



# 美浜発電所1,2号炉の廃止措置計画変更申請について (審査会合における指摘事項の回答)

2019年11月7日

関西電力株式会社



## 目次

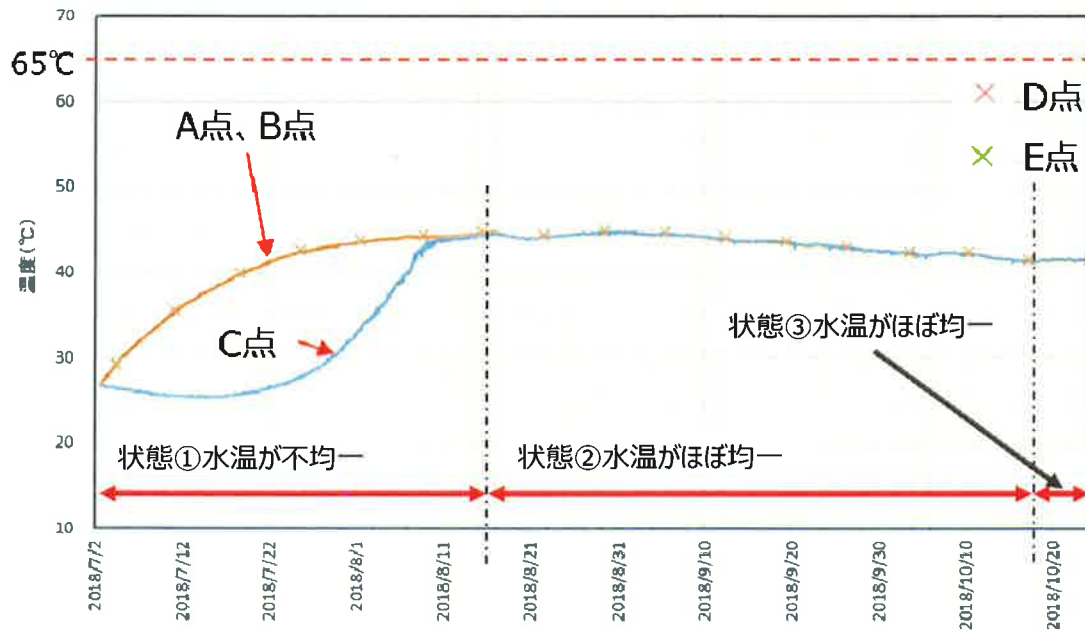
審査会合における指摘事項の回答。

No.	指摘事項	ページ
1	【添付書類六】 原子炉補機冷却設備、補機冷却海水設備、非常用電源設備等の負荷を示し、これらを削除しても維持対象設備に必要とされる安全機能に対して影響がないことを示すこと。特に使用済燃料貯蔵設備の維持機能としての臨界防止機能、水位監視機能、漏えい監視機能への影響がないか明確にすること。	(8/27ご説明)
2	使用済燃料ピット冷却系の停止試験に関し、温度の測定位置、測定頻度、ピットへの補給水、換気空調系の稼働状況といった、試験条件及び試験データを示すこと。	(8/27ご説明)
3	【添付書類六】 補機冷却海水設備を削除することで、放射性液体廃棄物からの被ばく評価に影響がないことを示すこと。	(8/27ご説明)
4	【添付書類六】 環境条件が変わっても使用済燃料ピットの水温が65℃を超えないことを計算で示すこと。	(8/27ご説明)
5	S F P 冷却機能停止試験時の温度データを全て示すこと。(A～E点)	1
6	S F の総発熱量 1 0 8 k W (H30.7) に関して、廃止措置計画申請時以降～今後の推移について燃料移動を考慮して説明すること。	2
7	S F の総発熱量 1 0 8 k W が排熱される全体メカニズムを考察すること。	3
8	S B O 等重大事故向けに配備している資機材等を説明すること。	4
9	必要な負荷に関して添付六以外の設備も含め全体像を示すこと。	5

**指摘事項**

SFP冷却機能停止試験時の温度データを全て示すこと。(A～E点)

- SFP冷却機能停止試験の結果は下図のとおりであり、これらの全測定データは、別紙1に示すとおりである。  
また、試験結果は、試験時期により右下表のように3つの状態に分類することができる。



