

玄海原子力発電所 1、2号炉
廃止措置計画変更認可申請について

九州電力株式会社
2023年2月13日

目 次

1. 廃止措置計画変更の概要
2. S F P 冷却設備の除外
3. 廃液蒸発装置等の変更
4. 廃止措置計画変更内容（S F P 冷却設備の除外）
5. 廃止措置計画変更内容（廃液蒸発装置等の変更）
6. 廃止措置計画変更内容（廃止措置対象施設の追加）
7. S F P 水温測定結果について
8. 環境条件の変化に対する影響評価

【参考】 S F P 水温が 6 5 °C に上昇した場合の各プロセスの伝熱量の変化傾向

(1) 性能維持施設の変更

○1、2号炉に貯蔵している使用済燃料の崩壊熱の減少に伴い、性能維持施設による冷却が不要となったことから、これらに係る性能維持施設を変更する。

(以下、「SFP冷却設備の除外」という)

○今後の設備運用を踏まえ、廃液蒸発装置を1号炉設置設備から2号炉設置設備へ変更するとともに、濃縮液バッチタンクの維持台数を変更する。

(以下、「廃液蒸発装置等の変更」という)

(2) 廃止措置対象施設の変更

令和3年4月28日付け原規規発第210428号をもって発電用原子炉設置変更許可を受けた使用済燃料乾式貯蔵施設に係る記載を追加する。

(3) その他、記載の適正化を行う。

(1) 内容

- ①使用済燃料ピット（以下、「SFP」という）水の冷却を停止し、水温測定を実施した結果、最高水温は保安規定の施設運用上の基準値（65℃）を超えなかったことから、SFP水の冷却に係る性能維持施設の除外が可能である。
- ②このため、廃止措置計画認可申請書に記載しているSFP水の冷却に係る性能維持施設※を除外する。

※ 審査基準に記載されている「公衆及び放射線業務従事者の受ける線量の抑制又は低減の観点から、廃止措置対象施設内に残存する放射性物質の数量及び分布等を踏まえ、立案された核燃料物質による汚染の除去手順、設備・機器又は施設の解体手順等の措置との関係において、廃止措置期間中に性能を維持すべき施設」に基づき選定した施設

- (2) 除外する性能維持施設は、廃止措置計画認可申請書に記載している施設とする。
(廃止措置計画認可申請書 添付書類六より抜粋)

①核燃料物質貯蔵設備

使用済燃料を使用済燃料貯蔵設備から搬出するまで貯蔵する必要があることから、「浄化冷却機能」を有する設備

機能	性能維持施設
浄化冷却機能	使用済燃料貯蔵設備 (使用済燃料ピット水浄化冷却設備)

②非常用電源設備

使用済燃料を使用済燃料貯蔵設備に貯蔵している間は、使用済燃料の冷却が必要であり、安全確保上、商用電源を喪失した際においても冷却を行う必要がある。このため、商用電源を喪失した際に使用済燃料の冷却に必要な「電源供給機能」を有する設備

機能	性能維持施設
電源供給機能	ディーゼル発電機

③その他の安全確保上必要な設備

安全確保上、使用済燃料を冷却することが必要であるため、「冷却機能」を有する設備

機能	性能維持施設
冷却機能	原子炉補機冷却水設備（原子炉補機冷却熱交換器、原子炉補機冷却水ポンプ、原子炉補機冷却サージタンク） 原子炉補機冷却海水設備（海水ポンプ）

(3) 性能維持施設からの除外について

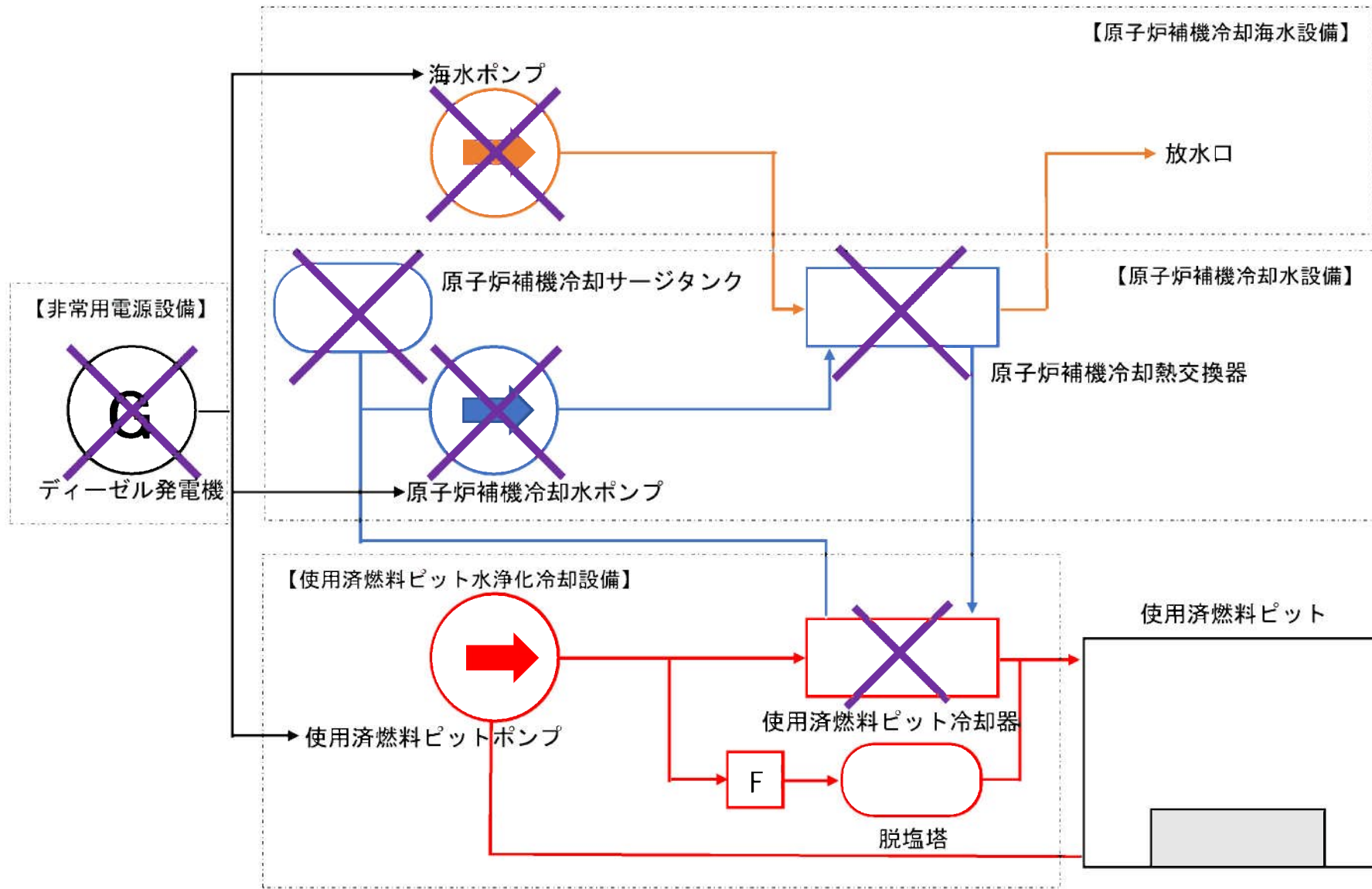
①使用済燃料ピット水浄化冷却設備の性能維持施設からの除外について

使用済燃料ピット水浄化冷却設備のうち、性能維持施設から除外する設備は使用済燃料ピット冷却器のみである。

使用済燃料ピットポンプは、冷却機能以外に浄化機能を有する設備であるため、性能維持施設として維持管理する。なお、脱塩塔を通水して実施する浄化の実施頻度※は少ない。

※現在、SFP水の浄化は停止中である。浄化が必要な水質ではないものの、定期事業者検査において脱塩塔に通水できることを確認している。

SFP水冷却のための性能維持施設概略図



✕ : 性能維持施設から除外する設備

②ディーゼル発電機の性能維持施設からの除外について

ディーゼル発電機は、SFP水の冷却に係る性能維持施設（海水ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ、使用済燃料ピットポンプ）以外の性能維持施設にも電源供給が可能であるが、以下の理由により、ディーゼル発電機の性能維持施設からの除外は問題ない。

○理由

- ・性能維持施設としてのディーゼル発電機の機能には、以下の性能維持施設への電源供給は含まれない。
- ・今回の申請において、以下の性能維持施設に機能の変更はない。

○ディーゼル発電機から電源供給が可能な性能維持施設

- ・ 1、2号炉 使用済燃料ピット水位計
- ・ 1、2号炉 使用済燃料ピットポンプ（浄化機能）
- ・ 1、2号炉 固定エリアモニタ（ドラム詰室、ドラム詰操作室、使用済燃料ピット付近）
- ・ 1、2号炉 固定プロセスモニタ（補助蒸気復水モニタ）
- ・ 1、2号炉 排気モニタ
（原子炉補助建屋排気筒ガスモニタ、原子炉格納容器排気筒ガスモニタ）
- ・ 1、2号炉 排水モニタ（液体廃棄物処理設備排水モニタ）
- ・ 1、2号炉 非常用照明
- ・ 2号炉 補機室給気ファン、補助建屋排気ファン

③原子炉補機冷却水設備の性能維持施設からの除外について

原子炉補機冷却水設備は、SFP水の冷却に係る性能維持施設（使用済燃料ピット冷却器）以外の性能維持施設に冷却水を供給しているが、以下の理由により、原子炉補機冷却水設備の性能維持施設からの除外は問題ない。

