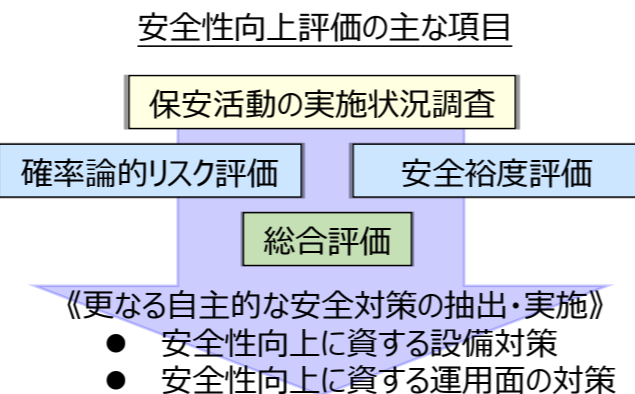


## 玄海3号機 第3回安全性向上評価の概要について (1/2)

### 制度概要、主なトピック

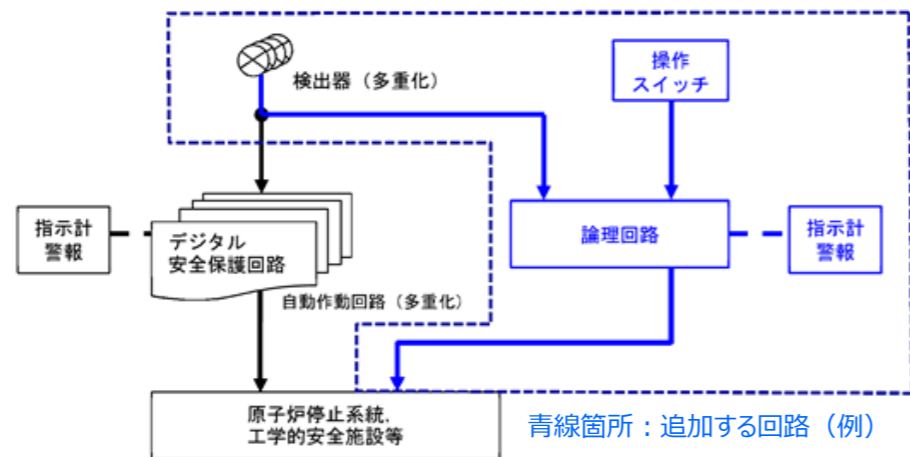
- 安全性向上評価は、定期事業者検査終了毎に、「保安活動の実施状況調査」等により発電所の最新の状況を調査し、「確率論的リスク評価」、「安全裕度評価」等を行い、保安活動の効果を評価するとともに、更なる安全性向上対策を抽出する。
- 今回の安全性向上評価では、特定重大事故等対処施設（特重施設）が運用開始されたことから、本施設の活用によるリスク低減効果について主に格納容器破損防止機能の観点で評価した。
- また、新規規制基準適合から一定の期間（約5年）経過し、運転経験等の知見が蓄積されたことからIAEA 特定安全ガイド No.SSG-25に基づく中長期的な評価を実施した。



### 保安活動の実施状況調査

- 発電所の最新の状況を調査し、調査対象期間中（2020.12.23～2023.1.10）の保安活動の仕組みが適切かつ有効であることを確認するとともに、今後取り組む安全性向上対策を抽出した。

安全性向上対策	概要	実施時期（予定）
デジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障対策	運転時の異常を検知し、原子炉の停止等を行う安全保護回路については、信頼性の高いデジタル設備を使用しているが、更なる安全性向上の観点から、デジタル設備のソフトウェアが不測の事態により一斉に機能喪失するリスクに備え、ソフトウェアを必要とせず動作原理が異なるバックアップ回路を追加設置する。	2023年 (第17回定検)



デジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障対策工事概要図\*

(※引用元：ATENA 20-ME05 Rev.1 原子力発電所におけるデジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する技術要件書)

### 特重施設の活用によるリスク低減効果

#### ① 決定論的安全評価

- 原子炉冷却材喪失事故時に特重施設を活用した場合において、炉心損傷防止の観点での効果の確認を以下のとおり実施した。

評価概要	評価結果
特重施設を活用した場合の効果	重大事故等対処設備を使用しても炉心損傷を防止できないシナリオを想定し、早期に準備可能な特重施設を活用した場合の効果を確認する。
特重施設を活用した場合の効果	重大事故等対処設備を使用しても炉心損傷を防止できないシナリオにおいて、特重施設により、早期に炉心へ注水することで、炉心損傷を防止できることを確認した。

