

c. 高温

(a) 高温に対する設計について

高温に対する設計では、外気温 33.0℃と設定しており、屋外機器等は、使用温度 40～50℃の性能のものを設置している。

(b) 年超過確率  $10^{-6}$  相当の高温

国内の原子力施設周辺の気象官署 32 地点における、観測開始年から 2012 年までの日最高気温データを Station Year 法(以下「SY 法」という。)により合併し、合併したデータを基に最適極値分布を求め、これから玄海原子力発電所周辺の気象官署 2 地点(福岡、平戸)の年超過確率  $10^{-6}$  相当の日最高気温を求め、これらの内の最大値とした。

各地点における、確率値の算出手順を以下に示す。

- ① 各地点におけるデータ  $X_i^j$  を Gumbel 分布にフィッティングし、この 2 年確率値 (M2) を確率分布の中央値、10 年確率値 (M10) を確率分布の広がりとする。

ここで、 $i$  はデータを大きい方から並べた順、 $j$  は地点を表す。

- ② 以下の式により、各地点の M2 及び M10 からデータを規準化する。

$$Y_i^j = \frac{X_i^j - M2^j}{M10^j - M2^j}$$

- ③ 規準化したデータ  $Y_i^j$  を 32 地点分、合併し、これを  $Y_i$  とする。

- ④ Hazen プロットを用い、 $Y_i$  の最適極値分布  $Y_i$  を求める。

- ⑤ 各地点における確率値  $X_i^j$  を以下の式で求める。

$$X_i^j = (M10^j - M2^j) Y_i + M2^j$$

気象データを収集した気象官署 32 地点を第 3.1.4.5-11 表に示す。

この結果、年超過確率  $10^{-6}$  に相当する高温は 39.9℃となる。この温度に対する設備の損傷の有無を確認し、発電所への影響を評価する。

(c) 発電所への影響の評価

(a)項のとおり、安全上重要な屋外設備については設計温度内であることから、それらの機能は維持される。

また、高温の影響により海水温度が上昇し、十分な冷却機能が得られない場合には、海水ポンプ、原子炉補機冷却水冷却器・ポンプの追加起動を行う。それでも冷却機能を満足できない場合は原子炉を停止するため、発電所への影響はないと評価する。

#### d. 低温、凍結

##### (a) 低温に対する設計について

低温に対する設計では、極値 $-5.8^{\circ}\text{C}$ を下回る $-7.0^{\circ}\text{C}$ と設定しており、屋外機器等で凍結のおそれのあるものについては、ヒートトレースや凍結防止保温等にて対策を施すとともに、海水ポンプ潤滑水バックアップライン(所内用水)の凍結防止ブロー等を行なっていることより、安全施設の安全機能を損なわない設計としている。

##### (b) 年超過確率 $10^{-6}$ 相当の低温

国内の原子力施設周辺の気象官署 32 地点における、観測開始年から 2012 年までの日最低気温データを SY 法により合併し、合併したデータを基に最適極値分布を求め、これから玄海原子力発電所周辺の気象官署 2 地点(福岡、平戸)の年超過確率  $10^{-6}$  相当の日最低気温を求め、これらの内の最小値とした。

この結果、年超過確率  $10^{-6}$  に相当する低温は $-11.3^{\circ}\text{C}$ となる。この温度に対する設備の損傷の有無を確認し、発電所への影響を評価する。

##### (c) 各設備の損傷評価

低温・凍結により、安全上重要な屋外設備に発生する可能性のある影響について、以下のとおり評価した。

#### イ 屋外配管

安全上重要な機器に淡水を供給する系統として、海水ポンプ潤滑水バックアップライン(所内用水)がある。所内用水については、凍結防止ブロー等を行なっていることより、安全施設の安全機能が損なわれない。

ロ 可搬設備

屋外に設置されているディーゼル機関等を有する可搬設備は、低温時には、暖機運転することになっている。

(d) 発電所への影響の評価

(c)項の評価結果から、年超過確率  $10^{-6}$  相当の低温に対し、影響を受けると思われる屋外設備を評価した結果、影響はないと評価された。

なお、凍結防止処置や暖機運転については、当該事象の進展は遅く、公的機関等の情報により、事前の予測が十分可能であることから、実施可能である。

e. 降雪(積雪)

(a) 積雪に対する設計について

建築基準法に基づき、積雪量 20cm として積雪荷重を設定し、それに対し機械的強度を有する構造とすることで、安全施設の安全機能を損なわない設計としている。

なお、平戸特別地域気象観測所での観測記録(1951～2000 年)によれば、積雪の深さの月最大値は、12cm(1959 年 1 月 18 日)であることから、積雪量 20cm 時の積雪荷重に対する強度評価も行っている。

(b) 年超過確率  $10^{-6}$  相当の積雪量

国内の原子力施設周辺の気象官署 32 地点における、観測開始年から 2012 年までの月最深積雪データを SY 法により合併し、合併したデータを基に最適極値分布を求め、これから玄海原子力発電所周辺の気象官署 2 地点(福岡、平戸)の年超過確率  $10^{-6}$  相当の月最深積雪を求め、これらの内の最大値とした。

この結果、年超過確率  $10^{-6}$  に相当する積雪量は 45.2cm となる。この積雪量に対する設備の損傷の有無を確認し、発電所への影響を評価する。

(c) 各設備の影響評価

降雪(積雪)により、設備等に発生する可能性のある影響について、以下のとおり、損傷、機能喪失を評価した。

イ 「雪の多量吸込み」による空調吸気口、冷却口の閉塞

ディーゼル発電機の吸排気口及び海水ポンプモータ排気口の高さが確保されており雪の多量吸込による閉塞は発生しない。評価結果を第 3.1.4.5-12 表に示す。

ロ 各建屋の積雪荷重に対する評価

安全上重要な建屋は、第 3.1.4.5-13 表のとおり、積雪荷重に対して十分な余裕を有している。

ハ 外部電源(送電鉄塔、送電線)

