

独立行政法人日本原子力研究開発機構高速増殖原型炉もんじゅ
試運転再開に当たっての安全性評価について

～「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）」
に対する評価～
の概要

平成22年2月10日
原子力安全・保安院

1. これまでの経緯

平成7年12月に発生したもんじゅ2次主冷却系ナトリウム漏えい事故については、当時の規制行政庁である科学技術庁により当該事故を踏まえた安全性総点検が行われ、動力炉・核燃料開発事業団（当時）の対応すべき事項について指摘がなされた（平成10年3月）。ナトリウム漏えい事故対策工事に係る設置変更許可申請書が提出されるに当たり、当院は、核燃料サイクル開発機構（当時）に安全性総点検の指摘を踏まえた対応計画の策定、実施とその報告を指示した（平成13年6月）。これまで4回にわたり報告がなされ、当院は、それに対し評価を行ってきた。また、原子力安全委員会がナトリウム漏えい事故対策工事に係る設置変更許可申請に係る答申に際して示した、設置変更許可後に規制行政庁が確認すべき重要事項について、それを確認することに原子力安全委員会に報告してきた。

2. 今回評価の位置付け

独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）から、安全性総点検の指摘に加え、特別な保安検査終了時（平成21年度第1回保安検査結果）（平成21年7月）の指摘も踏まえて試運転再開への取組を総括した第5回報告を受理した（平成21年11月）。

今回評価は、第5回報告について、これまでに積み重ねてきた評価を基礎として、「試運転再開に当たっての安全確認の考え方」（平成21年5月）で示した確認すべき事項に基づく特別な保安検査終了時の指摘も踏まえた、その後の取組状況の確認を加えて、試運転再開、すなわち0%出力性能試験（以下「炉心確認試験」という。）を開始するに当たっての安全性を総合評価するものである。

3. 安全管理面に係る評価

・品質保証

(1) 平成 2 1 年度第 1 回保安検査 (特別な保安検査) 終了時までの当院の評価及び指摘

安全性総点検で品質保証を任務とする部署の設置、設計審査、監査の充実等が指摘された。

改造工事の実施において、設計審査、内部監査、メーカー品質保証監査等の活動状況を確認し、安全性総点検の指摘に対する改善が行われていると評価 (第 3 回報告の評価) 。

業務の中心が設備健全性確認に移行していった段階でナトリウム漏えい検出器誤警報事象が発生 (平成 2 0 年 3 月) 。特別な保安検査を実施し、経営、敦賀本部の関与不足、管理・意思決定の仕組みの改善を指摘 (平成 2 0 年 7 月) 。

特別な保安検査で、原子力機構の誤警報事象等の根本原因分析に基づく行動計画の実施による、理事長、本部長を補佐する体制、迅速な人員・予算の追加投入、工程管理の改善等を確認。自律的な P D C A サイクルが回り始めたと評価し特別な保安検査を終了するとともに、試運転再開にはさらにチェック、アクションの深化が必要と指摘 (平成 2 1 年 7 月) 。

(2) 第 5 回報告における原子力機構の取組の要点

試運転再開の諸準備を確認することを目的に、臨時のマネジメントレビューを理事長以下ほぼすべての役員が参加し、もんじゅに特化して現地で 2 日間に亘って密に実施。

試運転再開に当たり目指す、もんじゅのあるべき姿を示した上で品質保証、運転管理、保守管理、設備健全性確認において方針、計画、役割分担を定めて実施し、それらの取組結果の評価・分析、改善の対処方針・内容を整理して理事長に報告。理事長は、試運転再開のできる状況に至ったと判断し、経営の積極関与、ナトリウム漏えい警報の信頼性の向上、保全プログラムの充実の継続の重要性を確認するとともに、内部監査体制の充実、トラブル事象の迅速な要因分析・対処、高速増殖炉の保守管理技術の確立等を指示。

潜在する不適合の予防のための Q M S 文書体系の改善活動 (業務プロセスフロー分析) 、重要業務の事前のプロセス確認 (品質保証診断) を、業務の進展に合わせ計画的に継続。