○理由

- ・性能維持施設としての原子炉補機冷却水設備の機能には、以下の性能維持施設への冷却水供給は含まれない。
- ・今回の申請において、以下の性能維持施設に機能の変更はない。

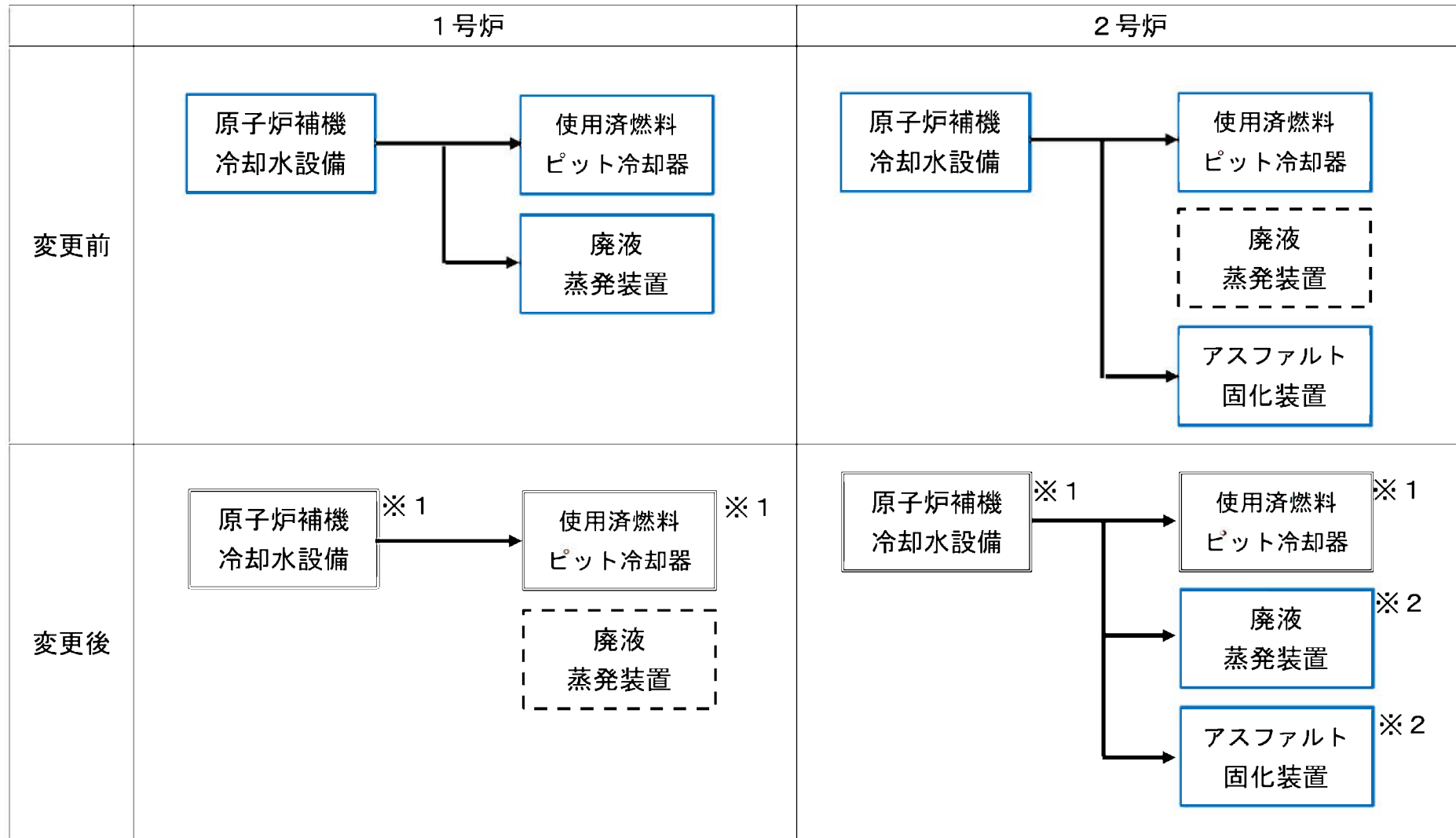
○冷却水の供給を受ける性能維持施設

- ・1号炉 廃液蒸発装置（今回の申請で性能維持施設から除外）
- ・2号炉 廃液蒸発装置（今回の申請で性能維持施設に追加）
- ・2号炉 アスファルト固化装置

④原子炉補機冷却海水設備の性能維持施設からの除外について

原子炉補機冷却海水設備は、SFP水の冷却に係る性能維持施設（原子炉補機冷却熱交換器、ディーゼル発電機）以外の性能維持施設には冷却水を供給していないことから、原子炉補機冷却海水設備の性能維持施設からの除外は問題ない。

原子炉補機冷却水設備から性能維持施設への冷却水供給変更の概略図

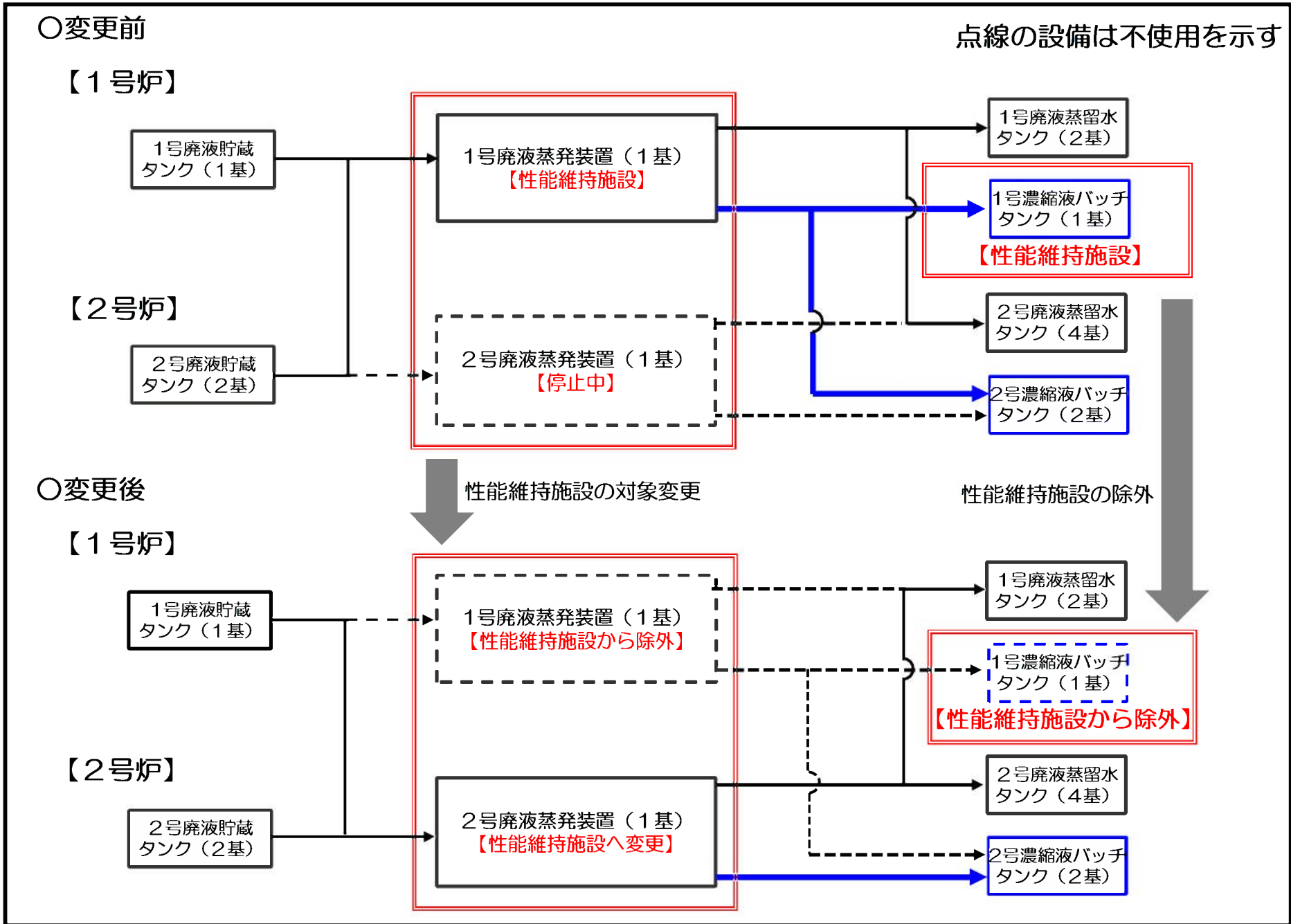


※1：保安規定に規定する「その他自ら定める設備」として管理し、使用する設備。

※2：「その他自ら定める設備」である原子炉補機冷却水設備から冷却水の供給を受ける廃液蒸発装置、アスファルト固化装置は、冷却水の供給が停止した場合、廃液蒸発装置、アスファルト固化装置を停止すれば安全性を損なうことはないため問題ない。