設計基準を超える降雪(積雪)により、着雪による絶縁不良で、外部電源が喪失することを想定する。

(d) 発電所への影響の評価

(c)項から、年超過確率  $10^{-6}$  相当の積雪時には、外部電源喪失が起きる可能性があるが、送電鉄塔、送電線以外の建屋・設備については影響がなく、また、当該事象の進展は遅く、公的機関等の情報により、事前の予測が十分可能であり、除雪等を行うことにより、アクセスルート等の確保が可能であることから、外部電源喪失時の手順により原子炉を安全に停止できる。

## f. 降雨(流木)

### (a) 降雨に対する設計について

平戸特別地域気象観測所での観測記録(1951~2012年)によれば、発電所周辺地域における日最大1時間降水量の最大値は、125.5mm(1999年9月2日)である。

降水に対しては、構内排水施設を設けて海域に排水し、安全上重要な設備が安全機能を損なわない設計としている。

なお、排水施設(雨水排水処理装置)は、観測記録を上回る降水量290mm/hの排水能力を有している。

### (b) 過去最大値(極値)に対する影響評価

九州地方における至近の降雨事象として記憶に新しい九州北部豪雨がある。

2017年7月5日から6日にかけて、対馬海峡付近に停滞した梅雨前線に向かって暖かく非常に湿った空気が流れ込んだ影響等により、線状降水帯が形成・維持され、同じ場所に猛烈な雨を継続して降らせたことから、九州北部地方で記録的な大雨となった。

九州北部地方では、7月5日から6日までの総降水量が多いところで500mmを超え、7月の月降水量平年値を超える大雨となったところがあった。また、福岡県朝倉市や大分県日田市等で24時間降水量の値が観測史上1位の値を更新するなど、これまでの観測記録を更新する大雨となった。

1時間降水量 : 129.0mm (福岡県朝倉市7月5日)

24時間降水量 : 545.5mm (福岡県朝倉市7月6日)

なお、日本最大の降水記録は、1 時間降水量：153mm/h(千葉県香取 1999 年 10 月 27 日、長崎県長浦岳 1982 年 7 月 23 日)である。

(a)項のとおり、発電所の排水施設(雨水排水処理装置)は、観測記録を上回る降雨強度 290mm/h の雨水を排水する能力を有しているため、日本最大の降水記録に対しても影響はないと評価する。

#### (c) 年超過確率 $10^{-6}$ 値に対する影響評価

国内の原子力施設周辺の気象官署 32 地点における、観測開始年から 2012 年までの日最大 1 時間降雨量データを SY 法により合併し、合併したデータを基に最適極値分布を求め、これから玄海原子力発電所周辺の気象官署 2 地点(福岡、平戸)の年超過確率  $10^{-6}$  相当の日最大 1 時間降雨量を求め、これらの内の最大値とした。

この結果、年超過確率  $10^{-6}$  に相当する 1 時間降水量は 275.6mm となるものの、これを上回る降雨強度 290mm/h の雨水を排水する能力を有していることから、発電所設備への影響はないと考えられる。

#### (d) 各建屋、設備の損傷評価

##### イ 降雨による影響

##### (イ) 発電所敷地

1 時間降水量が年超過確率  $10^{-6}$  に相当する 275.6mm は、発電所の雨水排水設備の排水能力 290mm/h を超えないものの、設計どおりに雨水が排出されること、局所的な水溜りが生じないこと等を実地で確認するためにプラント・ウォークダウンを行った。

プラント・ウォークダウンは以下の観点の調査を行った。



## I プラント・ウォークダウンの実施結果

### (I) 実施方法

第 3.1.4.5-5 図に示すチェックシートを用い、主に以下について確認を実施した。

#### i 屋外排水路及び雨水排水処理装置が当初設計どおりになっているか

玄海原子力発電所の敷地形状の場合、敷地東側に山側斜面等がないため、発電所構外からの豪雨による雨水の大量流入といったことは想定されない。また、発電所の近くには、ダム崩壊により影響を及ぼすような河川はなく、発電所敷地付近の地形及び表流水の状況から判断しても、洪水による被害は考えられない。なお、玄海原子力発電所の敷地内の貯水池に八田浦貯水池があるが、仮にダムが崩壊した場合でも、貯水池の水は発電所の安全施設に影響を与えない経路で海に流出することから、影響を考慮する必要はない。

したがって、豪雨発生時の発電所構外からの雨水の流込みは想定されないため、発電所敷地全体に降雨する雨水が、屋外排水路及び雨水排水処理装置が当初設計どおりとなっており、しっかり排水されることを確認した。

#### ii 局所的に雨水が滞留するような箇所がないか

図面化されていない、または図面上では読み取れないような段差、くぼみなどの有無について確認した。

## (Ⅱ) 実施結果

### i 実施日

2019年11月13日

### ii 結果

プラント・ウォークダウンの結果、豪雨が発生した場合に、排水経路となる屋外排水路及び雨水排水処理装置について、当初設計より変更がないこと、局所的に雨水が滞留するような箇所がなくプラントへの影響がないことを確認した。

## (ロ) 建屋屋上

各建屋の屋上についても、雨水排水設備を備えており、発電所の構内に設置された排水系統を通じて海域に放出している。屋上の雨水排水設備の排水能力を超えた場合、雨水は建屋屋上から溢れ、壁を伝い、建屋外の敷地側溝へと自然流下するため、屋上貯留される雨水は限定的である。また、建屋の屋上のオーバーフロー管から流出する雨水又は壁をつたい自然流下する雨水が別の建屋の屋上へと流れ込み、水量が増幅するような建屋の配置になっていないことを確認している。なお、屋上の貫通配管部については、シール施工され建屋内部に雨水は流入しないことを確認している。

## (ハ) 海水ポンプエリア

海水ポンプエリアについては、海水ポンプ設置エリア、海水ストレーナ設置エリア、海水管ダクトに設置されている床ドレンライン及びトレンチ排水ポンプ等で排水する仕組みとなっているが、排水処理量を上回

