

図表-30

起因事象	タービン動補給水ポンプによる2次系からの冷却機能								状態
	SGへの給水機能				監視機器等への給電機能				
	イ)	ロ)	ハ)	ハ)	イ)	ハ)	ハ)	ハ)	
タービン動補給水ポンプの起動および運転継続	補助給水タンクを水源とする給水	2次系純水タンクを水源とする給水	ろ過水タンクを水源とする給水※3	原水槽を水源とする給水※3	海水を水源とする給水※3	蓄電池からの電源供給	移動発電機車による電源供給	プラント外部からの支援が受けられない状態において、炉心冷却機能が喪失するまでの時間を評価	
	成功	成功	成功	成功	成功	成功	成功		
	失敗	失敗	成功	成功	成功	成功	成功		
	成功	成功	成功	成功	成功	成功	成功		
	失敗	失敗	成功	成功	成功	成功	成功		
	成功	成功	成功	成功	成功	成功	成功		
	失敗	失敗	成功	成功	成功	成功	成功		
	成功	成功	成功	成功	成功	成功	成功		
	失敗	失敗	成功	成功	成功	成功	成功		
	成功	成功	成功	成功	成功	成功	成功		
	失敗	失敗	成功	成功	成功	成功	成功		
	成功	成功	成功	成功	成功	成功	成功		

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)
 ※1: 4000kVA移動発電機車による電源供給に成功した場合は、電動補助給水ポンプにより、SGへの給水が可能
 ※2: 4000kVA、2000kVA(予備)、625kVA(予備)の移動発電機車が全て給電失敗した場合
 ※3: 送水ポンプ車による補助給水タンクへの給水

図8-1 全交流電源喪失から燃料の重大な損傷に至る事象の過程(炉心)

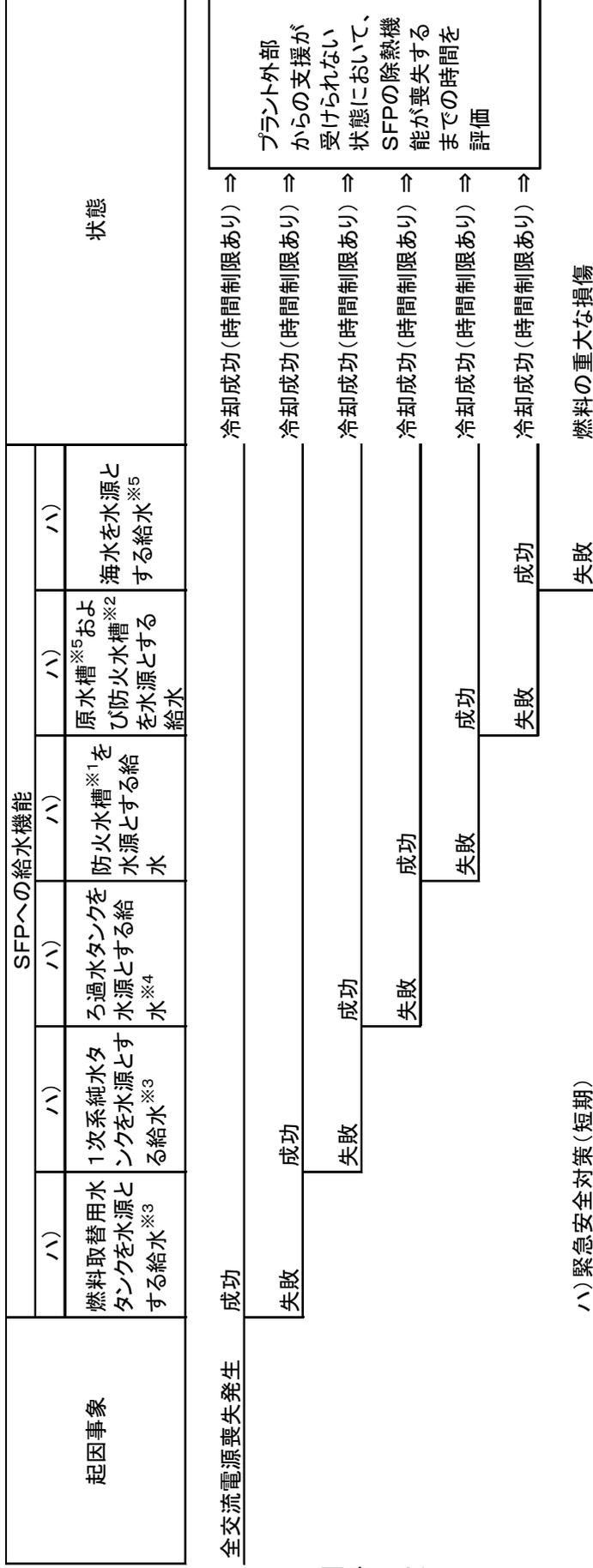


図8-2-1 全交流電源喪失から燃料の重大な損傷に至る事象の過程 (SFP)(運転時)

表8-1 評価条件の選定理由について(全交流電源喪失時)運転中(1/2)

炉心またはSFPにある燃料の重大な損傷を防止するためには、炉心またはSFPの冷却を継続するために必要なSG、SFPへの給水機能およびSGの水位監視などに必要な監視計器等への給電機能が必要となる。給水および給電機能を継続するために必要な送水ポンプ車、移動発電機車等の運転には燃料(軽油)が必要であり、給水機能については、さらに水源が必要となる。水源については、最終的な水源を海水としていることから、水源の水量としては制約はなく、プラントの運転状態別に条件を設定する必要はない。燃料については、1、2号機のディーゼル発電機燃料油貯油槽(各ユニット4基の全8基。以下「燃料油貯油槽」という。)およびタンクローリーに貯蔵されている軽油を使用するため、いずれ枯渇する。

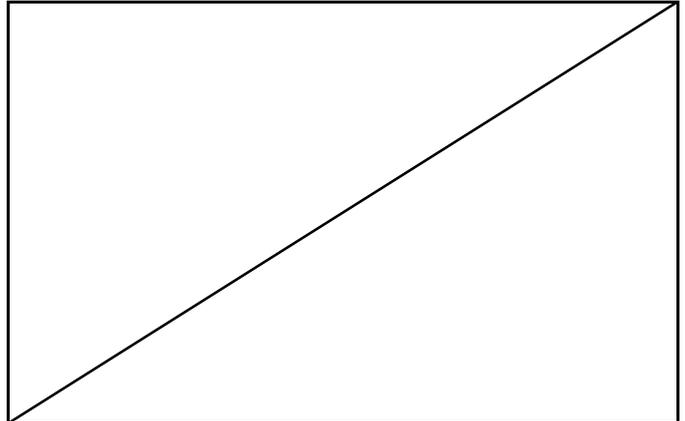
このため、燃料枯渇時間の評価においては、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合、使用可能な燃料油貯油槽の数を1基減らしている※1こと、各プラントの運転状態によって軽油の消費を伴う送水ポンプ車による給水開始時期が変化する※2ことから、最も早く枯渇する条件(青枠)を選定している※3。なお、送水ポンプ車の燃料消費量は、全交流電源喪失時に必要となる給水流量より大きい定格給水流量時の燃料消費量で評価しているため、運転状態による差異はない。移動発電機車の燃料消費量は、燃料消費量が多くなる運転中の条件で停止中の燃料消費量も評価しているため、運転状態による差異はない。

1号機(運転中)

【炉心】
 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水タンク水および2次系純水タンク水をSGへ給水。上記両タンクが枯渇する約113時間後以降は、送水ポンプ車によりろ過水タンク水、原水槽水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。
 <必要給水流量>約19m³/h(初期)→約9m³/h(約113時間後)
 <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約113時間後(送水ポンプ車運転開始時点)

【SFP】
 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約84時間後から、燃料取替用水タンク水、1次系純水タンク水、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車、消防車の運転などによる。
 <必要給水流量>約3m³/h
 <除熱手段>蒸発分を補給
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約84時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている)

1号機(停止中)

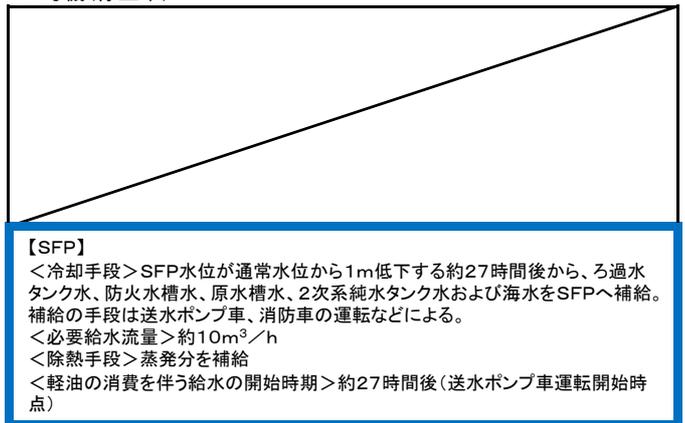


2号機(運転中)

【炉心】
 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水タンク水および2次系純水タンク水をSGへ給水。上記両タンクが枯渇する約113時間後以降は、送水ポンプ車によりろ過水タンク水、原水槽水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。
 <必要給水流量>約19m³/h(初期)→約9m³/h(約113時間後)
 <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約113時間後(送水ポンプ車運転開始時点)

【SFP】
 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約84時間後から、燃料取替用水タンク水、1次系純水タンク水、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車、消防車の運転などによる。
 <必要給水流量>約3m³/h
 <除熱手段>蒸発分を補給
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約84時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている)

2号機(停止中)

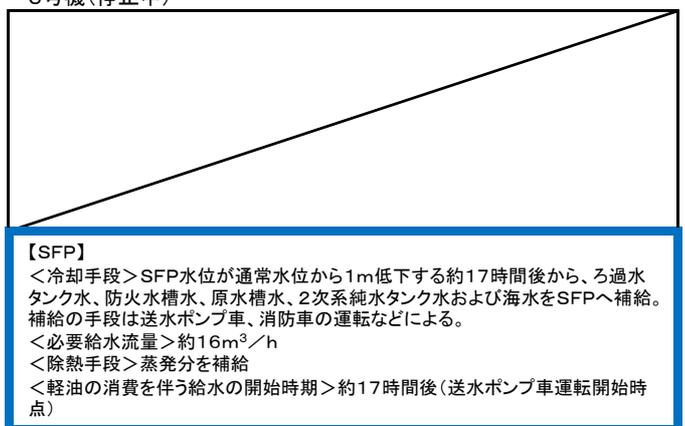


3号機(運転中)

【炉心】
 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水ピット水および2次系純水タンク水をSGへ給水。上記ピットおよびタンクが枯渇する約113時間後以降は、送水ポンプ車によりろ過水タンク水、原水槽水および海水を補助給水ピットへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。
 <必要給水流量>約31m³/h(初期)→約14m³/h(約113時間後)
 <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約113時間後(送水ポンプ車運転開始時点)

【SFP】
 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約47時間後から、燃料取替水ピット水、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車、消防車の運転などによる。
 <必要給水流量>約6m³/h
 <除熱手段>蒸発分を補給
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約47時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている)

