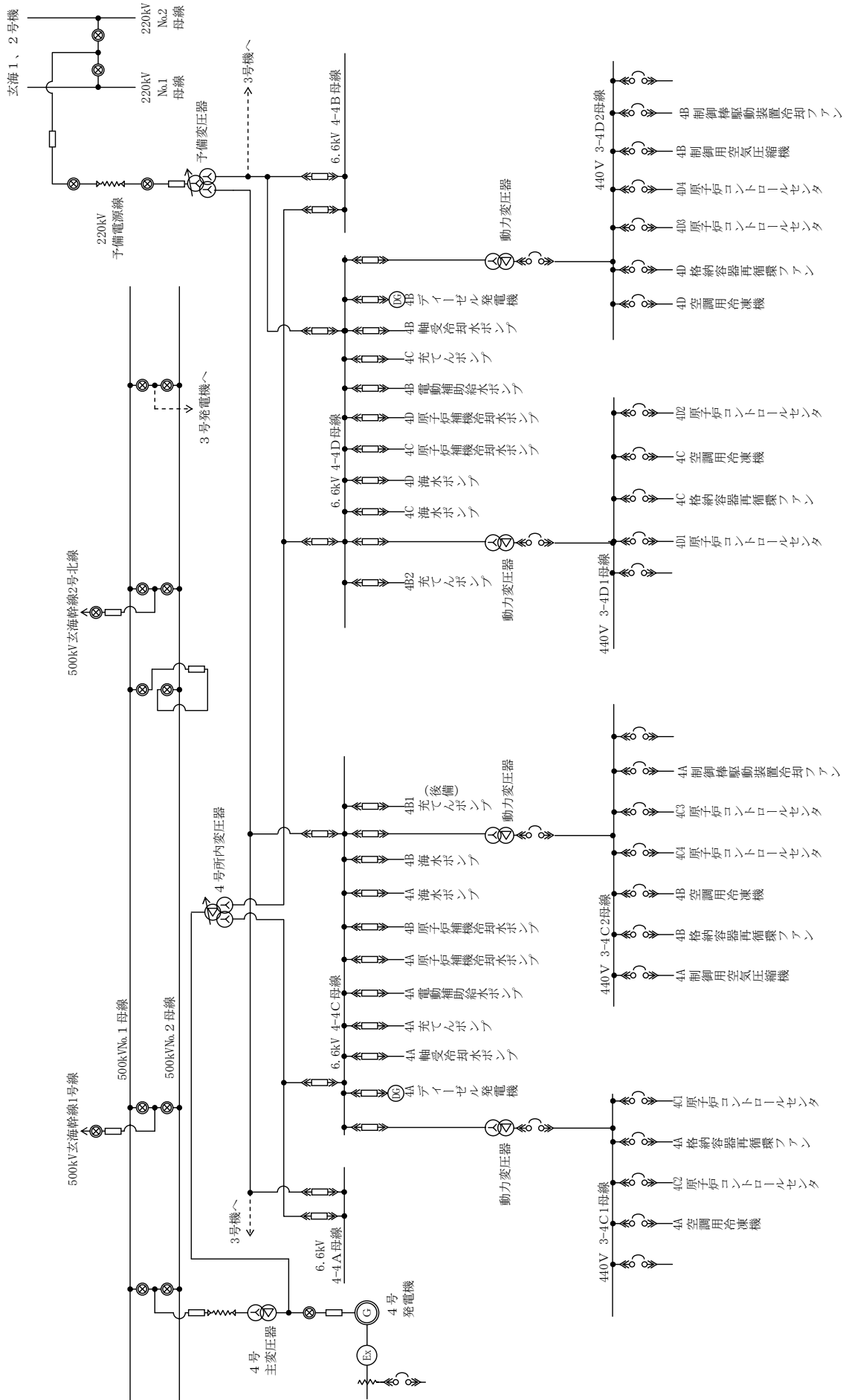
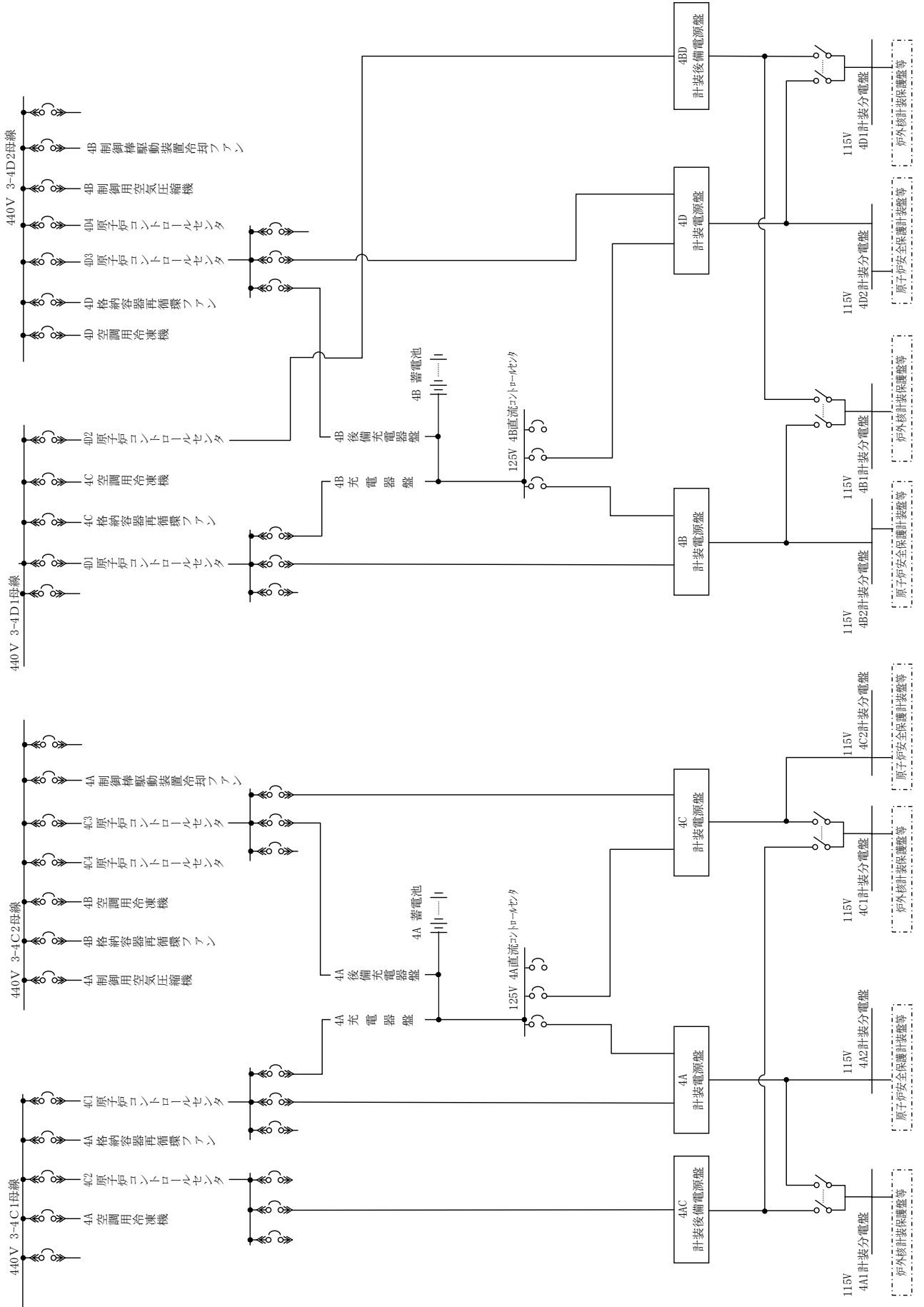


電 源 系 統 概 要

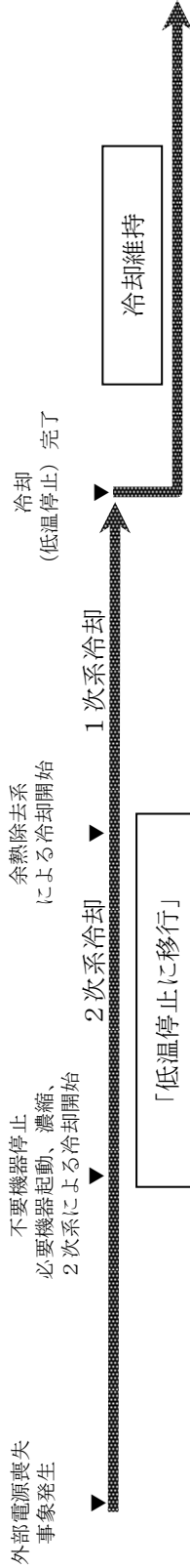


電源系統概要



## 非常用ディーゼル発電機の継続運転時間

### 【外部電源喪失時の原子炉冷却方法】



### 【冷却時の必要負荷】

	外部電源喪失事象 不要機器停止・必要機器起動 (1時間)		「低温停止に移行」 不要機器停止・必要機器起動 余熱除去系による冷却開始 (5時間)		「低温停止に移行」 余熱除去系による冷却開始 冷却 (低温停止) 完了 (1.4時間)		「冷却維持」 冷却 (低温停止) 完了 A-D/G停止 B-D/G停止	
	Aトレン	Bトレン	Aトレン	Bトレン	Aトレン	Bトレン	Aトレン	Bトレン
事象収束に必要な主要機器 (kW)								
海水ポンプ	1,120	1,120	1,120	0	1,120	1,120	1,120	0
原子炉補機冷却水ポンプ	700	700	700	0	700	700	700	0
電動補助給水ポンプ	650	650	650	650	0	0	0	0
余熱除去ポンプ	0	0	0	0	400	400	400	0
原子炉コントロールセンタ	1,055	884	1,014	455	969	455	968	453
その他の負荷	2,952	3,179	3,138	943	2,562	597	2,072	90
合計負荷容量	6,477	6,533	6,622	2,048	5,751	3,272	5,260	543
燃費 (k0/h)	1.615	1.627	1.648	0.585	1.441	0.873	1.330	0.169
燃料消費量	1.615	1.627	8.240	2.925	20.174	12.222	125.971	16.007
継続運転時間			20時間		約209時間 (約8.7日)		約94時間	
							約95時間	

