

3.2 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

3.2.3 第2回安全性向上評価において実施した試評価

3.2.3.1 概要

第1回安全性向上評価届出書の「3.2.2.1 現状分析」において、安全因子毎のレビュー項目について、現状の保安活動等で実施できている項目がある一方、将来を見据えた中長期的な視点で不十分な検討項目があることが分かった。このほかにも、「安全因子の傾向把握」や「評価手法の成熟」等に課題があり、進捗状況を見極めた上で、総合評価を実施する必要があることが分かった。このため、課題解決に向け、部分的な評価を他の安全因子に拡大するなど、適時試評価を行い、評価手法の習熟に努めていくこととした。

今回、習熟に向けた試評価として、IAEA安全ガイド「Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants」(No. SSG-25)と同等の規格である、日本原子力学会標準「原子力発電所の安全性向上のための定期的な評価に関する指針：2015」(AESJ-SC-S006:2015)（以下「PSR+指針」という。）に基づき、一部の安全因子に対して詳細なレビューを行い、レビュー結果に基づく総合評価を実施することで、将来のプラントの安全性確保又は更なる安全性向上を目的とした、妥当且つ実行可能な安全性向上措置を抽出する。なお、限られた安全因子間に係る相互作用の検討となり、他の安全因子への悪影響有無といった、安全性向上措置を十分に検討することができないことから、安全性向上措置に関する実行計画は策定せず、「将来のプラント運用の安全性の確認」まで実施する。

以下に、第2回安全性向上評価で実施した試評価の概要を示す。

(1) 試評価の調査対象期間

調査対象期間は、伊方3号機新規規制基準適合性審査許可日（2015年7月15日）から第15回定期事業者検査終了日（2022年1月24日）までとした。

(2) 対象とした安全因子

伊方発電所3号機を対象とした試評価においては、PSR+指針に基づく以下の14の安全因子のうち、「⑥ 確率論的リスク評価」，「⑦ ハザード解析」及び「⑫ ヒューマンファクター」の安全因子についてレビューを実施した。

《PSR+指針に基づく安全因子》

- ① プラント設計
- ② 安全上重要なSSC（構築物・系統・機器）の現状
- ③ 機器の性能保証
- ④ 経年劣化
- ⑤ 決定論的安全解析
- ⑥ 確率論的リスク評価
- ⑦ ハザード解析
- ⑧ 安全実績
- ⑨ 他のプラントでの経験及び研究結果の利用
- ⑩ 組織，マネジメントシステム，及び安全文化
- ⑪ 手順
- ⑫ ヒューマンファクター
- ⑬ 緊急時計画
- ⑭ 放射性物質が環境に与える影響

今回の試評価で「⑥ 確率論的リスク評価」，「⑦ ハザード解析」及び「⑫ ヒューマンファクター」を選定した理由は以下の

通りである。

⑥ 確率論的リスク評価

確率論的リスク評価（以下「PRA」という。）は、伊方プロジェクトにおいて、国内のパイロットプラントとして先進的な活動を行っており、当社の強みである。また、PRAは、安全性向上評価における追加措置の検討や、原子力規制検査の重要度評価（以下「SDP」という。）において使用されており、今後の原子力発電所における安全性向上において、重要な要素である。

⑦ ハザード解析

豪雨・高温などの昨今の異常気象や、伊方発電所の中央構造線に近い立地条件、2016年の阿蘇山噴火における伊方発電所内での降灰確認等から、当社における外部ハザードに対する優先度は高い。

⑫ ヒューマンファクター

過去の連続トラブル事象や通報連絡事象から、要員の力量や要員の必要数の確保について対策を行っており、これまでの取組みを踏まえ、本安全因子についてレビューすることで、ヒューマンファクターに係るトラブルの発生防止に期待できる。

