

3.1.2 決定論的安全評価

3.1.2.1 概要

評価の実施時点における自主的に講じた措置、設備・機器の性能に係る調査に基づき、発電用原子炉施設の現状について安全評価を行い、発電用原子炉設置変更許可を受けた最新の「第1章 1.15 安全解析」に対する影響を確認し、見直しの要否を確認する。

なお、初回の安全性向上評価であることを考慮して、発電用原子炉設置変更許可(2017年1月18日)時点の決定論的安全評価から評価時点となる施設定期検査終了日(2019年8月20日)までの自主的に講じた措置、設備・機器の性能に係る調査を行い、これらを評価の対象とした。

3.1.2.2 確認方法

決定論的安全評価においては、「第1章 1.15 安全解析」に記載の評価範囲に対して、「第1章 1.3 安全目標及びSSCに関する設計規則」にて記載の「安全設計方針」で示されている事象を考慮して設計を行った設備並びに「第1章 1.15 安全解析」に記載の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に基づき解析条件等を設定し、「第1章 1.15 安全解析」にて妥当性を確認した解析コード等により、評価を行っている。

これらの安全評価で用いている範囲、解析条件、解析コード等については、「第2章 安全性の向上のため自主的に講じた措置」において抽出した自主的に講じた措置、設備・機器の性能に影響を受けるため、評価時点における自主的に講じた措置、設備・機器の性能に係る調査に基づき、発電用原子炉設置変更許可を受けた最新の「第1章 1.15 安全解析」に対する影響を確認し、見直しの要否を確認する。

また、安全評価で用いている解析コードについては、更新・不具合情報に影響を受けるため、評価時点までに収集した以下の情報に基づき、発電用原子炉設置変更許可を受けた最新の「第1章 1.15 安全解析」に対する影響を確認し、見直しの要否を確認する。

なお、決定論的安全評価に影響を及ぼさないような表示や入出力時に係る不具合については、情報源から除外することとした。

- ・米国原子力規制委員会 (NRC) が保有する情報
(ADAMS (Agencywide Documents Access and Management System))
- ・コード開発元の情報

3.1.2.3 確認結果

(1) 保安活動の実施状況

「第2章 2.2.1 保安活動の実施状況」に示すように、定期安全レビューの評価対象期間の翌日(2015年4月1日)以降に実施した保安活動の改善状況を調査している。それらを踏まえて、保安活動の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響を確認した。第3.1.2-1表～第3.1.2-10表に示すように、保安活動の改善状況が決定論的安全評価に影響を及ぼさないことを確認した。

(2) 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見

「第2章 2.2.2 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見」に示すように、定期安全レビューの評価対象期間の翌日(2015年4月1日)以降の国内外の最新の科学的知見及び技術的知見の収集、分析、抽出を行っている。それらを踏まえて、国内外の最新の科学的知見及び技術的知見(以下「最新知見」という。)が決定論的安全評価に及ぼす影響を確認した。下記に示すように、国内外の最新の科学的知見及び技術的知見は、決定論的安全評価に

影響を及ぼさないこと、決定論的安全評価に係る反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。

a. 安全に係る研究

「第2章 2.2.2.4 安全に係る研究」に係る最新知見を調査した結果、最新知見は既に安全評価等に反映済みであり、決定論的安全評価に反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。

b. 国内外の原子力施設の運転経験から得られた教訓

「第2章 2.2.2.5 国内外の原子力施設の運転経験から得られた教訓」に係る最新知見を調査した結果、最新知見は既にマニュアルへの記載等により反映済み又は要反映、反映中であり、決定論的安全評価に反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。なお、要反映、反映中の最新知見については、第3.1.2-9表に示すように、決定論的安全評価に影響を及ぼさないことを確認した。

c. 国内外の基準等

「第2章 2.2.2.7 国内外の基準等」に係る最新知見を調査した結果、最新知見は既にマニュアルへの記載等により反映済み又は要反映、反映中であり、決定論的安全評価に反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。なお、要反映、反映中の最新知見については、第3.1.2-10表に示すように、決定論的安全評価に影響を及ぼさないことを確認した。

d. 国際機関及び国内外の学会等の情報

「第2章 2.2.2.8 国際機関及び国内外の学会等の情報」に係る最新知見を調査した結果、決定論的安全評価に係る反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。

e. メーカーからの提案

「第2章 2.2.2.9 メーカーからの提案」に係る最新知見を調査した結果、決定論的安全評価に係る反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。

(3) 発電用原子炉施設の現状

発電用原子炉施設の現状は、適合性確認検査において把握されている。さらに、「第2章 2.2.1.3(5) 保守管理に係る有効性評価結果」に示すように、保守管理に係る仕組み及び設備について、保安活動は適切で有効に機能していることから、発電用原子炉施設の現状は把握できていることを確認した。

(4) 設備・機器の性能

「第2章 2.2.1.3(5) 保守管理に係る有効性評価結果」に示すように、保守管理に係る仕組み及び設備について、保安活動は適切で有効に機能していることを確認した。さらに、「第2章 2.2.1.3(4) 保守管理に係る実績指標」に示すように、重要度の高い安全機能を有する設備・機器の性能変化を確認した結果、測定データの推移に著しい変化がなく、性能変化は認められていないことから、決定論的安全評価に係る設備・機器の性能は維持されており、決定論的安全評価の見直しが不要であることを確認した。

