

玄海原子力発電所 3号機

第2回 安全性向上評価の概要について

2021年7月19日

九州電力株式会社

- 届出書本文

- 第1章 安全規制によって法令への適合性が確認された範囲

- 第2章 安全性の向上のため自主的に講じた措置

- 2-1 安全性の向上に向けた継続的取組みの方針

- 2-2 調査等

- (1) 保安活動の実施状況

- (2) 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見

- (3) プラント・ウォークダウン

- 2-3 安全性向上計画

- 2-4 追加措置の内容

- (1) 構築物、系統及び機器における追加措置

- (2) 体制における追加措置

- 2-5 外部評価の結果

第3章 安全性の向上のため自主的に講じた措置の調査及び分析

3-1 安全性向上に係る活動の実施状況の評価

(1) 内部事象及び外部事象に係る評価

(2) 決定論的安全評価

(3) 確率論的リスク評価

(4) 安全裕度評価

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

第4章 総合的な評定

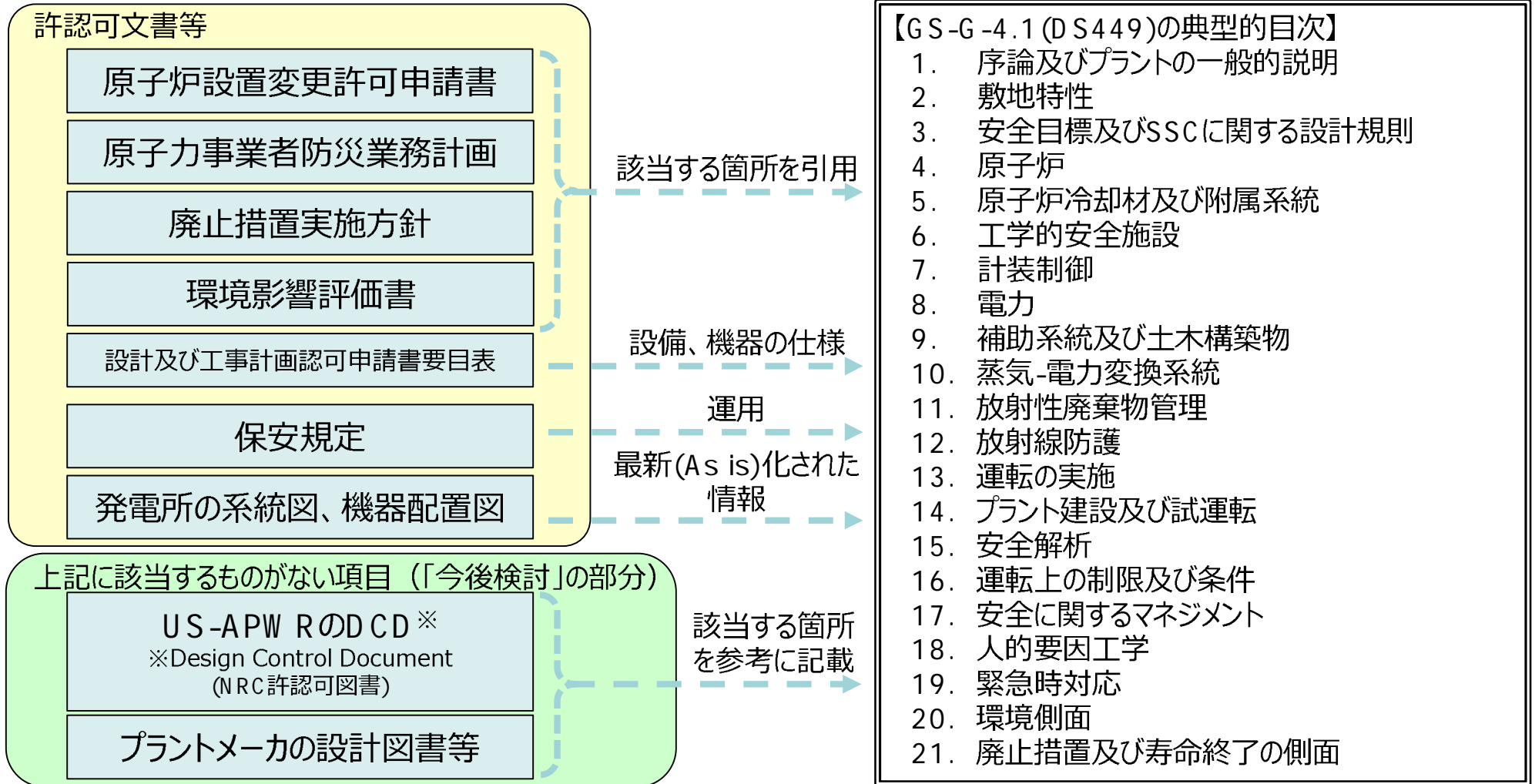
4-1 評定結果

4-2 安全性向上計画

- 参考資料 (商業機密、防護上の機密等の公開できない情報等)