太枠囲みの範囲は、機密に係る事項ですので公開することはできません。

- SFPの水温がほぼ均一の期間（状態②）において、温度差が想定される代表的なポイントであるC点とE点の温度を比較した結果、右表の通り、C点よりE点のほうが水温は高かったものの、その差はわずかなものであった。
- なお、状態②以外の期間を含む全期間のC点とE点の温度データを整理したものは別紙2に示すとおりである。



試験結果の分類

分類	期間	SFPの状態
状態①	7/2 ~ 8/16	水温が不均一
状態②	8/16 ~ 10/17	水温がほぼ均一
状態③	10/17 ~ 10/24	水温がほぼ均一 (SFPポンプ起動による循環)

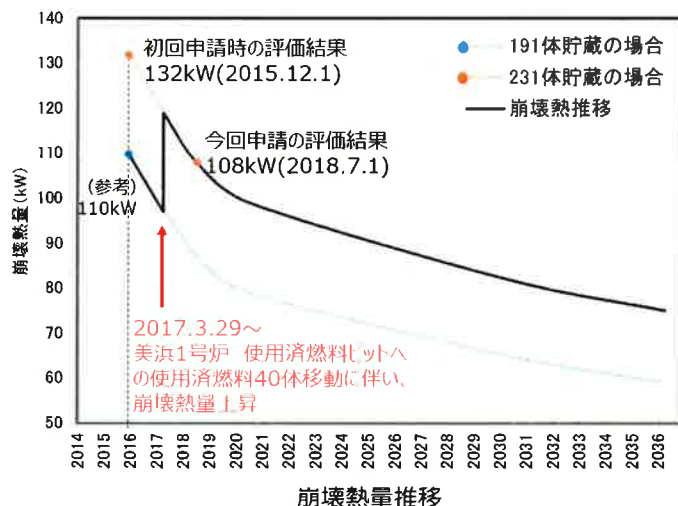
状態②での水温比較結果 (8/16~10/17)

	C点とE点の水温比較
E点 > C点	18回
E点 ≤ C点	0回
平均温度差 (E点 - C点)	約0.21°C (0.1 ~ 0.3°C)

**指摘事項**

S Fの総発熱量108kW(H30.7)に関して、廃止措置計画申請時以降～今後の推移について燃料移動を考慮して説明すること。

美浜1号炉の使用済燃料の崩壊熱の推移は、下図のとおりであり、廃止措置計画の初回申請時の評価結果(132kW)が最も高く、この値より今後崩壊熱が増加することはない。



美浜1号炉 使用済燃料の貯蔵状況

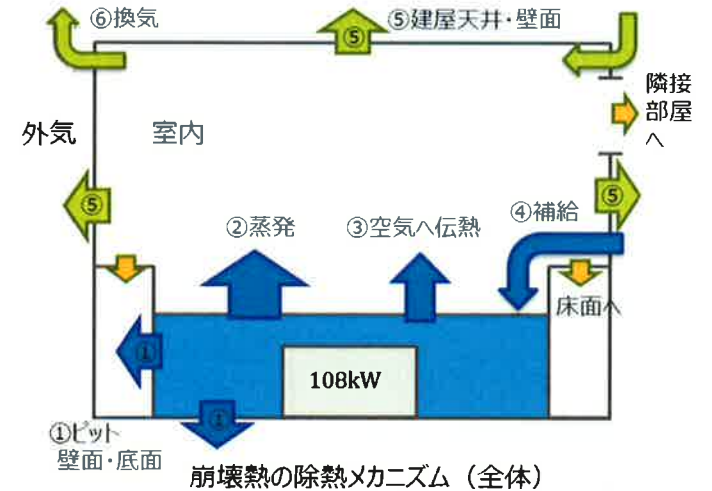
	2015.12.1時点	2017.3.29～
美浜1号炉 使用済燃料ピット	191体	231体
美浜3号炉 使用済燃料ピット	40体	0体
計	231体	231体