顕在化した不適合の対処のための不適合管理委員会の積極運用を継続し、試運転再開までに処理すべき不適合は処理の目途をもって工程管理。

平成 2 1 年 1 0 月に発生したナトリウム漏えい検出器に係る L C O 逸脱事象、平成 2 1 年 1 2 月に発生した非常用ディーゼル発電機起動試験

における補助冷却設備空気冷却器用送風機不作動事象については、要因分析、対策立案を行い、対策を実施し、継続すべきものは実施中。

職員の使命感を醸成するため、経営層が職員一人ひとりの使命感の再認識、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等、活動実施における基本姿勢を提示するとともに、「もんじゅの意義・役割」「試運転再開の安全確保の上で留意すべきこと」「通報三原則の徹底（一人一人の意識改革）」等をテーマにした職員グループ討議を実施。

（３）当院の評価

今回の臨時マネジメントレビューは、もんじゅに特化し理事長以下ほぼすべての役員が参加して行われており、組織強化の効果として、もんじゅに対する経営の関与強化の現れと見ることができる。

当院は、当該レビュー結果を確認することにより、特別な保安検査を受けて策定された行動計画に基づく取組とその評価・反映が行われた段階に比して、理事長が自ら行うという経営層のレベルの点、もんじゅ、敦賀本部に加え東海本部もさらに関与を強めるという組織の幅の点、安全性総点検の指摘及び当院が特別な保安検査終了時に指摘した事項に止まらず幅広く試運転再開の準備全般を対象としているという取組の幅の点、取組結果の分析・評価、改善の対処方針が整理されて理事長に報告され、品質保証活動の質の向上に資する具体的な改善指示がなされているという分析・評価の質の点において、チェック、アクションの深化に取り組んでいると評価。

潜在する不適合の予防のための業務プロセスやQMS文書の改善活動を継続していることを確認。

発生した不適合の処置は管理されて進められていることを確認。また（２）に挙げられた不適合の実例について、自ら早期に問題を発見し、自主的に要因分析、対策検討を行い、それらが設備面、ソフト面、人的な面、作業環境面それぞれにおいて必要な深さで行われ、立案された対策が実施されていることを確認。

自律的な品質保証体制においては、重大な事態に至る前の早期に問題を自ら発見して要因分析し是正ができること、改善努力を継続していくことが重要であるところ、上記の臨時マネジメントレビュー、潜在する不適合の防止のための取組及び発生した不適合の対応については、その重要な機能が発揮された実例として、取組効果や不適合原因の分析を深めるといふ点で改善が進んでいると認められ、試運転再開に必要とされる

自律的な品質保証体制の確立に向けた取組が適切になされていると評価。品質保証は改善努力が常に継続されなければ劣化が懸念されるもの。高速増殖炉は運転経験が少なく、また研究開発段階であることから、もんじゅにおいては試運転再開後業務が大きく進展していくこととなるので、原子力機構は、その進展に合わせ、試運転再開後も自らの発意で品質保証の改善を、業務を実施しながら効率的に行っていくことが必要。

今回のようなマネジメントレビューについて、原子力機構は、試運転再開後も必要に応じ必要な広さ、深さで実施することが望まれる。また、職員の能力を維持・向上させるとともに、特別な保安検査の過程での対応のように必要に応じ人材投入を積極的に行っていくこと、経験から知見を得て学習しさらなる向上を図っていくことが重要。

業務プロセスフローは業務が「見える化」され、不適合の要因分析・対策検討に有用であると考えられることから、原子力機構は今後それにも活用することが必要。

試運転再開後の業務が進展していく中で品質保証を機能させていくには、職員のQMSを使いこなそうという姿勢や業務に対する使命感がますます重要。原子力機構は、その醸成活動に取り組んでおり、その継続・強化をしていくことが必要。

平成21年10月のLCO逸脱事象は、安全上の影響はなく、原子力機構が早い段階で自ら発見し自主的に対応を行っており適切であるが、指揮命令系統という組織の基本的事項に関連している。これは原子力機構が管理の改善等のために平成21年2月に行った大きな組織変更・強化の効果をさらに安定的に発揮していこうという過程で修正されていくべき留意事項と考えられる。理事長は臨時マネジメントレビューにおいて、組織強化の効果を確認する一方、組織を増強した故の一層の内部コミュニケーションを指示しており、そのことも含め原子力機構は実施している対策の効果について評価を適時行い、必要な改善を継続していくことが必要。

