



安全性向上評価の継続的な改善に係る 今後の取組みについて

関西電力株式会社

2018年3月



【全体的な考え方】

1. 「「実用発電用原子炉の安全性向上評価届出に係る改善の考え方」（平成30年1月17日原子力規制委員会）に示された改善の方向性に沿って、事業者の安全性向上に向けた取組みを有意義かつ有効なものにするよう改善に取り組む。
また、原子力規制委員会に提示された事項以外に取り組む改善事項についても、本資料にて説明する。
2. 高浜3号機安全性向上評価届出書（平成30年1月10日届出）において、これまでに実施された「実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善に係る会合」において、提示されていた改善の方向性を踏まえて、改善を図った事項等については、その状況を本資料にて説明する。
なお、改善を図った事項は、現状にとどまることなく、届出書がより分かりやすく、より良いものになるよう記載内容を充実する等、引き続き改善に努め、次回評価及び後続のユニットの評価に活かす。
3. 上記1. 及び2. の通り、今後対応する事項については、今後の改善に向けた計画を本資料にて説明する。

課題1（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（1）No.1）

安全性向上評価届出書の記載について、結果だけでなく、調査及び評価の方法、プロセスも含めて記載することが必要。各分野の専門家も含めた安全性向上に向けた議論が可能となるよう専門家も含め、広く理解される程度の記載とする。

【課題の趣旨に対する考え方】

- 事業者の安全性向上に向けた取組みの状況を幅広い分野の専門家を含めた方々にご理解いただくためには、評価のプロセスを分かりやすく記載する必要がある。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

- 評価結果だけを示すのではなく、評価結果を導いた考え方を示す情報として、調査及び評価の方法、**評価のプロセスについて、より詳細に記載したことにより、一定の改善は図れていると評価**する。
（対応済みと評価する主な事項として、課題4、5、6、7）
- ただし、**一部項目については、記載の充実等の対応を図る必要がある**。（課題3、8、9、11）
- また、その他届出書全体としての記載充実については、可能な限り反映を行っているものの、改善の余地がある。
（具体的には、安全性向上に向けた議論の観点で評価範囲、項目の充実（例えば2.5外部組織の評価の対象にWANO等に限定せず安全性向上に繋がる外部からの評価結果を取り込んでいくことや、3.1.1内部事象及び外部事象の評価対象の拡大など）を図っていく。）

【更なる改善に向けた実施計画等】

- 記載の充実等が必要な事項と認識しているものについては、届出書の補正等にて対応予定。
- なお、今回、一部記載を充実させた事項についても、今後の届出書作成時において、より分かりやすい記載を目指し、引き続き改善に努めていく。（届出書の記載ぶりに係るレベルアップの観点からの外部評価として、電力間レビューの具体的な方法について検討中。）

課題2（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（1）No.2）

届出書1章の記載内容について、既存の許認可図書の記載を形式的に合本した記載ではなく、最新のプラントの設計及び運用、最新の知見を反映した安全評価を記載する。記載にあたっては、米国のUFSARやIAEA安全イド（DS449）等を参考にプラントの最新状態を1つの図書で把握できるようにする。

【課題の趣旨に対する考え方】

- 届出書第1章の役割として、安全性向上評価届出書の第2章～第4章における、調査及び評価を実施する対象範囲を明確化するとともに、現場設備や手順等の最新状況を示すものであるが、記載内容として国際標準なども参考としつつ、全体像を把握できる図書とすることが重要である。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

現状は、以下に示すとおりであり、**上記の趣旨を踏まえ、改善に取り組んでいく必要があると認識している。**

- 最新の許認可図書をもとに、技術基準への適合性が確認された範囲についてプラントの状況を取りまとめた。
- 許認可済みであるが、工事未完了の設備等について注記することにより、最新状況を明確化した。
- 国際標準を参考とした記載にすることは、これまでの会合の動向を踏まえ、今後の検討事項としている。

【更なる改善に向けた実施計画等】

- プラントの最新状態をまとめたものを安全性向上評価届出書1章の記載にとどめるのではなく、安全上必要な要求事項を明確化するための図書として、今後整備を図っていくこととし、現在検討中。
 - 最新のプラント設計、運用及び安全評価を記載する
 - 安全上必要な要求と現場の状況を整合させるための管理に用いる図書として、評価時点のプラント設計、運用、安全評価を記載。
 - 国際的な動向（米国UFSARやIAEA安全ガイド等）を参考にする
 - 国際的な動向を把握することは重要と理解し、1章の記載を検討する際に参考にする。
 - 1つの図書で把握できる
 - 管理に用いることも考えており、全体像が把握できる図書としてまとめる予定。