【非常用ディーゼル発電機の継続運転時間計算】(燃料使用量は燃料貯蔵量から除水器レベルまでの容量を差し引いた容量156k0/基にて算出)

① 「低温停止に移行」時の燃料消費量は、燃費×移行時間となる。

② 「冷却維持」できる時間は以下のとおりとなる。

- ・ Aトレン：(156k0-①) / 燃費
- ・ Bトレン：(156k0-①-Aトレン継続運転時間×燃費) / 燃費

## 給水機能及び電源機能に係る設備の概要及び保全内容

## 蒸気発生器への給水機能

設 備	分 類	設備概要	保全頻度	保 全 内 容	備 考
電動補助給水ポンプ	イ)	容量：140m <sup>3</sup> /h	52ヶ月に1回	分解点検（ポンプ、電動機）	
			13ヶ月に1回	簡易点検（油入替他） （ポンプ、電動機）	
			1保全サイクルに1回	機能・性能試験（系統）	
			1ヶ月に1回	定期試験（起動試験）	
タービン動補助給水ポンプ	イ)	容量：250m <sup>3</sup> /h	52ヶ月に1回	分解点検（ポンプ、ポンプタービン）	
			13ヶ月に1回	簡易点検（油入替他） （ポンプ、ポンプタービン）	
			1保全サイクルに1回	機能・性能試験（系統）	
			4保全サイクルに1回	機能・性能試験（ポンプタービン）	
			1ヶ月に1回	定期試験（起動試験）	
復水ピット	イ)	容量：1200m <sup>3</sup> 基数：1基	26ヶ月に1回	開放点検	
2次系純水タンク (3,4号共用)	ロ)	容量：2000m <sup>3</sup> 基数：2基	4年に1回	開放点検	
原水タンク (3,4号共用)	ハ)	容量：10000m <sup>3</sup> 基数：2基	10年に1回	開放点検	
仮設ポンプ (エンジンポンプ)	ハ)	容量：46.8m <sup>3</sup> /h	1ヶ月に1回	試運転	
			6ヶ月に1回	在否・外観点検	
			1年に1回	機能確認	
ディーゼルエンジン 発電機	ハ)	容量：60/45kVA	1ヶ月に1回	試運転	
			6ヶ月に1回	在否・外観点検	
			1年に1回	機能確認	
仮設ポンプ (水中ポンプ)	ハ)	容量：48m <sup>3</sup> /h、30m <sup>3</sup> /h	6ヶ月に1回	在否・外観点検、 油入替、絶縁抵抗測定	動力源： ディーゼルエ ンジン発電機
			1年に1回	機能確認	

## 使用済燃料ピットへの給水機能

設 備	分 類	設備概要	保全頻度	保 全 内 容	備 考
2次系純水タンク (3,4号共用)	イ)	容量：2000m <sup>3</sup> 基数：2基	4年に1回	開放点検	
原水タンク (3,4号共用)	ハ)	容量：10000m <sup>3</sup> 基数：2基	10年に1回	開放点検	
ディーゼルエンジン 発電機	ハ)	容量：60/45kVA	1ヶ月に1回	試運転	
			6ヶ月に1回	在否・外観点検	
			1年に1回	機能確認	
仮設ポンプ (水中ポンプ)	ハ)	容量：30m <sup>3</sup> /h	6ヶ月に1回	在否・外観点検、 油入替、絶縁抵抗測定	動力源： ディーゼルエ ンジン発電機
			1年に1回	機能確認	

給水機能及び電源機能に係る設備の概要及び保全内容

電源機能

設 備	分類	設備概要	保全頻度	保 全 内 容	備 考
非常用ディーゼル発電機	イ)	出力：7,100kW 台数：2台	1保全サイクルに1回	機能・性能試験	
			78ヶ月に1回	発電機分解点検	
			26ヶ月に1回	普通点検（軸受点検）	
			13ヶ月に1回	簡易点検	
			1ヶ月に1回	起動試験、負荷試験（各1回）	
蓄電池	イ)	定格容量：1,600Ah 台数：2組	1保全サイクルに1回	普通点検（電解液測定）	
			1保全サイクルに1回	機能・性能試験	
			1週間に1回	外観、電圧、比重測定（パイロットのみ）	
			3ヶ月に1回	均等充電（電圧、比重測定）	
高圧発電機車	ハ)	容量：500kVA 台数：1台	1ヶ月に2回	外観点検、起動確認	
			6ヵ月に1回	在否・外観点検	
			1年に1回	機能確認	

給水機能及び電源機能（燃料貯蔵設備）

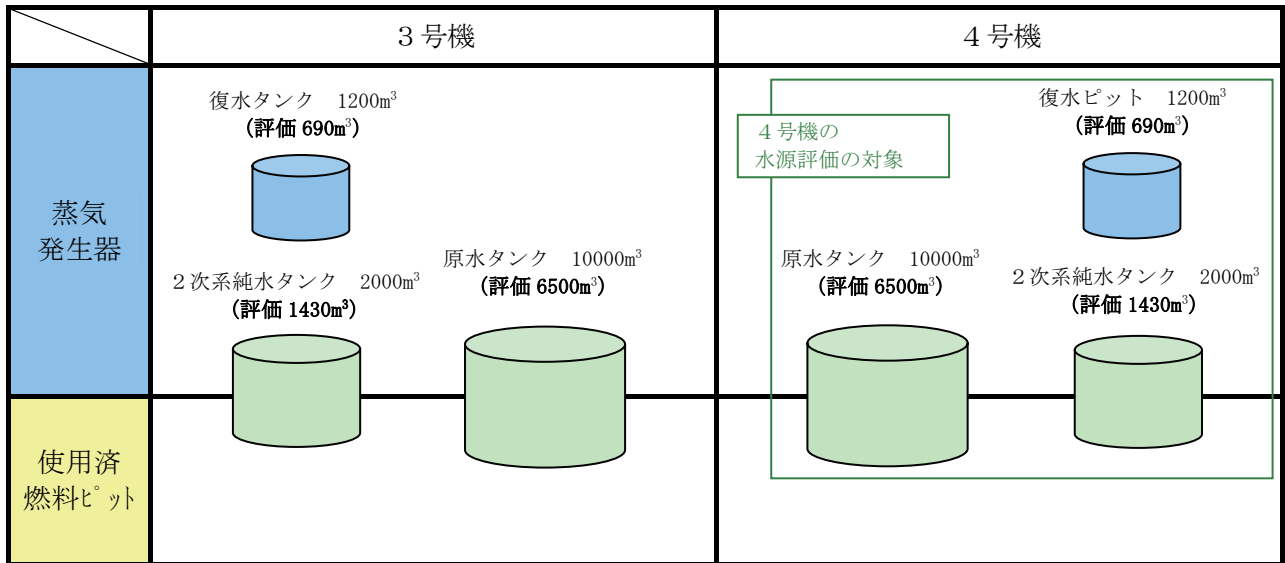
設 備	分類	設備概要	保全頻度	保 全 内 容	備 考
非常用ディーゼル発電機貯油槽	ハ)	貯蔵量：159kℓ 基 数：2基	130ヶ月に1回	開放点検	A重油を貯蔵
			2保全サイクルに1回	気密試験	

