

4. 総合的な評定

4.1 評定結果

4.1.1 安全性向上評価の結果

本届出書においては、高浜発電所 4 号機に係る安全性向上の取組みについて、2021 年 5 月から 2022 年 12 月までの期間を対象に評価を行った。

評価は、保安活動全般、最新の科学的知見及び技術的知見、確率論的リスク評価、安全裕度評価等、異なる観点から行った。

保安活動については、品質保証活動、運転、施設、燃料、放射線及び放射性廃棄物の管理、非常時の措置、安全文化の醸成活動、これらの分野ごとに実施状況を評価した。評価は、組織・体制、社内マニュアル、教育・訓練、実績指標の 4 つの側面を含めて行った。その結果、各評価分野では、他プラントの安全性向上評価にて示した安全性向上計画を含めて継続的に大小の改善に取り組んでいることが確認され、実績指標も安定あるいは改善を示し良好な実績（パフォーマンス）を示していることから、品質マネジメントシステムに基づく、P D C A（Plan－Do－Check－Act）サイクル、すなわち継続的改善のサイクルが定着し有効に機能していることが確認できた。

継続的改善のサイクルが有効に機能していることは、安全性向上に係る活動の基盤として、強みであると考えられる一方、保安活動の仔細に立入って確認をすると、設備等、改善の余地が認められる事項も各分野において存在する。見出された改善の余地については、今後必要な措置を講じる予定である。（「第 4.2.1 表「安全性向上に資する自主的な追加措置」 追加措置の概要」参照）

最新の科学的知見及び技術的知見の保安活動等への反映は、安全研究、原子力施設の運転経験（国内事業者の安全性向上措置を含む）、国際機関及び国内外の学会等の情報（自然現象に関するものを含む）、規格・基準類、メーカー提案のほか、確率論的リスク評価用データを対象に、知見を抽出した。その結果、例として、原子力施設の運転経験の分野では、国内外の原子力発電所の不具合情報に加え、他産業施設等の不具合情報

も収集したうえで、それらの情報から当社プラントに対する同種不具合の未然防止等の観点で対策が必要なものを抽出し、具体的な改善対策の検討を行ったうえで、発電所の保安活動に反映していることを確認する等、すべての分野において必要な知見は反映済みか、反映に向けた活動が進められていることを確認した。これは、最新の知見を継続して取り込む仕組みが有効に機能している点で、保安活動の強みと考えられる。

次に、確率論的リスク評価及び安全裕度評価については、高浜発電所4号機第1回届出書の評価時点以降、特定重大事故等対処施設（以下「特重施設」という。）及び1次冷却材ポンプシャットダウンシール（以下「RCP-SDS」という。）の設置完了に伴い、当該設備を考慮したリスクを評価した。プラント設備の故障や運転員の誤操作に起因する事故（内部事象PRA）及び地震と津波を起因とする事故（外部事象PRA）については、炉心損傷・格納容器機能喪失のリスクを評価した。また、特重施設及びRCP-SDS等の導入による炉心損傷・格納容器機能喪失のリスク低減効果を確認した。安全裕度評価については、地震、津波それぞれの単独事象と地震・津波の重畳事象（随件事象を含む）を対象に、炉心損傷、格納容器破損及び使用済燃料ピット損傷の防止、並びにプラント停止中の評価を行った。その結果、特重施設及びRCP-SDSの効果により、収束シナリオ数の増加及びクリフエッジ地震加速度の向上が確認できた。

内部事象PRA及び外部事象PRAではリスク上重要な代表的事故シナリオについて、（一社）日本原子力学会の「原子力発電所におけるシビアアクシデントマネジメント整備及び維持向上に関する実施基準：2019」を参考に確認した。その結果、炉心損傷及び格納容器の機能喪失に関して重要度「高」及び「中」の事故シーケンスグループ等は抽出されず、重要度「低」の事故シーケンスグループ等がいくつか抽出された。これらに対して、更にリスクを低減するうえで効果が高い対策として、運転員や緊急安全対策要員を対象とした教育・訓練へのリスク情報の活用を実施する予定である。また、安全裕度評価より、地震と津波の重畳事象及び随件事象等が発生し、クリフエッジに到達した際には、使用可