る場合には、排水ピットに設置されている水位計が、水位が高くなった場合に、中央制御室に警報を発する。この場合、重大事故等対処設備以外の可搬の水中ポンプにて排水することが可能である。

また、海水ポンプモータの没水により海水ポンプが機能喪失する場合であっても、既に整備している原子炉補機冷却機能の全喪失時の手順により、原子炉を安全に停止できる。

## (二) 八田浦貯水池

発電所の近くには、ダム崩壊により影響を及ぼすような河川はないことから、ダム崩壊を考慮する必要はない。なお、玄海原子力発電所の敷地内の貯水池に八田浦貯水池があるが、仮にダムが崩壊した場合でも、貯水池の水は発電所の安全施設に影響を与えない経路で海に流出することから、ダム崩壊の影響を考慮する必要はない。

### ロ 流木による影響(海水取水口の閉塞事象)

九州北部豪雨のような局地的な降雨による斜面崩壊に伴い、流木が発生し、洪水と共に発電所周辺の海域へ押し寄せ、海水ポンプや循環水ポンプの取水に伴う海水の流れにより、取水口へ流入し、海水取水経路の閉塞を引き起こすことが想定される。

取水口には、除塵装置として、取水口スクリーン、バースクリーン及びロータリースクリーンが設置されており、くらげ、流木及びその他漂流物を除去できる。

くらげ、流木及びその他漂流物の襲来により除塵装置スクリーン前後の水位差が生じれば、除塵装置の自動動作状況を確認し、必要に応じ循環水ポンプの取水量の調整を行うことにより、運転を継続することができる。

循環水ポンプの取水量の調整に伴い、復水器真空度が低下すれば発電機出力を抑制し、運転を継続することもできる。

なお、海水取水経路が閉塞した場合であっても、既に整備している原子炉補機冷却機能の全喪失時の手順により、原子炉を安全に停止できる。

(e) 発電所への影響の評価

(d)項の評価結果より、年超過確率  $10^{-6}$  に相当する 1 時間降水量 275.6mm の豪雨が発生した場合、発電所の雨水排水設備の排水能力 290mm/h を超えず、影響は考えられないことを確認した。また、局所的に雨水が滞留するような箇所がないことを確認した。

また、九州北部豪雨のような局地的な降雨により発生した流木が、発電所周辺の海域へ押し寄せ海水取水経路の閉塞を引き起こす可能性があるが、くらげ、流木及びその他漂流物が原子炉補機冷却系統等に影響を与える場合には、原子炉補機冷却機能全喪失への対応手順により、原子炉を安全に停止できる。

第 3.1.4.5-1 表 その他の自然現象に対する評価にて検討する事象の  
選定結果

外部ハザード	検討事象
洪水	洪水、河川の迂回
竜巻を含む強風	竜巻、強風、風(台風)、ハリケーン
落雷	落雷
火災	森林火災、草原火災
気象	高温、低温、凍結、氷の蓄積、氷結、氷晶、氷壁、霜・白霜、降雪、積雪、暴風雪、雹、あられ、雪崩、降水・豪雨・降雨(流木による影響含む)、高湿度、濃霧、もや、渇水、干ばつ、砂嵐(塩を含んだ嵐)、塩害、塩雲、極限的な圧力(気圧高低)
太陽風	太陽フレア、磁気嵐
水理地質学的及び水理学的ハザード	高潮、満潮、海水面高・低、波浪、高波、湖又は河川の水位低下・上昇、静振、地滑り、斜面崩壊、土砂崩れ(山崩れ、がけ崩れ)、土石流、地下水による地滑り、極端な地下水位低下、地下水による浸食、土壌の収縮又は膨張、泥湧出、陥没・地盤沈下・地割れ、地面の隆起、海岸浸食、カルスト、高温水(海水温高)、低温水(海水温低)、毒性ガス、水蒸気
火山	火山(火山活動、降灰)
生物学的汚染	生物学的事象、動物、水中の有機物
外部からのミサイル	隕石

第 3.1.4.5-2 表 年超過確率  $10^{-6}$  相当のハザード値

外部ハザード	評価事象	年超過確率 $10^{-6}$ 相当のハザード値	(参考) 設計想定値
竜巻を含む強風	竜巻	104.7m/s (風速)	100.0m/s (風速)
落雷	落雷	360kA (最大雷撃電流)	150kA (最大雷撃電流)
気象	高温	39.9°C (外気温)	33.0°C (外気温)
	低温、凍結	-11.3°C (外気温)	-7.0°C (外気温)
	降雪、積雪、暴風雪	45.2cm (積雪量)	30.0cm (積雪量)
	降雨・降水・豪雨	275.6mm (1 時間降水量)	125.5mm (1 時間降水量)

第 3.1.4.5-3 表 敷地の立地や敷地の地理的条件により、発生しても影響が  
起こり得ない事象 (1/2)

外部ハザード	検討事象	根拠
洪水	洪水、河川の迂回	発電所の北西方向に長い長方形のなだらかな起伏をもった標高 30m 前後の丘陵地帯となっており、発生しても影響が起こり得ない。また、発電所に影響を及ぼす湖が存在しない。
水理地質学的及び水理学的ハザード	湖又は河川の水位低下・上昇、静振	発電所周辺に影響を及ぼすような地滑り、土砂崩れ(山崩れ、がけ崩れ)、土石流の素因となる地形が存在しない。
	地滑り、斜面崩壊、土砂崩れ(山崩れ、がけ崩れ)、土石流、地下水による地滑り	発電所周辺に影響を及ぼすような地滑り、土砂崩れ(山崩れ、がけ崩れ)、土石流の素因となる地形が存在しない。
	極端な地下水位低下	発電所では地下水を利用していない。
	土壌の収縮又は膨張、泥湧出、陥没・地盤沈下・地割れ、地面の隆起、地下水による浸食	発電所及び周辺の地盤に関する地質調査、文献調査より、安全上重要な施設は、十分な支持性能を有する地盤に支持され、周辺地盤の変状による不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響がなく、地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓み影響がないことを確認している。
	海岸浸食	事象進展が遅く、発生しても影響が生じる前に対策を施すため、影響が起こり得ない。
	カルスト	カルスト地形が存在しない。
	毒性ガス、水蒸気	発電所及び周辺の地盤に関する地質調査、文献調査より、発電所及び周辺には、熱水変質鉱物(過去に火山活動による毒性ガスや水蒸気の湧出があったことを示す地層)が存在するが、熱水変質活動の年代は古いことを確認している。また、発電所及び周辺において、低周波地震が認められず、熱水活動も認められないことを確認している。