● 第1章の記載方針

- 章立ては、IAEA安全ガイドGS-G-4.1(DS449)の典型的目次に従い、記載内容は、同ガイド本文に規定されている要件を反映する。
- 評価時点は、第15回定期事業者検査終了時点(2020.12.22)の状態を対象とする。
- 第1回届出で「今後検討」としていた箇所について、今回の届出にて、記載の充実を図った。



2-1 安全性の向上に向けた継続的取組みの方針（1/5）

玄海3号機第2回 安全性向上評価

● 方針

社長が定める以下の品質方針に従い、

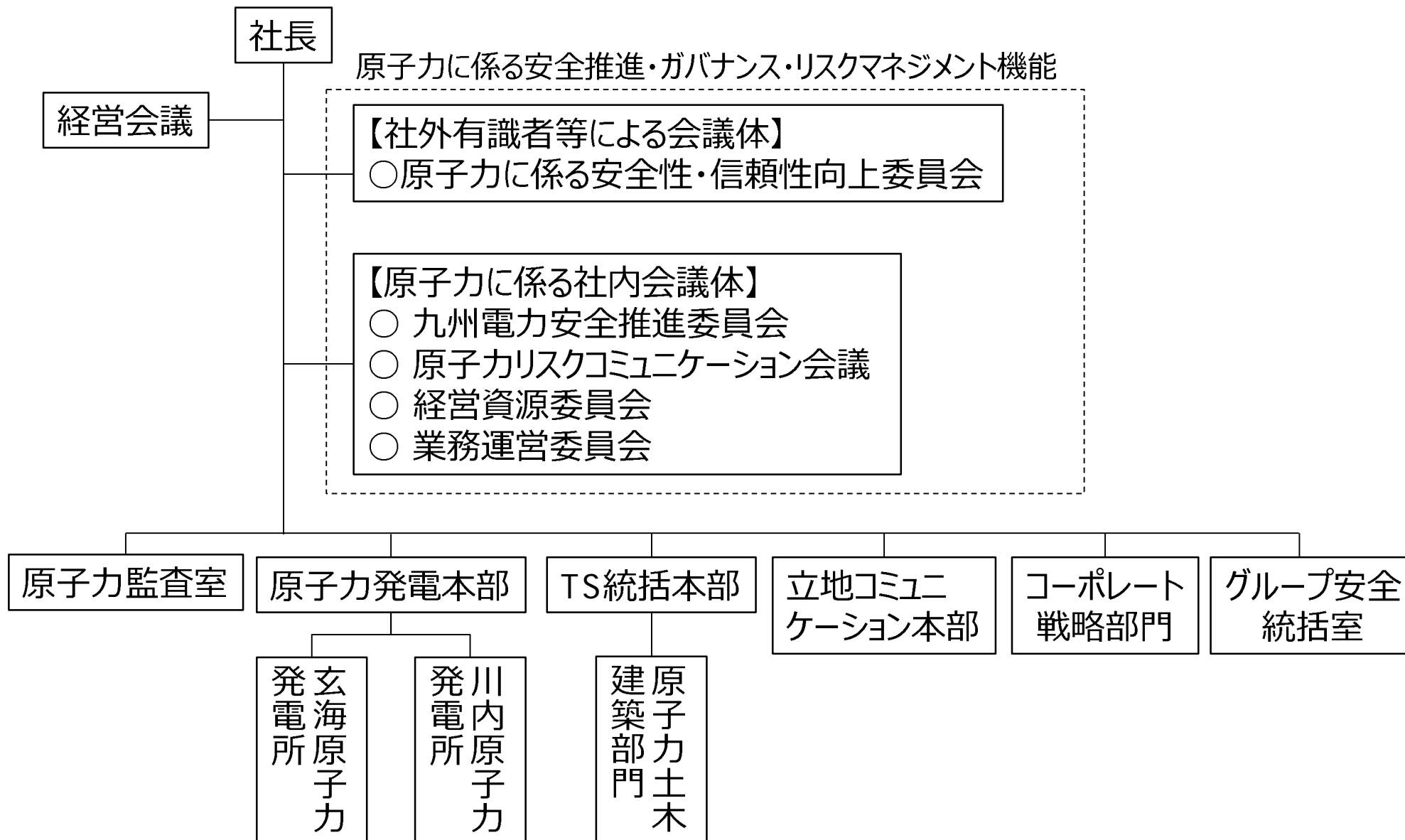
1. 原子力安全を最優先とする文化を醸成し続けます
2. 自主的・継続的に安全性・信頼性を向上させます
3. 原子力発電所のリスクマネジメントを確実に実施します
4. 積極的な情報公開と対話活動を行い安心・信頼に繋がります
5. 社内や協力会社との風通しの良い組織風土をつくります