分類の説明

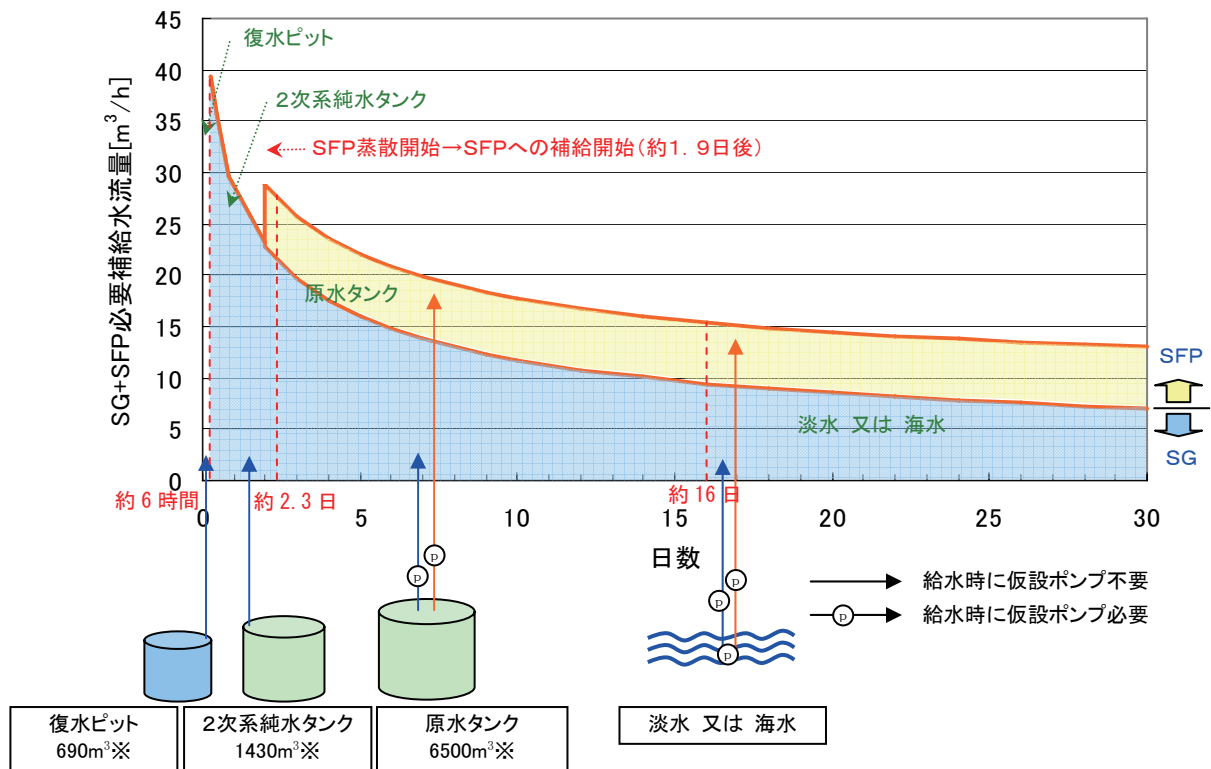
・防護措置に係る設備を以下に分類する。

記 号	分 類
イ)	工事計画で対象とした設備
ロ)	実施済みのアクシデントマネジメント設備
ハ)	緊急安全対策（短期）

玄海原子力発電所 (3/4号機) のタンクの使用割り当て (プラント運転時)



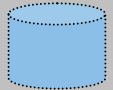
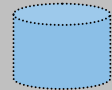
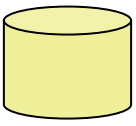
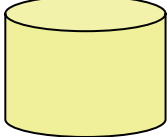
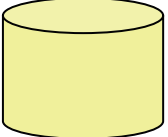
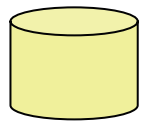
- ・ 2次系純水タンク (2基)、原水タンク (2基) は共用設備であり、号機間の融通が可能であるが、評価に当たってはより厳しい条件となるよう融通不可とし、3/4号各プラント1基ずつ使用するものとする。
- ・ ( ) 内は評価に使用する保有水量。



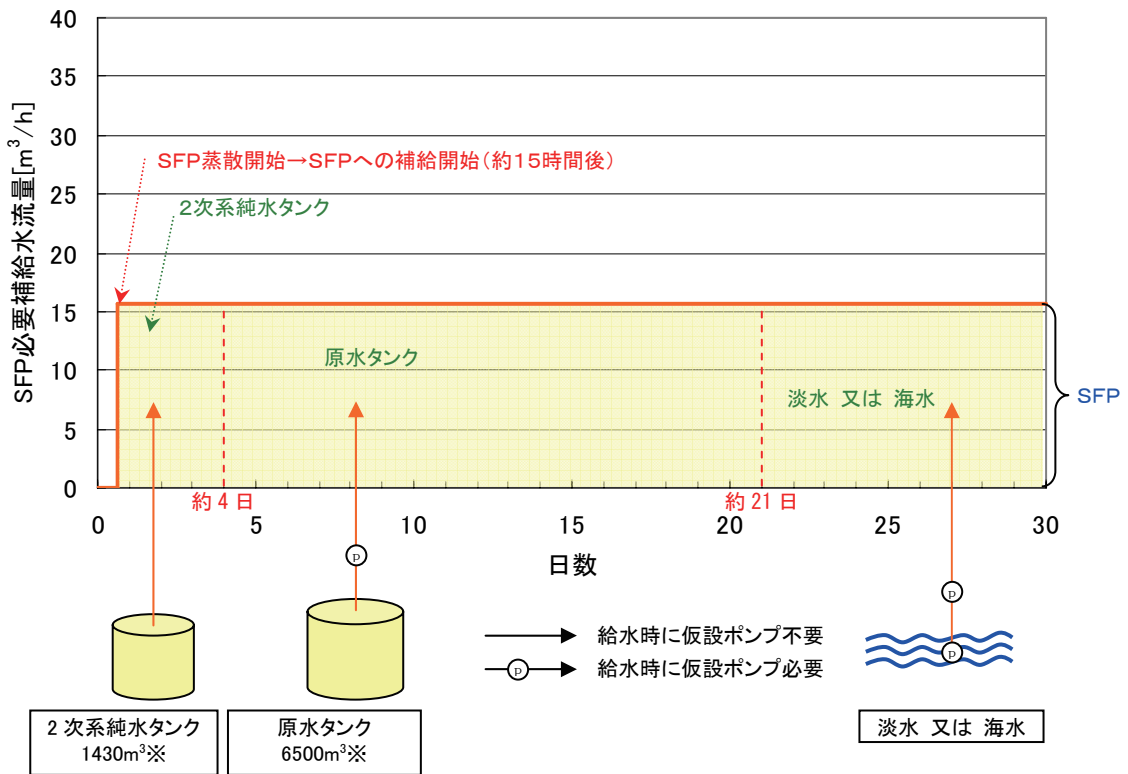
※評価に用いた保有水量

蒸気発生器 (SG) 及び使用済燃料ピット (SFP) への給水イメージ (プラント運転時)

玄海原子力発電所 (3/4号機) のタンクの使用割り当て (プラント停止時)

	3号機	4号機
蒸気発生器	復水タンク 1200m <sup>3</sup> (評価 690m <sup>3</sup> ) 	復水ピット 1200m <sup>3</sup> (評価 690m <sup>3</sup> ) 
使用済燃料ピット	2次系純水タンク 2000m <sup>3</sup> (評価 1430m <sup>3</sup> )  原水タンク 10000m <sup>3</sup> (評価 6500m <sup>3</sup> ) 	原水タンク 10000m <sup>3</sup> (評価 6500m <sup>3</sup> )  2次系純水タンク 2000m <sup>3</sup> (評価 1430m <sup>3</sup> ) 

- ・ 2次系純水タンク (2基)、原水タンク (2基) は共用設備であり、号機間の融通が可能であるが、評価に当たってはより厳しい条件となるよう融通不可とし、3/4号各プラント1基ずつ使用するものとする。
- ・ ( ) 内は評価に使用する保有水量。