(3) 評価プロセス

安全因子レビュー及び総合評価のプロセスについて、第3.2.3.1.1図に示す。各プロセスの概要は以下のとおり。

[安全因子レビュー]

a. 「レビューに必要な情報の調査」

プラントに関連する文書の収集などによりレビューに必要な

情報の調査を実施する。

b. 「調査結果の分析・評価」

試評価において選定した安全因子について、PSR+指針の安全因子のレビュー項目や方法に従い、評価時点の状態、及び必要な場合には過去の実績又は時間的な推移から分析・評価し、所見を抽出する。

c. 「好ましい所見・改善の余地が見込まれる所見への分類」

上記の「調査結果の分析・評価」における所見を以下の2種類に分類する。

・好ましい所見（強み）

現状の活動が、最新の国際的な規格基準等に基づき実施され、良好な実績を収めた経験、事例と同等以上のもの。長所であるが、自らさらなる改善の余地を期待するもの。

・改善の余地が見込まれる所見（弱み）

現状の活動が、最新の国際的な規格基準等に基づき実施され、良好な実績を収めた経験、事例と比較した場合に改善の余地が見込まれるもの。

d. 「改善の余地が見込まれる所見に関連するリスクの評価」

改善の余地が見込まれる所見に対しては、「工学的判断」による定性的な判断により関連するリスクを評価した。

e. 「安全性向上措置候補の考案」

・好ましい所見

よりプラントの安全性を向上させるという観点に立ち、安全性向上措置候補を考案する。

・改善の余地が見込まれる所見

現状のプラクティスをグッドプラクティスまで引き上げるための安全性向上措置候補を考案する。

[総合評価]

a. 「妥当且つ実行可能な安全性向上措置の抽出」

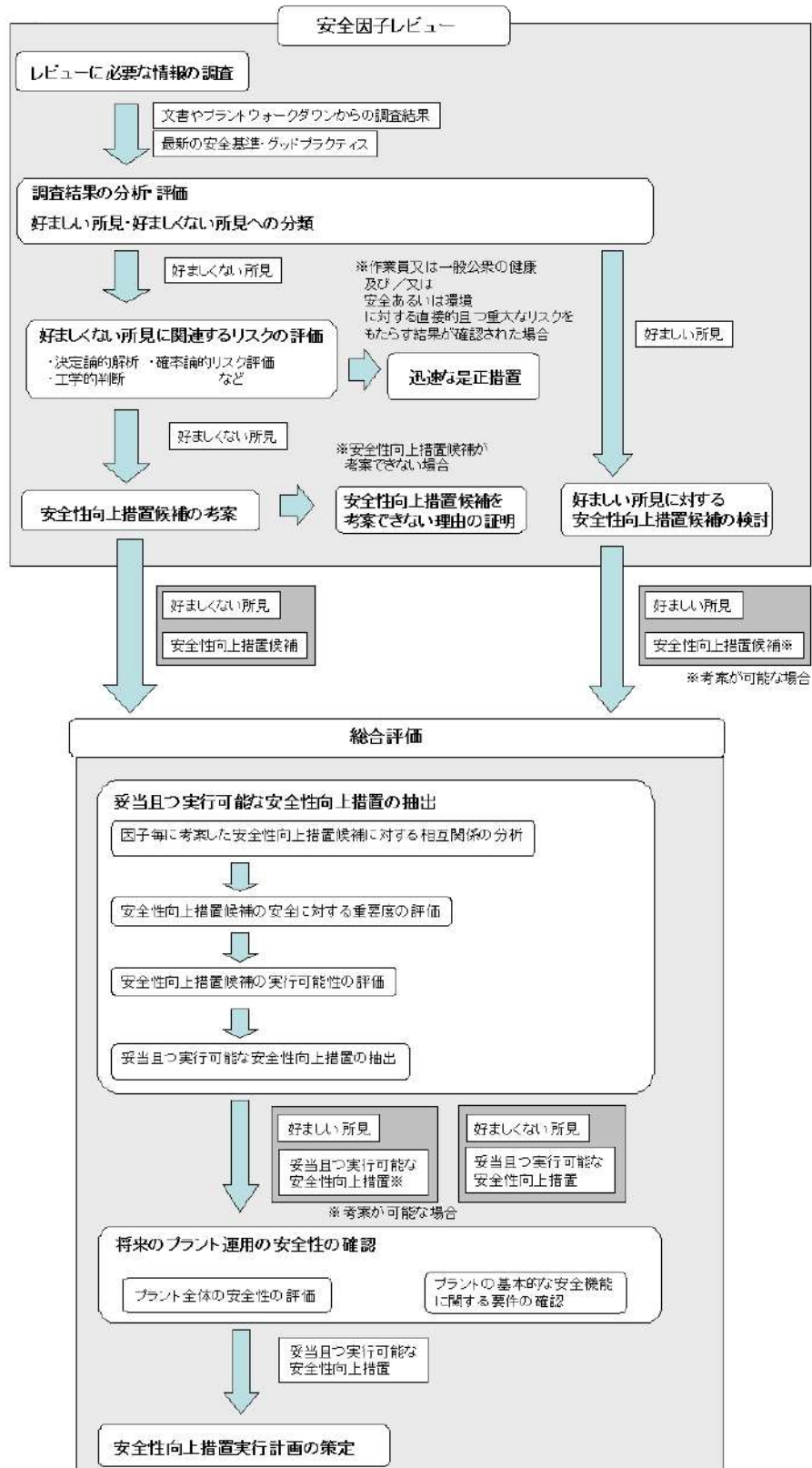
安全因子レビューにて抽出した、安全因子における改善の余地が見込まれる所見、考案した安全性向上措置候補と別の安全因子におけるそれらとの組み合わせが、プラントの安全性向上に寄与するかどうかを分析した上で、各安全因子のレビューにおいて考案された安全因子毎の安全性向上措置候補から、妥当且つ実行可能な安全性向上措置を抽出する。