原子力に対するリスク意識を高め、安全文化の更なる醸成を図り、また、国内外の最新の知見や教訓、社内外の第三者の視点も活かしながら、より高みを目指した原子力発電所の自主的かつ継続的な改善に取り組む。

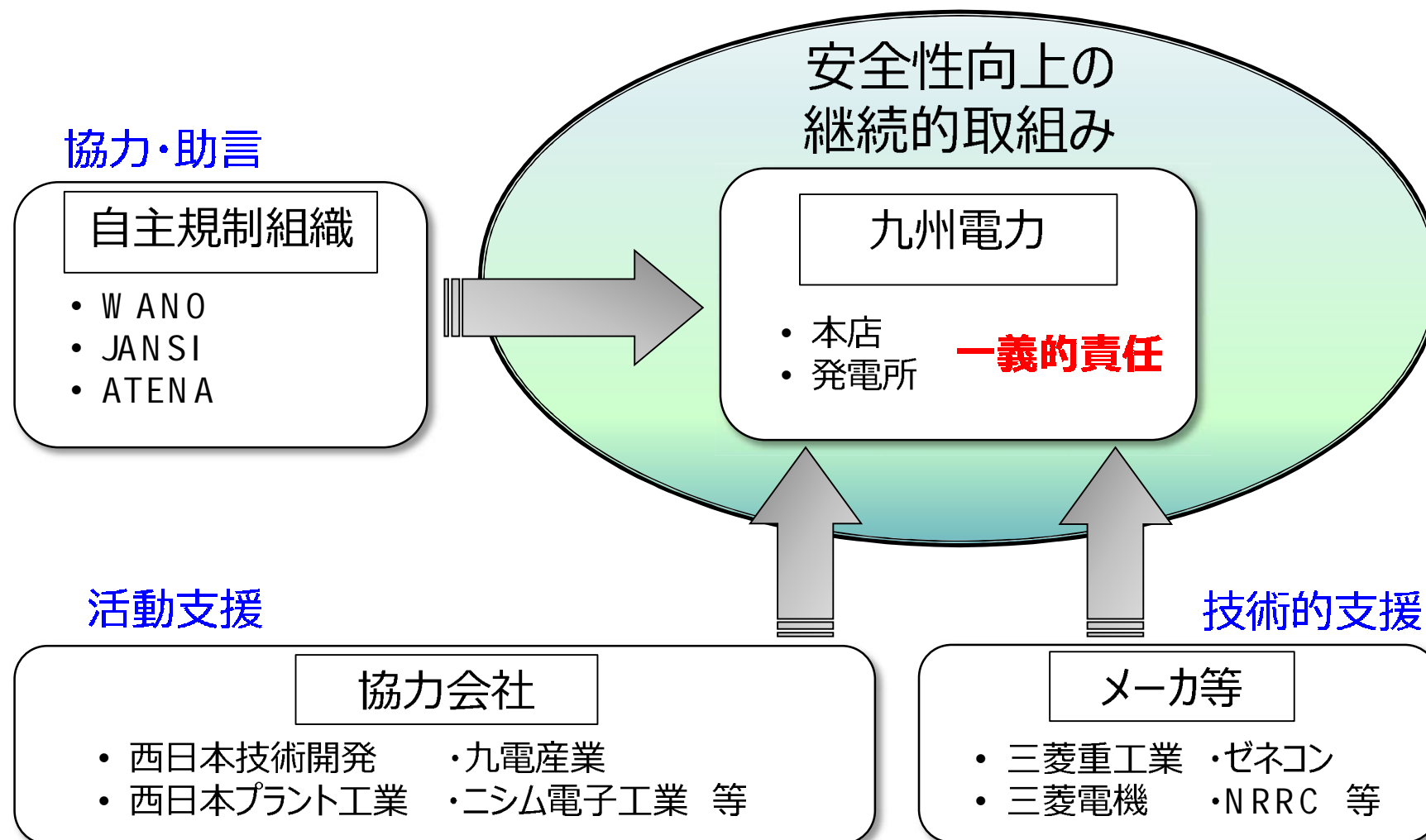
● 安全性向上評価の目的、目標

自主的、継続的に原子炉施設の安全性・信頼性を向上させることを目的とし、原子力のリスクを合理的に実行可能な限り低減する（ALARP; As Low As Reasonably Practicable）ことを目標とする。