- 美浜1号炉の使用済燃料は、美浜3号炉の使用済燃料ピットにも貯蔵することができ、当初は美浜1号炉の燃料231体のうち40体は美浜3号炉の使用済燃料ピットに貯蔵していた。
- その後、2017.3末に美浜3号炉の使用済燃料ピットに貯蔵していた40体を美浜1号炉の使用済燃料ピットへ移動した。
- このため、美浜1号炉の使用済燃料ピットでの崩壊熱は、2017.3末に一旦上昇しており、その後は、時間経過に伴い崩壊熱は低下する。
- なお、美浜1号炉の使用済燃料ピットは、他号炉の使用済燃料を貯蔵することができないので、美浜1号炉の使用済燃料ピットの貯蔵数は231体より増加することはない。
- また、今回申請の総発熱量108kW(2018.7.1時点)において、使用済燃料ピット水がすべて喪失した場合における燃料被覆管表面温度を評価した結果は193℃であり、初回申請時の総発熱量132kW(2015.12.1時点)における燃料被覆管表面温度218℃よりも低いものである。結果の詳細は、別紙3に示すとおりである。

**指摘事項**

S Fの総発熱量108kWが排熱される全体メカニズムを考察すること。

- 使用済燃料から発生した崩壊熱が外部へ伝熱する主なプロセスは以下のとおり
  - A) 使用済燃料 ⇒ 使用済燃料ピット水
  - B) 使用済燃料ピット水 ⇒ 使用済燃料ピット壁面 (外部) + 室内
  - C) 室内 ⇒ 建屋天井・壁面 (外部) + 換気空調 (外部)
- 各プロセスにおけるおおよその伝熱量、割合は以下のとおり。  
(8/31時点の測定結果を用いた評価)



- A) 使用済燃料⇒使用済燃料ピット水 : 全て (108kW)
- B) 使用済燃料ピット水⇒使用済燃料ピット壁面 (外部) + 室内

- ①使用済燃料ピット水⇒使用済燃料ピット壁面 (および底面)
- ②使用済燃料ピット水面⇒室内 (気化熱による吸熱)
- ③使用済燃料ピット水面⇒室内 (空気)
- ④水補給による除熱

注：上記①～④の他に、使用済燃料ピットに接続している配管からの除熱等が考えられることから、崩壊熱 (108kW) と①～④の合計(約95kW)が一致していない。



	伝熱量[kW]※1	伝熱割合[%]
①	約9	約9
②	約70※2	約74
③	約14	約15
④	約2	約2
計	約95	約100

② + ③ = 約84kW

- C) 室内⇒建屋天井・壁面 (外部) + 換気空調 (外部)

- ⑤ 室内 (② + ③) ⇒ 建屋天井・壁面
- ⑥ 室内 (② + ③) ⇒ 換気空調 (外部へ)



	伝熱量[kW] ※1	伝熱割合[%]
⑤	約35	約56
⑥	約28	約44
計	約63	約100

⑤ + ⑥ = 約63kW

注：上記⑤,⑥の他に、外部への伝熱経路 (隣接部屋や床面) が考えられることから、②,③の合計 (約84kW) と⑤,⑥の合計 (約63kW) が一致していない。

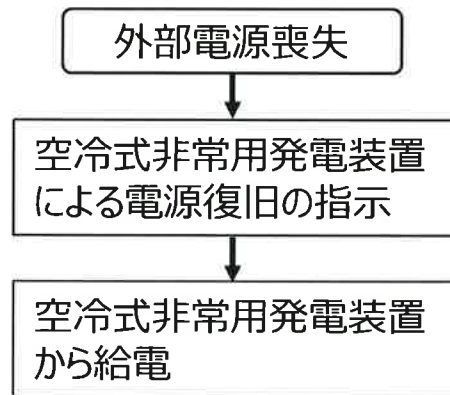
※1 計算式および入力値については、別紙4に示すとおりである。  
 ※2 水位の測定結果より推定した蒸発水量を元に計算した伝熱量は、約60kWとなる。

**指摘事項**

SBO等重大事故向けに配備している資機材等を説明すること。

保安規定第153条（電源機能喪失時等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）に基づき、電源機能喪失時等により、使用済燃料ピット冷却系および既存の補給水系が機能喪失し、使用済燃料ピットを冷却する手段がなくなった場合に備え、使用済燃料ピットへの給水等の資機材を配置し、手順を定めるとともに、教育・訓練を実施している。これらの体制は、今後も継続して維持する。