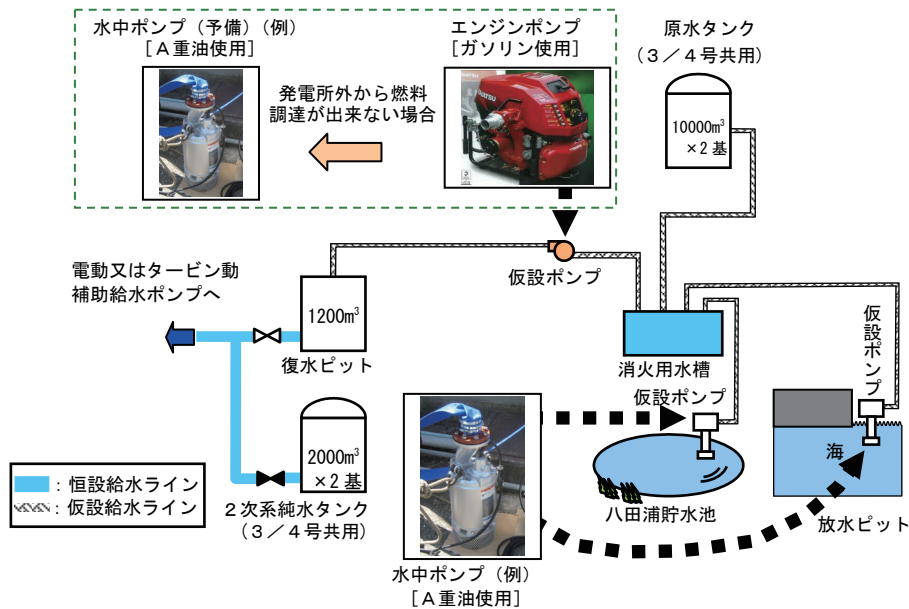
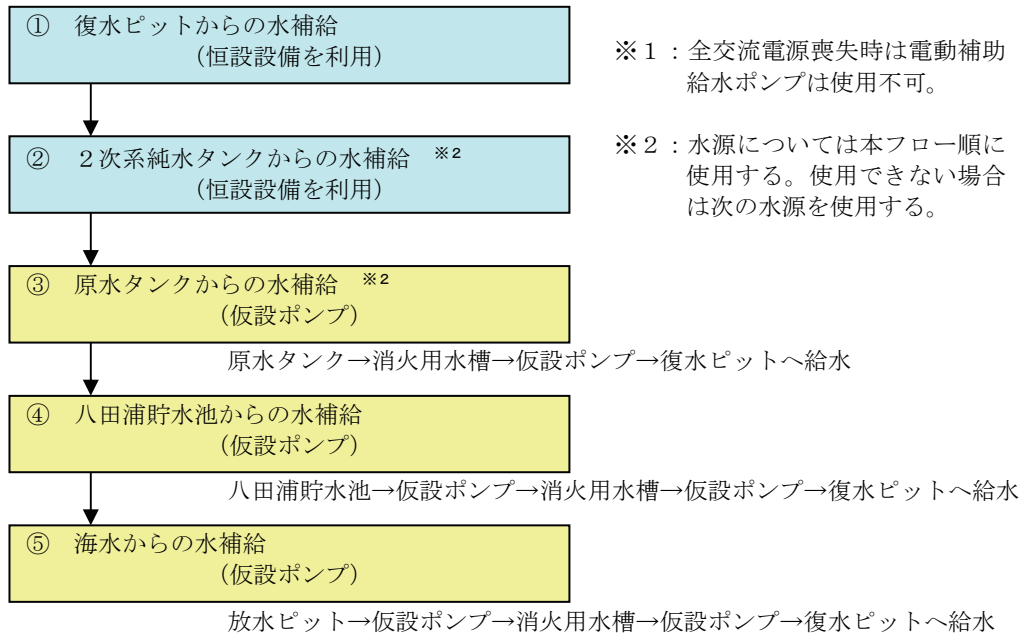


※評価に用いた保有水量

使用済燃料ピット (SFP) への給水イメージ (プラント停止時)

蒸気発生器への給水機能

1. 電動補助給水ポンプ又はタービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水方法  
 全交流電源喪失又は最終ヒートシンク喪失時において、以下の各水源から電動補助給水ポンプ※<sup>1</sup>又はタービン動補助給水ポンプにより蒸気発生器 2 次側へ給水することにより安定維持させる。



蒸気発生器への補給水源

水 源	容 量	4号機の評価に用いた保有水量
復水ピット	1200m <sup>3</sup>	690m <sup>3</sup> : 保安規定値での要求容量
2次系純水タンク	2000m <sup>3</sup>	1430m <sup>3</sup> : タンク容量75%から3%までの容量。 3 / 4号機でタンクを1基ずつ使用するものとする。
原水タンク	10000m <sup>3</sup>	6500m <sup>3</sup> : タンク容量75%から10%までの容量。 3 / 4号機でタンクを1基ずつ使用するものとする。
淡水・海水	—	—



## 2. 必要補給水流量評価

## 2. 1 前提条件

崩壊熱については、従来許認可と同様、核分裂生成物（F P）崩壊熱に関しては、「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成4年6月11日一部改訂）」においてその使用が認められている日本原子力学会推奨値（不確定性（3σ）込み）を用いている。

アクチニド崩壊熱に関しては十分実績のあるORIGEN2コード評価値に1.2倍した値を用いている。

崩壊熱評価条件

崩壊熱評価条件	
玄海4号	
燃焼条件	ウラン燃料 ・最高燃焼度：48,000MWd/t ・ウラン濃縮度：4.1wt%

## 2. 2 必要補給水流量の計算

蒸気発生器への必要補給水流量は、炉心燃料の崩壊熱から次の計算式を用いることで導かれる。

$$SG\text{必要補給水流量}[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\text{崩壊熱}[\text{MW}] \times 10^3 \times 3600}{(\text{SG2次側飽和蒸気比エンタルピー} - \text{補給水比エンタルピー})[\text{kJ}/\text{kg}] \times \text{補給水密度}[\text{kg}/\text{m}^3]}$$

【計算条件】	SG2次側飽和蒸気比エンタルピー(Tcold150°C)	: 2745 kJ/kg ※
	補給水比エンタルピー(40°C)	: 167 kJ/kg ※
	補給水密度(40°C)	: 992 kg/m <sup>3</sup> ※

※: 日本機械学会蒸気表

- 全交流電源喪失又は最終ヒートシンク喪失直後から約6時間については、復水ピットからタービン動補助給水ポンプ（又は電動補助給水ポンプ）を用いて蒸気発生器2次側に給水する。復水ピットからの給水により、1次冷却材系統の約170°Cまでの冷却と全交流電源喪失又は最終ヒートシンク喪失からの崩壊熱除去を行う。
- 復水ピットの水がなくなると、2次系純水タンクを水源とするよう系統を変更し、同様にタービン動補助給水ポンプ（又は電動補助給水ポンプ）により給水を行う。その後、崩壊熱量の低下とともに補給水量についても低減しながら原子炉冷却を進め、2次系純水タンク保有水量がなくなる事象発生後約2.3日後には、崩壊熱は15.2MW、必要水量は約22m<sup>3</sup>/hとなる。
- その後、水源を原水タンクに変更、復水ピットへ水を補給し、引き続き蒸気発生器2次側へ給水を行う。
- 事象発生後約16日後には、原水タンク内の水もなくなり、淡水又は海水を復水ピットへ補給し蒸気発生器2次側に給水することになる。この時点での崩壊熱は6.5MW、必要となる水量は約10m<sup>3</sup>/hである。