(1) 廃液蒸発装置及び濃縮液バッチタンクの変更について

- 液体廃棄物処理設備である廃液蒸発装置は、運転段階から1、2号炉の共用設備としており、1、2号炉に各1基設置されている。(処理容量は、それぞれ $1.7\text{m}^3/\text{h}$)
- 現在、1号炉に設置している1号廃液蒸発装置を性能維持施設としており、2号炉に設置している2号廃液蒸発装置は性能維持施設としていない。
また、2号炉に設置しているアスファルト固化装置を性能維持施設としている。
- 廃液蒸発装置とアスファルト固化装置を冷却するために原子炉補機冷却水を使用しており、原子炉補機冷却水を必要とする性能維持施設を2号炉側に集約することにより、今後の解体作業を円滑に進めることが可能となることから、1号廃液蒸発装置を性能維持施設から除外し、2号廃液蒸発装置を性能維持施設に追加する。
- 廃液蒸発装置に関連する施設として、1号廃液蒸発装置室の補助遮へいを性能維持施設から除外し、2号廃液蒸発装置室の補助遮へいを性能維持施設に追加する。
- 今回の申請で除外する1号廃液蒸発装置は1号濃縮液バッチタンクと2号濃縮液バッチタンクに接続されているが、追加する2号廃液蒸発装置は2号濃縮液バッチタンクのみにつながれていることから、濃縮液バッチタンクについては2号濃縮液バッチタンク2基のみを性能維持施設とする。



(2) 廃液蒸発装置の変更の影響

廃液蒸発装置は、同じ処理容量の装置へ変更することから放射性液体廃棄物の処理に影響はない。

(3) 濃縮液バッチタンクの変更の影響

廃液蒸発装置で濃縮した濃縮廃液を受入れる濃縮液バッチタンク（1、2号炉共用施設）は、3基を性能維持施設としている。なお、濃縮液バッチタンクの濃縮廃液は、固化装置へ移送しドラム詰めする。

1、2号炉共に廃止措置となった以降の濃縮液バッチタンクの受入実績は以下のとおりであり、今回性能維持施設から除外する濃縮液バッチタンクの濃縮廃液の受入実績はなく、濃縮液バッチタンクを2基としても影響はない。

濃縮液バッチタンク受入実績（2020年4月～2022年12月）

タンク設置場所	タンク名称	タンク容量	受入実績※
1号炉	濃縮液バッチタンク	5m ³	受入なし
2号炉	A濃縮液バッチタンク	10m ³	4回
	B濃縮液バッチタンク	4m ³	2回

※1回の受入量は約2m³

○SFP水の冷却に係る設備を性能維持施設から除外することに伴う廃止措置計画変更認可申請書の主な変更箇所は以下のとおり。（1号炉の変更前後を示す）

- ・ 五 廃止措置対象施設のうち解体の対象となる施設及びその解体の方法
 - 2. 廃止措置の全体概要の記載を以下のとおり変更

変更前(抜粋)	変更後(抜粋)
核燃料物質の貯蔵設備については、核燃料物質が貯蔵されている期間は、臨界防止、水位及び漏えいの監視、浄化 冷却 、給水の機能を維持管理する。	核燃料物質の貯蔵設備については、核燃料物質が貯蔵されている期間は、臨界防止、水位及び漏えいの監視、浄化、給水の機能を維持管理する。

- ・ 六 性能維持施設
 - 1. 性能維持施設の記載を以下のとおり変更

変更前(抜粋)	変更後(抜粋)
廃止措置を安全に進める上で、・・・非常用電源設備、 原子炉補機冷却設備 、消火設備等の・・・維持管理していく。	廃止措置を安全に進める上で、・・・非常用電源設備、消火設備等の・・・維持管理していく。

- ・ 六 性能維持施設
 - 1. 性能維持施設（2）の記載を以下のとおり変更

変更前(抜粋)	変更後(抜粋)
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設について、・・・燃料落下防止、臨界防止及び浄化 冷却 等の機能及び性能を維持管理する。	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設について、・・・燃料落下防止、臨界防止及び浄化等の機能及び性能を維持管理する。

- 六 性能維持施設

- 1. 性能維持施設（6）の記載を以下のとおり変更

変更前(抜粋)	変更後(抜粋)
非常用電源設備について、 <u>1号炉原子炉補助建屋内の使用済燃料貯蔵設備(使用済燃料ピット)に貯蔵している使用済燃料搬出完了又は建屋解体前までの期間</u> 、原子炉施設の安全確保上必要な場合に適切な容量を確保し、 <u>それぞれの</u> 設備に要求される電源供給の機能及び性能を維持管理する。	非常用電源設備について、建屋解体前までの期間、原子炉施設の安全確保上必要な場合に適切な容量を確保し、設備に要求される電源供給の機能及び性能を維持管理する。

- 六 性能維持施設

- 1. 性能維持施設（7）の記載を以下のとおり変更

変更前(抜粋)	変更後(抜粋)
その他 <u>原子炉補機冷却水設備等</u> の安全確保上必要な設備について、安全確保上必要な期間、 <u>それぞれの</u> 設備に要求される機能及び性能を維持管理する。	その他の安全確保上必要な設備について、安全確保上必要な期間、設備に要求される機能及び性能を維持管理する。

・六 性能維持施設

第6.1表 性能維持施設の記載を以下のとおり変更

（変更前）

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備				機能	性能	維持期間
		設備(建屋)名称		維持台数				
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	核燃料物質貯蔵設備	使用済燃料貯蔵設備	使用済燃料ピット水浄化冷却設備	1系統	既許認可どおり	浄化冷却機能	<p><u>使用済燃料ピット水の冷却ができる状態であること。</u></p> <p>使用済燃料の被覆が著しく腐食するおそれがある場合に使用済燃料ピット水を脱塩塔に通水できる状態であること。</p>	1号炉原子炉補助建屋内の使用済燃料ピットに貯蔵している使用済燃料搬出完了まで

（変更後）

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備				機能	性能	維持期間
		設備(建屋)名称		維持台数				
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	核燃料物質貯蔵設備	使用済燃料貯蔵設備	使用済燃料ピット水浄化冷却設備	1系統	既許認可どおり	浄化機能	<p>使用済燃料の被覆が著しく腐食するおそれがある場合に使用済燃料ピット水を脱塩塔に通水できる状態であること。</p>	1号炉原子炉補助建屋内の使用済燃料ピットに貯蔵している使用済燃料搬出完了まで

4. 廃止措置計画変更内容（SFP冷却設備の除外④）

15

（変更前）

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備		機能	性能	維持期間	
		設備(建屋)名称	維持台数				
その他原子炉の付属設備	非常用電源設備	ディーゼル発電機	1台	既許認可 どおり	電源供給機能(自動起動機能及び自動給電機能は除く。)	非常用高圧母線に接続している性能維持施設へ電源を供給できる状態であること。	1号炉原子炉補助建屋内の使用済燃料ピットに貯蔵している使用済燃料搬出完了まで
		蓄電池	1組	既許認可 どおり	電源供給機能	直流母線に接続している性能維持施設へ電源を供給できる状態であること。	建屋解体前まで
その他主要施設	建物及び構築物	キャスク保管建屋※	1式	既許認可 どおり	放射線遮へい機能	放射線障害の防止に影響するような有意な損傷がない状態であること。	1号炉及び2号炉原子炉補助建屋内の使用済燃料ピットに貯蔵している使用済燃料搬出完了まで
	原子炉補助機冷却海水設備	海水ポンプ	1台	既許認可 どおり	冷却機能(自動起動機能は除く。)	性能維持施設へ海水を供給できる状態であること。	1号炉原子炉補助建屋内の使用済燃料ピットに貯蔵している使用済燃料搬出完了まで

※：2号炉のみとの共用施設

（変更後）

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備		機能	性能	維持期間	
		設備(建屋)名称	維持台数				
その他原子炉の付属設備	非常用電源設備	蓄電池	1組	既許認可 どおり	電源供給機能	直流母線に接続している性能維持施設へ電源を供給できる状態であること。	建屋解体前まで
その他主要施設	建物及び構築物	キャスク保管建屋※	1式	既許認可 どおり	放射線遮へい機能	放射線障害の防止に影響するような有意な損傷がない状態であること。	1号炉及び2号炉原子炉補助建屋内の使用済燃料ピットに貯蔵している使用済燃料搬出完了まで

※：2号炉のみとの共用施設

（変更前）

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備		機能	性能	維持期間	
		設備(建屋)名称	維持台数				
その他主要施設	原子炉補機冷却水設備	原子炉補機冷却熱交換器	1基	既許認可 どおり	冷却機能 (自動起動 機能は除 く。)	性能維持施設へ冷却水を 供給できる状態であること。 1号炉原子炉補助 建屋内の使用済燃 料ピットに貯蔵して いる使用済燃料搬 出完了まで	
		原子炉補機冷却水ポンプ	1台	既許認可 どおり			
		原子炉補機冷却サージタンク	1基	既許認可 どおり			
	原子炉補助建屋換気設備	補機室給気ファン	2台	既許認可 どおり	換気機能	放射線障害を防止するた めに必要な換気ができる 状態であること。	管理区域解除まで
		補機室給気ユニット	1基	既許認可 どおり			
		補助建屋排気ファン	1台	既許認可 どおり			
		補助建屋排気ユニット	1基	既許認可 どおり			
		原子炉補助建屋排気筒	1基	既許認可 どおり			

（変更後）

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備		機能	性能	維持期間	
		設備(建屋)名称	維持台数				
その他主要施設	原子炉補助建屋換気設備	補機室給気ファン	2台	既許認可 どおり	換気機能	放射線障害を防止するた めに必要な換気ができる 状態であること。	管理区域解除まで
		補機室給気ユニット	1基	既許認可 どおり			
		補助建屋排気ファン	1台	既許認可 どおり			
		補助建屋排気ユニット	1基	既許認可 どおり			
		原子炉補助建屋排気筒	1基	既許認可 どおり			