(5) 解析コード

第3.1.2-11表に示す決定論的安全評価で使用している解析コードについて、更新・不具合情報の収集を行い、更新・不具合情報が決定論的安全評価に及ぼす影響を確認した。第3.1.2-12表、第3.1.2-13表に示すように、解析コードの更新・不具合情報が決定論的安全評価に影響を及ぼさないことを確認した。なお、安全性向上評価の仕組みを活用した安全性向上に向けた取組みの中で、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行い、決定論的安全評価への適用を検討していくこととしている。現状の検討状況は以下のとおりであり、今後も検討を継続する。

a. BEPU手法の検討状況

BEPU手法については、(一社)日本原子力学会において「統計的安全評価の実施基準:2008」(AESJ-SC-S001:2008)の改定作業が進められているところであり、改定内容等を踏まえ、当社の決定論的安全評価への適用を検討する。

なお、三菱重工業㈱が開発した解析コードSPARKLE-2^{*}は、最適評価が可能な解析コードであり、炉心損傷防止に関する重大事故等対策の有効性評価に適用している。川内原子力発電所の安全性向上評価では、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」(以下「IAEA SSG-25」という。)に基づく評価時にあわせて、このSPARKLE-2を設計基準事故に適用し、より現実的な挙動を確認することとしており、玄海原子力発電所についても、同様に現実的な挙動の確認を行う。

※ SPARKLE-2 :

1次系全体の熱流動と3次元炉心動特性との相互作用が評価可能なプラント過渡特性解析コード。設計基準事故の解析に用いられている「プラ

ント過渡特性解析コードMARVEL」等に対して、SPARKLE-2では、過渡時の出力分布変化やボイド生成に伴う反応度帰還効果を適切に取り込むことで、最小DNBRや燃料中心温度の最適評価が可能となる。

3.1.2.4 まとめ

自主的に講じた措置、設備・機器の性能に係る調査に基づき、決定論的安全評価に対する影響の評価を行った結果、解析コードの更新・不具合情報を踏まえても、決定論的安全評価に影響を及ぼさないことから、現状の決定論的安全評価は評価時点においても妥当であり、見直しは不要であると判断した。

第3.1.2-1表 品質保証活動の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/1)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
組織・体制	全社組織・業務運営体制の見直し	2017年4月1日に改組し、原子力発電本部を社長直轄組織とした。	決定論的安全評価に影響を及ぼさない組織・体制の変更であり、影響なし
	安全品質保証第二統括室課長の増置	2019年7月に安全品質保証第二統括室課長を2名増置した。	
社内マニュアル	工事計画の実績を踏まえた設計・調達管理プロセスの見直しに伴う改正及び運用の明確化	2016年4月に設計及び調達に係る社内マニュアルを改正し、設計・開発管理のグレードの見直し及び設計・開発の管理の明確化等を行った。	品質保証活動に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	品質方針の見直し	社長は2017年6月1日に品質方針を見直し、原子力発電への地域・社会の皆さまからの信頼をこれまで以上に高めて行くこと、原子力安全に対する更なるパフォーマンス向上に向け、より高みを目指す姿勢及びリスクマネジメントの強化を示す内容とした。さらに、2018年6月28日の社長交代に伴い、現状の方針を継続した上で、新社長の「原子力安全に対する思い」を加え、改めて品質方針が設定された。さらに、新社長は2019年6月3日に「新検査制度等を踏まえた原子力発電所のリスクマネジメント」及び「地域・社会の皆さまの安心と信頼に繋げる活動を」をより強く示す観点から、品質方針の見直しを行った。	
	安全上重要な設備及び構築物等に関する工事の設計・開発における要求事項への適合性を確保するための設計プロセスの見直し	2019年4月から、設計管理の目的を変えずに業務を確実に実施できるよう様式(工認設計結果)の作成のタイミングを「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」各条文への適合性を確保するために、設計対象設備に必要な詳細設計を実施する設計プロセス後から適合性確認検査の計画立案前とした。	
教育・訓練	「原子力安全教育」の実施方法及び主管箇所の変更	2017年度より、安全文化に関する知識の習得及び原子力安全の重要性を理解させ、安全意識の高揚及び安全文化の醸成を図る「原子力安全教育」について、主管箇所を原子力訓練センターから安全品質保証第一(二)統括室に変更するとともに、協力会社へも実施することとした。	