### 2. 3 計算結果

図 1 に炉心崩壊熱量を、図 2 にその崩壊熱を除去するための蒸気発生器への必要補給水流量を示す。

図 1、図 2 より、2 次系純水タンクから原水タンクに切替わる時点における必要補給水流量が、仮設ポンプの必要補給水流量となる。

以上より、蒸気発生器への必要補給水流量は約  $2.2 \text{ m}^3/\text{h}$  となる。

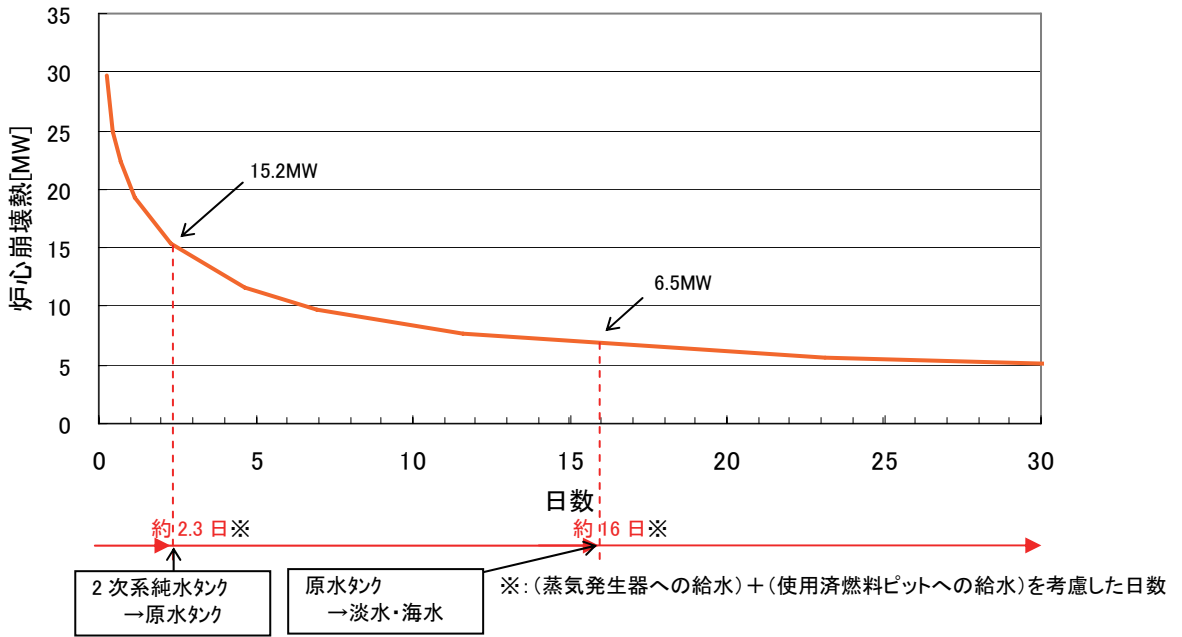


図 1 炉心崩壊熱量

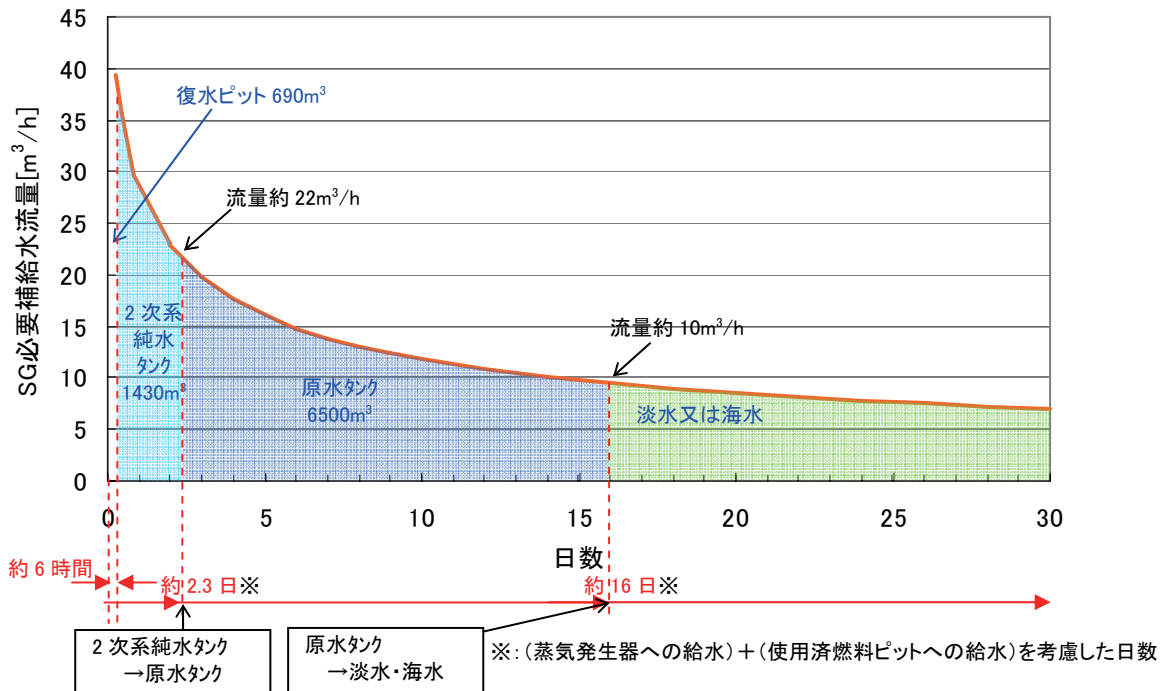


図 2 蒸気発生器への必要補給水流量

補給水源枯渇時間

水 源	供給可能時間
復水ピット	約 6 時間後
2次系純水タンク	約 2.3 日後
原水タンク	約 16 日後
淡水 又は 海水	燃料補給が継続する時間

電源機能と給水機能の維持に係る燃料の使用状況

玄海原子力発電所において全号機同時に全交流電源喪失又は最終ヒートシンク喪失が発生した場合の電源機能と給水機能の維持に係る燃料の使用状況を示す。なお、玄海原子力発電所においては、全交流電源喪失又は最終ヒートシンク喪失時の電源機能と給水機能の維持にガソリン及びA重油を使用する。また、ガソリン及びA重油は発電所共有とすることから、全号機同時に全交流電源喪失又は最終ヒートシンク喪失が発生したと仮定し、ガソリン及びA重油の消費が早くなるよう、他号機の初期状態は「プラント運転時」とする。

1. 全交流電源喪失時における燃料の使用状況（評価プラント：玄海4号機）

4号機「プラント運転時」における燃料（ガソリン及びA重油）の使用状況

日 数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	...
1号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.6日		~約17.7日														~約65日														燃料枯渇																																				
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.6日		~約17.7日														~約65日														燃料枯渇																																				
	電源供給機能	~約65日														燃料枯渇																																																				
2号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.7日		~約17.8日														~約65日														燃料枯渇																																				
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.7日		~約17.8日														~約65日														燃料枯渇																																				
	電源供給機能	~約65日														燃料枯渇																																																				
3号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.2日		~約17.3日														~約65日														燃料枯渇																																				
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.2日		~約17.3日														~約65日														燃料枯渇																																				
	電源供給機能	~約65日														燃料枯渇																																																				
4号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.3日		~約17.4日														~約65日														燃料枯渇																																				
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.3日		~約17.4日														~約65日														燃料枯渇																																				
	電源供給機能	~約65日														燃料枯渇																																																				

- 発電所貯蔵分の燃料未使用
- 発電所貯蔵分の燃料（ガソリン）使用
- 発電所貯蔵分の燃料（A重油）使用
- 燃料枯渇（発電所外からの燃料調達により継続）

4号機「プラント停止時」における燃料（ガソリン及びA重油）の使用状況

日 数		1	2	3	4	5	6	7	21	22	23	24	65	66	67	68	...
1号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.6日		~約22.8日							~約66日		燃料枯渇				
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.6日		~約66日							~約66日		燃料枯渇				
	電源供給機能	~約66日							~約66日		燃料枯渇						
2号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.7日		~約22.9日							~約66日		燃料枯渇				
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.7日		~約66日							~約66日		燃料枯渇				
	電源供給機能	~約66日							~約66日		燃料枯渇						
3号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.2日		~約22.4日							~約66日		燃料枯渇				
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.2日		~約66日							~約66日		燃料枯渇				
	電源供給機能	~約66日							~約66日		燃料枯渇						
4号機 プラント 停止時	使用済燃料ピット への給水機能	~約4日		~約66日							~約66日		燃料枯渇				
	電源供給機能	~約66日							~約66日		燃料枯渇						

- : 発電所貯蔵分の燃料未使用
- : 発電所貯蔵分の燃料（ガソリン）使用
- : 発電所貯蔵分の燃料（A重油）使用
- : 燃料枯渇（発電所外からの燃料調達により継続）

2. 最終ヒートシンク喪失時における燃料の使用状況 (評価プラント: 玄海4号機)  
 外部電源は健全のため、高圧発電機車は使用しないものとして評価する。

4号機「プラント運転時」における燃料(ガソリン及びA重油)の使用状況

日数		1	2	3	4	5	6	7	...	16	17	18	19	...	378	379	380	381	...	
1号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.6日													~約378日					
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.6日													~約378日					
2号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.7日													~約378日					
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.7日													~約378日					
3号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.2日													~約378日					
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.2日													~約378日					
4号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.3日													~約378日					
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.3日													~約378日					

- : 発電所貯蔵分の燃料未使用
- : 発電所貯蔵分の燃料(ガソリン)使用
- : 発電所貯蔵分の燃料(A重油)使用
- : 燃料枯渇(発電所外からの燃料調達により継続)

4号機「プラント停止時」における燃料（ガソリン及びA重油）の使用状況

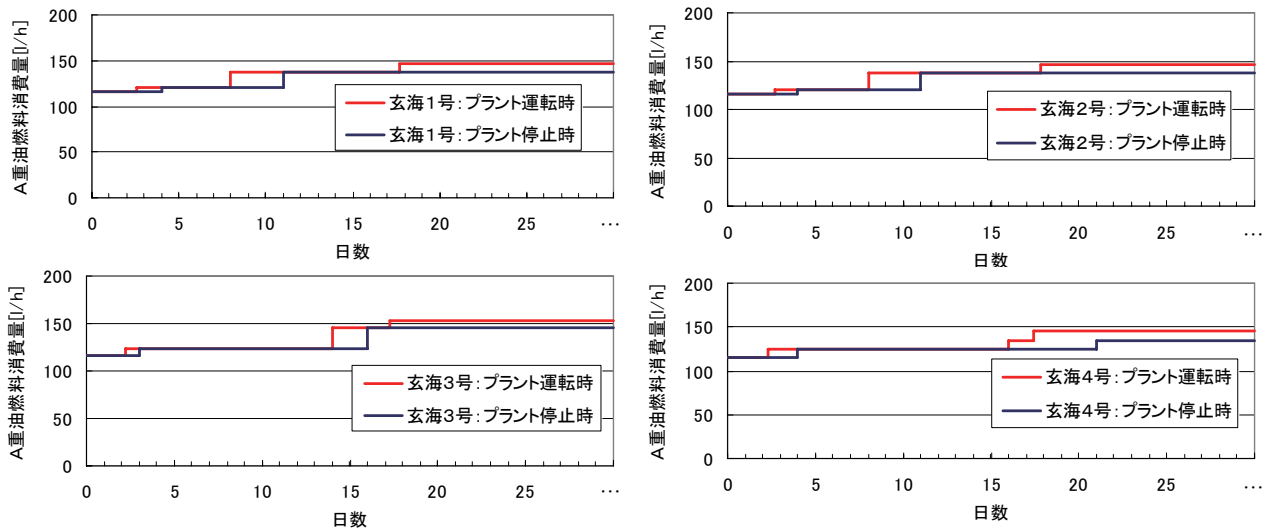
日数		1	2	3	4	5	6	7	...	21	22	23	24	...	423	424	425	426	...					
1号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.6日		~約22.8日																	~約424日		燃料枯渇	
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.6日		~約22.8日																	~約424日		燃料枯渇	
2号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.7日		~約22.9日																	~約424日		燃料枯渇	
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.7日		~約22.9日																	~約424日		燃料枯渇	
3号機 プラント 運転時	蒸気発生器 への給水機能	~約2.2日		~約22.4日																	~約424日		燃料枯渇	
	使用済燃料ピット への給水機能	~約2.2日		~約22.4日																	~約424日		燃料枯渇	
4号機 プラント 停止時	使用済燃料ピット への給水機能	~約4日		~約424日																	燃料枯渇		燃料枯渇	