- ・ 八 核燃料物質の管理及び譲渡し
 - 2. 核燃料物質の管理の記載を以下のとおり変更

変更前(抜粋)	変更後(抜粋)
使用済燃料の取扱い及び貯蔵は、・・・水位及び漏えいの監視機能、浄化 冷却 機能及び・・・を維持管理する。	使用済燃料の取扱い及び貯蔵は、・・・水位及び漏えいの監視機能、浄化機能及び・・・を維持管理する。

○廃液蒸発装置、濃縮液バッチタンクの変更に伴う廃止措置計画変更認可申請書の変更箇所は以下のとおり。

・六 性能維持施設施設

第6.1表 性能維持施設の記載を以下のとおり変更

(1号炉)

変更前（抜粋）					変更後（抜粋）						
第6.1表 性能維持施設(1/14)					第6.1表 性能維持施設(1/14)						
施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			既許認可どおり	施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			既許認可どおり
		設備（建屋）名称	維持台数					設備（建屋）名称	維持台数		
原子炉施設の一般構造	その他の主要な構造	原子炉補助建屋（補助遮へい（ 廃液蒸発装置室 、使用済樹脂貯蔵タンク室、使用済燃料ピット）	1式		原子炉施設の一般構造	その他の主要な構造	原子炉補助建屋（補助遮へい（使用済樹脂貯蔵タンク室、使用済燃料ピット）	1式		既許認可どおり	
第6.1表 性能維持施設(6/14)					第6.1表 性能維持施設(6/14)						
施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			既許認可どおり	施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			既許認可どおり
		設備（建屋）名称	維持台数					設備（建屋）名称	維持台数		
放射廃棄物の廃棄施設	液体廃棄物の廃棄設備（液体廃棄物処理設備）	廃液蒸発装置（2号炉との共用施設のうち 1 号炉設置設備）※	1基		放射廃棄物の廃棄施設	液体廃棄物の廃棄設備（液体廃棄物処理設備）	廃液蒸発装置（2号炉との共用施設のうち 2 号炉設置設備）※	1基		既許認可どおり	
		濃縮液バッチタンク※	3 基				濃縮液バッチタンク（ 2号炉との共用施設のうち2号炉設置設備 ）※	2 基			
※：2号炉のみとの共用施設					※：2号炉のみとの共用施設						

（2号炉）

変 更 前 （ 抜 粋 ）					変 更 後 （ 抜 粋 ）						
第6.1表 性能維持施設(1/14)					第6.1表 性能維持施設(1/14)						
施設 区分	設備等の 区分	位置、構造及び設備			既許認 可どお り	施設 区分	設備等の 区分	位置、構造及び設備			既許認 可どお り
		設備（建屋）名称	維持台数					設備（建屋）名称	維持台数		
原子炉 施設の 一般構 造	その他の主要 な構造	原子炉補助建屋（補 助遮へい（使用済樹 脂貯蔵タンク室、使 用済燃料ピット）	1式		原子炉 施設の 一般構 造	その他の主要 な構造	原子炉補助建屋（補 助遮へい（ 廃液蒸発 装置室 、使用済樹脂 貯蔵タンク室、使用 済燃料ピット）	1式			
第6.1表 性能維持施設(6/14)					第6.1表 性能維持施設(6/14)						
施設 区分	設備等の 区分	位置、構造及び設備			既許認 可どお り	施設 区分	設備等の 区分	位置、構造及び設備			既許認 可どお り
		設備（建屋）名称	維持台数					設備（建屋）名称	維持台数		
放 射 性 廃 棄 物 の 廃 棄 施設	液体廃棄物の 廃棄設備 （液体廃棄物 処理設備）	廃液蒸発装置（1号 炉との共用施設のう ち 1 号炉設置設備）※	1基		放 射 性 廃 棄 物 の 廃 棄 施設	液体廃棄物の 廃棄設備 （液体廃棄物 処理設備）	廃液蒸発装置（1号 炉との共用施設のう ち 2 号炉設置設備）※	1基		既許認 可どお り	
		濃縮液バッチタンク※	3 基				濃縮液バッチタンク （1号炉との共用施 設のうち 2 号炉設置 設備）※	2 基			
※：1号炉のみとの共用施設					※：1号炉のみとの共用施設						

○使用済燃料乾式貯蔵施設は、令和3年4月28日付け原規規発第2104282号をもって発電用原子炉設置変更許可を受けた。

○使用済燃料乾式貯蔵施設は、1号、2号、3号及び4号炉共用施設である。

○このため、玄海1号炉及び2号炉の廃止措置計画に使用済燃料乾式貯蔵施設に関する記載を追加する。

○使用済燃料乾式貯蔵施設を廃止措置対象施設に追加する廃止措置計画変更認可申請書の主な変更箇所は以下のとおり。（1号炉の変更前後を示す）

・四 廃止措置対象施設及びその敷地

第4.1表 廃止措置対象施設の範囲の記載を以下のとおり変更

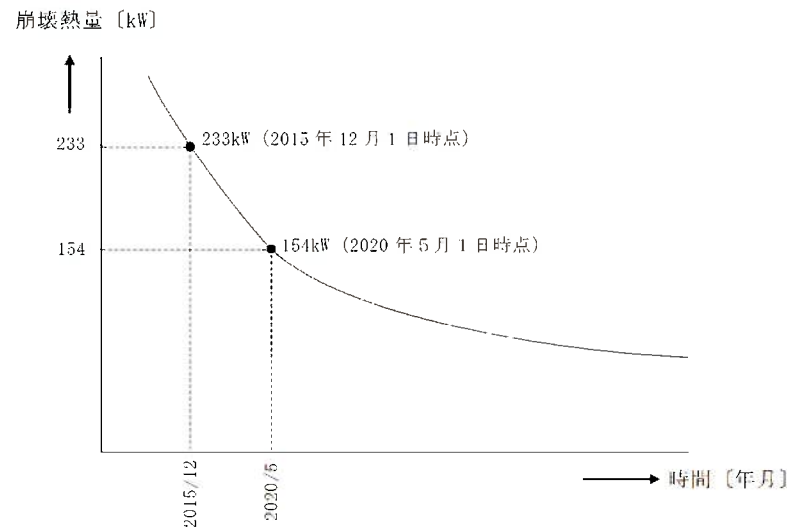
変更前（抜粋）			変更後（抜粋）		
施設区分	設備等の区分	設備（建屋）名称	施設区分	設備等の区分	設備（建屋）名称
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	核燃料物質貯蔵設備	新燃料貯蔵設備	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	核燃料物質貯蔵設備	新燃料貯蔵設備
		使用済燃料貯蔵設備			使用済燃料貯蔵設備
※1：2号炉との共用施設 ※3：当該施設のうち全てが3号又は4号炉との共用施設			※1：2号炉との共用施設 ※3：当該施設のうち全てが3号又は4号炉との共用施設		

使用済燃料乾式貯蔵施設※1※3

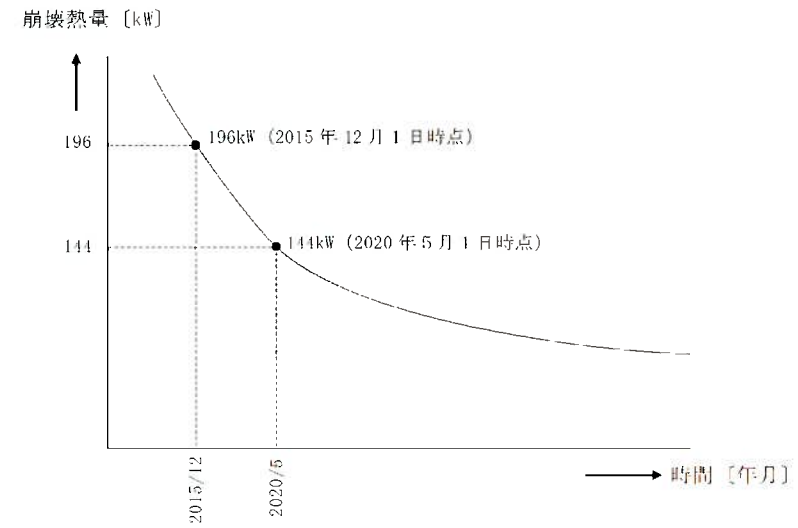
○使用済燃料の貯蔵体数は、現時点から増加することはないため、SFP内の使用済燃料の崩壊熱は、時間が経過するにつれて低下していく。