第3.1.2-2表 運転管理の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/2)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
組織・体制	重大事故等対策に係る体制	2017年9月から、重大事故等発生時の対応を行う要員として、緊急時対策本部要員(指揮者等)(4名)及び重大事故等対策要員(36名)を発電所内に常駐又は、発電所近傍に居住させた。	設置変更許可(2017年1月18日)で考慮されている事項であり、決定論的安全評価に影響なし
社内マニュアル	プラント起動時の運転操作の記載の充実	プラント起動の勉強会(キャビティ水抜き操作)において、運転操作の充実に係るコメントがあったため、2018年2月に社内マニュアルを改正し、操作内容の記載を明確化した。	決定論的安全評価に係るマニュアルの改正でないことから、影響なし
	プラント起動・停止時の蒸気ボイドによる余熱除去システムの機能喪失の可能性への対応	プラント起動・停止時の余熱除去ポンプ運転中で、かつポンプ上流側である1次冷却材温度が高温状態においての1次冷却材喪失事象を想定すると、余熱除去ポンプ上流側にて減圧沸騰に伴う蒸気ボイドが発生し、低圧注入機能が喪失する可能性がある。そのリスクを低減し、崩壊熱除去機能と低圧注入機能を確保する必要があることから2019年4月に社内マニュアルを改正した。	決定論的安全評価に係る運用に対する更なる安全対策であり、決定論的安全評価に影響なし
教育・訓練	運転員のパフォーマンス向上に係る教育の追加	2018年12月に、運転員の基礎能力の理解向上を図るため、作業時操作訓練の訓練項目を見直し、全ての運転員を対象とする「運転員のパフォーマンス向上」に係る教育を追加した。	教育・訓練に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
設備	運転シミュレータ設備の改良	2015年度に、運転シミュレータ設備について、重大事故等に使用する可搬型設備が模擬できる等機能拡充のための改造を行った。	教育・訓練に係る設備改良であり、決定論的安全評価に影響なし。
	停止時リスクモニタの運用開始	2016年度から、定期検査工程に対するPRAを実施し、よりリスクの低い定期検査工程の作成を目的として、停止時リスクモニタの運用を開始した。	リスク情報活用に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	格納容器再循環サンプスクリーン閉塞問題への対応	格納容器再循環サンプスクリーン閉塞問題(原子炉冷却材喪失事故時、格納容器再循環サンプスクリーンが異物混入により機能低下する問題)対策として、同スクリーン閉塞時の徴候検知方法及び対応操作を社内マニュアルに定め、迅速な対応が図られる運用としており、第13回定期検査時に、ろ過性能を向上(表面積を拡大)させた格納容器再循環サンプスクリーンへの取替工事が完了した。	決定論的安全評価に係る設備に対する更なる安全対策であり、決定論的安全評価に影響なし

第3.1.2-2表 運転管理の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(2/2)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
設備	中央制御室視認性向上対策	2017年4月に、それぞれの盤の情報を容易に確認できるよう1箇所を集約し、集中監視できるシステムの構築を行い、中央制御室内における各種情報の視認性向上を図った。また、プラント映像監視システムのカメラ映像等についても、本システムの大型表示装置で集中監視できるようシステム構築を行った。	決定論的安全評価に係る設備に対する更なる安全対策であり、決定論的安全評価に影響なし
	玄海4ループシミュレータ運転訓練支援装置取替工事	運転訓練支援装置は、2019年度中に予定している運転訓練支援装置への炉心溶融モデル(MAAP)導入に伴うSA教育用画面及びSA可視化画面追加に対応するため取替を実施した。	訓練に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	中央制御室指令台へのCRT増設	第14回施設定期検査において、中央制御室指令台に運転操作の監視性向上を目的とし玄海3号機用CRT1台を増設した。増設したCRT操作画面表示は既設のリクエストパネルに切替えスイッチを追加し2画面操作可能とした。	決定論的安全評価に係る設備に対する更なる安全対策であり、決定論的安全評価に影響なし

第3.1.2-3表 保守管理の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/3)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
組織・体制	保全計画担当課長職位の設置	2016年7月に、保守管理の業務体制強化を目的として、新たに保全計画担当課長を設置した。	決定論的安全評価に影響を及ぼさない組織・体制の変更であり、影響なし
社内マニュアル	保守管理の実施方針の見直し	社長は、2018年6月7日に保守管理の実施方針を見直し、安全上重要な設備のみならず、異常により発電停止に至る可能性がある設備を含めて発電所全体の保全レベルの向上を図る必要があること及び僅かな変化を気付き事項として認識し異常を未然に防ぐ意識を持って点検・巡視を行うことを追記した。また、川内1、2号機の再稼働に続き、玄海3、4号機の再稼働に向けた対応が着実に進んでいることを踏まえ、新規制基準への対応に限定せず発電所設備全体に対する安全対策の観点及び再稼働後の安全・安定運転の継続の観点からの記載とした。さらに、2018年6月28日の社長交代に伴い、現状の方針を継続した上で改めて保守管理の実施方針が設定された。	保守管理に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	予防保全を目的とした点検・保守を実施する設備の追加に伴う社内マニュアルの変更	重大事故等対処設備のうち原子炉下部キャビティ水位及び統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備等について、予防保全を目的とした点検・保守を実施する場合の措置を追加するため2017年9月に社内マニュアルを変更した。	点検・保守に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	構内における建設機械の火災に対する対応	建設機械を使用する工事においては、使用前点検でエンジンから高温の排ガスが流れる配管等を重点的に確認することを工事受注者に要求することを社内マニュアルに明記した。また、発電所内の社員及び協力会社社員に対して、本事象の発生原因の周知並びに事前点検の重要性及び初期消火の重要性についての教育を実施した。	決定論的安全評価に係るマニュアルの変更でないこと、教育に係る事項であることから、決定論的安全評価に影響なし
	ブラギングデバイスの変形に対する対応	ブラギングデバイスの設置の際は、工具の安定性を確認することや操作を慎重に行うことを作業要領書へ反映するとともに、作業員に周知徹底した。	決定論的安全評価に係るマニュアルの変更でないことから、決定論的安全評価に影響なし