b. 「将来のプラント運用の安全性の確認」

抽出された妥当且つ実行可能な安全性向上措置の中に、リスクを増加させる安全性向上措置がある場合、安全性向上措置の妥当性及び実行可能性を再度確認する。

(4) 実施体制

実施体制については、各プロセスにおける役割において、担当部署に割り当てて実施する。



第 3.2.3.1.1 図 中長期的な評価のプロセス

3.2.3.2 安全因子レビューの結果

安全因子レビューでは、「3.2.3.1(3) 評価プロセス」に示した安全因子レビューのプロセスに従い、現状のプラントの安全に関する状態を踏まえ、中長期的な視点に立脚して、先見的な評価を行い、詳細かつ総合的にプラントの安全性について評価を実施した。

3.2.3.2.1 確率論的リスク評価

(1) レビューの目的と内容

本安全因子をレビューする目的は、安全性向上のために、P R Aの評価モデル、範囲、手法（入力データや解析前提条件も含む）において、改善点を見出すことである。

そのために、プラント設計及び運転条件が、現行のP R Aモデルや結果と整合するものであることを確認するとともに、総合評価の一環として提案された複数の安全性向上措置に関する評価や比較を行なうために使用するP R Aとして適切であるかを確認した。

具体的には、以下の事項を確認した。

- ・現行P R Aの評価モデルの有効性
- ・現行P R Aの範囲、手法（入力データや解析前提条件も含む）の適切性
- ・現行P R Aの結果の妥当性

(2) レビューに用いた項目と方法

安全因子レビューについては、P S R + 指針に示された事項を参照し、以下の項目を対象とした。なお、レビューの方法は、「3.2.3(3) 評価プロセス」に示した安全因子レビューのプロセ

スに従い実施した。

[レビュー項目]

- (a) P R Aモデルに使用されている評価手法が最新のものであることを確認する。
- (b) P R Aモデルに使用されているコンピュータ・コードが最新のものであること、そうでない場合は使用することの妥当性を確認する。
- (c) 日本原子力学会のP R Aの実施基準要件を満足したモデル化であることを確認する。
- (d) P R Aモデル説明書で出力時、停止時の運転モードに応じた起因事象が選定されていること及び学会標準として整備されている内の事象並びに外的事象のハザードに対してP R Aが実施されていることを確認する。対象としていないハザードについては、その根拠が示されていること及びそれによりプラントの全体的なリスクを過少評価としないことを確認する。
- (e) 全ての運転モードと起因事象、及び全てのハザードが含まれていない場合、将来の改善計画が策定されていることを確認する。
- (f) P R Aが適切な頻度で更新されていることを確認する。その際、起因事象や機器故障率等のパラメータが最近の運転経験を反映していることを確認する。
- (g) 現行のP R Aの結果で、リスクが十分に低いことを確認する。また、リスクの高いところに対策を合理的に実施されていること、または、実施計画が検討されていることを確認する。
- (h) 手順書で整備されているアクシデントマネジメントが適切に

