプライアンス推進体制、役割等を明確にし規程化したことにより、効果的な推進を行うことができるようになった。

マイプラント意識の醸成においては、トラブル事例の教育やヒヤリハットの提案及び改善、所長表彰等により意識の醸成が図られた。

今後においても、継続的な改善活動を行うことにより、安全文化の醸成、コンプライアンス意識を向上、定着させていく。

3. 3 試運転再開に向けて

原子力機構は、平成 20 年 3 月のナトリウム漏えい検出器の不具合を契機とした品質保証上の課題や運転管理面での問題解決のため、経営の積極的関与、もんじゅ組織の強化、品質マネジメントシステムの改善、安全文化・組織風土の向上等の改善を行動計画に基づき行ってきた。これらの改善活動の取組状況に対して、平成 21 年 6 月の特別な保安検査において、自律的な P D C A が回りはじめていることが確認され、平成 20 年 5 月から行われてきた特別な保安検査は終了した。同時に、試運転再開の実現に向けて P D C A サイクルの Check、Action の部分の一段の深化が必要とされた。

自律的な品質保証体制が確立していることという試運転再開までに達成すべき目標を達成するためには、特に、試運転再開に向けた更なる安全確保への取組（(1)品質保証システムのチェック機能の充実、(2)品質保証システムの見直し、(3)安全文化醸成活動の継続的取り組み など）をより実効的に進めることが重要である。そのためには、今一度、再開に向けた目指す姿を明確にし、その上で取り組むべきことをより具体的に示し、迅速に行動に移していくことが必要である。また、試運転再開を確実に実現させるためには、「もんじゅ」の現地マスター工程だけではなく、「もんじゅ」プロジェクト遂行に係る全社大のマスター工程を作成し、経営として機構内外の状況も含め、全体を俯瞰し安全第一の着実なプロジェクト管理を進めていくことが必要である。

即ち、P D C A サイクルの Check、Action のより一層の深化が必要であり、これらにおいて経営トップは、より一層の指導力を発揮しなければならない。

3. 3. 1 試運転再開に向けて目指すもの

「もんじゅ」の試運転再開は、原子力機構にとって最重要かつ最優先の課題であり、将来の高速増殖炉サイクル実現に向けた重要なステップとして、国外も含め多くの期待がかけられているものである。

この最重要かつ最優先の課題に対し、その達成に向けて、プラント設備、運用体制を確実に立ち上げていかねばならない。このため、徹底して透明性を確保しながら、安全確保を第一に、経営が先頭となって原子力機構の総力を挙げて取り組んでいく。

「もんじゅ」のあるべき姿として経営として狙うところは次のものとした。

(1) 経営、「もんじゅ」幹部がこれまで以上に現場に積極的に関与し、リーダーシップを発揮していくこと。同時に、職員一人ひとりに「もんじゅ」のエネルギー政策、環境政策上の位置づけ、その役割、重要性を再認識させること。

(2) 運転再開とその後の安全・安定運転を担保しうる技術的要件がきちんと整っていること「もんじゅ」は高速増殖炉実用化にとって意義ある試運転を行っていくことに対し、その安全な実施のために、設備、体制が準備万端整っている状態となっていること。

これらを実現するため、試運転再開に向けて以下を目指すこととした。

- 経営が関与し支え、経営と現場が一体となり、所長の強いリーダーシップによる「もんじゅ」の推進
- 組織における改善活動の基本エンジンとして、品質保証体制・システムを強化することによる更なる安全性の向上
- トラブルに的確に対応できる危機管理体制も含め、高速増殖炉発電プラントとして十分な運営管理体制の構築
- 長期停止設備の健全性確認の確実な実施
- 保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施により試運転再開に向け安心できるプラント設備の維持・向上

「もんじゅ」の試運転再開に向けては、地元、国民からの信頼が得られることが何よりも必要であり、これらの再開に向けた活動を通じて、原子力機構が「もんじゅ」を任せて良いと評される組織を目指すこととする。

3. 3. 2 試運転再開までに達成すべき目標への取り組みの基本姿勢

試運転再開までに達成すべき目標への取り組みを行うにあたって、役職員一人ひとりが以下の事項を基本姿勢として臨んでいる。

(1) 職員一人ひとりの職務遂行の基本事項、自らの使命の再認識

日々の業務に埋没し、ややもすると自らの立場、役割を見失いがちな中、「もんじゅ」の位置づけについて再認識すると共に、そのような「もんじゅ」の運営管理を行っているという自らの立場を再認識することとする。このために、経営が示す業務運営管理の基本方針における役割を職員一人ひとりが再認識し取り組む。経営においてはこれを徹底させる。

【業務運営管理の基本方針】

- ・ 高速増殖炉発電プラントとしての運営管理の徹底
- ・ 一步一步着実かつ確実な業務の実施
- ・ トラブル発生時の確実な対応

(2) 高いモチベーションと誇りを持ったプロフェッショナルとしての業務実施

「もんじゅ」プロジェクトという大きな業務に立ち向かう志、誇り、「もんじゅは我々ならできる、我々にしかできない」というプロフェッショナル、専門家としての自覚を持って取り組む。これらの取り組みの具体的実施内容は、所長メッセージや訓示、管理職朝連絡会などを通じて所員に徹底すると共に、グループ討議等を通じて浸透を図っている。この結果、所員からは使命感を示す発言が出てきており、成果が挙げられている。保守管理、運転管理、品質保証などの運転再開に必要な諸活動について、所員が自分の役割を確実に果たすためには、「プラントをしっかりと動かすことによって、将来のFBR実用化につなげ、エネルギーの安定確保に貢献するという大きな使命を我々が担っている」ことを、所員一人ひとりが常に認識することが必要である。

(3) 現場の課題・状況、専門家の意見を踏まえた経営判断

要員、予算の経営資源には限りがあり、「もんじゅ」プロジェクトを推進するためには、それらを最適投入しなければならない。このためには、現場の課題・状況を正確に把握しなければ、的確な経営判断を行うことはできない。また、ナトリウムの取扱などの専門的な知見を必要とする分野においては、経営による意思決定と指示について、現場の専門家の判断を尊重して行わなければならない。

(4) 経営と現場との一体感の醸成、経営の求心力の強化

経営層及び「もんじゅ」幹部の考え方、方針について、職員の末端まで浸透させ、トップダウン、ボトムアップの双方向コミュニケーションによる情報共有により経営と現場との一体感の醸成、経営の求心力の強化を図る。

(5) ナトリウム漏えい事故の教訓の維持

ナトリウム漏えい事故が国民にどれだけの不信を与えたのかということ了我々は忘れてはならない。職員一人ひとりが「もんじゅ」は平成7年のナトリウム漏えい事故が14年間に及ぶ長期停止の原点であり、信頼喪失の原点であることを認識し、その教訓を風化させず、常に「もんじゅ」の「見える化」、「透明化」への取り組みを基本としていく。

3. 3. 3 試運転再開までに達成すべき目標への取り組み

試運転再開までに達成すべき目標に対し、次の通り取り組んだ。

(1) 経営が関与し支え、経営と現場が一体となり、所長の強いリーダーシップによる「もんじゅ」の推進

1) 理事長が関係する役員等の意見を聴取して迅速に意志決定を行う「もんじゅ特別推進本部」及び本部長をヘッドとした「もんじゅ特別チーム」を活用した経営と現場との徹底的な議論などにより、「もんじゅ」安全最優先の指示の下、平成6年5月以来、15年ぶりの燃料交換作業(106体)を7月に無事完了すると共に、141項目から成る「プラント確認試験」を8月に完了した。

2) 運営管理に必要な資源の確保として、「もんじゅ」最優先で必要な予算を機構全体から充当することとした。具体的には、アニュラス屋外排気ダクトの補修工事、保全プログラムに基づく点検の実施、耐震裕度向上工事や耐震バックチェックの充実などのために必要な予算を、理事長の判断により、敦賀本部外から配分調整を行った。また、40%出力プラント確認試験前に行う水・蒸気系・タービン設備点検の実施に向け早期に手配が必要な予算について、もんじゅ特別推進本部会議にて不足分の予算配分調整を行った。

理事長は、試運転再開、その後の確実な性能試験実施のためには、これらの経営資源の投入が不可欠であるという現場の専門家による判断を優先し、もんじゅ特別推進本部会議という現場の意見を吸い上げる仕組みを利用し、経営判断を迅速に行った。

3) 本部長の指示のもと、試運転再開に向けて実施すべき必要な課題について実施スケジュールの最終確認を、関係箇所との調整も含め敦賀本部・高速増殖炉研究開発センターにて行い、「もんじゅ」の運転再開に向けた準備を平成 22 年 1 月には終了することを確認した。それを踏まえ、原子力機構として、平成 21 年度内の運転再開を目指すという工程を確定し、平成 21 年 8 月 12 日に公表した。

4) 運転再開時期工程の公表に伴い、設備面及び安全管理面での再開に向けた課題対応をより確実に行うため、本部長指示は、取りまとめ責任者を明確にし、日々の管理を徹底するよう指示を行うと共に、進捗管理体制を強化し、もんじゅ特別チームでの確認・フォローを実施している。

そのため、「もんじゅ特別チーム」を 9 月より原則毎週開催し、運転再開に向けて実施すべき課題達成に向けたマスタースケジュール（全社のマスター工程）を本部長以下で共有し、よりの確なプロジェクト管理が出来るようになり、安全性総点検に係る報告書作成、国の検査対応、耐震安全性評価に関する取り組み、性能試験関連準備の取り組み、広聴・広報活動等などの進捗管理を効果的に進めている。

5) 性能試験実施に向けた「もんじゅ」の要員配置について、経営として整備方針を決め、平成 21 年 8 月 12 日の運転再開工程の地元報告に合わせ公表した。

(2) 組織における改善活動の基本エンジンとして、品質保証体制・システムを強化することによる更なる安全性の向上

1) QMS 見直し作業（プロセスフローチャート作成）

保安活動の実態を把握し、ルールに反映させ、それを見直すことによって、作業プロセスの不備、重複整理など業務の改善を行っている。その手段として、プロセスフローチャート作成を完了した（平成 21 年 10 月末）。また、作成したプロセスフローチャートについて実作業との整合性確認を実施している。（詳細は 3.1.7）

2) QA 診断による業務(QMSルール)の見直し

使っているルール、又は実際の保安活動に問題はないかという視点でプロセスに沿って確認を行い、潜在化している不適合の改善という観点で問題を抽出し、要領の不備、作業方法の補強など業務の改善につなげている。（詳細は 3.1.7）

3) 要因分析専門家の養成

不適合管理の中で、有効な是正処置を打つためには、不適合の根とな

る要因を特定することが肝要である。そのために、要因分析の行える者（17名）の養成を行った。研修を終えた者が、他課の不適合処置についても支援を行い、自らのスキル維持、スキルアップに努めている。スキル維持・スキルアップとして10名が約700時間、他課の要因分析の支援を行った（平成21年10月末）（詳細は3.1.9）

4) 安全文化醸成・コンプライアンス活動への取り組み

安全文化醸成活動については、平成20年度に実施したアンケート調査結果及び、ナトリウム漏えい検出器の点検体制等及びアニュラス屋外排気ダクト腐食孔の発生に係る根本原因分析結果を受けて、平成21年度は、「トップマネジメントのコミットメント」、「上級管理者の明確な方針と実行」及び「内部コミュニケーションの充実」に重点をおいた活動を行ってきた。これらの活動を通じて、平成21年度のアンケート調査結果により、安全文化のほぼ全ての要因について向上したことが確認された。また、平成21年度アンケート調査結果の分析から改善が必要と判断された項目について、平成21年度の安全文化醸成活動計画を見直して、強化・改善を図った。

コンプライアンス活動については、コンプライアンス教育として階層別教育、マニュアル遵守の重要性に関する教育を行う等の改善を図ることにより、職員のコンプライアンスに対する意識が高まった。また、機構のコンプライアンス推進体制、役割等を明確にし、規定化したことにより、効果的な推進を行うことができるようになった。

マイプラント意識の醸成においては、トラブル事例の教育やヒヤリハットの提案及び改善、所長表彰等により意識の醸成が図られた。

今後においても、継続的な改善活動を行うことにより、安全文化の醸成、コンプライアンス意識を向上、定着させていく。

(3) トラブルに的確に対応できる危機管理体制も含め、高速増殖炉発電プラントとして十分な運営管理体制の構築

1) ナトリウム漏えい検出器の不具合対応

2次系CLDのうち、銀ロウ付けのCLD91個は、全てイオン・マイグレーションが起りにくい金ロウ付けのCLDに交換し、据付不良がないことの確認及び機能の健全性確認を実施した。

2) ナトリウム漏えい検出器取り扱いの手引き

過去の不具合対応事例の劣化モード別保全計画を整理し、ナトリウム漏えい検出器取扱いに係る注意事項を「ナトリウム漏えい検出器取り扱いの手引き」としてまとめ、その内容を保全計画に反映し、運用し

ている。

3) ナトリウム漏えいに係る警報発報時及びＬＣＯ逸脱時の手順の改善とその運用

保安規定第 34 条のＬＣＯに係る記載の明確化を図り、より確実にＬＣＯを満足しているか否かの判断を可能とするため、保安規定の改正を行った。

また、保安規定第 34 条の改正内容に合わせて、運転管理要領、ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領、ナトリウム漏えい監視装置管理要領（新規制定）、異常時運転手順書、警報処置手順書の変更、新規制定を行い、運用を開始した。

4) トラブル対応訓練

総合的な防災訓練のパーツ（部分）の訓練実施と位置付け、敦賀本部と連携して実施し、事故対策組織のスキル向上を図ることを目的としたトラブル対応訓練を行っている。想定するトラブルについては、社会的な関心度や高速炉特有の事象を考慮し、その選定にあたっては事故・トラブル等事例集も活用している。

(4) 長期停止設備の健全性確認の確実な実施

格納容器全体漏えい率検査を除く炉心確認試験に必要な設備について、設備点検として外観点検、肉厚測定、開放点検、分解点検、機能・性能確認等を、また、改造工事確認試験、プラント確認試験として機能・性能確認を行い、設備の健全性確認を終了し、炉心確認試験を行うことができる設備の状態であることを確認した。（詳細は 6 章）

(5) 保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施により試運転再開に向けて安心できるプラント設備の維持・向上

炉心確認試験開始に向け、保守管理の改善を行うため、第 1 回の保全の有効性評価に加え、炉心確認試験に必要な設備の健全性確認結果及び保全計画に基づく点検・補修の確認・評価結果に関し、2 回目の保全の有効性評価を行い、その結果を保全計画に反映した。（詳細は 7 章）

3. 3. 4 理事長による臨時マネジメントレビューでの評価

経営として機構における最大、最優先のミッションと位置づけている「もんじゅ」の試運転再開に向けた諸準備を確認するため、目標とする試運転再開に向けた「もんじゅ」のあるべき姿に向けた改善活動の状況について確認を行い、10 月 21 日～22 日の 2 日間にわたり、理事長による臨時マネ

ジメントレビューで自己評価を行った。

- その結果、行動計画に基づく改善活動が定着し、自律的な品質保証活動が確実に実施され、試運転再開に向けた準備が整っていることを確認した。また、役職員一同が一体となって試運転再開に向けて取り組んでおり、現場は試運転を再開できる状況に至っていることを確認した。
- 一方、今後とも現場の意見を吸い上げ、経営が積極的に関与すると共に、ナトリウム漏えい警報の信頼性向上、保守管理の経験を反映した保全プログラムの充実や高速増殖炉における保守管理技術の確立・高度化を目指し、更に強力に計画を進めることとする等の指摘があった。

第4章 運転管理

4.1 運転手順書、運転管理体制等の改善

「安全性総点検」の指摘事項に対する改善については、平成13年6月に保安院より「もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について」にて、計画的な報告を求められたことから、平成13年6月に原子力機構（当時、サイクル機構）は本報告における対応計画を4回に分けて報告することとした。その中で、運転管理に関する項目は、「運転手順書、運転管理体制等の改善」としてまとめ、(1)運転手順書類の体系化、改正手続きの改善、(2)運転手順書記載方法、内容等の改善、(3)運転員教育、運転体制等の充実強化、(4)事故時対応体制の改善について報告することとし、(1)運転手順書類の体系化、改正手続きの改善は第2回で、その他は第4回で改善内容を報告した。（詳細は第2章参照）

しかし、平成20年3月の1次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報発報時の対応において、漏えい警報が誤警報か否かの確認に時間を要し、通報連絡が適切に行われず、保安規定第34条（ナトリウムの漏えい監視）に定められているLCO逸脱の判断及び通報連絡の遅れがあったことから、保安規定第34条のLCOに係る見直し及びナトリウム漏えい警報発報時の対応措置の見直し、通報連絡対応の見直し等の更なる改善を図った。

4.1.1 安全性総点検に係る報告における「運転手順書、運転管理体制等の改善」の概要

安全性総点検報告に係る「運転手順書、運転管理体制等の改善」として、まず、運転手順書類の体系及び改正手続きの見直しを行った上で、運転手順書類の制定・改正を進めるため、第2回報告で「運転手順書類の体系化、改正手続きの改善」について報告した。その後、第2回報告での改善を受けて、設備改善等を反映した運転手順書類の制定・改正が終了したことから、第4回報告で「運転手順書記載方法、内容等の改善」について報告し、併せて「運転員教育、運転体制等の充実強化」「事故時対応体制の改善」について報告した。各項目の改善内容の概要を以下に示す。改善内容の詳細は、4.1.2項から4.1.4項で述べる。

(1) 運転手順書類の体系化、改正手続きの改善（第2回報告）

1) 運転手順書類の体系化について

原子炉施設の事故・故障時の対応に用いる異常時及び故障時運転手順書で記載されている対応手順の内容に共通しているものが複数認めら

れたので、類似事象の運転手順書の統合を行い、異常状態の進展によっても円滑な対応が可能となるようにする必要があるとの指摘を受けた。このため、異常時及び故障時運転手順書について、類似事象の整理及び火災等の想定事象の追加を行い、異常状態の進展を考慮しても円滑な対応が可能となる体系とした。

2) 運転手順書類の改正手続きについて

1 次冷却材（ナトリウム）の純度管理について設備の設計値と運転手順書に記載された目標値に相違があったことから、運転手順書の制定・改正時に関係する手順書及び規定類との整合性確認等の審査、承認体制を確立する必要があるとの指摘を受けた。このため、「運転手順書管理要領」を策定して、運転手順書の制定・改正時の審査及び承認手続きを明確にし、運用している。

(2) 運転手順書記載方法、内容等の改善（第4回報告）

1) 異常時運転手順書記載内容の充実

異常時及び故障時運転手順書に対して、主な指摘は以下の通りであった。

- ・ 異常時運転手順書「2 次冷却材漏えい」の漏えい判断の記載が、「概要」「フローチャート」「細目」での記載に整合が取られていなかったことが漏えい規模の判断を誤らせ原子炉トリップが遅れた一つの要因となったことから、運転員から見て必要な情報が含まれていること、かつ、わかりやすい記載内容にすべきである。
- ・ 中間熱交換器伝熱管破損、燃料取替取扱事故、気体廃棄物処理設備破損事故、一般火災において、操作手順の基本的考え方を整理して手順書を見直す必要がある。

また、原子力機構（当時、動燃）から、異常時運転手順書「2 次冷却材漏えい」について以下の改善方針を提示した。

- ・ ナトリウム漏えいと判断した場合は速やかに原子炉を手動トリップとする。
- ・ 中、小規模のナトリウム漏えい発生の際の判断基準や運転方法を具体的に定める。
- ・ ナトリウム漏えい対策の設備改善を考慮した、種々のナトリウム漏えい対応手順を整備する。

これらの指摘、改善方針及び運転手順書体系の見直しを受けて、運転員にとって使いやすい手順書とするため、異常時及び故障時運転手順書の記載の構成・様式の改善及び手順書の見直しを行うと共に、運転訓練シミュレータによる手順書の操作確認等を行い、異常時及び故障時運転手順書を制定・改正した。なお、ナトリウム漏えい時対応手順についてはプラント運用の考え方を整理し、ナトリウム漏えい対策に伴う設備改善を反映した異常時運転手順書に改正した。

2) 手順書間の記載の整合性

関係する手順書間で計器類の番号の不整合、記載項目の抜け等の不整合が認められたことから、このような細かい記載上の相違についても今後の見直しにおいて正確なものとしていくことと共に、関係する手順書間の整合性を審査の時点で配慮する必要がある。また、警報が発報し、異常が進展した場合には警報処置手順書で対処する範囲を超えることになるので、次に見るべき手順書を具体的に明記する必要があるとの指摘を受けた。このため、「運転手順書管理マニュアル」、「運転手順書作成マニュアル」にて、手順書間の整合性確認、異常進展時の記載方法を明確にし、改正を行った。

3) 徴候ベースの運転手順書の導入計画

徴候ベース（設計基準事象を超える事象）の運転手順書は他の原子力発電所でも導入されており、「もんじゅ」に徴候ベースの運転手順書を導入することは、既存の運転手順書と相まってより一層の安全確保になることから、導入を計画的に進める必要があるとの指摘を受けた。

このため、徴候ベースの運転手順書の整備・導入を行い、「異常時運転手順書Ⅱ」及び「アクシデントマネジメントガイドライン（AMG）」を新規に作成し制定した。

(3) 運転員教育、運転体制等の充実強化（第4回報告）

運転員に対する教育訓練期間が軽水炉と比較して短い部分があり、また、試運転時に運転員を技術的に支援できる者の配置が必要であるとの指摘を受けた。このため、運転員に対する十分な教育訓練期間の確保のため、交替勤務体制を変更すると共に、基礎知識教育の追加等教育訓練内容の見直し強化を図った。試運転体制時の運転員支援については、工事確認試験及びプラント確認試験に際してプラント管理部発電課内に試験班を設け、試験実施時の運転員への支援体制を強化した。

(4) 事故時対応体制の改善（第4回報告）

事故対策規程において、本社と事業所の役割分担が不明確となっており、事故時の基本的な対応が整理されておらず、運転手順書等と同様に使用する人にとって使いやすいものになっているかを確認する必要がある。また、防災訓練、通報訓練は実施されていたが、対象者、実施期間、方法等について明文化したものがないとの指摘を受けた。このため、事故時対応体制について基本的な対応を全社レベルで整理し「事故・災害対策運用要領」に明確にし、防災訓練等の内容については「災害対策要領」に明文化し運用している。

4. 1. 2 運転手順書類の改善

安全性総点検報告のうちの第2回及び第4回で報告した「運転手順書、運転管理体制等の改善」のうち、運転手順書類に関する改善を以下の項目に整理しまとめた。

- (1) 運転手順書の体系化、改正手続き及び手順書間の記載の整合性
- (2) 異常時運転手順書の改善
- (3) ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書の改善
- (4) 徴候ベースの運転手順書の導入計画

なお、本報告では、原子力機構（当時、動燃）が実施した安全総点検（第2章参照）を受けて実施した以下の改善内容について追加した。

- (5) 通常時運転手順書の改善

(1) 運転手順書の体系化、改正手続き及び手順書間の記載の整合性

安全性総点検において以下の指摘を受け改善を行った。

- ・ 異常時及び故障時運転手順書で記載されている対応手順の内容に共通しているものが複数認められたので、類似事象の運転手順書の統合を行い、異常状態の進展によっても円滑な対応が可能となるようにする必要がある。
- ・ 運転手順書類の制定・改正時の審査、承認体制の見直しが必要である。
- ・ 関係する手順書間で記載内容等に不整合があるので、運転手順書改正時の審査段階で整合性を確認する必要がある。また、警報処置手順書において、警報発報時に異常が進展した場合に次に見るべき手順を明記する必要がある。

1) 運転手順書類の体系化^{*4-1}

事故・故障時の対応に用いる異常時及び故障時運転手順書について、異常状態の進展によって円滑な対応が可能となるように、類似事象の整理、異常事象の想定範囲の追加を行い、運転手順書の体系を見直した。「もんじゅ」における運転手順書は通常運転時に用いるプラント起動・停止手順書及び設備別運転手順書等と事故・故障時の対応に用いる異常時及び故障時運転手順書で構成されているが全体の相互関係を図 4.1.2-1 に、全体構成を図 4.1.2-2 に示す。また、安全性総点検前後の異常時及び故障時運転手順書の体系を表 4.1.2-3 に示す。

異常時及び故障時運転手順書の区分の考え方は、従来どおり設置許可申請書添付書類十における「各種事故」及び「運転時の異常な過渡変化」を踏まえ、事象の包絡性を考慮し、運転員の対応操作が同様な事象についてまとめ、基本的には「各種事故」を異常時運転手順書、「運転時の異常な過渡変化」を故障時運転手順書としている。また、徴候ベースの運転手順書は、異常時運転手順書Ⅱとして新規追加した。以下に主な改善内容を示す。

- ① 異常時運転手順書のうちの「反応度（正）挿入」に類似事象である故障時運転手順書のうちの、「微調整棒連続引抜き」及び「制御棒誤挿入」を統合し、「反応度異常」とした。
- ② 異常時運転手順書のうちの「1 次主冷却系循環ポンプ軸固着事故」に、類似事象である故障時運転手順書のうちの、「1 次主循環ポンプトリップ」、「1 次主冷却系流量増大」及び「1 次主冷却系流量減少」を統合し、「1 次主冷却系流量異常」とした。また、2 次主冷却系についても同様に統合した。
- ③ 異常時運転手順書に 1 次主冷却系及びメンテナンス冷却系中間熱交換器の伝熱管破損時の対応手順として「中間熱交換器伝熱管破損」を新規追加した。
- ④ 故障時運転手順書のうちの類似事象である「給水加熱喪失」及び「給水加熱器ドレン水位制御系故障」を統合し、「給水加熱系故障」とした。
- ⑤ 軽水炉の故障時運転手順書を参考に、「復水器細管漏えい」「火災」「中央制御室外原子炉停止」「直流電源喪失」等 13 件を故障時運転手順書として新規追加した。

^{*4-1}：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第 2 回報告の改訂）（平成 14 年 11 月 22 日）

2) 運転手順書類の改正手続きについて^{*4-2}

運転手順書の制定・改正時に関係する手順書及び規定類との整合性確認等の審査、承認体制を確立するため、「運転手順書管理要領」を策定して、運転手順書類の制定・改正時の審査及び承認手続きを明確にした。以下に流れを示す。資料 4.1.2-4 に運転手順書の制定・改正の流れを示す。

- ① 運転手順書類の制定・改正作業は、設備変更や運転経験、保安規定の改正等の反映が必要な場合に、プラント管理部発電課内で運転手順書改正（案）を作成し、設計要求事項との適合性確認、保安規定等関連規定類との整合性及び運転手順書間の整合性を確認すると共に、各運転直での検討を行った。また、必要に応じて、「プラント起動・停止手順書」及び「異常時運転手順書」、「故障時運転手順書」は運転訓練シミュレータを用いて操作手順、運転員数の充足性等の確認を行った。このように使いやすい運転手順書とするため、各運転直を含めた発電課内回覧や運転訓練シミュレータによる確認等を行うことにより、運転員の意見を反映して運転手順書の改正作業を行った。なお、発電課における改正内容の確認を適切に行うため、「運転手順書管理マニュアル（発電課内マニュアル）」にルールを定め実施してきた。資料 4.1.2-5 に「運転手順書管理マニュアル」の「課内回覧の流れ」、「シミュレータによる模擬運転確認結果（確認判定結果票）」様式及び「運転手順書管理要領」の「運転手順書改正指示票」様式を示す。
- ② 異常時及び故障時運転手順書のうち、ナトリウム内包設備及び燃料破損に係る事項は大洗研究開発センター、水・蒸気系及びタービン発電機に係る事項は原子炉廃止措置研究開発センターの専門家の意見を求めた。
- ③ 発電課での課内確認後の「プラント起動・停止手順書」及び「異常時運転手順書」、「故障時運転手順書」、「設備別運転手順書」等すべての運転手順書の改正（案）については、原子炉等安全審査委員会（現「保安管理専門委員会」）で必要な技術的検討及び審議を受けた後、原子炉主任技術者等の合議を得て所長承認後制定した。

^{*4-2}：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第 2 回報告の改訂）（平成 14 年 11 月 22 日）

3) 手順書間の記載の整合性について*4-3

関係する手順書間における記載内容等に整合を図ると共に、警報処置手順書においては、警報発報時に異常が進展した場合に次に見るべき手順を明確にするため、全ての運転手順書について統一的な考えのもと、改正作業を行った。

① 各手順書の整合性の確認

各手順書の整合性については、「運転手順書管理マニュアル」（発電課内マニュアル）にて、手順書の改正手続きを行う場合、運転手順書間の整合性確認及び関係規定類との整合性確認を行うことを明記した。

運転手順書間及び関係規定類との整合性確認を行った手順書については、「運転手順書管理要領」の運転手順書改正指示票に「運転手順書間の整合性確認結果」及び「関連規定類との整合性確認結果」を添付し、発電課内の確認を受けることとしている。

運転手順書間との整合性確認とは、運転手順書改正箇所が他の関連運転手順書と整合していることを確認し、関係規定類との整合性確認とは、設置許可申請書、保安規定、QMS 文書等と整合していることを確認するものである。資料 4.1.2-5 に「運転手順書管理マニュアル」の運転手順書間の整合性確認及び関連規定類との整合性確認の様式を示す。

② 警報処置手順書の異常が進展した場合の次に見るべき手順書の記載

警報処置手順書の基本的記載事項については、「運転手順書作成マニュアル（発電課マニュアル）」で定め、異常が進展した場合の次に見るべき手順書の記載方法を明確にしている。警報処置手順書については、本マニュアルに従ってすべての警報処置手順書の見直しを行い、統一を図った。「運転手順書作成マニュアル」の警報処置手順書記載方法を資料 4.1.2-6 に示す。

*4-3：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第 4 回報告の改訂）（平成 20 年 2 月 7 日）

4) まとめ

運転員にとっての使いやすい手順書とするため、異常時及び故障時運転手順書については類似事象の整理、火災等想定事象の追加を行い、体系を見直した。また、運転手順書改正手続きについては、運転手順

書改正に当たっての基本事項をマニュアルに定め、運転手順書間、設計要求事項及び関係規定類の整合性の確認、所内審査承認の仕組みを明確にし運用している。

(2) 異常時運転手順書の改善^{*4-4}

異常時及び故障時運転手順書は、安全性総点検において以下の指摘及び原子力機構（当時、動燃）が提示した改善方針を受け対応を行った。なお、ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書の改善については次項の（3）で述べる。

- ・ 当直長が行う通報連絡の記載、プラント状態確認等チェックシート方式の採用、異常時の現場確認・パラメータ変化の記載等異常時及び故障時運転手順書の構成、記載内容の見直しが必要である。
- ・ 原子炉施設内で、一般火災が発生した場合の対応手順を明確にする必要がある。
- ・ 「蒸気発生器伝熱管破損事故」において、蒸気発生器伝熱管水漏えいの判断基準を明確にする必要がある。
- ・ 「中間熱交換器伝熱管破損」において、タンクの液位変動を検知した場合通常停止としているので、原子炉を手動トリップとする必要がある。
- ・ 「燃料取替取扱事故」において、放射能高の信号発信時の対応操作はあるが、放射能高の信号発信時の対応操作がないので、見直す必要がある。
- ・ 「気体廃棄物処理設備破損事故」において、廃ガス貯槽室雰囲気モニタの放射能高信号発信時の廃ガス貯槽出口弁及び廃ガス受入れ弁閉操作がないので、見直す必要がある。

1) 手順書記載内容の見直し

ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書も含めて異常時及び故障時運転手順書の構成の見直しを行い、異常の原因、異常発生判断と適用手順、通報連絡先及び内容、運転操作マップ、運転操作、チェックシートとした。記載内容については、異常発生判断に必要な警報及びプロセス量の記載、運転操作項目の操作確認及び監視内容の見直し等を行い、運転員が使いやすい手順に改正した。また、手順書の備考欄に操作内容の一部を記載していたことから、備考欄を削除し全ての操作内容を操作・確認項目欄に記載した。表 4.1.2-7 に示す手順書の構成及び記載内容を示す。また、異常時運転手順書の記載例として、

「蒸気発生器伝熱管破損」の抜粋を資料 4.1.2-8 に示す。

2) 故障時運転手順書「火災」等の新規制定

原子炉施設内で一般火災が発生した場合の、火災が発生した機器に応じた対応手順として故障時運転手順書を新規に作成し制定した。故障時運転手順書「火災」の目次を資料 4.1.2-9 に示す。

また、運転手順書類体系の見直しにおいて、軽水炉の故障時運転手順書を参考に新規追加した「復水器細管漏えい」、「中央制御室原子炉停止」、「直流電源喪失」、「地震・津波」等 13 件の故障時運転手順書を新規に作成し制定した。

3) 異常時運転手順書「蒸気発生器伝熱管破損」の改正

蒸気発生器伝熱管水漏えいの判断基準として、ナトリウム中水素濃度の指示上昇、警報発報等具体的な確認事項を明確にした。

なお、第 4 回報告で今後の検討項目とした蒸気発生器伝熱管破損時における小規模水漏えい時の純化運転方法について、コールドトラップの最底部温度設定の設定方法を見直し、コールドトラップからの不要な不純物放出を抑制する手順に変更した。また、中・大規模水漏えい時の蒸気発生器内のナトリウムドレンはドレン配管の昇温完了（約 400℃まで約 6 時間）後に行うこととしていたが、ナトリウム漏えい対策の設備改善を踏まえてナトリウム－水反応生成物による閉塞を防止するため、ドレン配管の昇温開始後速やかにナトリウムドレンを行う手順とした。異常時運転手順書「蒸気発生器伝熱管破損」の該当箇所を資料 4.1.2-8 に示す。

4) 異常時運転手順書「中間熱交換器伝熱管破損」の新規制定

中間熱交換器伝熱管破損について、異常時運転手順書として新規に制定し、タンクの液位変動が確認された場合、通常停止ではなく、原子炉手動トリップで対応することとした。異常時運転手順書「中間熱交換器伝熱管破損」の運転操作マップを資料 4.1.2-10 に示す。

5) 異常時運転手順書「燃料取替取扱事故」の改正

「燃料取替取扱事故」について、放射能レベルの異なる警報発報（燃料出入機冷却ガスモニタ放射線当量率高と高高）時のそれぞれの対応操作手順を明確にした。異常時運転手順書「燃料取替取扱事故」の運転操作マップを資料 4.1.2-11 に示す。

6) 異常時運転手順書「気体廃棄物処理設備破損事故（廃ガス漏えい）」の改正

気体廃棄物処理設備から廃ガス漏えいが発生した場合に、廃ガス貯槽室雰囲気モニタ放射能高の警報発報時の対応操作として、気体廃棄物処理設備の停止操作の中に、廃ガス貯槽出口流量調節弁の自動閉確認及び廃ガスサージタンク入口弁の閉操作を明確にした。異常時運転手順書「気体廃棄物処理設備廃ガス漏えい」の該当箇所を資料 4. 1. 2-12 に示す。

7) まとめ

ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書も含めて異常時及び故障時運転手順書の構成を、異常の原因、異常発生の判断と適用手順、通報連絡先及び内容、運転操作マップ、運転操作項目等に見直し、異常発生 of 判断に必要な警報及びプロセス量の記載を充実し、運転員が使いやすい手順に改正した。

異常時運転手順書「蒸気発生器伝熱管破損」等については操作手順の考え方を整理し改正した。また、運転手順書体系の見直しを行い、「中間熱交換器伝熱管破損」、「火災」、「復水器細管漏えい」、「直流電源喪失」、「地震・津波」等の異常時及び故障時運転手順書を新規に作成し制定した。今後はプラントの運転経験により得られた知見の反映など、運転手順書の改正を継続的に行っていく。

*4-4：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第 4 回報告の改訂）（平成 20 年 2 月 7 日）

(3) ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書の改善

ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書は、安全性総点検においての指摘及び原子力機構（当時、動燃）が提示した改善方針を受け、ナトリウム漏えい時のプラント基本運用を見直し改善を行った。

○指摘事項

- ・ 1 次系ダンプタンク及びオーバーフロータンクからナトリウム漏えいが発生した場合の対応手順がないので整備する。
- ・ ナトリウム漏えい検出器の誤作動について考慮する。

○改善方針

- ・ ナトリウム漏えいと判断した場合は速やかに原子炉を手動トリップとする。

- ・ 中、小規模のナトリウム漏えい発生の際の判断基準や運転方法を具体的に定める。
- ・ ナトリウム漏えいの判断に関して警報等の情報についてマトリックス表を用いて容易に判断できるようにする。
- ・ ナトリウム漏えい対策の設備改善を考慮した、種々のナトリウム漏えい対応手順を整備する。

1) ナトリウム漏えい時のプラント基本運用の見直し^{*4-5}

ナトリウム漏えい事故以前のナトリウム漏えい時のプラント基本運用は、2次主冷却系の場合、小規模漏えい（R I Dのフィルタ分析によって確認できる状況）の場合は通常停止後通常ドレン、中規模漏えい（オーバフロータンクナトリウム液位等のプロセス量の変化及び火災感知器の作動や現場の白煙発生が確認できる状況）の場合は原子炉手動トリップ後ナトリウム温度の降下を待って緊急ドレン、大規模漏えい（「蒸発器液位低低」で原子炉自動トリップに至る状況）の場合は原子炉自動トリップ確認後緊急ドレンとしていた。「安全性総点検」における指摘及び原子力機構（当時、動燃）が提示した改善方針を受け、プラント基本運用を以下の通りとした。

なお、1次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報発報時対応の問題点を受け、以下の見直しを行った。（詳細は4.1.6項参照）

- ・ 同一機器や配管に設置されている隣接するC L Dの警報が複数発報した場合は、より安全側の対応としてナトリウム漏えいと判断することとした。
- ・ 漏えいの有無の判断がつかない場合（誤警報か否かの確認ができない）とは、機器及び弁に設置されているC L Dのうちの多重化されておらず、検出器本体の検出端が目視確認できないC L Dの警報が発報した場合が想定されることを明確にした。
- ・ 漏えい警報発報後、所定の時間内（24時間以内）に漏えいの有無の判断がつかない場合は、「漏えいの疑い」として原子炉を通常停止とするとしていたが、より安全側の対応とするため、所定の時間を「24時間以内」から「24時間の範囲内で速やかに」へ変更した。

*4-5：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第1回報告の改訂）（平成14年5月31日）

① ナトリウム漏えいの確認

各系統には種々のナトリウム漏えい検出器が設置されているが、複数のナトリウム漏えい検出器が警報を発報した場合、ナトリウム漏えいと判断^(注 1)する。しかし、1 つのナトリウム漏えい検出器のみが警報を発報した場合、ナトリウム漏えい検出器の誤警報の可能性がある。このため、運転員は I T V、現場確認及びフィルタ分析^(注 2)等によりナトリウム漏えいの有無を確認する。漏えいの有無の判断がつかない場合^(注 3)は、漏えいの疑いとして対応を行う。

注 1: 2 個以上の異なるタイプの検出器の警報が発報した場合（例えばガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出器と火災感知器）、2 個以上の空気雰囲気セルモニタの警報が発報した場合は、ナトリウム漏えいと判断する。なお、隣接する C L D の警報が複数発報した場合^(注 4)も安全側の対応としてナトリウム漏えいと判断する。

注 2: ガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出器と同一ラインに設置したフィルタを取り外し、フィルタ分析によりナトリウム漏えいの有無を確認する。

注 3: 漏えいの有無の判断がつかない場合（誤警報か否かの確認ができない）場合とは、機器及び弁に設置されている C L D のうちの多重化されておらず、検出器本体の検出端が目視確認できない C L D の警報が発報した場合が想定される。^(注 4)

注 4: 1 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報発報時対応の問題点を受けて追加。

② 漏えい状況の区分

ナトリウム漏えい時にナトリウムの化学反応の影響により安全上重要な機器が安全機能を失うことがないように、設備の系統分離（3 ループ）を行い影響を限定し、ナトリウムを保有する系統、機器を収納する部屋にはナトリウムとコンクリートが直接接触することを防止するため、鋼製のライナ（以下、「床ライナ」という。）を設置している。安全機能に影響を与える床ライナの健全性への影響の有無を考慮し、漏えい状況の区分を以下のように設定して、漏えい状況に応じて適切なプラント操作を行う。

a. 「漏えいの疑い」

漏えい警報が発報し、漏えいの有無の判断がつかない場合。

b. 「保温材内の漏えい」

ナトリウム漏えいが発生しているが、漏えいナトリウム及びエアロゾルが保温構造等の内部に留まる状況。{機器・配管に設置しているガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出器（S I D、D P D、R I D）のみで漏えいを検出する状況}

c. 「保温材外への漏えい」

漏えいナトリウム又はエアロゾルが保温構造等から部屋へ漏れ出る状況。(ナトリウム漏えいに伴う燃焼又はエアロゾルをS I D、D P D（セル室）、空気雰囲気セルモニタ、火災感知器が検出する状況)

d. 「大規模漏えい」

大規模なナトリウム漏えいにより、原子炉が自動トリップする状況。(1次冷却系ではガードベッセル内漏えいナトリウム液位高警報及び原子炉格納容器床下雰囲気温度高警報等、2次冷却系では蒸発器液位低低警報が発報する状況)

③ 漏えい状況とプラント基本運用

漏えい状況区分毎のプラント基本運用を以下の通りとした。

漏えい状況とプラント運用の関係、1次冷却系及び2次冷却系設備のナトリウム漏えいにおけるプラント基本運用を資料 4.1.2-13に示す。

a. 「漏えいの疑い」

漏えい警報発報後、所定の時間内(24時間の範囲内で速やかに^(注5))に漏えいの有無の判断がつかない場合は、「漏えいの疑い」として、原子炉を通常停止とする。その後ナトリウムドレンを行い、ナトリウム漏えい検出器本体を取り外し点検を行う。

b. 「保温材内の漏えい」 及び 「保温材外への漏えい」

ナトリウム漏えいが確認された場合は直ちに原子炉を手動トリップとする。その後漏えいループのナトリウムドレンを行う。

c. 「大規模漏えい」

原子炉自動トリップを確認後、漏えいループのナトリウムドレンを行う。ただし、1次冷却系は炉心冷却に必要な原子炉容器のナトリウム液位を確保するため、ナトリウムドレンを行わない。