能な機器が限定されることに加えて、限られた時間余裕の中で必要な作業等を完了させる必要があることを確認した。これらの評価から得られた被害状況の想定や、屋外作業の時間余裕にかかる知見を、今後の発電所での教育・訓練に活用することにより想定を超える自然現象への対応の強化が期待される。

安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価（以下「中長期的な評価」という。）については、今回、日本原子力学会標準である「P S R⁺指針」を参考に、評価に用いる 14 の安全因子を用いて本評価を実施した結果、中長期的な視点から最新の国内外の知見等と現在のプラント状態との比較において、同等の水準であることが確認できたことに加えて、安全性向上措置が 1 件抽出される成果が得られた。

以上のような異なる観点から評価を実施した結果、高浜発電所 4 号機に対して継続的に安全性向上の取組みが行われていることが確認できた。なお、規制の枠を超えたこれらの取組みは、基本的には自社プラントの特徴を理解したうえでの個社の取組みであって、他電気事業者との横並びを取る性質のものではないが、安全性向上につながる新知見の「欠け」の発見に資するきっかけとして、国内事業者の安全性向上評価にて抽出された追加措置を新知見として収集し、当社プラントへの反映要否を検討する体制を整備している。

当社は、原子力発電の安全性向上の取組みに終わりはないとの認識のもと、今後も引き続き、規制の枠組みにとどまることなく、プラントのリスクを見つけ、それを除去、低減していくため、確率論的リスク評価や安全裕度評価及の結果も活用し、全社一体となって、原子力発電の安全性向上に向けて、自主的・継続的に取組みを進める所存である。

4.1.2 外部評価の結果

4.1.2.1 外部有識者による評価

高浜発電所 4 号機の安全性向上評価に係る調査及び評価結果、並びに安全性向上計画については、社外の有識者による外部評価を受けており、外部評価の方法、結果は以下のとおりである。

(1) 評価者

安全性向上評価を通じて、事業者がプラントの現状を適切に把握し、必要な追加措置を抽出しているかどうか等、評価の適切性を客観的に評価いただく観点から、外部の有識者による評価を活用することとした。

安全性向上評価の目的に照らし、当社の原子力事業の運営に関する知識を有し、各専門分野における知見に基づいた評価ができる有識者として、以下に示す方々に評価を依頼した。

小 泉 潤 二 大阪大学名誉教授

((株) 原子力安全システム研究所社会システム研究所長)

片 岡 勲 大阪大学名誉教授

((株) 原子力安全システム研究所技術システム研究所長)

評価者が所属している (株) 原子力安全システム研究所は、1991 年 2 月、当社美浜発電所 2 号機で発生した蒸気発生器細管破断事故を契機とし、1992 年 3 月に株式会社として設立された。「原子力発電の安全性及び信頼性の一層の向上と、社会や環境とのよりよい調和に貢献する。1. 技術的側面と社会的側面の両面から幅広い研究を行う。2. 独立・第三者的な立場からの客観的な研究を行い、原子力発電の発展のための積極的な提言を行う。3. 開かれた研究活動を展開するとともに、得られた研究成果は広く公開する。」を基本理念とし研究活動に取り組んでいる組織である。高浜発電所 3 号機の評価についての外部評価に当たっても、同研究所の基本理念に基づき独立・第三者的な立場から評価をいただき、客観性を確保した。

(2) 評価方法

① 評価方法

調査及び評価結果（安全性向上計画（案）を含む）並びに届出書の記載案を提示し、評価者との面談において、評価方法、評価結果及び届出書の記載案に対するご意見、ご助言をいただいた。