第3.1.2-3表 保守管理の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(2/3)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
教育・訓練	脱気器空気抜き管からの蒸気漏れへの対応	点検・巡視時における意識向上のため、「僅かな変化でも、その先には機器の故障が潜んでいるとの認識を常に持つ」及び「異常の徴候を発見した際には、組織内での活発な報告、共有を行う」教育を繰返し実施することとした。また、点検、保守内容の見直し、外装板等の経年変化から異常の徴候を把握するためのチェックシートを用いた点検の実施を行うこととした。さらに、必要な処置を判断する仕組みを構築するため、異常を未然に防ぐ教育を行い、僅かな変化を気付き事項として認識できるようにし、「CAP会議」で収集・集約を行うとともに、過去の慣例にとられることなく、様々な視点での確認を実施することとした。	教育や点検・保守に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
設備	加圧器管台溶接部計画保全工事	第13回定期検査時に、国内外の原子力プラントにて600系ニッケル基合金使用部位に応力腐食割れが認められていることから、予防保全として、加圧器安全弁及び加圧器逃がし弁用管台と加圧器安全弁及び加圧器逃がし弁用管台セーフエンドの溶接部並びに加圧器スプレイライン用管台と加圧器スプレイライン用管台セーフエンドの溶接部並びに加圧器サージ用管台と加圧器サージ用管台セーフエンドとの溶接部を、これまでの応力腐食割れによる損傷事例が報告されている600系ニッケル基合金に比べ、応力腐食割れの感受性が低く、PWRの1次系高温環境下における応力腐食割れ対策材料として多くの実績がある690系ニッケル基合金に変更した。	決定論的安全評価に係る設備に対する更なる安全対策であり、決定論的安全評価に影響なし
	加圧器廻り配管他取替工事	第13回定期検査時に、加圧器管台溶接部については、PWRの1次系高温環境下における応力腐食割れ対策材料として多くの実績がある690系ニッケル基合金に変更した。この変更に伴い、施工性の観点から加圧器安全弁及び加圧器逃がし弁用管台セーフエンド、加圧器スプレイライン用管台セーフエンド、加圧器サージ用管台セーフエンド並びに加圧器安全弁配管、加圧器逃がし弁配管、加圧器スプレイ配管、加圧器サージ管の一部を取替えた。あわせて、加圧器スプレイラインの一部に残留応力が比較的大きいと考えられる冷間曲げ管を使用している箇所が存在することから、予防保全の観点より熱間曲げ管への取替えを行った。また、強度上の応力緩和の観点より加圧器スプレイラインとの合流部のT継手の取替え及びレジャーサの追設を行った。	

第3.1.2-3表 保守管理の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(3/3)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
設備	余熱除去ライン取替工事	第13回定期検査時に、ループB、C余熱除去ポンプ吸込みライン曲がり部における閉塞分岐管滞留部の熱成層化評価箇所について、止め弁の下流部が閉塞部で高温環境となっていることから、設備の信頼性維持・向上の観点から止め弁下流の温度低減を図るため配管ルートの変更を行った。あわせて、一部の配管に使用されているSUS304TPを、炭素含有量を制限(C≤0.05%)したSUS316TPに変更することにより耐応力腐食割れ性の向上を図った。	決定論的安全評価に係る設備に対する更なる安全対策であり、決定論的安全評価に影響なし
	保護継電器設定値変更工事(HEAF対応)	第14回施設定期検査時に、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」の改正に伴い、高エネルギーアーク損傷放電による重要安全施設への電力供給に係る電気盤の損傷の拡大を防止するために必要な措置を講じるよう追加要求されたことから、その他発電用原子炉の附属施設のうち非常用電源設備について必要な措置を講じた。	

第3.1.2-4表 燃料管理の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/1)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
社内マニュアル	原子炉停止からSFPへの燃料取出し期間の管理に関する社内マニュアルの変更	2018年1月に、燃料取替実施計画に工事計画書の添付資料(SFP遮蔽能力及び冷却能力計算書の評価条件)を満足させることを追加した。	決定論的安全評価に係るマニュアルの変更でないことから、決定論的安全評価に影響なし
	「取替炉心の安全性確認規程」(JEAC4211-2018)発刊に伴う社内マニュアルの変更	「取替炉心の安全性確認規程」(JEAC4211-2018)発刊に伴い、2019年5月に社内マニュアルを変更し、確認項目の追加(燃料棒最高燃焼度(MOX燃料装荷炉心の場合)及び出力運転時ほう素濃度)及び表記変更(水平方向ピーキング係数、核的エンタルピ上昇熱水路係数、熱流束熱水路係数等)を行った。	取替炉心の安全性確認項目の追加等に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
設備	SFP温度指示計を中央制御室に配置	東京電力(株)福島第一原子力発電所事故を踏まえたSFP監視設備の改善のため、2017年度に使用済燃料ピット温度指示計を中央制御室へ設置した。	決定論的安全評価に係る設備に対する更なる安全対策であり、決定論的安全評価に影響なし