3号機(停止中)



※1: 燃料油貯油槽(地下タンク)については、消防法上、燃料油を抜いての内部点検は必要ないが、今後の保全の参考とする目的で内部点検を計画していることから、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合は燃料油貯油槽1基が使用できないことを想定。

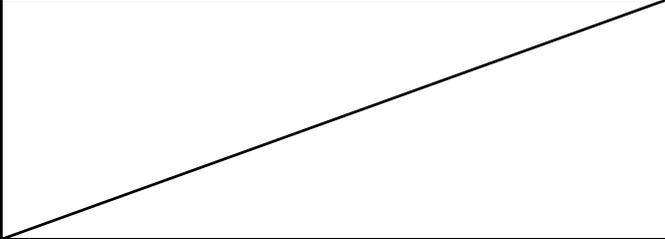
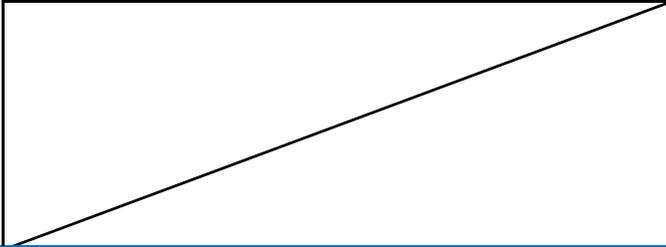
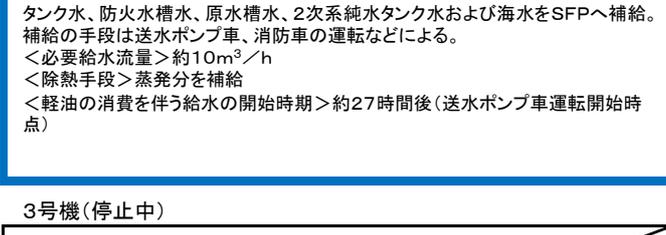
※2: 各号機において、軽油の消費を伴う給水が開始される時期が相違する場合は、最も早く軽油の消費を伴う給水が開始される時点から、全ての号機で軽油の消費を伴う給水が開始されるものとして評価。

※3: 上記※1、※2より、使用可能な燃料貯蔵量の観点からは、2号機が停止中の場合に最も厳しい評価条件となり、燃料消費量の観点からは、3号機が停止中の場合に最も厳しい評価条件となることから、「1号機運転中・2号機停止中・3号機停止中」が最も早く燃料が枯渇する。

表8-1 評価条件の選定理由について(全交流電源喪失時)停止中(2/2)

炉心またはSFPにある燃料の重大な損傷を防止するためには、炉心またはSFPの冷却を継続するために必要なSG、SFPへの給水機能およびSGの水位監視などに必要な監視計器等への給電機能が必要となる。給水および給電機能を継続するために必要な送水ポンプ車、移動発電機車等の運転には燃料(軽油)が必要であり、給水機能については、さらに水源が必要となる。水源については、最終的な水源を海水としていることから、水源の水量としては制約はなく、プラントの運転状態別に条件を設定する必要はない。燃料については、1、2号機のディーゼル発電機燃料油貯油槽(各ユニット4基の全8基。以下「燃料油貯油槽」という。)およびタンクローリーに貯蔵されている軽油を使用するため、いずれ枯渇する。

このため、燃料枯渇時間の評価においては、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合、使用可能な燃料油貯油槽の数を1基減らしている※1こと、各プラントの運転状態によって軽油の消費を伴う送水ポンプ車による給水開始時期が変化する※2ことから、最も早く枯渇する条件(青枠)を選定している※3。なお、送水ポンプ車の燃料消費量は、全交流電源喪失時に必要となる給水流量より大きい定格給水流量時の燃料消費量で評価しているため、運転状態による差異はない。移動発電機車の燃料消費量は、燃料消費量が多くなる運転中の条件で停止中の燃料消費量も評価しているため、運転状態による差異はない。

<p>1号機(運転中)</p> 	<p>1号機(停止中)</p> <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約27時間後から、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水、2次系純水タンク水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車、消防車の運転などによる。 <必要給水流量>約10m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約27時間後(送水ポンプ車運転開始時点)
<p>2号機(運転中)</p> <p>【炉心】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水タンク水および2次系純水タンク水をSGへ給水。上記両タンクが枯渇する約113時間後以降は、送水ポンプ車によりろ過水タンク水、原水槽水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。 <必要給水流量>約19m³/h(初期)→約9m³/h(約113時間後) <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約113時間後(送水ポンプ車運転開始時点) <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約84時間後から、燃料取替用水タンク水、1次系純水タンク水、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車、消防車の運転などによる。 <必要給水流量>約3m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約84時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている) 	<p>2号機(停止中)</p>  <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約27時間後から、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水、2次系純水タンク水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車、消防車の運転などによる。 <必要給水流量>約10m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約27時間後(送水ポンプ車運転開始時点)
<p>3号機(運転中)</p> <p>【炉心】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水ピット水および2次系純水タンク水をSGへ給水。上記ピットおよびタンクが枯渇する約113時間後以降は、送水ポンプ車によりろ過水タンク水、原水槽水および海水を補助給水ピットへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。 <必要給水流量>約31m³/h(初期)→約14m³/h(約113時間後) <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約113時間後(送水ポンプ車運転開始時点) <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約47時間後から、燃料取替用水ピット水、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車、消防車の運転などによる。 <必要給水流量>約6m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約47時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている) 	<p>3号機(停止中)</p>  <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約17時間後から、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水、2次系純水タンク水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車、消防車の運転などによる。 <必要給水流量>約16m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約17時間後(送水ポンプ車運転開始時点)

※1: 燃料油貯油槽(地下タンク)については、消防法上、燃料油を抜いての内部点検は必要ないが、今後の保全の参考とする目的で内部点検を計画していることから、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合は燃料油貯油槽1基が使用できないことを想定。

※2: 各号機において、軽油の消費を伴う給水が開始される時期が相違する場合は、最も早く軽油の消費を伴う給水が開始される時点から、全ての号機で軽油の消費を伴う給水が開始されるものとして評価。

※3: 上記※1、※2より、使用可能な燃料貯蔵量の観点からは、1号機が停止中であるため、2号機の運転状態に拠らず評価条件は同じである。燃料消費量の観点からは、3号機が停止中の場合に最も厳しい評価条件となることから、「1号機停止中・2号機運転中・3号機停止中」、「1号機停止中・2号機停止中・3号機停止中」が最も早く燃料が枯渇する。

機能	水源	分類	全交流電源喪失発生からの時間(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
SGへの給水機能	補助給水タンク	イ)	←約8時間																								
	2次系純水タンク	ロ)	←約4.3日間(約105時間)																								
	ろ過水タンク※1	ハ)	←約12.1日間(約291時間)																								
	原水槽※2	ハ)	約7.8日間(約187時間)→																								
	海水※2	ハ)																									
SFPへの給水機能	SFP水位1m低下		←約84時間後																								
	燃料取替用水タンク	ハ)	←約4.4日間(約106時間)																								
	1次系純水タンク	ハ)	←約1.7日間(約42時間)																								
	ろ過水タンク※1	ハ)	※5 約7.2日間(約172時間)→																								
	防火水槽※3	ハ)	←約10時間																								
	原水槽※2および防火水槽※4	ハ)	約7.4日間(約177時間)→																								
	海水※2	ハ)																									
給電機能	蓄電池	イ)	←約5時間																								
燃料	移動発電機車	ハ)	約20.2日間(約487時間)																								
	燃料不要		←約5時間																								
	給電のみ使用		←約4.7日後																								
燃料補給	給電および給水に使用		燃料補給不要(発電所内に貯蔵されている燃料により対応)																								
	移動発電機車への燃料補給(軽油)		燃料補給必要																								

クリフエッジ発生
【約20日後※6】
(約492時間後)

約20日後以降は、発電所に貯蔵している軽油が枯渇した場合、給水および給電ができない。

：燃料不要(燃料消費時間の評価では、SFP水位が通常水位-1mとなった時点から、送水ポンプ車による燃料消費を見込む。また、移動発電機車の起動が可能となる時点(全交流電源喪失発生から約0.6時間後)から、移動発電機車による燃料消費を見込む。)

：燃料必要

- ※1: 恒設消火ポンプまたは送水ポンプ車(運転用燃料: 軽油)を利用。
- ※2: 送水ポンプ車(運転用燃料: 軽油)を利用。(連結送水管を用いた連続給水用)
- ※3: 消防車(運転用燃料: 軽油)を利用。(間欠給水用(消防車が防火水槽-SFP間を往復して給水))
- ※4: 消防車(運転用燃料: 軽油)を利用。(間欠給水用(消防車が防火水槽-SFP間を往復して給水))
- ※5: 燃料取替用水タンク、1次系純水タンクおよびろ過水タンクは併用する時期がある。

表には、各水源の使用可能水量から評価される使用可能日数を示す。

※6: 冬期における休憩・仮眠場所での防寒対策として、移動発電機車から当該場所へ暖を取るために必要な空調用電気ヒーターへ給電した場合。当該電気ヒーターに給電しない場合のクリフエッジは約21日後となる。

- イ) 工事計画で対象とした設備
- ロ) 実施済みのアクセシビリティマネジメント設備
- ハ) 緊急安全対策(短期)