反映されているPRAの評価モデル及び結果になっていることを確認する。

(3) 安全因子レビューの結果

3.2.3.2.1(2)に示す項目と方法を用いて、プラント設計及び運転条件が、現行のPRAモデル及び結果と整合していることを確認するとともに、総合評価の一環として提案された複数の安全性向上措置の評価及び比較を行なうために使用するPRAとして適切であることを確認した。

本安全因子レビューの結果として、第3.2.3.2.1.1表に示す安全因子6に対する好ましい所見、第3.2.3.2.1.2表に示す安全因子6に対する改善の余地が見込まれる所見の双方を抽出した。

第3.2.3.2.1.1表 安全因子6に対する好ましい所見

No.	好ましい所見	レビュー項目
1	国際的に実践されている水準に比肩するPRA（Good PRA）の構築に向け、内部事象出力運転時レベル1 PRAモデルを対象に国際的な規格基準を参照した海外有識者によるレビューを実施している。	(c)
2	プラント固有の起因事象を選定するため、当該プラントの設計情報を用いた故障モード影響解析（FMEA：Failure Mode and Effect Analysis）を実施している。	(d)

第3.2.3.2.1.2表 安全因子6に対する改善の余地が見込まれる所見

No.	改善の余地が見込まれる所見	レビュー項目
1	火災、溢水等に対して、PRAが実施できていない。	(d), (e)

3.2.3.2.2 ハザード解析

(1) レビューの目的と内容

本安全因子をレビューする目的は、安全性向上のために、ハザードの発生頻度又は影響の評価、あるいはハザードに対する防止又は緩和の措置において、改善点を見出すことである。

そのために、以下の事項を確認した。

- ・当該プラントの特性から適切なハザードが選定されているか。
- ・ハザードの評価方法と安全基準が有効か。
- ・ハザードの防止・緩和の取り組みの運用組織の行動は妥当か。
- ・プラントの改造などを考慮した評価をしているか。
- ・発生したハザードの経験を活かしているか。

(2) レビューに用いた項目と方法

安全因子レビューについては、PSR+指針に示された事項を参照し、以下の項目を対象とした。なお、レビューの方法は、「3.2.3.1(3) 評価プロセス」に示した安全因子レビューのプロセスに従い実施した。

[レビュー項目]

- (a) 当該プラントにおいて確認すべき新たなハザードが発生していないこと。
- (b) 選定されたハザードの妥当性及び省略されたハザードの省略の正当性を明確にすること。
- (c) 使用されている評価手法と安全基準並びに知見が最新かつ有効であること。最新かつ有効でない場合、最新に見直す、あるいは使用することの妥当性を明確にすること。
- (d) 現在のプラントの状態、ならびに予想されている経年劣化を

考慮した上で、ハザードに耐えられるプラントであること。

(e)プラント設備上の対応及びその妥当性のための解析等の確認を行う仕組みになっていること。

(f)ハザードを防止あるいは緩和するための取り組みを運用組織が実行していること。

(g)レビューにおいては、プラントの状態の変化（改造等）を適切に反映し、安全上重要なSSCの状態（現在の状態、ならびに次回のレビュー実施時点での状態）を考慮していることを確認する。また、国内外の原子力発電所やその他の施設でのハザードの経験、運転慣行を考慮していることを確認する。

(h)原子力発電所やその他施設で発生した事象から得られた知見を確認し、発生した事象（例えば、外部ハザードとして洪水、地震、竜巻など）への対応から得られた経験を活かして、既存の手順へ反映していることを確認する。