- 発電所貯蔵分の燃料未使用
- 発電所貯蔵分の燃料（ガソリン）使用
- 発電所貯蔵分の燃料（A重油）使用
- 燃料枯渇（発電所外からの燃料調達により継続）

(参考)

各号機の初期状態（プラント運転時又はプラント停止時）のA重油燃料消費量の比較

- ・全交流電源喪失時における各号機の初期状態の違いによるA重油燃料消費量を示す。（最終ヒートシンク喪失時についても、全交流電源喪失時と同様の結果となる。）

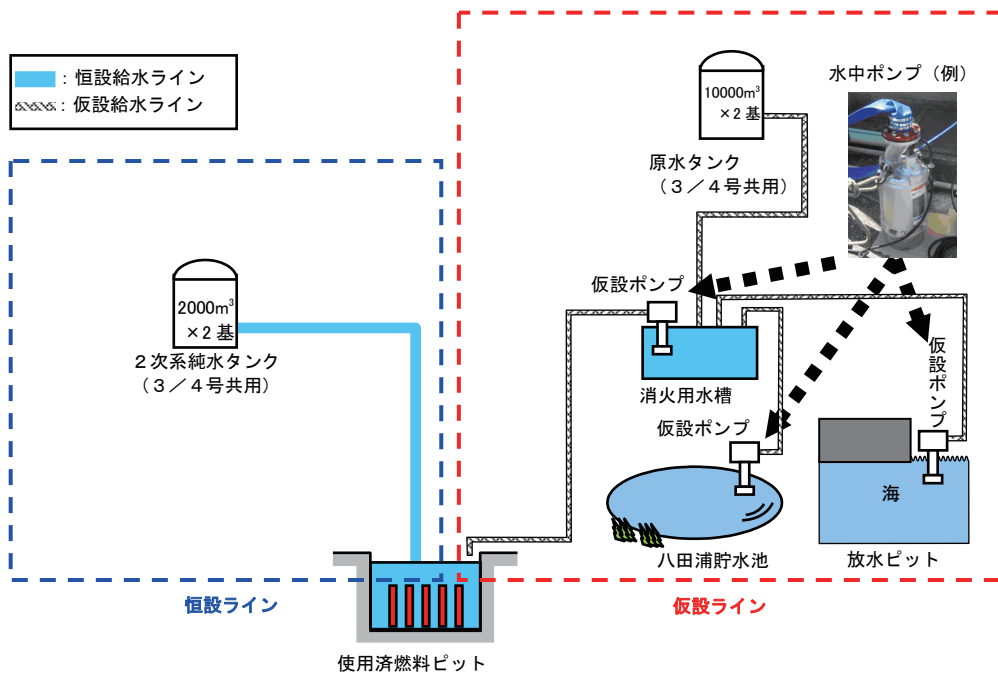
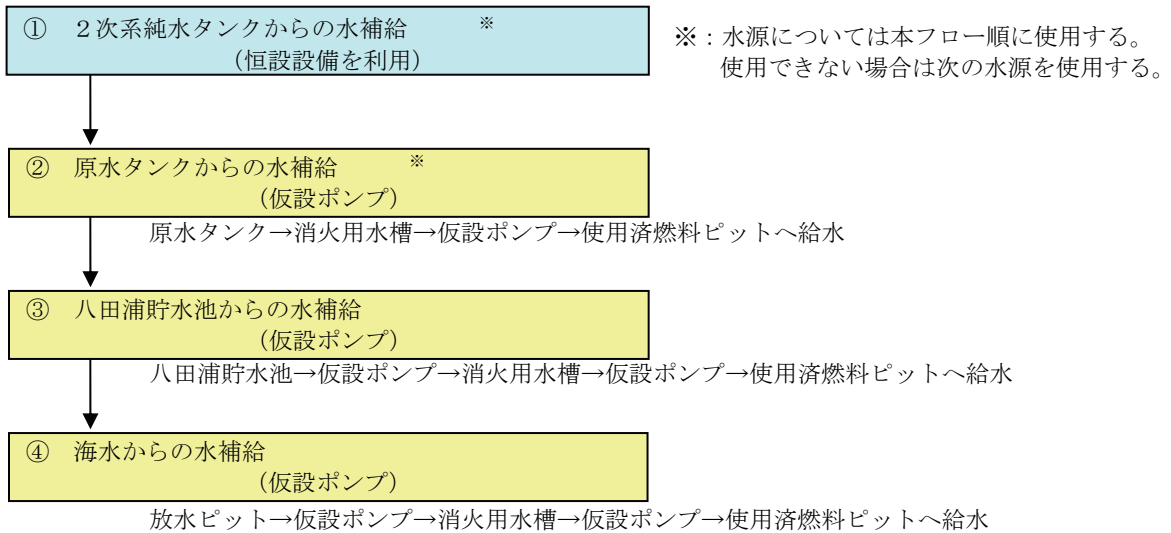


⇒ 1, 2, 3, 4号機のいずれにおいてもプラント運転時の方が燃料消費は早い。

使用済燃料ピットへの給水機能

1. 使用済燃料ピットへの給水方法

全交流電源喪失又は最終ヒートシンク喪失時において、使用済燃料ピット冷却系統が使用不能となった場合に、使用済燃料ピット保有水量の蒸散量を補うために以下の水源から使用済燃料ピットへ給水を行う。



使用済燃料ピットへの補給水源

水源	容量	4号機の評価に用いた保有水量
2次系純水タンク	2000m³	1430m³：タンク容量75%から3%までの容量。 3/4号機でタンクを1基ずつ使用するものとする。
原水タンク	10000m³	6500m³：タンク容量75%から10%までの容量。 3/4号機でタンクを1基ずつ使用するものとする。
淡水・海水	—	—



## 2. 必要補給水流量評価

## 2. 1 前提条件

使用済燃料ピットの一部は玄海 1 号及び 2 号と供用しており、崩壊熱の評価については、玄海 1、2 号 55,000MWd/t 燃料の使用に伴う原子炉設置変更許可申請（平成 15 年 8 月申請）の安全審査における、玄海 4 号使用済燃料ピット水浄化冷却設備の評価条件を基に算出。（表 1 参照）

なお、定期検査中等で原子炉から使用済燃料ピットに燃料を移動している場合と原子炉に燃料がある場合を評価。

表 1 崩壊熱評価条件

	玄海 4 号
燃焼条件	ウラン燃料 ・最高燃焼度：48,000MWd/t ・ウラン濃縮度：4.1wt% ・最高燃焼度（1、2号）：55,000MWd/t ・ウラン濃縮度（1、2号）：4.8wt%
運転期間	13 ヶ月
停止期間	30 日
燃料取出期間	11.5 日

崩壊熱については、従来許認可と同様、核分裂生成物（FP）崩壊熱に関しては、「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針（昭和 56 年 7 月 20 日原子力安全委員会決定、平成 4 年 6 月 11 日一部改訂）」においてその使用が認められている日本原子力学会推奨値（不確定性（3σ）込み）を用いている。

アクチニド崩壊熱に関しては十分実績のある ORIGEN 2 コード評価値に 1.2 倍した値を用いている。

## 2. 2 必要補給水流量の計算

使用済燃料ピットへの必要補給水流量は、使用済燃料の崩壊熱から次の計算式を用いることで導かれる。

$$\text{必要補給水流量}[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\text{崩壊熱}[\text{MW}] \times 10^3 \times 3600}{\text{飽和水蒸発潜熱}[\text{kJ}/\text{kg}] \times \text{飽和水密度}[\text{kg}/\text{m}^3]}$$

## 【計算条件】

飽和水蒸発潜熱	: 2257kJ/kg *
飽和水密度	: 958kg/m <sup>3</sup> *

\* : 日本機械学会蒸気表

## 【崩壊熱】

- ① 定期検査中等で原子炉から使用済燃料ピットに燃料を移動している場合  
9.357 MW
- ② 原子炉に燃料がある場合  
3.597 MW

## 2. 3 計算結果

崩壊熱による使用済燃料ピット保有水の蒸散を補うための必要補給水流量は、以下のとおりである。

- ① 定期検査中等で原子炉から使用済燃料ピットに燃料を移動している場合  
約 16 m<sup>3</sup>/h
- ② 原子炉に燃料がある場合  
約 6 m<sup>3</sup>/h

## 玄海4号 燃料取出スキーム

(定期検査中等で原子炉から使用済燃料ピットに燃料を移動している場合)

取 出 燃 料	玄海4号からの発生分		
	冷 却 期 間	燃料数	崩壊熱(MW)
12サイクル冷却済燃料	12×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.048
11サイクル冷却済燃料	11×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.049
10サイクル冷却済燃料	10×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.051
9サイクル冷却済燃料	9×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.053
8サイクル冷却済燃料	8×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.056
7サイクル冷却済燃料	7×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.059
6サイクル冷却済燃料	6×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.065
5サイクル冷却済燃料	5×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.073
4サイクル冷却済燃料	4×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.087
3サイクル冷却済燃料	3×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.119
2サイクル冷却済燃料	2×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.187
1サイクル冷却済燃料	1×(13ヶ月+30日)+11.5日	1/3炉心	0.355
定検時取出燃料 3	11.5日	1/3炉心	2.723
定検時取出燃料 2	11.5日	1/3炉心	2.508
定検時取出燃料 1	11.5日	1/3炉心	2.294
小 計			8.727