第 3.1.4.5-3 表 敷地の立地や敷地の地理的条件により、発生しても影響が  
起こり得ない事象 (2/2)

外部ハザード	検討事象	根拠
水理地質学的及び水理学的ハザード	低温水(海水温低)	低温になった海水が流れ込んできたとしても、冷却器の熱交換機能に影響はない。また、海水温が約-1.8℃になると凍り始めるが、海面約 10cm のところで氷が徐々に形成され海中は凍らないため、海水取水機能の閉塞は起こり得ない。
気象	雪崩	発電所周辺及び敷地内において、雪崩が発生するような斜面、山との離隔距離が十分に確保されているため、発生しても影響が起こり得ない。
	渇水、干ばつ	八田浦貯水池が枯渇し、原水・補給水系に影響を及ぼす場合は停止することとする。なお、原子炉停止に必要な最終的な取水源としては、海水を利用するため、発生しても影響が起こり得ない。
	砂嵐(塩を含んだ嵐)、塩害、塩雲	周囲に大規模な砂地が存在しない。また、碍子に付着することで絶縁機能が損なわれる可能性があるが、事象進展が遅く、十分管理が可能であるため発生しても影響が起こり得ない。
	高湿度、濃霧、もや	屋外設備については、防滴仕様、防水仕様となっており、高湿度・濃霧等の影響は生じない。また、屋内設備については、空調で管理されていることから、発生しても影響が起こり得ない。



第 3.1.4.5-4 表 影響が他の事象に包絡される事象

外部ハザード	検討事象	根拠
水理地質学的及び水理学的ハザード	高潮、満潮、海水面高・低、波浪、高波	津波に包絡される。
気象	氷の蓄積、氷結、氷晶、氷壁、霜・白霜	低温・凍結に包絡される。
	雹、あられ	降雪・積雪に包絡される。また、降雹による衝突は、竜巻（飛来物衝突）に包絡される。
	極限的な圧力（気圧高低）	竜巻に包絡される。

第 3.1.4.5-5 表 予想される影響が運用で対処できる事象

外部ハザード	検討事象	根拠
火災	森林火災、草原火災	発電所における可燃物の量(植生)、気象条件、発火点等について最も厳しい条件を用いて、最大規模の森林火災を設計で考慮している。また、森林火災が拡大するまでには時間的余裕が十分にあり、予め放水する等の必要な安全措施を講じることができる。
火山	火山(火山活動、降灰)	破局的噴火への発展の可能性がある場合は、燃料の移送計画を策定し、燃料を発電所から搬出する運用を整備している。
生物学的汚染	生物学的事象(くらげ)	くらげが原子炉補機冷却系統等に影響を与える場合には、原子炉補機冷却海水系統機能喪失、原子炉補機冷却機能喪失の手順により対応できる。
太陽風	太陽フレア、磁気嵐	太陽フレアに伴う磁気嵐により、西九州変電所及び背振変電所～玄海原子力発電所特高開閉所間の長距離送電線に地磁気誘導電流が発生し、主変圧器の焼損が発生することで外部電源喪失が生じる可能性があるが、外部電源喪失の手順で対応できる。
水理地質学的及び水理学的ハザード	高温水(海水温高)	海水温度が上昇し、十分な原子炉補機冷却機能が得られない場合には、海水ポンプ、原子炉補機冷却水冷却器・ポンプの追加起動を行う。それでも冷却機能を満足できない場合は原子炉を停止する。

第 3.1.4.5-6 表 風荷重に対する主要建屋の影響評価結果

建屋	設計(風速 100.0m/s)			B) 自乗値	影響 評価	結果
	せん断 ひずみ度 <sup>*</sup>	基準値	A) 裕度			
原子炉格納容器	$1.63 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-3}$	122.69	1.10	A>B	○
原子炉周辺建屋	$2.24 \times 10^{-5}$		89.28		A>B	○
原子炉補助建屋	$7.70 \times 10^{-5}$		25.97		A>B	○
燃料取替用水 タンク建屋	$3.32 \times 10^{-5}$		60.24		A>B	○

※せん断ひずみ度は最も裕度が低く評価されたケースを示している。

第 3.1.4.5-7 表 風荷重に対する機器の影響評価結果

機器	設計(風速 100.0m/s)			B) 自乗値	影響 評価	結果
	応力 <sup>*</sup> [MPa]	基準値	A) 裕度			
海水ポンプ (電動機支え台取合ボルト)	36	205	5.69	1.10	A>B	○
海水ポンプモータ (空気冷却器取付ボルト)	23	184	8.00		A>B	○

※応力値は最も裕度が低く評価されたケースを示している。

第 3.1.4.5-8 表 飛来物の衝突に対する建屋の影響評価結果

建屋	設計(風速 100.0m/s)			B) 自乗値	影響 評価	結果
	貫通防止に 必要な厚さ	最小 厚さ	A) 裕度			
原子炉格納容器	25.1cm	110cm	4.38	1.10	A>B	○
原子炉周辺建屋	20.3cm	16cm	0.79 <sup>※1</sup>		A<B	—
原子炉補助建屋	27.2cm <sup>※2</sup>	30cm	1.10 <sup>※2</sup>		A>B	○
燃料取替用水タンク 建屋	22mm	25mm	1.14		A>B	○
ディーゼル発電機 燃料貯油そう基礎	22mm	45mm	2.05		A>B	○
ディーゼル発電機 燃料貯蔵タンク基礎	22mm	45mm	2.05		A>B	○