(i)ハザードの防止あるいは緩和するために取るべき手順が妥当であることを確認する。手順の検証、訓練を含むこと。なお妥当性は、決定論的安全解析あるいは確率論的リスク評価による評価も可能である。

(3) 安全因子レビューの結果

3.2.3.2.2(2)に示す項目と方法を用いて、プラント特性から適切なハザードが選定されていること、ハザードの発生頻度、影響評価及びハザードに対する防止緩和措置が適切であることを確認した。また、国内外の原子力発電所やその他の施設での運転経験等の知見についても情報を収集・反映する仕組み等が整備されていることを確認した。

本安全因子レビューの結果として、安全因子7に対する好ましい所見、改善の余地が見込まれる所見に該当する所見は抽出されなかった。

3.2.3.2.3 ヒューマンファクター

(1) レビューの目的と内容

本安全因子をレビューする目的は、プラントの安全性を支えている運用組織のヒューマンファクターの各要因（力量、組織、設備など）に関する改善点を見出すことである。

そのために、運用組織のヒューマンファクターの各要因（力量、組織、設備など）を国際的および国内的に認められているグッドプラクティスに対応しているかどうかを確認し、改善の余地が見込まれる所見に対するリスク評価の結果からプラントのリスクを許容可能なレベルにまで低減させていることを確認する。ヒューマンファクターの調査は、プラントで用いられている手順又はプロセスを対象とする。

(2) レビューに用いた項目と方法

安全因子レビューについては、PSR+指針に示された事項を参照し、以下の項目に対してレビューを行った。なお、レビューの方法は、「3.2.3.1(3) 評価プロセス」に示した安全因子レビューのプロセスに従い実施した。

[レビュー項目]

- (a) 運転のために十分な力量を有した運転員が確保されていることを確認する。
- (b) 原子炉施設保安規定、運転要領、マニュアルなどに交替勤務

時間、勤務時間数が定められていることを確認する。

- (c) 常に監視、操作の力量を備えた運転員を確保することが原子炉施設保安規定、マニュアルで規定されていることを確認する。
また、緊急事態を想定した要員が発電所に常に滞在していることを確認する。
- (d) 訓練、再訓練、更新訓練（シミュレーターを使用する訓練を含む）を実施するための十分な施設とマニュアルが定められていることを確認する。
- (e) 安全解析の前提条件が有効であることを確認するため、運転員の活動に関して、安全解析（PRA、決定論的安全解析、ハザード解析など）に使用する条件に新知見がないことを確認する。また、安全運転に必要な運転員の活動が継続的に評価されていることを確認する。
- (f) 適切な保守（誤作業防止等）のために、保守に係る要員・組織の力量が評価されていることを確認する。
- (g) 運転・保守・技術・管理に係る要員（所員、作業員）に対して適切な力量要件が定められていることを確認する。
- (h) 要員（所員、作業員）の選定方法（例えば、適性、知識、技能の試験）とその配置（例えば、力量に適した人事・配置）が組織的であることを確認する。
- (i) 各組織において、人事異動後、職場に大きな問題がないことを確認する。
- (j) 作業時間、作業内容、作業方法に係るガイドラインが存在していることを確認する。
- (k) マニュアル、作業心得などにおいて、健康状態のガイドライ

ンが定められていること（作業安全、放射線管理に関する記載）があることを確認する。

- (l) 要員（所員，作業員）の力量を維持するための教育管理マニュアルに、各レベルに応じた力量の目標が定められており、教育訓練計画が適切に策定されていることを確認する。
- (m) 表示，標識などは，視認性が良く，運転員・作業員が見て理解しやすい状態となっていることを確認する。
- (n) 国際的および国内的に認められているグッドプラクティスに基づき、要員の力量の継続管理を保持する方針が定められているか確認する。
- (o) 中央制御室及び安全に係るその他のワークステーションの設計においてマン・マシン・インターフェイスが考慮されたものとなっていることを確認する。
- (p) シミュレータ訓練や内規を用いた教育訓練（事故想定訓練等）の結果などに基づき、手順書の明瞭性を確認する。安全実績，訓練結果，ヒューマンファクターなどで使用者にとって明瞭でかつ充分理解しやすい手順書になっていることを確認する。
- (q) 国際的および国内的に認められているグッドプラクティス（WANO・JANSIの勧告、知見など）を考慮する。
- (r) 人間工学，社会学，心理学などの，組織内外の有識者の支援を受けながら実施していることを確認する。