第3.1.2-5表 放射線管理の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/1)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
組織・体制	3、4号環境担当課長職位の設置	2016年7月に、放射線管理、放射性廃棄物管理、化学管理等の業務体制強化を目的として、新たに3、4号環境担当課長を設置した。	決定論的安全評価に影響を及ぼさない組織・体制の変更であり、影響なし
社内マニュアル	騒音等でAPDの警報が聞こえにくい場合の運用の明確化	2019年4月に、騒音(防護具使用時含む)で警報付ポケット線量計(APD)の警報が聞こえにくい場合は、APDバイブユニットを使用させることを社内マニュアルに追加した。	放射線管理に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
教育・訓練	放射線管理担当者に対する個人線量計の確認に関する事項等の教育の実施	出入管理室以外から立ち入る場合の放射線管理担当者による個人線量計の確認について、社内マニュアルに追記し、運用の明確化を図るとともに、放射線管理担当者に対して、個人線量計の確認に関する事項等の教育を実施した。	
設備	オフサイトモニタ取替工事	オフサイトモニタは、構成部品製造中止などから、修理対応が長期化するなど故障時における迅速な保守対応が困難な状況にあること、自然現象等の外的要因を受けやすい設備構成となっていたため、2017年度に他プラントでの使用実績が多い最新のユニット化構成機器へ取替えるとともに、落雷ノイズの影響を受けにくい光ケーブルによるデジタル信号伝送とした。	

第3.1.2-6表 放射性廃棄物管理の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/1)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
社内マニュアル	廃樹脂低減のための社内マニュアルの変更	2019年6月に、廃棄物低減のため、使用済燃料ピット脱塩塔性能維持を前提に、社内マニュアルの使用済燃料ピット脱塩塔樹脂の充てん量を変更した。	放射性廃棄物管理に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	使用済樹脂貯蔵タンクの受入れ余裕確保のための社内マニュアルの変更	タンク内上部に設置する樹脂採取装置を小型化することで、タンク内上部に設けている装置を設置するための空間を縮小し、2019年6月に、社内マニュアルの貯蔵上限容量を変更した。	
設備	廃棄体の放射エネルギー測定用演算プログラムの改造	2016年度に放射エネルギー演算に処理異常が発生した場合は、異常を検知しLLW敷地外搬出設備が動作を停止するよう設備を改良した。	

第3.1.2-7表 緊急時の措置の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/3)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
組織・体制	安全対策設備運用担当課長職位の設置	2015年7月、重大事故等対処設備の点検、保守対応要員の宿直体制維持等のため、発電所に安全対策設備運用担当課長職位を設置した。	決定論的安全評価に影響を及ぼさない組織・体制の変更であり、決定論的安全評価に影響なし
	原子力防災グループの設置	2016年7月、原子力防災関連の業務分担を見直し、原子力防災対策の更なる充実を図るため、本店の放射線安全グループから当該業務を行う専任のグループを分離し、原子力防災グループを設置した。	
	防災業務体制の強化	防災課は、原子力防災、火災及び自然災害等発生時の体制の整備、出入管理等に関する業務等多岐にわたる業務を所掌していることから、2018年7月より「防護管理課」を設置し、防災課長が所掌している周辺監視区域や保全区域への出入管理の業務を移管した。 また、防護管理課設置に伴う業務の見直しに併せて、防災課が所掌する核物質防護措置に関する業務を防護管理課へ移管した。	
	防災課副長職位の増置	2015年7月、2017年7月及び2019年7月に防災課副長を計3名増置した。	
社内マニュアル	多様性拡張設備の活用を含む事故時の対応手順の整備	2017年9月の保安規定の変更では、重大事故等発生時の体制の整備及び大規模損壊発生時の体制の整備を新たに規定し、多様性拡張設備の活用を含む重大事故等発生時の対応手順を整備した。	設置変更許可(2017年1月18日)で考慮されている事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	実用炉規則等の改正に伴う改正	実用炉規則等が改正されたことを受け、2017年9月に、関連する保安規定条文の変更を行うとともに、保安規定に、火災発生時、内部溢水及びその他自然災害発生時、重大事故等及び大規模損壊発生時の体制の整備、手順の整備、教育・訓練の実施等に関する新規条文の追加を行い、社内マニュアルを改正した。 また、2015年12月、「緊急作業時の被ばくに関する規則」等の改正に伴い、実用炉規則等が改正されたことを受け、2016年4月に、関連する保安規定条文の変更を行うとともに、保安規定に、緊急作業従事者の選定・被ばく線量管理等に関する新規条文の追加を行い、社内マニュアルを改正した。	設置変更許可(2017年1月18日)で考慮されている事項及び緊急作業時被ばくに係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし

第3.1.2-7表 緊急時の措置の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(2/3)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
社内マニュアル	降下火砕物(火山灰)対策	<p>実用炉規則が改正され、火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備が新たに求められたことから、火山現象による影響が発生するおそれがある場合又は発生した場合における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備を、2018年12月に保安規定及び社内マニュアルに定めた。</p> <p>また、ガ一の高濃度の火山灰による影響等を考慮し、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器や可搬型ディーゼル注人ポンプの吸気口に接続するフィルタコンテナを設置した。さらに、降下火砕物によってディーゼル発電機が給電不可となり全交流電源喪失が発生した場合、発電所内外への通信連絡設備の機能の維持及び蓄圧タンク出口弁の閉止操作が必要となるため、通信連絡設備用発電機からこれら設備への給電対策を実施した。また、吸気用のフィルタコンテナは定期的にフィルタを清掃する必要があるため、清掃に使用するコンプレッサ用の電源設備設置工事を実施した。</p>	決定論的安全評価に係る設備に対する更なる安全対策であり、決定論的安全評価に影響なし
	モニタリングポスト指示値が落雷等で5 μ Sv/hを超えた場合の対応の明確化	<p>「原子力災害対策特別措置法施行令」第四条第二項を受けて、モニタリングポスト、ステーション指示値が落雷等で5μSv/hを超えた場合の対応の明確化のため、2015年7月に、社内マニュアルを改正した。</p>	
教育・訓練	緊急作業従事者教育の実施	<p>2015年12月、「緊急作業時の被ばくに関する規則」等の改正に伴い、実用炉規則等が改正されたことを受け、緊急作業従事者の緊急被ばく線量限度が見直しとなったことから、緊急作業に従事する可能性のある者に対し、緊急作業に関する内容の教育訓練を実施した。</p>	教育に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
設備	緊急時における安全対策の強化	<p>2011年3月に発生した福島第一事故等を起因として発出された経済産業大臣指示文書「平成23年福島第一、第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策の実施について(指示)」(平成23年3月30日付け平成23・03・28原第7号)を受け、電源及び冷却水の確保等の対策を行った。</p> <p>また、2011年6月に発出された経済産業大臣指示文書「平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた他の原子力発電所におけるシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施について(指示)」(平成23年6月7日付け平成23・06・07原第2号)を受け、万が一シビアアクシデントが発生した場合でも迅速に対応するための措置として、中央制御室の作業環境の確保等を図った。</p> <p>その後、2013年7月に施行された新規制基準に適合させた重大事故等対策等に係る体制の整備を行い、重大事故等対処設備等を配備した。</p>	設置変更許可(2017年1月18日)で考慮されている事項であり、決定論的安全評価に影響なし

第3.1.2-7表 緊急時の措置の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(3/3)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
設備	火山活動モニタリング設備の追設	2014年度から2016年度にかけて、火山活動のモニタリング設備について、公的機関による既存観測点に加え、新たな観測点(GNSS観測装置)を増設した。	決定論的安全評価に係る設備の設置でないことから、決定論的安全評価に影響なし

第3.1.2-8表 安全文化の醸成活動の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/2)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
仕組み (組織・体制、社内マニュアル・教育・訓練)	リーダーシップに関する更なる浸透・定着のための活動の実施	リーダーシップに関する更なる浸透・定着を図るため、原子力安全文化醸成重点活動の一環として、原子力安全教育等を継続的に実施しており、その中で安全文化及び安全のためのリーダーシップの更なる浸透・発揮に向けた意識向上を図っている。	安全文化の醸成活動に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	安全文化醸成活動に係る社内マニュアル(発電所)の改正	2016年4月に、発電所の安全文化醸成活動に係る社内マニュアルの改正を行った。改正内容は、運用の明確化(安全文化醸成に繋がる日常的な活動に発電所組織の幹部による原子力安全を最優先とするメッセージの発信を追加)である。 2018年4月に、発電所の安全文化醸成活動に係る社内マニュアルの改正を行った。改正内容は、安全文化指標見直しの検討を踏まえたもの(安全文化醸成に繋がる日常的な活動に意思決定の根拠をタイムリーに伝えることを追加、安全文化醸成に繋がる日常的な活動にベンチマーキングを追加)である。	
	安全文化醸成活動に係る社内マニュアル(本店)の改正	2016年4月に、本店の安全文化醸成活動に係る社内マニュアルの改正を行った。改正内容は、安全文化醸成に繋がる日常的な活動の見直し(本店組織の幹部による原子力安全を最優先とするメッセージの発信への変更)である。 2018年4月に、本店の安全文化醸成活動に係る社内マニュアルの改正を行った。改正内容は、安全文化指標見直しの検討を踏まえたもの(安全文化醸成に繋がる日常的な活動に意思決定の根拠をタイムリーに伝えることを追加、安全文化醸成に繋がる日常的な活動にベンチマーキングを追加)である。	

第3.1.2-8表 安全文化の醸成活動の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響について(2/2)