漏えい状況区分毎のプラント基本運用を基に、ナトリウム漏えい時の1次冷却系、2次冷却系、E V S T系のプラント基本運用を以

下の通りとした。

a. 1 次冷却系

1 次冷却系でナトリウム漏えいが確認された場合は直ちに原子炉を手動トリップとするが、漏えい警報発報後所定の時間内(24時間の範囲内で速やかに^{注5)})に漏えいの有無の判断がつかない場合は、「漏えいの疑い」として、原子炉を通常停止とする。その後通常ドレンを行い、ナトリウム漏えい検出器本体を取り外し点検を行う。

1 次冷却系は炉心冷却が最優先であり、設置室は窒素雰囲気であって漏えいナトリウムは燃焼しないため、「保温材内の漏えい」及び「保温材外への漏えい」が確認された場合は原子炉を手動トリップ後直ちにドレンは行わず、炉心冷却に必要な原子炉容器のナトリウム液位を確保しつつナトリウム温度を降下させ、低温停止状態(ナトリウム温度約 200℃)となってから通常ドレンを行う。また、「大規模漏えい」の場合は炉心冷却に必要な原子炉容器のナトリウム液位を確保するため、原子炉自動トリップ後のナトリウムドレンを行わない。

b. 2 次冷却系

2 次冷却系でナトリウム漏えいが確認された場合は直ちに原子炉を手動トリップとするが、漏えい警報発報後所定の時間内(24時間の範囲内で速やかに^{注5)})に漏えいの有無の判断がつかない場合は、「漏えいの疑い」として、原子炉を通常停止とする。その後通常ドレンを行い、ナトリウム漏えい検出器本体を取り外し点検を行う。

「保温材内の漏えい」及び「保温材外への漏えい」が確認された場合は原子炉を手動トリップとし、漏えいループの緊急ドレンを行う。また、「大規模漏えい」の場合は、原子炉自動トリップ後漏えいループの緊急ドレンを行う。

c. 炉外燃料貯蔵設備 (E V S T系)

炉外燃料貯蔵設備でナトリウム漏えいが確認された場合は、当該系統の緊急ドレンを行う。なお、窒素雰囲気室にある系統は通常ドレンを行う。漏えい警報発報後所定の時間内(24時間の範囲内で速やかに^(注5))に漏えいの有無の判断がつかない場合は、「漏えいの疑い」として当該系統の通常ドレンを行う。その後ナトリウム漏えい検出器本体を取り外し点検を行う。

原子炉側の運用として炉外燃料貯蔵設備での「漏えいの疑い」

の場合は原子炉運転を継続し、「保温材内の漏えい」及び「保温材外への漏えい」の場合は原子炉を通常停止とする。

注5：漏えい警報発報後所定の時間は、1次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報発報時対応の問題点の改善を受けて、24時間以内から24時間の範囲内で速やかに変更した。（詳細は4.1.6参照）

2) ナトリウム漏えい対策の設備改善等の運転手順書への反映^{*4-6}

ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書について以下の改善を行った。なお、ナトリウム漏えい対策に伴う設備改善内容は、第5章参照。

- ・ ナトリウム漏えいと判断した場合は速やかに原子炉を手動トリップすることとした。ただし、炉外燃料貯蔵設備からのナトリウム漏えいの場合は、原子炉運転に直接的な影響がないことから通常停止とした。
- ・ 漏えい規模を、「保温材内の漏えい」、「保温材外への漏えい」及び「大規模漏えい」の区分とし、ナトリウム漏えい発生の際の判断基準や運転操作を具体的に定めた。
- ・ ナトリウム漏えいの判断に関して警報等の情報についてマトリックス表を用いて容易に判断できる手順とした。マトリックス表の例を資料4.1.2-14 異常時運転手順書「2次冷却材漏えい(出力運転中)」の2次冷却材漏えい確認マトリックスに示す。
- ・ ナトリウム漏えい対策の設備改善を反映し、種々のナトリウム漏えいに対応できるように漏えい区画毎の対応手順を整備した。
- ・ 1次系ダンプタンク及びオーバフロータンクからナトリウム漏えいが発生した場合の原子炉停止後の対応として、各タンクへナトリウム移送を行う手順を追加した。異常時運転手順書「1次冷却材漏えい」の運転操作マップを資料4.1.2-15に示す
- ・ ナトリウム漏えい検出器の故障等により誤警報が発報する可能性があるため、漏えい警報が発報した場合は、運転員がナトリウム漏えいの有無確認及び誤警報か否かの確認を行う手順とした。運転員が誤警報と判断できない場合は、その後保守担当課が誤警報確認を24時間の範囲内で速やかに行い、誤警報と判断できない場合は、原子炉を通常停止することとした。^(注6)

*4-6：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第4回報告の改訂）（平成20年2月7日）

注 6: 1 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報発報時対応の問題点を受け、誤警報か否かの確認について、運転員と保守担当課の確認範囲を明確にし、保守担当課が行う誤警報の確認時間を「24 時間以内」から「24 時間の範囲内で速やかに」へ変更した。(詳細は 4. 1. 6 参照)

1 次冷却系、2 次冷却系、炉外燃料貯蔵槽設備（E V S T 系）のナトリウム漏えいに関し、漏えい箇所、漏えい状況、ナトリウム漏えい監視、対応操作、安全上の評価に基づき策定したナトリウム漏えい対策の設備改善内容を整理表に示す。(資料 4. 1. 2-16 参照)

異常時運転手順書「2 次冷却材漏えい」の 2 次主冷却系室区画におけるナトリウム漏えいを例として、ナトリウム漏えい警報発生からナトリウムを緊急ドレンするまでの対応手順について概要を以下に示す。異常時運転手順書「2 次冷却材漏えい(出力運転中)」の抜粋を資料 4. 1. 2-14 に示す。

①「保温材内の漏えい」の場合

保温材内のナトリウム漏えいは、R I D 又は C L D により漏えいを判断する。これらの検出器によりナトリウム漏えいが確認された場合は、速やかに原子炉を手動トリップする手順とした。また、漏えいしたナトリウムは、まずは保温材内に溜まるため、直ちにナトリウムによる床ライナへの影響はないが、漏えい量抑制の観点から設備改善により設置された緊急ドレンスイッチ操作による緊急ドレン操作を行う手順とした。なお、保温材内のナトリウム漏えいの場合は、床ライナへの影響はないことから、保温材外へのナトリウム漏えい時の対応とは違い、緊急ドレン操作までの時間設定はしない手順とした。(緊急ドレンによる蒸発器ナトリウム液位低下により換気空調設備は自動停止するが、ナトリウムドレン後、現場を確認し、換気空調設備は起動する手順とした) 保温材内のナトリウム漏えい時の緊急ドレン対応は今後の運転経験等を踏まえ、運用の見直しを検討する。

②「保温材外への漏えい」の場合

保温材外へのナトリウム漏えいは、エアロゾルによる煙が発生するため、今回の設備改善で設置した空気雰囲気セルモニタ（煙感知型）又は火災感知器が動作する。空気雰囲気セルモニタ（煙感知型）が動作した場合は、換気系が自動停止する。漏えいの早期検知の観点から新たに設置された総合漏えい監視盤にて動作した区画を特

定できると共に、I T Vにより状況の目視確認ができる。この場合は、速やかに原子炉を手動トリップする。また、保温材外にナトリウムが漏えいしていることから、床ライナの健全性確保の観点により空気雰囲気セルモニタ警報発生から総合漏えい監視盤による漏えいループ及び漏えい区画（エリア）の確認、原子炉手動トリップ操作及びその後崩壊熱除去系運転等の確認を含めて 15 分以内に緊急ドレン操作を行う手順とした。このことにより、43 分以内にナトリウムドレンは完了する。なお、工事確認試験において、漏えい検出からナトリウムドレン完了までの時間のうち、漏えい検出時間、緊急ドレン操作スイッチ「入」からドレン開始までの時間、ドレン開始からドレン終了までの時間を測定し、規定時間内であることを確認した。また、漏えい検出後から緊急ドレン操作スイッチ「入」までは運転員対応操作であることから、運転訓練シミュレータを用いた模擬操作において規定時間内で対応可能であることを確認した。ナトリウムドレン完了まで時間の内訳を資料 4.1.2-14 異常時運転手順書「2 次冷却材漏えい(出力運転中)」の図-1「保温材外へのナトリウム漏えい継続時間の内訳」に、また、ナトリウムドレンを 43 分以内に完了させることに対する妥当性を資料 5.1-3「2 次ナトリウム補助設備充填ドレン系の設備改造に係るドレン所要時間とその妥当性について」に示す。

③「大規模漏えい」の場合

大規模なナトリウム漏えいが発生すると、空気雰囲気セルモニタ、火災感知器が動作することはもちろんのこと蒸発器内のナトリウム液位が低下する。その場合は、蒸発器ナトリウム液位低低信号により 2 次主循環ポンプ自動トリップ、原子炉自動トリップとなる。大規模なナトリウム漏えいの場合は、床ライナの全面にナトリウムが広がり、漏えいナトリウムは連通管を通じてタンク室の貯留室に回収される。この場合の運転操作は、原子炉自動トリップ後に、緊急ドレン操作を行うと共に、室温上昇を確認(空気雰囲気セルモニタ(熱感知型)の動作)したのち燃焼抑制のため該当区画に人がいないことを確認後、ナトリウム燃焼を抑制するため窒素注入操作を行う手順とした。

3) まとめ

ナトリウム漏えい時のプラント基本運用の見直しを行い、ナトリウム保有系統である 1 次冷却系、2 次冷却系及び E V S T 系のナトリウム漏

えいに係る異常時運転手順書について、漏えい規模を保温材内の漏えい、保温材外への漏えい及び大規模漏えいの区分とし、ナトリウム漏えい発生の際のマトリックス表を用いた漏えい判断や運転操作を明確にした。また、ナトリウム漏えい対策の設備改善を反映し種々のナトリウム漏えいに対応できるように、漏えい区画（エリア）毎の対応手順を整備した。今後はプラントの運転経験により得られた知見の反映など、運転手順書の改正を継続的に行っていく。

(4) 徴候ベースの運転手順書の導入計画^{*4-7}

安全性総点検において、徴候ベース（設計基準事象を超える事象）の運転手順書の導入を計画的に進めることが必要であるとの指摘を受け、異常時の対応手順の更なる強化を図るため、徴候ベースの運転手順書の導入について以下の改善を行った。

*4-7：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第4回報告の改訂）（平成20年2月7日）

1) 「軽水炉」におけるアクシデントマネジメント(以下「AM」という。)の整備状況について

軽水炉においては、TMI事故(昭和54年3月)及びチェルノブイリ事故(昭和61年4月)を背景として、「通産省原子力発電技術顧問会・原子力マニュアル等検討会中間とりまとめ(昭和62年7月)」を受け、昭和63年頃、各電気事業者において、BWRでは「徴候ベース手順書」、PWRでは「安全機能ベース手順書」と呼ばれる手順書として炉心損傷防止のマニュアル整備が行われた。

その後、平成4年5月に原子力安全委員会より「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネジメントについて」が示されると共に、平成4年7月に通産省資源エネルギー庁から電気事業者に対し「原子力発電所内におけるアクシデントマネジメントの整備について」の文書が出された。

これを受けて、電気事業者は、平成6年3月に「AM整備方針報告書」を提出し、平成14年5月に「AM整備報告書」及び「AM整備有効性評価報告書」を保安院に提出している。

注) AM（アクシデントマネジメント）とは、工学的には現実的に起こるとは考えられないほど発生の可能性が十分小さいが、設計基準

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、現在の設計に含まれる安全余裕や安全設計上想定した本来の機能以外にも期待し得る機能又はそうした事態に備えて新規に設定した機器等を有効に活用することによって、それがシビアアクシデントに拡大するのを防止するため、若しくはシビアアクシデントに拡大した場合にもその影響を緩和するために採られる措置をいう。

2) 「もんじゅ」における徴候ベースの運転手順書の導入について

「もんじゅ」における徴候ベースの運転手順書については、軽水炉の動向も踏まえ、平成元年から徴候ベースの運転手順書の検討作業を開始し、確率論的安全評価（P S A）知見による事故シーケンス分析等を行い、対象となる事象の選定と分類及びその対応措置の摘出及び検討を、大洗研究開発センターの高速増殖炉安全研究の関係者等と共にを行った。

この検討に基づき、「もんじゅ」では、徴候ベースの運転手順書の導入計画を検討すると共に、手順書体系上の名称を軽水炉に準じて「異常時運転手順書Ⅱ」として整備することとし、平成 16 年に手順書として制定した。「異常時運転手順書Ⅱ」の検討経緯を図 4. 1. 2-17 に示す。また、異常時運転手順書Ⅱの全体フローを図 4. 1. 2-18 に示す。

異常時運転手順書Ⅱの操作手順項目は以下の通りである。

① 「原子炉停止失敗」時の「反応度制御」操作手順

異常な過渡変化時のスクラム失敗事象発生時に、運転員の適切な操作により反応度制御を行い、炉心損傷を防止もしくは緩和することを目的とした手順

② 「崩壊熱除去機能喪失」時の「炉心冷却」操作手順

崩壊熱除去機能喪失事象発生時に、運転員の適切な操作により炉心冷却機能を確保し、炉心損傷を防止することを目的とした手順

③ 「液位確保失敗」時の「原子炉液位確保」操作手順

原子炉内 1 次ナトリウム液位喪失事象発生時に、運転員の適切な操作により原子炉内の 1 次ナトリウム液位を確保し、炉心損傷を防止もしくは緩和することを目的とした手順

また、「もんじゅ」の安全性を一層向上させるためのアクシデントマネジメントの整備を進め、実施体制、手順書類及び教育計画を含めた運用のための「アクシデントマネジメントガイドライン（AMG）」を

整備し、平成 20 年 3 月に軽水炉と同様に「AM整備報告書」を提出してした。アクシデントマネジメントの整備において、「異常時運転手順書Ⅱ」の充実を図った。

3) まとめ

異常時運転手順書と相まって異常時対応の更なる強化を図るため、徴候ベース（設計基準事象を超える事象）の運転手順書として「異常時運転手順書Ⅱ」を制定した。また、設計基準事象を超え炉心が大きく損傷するおそれのある事態としてシビアアクシデントに拡大するのを防止するため、若しくはシビアアクシデントに拡大した場合にもその影響を緩和するために採られる措置として「アクシデントマネジメントガイドライン（AMG）」を定めた。AMGは、プラントパラメータ等の各種情報の収集、分析、評価を行い、プラント状態を把握し、実施すべき対応操作を総合的に検証、判断しながら行うこととしている。そのため、運転員が使用する「異常時運転手順Ⅱ」では対応が出来ないことから、中央制御室の運転員とは別にAMGを検討する支援組織を定め、支援組織が中央制御室の運転員に指示・指導・助言等の技術的支援を行う実施体制を整えた。更に、AMGに関する手順書類及び教育計画を含めた運用を定めた。今後、保安院による有効性を確認後、保安規定に運転手順書としての位置付けを記載予定である。

(5) 通常時運転手順書の改善

通常運転時に使用する手順書であるプラント起動・停止手順書、設備別運転手順書、定期試験手順書、警報処置手順書等は、原子力機構（当時、動燃）が実施した安全総点検を受けすでに改善を行っている。その改善内容を、今回新たに安全性総点検報告としてまとめた。以下に改善項目及び改善内容を示す。表 4. 1. 2-19 にプラント起動・停止手順書等各運転手順書の改善項目を示す。

- ・ プラント起動・停止手順書における設備別運転手順書の呼び出しをできる限り最小限にし、プラント起動・停止手順書の中に書き込み、プラント起動・停止手順書で操作可能な記載にする必要がある。また、操作及び確認項目毎にチェック欄を設け、確実な操作確認を行えるようにする必要がある。
- ・ 設備別運転手順書、定期試験手順書、定例試験手順書において、確認すべき機器の状態、プロセス量等を定量的に記載するなど記載内容

を見直し、充実を図り、操作及び確認項目毎にチェック欄を設け、確実な操作確認を行えるようにする必要がある。

- ・ 警報処置手順書において、警報処置手順書内で対応措置を完結させる場合は、異常の判断から対応措置を具体的に記載する必要がある。また、通報連絡に関する内容を記載する必要がある。
- ・ 巡視点検手順書において、異常の早期発見の観点から確認計器の標準値を追加、見直しする必要がある。

1) プラント起動・停止手順書の改正

プラント起動・停止手順書について以下の改善を行った。プラント起動・停止手順書の抜粋を資料 4.1.2-20 に示す。

- ・ プラント起動・停止手順書における設備別運転手順書の呼び出しを出来る限り最小限に止め、プラント起動・停止手順書の中に書き込んで操作可能な記載内容とした。
- ・ プラント起動・停止手順書における各サブブレイクポイントへの移行条件が一部しか記載されていなかったもので、移行条件を追加し、より明確にした。
- ・ 確実な操作、確認、監視が行えるように記載内容を追加、見直した。
- ・ 確実な操作確認を行うため、操作・確認項目についてチェック欄を設けた。

2) 設備別運転手順書、定期試験手順書、定例試験手順書の改正

設備別運転手順書、定期試験手順書、定例試験手順書について、以下の改善を行った。設備別運転手順書の抜粋を資料 4.1.2-21 に示す。

- ・ 確実な操作、確認、監視が行えるように、確認すべき機器の運転状態、プロセス量等を定量的に記載した。
- ・ 確実な操作確認を行うため、操作又は確認項目をわかりやすいように、具体的に記載した。また、機器等の名称・番号、確認計器番号を追加、見直した。
- ・ 確実な操作確認を行うため、操作・確認項目についてチェック欄を設けた。

3) 警報処置手順書の改正

警報処置手順書について、以下の改善を行った。警報処置手順書の抜粋を資料 4.1.2-22 に示す。

- ・ 事象の推移によって警報処置手順書での対応範囲を超えることになる場合は異常時又は故障時運転手順書への移行先を明記した。
- ・ 警報処置手順書内で対応措置を完結させる場合は、異常の判断から対応措置を具体的に記載した。
- ・ 異常発生判断に必要なプロセス量等の確認項目を追加、見直した。
- ・ 警報毎に作成している警報処置手順書に外部通報連絡の要否について記載した。

4) 巡視点検手順書の改正

巡視点検手順書について、異常の早期発見の観点から、手順書中の標準値、スイッチ状態等の状態確認欄に確認計器の標準値を追加、見直した。巡視点検手順書の抜粋を資料 4.1.2-23 に示す。

5) まとめ

プラント起動・停止手順書、設備別運転手順書、定期試験手順書等の通常時運転手順書について、確認すべき機器の状態、プロセス量等の定量的な記載など記載内容を充実し、確実な操作確認を行うためのチェック欄を設けるなどの改善を行い、すべての通常時運転手順書の改正を行った。また、これまでの運転経験及び設備改善等についての反映を完了した。今後は性能試験や本格運転でのプラントの運転経験により得られた知見の反映など、運転手順書の改正を継続的に行っていく。

(6) まとめ

ナトリウム漏えい事故の安全性総点検における指摘事項及び改善方針を受けて、ナトリウム漏えい時のプラント基本運用の見直しを行い、ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書について、漏えい規模を保温材内の漏えい、保温材外への漏えい及び大規模漏えいの区分とし、ナトリウム漏えい発生の際のマトリックス表を用いた漏えい判断や運転操作を明確にした。また、ナトリウム漏えい対策の設備改善を反映し種々のナトリウム漏えいに対応できるように、漏えい区画（エリア）毎の対応手順を整備した。

異常時及び故障時運転手順書の体系については類似事象の整理、火災等想定事象の追加を行い、運転手順書改正手続きについては運転手順書間・関係規定類の整合性の確認、所内審査承認の仕組みを明確にし

た。運転手順書の改正に当たっての基本事項をマニュアルに定め、運転操作における判断基準を明確にする等、運転員にとっての使いやすさに配慮した記載内容とし、プラント起動・停止手順書等のすべて通常時運転手順書、異常時及び故障時運転手順書の改正を行った。今後もプラントの運転経験の反映などの運転手順書類の改正を行う際には、同様な対応を行っていく。

異常時運転手順書「蒸気発生器伝熱管破損」等については操作手順の考え方を整理し改正した。また、運転手順書体系の見直しにおいて、「中間熱交換器伝熱管破損」、「火災」、「復水器細管漏えい」、「直流電源喪失」、「地震・津波」等の異常時及び故障時運転手順書を新規制定した。

また、異常時運転手順書と相まって異常時対応の更なる強化を図るため、徴候ベース（設計基準事象を超える事象）の運転手順書として「異常時運転手順書Ⅱ」を制定し、「アクシデントマネジメントガイドライン（AMG）」を整備した。

試運転再開に向けて、運転手順書類は安全性総点検の指摘事項に対する改善、運転経験及び設備改善等についての反映を完了しており、今後は性能試験や本格運転でのプラントの運転経験により得られた知見の反映など、より使い易い手順書とすべく運転手順書類の改正を継続的に行っていく。

4. 1. 3 運転員・保守員を含む技術系職員の教育訓練、及び運転体制等の充実強化

「安全性総点検」において、運転員に対する教育訓練期間が軽水炉と比較して短い部分があり、また、試運転時に運転員を技術的に支援できる者の配置が必要であるとの指摘を受け、運転員の教育訓練及び運転体制の充実強化を図るため、以下の改善を行った。

なお、保守員を含む技術系職員の教育訓練についても充実強化を図った。

(1) 運転員教育・訓練の改善

安全性総点検の指摘を受け、軽水炉での教育・訓練内容の調査結果を踏まえ、教育・訓練体系の見直しを行うと共に、以下に示す教育・訓練項目の追加・整理、評価の反映、及び教育訓練資材の整備を実施した。

1) 運転員の教育・訓練項目の追加・整理^{*4-8}

ナトリウム漏えい事故以前の「もんじゅ」の運転員に対する教育・訓練は、「もんじゅ運転訓練シミュレータ」（MAR S : Monju Advanced

Reactor Simulator) (以下「シミュレータ」という。)を用いた訓練を主体とするものであり、自主点検において、以下の各教育に教育内容の不足等の問題点が挙げられたので、以下の改善を行った。

- ① ナトリウム漏えいに係る教育
- ② 基礎知識習得に係る教育
- ③ 階層別に必要な机上教育
- ④ 反復教育
- ⑤ 管理・監督者（当直長及び補佐）向け教育

① ナトリウム漏えいに係る教育

a. ナトリウム漏えい事故教育の追加

「原子力技術者と社会一般の安全に対する考え方に隔たりがある」と報道等で指摘された事を受け、ナトリウム漏えい事故教育を「初級机上教育」に追加した。

「初級机上教育」の中では、ナトリウム漏えい事故の教訓を風化させないため、当時の報道番組を教材として、プラントの安全だけでなく社会的安心が求められていることについて周知徹底を図っている。

b. ナトリウム漏えい事故対応訓練の強化

ナトリウム漏えい事故以前、発電課配属時のみに実施していた「ナトリウム消火訓練」を運転員に対し反復教育として1回/年の受講を義務付けた。

また、ナトリウム漏えい発生の有無を運転員自らが現場で確認できるように、防護服、空気呼吸器の装着や、1次系、2次系及び炉外燃料貯蔵槽冷却系のナトリウム漏えい検出器のフィルタサンプリングとリトマス紙による分析方法、1次系ナトリウム漏えい検出器のフィルタ放射能バックグラウンド測定を訓練する「現場実技訓練」を追加した。

更に、シミュレータ訓練では現場の対応操作訓練に限界があるため、実プラントの制御盤又はシミュレータ制御盤を用いて、防護具の装着、現場の確認、通報連絡等に習熟するために行う「異常時模擬訓練」を追加した。

これらの訓練により、ナトリウム漏えい事故時の初期対応操作を確実に実施できるようにした。

② 基礎知識習得に係る教育

プラントの運転に必要な機械、電気、計測制御等の基礎知識に関する教育については、ナトリウム漏えい事故以前は、運転員全員が他プラントの運転経験者であったため、特に設定はしていなかった。

しかし、ナトリウム漏えい事故以後は、新入職員も運転直に配属されるようになり、軽水炉でも実施している基礎知識に関する教育が必要になった。

このため、パソコンを用いて一般的な基礎知識教育が受講できるC A I (Computer Assisted Instruction) システムを導入し、機械、電気、計測制御等の教材を整備すると共に、「もんじゅ」専用教材として「原子炉物理コース」と「ナトリウム取扱コース」を製作し、新入職員や編入者の若年層を対象とした自主学習用教材とした。

③ 階層別に必要な机上教育

ナトリウム漏えい事故以前は、主にシミュレータを用いた運転操作訓練が主体であったが、軽水炉では、階層別に必要な知識を習得する机上教育も合わせて実施していることから、「もんじゅ」においても各階層別に机上教育を追加・整理した。

表 4.1.3-1 にナトリウム漏えい事故前後の階層別教育・訓練対比表を示す。

④ 反復教育

反復教育は、運転員が必要とされる知識・技能を維持するために毎年行う必要がある訓練である。

ナトリウム漏えい事故以前では、チームワークの維持・向上を目的とした「直内連携訓練」のみを反復教育として設定していた。

漏えい事故以後は、毎年実施すべき訓練項目を検討し、上記①に示した「ナトリウム漏えいに係る教育」の他、表 4.1.3-2 反復教育変更表に示す教育・訓練項目を追加した。

⑤ 管理・監督者（当直長及び当直長補佐）向け教育

ナトリウム漏えい事故以前の管理・監督者向け教育・訓練は、シミュレータ訓練のみであり、プラントの管理に必要な管理能力の向上については自己研鑽で実施していた。また、技術面以外の社会情勢や精神面での教育は行われていなかった。

このため、運転管理上遵守すべき事項に関する教育として「運転管理者教育」を追加すると共に、軽水炉プラントの教育・訓練を実施しているBWR運転訓練センター（BTC）、原子力訓練センター（NTC）に依頼し、軽水炉でのトピックス等の講義を行う「特別訓練」を実施している。

更に、所内の有識者を講師として、「もんじゅ」を取り巻く社会情勢や「もんじゅ」の現状、及び管理・監督者としての経験談等をもとに視野拡大を行うための教育として「当直長セミナー」を追加した。

上記の教育訓練の改善については、「運転員教育訓練マニュアル」（発電課マニュアル）に反映した他、平成13年度には「発電課教育訓練ガイドライン」（発電課マニュアル）を制定し、各教育・訓練の具体的な内容を規定した。添付資料4.1.3-3に運転員教育訓練マニュアルの抜粋を、添付資料4.1.3-4に発電課教育訓練ガイドラインを示す。

これらの改善により、ナトリウム漏えい事故以前の教育・訓練日数と比較し、現在の教育・訓練日数は大幅に増加した。

図4.1.3-5にナトリウム漏えい事故前後の教育・訓練日数の比較を、図4.1.3-6にナトリウム漏えい事故後の階層別教育・訓練（机上＋シミュレータ）と反復教育（直内研鑽会を除く）の実績を示す。

*4-8：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第4回報告の改訂）（平成20年2月7日）

2) 教育・訓練の評価・反映^{*4-9}

ナトリウム漏えい事故以前には、教育・訓練に対する定量的な評価が不足していた。

ナトリウム漏えい事故後、各運転班に対する教育・訓練の評価手法として、「管理者立会い訓練」と「個人評価表」を実施することにした。

管理者立会い訓練は、原子炉主任技術者、発電課長が直内連携訓練に立会い、運転員の対応操作を確認するものであり、この立会い時の指摘事項等を「管理者立会い訓練報告書」にまとめ、当直長は指摘事項に対する改善策、指導方針等を検討し、反映事項欄に記入すると共に、運転班内の教育・訓練に反映させるシステムである。この管理者立会い訓練報告書により、運転班としての力量評価を実施しており、原子炉主任技術者、発電課長、及びシミュレータ訓練を指導する教官（以

下「インストラクタ」という。)へ回覧し、指摘事項が今後の教育・訓練にどのように反映されるかを確認するシステムである。

個人に対する評価手法としては、従来から実施している運転員資格審査での口頭試問による知識、理解度、技術力等の確認に加え、階層別（初級、中級、上級）シミュレータ訓練時には、インストラクタが訓練中の対応力、理解度、訓練態度等を実評価する「個人評価表」を作成するシステムとした。これらにより、運転員としての力量評価を実施している。なお、この個人評価表は、次の階層別訓練時にインストラクタの指導用資料となると共に、当直長に送付し、今後の指導方針等を所属当直長が記入した後、発電課長、インストラクタが確認するシステムである。

これらを「シミュレータ訓練評価マニュアル」（発電課マニュアル）として制定した。添付資料 4.1.3-7 にシミュレータ訓練評価マニュアルの抜粋を示す。

更に、全ての教育を対象とした教育評価システムをFBRセンターの品質保証体系の3次文書である「教育訓練実施要領」に定め、受講者が「外部訓練報告書」を作成し、出された意見、要望を必要に応じて教育・訓練に反映できるシステムとした。

また、運転員の力量評価の一環として、教育・訓練終了後に確認試験を実施し、定量的な評価を行うと共に、アンケート調査を行い、教育・訓練の改善に資する取り組みを試行中である。

*4-9：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第4回報告の改訂）（平成20年2月7日）

3) 運転訓練シミュレータ設備の充実^{*4-10}

「もんじゅ」運転員は、通常起動・停止操作及び異常時・故障時の対応操作訓練を、シミュレータを用いて実施している。

シミュレータは、主に中央制御室での対応操作を訓練するために製作されており、中央制御室内に設置されている制御盤を模擬する「中央制御盤模擬盤」、「中央監視盤模擬盤」と、現場対応操作の一部分を簡易的に模擬している「現場模擬操作室」から構成されている。

ナトリウム漏えい事故以前のシミュレータでは、中央制御室内で操作可能な範囲での漏えい対応訓練は行っていたが、2次系ナトリウム漏えいを判断するために必要な「漏えい現場での白煙発生」及び「現場制御盤（A-512室）の漏えい検出器指示値」は模擬されていなかった。ま

た、中央制御室内で確認する必要がある「火災報知器の確認」や、漏えいナトリウムの燃焼抑制のために必要な換気空調盤での「換気空調系の停止」といった対応操作ができなかった。このため、インストラクタから現場運転員に口頭で情報を与えて訓練を実施していた。

ナトリウム漏えい事故後は、2次系ナトリウム漏えいの判断に必要な「現場での白煙発生」の模擬映像表示機能及び「現場制御盤のバーチャル化」を追加し、現場模擬範囲の拡大を行った。更に、中央制御室内で模擬範囲外となっていた「火災報知器」や「換気空調制御盤」を追加し訓練を実施してきた。

現在では、「もんじゅ」のナトリウム漏えい対策工事に合わせて、「総合漏えい監視盤模擬盤」、及び「緊急ドレン機能」を追加し、これらの設備を用いた2次系ナトリウム漏えいの対応訓練を実施できるようにした。

図 4.1.3-8 から図 4.1.3-12 にシミュレータ改造箇所を示す。

*4-10：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第4回報告の改訂）（平成20年2月7日）

4) 運転再開へ向けての教育・訓練

ナトリウム漏えい対策工事の開始に伴い、平成17年度からは添付資料 4.1.3-13 に示す運転再開に向けての「もんじゅ」運転員教育・訓練計画を策定し、以下の教育・訓練を行っている。

- 平成16年度に制定した「異常時運転手順書Ⅱ」の上級運転員に対する教育・訓練を行い、平成18年度から階層別教育（上級コース）に組み込み
- 改訂した「異常時運転手順書」、「故障時運転手順書」及び「プラント起動・停止操作手順書」を用いた再訓練
- 「もんじゅ」以外（「常陽」、「電力」）での運転経験研修

また、運転直内の連携訓練を行う直内連携コースでは、異常時・故障時の直内連携対応訓練を主体に実施していたが、性能試験に向けて平成19年度から「プラント起動・停止操作」を追加し、通常操作の習熟、強化を図った。また、各運転直が運転技能の向上及びチームワークの強化をより一層図るために年間の訓練日を10日間から12日間に増加させた。

更に、性能試験開始前にはシミュレータによる性能試験手順書の確認

を行うこととしている。

5) 新たな知見（地震対応）に対する教育

平成 20 年度からは、「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震発生時の運営管理に係る評価結果と今後の対応について（連絡）」（平成 19・12・19 原院第 3 号）に従い、平成 19 年 7 月に発生した「新潟県中越沖地震」によるプラント各設備への影響を参考事例とした机上での想定訓練を行うと共に、シミュレータ訓練では異常時運転手順書「外部電源喪失」、故障時運転手順書「地震・津波」等の想定される事象を重ね合わせた複合事象対応訓練を実施している。

更に、平成 20 年度からは常駐消防要員となる運転員に対して消火設備取扱訓練を実施している。

表 4.1.3-14 に平成 8 年度から平成 20 年度までの教育・訓練内容及びシミュレータ設備の改善履歴を示す。

6) 運転員の教育・訓練期間の確保^{*4-11}

安全性総点検の指摘を受け、運転員の教育・訓練期間の確保を目的とした運転体制について取り組んできた。

ナトリウム漏えい事故以降は低温停止状態であることから、5 班 3 交替の運転体制を維持しつつ、運転直 1 班当りの運転員数を 6 名としている。運転員の教育・訓練期間を確保するために、階層別の机上教育・シミュレータ訓練等、運転直を離れて行う教育・訓練項目を計画的に実施できる人員体制とし、教育・訓練を強化すると共に、運転直勤務を外れる期間を教育・訓練のために積極的に活用してきた。また、運転直内においても、教育・訓練時間を確保し、教育・訓練を実施してきた。

その後、ナトリウム漏えい対策工事を終了し、工事確認試験を実施するにあたり、更に運転員の教育・訓練の充実を図るため、教育・訓練期間を確保することを主目的においた運転班体制に改めることとし、その導入の検討を行った。検討の結果、運転直のサイクルを実質 5 班 2 交替制に変更すると共に、教育・訓練を主に実施するための期間として運転直勤務を外れる期間を「研修直」として、教育・訓練期間を明確にした体制とすることとし、工事確認試験期間中の平成 19 年 7 月 16 日より新体制による試行を開始した。変更した体制については、プラント確認試験期間中に評価を行い、「研修直」中の教育・訓練時間を確実に確保できることを確認し、平成 21 年 4 月からは正式に 5 班 2 交替

制とした。

この体制変更による教育・訓練時間の増加は約 70 時間あり、平成 20 年度実績としては、移行前の平成 18 年度に比べ運転班としての集合教育では約 30 時間の教育・訓練時間の増加となり、運転員個人での教育・訓練時間の増大が図られた。

図 4.1.3-15 に運転体制変更前後の教育・訓練時間の比較を示す。

*4-11：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第 4 回報告の改訂）（平成 20 年 2 月 7 日）

(2) 運転員の力量評価

運転員の資格審査については、「原子力発電所運転員の教育・訓練指針（J E A G 4802-2002）」に準じて制定した「運転担当者資格基準審査マニュアル」（発電課マニュアル）により、運転担当者の申請資格及び資格基準審査の実施方法等を規定している。

資格基準審査は、図 4.1.3-16 「もんじゅ」運転員教育・訓練体系に示す運転経験年数を満足し、各運転員レベルで必要な教育・訓練を実施後、当直長が申請資格を満足していることを確認し、発電課内の課長を含めた管理職による口答試験を行い、資格基準審査に合格した者に発電課長が運転員資格を付与している。

当直長については「運転責任者の認定に関する要領」（品質保証体系の 3 次文書）を定めて、運転責任者の資格基準審査を実施している。発電課長が申請資格を満足していることを確認し、運転責任者認定委員会による実技試験及び口答試験を行い、資格審査に合格した者に所長が運転責任者資格を付与している。なお、運転責任者認定委員会は所長、原子炉主任技術者、各主任技術者、及び F B R センター幹部等で構成している。

なお、出向、転入者については、軽水炉等からの出向者の場合運転経験換算係数は 0.8 として経験年数を算出すると共に、「もんじゅ」が停止している期間の経験年数は運転経験換算係数 0.8 で算出し、運転員の昇資格目安に従って各運転員レベルでの教育・訓練を実施した上で、資格基準審査を行っている。表 4.1.3-17 運転経験年数換算基準を、表 4.1.3-18 「もんじゅ」運転員の昇資格目安を示す。

(3) 運転体制の充実・強化

1) 運転体制の整備

「もんじゅ」の運転管理及び運転操作を行うプラント管理部発電課には、平成 21 年 10 月現在、74 名が在籍しており、そのうち訓練運転員を含む総運転員数は 58 名を確保している。

運転直は 5 班で編成され、各運転直は当直長、当直長補佐、上級運転員、中級運転員、初級運転員、訓練運転員で構成し、ナトリウム漏えい事故経験者、「常陽」及び「ふげん」経験者、軽水炉経験者を配置しており、運転直 1 班当りの運転員数は 11～12 名である。

現在、各運転直の運転員数を約 6 名とし、運転直以外の運転員については点検作業管理及び試験管理を行う試験/点検班、プラント運営管理を行うプラント管理チーム、及び運転手順書の見直しを行う手順書検討チームで運転管理を行っている。

保安規定第 15 条「原子炉の運転員の確保」では、原子炉の状態が運転、起動及び停止の場合は当直長 1 名を含めて運転直 1 班当たり 7 名以上、低温停止及び燃料交換の場合は 5 名以上としている。この運転員数については、安全性総点検報告に係る改善での異常時運転手順書改正時の運転訓練シミュレータによる操作手順の妥当性確認に併せて行った運転員数の充足性確認により、運転操作対応が適切に実施できることを再確認した。また、常時中央制御室に確保する運転員数は、原子力関係技術業務等の経験年数が 2 年以上でかつそのうち「もんじゅ」の運転経験が 9 ヶ月以上有する中級運転員（当直長及び当直長補佐を含む）以上の運転員を原子炉の状態が運転、起動及び停止の場合は 3 名以上、低温停止及び燃料交換の場合は 2 名以上としている。

運転再開に向け、保安規定で必要な上級運転員、中級運転員等各クラスの運転員を確保するため、各運転員の運転経験年数に応じた教育・訓練計画を策定し、計画的に教育・訓練を実施してきた。今後の性能試験での運転操作を考慮し、平成 21 年 10 月現在では、保安規定での運転員数より多い運転直 1 班当たり 10～11 名（訓練運転員を除く^(注 7)）を確保している。そのうち中級運転員以上の運転員数は 6～8 名となっている。なお、今後実施する性能試験のうち炉心確認試験では、水・蒸気系を運転しないことから、運転直 1 班当りの運転員数を 8～9 名とする予定である。

注 7：保安規定上の運転員は初級運転員以上であることから、訓練運転員は除外した。

2) 試運転体制時の運転員支援体制の強化^{*4-12}

安全性総点検の指摘を受け、試験内容に応じて運転員を技術的に支援できる体制の強化に取り組んできた。

ナトリウム漏えい対策工事後に行われた工事確認試験及び工事確認試験に引き続き実施したプラント確認試験に際しては、プラント管理部発電課内に試験班を設け、運転員の支援体制を強化した。

試験班は、当直長経験者の下に十数名の試験班員(運転員)を配置し、試験項目毎に担当者を定め、試験に関する計画、実施、解析・評価を行うと共に、他課が実施する試験については試験内容の確認を行った。試験の実施に当たっては、試験班員は当直長の指揮下に入り、運転員に対して試験内容の説明、試験操作助勢等の技術的に支援すると共に、試験を主体的に進めた。

今後の性能試験においては、プラント確認試験と同様に試験班を設置し、継続的に運転員の支援体制を強化することとしている。

*4-12：引用報告書：高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について（第4回報告の改訂）（平成20年2月7日）

(4) 保守員を含む技術系職員の教育訓練の充実

「もんじゅ」の運転・保守を確実に実施していくためには、それを行う現場に専門的能力が備わっていることが必要であるだけでなく、ナトリウムの取扱いなどの専門的な知見を必要とする分野においては、現場の専門家の判断を尊重して行わなければならない。このため、現場にはプラント及びその構成要素の設計、性能、状態の把握に基づいて的確な判断を行うための専門的能力維持、向上が必要であり、「もんじゅ」シミュレータ、及びナトリウム取扱研修棟と保守研修棟からなるFBRサイクル総合研修施設を用いた専門的な教育訓練を実施している。

保守員を含む技術系職員を対象に、以下の教育訓練を計画的に実施している。

1) ナトリウム取扱研修棟を用いた教育訓練

① ナトリウム専門技術（技術系職員を対象）

ナトリウムの基礎知識に加えて、ナトリウムによる腐食機構や純度管理の設計根拠などを幅広く学習

② ナトリウム消火訓練（技術系職員及び運転員、自衛消防隊員を対象）

ナトリウムの基礎知識や人体への影響、消火の方法について机上及

び体験実習にて学習

- ③ ナトリウム取扱技能認定（保守員を中心としたナトリウム取扱作業者を対象）

ナトリウムの発火・燃焼メカニズムの理解及びナトリウム処理作業を体験学習

- ④ ナトリウムループ運転技術（運転員及び技術系職員を対象）

ナトリウムループ関連の運転技術について机上及び実習により学習

- ⑤ ナトリウム配管漏えい対応訓練（技術系職員を対象）

ナトリウム配管漏えい時の漏えい挙動の把握及び措置対応作業の学習

2) 保守研修棟を用いた教育訓練

- ① 制御棒駆動機構（保守員及び技術系職員を対象）

制御棒駆動機構の構造や動作メカニズムを机上及びモデルを用いて学習

- ② 電源盤点検作業（保守員及び技術系職員を対象）

電源盤の構造やしゃ断器、保護継電器の構造・原理を机上学習し、保守点検作業を体験学習

- ③ 計測制御（保守員及び技術系職員を対象）

P I D制御の基礎理論を机上学習し、P I D制御装置の運転や最適調整方法などを体験学習

- ④ 燃料取扱及び貯蔵設備（保守員及び技術系職員を対象）

設備構成、燃料移送順序等の知識を机上及びモデルを用いて学習

- ⑤ 水系機器運転・保守（保守員及び技術系職員を対象）

ポンプの基礎理論を机上学習し、水系ループの運転やポンプの分解・組立・試験を体験学習

- ⑥ メカニカルシール分解点検作業（保守員及び技術系職員を対象）

2次ポンプメカシール部の構造を机上学習し、モデルを用いて点検作業の体験学習

(5) まとめ

安全性総点検での指摘事項を受け、運転員の教育・訓練の見直しを行い、階層別教育、反復教育等の充実を図ると共に、シミュレータ設備の充実を図ってきた。また、「管理者立会い訓練」「個人評価表」の導入により、運転員資格基準審査と併せ、各運転班及び運転員個人としての力