【整備の進め方】 以下に示すように段階的に整備を進める



課題3（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（1）No.3）

- ①確率論的リスク評価（PRA）の目的に照らして評価手法の妥当性を判断し、目的に沿ったPRA手法への見直しを行い、その内容を明らかにする。
- ②PRAの内容を分析し、その結果を明らかにする。

【①PRAの目的に照らした手法の見直し】

【課題の趣旨に対する考え方】

- 届出におけるPRAの目的は評価結果に基づくプラントの脆弱性の把握と安全性向上対策の立案であることから、より現実的な評価を実施することが望ましく、その目的に合った評価手法とする必要がある。また、この考え方は、今後のリスク情報の活用において用いるPRAについても同様である。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

- 上記の目的を踏まえ**、機器故障率や起因事象発生頻度等の入力データの最新化や海外専門家によるレビュー結果のPRAモデルへの反映（イベントツリーの細分化等）などを行うとともに、個別プラントの故障率データを用いた感度解析や人間信頼性解析（HRA）手法を変更した感度解析を行うなど、**より現実的な評価とするよう努めている**。ただし、**現行手法には課題があり、引き続きその解決に取り組んでいく必要があると認識している**。

【更なる改善に向けた実施計画等】

- リスク情報の活用・更なる安全性向上対策の検討に資することを目的として、PRA手法の見直し（高度化）について、鋭意、進めている。PWR/BWRパイロットプラントによる高度化の取り組み等を踏まえて、適宜、反映していく。
- 地震PRAについては、今後の課題、その課題解決に向けた計画を立案し、対応方針について検討を進めている。検討の方向性としては、フラジリティ評価やシステム評価において保守的に評価を行っている要素に関して、現実的な評価手法を目指し、来年度、課題の抽出・整理、それを踏まえた手法の方法論を検討・構築し、これを踏まえて研究を推進することで、手法の構築等に取り組んでいく。
- また、これらの取り組みは、電力大の課題として認識しており、電力大研究・原子力リスク研究センター（NRRC）の活用により、より効果的な取り組みとなるよう進めている。

課題3（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（1）No.3）

- ①確率論的リスク評価（PRA）の目的に照らして評価手法の妥当性を判断し、目的に沿ったPRA手法への見直しを行い、その内容を明らかにする。
- ②PRAの内容を分析し、その結果を明らかにする。

【②PRAの内容の分析】**【課題の趣旨に対する考え方】**

- 過去に公開したPRA結果との比較・分析を行うことは事業者としての説明責任の観点、また、現行PRA手法の妥当性確認の一助とする観点から、重要である。加えて、この比較・分析を行うことで、事業者としての技術力向上にも寄与するものと考えている。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

- 現状の届出書において記載なし。**

【更なる改善に向けた実施計画等】

- 過去に公開したPRA結果と今回のPRA結果とを比較し、内容の分析を進めている。具体的には、以下の公表済みの結果の比較を通じて、評価結果の変遷について整理・分析している。これらの分析について記載を拡充する。
（高浜3号機補正にて対応予定）
 - ①アクシデントマネジメント（AM）整備後PSA報告書（追加AM対策整備前）
 - ②アクシデントマネジメント（AM）整備後PSA報告書（追加AM対策整備後）
 - ③定期安全レビュー（PSR）報告書
 - ④新規規制基準適合性に係る設置変更許可申請書
 - ⑤安全性向上評価届出書（SA対策なしの状態）
 - ⑥安全性向上評価届出書（SA対策ありの状態）

課題4 (実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方 (2)No.1)