② 主な評価項目

- ・保安活動の実施状況〔届出書第 2 章〕
- ・最新の科学的知見及び技術的知見〔届出書第 2 章〕
- ・確率論的リスク評価、安全裕度評価及び中長期的な評価〔届出書第 3 章〕
- ・総合的な評定〔届出書第 4 章〕

(3) 評価結果

評価者との面談実績及び評価者による評価結果とその対応を以下に示す。

① 面談実績

- ・2023 年 4 月

評価結果・届出書案の説明

② 評価結果とその対応

評価者には、届出書記載／安全性向上評価全般に対するコメント及び当社の活動全般に対するコメントを頂き、届出書に記載すべきと判断したコメントについては反映を実施し、記載の充実を図っている。その他届出書の全体的な記載について、より分かりやすくなるような記載の工夫等のご助言をいただいております、それらについても届出書に反映している。

4.1.2.2 届出書の電力間レビュー

届出書に関して、外部評価の一環として、記載案について電力各社によるレビューを受けており、その結果は以下のとおりである。

(1) レビュー者

以下に示す電力各社にレビューをお願いした。

北海道電力株式会社、東北電力株式会社、東京電力ホールディングス株式会社、北陸電力株式会社、中部電力株式会社、中国電力株式会社、四国電力株式会社、九州電力株式会社、日本原子力発電株式会社及び電源開発株式会社

(2) レビュー方法

① レビューの方法及び観点

電力各社に対し届出書案を提示し、専門家も含め広く理解される程度の記載となっているか、評価結果に至るプロセスや根拠が提示されているか、の観点で、ご意見、ご助言をいただいた。

② レビュー対象

第2章～第4章

③ レビュー期間

2023年4月中旬～5月中旬

(3) レビュー結果

電力各社によるレビューの結果、分かりやすさの観点で届出書を通しての用語の整合及び丁寧な説明を付す等の記載の充実に関するコメントが提案され、それらのコメント内容について届出書に反映した。

4.2 安全性向上計画

第 2 章の調査・分析の結果から、保安活動において管理面や設備面の改善が図られており、保安活動を行う仕組みが有効に機能していることが確認できたが、更にプラントの安全性を向上させる観点から、第 3 章の確率論的リスク評価や安全裕度評価及び中長期的な評価の結果も考慮したうえで、安全性向上に資する自主的な追加措置を抽出し安全性向上計画として取りまとめた。

4.2.1 安全性向上のための具体的な措置に係る計画

第 2 章及び第 3 章を踏まえ抽出した、安全性向上に資する自主的な追加措置について第 4.2.1 表に示す。

4.2.2 安全性向上のための具体的な措置に係る実施状況

第 1 回～第 3 回届出書で示した、安全性向上に資する自主的な追加措置の実施状況を第 4.2.2 表に示す。また、第 2 章の調査により抽出された安全性向上のための具体的な措置のうち、今回の評価対象期間中に実施された新たな取組みのうち代表的なものを第 4.2.3 表に示す。

4.2.3 まとめ

本評価では、日常の保安活動、確率論的リスク評価や安全裕度評価及び中長期的な評価から 6 件の追加措置を抽出することができた。また、第 1 回～第 3 回届出書で示した追加措置について、計画を含め適切に実施されていること、他プラントで抽出された安全性向上措置のうち、高浜発電所 4 号機へ展開が可能なものは、反映が行われていることに加え、評価期間中にも新たな取組みを考案、実施しており、継続して安全性の向上を図っていることが確認できた。

