

実用発電用原子炉の安全性向上評価届出に
係る改善事項に対する取組み状況について
(川内1号機第6回 安全性向上評価届出時点)

2023年11月29日

九州電力株式会社

● 安全性向上評価に係る改善事項に対する取組み方針

- 「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日原子力規制庁）に示された、実用発電用原子炉の安全性向上評価届出に係る改善事項（以下「改善事項」という）に対し、対応方針等を明確にするため、当社における今後の改善計画（以下「改善計画」という）を策定した。
- 本資料では、川内1号機第6回安全性向上評価届出書（2023年11月20日提出）における、改善計画に対する対応状況について記載した。
- 改善事項又は改善計画に限らず、今後も継続して安全性向上評価で実施する調査、分析、解析等に対し、各分野における専門家が、これらの内容を判断できる程度の記載となるよう改善に取り組む。

改善が必要な主な事項	対応状況	詳細頁
(1)-No.1 届出書の記載の深さについて、各分野の専門家も含め、広く理解される程度の記載とする。	継続的に改善	3
(1)-No.2 最新の状態 (as is) の記載について、米国のUFSARやIAEA安全ガイド (GS-G-4.1の改訂版 (DS499))等を参考にプラントの最新状態を一つの図書で把握できるように記載する。	継続的に改善	4
(1)-No.3 確率論的リスク評価 (PRA) について、 ○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。 ○PRAの内容を分析し、その結果を明らかにする。	対応中	5
改善が必要なその他の事項	対応状況	詳細頁
(2)-No.1 (第2章) 国内外の最新知見について、結果だけでなく、プロセス等の詳細も記載する。	継続的に改善	6
(2)-No.2 (第2章) 追加措置 (自主設置設備) の記載について、自主的に設置した設備の記載を充実する。	継続的に改善	6
(2)-No.3 (第2章) 届出書全体について、外部評価を活用する。	継続的に改善	7
(2)-No.4 (第3章) 内部事象及び外部事象に係る評価について、結果だけでなく、プロセス等の評価も記載する	継続的に改善	8
(2)-No.5 (第3章) 決定論的安全評価について、結論だけでなく、プロセス等の詳細も記載する。	継続的に改善	8
(2)-No.6 (第3章) 確率論的リスク評価 (PRA) について、PRAの専門家が実施内容を理解できる程度の記載とする。	継続的に改善	9
(2)-No.7 (第3章) 中長期的な評価について、SSG-25に基づく評価を行い、その考え方と結果を記載する。	継続的に改善	9
自主的な改善事項	対応状況	詳細頁
(3)-No.1 (第3章) 安全裕度評価に関する改善	対応中	10
(3)-No.2 (第4章) 総合的な評価に関する改善	継続的に改善	10

…川内1号第6回届出書にて改善した項目

改善事項	【改善が必要な主な事項 (1)-No.1】(全般) 届出書の記載の深さについて、各分野の専門家も含め、広く理解される程度の記載とする。
改善計画	安全性向上評価で実施する調査、分析、解析等の各分野における専門家が、これらの内容を判断できる程度の記載となるよう改善に取り組む。

【川内1号機第6届出書における対応状況】

- これまでに提出した届出書にて反映した以下の改善内容について、同様に反映した。

	これまでに改善を行った項目	概 要
第2章	2.2.1 保安活動の実施状況	・ 自主的に設置した設備の仕様、運用方針及び教育・訓練に関する記載の充実
	2.2.2 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見	・ 収集対象とした情報源及びスクリーニング基準に関する記載の充実 ・ 収集した情報、知見に関する記載の充実
	2.5 外部評価の結果	・ 電力各社によるレビューを行い、その結果を反映したことについて追記
第3章	3.1.1 内部事象及び外部事象に係る評価	・ 評価対象とした全事象を記載 ・ 評価に用いた情報・知見に関する記載の充実
	3.1.2 決定論的安全評価	・ 評価で使用している解析コードの更新・不具合情報及び最新知見による評価への影響について追記
	3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価 (PRA)	・ モデル化の範囲、起回事象、モデル化手法、使用するデータに関する記載の充実 ・ 今回の評価と過去に公表している評価との比較を追記
	3.1.4 安全裕度評価	・ モデル化の範囲、起回事象、モデル化手法、使用するデータに関する記載の充実 ・ 今回の評価と過去に公表している評価との比較を追記
	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	・ IAEA特定安全ガイドSSG-25に基づく評価を行うまでの計画について追記
第4章	4.2 安全性向上計画	・ RIDMの導入に向けたPRAの基盤整備について追記