届出書2章国内外の最新知見の記載に関して、最新知見の反映について、結果だけではなくプロセス等の詳細も記載する。

【課題の趣旨に対する考え方】

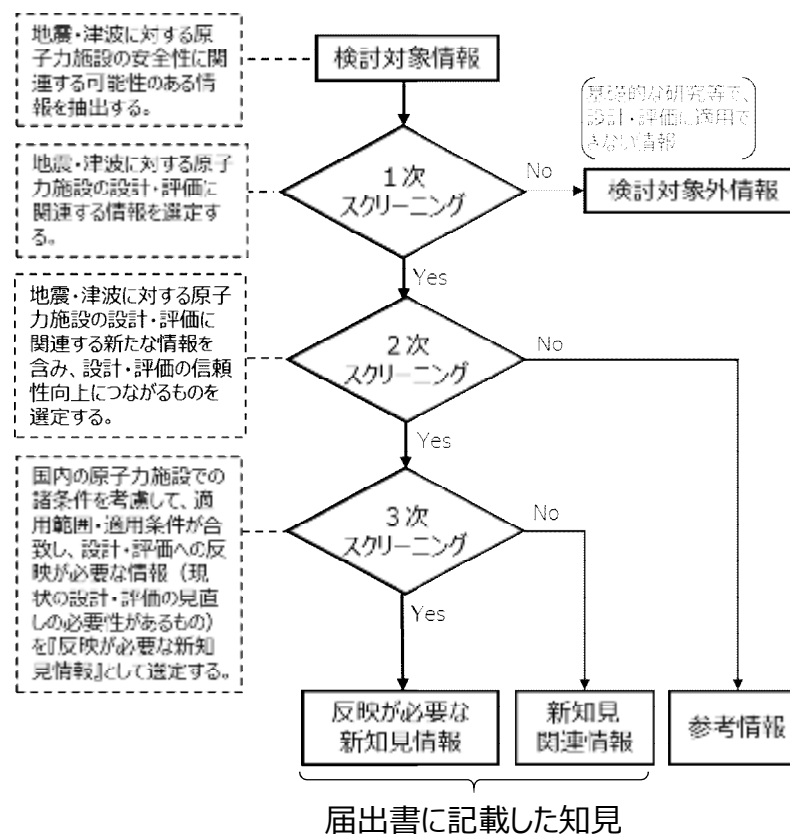
○反映すべき最新知見の抽出にあたり、その抽出プロセスが妥当であることを示す必要がある。

【高浜3号機 (第1回) 届出書における対応状況】

○結果に至るプロセスをより詳細に記載した。具体的には、知見の判断・検討を行うフローを届出書に記載する等、**結果に至るプロセスを明記したことにより、一定の改善は図れていると評価する。**

記載の充実例：

新知見のスクリーニング基準 [地震・津波] (届出書第2.2.2.6図抜粋)



課題5 (実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方 (2)No.2)

届出書2章追加措置(自主設置設備)について、自主的に設置した設備に関する記載は、実際の施設の状況を把握するために重要な要素であり、記載を充実する。

【課題の趣旨に対する考え方】

○発電所施設の全体像を把握するにあたり、基本的に許認可対象外である自主設置設備等については、この安全性向上評価制度を活用して、その種類や設備仕様等について示すことは重要である。

【高浜3号機(第1回)届出書における対応状況】

○自主的に設置した設備は、機能ごとに分類される対応手順に従って表形式で多様性拡張設備を整理しており、本表に紐付く形でその**仕様に関する記載を届出書に記載したことにより、一定の改善は図れていると評価する。**

多様性拡張設備整理表(例) (届出書第2.2.1.9.1.4表抜粋)

手順分類	機能喪失を想定する(途中略)設備	対応手段	対応手順	対応手順の概要	対応設備
原子炉冷却材圧力バウンダリが低圧の(途中略)冷却するために必要な手順	余熱除去ポンプ又は余熱除去冷却器	蒸気発生器2次側による炉心冷却(注水)	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)による蒸気発生器への注水	(略)	【重大事故等対処設備】(略) 【多様性拡張設備】 ・電動主給水ポンプ ・蒸気発生器水張りポンプ ・脱気器タンク ・蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動) ・発電機(蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ用)
			(略)	(略)	

多様性拡張設備仕様表(例) (届出書第2.2.1.9.2.4表抜粋)

機器名称	常設/可搬	耐震性	容量	揚程	台数
電動主給水ポンプ	常設	Cクラス	約3,300m ³ /h	約565m	1台
蒸気発生器水張りポンプ	常設	Cクラス	160m ³ /h	約810m	1台
脱気器タンク	常設	Cクラス	約500m ³	-	1基
蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)	可搬	-	30m ³ /h	約300m	2台
発電機(蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ用)	可搬	-	約125kVA	-	1組

課題6（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（2）No.3）

届出書に対して外部評価を受けることにより、取組みの内容や評価の客観性を高めることができるため、届出書全体について、外部評価を活用する。

【課題の趣旨に対する考え方】

- 届出書に対する外部評価に期待される役割は「①記載ぶりに関して、記載の深さ自体が適切であるか」、「②評価内容に関して、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」、についての客観的なチェックをいただくものと認識している。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