○空冷式非常用発電装置※による電源復旧手順

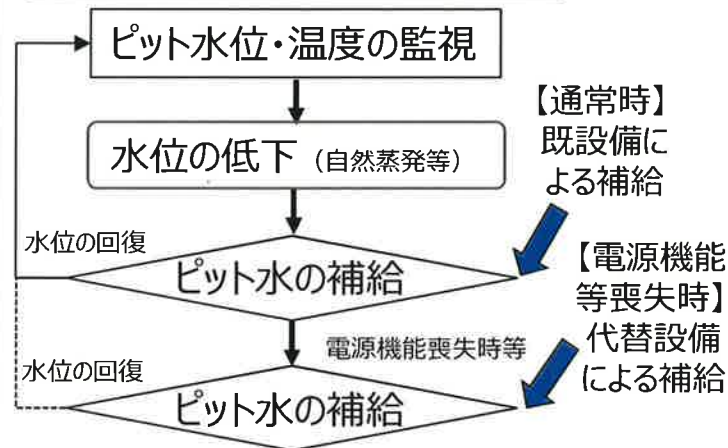


○空冷式非常用発電装置※による電源復旧に必要な資機材

配備資機材	数量
空冷式非常用発電装置	2台

※空冷式非常用発電装置の容量は、1460kW/機であり、ディーゼル発電機による電源供給先全てに給電可能である。

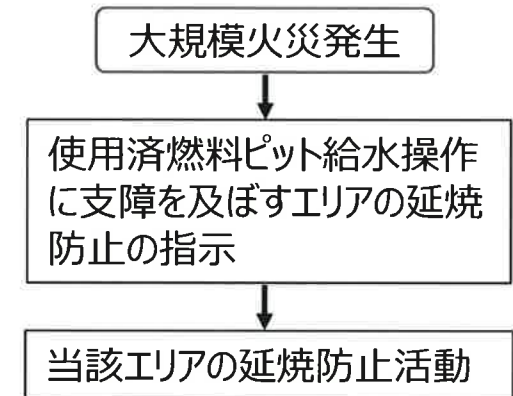
○使用済燃料ピットへの給水手順



○使用済燃料ピットへの給水等に必要な資機材 ※3号炉と共用

主な配備資機材	数量
消火栓	5箇所
消防ポンプ	2台
化学消防自動車※	1台
スプレイヘッド	3個
屋内用消火栓接続配管	2本
携帯型水位計、水温計	各1台

○大規模火災時の延焼防止手順



○大規模火災時の延焼防止に必要な資機材 ※3号炉と共用

主な配備資機材	数量
小型動力ポンプ付水槽車※	1台
化学消防自動車※	1台
泡原液搬送車※	1台
消防ポンプ	2台
スプレイヘッド	2個

**指摘事項（添付6）**

必要な負荷に関して添付六以外の設備も含め全体像を示すこと。

- 冷却系設備（原子炉補機冷却設備、補機冷却海水設備）の冷却水の供給先、および維持管理対象設備としての冷却水の必要性については下表のとおりであり、使用済燃料の冷却が不要になれば、安全確保上、冷却水の供給が必要となる維持管理対象設備はないと判断している。

維持管理対象設備としての冷却系設備の必要性（1 / 2）

冷却系設備	冷却水の供給先	変更前	変更後	説明
原子炉補機冷却設備 （ ・1次系冷却水ポンプ ・1次系冷却水熱交換器 ・1次系冷却水タンク                 ）	使用済燃料貯蔵設備 （燃料ピット冷却器）	○	×	使用済燃料の冷却が不要になれば、原子炉補機冷却設備による冷却水の供給は必要なくなる。
	液体廃棄物の廃棄設備 （廃液蒸発装置）	×	×	廃液処理時に使用する設備であり、冷却が停止しても、廃液処理を停止すれば問題ない設備であるため、安全系として維持管理対象としていた原子炉補機冷却設備による冷却は必須でない。 なお、原子炉補機冷却設備は、廃液蒸発装置の冷却に使用していることから、保安規定に基づき、「その他自ら定める設備」として管理する。
	補助蒸気復水サンプリ グクーラ※1	×	×	補助蒸気のサンプリングに使用する設備であり、冷却が停止しても、補助蒸気のサンプリングを停止すれば問題ない設備であるため、安全系として維持管理対象としていた原子炉補機冷却設備による冷却は必須でない。 なお、原子炉補機冷却設備は、補助蒸気復水サンプリグクーラの冷却に使用していることから、保安規定に基づき、「その他自ら定める設備」として管理する。