分類	項目	内容	決定論的安全評価に及ぼす影響
安全文化要素	安全文化醸成に関する方針及びスローガンの周知	安全文化醸成に係る社内マニュアルに基づき、毎年度、社長のコミットメントの内容と整合を図った安全文化醸成重点活動計画を策定し、安全文化醸成に関する方針、年度スローガンの浸透を図るため、所内及び協力会社の各所へのポスター掲示や、小冊子及び携帯カードにまとめて配付する等の周知活動を継続的に実施している。	安全文化の醸成活動に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	発電所上層部からのメッセージの発信	発電所組織の幹部(所長、次長、原子力訓練センター所長、安全品質保証統括室長、副室長)は、原子力安全を最優先とする安全文化の意識浸透を図るため、発電所組織を対象にメッセージを発信している。	
	原子力の安全性・信頼性を確保する活動の実施	原子力の安全性・信頼性を確保する活動として、関係各課及び協力会社との連絡調整を行い、施設定期検査の対応を確実に実施した。また、新規制基準対応工事等について、工程管理、関係箇所との情報共有、懸案事項処理等を着実に行った。	
	改善措置活動(CAP)の導入	「玄海3号機脱気器空気抜け管蒸気漏れ」事象の経験をもとに「気付事項共有会議」を設置し、僅かな変化の気付き事項の共有、処置状況の確認を行ってきた。現在その仕組みを「改善措置活動」へ移行し、CAP会議において引き続き活動を行っている。	
	安全文化に関する教育の実施	安全文化醸成活動の更なる浸透を図るため、毎年度、保安規定教育、原子力安全教育等を継続的に実施している。 また、2014年度から、発電所員に対し、原子力安全教育等を通じて、原子力安全に係るリスクの認識、日々の保安活動におけるリスクへの意識向上を図るための教育及び一人ひとりが安全のために日常業務の中で率先垂範して行っている行動がリーダーシップに繋がること等、リーダーシップの浸透・定着を目的とした教育を実施している。	
	協力会社とのコミュニケーション活動の実施	協力会社への安全文化醸成活動の更なる浸透を図るため、協力会社との意見交換会の実施、受注者品質保証監査を利用した安全文化に関する情報等の紹介、各課委託先とのミーティング等のコミュニケーション活動等を継続的に実施している。	

第3.1.2-9表 「2.2.2.5 国内外の原子力施設の運転経験から得られた教訓」のうち
要反映、反映中の最新知見が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/1)

情報源	発生年月日	ユニット	概要	判断根拠	決定論的安全評価に及ぼす影響
国内他社の発電用原子炉等の運転経験から得られた教訓	H28.8.18	敦賀1号	サービス建屋1階のロッカー室及び被服倉庫の天井から水の滴下を確認した。飲料水配管と弁を繋ぐねじ込み部で腐食が進み、ねじ込み部が減肉したことにより配管と弁との間に生じた隙間から漏えいしたものと推定された。	建屋内の管理区域及び管理区域境界部におけるねじ込み式の飲料水配管について、抜き取り調査により腐食状況を確認し、必要に応じて対策を検討する。	決定論的安全評価に係る設備の対策でないことから、決定論的安全評価に影響なし
国外の原子力施設の運転経験から得られた教訓	H31.1.28	—	出力運転中、デジタル式電気油圧式制御装置(EH)のサーボ弁用信号伝送ケーブルコネクタが、高周波振動の影響によってサーボ弁から外れ、ガバナ弁が閉止し、出力が低下した。国内PWRプラントにおいてもゆるみ止めは実施されておらず、同事象発生の可能性を否定できないことから、ゆるみ止めの実施について提言がなされた。	第14回定検において、ゆるみ止め対策品が間に合わない為、ロックワイヤを用いて脱落防止を図り、第15回定検でゆるみ止め対策品に取り替える。	保守管理に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし

第3.1.2-10表 「2.2.2.7 国内外の基準等」のうち
要反映、反映中の最新知見が決定論的安全評価に及ぼす影響について(1/2)

情報源	規格名称 (規格番号)	概要	判断根拠	決定論的安全評価に 及ぼす影響
国内外の 基準等	軽水型原子力発電 所用機器の供用期 間中検査における超 音波探傷試験規程 (JEAC 4207-2008) (2012年追補版)	超音波自動探傷装置への要求性能等を附属 書として取り込み充実、また、オーステナイト系 ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方 法が追加された。	国による技術評価を受 け反映中。 (～2019年度)	保守管理に係る事項で あり、決定論的安全評価 に影響なし
	維持規格 (JSME S NA1-2014 追補)	セーフエンド部の機器区分と境界位置の変 更、応力拡大係数算出式の選定、クラス2、3 機器の欠陥評価規定の追加、部分補修・取 替の検査プログラムの反映等が改訂された。	国による技術評価結果 を受け検査計画への反 映を実施中。 (～2021年度)	
	原子力発電所の高経 年化対策実施基準 (AESJ SC P005-015)	高経年化技術評価において劣化事象の抽出 に用いる「経年劣化メカニズムまとめ表」に、平 成22年11月から平成24年10月末までに原子 力安全委員会に報告された3基(玄海2号、伊 方2号、美浜2号)分の経年劣化事象(部位、劣 化事象、材料)が反映され、光ファイバの劣化 事象が追加された。	社内マニュアルに取込 み、高経年化技術評価 の劣化事象の検討に使 用予定である。 2023年3月反映実施予 定。	高経年化に係る事項で あり、決定論的安全評価 に影響なし
	原子力発電所の高経 年化対策実施基準 (AESJ SC P005-2016) (追補1)	高経年化技術評価において劣化事象の抽出 に用いる「経年劣化メカニズムまとめ表」に、平 成25年11月から平成26年11月末までに国の 審査が完了した4基(福島第二2号、島根1号、 女川1号、高浜1号)分の経年劣化事象(部位、 劣化事象、材料)が反映された。反映された事 象は、無停電電源(計装用インバータ)のコンバ ータ、インバータの劣化事象が追加された。	社内マニュアルに取込 み、高経年化技術評価 の劣化事象の検討に使 用予定である。 2023年3月反映実施予 定。	