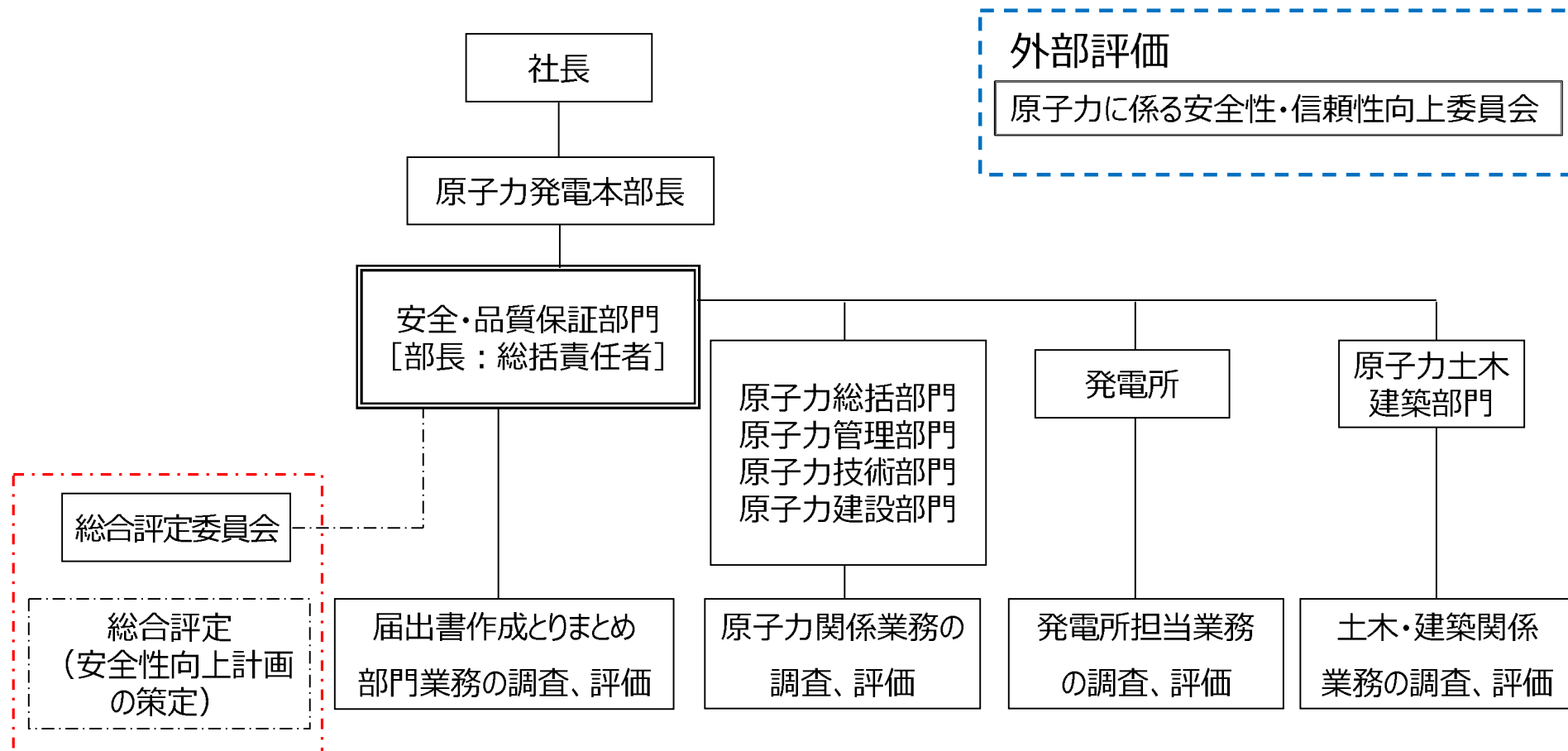
● 安全性向上の継続的取組み体制



● 継続的な安全性向上のための取組みの概念図



● 安全性向上評価の実施体制



● プロセス

原子力安全を確保するための品質マネジメントシステムに基づく継続的改善のプロセスを基本とする。

● 新型コロナウイルス対応

新型コロナウイルス感染予防・感染拡大防止については、全国的な感染拡大や国の緊急事態宣言発出、並びに発電所関係者の感染事案発生を踏まえ、対策の強化を図りながら対応している。

< 強化した対策の例 >

- ・ 感染流行地域への不要不急の活動自粛及び緊急事態宣言発出地域への出張や外出の原則中止
- ・ 発電所立入り予定の2週間前からの行動履歴等に問題がないことを確認（特に行動履歴中に会食等がある場合は入構不可）
- ・ 新たに発電所に立入る者は、原則、出発地で事前にPCR検査を実施するとともに、立入り前に保健師等による専門的な問診を実施し、少しでも感染のおそれがないことの確認を徹底
- ・ 安全・安定運転継続対策のため、要員の確保等の交代体制の確保
- ・ 業務時間外や休日における取組み等の対策の強化についても、当社社員、請負会社社員、その家族全てに浸透するよう、改めて発電所内の当社と請負会社で構成する「安全衛生協議会」を開催し、注意喚起と周知徹底を実施 等