送風機不作動事象については、直ちに安全機能に重大な影響を及ぼすものではないが重要な設備に係る不適合であることから、当院は、起動前準備・点検の手順の妥当性確認のために行う起動前の立入検査において、原子力機構が起動前準備作業として行う重要機器の作動確認の結果を確認する。

試運転再開までに対応が必要な不適合、保修については、それらが完了していることを起動前の立入検査において確認する。また、当該立入検査においては、原子炉起動の立会も行う。

当院は、上述のとおり、試運転再開に当たっての最終確認として起動前の立入検査を行うとともに、試運転再開後も保安検査、使用前検査等を厳正に行っていく。

原子力機構において、理事長は臨時マネジメントレビューにより、取組結果の分析に加えもんじゅの現場での確認も行い試運転再開のできる状況に至ったと経営トップとしての判断を示した。原子力機構は、現在試運転再開に向けての最終段階の準備を進めている。試運転再開及びその後の炉心確認試験の実施に当たっては、経営トップ以下一丸となって、ナトリウム漏えい事故の教訓、専門的能力と組織力の双方の発揮の重要性、自らの任務への使命、そして何よりももんじゅの安全確保に責任を持って当たることを改めて銘肝して対応していくべきである。

・ 運転管理

(1) 平成21年度第1回保安検査(特別な保安検査)終了時までの当院の評価及び指摘

安全性総点検で運転手順書間の相互の関係整理、制定・改正手続きの明文化、記載内容の改善、運転員教育・運転管理体制の充実強化、現場で事故処理にあたるべき者が当該業務に専念できるよう事故時対応体制の改善が指摘された。

運転手順書について、類似異常事象の手順書の統合、想定異常事象の追加、運転手順書の制定・改訂時の設計要求事項の適合性確認や専門家の意見反映等の審査・承認手続きの明確化(「運転手順書管理要領」の制定)が行われていることを確認(第2回報告の評価)。運転手順書記載方法、内容等の改善について、改造工事を踏まえた対応手順の整備、個々の運転手順書の記載内容の整合、異常が進展した場合に次に見るべき手順書の明示等が行われていることを確認(第4回報告の評価)。

2次ナトリウム充填ドレン系について、漏えい発生から緊急ドレン開始までの作業は運転訓練シミュレータを用いた模擬操作において18分以内に、緊急ドレンは緊急ドレン模擬試験において25分以内に完了することを保安検査、使用前検査で確認。すなわち、床ライナの健全性が担保される43分以内(平成16年1月に当院が報告し原子力安全委員会が妥当とした、ナトリウム漏えいによる床ライナの腐食減肉の評価の前提となった漏えい終息時間)に漏えいを終息できることを確認(第4回報告の評価)。なお、これは原子力安全委員会が示したナトリウム漏えい事故対策工事に係る設置変更許可後に規制行政庁が確認すべき事項に該当。

教育訓練、運転管理体制等について、現場の専門的能力の維持向上のため、ナトリウム漏えいに係る教育の追加、十分な教育訓練期間の確保できる体制の整備等が行われていることを確認（第4回報告の評価）。

事故時対応体制について、事故時対応は敦賀本部の一元的管理の下、所長の明確な責任による体制を整備したこと、情報専任者及び情報班を設置したこと、通報連絡訓練を強化していること等を確認（第4回報告の評価）。

業務の中心が設備健全性確認に移行していった段階でナトリウム漏えい検出器誤警報事象が発生。特別な保安検査を実施し、通報連絡やLCO逸脱判断の迅速化を指摘。

特別な保安検査で、異常時の一連の対応手順のうち初期段階である、ナトリウム漏えい警報発報時及びそれに伴うLCO逸脱時の手順の明確化、危機管理専門職、安全品質管理室の設置、勤務時間外の連絡責任者の体制のさらなる強化、通報や公表の基準の整備による事故時対応体制の改善が行われていることを確認したことから、特別な保安検査を終了するとともに、改善されたナトリウム漏えいに係る警報発報時及びLCO逸脱時の手順の保安規定その他関連文書への反映の完了が必要と指摘。