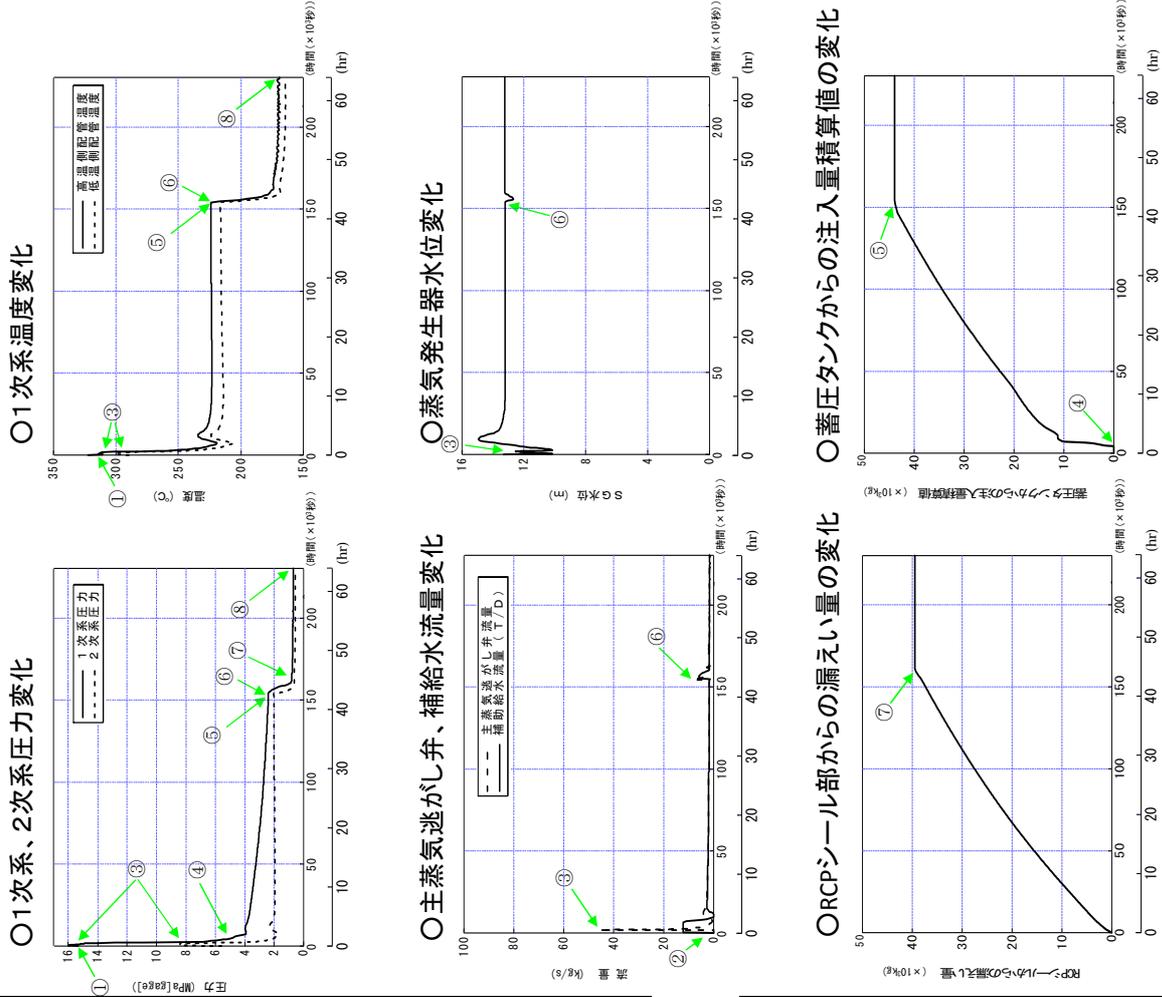
図8-3 全交流電源喪失時における炉心及びSFPの冷却継続時間 (運転中)

【解析条件】

項目	解析条件
対象プラント	・泊発電所1,2号機
初期条件	・原子炉出力、原子炉圧力、1次冷却材平均温度等の初期条件は設計最値値。
外乱	・時刻0秒で外部電源喪失の発生を想定し、タービントリップ、主給水喪失、1次冷却材ポンプのコーストダウンを仮定。 ・1次冷却材ポンプ電源電圧低信号による原子炉トリップを仮定。
補助給水流量	・1分後に補助給水を開始する。(蒸気発生器(SG)2基へ) ・補助給水流量はSG水位が狭域水位内に維持できるよう調整する。
運転員操作	・30分後に主蒸気逃がし弁開操作による強制冷却を開始。
蓄圧タンク	・原子炉圧力の低下に伴いほう酸水が1次冷却系統(RCS)に注入される。 ・RCS圧力が2.4MPa[gage]まで低下した時点で蓄圧タンク出口弁を閉止する。
崩壊熱	・FP: 日本原子力学会推奨値 ・アクチニド: ORIGEN2
漏えい量	・定格運転状態(圧力約15.4MPa[gage]、温度約288°C)において、約1.5m ³ /h/RCP相当の漏えい量となる口径を仮定

図表-36

【解析結果(主要パラメータ)】



【解析結果(主要操作と時系列)】

番号	主要な事象進展・運転操作	経過時間	備考
	全交流電源喪失事象発生	0秒	-
①	原子炉トリップ	1.8秒	-
②	補助給水ポンプ起動	1分	-
③	主蒸気逃がし弁手動操作開始	30分	RCS温度224°Cを目標に冷却
④	蓄圧タンク作動	約1時間	RCS圧力5.2MPa[gage]
⑤	蓄圧タンクの出口弁を閉止	約43時間	RCS圧力2.4MPa[gage]
⑥	主蒸気逃がし弁手動操作	約43時間	RCS温度170°Cを目標に冷却
⑦	RCPからの漏えい停止	約45時間	RCS圧力0.83MPa[gage]
⑧	安定な冷却状態到達	約64時間	RCS圧力0.7MPa[gage] (RCS温度170°C)

図8-4 全交流電源喪失時のプラント冷却シナリオの成立性確認

機能	水源	分類	全交流電源喪失発生からの時間(日数)																																																											
			1	2	3	4	5	6	...	13	14	15	16	...	20	21	...	27	28	...	34	35	...																																							
SFPへの給水機能	SFP水位1m低下		←約27時間																																																											
	ろ過水タンク※1	ハ)	←約13.8日間(約333時間)																																																											
	防火水槽※2	ハ)	←約3時間																																																											
	原水槽※3および防火水槽※4	ハ)	約12.0日間(約289時間)→																																																											
	2次系純水タンク※3	ハ)	約6.9日間(約166時間)→																																																											
給電機能	海水※3	ハ)																																																												
	蓄電池	イ)	←約5時間																																																											
燃料	移動発電機車	ハ)	←約5時間																																																											
	燃料不要		←約5時間																																																											
	給電のみ使用		←約5時間																																																											
燃料補給	給電および給水に使用		←約20.2日間(約487時間)																																																											
	送水ポンプ車等への燃料補給(軽油)		燃料補給不要(発電所内に貯蔵されている燃料により対応)																																																											

燃料補給不要(燃料消費時間の評価では、移動発電機車の起動が可能となる時点(全交流電源喪失発生から約0.6時間後)から、移動発電機車による燃料消費を見込む。)

燃料必要

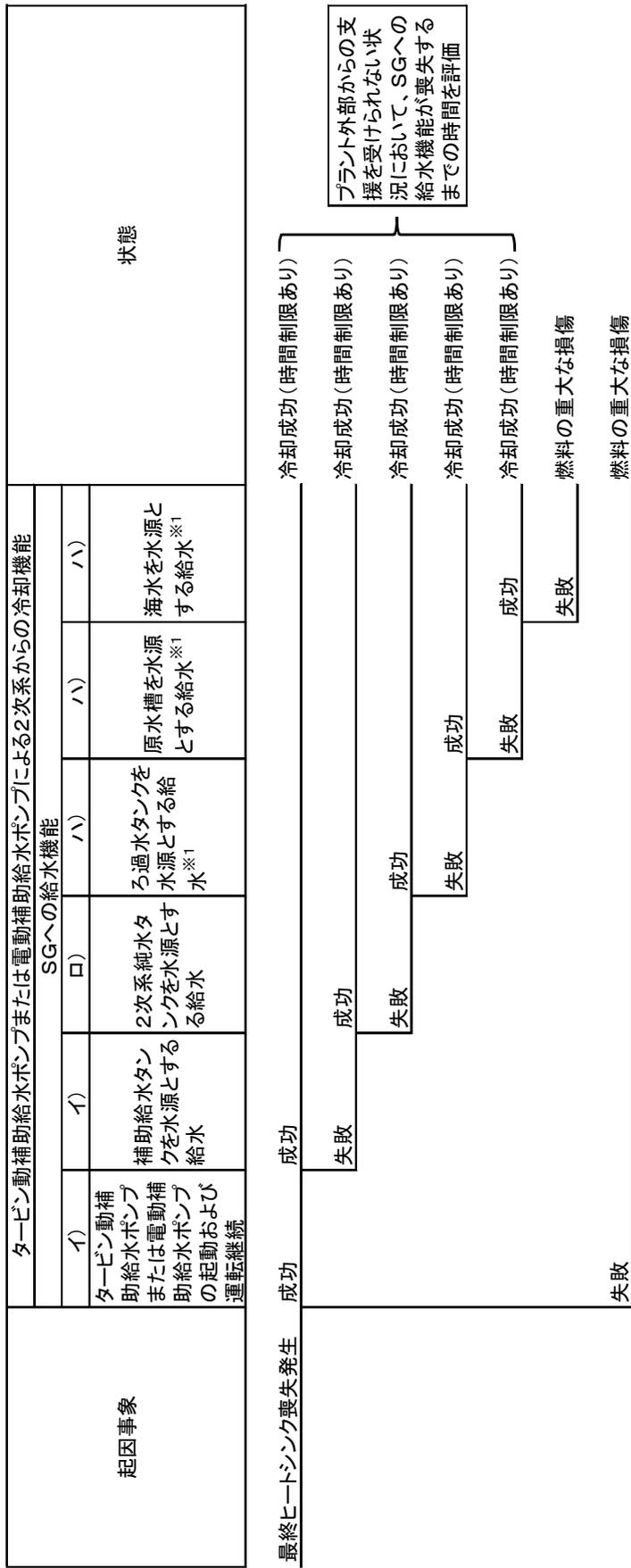
クリフエッジ発生
【約20日後※5】
(約492時間後)

約20日以後以降は、発電所に貯蔵している軽油が枯渇した場合、給水および給電ができない。

- ※1: 恒設消火ポンプまたは送水ポンプ車(運転用燃料: 軽油)を利用。
- ※2: 消防車(運転用燃料: 軽油)を利用。(連結送水管を用いた連続給水用)
- ※3: 送水ポンプ車(運転用燃料: 軽油)を利用。
- ※4: 消防車(運転用燃料: 軽油)を利用。(間欠給水用(消防車が防火水槽-SFP間を往復して給水))
- ※5: 冬期における休憩・仮眠場所での防寒対策として、移動発電機車から当該場所へ暖を取るために必要な空調用電気ヒータへ給電した場合。当該電気ヒータに給電しない場合のクリフエッジは約21日後となる。

- イ) 工事計画で対象とした設備
- ハ) 緊急安全対策(短期)

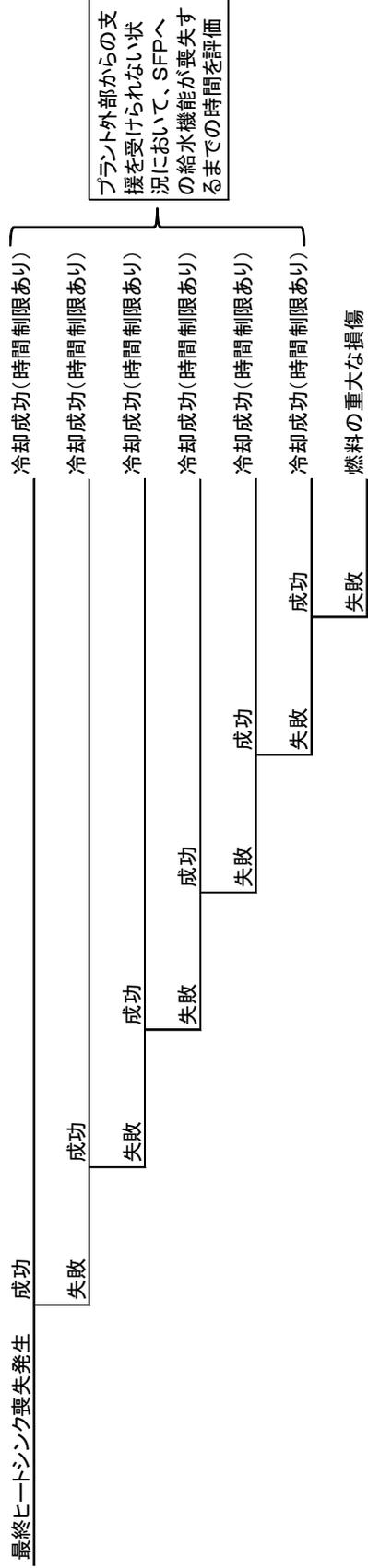
図8-5 全交流電源喪失時におけるSFPの冷却継続時間(停止中)