量評価を行い、運転技術の向上を図ってきた。

更に、「異常時運転手順書Ⅱ」、「異常時運転手順書」、「故障時運転手順書」及び「プラント起動・停止操作手順書」の再訓練、「もんじゅ」以外（「常陽」、「電力」）での運転経験研修や「新潟県中越沖地震」での新知見に対する教育・訓練を実施する等、運転再開へ向けた取り組みを着実に実施してきた。また、平成19年7月から「研修直」を導入し、十分な教育・訓練時間の確保を図った。今後は、これらの充実させた教育・訓練を確実に実施して行く。

教育・訓練内容については、運転員からの意見を反映し、改善を継続的に実施して行くと共に、性能試験で得られる実機データのシミュレータへの反映等、シミュレータ設備の充実にも努め、教育・訓練のより一層の充実・強化を図って行く。

運転体制は、運転再開に向けて上級運転員、中級運転員等各クラスの運転員を確保するため、各運転員の運転経験年数に応じた教育・訓練計画を策定、計画的に教育・訓練を実施してきた。平成21年10月末現在、運転直1班当りの運転員数は10～11名（訓練運転員を除く）を確保している。また、性能試験時の運転員支援体制については、発電課内に試験班を設置し、運転員への技術的支援が的確に行われるようにして行く。

「もんじゅ」の運転・保守を確実に実施していくため、保守員を含む技術系職員の現場における専門的能力維持、向上を図ることを目的に、「もんじゅ」シミュレータ、及びナトリウム取扱研修棟と保守研修棟からなるFBRサイクル総合研修施設を用いた専門的な教育訓練を実施している。

4. 1. 4 事故時対応体制の改善

安全性総点検における本件に係る指摘事項は以下の通りである。

- ・ 事故対策規程において、本社と事業所の役割分担が不明確となっており、事故時の基本的な対応が整理されていない。運転手順書等と同様に使用する人にとって使いやすいものになっているかを確認することが必要である。
- ・ 防災訓練、通報訓練は実施されていたが、対象者、実施期間、方法等について明文化したものがない。

これらの指摘に対する改善方針は以下の通りである。

- ・ 事故時対応及び情報の管理に関し、
 - 1) 原子炉施設の故障等の対応を現地主導、本社支援とする。

- 2) 情報専任者の指導による情報班を設置し、事故時の情報を管理する。
- ・ 防災訓練、通報訓練などの対象者、実施時期及び頻度等の実施要領をマニュアルで明確にする。

(1) 事故時対応体制の改善

旧動燃は事業本部制を採用していた結果、現場として責任ある一貫した指揮命令系統が確立していなかったため、事業所長の役割が不明確となり、現場での適切な対応が困難になるなどの問題があった。

このため、安全性総点検の指摘を受けて、安全確保と危機管理体制の強化の観点から、事故時対応体制の抜本的な見直しを行った結果、事故時対応体制は、本社主導対応体制から安全に関する権限と責任を事業所長へ集約した事業所主導體制とし、その他の組織を支援組織とする対応体制とした。この体制は平成17年10月の原子力機構設立以降現在まで引き継がれている。

例えば、「もんじゅ」が発災場所となった場合、「もんじゅ」に現地対策本部をおき、所長が責任を持って事故対応に当たる。敦賀本部には敦賀対策本部、東海本部には機構支援本部がおかれ、共に「もんじゅ」への支援対応をとる。逆に、他の事業所が発災場所となった場合は、「もんじゅ」は支援本部として対応をとることになる。このように、安全管理、危機管理、事故時対応が事業所長の明確な責任の下で行われることになった。これらの体制は、資料4.1.4-1に示す「事故対策規程」第8条（対応体制と組織）に明確化している。

また、「もんじゅ」においては、異常事態等が発生した場合は、速やかに、外部へ通報連絡を行うと共に事故時対応組織を立ち上げることが肝要であるとの観点から、安全性総点検の指摘を受けて、異常事態等における基本的対応組織及びその役割分担を整理し明確にした。

具体的には、情報の整理、集約や敦賀対策本部との連絡を担当する情報班、時系列の記録や資機材の調達を担当する記録資材班、関係機関等への通報連絡を担当する通報連絡班、放射線状況の調査を行う放射線管理班、事故拡大防止策の検討を行う技術班など、事故対策組織を安全品質管理室長があらかじめ作成し、原子炉主任技術者の確認及び所長の承認を得て整備している。

事故時対応体制の整備は、当初は技術課が所管していたが、平成20年10月に運営管理室と安全品質管理室を設置したことを機に、責任や役割を明確にした実効的な事故時対応体制を整備することを目的として、事故時対応体制の整備を、安全及び品質保証活動の推進を所管する安全品質管理室

に移管した。

このような「もんじゅ」における事故時対応組織は、異常事態等に対応する資料 4.1.4-2 の「事故・災害対策運用要領」第 4 条（対策組織）、第 5 条（支援対策会議）及び第 8 条（情報班長（情報専任）の職務）の中で明確にした。

なお、通報連絡体制については、ナトリウム漏えい事故後、「もんじゅ」をはじめ各事業所においては、異常事象等が発生した場合又は発生するおそれのある場合に、対策本部が立ち上がるまでの間、社内関係部署及び外部関係機関に事故情報の通報連絡を行うために連絡責任者制度を設けた。「もんじゅ」においては、連絡責任者を 24 時間体制で常駐させ、かつ、勤務時間外にあっては、連絡補助者（連絡責任者からの連絡を受け、連絡責任者と分担して外部関係機関への通報連絡を行う者）を指名することにより、外部への通報連絡の迅速化を図ってきた。また、通報連絡に対する資機材の整備としては、一斉同報 F A X、一斉招集システム、テレビ会議システムなどを導入し、速やかな情報の伝達に努めてきた。（表 4.1.4-4 に「もんじゅ」における通報連絡体制の改善状況を示す。）

(2) 事故時対応訓練の改善

原子力機構は、事故・トラブルの発生を想定し、非常事態に対処するための総合的な実地訓練として、

- 1) 関係機関への一斉同報 F A X 及び電話による通報訓練、対策本部の設置、初期事故対策活動等を行う非常時対応訓練（総合防災訓練）
- 2) 時間外における一斉呼び出し装置による呼出応答訓練
- 3) 異常事象等が発生したことを想定し、当直長から連絡を受けた時間外連絡責任者及び時間外連絡補助者が行う通報連絡訓練

を実施してきたが、安全性総点検において、これらの訓練の対象者、実施期間、方法等について明文化したものがないとの指摘を受けた。この改善策として、資料 4.1.4-3 に示す「災害対策要領」表 2-1「訓練一覧表」に訓練内容及び実施頻度を定めた。

総合防災訓練（年 1 回以上）、一斉呼出応答訓練（月 1 回以上）、通報連絡訓練（毎日）を通じて、異常時発生における「もんじゅ」の現地対策本部組織運営の習熟、「もんじゅ」と「敦賀本部」との連携習熟、連絡責任者による事故・トラブル内容の連絡票への記入と一斉同報 F A X の操作等の習熟を図ってきた。

(3) まとめ

安全性総点検の指摘を受け、事故時発生時の情報を管理する情報班の設置及び「もんじゅ」における事故対応体制について基本的な対応を全社レベルで整理を図ると共に、総合防災訓練等の内容等については要領書に明文化するなど事故時対応体制の改善を図った。

通報連絡の重要性についての意識向上策については、「通報連絡改善キャンペーン」を毎年継続的に実施するなどの取り組みを行ってきている。今後とも的確な事故時対応ができるように防災訓練、通報訓練などを行っていくと共に、意識向上対策についても継続的な取り組みを行っていく。

4. 1. 5 ナトリウム漏えい検出器誤警報に伴い顕在化した問題点

平成20年3月の1次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報発報時の対応において、安全性総点検の指摘を受けて運転手順書類、事故時対応体制の改善を図ったにもかかわらず、漏えい警報が誤警報か否かを確認する手順がなく確認に時間を要し、消防署及び国等への通報連絡がルールに従い適切に行われなかったことから、保安規定に定められているＬＣＯ逸脱の判断及び通報連絡の遅れ等の問題が発生した。そのため、平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査）及び特別な保安検査における指摘に対する改善のための行動計画において以下の問題点が明らかになった。

(1) 保安規定第34条（ナトリウムの漏えい監視）のＬＣＯに係る判断基準の明確化

保安規定第34条（ナトリウムの漏えい監視）で定めているＬＣＯの「ナトリウム漏えいがないこと」とは「漏えい警報が発報していない、又は発報した場合に誤報が明らかな場合」となっている。しかし、漏えい警報発報時の対応として、「誤報が明らかな場合」を判断するための当直長及び保守担当課が行う現場点検等確認行為の範囲が明確でないことから、当直長によるＬＣＯ逸脱の判断時期に遅れが生じ、その後の対応操作に影響するので、ＬＣＯ逸脱の判断基準及びその後の対応を明確にし、速やかに対応操作ができるようにする必要がある。

また、原子炉の状態が低温停止及び燃料交換における漏えい警報発報時のＬＣＯを満足しない場合の措置が規定されていないため、追加規定し、速やかに対応操作ができるようにする必要がある。

ナトリウム漏えい監視装置の監視機能に関するＬＣＯに係る記載が不明確であることから、漏えい監視装置の停止時の扱いを明確にし、漏え

い監視装置の故障時及び点検・保守時における停止時の運用管理を的確に行う必要がある。

(2) ナトリウム漏えい警報発報時の対応措置に係るQMS文書の改善

ナトリウム漏えい警報発報時の対応に際して、誤警報か否かの確認、LCO逸脱の判断基準、消防署及び国等への通報連絡の時期等をまとめた対応手順がなく、LCOの逸脱判断及び通報連絡に遅れが出たので、「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」を見直し明確にする必要がある。また、ナトリウム漏えい警報発報時に用いる警報処置手順書において、誤報か否かを確認する手順が一部の漏えい監視装置にしか記載されていないので、すべての漏えい監視装置について確認手順を整備し、速やかに誤報か否かの確認ができるようにする必要がある。

(3) ナトリウム漏えい監視装置の運用に関する改善

ナトリウム漏えい監視装置の監視機能に関するLCOを確実に運用するため、ナトリウム漏えい監視装置の運用管理に関する管理要領を整備する必要がある。また、ナトリウム漏えい監視装置の故障時に用いる警報処置手順書において、漏えい監視機能のLCOに係る記載について明確にする必要がある。

(4) 事故時対応体制の改善

事故時の対応について、責任者が迅速、かつ的確な判断を下す必要があるため、サポート体制を強化する。

連絡責任者からの外部機関への通報連絡に遅れがあったことから、勤務時間外の連絡責任者体制の見直し、トップへの迅速な連絡等通報連絡に関する要領の再整備を行い、迅速化を図る必要があり、定められたルールを守るといった基本姿勢が必ずしも十分ではなかったことから、連絡責任者等の通報連絡に関する意識の向上等を図る必要がある。

また、通報連絡に係る公表の範囲について、情報を受ける側の意識も十分配慮した上で公表基準を整備し、外部とのコンセンサスを形成する必要がある。

4. 1. 6 ナトリウム漏えい警報発報時対応の問題点の改善

1 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報発報時対応の問題点を受け、以下の改善を行った。

(1) 保安規定第 34 条（ナトリウムの漏えい監視）の LCO に係る判断基準の明確化

保安規定第 34（ナトリウムの漏えい監視）の LCO に係る記載の明確化を図り、当直長がより確実に LCO を満足しているか否かの判断を可能とするため、以下の観点で、第 34 条の改正を行った。第 34 条の改正前後比較表を資料 4.1.6-1 に示す。

- ・ ナトリウム漏えい監視装置の警報発報時の措置
- ・ ナトリウム漏えい監視装置の故障時の扱い
- ・ ナトリウム漏えい監視装置の点検・保守時の扱い

1) ナトリウム漏えい監視装置の警報発報時の措置

ナトリウム漏えい監視装置の警報発報時の措置について整理し、以下の改正を行った。具体的運用については「警報処置手順書」及び「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」に明確にした。

- ① ナトリウム漏えい監視装置（以下、漏えい監視装置という。）の漏えい警報発報時に、LCO を満足しているか否かの判断に際し、当直長と保守担当課が行う現場点検等の確認行為の範囲が明確になっておらず、LCO 逸脱の判断時期に遅れがあったことから、当直長は定められた手順により LCO 逸脱の判断を行うことを明記した。定められた手順として漏えい警報発報時の対応に用いる「警報処置手順書」で、当直長が速やかに LCO を満足しているか否かの判断ができるようにした。
- ② 従来は原子炉の状態が運転、起動及び停止時のみに漏えい警報が発報した場合の措置として「発電課長は、ナトリウム漏えいでないことを確認する。」ことを規定していたが、低温停止及び燃料交換の場合も 1 次冷却系、2 次冷却系、EVS T 系にはナトリウムが充填されていることから同様な措置を追加し、すべての原子炉の状態で漏えい警報が発報した場合の措置を規定した。
- ③ 漏えい警報が発報した場合の LCO 逸脱時要求される措置として、「発電課長は、ナトリウム漏えいでないことを確認する。」とあるが、これは発電課長が保守担当課に漏えい監視装置の健全性確認を依頼し、ナトリウム漏えいでないことを確認するものである。保守担当課による漏えい監視装置の健全性確認は、CLD の場合最大でも約 10 時間で完了するものと考えられることから、早期に完了した場合にその後の対応措置を速やかに行うため、完了時間（24 時間）の範囲内で速やかに実施することを明記した。

2) ナトリウム漏えい監視装置の故障時の扱い

ナトリウム漏えい監視装置の故障時の扱いについて整理し、以下の改正を行った。具体的運用については「警報処置手順書」及び「ナトリウム漏えい監視装置管理要領」に明確にした。

- ① LCOである「ナトリウム漏えいがないこと」を、漏えい監視装置を用いて連続して確認することを保安規定に規定しているが、保安規定に記載されているナトリウム漏えい検出器、火災感知器等全ての監視装置が、連続して動作可能であるべきか否かについては不明確であった。監視対象部位毎に漏えい監視を確実に行う必要があることから、漏えい監視装置の故障等による停止時の扱いを明確にするため、漏えい監視装置が「動作可能であること」をLCOとして明記した。

なお、SIDとDPD等の監視対象の部位が同一で、かつ同程度以上の漏えい検知が可能な設備（以下、代替監視装置という。）がある場合には、1種類の動作不能はLCOを満足しているものと取り扱うこととした。

- ② 漏えい監視装置に係るLCOを満足しない場合の措置として、発電課長は動作不能な監視装置を24時間以内に動作可能な状態に復旧させること、当直長は速やかに他の監視装置でナトリウムの漏えいがないことを確認することを規定した。
- ③ 漏えい監視装置が「動作可能であること」をLCOとして明確化したことにあわせて、監視装置の種類の細分化を図った。なお、保安規定第33条（計測及び制御設備）と重複する原子炉格納容器床下雰囲気温度計等の漏えい監視装置については、第33条に従い原子炉の状態が運転、起動及び停止の場合にLCOを適用することとした。

3) ナトリウム漏えい監視装置の点検・保守時の扱い

漏えい監視装置が「動作可能であること」をLCOとしたことから、点検・保守時に漏えい監視装置の一部が動作不能になる場合について、その扱いを以下の通り明記した。具体的運用については「ナトリウム漏えい監視装置管理要領」に明確にした。

- ① 保安規定第51条第2項で定める原子炉格納容器漏えい率（A種検査）の確認に当たって、原子炉格納容器内（2次系）のガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出器（RID）の一時的な停止（約10日間）が必要となるが、代替監視装置がないためLCOを満足で

きず、そのままでは試験が実施できないことになるため、他の監視装置で監視する等のあらかじめ安全措置を定めて実施する場合には、LCOの適用が除外できることとした。

- ② 施設定期検査時に行う漏えい監視装置の点検・保守（改造を含む）の一部において、代替監視装置がないためLCOを満足できない場合があることから、予防保全を目的として行う点検・保守は第 62 条（運転上の制限を満足しない場合）第 4 項を適用し、漏えい監視装置が動作不能である場合に要求される措置を行うことで動作不能（24 時間以内）とすることができることとした。
- ③ 日常点検として、原子炉運転中及び停止中に行うCLDの絶縁抵抗測定（1 時間以内）、低温停止及び燃料交換中に行うガスサンプリング型漏えい検出器のフィルタ清掃又は取替え（3.5 時間以内）については、LCOの適用が除外できることとした。

(2) ナトリウム漏えい警報発報時の対応措置に係るQMS文書の改善

ナトリウム漏えい検出器の単一漏えい警報が発報した場合は誤警報の可能性のあることから、保安規定第 34 条の改正内容を反映し、ナトリウム漏えい警報が発報した場合に、誤警報か否かを速やかに確認することができ、漏えいを確認した場合及び誤警報を確認した場合のLCO逸脱の判断、通報連絡等の対応が的確に行われるように以下の改善を行った。

1) ナトリウム漏えい警報に係る警報処置手順書の改善

ナトリウム漏えい警報発報時、誤警報か否かを確認するために用いる警報処置手順書について、速やかに誤警報か否かの確認ができるように、「高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検報告書」でまとめた誤警報発報の要因と影響をもとに、ナトリウム漏えい監視装置の種類別に、塗装作業の揮発性物質によるRIDの誤警報等の誤警報要因、確認項目及び誤警報判断時の確認内容について整理し、全てのナトリウム漏えい警報に係る警報処置手順書に反映した。ナトリウム漏えい検出器の誤警報発報の要因と影響を資料 4.1.6-2 に示す。また、漏えい警報の警報処置手順書の例として、2 次系漏えい警報（RID）の抜粋を資料 4.1.6-3 に示す。

ナトリウム漏えい警報が複数（2 個以上の異なるタイプの漏えい検出器の警報、隣接するCLDの警報等）発報した場合は、ナトリウム漏えいと判断するが、単一の漏えい警報が発報した場合は以下の対応を行う。なお、ガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出器（SID、

DPD、RID)は、フィルタ分析にてナトリウム漏えいの有無を確認することができるが、機器及び弁に設置されているCLDのうちの、多重化されておらず、検出器本体の検出端が目視確認できないCLDの警報が発報した場合は、検出器本体を取り外す必要があることから、誤警報と判断できない場合が想定される。

RID及びCLDの設計上の機能要求及び誤警報確認の手順、考え方を資料 4.1.6-4 に示す。

- ・ SID、DPD、RIDの漏えい警報が発報した場合

SID、DPD、RIDの漏えい警報が発報した場合は、タンク等の液位確認、SID、DPD、RIDの指示値確認、他の漏えい監視装置の作動状況、空気雰囲気室の場合はITV及び現場確認等を行う。警報発報原因がサンプリング流量調整や作業等による場合は、誤警報と判断する。警報発報原因が特定できない場合は、放射能分析(1次系の場合)、フィルタ分析にてナトリウム漏えいの有無を確認する。ナトリウム漏えいを確認した場合は、当直長はLCO逸脱を宣言し原子炉を手動トリップとする。ナトリウム漏えいの確認できない場合は誤警報と判断する。

- ・ CLDの漏えい警報が発報した場合

CLDの漏えい警報が発報した場合は、タンク等の液位確認、他の漏えい監視装置の作動状況、空気雰囲気室の場合はITV及び現場確認等を行う。警報発報原因が作業による場合は、誤警報と判断する。警報発報原因が特定できない場合は、当直長はLCO逸脱を宣言した上で、24時間の範囲内で速やかに保守担当課にて漏えい監視装置の点検(制御盤、ケーブル、検出器(空気雰囲気室のみ))を行う。漏えい監視装置点検の結果、検出器本体取外しが必要な場合は漏えいの疑いとして原子炉を通常停止とする。制御盤等の故障で誤警報と判断できた場合は、LCO逸脱の復帰を宣言する。なお、原因究明中や通常停止操作中は、他の漏えい監視装置やITVでの監視を強化し、ナトリウム漏えいを確認した場合は速やかに原子炉を手動トリップとする。

2) ナトリウム漏えいに係る異常時運転手順書の改善

ナトリウム漏えいに係る1次冷却系、2次冷却系、EVS T系の異常時運転手順書では、運転員が複数(2個以上の異なるタイプの漏えい検

出器の警報等)の漏えい警報の発報を確認した場合やI T V・現場確認・フィルタ分析で漏えいを確認した場合に、ナトリウムの漏えいと判断する手順としていた。機器及び配管付きのC L Dの設置状況を再確認した結果、漏えいにより同一機器や配管に設置されている隣接するC L Dのみの漏えい警報が複数発報する可能性も考えられることから、より安全側の対応を取るため、隣接するC L Dの漏えい警報の複数発報でもナトリウムの漏えいと判断することとした。例として異常時運転手順書「2次冷却材漏えい(出力運転中)」の抜粋を資料4.1.2-14に示す。

3) 「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」の改善

ナトリウム漏えい警報が発報した場合に、漏えいを確認した場合及び誤警報を確認した場合のL C O逸脱の判断、通報連絡等の対応が的確に行われるように、ナトリウム漏えい警報発報時の対応措置を定めた「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」の見直しを行った。見直しに当たっては、ナトリウム漏えい検出設備に関する設計の考え方や漏えい監視装置の種類、検出能力、多重性等を確認し、ナトリウム漏えい警報発報時の対応を整理した。

① ナトリウム漏えい検出設備に関する設計の考え方

単一漏えい警報発報時のL C O逸脱の判断を明確化するにあたり、ナトリウム漏えい検出設備に関する設計の考え方を整理した。以下に設計の考え方を示す。参考資料としてナトリウム漏えい監視装置と漏えい規模との関係及びナトリウム漏えい検出設備概略図を資料4.1.6-5に示す。

a. 安全保護系としてのナトリウム漏えい検出設備

原子炉の安全性に影響を及ぼす恐れのある、1次冷却系設備のナトリウムのインベントリが、有意に減少する規模(大漏えい(漏えい率 $50 \times 10^3 \text{kg/h}$ 以上)及び中漏えい($1 \times 10^3 \sim 50 \times 10^3 \text{kg/h}$))のナトリウム漏えい発生時に、原子炉を保護し、放射性物質の拡散の可能性を抑制又は防止するためのナトリウム漏えい検出設備を設けている。このナトリウム漏えい検出設備は安全保護系とし、自動的に原子炉格納容器を隔離する信号を発信すると共に、原子炉をトリップする信号を発信する設計としている。

安全保護系としては、原子炉容器ナトリウム液面計、原子炉格納容器内床下雰囲気温度計及びガードベッセル内漏えいナトリウ

ム液面計を設置しており、原子炉格納容器床上に影響が及んだ場合の安全保護系として、原子炉格納容器床上雰囲気圧力計及び原子炉格納容器床上雰囲気放射線線量率計を設置している。各検出器は安全保護系であることから、多重化（各検出器 3 チャンネル）している。

b. インターロック機能を有する安全保護系以外のナトリウム漏えい設備

空気雰囲気セルモニタは、2 次冷却系及び炉外燃料貯蔵設備の空気雰囲気室において、ナトリウムの漏えいが保温材外に広がること（漏えい率小漏えい 10 kg/h 以上）を想定し、漏えいに伴う燃焼を速やかに検出し、当該系統の換気空調設備を自動停止させる信号を発信させるために設置している。空気雰囲気セルモニタは、煙感知型ナトリウム漏えい検出器、熱感知型ナトリウム漏えい検出器（2 次冷却系のみ設置）で構成している。また、2 次系補助冷却設備空気冷却器室ナトリウム検出用雰囲気温度計は空気冷却器又は空気冷却器室内配管で漏えいが発生した場合に空気冷却器の運転によるナトリウム燃焼の拡大及びナトリウムエアロゾルの外気への放出を防止するため、当該系統の空気冷却器の起動を阻止する信号を発信させるために設置している。各検出器はインターロック機能を有することから、多重化（空気雰囲気セルモニタは 4 チャンネル、ナトリウム検出用雰囲気温度計は 3 チャンネル）している。これらはナトリウム漏えい対策の設備改善により新たに追設したものである。

c. その他のナトリウム漏えい検出設備

・ S I D、D P D、R I D

S I D、D P D、R I Dは漏えい規模の拡大を防止しプラントの保全・修復を図るとの観点で設置されており、微少漏えい段階のナトリウム漏えい検知の観点から、機器・配管と保温層間のガスをサンプリングし監視するため、原子炉冷却材バウンダリや崩壊熱除去系等の主要な熱輸送系統に設置している。1 次、2 次冷却系では、微少漏えい（100g/h）を 24 時間以内に検知する能力を有している。また、1 次冷却系及び炉外燃料貯蔵設備の窒素雰囲気室については、その部屋に設置されている機器・配管からの漏えいをグローバルに監視するために、S I D（1 次冷却系のみ）と D P Dが設置されている。各検出器はプラントの保全・修復を図るとの観点で設置されていることから、多重化

されていない。ただし、1次冷却系は窒素雰囲気室に設置されており目視確認ができないことから、漏えい確認が確実にできるように同一監視対象部位にS I DとD P Dを設置している。

- ・ C L D

C L Dは、微小漏えいを監視している系統以外の機器、配管及び弁からの漏えい（漏えい率小漏えい $1\sim 1\times 10^3\text{kg/h}$ 以上）を検知するために設置している。各検出器はプラントの保全・修復を図るとの観点で設置されていることから、多重化されていない。（一部電磁ポンプは多重化あり）

- ・ ナトリウム漏えい検出用液面計

原子炉容器室内の漏えいループ識別、監視用として、ナトリウム漏えい検出用液面計（誘導型固定点式）が、原子炉容器室の1次主冷却系入口・出口配管からの漏えい、原子炉容器ガードベッセル内への漏えい（漏えい率小漏えい $1\sim 1\times 10^3\text{kg/h}$ 以上）を検出するために設置されている。

1次主冷却系入口配管用液面計（検出器3チャンネル）以外は多重化されていない。

- ・ 火災感知設備

2次系及びE V S T系等の系統が設置されている空気雰囲気室には消防法に基づき、各部屋に火災感知器を設置している。火災感知器は多重化されていない。

② 漏えい監視装置の単一漏えい警報発報時対応の整理

保安規定では、漏えい警報発報時に漏えいを確認した場合、及び誤警報と判断できない場合はL C O逸脱になることから、ナトリウム漏えい検出設備に関する設計の考え方を基に、漏えい監視装置の種類、多重性、検出能力等を考慮し、漏えい監視装置の単一漏えい警報時の対応を以下の通りとした。

- ・ 安全保護系原子炉格納容器内床下雰囲気温度計、1次主冷却系入口配管用液面計等の多重化されているナトリウム漏えい検出器において、1チャンネルのみの警報の場合は誤警報とし、2チャンネル以上の場合は漏えいと判断する。（従来の対応から変更なし）
- ・ 機器及び弁に設置されているC L Dのうちの多重化されておらず、検出器本体検出端の目視確認ができないC L Dの警報が発報した場合、運転員が誤警報と判断できない場合はL C O逸脱の対応を行う。

- ・CLDが設置されている機器や弁の一部は、ナトリウム充填後の通常運転において、ナトリウムが充填されていない箇所があるので、同箇所の漏えい警報は誤警報と判断する。
- ・ガスサンプリング型漏えい検出器（SID、DPD、RID）の場合はフィルタ分析にて誤警報か否かの判断が可能であることから、誤警報と判断できない場合のLCO逸脱を不要とする。
- ・原子炉容器室内の漏えい監視装置であるSID及びDPDとナトリウム漏えい検出用液面計は同一部位を監視していることから、ナトリウム漏えい検出用液面計の漏えい警報が発報しても、SID及びDPDの指示値上昇がない場合は誤警報と判断する。
- ・空気雰囲気モニタ、火災感知器等の現場で目視確認が可能な検出器は、誤警報と判断できない場合のLCO逸脱を不要とする。

③ 「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」の改善内容

上記 2) の対応を踏まえた「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」の見直し内容を以下に示す。「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」の抜粋を資料 4.1.6-6 に示す。

- a. 当直長が速やかにLCO逸脱かどうかの判断ができるように、1次冷却系、2次冷却系、EVS T系各系統の設置区画別にナトリウム漏えい監視装置の種類、監視対象部位、多重性、代替監視装置の有無等を整理した。また、漏えい警報発報時に誤警報か否かの確認を行う場合の運転員と保守担当課の対応内容と所要時間を整理し、当直長が行うLCO逸脱判断までの目安時間を明確にした。CLDの場合のLCO逸脱判断までの目安時間は、平成 20 年 3 月の 1 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報発報時の場合は、約 1 時間 40 分を要したが約 20～30 分に短縮できることを確認した。また、RID等のフィルタ分析によるLCO逸脱判断までの目安時間は約 2 時間であることを確認した。整理結果を資料 4.1.6-6「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」のナトリウム漏えい監視装置単一警報発報時の対応整理表を示す。
- b. 漏えい警報発報時に、当直長は漏えいの発生を確認した場合及び誤警報と判断できない場合はLCO逸脱とすること、及びLCO逸脱後誤警報が確認された場合又はナトリウムドレンが完了した場合はLCO逸脱復帰とすることを明確にした。

- c. C L Dが設置されている機器や弁の一部は、ナトリウム充填後の通常運転において、ナトリウムが充填されていない箇所があり、同箇所の漏えい警報は誤警報と判断できることから、C L D毎にナトリウムの有無を整理し明確にした。
- d. S I D、D P D、R I D、C L D、空気雰囲気セルモニタ、火災感知器等すべての漏えい監視装置について、警報発報時の対応フローを作成し、誤警報か否かの確認、消防署及び国等への通報連絡の時期、L C O逸脱の判断時期、プラント運用を明確にした。警報発報時対応フローの例として、2 次冷却系C L D及びR I D警報発報時対応フローを資料 4. 1. 6-7 に示す。

(3) ナトリウム漏えい監視装置の運用管理に関する改善

保安規定第 34 条の改正に伴い、漏えい監視装置のL C Oとして「動作可能であること」を明記にしたことから、漏えい監視装置の故障時及び点検・保守時の運用管理を的確に行うため以下の改善を行った。

1) ナトリウム漏えい監視装置故障に係る警報処置手順書の改善

漏えい監視装置の故障警報発報時の対応に、保安規定第 34 の改正内容を反映するため、監視機能が停止した場合の代替監視方法、プラント運用等を明確にした。故障警報の警報処置手順書の例として、1 次系故障警報（S I D, D P D）の抜粋を資料 4. 1. 6-8 に示す。

漏えい監視装置の故障時は以下の対応を行う。

・代替監視装置がある場合

1 次冷却系のS I DとD P D、2 次冷却系及びE V S T系の空気雰囲気セルモニタと火災感知器等の代替監視装置がある場合は、どちらか一方が故障した場合でも、代替監視装置による漏えい監視が可能であることから、原子炉の運転を継続し保守担当課にて漏えい監視装置の復旧を行う。

・代替監視装置がない場合

R I D、C L D等の代替監視装置がない監視装置が故障した場合は、漏えい監視が出来ないことから、当直長はL C O逸脱を宣言した上で、24 時間以内に保守担当課にて漏えい監視装置の点検補修（制御盤、ケーブル、検出器）を行う。漏えい監視装置の点検補修の結果、復旧できない場合は、原子炉を通常停止とする。故障が復旧できた場合は、L C O逸脱の復帰を宣言する。なお、1 次冷却系のS I D及びD P D用サンプリングポンプが故障した場合（予備機がある場合は除く）は、

代替監視装置がなくなることから同様な対応となる。

2) ナトリウム漏えい監視装置の運用管理に関するQMS文書の整備

漏えい監視装置の故障時及び点検・保守時の運用管理を的確に行うため、「ナトリウム漏えい監視装置管理要領」を新規制定し、以下の内容を明確にした。「ナトリウム漏えい監視装置管理要領」の抜粋を資料4.1.6-9に示す。

- ・すべての漏えい監視装置について検出器名称、検出器番号を一覧表に明確にした。
- ・漏えい監視装置のLCOである「動作可能であること」の定義として点検にて健全性を確認していること、日常の巡視点検にて故障警報が出ていないこと、サンプリング流量等のパラメータに異常がないこと等を明確にし、ガスサンプリング型漏えい検出器用サンプリングポンプの予備機への切替えの扱い等について整理した。
- ・保安規定第34で規定した漏えい監視装置の監視対象部位が同一で、かつ同程度以上の漏えい検知が可能な設備（代替監視装置）として、1次冷却系のSIDとDPD、2次冷却系及びEVST系の空気雰囲気セルモニタと火災感知器等が対象であることを明確にした。資料4.1.6-9「ナトリウム漏えい監視装置管理要領」にナトリウム漏えい監視装置の代替監視整理表を示す。
- ・漏えい監視装置の点検・保守時の扱いについて、動作不能とする場合の所内手続き、管理方法を明確にした。
- ・漏えい監視装置の故障時及び点検・保守時についての、LCO逸脱及び復帰の判断基準を明確にした。

(4) 事故時対応体制の改善

1) 事故時対応体制の改善^{*4-13}

平成20年3月26日に発生したナトリウム漏えい警報発報時の通報遅れの問題については、緊急時の対応について第三者的な立場で客観的に所長にタイムリーな助言を行う立場の人間が必要であるとの反省から、再発防止と共に、「もんじゅ」の危機管理をより確かなものにするため、平成20年4月24日付で危機管理専門職を配置した。危機管理専門職の職務は、資料4.1.4-3に示す「災害対策要領」別表1に明確化されており、平常時は、原子力事業者防災業務計画、災害対策要領など緊急時に備えた体制、要領書のチェック等を行い、緊急時におい

ては、関係職員の行動を把握し、通報連絡を含めて適切な行動を漏れなくとっているか等を確認し、タイムリーに所長に助言を行うことを任務としている。平成 20 年 4 月以降、通報連絡事象発生時の検証、連絡責任者会議などを通じて、通報連絡第 1 報を含む初動対応のあり方、事故対策組織各班長の行動等について助言を行っている。

*4-13:危機管理専門職の配置は第 4 回報告以降に導入。

2) 通報連絡体制の改善

① マニュアルの整合性確認及び通報連絡や操作を行う者の明確化^{*4-14}

平成 20 年 3 月 26 日に発生したナトリウム漏えい警報発報時の通報連絡の遅れに対して、平成 20 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）において通報連絡マニュアルについて、内容の整合性等についてチェックが不十分であり、通報連絡や操作を行う者は示されていたが、実際の通報連絡の実施の判断には他の者が実体上関与していたとの指摘を受けた。

通報遅れの原因の一つに、当時、当直長から報告を受けた時間外連絡責任者は、技術課が作成した「対外対応フロー」には 2 次系のナトリウム漏えいしか記載されていなかったこと、また、技術課長に通報連絡について確認したところ、1 次系については誤報の場合には通報連絡は不要との意見であったことが考えられる。

この改善として、技術課が作成した「対外対応フロー」を廃止すると共に、通報連絡を行う者が連絡責任者であることを資料 4.1.6-10 に示す「事故・トラブル通報・連絡要領」の第 5 条（連絡責任者等の指名・周知）、第 6 条（通報連絡体制の整備）、第 9 条（外部機関への連絡）の中で明確化した。

また、通報連絡の迅速化と確実性を高めるため、平成 20 年 4 月から勤務時間外においては従来の連絡責任者 1 名宿直体制から連絡補助者を加えた 2 名が宿直する体制に改善すると共に、連絡責任者が時間外で連絡を受け、直ちに外部機関に連絡する必要性がないと判断した場合には、その時点で夜間休日相談者（部次長級）に連絡し、その判断の良否について確認することとし、連絡責任者が自分一人で判断するという精神的負担の軽減を図った。

平成 20 年 8 月には連絡責任者会議を設置し、毎日行っている通報連絡訓練の結果を危機管理専門職が評価し、連絡責任者にフィードバックする仕組みを構築した。その結果、連絡責任者間の情報や課題の

共有化が図られ、通報連絡の迅速化、緊急度判断の的確性向上など、連絡責任者の熟練度向上につながっている。

なお、通報連絡に際しては、その要否について連絡責任者の判断を要さず、自動的な情報発信が良いのではとの考えもあるが、受け取り側の負担やその情報についての説明も必要であり、事業者が判断し情報発信することが望ましいと考えている。

*4-14:2 名宿直体制は第4回報告以降に強化した体制。

特別な保安検査以降に「事故・トラブル通報・連絡要領」を改訂、また連絡責任者会議を設置。

② 通報連絡規則の位置付け^{*4-15}

平成20年3月26日に発生したナトリウム漏えい警報発報時の通報遅れの要因の一つとして、連絡責任者が遵守すべきマニュアルが正式な文書として位置づけられたものではなかったことから、平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査）において、通報連絡規則の保安規定との関係を明確化し、QMS文書として位置づけるべきとの指摘を受けた。

本件については、通報連絡に関する要領類として1次文書を保安規定、2次文書を「災害対策要領」とし、その下部要領として「事故・トラブル通報・連絡要領」をQMS文書として位置づけを行った。

*4-15:特別な保安検査以降に「事故・トラブル通報・連絡要領」をQMS文書化。

③ マニュアルの遵守

原子力機構は、動燃改革以来、安全確保の徹底やルールへの遵守について意識改革を進めてきたところであったが、平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査）において、ナトリウム漏えい警報発報時の消防への連絡やLCO逸脱時の事故対策本部設置などマニュアルに定められていたことが遵守できていなかったとの指摘を受けた。この改善については、決められたルールを守るという基本姿勢について、原子力機構の経営の基本方針である「安全確保の徹底」「社会からの信頼」を踏まえ、自ら行動計画を定め、安全文化の醸成やコンプライアンス意識の徹底を図るほか、下記の通報連絡三原則の掲示と唱和を行いその徹底に努めている。

【通報連絡三原則】

- ・迷った場合は、必ず連絡
- ・事実確認に時間がかかる場合は、直ぐ連絡
- ・徴候を確認した時点で、まず連絡

なお、敦賀地区においては、通報連絡の重要性の意識向上策として、平成 14 年から現在まで、毎年 5 月の 1 ヶ月間を「通報連絡改善キャンペーン」と位置づけ、敦賀本部長のメッセージの放送、講演会、通報連絡教育等の実施などの活動を継続している。

④ トップへの迅速な連絡等^{*4-16}

平成 20 年度特別な保安検査において、迅速なトップの指示及び判断を行う観点から、本部長、本部長代理への迅速な連絡が行えるようにとの指摘を受けた。これは、平成 20 年 3 月 26 日のナトリウム漏えい警報発報及び LCO 逸脱宣言時に、この情報が「もんじゅ」から敦賀本部に連絡されず、その結果、敦賀本部長、敦賀本部長代理に伝わるのが大幅に遅れたことである。

本件に対する改善策として、従来の F A X 送信及び電話による着信確認に加えて、敦賀本部幹部の携帯電話へ事故・トラブル情報のメール発信を導入した。これにより、電話だけの場合に比べて、メールを併用することにより通報時間の短縮が図られている。

*4-16:特別な保安検査以降に携帯電話へのメール発信を導入。

3) 公表基準の整備^{*4-17}

原子力機構には、これまで事故・トラブルに関する公表基準として整備した要領類はなく、事故・トラブル発生時には、事象ごとに、その都度判断して公表していた。

平成 20 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）において通報連絡に関する基準の公表について、考え方を外部に十分説明し、理解を得るべきであるとの指摘がなされた。

また、平成 20 年 3 月 26 日のナトリウム漏えい警報発報時の通報連絡の遅れ以降も、同年 6 月及び 7 月にナトリウム漏えい警報が発報するという事象が発生した。6 月の警報発報については、「点検等において予め警報が発報することが想定されている場合等」に該当するとして公表しなかったが、7 月の場合は同じ事象であったが、念のために公表した。これらの齟齬からも、公表基準を定め、職員の間での公表に対

する認識をより一層共有化する必要があり、公表要領を定め公表基準を明確化する必要性が求められることとなった。

これらを受けて、原子力機構は自ら定めた行動計画として、通報連絡を含む事故・トラブルに関する公表基準の制定に向けた取り組みを進めることとした。

事故・トラブルに係る公表については、情報を受ける側の意識を十分考慮した上で公表に係る基準を作成し、機構内外のコンセンサスを形成した上でこれを公開し、公表要領を策定、運用することが、プラントの事故・トラブル情報を知らせる側、受ける側の意識のズレによる問題発生を防止し、業務の透明性向上を図ることになる。

電気事業者の発表基準、地元自治体の安全協定に基づく原子力事業者からの異常時に係る連絡情報の発表基準などを基に検討し、これら関係機関の意見を反映させつつ公表に係る基準を作成し、「事故・トラブル公表要領」を策定した。また、報道機関とも協議を重ねコンセンサスを形成することができた。この過程で、

- ・ナトリウム漏えい誤警報のおそれがある作業の日常的な連絡は不要であること
- ・これに伴い警報が発報した場合の連絡についても不要であることで合意することができた。

資料4.1.6-11に示す「事故・トラブル公表要領」第3条では、情報の重要度に応じて、公表の区分をトラブル情報、保全品質情報、その他情報の3つに区分し、それぞれに応じた公表時期、公表方法を定めている。

トラブル情報とは、法令、安全協定に基づき報告する情報であり、原子炉施設の重要な機器の故障、火災、放射性物質の漏えい等が該当する。また、保全品質情報とは、軽微な事象であるが保安活動の向上の観点から公表する情報であり、重要な機器に変形やひび割れ等が認められるものの健全性は損なわれていない状況等が該当する。その他情報は、トラブル情報、保全品質情報に至らない軽微な事象であるが、事業の透明性向上の観点から公表する情報であり、人の傷害、ナトリウム漏えい警報が発報し誤報であったとき等が該当する。

本要領の策定、運用（平成21年7月30日施行）により、発生する事故・トラブルについては、公表時期、公表方法について、判断に迷うことなく迅速に公表することができる体制が整ったことになる。

なお、平成21年9月以降、ナトリウム漏えい警報に係る一連の軽微なトラブルが発生した。

- ・補助冷却設備空気冷却室セルモニタの誤警報（9月22日）

- ・原子炉廻りの差圧式検出器（D P D）の誤警報（9 月 24 日）
- ・ナトリウム漏えい監視機能の停止に伴う一時的な運転上の制限の逸脱（10 月 7 日、23 日）