改善事項	<p>【改善が必要な主な事項 (1)-No.2】 (第1章) 最新の状態(as is)の記載について、米国のUFSARやIAEA安全ガイド (GS-G-4.1の改訂版(DS449)) 等を参考にプラントの最新状態を一つの図書で把握できるように記載する。</p>
改善計画	<ul style="list-style-type: none"> 現場のas is管理に即した記載とするため、設置許可、設工認、系統図・配置図及び設計基準図書 (DBD) 並びに保安規定を主体とした構成とする。 SSCに関する記載は、設置許可本文五号を基本とし、設計要件を一元管理しているDBDについても届出書本文に記載することで充実を図る。 設置許可本文五号やDBDを補足説明する資料として要目表 (設工認) 及び系統図・配置図を参考資料に添付する構成とする。

【川内1号機第6届出書における対応状況】

- 第5届出書から上記改善計画の記載方針に基づき、評価時点 (2023.5.19) における最新のプラント状態を記載している。
- 当社のas is管理と整合させるため、保安規定を添付資料から参考資料とし、「保安のための管理体制及び管理事項」にかかる記載を充実化した。

川内1号機第6届出書 第1章構成		情報源
1.1	発電用原子炉施設概要	-
1.2	敷地特性	設置許可添六
1.3	構築物、系統、機器	設置許可本文五号、DBD
1.4	保安のための管理体制及び管理事項	保安規定
1.5	法令への適合性の確認のための安全性評価結果	設置許可本文九号、十号

【添付資料】：基本設計方針

【参考資料】：保安規定、要目表、1章に係る非公開情報 (商業機密、防護上の機密情報)、系統図、配置図、構造図

改善事項	【改善が必要な主な事項 (1)-No.3】 (第3章) 確率論的リスク評価 (PRA) について、 ○ 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。 ○ PRAの内容を分析し、その結果を明らかにする。
改善計画	1) モデルの高度化や設計情報の更新等を反映することで、プラントの現状に即したPRAモデルを構築する。 2) 電力共通の課題については、産業界全体の取組みとして共同で研究を進める体制を電事連/NRRCを含め構築しており、更なるPRAモデルの高度化を進めていく。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

- 内部事象出力運転時PRAは、PWR/BWRによる高度化の取り組み等を踏まえ、原子力規制検査運用開始に向けた高度化を実施し、現在は原子力規制庁殿によるPRAモデルの適切性確認を進めて頂いており、レベル1 PRAモデルについては、原子力規制検査で使用する上で支障となるような大きな課題がないことを確認いただいた。
さらに、川内1号機第5回安全性向上評価届出にて、原子力規制検査用PRAモデルに対して、設計・運用情報の更新や最新知見等を反映することでモデルの高度化を実施している。
- 内部事象停止時PRA及び外部事象（地震、津波）PRAについては、川内1号機第5回で更新した内部事象出力運転時PRAモデルをベースに最新知見や評価手法等を反映することでモデルの高度化を実施している。
- 地震出力運転時PRAについては、現実的な評価を目指し、これまでに現状のフラジリティ評価やシステム評価の課題を抽出・整理しており、解決に向けて取り組んでいる。また、既に明確な課題とされていた課題のうち、継続中となっていた炉心損傷に直結する機器・建屋等の損傷時のシナリオ精緻化の検討についても、PRA結果への影響度の大きさ等から優先度をつけて対応しているところである。
- より現実的なハザードを設定するため、確率論的地震ハザードの再評価を実施した。
- 高度化の取り組みは引き続き電力大の課題として、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。

改善事項	【改善が必要なその他の事項 (2)-No.1】 (第2章) 国内外の最新知見について、結果だけでなく、プロセス等の詳細も記載する。
改善計画	知見反映要否に係る判断プロセスの記載の充実に取り組む。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

- これまでに提出した届出書にて反映した以下の改善内容について、同様に反映した。
 - ・新知見のスクリーニング基準を調査対象毎に細分化し、反映要否の判断プロセスの明確化
 - ・「他社の安全性向上評価にて抽出された追加措置」及びATENA発出文書を収集対象に追加