※1 添付6の維持管理対象設備に具体的記載がない設備

維持管理対象設備としての冷却系設備の必要性（2 / 2）

冷却系設備	冷却水の供給先	変更前	変更後	説明
補機冷却海水設備 〔・海水ポンプ〕	原子炉補機冷却設備 （1次系冷却水熱交換器）	○	×	使用済燃料の冷却が不要になれば、補機冷却海水設備による原子炉補機冷却設備（燃料ピット冷却器）への冷却水の供給は必要なくなる。
	非常用電源設備 （ディーゼル発電機）	○	×	使用済燃料の冷却が不要になれば、ディーゼル発電機は必要なくなる。 （3/7～7/7参照）
	2次系冷却水クーラ※1	×	×	計器用空気圧縮機の冷却に使用する設備であり、冷却が停止しても問題ない設備であるため、安全系として維持管理対象としていた原子炉補機冷却設備による冷却は必須でない。 なお、補機冷却海水設備は、2次系冷却水クーラの冷却に使用していることから、保安規定に基づき、「その他自ら定める設備」として管理する。
	チラーユニット※1	×	×	空調の冷房に使用する設備であり、冷却が停止しても、空調の冷房を停止すれば問題ない設備であるため、安全系として維持管理対象としていた原子炉補機冷却設備による冷却は必須でない。 なお、補機冷却海水設備は、チラーユニットの冷却に使用していることから、保安規定に基づき、「その他自ら定める設備」として管理する。

※1 添付6の維持管理対象設備に具体的記載がない設備



# 審査会合における指摘事項の回答（No. 9）（3 / 7）

- ディーゼル発電機（以下、D/Gという。）による電源供給先、および停電時のD/Gによる電源供給の要否は下表のとおりである。
- また、安全系母線の接続先の負荷およびD/G等の電源容量は、別紙5のとおりである。
- 使用済燃料の冷却が不要になって以降は、停電時にD/Gによる電源供給が必須となる設備はない。

電源供給先のうちD/Gによる電源供給の要否（1 / 5）

電源を使用する維持管理対象設備およびその他主要設備		維持機能	D/Gによる電源供給先(安全系母線の接続先)	D/Gによる電源供給の要否		説明
				変更前	変更後	
核燃料物質取扱設備	使用済燃料ピットクレーン	臨界防止機能 燃料落下防止機能	×	×	×	—
	原子炉補助建屋クレーン		×	×	×	
	新燃料エレベータ		×	×	×	
核燃料物質貯蔵設備	燃料ピットポンプ	冷却機能 浄化機能	○	○	×	使用済燃料の冷却が不要になれば、維持する必要はない。
	使用済燃料ピット水位計	水位監視機能	○	×	×	停電時は、蓄電池による電源供給を行う。 また、携帯型水位計や、現地水面計を用いた使用済燃料ピット水位の監視も可能である。
	燃料取替用水ポンプ※1	—	○	×	×	使用済燃料貯蔵設備による使用済燃料の冷却を停止しても、使用済燃料ピット水位が5cm下がるまでに3日程度かかり、停電時においても給水対応に時間的余裕があるため、停電時に電源供給を直ちに行う必要はなく、使用済燃料ピットへの自重による注水も可能である。
液体廃棄物の廃棄設備	廃液蒸発装置	放射性廃棄物処理機能	×	×	×	—
	洗浄排水処理装置		×	×	×	
固体廃棄物の廃棄設備	ベイヤ		×	×	×	

※1 添付6の維持管理対象設備に具体的記載がない設備

電源供給先のうちD/Gによる電源供給の要否 (2 / 5)

