

川内原子力発電所1号機 安全性向上評価の概要について

2021年7月15日
九州電力株式会社

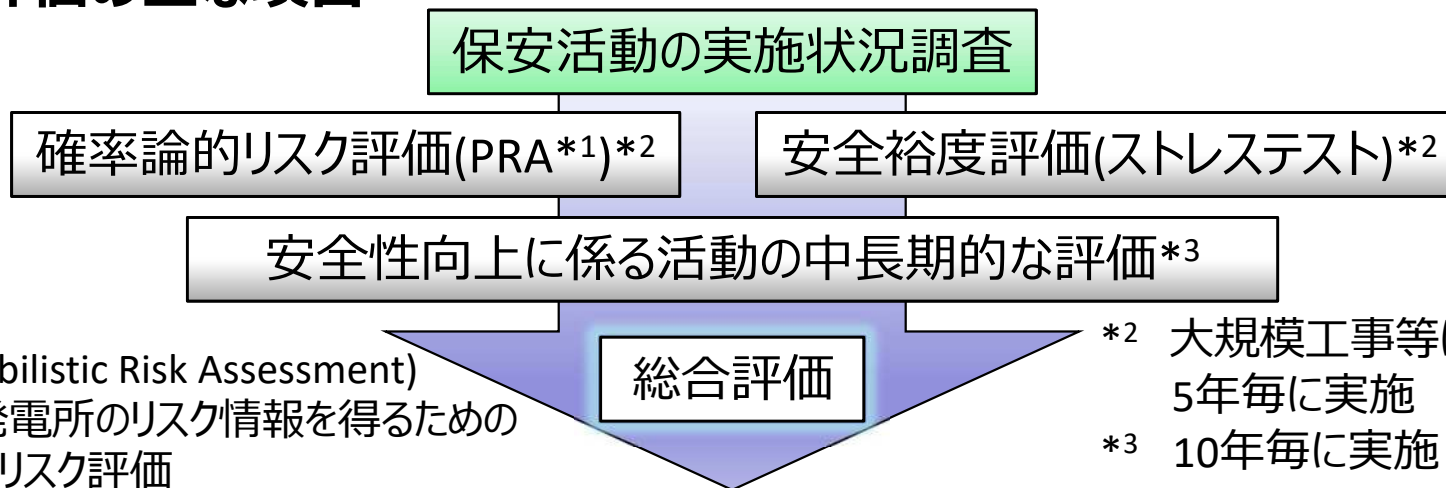
1. 安全性向上評価について
2. 保安活動の実施状況調査
3. 確率論的リスク評価（PRA）及び安全裕度評価（ストレステスト）
4. 安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価
5. 総合評価
6. おわりに

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえて改正された原子炉等規制法では、原子力施設の安全性を継続的に向上させていくことが原子力事業者の責任として新たに義務付けられ、原子力施設の安全性の向上を目に見える形にするための仕組みとして、安全性向上のための評価（安全性向上評価）を実施することが事業者に義務付けられた。