これらの中で、トラブルに至らない運転上の制限の逸脱については、原子力機構では公表基準に基づき、週報（毎週金曜日）による公表としてきた。

一方、原子力安全・保安院は、事業者から運転上の制限の逸脱の連絡を受けた場合にはホームページに掲載することとしている。

この取扱いの違いについて、報道機関などから原子力機構に対しても速やかな公表の要請があった。これを受けて、原子力機構でもホームページに掲載することを検討し、10 月 23 日以降、運転上の制限の逸脱については速やかにホームページに掲載することとした。

*4-17: 公表要領の整備は第 4 回報告以降に追加。

4) 事故時対応訓練の改善^{*4-18}

「もんじゅ」では、総合防災訓練（年 1 回以上）、一斉呼出応答訓練（月 1 回以上）、通報連絡訓練（毎日）の実施を通じて、異常時発生における「もんじゅ」の現地対策本部組織運営の習熟、「もんじゅ」と「敦賀本部」との連携習熟、連絡責任者による事故・トラブル内容の連絡票への記入と一斉同報 F A X の操作の習熟を図ってきた。

平成 21 年 9 月からはトラブル事例集等を活用したトラブル対応訓練を敦賀本部と連携して月 1 回実施している。このトラブル対応訓練は、「もんじゅ」の事故時対応組織を構成している情報班、記録資材班、通報連絡班、放射線管理班、技術班などを対象とする訓練である。

通報連絡訓練が第 1 報を発信する連絡責任者の個人レベルの訓練である一方、一層、充実していかなければならないものは事故時対応組織構成班の訓練であるとの認識に立ったものである。トラブル対応訓練は総合防災訓練の要素と位置付け、訓練を通じて事故時対応組織の熟練度向上に努めている。

資料 4. 1. 6-12 に総合防災訓練の実績を示す。

*4-18: トラブル対応訓練(月 1 回)は特別な保安検査以降に導入。

(5) まとめ

ナトリウム漏えい警報発報時の対応措置を確実なものにするため、当

直長によるＬＣＯを逸脱しているのか否かの判断が的確に行われ、速やかに対応措置が行えるように、保安規定第 34 条（ナトリウムの漏えい監視）におけるナトリウム漏えい警報発報時のＬＣＯに係る記載を明確にするため保安規定を改正した。警報処置手順書には全てのナトリウム漏えい監視装置について誤警報か否かの確認手順を記載し、「ナトリウム漏えい検出器警報発報時の対応措置要領」にＬＣＯ逸脱の判断基準及び通報連絡等について明確にした。

ナトリウムの漏えい監視を確実にを行うため、ナトリウム漏えい監視装置の故障時及び点検・保守時の扱いについて保安規定第 34 条におけるナトリウム漏えい監視装置停止時のＬＣＯに係る記載を明確にし保安規定を改正した。保安規定の改正に合わせて、警報処置手順書にナトリウム漏えい監視装置停止時の対応手順を明確にし、ナトリウム漏えい監視装置の運用管理に関するＱＭＳ文書を新規制定した。

なお、平成 21 年 9 月以降に発生したナトリウム漏えい警報の誤警報及びナトリウム漏えい監視装置の一時停止によるＬＣＯ逸脱判断に至る対応措置は、ＱＭＳ文書及び警報処置手順書に従い確実に実施された。

運転再開に向けて、ナトリウム漏えい警報発報時の対応措置及びナトリウム漏えい監視装置の運用管理の改善を完了しており、今後もナトリウム漏えい警報発報時の対応及びナトリウム漏えい監視装置の運用管理を的確に行っていくと共に、今後の運転経験により得られた知見の反映など、より使い易い手順書とすべく見直しを継続的に行っていく。

事故時対応体制の改善について、緊急時に所長に助言する危機管理専門職の配置を行うと共に、通報連絡についても、マニュアルの見直し・ＱＭＳ文書化、マニュアル遵守の徹底、トップへの迅速な連絡、公表基準の整備などの改善を行った。通報連絡の重要性についての意識向上策については、「通報連絡改善キャンペーン」を毎年継続的に実施するなどの取り組みを行っている。また、今後とも的確な事故対応ができるように従来の防災訓練、通報訓練に加えてトラブル対応訓練を実施している。

なお、「もんじゅ」において想定される事故・トラブル等の事例とその対応方法を取りまとめた「事例集」を地元の方々や関係する皆様との対話活動に活用すると共に、小さなトラブル等についても週報で公表し、事業の透明性を確保すると共に理解促進に努めてきた。

今後とも、安全確保を最優先に透明性を確保しつつ取り組んでいく。

4. 2 その他の管理

4. 2. 1 炉心・燃料管理

(1) 炉心管理

炉心管理には、燃料交換前の「炉心構成要素等取替基本計画」の作成、起動前準備としての「燃焼計画」及び「制御棒操作手順書」等の作成、原子炉運転前の定例的な試験の実施、原子炉運転中における原子炉熱的制限値の管理、燃焼管理と燃料被ふく管外面腐食量管理、及び原子炉運転停止時の崩壊熱管理等の業務があり、燃料管理要領及び炉心管理要領に基づく所定の手続き（技術部長及び原子炉主任技術者の確認を受けた後の所長承認等）に従って実施している。

燃料交換を行う場合には、年度運転計画に基づき、炉心構成要素等の取替体数及び位置並びに炉心安全性確認項目の確認等を定めた「炉心構成要素等取替基本計画」を作成する。

燃料交換後の原子炉の起動開始前には、運転計画、熱出力及び炉心安全性確認項目の確認等を定めた「燃焼計画」を作成するが、この「燃焼計画」は「炉心構成要素等取替基本計画」をもって代えることができる。また、燃料最高温度及び被ふく管最高温度が原子炉熱的制限値を満足するための運転条件を設定する。更に、「制御棒操作手順書」を作成する。

燃料交換後、反応度（過剰反応度、停止余裕等）及び出力係数に係る定例的な試験を実施し、反応度が制限を満足すること等を確認する。

原子炉の状態が運転においては、燃料最高温度及び被ふく管最高温度が原子炉熱的制限値を、また、燃料集合体の燃焼度が最高燃焼度を満足していることを確認する。更に、1次冷却材ナトリウム純度の確認結果に基づき、燃料被ふく管の外面腐食量を評価して、当該腐食量が今サイクルを通じて設計範囲内であることを確認する。

また、炉心構成要素の健全性を担保するため、原子炉運転停止時の炉心及び炉心構成要素の崩壊熱を評価し、炉心構成要素の崩壊熱が、燃料取扱設備や燃料検査設備等の制限値を満足することを確認する。

(2) 燃料管理

燃料管理には、燃料集合体の受入れ、検査、貯蔵、及び燃料交換、並びに使用済燃料集合体の払出し等の業務があり、燃料管理要領、炉心構成要素管理要領、燃料取扱設備操作手順書、新燃料検査要領等に基づき、所定の手続き（技術部長及び原子炉主任技術者の確認を受けた後の所長承認等）に従って実施している。これらの要領等は、保安規

定及び組織の改正等に伴って適宜改正を行ってきている。

新燃料集合体の受入れは、輸送容器及び燃料集合体の員数、外観確認等の受入検査を実施し、燃料集合体が臨界に達しない措置が講じられていることを確認した上で、新燃料貯蔵ラックに貯蔵する。また、燃料交換のため新燃料集合体を炉外燃料貯蔵槽に貯蔵する場合には、当該燃料集合体の外観検査を行い、外観形状に異常のないことを確認すると共に、貯蔵前に燃料集合体が臨界に達しない措置が講じられていることを確認する。

燃料交換の実施に際しては、交換体数及び位置並びに安全措置等を定めた「炉心構成要素等取替実施計画」を作成し、原子炉容器内の燃料集合体と炉外燃料貯蔵槽に貯蔵されている燃料集合体を 1 体ずつ交換する。

照射済燃料集合体は、炉外燃料貯蔵槽及び燃料池で貯蔵する。当該貯蔵の前に、照射済燃料集合体の崩壊熱が制限値を越えていないこと、及び照射済燃料集合体が臨界に達しない措置が講じられていることを確認する。また、貯蔵状況の監視として、炉外燃料貯蔵槽及び燃料池の液温及び液位を 1 週間に 1 回確認する。

破損のおそれのある照射済燃料集合体が発生した場合は、照射済燃料検査要領に従い、照射済燃料検査の実施計画を作成して当該検査を実施する。当該検査では、破損の疑いのある照射済燃料集合体を燃料検査設備に移動し、核分裂生成物の漏えいの有無を確認した上で、継続使用の可否を判定する。

また、使用済燃料集合体の払出しは、輸送計画を作成して実施する。

(3) 運転再開に向けた炉心・燃料管理関連業務

運転再開に向けて実施した炉心・燃料管理に関連する業務を以下に示す。

1) 初装荷燃料と炉心の変更と安全性確認

ナトリウム漏えい事故後の長期プラント停止に伴い、炉心に装荷されている初装荷燃料Ⅰ型のプルトニウム同位体組成が変化(Pu^{241} の A_{m241} への壊変：半減期約 14 年)し、炉心の反応度が低下した。そのため、性能試験を開始するためには、既に炉心に装荷されている初装荷燃料Ⅰ型を、既に製造されている初装荷燃料Ⅱ型及び新規に製造する初装荷燃料Ⅲ型と交換する必要があった。そこで、初装荷燃料の変更に係る原子炉設置変更許可申請を平成 18 年 10 月に行い、平成 20 年

2 月に許可を受けた。設置変更許可申請における安全審査では、燃料中のプルトニウム同位体組成が変動する影響等を評価した。また、初装荷炉心が構成するまでの 3 段階の炉心の安全性についても評価し、安全性が確保できることが確認された。

また、上記の設置変更許可申請の許可を受けて、炉心・燃料に係る設工認・工認変更申請を平成 20 年 5 月に行い、平成 20 年 7 月に認可を受けた。また、原子炉起動工程が遅延したことにより、再度、起動時期の変動を考慮した安全性について、平成 21 年 5 月に、炉心に係る設工認・工認変更申請を行い、同年 6 月に認可を受けた。

2) 長期保管燃料の健全性確認

「もんじゅ」の再起動にあたり、今後新たに製造する燃料（初装荷燃料Ⅲ型）に加えて、前回の性能試験（平成 5 年～平成 7 年）で燃焼を経験した燃料（初装荷燃料Ⅰ型）及び本格運転以後に使用する予定で保管されている燃料（初装荷燃料Ⅱ型）についても利用する計画であることから、これらの燃料の保管中における経年的影響の観点から技術的検討・評価を行った結果、燃料が有する機械的健全性については、使用上の要求機能、性能を確保していることを確認した。

なお、上記長期保管燃料の健全性については、安全審査^{*4-19}及び保安検査においても健全性に問題がないことが確認された。

また、上記の技術的検討・評価結果の参考に資することを目的として、念のための補足的な位置づけとして、「もんじゅ」サイトにおいて、以下の 3 項目について燃料健全性確認を実施した。

*4-19：独立行政法人日本原子力研究開発機構高速増殖炉研究開発センターの原子炉の設置変更（高速増殖原型炉もんじゅ原子炉施設の変更）〈第 111 部会〉[2007. 7. 4 諮問、2008. 2. 12 答申]

○ 原子炉安全専門審査会 第 111 部会 A グループ第 1 回会合
資料第 111A-1-5 号 燃料機械設計について（平成 19 年 9 月）

○ 第 8 回原子力安全委員会 資料第 1-5 号

独立行政法人日本原子力研究開発機構高速増殖炉研究開発センターの原子炉の設置変更（高速増殖原型炉もんじゅ原子炉施設の変更）について（答申）（平成 20 年 2 月）

① 燃料検査設備による燃料健全性確認

炉心より取り出された炉心燃料集合体とブランケット燃料集合体

のうち、燃料外観確認に供する各 1 体を燃料検査設備において燃料の漏えい検査を実施し、燃料集合体が健全であることを確認した。検査対象物が長期保管状態にあったことから、着目核種を変更して測定を行うために、当該設備の検出系からサンプリングしたガスを詳細分析することにより燃料の漏えいがないことを、炉心燃料集合体については平成 20 年 6 月に、ブランケット燃料集合体については平成 21 年 6 月に確認した。

② ファイバースコープ等による燃料外観確認

原子炉容器及び炉外燃料貯蔵槽のナトリウム中に保管されている燃料集合体の中から、代表として、原子炉容器のナトリウム中に装荷されている炉心燃料集合体 1 体（平成 20 年 6 月）及びブランケット燃料集合体 1 体（平成 21 年 8 月）について外観確認を実施した。具体的には、両燃料集合体について、燃料集合体ラップ管等の外観確認では小型 CCD カメラにより観察し、有害な傷等がないこと、炉心燃料集合体についてオリフィス孔が閉塞していないことを確認した。また、両燃料集合体のラップ管内燃料要素の外観確認ではファイバースコープにより観察し、異物の付着又は燃料要素の変形による冷却材流路の閉塞がないことを確認した。

以下に燃料外観観察画像を示す。

- a. 図 4.2.1-1 ファイバースコープによる炉心燃料集合体の燃料要素外観観察画像
- b. 図 4.2.1-2 小型 CCD カメラによる炉心燃料集合体の外観観察画像
- c. 図 4.2.1-3 ファイバースコープによるブランケット燃料集合体の燃料要素外観観察画像
- d. 図 4.2.1-4 小型 CCD カメラによるブランケット燃料集合体の外観観察画像

③ 燃料集合体出口流速計による流路確保の確認

本件は、燃料集合体出口流速計により測定した燃料交換前後の燃料集合体出口流速を比較し、新旧炉心燃料集合体に冷却材が適切に流れることを確認することにより、長期間の炉停止中、炉心に保管された炉心燃料集合体の流路確保を確認するものである。

燃料集合体出口流速計が設置されている 34 体（内側 20 体、外側 12 体、ブランケット 2 体）のうち、今回の燃料交換の対象となった燃料

集合体は 16 体であり、燃料交換前の測定を平成 21 年 6 月に、また、燃料交換後の測定を同年 7 月に実施した。燃料交換前後の流速の差は、判定基準（測定誤差、回転プラグ旋回の影響、製作公差に起因する圧力損失係数の変動、圧力損失の経時変化等を考慮）を満たし、長期間の炉停止中、炉心内に保管された燃料集合体の冷却材流路が確保されていることを確認した。なお、全体的な傾向として、旧燃料については圧力損失の経時変化と考えられる差異が見られた。

上記 3 確認項目の結果からも、経年的影響の観点から技術的検討・評価を行った結果の通り、燃料集合体は使用上の要求機能、性能を確保しており、現在の炉心構成で、性能試験を行うことは安全上問題ないと判断した。

3) 燃料交換

燃料取扱いに係る設備は平成 7 年度から停止状態にあったことから、長期停止プラント（高速増殖原型炉もんじゅ）の設備健全性確認計画に従い、順次、健全性確認を実施し、プラント確認試験による運転性能確認を含め平成 21 年 5 月までに全て終了した。この間に設備健全性に係る使用前検査を受検し、燃料取扱及び貯蔵設備の健全性が確保できていることについて国の確認を得た。

平成 20 年 5 月から運転再開のため燃料交換に向けた新燃料集合体の受入・搬入、炉外燃料貯蔵槽への移送を実施し、平成 21 年 6 月から 7 月にかけて 106 体（炉心燃料集合体 84 体、ブランケット燃料集合体 3 体、制御棒 19 体）の炉心構成要素の交換を計画どおり実施し、燃料交換に伴う使用前検査（燃料体装荷検査）を受検した。

新燃料集合体を炉心装荷する際に発生した過負荷防止インターロックで装荷が停止した事象については、操作手順書に従って対応を行い計画どおりに装荷できたが、操作手順書の記載内容に不明確な点があったことから、見直しを行い燃料交換期間中に改正を行った。

引き続き、性能試験再開後の燃料交換に向けて、新燃料集合体の受入・搬入を行っている。また、燃料交換で取り出した使用済燃料集合体等を洗浄・缶詰処理し、燃料池内の使用済燃料貯蔵ラックへ移送、保管する予定である。

4. 2. 2 放射性廃棄物管理

放射性廃棄物管理に係る要領については、保安規定の変更、組織改正等に伴う見直し、改正を行ってきた。また、放射性固体廃棄物の発生量の抑制を目的に管理区域への不要な物品の持込を制限し管理する「放射性固体廃棄物の発生低減要領」を平成 21 年 4 月に制定し運用している。

(1) 放射性固体廃棄物の管理

放射性固体廃棄物は、液体廃棄物処理設備から発生する濃縮廃液、液体廃棄物処理設備等から発生する使用済樹脂、燃料交換に伴って炉心から取り出される使用済制御棒等、点検時に原子炉容器周辺から取り出される使用済みの炉心出口計装等及びその他の固体廃棄物からなる。このうち、濃縮廃液及び使用済樹脂は、ドラム缶に固形化して固体廃棄物貯蔵庫（以下、「貯蔵庫」という。）に、使用済制御棒等は燃料池に、使用済み炉心出口計装等は、固体廃棄物貯蔵プールに、その他の固体廃棄物については、可燃物と不燃物に分別し、ドラム缶等に封入後、貯蔵庫にそれぞれ保管することとしている。

放射性固体廃棄物の管理については、放射性固体廃棄物管理要領に基づき実施している。

固体廃棄物貯蔵プールでの使用済み炉心出口計装等の保管は、保管した際に使用済計装品等移動・貯蔵報告書及び使用済計装品等保管集計表を作成している。現在の保管状況は、制御棒駆動機構上部案内管 3 体及び炉外中性子検出器 2 体の 2.3 m^3 で貯蔵限度（約 $1,500 \text{ m}^3$ ）に対して十分に余裕がある。なお、使用済制御棒等の保管は、現在まで行っていないことから、燃料池は十分な保管容量（貯蔵限度約 1,200 体）を有している。

濃縮廃液及び使用済樹脂のドラム固化体は、平成 12 年に貯蔵庫に 20 体保管し、それ以降固化装置を休止している。ドラム固化体は固化処理の際にプラスチック固化体固化記録及び封入記録を作成している。その他の固体廃棄物については、「もんじゅ」が停止した平成 7 年度以降も年間平均して約 250 本（ドラム缶換算）発生している。その他の固体廃棄物は、封入の都度、放射性雑固体廃棄物封入記録を作成している。

ドラム固化体及びその他の固体廃棄物を貯蔵庫に保管する際には、運搬前に雑固体ドラム缶等運搬依頼票を作成し、雑固体ドラム缶等の運搬に係る線量当量率等を測定して基準を満足することを確認すると共に、固体廃棄物運搬放射線測定記録を作成している。また、運搬し保

管した都度、固体廃棄物搬入記録書及び固体廃棄物発生状況集計表を作成している。現在、貯蔵庫には約 4,000 本が保管されており、貯蔵限度（約 23,000 本）に対して十分に余裕がある。

燃料池及び固体廃棄物貯蔵プールにおける保管状況については毎月、貯蔵庫における保管状況については毎週、それぞれ確認し巡視点検記録を作成すると共に、各施設における保管量の確認を 3 ヶ月に 1 回行って保管記録を作成している。これらの帳票については、主任技術者の確認を受けている。

(2) 放射性気体廃棄物及び液体廃棄物の管理

放射性気体廃棄物については、排気筒から環境へ放出される気体廃棄物処理系にて処理された 1 次冷却系アルゴンガス及び管理区域内の換気空気中の放射性物質濃度及び量について、保安規定並びに放出管理要領に規定された放出管理目標値を遵守していることを、規定や要領に定められた測定頻度に基づいて、試料の採取、測定及び評価を行って管理している。この管理は、平成 5 年度の管理区域設定以降、プラント運転中と同様、長期停止中の間も継続して実施してきた。また、液体廃棄物についても、管理区域内で発生する洗濯及び廃液蒸発濃縮器にて処理された機器ドレン等の液体廃液中に含まれる放射性物質濃度及び量の評価を、気体廃棄物と同様、保安規定並びに放出管理要領に基づいて放流前の貯留タンク毎に試料を採取、測定して実施している。

このような管理方法については、基本的に軽水炉と同様なものであり、これまでの QMS 文書に対する保安調査並びに保安検査においても妥当であることが確認されている。

なお、これまで気体・液体廃棄物によって環境へ放出された核種はトリチウムのみであり、希ガス及びよう素並びにその他の核種の放出量は、全て検出限界未満である。また、液体廃棄物による年間のトリチウム放出実績量（最大値）は、保安規定に定められた年間の放出管理の目標値に比較して 1% 未満である。

4. 2. 3 放射線管理

放射線管理については、被ばく線量限度を遵守するため、保安規定に定めた管理方法により、平成 5 年度の主建物内の管理区域設定以降、40% 出力運転経験を経た後のプラント長期停止期間中も、継続的かつ確実に実施してきた。

具体的な放射線管理としては、管理区域の管理、放射線業務従事者の被ばく管理、管理区域等の線量当量率等の測定、放射線計測器類の管理、管理区域外へ移動する物品の管理、放射線業務従事者の健康管理及び協力会社の保安措置に係る業務を実施してきている。

この業務を達成するために、保安規定の下、QMS 文書（放射線管理要領、放射線作業管理手順書、計測器類等管理手順書、被ばく管理手順書、区域管理手順書、線量率等測定手順書、除染作業手順書、防護具管理マニュアル及び放射線管理仕様書）を定めて運用している。

これら放射線管理に係る要領・手順書類については、保安規定の変更、組織改正等に伴う見直し、改正を行ってきた。これらの要領の改正内容については、保安調査等において妥当であることの確認を受けている。

今後も、保安検査による指導や、軽水炉等で発生した放射線管理上の不具合事象を参考に、地震発生時に管理区域内作業者が緊急避難した場合の管理方法について検討するなど、手順の見直し、改善を図っていく。

なお、最近の具体的な放射線管理に係る業務としては、新燃料集合体の搬入、使用済燃料集合体の健全性確認及びナトリウム洗浄に伴う放射線管理区域の区域区分の変更、防護装備の着用及び作業環境のモニタリングなどの実施やアニュラス屋外排気ダクト補修工事においては、大規模な一時管理区域の設定・解除を問題なく実施している。

更に放射線監視設備については、プラント長期停止期間中も、軽水炉の定期検査に相当する点検及び校正を 1 回/年の頻度で実施し、機能及び性能の維持を図ってきており、長期停止プラントの設備健全性確認においても、全ての設備が健全であることを確認した。なお、放射線管理設備は設置後約 20 年が経過し、老朽化が認められるため、平成 19～28 年度の予定で設備の更新を計画的に進めている。平成 20 年度には管理区域出入管理装置（立入ゲート）及び個人被ばく線量計、引き続き平成 21 年度には体表面モニタ（退出モニタ）、平成 22 年度以降にはモニタリングポスト（環境放射線モニタ）、排気・排水モニタ及びエリアモニタの更新を順次行う予定である。なお、これら更新機器には、最新の技術を導入し、放射線管理業務の更なる改善と信頼性の向上を図っていく。

第5章 設備改善

5. 1 ナトリウム漏えい対策

(1) 安全性総点検時のナトリウム漏えい対策

平成10年3月に報告された安全性総点検においては、動燃が策定したナトリウム漏えい対策内容について、「空気雰囲気中に設置されている設備からのナトリウム漏えいを早期に検出すること」、「ナトリウム漏えい量の抑制」、「空気供給の遮断、確実な消火により事故の拡大防止及び影響の緩和を図ること」を基本方針として改善策の検討を行った。その結果、動燃の改善策は妥当との見解を示した。主な改善策は、以下の通りである。

1) ナトリウム漏えいの早期検出

- ・ 煙感知器と熱感知器を組み合わせた火災検出システム（セルモニタ）の新設。
- ・ 室内にI T Vカメラを設置すると共に、新設するセルモニタや火災感知器の警報、ナトリウム漏えい検出器の表示、I T Vによる現場の状況等を中央制御室において直接監視できるシステム（総合漏えい監視システム）の設置。

2) ナトリウム漏えい量の抑制

- ・ 2次主冷却系設備等に対し、ドレンラインの追加、既設ドレン配管の大口径化等の改造によるドレンの所要時間の短縮（ナトリウム漏えい量の抑制）。
- ・ ドレン弁の多重化（確実なドレン）。
- ・ 2次メンテナンス冷却系、炉外燃料貯蔵槽冷却系等に対するドレン弁の遠隔操作化等による早期ドレン及びドレン機能維持向上。

3) 事故の拡大防止及び影響の緩和

- ・ 「蒸発器液位低低」信号、セルモニタからの漏えい信号による換気空調設備の自動停止。
- ・ 建物内のエアロゾル拡散の抑制を図るための建物区画化。
- ・ 漏えい・燃焼区画への窒素注入。
- ・ 壁、天井の断熱構造化によるコンクリート温度上昇の抑制とコンクリートからの水分放出の抑制。
- ・ 過度の圧力上昇を抑制するための圧力逃がしラインの設置等

- ・ 貯留室の熱的影響を緩和するための設備（ヒートシンク）の設置。

(2) ナトリウム漏えい対策の設備改善の基本的考え方

ナトリウム漏えい対策の設備改善は、「高速増殖炉の安全性の評価の考え方、昭和 55 年 11 月 6 日原子力安全委員会決定、平成 13 年 3 月 29 日一部改訂」に基づき策定した当初設計に対して、更に、平成 7 年 12 月に発生した 2 次主冷却系ナトリウム漏えい事故を踏まえた設備改善に際しては、本事故はもとより、先行炉での事故・故障等の最新の知見を含め、あらゆる角度から検討した上で、安全性向上につなげるために、設計における要求事項に追加する事項がないか点検を行い、追加要求事項があるものについて、改善策を策定した。

改善策の策定に当たっては、平成 7 年 12 月に発生したナトリウム漏えい事故に係る調査審議の過程において確認された空気雰囲気下でのナトリウム漏えい時における鉄、ナトリウム及び酸素が関与する界面反応による腐食が原子炉施設の構造材料の健全性への影響を与える可能性を踏まえ、平成 12 年 10 月に原子力安全委員会は「高速増殖炉の安全性の評価の考え方、解説」を決定した。この解説は、「[安全性の評価において考慮すべき化学的因子について]: 空気雰囲気下でのナトリウムの漏えいが想定される事象については、鉄、ナトリウム及び酸素が関与する界面反応による鋼材の腐食についても十分に考慮する必要がある。なお、この際、漏えいナトリウムによる影響を緩和する対策が適切に講じられていることにより、炉心は損傷に至ることはなく、また、他の異常状態の原因となる 2 次的損傷を生じない設計であることを確認することが重要である。」としている。

設備改善の検討にあつては、これらの高速増殖炉の安全性の評価の考え方、解説に従い、漏えい箇所、漏えい規模、漏えい形態、運転モード等について様々なケースを想定し、漏えい部周辺機器の配置、システム間相互作用等を考慮した漏えい影響程度、範囲を現場点検及び代表的な部屋でのナトリウム燃焼解析により検討した。更に、それら点検結果をもとに、空気雰囲気中及び窒素雰囲気中に設置されているナトリウムを内包する他の系統に対して、それぞれの系統の特徴に注目しながら点検を行い、自主保安設備も含め以下の改善策を策定した。

1) ナトリウム漏えい検出設備（ナトリウム漏えいの早期検出）

- ・ ナトリウム漏えいの影響が配管・機器の保温構造外に及ぶ場合の検出系を強化するためにセルモニタ（煙感知器と熱感知器を組み合わせた火災検出システム）を設置する。

- 2) ナトリウム充填・ドレン設備（ナトリウム漏えい量の抑制）
- ・ 2 次主冷却系、補助冷却設備：ドレンに要する時間を短縮するため、2 次主冷却系循環ポンプ入口部分へのドレンラインの追加、既設ドレン配管の大口径化等の改造を行う。ナトリウム漏えい環境下にあっても確実にドレンできるよう、ドレン弁、駆動ケーブル、信号ケーブルを保護する。
 - ・ 2 次ナトリウム補助設備：漏えい量を抑制するため、ドレンできるようドレン弁等を電動操作化すると共に保護する。
 - ・ 2 次メンテナンス冷却系、炉外燃料貯蔵槽冷却系及び同 2 次補助ナトリウム系：早期にドレンできるよう、フリーズシール部を常時メルト運用とし、ドレン弁は電動操作化すると共に保護する。
- 3) 消火設備（ナトリウム漏えいの影響緩和）
- ・ 中央制御室の近く及びナトリウム取扱機器を設置している部屋の近傍に、消火支援器具を配置する。
 - ・ ナトリウム燃焼の確実な鎮火及び再燃焼防止のため、当該区域に窒素注入を行う。
 - ・ 窒息消火の効果向上のため、2 次主冷却系、補助冷却設備の配管・機器が設置されている部屋を区画化する。区画化は、エアロゾル拡散抑制の効果も有する改善策であると共に、換気空調設備の早期停止と相まって、窒息消火に有効である。また、部屋の圧力上昇を抑制するため、圧力逃がしラインを設置すると共に空気冷却器室へも開口部を利用して圧力を逃がす。
- 4) 換気空調設備（ナトリウム漏えいの影響緩和）
- ・ 「蒸発器液位低低」信号による換気空調設備の自動停止をより確実なものとするため、従来 2 out of 2 信号で自動停止することとしていたものを 1 out of 2 信号でも自動停止させるようインターロックの改善を行う。
 - ・ 漏えいナトリウムの燃焼抑制及びエアロゾル拡散抑制を図るため、中小漏えいに的確に対処するため、セルモニタの信号により、換気空調設備を自動停止させる。
 - ・ 建物内のエアロゾル拡散を抑制するため、区画化する。区画化を行うに当たっては、区画境界の気密化を行うと共に、換気空調設備のダクトに逆止ダンパを追加する。

- 5) ライナ（ナトリウム漏えいの影響緩和）
- ・ ナトリウム漏えい確認後、速やかに原子炉を停止すると共に、ドレンに要する時間を短縮するための改造を行う。
 - ・ ナトリウムを内包する配管・機器が設置された部屋の壁、天井の必要な箇所に断熱構造を設け、コンクリートの温度上昇を抑制し、コンクリートからの水分放出を抑制する。
 - ・ 断熱構造は、基本的に壁、天井に敷設するが、敷設に当たってはコンクリートへの熱的影響の空間分布や現場における壁掛け盤等の効果を勘案し、設置範囲や断熱材仕様を確定する。
- 6) 安全保護系、液面計、インターロック等制御系（ナトリウム漏えいの影響緩和）
- ・ ナトリウム漏えいの影響が配管・機器の保温構造外に及ぶ場合の検出系を強化するため、セルモニタを設置し、セルモニタの信号により、換気空調設備を自動停止させる。
- 7) 中央制御室監視システム（ナトリウム漏えいの早期検出）
- ・ 運転員が事故現場の状況をより正確かつ迅速に把握できるよう、室内にＩＴＶを設置すると共に、火災、ナトリウム漏えい検出及びプロセス量のナトリウム漏えいに関する情報を中央制御室で一括表示、監視できる総合漏えい監視システムを設置する。
 - ・ 総合漏えい監視システムには、火災、漏えい警報、プロセス警報発報の推移表示、再鳴動機能をもたせる。
- 8) その他、燃焼抑制や熱的影響緩和のための改善措置（ナトリウム漏えいの影響緩和）
- ・ 空気冷却器室：空気冷却器室内配管から漏えいしたナトリウムの飛散を防止し、漏えいナトリウムを確実にキャッチパン上に導くために、空気冷却器室の配管廻りにナトリウム飛散防止用の防護壁又は樋を設置する。
 - ・ 貯留室：貯留室では、漏えい・移送された未燃焼ナトリウムが長期にわたって貯留されることから、熱的影響を緩和するために鋼材等のヒートシンクを設置する。貯留されるナトリウムに水酸化ナトリウムが混入している場合には、未燃焼ナトリウムとの反応により水素発生の可能性が考えられるが、この改善策により水素発生も抑制する。

これらの改善策を講ずることにより、結果として床ライナ等の建物・構築物の健全性について適切な裕度向上につながることを確認した。

また、安全性総点検において、科学技術庁及び原子力安全委員会は、ナトリウム漏えい対策に係る改善策について概ね妥当であるとし、平成13年6月から平成14年12月に実施した設置変更許可申請の安全審査やその後の詳細設計に係る設工認による審査で、これらの改善策が、「安全設計の基本方針」及び「ナトリウムに対する設計上の考慮」を満足していることを確認した。

(3) 改善結果

ナトリウム漏えい対策工事については、平成17年3月3日に準備工事に着手し、本体工事を平成17年9月に開始し平成19年5月23日に完了した。また、工事が完了した設備から順次、機能確認試験（以下、「工事確認試験」という。）を行い、設計仕様を満足していることを確認し、平成19年8月30日に工事確認試験をすべて終了した。

ナトリウム漏えい対策については、ナトリウム漏えいの早期検知、ナトリウム漏えいの抑制、ナトリウム漏えいの影響緩和及びその他のナトリウム漏えい対策の4つに分け、安全性総点検報告書第4回報告で報告済みである。

1) ナトリウム漏えいの早期検知

ナトリウム漏えいの早期検知に係る改善策としては、空気雰囲気室における機器、配管の保温材の外へのナトリウム漏えいを早期かつ確実に検知すると共に、中央制御室内にナトリウム漏えい警報及びナトリウム漏えい関連情報（火災情報、漏えい情報、プロセス情報、視覚情報）を集約して表示できるように、以下の設備改善を行った。

- ・ 空気雰囲気セルモニタの設置(機器・配管の保温構造外に及ぶナトリウム漏えいを検知するために煙感知器と熱感知器を組み合わせたナトリウム漏えい検知システムを設置すると共に、セルモニタの信号により換気空調設備を自動停止させる。)
- ・ 中央制御室内への総合漏えい監視システムの設置(火災情報、ナトリウム漏えい検出器情報、プラント関連情報、監視カメラ情報を集約して表示するシステムを設置)

セルモニタについては警報・インターロック試験を、総合漏えい監視システムについては各種情報表示試験(漏えいの有無、規模、場所等をモニタに正しく表示すること)を行うことにより、必要な機能を満足していることを確認した。

2) ナトリウム漏えい量の抑制

ナトリウム漏えいの抑制に係る改善策としては、ナトリウムの漏えいを確認した場合、配管・機器に保有しているナトリウムを早期にドレンが行えるように、以下の設備改善を行った。

- ・ 2次ナトリウム充填ドレン系の改造(充填ドレン系配管の大口径化、ドレン弁の多重化、緊急ドレン一括スイッチの設置等)
- ・ 2次ナトリウム純化系の改造(ドレン弁の電動化、緊急ドレン一括スイッチの設置等)
- ・ 2次アルゴンガス系設備の改造(タンク廻りのナトリウム漏えい時に2次系カバーガスの圧力による漏えいを防止するために減圧ラインを追加)

2次系ナトリウム充填ドレン系の改造については、緊急ドレン試験により、設計目標である従来の約 50 分の半分である 25 分以内にドレンが完了することを確認した。

3) ナトリウム漏えいの影響緩和

ナトリウム漏えいの影響緩和に係る改善策としては、ナトリウムが空気雰囲気下の建屋内に漏えいした場合にナトリウム燃焼で発生するエアロゾルの拡散防止、ナトリウムの燃焼抑制、ナトリウム燃焼熱によるコンクリートからの水分放出抑制等の観点から以下の設備改善を行った。

- ・ 蒸気発生器室換気装置自動停止インターロックの改造(エアロゾルの拡散防止及びナトリウムの燃焼抑制の観点からセルモニタ信号による換気空調設備自動停止機能の追加)
- ・ 蒸気発生器室換気装置の改造(建物の区画化に伴い、ナトリウム漏えい時の室内圧力上昇対策として換気系の排気ダクトに圧力逃がしライン等を設置)
- ・ 原子炉補助建物 2 次主冷却系設備等エリアの区画化(エアロゾルの拡散を防止すると共に、窒素注入時の酸素濃度低減効果の向上)
- ・ 窒素ガス注入設備の設置及び窒素ガス供給系設備の改造(ナトリウム漏えいエリアへの窒素注入によりナトリウム燃焼の抑制)
- ・ 壁・天井への断熱材の設置(ナトリウム燃焼熱によるコンクリートからの水分放出の抑制)
- ・ 漏えい時の飛散ナトリウム対策(ナトリウム漏えい時の飛散ナトリウムからの機器保護を目的とした保護カバー等の設置)

- ・ 貯留室の対策(ナトリウム漏えい時に貯留室へ導かれたナトリウムによる熱的影響緩和策としてのヒートシンク材の設置等)
- ・ 原子炉補助建物への圧力開放ダンパの設置(建物内にナトリウムが漏えいした場合のナトリウム燃焼による圧力上昇を防止)

上記設備改造に対する工事確認試験においては、警報・インターロック試験や窒素注入試験(注入区画の酸素濃度が目標値(約5%)まで低下することを確認)、据付確認等を通じて必要な機能を満足していることを確認した。

4) その他のナトリウム漏えい対策工事

「もんじゅ」におけるその他のナトリウム漏えい対策工事として以下の設備改善を行った。

- ・ 補助冷却設備空気冷却器廻りの対策工事(空気冷却器内へのナトリウム漏えいを検出するためのナトリウム漏えい検出器の設置等)
- ・ 1次ナトリウム充填ドレン系の改造(ドレン弁の電動化等)
- ・ 炉外燃料貯蔵槽冷却系共通配管室の窒素雰囲気化(炉外燃料貯蔵槽冷却系の共通配管がある部屋を窒素雰囲気とし、漏えい時のナトリウム燃焼を抑制)等

これらの改造工事に対しても、警報試験、動作試験等を通じて必要な機能を満足していることを確認した。

ナトリウム漏えい対策の設備改善の概要を図5.1-1に、設備改善のまとめ表を表5.1-2に、2次ナトリウム補助設備充填ドレン系の設備改造に係るドレン所要時間とその妥当性について資料5.1-3に示す。

(4) まとめ

ナトリウム漏えい対策の設備改善については、平成17年3月3日から準備工事を開始し、平成19年5月23日に工事が完了した。改造設備が設計仕様を満足していることを確認するため、工事が完了した設備から順次「工事確認試験」を行い、平成19年8月30日にすべて終了し、必要な機能を満足していることを確認した。また、ナトリウム漏えい対策の工事及び性能に係る国の使用前検査を受検した。

以上の結果により、ナトリウム漏えいを早期に検出し、事故の拡大を防止して事故の早期終息を図るためのナトリウム漏えい対策設備としての機能について確認した。

5. 2 信頼性向上等を目的とした設備改善（ナトリウム漏えい対策以外の設備の改善）

(1) 指摘事項

安全性総点検における本件に係る指摘事項の要旨は以下の通りである。

「もんじゅ」における試運転経験等から摘出された改善事項(58件)は、改善が望ましい案件と今後の運転実績により改善の要否を判断する案件に分類されている。改善が望ましい案件については、計画的に実施すべきである。また、今後の運転実績により改善の要否を判断する案件についても、改善による有効性を考慮して前向きに検討する必要がある。

(2) 設備改善状況

運転員・保守員からの改善提案や試運転経験などから摘出された信頼性向上等を目的とした設備改善 58 件については、平成 9 年度から順次計画的に実施し、平成 19 年度までにすべて完了した。5 項目の大分類別の件数は、以下の通りであり、安全性総点検報告書第 4 回報告までに報告済みである。

- 1) プラント信頼性の向上のための設備改善 17 件（表 5. 2-1）
（改善実施 16 件＋改善不要 1 件）
- 2) プラント機能の向上のための設備改善 9 件（表 5. 2-2）
（改善実施 8 件＋改善不要 1 件）
- 3) 運転操作性の向上のための設備改善 19 件（表 5. 2-3）
（改善実施 16 件＋改善不要 3 件）
- 4) 作業安全性の向上のための設備改善 7 件（表 5. 2-4）
（改善実施 7 件）
- 5) 保守性の向上のための設備改善 6 件（表 5. 2-5）
（改善実施 5 件＋改善不要 1 件）

また、平成 10 年の安全性総点検の指摘以降も、停止中の状態におけるプラント運営経験等から改善が望ましい案件が提案され、以下のような設備改善を計画的に実施してきた。

- ・原子炉格納容器内換気空調設備凝縮水の低減対策
- ・排水モニタの増設
- ・屋外ガス供給設備配管等の腐食対策
- ・液体廃棄物処理系配管の腐食対策 など

(3) まとめ

信頼性向上等を目的とした 58 件(改善実施 52 件＋改善不要 6 件)の設

備改善については、すべて完了した。今後は、性能試験を通じて摘出された設備改善に適切に対応していくと共に、他プラントの事故・故障等情報や研究開発成果情報の反映について、「最新技術情報の反映に係る管理要領」を適切に運用し、必要な設備改善を行っていく。

5. 3 ナトリウム漏えい検出器の改善

(1) 経緯

平成20年3月26日に1次メンテナンス冷却系の原子炉容器入口1次止め弁に取り付けられているCLDのナトリウム漏えい警報（誤警報）が発報した。

原子力機構による調査の結果、当該警報が発報したCLDのみならず他の複数 の類似構造の1次系CLDにも不具合（電極の変形）が確認されたことから、原子力安全・保安院は、平成20年4月7日に原子力機構に対し、「高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器に関する点検等について（平成20・04・07 原院第1号）」にて「もんじゅ」の全てのナトリウム漏えい検出器について点検等を実施するよう指示した。原子力機構は、平成20年4月14日に「高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器に関する点検計画（20原機（も）061）」（以下、「点検計画」という。）を提出し、点検を行うこととした。

不具合の原因が、CLDの据付不良（施工不良）と推定されたことから、「点検計画」に基づき、施工不良の観点から全てのナトリウム漏えい検出器及び差込構造を持つ計装品等の点検を実施した。

その後、平成20年9月6日に2次系オーバフロータンクのCLDのナトリウム漏えい警報（誤警報）が発報した。調査の結果、警報発報の原因が、過去に同じ型のCLDで経験していたイオン・マイグレーションであったことから、その他に潜在している不具合はないか確認するため、ナトリウム漏えい検出器に係る過去の不具合事例の調査・点検を実施した。

ここでは、これらの点検結果に基づき実施したナトリウム漏えい検出器の設備改善の実績について報告する。

(2) 誤警報対策

1) 1次メンテナンス冷却系CLDの据付不良に対する改善

誤警報発報の原因は、CLDを弁に取り付ける際、シーラント（CLDの挿入位置を決める金具）の取付不良によりCLDが過挿入となり、シース先端が弁棒と接触し、電極と弁棒（アース）が電氣的に接触したことにより、警報発報に至ったものと推定した。また、過挿入となっ