なお、第4回報告の運転管理に係る部分は、特別な保安検査を実施することになったため評価の確定を保留しており、それを今回確定させたもの。

（2）第5回報告における原子力機構の取組の要点

改善されたナトリウム漏えいに係る警報発報時及びLCO逸脱時の手順の保安規定その他関連文書への反映を実施。また、特別な保安検査以前から、通常時の手順書類についても、「運転手順書管理要領」に基づき必要に応じ改正。

ナトリウム漏えい警報発報時等の取扱手順については、今後も試運転再開後の運転経験を踏まえ改善を継続していく。

ナトリウム漏えい検出器誤警報事象の教訓や保全プログラムに関する教育訓練を実施。

トラブル事例集等を活用したトラブル対応訓練をもんじゅと敦賀本部が連携して月1回実施。また、軽微なLCO逸脱事象の公表は週報による公表としていたが、外部機関等の要請を踏まえ、速やかにホームページに公表するよう改善。

（3）当院の評価

第4回報告の内容及び特別な保安検査以降に確認した内容から、以下を確

認め、安全性総点検及び特別な保安検査終了時の指摘に対応した改善が行われていると評価。

- ・ナトリウム漏えいの早期検知、抑制、影響緩和等の設備改善を踏まえた手順書の改善
- ・通報連絡の要否など判断や操作に係る手順の明確化
- ・ナトリウム漏えい事故教育の追加や十分な教育訓練期間を確保できる体制の整備に取り組んでいること
- ・敦賀本部の一元的管理の下、所長の明確な責任による事故時対応体制とする改善、強化が行われていること。

手順書類や教育訓練について、運転経験や毎年度の取組結果等を踏まえた評価・改善が継続的に行われていることを確認。

以上のことから、試運転再開に当たって必要な手順書、運転管理体制、事故時対応体制が整備される仕組みが整っていると評価。

原子力機構は、ナトリウム漏えい警報発報時等の取扱手順については、試運転再開後の運転経験を踏まえてさらに改善していくことが重要。また運転経験を積む中で運転管理に係る不適合事象に適切に対応するなど経験・知見を得てプラントの安全・安定運転に反映し改善を継続していくことが重要。

もんじゅにおいて想定され得るトラブル等の事例とその対応に関する事例集等を用いて、より一層の国民・地元住民の理解促進に努めることが望まれる。

当院は、試運転再開後もこれらの状況を保安検査等で確認していく。

．保守管理

(1) 平成21年度第1回保安検査(特別な保安検査)終了時までの当院の評価及び指摘

屋外排気ダクトの腐食事象、ナトリウム漏えい検出器の誤警報事象の発生により保守管理上の課題が顕在化。原子力機構は、平成21年1月より改正省令に基づき保全プログラムを導入。

特別な保安検査において、以下を確認したことから、特別な保安検査を終了。

- ・保全プログラムがもんじゅの特徴、設備の重要度、これまでの点検実績、常陽・海外の高速増殖炉・国内軽水炉の運転経験等を踏まえ策定されていること
- ・ナトリウム漏えい検出器の誤警報発報事象等のトラブルの教訓を踏まえ、劣化兆候の把握等の観点から、屋外設置設備の巡視点検(1回/

月)やCLD(密閉型)の絶縁抵抗測定(1回/月)が保全計画に追加されたこと、
特別な保安検査終了に当たり、試運転再開に向けて保全プログラムに基づき点検が行われ、必要に応じその結果を反映して保全プログラムが見直されることが必要と指摘。

(2) 第5回報告における原子力機構の取組の要点

保全プログラムに基づく点検結果を踏まえた保全の有効性評価を行い、過去の点検実績の精査も踏まえ、2次主循環ポンプ潤滑油系給油ポンプの分解点検頻度を2年から4年に見直すなど、点検頻度等の見直しを実施。