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)
 ※1: 送水ポンプ車による補給水タンクへの給水

図9-1 最終ヒートシンク喪失から燃料の重大な損傷に至る事象の過程(炉心)

起因事象	SFPへの給水機能						状態
	イ)	ハ)	ハ)	ハ)	ハ)	ハ)	
燃料取替用水タンクを水源とする給水※3	1次系純水タンクを水源とする給水※4	ろ過水タンクを水源とする給水※5	防火水槽※1を水源とする給水	原水槽※6および防火水槽※2を水源とする給水	海水を水源とする給水※6		



プラント外部からの支援を受けられない状況において、SFPへの給水機能が喪失するまでの時間を評価

- イ) 工事計画で対象とした設備
- ハ) 緊急安全対策(短期)
- ※1: 消防車による連続送水管を用いた連続給水用
- ※2: 消防車による間欠給水用(消防車が防火水槽-SFP間を往復して給水)
- ※3: 恒設ポンプによる給水
- ※4: 重力による注水
- ※5: 恒設ポンプまたは送水ポンプ車による給水
- ※6: 送水ポンプ車による給水

図9-2-1 最終ヒートシンク喪失から燃料の重大な損傷に至る事象の過程(SFP)(運転時)

表9-1 評価条件の選定理由について(最終ヒートシンク喪失時)運転中(1/2)

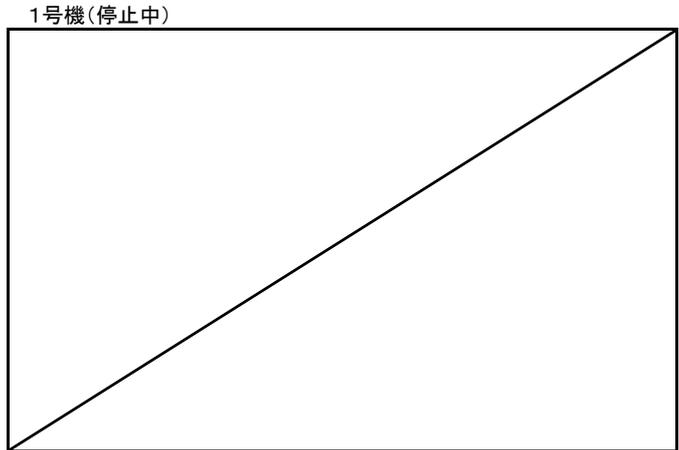
炉心またはSFPにある燃料の重大な損傷を防止するためには、炉心またはSFPの冷却を継続するために必要なSG、SFPへの給水機能が必要となる。給水機能を継続するために必要な送水ポンプ車等の運転には燃料(軽油)と水源が必要となる。水源については、最終的な水源を海水としていることから、水源の水量としては制約はなく、プラントの運転状態別に条件を設定する必要はない。燃料については、1、2号機のディーゼル発電機燃料油貯油槽(各ユニット4基の全8基。以下「燃料油貯油槽」という。)およびタンクローリーに貯蔵されている軽油を使用するため、いずれ枯渇する。

このため、燃料枯渇時間の評価においては、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合、使用可能な燃料油貯油槽の数を1基減らしている※1こと、各プラントの運転状態によって軽油の消費を伴う送水ポンプ車による給水開始時期が変化する※2ことから、最も早く枯渇する条件(青枠)を選定している※3。なお、送水ポンプ車の燃料消費量は、最終ヒートシンク喪失時に必要となる給水流量より大きい定格給水流量時の燃料消費量で評価しているため、運転状態による差異はない。

1号機(運転中)

【炉心】
 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプまたは電動補助給水ポンプにより補助給水タンク水および2次系純水タンク水をSGへ給水。上記両タンクが枯渇する約113時間後以降は、送水ポンプ車によりろ過水タンク水、原水槽水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプまたは電動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。
 <必要給水流量>約19m³/h(初期)→約9m³/h(約113時間後)
 <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約113時間後(送水ポンプ車運転開始時点)

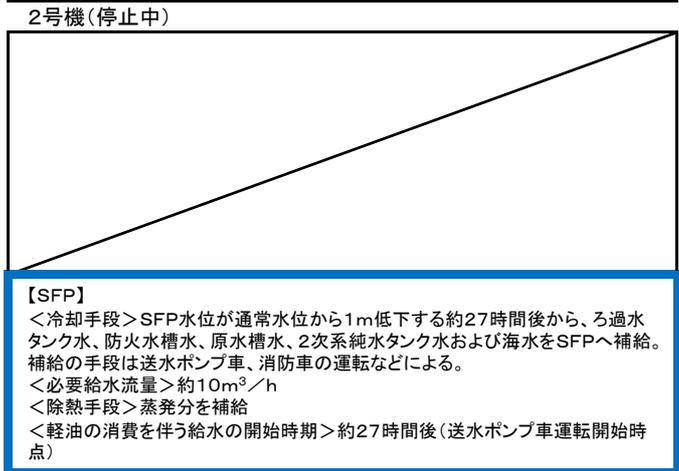
【SFP】
 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約84時間後から、燃料取替用水タンク水、1次系純水タンク水、防火水槽水、原水槽水および海水をSFPへ補給。補給の手段は燃料取替用水ポンプ、送水ポンプ車、消防車の運転などによる。
 <必要給水流量>約3m³/h
 <除熱手段>蒸発分を補給
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約515時間後(消防車運転開始時点)



2号機(運転中)

【炉心】
 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプまたは電動補助給水ポンプにより補助給水タンク水および2次系純水タンク水をSGへ給水。上記両タンクが枯渇する約113時間後以降は、送水ポンプ車によりろ過水タンク水、原水槽水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプまたは電動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。
 <必要給水流量>約19m³/h(初期)→約9m³/h(約113時間後)
 <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約113時間後(送水ポンプ車運転開始時点)

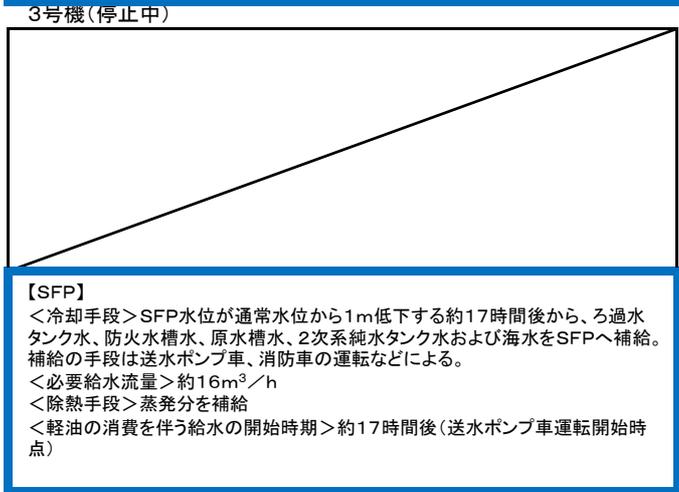
【SFP】
 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約84時間後から、燃料取替用水タンク水、1次系純水タンク水、防火水槽水、原水槽水および海水をSFPへ補給。補給の手段は燃料取替用水ポンプ、送水ポンプ車、消防車の運転などによる。
 <必要給水流量>約3m³/h
 <除熱手段>蒸発分を補給
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約515時間後(消防車運転開始時点)



3号機(運転中)

【炉心】
 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプまたは電動補助給水ポンプにより補助給水タンク水および2次系純水タンク水をSGへ給水。上記両タンクが枯渇する約113時間後以降は、送水ポンプ車によりろ過水タンク水、原水槽水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプまたは電動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。
 <必要給水流量>約31m³/h(初期)→約14m³/h(約113時間後)
 <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約113時間後(送水ポンプ車運転開始時点)

【SFP】
 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約47時間後から、燃料取替用水タンク水、ろ過水タンク水、防火水槽水、原水槽水および海水をSFPへ補給。補給の手段は燃料取替用水ポンプ、送水ポンプ車、消防車の運転などによる。
 <必要給水流量>約6m³/h
 <除熱手段>蒸発分を補給
 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約330時間後(送水ポンプ車運転開始時点)



※1:燃料油貯油槽(地下タンク)については、消防法上、燃料油を抜いての内部点検は必要ないが、今後の保全の参考とする目的で内部点検を計画していることから、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合は燃料油貯油槽1基が使用できないことを想定。

※2:各号機において、軽油の消費を伴う給水が開始される時期が相違する場合は、最も早く軽油の消費を伴う給水が開始される時点から、全ての号機で軽油の消費を伴う給水が開始されるものとして評価。

※3:上記※1、※2より、使用可能な燃料貯蔵量の観点からは、2号機が停止中の場合に最も厳しい評価条件となり、燃料消費量の観点からは、3号機が停止中の場合に最も厳しい評価条件となることから、「1号機運転中・2号機停止中・3号機停止中」が最も早く燃料が枯渇する。

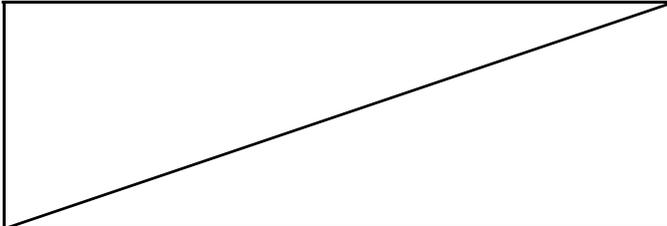
図表-41

表9-1 評価条件の選定理由について(最終ヒートシンク喪失時)停止中(2/2)

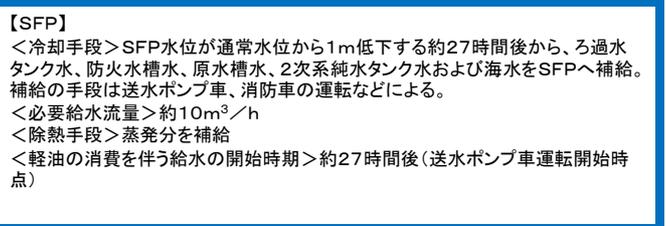
炉心またはSFPにある燃料の重大な損傷を防止するためには、炉心またはSFPの冷却を継続するために必要なSG、SFPへの給水機能が必要となる。給水機能を継続するために必要な送水ポンプ車等の運転には燃料(軽油)と水源が必要となる。水源については、最終的な水源を海水としていることから、水源の水量としては制約はなく、プラントの運転状態別に条件を設定する必要はない。燃料については、1、2号機のディーゼル発電機燃料油貯油槽(各ユニット4基の全8基。以下「燃料油貯油槽」という。)およびタンクローリーに貯蔵されている軽油を使用するため、いずれ枯渇する。