(3) 安全因子レビューの結果

3.2.3.2.3(2)に示す項目と方法を用いて、運用組織のヒューマンファクターの各要因（力量，組織，設備など）を調査し，それらの各要因が国際的及び国内的に認められているグッドプラクテ

イスに対応しているかどうかを確認した。また、発生事象に対する原因究明や再発防止策が立案・実行され、改善が図られていること等を確認した。

本安全因子レビューの結果として安全因子 12 に対する好ましい所見、改善の余地が見込まれる所見に該当する所見は抽出されなかった。

3.2.3.3 試評価における総合評価の評価結果

総合評価では、3.2.3.1(3)に示した総合評価のプロセスに従い、個々の安全因子レビューの結果(個々の安全因子における好ましい所見及び改善の余地が見込まれる所見)に基づき、安全因子間の相互関係を分析し、妥当且つ実行可能な安全性向上措置を検討した。

(1) 中長期的な評価の成果

各安全因子のレビューにより抽出された改善の余地が見込まれる所見から立案した安全性向上措置候補について、第 3.2.3.3.1 表に示す。

確率論的リスク評価について、好ましい所見 2 件中 1 件について、安全性を更に向上させる観点から安全性向上措置候補として整理した。また、改善の余地が見込まれる所見 1 件について安全性向上措置候補として整理した。

第3.2.3.3.1表 中長期的な評価の成果（安全性向上措置候補）

安全因子	安全性向上措置候補
確率論的リスク評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国際的に実践されている水準に比肩するPRA（Good PRA）の構築に向け、国際的な規格基準を参照した海外有識者によるレビューコメントに基づきPRA高度化を推進する。 ・ 火災、溢水等に対して、PRAを検討する。
ハザード解析	なし
ヒューマンファクター	なし

(2) 好ましい所見と改善の余地が見込まれる所見を組み合わせた影響の全体的な分析結果

第3.2.3.2.1.1表に示す安全因子レビューで得られた好ましい所見は、他の安全因子における改善の余地が見込まれる所見に対して相関性がないことから、好ましい所見によって改善の余地が見込まれる所見が改善されることはないと判断した。

(3) 安全因子間の関係性及び改善の余地が見込まれる所見間の関係性の分析結果

第3.2.3.2.1.2表に示す安全因子の改善の余地が見込まれる所見及び第3.2.3.3.1表に示す安全性向上措置候補間の関係性について分析した。

① 第3.2.3.2.1.2表に示す安全因子レビューで得られた改善の余地が見込まれる所見は、独立した内容であり、かつ他の安全因子から改善の余地が見込まれる所見が見出されないことから、複数の所見が組み合わせられることによって、パフォ

ーパフォーマンス低下に繋がる可能性はないと判断した。

② 第 3.2.3.3.1 表に示す安全因子レビューにて考案した安全性向上措置候補を実施することにより、潜在的なリスクを明瞭化し、プラントの安全性向上につなげられることから、他の安全因子に影響を及ぼした新たな改善の余地が見込まれる所見を生み出す可能性はないと判断した。

(4) 安全性向上措置の決定

第 3.2.3.3.1 表に示す安全性向上措置候補につき、3.2.3.3(2) 及び 3.2.3.3(3)①並びに②にて実施した好ましい所見、改善の余地が見込まれる所見、考案した安全性向上措置候補の関係性について分析した結果、安全性向上措置候補について妥当性及び実行性の確認が必要であると判断した。

第 3.2.3.3.1 表に示す安全因子 6 確率論的リスク評価にて抽出された安全性向上措置候補について、「国際的に実践されている水準に比肩する P R A (G o o d P R A) の構築に向け、国際的な規格基準を参照した海外有識者によるレビューコメントに基づき P R A 高度化を推進する。」に関しては、以下の相互作用の観点を踏まえ、

