

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、2020年2月から2021年5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届出書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、PDCA（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など、全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）では炉心損傷、格納容器機能喪失のリスクについて詳細な評価を実施し、地震と津波を起因とする事故（外部事象PRA）では格納容器機能喪失のリスクについて概略的な評価を実施した。また、安全裕度評価では、地震、津波それぞれの単独事象と地震・津波の重畳事象を対象に、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。

内部事象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、高浜発電所4号機第1回届出書評価時に格納容器の機能喪失に関して重要度「高」のリスクとして抽出されていた「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」が内部事象において特重施設及びRCP-SDSの効果により重要度「対象外」までリスクが低減することを確認した。

特重施設及びRCP-SDSを考慮したリスク評価結果に対する、リスク低減対策の追加措置については、外部事象PRAの詳細評価等が完了する次回届出以降に、内部事象PRA、外部事象PRA、及び安全裕度評価の評価結果から総合的に検討する予定である。

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上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、他電気事業者の安全性向上措置を届出毎に関係箇所に共有している。

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び安全文化評価の結果も活用し、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およ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4号機の評価についての外部評価にあたっては、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（P R A） [届出書第 3 章]
- ・ 安全裕度評価（ストレステスト） [届出書第 3 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

- ・ 第 1 回（2021 年 7 月）
- ・ 第 2 回（2021 年 9 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

2021年9月下旬～10月上旬

(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、今回の評価においては、安全性向上に資する自主的な追加措置は新たに抽出されなかった。なお、第 3 章の確率論的リスク評価や安全裕度評価については、概略評価を含むため詳細評価等が完了する次回届出以降に追加措置の検討を行う予定である。

4.2.1 安全性向上のための具体的な措置に係る計画

今回の評価においては、第 2 章及び第 3 章からの安全性向上に資する自主的な追加措置は新たに抽出されなかった。

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 回及び第 2 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 4.2.1 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 4.2.2 表に示す。

4.2.3 まとめ

本評価では、新たに取り組むべき追加措置は抽出されなかったが、第 1 回及び第 2 回届出書で示した追加措置を適切に実施していること、また、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 / 3）

【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 分解点検に合わせて実施 Aポンプ：2020年度 （第23回定期事業者検査） 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 分解点検に合わせて実施 Cポンプ：2022年度 （第24回定期事業者検査）	Aポンプは、実施済みであり、実績については、 【措置実施済】の表に記載
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	2022年度 （第24回定期事業者 検査）	2025年度 （第26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、主変圧器の寿命推定を行った結果、経年劣化傾向を考慮しても、第26回定期事業者検査までの健全性に問題ないことを確認できたことから、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（2021年8月30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 / 3）

【措置実施済】

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） （前回までの届出時）	実施状況※1	備考
RCPシャットダウンシール導入	全交流電源喪失時の対応能力向上及び信頼性向上を図るため、シャットダウンシールを導入する。	施設管理・ 新知見・ 確率論的 リスク評価	第1回 届出	第23回定期事業者検査時 （2020年度）に導入予定	第23回定期事業者検査 （2020年度）にて導入済	具体的な実績については 「2.2.1.3 施設管理」 「3.1.3 内部事象に係る確 率論的リスク評価（P R A）」に記載
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 分解点検に合わせて実施 Aポンプ：2020年度 （第23回定期事業者検査） Cポンプ：2022年度 （第24回定期事業者検査）	(Aポンプ) 第23回定期事業者検査 （2020年度）にて実施	Aポンプの具体的な実績 については「2.2.1.3 施設 管理」に記載 Cポンプについては、未 実施であるため、計画を 【今後実施予定の措置】 の表に記載
送水車導入	SA時において、消防ポンプから送水車を用いた事故対応に変更することで、事故収束作業の迅速化等を図るとともに、送水車の保管場所を地震津波重畳の影響を受けにくい場所に設定することで、格納容器損傷防止対策にかかるクリフエッジの向上を図る。	非常時の 措置・ 安全裕度 評価	第1回 届出	発電所全体で対策を進 め、高浜1号機の新規制 基準適合のための対策工 事（2020年度完了予定） に合わせて対策実施予定	発電所全体で対策を進 め、高浜1号機の新規制 基準適合のための対策工 事（2020年度完了）に合 わせ、2021年3月に導入 済	具体的な実績については 「2.2.1.7 非常時の措置」 「3.1.4 安全裕度評価」 に記載
特定重大事故等対処施設による格納容器スプレイ及びフィルタベントの導入	格納容器の過圧破損に係るリスク低減を図るため、特定重大事故等対処施設を用いた格納容器スプレイ及びフィルタベントを整備する。	確率論的 リスク評価	第1回 届出	2020年度	2020年度導入済	具体的な実績については 「3.1.3 内部事象に係る確 率論的リスク評価（P R A）」に記載