た原因は、工場で押しねじを締め付けたが、現地において押しねじを外してＣＬＤを取り付けた際にシーラントが動き、ＣＬＤが過挿入となったものと推定した。

設備上の対策として、ＣＬＤを確実に固定するため、シーラント方式ではなく、工場での取り付けと再取り付けの運用及び十分な保持力を持つ締付量が明確になっている固定法(スウェージロック)に変更することとし、シーラント型ＣＬＤについては、全数 252 個をスウェージロックタイプへ交換した。

2) 2 次系オーバフロータンクＣＬＤのイオン・マイグレーションに対する改善

誤警報発報の原因は、銀ロウ付けのＣＬＤのイオン・マイグレーションによる絶縁低下と推定した。2 次系ＣＬＤのうち、銀ロウ付けのＣＬＤ91 個は、全てイオン・マイグレーションが起こりにくい金ロウ付けのＣＬＤに交換し、据付不良がないことの確認及び機能の健全性確認を実施した。

3) 2 次系ＲＩＤの基板留めネジの緩みに対する改善

平成 20 年 3 月のＣＬＤ誤警報発報以前に実施済みの設備改善として、2 次系ＲＩＤ（放射線イオン化式検出器）において、内部トランジスタのコレクタの製造時の取扱上のミスによる断線や基板留めネジの緩みによるプリント基板と固定リングとの電氣的接触不良が発生（平成 19 年 8 月）したため、ＲＩＤ全数 32 個を内部トランジスタ断線対策と基板留めネジの緩み防止対策済みのＲＩＤに交換した。

4) 温度変化によるＲＩＤ誤警報に対する改善

平成 20 年 1 月に 24 時間を越えて連続で温度が低下したために、ＲＩＤの指示値が連続して上昇し、ＲＩＤ信号変化量(24 時間前の同時刻と比較)が設定値に達し、警報が発報した。

このため、温度変化による誤警報の原因である外気温度変化の影響を小さくするため、平成 20 年 2 月に指示値の比較時間を 24 時間から 1 時間に変更した。また、(設定値は変更せず) ＲＩＤ出力の変動を運転員が定期的（3 回/日）に確認することとした。

5) 塗装揮発成分によるＲＩＤ誤警報対策

平成 21 年 1 月に屋外塗装の揮発成分が外気取り入れ口フィルタから

原子炉補助建物内に進入し、R I Dに吸引されてR I Dの出力を上昇させた。

平成 21 年 2 月以降からは、塗装揮発成分の拡散低減（局所排風機等により外気取り入れ口フィルタから離れた場所へ揮発成分を排気・拡散すること等）により影響を抑制することとした。

(3) 信頼性向上対策

1) 無停電化

1 次主冷却系（原子炉容器廻り）のナトリウム漏えい設備は停電した際に、漏えい警報が発報する。

このため、平成 21 年 12 月に 1 次主冷却系（原子炉容器廻り）のナトリウム漏えい計装に係わる制御電源に、停電の可能性がある一般計装電源と並列にU P S（無停電電源装置）を設置した。

また、信頼性向上のため、平成 21 年 12 月に 2 次主冷却系のナトリウム漏えい計装に係わる制御電源を、停電の可能性がある一般計装電源より無停電電源系統からの受電に改造を行った。

2) 制御プログラムの見直し

R I Dサンプリングポンプ起動直後においてガス流量が安定しない場合、検出器出力が変動しナトリウム漏えいの誤警報を発報することが考えられるため、これを抑止する観点から、平成 21 年 12 月にシーケンサのプログラムを変更し、サンプリングポンプ起動直後の警報発報を一定時間（1 分間から 5 分間）抑止するようにした。

3) 瞬停対策

平成 21 年 12 月 31 日に発生した瞬停により、原子炉容器周りを監視している 1 次系ナトリウム漏えい検出器のサンプリングポンプ 1 台（S I D、D P D用）が停止したことを受け、2 秒以内の瞬停の場合サンプリングポンプが自動再起動するように、平成 22 年 11 月中に電源系を改造する。また、サンプリングポンプの電源は常用電源から供給されており、外部電源喪失発生中は再起動できないため、平成 22 年度中に電源の非常用電源化を完了するよう計画する。

4) 予防保全を目的とした点検等

予防保全を目的とした保全作業を実施するにあたり、原子炉施設保安規定に基づいた運転上の制限を満足しなくなる場合、作業を実施する

期間は、必要な系統の監視を行い、安全対策を講じた上で、運転上の制限外に移行して作業を行うこととした。

5) 点検頻度の見直し

平成 20 年 9 月に発生した 2 次系 C L D 誤警報トラブルを契機に、ナトリウム漏えい検出器に関する過去に発生した故障、不具合データを整理し、平成 21 年 5 月に「ナトリウム漏えい検出設備 取扱いの手引き」としてマニュアル化すると共に、これに基づき保全計画に点検周期を反映した。

(4) まとめ

ナトリウム漏えい検出器の不具合の原因を踏まえて、再発防止のため、1 次系 C L D : 252 個、2 次系 C L D : 91 個、2 次系 R I D : 32 個を改良型のものに交換し、ナトリウム漏えい検出器の信頼性の確保・向上を図った。

第6章 長期停止設備の健全性確認の確実な実施

6. 1 設備健全性確認の目的と概要

「もんじゅ」は、40%出力段階、すなわち性能に係る使用前検査途中段階で試運転を中断し、それ以降約 14 年間運転を停止している。平成 18 年 9 月に「長期停止プラント（高速増殖原型炉もんじゅ）の設備健全性確認計画書」を策定し、機器・設備レベルの健全性確認（設備点検）、改造を実施した設備の健全性確認（改造工事確認試験）、系統・プラントレベルの健全性確認（プラント確認試験）を計画的に実施することにより、長期間停止していた設備の健全性を確認し、安全に試運転（性能試験）が行えるプラント状態を確立することを目的に設備健全性確認を進めている。すなわち、「もんじゅ」の使用前検査対象機器・設備等については使用前検査合格に必要な機能・性能を維持していること、自主保安の機器・設備等についてはその機能・性能が社内基準、メーカ基準等の判定基準を満足していることを確認する。

「もんじゅ」は、長期停止状態にあるものの、この間原子炉には燃料が装荷されているため、原子炉の安全を確保する上で必要な設備は運転を継続している。このため、設備健全性確認は、運転中の設備と停止中設備に分けて計画した。設備点検は、設備の状態に応じて、「常陽」高経年化評価結果等に基づく経年的な影響、ナトリウム系機器の特徴、海外 F B R や国内軽水炉のトラブル事例などのプラント経験情報の反映及び設備の重要度を考慮し点検の内容を区別した。設備健全性確認には、設備点検による機器・設備レベルの健全性確認と系統・プラントレベルの健全性確認に分けて実施し、12 月に原子炉格納容器全体漏えい率検査（使用前検査）を受検し、炉心確認試験に必要なすべての設備の健全性確認を完了した。図 6. 1-1 に設備の区分と設備健全性確認計画との関係を示す。

設備健全性確認の実施段階の平成 20 年 9 月に、アニュラス屋外排気ダクトの腐食孔及び 2 次系オーバフロータンク C L D の誤警報が発生した。これらトラブルについては、過去の不具合事例が設備健全性確認に十分には反映されていなかったこと、設備健全性確認の点検方法が適切でなかったことが問題として挙げられた。このため、設備健全性確認の計画段階における経年的影響について、新たに追加すべき劣化事象の有無等を調査した上で、長期停止プラント機器・設備の経年的影響による評価項目を定め、点検方法の妥当性確認を行うと共に、必要に応じて追加点検等を行った。

設備健全性確認における全体活動を図 6. 1-2 に、主要工程を図 6. 1-3 に

示す。

(1) 改造を実施した設備の健全性確認(改造工事確認試験)

改造工事確認試験は、ナトリウム漏えい対策を行った改造設備の機能・性能を確認するものであり、平成 19 年 8 月までに 86 項目の全ての試験を終了し、改造した設備の機能・性能に問題がないことを確認した。

(2) 機器・設備レベルの健全性確認(設備点検)

設備の点検範囲は、使用前検査対象設備(239 項目)に自主保安設備を加えた「もんじゅ」の全設備を対象とし、保守管理上の重要度に応じた点検を行い、重要度が高い設備については、分解点検などを実施している。ただし、ナトリウム系機器は、使用環境が不活性ガス雰囲気下でナトリウムの純度管理(酸素、水素等の不純物濃度を低く抑える)がなされているため腐食はほとんど無視でき、「常陽」の実績からナトリウム系機器の腐食減肉がないことが確認されている。したがって、ナトリウム系機器は、バウンダリを開放しての点検は不要であり、外観点検、漏えい確認を主体とした点検を実施している。

設備点検については、炉心確認試験に必要な設備、40%プラント出力確認試験に必要な設備に区分し、炉心確認試験に必要な設備については炉心確認試験前までに、40%プラント出力確認試験に必要な設備については 40%プラント出力確認試験前までに健全性の確認を終了することとしている。

設備健全性確認作業の実施段階において発生したアニュラス屋外排気ダクトの腐食孔及び 2 次系オーバフロータンク C L D の誤警報を受け、「長期停止プラントの設備健全性において考慮すべき劣化事象の抽出(実施計画書)」及び「長期停止プラントの設備健全性確認結果の妥当性評価(実施計画書)」を作成し、設備健全性確認における点検方法、点検結果及び対応処置が、過去の不具合事例を踏まえた点検方法となっているか、結果の評価が適切かなどに着目して、担当者及び担当者以外の者により妥当性の評価を実施した。

その結果、排気筒の腐食に関する外観点検、原子炉格納容器貫通配管(炭素鋼、保温施工)の外観点検等、一部について追加点検の必要性が摘出されたが、その他の設備については設備健全性確認において実施した点検方法及び結果の評価は妥当であることを確認した。また、これらの設備健全性確認結果の妥当性評価を含む健全性確認の実施プロセスは、平成 21 年 6 月の特別な保安検査において、妥当であるとの評価を受けている。今後実施する水・蒸気系設備等の健全性確認においても、

同プロセスを適用し、適切な点検を行う。なお、炉心確認試験に必要な設備の点検は、使用前検査に使用した計器の信頼性確認後に実施するとしていた項目等の未実施の使用前検査を平成 21 年 11 月から 12 月に受検すると共に平成 21 年 12 月に原子炉格納容器全体漏えい率検査(使用前検査)を受検し、炉心確認試験に必要なすべての設備の健全性確認を完了した。

また、これまでに健全性を確認した設備に対しては、設備健全性の妥当性評価結果を反映した保全計画に基づく点検を行い、設備の健全性が維持されていることを継続的に確認することとしている。

(3) 系統・プラントレベルの健全性確認(プラント確認試験)

プラント確認試験は、プラント全体の機能・性能を確認するもので、プラントを安全に運転するという観点から試験項目を選定した。すなわち、燃料を安全に取り扱う機能の確認、原子炉を安全・安定に制御する機能の確認、原子炉を冷却する機能の確認等の観点から試験項目を選定した。具体的には、平成 3 年 5 月から平成 4 年 12 月にかけて実施した総合機能試験を参考に、以下の視点を加え試験項目を選定している。

1) 海外高速増殖炉プラント(以下、「海外 FBR プラント」という。)の運転保守経験を有する技術者によるレビューの反映; 系統の温度を上げた試験(1 次・2 次冷却系系統昇温純化試験)を追加

2) 安全総点検で指摘された事項に関する機能確認; 新型ナトリウム温度計特性試験等を追加

プラント確認試験は、平成 21 年 8 月までに 141 項目のすべての試験を終了し、プラント全体の機能・性能に問題がないことを確認している。

また、水・蒸気系、タービン・発電機設備の機能・性能については、炉心確認試験後に実施する水・蒸気系設備機能確認試験にて確認することとしている。

6. 2 健全性確認の実施体制とプロセス

(1) 長期停止プラント(高速増殖原型炉もんじゅ)の設備健全性確認計画書

長期停止プラント(高速増殖原型炉もんじゅ)の設備健全性確認計画書(以下、「設備健全性確認計画書」という。)は、長期停止中の「もんじゅ」プラントについて、必要な点検、試験・検査の計画を定めたものである。

この計画は、平成 18 年に、当時の安全管理課、プラント第 3 課、技

術課の協力を得て、プラント第2課が取りまとめを実施した。取りまとめた計画は、高速増殖炉研究開発センター内の原子炉等安全審査委員会及びその下部組織となる専門部会にて審議した後、「もんじゅ」開発部長の承認を得たものである。

本計画は、部長承認を得るまでの間に、高速増殖炉研究開発センター、敦賀本部、原子力機構本部でのレビューを実施し、レビューの結果は随時、設備健全性確認計画書へ反映を行ってきた。

高速増殖炉研究開発センターのレビューは、原子炉等安全審査委員会（専門部会含む）のほか、「もんじゅ」設計、建設等に携わったOBによるレビューを実施した。専門部会では、ナトリウムバウンダリを構成する計装品（液面計、温度計）などの点検を行うこと、OBによるレビューでは、機械式ナトリウムポンプ軸封部の固着に気をつけることなどのアドバイスを受け、設備健全性確認計画書に反映した。

敦賀本部のレビューは、「もんじゅ」安全推進会議、外部委員会である「もんじゅ」安全委員会により実施した。

原子力機構本部では、中央安全審査・品質保証委員会の下に、原子力機構内の専門家を集めた専門部会を設置し、計画のレビューを実施した。レビューは、「もんじゅ」の安全性を確認するのに妥当なものであるかという観点で行われ、必要な視点は満たされており設備健全性確認計画は妥当なものであることが了解された。

また、ナトリウム漏えい対策の改造工事については、フェニックスの技術者を招いてナトリウム系機器の改造工事工法のレビューを受けて、参考となる情報を入手し、工事工法に反映している。改造工事確認試験項目、内容については、平成15年1月から3月にかけて、仏、英、米、独から高速増殖炉開発に携わった海外技術者を招いて実施した国際レビューにおいて、計画している試験が内容的に十分であることが確認されている。これとあわせ、予期せぬトラブルが起こることを想定して出来るだけ早い時期に点検を行うこと、段階的に着実に確認を行うことが必要であるとのアドバイスを受け、改造工事確認試験計画では段階的に機能・性能を確認していく計画としている。

なお、上記の組織等の名称は計画策定時の体制を記載している。

(2) 設備点検の実施及び管理

使用前検査対象設備及び自主保安設備の点検については、原子炉施設保安規定に規定されている保守担当課長（安全管理課、機械保修課、電気保修課、施設保全課、燃料環境課）の責任のもとに協力会社の協力を

得て実施した。これらの点検に際して、実施体制、点検方法などを定めた要領書を作成し、この要領書に従い実施した。実施体制の例を図 6.2-1 に示す。業務フローを図 6.2-2 に示す。

設備健全性確認計画書に基づく点検の実施段階において、CLD の誤警報（平成 20 年 9 月）やアニュラス屋外排気ダクトの腐食孔（平成 20 年 9 月）を経験した。

このため、設備健全性確認計画書で想定していた劣化事象に抜けがないか、また、設備健全性確認計画書に基づいて実施した点検方法が妥当であったかを確認するため、「長期停止プラントの設備健全性確認において考慮すべき劣化事象の抽出（実施計画書）」及び「長期停止プラントの設備健全性確認結果の妥当性評価について（実施計画書）」を策定し、担当者及び担当者以外の者による妥当性評価を実施した。

点検の結果は、設備健全性確認計画書及び「長期停止プラントの設備健全性確認において考慮すべき劣化事象の抽出（実施計画書）」により抽出された劣化事象を確認できる点検方法となっているかを「長期停止プラントの設備健全性確認結果の妥当性評価について（実施計画書）」に基づき評価されており、設備健全性確認の実施プロセスが妥当であることを確認した。

また、点検の実施状況は、抜け落ちが生じないように、整理表を用いて実施の有無、結果の良否、改善事項等を記載して管理している。

(3) 試験の実施及び管理

改造工事確認試験、プラント確認試験については、「試験管理要領」を定め、試験体制、試験計画書及び要領書の作成、試験の管理、試験要員の力量、試験記録の管理などを規定した。本要領及び本要領に基づき策定する試験要領書等に従い、試験・検査を実施した。

6. 3 改造を実施した設備の健全性確認

6. 3. 1 改造工事の概要

改造工事は、(1)2 次冷却系温度計の交換・撤去、(2)ナトリウム漏えい対策に係る設備の改善、(3)蒸気発生器伝熱管破損対策に係る設備の改善について、平成 17 年 3 月に準備工事を開始、9 月から本体工事を開始し、平成 19 年 5 月に完了した。これら改造設備の機能・性能の確認は改造工事確認試験（以下、「工事確認試験」という。）によって確認した。

改造工事の概要を以下に示す。また、改造設備の概要（改造前後）を図 6.3-1 に示す。

(1) 2次冷却系温度計の交換・撤去工事

2次冷却系温度計の交換・撤去工事では、2次冷却系温度計48本（16本/ループ×3ループ）のうち、42本について改良型温度計に交換した。また、漏えい要因を排除する観点から温度計の信号用途を再整理し、温度計の本数削減を検討した結果、空気冷却器の入口及び出口に設置している温度計のうち、6本（2本/ループ×3ループ）については、近傍に設置している温度計により運転監視機能が代替可能であることから撤去を行った。

(2) ナトリウム漏えいに対する改善工事

2次冷却系ナトリウム漏えい時において、漏えいを早期に終息させ、ナトリウムの燃焼などによる施設への影響をより抑制するため、以下の対策を実施した。

1) ナトリウム漏えいの早期検知

① セルモニタの設置

2次系配管や機器からの空気雰囲気へのナトリウム漏えいを早期かつ確実に検知するため、各部屋に煙感知器と熱感知器で構成される検知システム（セルモニタ）を設置した。

② 総合漏えい監視システム

ナトリウム漏えい発生時に運転員が事故状況を把握することができるよう、ナトリウム漏えいを早期かつ確実に検知すると共に、中央制御室にナトリウム漏えいに関する情報（監視カメラ映像、セルモニタ、火災検知器、ナトリウム漏えい検出器の信号など）を一括表示及び監視できる総合漏えい監視盤を設置した。

2) ナトリウム漏えい量の抑制

① ドレン系統の改造

2次主冷却系においては、ナトリウム漏えいと判断された場合、ナトリウムを抜き取る（ドレン）所要時間を短縮して漏えいを早期に停止させるため、2次ナトリウム充填ドレン系配管の追加、既設ドレン配管の大口径化、ドレン弁の多重化のほか、一連の弁操作を一括して行えるようにするなど、運転操作を速やかに行えるよう操作系の改善を実施した。

3) ナトリウム漏えいの影響緩和

① 窒素ガス注入機能の追加

ナトリウム燃焼の抑制と再燃焼防止のため、2 次冷却系、炉外燃料貯蔵槽冷却系、2 次メンテナンス冷却系の部屋には窒素ガスを注入できるようにした。また、窒素ガス注入を効果的に行うため、容積の大きい 2 次冷却系についてはループごとに建物内を区画化した。

(3) 蒸発器ブローダウン性能の改善工事

本工事は、蒸発器伝熱管からの水漏えい時において、水漏えいを早期に検出し、ナトリウム・水反応による周辺伝熱管への影響を一層緩和するため、蒸発器カバーガス圧力計を増設すると共に、ブローダウン性能の強化のため、蒸発器放出弁を増設したものである。この結果、蒸発器伝熱管からの水漏えいをより確実に検出できると共に、水及び蒸気のブローダウンがより早期に完了できる。

6. 3. 2 改造設備の試験検査

改造設備の機器・設備が設計どおり、製作、据付けられ、機器単体が計画された機能を発揮することを確認するため、改造工事期間中に、工場又は「もんじゅ」サイトにおいて所定の試験・検査を実施した。

改造設備のうち、設工認/工認対象設備は、国の工事に係る使用前検査（材料検査、寸法検査、耐圧漏えい検査、外観検査、据付検査）を受検し、工事が認可された方法に従って行われていることを確認した。

工事に係る試験・検査が終了した後、工事確認試験を実施した。この段階で設工認/工認対象設備は、国の性能に係る使用前検査（系統機能検査、系統運転性能検査）を受検し、主務省令で定める技術基準に適合していることを確認した。

6. 3. 3 工事確認試験実施内容及び実施結果

工事確認試験では、改造設備と改造により影響を受ける可能性のある設備の機能・性能を確認する試験として実施した。工事確認試験実施後、プラント確認試験を実施した。プラント確認試験は、系統レベルでの機能・性能の確認及び改造設備も含めたプラントレベルでの機能・性能の確認を目的とした試験である。

工事確認試験は、試験数（大項目）で 21 項目、確認項目数（小項目）で 86 項目について実施した。

(1) 2 次冷却系温度計の交換・撤去に関する試験

工事確認試験では、2 次主冷却系ナトリウム漏えい対策確認の運転確認試験において、2 次主冷却系循環ポンプポニーモータ定格運転にて、約 24 時間連続運転を行い、運転状態に問題のないことを確認すると共に、交換した温度計 42 本（14 本/ループ）の指示値のばらつきを確認し、運転に支障のないことを確認した。

(2) ナトリウム漏えいに対する改善に関する試験

1) ナトリウム漏えいの早期検知

① 空気雰囲気セルモニタ確認試験

ナトリウム漏えいに関する模擬信号を入力し、換気空調設備の自動停止インターロックが正常に作動することを確認すると共に、セルモニタ作動警報、ナトリウム漏えい警報及びナトリウム漏えいループ識別表示灯が発報又は点灯することを確認した。換気空調設備停止までの時間は 10 秒以内であり、自動停止インターロックが正常に作動することを確認した。

② 総合漏えい監視システム確認試験

ナトリウム漏えい関連情報（火災情報、漏えい検出情報、プロセス情報、視覚情報等）が総合漏えい監視システム側に正しく情報が受信され、総合漏えい監視盤での C R T 表示・印字が正常に行なわれることを確認した。

また、監視カメラ映像の事故時の自動切替機能、通常時の表示機能、総合漏えい監視盤からの監視カメラ操作が正常に機能することを確認すると共に、ナトリウム漏えいに関する模擬信号を入力し、漏えい判定（漏えい規模、漏えい場所）及びナトリウム漏えい発生後の運転操作ガイドが正常に表示されることを確認した。

2) ナトリウム漏えい量の抑制

① 2 次主冷却系緊急ドレン模擬試験

操作性を改善した弁について、中央制御室から遠隔操作を行い、主要なインターロックの動作が正常に作動することを確認したのち、ナトリウム充填状態で緊急ドレン操作を行い、25 分以内にナトリウムドレンが行えることを確認した。試験の結果、ドレン時間は、弁の単一故障（1 弁故障）を模擬した状態で、A ループが 22 分 03 秒、B ループが 19 分 51 秒、C ループが 21 分 51 秒であり、25 分以内にナトリウムドレンが行えることを確認した。

3) ナトリウム漏えいの影響緩和

① 窒素ガス注入設備確認試験

2次主冷却系設備の区画化したエリア（主冷却系室区画）に窒素ガスを注入し、窒素ガス注入積算流量が $9,375 \text{ m}^3(\text{N})$ （約 $12,500 \text{ m}^3(\text{N})/\text{h} \times \text{約} 45 \text{ 分}$ ）以上であることを確認した。また、区画内の酸素濃度の低減と共に低酸素濃度に維持できることを確認した。試験の結果、2次主冷却系A、B、Cループの各主冷却系室区画への窒素ガス注入積算流量は初期注入開始から約46分で $9,400 \text{ m}^3(\text{N})$ に、約48分で $9,900 \text{ m}^3(\text{N})$ に到達し、長期注入に正常に切り替わった。長期注入への切換え時点での酸素計の平均濃度は、約5%であり、長期注入で低酸素濃度が維持できることを確認した。

(3) 蒸発器ブローダウン性能の改善に関する試験

水漏えい模擬信号を入力し、水漏えい発生時の警報発報及びインターロック動作を確認した。また、中央制御室盤の一括スイッチ操作により、蒸発器入口/出口放出弁の開放動作及び蒸発器入口/出口放出弁の表示灯の点灯が正常に行われることを確認した。試験結果は良好であった。なお、ブローダウン性能については、出力運転時(40%出力段階)に、蒸発器急速ブローが適切に行われることを確認する計画である。

資料 6.3 に工事確認試験結果概要を示す。

6. 3. 4 工事確認試験実施結果の評価

工事確認試験は、平成18年12月18日から開始し、平成19年8月30日に全ての試験を終了した。

工事確認試験により、改造設備及び改造工事によってその機能・性能が影響を受ける可能性のある設備が設計要求どおりの機能・性能が得られていることが確認できた。また、2次主冷却系緊急ドレン時間、窒素注入時間等の貴重なデータを取得し、緊急ドレン、窒素注入の挙動についての知見・経験を得ることができた。

6. 4 機器・設備レベルの健全性確認

6. 4. 1 設備点検の概要

設備点検については、「もんじゅ」のすべての設備に対して、機器・設備レベルの健全性を確認（機器単体の機能・性能確認を含む）することを目的に実施している。これら点検対象の設備は、使用前検査を受検した設

備を 239 項目（炉心確認試験に必要な設備は 207 項目）に、使用前検査を受検した設備を含めた自主保安設備（設備の点検対象すべて）を 3,097 項目（炉心確認試験に必要な設備は 2,785 項目）に整理している。

6. 4. 2 設備点検の実施内容

「もんじゅ」は、長期停止状態にあるものの、機器・設備によっては運転中の設備もある。このため、停止中設備、運転中設備などの設備状態に応じて、経年的影響、ナトリウム系機器の特徴、プラント経験情報の反映、設備の重要度を考慮して健全性を確認した。

機器・設備レベルの健全性を確認するため、点検、機能・性能を確認する試験等を実施した。これらの点検、試験の計画は、設備健全性確認計画書の基本方針に基づき、設備状態別に、経年的影響、ナトリウム系機器の特徴、プラント経験情報の反映、保守管理上の重要度等を考慮し、設備健全性確認まとめ表に整理している。

保守管理に関する文書として「建設段階における保守管理の重要度管理要領」（保全プログラムの導入に伴い、平成 21 年 1 月 1 日付けで廃止、以降は「安全機能の重要度分類要領」）があり、保守管理の重要度を定めている。この保守管理の重要度は、構造等の技術基準に基づく機器区分、耐震設計上の重要度分類、原子炉施設の安全機能の重要度分類、プラント安定運転への影響度を考慮して定めており重要度の高い順に MA、MB、MC の 3 段階に分類している。保守管理上の重要度が高い機器・設備ほど手厚い点検を行う傾向である。（例えば、ナトリウム系は、重要度は高いが、以下に示すように点検は外観点検、漏えい確認が主体である）

ただし、ナトリウム系機器は、使用環境が不活性ガス雰囲気中でナトリウムの純度管理（酸素、水素等の不純物濃度を低く抑える）がなされているため腐食はほとんど無視できること、「常陽」の実績からナトリウム系機器は腐食減肉がないことが確認されていることなどから、ナトリウム系機器は、バウンダリを開放しての点検は不要とし、外観点検、漏えい確認を主体とした。

また、すでに受検した工事に係る使用前検査及び性能に係る使用前検査（燃料装荷前）の対象設備が、使用前検査を受検した状態に維持されていることを確認するため、使用前検査対象設備の健全性確認整理表に従い、既使用前検査時に用いた判定基準を原則として用いて点検等を実施した。

設備状態に応じた健全性確認方法の具体例について以下に示す。

(1) 停止中設備（休止中設備、保管中設備）

停止中設備は、これまで保管管理、維持管理は実施してきているが、機能・性能を確認するための点検が十分でないことから、本格点検を行っている。

・休止中設備

「休止中設備」は、据付が完了した時点と同様の状態、又は、燃料取扱設備のように燃料装荷後に点検、手入れ、組立てを行った上で管理された状態で停止している設備であり、本格点検あるいは動作確認により機器・設備単体の健全性を確認した。

また、点検、動作確認の途中で、不具合により補修の必要が生じた場合は、その都度対応した。

・保管中設備

「保管中設備」は、長期保管措置をしている水・蒸気系設備のようにポンプ、弁などは点検実施後に分解して保管しており、熱交換器、タンクなどは窒素ガス、乾燥空気などにより雰囲気管理を行い保管している。

分解保管機器・設備は、手入れを行った後組立・復旧を行なっている。

雰囲気管理を行っている機器・設備は、長期保管経験を有する原子力プラント、火力プラントの実績を参考にテストピースを設置しており、目視によりテストピースの腐食状況を確認することで、保管中の経年的影響（腐食）の小さいことを定期的に確認している。この結果を参考に、分解点検、部品交換、動作確認等必要な措置を施し、機器・設備の健全性を確認している。

(2) 運転中設備

運転中設備については、これまでも定期的な点検を実施してきており、休止中の設備と異なり、過去の点検データを比較の対象として使用できることから、現状の点検を継続して実施し、機能・性能が維持されていることを確認した。また、更新時期に達している計算機等の設備については、更新を行った。

運転中設備の代表的な設備としては、非常用ディーゼル発電機設備、1次主冷却系循環ポンプなどが挙げられる。

非常用ディーゼル発電機設備の機関については約1回/年の頻度で分解点検を、発電機については約1回/年の一般点検及び約1回/10年の本格点検（前回は、平成12年～平成14年にかけてA～C号機を点検）を実施しており、劣化部品及び消耗品の交換等により性能を維持している。

1 次主冷却系循環ポンプについては、ナトリウム系機器であるため、ポンプ本体のバウンダリを開放しての点検は実施しない。ただし、軸封部のメカニカルシールなどは磨耗による機械的な劣化の影響が想定されるため、分解点検を実施した。

6. 4. 3 設備点検の妥当性評価

(1) 妥当性評価の概要

設備健全性確認の実施段階において、2 次系オーバフロータンク C L D の誤警報及びアニュラス屋外排気ダクトの腐食孔が発生した。これらのトラブルについては、過去の不具合事例が設備健全性確認に十分反映されていなかったこと、設備健全性確認の点検方法が適切でなかったことが発生原因として挙げられた。

このため以下に示すように不具合事例から得られた教訓を反映し、過去の点検記録の調査により、不具合事例の抽出を行うと共に、抽出した不具合事例も踏まえ、点検が劣化の状況を的確に把握する手順となっていたか、また、点検結果の評価・対応処置が適切であったかについて妥当性を確認することとした。

なお、本妥当性評価の実施プロセスについては、特別な保安検査において妥当であることが確認されている。

○ 不具合事例の抽出

2 次系オーバフロータンク C L D の誤警報発報においては、過去に同じ型の C L D で経験していたイオン・マイグレーションによる絶縁劣化に対する対策を積極的に行わなかったことが再発を防げなかった要因であった。この教訓を反映し、過去の不具合・劣化事象を抽出した上で、設備健全性確認において、点検対象とした不具合・劣化事象に漏れがないこと及び各設備の過去の不具合・劣化事象が、確実に把握できる点検を行っていることを確認する。

○ 点検方法等の適切性

アニュラス屋外排気ダクトの腐食孔においては、肉厚測定に関し、最も減肉した箇所を特定する点検方法が適切ではなかった。劣化事象に応じた適切な点検方法の採用と確実な点検の実施の必要性が得られた教訓である。

また、2 次系オーバフロータンク C L D の誤警報発報においては、設備健全性確認の点検において、絶縁の低下が確認されていたが、基準値

を満たしていたことから、健全であると評価し、監視強化、補修等の対策を行っていなかった。測定時の瞬時値ではなく、劣化傾向の管理が必要であることが得られた教訓である。

これらの教訓を反映し、設備健全性確認において、実施した点検方法及び結果の評価が、劣化を的確に把握できていることを確認する。

(2) 不具合事例の抽出

1) 調査の目的及び方針

設備健全性確認計画書において、経年的影響について過去の点検記録や軽水炉の高経年化評価の知見を調査し、考慮すべき不具合・劣化事象を抽出した。

しかし、設備健全性確認の実施段階において、過去の不具合事例が設備健全性確認に十分反映されていなかったことによるトラブル事象が発生したことから、考慮すべき事象として抜けがないかという観点から、「長期停止プラントの設備健全性確認において考慮すべき劣化事象の抽出（実施計画書）」を策定し、調査を行った。

具体的な調査については、劣化事象抽出の調査フロー（図 6.4-1）に基づき実施した。

○ 軽水炉と同様の設備

設備健全性確認計画書を策定した平成 18 年以降、軽水炉の高経年化評価に基づく劣化事象をまとめた日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」が策定された。同基準によって取上げられている劣化事象は、設備健全性確認の結果を確認したところ、「もんじゅ」においても確認されている。このことから、軽水炉の事例として、同基準について調査を行うこととした。

また、「もんじゅ」特有の劣化がないことを確認するため、「もんじゅ」の全設備を対象とした以下の図書の調査を行った。

- ・設備健全性確認で抽出された不具合・劣化事象（平成 18～20 年）
- ・不適合報告書（平成 16～20 年）（不適合報告書が作成された時点から）
- ・安推協（安全推進協議会）安全パトロール指摘・要望事項

○ 「もんじゅ」特有の設備

原子炉、1 次・2 次ナトリウム設備、炉外燃料貯蔵設備、燃料取扱設備の「もんじゅ」特有の設備については、海外 FBR 及び「常陽」の

例に限られ、また、一部、CLD等、「常陽」と設計の異なる設備も有している。このことから、「もんじゅ」特有の設備については、「もんじゅ」の建設が終了した平成3年以降平成20年までの以下の図書について調査を行った。

- ・ 保修票
- ・ 点検報告書(メーカー提出の点検報告書)
- ・ 技術資料(メーカー提出の不具合等の調査、設備改善提案、判定基準の根拠等に関する技術資料)
- ・ 不適合報告書

2) 考慮すべき不具合・劣化事象の再抽出(経年的劣化事象の補足)

劣化事象抽出の調査フロー(図 6.4-1)に基づき、設備健全性確認計画書で当初設定した不具合・劣化事象に補足すべき事項として、抽出された不具合・劣化事象を以下に示す。

なお、機械的劣化、電氣的劣化に関しては、当初設定した不具合・劣化事象の分類においては記載されていなかったが、日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」の記載に基づき抽出、整理を行った。

○ 環境の影響による劣化

・ 遅れ割れ

「もんじゅ」において、鋼材中に吸収された水素により鋼材の強度が低下する事象を液体廃棄物処理系蒸発濃縮装置で経験した。

遅れ割れはマルテンサイト系ステンレス鋼相当の材料と環境(温度、湿度)の組合せで発生するが、発生の可能性のある箇所については、設備点検として分解点検、外観点検を行うことにより劣化状況を確認している。

・ アルカリ腐食

「もんじゅ」において、ナトリウム-水反応生成物収納設備の破裂板に、製作過程で吸湿した結晶水と運転中のナトリウムペーパーが反応し水酸化ナトリウムが生成され、アルカリ腐食により亀裂が進展し貫通に至る事象を経験した。

当該箇所については、工場での製作方法を変更することにより再発防止の対策はとられており、定期的な交換時に状況を確認している。

ナトリウム系設備では、湿分の管理を適切に行っており同様の事例発生の可能性は無いが、アルカリ腐食の発生の可能性のある廃棄物処

理系の薬品を扱う設備に関しては、設備点検として外観点検、分解点検を行うことにより劣化状況を確認している。

○ 機械的劣化

・剥離

日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」から、主要回転機器（ポンプ、ファン、圧縮機等）を対象として、材料間の膨張係数の差、使用時の温度変化、機械的応力等の影響による剥離を抽出した。

回転機器については、設備点検として分解点検、外観点検等を行うことにより劣化状況を確認している。

・緩み

「もんじゅ」において、2 次系の油圧防振器の給油管継手部から少量の油の漏えいを経験した。

振動及び温度変化によるねじ部等の緩みが考えられる箇所については、設備点検として外観点検、分解点検を行うことにより劣化状況を確認している。

・異物付着

「もんじゅ」の海水系の熱交換器において、海生物付着による機能低下を経験した。

同様な伝熱管等伝達特性を要求される機器については、設備点検として開放点検、分解点検、外観点検を行うことにより劣化状況を確認している。

・固着

「もんじゅ」の燃料缶詰装置（缶回転固定部）において、ブッシュ類に錆の発生に伴う固着を経験した。

長期に亘って停止する設備については、異物、塵埃、潤滑油劣化等による摺動部の劣化を考慮して、設備点検として分解点検を行うことにより劣化状況を確認している。

・耐火物の割れ

日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」から、ボイラを対象として、温度変化による耐火物の割れを抽出した。

同様な環境にあるボイラ設備については、設備点検として開放点検、外観点検を行うことにより劣化状況を確認している。

○ 電氣的劣化

・精度逸脱

「もんじゅ」の格納容器圧力計等の計器に関して、経年的に出力信号と真値との間に偏差が生じ、計器単体、ループで要求されている許容精度の逸脱を経験した。

計器については、設備点検として計器校正を行うことにより精度劣化の状況を確認している。

・断線

日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」から、ヒータ等の比較的大電流の流れる部位に関して、導線の劣化から局部過熱を生じ、導体自身の材質の溶融による断線を抽出した。

ヒータ等については、設備点検として絶縁抵抗測定を行うことにより劣化状況を確認している。

上記で抽出された不具合・劣化事象について、類似な機器及び同様な環境の設備に関して、劣化状況を確認するための追加点検の必要性について検討した結果、抽出された不具合・劣化事象は、いずれもこれまでの点検（機械品に関しては外観点検、分解点検等、電気品に関しては計器校正、絶縁抵抗測定）により劣化状況の確認ができており、追加点検を実施する必要はなかった。

3) 個別設備毎に評価すべき不具合・劣化事象(個別設備毎の妥当性評価)

「もんじゅ」特有設備である原子炉、1次・2次ナトリウム設備、炉外燃料貯蔵設備、燃料取扱設備を対象範囲として、保修票等の図書を調査することにより、個別設備毎の不具合・劣化事象について抽出を行った。また、抽出された不具合・劣化事象について発生頻度、傾向が把握できるように、個別設備毎、年度別に分類し整理した。

また、妥当性評価（個別設備の点検方法の妥当性評価）において、上記により抽出された個別機器毎の全ての不具合・劣化事象に関して、当該機器で同様な事象発生を捉えられる点検が行われているか、また、同様な事象が発生していないかについて評価した。

(3) 点検方法等の適切性

1) 妥当性評価の基本的な考え方

設備健全性確認における点検方法、点検結果及び対応処置に関して、過去の不具合事例を踏まえた点検方法になっているか、設備健全性確認計画書の方針に基づいた点検方法となっているか、結果の評価が適切か(劣化の有無を把握しているか)などに着目して、担当者及び担当以外の者により、妥当性の評価を実施した。

2) 妥当性評価の実施内容

設備健全性確認計画書に基づき実施された点検、試験等が劣化の状況を正確に把握する手順となっていたか、また、発見された不具合が適切に処置されているかについて、健全性確認結果の妥当性評価実施フロー（図 6.4-2）に従い妥当性評価を実施した。

また、評価を行うための具体的な視点をまとめた「健全性評価のチェックシート」を作成し、妥当性評価を実施した。（資料 6.4-1 健全性評価のチェックシート参照）

3) 妥当性評価の実施結果

妥当性評価の結果から、排気筒の腐食に関する外観点検、原子炉格納容器貫通配管（炭素鋼、保温施工）の外観点検等、一部について追加点検の必要性が摘出されたが、その他の設備については、設備健全性確認において実施した点検方法及び結果の評価は妥当であることを確認した。（資料 6.4-2 に使用前検査対象設備の設備健全性確認まとめ表を示す。）

(4) 妥当性評価結果に基づく追加点検・補修

妥当性評価の結果から、摘出された主な追加点検・補修の項目は以下に示す通りである。また、以下に示した項目の他にも軽微な追加点検を摘出している。

1) 外観点検、肉厚測定

妥当性評価の結果、外観点検、肉厚測定が不十分であることが摘出されたものは以下の通りであり、これらは追加点検を実施し、設備の健全性を確認した。

- ・排気筒の点検において、最も減肉した箇所の肉厚測定を実施していることが確認できなかったため、筒身内外面の外観点検（必要に応

じ肉厚測定を含む）及び支持鉄塔の外観点検（肉厚測定、補修を含む）を追加で実施し、筒身に著しい腐食がないことの確認、支持構造物については腐食部の補修塗装を実施した。

- ・原子炉格納容器貫通配管の点検において、結露の発生が考えられる箇所の外観点検対象が十分ではなく、また、外観点検を実施した 3 箇所の内 1 箇所しか肉厚測定を実施していなかったことから、配管貫通部の保温材を取り外し、外観点検及び腐食を確認した箇所の肉厚測定を追加で実施し、著しい減肉はなく健全であることを確認した。なお、一部さびが確認された箇所は、補修塗装を実施した。
- ・2 次ナトリウム充てんドレン系ダンプタンク(A)の平成 18 年度設備点検において、タンク外表面塗装の変色部を確認したことから、2 次系 C L D の取替作業に合わせて、2 次ナトリウム充てんドレン系オーバーフロータンク及びダンプタンク下部の目視点検を実施し、タンク外表面に異常がないことを確認した。
- ・1 次ナトリウム純化系窒素ガス冷却配管及び 1 次アルゴンガス系配管について、代表箇所の肉厚測定を実施することとしているが、肉厚測定を実施していなかったため、追加で肉厚測定を実施し、健全性を確認した。
- ・機器冷却系配管（計装配管）については、計器点検時に計装品近傍の目視確認を行っているが、記録が残っていないこと、計装配管全体の外観点検が行われていなかったことから、追加で点検を実施し、異常のないことを確認した。

2) 絶縁抵抗測定

妥当性評価の結果、絶縁抵抗測定が不十分であることが摘出されたものは以下の通りであり、これらは追加点検を実施し、設備の健全性を確認した。

- ・ナトリウム・水反応生成物収納設備の点火器については、性能確認として着火機能に問題ないことを確認しているが、電気品の劣化を的確に把握するための絶縁抵抗測定を追加で実施し、健全であることを確認した。
- ・原子炉容器のナトリウム液面計の年次点検において、検出器コイルの絶縁抵抗が低下し、点検時の判定基準を逸脱していることを確認した。原因は、検出器コイルに使用されている M I ケーブルの中継端末処理部にて吸湿による絶縁低下がおきていることが確認された。補修は、当該端末処理部近傍の M I ケーブルの除去、端末処理部の