改善事項	【改善が必要なその他の事項 (2)-No.2】 (第2章) 追加措置（自主設置設備）の記載について、自主的に設置した設備の記載を充実する。
改善計画	多様性拡張設備及び自主的に設置した設備の、仕様及び運用方針並びに教育・訓練について記載する。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

- 評価期間中において、追加された自主設置設備はなかったことから、当該記載箇所については、前回届出書と同様の内容を記載している。

改善事項	【改善が必要なその他の事項 (2)-No.3】 (第2章) 届出書全体について、外部評価を活用する。
改善計画	<ul style="list-style-type: none">○ 外部有識者の客観的かつ第三者的な視点により、専門的・技術的観点から議論を深めるとともに、その視点を更なる安全性向上に活かすことを目的に、安全性向上評価の骨子に関する大所高所からの外部評価について、今後も実施する。○ 評価、調査・分析・解析等が広く理解されるものとなるよう、記載が適切であるかの観点での届出書全体についての外部評価は、電力間レビューにより実施していく。

【川内1号機第6届出書における対応状況】

- 外部評価として、下記項目を実施し、その結果を反映した。

- ・ 電力間レビュー
- ・ 原子力に係る安全性・信頼性向上委員会※1

※1 外部有識者※2により原子力の安全性向上の取組み状況（PRA 等による原子力発電のリスクの分析・評価など）をモニタリングし、より専門的・技術的観点から議論を深めるとともに、その視点を、更なる安全性向上に活かすことを目的とした外部評価。

※2 川内1号機第6届出においては、以下の方（敬称略）に評価して頂いた。

野口 和彦（横浜国立大学 リスク共生社会創造センター 客員教授）

出光 一哉（東北大学 金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター 特任教授）

高田 孝（東京大学大学院 工学系研究科 原子力国際専攻 教授）

天日 美薫（博士（理学）一般社団法人九州環境管理協会 技術部 企画管理課長）

藤本 望（九州大学大学院 工学研究院 教授）

松田 尚樹（長崎大学 名誉教授）

改善事項	【改善が必要なその他の事項 (2)-No.4】 (第3章) 内部事象及び外部事象に係る評価について、結果だけでなく、プロセス等の詳細も記載する。
改善計画	1) 特定重大事故等対処施設 (以下、「特重施設」という) の設置後の届出時に実施するPRA に併せて、最新の解析手法を採用したハザード解析を実施する。この場合、その手法の妥当性について併せて記載する。 2) 設置変更許可で対象外とした内部事象及び外部事象も含めた評価を、SSG-25 に基づく評価時に実施する。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

- 評価結果が変わるような大規模な工事等がなかったため、川内1号機第4回届出書の記載内容の大きな変更はないことから、改訂はしていない。

改善事項	【改善が必要なその他の事項 (2)-No.5】 (第3章) 決定論的安全評価について、結論だけでなく、プロセス等の詳細も記載する。
改善計画	不確かさを考慮した最適評価 (BEPU) 手法を含めた最新の評価手法の調査を継続し、決定論的安全評価への適用を検討していく。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

- 評価結果が変わるような大規模な工事等がなかったため、川内1号機第5回届出書の記載内容の大きな変更はないことから、改訂はしていない。

改善事項	【改善が必要なその他の事項 (2)-No.6】(第3章) 確率論的リスク評価 (PRA) について、PRA の専門家が実施内容を理解できる程度の記載とする。
改善計画	安全性向上評価で実施する調査、分析、解析等の各分野における専門家が、これらの内容を判断できる程度の記載となるよう改善に取り組む。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

- これまでの届出で反映した以下の改善内容について、同様に反映した。
 - ・ モデル化の範囲、起因事象、モデル化手法、使用するデータに関する記載の充実
 - ・ 過去に公表しているPRAから変更した主な内容及び結果の変化に関する分析の実施
 - ・ 被ばく評価について、評価目的に照らし記載の充実・改善を実施