このため、燃料枯渇時間の評価においては、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合、使用可能な燃料油貯油槽の数を1基減らしている※1こと、各プラントの運転状態によって軽油の消費を伴う送水ポンプ車による給水開始時期が変化する※2ことから、最も早く枯渇する条件(青枠)を選定している※3。なお、送水ポンプ車の燃料消費量は、最終ヒートシンク喪失時に必要となる給水流量より大きい定格給水流量時の燃料消費量で評価しているため、運転状態による差異はない。

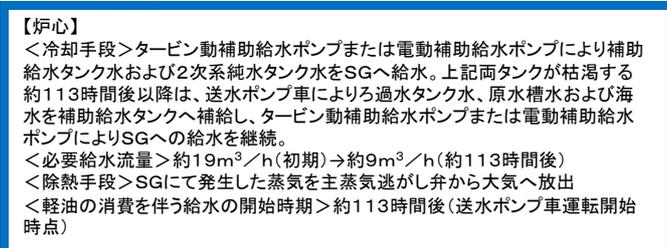
1号機(運転中)



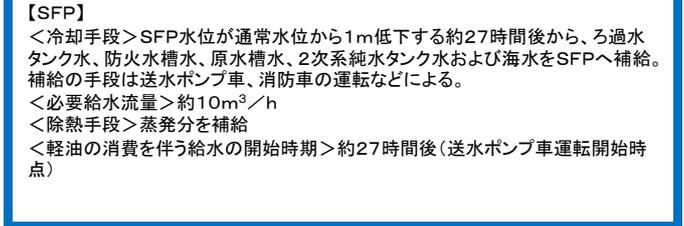
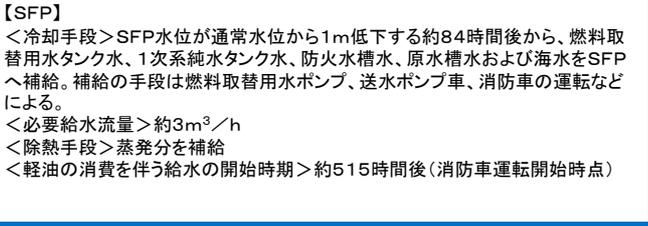
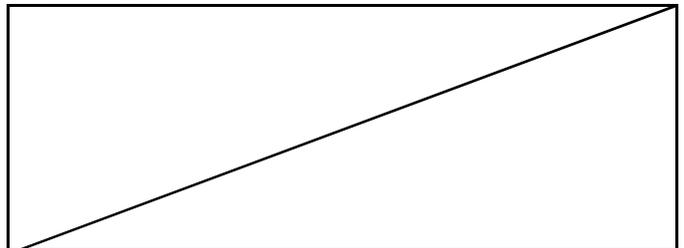
1号機(停止中)



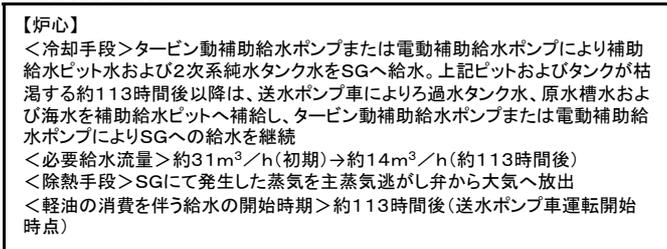
2号機(運転中)



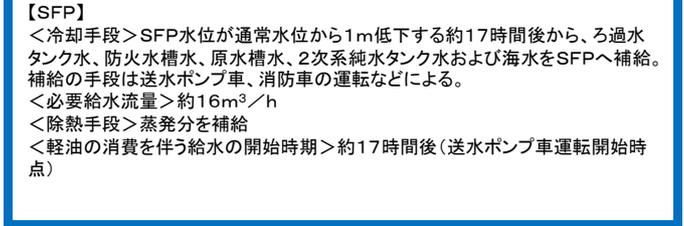
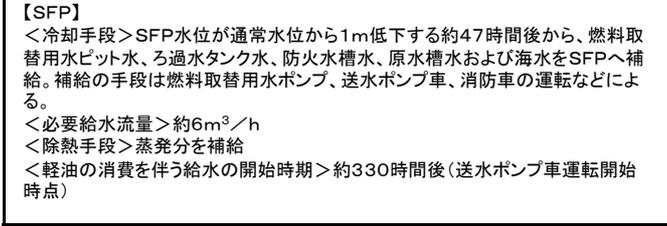
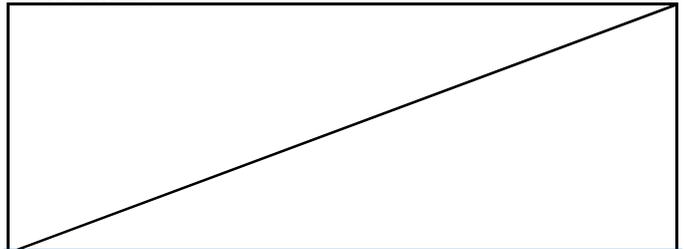
2号機(停止中)



3号機(運転中)



3号機(停止中)



※1: 燃料油貯油槽(地下タンク)については、消防法上、燃料油を抜いての内部点検は必要ないが、今後の保全の参考とする目的で内部点検を計画していることから、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合は燃料油貯油槽1基が使用できないことを想定。

※2: 各号機において、軽油の消費を伴う給水が開始される時期が相違する場合は、最も早く軽油の消費を伴う給水が開始される時点から、全ての号機で軽油の消費を伴う給水が開始されるものとして評価。

※3: 上記※1、※2より、使用可能な燃料貯蔵量の観点からは、1号機が停止中であるため、2号機の運転状態に抛らず評価条件は同じである。燃料消費量の観点からは、3号機が停止中の場合に最も厳しい評価条件となることから、「1号機停止中・2号機運転中・3号機停止中」、「1号機停止中・2号機停止中・3号機停止中」が最も早く燃料が枯渇する。

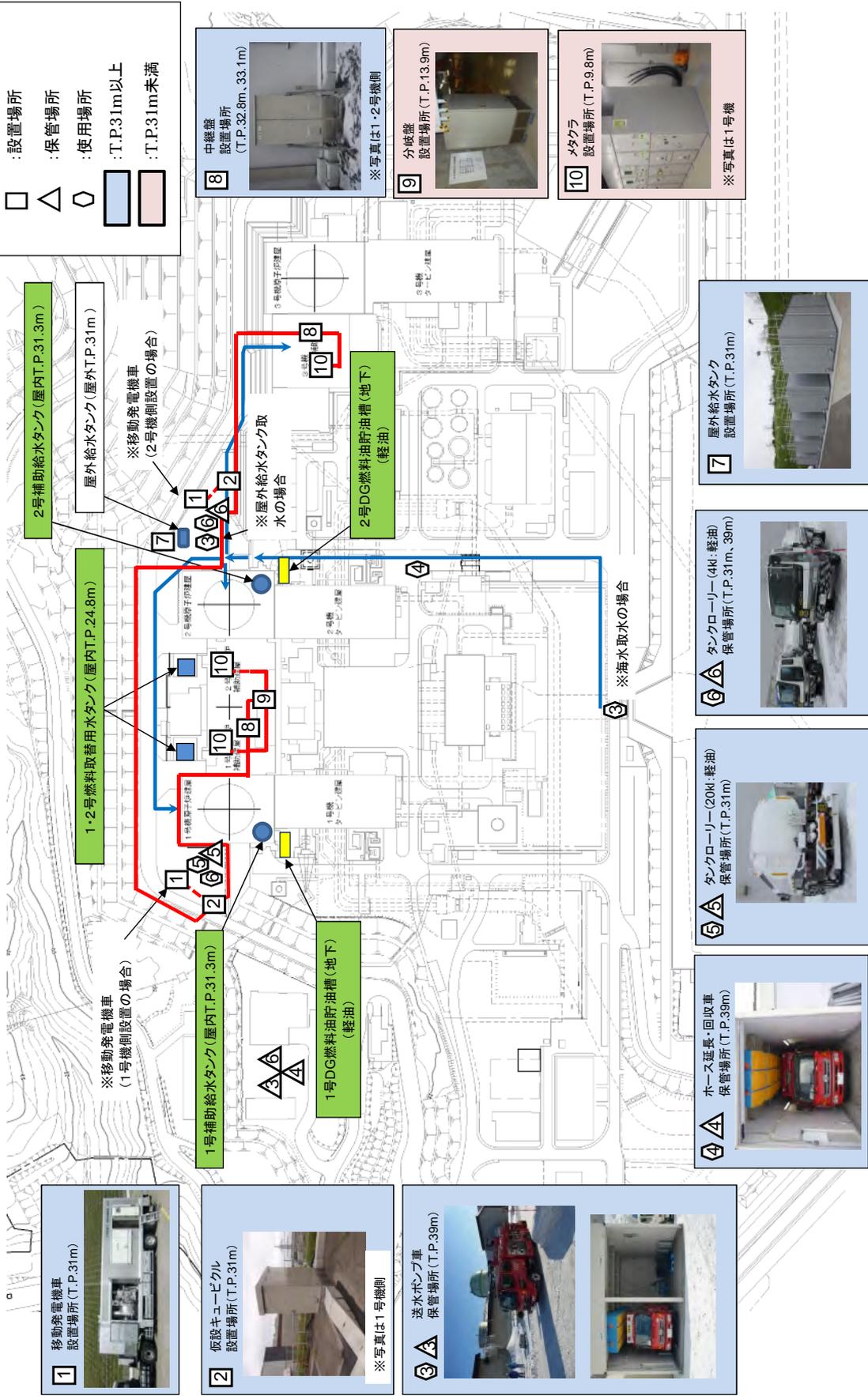
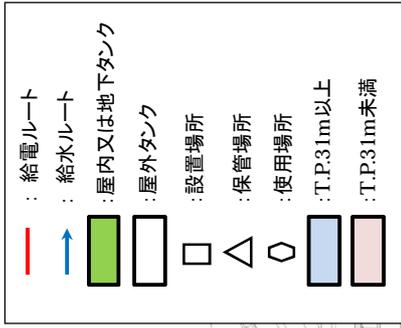
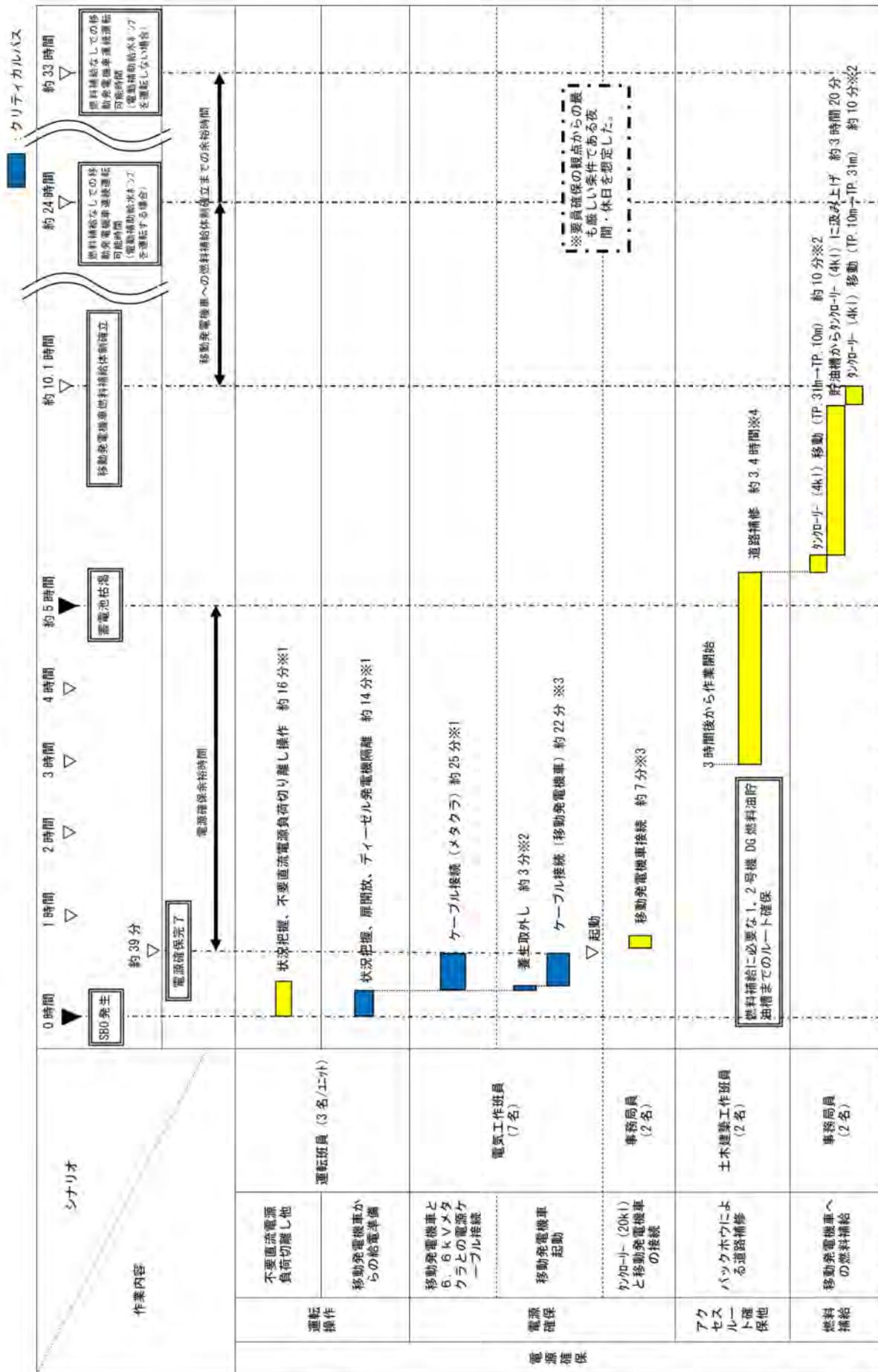