2-2(1) 保安活動の実施状況（1/3）

玄海3号機第2回 安全性向上評価

保安規定に定められた以下の保安活動に加えて、発電所の安全性及び信頼性のより一層の向上に資する自主的な活動を含めた、活動の実施状況を調査した。

○ 調査対象期間：

➤ 改善活動の調査期間・・・2019年8月21日～2020年12月22日

➤ 実績指標の調査期間・・・各保安活動ごとに選定した実績指標を対象に2020年12月22日までの過去約10年分又は10サイクル分の確認可能な範囲のデータを評価

○ 評価項目：

品質保証活動、運転管理、施設管理、燃料管理、放射線管理、放射性廃棄物管理、緊急時の措置、安全文化の醸成活動

○ 評価手法：従来の定期安全レビュー手法で実施

○ 評価結果：

➤ 各保安活動の改善状況について、仕組み（組織・体制、社内マニュアル、教育・訓練）及び設備の側面で調査を行った結果、改善活動が保安活動に定着し、継続的な見直しが行われている。

➤ 実績指標調査の結果、各保安活動の実績指標は、時間的な推移が安定している、若しくは、著しい変化がある場合にも原因が明らかにされ適切な対応が採られていることから、各保安活動を行う仕組みは適切かつ有効であると評価した。

● 主な改善活動

件名	改善内容
リスク情報を活用した意思決定 (RIDM) プロセスの構築	従来の決定論的な評価からの知見などに加えて、確率論的リスク評価から得られる知見を組み合わせ、より効果的にリスクを低減し安全性を向上させる仕組みとして、RIDM プロセスを構築し、2020年4月から運用を開始した。今後、RIDM の運用の定着と段階的なプロセス適用範囲の拡大を図っていく。
有毒ガス発生時の体制の整備に係る社内マニュアルの改正及び教育の追加	有毒ガス防護対策を目的に、有毒ガス発生時の体制の整備、及び当該事象発生時の措置に関する教育を新たに追加した。
2次系シーケンス盤更新及び制御用地震計更新	既設の設備は、設置から20年以上が経過し、一部の部品が製造中止品になっていることから、一部の部品の交換ができない状態であり、また、経年劣化による不具合も懸念されるため、第15回定期事業者検査時に2次系シーケンス盤を最新のデジタル式に、及び制御用地震計を機械式地震計から電気式地震計に更新した。

● 自主設備の設置状況及びその運用方針

発電所の安全性及び信頼性のより一層の向上に資する自主的な取組みとして、重大事故等の発生及び拡大防止に資する、多様性拡張設備※1及び追加的に配備した設備※2等について調査を行った結果、第1回届出の評価時点（2019年8月20日）以降新たに設置した設備はなかった。

※1：技術基準上の全ての要求事項を満たすことや、全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては事故対応に有効な設備

※2：工事計画に記載した「保安規定83条重大事故等対処設備」に規定する所要数に予備を含めた数量に加え、自主的に追加配備した同一仕様の設備

新知見の収集、分析、抽出に当たっては、東京電力福島第一原子力発電所事故の背後要因として、津波や過酷事故に対する新たな知見により明らかとなったリスクを軽視し必要な安全対策を先延ばしにしたこと、また、国際的な取組みや共同作業から謙虚に学ぼうとする取組みが不足していたことが指摘されており((一社)日本原子力学会 東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会)、この反省に立ち、原子力安全を最優先に、これらを実施した。

原子力安全に係る国内外で得られた最新の科学的知見及び技術的知見について収集し、

- 玄海3号機の安全評価(決定論的安全評価)の前提となる内部事象・外部事象の変更につながる知見
- 確率論的リスク評価の評価手法や故障データの最新化につながる知見
- 原子力発電所の安全設計の見直しにつながる知見
- 事故・不具合を未然に防止するための知見

を抽出した。

- 調査対象期間：2019年8月21日～2020年12月22日
- 調査内容：
 - ① 安全に係る研究
 - ② 国内外の原子力施設の運転経験から得られた教訓
(一般産業の情報含む)
 - ③ 確率論的リスク評価を実施するために必要なデータ
 - ④ 国内外の基準等
 - ⑤ 国際機関及び国内外の学会等の情報
 - ⑥ メーカーからの提案