※1 原子炉周辺建屋の評価対象とした部位(屋根スラブ)については、貫通防止に必要な厚さが最小厚さを超えるものの、最も厳しくなる解析ケース(燃料取扱棟の屋根スラブ中央に設計飛来物が縦衝突するケース)において、デッキプレートの発生ひずみが許容限界を超えないことを確認した。(第 3.1.4.5-9 表参照)

※2 竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算書には、27.2cmと記載されているが、コンクリート強度に関する係数の実強度(×1.75)を考慮すると、貫通防止に必要な厚さは 15.5cm となり、裕度は 1.93 となる。

第 3.1.4.5-9 表 原子炉周辺建屋(屋根スラブ)の飛来物衝突に対する影響評価結果

評価項目	設計(100.0m/s)			B) 自乗値	影響 評価	結果
	評価値	許容値	A)裕度			
デッキプレートの ひずみ	0.015	0.07	4.66	1.10	A>B	○

第 3.1.4.5-10 表 飛来物の衝突に対する竜巻防護ネットの影響評価結果

評価内容	評価部位	設計 (100.0m/s)			B) 自乗値	影響 評価	結果
		評価値	許容値	A) 裕度			
吸収エネルギー評価※1	海水ポンプ エリア	110.7kJ	511kJ	4.62	1.10	A>B	○
破断評価※2	海水ポンプ エリア	4.3kN	17.2kN	4.00		A>B	○

※1 飛来物衝突時の吸収エネルギーが最大となるよう、飛来物の衝突姿勢を垂直姿勢、衝突位置をネットの中央位置で想定

※2 飛来物衝突時の引張荷重が最大となるよう、飛来物の衝突姿勢を垂直姿勢、衝突位置をネットの端部位置で想定

第 3.1.4.5-11 表 気象データを収集した 32 気象官署

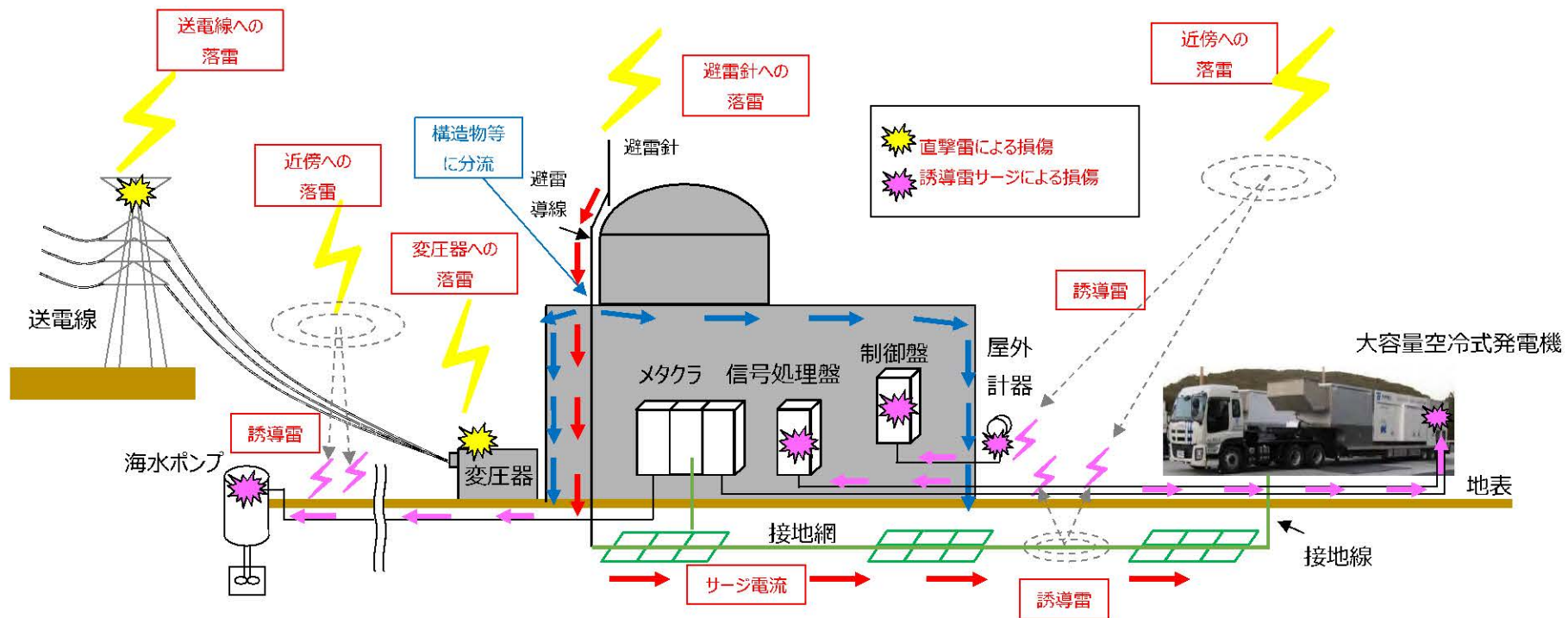
都道府県	気象官署
北海道	寿都、小樽、函館
青森県	むつ、八戸
岩手県	大船渡
宮城県	石巻、仙台
福島県	小名浜
新潟県	新潟、高田
茨城県	水戸
千葉県	銚子
静岡県	御前崎、浜松
石川県	金沢、輪島
福井県	福井、敦賀
京都府	舞鶴
鳥取県	米子、鳥取
島根県	松江
広島県	呉
愛媛県	松山、宇和島
福岡県	福岡
長崎県	平戸
大分県	大分
鹿児島県	鹿児島、阿久根、枕崎

第 3.1.4.5-12 表 各吸排気口の高さと積雪高さの比較

吸排気口	設置面からの高さ	積雪深さ	結果
ディーゼル発電機の吸排気口	吸気口:約 2.6m 排気口:約 8.7m	45.2cm	○
海水ポンプモータ排気口 (モータ下端高さ)	約 2m		