交換を行った。ナトリウム液面計検出器については、定期的に絶縁抵抗測定を行うと共に、絶縁抵抗の低下が認められた液面計は計画的に補修を実施していくこととした。

3) 軽微なさびの補修塗装

妥当性評価の結果、軽微な劣化に対する対応処置が不十分であることが摘出されたものは以下の通りであり、これらは追加点検を実施し、設備の健全性を確認した。

- ・ナトリウム・水反応生成物収納設備の収納容器及び配管について、健全性は確保されていると判断しているが軽微なさびについても放置するのではなく、計画的な保全を実施する観点から、腐食進行の抑制処置として補修塗装を追加で実施した。

6. 4. 4 設備点検における補修事例

設備健全性確認計画書に基づく設備点検を行うと共に、点検結果に基づき必要な補修を行うことにより、機器・設備レベルで健全であることを確認した。(資料 6.4-2 に補修事例及び追加点検内容も含め使用前検査対象設備の設備健全性確認のまとめを示す。)

なお、消耗品の交換等の軽微な不具合は当該点検時に対応し、また、経年的な影響による配管の減肉、計器の精度外れ等があったものについては、以下の措置を実施した。

(1) 減肉

設備点検により減肉が確認された設備に対しては、以下の処置を行った。

- ・屋外環境の原子炉補機冷却海水系配管（送水管路内を含む）の外観点検及び腐食箇所の肉厚測定を実施した結果、使用前検査の判定基準を満足しなかったことから、減肉配管の取替えを行った。
- ・屋外水・蒸気系配管の外観点検及び肉厚測定を実施した結果、使用前検査の判定基準を満足しなかったことから、減肉配管の一部取替えを行った。今後、40%出力プラント確認試験までに外観点検、肉厚測定及び補修を行っていく。
- ・原子炉補機冷却水熱交換器伝熱管の渦流探傷試験を実施した結果、伝熱管 1 本が内面減肉により使用前検査の判定基準を満足しなかったことから、当該伝熱管の施栓を行った。

- ・液体廃液処理設備のうち洗濯廃液処理系の配管（炭素鋼）において、漏えい痕のあった配管部位について肉厚測定を実施した結果、減肉が著しく進行していたことから減肉が認められる同設備の炭素鋼配管をステンレス鋼配管へ交換した。

(2) 計器の精度外れ

設備点検として使用前検査に係る計器の校正を実施した結果、1次、2次ナトリウム系伝送器等の計器において計器単体の誤差が許容精度を外れているものは31台あった。これら計器精度外となった計器（単体）については、計器精度内に調整しており、所定の機能を満足することを確認している。これら計器のうち、使用前検査未受検分28台は、平成21年11月に使用前検査の受検を完了した。使用前検査受検済みの3台については、使用前検査自体がループ（検出器の信号が変換器などを経由して表示器で示された値）での値を確認しており、使用前検査時にループ精度（検出器から表示器までの計装品の誤差をすべて考慮した精度）は満足していたと評価できることから、受検済みの使用前検査は有効であると評価した。

なお、系統・プラントレベルの健全性確認において、計器単体の誤差が許容精度を外れている計器は、1次主冷却系循環ポンプ回転数計及びコールドトラップ温度調節計である。これらの計器を使用した試験は、計器読み値を用いている。1次主冷却系循環ポンプ回転数計及び1次ナトリウム純化系コールドトラップ温度調節計は、単体では精度を逸脱しているが、ループ精度は満足していることから、本計器精度の外れによる系統・プラントレベルの健全性確認に影響はない。なお、1次主冷却系循環ポンプ回転数計を使用した試験では、校正された仮設の回転数計を設置し試験データを採取すると共に1次主冷却系循環ポンプ回転数計との相対比較を実施し、1次主冷却系循環ポンプ回転数計の計器に異常がないことを確認している。

6. 4. 5 設備点検のまとめ

設備健全性確認計画書に基づき、機器・設備レベルの健全性確認を行うため点検を実施し、また、一部補修を実施することにより、これまでに炉心確認試験に必要な全ての設備が健全であることを確認した。資料6.4-2に使用前検査対象設備の設備健全性確認のまとめを示す。

なお、水・蒸気系設備、タービン・発電機設備及び固体廃棄物貯蔵設備については、炉心確認試験後、それぞれ40%プラント出力確認試験、100%

出力試験までに設備健全性について確認を行う予定であり、水・蒸気系設備等の健全性確認においても、妥当性が確認された設備健全性確認のプロセスを適用し、適切な点検を行う。

6. 5 系統・プラントレベルの健全性確認

6. 5. 1 プラント確認試験の目的

(1) プラント確認試験の目的

プラント確認試験は、機器・設備単体での点検等を実施した後に、系統レベル又は複数の系統にまたがるプラントレベルの機能・性能について、原子力機構が自主的に確認する試験であり、その目的は、「もんじゅ」が試運転（性能試験）を安全に行える状態にあることを確認するためである。

(2) プラント確認試験実施の考え方

プラント確認試験においては、原子炉を起動しない状態で、主に実際にナトリウムを循環させて、全 141 項目の確認を行う。141 項目については、「もんじゅ」が長期間停止していたことを考慮して、主として以下の観点から項目を設定している。

- 1) 過去に実施した総合機能試験を参考に、同様な確認を行う項目（制御棒駆動系機能確認試験、1 次・2 次主冷却系循環ポンプ運転試験、補助冷却設備機能確認試験等）
- 2) 安全性総点検結果に基づき確認する項目（小口径配管振動状態確認試験等）
- 3) 海外高速炉プラントの運転保守経験を有する技術者によるレビュー結果の反映（1 次・2 次冷却系系統昇温純化試験）
- 4) 過去に実施したハ項相当使用前検査項目について、使用前検査を受検した状態に維持されていることを確認する項目（1 次・2 次主冷却系インターロック確認等）

注）総合機能試験は、プラントの安全性能及び運転性能に係る主要設備の機能・性能を確認するため性能試験開始前の平成 3 年 5 月から平成 4 年 12 月にかけて実施した 125 項目の試験である。「もんじゅ」は冷却材にナトリウムを用いていることから、ナトリウム系機器に関しては、気中試験、アルゴンガス中試験、ナトリウム中試験と段階を踏んで試験を実施した。

上記の 1) 及び 2) については、長期間に亘り機能等の健全性確認を行っていなかったことを考慮して、使用前検査を再度受検する項目（ただし、蒸気発生器伝熱管健全性確認については、新たな使用前検査項目）が含まれており、プラント確認試験は使用前検査に向けた事前の自主検査（検査データ採取）としても位置付けている。

プラント確認試験では、設定した項目を以下の 7 つの安全機能に分類している。

- 1) 原子炉を安全・安定に制御する機能の確認
制御棒駆動系機能確認試験など
- 2) 原子炉を冷却する機能の確認
1 次主循環ポンプ運転試験、2 次主循環ポンプ運転試験、運転中設備の性能確認など
- 3) 放射性物質の閉じ込め機能の確認
原子炉格納容器全体漏えい率試験など
- 4) 燃料を安全に取り扱う機能の確認
燃料取扱設備運転試験、燃料交換後炉心流量確認など
- 5) 蒸気発生器の安全性及び安全を監視する機能の確認
蒸気発生器伝熱管健全性確認試験など
- 6) 非常用電源設備の電源供給機能の確認
ディーゼル発電機自動負荷確認試験など
- 7) 放射線監視及び管理する機能の確認
放射線監視装置機能確認試験など

プラント確認試験においては、水・蒸気系設備の試験は、主タービンのインターロック確認等の一部の試験のみ実施する。水・蒸気系設備の主要な試験は、水・蒸気系設備機能確認試験にて実施する予定である。

水・蒸気系設備機能確認試験は、試運転（40%出力プラント確認試験）が行えるプラント状態であることを確認するため、炉心確認試験終了後、40%出力プラント確認試験前までに水・蒸気系設備を運転して系統レベル及びプラントの機能・性能を確認する試験である。

6. 5. 2 実施内容及び実施結果

プラント確認試験の主な実施内容・結果を以下に示す。実施内容及び実施結果の詳細を資料 6.5 に示す。

- (1) 原子炉を安全・安定に制御する機能の確認
 - 1) 運転再開に際して、原子炉を直接制御する制御棒駆動機構の作動確認

を行うため、制御棒駆動系機能確認試験（PKS-062～065-1）を実施し、各制御棒及び制御棒駆動機構の動作機能が正常であり、スクラム時間が判定基準を満足することを確認した。

- 2) 原子炉の状態を監視する設備及び異常が発生した場合に原子炉を停止させる設備の機能を確認するため、原子炉計装機能確認試験（PKS-711-1, PKS-712-1）、破損燃料検出装置改善確認試験（PKS-714-1）及び安全保護系機能確認試験（PKS-721-1）を実施し、各設備の警報・インターロック機能、運転性能等が正常であることを確認した。
- 3) 原子炉冷却系の制御機能を確認するため、1次・2次主冷却系循環ポンプを組み合わせた原子炉制御系機能確認試験（PKS-722-1, 2）を実施し、1次・2次主冷却系循環ポンプの制御特性が正常であり総合機能試験時と同等の性能が維持されていることを確認した。
- 4) 異常が発生した場合のプラントの保護動作を確認するため、1次・2次主冷却系循環ポンプトリップ試験（PKS-100-3, 4）、ポニーモータ相互トリップ試験（PKS-100-5）、1次主冷却系配管破損模擬試験（PKS-100-6）、外部電源喪失模擬試験（PKS-100-7）及び総合インターロック試験（PKS-100-2）を実施し、原子炉トリップを含む一連の保護動作が正常に行われることを確認した。
- 5) その他のプロセス計装、原子炉補機冷却水系設備、機器冷却系設備、制御用圧縮空気設備、ナトリウム漏えい検出器等について機能・性能の確認を実施し、各設備の警報機能、動作機能、運転性能等が正常であることを確認した。

(2) 原子炉を冷却する機能の確認

- 1) 原子炉冷却系の運転性能及び冷却機能を確認するため、1次・2次主冷却系循環ポンプ運転試験（PKS-110-1, 2, PKS-210-1, 2）、1次・2次冷却系系統昇温純化試験（PKS-100-1）及び補助冷却設備機能確認試験（PKS-260-1）を実施した。その結果、原子炉冷却系の運転性能及び冷却機能が正常であり、総合機能試験時と同等の機能・性能が維持されていることを確認した。
- 2) 安全性総点検結果に基づき、1次・2次主冷却系循環ポンプ運転中における小口径配管の振動状態を確認するため、1次・2次系小口径配管振動状態確認試験（PKS-110, 210-3）を実施し、有害な振動が発生しないことを確認した。
- 3) 将来的な見地に立つて、超音波温度計の基本特性データを取得するため、新型ナトリウム温度計特性試験（PKS-210-5）を実施し、必要な特

性データを取得した。

- 4) その他の 1 次主冷却系設備等について機能・性能の確認を実施し、各設備の警報機能、動作機能、運転性能等が正常であることを確認した。

(3) 放射性物質を閉じ込める機能の確認

- 1) 原子炉格納容器本体及び付属設備の気密性能及び動作機能を確認するため、原子炉格納容器全体漏えい率試験 (PKS-080-1)、原子炉格納容器自動隔離弁機能確認試験 (PKS-080-2)、原子炉格納容器エアロック機能確認試験 (PKS-080-3)、バキュームブレーカー機能確認試験 (PKS-080-4) 及びアニュラス循環排気装置機能確認試験 (PKS-661-1) を実施した。その結果、原子炉格納容器本体及び付属設備の気密性能及び動作機能が正常であることを確認した。
- 2) 1 次アルゴンガス系収納施設の気密性能及び動作機能を確認するため、1 次アルゴンガス系収納施設機能確認試験 (PKS-150-1, 2) を実施し、気密性能及び動作機能が正常であることを確認した。

(4) 燃料を安全に取り扱う機能の確認

- 1) 運転再開に備えて燃料交換を行う必要があるが、ナトリウム漏えい事故後、燃料を取り扱う設備は長期間停止状態であったことから、燃料交換を確実にを行うため、これらの設備の機能を事前に確認した。すなわち、燃料交換に使用する燃料交換設備、燃料出入設備及び炉外燃料貯蔵設備を組み合わせ、一連の燃料取扱機能を確認する燃料取扱設備運転試験 (PKS-500-1) を実施し、燃料交換作業が正常に行えることを確認した。

また、燃料取扱に関連する燃料洗浄設備、水中燃料貯蔵設備、廃棄物処理設備等について機能・性能の確認を実施し、各設備の警報機能、動作機能、運転性能等が正常であることを確認した。

- 2) 原子炉容器内に長期保管中であった燃料集合体の健全性を確認するため、燃料外観確認 (PKS-500-2) を実施すると共に、燃料交換後における炉心全体の健全性を炉心流量で確認するため、燃料交換後炉心流量確認 (PKS-500-3) を実施した。

その結果、炉心燃料集合体、ブランケット燃料集合体の各 1 体について、燃料破損がなく外観上異常のないことを確認した。また、燃料交換後において、燃料集合体の冷却材流路が確保されていることを確認した。

(5) 蒸気発生器の安全性及び安全を監視する機能の確認

- 1) 長期間保管状態にあった蒸発器及び過熱器の伝熱管の健全性を確認するため、蒸気発生器伝熱管健全性確認試験 (PKS-210-4) を実施した。
その結果から、伝熱管の減肉及び貫通孔はなしと評価し、使用前検査の許容板厚を現在も満足し、伝熱管の健全性が維持されていることを確認した。
- 2) 蒸気発生器伝熱管の水漏えいを検出する機能を確認するため、水漏えい検出設備運転試験 (PKS-271, 272-1) を実施し、ナトリウム中水漏えい検出設備及びカバーガス中水漏えい検出設備のニッケル膜の温度制御、インターロック動作等が正常であることを確認した。

(6) 非常用電源設備の電源供給機能の確認

- 1) 非常用電源設備としてディーゼル発電機の運転性能及び動作機能を確認するため、ディーゼル発電機自動負荷確認試験 (PKS-771-1) 及びディーゼル発電機警報・インターロック確認を実施し、運転性能及び動作機能が正常であることを確認した。

(7) 放射線監視及び管理する機能の確認

- 1) 放射線モニタ（プロセスモニタ、エリアモニタ等）が健全であることを確認するため、放射線監視装置機能確認試験 (PKS-821-1) を実施し、各放射線モニタの警報が正常に動作することを確認した。
- 2) 換気空調設備の健全性を確認するため、中央制御室換気空調設備機能確認試験 (PKS-681-1)、燃料取扱設備室換気装置機能確認試験 (PKS-672-1) 及び換気空調設備ファン性能確認を実施し、各換気空調設備の動作機能及び運転性能が正常であることを確認した。

6. 5. 3 実施結果の評価

プラント確認試験実施結果の総括を以下に示す。

(1) 原子炉を安全・安定に制御する機能の確認

微調整棒駆動機構、粗調整棒駆動機構及び後備炉停止棒駆動機構について、駆動性能、スクラム時間等の確認を行い、使用前検査の判定基準を満足し、総合機能試験時と同等の機能・性能が維持されていることを確認した。

中性子計装、安全保護系設備等の警報・インターロック機能について、動作試験を行い、原子炉トリップ等に係る所定の機能が確保されていることを確認した。

原子炉制御設備については、プラント制御設備と 1 次主冷却系流量制御系、2 次主冷却系流量制御系をそれぞれ組み合わせた試験を実施し、総合機能試験時と同等の応答特性及び安定性を有していることを確認した。

万一原子炉に異常が発生した場合の、1 次・2 次主冷却系循環ポンプ主モータトリップ、ポニーモータ運転及び補助冷却設備の起動による一連の安全保護動作及び崩壊熱除去運転への移行についても、トリップ試験、動作試験及び外部電源喪失模擬試験等により所定の機能を有することを確認した。

(2) 原子炉を冷却する機能の確認

長期間停止中であった 1 次・2 次主冷却系循環ポンプ主モータによる運転試験を実施し、主モータによる運転性能が所定の性能を有していることを確認した。また、同様に停止中であった C ループの 1 次・2 次系ポニーモータについても運転試験を行い異常のないことを確認した。

(3) 放射性物質を閉じ込める機能の確認

原子炉格納容器については、全体漏えい率試験及び隔離弁作動試験を実施し、所定の機能及び性能を有していることを確認した。また、1 次アルゴンガス系収納施設についても同様に確認した。

(4) 燃料を安全に取扱う機能の確認

燃料取扱設備による燃料交換作業が正常に行われることを確認し、その後の燃料交換作業を予定通り終了することができた。

炉心燃料集合体及びブランケット燃料集合体の各 1 体について、燃料破損の有無の確認及びファイバースコープ等による外観確認を行った結果、異常が認められなかったことから、原子炉容器内のナトリウム中に長期間保管状態であった燃料集合体の健全性は確保されていることを確認した。

また、燃料交換の前後に炉心流量測定を実施し、異常が認められなかったことから、今後の原子炉起動に向けて、炉心の健全性に問題はないことを確認した。

(5) 蒸気発生器の安全性及び安全を監視する機能の確認

蒸気発生器伝熱管については、各試験の結果から、伝熱管の減肉及び貫通孔なしと評価し、使用前検査の許容板厚を現在も満足し、伝熱管の健全性が維持されていることを確認した。

(6) 非常用電源設備の電源供給機能の確認

ディーゼル発電機 3 台については、自動負荷投入試験及び外部電源喪失模擬試験等により、所定の機能及び性能を有することを確認した。

(7) 放射線監視及び管理する機能の確認

放射線監視装置、換気空調設備等の各設備機器について、警報・インターロック機能、運転性能の確認を行い、所定の機能又は性能を有することを確認した。

上記の各試験結果により、試運転（炉心確認試験）に向けて、必要な設備の機能・性能が確保されていると評価した。

なお、水・蒸気系、タービン・発電機設備の機能等については、炉心確認試験後に実施する水・蒸気系設備機能確認試験にて確認する予定である。

6. 6 機器・設備レベル及び系統・プラントレベルの健全性確認結果の国による確認

長期停止設備の健全性については、原則として設備点検による機器・設備レベルの健全性を確認後、プラント確認試験により系統・プラントレベルの健全性を確認している。資料 6.6 は、使用前検査対象設備に対して、プラントの安全上の重要機能である「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」に着目して整理した健全性確認一覧表を示す。設備健全性確認と使用前検査の関係を以下の(1)～(3)の区分に示す。図 6.6-1 にその概念を示す。

(1) 使用前検査対象設備のうち、設備健全性確認において再度、使用前検査により健全性を確認したもの

1) 寸法、外観、据付等の工事に係る項目 [図 6.6-1②, ④]

対象設備： 使用前検査の受検後、改造及び補修、取替えを実施した設備

2) 性能に係る項目 [図 6.6-1①, ③, ⑤]

対象設備： 使用前検査後、改造、補修、取替えを実施した設備、及び長期間性能が確認されていない長期間停止中設備

(2) 使用前検査対象設備のうち、設備点検により、設備健全性を確認したもの

1) 寸法、外観、据付等の工事に係る項目 [図 6.6-1⑦]

対象設備： 使用前検査の受検後、改造及び補修、取替えを実施しておらず、使用前検査の状態が維持されていると判断できる設備

2) 性能に係る項目 [図 6.6-1⑥]

対象設備：使用前検査後、運転を継続しており、定期的な点検により性能が維持されていることが確認できる設備

3) 設備の機能維持に必要な点検項目 [図 6.6-1⑧]

対象設備：検査項目が分解点検、簡易点検、開放点検、本格点検、一般点検、機能・性能確認の使用前検査項目以外の設備

(3) 自主保安設備であり、設備点検により、設備健全性を確認したもの

1) 外観点検、分解点検、機能・性能確認等の項目

対象設備：自主保安対象設備の全設備

試運転再開までに実施した使用前検査の実施状況を表 6.6-1(工事に係る使用前検査)及び表 6.6-2(性能に係る使用前検査)に示す。

なお、再度実施した使用前検査のデータと 2 次主冷却系ナトリウム漏えい事故以前の使用前検査のデータに有意な差は無く、性能が劣化していないことを確認した。

6. 7 設備健全性維持と保守管理に係る QMS

設備健全性確認の結果について、今後、設備の健全性を維持していくため保全計画に反映すると共に、保守管理の P D C A を回していく上で、必要な評価について要領を定めて確実に実施していくこととしている。

(1) 設備の健全性維持

設備の健全性確認は、「もんじゅ」の全設備を対象に点検を実施することにより、当該設備の健全性を確認している。また、設備健全性確認の実施段階において発生した C L D の誤警報、アニュラス屋外排気ダクトの腐食孔のトラブルや過去の点検実績を考慮し、健全性を維持するための点検内容、点検頻度を評価した。これらの結果は、今後も設備の健全性を維持するため、保全計画に反映することにより保全活動の改善を図っている。設備健全性確認の結果を保全計画に反映した詳細内容は、第 7 章「保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施」に示す。

また、保全に関する最新知見については、国内の原子力発電プラントの最新の事故・故障等の情報を N U C I A 等から、「常陽」の最新の運転・保守経験は日常のコミュニケーションから、海外の F B R の最新知見はフランスフェニックス炉の駐在派遣員等によりそれぞれ入手する

仕組みが整備されており、これらの情報を基に保全活動の改善を図っている。

(2) 保守管理に係るQMS

平成 21 年 1 月の保全プログラムを施行する前の保守管理は、「建設段階における保守管理の重要度管理要領」に基づき、点検計画を立案し、保守を実施してきた。しかし、同要領で定める点検周期が目安であったことから、必ずしも定期的な点検が行われなかった。その結果、設備健全性確認の実施段階において、アニュラス屋外排気ダクト腐食孔の発生等のトラブルが発生した。

平成 21 年 1 月 1 日以降は、「常陽」の運転・保守経験、海外 F B R ・国内軽水炉の運転経験及び不具合事例等の知見をもとに「もんじゅ」の運転・保守実績を考慮し、社内基準及びメーカー基準に基づく予防保全を基本とした建設段階における保全プログラム(第 1 段階として炉心確認試験終了までの保全プログラム)の保全計画に基づき確実な保守を実施している。保全プログラムの詳細は第 7 章「保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施」に示す。

また、保守管理改善のために新たに以下に示す要領類を制定した。

1) 外面劣化機器・設備の肉厚測定マニュアル

外面劣化機器・設備の肉厚測定マニュアルを新たに定め、屋外設備・機器の状態を適切に把握するため、肉厚測定や外観点検(塗装の状況)手順を標準化した。排気筒(筒身)の外観点検に適用した。

2) 電気・計測制御設備の絶縁抵抗管理マニュアル

「もんじゅ」における電気・計測制御設備に対する絶縁抵抗の劣化傾向管理を行うため、管理基準を新たに定めた。また、点検基準(判定基準)を包絡する保守計画基準値を設定し、より安全側に保守管理を行うこととし保守活動を改善した。

3) ナトリウム漏えい検出設備取扱の手引き

ナトリウム漏えい検出設備の取扱いに関し、過去の不具合事例を調査・整理し、不具合の発生を未然に防ぐための点検内容をまとめると共に、保全上の取扱いに関する注意事項を定め、同設備の機能維持及び誤警報防止の保全活動の標準化を図った。

(3) 計画書策定時におけるQMS体系等に係る指摘事項への対応

表 6.7-1 に、計画書策定時の立入検査において、品質保証等に係る指

摘事項とその対応方針及び実施状況を示す。これらの指摘は、継続して対応すべきものである。平成 20 年 7 月に「高速増殖原型炉もんじゅに係る平成 20 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）における指摘事項に対する改善のための行動計画について」（以下、「行動計画」という。）を保安院に提出し、その計画に基づき改善活動を展開している。これらの活動の中で品質保証の強化が図られ、前述の指摘事項に対し、確実に改善、対応を進めている。

6. 8 設備健全性の評価

(1) 点検・試験結果の総括

試運転再開を目指して、長期停止プラントの設備健全性確認については、設備健全性確認計画に基づき、工事確認試験、設備点検、プラント確認試験を計画的に実施してきた。

1) 改造を実施した設備の健全性確認(工事確認試験)

ナトリウム漏えい事故の原因究明及び安全総点検結果に基づき、ナトリウム漏えい対策等の改造工事を実施し、工事確認試験において、ナトリウム漏えいの早期検知や漏えい量の抑制等の機能・性能を確認し、全86項目について良好な結果を得た。

2) 機器・設備レベルの健全性確認(設備点検)

ナトリウム漏えい事故後、設備維持のため運転を行ってきた設備（運転中設備）、燃料取扱設備のように燃料装荷後に点検等を行った上で管理された状態で停止している設備（休止中設備）及び長期保管措置をしている水・蒸気系設備（保管中設備）に区分して管理してきた全設備について、試運転再開に向け設備健全性確認のためそれぞれ必要な点検を計画的に実施した。

しかし、これらの点検の実施過程で、ナトリウム漏えい検出器の不具合やアニュラス屋外排気ダクトの腐食孔が生じたことから、点検方法、点検結果の妥当性確認を実施した。その結果、一部について追加点検の必要性が摘出されたが、その他の設備については、設備健全性確認において実施した点検方法及び点検結果の評価は妥当であることを確認した。

追加点検及び点検において確認した劣化事象の補修を含め、全ての設備点検を平成 21 年 12 月に完了した。

3) 系統・プラントレベルの健全性確認(プラント確認試験)

プラント確認試験においては、改造設備を除いた停止中設備、運転

中設備の系統レベルでの機能・性能を確認する試験及び改造設備も含めたプラントレベルの機能・性能を確認し、全141項目について良好な結果を得た。

(2) 全体評価

炉心確認試験に必要な設備について、設備点検として外観点検、肉厚測定、開放点検、分解点検、機能・性能確認等、また、工事確認試験、プラント確認試験として機能・性能確認を行い設備の健全性確認を終了し、炉心確認試験を行うことができる設備の状態であることを確認した。

なお、炉心確認試験に必要な設備として、以下の設備について健全性確認を終了し、炉心確認試験開始に向けて、原子炉を起動する全ての準備が整った。

- ・ 原子炉本体
- ・ 1次主冷却系設備
- ・ 2次主冷却系設備
- ・ 原子炉補助設備
- ・ 計測制御設備
- ・ 廃棄物処理設備
- ・ 放射線管理設備
- ・ 原子炉格納容器
- ・ ディーゼル発電設備等

なお、水・蒸気系、タービン・発電機設備については、40%出力プラント確認試験時に必要となる設備であることから、引き続き設備の点検・補修を継続し、設備の機能・性能等については炉心確認試験後に実施する水・蒸気系設備機能確認試験にて確認する予定である。固体廃棄物処理設備については、当該設備の本格運転開始前の100%出力運転開始までに健全性を確認する予定である。

また、設備健全性確認で得られた、「もんじゅ」における不具合事例、補修事例については、今後作成する劣化メカニズムまとめ表(機器又は機種を部位に展開し、部位毎に考慮すべき劣化メカニズム(劣化事象)を抽出し、劣化メカニズムの進展に伴う機器故障の防止に有効な保全方法をまとめた表)に反映し、保全の最適化に活用する。

第7章 保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施

点検時の機器の経年劣化状況や過去のトラブル等を踏まえ、保全活動の継続的な評価・改善を繰り返す（PDCAサイクルを回す）ことにより、原子力の安全性・信頼性のより一層の向上を図るため、原子炉等規制法及び電気事業法に基づく経済産業省令^{*7-1}の一部が改正され、平成21年1月1日より「保全プログラム」^{*7-2}に基づく保全活動に対する検査制度が導入された。

保全プログラムは、基本的に見直されることのない保守管理の基本的事項（対象機器の範囲、機器・系統ごとの管理指標等）と点検周期ごとに見直される点検計画や補修・取替え計画などの具体的な活動の計画（保全計画）によって構成される。

*7-1：「研究開発段階にある発電の用に供する原子炉の設置、運転等に関する規則（研開炉規則）」（「もんじゅ」に適用、平成20年8月29日に公布）

「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（実用炉則）」（軽水炉に適用）

「電気事業法施行規則（電事則）」

*7-2：「保全プログラム」とは、保全の計画、実施、評価及び改善の活動を行うために必要なプロセス及びその内容を適切な単位ごとに具体的に定めたもの。（J E A C 4209-2007 原子力発電所の保守管理規程より抜粋）

一方、「もんじゅ」の保守管理において、従来は、点検方法、頻度が目安値（「建設段階における保守管理の重要度管理要領」）となっており、必ずしも同要領に基づく点検方法、頻度での点検が行われていなかった。また、点検結果に基づく、点検内容、点検周期の評価が十分に行われなかった。このため、長期停止プラントの設備健全性確認の実施段階において、アニュラス屋外排気ダクトの腐食孔、ナトリウム漏えい検出器の誤警報（2次系CLDの絶縁劣化）、原子炉補機冷却海水系配管の減肉等の問題が発生した。

これらの問題を踏まえ、安全性のより一層の向上及び社会的な安心や信頼性の確保を目的として、これまでの長期停止期間における保守管理を見直し、運転再開に向け、組織的管理の強化を図ると共に、予防保全を基本とした確実な保守管理を行うため、保全プログラムの基本的事項を記載した保安規定

の認可を受けて、平成 21 年 1 月 1 日から保全プログラム（設備ごとに点検頻度、内容等を定めた保全計画）に基づく保全活動を開始した。以下に保全プログラムの実施状況を示す。

7. 1 保全プログラムの策定

「常陽」の運転・保守経験、海外 F B R ・国内軽水炉の運転経験及び不具合事例等の知見を基に「もんじゅ」の運転・保守実績を考慮し、社内基準及びメーカ基準に基づき、予防保全を基本とした建設段階における保全プログラムの第 1 段階として炉心確認試験終了までの保全計画を平成 20 年 12 月に策定した。更に、第 2 段階として 40%出力プラント確認試験終了までの保全計画案（炉心確認試験終了までの保全計画に水・蒸気系設備の保全計画を追加したもの、9 月末）を作成した。^{*7-3}

ここで、保全方式は、予防保全（時間基準保全、状態基準保全）と事後保全に分類されるが、「もんじゅ」は、ナトリウム漏えい事故以来長期間停止していたため、必ずしも定期的な点検が行われてきておらず、結果として事後保全になっていた設備もあったことから、アニュラス屋外排気ダクトの腐食孔、ナトリウム漏えい検出器の誤警報等のトラブルが発生した。今後は同様なトラブルの発生を防止するため、保全重要度を勘案し、機器の故障が発生した際に、その機能を喪失しても原子炉施設の安全性に与える影響が小さいと判断できる場合（保全重要度 C：事後保全）を除き、予防保全を基本とした保全方式（保全重要度 A：時間基準保全＋必要に応じ状態監視、保全重要度 B：時間基準保全又は状態基準保全）を選定した。また、「もんじゅ」は運転経験が少ないため、主としてメーカ基準に基づいた保守的^{*7-4}な保全計画（点検頻度、内容）としている。

保全プログラムの特徴と今後の取り組みについて、資料 7.1-1「もんじゅ」の特徴を踏まえた保全プログラムに示す。

最終使用前検査▼						
点検	炉心確認試験	点検	40%出力試験	点検	100%出力試験	供用開始
保全計画(平成20年12月策定)		保全計画案(平成21年9月作成)		今後策定		

*7-3：保全プログラムに反映した主要な知見を以下に示す。

(1)「常陽」及び軽水炉の運転・保守経験から得られた知見の反映

1)「常陽」

- ・1次/2次主循環ポンプのナトリウムと直接接する軸受は点検不要

- ・プラントレベルの保全活動管理指標、目標値
 - ・1次主冷却系循環ポンプ軸封部の点検頻度は1回/5定検
- 2) 国内軽水炉
- ・換気空調設備、原子炉補機冷却海水系設備などの軽水炉と同様の設備・機器についての点検内容
 - ・系統レベルの保全活動管理指標、目標値
- 3) 海外炉
- ・フランスフェニックス炉の運転・保守経験
- (2) 「もんじゅ」の運転・保守実績
- ・2次主循環ポンプメカニカルシールの点検頻度

*7-4：点検頻度の初期値として、主として、メーカー基準(メーカー推奨)を用いている。メーカー基準による点検頻度は、製造メーカーとしての頻度で点検を行うことにより設備の健全性が維持できるとしている頻度であり、一般的には保守的な値である。

保全プログラムの内容は、「原子力発電所の保守管理規程」(J E A C 4209-2007)の要求事項を踏まえ、以下の各プロセスで構成されており、各プロセスの流れを図 7.1-1 保守管理業務フローに示す。

(1) 保全対象範囲の抽出

保全を行うべき対象範囲(系統、機器)を抽出する。

(2) 保全重要度の設定

抽出した系統、機器について、系統ごとの範囲と機能を明確にした上で保全重要度を設定する。

(3) 保全活動管理指標の設定及び監視計画の策定

「保全活動管理指標」とは、保全の有効性を監視・評価することにより、保全活動の弱点を見出すと共に、更なる適正化を図り、継続的に保全を改善していく手段として設定した機能の健全性に係る指標のことで、原子炉施設の安全性に関係する機能に着目して設定する。

[プラントレベルの指標]

プラント全体の安全性が確保されていることを監視・評価するために設定。

- ・性能試験期間中の計画外自動スクラム回数
- ・性能試験期間中の計画外出力変動回数

- ・工学的安全施設の計画外作動回数

[系統レベルの指標]

保全重要度の高い系統について、より直接的に原子炉施設の安全と保全活動を関連付けてきめ細かく監視・評価するために設定

- ・保全により予防可能な故障回数
- ・原子炉起動及び運転状態において、待機状態にある系統の機能を期待できない時間

(4) 保全計画(点検計画、補修、取替え及び改造計画、特別な保全計画)の策定

保全計画として、以下の 1)～3)の計画を策定する。

- 1) 点検計画：原子炉停止中及び運転中に実施する点検の計画
- 2) 補修、取替え及び改造計画：補修、取替え及び改造を実施する場合、あらかじめその方法及び実施時期を定めた計画を策定
- 3) 特別な保全計画：地震、事故等により長期停止を伴った保全を実施する場合等は、特別な措置として、あらかじめその方法及び実施時期を定めた計画を策定(長期停止設備の健全性確認)

(5) 保全の実施

保全計画に従い、点検・補修等の保全を実施する。

(6) 点検・補修等の結果の確認・評価

保全の実施段階で採取した構築物、系統及び機器の点検・補修等の結果(点検手入れ前・後データ、状態監視データ、運転データ、工事記録、試験・検査記録)から、所定の機能を発揮しうる状態にあることを確認・評価する。

(7) 点検・補修等の不適合管理及び是正処置

点検・補修等を実施した構築物、系統及び機器が所定の機能を発揮しうることを確認・評価できない場合等には、「もんじゅ不適合管理要領」に基づき、不適合管理を行った上で、点検・補修等の結果の確認・評価の結果を踏まえて実施すべき原子炉施設の点検等の方法、実施頻度及び時期の是正処置並びに予防処置を講じる。

(8) 保全の有効性評価

保全サイクルの終了時期及び保全方式を変更する場合等において、保

全活動から得られた情報等（点検・補修等の結果の確認・評価、保全活動管理指標監視結果等）から、原子炉施設の安全性や供給信頼性に影響を与える故障が発生していないことを確認し、保全が有効に機能していることを確認すると共に、保全活動の継続的な改善を行う。

7. 2 「もんじゅ」保全プログラムの特徴

保全プログラムの策定においては、J E A C 4209-2007 を基本としているが、「もんじゅ」が、建設段階であること、長期停止状態からの運転再開に向けての準備中であること、ナトリウム冷却高速増殖炉であり、1 次、2 次冷却系等の内面は、アルゴンガス及び純度管理をしているナトリウムと接しており、腐食減肉がほとんど無視できるため、バウンダリを開放しての点検は不要であること（外観点検を主体とした点検計画）及び軽水炉にない系統・設備を有していることから、以下の点を考慮した。

- (1) 保全重要度の設定において、安全上の重要度（原子炉の設置変更許可において定められた「安全機能の重要度分類」、資料 7.2-1 参照）及びリスク重要度^{*7-5}に加え、「もんじゅ」の特徴（「もんじゅ」特有の系統機能）を考慮し、保全重要度の設定を行った。ここで、軽水炉にないナトリウム系等の「もんじゅ」特有の系統は、「常陽」の運転経験のみであり、また、「もんじゅ」は長期間停止状態で、定期的な保守が実施されていない機器もあることから、運転及び保守に関する知見が少ない。従って保守経験の蓄積により、保守管理手法を確立するまで、保全重要度の設定において、「もんじゅ」特有の系統機能を考慮し、ナトリウム系、アルゴンガス系等は予防保全（保全重要度 A あるいは B）としている。

なお、ナトリウム漏えい事故後の原子炉設置変更許可申請（平成 13 年申請）において、従来はクラス外であったナトリウム漏えい検出器を安全機能の重要度クラス 3 の重要度とした。

*7-5：リスク重要度の考え方

「原子力発電所の保守管理指針」（J E A G 4210-2007）の設定方法を用いて、確率論的安全評価（P S A）から得られる原子力発電施設のリスク（炉心損傷頻度、格納容器機能喪失頻度等）に対する寄与割合を用いて定めた構築物、系統及び機器の定量的な重要度を使用している。ただし、「もんじゅ」では、保全プログラム策定時に使用可能であったアクシデントマネジメント（AM）対象設備（J E A G 4210-2007 では全設備を対象）を対象とした確率論的安全評価結果を

用いてリスク重要度評価を行い、次のいずれかに該当するものをリスク重要度の高いものとする。

- ・当該系統の範囲の機器の F V (Fussell-Vesely) 重要度が、0.001 以上になる系統
- ・当該系統の範囲において、R A W (Risk Achievement Worth) の最大値が 2 以上となる系統

ここで、F V 重要度とは、当該系統又は機器が、炉心損傷頻度に関与している割合を示す指標であり、当該系統又は機器の故障率等の低減による信頼性向上効果の把握に有効である。

また、R A W 重要度とは、当該系統又は機器の機能が喪失した場合の炉心損傷頻度の増分を示す指標であり、当該系統又は機器の重要度や待機除外した場合の影響把握に有効である。

今後、全設備を対象とした確率論的安全評価を行い、リスク重要度の再設定を行う。

以下に、図 7.2-2 の保全重要度設定フローに従い、系統、機器の保全重要度を設定するための概略手順を示す。

1) 保全対象範囲の抽出

保全を行うべき対象範囲として、法令に規定される設備、「安全機能の重要度分類」に基づき信頼性の確保及び維持が要求される機能を有する設備、炉心損傷又は格納容器機能喪失を防止するために必要な機能を有する設備等から保守対象とする系統設備を抽出する。

2) 重要な系統機能の整理

1) で抽出した系統設備について、系統ごとの範囲と機能を明確にした上で、安全上重要な機能、リスク上重要な機器、「もんじゅ」特有の系統機能を有する設備に該当した場合は、重要な系統機能として整理する。

3) 系統の保全重要度の設定

2) で重要な系統機能を有するとした系統の保全重要度は「高」、それ以外は「低」と設定する。

4) 重要な系統機能に影響を与える機器の抽出

故障により重要な系統機能の喪失をもたらす機器を「保全重要度高の機器」として抽出する。但し、冗長性を要求される安全上重要な系統・機器を除き、その機能を維持できる予備機（予備系）を有する機器は「保全重要度低の機器」とする。

5) 機器の保全重要度の設定

4)に従い、機器の保全重要度「高」又は「低」を設定する。

また、3)で系統自体の保全重要度が低い場合は、その系統に属する機器の保全重要度は「低」と設定する。

6) 予防保全/事後保全の判断基準

5)で保全重要度の低い機器について、以下の①～⑥のいずれかに該当する場合、予防保全が適切であると判断する。

- ① 機器の故障により、作業員又は環境に対して許容できない影響がある。
- ② 機器の故障が、運転員又は保修員に対して許容できない負担になる。
- ③ 機器の修理又は交換に、許容できない時間がかかる。
- ④ 機器の故障により、他の作業に影響を及ぼす。
- ⑤ 機器の修理又は交換に、許容できないコストが発生する。
- ⑥ 安価で効果的な予防保全タスクがある。

7) 機器の保全重要度分類

最終的に機器の保全重要度は3つに分類する。

- ① 機器の保全重要度A:保全重要度高の機器
予防保全：時間基準保全に、状態監視(振動診断(ポンプ、ファン等の軸受)、定期試験、巡視点検等)を追加
- ② 機器の保全重要度B：保全重要度低の機器
予防保全：時間基準保全又は状態監視保全を選択
- ③ 機器の保全重要度C：保全重要度低の機器
事後保全

なお、予防保全における時間基準保全では、運転中の状態監視（振動診断、定期試験、巡視点検等）と組み合わせてもよい。また、前記6)及び必ずしも定期的な保守が実施されていなかったことを踏まえ、事後保全が対象となる設備は、プラント運転に直接関係せず、故障してもプラントの運転継続に支障のない設備、メンテナンスや試験用に使用する設備などに限定している。

上記の保全重要度分類の考え方（手順）に基づき設定した保全重要度A、B、Cに対応する設備・機器の代表例を以下に示す。

【保全重要度 A】

- 1) 安全機能の重要度分類（クラス1, 2）
 - ・ 原子炉容器（P S-1）
 - ・ 原子炉格納容器（MS-1）
 - ・ 炉外燃料貯蔵槽（P S-2/MS-2）
- 2) リスク重要度高(安全機能の重要度分類上も保全重要度 A)
 - ・ 制御棒駆動機構（MS-1/P S-2）
 - ・ 原子炉トリップ遮断器(MS-1)

【保全重要度 B】

- 1) 安全機能の重要度分類（クラス1, 2, 3）
 - ・ 機器冷却系（冷凍機）（MS-1）
 - ・ 1次アルゴンガス系（原子炉容器ベーパートラップ）（P S-2）
- 2) リスク重要度高
 - ・ 1次ナトリウム系充填ドレン設備の予熱設備（1次メンテナンス冷却系ベント弁及びベントラインに係わるもののみ）（クラス外）
- 3) 「もんじゅ」特有の設備（安全機能の重要度分類：クラス3）
 - ・ 1次及び2次冷却系（ナトリウム漏えい検出設備
 - ・ 2次アルゴンガス系（過熱器ベーパートラップ）