● 新知見に係る調査結果

玄海3号機第2回 安全性向上評価

新知見に係る調査の結果について以下に取りまとめた。

－：“該当なし”を指す

分類	収集分類	収集情報	検討結果			反映要の新知見の内	
			反映が必要な新知見	反映要否 検討中	新知見だが、 反映が必要 ないもの	反映済	反映中
①安全に係る研究	1-電共研	約40件	－	1件	－	－	－
	2-自社研	約10件	－	－	－	－	－
	3-NRA等の研究開発	約50件	2件	－	1件	1件	1件
	4-国外機関の研究開発	約80件	－	－	－	－	－
②国内外の原子力施設の運転経験から得られた教訓	1-運転経験からの教訓	約170件	19件	－	－	18件	1件
	2-NRAからの文書指示	－	－	－	－	－	－
③PRAを実施するために必要なデータ	PRAを実施するために必要なデータ	約10件	－	6件	－	－	－
④国内外の基準等	1-国内の規格基準	約10件	7件	7件	－	7件	－
	2-国外の規格基準	約380件	－	－	－	－	－
⑤国際機関及び国内外の学会等の情報	1-国内の学会活動	約610件	1件	2件	10件	－	1件
	2-国外の学会活動	約500件	－	－	－	－	－
⑥メーカーからの提案	メーカーからの提案	約20件	1件	－	－	－	1件

● 第1回届出時に「反映中」とした知見の検討状況

-：“該当なし”を指す

分類	収集分類	第1回届出時	評価時点	
		反映中	反映済	反映中
①安全に係る研究	1-電共研	-	-	-
	2-自社研	-	-	-
	3-NRA等の研究開発	-	-	-
	4-国外機関の研究開発	-	-	-
②国内外の原子力施設の 運転経験から得られた 教訓	1-運転経験からの教訓	1件	1件	-
	2-NRAからの文書指示	-	-	-
③PRAを実施するために 必要なデータ	PRAを実施するために 必要なデータ	-	-	-
④国内外の基準等	1-国内の規格基準	2件	1件	1件
	2-国外の規格基準	-	-	-
⑤国際機関及び国内外 の学会等の情報	1-国内の学会活動	-	-	-
	2-国外の学会活動	-	-	-
⑥メーカーからの提案	メーカーからの提案	-	-	-

玄海3号機第2回 安全性向上評価

● 第1回届出時に「反映要否検討中」とした知見の検討状況

- : “該当なし”を指す

分類	収集分類	第1回届出時	評価時点			反映要のうち	
		反映要否 検討中	反映が必要な 新知見	反映要否※ 検討中	新知見だが、 反映が必要 ないもの	反映済	反映中
①安全に係る研究	1-電共研	10件	-	9件	1件	-	-
	2-自社研	-	-	-	-	-	-
	3-NRA等の研究開発	-	-	-	-	-	-
	4-国外機関の研究開発	-	-	-	-	-	-
②国内外の原子力施設の 運転経験から得られ た教訓	1-運転経験からの教訓	-	-	-	-	-	-
	2-NRAからの文書指示	-	-	-	-	-	-
③PRAを実施するために 必要なデータ	PRAを実施するために 必要なデータ	-	-	-	-	-	-
④国内外の基準等	1-国内の規格基準	30件	-	29件	1件	-	-
	2-国外の規格基準	-	-	-	-	-	-
⑤国際機関及び国内外 の学会等の情報	1-国内の学会活動	5件	-	3件	2件	-	-
	2-国外の学会活動	-	-	-	-	-	-
⑥メーカーからの提案	メーカーからの提案	-	-	-	-	-	-

※：反映にあたり、更なる研究成果が必要なものや、規格の技術評価を必要とするものなどを含む。

今回の評価期間において、大きな設備の変更等は無く、確率論的リスク評価及び安全裕度評価等の変更を行っていないことから、プラント・ウォークダウンは実施していない。

2-3 安全性向上計画

保安活動により安全性向上のための追加措置が抽出されており、以下にこれらの概要を取りまとめた。ただし、規制要求に基づく追加措置については記載していない。

○ 保安活動により抽出された追加措置

保安活動	追加措置	計画概要
施設管理	原子炉容器出入口管台溶接部計画保全工事	600系Ni基合金溶接部の1次冷却水中応力腐食割れ(PWSCC)による国内の損傷事例を受け、予防保全として原子炉容器出入口管台溶接部の内面補修(690系Ni基合金化)工事を実施する。
施設管理	発電機変圧器保護盤更新	既設の構成部品が製造中止となっているため、既設アナログ設備から、設備の信頼性向上を図るため、運用・保守性に優れたデジタル設備へと更新する。
施設管理	高pH運転対応設備導入	蒸気発生器長期信頼性向上の観点から、蒸気発生器への鉄持込みを抑制する目的で、高pH運転を導入するための設備工事を行う。
緊急時の措置	海水ポンプ取替工事	事故時におけるポンプ再起動時の信頼性向上を目的として、軸保護管及び軸受潤滑水供給設備が不要な無給水軸受を採用した海水ポンプへの取替えを実施する。