第 3.1.4.5-13 表 各建屋の積雪荷重に対する強度評価結果

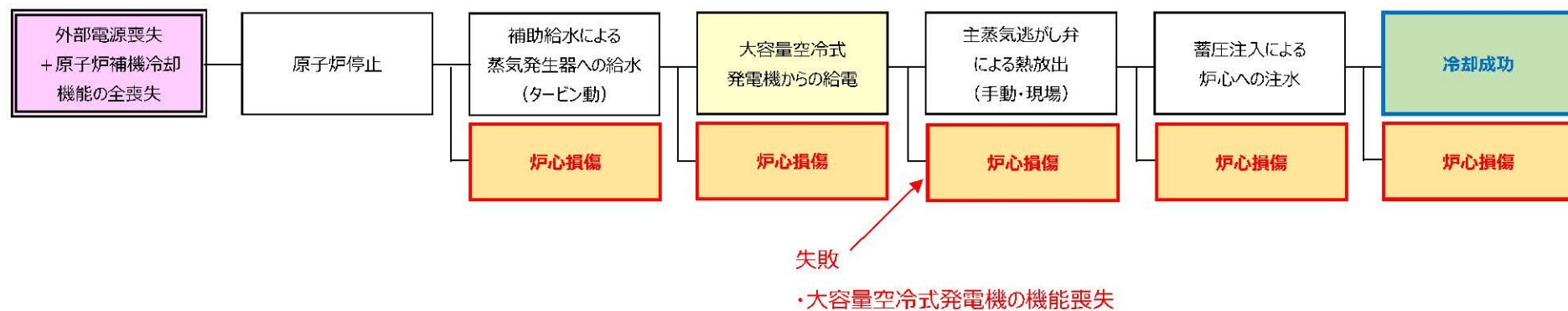
建屋	許容積雪荷重 [N/m <sup>2</sup> ]	積雪荷重[N/m <sup>2</sup> ]	結果
		積雪量 45.2cm	
原子炉格納容器	13,100	904	○
原子炉周辺建屋	5,900		
燃料取扱棟	3,700		
原子炉補助建屋	6,500		
燃料取替用水 タンク建屋	3,600		



第 3.1.4.5-1 図 落雷による影響のイメージ



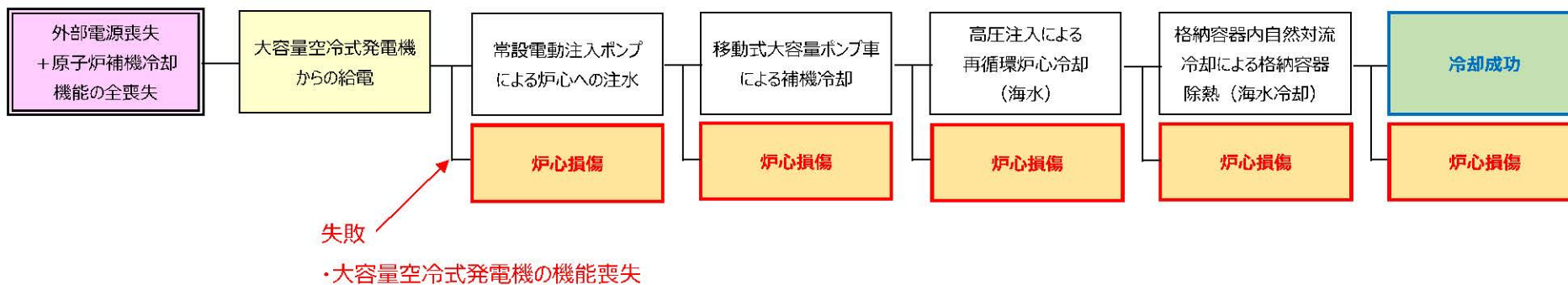
起因事象：外部電源喪失 + 原子炉補機冷却機能の全喪失



3.1.4-404

第 3.1.4.5-2 図 落雷評価における評価シナリオ(炉心(出力運転時))

起因事象：外部電源喪失 + 原子炉補機冷却機能の全喪失



3.1.4-405

第 3.1.4.5-3 図 落雷評価における評価シナリオ(炉心(停止時))

起因事象：外部電源喪失 + 原子炉補機冷却機能の全喪失



第 3.1.4.5-4 図 落雷評価における評価シナリオ (SFP)

玄海原子力発電所 安全裕度評価（豪雨に対する評価）  
プラント・ウォークダウンチェックシート

1. 屋外排水路及び雨水排水処理装置が当初設計どおりになっているか

地点名： \_\_\_\_\_

[チェック対象項目]

- |  |                               |                               |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) 図面（外形図等）と外見上相違点<br>は無い                  | 是<br><input type="checkbox"/> | 否<br><input type="checkbox"/> |
| 2) 周辺のコンクリート部を含めて<br>外見上の異常（腐食・亀裂等）は<br>無い | 是<br><input type="checkbox"/> | 否<br><input type="checkbox"/> |

気づき事項を記載

実施日： \_\_\_\_\_

実施者： \_\_\_\_\_

第 3.1.4.5-5 図 プラント・ウォークダウンチェックシート(1/2)

玄海原子力発電所 安全裕度評価（豪雨に対する評価）  
プラント・ウォークダウンチェックシート

2. 局所的に雨水が滞留するような場所の有無

地点名： \_\_\_\_\_

[チェック対象項目]

- |                         |                               |                               |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) 局所的に雨水が滞留するような場所がない。 | 是<br><input type="checkbox"/> | 否<br><input type="checkbox"/> |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

気づき事項を記載

実施日： \_\_\_\_\_

実施者： \_\_\_\_\_

#### 3.1.4.6 安全裕度評価により抽出された追加措置

安全裕度評価により抽出された追加措置及び期待される効果について以下に示す。

##### (1) 安全裕度評価結果の所員への教育

地震、津波（これらの重畳を含む）及び地震・津波随件事象並びにその他の自然現象に対する安全裕度評価の結果について、教育を行う。設計基準を超える地震、津波が発生した際に予想されるプラント挙動及びこれらに伴い発生する随件事象（溢水や火災）の影響を知ること、並びに設計基準を超えるその他の自然現象が発生した際に予想されるプラント挙動を知ることにより、緊急時対応要員の対応能力が向上する。