玄海1、2号炉SFP内の燃料貯蔵状況

貯蔵場所	燃料種類	体数
玄海1号炉 SFP	使用済燃料	240体
	新燃料	16体
玄海2号炉 SFP	使用済燃料	254体
	新燃料	28体



玄海1号炉のSFP内の使用済燃料の崩壊熱推移



玄海2号炉のSFP内の使用済燃料の崩壊熱推移

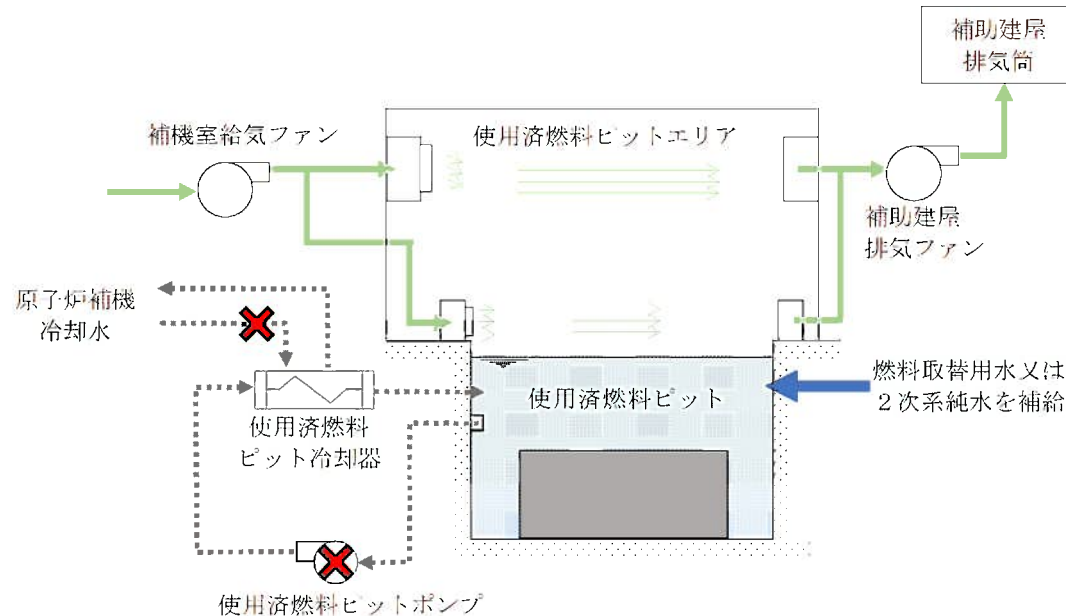
【SFP水の冷却機能停止状態における水温測定】

○水温測定期間

2020年6月1日～2020年10月26日

○測定条件

- ・ SFP水の冷却機能停止のため、使用済燃料ピットポンプを停止し、使用済燃料ピット冷却器の冷却水である原子炉補機冷却水の通水を停止した。
- ・ SFP内の水温測定箇所は、P23（玄海1号炉）、P24（玄海2号炉）のとおり。



SFP水温測定時の概略系統図

【玄海1号炉 SFP水温測定箇所】

各測定箇所の水温計

- ・ A点（既設）：壁面近傍上部
- ・ B点（仮設）：壁面近傍水面
- ・ C点（仮設）：壁面近傍使用済燃料上部
- ・ D点（仮設）：壁面近傍底面
- ・ E点（仮設）：中央部水面
- ・ F点（仮設）：中央部使用済燃料上部

□は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

【玄海2号炉 SFP水温測定箇所】

各測定箇所の水温計

- ・ A点（既設）：壁面近傍上部
- ・ B点（仮設）：壁面近傍水面
- ・ C点（仮設）：壁面近傍使用済燃料上部
- ・ D点（仮設）：壁面近傍底面
- ・ E点（仮設）：中央部水面
- ・ F点（仮設）：中央部使用済燃料上部

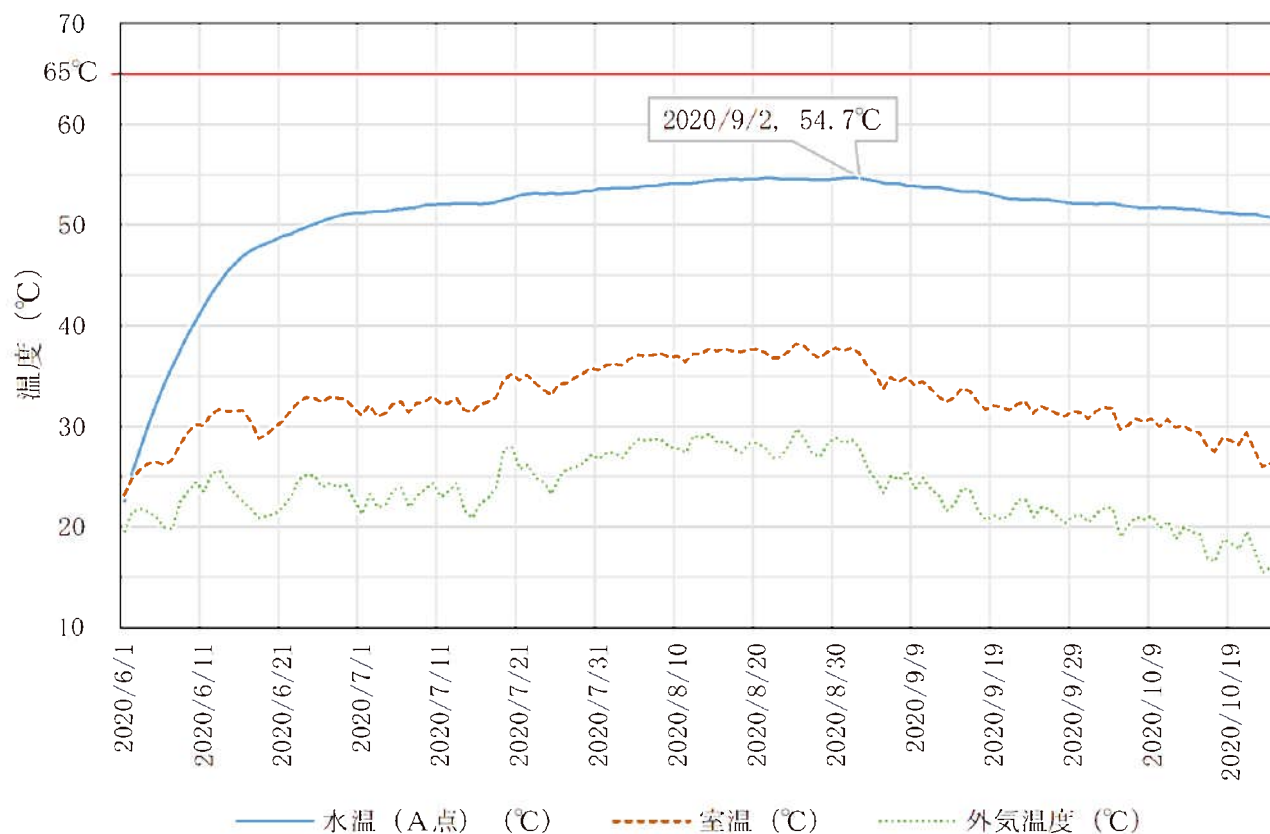
□ は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

【玄海1号炉 水温測定結果】

○SFPの水温、室温及び外気温の日平均値のグラフを以下に示す。

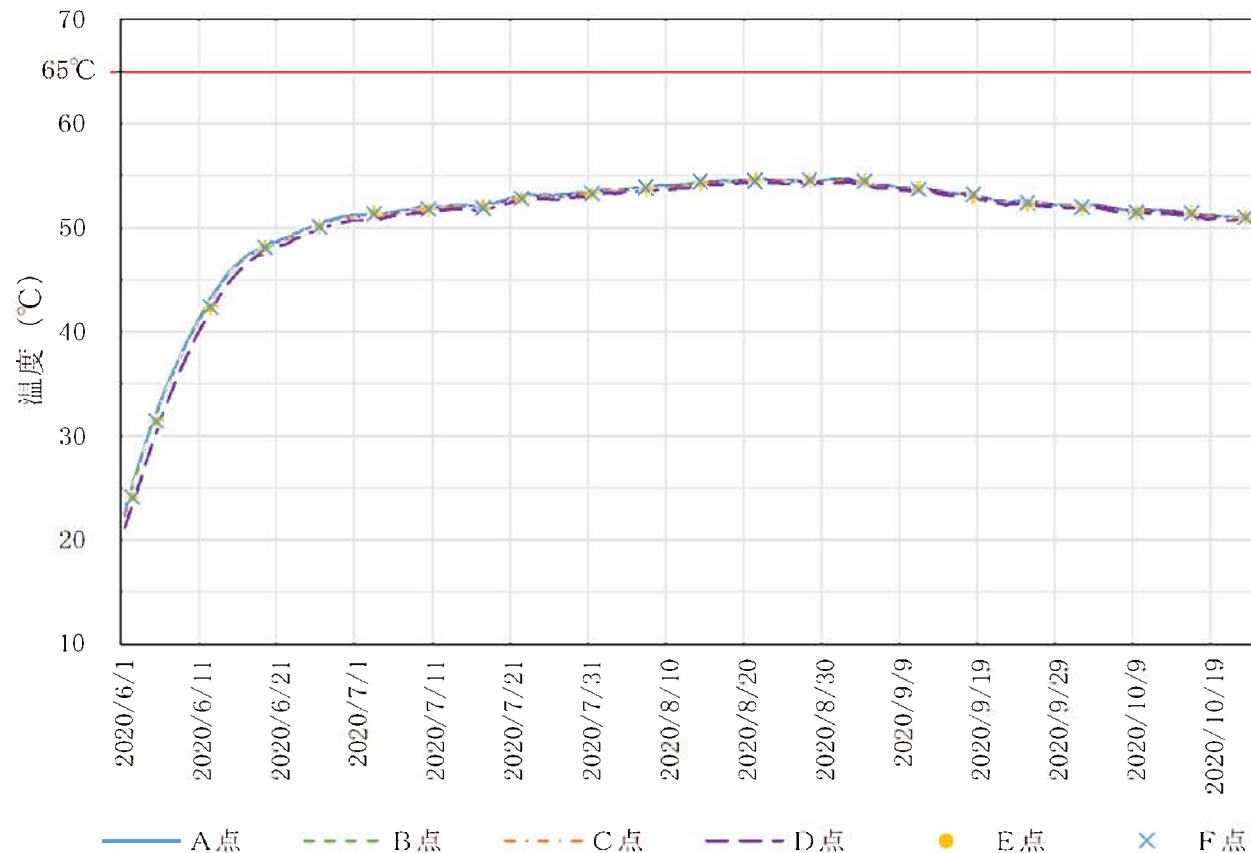
○SFPの水温は、初期段階では使用済燃料の崩壊熱の影響により上昇し、7月中旬に概ね平衡状態に達し、その後は外気温の上昇に伴い、9月2日に最高水温(54.7℃)を記録した。その後、外気温の低下に伴い、SFPの水温も低下した。