- 課題の趣旨に沿った外部評価として、評価結果、届出書について、**社外の有識者**（三島京大名誉教授、小泉阪大名誉教授）による外部評価を実施済。

外部評価における主なコメント（例）（届出書第4.1.2.1表抜粋）

分野	内容	コメントを踏まえた当社の対応
保安活動	○「改善に努めている」との記載にとどめるのではなく、プラントユニークで努力しているところをもっと重視してはどうか。	・改善活動として、発電所独自に取り組んでいる事項も届出書に記載する。 具体的には、原子力防災訓練の改善を図っている状況に関する記載の充実を図った。
確率論的 リスク評価 及び 安全裕度 評価	○対策の検討・実施に当たっては、P R Aの結果ありきではなく、現場（対策実施箇所）ときちんとコミュニケーションを取ることが重要。	・対策実施の検討に当たっては、「検討チーム」の場等を活用し、評価担当箇所と発電所の対策実施箇所間でコミュニケーションを図り、評価結果の共有及び相互理解を図った上で、一体となって対策の検討を行った。今後もこの活動を継続していく。
	○レベル1 P R Aは分かりやすく、解析結果を参考に重要度の高い対策から対応していくのは、合理的であり非常に良いアプローチと考える。	・リスクに係る重要度分類を定量的に行えることがP R Aの利点であり、この利点を用いて、発電所業務に評価ツールとしてP R Aの活用を図っていく。
全般	○届出書の記載として「活動ができています」と評価しているところは、根拠を分かりやすく説明すること。	・「活動ができています」と評価した根拠について記載を充実させた。

課題7（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（2）No.4）

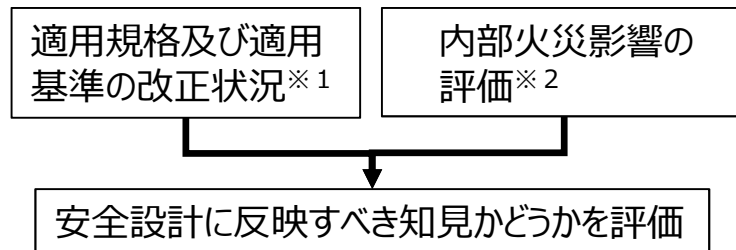
届出書2章内部事象及び外部事象に係る評価について、結果だけではなく、プロセス等の詳細も記載する。

【課題の趣旨に対する考え方】

- 発電所の安全設計の前提となっている内部事象及び外部事象の評価に関して、安全設計に影響するような情報の抽出等にあたり、その評価プロセスが妥当性なものであることを示す必要がある。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

- 内部事象及び外部事象の**評価のプロセスをより明確に記載したことにより、一定の改善は図れていると評価する。**

【内部事象の評価に係る届出書の構成（内部火災の例）】

- ※1 工事計画書の基本設計方針に示す規格・基準の改正内容に関して、安全設計（火災発生防止、感知・消火、影響軽減等）への影響を確認
- ※2 現場における設備改造または資機材の持込みによる火災評価条件への影響を確認

【外部事象の評価に係る届出書の構成】

評価のプロセスとして、外部事象（地盤、地震、津波、火山、竜巻）に係る評価根拠となる知見は、届出書「2.2.2 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見」を引用する構成とし、内部事象及び外部事象に係る評価との紐付けを明確にした。

課題8（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（2）No.5）

決定論的安全評価の既存安全評価コードの妥当性確認結果についてプロセス等の詳細を届出書へ記載。また、最新知見を取り入れた評価手法を積極的に採用することで、より多角的にプラントの挙動を評価することができるとともに、事業者としての技術力の向上も期待。

【課題の趣旨に対する考え方】

- 決定論的安全評価の既存安全評価コード（設置変更許可申請書添付書類十のDBAおよびSA評価で使用している安全解析コード）の妥当性確認について、そのプロセス等の詳細を届出書に記載することで、結果に至るプロセスを明確に示すことは重要である。
- 既存安全評価コードについて、海外等の不具合情報等がないことを確認し、コード改良、評価の見直しの要否の確認する必要がある。この確認によって、最新知見を踏まえて、既存安全評価コードが使用可能と判断できる。また、新コードについては、決定論的安全評価の目的に照らし、今後の措置等を踏まえて、調査、研究・開発に取り組むことが重要である。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

- 既存安全評価コードについて、海外等の不具合情報等がないことを確認し、見直しの必要がないことを確認しているものの、上記の考え方から評価プロセス等について、**結果に至るプロセスを更に明確に示す観点から、届出書の現状記載は改善の余地がある。**

【更なる改善に向けた実施計画等】

- 今後の記載の改善としては、結果に至るプロセスを更に明確に示す観点から、安全解析コードの更新・バグ等の最新知見について、評価見直し要否の判断に至ったプロセスの詳細を記載する。（高浜3号機補正にて対応予定）