(1) 構築物、系統及び機器における追加措置

抽出された追加措置について、構築物、系統及び機器における運用方針及び期待される効果を以下に示す。

追加措置	運用方針	期待される効果
原子炉容器出入口管台溶接部計画保全工事	変更なし	原子炉容器出入口管台のPWSCCに対する信頼性が向上することにより、1次冷却材漏えいの可能性を低減できる。
発電機変圧器保護盤更新	変更なし	発電機変圧器保護盤を現状のアナログ式保護リレーからデジタル式保護リレーへ更新を行うことで、リレーの経年的な特性の安定化、自己監視機能の充実による保守作業の省力化、機能を2重化することによるシステムの信頼性の向上につながる効果が期待できる。
高pH運転対応設備導入	変更なし	高pH運転の実施により蒸気発生器への鉄持込みを抑制することができ、蒸気発生器の長期信頼性の向上が期待できる。
海水ポンプ取替工事	変更なし	軸保護管及び軸受潤滑水供給設備が不要な無給水軸受を採用したポンプに取り替えることにより、ポンプ再起動時の信頼性向上が図られ、「非常用所内電源喪失」及び「最終的な熱の逃がし場喪失」の可能性が低減する。

(2) 体制における追加措置

抽出された追加措置については、既存の体制で運用が可能であり、体制における追加措置（人員配置及び指揮命令系統）は抽出されなかった。

● 原子力に係る安全性・信頼性向上委員会による評価

外部有識者の視点を、更なる安全性向上に活かすことを目的に、本安全性向上評価の骨子について、「原子力に係る安全性・信頼性向上委員会」において、ご意見・ご助言を受けた。

< 原子力に係る安全性・信頼性向上委員 >

野口 和彦（横浜国立大学 リスク共生社会創造センター センター長）

出光 一哉（九州大学大学院 工学研究院 教授）

高田 孝（日本原子力研究開発機構 システム安全解析評価グループ グループリーダー）

天日 美薫（九州環境管理協会 技術部 品質管理課長）

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 原爆後障害医療研究所 教授）

敬称略

● 電力各社による届出書レビュー

本届出書について、調査・分析・解析等が広く理解される記載となっているか、すなわち手法、適用範囲、モデル化、インプット、処理プロセス、アウトプット、判断根拠等が明確かの観点で以下の電力各社へレビューを依頼し、その結果を反映した。

- | | |
|--------------------|---------------|
| ・ 北海道電力株式会社 | ・ 関西電力株式会社 |
| ・ 東北電力株式会社 | ・ 中国電力株式会社 |
| ・ 東京電力ホールディングス株式会社 | ・ 四国電力株式会社 |
| ・ 北陸電力株式会社 | ・ 日本原子力発電株式会社 |
| ・ 中部電力株式会社 | ・ 電源開発株式会社 |

● 原子力に係る安全性・信頼性向上委員会の結果及びその対応

「原子力に係る安全性・信頼性向上委員会」において受けたご意見、ご助言について、以下のとおり対応する。

原子力に係る安全性・信頼性向上委員会 において受けたご意見、ご助言	原子力に係る安全性・信頼性向上委員会の 評価を踏まえた対応
<p>新たな改善について効果を示しているが、「どれだけ改善されたか」だけではなく、新しいものを取入れることでどこでどんなリスクが発生したか」を考えることも重要である。</p>	<p>「新しいものを取入れることに伴い発生するリスク」については、R I D Mプロセスで確認・評価することとしており、今後も継続的に取り組んでいくこととする。</p>

3-1 安全性向上に係る活動の実施状況の評価

- (1) 内部事象及び外部事象に係る評価、(2) 決定論的安全評価
- (3) 確率論的リスク評価、(4) 安全裕度評価

玄海3号機第2回 安全性向上評価

前回の安全性向上評価届出の評価時点以降、評価結果が変わるような大規模な工事等を行っていないため、改めて調査、分析又は評価をする必要がなく、第1回届出の記載内容を変更する必要はない。

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

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は、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予定である。

【評価計画】

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度以降
玄海3号機		★ 第1回届出	第2回★届出	特定重大事故等 対処施設の設置 ▽ 評価の実施

4-1 評定結果（1/2）

玄海3号機第2回 安全性向上評価

● 評定結果

玄海原子力発電所3号機は再稼働から現在まで安全・安定運転を継続しており、保安活動も確実に実施されている。今回実施した調査及び評価を踏まえた、第1章から第3章までの内容から、評定結果を見直す必要がある調査結果又は評価結果はなく、第1回届出からの変更はない。

● これまでの外部評価の対応状況（1/2）

原子力に係る安全性・信頼性向上委員会で本届出に関するご意見、ご助言を頂き、その結果を踏まえた対応を検討していく。なお、現在までに、川内1、2号機の第1、2、3回及び玄海3、4号機の第1回の届出時にそれぞれご意見、ご助言をいただいている。