(3) 当院の評価

もんじゅの特徴を踏まえた適切な保全プログラムを制定していることを確認し、同プログラムに基づく保守管理を実施するとともに改善を継続していると評価。

原子力機構は、今後炉心確認試験終了までに、保守管理の有効性評価を行い、その結果を踏まえ40%出力プラント確認試験段階の保全プログラムを制定することが必要。

部位毎に考慮すべき劣化メカニズムと有効な保全方法の取りまとめ、機器データベース及び保守管理データベースの整備を引き続き行い、計画的に構築していくことが必要。

試運転再開後も、保守管理に係る不適合事象に適切に対応するなど保守経験を積み重ねる中で保守管理の改善の継続が必要であるとともに、高速増殖炉の保守管理手法の確立に努めることが重要。

当院は試運転再開後もそれらの状況を保安検査等で確認していく。

試運転再開までに対応が必要な不適合、保守については、それらが完了していることを起動前の立入検査において確認する。

・ 新知見の反映

(1) 平成21年度第1回保安検査(特別な保安検査)終了時までの当院の評価及び指摘

安全研究の反映

安全性総点検において反映すべきとされた蒸気発生器伝熱管破損対策、燃料温度評価の高度化、制御棒の長寿命化について安全性総点検の指摘に対応した改善が行われていると評価(第4回報告の評価)。

なお、第4回報告の安全研究に係る部分については、特別な保安検査結果とは直接的な関連が特になかったことから、特別な保安検査終了に伴い評価を確定したものの。

最新情報の反映

軽水炉や高速炉の事故・故障情報、研究開発成果情報等をもんじゅの運転・保守管理等へ反映していくため、専門家の意見を反映する仕組みが構築されており、「最新技術情報の反映に係る管理要領」に基づき、専門家の意見も踏まえ、信頼性向上対策検討会や最新技術情報評価検討会等において検討が実施されていると評価（第3回報告の評価）。

(2) 第5回報告における原子力機構の取組の要点

事故・故障、研究開発等に関する情報の収集や精査を継続して実施。

(3) 当院の評価

上記を確認し、構築した最新知見を反映する仕組みを継続的に運用していると評価。

当院は、試運転再開後もその状況を保安検査等で確認していく。

また、原子力機構は、蒸気発生器に係るブローダウン特性試験を試運転再開後の性能試験において実施し、蒸気発生器伝熱管破損対策に対する最終的な評価を行うこととしており、これを着実に実施することが必要。当院はその結果を保安検査、使用前検査等で確認する。

4. 設備面に係る評価

・ナトリウム漏えい対策改造工事

(1) 平成21年度第1回保安検査（特別な保安検査）終了時までの当院の評価及び指摘

ナトリウム漏えい事故対策を目的とした設備改善として、ナトリウム漏えいの早期検知、抑制、影響緩和等の観点から、以下の設備改善が完了していることを使用前検査等で確認し、安全性総点検に対する指摘に対応した改善が行われていると評価（第4回報告の評価）。

ナトリウム漏えいの早期検知

煙感知型・熱感知型のナトリウム漏えい検出器（セルモニタ）の設置、中央制御室内への総合漏えい監視システムの設置が行われたこと。

ナトリウム漏えい量の抑制

2次系ナトリウム充填ドレン系におけるドレン配管の増設、既設ドレ

ン配管の大口径化、ドレン弁の多重化が行われたこと。ドレンの所要時間が床ライナの健全性が担保される25分以内であること。

ナトリウム漏えいの影響緩和

蒸気発生器室の換気装置自動停止インタ - ロックの改造、2次主冷却系等の部屋における窒素ガス注入機能の追加、区画化が行われたこと。

(2) 第5回報告における原子力機構の取組の要点

特別な保安検査終了時に試運転再開までに完了させることが必要と指摘されたナトリウム漏えい検出器の不具合の対策工事について、改良型の検出器への交換を完了。

(3) 当院の評価

安全性総点検の指摘に対応した改善及び特別な保安検査終了時に指摘したナトリウム漏えい検出器の不具合の対策工事が完了していると評価。

・長期停止プラントの設備健全性確認

(1) 平成21年度第1回保安検査(特別な保安検査)終了時までの当院の評価及び指摘

当院は、平成18年9月、原子力機構が策定した設備健全性確認計画は妥当であると評価。

原子力機構は、設備健全性確認計画に基づき、安全に試運転が行えるプラント状態を確立するため、全ての設備を対象として、改造を実施した設備の健全性確認、機器・設備レベルの健全性確認、系統・プラントレベルの健全性確認を実行。