○測定期間中のSFPの最高水温は、保安規定の基準値(65℃)に対して約10℃の余裕がある。



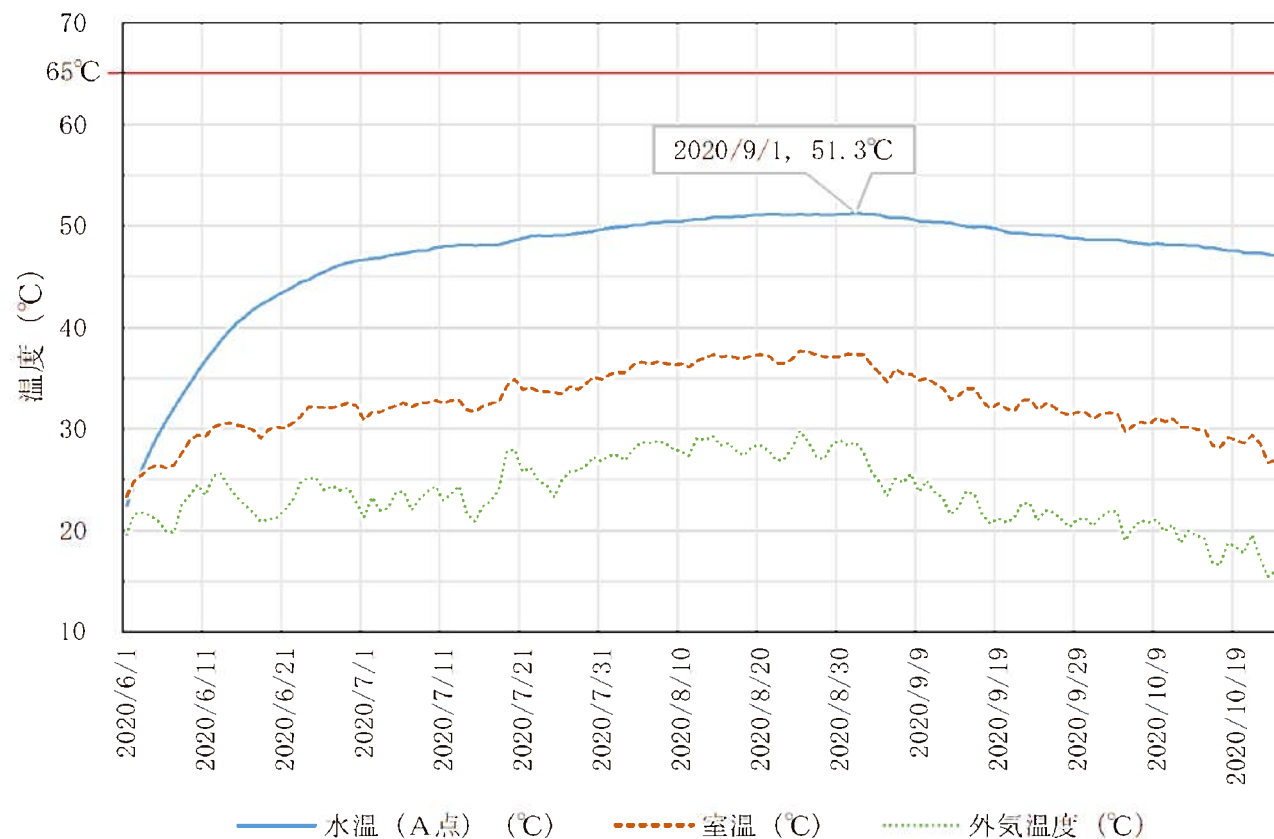
○SFP内の温度分布にばらつきがないかを確認するため、既設温度計、仮設温度計（常設）による水温測定は連続で、仮設温度計（可搬型）による水温測定は、週1回行った。測定結果のグラフを以下に示す。

○SFPの冷却停止直後は、温度分布に若干のばらつきが生じたが、平衡状態に達して以降は、温度分布は概ね均一な状態であった。



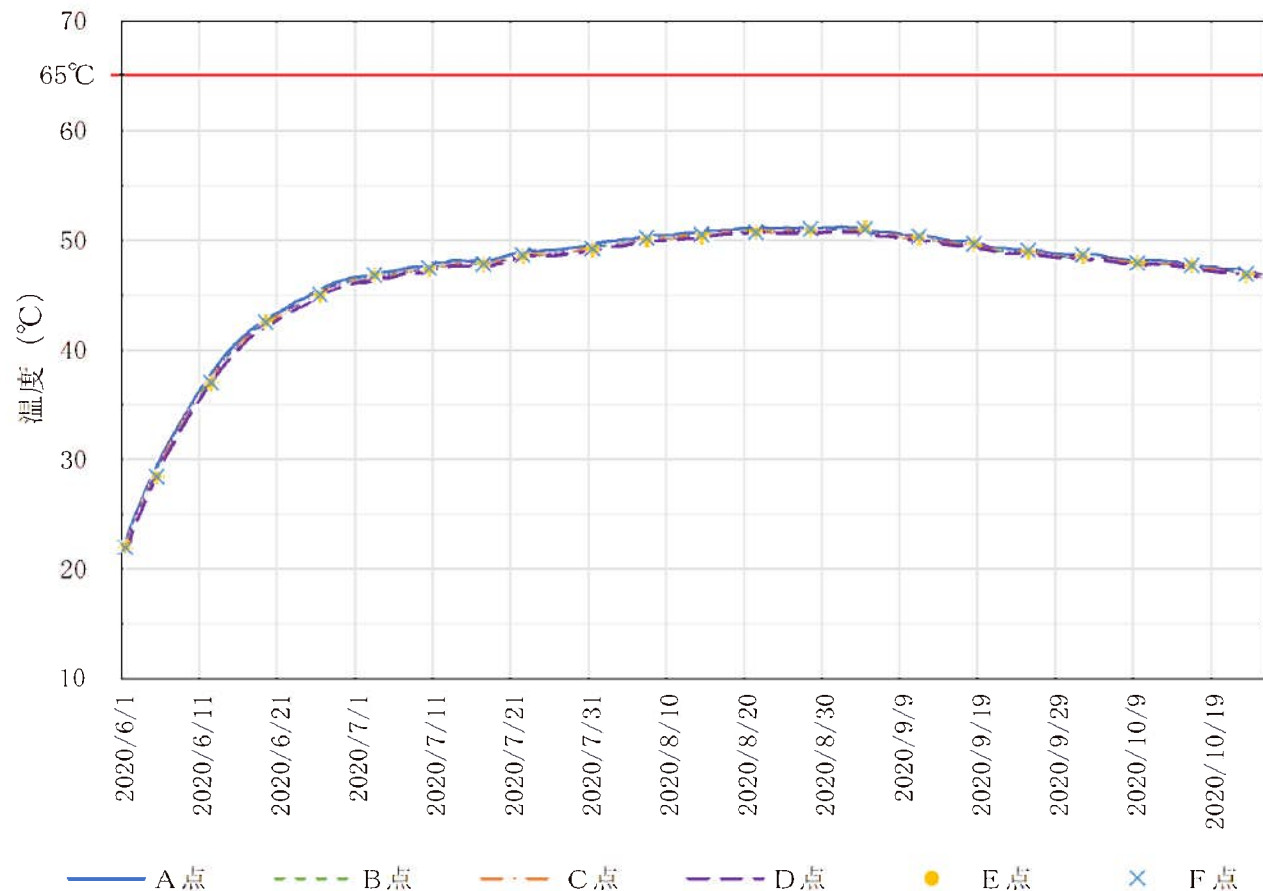
【玄海2号炉 水温測定結果】

- SFPの水温、室温及び外気温度の日平均値のグラフを以下に示す。
- SFPの水温は、初期段階では使用済燃料の崩壊熱の影響により上昇し、7月中旬に概ね平衡状態に達し、その後は外気温度の上昇に伴い、9月1日に最高水温（51.3℃）を記録した。その後、外気温度の低下に伴い、SFPの水温も低下した。
- 測定期間中のSFPの最高水温は、保安規定の基準値（65℃）に対して約14℃の余裕がある。



○SFP内の温度分布にばらつきがないかを確認した測定結果のグラフを以下に示す。
(測定の方法及び頻度は、玄海1号炉と同様)