現在対応中のものについては以下の通り。

ご意見、ご助言	対応状況（対応方針含む）
安全裕度評価結果を用いた継続的改善を実施する。	原則5年ごと又は大規模な工事等により評価結果が変わることが見込まれる場合に改訂する安全裕度評価において、第1回届出にて特定したクリフエッジの次のクリフエッジを特定し、その影響や対策を検討する。
「第2章2.2.1 保安活動の実施状況」において選定している保安活動の実績指標について、社内マニュアルの改正回数（品質保証活動）や教育の受講率（安全文化醸成）等を実績指標としているが、保安活動の効果を計る観点からは相応しくないものもあるのではないかと。例えば自主的な改善提言の回数など、安全文化が醸成された結果に視点を向けて指標を設定すべきである。	実績指標は2020年4月の原子力規制検査制度導入に合わせて、下記の項目を参考に監視項目の見直しを行っており、118の監視項目を設定しパフォーマンス監視（分析、改善策検討）を実施している。なお、安全性向上評価届出書の第2章における整理については、新たな118項目の指標をもとに今後整理していくこととする。 【118項目の設定指標の参考】 ①安全実績PI（原子力規制庁が規定し原子力規制検査で使用する。） ②WANO-PI、JANSI-PI（運転実績、共通自主、推奨自主）

● これまでの外部評価の対応状況 (2/2)

ご意見、ご助言	対応状況 (対応方針含む)
気象変動については、最近その変動が激しく原子力に限らず注意が必要である。今後の課題となるが、原子力としても注視していただきたい。	川内原子力発電所の第4回届出においては、安全性向上評価に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価について、IAEA安全ガイド (SSG -25) に基づくレビューを実施し、ハザードに関するレビュー項目で、最新の気象関係ハザードについて確認を行っている。今後も継続的に情報収集していくこととする。
確率論的リスク評価の結果に基づき追加措置として「教育・訓練の強化」を抽出しているが、教育・訓練による効果を安全性向上に向けてどのようにフィードバックしていくかが今後の課題である。	確率論的リスク評価の結果に基づき追加措置として抽出された「教育・訓練の強化」について、現状、教育・訓練による効果を定量化することは困難であることから、今後の課題と認識し、検討を進めていくこととする。
火山灰に対する安全裕度評価では、自主的に設置許可申請以上のハザードを設定し、検討する試みは評価できる。なお、今後も安全性向上に資する検討を積極的に進めていくという九州電力のスタンスを明確にし、火山灰の評価にとどまらず継続的に取り組んでいくよう期待する。	今後の安全裕度評価に当たっては、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」またはそれと同等の規格を参照し、火山灰に限らず更なる安全性向上に資する活動に継続的に取り組んでいくこととする。

今後も保安活動の確実な実施を基本に、第1回届出の安全性向上に向けた短期的及び中長期的な方針を継続し、引き続き本書で抽出した安全性向上に資する措置を確実に実行することにより発電所の安全性向上に努める。

● 保安活動により抽出された追加措置

具体的な措置	実施時期（予定）
原子炉容器出入口管台溶接部計画保全工事	第16回定検
発電機変圧器保護盤更新	第16回定検
高pH運転対応設備導入	第16回定検
海水ポンプ取替工事	第16回定検

● 第1回届出時に抽出された措置の実施状況（2021年3月31日時点）

玄海3号機第2回 安全性向上評価

第1回届出時に計画した追加措置については、下記のとおり計画的に対応を行っている。これからも工事については運転計画に沿って確実に対応していく。また、教育関係については、各項目に対応した対応手順や監視・強化項目の設定及び教育の実施を完了している。また、教育については今後も定期的に実施し、安全性向上に資する活動を継続する計画である。

保安活動から抽出した措置（措置計画時期）	実施時期（予定）	実施状況	備考
設計基準文書（DBD）の整備（第1回）	2020年4月	完了	—
原子炉安全保護計装盤等更新（第1回）	第16回定検	対応中	—
原子炉容器上部ふた取替（第1回）	第17回定検	対応中	—
2次系シーケンス盤更新（第1回）	第15回定検	完了	—
リスクモニタを用いた運転停止時のリスク管理の考え方の明確化（第1回）	第15回定検	完了	—
運転シミュレータへのMAAP導入（第1回）	2020年3月	完了	—

PRAから抽出した措置（措置計画時期）	実施時期（予定）	実施状況	備考
特定重大事故等対処施設による格納容器スプレイ及びフィルタバントの導入（第1回）	2022年度	対応中	—
重要シナリオに対する教育・訓練の強化（第1回）	適宜	完了	初回教育を2021年1月までに完了以降継続的（1回/年）に実施

安全裕度評価から抽出した措置（措置計画時期）	実施時期（予定）	実施状況	備考
安全裕度評価結果の発電所員への教育（第1回）	適宜	完了	初回教育を2021年1月までに完了以降継続的（1回/年）に実施

END