#### ② 確率論的リスク評価（PRA）

- 内部事象出力運転時 PRA（内的 PRA）について、最新の評価手法、発電所の最新の状況等を反映することで第1回安全性向上評価における PRA モデルを更新し、炉心損傷頻度及び格納容器機能喪失頻度の評価を実施するとともに、特重施設によるリスク低減効果を確認した。

	特重施設なし	既設設備による格納容器への注水ができない場合に特重施設に期待	重大事故等（SA）に対し既設設備に加え特重施設にも期待
炉心損傷頻度	$4.3 \times 10^{-6}$ (/炉年)	-	$4.3 \times 10^{-6}$ (/炉年)
格納容器機能喪失頻度	$1.8 \times 10^{-6}$ (/炉年)	$1.4 \times 10^{-6}$ (/炉年) (約 22%低減)	$6.5 \times 10^{-7}$ (/炉年) (約 64%低減)

- また、地震及び津波出力運転時 PRA については、第1回安全性向上評価における PRA モデルを活用し、格納容器機能喪失頻度を対象にした概略評価を実施した。

	特重施設なし	既設設備による格納容器への注水ができない場合に特重施設に期待	重大事故等（SA）に対し既設設備に加え特重施設にも期待
格納容器機能喪失頻度（地震出力運転時）	$3.5 \times 10^{-7}$ (/炉年)	$3.0 \times 10^{-7}$ (/炉年) (約 14%低減)	$2.2 \times 10^{-7}$ (/炉年) (約 37%低減)
格納容器機能喪失頻度（津波出力運転時）	$4.6 \times 10^{-11}$ (/炉年)	$4.5 \times 10^{-11}$ (/炉年) (約 2%低減)	$4.5 \times 10^{-11}$ (/炉年) (約 2%低減)

#### 〔確率論的リスク評価から抽出した安全性向上対策（1/2）〕

評価結果から今後取り組む安全性向上対策を以下のとおり抽出した。

安全性向上対策	期待される効果	実施時期（予定）
・ECCS※再循環切替自動化設備の導入	ECCS 再循環切替操作を実施するための時間余裕が短いことから、設備対策及び訓練強化の両面からの対策が ECCS 再循環切替に対するリスク低減に期待できる。	2023年度(第17回定検)にて工事成立性等の確認実施
・ECCS 再循環切替操作に関する教育、訓練の継続		継続実施

※ 非常用炉心冷却設備（Emergency Core Cooling System）

# 玄海3号機 第3回安全性向上評価の概要について (2/2)

## 特重施設の活用によるリスク低減効果

### 〔確率論的リスク評価から抽出した安全性向上対策 (2/2) 〕

安全性向上対策	期待される効果	実施時期 (予定)
原子炉補機冷却水系補給操作、1次冷却材ポンプ軸封部からの1次冷却材流出事故発生後の対策等に関する教育、訓練の実施	リスク寄与の大きいシナリオに対して、重要度の高い運転操作に関する教育、訓練を重点的に実施することにより、運転員の意識を高め、事故対応能力の向上に期待できる。	適宜
破損蒸気発生器隔離操作及び隔離失敗後の対策に関する教育、訓練の実施		適宜