第3.1.2-10表 「2.2.2.7 国内外の基準等」のうち
要反映、反映中の最新知見が決定論的安全評価に及ぼす影響について(2/2)

情報源	規格名称 (規格番号)	概要	判断根拠	決定論的安全評価に 及ぼす影響
国内外の 基準等	原子力発電所の高経 年化対策実施基準: (AESJ SC P005-2017) (追補2)	経年劣化メカニズムまとめ表について、平成26年12月から平成27年11月末までに、国の審査が完了した8基(福島第二原子力発電所3号機、柏崎刈羽原子力発電所1号機、川内原子力発電所1、2号機、高浜発電所2、3、4号機、玄海原子力発電所1号機)の高経年化技術評価報告書の知見及び原子力発電所の運転経験が反映され、非常用D/Gの非常調速装置(機械式加速度停止装置)パイロット弁の性能低下事象が追加された。	社内マニュアルに取込み、高経年化技術評価の劣化事象の検討に使用予定である。 2023年3月反映実施予定。	高経年化に係る事項であり、決定論的安全評価に影響なし
	原子力発電所の高経 年化対策実施基準 (AESJ SC P005-2018) (追補3)	経年劣化メカニズムまとめ表について、平成27年12月から平成29年2月末までに、国の審査が完了した4基(高浜発電所1、2号機、美浜発電所3号機、敦賀発電所2号機)の高経年化技術評価報告書の知見及び原子力発電所の運転経験が反映された。	社内マニュアルに取込み、高経年化技術評価の劣化事象の検討に使用予定である。 2023年3月反映実施予定。	

第3.1.2-11表 決定論的安全評価で使用している解析コードについて

解析コード名	解析コードの 評価対象	コード開発元
CHICKIN-M	DBA (運転時の異常な過渡変化 及び 設計基準事故)	ウェスチングハウス※ ¹
FACTRAN		
THINC-III		
MARVEL		
PHOENIX		
SATAN-M		
WREFLOOD		
BASH-M		
LOCTA-M※ ²		
COCO		
SATAN-M (Small LOCA)		
LOCTA-IV※ ²		
ANC		
TWINKLE		
SPAN		
SATAN-VI		
SCATTERING	SA (有効性評価)	三菱重工業
M-RELAP5※ ³		アイダホ研究所
SPARKLE-2		三菱重工業
MAAP		米国電力研究所
GOTHIC		

※1:一部の解析コードは、三菱重工業にて改良したものがあり、調査時は現コードと元コードの両方を対象とした

※2:LOCTAは、LOCBARTをベースに改良されたものであり、調査時はLOCTAとLOCBARTの両方を対象とした

※3:M-RELAP5は、三菱重工業がRELAP5-3D(アイダホ研究所開発)をベースに改良したものであり、調査時はM-RELAP5とRELAP5-3Dの両方を対象とした

第 3.1.2-12 表 解析コードの更新・不具合情報が決定論的安全評価に及ぼす影響について(情報源:NRC(ADAMS))

解析コードの種類	分類	現状の決定論的安全評価の妥当性	決定論的安全評価に及ぼす影響
DBA	コードエラー (炉心内パラメータ評価モデルのエラー)	○	当該モデルを使用していないため、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	既に修正済のモデルであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
SA	コードエラー (炉心内パラメータ評価モデルのエラー)	○	当該モデルを使用していないため、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	既に修正済のモデルであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	実機では生じないと考えられる炉心状態で発生するエラーであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	同じモデルを用いた検証解析において、問題ないことを確認しており、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
	コードエラー (CV内パラメータ評価モデルのエラー)	○	アルゴリズム不足によるエラーであるが、従来よりポスト処理でアルゴリズム不足を補う処理を行っており、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	既に修正済のモデルであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。

第3.1.2-13表 解析コードの更新・不具合情報が決定論的安全評価に及ぼす影響について(情報源:コード開発元)

解析コードの種類	分類	現状の決定論的安全評価の妥当性	決定論的安全評価に及ぼす影響
SA	コードエラー (炉心内パラメータ評価モデルのエラー)	○	既に修正済のモデルであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	当該モデルを使用していないため、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	実機では生じないと考えられる炉心状態で発生するエラーであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	リスタート計算でのエラーであり、リスタート解析を実施しないため、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
	コードエラー (CV内パラメータ評価モデルのエラー)	○	実機と異なる体系で生じるエラーであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	実機では生じないと考えられる原子炉格納容器内で発生するエラーであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		○	プログラムが強制終了するエラーであり、強制終了した解析結果は採用していないため、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
		-	異なるCV型式でのエラー。
		-	BWRに対するモデルのエラー。
		○	当該モデルを使用していないため、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
	コードエラー (系統構成モデルのエラー)	○	他プラントの系統構成で生じるエラーであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
	コードエラー (物性値のエラー)	○	異なる物性値データを使用しているため、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
	コードエラー (インプットのエラー)	○	ユーザーが定義した変数に係るエラーであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。
	マニュアルエラー (マニュアルのエラー)	○	解析に影響しないマニュアルの記載内容の不備に係るエラーであり、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。