（原子炉等規制法第43条の3の29）

- 安全性向上評価は定期検査ごとに、定期検査終了後6ヶ月以内に評価を実施し、その後遅滞なく原子力規制委員会へ届出している。

安全性向上評価の主な項目



*1 PRA(Probabilistic Risk Assessment)
: 原子力発電所のリスク情報を得るための
定量的なリスク評価

*2 大規模工事等による変更がない場合
5年毎に実施

*3 10年毎に実施

《更なる安全性向上対策の抽出・実施》

- 安全性向上に資する設備対策
- 安全性向上に資する運用面の対策

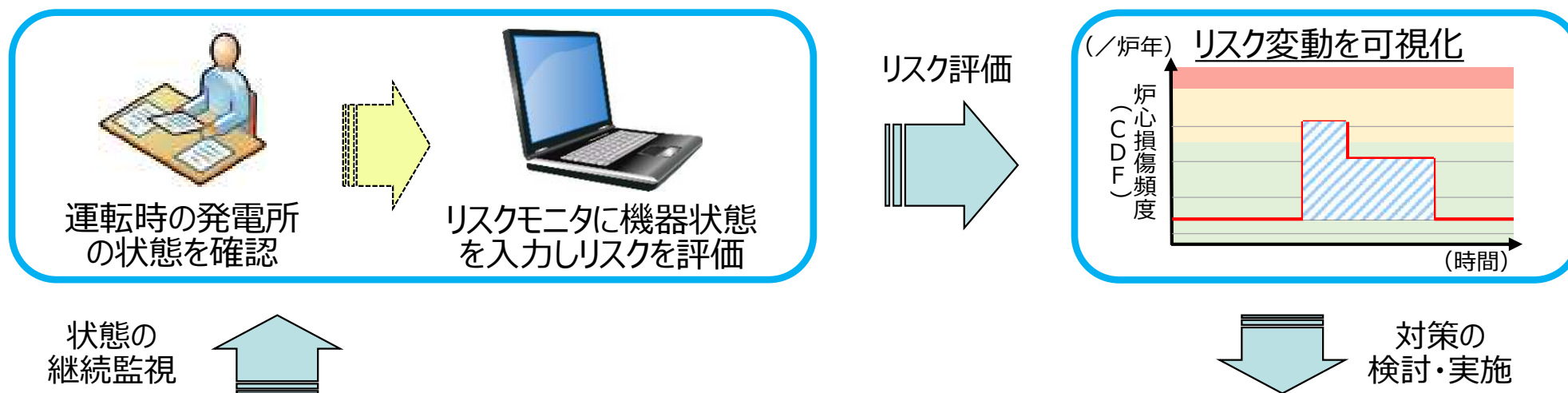
- 川内1号機については、特定重大事故等対処施設*（特重施設）の運用を開始したことから、本施設を考慮した確率論的リスク評価（PRA）及び安全裕度評価（ストレステスト）を実施した。
- また、今回の安全性向上評価においては、安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価として、IAEA特定安全ガイドNo.SSG-25「原子力発電所の定期安全レビュー」に基づくレビューを実施した。
- 評価の結果、保安活動の実施状況調査により保安活動の仕組みが適切かつ有効であることや、事故時の特重施設の活用が有効であることを確認するとともに、確率論的リスク評価等の評価結果から更なる安全性向上に資する対策を抽出し、その取組み計画を策定した。

*特定重大事故等対処施設：原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処する機能及び原子炉格納容器の破損を防止するために必要な機能を有する施設（実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第42条）

発電所の最新の状況を調査するとともに、保安活動の仕組みは適切かつ有効であることを確認した。また、更なる安全性向上に向けた取組みを抽出した。

〔保安活動の実施状況調査から抽出した安全性向上対策〕

保安活動	安全性向上対策	概要
運転管理	運転時リスクモニタを用いたリスク評価・管理	プラント運転中のリスクの可視化・低減



リスク低減対策の取組み例

- ・ **点検時期の調整**によるプラント全体のリスク管理
- ・ **補償措置等の実施**による作業期間中のリスク低減
- ・ リスク上重要な運転操作・保守作業等の所員への**注意喚起**によるリスクに対する意識向上
- ・ リスク重要度評価等から**リスク上昇防止対策を検討**

＜運転時リスクモニタを用いたリスク評価・管理のイメージ＞

(1) 確率論的リスク評価（PRA）

今回、川内1号機については特重施設の運用を開始し、テロ対策だけでなく、重大事故時にも有効活用することとしているため、本施設の主たる機能である格納容器破損防止機能に着目し、本施設の活用によるリスク低減効果を確認した。

○格納容器機能喪失頻度評価

PRA手法を用いて、特重施設のベント等による格納容器機能喪失頻度へのリスク低減効果を確認した。

評価項目	格納容器機能喪失頻度（／炉年）	
	特重施設なし (SA設備※のみ)	特重施設活用 (SA設備＋特重施設)
内部事象（出力時）	2.5×10^{-7}	 約58%低減 1.1×10^{-7}
地震（出力時）	2.1×10^{-6}	 約29%低減 1.5×10^{-6}
津波（出力時）	9.2×10^{-9}	 約88%低減 1.1×10^{-9}