図10-1 全交流電源喪失時(地震・津波の重畳)において使用する設備・機器の配置

表10-1 全交流電源喪失時（地震および津波の重畳）における緊急安全対策の成り立ちについて

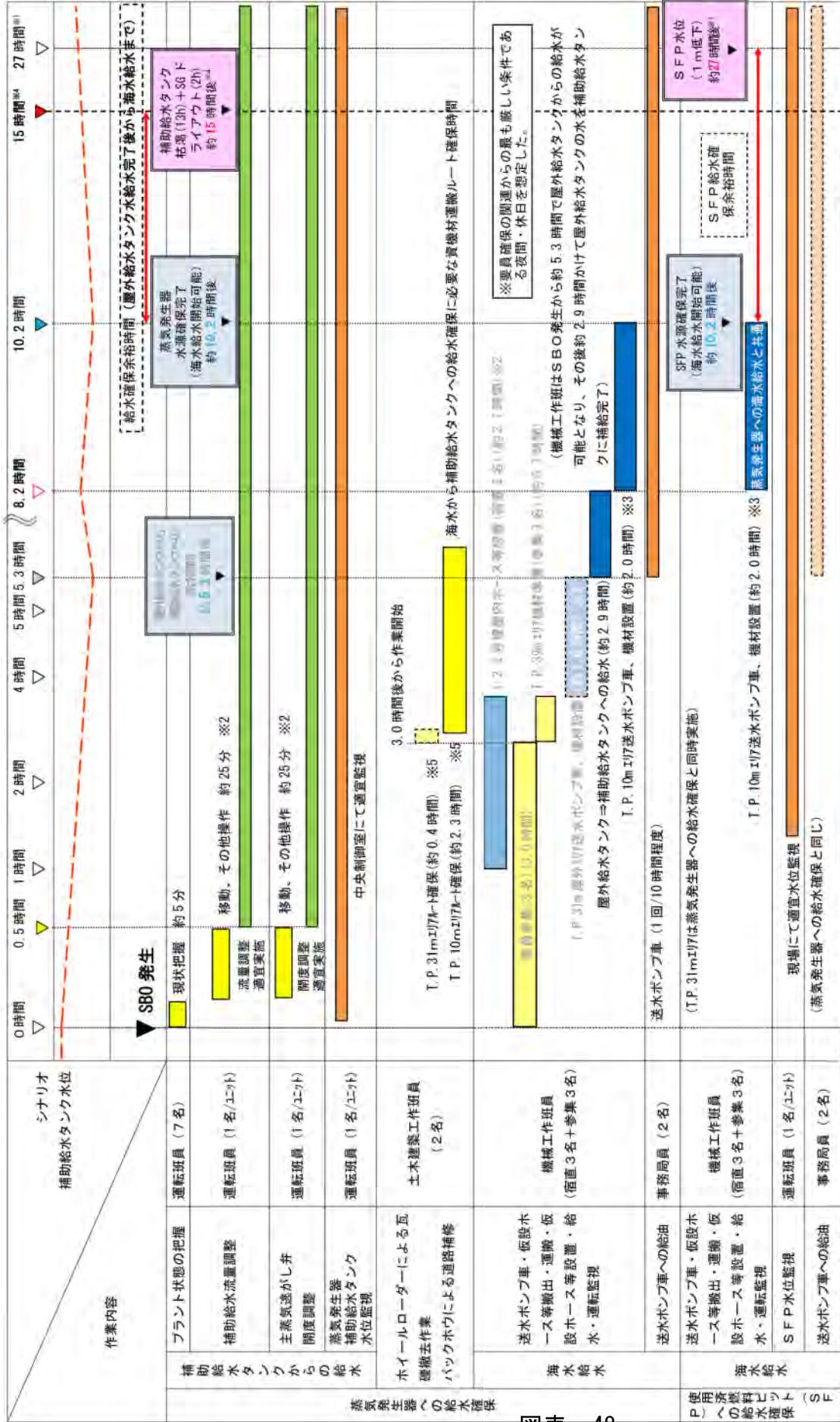
安全機能の分類	具体的な運転操作・作業内容	アクセスの可否	必要時間	許容時間
電源確保	不要直流電源負荷切離し他 移動発電機車からの給電準備	建屋内移動で作業環境も問題なし	約16分	約5時間
	移動発電機車の電源ケーブル接続 移動発電機車起動	機材の移動はなく、作業員の移動、作業も時間内に可能	約39分	約5時間
	移動発電機車への燃料補給	アクセスルート確保の時間を考慮しても時間内に可能	約10.1時間	給電開始後 約33時間
	補助給水流量調整	建屋内移動で作業環境も問題なし	約30分	※1
蒸気発生器への給水確保	主蒸気逃がし弁開度調整		約30分	※1
	送水ポンプ車、仮設ホースによる屋外給水タンク水給水		約5.3時間	約10時間
	送水ポンプ車、仮設ホースによる海水給水	資機材運搬ルート確保の時間を考慮しても時間内に作業が可能	約10.2時間	約15時間
	送水ポンプ車への給油		約5.3時間	送水開始後 約10時間
炉心冷却継続のための措置	RCP封水・冷却水隔離弁閉止	建屋内移動で作業環境も問題なし	約1.0時間	※2
	蓄圧タンク出口弁閉止		約5.0時間	※1
使用済燃料ピットへの給水確保	送水ポンプ車、仮設ホースによる海水給水	資機材運搬ルート確保の時間を考慮しても時間内に作業が可能	約10.2時間	約27時間

※1: 解析では、補助給水流量調整は約1.8時間後、主蒸気逃がし弁開度調整は約30分後、蓄圧タンク出口弁閉止は約43時間後に操作開始
 ※2: 電源確保および蒸気発生器への給水確保作業終了後、速やかに実施



図表-47

図10-2 全交流電源喪失時(地震・津波の重畳)における対応時間(電源確保)



※1：運転時は約8.4時間後となる。
 ※2：訓練実績(屋内・昼間)
 ※3：訓練実績(屋外・昼間)
 ※4：屋外給水タンク水給水により約1.5時間後となる。
 ※5：道路土工要綱(平成21年度)および道路土工施工指針(昭和61年版)を用い保守的に算出した値

※要員確保の観点からの最も厳しい条件である夜間・休日を想定した。

図表-48

図10-3 全交流電源喪失時(地震・津波の重畳)における対応時間(給水確保)

表10-2 緊急安全対策に対する訓練結果(1/2)

(泊発電所1号機)

項目 (対象箇所)	内容	検証日	訓練 実施日	検証結果及び訓練結果
全交流電源喪失時対応訓練 (運転班)	要領読み合わせ シミュレータ訓練	4月19日	4月22日	検証結果：良好 訓練結果：良好 (緊急処置編「全交流電源喪失」の操作内容のうち、非常用母線の復旧に係る操作の充実を図った。)
代替給電訓練 (電気工作班・事務局)	仮設ケーブルの敷設、接続	4月19日、 28日	4月20日、 22日	検証結果：良好 訓練結果：良好
	移動発電機車の起動、発電、燃料供給	4月13日、 18日、 20日、 28日	4月20日、 22日	検証結果：良好 訓練結果：良好
	代替給電訓練(夜間)	7月29日	7月29日	検証結果：良好 訓練結果：良好
蒸気発生器への代替給水訓練 (運転班・機械工作班)	2次系純水タンクを水源とした給水	4月14日	—	検証結果：良好
	仮設代替給水設備による給水	4月18日、 19日	4月20日、 22日	検証結果：良好(事前検討や現場確認により、ポンプ台数、ホース長を見直した) 訓練結果：良好(ホースのねじれに十分注意するよう手順に追加した)
	仮設代替給水設備による給水 (夜間)	7月29日	7月29日	検証結果：良好 訓練結果：良好
使用済燃料ピットへの代替給水訓練 (運転班・施設防護班・機械工作班)	燃料取替用水タンクからの重力注水	4月19日	—	検証結果：良好
	エンジン消火ポンプ、屋内消火栓による給水	4月18日	—	検証結果：良好
	消防車による給水(連結送水口使用あるいは間欠給水)	4月14日、 18日、 19日	4月20日、 22日	検証結果：良好(筒先を外して給水すること、ホースを継ぎ足さないこととする手順に変更した) 訓練結果：良好
	仮設代替給水設備による給水	4月18日、 19日	4月20日、 22日	検証結果：良好 訓練結果：良好
	消防車および仮設代替給水設備による給水(夜間)	7月29日	7月29日	検証結果：良好 訓練結果：良好
その他(事務局)	滝ノ間寮から大和門扉経由の入構訓練(夜間)	7月29日	7月29日	検証結果：良好 訓練結果：良好