取 出 燃 料	玄海1号からの発生分		
	冷 却 期 間	燃料数	崩壊熱(MW)
7サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×7+3年	1/3炉心	0.034
6サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×6+3年	1/3炉心	0.035
5サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×5+3年	1/3炉心	0.037
4サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×4+3年	1/3炉心	0.040
3サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×3+3年	1/3炉心	0.043
2サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×2+3年	1/3炉心	0.050
1サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×1+3年	1/3炉心	0.060
0サイクル冷却済燃料	3年	1/3炉心	0.086
小 計			0.385

取 出 燃 料	玄海2号からの発生分		
	冷 却 期 間	燃料数	崩壊熱(MW)
5サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×5+5年	1/3炉心	0.034
4サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×4+5年	1/3炉心	0.036
3サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×3+5年	1/3炉心	0.037
2サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×2+5年	1/3炉心	0.041
1サイクル冷却済燃料	(13ヶ月+30日)×1+5年	1/3炉心	0.045
0サイクル冷却済燃料	5年	1/3炉心	0.052
小 計			0.245

崩壊熱合計(MW)	崩壊熱 : 9.357MW
-----------	---------------

## 玄海4号 燃料取出スキーム (原子炉に燃料がある場合)

取 出 燃 料	玄海4号からの発生分		
	冷 却 期 間	燃料数	崩壊熱(MW)
12サイクル冷却済燃料	12×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.048
11サイクル冷却済燃料	11×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.049
10サイクル冷却済燃料	10×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.051
9サイクル冷却済燃料	9×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.053
8サイクル冷却済燃料	8×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.056
7サイクル冷却済燃料	7×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.059
6サイクル冷却済燃料	6×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.065
5サイクル冷却済燃料	5×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.073
4サイクル冷却済燃料	4×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.087
3サイクル冷却済燃料	3×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.116
2サイクル冷却済燃料	2×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.184
1サイクル冷却済燃料	1×(13ヶ月+30日)+30日	1/3炉心	0.342
定検時取出燃料3	30日	1/3炉心	1.784
定検時取出燃料2	—	—	—
定検時取出燃料1	—	—	—
小 計			2.967

取 出 燃 料	玄海1号からの発生分		
	冷 却 期 間	燃料数	崩壊熱(MW)
7サイクル冷却済燃料	7×(13ヶ月+30日)+3年	1/3炉心	0.034
6サイクル冷却済燃料	6×(13ヶ月+30日)+3年	1/3炉心	0.035
5サイクル冷却済燃料	5×(13ヶ月+30日)+3年	1/3炉心	0.037
4サイクル冷却済燃料	4×(13ヶ月+30日)+3年	1/3炉心	0.040
3サイクル冷却済燃料	3×(13ヶ月+30日)+3年	1/3炉心	0.043
2サイクル冷却済燃料	2×(13ヶ月+30日)+3年	1/3炉心	0.050
1サイクル冷却済燃料	1×(13ヶ月+30日)+3年	1/3炉心	0.060
0サイクル冷却済燃料	3年	1/3炉心	0.086
小 計			0.385

取 出 燃 料	玄海2号からの発生分		
	冷 却 期 間	燃料数	崩壊熱(MW)
5サイクル冷却済燃料	5×(13ヶ月+30日)+5年	1/3炉心	0.034
4サイクル冷却済燃料	4×(13ヶ月+30日)+5年	1/3炉心	0.036
3サイクル冷却済燃料	3×(13ヶ月+30日)+5年	1/3炉心	0.037
2サイクル冷却済燃料	2×(13ヶ月+30日)+5年	1/3炉心	0.041
1サイクル冷却済燃料	1×(13ヶ月+30日)+5年	1/3炉心	0.045
0サイクル冷却済燃料	5年	1/3炉心	0.052
小 計			0.245

崩壊熱合計(MW)	崩壊熱 : 3.597MW
-----------	---------------

## 電源容量と継続時間評価

## 1. 蓄電池

玄海4号機の直流電源設備は、蓄電池及び充電器等で構成されており、いずれの1組が故障しても残りの系統でプラントの安全性は確保できる。直流母線は125Vである。蓄電池は容量1,600Ahのものが2系列あり、440V非常用所内低圧母線より各々充電器を介して接続されている。

全交流電源喪失後、高圧発電機車による給電が開始されるまでの間は、蓄電池により直流母線へ給電されるが、現状の蓄電池定格容量と5時間給電必要容量を比較した結果、5時間の給電が可能であることを確認している。

## (1)蓄電池負荷パターン

## 【4A蓄電池負荷リスト】

負荷名称	時 間					
	0~10秒	10~60秒	1~30分	30~60分	60~299分	299~300分
共通電源	493.8A					
4-4Cメタクラ制御電源						
4Aタービン動補助給水ポンプ盤						
4号T/D AFWP補助油ポンプ		394.9A				
4Aリレー室直流分電盤(トレンA)						
4Aディーゼル発電機制御盤			184.9A			
4Aディーゼル発電機励磁機				145.4A		
4A計装電源盤						175.4A
4C計装電源盤						
3-4C1パワーセンタ制御電源						
3-4C2パワーセンタ制御電源						
合 計	493.8	394.9	184.9	145.4	145.4	175.4

## 【4B蓄電池負荷リスト】

負荷名称	時 間					
	0~10秒	10~60秒	1~30分	30~60分	60~299分	299~300分
共通電源	493.8A					
4-4Dメタクラ制御電源						
4Bタービン動補助給水ポンプ盤						
4号T/D AFWP非常用油ポンプ		394.9A				
4Bリレー室直流分電盤(トレンB)						
4Bディーゼル発電機制御盤			184.9A			
4Bディーゼル発電機励磁機				145.4A		
4B計装電源盤						175.4A
4D計装電源盤						
3-4D1パワーセンタ制御電源						
3-4D2パワーセンタ制御電源						
合 計	493.8	394.9	184.9	145.4	145.4	175.4

## (2) 評価方法及び評価結果

## a. 評価方法

電池工業会規格 「据置蓄電池の容量算出法 (SBA S 0601)」に基づき  
評価

## b. 評価結果

## [4A 蓄電池]

$$C_{300} = \frac{1}{0.9} \{493.8 \times 7.05 + (184.9 - 493.8) \times 7.03 + (145.4 - 184.9) \times 6.58 \\ + (175.4 - 145.4) \times 2.03\} = 1,235 Ah$$

よって、1,600Ah > 1,235Ah となり、5 時間の給電は可能である。

## [4B 蓄電池]

$$C_{300} = \frac{1}{0.9} \{493.8 \times 7.05 + (184.9 - 493.8) \times 7.03 + (145.4 - 184.9) \times 6.58 \\ + (175.4 - 145.4) \times 2.03\} = 1,235 Ah$$

よって、1,600Ah > 1,235Ah となり、5 時間の給電は可能である。

## 2. 高圧発電機車

全交流電源喪失後、直流電源設備の蓄電池から中央制御室等のプラント監視上必要なところへ給電されるが、給電は限られた時間しか期待できないため、早期に高圧発電機車から計装用電源及び直流電源等に、電気を供給することで、運転監視等の機能を維持する必要がある。

全交流電源喪失時における蒸気発生器による 1 次冷却系の除熱及びプラント監視機能を維持するために必要な電源容量は、約 255 kVA と評価しており、その容量を満足する高圧発電機車 (500 kVA) を配備している。