- ・ある安全因子における好ましい所見が他の安全因子における改善の余地が見込まれる所見を補うような組合せはないこと。
- ・安全因子の軽微な改善の余地が見込まれる所見が重畳することでプラントのパフォーマンス低下を生じるような組合せはないこと。
- ・考案した安全因子毎の安全性向上措置候補が、他の安全因子において新たな改善の余地が見込まれる所見を生じる組合せ

はないこと。

を確認したことから、妥当且つ実行可能な安全性向上措置であると判断した。

一方で、「火災、溢水等に対して、PRAを検討する。」については、現状研究段階等であるため、現段階では妥当且つ実行可能な安全向上措置でないと判断した。その結果、第3.2.3.3.2表に示すとおり妥当且つ実行可能な安全性向上措置は1件抽出された。

第3.2.3.3.2表 妥当且つ実行可能な安全性向上措置

安全因子	妥当且つ実行可能な安全性向上措置
確率論的リスク評価	・国際的に実践されている水準に比肩するPRA（Good PRA）の構築に向け、国際的な規格基準を参照した海外有識者によるレビューコメントに基づきPRA高度化を推進する。
ハザード解析	なし
ヒューマンファクター	なし

(5) 将来のプラントの安全性の確認

安全因子6 確率論的リスク評価において、好ましい所見が抽出されており、高い水準が示されていることがわかる。国際的に実践されている水準に比肩するPRA（Good PRA）の構築に向けた取組みについては、発電所の安全性向上につながることから、継続して実施していくことが重要と考える。

また、妥当且つ実行可能な安全性向上措置が安全因子6の確率論的リスク評価から抽出されたが、リスク情報を幅広く活用

する取り組みに向け、立案した安全性向上措置を実施することで、発電所の自律的な安全性向上につながると評価する。

(6) 安全性向上措置実行計画

3.2.3.3 (4)及び第3.2.3.3.2表に示すように、「妥当且つ実行可能な安全性向上措置」は抽出された。しかしながら、本試評価が安全因子3つに対しての評価であることから、限られた安全因子間での相互作用の検討であること、他の安全因子への悪影響有無といった、安全性向上措置の十分な検討が行えていないことから、安全性向上措置の実行計画の策定は実施しない。

3.2.3.4 試評価により得られた所見と考察

今回の試評価の評価期間は、2015年7月15日から2022年1月24日までのおよそ6.5年を対象としたが、3つの安全因子レビューのうち、安全因子6 確率論的リスク評価から好ましい所見と改善の余地が見込まれる所見が抽出され、安全因子7 ハザード解析、安全因子12 ヒューマンファクターについては好ましい所見と改善の余地が見込まれる所見が抽出されない結果となった。

抽出されなかった要因としては、国内外の原子力発電所やその他の施設での運転経験等の知見についても情報を収集・反映する仕組み等が整備されていること、発生事象に対する原因究明や再発防止策が立案・実行され、改善が図られていること等が挙げられる。

3.2.3.3(4)のとおり総合評価において、妥当且つ実行可能な安全性向上措置が1件抽出される結果となった。

本試評価では、14ある安全因子のうち3つの安全因子のみを対象とし評価を行った結果上述の評価となった。よりプラントの安全

性を向上させるという観点から、妥当且つ実行可能な安全性向上措置として1件抽出された。

今後実施する本評価では、安全因子間で相関性を持つ所見の安全性向上措置が抽出されることも考え、安全因子間での相互関係、他の安全因子への悪影響の有無及び安全性向上措置等の検討を行うことが想定され、安全因子間の相関について考察を進めておくことが望ましいと考えられる。

「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」を実施するにあたり、PSR+指針に沿った総合評価を行うには、「安全因子の傾向把握」、「安全因子の相関関係」及び「評価手法の成熟」等が重要であると考えており、評価実施に向けて課題解決に取り組み、適時試評価を行い、継続的に評価手法の習熟に努める。