電源を使用する維持管理対象設備およびその他主要設備		維持機能	D/Gによる電源供給先(安全系母線の接続先)	D/Gによる電源供給の要否		説明
				変更前	変更後	
放射線管理施設	固定エリアモニタ (補助建屋内ドラム詰室、使用済燃料ピット付近)	放射線監視機能	○	×	×	固定エリアモニタは、管理区域内の変動・人が駐在・作業等の立入のあるエリアに設置しており、停電時には、ドラム詰室や使用済燃料移動エリアにて作業が行われておらず、線量率に変動が無いことを確認するとともに、必要に応じてサーベイメータ等による監視を行う。また、蓄電池による電源供給も可能であり、D/Gによる電源供給ができなくとも監視は可能である。
	固定エリアモニタ (除染洗たく室) ※2		—	—	—	—
	手足モニタ (退出モニタ)		×	×	×	—
	排気モニタ (格納容器排気筒ガスモニタ、補助建屋排気筒ガスモニタ)	放射線監視機能 放出管理機能	○	×	×	施設内の揮発性放射性物質 (希ガス・よう素) については使用済燃料が破損しない限り施設内に発生源はなく、停電時は、管理区域内作業を停止するとともに、換気空調系は停止し、ダンパが閉止するため、放射性物質は管理区域外へ放出されない。また、蓄電池による電源供給も可能であり、さらにはモニタリングポストによる周辺環境への影響を監視することにより、D/Gによる電源供給ができなくとも監視は可能である。
	排水モニタ (液体廃棄物処理設備排水モニタ)		○	×	×	放射性液体廃棄物の放出は、放出タンク内の放射性物質の量をあらかじめ確認してから放出作業を行っており、停電時は、排水のポンプが停止するとともに、放出作業を行わない。また、蓄電池による電源供給も可能であり、D/Gによる電源供給ができなくとも監視は可能である。
	排水のサンプリングモニタ設備 (原子炉基礎湧水モニタ、タービンサンプ水モニタ)	放射線監視機能	○	×	×	原子炉基礎湧水やタービンサンプ水には元々放射性物質は含まれておらず、念のために測定しているものであるが、停電時は、排水ポンプが停止することから排水は行われない。また、蓄電池による電源供給や、現地サンプリングによる監視も可能であり、D/Gによる電源供給ができなくとも監視は可能である。

※2 2号機D/Gによる電源供給先

電源供給先のうちD/Gによる電源供給の要否（3 / 5）

電源を使用する維持管理対象設備およびその他主要設備		維持管理	D/Gによる電源供給先(安全系母線の接続先)	D/Gによる電源供給の要否		説明
				変更前	変更後	
原子炉格納容器施設	原子炉格納容器換気送風機	換気機能	×	×	×	—
	原子炉格納容器換気排風機			×	×	
	アニュラス排風機			○	×	
原子炉補機冷却設備	1次系冷却水ポンプ	冷却機能	○	○	×	使用済燃料の冷却が不要になれば、維持する必要はない。
補機冷却海水設備	海水ポンプ		○			

電源供給先のうちD/Gによる電源供給の要否 (4 / 5)

電源を使用する維持管理対象設備およびその他主要設備		維持機能	D/Gによる電源供給先(安全系母線の接続先)	D/Gによる電源供給の要否		説明	
				変更前	変更後		
換気設備	補助建屋放射性区域送気ファン	換気機能	×	×	×	—	
	使用済燃料ピット送気ファン						
	補助建屋放射性区域排気ファン		○	×	×	運転時とは異なり、事故時に使用する低圧注入ポンプや格納容器スプレイポンプは使用しないことから、これら設備が設置されている安全補機室の空調管理を停電時に行う必要はない。	
	補助建屋主排気フィルタユニット						
	補助建屋主排気ファン					—	
	出入管理室送気ファン		×	×	×		
	出入管理室排気ファン						
	放射化学室排気ファン						
	中央制御室空調装置※1		—	○	×	×	運転時とは異なり、炉心に燃料はなく、よう素の放出量は無視でき、著しい被ばくリスクが無くなっていることから、非常時にこれらの設備は必要ない。
	中央制御室循環ファン※1		—	○	×	×	
チラーユニット※1	—	×	×	×	—		

※1 添付6の維持管理対象設備に具体的記載がない設備

電源供給先のうちD/Gによる電源供給の要否（5 / 5）

電源を使用する維持管理対象設備およびその他主要設備		維持機能	D/Gによる電源供給先(安全系母線の接続先)	D/Gによる電源供給の要否		説明
				変更前	変更後	
計器用空気設備	計器用空気圧縮機※1	—	○	×	×	廃止措置においては、換気設備（ダンパ）や海水系統の制御弁への空気の供給に使用しており、これらの制御弁について、機能が喪失した際は安全側へ作動する（換気設備は、換気ファンが停止し、ダンパも閉止。海水系は、弁が冷却を維持できるような状態を維持。）ものであることから、停電時の空気の供給は必要ない。
2次系冷却水設備	2次系冷却水ポンプ※1	—	○	×	×	計器用空気圧縮機の冷却に使用しており、上記の理由に伴い冷却水の供給は必要ない。
照明設備	非常用照明	照明機能	○	×	×	停電時は、蓄電池による電源供給を行う。

※1 添付6の維持管理対象設備に具体的記載がない設備