○SFPの水温の挙動も、玄海1号炉と同様に、冷却停止直後は、温度分布に若干のばらつきが生じたが、平衡状態に達して以降は、温度分布は概ね均一な状態であった。



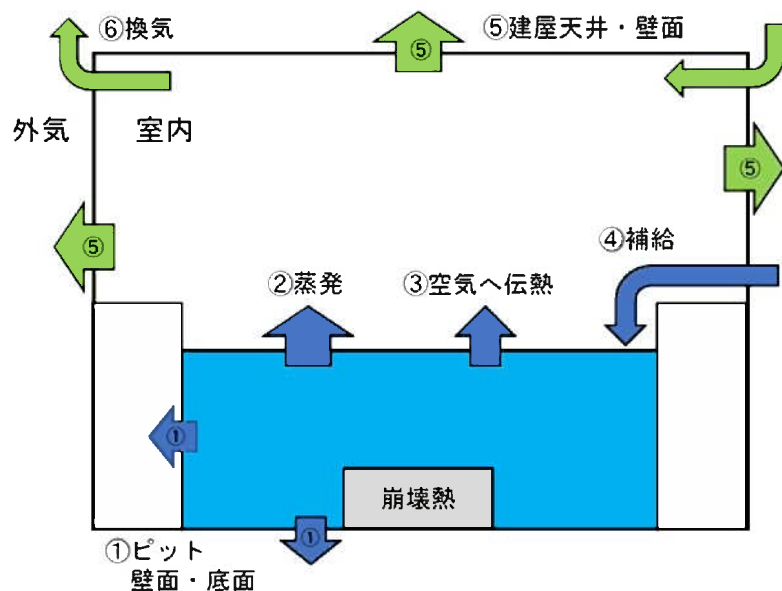
今回の水温測定において、SFP水の冷却機能を停止しても、SFPの水温が保安規定で定める施設運用上の基準値である65℃を超えないことを確認できた。

次に、今回の水温測定のデータを基に、環境条件が水温測定時と変わっても、SFP水温が65℃を超えないことを確認するために、室温及び外気温度の観点、補給水の注水による影響の観点及び換気空調による影響の観点から、以下の3つの評価を行った。

- (1) 水温が65℃に達するときの室温及び外気温度評価
- (2) 補給水の注水による水温への影響評価
- (3) 換気空調による水温への影響評価

(1) 水温が65℃に達するときの室温及び外気温度評価

○使用済燃料から発生した崩壊熱が外部に伝熱していく主要な除熱プロセス及び経路は、以下のとおり。



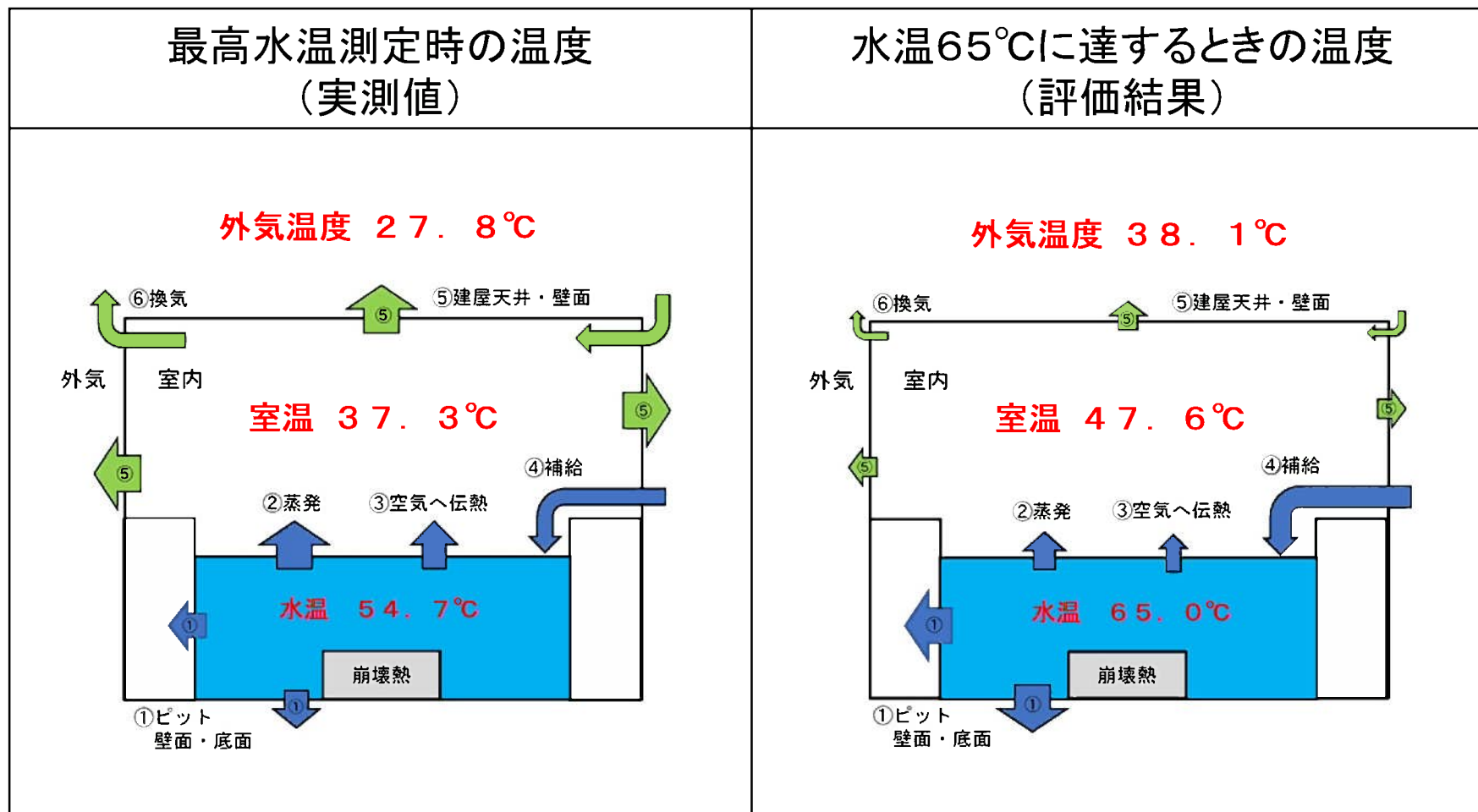
除熱プロセス及び経路	
A)	使用済燃料から使用済燃料ピット水へ伝熱
B)	使用済燃料ピット水から使用済燃料ピット壁面・底面及び室内へ伝熱 ①使用済燃料ピット水 ⇒ 使用済燃料ピット壁面・底面 ②使用済燃料ピット水面 ⇒ 室内(蒸発による伝熱) ③使用済燃料ピット水面 ⇒ 室内(空気へ伝熱) ④水補給による伝熱(除熱)
C)	室内から建屋を介して外部へ伝熱又は換気空調により伝熱 ⑤室内(②、③) ⇒ 建屋天井・壁面(外部) ⑥室内(②、③) ⇒ 換気空調(外部)

○玄海1、2号炉のSFP水温が65℃に達するときの室温と外気温度について、実測値と同じ温度差を用いて評価した結果※は、以下のとおり。

	最高水温測定時の温度 (実測値)		水温65℃に達するときの温度 (評価結果)	
	玄海1号炉	玄海2号炉	玄海1号炉	玄海2号炉
水温(℃) (日平均)	54.7	51.3	65.0	65.0
室温(℃) (日平均)	差: 17.4℃ 37.3	差: 14.0℃ 37.3	差: 17.4℃ 47.6	差: 14.0℃ 51.0
外気温度(℃) (日平均)	差: 9.5℃ 27.8	差: 8.6℃ 28.7	差: 9.5℃ 38.1	差: 8.6℃ 42.4

※SFP水温が65℃に達するときの室温、外気温度を、最高水温測定時の各温度差を基に算出することは、十分保守的である。(「【参考】SFP水温が65℃に上昇した場合の各プロセスの伝熱量の変化傾向」参照)

○前頁の玄海1号炉の値を以下に図示した。



○玄海1号炉のSFP水温が65°Cに達するときの外気温度は、最高水温測定時の外気温度より、日平均で10°C以上上昇する必要があり、現実的に起こりにくいと考える。なお、2号炉の外気温度は、1号炉より高い42.4°Cまで上昇する必要がある。

(2) 補給水の注水による水温への影響評価

○SFPへの補給水の注水による、水温への影響について、比熱を用いた計算により以下のとおり評価した。

(評価式)

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Q : 熱量 [kJ]
 m : 質量 [kg]
 C_p : 比熱 [kJ / (kg · K)]
 ΔT : 温度差 [K]

補給水を注水した後のSFP水温を T_w とすると、補給水及びピット水それぞれの熱量変化は以下のとおり。

$$Q_1 = m_1 \cdot C_{p1} \cdot (T_w - T_1)$$

$$Q_2 = m_2 \cdot C_{p2} \cdot (T_2 - T_w)$$

T_1 : 補給水の水温 [°C]
 T_2 : 補給前のSFP水温 [°C]
 T_w : 補給後のSFP水温 [°C]
 1 : 補給水を指す添字
 2 : ピット水を指す添字