※ 重大事故等対処設備

○セシウム137放出量評価

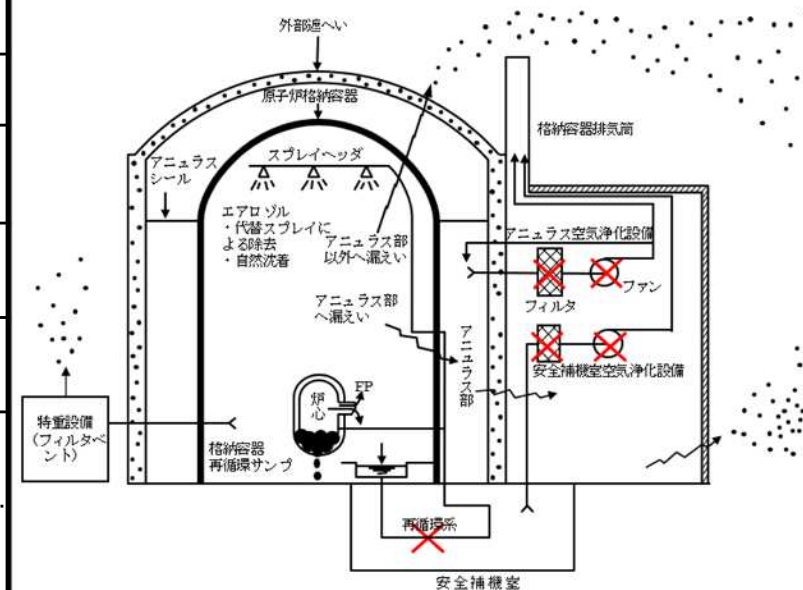
セシウム137の放出量が多い「大破断LOCA※¹時に低圧注入機能、高圧注入機能及び格納容器スプレイ注入機能が喪失する事故」を対象として、特重施設活用の効果を確認した。

S A 設備を用いた事故対応に加えて特重施設を活用した際のセシウム放出量の低減効果を確認した。

また、更に厳しい条件として、S A 設備が使用できない想定において特重施設であるベントを実施した場合のセシウム放出量を評価した。

※ 1 原子炉冷却材喪失事故（「Loss Of Coolant Accident」の略）

評価想定			S A 設備が 使用できる場合		S A 設備が 使用できない場合	
			特重施設なし	特重施設活用	特重施設なし	特重施設活用
評価 条件	緩和 設備	S A 設備	○		×	
		特重 施設				
		スプレイ	-	○	-	○
		ベント	-	-	-	○
評価 結果	格納容器 破損防止		○	○	×	○
	セシウム137 放出量		約0.32TBq	約0.25TBq (約22%低減※ ²)	100TBq超※ ³	約0.79TBq



放射性物質管理放出時の放出経路イメージ

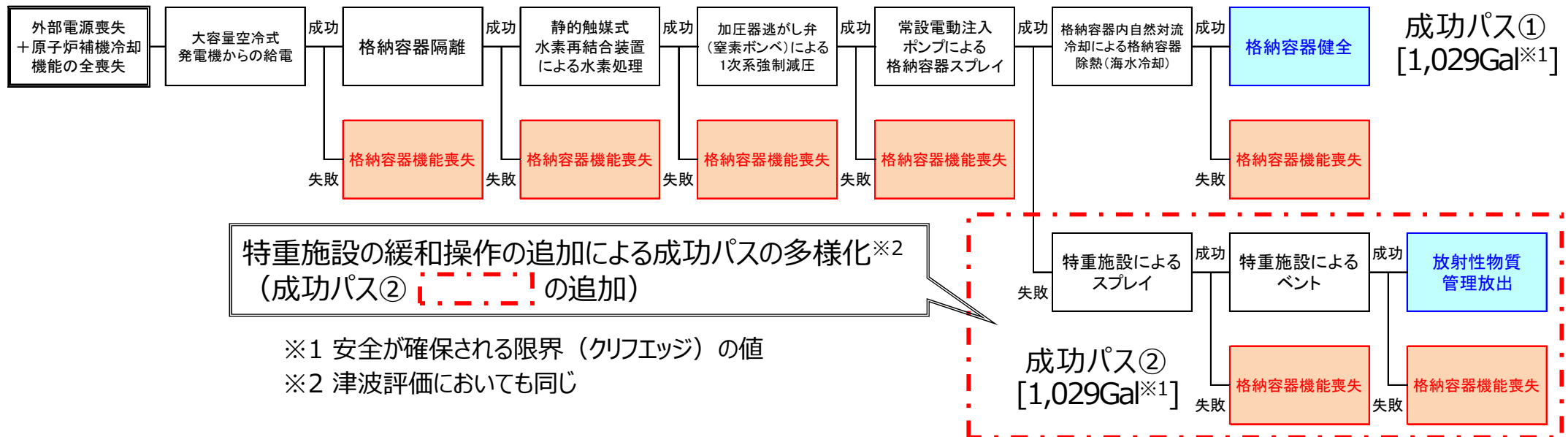
※ 2 特重施設による格納容器スプレイにより、セシウム放出量が低減。

※ 3 100TBq は新規規制基準のセシウム137放出量に係る基準値。

(2) 安全裕度評価（ストレステスト）

特重施設を用いた格納容器スプレイの実施など、特重施設設置に伴い格納容器機能喪失防止手段が多様化することを確認した。

【特重施設を考慮したCV機能喪失防止対策における安全裕度評価（地震）の例】



(3) 確率論的リスク評価（PRA）等から抽出した安全性向上対策

各評価結果を踏まえ、以下の安全性向上対策を抽出した。

安全性向上対策	期待される効果
特重施設の活用方法の教育	事故時の対応手段の多様化など、特重施設の活用が有効であると評価できたため、この活用方法について教育を実施し、事故対応能力向上を図る。