【保全重要度 C】

- ・ 淡水供給設備
- ・ 排水処理設備
- ・ 中央制御室にて監視可能なプロセス計器（指示計、記録計等）と重複しており、故障しても系統機能（状態監視）に影響を与えない現場指示計

(2) 「もんじゅ」は建設段階であり、供用開始までに長期間の3回の点検と性能試験を行う。この点検と性能試験を組み合わせたサイクルを1つの保全サイクル(軽水炉の定期点検と運転を1つの保全サイクルとしていることと同様な考え方を適用)とし、1つの保全サイクルごとに保守管理の有効性評価を行い、保全の継続的な改善を図る。平成21年1月施行の保全計画(長期停止プラントであることから特別な保全計画を含む)は、運転再開後の最初の性能試験である炉心確認試験終了まで、また、平成21年9月作成の保全計画案は40%出力プラント確認試験終了までとした。なお、今後は100%出力試験終了(供用開始前)までの保全計画を順次策定していく計画である。

- (3) 保全活動管理指標の設定において、「もんじゅ」は運転経験が少ないことから、プラントレベル及び系統レベルの指標、目標値は、以下の考え方で設定した。

1) プラントレベルの指標、目標値

原子力発電所の保守管理指針（J E A G 4210-2007）を基に、高速実験炉「常陽」の実績を用いて設定した。

指 標	目標値
性能試験期間中の計画外自動スクラム回数	< 1 回/年
性能試験期間中の計画外出力変動回数	< 1 回/年
工学的安全施設の計画外作動回数	< 1 回/年

2) 系統レベルの保全により予防可能な故障回数の指標、目標値

保全重要度の高い系統のうち、安全機能の重要度分類クラス 1、クラス 2 及びリスク重要度高の系統機能に対して、J E A G 4210-2007 に示されている以下の標準値を参考に設定した。なお、リスク重要度はアクシデントマネジメントに関する確率論的安全評価（P S A）の結果を用いた。今後、P S A の対象設備を拡大し、それらの結果を適宜保全プログラムに反映していく。

		リスク重要度	
		高	低
安全機能の重要度 分類	クラス 1	< 1 回	< 1 回
	クラス 2	< 1 回	< 2 回
	クラス 3	< 2 回	—

3) 系統レベルの原子炉起動及び運転状態において、待機状態にある系統の機能を期待できない時間の指標、目標値

保全重要度の高い系統のうち、安全機能の重要度分類クラス 1、クラス 2 及びリスク重要度高の系統機能に対して、点検実績や保安規定第 4 章「運転管理」に規定される運転上の制限を満足しない場合に要求される措置の完了時間を参照して設定する。

「常陽」の実績を用いて設定したプラントレベルの指標は軽水炉並みであり、系統レベルの指標は軽水炉と同様の考え方で設定しており、

軽水炉と同レベルの保全を目指す。

表 7. 2-3 に保全活動管理指標の設定及び監視計画の具体例を示す。

(4) 過去の不具合事例、原子炉やナトリウム系、燃料取扱設備などの「もんじゅ」特有設備の点検実績、設備健全性確認結果を保全計画に反映している。また、点検実施後に行う点検・補修等の結果の確認・評価に関しては、機器等の稼動状況・点検状況の結果、経年劣化の傾向監視等を盛り込み、保全活動の改善（保全の有効性評価）に結び付けやすくなるように具体化した。表 7. 2-4 に点検・補修等の結果の確認・評価シートの具体例を示す。

(5) 保全プログラムの策定と確実な運用のため、2 次文書である「保守管理要領(Q A P 715)」、保守管理要領の 3 次文書である「保全計画検討要領(MQ 715-13)」、「保全活動管理指標監視要領(MQ 715-14)」、「保全の有効性評価要領(MQ 715-15)」及び「点検・補修等の結果の確認・評価要領(MQ 715-18)」の各種要領を改正・整備した。現状は、これらの要領に基づき、運用管理を実施している。

更に、アニュラス屋外排気ダクトの腐食孔やナトリウム漏えい検出器の誤警報等のトラブルの教訓を踏まえ、保守管理の品質を向上し、トラブルを未然に防止するため、以下のマニュアルを制定した。なお、ナトリウム漏えい検出設備取扱の手引は、必要な点検項目や点検頻度、管理基準（判定基準）等をまとめたものであり、その内容はすべて保全計画に反映している。これらの要領はQMSの保守管理要領の 3 次文書として、保全活動の実施において使用している。

- 1) ナトリウム漏えい検出設備 取扱の手引(MQ-保全-10)
- 2) 外面劣化機器・設備の肉厚測定マニュアル(MQ-保全-13)
- 3) 電気・計測制御設備の絶縁抵抗管理マニュアル(MQ-電気-01)

7. 3 トラブル事象、長期停止設備の健全性確認及び保全計画に基づく点検の反映

長期停止設備の健全性確認において、「もんじゅ」全設備を対象として点検や試験、机上での評価・検討を実施することにより当該設備の健全性を確認すると共に、軽水炉の高経年化評価に基づく劣化事象、過去の点検履歴を考慮し、健全性を維持するための点検内容、頻度について評価を行った。

設備健全性確認の実施段階において、2 次系オーバーフロータンク C L D の誤警報及びアニュラス屋外排気ダクトの腐食孔が発生した。これらのトラブ

ル事象については、過去の不具合事例が設備健全性確認に十分反映されていなかったこと、設備健全性確認の点検方法が適切でなかったことが発生原因として挙げられた。このため本トラブル事象を反映し、保全計画に点検項目の追加を行った。

また、本トラブル事象の教訓に基づき実施した設備健全性確認の妥当性評価については、「長期停止プラントの設備健全性確認結果の妥当性評価について（実施計画書）」を策定し、劣化の有無にかかわらず、劣化状況を把握するための点検方法（肉厚測定箇所の選定等）が適切であるか、傾向管理が必要な劣化（絶縁低下等）に対しては傾向の把握が行われ、次回点検まで設備の健全性が維持できるのか、また、劣化が認められた場合の補修範囲、補修方法及び水平展開が適切であるか等の視点で、設備担当者とは異なる評価者による評価及び設備担当課長による確認を行い、点検方法や劣化の傾向管理、劣化が認められた場合の補修範囲や補修方法、水平展開が適切であることを確認した。また、この設備健全性確認の妥当性評価の結果を、今後の点検内容、頻度の見直しに反映するため保全の有効性評価をこれまで2回行い、保全計画に反映した。表 7.3-1 に第1回の保全の有効性評価に基づく保全計画への反映例（点検計画の抜粋）を示す。なお、第2回の保全の有効性評価においては、設備健全性確認の結果に加え、保全計画に基づく点検、補修等の結果についても評価し保全計画に反映した。即ち、保全活動を継続する中で、(1)トラブル事象の反映、(2)第1回保全の有効性評価に基づく反映、(3)第2回保全の有効性評価に基づく反映により、保全計画の改正を実施している。以下に(1)から(3)の代表例を示す。なお、保全計画への反映（点検頻度等の変更）に当たって実施した保全の有効性評価結果の例を表 7.3-2 に示す。

(1) トラブル事象の反映(平成21年2月実施)

平成20年9月の2次系オーバフロータンクCLDの誤警報（CLDの絶縁劣化）及びアニュラス屋外排気ダクトの腐食孔のトラブル事象の発生を受け、状態監視（劣化兆候の把握）を強化する観点から、以下の事項を保全計画に追加した。

- 1) アニュラス屋外排気ダクト、原子炉補機冷却海水系配管、アルゴンガス・窒素ガス供給設備、ナトリウム・水反応設備等の屋外設置設備の巡視点検(1回/月)
- 2) CLD（密閉型）の絶縁抵抗測定(1回/月)

(2) 第1回保全の有効性評価に基づく反映(平成21年7月実施)

設備健全性確認の妥当性評価プロセスが妥当であることの確認及びCLDのトラブルに関する最終報告書を踏まえて策定した「ナトリウム漏えい検出設備 取扱の手引」の制定時期を踏まえて、7月に1回目の保全の有効性評価を行い、その結果を保全計画に反映した。また、本保全計画の改正においては、当該設備に要求される機能を保全重要度に反映するため「保全計画検討要領」の改訂(保全重要度を容易に設定するため、保全重要度設定フローの補足として、判定例を追加)に伴う保全重要度の見直しを行い、保全方式の変更を行った。

以下に、1)保全重要度の変更、2)保全項目の追加、3)点検頻度、判定基準の変更について、その内容を記載する。

1) 保全重要度の変更

① 換気空調設備(計測・制御設備)の保全重要度の見直し(要領の反映)

換気空調設備の現場指示計は、中央制御室にて監視可能なプロセス計器と重複しているため、当該指示計が故障しても系統機能(中央制御室での監視機能)は喪失しないことから、「保全計画検討要領」の保全重要度設定フロー(判定例)を参考に、保全重要度をBからCに変更した。

2) 保全項目の追加

① CLD不具合事例の反映

CLDトラブルの反省を踏まえ状態監視(劣化兆候の把握)を強化する観点から、SIDセンサー素子に関しては、分解点検(センサー素子の交換:1回/2年)及び特性試験(フィラメントの温度測定:1回/月)を保全計画に記載していたが、巡視点検としてSID検出器出力信号確認(1回/月)を追加した。また、RID圧力指示スイッチに関しては、外観点検(1回/年)及び特性試験(校正:1回/年)を保全計画に記載していたが、巡視点検としてRIDのポンプ運転圧力の確認(1回/月)を追加した。

② 原子炉補機冷却海水系配管の点検内容追加(設備健全性確認の反映)

配管外面からの腐食減肉の不具合を受け、状態監視(劣化兆候の把握)を強化する観点から、5年ごとに全面塗装を行うことを追加し、保全計画に反映した。(本項目は追加であり、保全の有効性評価は未実施)

3) 点検頻度、判定基準の変更

① CLD不具合事例の反映

CLD（密閉型）について、新たに定めた「電気・計測制御設備の絶縁抵抗管理マニュアル」に基づき、絶縁抵抗の劣化傾向管理をより安全側に行うため、絶縁抵抗値の判定基準を $50k\Omega$ から $5M\Omega$ に見直した。また、設備健全性確認の結果、異常が無かったこと及びプラントのメンテナンス運用（各ループのナトリウムドレン）に合わせて、DPD設定値確認及び警報試験の頻度を1年ごとから2年ごとに見直した。

② 2次系機器等の外観点検頻度の見直し（設備健全性確認の反映）

2次系設備において、機器ごとに外観点検の頻度（3年～6年）が異なっており、点検頻度の考え方が統一されていなかった。今回、設備健全性確認の結果、機能・性能に影響を及ぼす有意な不具合の発生は認められていないため、2年ごとの外観点検を実施することで健全性は十分維持できると評価できたことから、2次系機器等の外観点検の頻度を保守的に2年ごとに統一した。

③ 炉外燃料貯蔵設備の外観点検頻度の見直し（設備健全性確認の反映）

当該設備は、設置から十数年経過した後の外観点検の結果、著しい腐食や損傷等がないことを確認している。また、2次系機器と同様な設備で内面はナトリウム、外面は空調された空気雰囲気であり、2次系機器と設置環境、材料、運転条件は同等であるため、2次系機器の点検頻度（2年ごと）に変更しても問題ないことから、外観点検頻度を1年ごとから2年ごとに見直した。

④ 1次主冷却系循環ポンプ軸封部点検頻度の見直し（設備健全性確認の反映）

保全プログラム策定時は、メーカー基準を基に点検頻度を保守的に2年に設定していたが、設備健全性確認で当該機器を含む各設備の不具合事例を評価した結果、「もんじゅ」の点検実績によれば、約5年ごとの点検頻度で、これまで機能・性能に影響を及ぼす有意な劣化が確認されなかったこと、摺動距離の観点から定格運転を考慮しても問題ないと考えられること、及び「常陽」においても1回/5定検の点検頻度で、これまで問題は発生していないことから、点検頻度は5年ごとに変更しても問題は無いと思われるが、より安全側に2年から4年ごとに見直した。

(3) 第2回保全の有効性評価に基づく反映(平成21年11月実施)

炉心確認試験開始に向け、保守管理の改善を行うため、第1回の保全の有効性評価に加え、炉心確認試験に必要な設備の健全性確認結果及び保全計画に基づく点検・補修の確認・評価結果に関し、2回目の保全の有効性評価を行い、その結果を保全計画に反映した。また、保全計画に基づく点検・補修等の確認・評価結果を保全計画に反映した。(なお、保全項目の追加した項目については、保全の有効性評価は未実施)

以下に 1) 保全項目の追加、2) 点検頻度の変更について、その内容を記載する。

1) 保全項目の追加(点検、補修等の結果の反映)

平成21年4月以降に保全計画に基づき実施した点検、補修等の結果、保全計画への反映が必要なものは、以下の2項目であった。

① 炉外燃料貯蔵設備汲上げポンプ及び循環ポンプ用電磁接触器の交換(メーカー推奨頻度:1回/10年)の追加

保全計画では、炉外燃料貯蔵設備汲上げポンプ、循環ポンプは、外観点検、絶縁抵抗測定、動作確認試験を行い、設備の機能・性能が確保されていることを確認している。平成21年度の点検では、補修対応として上記各ポンプの電磁接触器の交換を行った。これまでは故障もなく機能が維持されていたことから、交換周期を定めていなかった。今後、性能試験等の本格的な運転(燃料交換)に向けて、これまで以上に使用済燃料を安全に処理し安定した稼動状態を維持するために、メーカーの推奨周期を考慮して10年ごとの交換を追加した。

② 燃料洗浄設備自動制御装置シーケンサの点検(機能・性能試験)を追加(メーカー推奨頻度:1回/年)

保全計画では、燃料洗浄設備の機能・性能試験を実施することでシーケンサの機能・性能を含め設備全体としての健全性を確認しているが、本設備の自動制御装置シーケンサについては、生産中止機種であり、メーカーの保守対応年数が過ぎているため、平成21年度に更新を行った。今後、性能試験等の本格的な運転(燃料交換)に向けて、これまで以上に使用済燃料を安全に処理し安定した稼動状態を維持するために、メーカーの推奨周期を考慮して1年ごとのシーケンサ点検を追加した。

2) 点検頻度の変更(設備健全性確認の反映)

① 2次主循環ポンプ潤滑油系給油ポンプの分解点検頻度の見直し

保全プログラム策定時は、メーカー基準（メカニカルシールの交換）を基に本ポンプの運用を考慮して設定していたが、設備健全性確認結果及びこれまでの運転、点検実績から本ポンプは約 26,000 時間（約 3 年）運転しても十分健全性は維持できると評価している。本ポンプは、予備機を有しており、交互に運転する運用としており、分解点検の頻度を 2 年から 4 年ごとに見直した。

7. 4 保全プログラムの今後の展開

保全プログラムは、平成 21 年 1 月に施行し、現在同プログラムに基づく保全活動の PDCA を実施している。今後、保全計画に基づき計画的に点検を行い、①点検・補修等を実施した場合において不適合処理を含め、点検状況の結果、経年劣化の傾向監視、メーカー点検報告書の提案・改善の確認・評価、②定期的な保全の有効性評価、により、継続的に保全計画を改善していく。更には、予防保全を基本としながらも、運転実績が少ないことから、運転再開（性能試験）時にトラブルなどの発生も予想されるが、トラブルなどの運転・保守経験、点検や試験・検査を積み重ねることで、より一層保全の改善を図り、プラントの安全・安定運転に反映していく。

今後充実すべき事項を以下に示す。

(1) 設備健全性確認の妥当性評価結果の反映

設備健全性確認の妥当性評価結果については、今後も継続して保全計画に反映する。

(2) 経年劣化メカニズムのまとめ

保全の最適化を図るために、機器又は機種を部位に展開し、部位ごとに考慮すべき劣化メカニズム（劣化事象）を抽出し、劣化メカニズムの進展に伴う機器故障の防止に有効な保全方法をまとめる。

原子力学会標準の、「原子力発電所の高経年化対策実施基準」を参考にしつつ、原子炉、ナトリウム系、燃料取扱設備などの「もんじゅ」特有設備及び軽水炉と同様の設備について、設備健全性確認結果、点検履歴等を参考に、経年劣化メカニズムまとめ表を作成し、点検内容や頻度の改善を図る。

(3) データベース化の取り組みと保守管理システムの構築

機器データベース（仕様、図面等）について、平成 22 年度中に整備

する。また、保守履歴（点検、故障、トラブル等）に関するデータベースを供用開始までを目標に構築する。これら、機器及び保守履歴データベースと合わせ、点検結果、傾向監視、状態監視データ、プラント運転履歴等のデータの分析に基づく保全計画策定を含む保守管理システムを構築する。

第 8 章 新知見の反映

8. 1 安全研究等の反映

安全性総点検での指摘を踏まえ、以下の 3 項目について、改善策を策定し、改善を実施している。

(1) 蒸気発生器伝熱管破損対策

1) 指摘事項

定格流動条件を模擬した蒸気発生器伝熱管には高温ラプチャが生じないことが破損伝播試験の結果から確認されていたが、安全性総点検では、その後開発が進められたブローダウン解析コード等を用いた予備的な解析の結果から、安全上の余裕が小さくなるケースも存在することが明らかとなった。上記の予備的な解析に用いられた手法等に関し、伝熱管の高温高速引張り試験データが十分整備されていないこと、解析手法の信頼性の検証が十分ではないことから、今後更に研究を行い、知見を蓄積していく必要があるとの指摘を受けた。

2) 改善の概要

蒸気発生器伝熱管破損対策（高温ラプチャに対する安全裕度向上対策）については安全性総点検での指摘事項を踏まえ、必要な材料データの拡充、評価手法の検証等を行い、高温ラプチャに対する破損裕度の評価を行うと共に、安全余裕向上の観点から設備改善の基本仕様を定めてその効果を評価した。これらの評価結果については、第 1 回報告で報告を行った。

改善の実施に当たっては、第 1 回報告で示した検討結果に基づき、「原子炉設置変更の許可」及び「設計及び工事の方法の変更に係る認可」を受けた。

蒸気発生器伝熱管破損対策工事としては、平成 17 年 2 月から検出機能の強化対策工事及びブローダウン性能の強化対策工事を実施した。

検出機能の強化対策工事では、伝熱管での水漏えいを確実に検出できるように蒸発器のカバーガス圧力計を増設（2 個から 3 個）すると共に「圧力高」の論理回路の変更（2 out of 2 から 2 out of 3）による信頼性の向上、及び「蒸発器カバーガス圧力高」設定値の変更（167kPa から 147kPa）による圧力異常の早期検出ができるようにした。

ブローダウン性能の強化対策工事では、蒸気発生器伝熱管破損時に、蒸発器伝熱管内の水及び蒸気をより早期に放出するための放出弁の増設（入口側を 1 台から 2 台、出口側を 2 台から 3 台に増設）を行った。

工事完了後に行った「工事確認試験」では、蒸発器カバーガス圧力高模擬信号を入力し、所定の警報が発報すると共に、インターロックにしたがって蒸発器出入口放出弁が作動することを確認した。

なお、平成 18 年 8 月より関連する使用前検査を受検し、平成 19 年 8 月に蒸気発生器伝熱管破損対策に係る使用前検査の受検を終えた。

3) まとめ

改善の結果、蒸発器カバーガス圧力上昇の早期検知と検出信頼性向上、伝熱管内の水・蒸気の早期放出により、ナトリウム-水反応に伴う周辺伝熱管の反応熱による強度の低下などの影響を改善前より一層抑制し、高温ラプチャに対する伝熱管破損裕度を向上することができた。

なお、伝熱管内の水及び蒸気を系外に放出するブローダウン性能については、今後実施する性能試験（40%出力時）において確認する。

(2) 燃料温度評価の高度化

1) 指摘事項

燃料設計については、燃料の融点の低下を踏まえたこれまでの評価において、安全審査時の評価の範囲になる見通しを得ているとしているが、今後のこれらに関する国内外の研究動向を踏まえ再評価し、燃料物性データの蓄積と共に評価手法の高度化を進めることが重要であるとの指摘を受けた。

2) 燃料温度評価の高度化の概要

国内外の研究動向（燃料物性データや「常陽」の溶融限界線出力試験データ等の蓄積）を反映して燃料温度評価を見直すと共に、長期保管状態にある燃料中にはアメリシウムが蓄積することから、その燃料の融点や熱伝導率への影響についても併せて評価した。

燃料温度評価に影響する新たな知見としては、燃料融点と、「常陽」で得られた燃料溶融照射試験データ等を詳細に検討・整理されたギャップコンダクタンス（燃料ペレットと被ふく管のギャップ部の熱伝達率）評価がある。これに加え、アメリシウム蓄積の燃料の融点や熱伝導率への影響評価に基づき、従来の燃料最高温度の制限値と燃料最高温度評価の妥当性を確認した。

燃料融点については、燃料融点の測定において、タングステン製試料容器を用いた場合、プルトニウム含有率が高い場合には、試料中にタングステンが混入し、その結果、融点が低くなることを確認したため、試料容器をレニウム製の内容器に変更し、融点を評価した。そ

の改良された測定方法を適用することによって外乱の少ない測定が可能となり、また、アメリシウム含有率 3wt%までの範囲では、融点への影響が軽微であることを確認した。これらの最新データを踏まえた結果、燃料の融点は、2,685℃を下回ることではなく、従来の温度制限値 2,650℃の妥当性を確認した。

長期保管によるアメリシウム蓄積が燃料の熱伝導度へ与える影響については、アメリシウム含有率が約 0.7wt%、約 2wt%、約 3wt%の熱伝導度を測定した。その結果、900℃までの温度領域でアメリシウムの増加によって僅かに熱伝導度が低下する傾向が認められるが、900℃以上の温度領域ではアメリシウム含有率が増加しても熱伝導度に明確な差が認められないことを確認した。

燃料最高温度評価に適用されたギャップコンダクタンスについては、高速実験炉「常陽」で実施された燃料溶融照射試験等の結果に基づき、ギャップコンダクタンスを評価した結果、保守的（燃料最高温度を保守的に評価できる）ことを確認した。

3) まとめ

燃料融点に係る新知見や新たに検討・整理されたギャップコンダクタンス及びアメリシウム蓄積(含有率約 3wt%以下)の影響評価に基づき、従来の燃料最高温度の制限値と燃料最高温度評価の妥当性を確認した。これにより、燃料温度が最も厳しい燃焼初期の過出力時の燃料最高温度評価値は、温度制限値を下回ることから、安全上の問題とならないことを確認した。

(3) 制御棒の長寿命化

1) 指摘事項

制御棒については、中性子吸収材 (B_4C) ペレットのリロケーションを緩和するシュラウド管付き制御棒など、長寿命化が図られる技術が開発されつつあることから、健全性確認を行いながら、その開発状況を踏まえ長寿命化の計画を進めることが重要であるとの指摘を受けた。

2) 長寿命制御棒の開発概要

制御棒の長寿命化における課題としては、ペレットの照射によるスエリングと熱応力による破砕と再配置（リロケーション）の結果生じるペレットと被ふく管に機械的干渉（ACMI）が発生して被ふく管が損傷する可能性があげられる。これを回避するには、ペレットと被ふく管の間に間隙を設け、ペレットのスエリングを吸収すると共にペ

レット小片のリロケーションを抑制する設計が必要となる。

これまでの研究・開発によって、ナトリウムボンド（ダブルポーラスプラグ 2 重 C 型シュラウド管）型長寿命制御棒の有効性を確認し、高燃焼度炉心の 4 サイクル運転期間まで使用可能な制御棒概念の成立性の見通しを得た。

3) まとめ

制御棒の長寿命化に関する研究・開発の結果、ナトリウムボンド型長寿命制御棒について実用化の目途を得ることができた。今後は、許認可性も含めた詳細設計の実施、長寿命制御棒導入に係る設備への影響評価を行い導入していく計画である。

8. 2 最新知見の反映の仕組み

上記のような研究開発成果の「もんじゅ」への反映に加え、継続して、他プラントの事故・故障情報や規格・基準類の最新版を、「もんじゅ」の運転、保守管理へ反映していくことは、重要であり、次に述べるように「最新技術情報の反映に係る管理要領」（平成 12 年 11 月 20 日制定）を定め最新知見の反映に係る活動を行っている。

(1) 事故・故障等情報

事故・故障等の情報については、信頼性向上対策検討会を設置し、同検討会が中心となり事故・故障等情報の対応を検討する。信頼性向上対策検討会は、所長が指名した者（所付技術主席（平成 21 年 11 月 1 日現在））が主査となり、技術課、試験計画課、安全管理課、発電課、保修計画課、機械保修課、電気保修課、施設保全課、燃料環境課から選出された委員、主査が指名した者より構成される。信頼性向上対策検討会での検討結果については、所長が最終的な決定を行い、ラインにて予防処置を実施していく。

事故故障等情報については、信頼性向上対策検討会事務局（安全品質管理室）が、以下の情報を収集する。

- ・国内の原子力発電プラントの事例情報
- ・海外の原子力発電プラントの事例情報
- ・原子力機構内原子力施設における事例情報
- ・原子力機構安全統括部からの水平展開情報

信頼性向上対策検討会では、上記で収集した事故・故障等情報について、詳細な調査の必要性の有無、調査結果・予防処置計画の妥当性、処置結果の妥当性を検討することとしている。

信頼性向上対策検討会は、原則として月1回開催することとしており、平成21年度は、4月以降6回(10月末現在)開催し、主に軽水炉の事故・故障情報、原子力機構安全統括部からの水平展開情報について、上記に示した詳細な調査の必要性等の検討を行っている。これまでに約900件の情報を調査し、42件について予防処置として「もんじゅ」へ反映している。表8.2-1に事故・故障情報の予防処置実績例を示す。

(2) 研究開発成果情報

研究開発成果情報については、事故・故障等情報を対象として運用していた信頼性向上対策検討会に加え、研究開発成果情報を対象とした最新技術情報評価検討会を設置し、「もんじゅ」への適合性に係る検討・評価を実施することとした。最新技術情報評価検討会は、所長が指名した者(安全品質管理室長(平成21年11月1日現在))が主査となり、技術課、試験計画課、安全管理課、発電課、保修計画課、機械保修課、電気保修課、施設保全課、燃料環境課から選出された委員、主査が指名した者より構成される。

研究開発成果情報については、最新技術情報評価検討会での検討に先立ち、情報を「炉心・燃料(遮へい含む)」、「安全(炉心安全・プラント安全)」、「機器・構造システム(機械設備)」、「機器・構造システム(電気・計装設備)」の4分野に分類し、技術分野ごとに次世代原子力システム研究開発部門(大洗、敦賀)、東海研究開発センター及び高速増殖炉研究開発センター(「もんじゅ」)の有識者(課長、チームリーダクラス等)で選別(以下、「スクリーニング」という。)を行っている。最新技術情報評価検討会では、上記で検討した調査結果の妥当性、反映が必要な案件については反映内容の妥当性、反映結果の妥当性について検討する。検討会での検討結果については、所長が最終的な決定を行い、ラインにて必要な反映を実施していく。最新技術情報評価検討会は、原則として年1回開催することとしており、平成21年9月に開催した最新技術情報評価検討会では調査状況、反映の処理状況を確認した。また、研究開発成果情報については、平成19年以降の情報収集、スクリーニングを継続して実施している。これまでに約1700件の情報を調査し、5件について「もんじゅ」へ反映している。表8.2-2に研究開発成果情報の反映実績例を示す。

(3) 規格・基準類情報

「もんじゅ」に関連する規格・基準類の制定又は改訂状況を調査し、制定又は改訂があったものについては、内容を調査し「もんじゅ」への反映の要否について点検している。具体的には、安全品質管理室長が、規格・基準類情報の中で「もんじゅ」に関係する項目についての改訂情報及び新規制定情報を定期的に収集し、分類・整理を行う。安全品質管理室長は、当該情報を調査担当課室長に周知する。調査担当課室長は、当該情報が所掌業務に関係する場合は業務に反映することとしている。規格・基準類情報については、平成9年度以降に制定又は改訂された規格・基準類を対象として、設備・機器への適合性調査を実施している。

第9章 理事長による臨時マネジメントレビュー

これまで14年間、「もんじゅ」について、敦賀本部はもとより、原子力機構の総力を挙げて試運転再開に向けて取組んできた中、平成21年8月12日、「もんじゅ」の性能試験の試運転再開について、平成21年度内の性能試験の開始を目指し取組んで行くことを公表したが、この度、「もんじゅ」試運転再開に向けた諸準備を確認するため、10月21日、22日の2日間に亘り、理事長はじめ、役員、各拠点の所長等も出席し、臨時のマネジメントレビューを実施した。

マネジメントレビューの冒頭、理事長から、

「今回の臨時マネジメントレビューでは、自律的な品質保証体制の確立や試運転再開に向けた改善の取り組みが有効かつ適切であり、諸準備が整っているのか、試運転再開のための信頼を得られる段階にあるかを確認し、レビューする。今回はほとんどの役員をはじめ、他の拠点からも同席し、各位のご意見、知恵をしっかりと受け止め、結集して安全な道を見つけるためにどうあるべきか、率直に意見を出し合い、それを改善するにはどうしたらよいかを考えたい。」

との発言をもって、レビューを開始した。

レビューは、(1)保安活動に係る品質マネジメントシステムに関する事項、(2)試運転再開に向けた更なる安全確保への取り組み及び(3)もんじゅ行動計画フォロー委員会の審議の総括、について実施した。

特に、(2)に係る取り組みについては、①自律的な品質保証体制の確立、②安全文化の醸成・コンプライアンス活動、③運営管理、④長期停止設備の健全性確認の確実な実施、⑤ナトリウム漏えい検出器不具合への設備等の対応、⑥保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施についてレビューした。

これらのレビューでは、「もんじゅ」の行動計画や施設設備の保全計画とその実施結果の記録に基づく報告を受けると共に、現場巡視を行い、設備の管理状況を確認し、評価した。また、運転員や設備の保守管理担当者へのインタビューを行い、試運転再開に向けた品質保証活動への取り組み状況や安全文化醸成活動の定着状況の確認を実施した。

レビューの結果、施設設備の健全性の確認に加え、組織体制、品質保証、保全プログラムなどが確実に整備され、①経営の現場への関与の強化、②品質保証の強化、③安全文化の醸成及びコンプライアンスの徹底、④業務の透明性の向上、⑤外部からのチェック機能の強化、を柱とする行動計画に基づく改善活

動が定着し、自律的な品質保証活動が確実に実施され、試運転再開に向けた準備が整っていることを確認した。また、役職員一同が一体となって試運転再開に向けて取組んでいることが確認でき、試運転を再開できる状況に至っていると判断する。一方、今後とも、現場の意見を吸い上げ、経営が積極的に関与すると共に、ナトリウム漏えい警報の信頼性向上、保守管理の経験を反映した保全プログラムの充実や高速増殖炉における保守管理技術の確立・高度化を目指した着実な取り組みなど、「もんじゅ」の安全・安定運転に向けた改善を継続的に実施することが重要であることを確認した。

マネジメントレビュー直後、レビュー結果を踏まえ、理事長から全所員に向けて、

「今後、試運転再開という新しい局面を迎えるに当たって、

- ・昨今のいくつかのトラブルを踏まえ、今後とも、こういったトラブルを起こさないための不断の努力を継続していくこと（「安全確保の徹底」）
- ・経営及び所幹部は現場からの色々な意見に率直に耳を傾け、できる限りの支援、協力をしていくこと（「現場の重視」）
- ・それら取り組みを原子力機構外の人々に対し説明していくこと（「社会からの信頼」）

が重要である。所長はじめ広く議論を起こし、敦賀本部及び「もんじゅ」が一体となり、原子力機構にとって最重要・最優先の課題であるこの「もんじゅ」を立派に仕上げたい。」

とトップマネジメントとしての明確な方針、決意表明が示された。

本章では、レビューで確認した事項全体について、これまで「もんじゅ安全性確認検討会」で安全管理上の重要事項として挙げられてきた4項目に、今回のマネジメントレビューを通じ、今後とも、継続的に推進していくべき危機管理機能の強化を加えた、以下の5項目に内容を整理して報告する。

- 9.1 自律的な品質保証体制の確立
- 9.2 長期停止設備の健全性確認の確実な実施
- 9.3 ナトリウム漏えい対策の確実な実施
- 9.4 保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施
- 9.5 危機管理機能の強化

9. 1 自律的な品質保証体制の確立

試運転再開に向けて、経営層及び所幹部にあっては、方針を明確にし、経営資源（人員、予算）の最適投入、組織体制の強化など、経営の意思決定や指示を迅速かつ透明性を持って行っているか、所幹部及び所員は個々の役割を認識し、運転管理や性能試験の準備のため、PDCAサイクルに則り自律的かつ継続的に業務を推進しているかどうか、それぞれの実施状況をレビューした。

9. 1. 1 経営の積極的関与

試運転再開に向けて、経営層が、「もんじゅ」プロジェクト管理に必要な全体の状況を把握し、経営として迅速な対応・指示が行われているかどうかの観点から、以下の通りレビューした。

(1) 確認事項

1) 経営として迅速な対応・指示を出すことができる仕組みの整備状況

「もんじゅ」プロジェクトを円滑に推進するため、理事長は「もんじゅ特別推進本部」を設置し、「もんじゅ」に係る経営資源、組織体制、工程などの重要事項に関して経営判断を行い、また、敦賀本部長は「もんじゅ特別チーム」を設置し、試運転再開までの課題、組織（3部2室体制）、工程などに関して、組織的な課題解決をより迅速に行っている。また、敦賀本部経営企画部に設置した「もんじゅ総括調整グループ」（平成20年9月）は、「もんじゅ」の主要な課題や関連情報を取りまとめ経営に報告すると共に、敦賀本部長等の経営層からの指示を受けて関係箇所と調整を行う等、経営をサポートしていることを確認した。

2) 経営層による現場巡視や管理職との意見交換による現場状況の把握

経営層である敦賀本部長及び敦賀本部長代理が現場に出向き、所内管理職会議や現場の安全パトロールに参加し、主な課題の進捗状況や現場状況を把握し、必要な判断・指示が行われていることを確認した。また、現場の管理職と意見交換の場を定期的に開催し、現場の管理職が抱える課題・悩み、業務運営状況等を把握し、経営としての期待・意思を伝えるなど、職務遂行上の基本認識の浸透に努めていることを所員等へのインタビューを通じて確認した。

(2) 評価

経営として迅速な対応・指示を出すことができる仕組みが整備され、経営層に現場の情報が迅速かつ確実に上がる仕組みが機能しており、経

営層が積極的に関与し、試運転再開に向けた組織体制の整備、予算調整、工程などの解決すべき課題の措置が迅速かつ機動的に行われている。

また、敦賀本部の経営層が積極的に現場に出向き、必要な判断・指示を行っている他、所幹部、管理職及び所員とのコミュニケーションを図ることにより「もんじゅ」職場での士気が高揚している。

9. 1. 2 組織体制の強化

試運転再開に向けて、「もんじゅ」組織体制、運転体制などの準備が計画的に実施されているかどうかの観点から、以下の通りレビューした。

(1) 確認事項

1) 「もんじゅ」組織体制の強化

組織体制・運営の改善強化について、①指揮命令系統の明確化、②適切なマネジメント範囲の設定、③横断的調整機能の強化、④ライン職の自らの責任と権限の認識、⑤外部からの指摘等への対応強化、⑥「もんじゅ」内及び敦賀本部内の情報共有化の促進、を柱とした改善の推進状況を、以下の通り確認した。

- ・ 所長のリーダーシップが発揮されると共に、所長をサポートし、所の横断的調整機能として、技術的統括を行う運営管理室及び自律的なPDCA活動の推進を行う安全品質管理室の機能が発揮されることにより、課題に対して組織的かつ迅速な解決が行われるようになったこと
- ・ 3部体制移行により、長期停止設備健全性確認、保全プログラムの策定・運用、性能試験の準備などの重要課題に対して適切な業務配分を行い、目標通りに遂行できる体制となったこと
- ・ 「対外約束事項管理要領」の運用により外部からの指摘等に対して組織的に管理・対応できるようになったこと
- ・ 所レベルや部室レベルでの会議体の設置・運営によりコミュニケーションの促進が図られていること

2) 運転体制の整備状況

試運転再開に向けて、運転体制が整っているかという観点で、現場巡視及び所員へのインタビューを行い、運転手順書の整備、運転員の教育・訓練（シミュレータ訓練等）、運転員の認定などの状況を確認した。運転員には運転員資格が付与され、試運転再開に向けた要員が確保されていることを確認した。

(2) 評 価

「もんじゅ」組織体制の強化については、従来の「もんじゅ」組織の課題解決に向け、経営判断で実施した新組織 3 部 2 室体制は、適切な業務配分と役割分担の明確化など改善の効果が現れ、課題解決、プロジェクト管理など組織が有効に機能している。一方、3 部体制や課の増設による部間及び課間のコミュニケーションでは課題認識に齟齬が生じないよう十分に配慮し、促進を図っていく必要がある。

また、運転体制の整備状況については、試運転再開に向けて、要員確保、手順の整備、教育等、準備段階で行うべきことは、整備されていると判断する。

今後、更なる組織間コミュニケーションによる円滑な運営管理の推進を継続的に行っていくこととする。

9. 1. 3 品質保証活動の強化

試運転再開に向けて、自律的な品質保証活動の更なる定着のための改善活動を的確かつ迅速に行うため、PDCAサイクルの”C”機能（チェック機能）の更なる充実や保安活動に密着した品質保証システムに向けた改善が行われているかどうか、次の観点からそれぞれの実施状況をレビューした。

- ・ 不適合管理の充実

不適合情報の積極的な吸い上げが行われ、不適合に対する的確な判断・処置が行われていること。

- ・ 品質保証診断の強化

三現主義（現場、現物、現実）を基本として、「もんじゅ」プロジェクトの進展に応じ、適宜、所幹部等が現場に出向いて業務プロセスを確認する品質保証診断により自主的なチェック機能の強化が図られていること。

- ・ 内部監査による品質保証活動調査を通じた現場指導及び内部監査の充実

内部監査は、効果的な監査ができるよう、事前に日常の品質保証活動の現状調査（含、現場）を行い指導に努めていること。また、監査プロセスの実効性を高めるよう監査体制の改善に取り組んでいること。

- ・ 保安活動に密着した品質保証システムの見直し

品質保証システムを定着させると同時により実効的なものとするために、日々の保安活動により密着した品質保証システムへの見直しが計画的かつ確実に進められていること。

(1) 確認事項

1) 不適合管理の充実

軽微な不適合(不適合区分D)も含め、設備の故障、不具合などの不適合情報を吸い上げ、不適合管理委員会(毎日開催)により「もんじゅ」で不適合の判断を実施している。また、不適合に関する意識の醸成教育や不適合情報のイントラネットへの掲載を行い、不適合管理の重要性に関する認識の浸透を図っている。

上記取り組みの結果、区分C及びDが大幅に増加した。一方、平成21年9月末現在、是正処置未完了分は146件であり、臨界までには是正処置が必要な69件については、不適合管理委員会において確実にフォローし、完了することを確認した。

また、この不適合管理については、今後も「もんじゅ」で推進し、要因分析の深掘りを含め、不適合の分析・評価を充実することを確認した。

2) 品質保証診断(QA診断)の強化

QA診断は、QMSルール又は実際の保安活動に問題はないかとの視点に立ち、業務プロセスのチェックを行い、潜在的な問題を抽出して改善につなげることを目的として行っている。これまで、試運転再開に向けて行っている主要な業務として、燃料交換、プラント確認試験(制御棒作動試験)、保全部巡視点検及びCLD交換作業に係るプロセスについて実施している。燃料交換のプロセスのチェックでは、手順に不明確な点があることが判明し、マニュアルの改善が図られ、その後、この改善されたマニュアル(燃料交換マニュアル)を使用して燃料交換作業が実施されたことを確認した。

今後も、「もんじゅ」プロジェクトの進展に応じて業務プロセスの診断を実施することとしており、当面の予定として、原子炉格納容器全体漏えい率検査作業に係るプロセス及びプラント起動に係る準備プロセスにQA診断を適用することを予定している。また、このQA診断は原子力部門自らが行う監査(自主監査)として位置付け、QMSの仕組みとして明確にすることを確認した。

3) 内部監査による日常の品質保証活動調査を通じた現場指導及び内部監査の充実

日常の品質保証活動の調査を「もんじゅ」に対して試行を実施(平成21年8月24日~28日)している。この調査を通じて、現場に対して、不適合の未処置案件に対する早急な処置や処置結果の確実なフォローアップ、マニュアルのレビューについて指導していることを確認

した。また、監査プロセスの実効性を高めるため監査体制についても、監査員の専任化等が検討されていることを確認した。

4) 保安活動に密着した品質保証システムの見直し

品質保証システムの見直しの進め方として、①所員をQMSに近づける活動と②QMSを所員に近づける活動に分け、具体的に前者では、要員に対するQMS基礎教育の充実と不適合の要因分析を行える専門的知識を有する要員の育成(17名)の推進状況を確認した。後者では、速やかに行った取り組みとして共通要領の敦賀本部大での一本化、現状のQMSをより良く改善することに時間をかけて計画的に行う取り組みとして、「もんじゅ」での業務のフローチャート作成(約300件で10月末予定)の状況を確認した。(その後、このフローチャート作成は予定通り完了した。)

特に、保安活動に係る各業務のフローチャート作成では、業務の重複の把握、他部署との業務の連携の明確化、保安活動の根拠の再認識などの効果があったことを確認した。

今後は、手順のフローチャート化に基づき業務の要領書の見直しにより「業務の見える化」を行う予定であり、運転管理に関する要領書は平成21年11月末完了予定、その他の要領書は平成22年10月までに完了予定であることを確認した。(その後、運転管理に関する要領書は平成21年12月に完了した。)

(2) 評価

試運転再開に向けて、「もんじゅ」内では不適合管理の重要性の認識が広く浸透してきていること、自主的なQA診断が現場の課題解決等に有効に機能していること、また、内部監査による日常の品質保証活動調査による指導は、業務プロセスのチェックとして有効であり、現場指導は適切に行われていると評価できることから、PDCAサイクルの”C”機能(チェック機能)が充実してきたものと判断する。