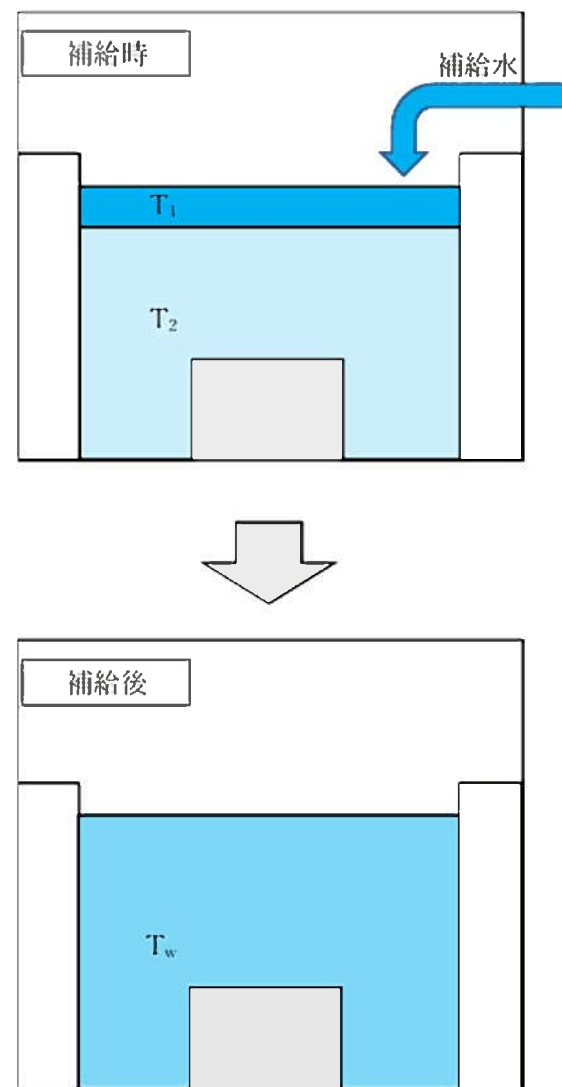
熱量保存により両者は等しくなるので、 $Q_1 = Q_2$ 即ち、
 $m_1 \cdot C_{p1} \cdot (T_w - T_1) = m_2 \cdot C_{p2} \cdot (T_2 - T_w)$

最高水温測定時の測定データに基づき計算すると

【玄海1号炉】 $\Delta T = T_2 - T_w \doteq 0.122^\circ\text{C}$

【玄海2号炉】 $\Delta T = T_2 - T_w \doteq 0.104^\circ\text{C}$

以上より、補給水の注水によりSFP水温は約0.1 (°C/回) 低下する。また、実績から補給頻度は2日に1回程度であり、補給水の注水によるSFP水温に対する影響は小さい。



(3) 換気空調による水温への影響評価

○換気空調による、水温への影響について、比熱を用いた計算により以下のとおり評価した。

(評価式)

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Q : 熱量 [kJ]
 m : 質量 [kg]
 C_p : 比熱 [kJ / (kg · K)]
 ΔT : 温度差 [K]

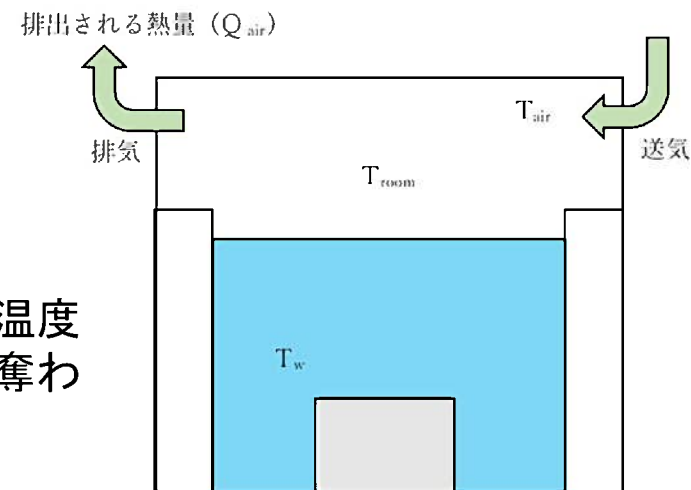
送気により供給される低温空気が、室内の高温空気と同じ温度になって室外に排気されるとすると、換気により室内から奪われる熱量は以下のとおりとなる。

$$Q_{air} = m_{air} \cdot C_{p,air} \cdot \Delta T_{air}$$

$$\Delta T_{air} = T_{room} - T_{air}$$

$$m_{air} = \rho_{air} \cdot V \cdot 60$$

air : 送気を指す添字
 room : 室内を指す添字
 ρ_{air} : 送気密度 [kg/m³]
 V : 換気流量 [m³/min]



この換気により室内から奪われる熱量 Q_{air} が全て SFP 水温に寄与していると仮定すると、寄与している水温への影響は以下のとおり。

$$Q_{air} = m_2 \cdot C_{p2} \cdot \Delta T'$$

$\Delta T'$: 温度上昇幅 (1時間あたり) [K]
 2 : ピット水を指す添字

最高水温測定時の測定データに基づき計算すると

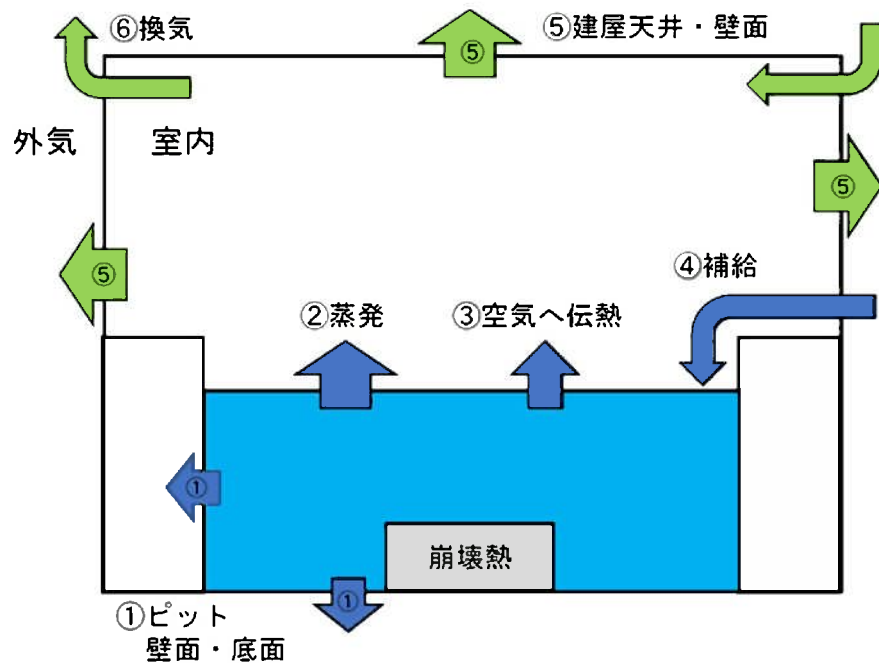
【玄海1号炉】 $\Delta T' \doteq 0.052^\circ\text{C}$

【玄海2号炉】 $\Delta T' \doteq 0.049^\circ\text{C}$

以上より、換気空調停止による SFP 水温の上昇率は約 0.05 ($^\circ\text{C}/\text{h}$) であり、今回の水温測定にて確認された約 10°C の裕度に対して小さく、SFP 水温への影響は小さい。

【まとめ】

- (1) SFP水の冷却機能を停止した状態の水温測定において、SFPの水温の最高値は保安規定の施設運用上の基準値（65℃）に対して、10℃以上の余裕がある。
 - (2) 水温測定結果に基づき、以下の評価を行った。
 - ・ SFPの水温が65℃に達する外気温度は、最高水温測定時の外気温度より日平均で10℃以上上昇する必要がある。
 - ・ 補給水の注水による水温への影響、換気空調による水温への影響は小さい。
- 上記（1）、（2）の結果より、SFP水の冷却に係る設備を性能維持施設から除外することは可能と判断した。



	プロセス	伝熱量の変化傾向	理由
A)	使用済燃料から使用済燃料ピット水へ伝熱	変化せず	崩壊熱は一定のためピット水への伝熱量は変化なし
	使用済燃料ピット水から使用済燃料ピット壁面・底面及び室内へ伝熱	総量 (①+②+③+④) は変化せず	崩壊熱は水温に関わらず一定のため、伝熱量の総量は変化なし
B)	①使用済燃料ピット水 ⇒ピット壁面及び底面	増加	外部環境と水温との温度差が拡大するため、伝熱量は増加する
	②使用済燃料ピット水面 ⇒室内(蒸発による伝熱)	減少 (※1)	伝熱量の総量に変化せず、①と④が増加するため、室内へ伝わる伝熱量(②+③)は減少する
	③使用済燃料ピット水面 ⇒室内(空気へ伝熱)		
	④水補給による伝熱(除熱)	増加	外部環境と水温との温度差が拡大するため、伝熱量は増加する
C)	室内から建屋を介して外部へ伝熱又は換気空調により伝熱	減少 (※2)	②+③=⑤+⑥であり、室内へ伝わる伝熱量(②+③)が減少するため、外部へ伝わる伝熱量(⑤+⑥)も減少する
	⑤室内(②、③) ⇒建屋天井・壁面(外部)		
	⑥室内(②、③) ⇒換気空調(外部)		

○SFP水(水温) ⇔室内(室温)の関係

伝熱量と温度差は比例する^注ため、上記の表の※1のとおり、室内へ伝わる伝熱量(②+③)が減少した場合、水温65℃における温度差(水温-室温)は、水温測定時より減少する。

○室内(室温) ⇔外気(外気温度)の関係

伝熱量と温度差は比例する^注ため、上記の表の※2のとおり、外部へ伝わる伝熱量(⑤+⑥)が減少した場合、水温65℃における温度差(室温-外気温度)は、水温測定時より減少する。

注：伝熱量と温度差の間には、以下の関係が成り立つ。

$$\text{伝熱量} = \text{熱通過率} \times \text{伝熱面積} \times \text{温度差}$$