#### 3.1.4.7 過去に公表している評価との比較

玄海原子力発電所 3 号機については、原子力安全・保安院の指示文書「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価の実施について(指示)」(2011 年 7 月 22 日)に基づき、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた玄海原子力発電所 3 号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について」(以下「ストレステスト一次評価」という。)を取りまとめ、2012 年 5 月 25 日に、同院へ報告している。

ここでは、ストレステスト一次評価と今回届出する玄海 3 号機第 1 回安全性向上評価届出書の安全性裕度評価(以下「今回届出」という。)との相違について、変更内容を明らかにするとともに変更による影響を示す。

##### (1) 評価手法の変更による影響

評価事象、評価項目及び評価方法に関して、ストレステスト一次評価と今回届出との比較を第 3.1.4.7-1 表に示す。

以下、評価手法に関する主な変更点及び変更による影響について説明する。

##### a. 評価対象事象

ストレステスト一次評価にて実施していた「全交流電源喪失」又は「最終的な熱の逃し場(最終ヒートシンク)の喪失」に相当する項目として、今回届出においては、「事象進展と時間評価に関する評価」において、地震及び津波の重畳事象により「全交流電源喪失」及び「最終的な熱の逃し場(最終ヒートシンク)の喪失」事象が発生した場合の重大事故等対策を開始するまでの余裕時間並びに緩和機能の継続を必要とする時間を評価している。

また、「その他のシビアアクシデント・マネジメント」は、ストレステスト一次評価報告時のシビアアクシデント・マネジメント対策に対して措置の有効性や実施体制を示したものであり、設置許可申請書の添付に記載されている有効性評価や技術的能力の項目に相当するものである。今回の評価時点における有効性評価や技術的能力については、本届出書第 1 章に記載しており、ストレステスト一次評価からの変更はない。

#### b. 評価項目

ストレステスト一次評価では、「原子炉にある燃料」及び「使用済燃料ピットにある燃料」を対象としているのに対し、今回届出では、ストレステスト一次評価の評価項目から対象を拡充しストレステスト一次評価の「原子炉にある燃料」及び「使用済燃料ピットにある燃料」に相当する「出力運転時炉心損傷防止対策」及び「使用済燃料ピット燃料損傷防止対策」に加え、「格納容器機能喪失防止対策」、「運転停止時燃料損傷防止対策」及び「事象進展と時間評価に関する評価」を対象とした。

#### c. 評価方法

##### (a) モデル化の範囲

ストレステスト一次評価では、2012 年 5 月 1 日時点における施設と管理状態を対象としており、2011 年 4 月 26 日に「原子力発電所における緊急安全対策について(実施状況報告の補正)」で報告及び整備した仮設ポンプ、ホース及び高圧発電機車といった緊急安全対策をモデル化の範囲に含めている。

一方、今回届出では、本章の「3.1.4.1(2) 評価の進め方」に記載したとおり、ストレステスト一次評価以降の対策を含めた 2019 年 8 月 20 日の評



価時点における設計基準対象施設及び発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類十の有効性評価において考慮した重大事故等対処設備(シビアアクシデント対策)を対象とした評価を実施している。

#### (b) 起回事象の選定

ストレステスト一次評価の地震評価では日本原子力学会標準「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準:2007」に基づき起回事象を選定している。また、津波評価では安全評価指針に示される安全評価事象、定期安全レビューやアクシデントマネジメント整備有効性評価等でこれまで実施している内の事象 PSA で用いた起回事象及び津波の影響として固有で考慮すべき事象から起回事象を選定している。

一方、今回届出では、本章の「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」に記載したとおり、地震評価及び津波評価それぞれ「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)」に示す地震 PRA の検討結果及び津波 PRA の検討結果より起回事象を選定した。

上述の選定方法によるストレステスト一次評価と今回届出の起回事象の選定結果の比較を第 3.1.4.7-2 表及び第 3.1.4.7-3 表に示す。地震評価における変更内容はストレステスト一次評価の起回事象「2 次冷却系の破断」について、評価を精緻に行うために細分化を図ったものである。また、津波評価における変更内容について、ストレステスト一次評価では起回事象に「過渡事象」を選定していた。本事象は、津波により循環水ポンプ、復水器真空ポンプ又は関連する電源盤等が損傷した場合に発生することとなるが、本事象が発生する EL.+9.1m では「3.1.4.2(2) 津波」に示すとおり「主給水流量喪失」が同時に発生することとなり、本事象は「主給水流量喪失」に包絡できるため、まとめて評価することとした。

(c) 地震評価の指標

ストレステスト一次評価では、評価対象設備の損傷モードに応じた地震動 (Ss:540Gal) に対する評価値 (発生応力) を求め、評価対象設備の許容値と比較し、許容値に評価値 (発生応力) が達するのは地震動 (Ss:540Gal) の何倍の地震動に相当するかを指標としている。

一方、今回届出では、本章の「3.1.4.1 (2) 評価の進め方」に記載したとおり、基準地震動を用いて fragility 加速度中央値を求め、得られた中央値にバラつき  $\beta$  を考慮することにより得られる fragility 曲線のうち、95%信頼度曲線の 5% 損傷確率の時の地震加速度 (HCLPF) を評価指標とし、当該地震加速度で損傷するものとして評価を実施した。

この変更は、機器の耐力を許容値と評価値 (発生応力) の比による決定論的な評価から、確率論的なバラつき (不確実さ) を考慮したより現実的な評価に変更を図ったものである。

## (2) 評価結果の相違による影響

地震及び津波評価の結果に関して、ストレステスト一次評価と今回届出との比較を第 3.1.4.7-4 表及び第 3.1.4.7-5 表に示す。

以下、評価結果に関する主な相違点について説明する。

### a. 地震評価

#### (a) 炉心損傷防止対策

第 3.1.4.7-4 表に示すようにクリフエッジ及びクリフエッジが発生する際の地震加速度が、ストレステスト一次評価と相違する。

この相違は地震の評価指標を HCLPF に変更したことによるものであり、評価指標を HCLPF に変更した場合においてもストレステスト一次評価と同程度の耐力が確認された。