今後とも、日常の保安活動における安全性向上に向けた不断の努力に加え、安全性向上評価において抽出した追加措置を実施していく。

追加措置についても、措置を講じた以降は、日常の保安活動において、設備の状態あるいは措置の実施状況とその改善の状況を適宜確認し、安

全性の向上を継続的に図っていく。

第 4.2.1 表 安全性向上に資する自主的な追加措置（1 / 2）

No	追加措置	追加措置概要	実施時期 (予定) ※1	関連する 評価分野
1	原子力発電所におけるデジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策	原子力エネルギー協議会の「原子力発電所におけるデジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する技術要件書」の設備設計要求事項及び有効性評価手法を踏まえ、ソフトウェアに起因する共通要因故障により安全保護機能を喪失した場合に、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生しても適切に事象を緩和できるよう、既存の多様化設備に安全注入系の自動起動に係る機能等を追加する対策を講じる。	2024 年度 (第 25 回定期 事業者検査)	施設管理 新知見
2	パフォーマンスレビュー会議の実施	発電所のパフォーマンス改善活動の推進を目的とし、発電所のパフォーマンスを発電所幹部が様々な指標から包括的にレビューし、指導を行う会議体を設置する。	2023 年度より 本格運用開始 予定	安全文化の 醸成活動
3	蒸気発生器取替	3 基ある蒸気発生器について、伝熱管の応力腐食割れ（PWSCC）の感受性を低減する材料を使用する等、実績のある最新設計を適用した蒸気発生器へ取り替える。	2026 年度 (第 27 回定期事 業者検)	施設管理

※ 1 : 総合評価チームによる追加措置決定時点（2023年4月18日）の状況

第 4.2.1 表 安全性向上に資する自主的な追加措置（2 / 2）

No	追加措置	追加措置概要	実施時期 (予定) ※1	関連する 評価分野
4	仮設中圧ポンプ使用可能条件の手順書類への反映	2 次系除熱機能喪失時の対応において、仮設中圧ポンプの使用条件を限定することで「S G ドライアウト」若しくは「炉心損傷」を回避可能であることが確認されたため、仮設中圧ポンプにより 2 次系冷却を復旧する場合の仮設中圧ポンプ使用可能条件を手順書類へ反映する。	2023 年度	運転管理
5	労働災害防止に係る本質安全化対策の実施	リスクアセスメントで抽出したリスク軽減措置のために設備改善を必要とする施設に対する改善を促進する	2023 年 2 月以降	安全文化の醸成活動
6	安全性向上評価届出書の 1. 2 章の最新化	安全性向上評価届出書の 1. 2 章「敷地特性」の記載を最新化する。	2023 年度以降、確認開始	中長期的な評価

※ 1 : 総合評価チームによる追加措置決定時点（2023年4月18日）の状況

第 4.2.2 表 安全性向上に資する自主的な追加措置の実施状況

【今後実施予定の措置】

追加措置	追加措置概要	関連する 評価分野	抽出 時期	実施時期（予定）		備考
				（前回届出時）	（今回届出時）※1	
海水ポンプ軸受取替	海水ポンプの軸受について潤滑水を必要としないテフロン製の軸受に取り替え、信頼性向上及びメンテナンス性向上を図る。	施設管理	第 1 回 届出	対象となる海水ポンプの 分解点検にあわせて実施 C ポンプ：2022 年度 （第 24 回定期事業者検査）	対象となる海水ポンプの 分解点検にあわせて実施 C ポンプ：2026 年度（第 27 回定 期事業者検査）時に実施予定	定期事業者検査で実施する作業の検討において、全体工事量のバランスを踏まえ実施時期を見直した。
主変圧器取替	経年劣化傾向を踏まえ、予防保全対策として、主変圧器を取り替える。	施設管理	第 1 回 届出	2025 年度 （第 26 回定期事業者検査）	2023 年度 （第 25 回定期事業者検査）	定期事業者検査で実施する作業の検討において、前倒しが可能となったため、実施時期を見直した。