表10-2 緊急安全対策に対する訓練結果(2/2)

(泊発電所2号機)

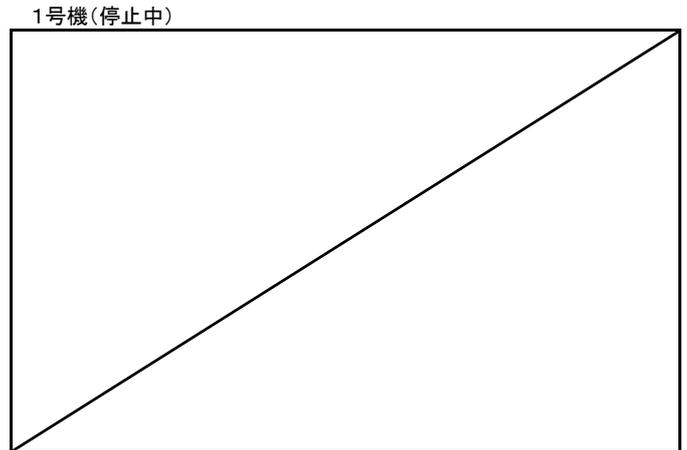
項目 (対象箇所)	内容	検証日	訓練 実施日	検証結果及び訓練結果
全交流電源喪失時対応訓練 (運転員)	要領読み合わせ シミュレータ訓練	4月19日	4月22日	検証結果：良好 訓練結果：良好 (緊急処置編「全交流電源喪失」の操作 内容のうち、非常用母線の復旧に係る操 作の充実を図った。)
代替給電訓練 (電気工作班・事務局)	仮設ケーブルの敷設、接続	4月19日、 28日	4月20日、 22日	検証結果：良好 訓練結果：良好
	移動発電機車の起動、発電、燃料 供給	4月13日、 18日、 20日、 28日	4月20日、 22日	検証結果：良好 訓練結果：良好
	代替給電訓練(夜間)	7月29日	7月29日	検証結果：良好 訓練結果：良好
蒸気発生器への代替給水訓練 (運転員・機械工作班)	2次系純水タンクを水源とした 給水	4月14日	—	検証結果：良好
	仮設代替給水設備による給水	4月18日、 19日	4月20日、 22日	検証結果：良好(事前検討や現場確認に より、ポンプ台数、ホース長を見直した) 訓練結果：良好(事前検討や現場確認に より、ポンプ台数、ホース長を見直した) 訓練結果：良好(ホースのねじれに十分 注意するよう手順に追加した)
	仮設代替給水設備による給水 (夜間)	7月29日	7月29日	検証結果：良好 訓練結果：良好
使用済燃料ピットへの代替給水訓 練 (運転員・施設防衛班・機械工作 班)	燃料取替用水タンクからの重力 注水	4月19日	—	検証結果：良好
	エンジン消火ポンプ、屋内消火栓 による給水	4月18日	—	検証結果：良好
	消防車による給水(連結送水口使 用あるいは間欠給水)	4月14日、 18日、 19日	4月20日、 22日	検証結果：良好(筒先を外して給水する こと、ホースを継ぎ足さないこととする 手順に変更した) 訓練結果：良好
	仮設代替給水設備による給水	4月18日、 19日	4月20日、 22日	検証結果：良好 訓練結果：良好
	消防車および仮設代替給水設備 による給水(夜間)	7月29日	7月29日	検証結果：良好 訓練結果：良好
その他(事務局)	滝ノ間寮から大和門扉経由の入 構訓練(夜間)	7月29日	7月29日	検証結果：良好 訓練結果：良好

表10-3 評価条件の選定理由について(地震・津波の重畳時)運転中(1/2)

炉心またはSFPにある燃料の重大な損傷を防止するためには、炉心またはSFPの冷却を継続するために必要なSG、SFPへの給水機能およびSGの水位監視などに必要な監視計器等への給電機能が必要となる。給水および給電機能を継続するために必要な送水ポンプ車、移動発電機車等の運転には燃料(軽油)が必要であり、給水機能については、さらに水源が必要となる。水源については、最終的な水源を海水としていることから、水源の水量としては制約はなく、プラントの運転状態別に条件を設定する必要はない。燃料については、1、2号機のディーゼル発電機燃料油貯油槽(各ユニット4基の全8基。以下「燃料油貯油槽」という。)およびタンクローリーに貯蔵されている軽油を使用するため、いずれ枯渇する。

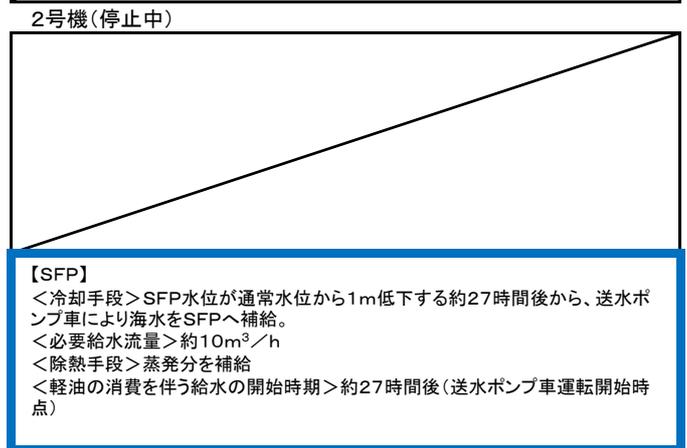
このため、燃料枯渇時間の評価においては、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合、使用可能な燃料油貯油槽の数を1基減らしている※1こと、各プラントの運転状態によって軽油の消費を伴う送水ポンプ車による給水開始時期が変化する※2ことから、最も早く枯渇する条件(青枠)を選定している※3。なお、送水ポンプ車の燃料消費量は、地震・津波の重畳時に必要となる給水流量より大きい定格給水流量時の燃料消費量で評価しているため、運転状態による差異はない。移動発電機車の燃料消費量は、燃料消費量が多くなる運転中の条件で停止中の燃料消費量も評価しているため、運転状態による差異はない。1号機(運転中)

<p>【炉心】 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水タンク水をSGへ給水。送水ポンプ車の運転が可能となる約5.3時間後以降は、送水ポンプ車により屋外給水タンク水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。 <必要給水流量>約19m³/h(初期) <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約5.3時間後(送水ポンプ車運転開始時点)</p>
<p>【SFP】 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約84時間後から、燃料取替用水タンク水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車の運転などによる。 <必要給水流量>約3m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約84時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている)</p>



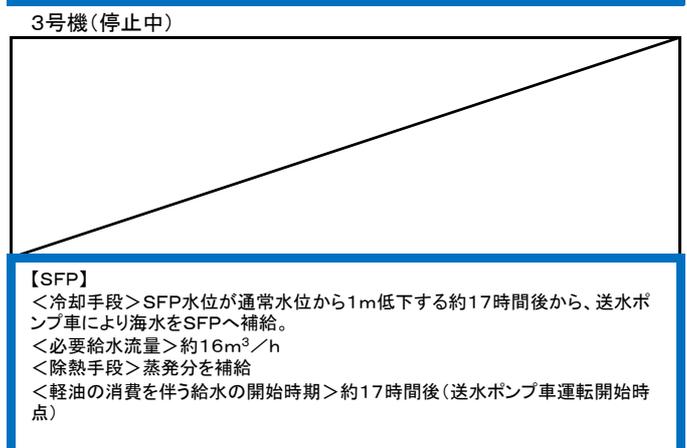
2号機(運転中)

<p>【炉心】 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水タンク水をSGへ給水。送水ポンプ車の運転が可能となる約5.3時間後以降は、送水ポンプ車により屋外給水タンク水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。 <必要給水流量>約19m³/h(初期) <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約5.3時間後(送水ポンプ車運転開始時点)</p>
<p>【SFP】 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約84時間後から、燃料取替用水タンク水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車の運転などによる。 <必要給水流量>約3m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約84時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている)</p>



3号機(運転中)

<p>【炉心】 <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水タンク水をSGへ給水。送水ポンプ車の運転が可能となる約5.3時間後以降は、送水ポンプ車により屋外給水タンク水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。 <必要給水流量>約31m³/h(初期) <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約5.3時間後(送水ポンプ車運転開始時点)</p>
<p>【SFP】 <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約47時間後から、燃料取替用水タンク水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車の運転などによる。 <必要給水流量>約6m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約47時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている)</p>



※1: 燃料油貯油槽(地下タンク)については、消防法上、燃料油を抜いての内部点検は必要ないが、今後の保全の参考とする目的で内部点検を計画していることから、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合は燃料油貯油槽1基が使用できないことを想定。

※2: 各号機において、軽油の消費を伴う給水が開始される時期が相違する場合は、最も早く軽油の消費を伴う給水が開始される時点から、全ての号機で軽油の消費を伴う給水が開始されるものとして評価。

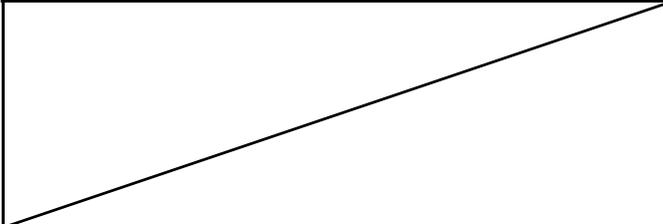
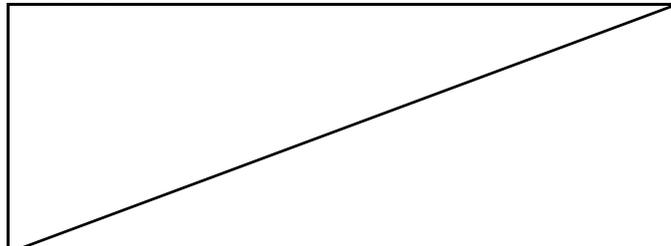
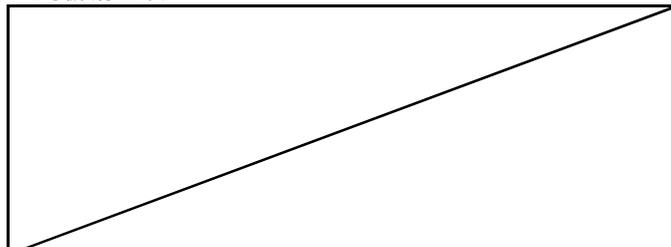
※3: 上記※1、※2より、使用可能な燃料貯蔵量の観点からは、2号機が停止中の場合に最も厳しい評価条件となり、燃料消費量の観点からは、3号機の運転状態に拘らず評価条件は同じとなることから、「1号機運転中・2号機停止中・3号機運転中」、「1号機運転中・2号機停止中・3号機停止中」が最も早く燃料が枯渇する。