当院は、特別な保安検査で、原子力機構が劣化事象の顕在化を踏まえて行った点検・試験の方法等の「設備健全性確認のプロセス」の改善を確認。

特別な保安検査終了に当たり、試運転再開に向けて、試運転(炉心確認試験)再開に必要な設備の健全性確認を完了することが必要と指摘。

(2) 第5回報告における原子力機構の取組の要点

改造工事として、2次冷却系温度計の交換・撤去、ナトリウム漏えい対策に係る設備の改善、蒸気発生器伝熱管破損対策に係る設備の改善を平成19年5月に完了。

平成18年9月に策定した設備健全性確認計画に基づき、もんじゅの全ての設備(使用前検査対象設備及び自主保安設備)を対象に、設備点検

により機器・設備レベルの確認を、系統の試験・運転により系統・プラントレベルの確認を実施。

屋外排気ダクトの腐食孔の発生等を受け、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になっているか、結果の評価が適切か等の設備健全性確認プロセス及びその結果の妥当性評価を実施。一部の設備について追加点検を実施したことを併せ、実施した点検方法及び結果の評価が妥当であることを確認。

平成21年12月、試運転（炉心確認試験）再開に必要な全ての設備健全性を確認。

（3）当院の評価

止める、冷やす、閉じ込める及びもんじゅ特有に係る主要設備の基本的な安全機能と経年的影響が懸念される主要設備の健全性を使用前検査及び立入検査で確認。このことに特別な保安検査で設備健全性確認のプロセスの妥当性を確認していることを併せて、炉心確認試験に必要な設備のうち使用前検査対象設備については、使用前検査に係る技術基準に適合していると確認。

原子力機構は、炉心確認試験時において使用しない水・蒸気系設備等に係る設備健全性確認は、40%出力プラント確認試験又は100%出力性能試験（出力上昇試験）までに計画的に実施することが必要。当院は、その計画及び実施結果を保安検査、使用前検査等により確認する。

平成21年12月の送風機不作動事象については、直ちに安全機能に重大な影響を及ぼすものではなく、また原子力機構は適切に要因分析及び対策立案を実施。他方、重要な設備に係る不適合であることから、当院は、原子力機構が起動前準備作業として行う重要機器の作動確認の結果を起動前の立入検査において確認する。

5．総合評価

当院は、ナトリウム漏えい事故に係る安全性総点検の指摘及び特別な保安検査結果を踏まえた改善が適切に行われていること、並びに設備健全性が確認されたことにより、原子力機構は、試運転再開に当たって、安全確保を十分行い得る体制となっていると評価。

6．今後の対応

当院は、原子力機構が試運転再開時に行うこととしている炉心確認試験に係る具体的な計画を策定した段階でその提出を受け、安全性の観点か

ら妥当性を評価し、試運転再開に向けた取組の最終確認として、原子炉起動前の立入検査を行い、提出された計画の実施に係る運転操作等が確実に実施されることの確認、原子炉起動の立会等を行う。

炉心確認試験の実施中も立入検査、保安検査、使用前検査等によりその安全性を継続的に確認する。炉心確認試験終了後にその結果を評価し、その後に予定されている「40%出力プラント確認試験」の実施に必要な安全確認の考え方等を検討する。

当院は、原子力安全委員会が決定（平成22年2月4日）した「高速増殖原型炉もんじゅの安全性総点検に対する対処及び報告を踏まえて今後事象者及び規制行政庁に求める対応について」を踏まえ、今後とも、高速増殖炉の特性を踏まえた専門的知見の蓄積と向上を図るよう規制資源の一層の充実を含めて対応を図ること、原子力機構における運転実績等を踏まえ、安全上の重要度を踏まえた規制の科学的合理性の一層の向上及びトラブル等の安全上の重要性についての情報発信に引き続き努めていく。