特重施設の運用開始に伴う評価に併せ、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、以下の安全因子（SF；Safety Factor）毎に、最新の国内外の知見等を参考にプラントの安全性についてレビューし、今後実施すべき改善事項を抽出した。

〈安全因子〉

- SF1：プラント設計
- SF2：安全上重要なSSC*の現状
- SF3：機器の性能認定
- SF4：経年劣化
- SF5：決定論的安全評価
- SF6：確率論的リスク評価（PRA）
- SF7：ハザード解析
- SF8：安全実績
- SF9：他プラント及び研究成果から得られた知見の活用
- SF10：組織、マネジメントシステム及び安全文化
- SF11：手順
- SF12：人的要因
- SF13：緊急時計画
- SF14：環境への放射線影響

*SSC；構築物、系統及び機器

IAEA Safety Standards

for protecting people and the environment

Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants

Specific Safety Guide

No. SSG-25



IAEA

International Atomic Energy Agency

(1) レビュー結果

安全因子（SF）毎に設定したレビュー項目の大部分が、最新の規格・基準等において確立されている良好な事例と同等であることが確認できたものの、SF 6（確率論的リスク評価）について「評価に使用する図面・手順の最新化が必要」、「伊方プロジェクト※¹における知見の反映が必要」等の所見※²が確認された。

※1 四国電力(株) 伊方原子力発電所3号機をモデルとしたPRAの高度化プロジェクト

※2 これらの所見が確認された理由は、今回のPRAが特重施設設置によるリスク低減効果を確認する主旨に照らして、様々な評価条件の変更による評価結果への影響を排除し一貫性を確保する観点から過去の安全性向上評価届出において構築したPRAモデルを活用しており、図面（常設直流電源設備(3系統目)の設置 等）や評価手法等の反映を行っていないことによるものである。

(2) 安全性向上に係る中長期的な評価から抽出した安全性向上対策

上記レビュー結果を踏まえ、以下の安全性向上対策を抽出した。

安全性向上対策	期待される効果
最新の図面・手順書のPRAモデルへの反映	最新の状態を詳細に反映したPRAが可能になる。
PRAモデルの高度化	伊方プロジェクトにおける海外専門家からの指摘を踏まえた知見を取り入れることで、PRAモデルを高度化できる（原子力規制検査で使用予定の最新のPRAモデルには反映済み）。

- 本評価で抽出した安全性向上対策を確実に実施することにより、川内1号機の安全性は更に向上するものと評価する。

安全性向上対策	実施時期
運転時リスクモニタを用いたリスク評価・管理	2021年度下期
特重施設の活用方法の教育	適宜
最新の図面・手順書のPRAモデルへの反映	第5、6回届出時
PRAモデルの高度化	第5、6回届出時

- 今後も、保安活動の確実な実施を基本に、安全性向上評価の仕組みを活用し、合理的に実行可能な限り原子力発電のリスクを低減していく。
- また、特重施設について、第5回以降も継続して、炉心損傷防止対策を含む重大事故等への活用に関する評価を実施し、更なる安全性向上に向けた検討を実施していく。

2021年度	2022年度	2023年度
特重施設によるリスク低減効果の評価	特重施設の重大事故等への活用を踏まえた評価※1	特重施設の重大事故等への活用を踏まえた評価※2
届出 ★ (第4回)	届出 ☆ (第5回)	届出 ☆ (第6回)
第26回 定検	第27回 定検	

※1 内部事象出力運転時PRAを実施

※2 内部事象停止時PRA及び外部事象PRA並びに安全裕度評価を実施

当社は、今後とも、県民の皆さまに安心していただけるよう、川内原子力発電所の安全・安定運転に万全を期すとともに、原子力発電所の更なる安全性・信頼性向上への取組みを自主的かつ継続的に進めてまいります。

(参考) 主な格納容器機能喪失防止対策