＜プロセスの詳細項目（例）＞

- ・調査対象コード（MAAP、GOTHIC、MARVEL、SATAN-M等の安全解析コード）
- ・情報源（NRC公開情報、コード開発者情報等）
- ・評価見直し要否の判断根拠

課題9（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（2）No.6）
PRAの専門家が実施内容を理解できる程度の記載とする。

【課題の趣旨に対する考え方】

○事業者として実施したPRAに関する説明責任の観点から、記載の充実は重要である。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

○今回実施したPRAの評価内容が概ね把握できる記載内容としているが、PRAの専門家を念頭に、評価の詳細について説明の充実を図る必要がある。

【更なる改善に向けた実施計画等】

○今後、PRAの専門家が実施内容を理解できる程度の記載となるよう、評価に係る説明を拡充していく。
（高浜3号機補正にて対応予定）

○説明の充実を図る予定の主な項目は、下記のとおり。

・人間信頼性解析（HRA）についての感度解析に係る説明

（操作に係る診断過誤率評価手法や操作間の従属性評価手法についての説明（変更前後の手法の相違）を拡充する。）

・地震に対する建屋・機器フラジリティに係る説明

（機器フラジリティの評価プロセスについて説明を拡充する。）

・地震PRAの高度化等の今後の取り組みに係る説明 等

（今後の当社の対応方針を中心に説明を拡充する。）

課題10（実用発電用原子炉の安全性向上評価の継続的な改善の考え方（2）No.7）

届出書3章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について、IAEA安全ガイド（SSG-25）に基づく評価を行い、その考え方と結果を記載する。

【課題の趣旨に対する考え方】

- 中長期評価として、多様な視点から、それらの相互関係も考慮に入れた考察を通じて、安全性向上に資する追加措置を抽出し、継続的改善につなげていくことは重要である。

【高浜3号機（第1回）届出書における対応状況】

- その要因の一つとして、中長期的な評価に係る一部の安全因子について、新規規制基準導入に伴い状況が大きく変化していることから、現時点では中長期（運用ガイドでは10年毎）の評価の実施が難しい。
- このことから、安全因子が整い総合評価を行うことができる状況になるまでの間は、評価結果ではなく、中長期評価の実施に向けた課題認識とその解決に向けた計画を提示することとした。
- IAEA安全ガイド（SSG-25）に基づく評価に関して、具体的な評価はそれと同等の規格である日本原子力学会標準（AESJ-SC-S006:2015）に基づき評価を行うこととし、**今後、評価を実施予定。**

【改善に向けた実施計画等】

- 以下の事項を課題として認識し、課題解決に取り組んでいく。

（1）安全因子の傾向把握

管理方法等が大きく変化した安全因子も含めて、中長期的な傾向が把握できるまで間、実績の収集に努める。
（プラント毎に再稼動から10年経過までに）

（2）評価方法の習熟

中長期評価における総合評価の実施に向けて、今後の届出書作成作業を通じて、安全因子間の相関関係の分析や安全因子毎の評価等、総合評価に至る一部分の評価を取り出して試評価を行い、評価手法の習熟に努める。

課題1 1 (その他)
安全裕度評価 (ストレステスト) に関する改善事項

【高浜3号機 (第1回) 届出書における対応状況】

- ① 地震・津波に対するその他の自然現象の重畳について評価を実施。一方、地震・津波以外の単体評価は実施出来ていない。
- ② 地震・津波に対する随件事象の影響について評価を実施。ただし、地震随伴内部火災に関しては、地震による機器の損傷と火災発生の従属性等に係る知見が十分でないことから、工学的な判断による定性的な影響評価を実施。
- ③ 記載内容については、今回実施した評価内容が概ね把握できる記載内容としているが、過去に公表している安全裕度評価 (ストレステスト1次評価) 以降に実施した安全対策の効果が表現出来ていない。

【更なる改善に向けた実施計画等】

- ① 火山噴火や竜巻といった地震・津波以外の外部ハザードの影響を適切に評価できる手法について調査等を行うことにより、外部ハザードのリスクに対する評価手法の構築等に取り組んでいく。
- ② 随件事象に関して、地震随伴内部火災のリスクを適切に評価できる手法について調査等を行うことにより、当該のリスクに対する評価手法の構築等に取り組んでいく。
- ③ 過去に公表している安全裕度評価 (ストレステスト1次評価) と比較することで安全対策の効果を確認する。
(高浜3号機補正にて対応予定)