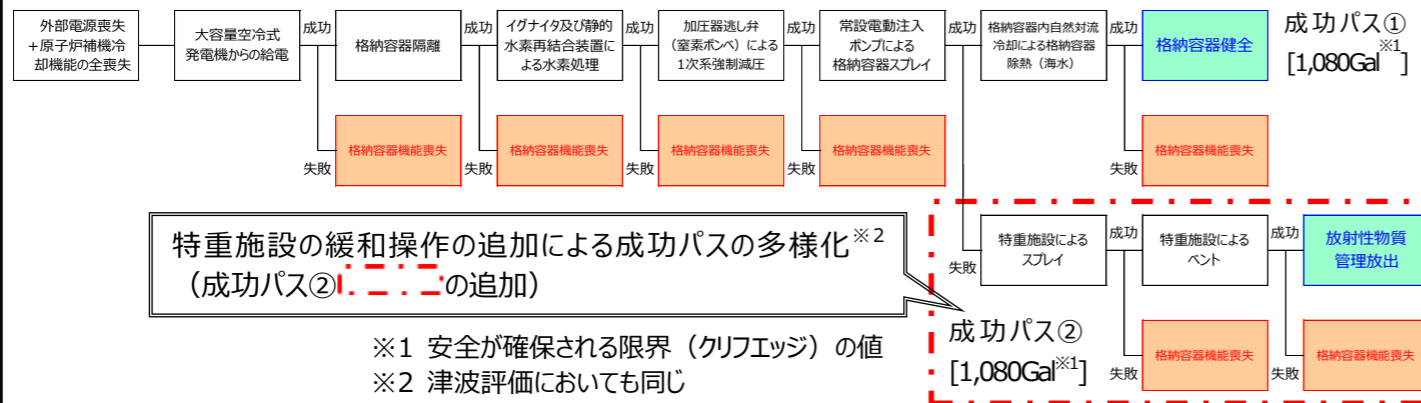
### 《敷地等境界における被ばく線量評価》

- 炉心損傷後、原子炉格納容器が破損した場合、セシウム137放出量は100TBqを超過するが、特重施設が使用できる場合は、放射性物質管理放出の実施により、原子炉格納容器の破損を防止できる。この時の環境に放出される放射性物質が最も多くなる事故<sup>※1</sup>を評価した結果、
    - ・ セシウム137放出量は約1.3TBqとなった。
    - ・ 評価点における事故後7日間の敷地等境界における各方位の被ばく線量の最大値は約33mSvとなった。
- ※1 新規基準に基づき整備した原子炉格納容器破損防止等のSA対策に失敗するが、特重施設の使用により、原子炉格納容器の破損を防止した場合

### ③ 安全裕度評価

- 第1回届出における格納容器機能喪失防止対策の結果に対して、既設の安全対策が使用できない場合に特重施設を用いた緩和操作を追加することで、成功パスの多様化が可能であることを確認した。

### ＜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＞



### 〔決定論的安全評価、確率論的リスク評価及び安全裕度評価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	実施時期 (予定)
SA時における特重施設の活用に関する教育	SA時における特重施設の活用に関する教育を実施することにより、事故対応能力の向上及びリスク感受性の向上に期待できる。	適宜

## 安全性向上に係る中長期的な評価(IAEA SSG-25に基づくレビュー)

- 安全性向上に係る活動(保安活動等)が、最新の規格・基準、国内外の知見・慣行等に対し有効であることを確認するとともに、更なる安全性向上措置を抽出し、継続的な安全性向上に資することを目的に、IAEAガイド(SSG-25)に基づき、14項目の安全因子(SF: Safety Factor)ごとにレビューを実施した。

SF1 : プラント設計	SF8 : 安全実績
SF2 : 安全上重要な構築物、系統及び機器の現状	SF9 : 他プラント及び研究成果から得られた知見の活用
SF3 : 機器の性能保証	SF10 : 組織、マネジメントシステム及び安全文化
SF4 : 経年劣化	SF11 : 手順
SF5 : 決定論的安全評価	SF12 : 人的要因
SF6 : 確率論的リスク評価(PRA)	SF13 : 緊急時計画
SF7 : ハザード解析	SF14 : 放射性物質が環境に与える影響

### 《レビュー結果及び抽出された安全性向上対策》

- 安全因子レビューにおける大部分のレビュー項目について、最新の規格・基準や国内外の知見、慣行等に対して有効であることを確認した。また、以下の安全性向上対策を抽出した。

安全性向上対策	概要	実施時期 (予定)	安全因子
設備保全管理システム(EAM)を活用した設計基準図書の共有	EAMに設計基準図書を登録し、電子化・一元化により、更新管理の高度化やアクセス性向上。	2023年度以降	SF1
EAMを活用した保安活動の記録等の共有	EAMに保全管理に係る情報を電子化・一元化し、アクセス性向上。	2023年度	SF2, 3, 4
EAMを活用した安全上重要な構築物、系統及び機器の記録の共有	EAMを用いて最新記録を電子化・一元化し、アクセス性の向上。	2023年度	SF2
外的事象PRAモデルへの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反映	今回実施した内的PRAモデルへの伊方プロジェクトにおける知見の反映(米国における標準的な人的過誤確率評価手法の採用等)による影響を分析し、地震PRA及び津波PRAへの反映を検討。	第5回届出時	SF6
外的事象PRAモデルへの最新図面・手順書の反映、PRA結果に基づくリスク低減方策検討	今回実施した、最新図面・手順書を反映した内的PRAの評価結果を分析し、地震PRA及び津波PRAへの反映を検討。また、地震PRA及び津波PRAの評価結果に基づくリスク低減方策を検討。	第5回届出時	SF6
PI評価手法の改善及びEAMを活用した運用性向上	EAM活用によるPI傾向分析の運用性向上、PIの分析結果の見える化やしきい値設定を行い、パフォーマンス評価の改善実施。	2023年度以降	SF8
リスク情報活用に係る体系的な教育	PRAを含めリスク情報活用に係る体系的な教育を強化。	2023年度以降	SF10

## 総合評価

- 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、玄海3号機の安全性は更に向上するものと評価する。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。