#### (b) SFP 燃料損傷防止対策

第 3.1.4.7-4 表に示すようにクリフエッジ及びクリフエッジが発生する際の地震加速度が、ストレステスト一次評価と相違する。

この相違は地震の評価指標を HCLPF に変更したこと及びストレステスト一次評価で評価した地震加速度を超えて評価したことによるものであり、ストレステスト一次評価よりも現実的な耐力を示すものである。

### b. 津波評価

#### (a) 炉心損傷防止対策

第 3.1.4.7-5 表に示すようにクリフエッジ及び許容津波高さのストレステスト一次評価との相違はない。

(b) SFP 燃料損傷防止対策

第 3.1.4.7-5 表に示すようにクリフエッジが、ストレステスト一次評価と相違する。

この相違は発電所内の機器配置が変更になったことによるものであるが、今回の評価時点における機器配置を基に評価した場合においてもストレステスト一次評価と同程度の許容津波高さが確認された。

第 3.1.4.7-1 表 評価手法に関するストレステスト一次評価と今回届出の比較

項目	ストレステスト一次評価	今回届出	変更	備考	
評価事象	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震</li> <li>津波</li> <li>地震及び津波の重畳</li> <li>全交流電源喪失</li> <li>最終的な熱の逃し場(最終ヒートシンク)の喪失</li> <li>その他のシビアアクシデント・マネジメント</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震</li> <li>津波</li> <li>地震及び津波の重畳</li> <li>地震及び津波随伴</li> <li>その他自然現象に対する評価</li> </ul>	有		
評価項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉にある燃料</li> <li>使用済燃料ピットにある燃料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>出力運転時炉心損傷防止対策</li> <li>運転停止時炉心損傷防止対策</li> <li>格納容器機能喪失防止対</li> <li>SFP 燃料損傷防止対策</li> <li>事象進展と時間評価に関する評価</li> </ul>	有		
評価方法	モデル化の範囲	緊急安全対策を考慮	重大事故対策を考慮	有	
	起因事象の選定	地震 PSA 学会標準及び内的事象 PSA より選定	地震 PRA、内部事象 PRA(停止時含む)及び津波 PRA より選定	有※	※SFP 燃料損傷防止対策については変更なし
	地震評価の指標	損傷する地震動と基準地震動の比較	フラジリティ評価の結果より 95%信頼度の 5%損傷確率時の地震加速度(HCLPF)	有	
	津波評価の指標	許容津波高さ	許容津波高さ	無	

第 3.1.4.7-2 表 地震評価における起因事象の選定結果の比較

ストレステスト一次評価	今回届出	変更	備考
主給水喪失	主給水流量喪失	無	
外部電源喪失	外部電源喪失	無	
補機冷却水の喪失	原子炉補機冷却水系の全喪失	無	
2次冷却系の破断	主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁上流)	有	起因事象を 細分化
	主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁下流)		
	主給水管破断		
大破断 LOCA	大破断 LOCA	無	
中破断 LOCA	中破断 LOCA	無	
小破断 LOCA	小破断 LOCA	無	
格納容器バイパス	CV 機能喪失直結	無	
炉心損傷直結	炉心損傷直結	無	

第 3.1.4.7-3 表 津波評価における起因事象の選定結果の比較

ストレステスト一次評価	今回届出	変更	備考
外部電源喪失	外部電源喪失	無	
補機冷却水の喪失	原子炉補機冷却海水系の全喪失	無	
主給水喪失	主給水流量喪失	無	
過渡事象	—	※	※「主給水流量喪失」 に包絡して評価
炉心損傷直結	炉心損傷直結	無	

第 3.1.4.7-4 表 評価結果に関するストレステスト一次評価と今回届出の比較(地震)

項目	ストレステスト一次評価		今回届出		相違	相違理由
	クリフエッジ	裕度	クリフエッジ	HCLPF		
出力運転時 炉心損傷防止対策	メタルクラッド 開閉装置、 パワーセンタ	1.83Ss (988Gal)	パワーセンタからの 給電機能	1,080Gal	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>・評価指標の変更</li> <li>・メタルクラッド開閉装置保護継電器のデジタル化による耐震信頼性向上</li> </ul>
格納容器機能喪失 防止対策	評価実績なし		パワーセンタからの 給電機能	1,080Gal	—	—
SFP 燃料損傷 防止対策	使用済燃料ピット	2Ss※ (1,080Gal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タンクローリからの給油機能</li> <li>・水中ポンプ用発電機からの給電機能</li> </ul>	1,372Gal	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>・評価指標の変更</li> <li>・安全裕度評価では2Ssを超えた範囲まで評価</li> </ul>
運転停止時 炉心損傷防止対策	評価実績なし		パワーセンタからの 給電機能	1,080Gal	—	—

※ 2Ss(1,080Gal)で損傷しないことを確認

第 3.1.4.7-5 表 評価結果に関するストレステスト一次評価と今回届出の比較(津波)

項目	ストレステスト一次評価		今回届出		相違	相違理由
	クリフエッジ	許容津波高さ	クリフエッジ	許容津波高さ		
出力運転時 炉心損傷防止対策	タービン動補助給 水ポンプ	13.0m	電気盤からの給電機能 (タービン動補助給水に よる蒸気発生器への給 水不能)	13.0m	無※	※喪失する機能(ター ビン動補助給水ポン プ)の相違なし
格納容器機能喪失 防止対策	評価実績なし		電気盤からの給電機能	13.0m	—	—
SFP 燃料損傷 防止対策	仮設ポンプ等の資 機材保管高さ	24.6m	SFP 補給用水中ポンプ による給水機能	28.0m	有	・機器配置の変更
運転停止時 炉心損傷防止対策	評価実績なし		電気盤からの給電機能	13.0m	—	—