改善事項	【改善が必要なその他の事項 (2)-No.7】(第3章) 中長期的な評価について、SSG-25 に基づく評価を行い、その考え方と結果を記載する。
改善計画	○ 新規制基準への適合性審査合格後約5年の運転経験が蓄積する、特定重大事故等対処施設の設置後の届出時に実施する。 ○ 評価に使用したインプット、得られたアウトプット、その判断根拠を記載する。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

- 第4回安全性向上評価において、IAEA特定安全ガイドNo.SSG-25「原子力発電所の定期安全レビュー」に基づき、本評価を実施した。
- 第4回安全性向上評価における中長期的な評価にて抽出された安全性向上のための具体的な措置については、本届出にて実施済み。
- 次回の評価を実施するまでの期間は、評価に必要なデータを収集するとともに、「第2章 2.2.1 保安活動の実施状況」において、保安活動の実施状況調査及びその傾向分析を継続する。

改善事項	【自主的な改善事項 (3)-No.1】 (第3章) 安全裕度評価に関する改善
改善計画	1) 津波に対する評価に、フラジリティの適用を検討する。 2) 地震・津波の随伴事象、火山噴火、竜巻、雷等、その他の外部事象に対する安全裕度評価を実施する。 3) モデルに含まれている過度の保守性は極力排除する。 4) クリフエッジエフェクトを防止（緩和）するために実施可能な措置を多様化する。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

- 特重施設の重大事故等（SA）への活用を踏まえ評価した結果、クリフエッジ地震加速度及び津波高さ発生時の起因事象に対する収束シナリオの多様化が可能となる。
- 随伴事象に対する評価では、特重施設も踏まえて評価し、クリフエッジシナリオに影響ないことを確認した。
- その他自然現象に対する評価では、特重施設も踏まえて評価し、設計想定超えの自然現象によって設備の健全性が損なわれない事等を確認した。

改善事項	【自主的な改善事項 (3)-No.2】 (第4章) 総合的な評価に関する改善
改善計画	安全性向上評価で実施する調査、分析、解析等の各分野における専門家が、これらの内容を判断できる程度の記載となるよう改善に取り組む。

【川内1号機第6回届出書における対応状況】

内容を判断できる程度の記載となるように、継続的に取組みを行っている。

第7回、第8回 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等における意見交換を踏まえた今後の取組み

カテゴリ	今後検討となっている事項	今後の取組方針及び取組み状況
全般	他社の安全性向上策の水平展開スキームについて	最新知見に係る収集対象として、他社の安全性向上措置を追加し、当社プラントへの適用性を確認した結果を届出書に記載するようにした。
PRA	条件付炉心損傷確率、条件付格納容器破損確率といった指標を用いた評価の検討について	川内1/2号機及び玄海3/4号機については、追加措置の抽出において活用しており、条件付確率が高い事象に対しても効果的な追加措置を検討した。
PRA	DB/SA設備が使えない場合における特重施設のシステム信頼性評価について	川内1/2号機及び玄海3/4号機については、特重施設とSA設備のシステム信頼性を評価しPRA上の特徴を比較考察する等検討を実施した。
PRA	フラジリティ評価手法の高度化取組みについて	フラジリティ評価手法の高度化取組み状況に応じて、NRRCから成果が論文等で公知化されており、今後も公知化を検討していく予定。

カテゴリ	今後検討となっている事項	今後の取組方針及び取組み状況
PRA	PRAのインハウス化に向けた対応状況について	<p>本届出における内部事象出力運転時レベル1PRAモデル構築の一部（人間信頼性評価：HRA）を自社で実施した。</p> <p>また、本届出で構築したモデルを使用したりビングPRA※の取組みを開始しており、内部事象出力運転時レベル1及び1.5PRAモデルの構築についても自社で実施する。川内1/2号機及び玄海3/4号機の次回以降の届出において内部事象停止時レベル1PRAモデル構築についても自社で実施予定。</p> <p>※：現状を反映したPRA及びそれに基づくリスク管理</p>
ST	津波の安全裕度評価の高度化について	津波評価に関するNRRCの研究に参画して最新知見を引き続きフォローし、より現実的な評価手法の当社プラントへの適用について検討する。
被ばく	希ガス、よう素、セシウム等の線量への寄与が大きい核種上位5核種などを今後の届出で記載することについて	川内1/2号機第4回届出にて記載済み。 玄海3号機第3回、玄海4号機第4回届出にて記載済み。