※1：総合評価チームによる追加措置決定時点（2021年8月30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（3 / 3）

【措置実施済】

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） （前回までの届出時）	実施状況※1	備考
トラブル対応時に求められる運転員のパフォーマンスの更なる向上	運転員のパフォーマンスの更なる向上を図るため、原子力発電訓練センターのシミュレータにより、以下の訓練を実施する。 ・ヒューマンパフォーマンスツールの活用・習熟に特化した「高集約訓練（HIT：High Intensity Training）」 ・チームパフォーマンスの向上に特化した「チームパフォーマンス訓練（TPT：Team Performance Training）」	運転管理	第 2 回 届出	2020 年 7 月より 訓練実施中	2020 年 7 月より訓練開始し、2021 年 1 月までに対象者全員が訓練実施	具体的な実績については「2.2.1.2 運転管理」に記載
ミッドループ運転の運用改善	ミッドループ運転時の炉心損傷リスクを低減させるため、定期検査のミッドループ運転時に水位を上げた運転を実施する。	運転管理	第 2 回 届出	2020 年度 （第 23 回定期事業者 検査）	第 23 回定期事業者検査 （2020 年度）にて実施	具体的な実績については「2.2.1.2 運転管理」に記載
抽出水オリフィス取替	余熱除去システムの信頼性向上の観点より、通常抽出ラインのオリフィス 1 台を通水量の大きいものに取り替える。	施設管理	第 2 回 届出	2020 年度 （第 23 回定期事業者 検査）	第 23 回定期事業者検査 （2020 年度）にて実施	具体的な実績については「2.2.1.3 施設管理」に記載
1 相開放故障検知システム設置	所内母線の安定化（所内への異常拡大防止）を図るため、所内母線への 1 相開放故障検知システムを設置する。	施設管理 新知見	第 2 回 届出	2020 年度	2020 年度に設置済	具体的な実績については「2.2.1.3 施設管理」に記載
設計基準文書（DBD）の整備・運用	コンフィギュレーション管理（CM）の設計要件の管理を強化するため、安全上重要な設計要件を取りまとめた文書（設計基準文書）を整備し、運用する。	施設管理	第 2 回 届出	2020 年 5 月に 整備完了し、 運用中	2020 年 5 月に 整備完了し、 運用中	具体的な実績については「2.2.1.3 施設管理」に記載

※ 1：総合評価チームによる追加措置決定時点（2021年8月30日）の状況

第 4.2.2 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※1	備考
自主的安全性向上のための P R A活用の充実	定期検査中の燃料が装荷されている期間において、リスクの増減を1週間ごとに見える化したリスク情報を活用し、定期検査期間中における安全管理の充実を図る。 また、運転期間中においても、P R Aによって得られるリスク情報等を活用した意思決定（R I D M）を推進し、発電所の安全性を向上させていく。	施設管理	大飯3号 第1回届出 大飯4号 第1回届出	リスクの増減を1週間ごとに見える化したリスク情報の活用は第21回定期事業者検査から開始している。また、設備改造等の設備変更時に、P R A等のリスク評価の観点でも変更内容を確認する仕組みを構築し、リスク情報を用いて原子力発電所の安全性への影響について確認している。	具体的な実績については「2.2.1.3 施設管理」に記載
シビアアクシデント対応に係る要員の力量向上に向けた改善	現在、模擬操作をしている重大事故等対処設備（送水車、可搬式代替低圧注水ポンプ、大容量ポンプ）等の操作について、力量向上を図るため、実起動を撮影した教材を活用する。	非常時の措置	大飯3号 第1回届出 大飯4号 第1回届出	左記の改善策（S A設備の起動操作を動画撮影して教材として活用）については従来から実施済。	—

※1：今回評価期間外に実施されていたものを含む

第 4.2.2 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追加措置※1】

追加措置	追加措置概要	関連する 評価分野	実施時期	備考
使用済燃料ピットへの異物の落下防止措置	使用済燃料ピットクレーンの歩廊部背面の開口部に異物落下防止用のネットおよびシートを取り付けることにより、使用済燃料ピットへの異物の落下を防止する。	燃料管理	2020 年度実施	具体的な実績については「2.2.1.4 燃料管理」に記載
原子力災害発生時の体制変更	原子力緊急事態等発生時の対応に係る当番体制について、70 名から 100 名（4 基燃料装荷時）に変更	非常時の措置	2020 年度実施	具体的な実績については「2.2.1.7 非常時の措置」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