他方、臨界までには是正処置しなければならない不適合案件については、設定した期限に対して確実に処置完了すること、また、内部監査に関して、監査プロセスの実効性を高めるために、日常の品質保証活動調査を「もんじゅ」に対して制度化すると共に、実施方法等の改善を行うことが不可欠である。監査体制については早期に結果が得られるよう検討を進めることとする。

保安活動に密着した品質保証システムの見直しは、見直しの軸を業務の見直し・洗出しに基づく業務のフローチャート化とし、「業務の見える

化」を進めていくうえで有効である。

9. 1. 4 安全文化醸成活動の継続的取り組み

組織風土・安全文化醸成活動に対する施策の評価が意識調査アンケート結果等により行われ、課題が明確にされ、解決のための改善活動が計画的に行われているかどうかの観点から、これまでの取り組み状況について、以下の通りレビューした。

(1) 確認事項

平成 21 年度は、年度の活動計画に基づき、安全第一の姿勢を基本とした経営層からのメッセージ、経営層・所幹部と従業員との意見交換、マイプラント意識の醸成活動、コンプライアンス推進に関する教育等、安全文化醸成活動及びコンプライアンス推進活動を実施している。下期活動は、上期の実績を踏まえた分析に加え、意識調査アンケート（平成 21 年 8 月実施）結果による分析評価を行い、その結果を反映予定であることを確認した。

この平成 21 年 8 月に実施した意識調査アンケート結果では、分析途中であるが、トップの意思の組織内への浸透、所幹部のリーダーシップ、コミュニケーション、コンプライアンスなど、ほぼ全ての項目で平成 20 年度より向上している。また、この意識調査アンケート結果や職員に対するインタビュー結果から、敦賀本部長、所長による安全確保やモチベーションを維持する取り組みは、その効果が着実に表れていることを確認した。

(2) 評 価

安全文化醸成に関する諸活動の趣旨は「もんじゅ」関係者に伝わっており、内部コミュニケーションを深める改善を通し、安全意識、組織の一体感等が向上している。また、意識調査アンケート（平成 21 年 8 月実施）結果による分析評価を行い、その結果を反映予定としており、自律的に意識向上の活動に取り組んでいると評価する。今後もこれら諸活動を継続し、意識レベルを維持することが重要である。

今後、意識調査アンケート結果の最終評価を踏まえて適切に措置し、安全文化醸成等の活動を継続的に行っていくことが必要である。特に、管理職が在席しているコアタイムを継続することの他、現場重視、三現主義（現場、現物、現実）を基本とすることが重要である。

9. 1. 5 性能試験実施に向けた準備

試運転再開に向けて、性能試験を実施するための準備が着実に進められているかどうかの観点から、以下の通りレビューした。

(1) 確認事項

性能試験（炉心確認試験、40%出力プラント確認試験、出力上昇試験）を安全に着実にを行うために必要な、試験項目等の基本的な計画及び試験管理体制や計画段階で明確にすべきことなどを定めた「性能試験管理要領」（平成 21 年 7 月）を策定したこと、また、今後、項目別の性能試験計画書、要領書の作成、試験実施体制の調整等を行っていくことを確認した。

(2) 評価

性能試験のための基本計画の整備等、計画的に準備が進められていると判断する。他方、今後とも、適宜、国及び地元自治体と情報の共有を図りつつ、「もんじゅ」プロジェクトの推進を図っていくことが重要である。

9. 2 長期停止設備の健全性確認の確実な実施

試運転再開（炉心確認試験）を安全に行えるプラント状態を確立するために、必要な長期停止設備の健全性確認が計画的かつ確実に行われているか、劣化が顕在化した原子炉補機冷却海水系配管の交換が完了しているかどうかの観点から、以下の通りレビューした。

(1) 確認事項

設備健全性確認は、屋外排気ダクトの劣化等を踏まえ、これまでの点検の妥当性を確認すると共に、必要な追加点検が行われ、水平展開が実施されているなど計画に基づき、点検作業が着実に実施されており、現在、原子炉格納容器全体漏えい率検査（平成 21 年 12 月予定）を除いて、使用前検査対象設備で炉心確認試験に必要な設備の点検は完了していることを確認した。（その後、原子炉格納容器全体漏えい率検査は予定通り完了した。）

また、点検の結果、原子炉補機冷却海水系配管等の劣化が確認された設備のうち、使用前検査対象設備で炉心確認試験に必要な設備については、精度外計器（平成 21 年 10 月予定）を除いて、補修を完了していることを確認した。（その後、精度外計器の補修は平成 21 年 11 月に完了した。）

これら点検・補修は、品質マネジメントシステムに基づき実施され、

点検方法や点検の評価結果を保全計画に反映するシステムが構築できている。

今後予定している 40%出力プラント確認試験に向け、水・蒸気系設備機能確認試験に併せて、これまでの保守点検で劣化が認められる設備の補修作業を進め、必要な設備の健全性を確認する計画であることを確認した。

(2) 評価

安全に試運転を行えるプラント状態を確立するため、試運転再開（炉心確認試験）に必要な設備（電気・計装系等の付属設備、使用前検査対象設備及び安全上重要な設備（ナトリウム漏えい対応設備を含む））の点検対象及び範囲について最新の設備図書を用いて確認し、長期停止設備の健全性確認が確実に行われていると判断する。

今後予定している 40%出力プラント確認試験に必要な設備健全性確認のための水・蒸気系設備の点検においても、これまでと同様に計画的に取り組むこととする。

9. 3 ナトリウム漏えい対策の確実な実施

ナトリウム漏えい検出器不具合への設備等の対応において、明確にされた課題解決のため、実施計画に基づき、対策が確実に行われているか、また、ナトリウム漏えい警報発報時及び LCO 逸脱時の手順（判断基準）が見直され、保安規定及び要領等に反映されているかどうかの観点から、以下の通りレビューした。

(1) 確認事項

1) ナトリウム漏えい検出器不具合への設備等の対応

1 次系 C L D の据付不良、2 次系 C L D の不具合（イオンマイグレーション）対応に伴う対策として、ナトリウム漏えいを検出する設備の全数点検及び必要な C L D 交換が終了していることを確認した。

また、外的要因による R I D の誤警報対策の水平展開として、ナトリウム漏えい監視装置の警報が発報する可能性のある作業項目を明確にし、誤警報の未然防止を図っていくことを確認した。

2) LCO 逸脱の手順（判断基準）の見直し及び保安規定等への反映

ナトリウム漏えい警報発報時、当直長が速やかに LCO 逸脱宣言を行えるよう保安規定を改正（9 月 18 日）したこと、関連する要領、手順書を制定・改訂し運用を開始していること及び実際に発生したトラブル時の LCO 判断の状況を確認した。

(2) 評 価

ナトリウム漏えい検出器不具合に係る原因究明及び再発防止対策は完了した。また、ナトリウム漏えい警報発報時の確実な対応が行える体制が整ったと判断する。

9. 4 保全プログラムに基づく保守管理の確実な実施

保全プログラムが策定され、保守管理が確実に行われていること、また、点検・補修等保守管理の結果を反映して、適宜、保全計画の見直しが行われているかどうかの観点から、以下の通りレビューした。

(1) 確認事項

現在、保全プログラムに基づく保全計画は次のような段階的な運用を行うこととしており、第1段階では、保全プログラム、保全計画、要領等により体系的な保守管理体制が整備されていることを確認した。また、第1段階の保全計画では、ナトリウム漏えい検出器の誤警報及びアニュラス屋外排気ダクトの腐食孔のトラブル反映や設備健全性確認の保全の有効性評価を踏まえて、点検対象、点検頻度など適宜見直しが行われていることを確認した。

第1段階 炉心確認試験終了まで（現在、運用中）

第2段階 40%出力プラント確認試験終了まで（案を作成済み）

第3段階 100%出力上昇試験終了まで

引き続き、第2段階、第3段階の保全計画の策定に向けて、保全の最適化（劣化メカニズム、保全方法）について検討していくことを確認した。

他方、ナトリウム漏えい検出器の誤警報のトラブルの反省を踏まえ、昨年からの機器等のデータベース化（仕様、図面、リスト）が進められている。また、保全計画をより確実なものとするため、他の設備機器等のデータベース化も計画を明確にし、整備を進めていることを確認した。

(2) 評 価

保全計画等に従って計画的かつ着実に点検・補修等が行われている。また、これまでの実績等から保全の有効性を評価し、保全計画等を見直しており、自律的に改善活動が行われていると判断する。

今後、保全計画への水・蒸気系設備の追加（肉厚測定など、点検の確認内容の見直しを含む）など、段階的な保全計画の整備にあっても継続的な改善を積み重ね、着実に進めることが重要である。これらの活動は、高速増殖炉実用化の基盤整備として重要な役割を担っており、今後も高

速増殖炉における保守管理技術の確立・高度化を目指し、更に強力に計画を進めることとする。

一方、保全計画をより確実なものとするため、設備機器等のデータベース化が進められているが、今後、補修履歴及びトラブル等のデータベース化も行うことが必要である。

9. 5 危機管理機能の強化

試運転再開に向けて、ナトリウム漏えい警報発報時の確実な対応、通報連絡体制の強化などの準備が実施されているか、又は計画的に行われているかどうかの観点から、以下の通りレビューした。

(1) 確認事項

1) ナトリウム漏えい警報発報時の確実な対応

9月以降、下記のナトリウム漏えい監視に係るトラブルが発生した。これらトラブル発生時において、当直長は改正した要領、手順書に従って的確に誤警報の判断及びLCO逸脱の判断を行ったことを確認した。

- ・補助冷却設備空気冷却室セルモニタ及び火災報知機の誤警報
- ・原子炉廻りの差圧式検出器（DPD）の誤警報
- ・ナトリウム漏えい監視機能の一時停止に伴うLCO逸脱、等

これらの事態に迅速に対応するため、所長の指揮の下、不適合管理要領に基づいて各事象の要因分析及び対策の検討が進められ、まず、ナトリウム漏えい監視装置の警報が発報する可能性のある作業項目を明確にし、基本動作を確実に行うこと、アイソレーション確認時にはダブルチェック体制を徹底するなど、誤警報の未然防止を図っていくことの他、設備の点検・補修等を担当している電気保修課への要員支援を行って対処していることを確認した。

2) 通報連絡体制の強化

通報連絡体制について、2名（連絡責任者及び連絡補助者）宿直体制、通報手段の複線化、要領の整備など、体制強化の状況を確認すると共に、日々の通報連絡訓練や「事故・トラブル等事例集」を活用した敦賀本部と連携したトラブル対応訓練（月1回）の状況を確認した。

また、LCO逸脱時の公表のあり方については、地元における状況も踏まえ、原子炉施設の故障にも至らないなど軽微なLCO逸脱時も速やかに原子力機構敦賀本部のホームページに掲載していくことを確認した。

3) 危機管理機能の確認

危機管理機能の有効性を確認するため、原子力災害対策特別措置法に関する事象が発生したことを想定して、理事長が敦賀対策本部で指揮を執ると共に、プレス対応訓練を含めた原子力機構大の総合的な防災訓練を今年度第3四半期に計画していることを確認した。

(2) 評価

試運転再開に向けて、ナトリウム漏えい警報発報時の確実な対応、通報連絡体制は、発生するトラブルに対して適切に対応できるよう強化されている。今後とも、日々の訓練や総合防災訓練などを通して浮かび上がってきた課題を踏まえつつ、改善していくことが重要である。

また、軽微なトラブルであっても、これらが連続することは、社会からの信頼を損ねる事態であることと重く受け止め、発生したトラブル事象は要因を分析し、速やかに対策を実施する必要がある。

第10章 まとめ

平成7年のナトリウム漏えい事故後、「もんじゅ」では、安全性総点検での指摘事項に対する改善（「設備改善」、「品質保証体系・活動の改善」、「運転手順書、運転管理体制の改善」、「安全研究等の反映」）に取り組むと共に、設備改善、品質保証体系・活動の改善を踏まえたナトリウム漏えい対策等の改造工事を計画通り完了することができた。しかし、これらの改善活動は設備改造に主眼を置いたものであった。

原子力施設の安全確保には、設備の設計、製作、施工、及び運転の各段階における品質保証が重要な役割を果たすが、「もんじゅ」は長期間停止した状態にあり、その間は、設計審査、最新技術情報の反映等の視点の品質保証活動を重点に行ってきたおり、設備を稼動状態にて適切に維持する保守管理など試運転再開に備えるという観点での品質保証活動が不十分であった。その問題が、平成20年3月の1次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい検出器の警報（誤警報）発報事象やその後のナトリウム漏えい検出器の点検作業において顕在化した。

ナトリウム漏えい検出器の点検状況を確認するため平成20年5月から6月にかけて保安院が行った特別な保安検査において、「もんじゅ」に対する経営の関与不足など品質保証上の課題が指摘され、原子力機構は経営が率先し、現場と一体となって行動計画を策定し、組織の総力を挙げて改善に取り組んだ。

経営が積極的に現場の状況を把握し、迅速な経営判断と指示・命令ができる仕組みを整備し、それを機能させることにより、経営は予算・人員など「もんじゅ」の運営管理に必要な資源の確保を迅速に行った。「もんじゅ」の保安管理組織のマネジメント範囲を適正化し、保守管理部門の組織強化（3部体制）を行うと共に、所長による一元管理体制とした。これにより、所長は、保安活動を統括する者として強いリーダーシップを発揮し、試運転再開に向けた準備への対応、工程管理のみならずより幅広いプロジェクト管理に係る事項などの重要課題に対し、迅速かつ的確な指示・命令を発している。また、所長の補佐機能、技術的総括調整機能を担う運営管理室を設置し、「もんじゅ」内の組織横断的調整と現場の正確な情報に基づくプロジェクト管理を実施している。更に、組織に品質マネジメントシステムを確実に運用させ、自律的なPDCA活動の推進を担う安全品質管理室を設置し、各課室を指導させながら、品質マネジメントシステムに係る改善活動を推進している。

運転手順書、運転管理体制に関しては、ナトリウム漏えい警報が発報した場合における当直長による運転上の制限逸脱の判断方法を明確にした。事故時対応に関しては通報連絡三原則の徹底を図り、通報連絡マニュアルの整合性確保、

経営への迅速な連絡がなされるようにした。また、事故・トラブル公表基準を策定した。「もんじゅ」が長期間停止している間にも、運転員の教育訓練に努め、技術力の維持・向上を図ると共に、試運転再開に向けた運転体制を整備した。

「もんじゅ」は試運転再開に向け、これまで長期間停止していた設備の健全性確認を平成 18 年より実施してきたところであるが、平成 20 年 9 月に屋外排気ダクトに腐食孔が発見されたことにより明らかになった保守管理上の問題を踏まえ、点検方法等の妥当性について改めて十分な確認を行い、必要な追加点検等を実施した。その結果、炉心確認試験開始までに必要な設備点検は 12 月に実施予定の格納容器全体漏えい率検査を残して完了し、設備の健全性の確認を得ている。

「もんじゅ」の保守管理は、建設段階に行われる点検方法、頻度で行われており、その後の点検結果に基づく点検内容、点検周期の評価が十分には行われていなかった。このための改善として、設備毎に点検頻度、内容等を定め、点検時の機器の経年劣化状況や過去のトラブル等を踏まえて継続的に保全計画を見直す保全プログラムを平成 21 年 1 月に策定し、これに基づく保全活動を行っている。

安全研究等の反映は、既に第 4 回報告で報告している通り、信頼性向上検討会等の新知見を反映する仕組みを整備し、機能させている。

これらの改善の取組状況に対して、平成 21 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）にて、自律的な P D C A サイクルが回り始めていることが確認され、特別な保安検査は終了したが、試運転再開の実現に向けて P D C A サイクルの Check、Action の部分の一段の深化が必要とされた。

これを受けて、「もんじゅ」では、所幹部等が現場に出向いて業務プロセスを確認する品質保証診断を行うなど所内でのチェック機能の充実を図り、回り始めた自律的な P D C A サイクルを定着させると同時に、「もんじゅ」にとってより実効的な品質マネジメントシステムとするために、その見直しを継続している。安全文化醸成活動及びコンプライアンス活動として、経営層、所長からのメッセージ発信、経営層や所幹部と所員の意見交換会などの実施に加え、アンケート調査により改善の効果を確認すると共に、弱点を把握し、活動計画を改定し、更なる改善を継続している。

試運転再開の実現に向けて、「もんじゅ」の改善状況並びに諸準備の状況を確認するため、理事長は臨時マネジメントレビューを実施し、「もんじゅ」は試運転を再開できる状況に至っていることを確認すると共に、「もんじゅ」全職員に向け「もんじゅ」は試運転再開を果たし、安全・安定に運転することにより、高速増殖炉の実用化につなげ、将来のエネルギー安定確保に貢献するという大きな使命を果たして行かなければならない。そういった自らの立ち位置を改め

て現場の職員一人ひとりが再認識し、高いモチベーションと誇りを持ってプロフェッショナルとしての仕事をするように」との、トップとしての明確な方針、決意表明を行った。

今後も、理事長をはじめとする経営の強いリーダーシップの下、現場と一体となり、安全を第一に、透明性を確保し、試運転再開更には性能試験の実施に確実に取り組んでいく。更には「もんじゅ」から得られる貴重な運転・保守技術の蓄積、ナトリウム取扱技術の集大成を高速増殖炉の実用化に着実に結び付けていく。

用語解説

この用語解説は、本報告書に用いられている技術的用語について解説したものであり、一般的に使用されている語意と異なる場合がある。

用語	意味
(アルファベット50音順)	
A L A R A	国際放射線防護委員会が1977年勧告で示した放射線防護の基本的考え方を示す概念であり、“as low as reasonably achievable”の略語。放射線防護の最適化として「すべての被ばくは社会的、経済的要因を考慮に入れながら合理的に達成可能な限り低く抑えるべきである」という基本精神に則り被ばく線量を制限することを意味する。
A M	Accident Management (アクシデントマネジメント) の略。現実には起こるとは考えられないような事態が仮に発生したとしても、現状の設備などを有効に活用することによって炉心の損傷を防止し、万一、炉心が大きく損傷した場合にも、影響を緩和する措置のこと
A S S E T	Assessment of Safety Significant Event Teams (重要安全事象評価チーム) の略。原子力発電の安全対策に関わる I A E A の国際プログラムの一つ。加盟国の要請に基づき、安全性に関する特別な事件、特殊事象、人的ミス、運転上の安全性に関する問題点等の調査のための技術訓練、分析技術及びマン・マシン・インターフェイスに関して派遣される調査団のこと。
B D M	break down maintenance の略。事後保全を意味する。経年変化事象が顕在化し、故障(機能低下、又は喪失)してから補修・取替等を行うこと。
C A I	Computer Assisted Instruction、又は Computer Aided Instruction の略。コンピュータを利用した教育。
C C D カメラ	Charge Coupled Device カメラの略。画像を電気信号に変換する際に、受光素子が光から発生した電荷を読み出すために電荷結合素子 (C C D: Charge Coupled Device) と呼ばれる回路素子を用いて転送を行うカメラのこと。
C L D	接触式ナトリウム漏えい検出器(Contact type Leak Detector)を意味する。検出器の電極間に漏えいナトリウムが接触することによって、電極間の電気抵抗が低下することを検出するもの。
D P D	差圧式検出器(Differential Pressure Detector)を意味する。ナトリウムを内包する機器、配管と保温層間の雰囲気ガスや、それらの機器が設置されている部屋の雰囲気ガスを、サンプリング配管によって検出器に導き、サンプリングガス中のナトリウムエアロゾルを検出する設備(ガスサンプリング型ナトリウム検出設備)の一部。ナトリウムエアロゾルがサンプリングラインの途中に設置したフィルタに付着することによってフィルタ前後の差圧が増加することを利用している。
E V S T	Ex-Vessel Storage Tank の略。炉外燃料貯蔵槽を意味する。原子炉から取り出される使用済み燃料をナトリウム中で崩壊熱が低くなるまで貯蔵するための設備。

e-ラーニング	e-ラーニングの“e”は、electronic（電子の）の意味で、使用する機器としては、パーソナルコンピュータ（PC）、CD-ROM、DVD-ROMなどがあげられる。また、情報通信に関しては、インターネットなどのコンピュータネットワークを通じて、ハイパーテキスト、電子メール、電子掲示板などの技術が活用されている。 日本原子力研究開発機構の情報セキュリティ管理規程第17条に基づき実施されている情報セキュリティ教育もe-ラーニングで実施されている。情報セキュリティの現状や対策、関連する法令、規程などを学び、個々人のセキュリティ意識の向上を図ることを目的としている。
F B R	Fast Breeder Reactor の略。高速増殖炉のこと。核分裂で生まれた高いエネルギーの中性子（高速中性子）を減速せず、高いエネルギーのまま次核分裂を起こさせることにより、消費した以上の核燃料を炉内で生成する（増殖する）ことを目的とした原子炉である。
I C R P 勧告	I C R P（国際放射線防護委員会）が勧告する放射線防護の基本的な考え方（概念）と基本となる数値的基準。
I T V	Industrial Television の略。工業用テレビジョン。ダム監視、発電所、製鉄所などの工業用監視カメラとして使用しているビデオカメラシステム。防犯用の監視カメラも I T V と言う場合もある。
J A N T I	Japan Nuclear Technology Institute（日本原子力技術協会）の略。
L C O	Limiting Condition of Operation の略。保安規定で定める「運転上の制限」を意味する。
M A R S	Monju Advanced Reactor Simulator の略。もんじゅ運転訓練シミュレータを意味する。
M M	Morning Meeting の略。「もんじゅ」管理職朝連絡会を意味する。
N U C I A	N U C l e a r I n f o r m a t i o n A r c h i v e s（原子力施設情報公開ライブラリー）の略。原子力発電所や原子燃料サイクル施設の運転に関する情報を広く共有化するため、日本原子力技術協会が運用しているライブラリー。
P D C A	マネジメントサイクルの一つであり、品質管理 ISO9000 シリーズや環境 ISO14000 シリーズにも使われる改善プロセス進化手法。P D C A のプロセスを循環させることによって、継続的な経営改善を推進するマネジメント手法である。「Plan（計画）」、「Do（実施）」、「Check（評価）」、「Action（改善）」の略語。
P S A	Probabilistic Safety Assessment の略。確率論的安全評価のこと。
Q A	Quality Assurance の略。品質保証を意味する。
Q M S	Quality Management System の略。保安活動における品質マネジメントシステムを意味する。
Q M S 文書	Q M S は Quality Management System の略。もんじゅの保安活動における品質マネジメントシステムを構成するための文書のこと。
R C A	Root Cause Analysis の略。根本原因分析を意味する。
R I D	放射線イオン化式検出器(Radiative Ionization Detector)を意味する。ナトリウムを内包する機器、配管と保温層間の雰囲気ガスや、それらの機器が設置されている部屋の雰囲気ガスを、サンプリング配管によって検出器に導き、サンプリングガス中のナトリウムエアロゾルを検出する設備（ガスサンプリング型ナトリウム検出設備）の一部。ナトリウムエアロゾルによって内部抵抗が増加し、検出器電圧が変化することを利用している。

S I D	ナトリウムイオン化式検出器(Sodium Ionization Detector)を意味する。ナトリウムを内包する機器、配管と保温層間の雰囲気ガスや、それらの機器が設置されている部屋の雰囲気ガスを、サンプリング配管によって検出器に導き、サンプリングガス中のナトリウムエアロゾルを検出する設備（ガスサンプリング型ナトリウム検出設備）の一部。ナトリウムエアロゾルが高温に保たれたフィラメントによりイオン化され、フィラメントとコレクタ間に電流が流れることを利用している。
T B M	time based maintenance の略。時間基準保全を意味する。ある一定時間ごとに機械の状態を点検する方法。
T M I 事故	アメリカのペンシルバニア州スリーマイルアイランド原子力発電所の 2 号炉（Three Mile Island-2：PWR、959MWt）で、1979 年 3 月 28 日に発生した事故。
W A N O	世界原子力発電事業者協会（World Association of Nuclear Operators（世界原子力発電事業者協会）の略。世界の原子力発電事業者が集う民間組織であり、チェルノブイリ原子力発電所の事故を契機として 1989 年に設立された。
アニュラス	原子炉格納容器と外部遮へい建物の間の空間のこと。
イオン・マイグレーション	水分の存在下でイオン化した金属が、電界によって引っ張られて電極周囲に移動することにより、電極間に短絡が生じる現象。
エアロゾル	ナトリウムが燃焼した際に発生する煙のことで、酸化ナトリウムを主成分とするナトリウム化合物の微粒子からなる。
エンジニアリングシート	高速増殖炉研究開発センター内外との業務連絡を行うもので、「業務連絡書」以外のコメント・検討・確認・参考・依頼・回答等に用いる用紙のこと。
オリフィス	流量を測定する等の目的のため、水槽の壁面や管路の途中に設ける小さな流水口。この前後に生じる圧力差から流量を求める。
オーバーフロータンク	原子炉容器液位を一定に保つために設置され、通常時タンクより原子炉容器にナトリウムを汲上げると共に、原子炉容器からのオーバーフローナトリウムを回収する容器のこと。
カバーガス	原子炉容器等ナトリウムを包含する機器設備において、ナトリウムと機器の上部構造を分離するため自由液面を形成させる際にナトリウムを覆うガスのことで、ナトリウムと反応しないガスを用いる。もんじゅではアルゴンガスを使用している。
コアタイム	行動計画 No. 28「もんじゅ」におけるコミュニケーションの充実のために設けた時間であり、13 時から 13 時 30 分の間をコアタイムとして設定し、各課長はこの時間帯は常に在席するようにした。
高温ラプチャ	蒸気発生器伝熱管の破損メカニズムの一つで、ナトリウム－水反応熱により伝熱管の機械的強度が低下すると内部の水・蒸気圧力との関係で破損することが考えられる。
高サイクル疲労	材料によって異なるが、概ね破断繰返し数が 10000 回程度以上の領域で破断する疲労現象をいう。一般に応力とひずみの間に線形関係が成り立つような弾性変形域の範囲にある応力レベルで疲労破壊が生じるため、応力振幅が疲労寿命を支配する重要なパラメータとなる。
サブブレイクポイント	プラントの通常運転を「通常起動」、「プラント出力運転」、「通常停止」に大きく分け、それらを更に操作、監視項目ごとに区分けしたもの。

事故シーケンス	事故の発生に至る故障の進展の組合せのこと。ある事象が起きて、その拡大防止や影響緩和のために必要な各種システム（安全系という）が機能を発揮しなかったときには、環境に影響を及ぼすような事故へ進展するために、事故シーケンスは起因事象と各種の安全系の成功・失敗の組合せによって求めることができる。
シビアアクシデント	設計上想定していない事態が起こり、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却又は <u>反応度</u> の制御ができない状態になり、 <u>炉心溶融</u> 又は <u>原子炉格納容器破損</u> に至る事象。
常陽	日本初のナトリウム冷却型高速中性子炉。茨城県大洗町に建設され、昭和 52 年 4 月に初臨界を達成した。現在の原子炉出力は初期の約 3 倍の 14 万 kW。
シーラント	一般には水密性や気密性を得るために、目地に充填する材料の意味であるシーリング材、コーキング材を言うが、本書では漏えい検出器や温度計等の信号線を固定する際に用いる止め金具のこと。
スクラム	原子炉運転中に、原子炉の安全性を損なうおそれのある事象が発生し原子炉を緊急に停止することが必要な場合、手動又は自動で緊急に制御棒を炉心に挿入し、核反応を停止させること。BWRではスクラム、PWRでは原子炉トリップという。
セルモニタ	「もんじゅ」の 2 次主冷却系室等に設置されているナトリウム漏えい検出器の一種で、消防法上の火災感知器に用いられるものと同等のものであり、煙感知器及び熱感知器がある。
タスクフォース	特別な任務を遂行する部門・チーム。
ダンプタンク	冷却材であるナトリウムを受け入れ、これを 1 次及び 2 次主冷却系統に充填し、必要に応じてドレンするにはナトリウムを貯蔵することを目的とした容器のこと。
チェルノブイリ事故	1986 年 4 月 26 日 1 時 23 分（モスクワ時間）にソビエト連邦（現：ウクライナ）のチェルノブイリ原子力発電所 4 号炉が起こした原子力事故。4 号炉は炉心溶融ののち爆発し、放射性降下物がウクライナ・ベラルーシ・ロシアなどを汚染した。事故後のソ連政府の対応の遅れなどが重なり被害が甚大化・広範化し、史上最悪の原子力事故となった。
電力	民間経営の電力会社のこと。
テーパ状	だんだんに細く（太く）なっている円錐状のもののこと、あるいは、その先細りの勾配のこと。
トリップ	原子炉運転中に、原子炉の安全性を損なうおそれのある事象が発生し原子炉を緊急に停止することが必要な場合、手動又は自動で緊急に制御棒を炉心に挿入し、核反応を停止させること。BWRではスクラム、PWRでは原子炉トリップという。
ファイバースコープ	柔軟性のある光ファイバを束にして、その一端にレンズを、もう一端にアイピースを取り付けたもの。先端から取り入れた画像を、管を通して反対側から見るができる。
廃ガスサージタンク	ガス圧縮装置によって加圧圧縮された廃棄ガスを貯めておくタンクのこと。
バウンダリ	一般には境界を意味し、事故時に、放射性物質の放出に対するしきり（障壁）を形成する範囲のこと。
バキュームブレーカー	原子炉格納容器内におけるナトリウム漏えい事故で原子炉格納容器内の圧力及び温度が一旦上昇した後、放熱と共に降下する状況を仮定し、更にこの時外気圧が予知できない自然現象によって高くなったとしても、容器にかかる外圧が容器設計外圧を超えることのないように、原子炉格納容器設計外圧よりも小さい設定圧で、自動的に弁を開いて外気を導入する真空破壊装置のこと。

バックグラウンド	放射線の場合には、宇宙線や自然環境における放射線、あるいは、測定対象としているもの以外の放射線のこと。また、放射線以外にも音、光等のバックグラウンドに用いることがある。
ピアレビュー	専門家仲間が研究内容を事前に確認・吟味すること。科学者などの間で、研究の成果などを、情実なしに公正に評価するために行われる。
ヒートシンク材	ダンプタンク室やオーバフロータンク室下部の燃焼抑制室に設置されている部材で、万が一、漏えいしたナトリウムが流れ込んできた際に熱を吸収する役割を持つ。
フェニックス炉	フランスの高速増殖炉。出力 250MWe の高速増殖炉の原型炉で 1973 年に臨界した。所在地はガール県のマルクール核施設。後に続いて建設された実証炉のスーパーフェニックスが閉鎖された後も運転が継続された。
ブランケット燃料	高速炉では、炉心における中性子は高エネルギー中性子が支配的であり、熱中性子と比較すると、炉心からの中性子漏えいが多くなる。したがって、高速炉の炉心の上下方向及び半径方向に減損ウラン(劣化ウラン) からなるブランケットを設け、漏えい中性子を効果的にブランケット内のウラン 238 に吸収させてプルトニウム 239 に変換する配慮がなされている。これらを称した燃料。
ブローダウン	蒸気発生器等の水・蒸気系で生成した高温の水及び蒸気の一部を系外へ放出排気すること。
マネジメントレビュー	組織の品質マネジメントシステムが、引き続き適切、妥当で、かつ、有効であることを確認するために、あらかじめ定められた間隔で理事長が実施する品質マネジメントシステムのレビュー（再調査・再検討）のこと。
マルテンサイト系ステンレス	代表的なものは SUS403、SUS410 の 13 クロム系。このグループのステンレスは、焼入れにより硬化するので、成分と熱処理条件を選ぶことにより広範囲の性質が得られる。棒鋼、平鋼の形状で多く使用されることが多く、高強度、耐食・耐熱性が必要な機械構造用部品、例えばタービンプレード、ポンプ、シャフト、ノズルなどに使用される。
メカシール	ポンプの軸封部のこと。メカニカルシールと同意。
ライナ	「もんじゅ」の 1 次及び 2 次主冷却系の部屋の床、壁等を覆う鋼板のこと。

添付目次

資料 2.5-1	安全総点検の実施体制と活動経緯	添付－1
資料 2.5-2	ナトリウム漏えい関連設備を中心とした点検	添付－2
表 2.7-1	高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検指摘事項への対応実績	添付－11
表 2.7-2	ナトリウム漏えい事故の原因究明、再発防止対策検討、安全性総点検の実施の経緯	添付－12
図 3.1-1	品質保証体制図（平成7年当時）	添付－13
図 3.1-2	品質保証体制図（平成10年～15年当時）	添付－13
図 3.1-3	品質保証体制図（平成16年当時）	添付－14
図 3.1-4	品質保証体制図（平成17年～19年当時）	添付－14
図 3.1-5	品質保証体制図（平成19年12月～20年当時）	添付－15
図 3.1-6	品質保証体制図（現在）	添付－15
資料 3.1-1	高速増殖炉研究開発センターに係る品質マネジメントシステム（QMS）体系の見直し基本計画	添付－16
資料 3.1-2	高速増殖炉研究開発センター 品質マネジメントシステム（QMS）体系 見直し実施計画書	添付－23
資料 3.1-3	平成21年度 QA診断実施計画書	添付－36
表 3.1-1	主な改善指示と取り組み	添付－38
資料 3.1-4	もんじゅ不適合管理要領	添付－39
資料 3.1-5	保修票運用手順書	添付－64
資料 3.1-6	プラント保全部 教育訓練計画（平成21年度分）	添付－68
資料 3.1-7	設計審査要領	添付－69
資料 3.2.3-1	コンプライアンス推進規程	添付－123
資料 3.2.3-2	原子力施設における法令等の遵守活動規程	添付－127
資料 3.2.5-1	H20年度 職場の安全風土調査結果の概要	添付－131
資料 3.2.5-2	H21年度 職場の安全風土調査結果の概要	添付－138
図 4.1.2-1	運転手順書全体の相互関係	添付－151
図 4.1.2-2	運転手順書類の全体構成	添付－152
表 4.1.2-3	異常時・故障時運転手順書の体系	添付－153
資料 4.1.2-4	運転手順書管理要領	添付－154
資料 4.1.2-5	運転手順書管理マニュアル	添付－157
資料 4.1.2-6	運転手順書作成マニュアル	添付－165
表 4.1.2-7	異常時・故障時運転手順書の構成及び記載内容	添付－167
資料 4.1.2-8	異常時運転手順書 2.10 蒸気発生器伝熱管破損	添付－168
資料 4.1.2-9	故障時運転手順書 3.26 火災	添付－186
資料 4.1.2-10	異常時運転手順書 2.9 中間熱交換器伝熱管破損	添付－189
資料 4.1.2-11	異常時運転手順書 2.13 燃料取替取扱事故	添付－191
資料 4.1.2-12	異常時運転手順書 2.14 気体廃棄物処理設備廃ガス漏えい	添付－195
資料 4.1.2-13	ナトリウム漏えい時の原子炉の運用一覧	添付－198
資料 4.1.2-14	異常時運転手順書 2.8.1 2次冷却材漏えい（出力運転中）	添付－202
資料 4.1.2-15	異常時運転手順書 2.7.2 1次冷却材漏えい（メンテナンス中）	添付－222
資料 4.1.2-16	ナトリウム漏えい部位に関する整理表	添付－226
図 4.1.2-17	もんじゅでの検討経緯と軽水炉等の状況	添付－244
図 4.1.2-18	異常時運転手順書Ⅱ 全体フロー図	添付－245
表 4.1.2-19	プラント起動・停止手順書等の改善項目	添付－246

資料 4.1.2-20	プラント起動・停止手順書	添付－247
資料 4.1.2-21	1次・2次冷却系設備運転手順書	添付－251
資料 4.1.2-22	警報処置手順書	添付－255
資料 4.1.2-23	巡視点検手順書	添付－258
表 4.1.3-1	「もんじゅ」運転員階層別教育・訓練対比表	添付－260
表 4.1.3-2	反復教育変更表	添付－263
資料 4.1.3-3	高速増殖原型炉もんじゅ 運転員教育訓練マニュアル	添付－264
資料 4.1.3-4	発電課教育訓練ガイドライン	添付－275
図 4.1.3-5	ナトリウム漏えい事故前後の教育・訓練日数の比較	添付－278
図 4.1.3-6	ナトリウム漏えい事故後の訓練実績	添付－279
資料 4.1.3-7	シミュレータ訓練評価マニュアル	添付－280
図 4.1.3-8	シミュレータ改善箇所（現場模擬範囲の拡大）	添付－282
図 4.1.3-9	シミュレータ改善箇所（中央制御盤の追加）	添付－283
図 4.1.3-10	シミュレータ改善箇所（総合漏えい監視盤の追加）	添付－284
図 4.1.3-11	シミュレータ改善箇所（緊急ドレン機能の追加）	添付－285
図 4.1.3-12	シミュレータ改善箇所（インストラクタシステムの高度化）	添付－286
資料 4.1.3-13	「もんじゅ」運転再開に向けた運転員教育・訓練計画	添付－287
表 4.1.3-14	教育・訓練内容及びシミュレータ設備改善	添付－288
図 4.1.3-15	運転体制変更前後の教育・訓練時間の比較	添付－289
図 4.1.3-16	「もんじゅ」運転員教育・訓練体系	添付－290
表 4.1.3-17	経験年数換算基準	添付－291
表 4.1.3-18	「もんじゅ」運転員の昇資格目安	添付－292
資料 4.1.4-1	事故対策規程	添付－293
資料 4.1.4-2	事故・災害対策運用要領	添付－297
資料 4.1.4-3	災害対策要領	添付－301
表 4.1.4-4	「もんじゅ」における通報連絡体制の改善状況	添付－304
資料 4.1.6-1	原子炉施設保安規定 第34条改正前後比較表	添付－305
資料 4.1.6-2	ナトリウム漏えい誤警報発報の要因と影響	添付－309
資料 4.1.6-3	漏えい警報の警報処置手順書（抜粋）	添付－310
資料 4.1.6-4	2次冷却系におけるガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出器（RID）及び接触型ナトリウム漏えい検出器（CLD）について	添付－316
資料 4.1.6-5	ナトリウム漏えい監視装置と漏えい規模との関係とナトリウム漏えい検出設備概略図	添付－323
資料 4.1.6-6	ナトリウム漏えい検出器 警報発報時の対応措置要領	添付－328
資料 4.1.6-7	2次系ナトリウム漏えい警報発報時対応フロー	添付－342
資料 4.1.6-8	故障警報の警報処置手順書（抜粋）	添付－344
資料 4.1.6-9	ナトリウム漏えい監視装置管理要領	添付－347
資料 4.1.6-10	事故・トラブル通報・連絡要領	添付－359
資料 4.1.6-11	事故・トラブル公表要領	添付－362
資料 4.1.6-12	総合防災訓練 過去の実績	添付－368
図 4.2.1-1	ファイバースコープによる炉心燃料集合体の燃料要素外観観察画像	添付－369
図 4.2.1-2	小型CCDカメラによる炉心燃料集合体の外観観察画像	添付－370
図 4.2.1-3	ファイバースコープによるブランケット燃料集合体の燃料要素外観観察画像	添付－371
図 4.2.1-4	小型CCDカメラによるブランケット燃料集合体の外観観察画像	添付－372
図 5.1-1	ナトリウム漏えい対策の設計改善概要	添付－373

表 5.1-2	ナトリウム漏えい対策の設備改善	添付－374
資料 5.1-3	2 次ナトリウム補助設備充填ドレン系の設備改造に係るドレン所要時間（43 分）とその妥当性について	添付－383
表 5.2-1	プラント信頼性の向上のための設備改善	添付－387
表 5.2-2	プラント機能の向上のための設備改善	添付－389
表 5.2-3	運転操作性の向上のための設備改善	添付－390
表 5.2-4	作業安全性の向上のための設備改善	添付－392
表 5.2-5	保守性の向上のための設備改善	添付－393
図 6.1-1	設備の区分と設備健全性確認計画との関係	添付－394
図 6.1-2	「もんじゅ」の設備健全性確認における活動	添付－395
図 6.1-3	設備健全性確認主要工程	添付－396
図 6.2-1	設備健全性確認実施体制（試験時）（平成 21 年 3 月以降）	添付－397
図 6.2-2	設備健全性（設備点検）業務フロー（協力会社を含む作業、平成 21 年 1 月以降）	添付－398
図 6.3-1	設備改善の概要（従来設備と改善後設備の比較）	添付－399
資料 6.3	改造工事確認試験結果概要	添付－400
図 6.4-1	劣化事象抽出の調査フロー	添付－411
図 6.4-2	健全性確認結果の妥当性評価実施フロー	添付－412
資料 6.4-1	健全性評価のチェックシート	添付－413
資料 6.4-2	「もんじゅ」設備の点検（使用前検査対象設備）の実施状況まとめ表	添付－421
資料 6.5	プラント確認試験の実施内容及び実施結果	添付－468
資料 6.6	使用前検査対象設備の健全性確認一覧表	添付－482
図 6.6-1	長期停止設備の健全性確認（使用前検査又は立入検査による確認）	添付－500
表 6.6-1	工事にかかる使用前検査項目一覧表	添付－501
表 6.6-2	性能にかかる使用前検査項目一覧表	添付－502
表 6.7-1	QMS 体系等に係る指摘事項への対応状況	添付－504
資料 7.1-1	「もんじゅ」の特徴を踏まえた保全プログラム	添付－507
図 7.1-1	保守管理業務フロー（保守管理要領から抜粋）	添付－508
資料 7.2-1	安全機能の重要度分類要領	添付－509
図 7.2-2	保全重要度設定フロー（保全計画検討要領から抜粋）	添付－540
表 7.2-3	活動管理指標の設定及び監視計画（保全計画から抜粋）	添付－541
表 7.2-4	点検・補修等の結果の確認・評価シート	添付－542
表 7.3-1	保全計画への反映項目一覧（抜粋）	添付－544
表 7.3-2	保全の有効性評価記録（抜粋）	添付－545
表 8.2-1	事故・故障等情報の予防処置実績	添付－548
表 8.2-2	研究開発成果情報の反映実績	添付－551

＜参考資料 1＞	「高速増殖原型炉もんじゅに係る平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査） における指摘に対する改善のための行動計画について」の実施状況について	添付－553
＜参考資料 2＞	行動計画一覧	添付－565
＜参考資料 3＞	根本原因分析について	添付－574
＜参考資料 4＞	ナトリウム漏えい検出器の不具合について	添付－580
＜参考資料 5＞	高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対応計画以外の確認すべき保安活動項目の対応状況	添付－585