※ 1 ： 総合評価チームによる追加措置決定時点（2023年4月18日）の状況

第 4.2.3 表 評価期間中に実施された新たな安全性向上のための取組み（1 / 2）

【他プラントで抽出された追加措置】

追加措置	追加措置概要	関連する 評価分野	抽出号機	実施時期	備考
仮設中圧ポンプ使用可能条件 の手順書類への反映	2 次系除熱機能喪失時の対応において、仮 設中圧ポンプの使用条件を限定することで 「S G ドライアウト」若しくは「炉心損 傷」を回避可能であることが確認されたた め、仮設中圧ポンプにより 2 次系冷却を復 旧する場合の仮設中圧ポンプ使用可能条件 を手順書類へ反映する。	運転管理	美浜 3 号 第 1 回届出	本届出において、新たな追 加措置として抽出した。	「第 4.2.1 表」参照
労働災害防止に係る本質安全 化対策の実施	リスクアセスメントで抽出したリスク軽減 措置のために設備改善を必要とする施設に 対する改善を促進する	安全文化の 醸成活動	大飯 4 号 第 2 回届出	本届出において、新たな追 加措置として抽出した。	「第 4.2.1 表」参照
他電力や原子力業界のエクセ レンス等を活用した自己評価 の実施	原子力安全やパフォーマンスの向上を目的 として、事業者自らが他電力や原子力業界 のエクセレンス等を活用した自己評価を実 施する仕組みを構築する。	安全文化の 醸成活動	大飯 4 号 第 3 回届出	2022 年度より実施中	
非常時における電源と設備の 組合せの多様化	非常時の対応として、重大事故等対処設備 の電源による設計基準事故対処設備の活 用、及び設計基準事故対処設備の電源によ る重大事故等対処設備の活用のために、電 源容量を考慮したうえで起動できる設備を 選定するための検討手順を作成する。	非常時の措置	美浜 3 号 第 1 回届出	2022 年度実施	

第 4.2.3 表 評価期間中に実施された新たな安全性向上のための取組み（2 / 2）

【高浜 4 号機で新たに実施された取組み※¹】

取組み	取組み	関連する 評価分野	実施時期	備考
防災対応能力の向上策	原子力防災訓練の反省事項等を踏まえ、現場活動に関する情報の一元的な管理を目的として、現場活動を管理する要員である現場調整者を中央に配置するよう緊急時対策所対策本部のレイアウト変更を実施する。	非常時の措置	2022 年度実施	具体的な実績は 「2.2.1.7 非常時の措置」に記載
防災対応時の作業員の安全対策の改善	2021 年 12 月に発生したシーケンス訓練におけるホース展張車による労災事象を踏まえ、ホース展張車によるホース展張時には通信機器を活用したプレイヤー間の連携ツールの確保及びホース展張時の注意事項を社内標準への反映を実施するとともに、力量維持向上訓練にて同対策を周知・教育を行う。また、管理監督者による現場観察により労働安全の観点から大型車両を扱う訓練に対する気付き事項・良好事例を抽出し、周知・教育を行う。	非常時の措置	2021 年度実施	具体的な実績は 「2.2.1.7 非常時の措置」に記載
労働災害の撲滅に向けた取組み	「安全・あいさつ運動～現場の安全は俺にまかせろ！プロジェクト～」と称し、棒心の安全への熱い想いをポスター掲示し、安全に対するマインドの向上やガバナンス強化に向けて取り組む。	安全文化の 醸成活動	2021 年 12 月より実施中	具体的な実績は 「2.2.1.8 安全文化の醸成活動」に記載
全交流電源喪失対応訓練の充実化	R C Pシャットダウンシール導入後、全交流電源喪失対応訓練においては原則 R C Pシャットダウンシールが動作するものとして訓練を行っていたが、これが動作しない場合についても対応訓練を行うことができるよう、訓練内容に反映した。	運転管理	2022 年 4 月実施	具体的な実績は 「2.2.1.2 運転管理」に記載
A L A R A委員会の設置	効果的な被ばく低減を実現するために必要な方策について発電所大で検討し、取り組むことを目的として、A L A R A委員会を設置した。	放射線管理及び 環境放射線モニタリング	2022 年度 (第 24 回定期事業者検査) より実施中	具体的な実績は 「2.2.1.5 放射線管理及び環境放射線モニタリング」に記載

※ 1：代表的な取組みの抜粋であり、詳細は第2章を参照