原子炉除熱、運転監視継続のために必要な機器類の電源容量

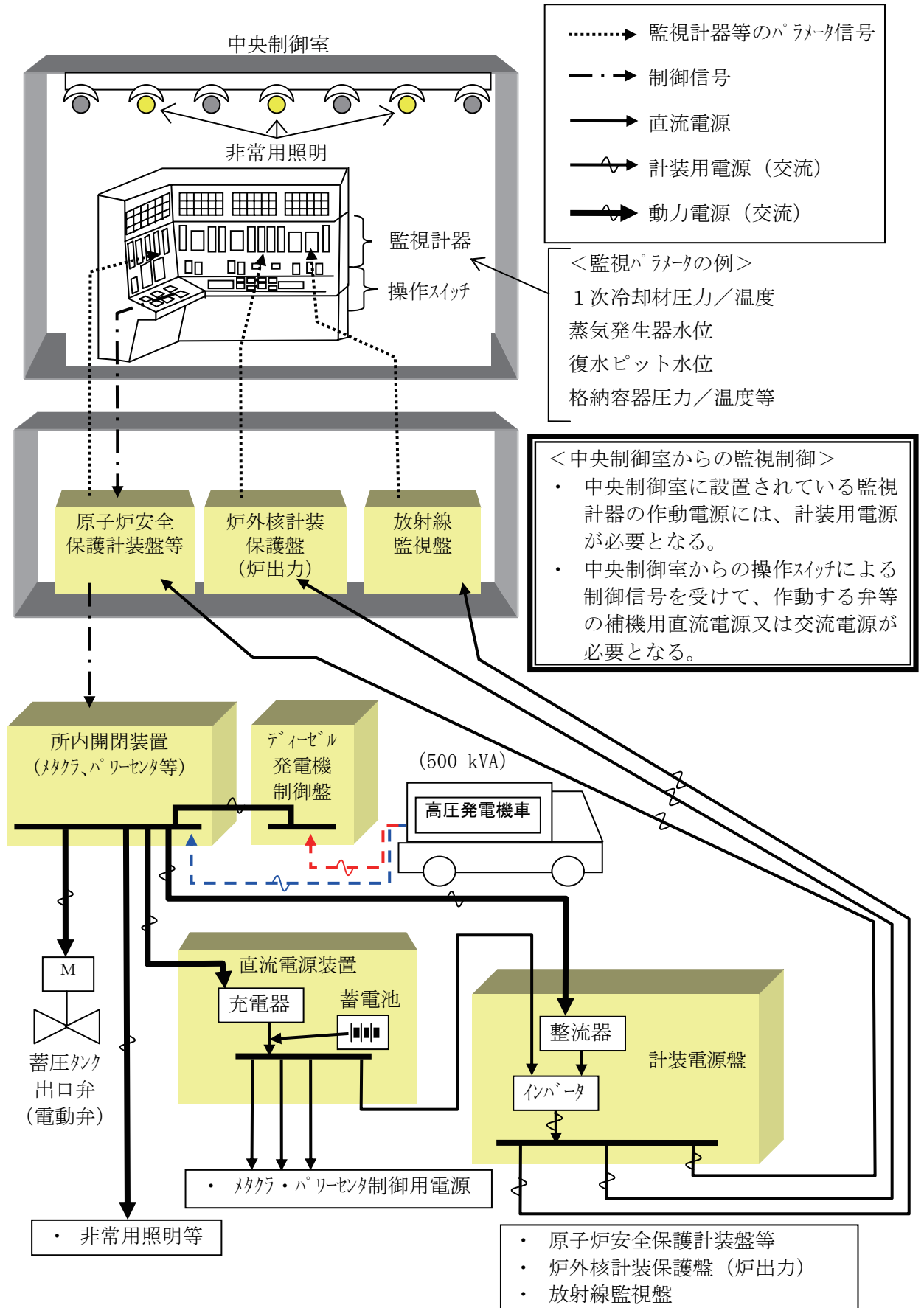
【kVA】

プラント	緊急安全対策に必要な容量	中央制御室非常用照明	通信設備	中央制御室非常用空調設備	アニュラス排気設備	必要容量	配備容量
玄海 1	125	10	12	49	14	210	500
玄海 2	125	5	3	41	14	188	500
玄海 3	174	20	50	0 <sup>*2</sup>	14	258	500
玄海 4	174	20	0 <sup>*1</sup>	47	14	255	500

※1：3、4号共用のため3号から給電

※2：4号用の高圧発電機車で4号の中央制御室非常用空調設備に給電

交流電源と直流電源及び計器用電源負荷のイメージ





## 緊急安全対策（中長期）で設置を計画している設備の効果について

「4. 多重防護の強化策 4. 1 緊急安全対策 (2) 緊急安全対策（中長期）」に示す設備強化対策のうち、外部電源喪失事象、全交流電源喪失事象及び最終ヒートシンク喪失事象に対して効果が期待できる以下の項目について、その効果を評価した。

### 1. 移動式大容量発電機の配備

非常用ディーゼル発電機の代替として平成24年4月移動式大容量発電機を配備したため、全交流電源喪失時においては、移動式大容量発電機により、必要に応じて電動補助給水ポンプが稼働できることから、蒸気発生器への給水機能を果たす防護措置の種類と数が増えた。(対策の概要は(2/3)参照)

### 2. 非常用発電機の配備

定期検査時等に現状の非常用ディーゼル発電機を待機除外にしても、非常用発電設備が2台動作可能であることを担保できるよう非常用発電機の配備も行う予定であり、外部電源喪失から全交流電源喪失に至るまでのバックアップ電源の継続時間が増えることになる。(対策の概要は(3/3)参照)

### 3. 海水ポンプ及びモータの予備品の配備

海水ポンプ及びモータの予備品を配備することにより、最終的な熱の逃し場（最終ヒートシンク）の喪失時においては、海水ポンプの早期復旧が図られ、海水による冷却系の機能の早期復旧に繋がる。

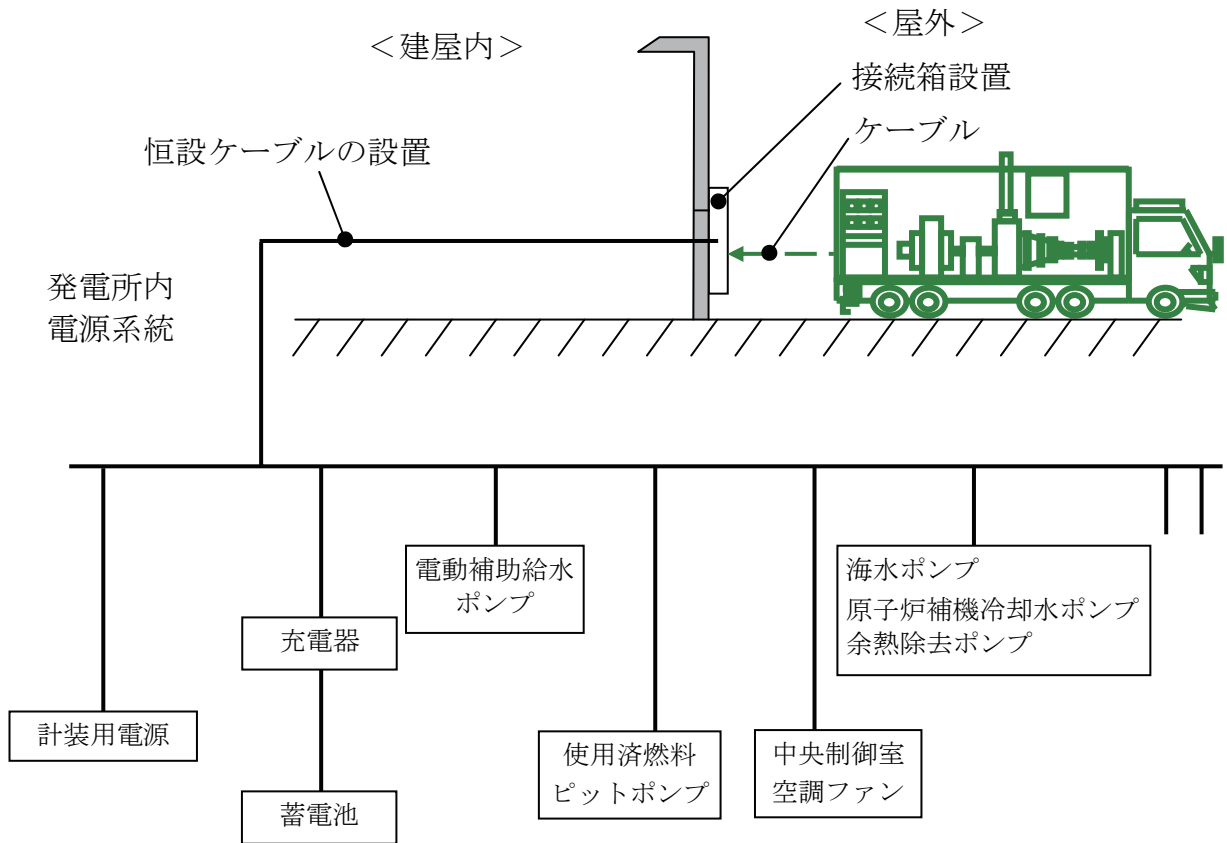
なお、モータの予備品については、平成24年3月に配備を完了した。

## 設備強化対策の概要 (移動式大容量発電機の配備)

非常用予備発電機の代替として、炉心を安全に冷却するのに必要な機器や監視計器を機能させる容量の移動式大容量発電機を平成 2 4 年 4 月に配備した。

配備による効果の例

- ・ 電動補助給水ポンプが使用可能となり、給水機能の多様化が図られた。
- ・ 海水系統の復旧による原子炉補機冷却水系統が使用可能となった場合、余熱除去系統により原子炉の冷却が可能となった。



プラント	容量 (kVA)	台数 (台)
1号機	約4,000	1
2号機	約4,000	1
3号機	約4,000	1
4号機	約4,000	1
計	—	4

○移動式大容量発電機  
4,000kVA/台

○接続箱及び接続箱と発電所内電源系統をつなぐ高圧ケーブルを恒設化

## 設備強化対策の概要 (非常用発電機の配備)

原子力安全・保安院からの「非常用発電設備の保安規定上の取扱いについて（指示）」（H23.4.9発出）により、モード5、6及び燃料取出期間中においても、非常用発電設備が2系列以上動作可能であることが要求されたことを受け、非常用発電機を配備する。

2ユニットに1台配備する場合の例