図表-51

表10-3 評価条件の選定理由について(地震・津波の重畳時)停止中(2/2)

炉心またはSFPにある燃料の重大な損傷を防止するためには、炉心またはSFPの冷却を継続するために必要なSG、SFPへの給水機能およびSGの水位監視などに必要な監視計器等への給電機能が必要となる。給水および給電機能を継続するために必要な送水ポンプ車、移動発電機車等の運転には燃料(軽油)が必要であり、給水機能については、さらに水源が必要となる。水源については、最終的な水源を海水としていることから、水源の水量としては制約はなく、プラントの運転状態別に条件を設定する必要はない。燃料については、1、2号機のディーゼル発電機燃料油貯油槽(各ユニット4基の全8基。以下「燃料油貯油槽」という。)およびタンクローリーに貯蔵されている軽油を使用するため、いずれ枯渇する。

このため、燃料枯渇時間の評価においては、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合、使用可能な燃料油貯油槽の数を1基減らしている※1こと、各プラントの運転状態によって軽油の消費を伴う送水ポンプ車による給水開始時期が変化すること※2から、最も早く枯渇する条件(青枠)を選定している※3。なお、送水ポンプ車の燃料消費量は、地震・津波の重畳時に必要となる給水流量より大きい定格給水流量時の燃料消費量で評価しているため、運転状態による差異はない。移動発電機車の燃料消費量は、燃料消費量が多くなる運転中の条件で停止中の燃料消費量も評価しているため、運転状態による差異はない。

<p>1号機(運転中)</p> 	<p>1号機(停止中)</p> <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約27時間後から、送水ポンプ車により海水をSFPへ補給。 <必要給水流量>約10m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約27時間後(送水ポンプ車運転開始時点)
<p>2号機(運転中)</p> <p>【炉心】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水タンク水をSGへ給水。送水ポンプ車の運転が可能となる約5.3時間後以降は、送水ポンプ車により屋外給水タンク水および海水を補助給水タンクへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。 <必要給水流量>約19m³/h(初期) <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約5.3時間後(送水ポンプ車運転開始時点) <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約84時間後から、燃料取替用水タンク水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車の運転などによる。 <必要給水流量>約3m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約84時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている) 	<p>2号機(停止中)</p>  <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約27時間後から、送水ポンプ車により海水をSFPへ補給。 <必要給水流量>約10m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約27時間後(送水ポンプ車運転開始時点)
<p>3号機(運転中)</p> <p>【炉心】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>タービン動補助給水ポンプにより補助給水ピット水をSGへ給水。送水ポンプ車の運転が可能となる約5.3時間後以降は、送水ポンプ車により屋外給水タンク水および海水を補助給水ピットへ補給し、タービン動補助給水ポンプによりSGへの給水を継続。 <必要給水流量>約31m³/h(初期) <除熱手段>SGにて発生した蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約5.3時間後(送水ポンプ車運転開始時点) <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約47時間後から、燃料取替用水タンク水および海水をSFPへ補給。補給の手段は送水ポンプ車の運転などによる。 <必要給水流量>約6m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約47時間後(SFP水位が通常水位から1m低下する時点から送水ポンプ車の運転開始としている) 	<p>3号機(停止中)</p>  <p>【SFP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <冷却手段>SFP水位が通常水位から1m低下する約17時間後から、送水ポンプ車により海水をSFPへ補給。 <必要給水流量>約16m³/h <除熱手段>蒸発分を補給 <軽油の消費を伴う給水の開始時期>約17時間後(送水ポンプ車運転開始時点)

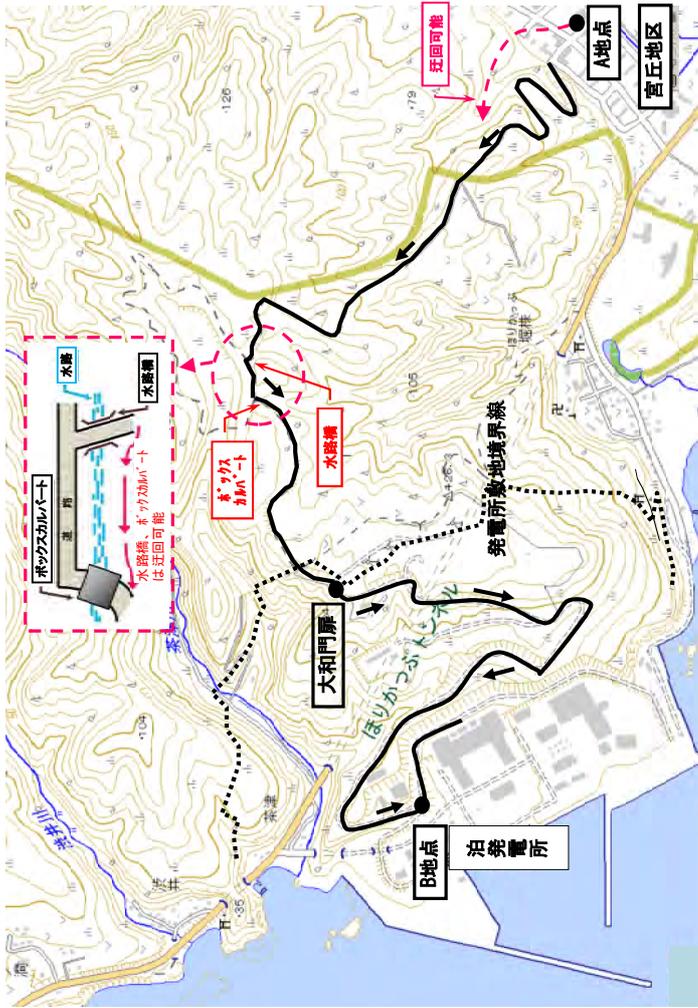
※1: 燃料油貯油槽(地下タンク)については、消防法上、燃料油を抜いての内部点検は必要ないが、今後の保全の参考とする目的で内部点検を計画していることから、1、2号機のいずれかまたは両方が停止中の場合は燃料油貯油槽1基が使用できないことを想定。

※2: 各号機において、軽油の消費を伴う給水が開始される時期が相違する場合は、最も早く軽油の消費を伴う給水が開始される時点から、全ての号機で軽油の消費を伴う給水が開始されるものとして評価。

※3: 上記※1、※2より、使用可能な燃料貯蔵量の観点からは、1号機が停止中であるため、2号機の運転状態に拠らず評価条件は同じである。燃料消費量の観点からは、2号機または3号機が運転中の場合に最も厳しい評価条件となることから、「1号機停止中・2号機運転中・3号機運転中」、「1号機停止中・2号機運転中・3号機停止中」、「1号機停止中・2号機停止中・3号機運転中」が最も早く燃料が枯渇する。

表10-4 地震、津波及び地震・津波の重畳時における炉心
及びSFP冷却継続時間の評価結果

		地震	津波	地震・津波の重畳
クリフエッジ	炉心	地震 1.86Ss	津波高さ T.P.15.0m	地震 1.86Ss 津波高さ T.P.15.0m
	SFP	地震 2Ss	津波高さ T.P.31.0m	地震 2Ss 津波高さ T.P.31.0m
冷却継続時間	炉心	約20日	約20日	約20日
	SFP	約20日	約20日	約20日

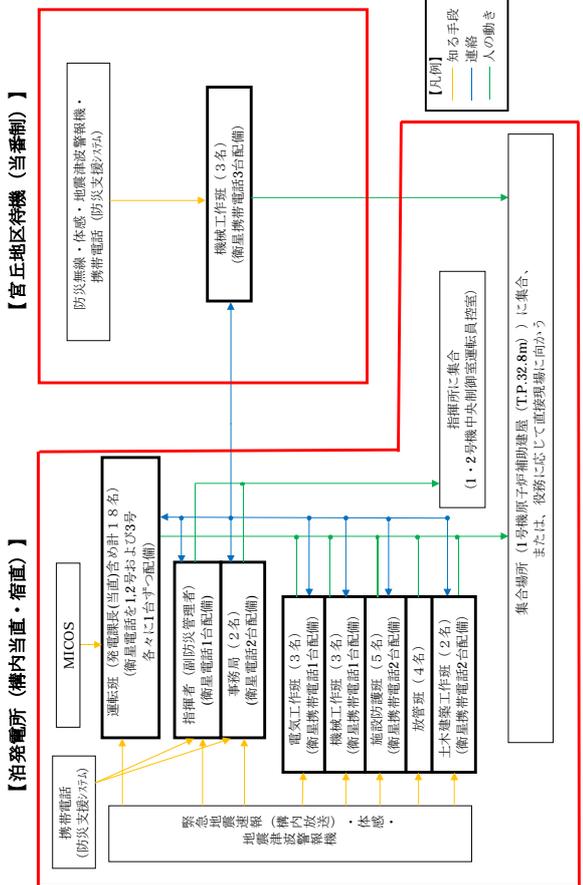


発電所近傍に居住している緊急安全対策要員数

	電力社員	協力会社	合計
宮丘地区	255名	71名	326名
地元4カ町村	80名	70名	150名
合計	335名	141名	476名

※ 平日、宮丘地区および地元4カ町村在住の緊急安全対策要員を集計した。(平成24年2月現在)

手段	MICOS (気象情報提供システム)	地震津波警報機	緊急地震速報 (構内放送)	防災無線 (J-ALERT)	携帯電話 (防災支援システム)
写真					
概要	日本気象協会のオンライン総合気象情報サービスで気象情報・警報・注意報・防災情報等が提供される。中央制御室に設置され、発生時等には警報と音声で周囲に知らせる。	FMラジオ放送の「緊急地震速報」の警報を放送すると、ラジオ音声により地震・津波の発生を知らせる。待機状態にある受信機のスイッチを自動的にオンにして行われる放送。	FMラジオ放送の「緊急地震速報」を常時監視し、いざれか急警報放送を放送すると、ラジオ音声により地震・津波の発生を知らせる。待機状態にある受信機のスイッチを自動的にオンにして行われる放送。	地元4カ町村全戸配布(街頭放送)されている無線でJ-ALERTを採用し地震発生時や津波警報時に自動的に放送が開始されるシステム。停電時も受信可能。	正式名称：北海道防災対策支援システム。北海道が行っているサベージで携帯電話から登録すると地震や津波警報等がメール配信されるシステム。



宮丘地区(A地点)から構内(B地点)までの距離と所要時間

	距離	所要時間	
		車両	徒歩
宮丘地区(A地点)⇒大和門扉	約3.5km	14分	6.3分
大和門扉⇒発電所構内(B地点)	約2.5km	5分	2.5分
合計		19分	8.8分

※ 所要時間は実測値
 ※ 徒歩実測時条件 夜間、強風、天候、雪(吹雪模様)、気温:-6.8℃、雪崩や橋の崩落を想定し一部の道路を大きく迂回して通行した。

図表-54

図10-4-1 泊発電所への社員の召集について

(単位:名)

1. 対策チーム毎の体制上の要員および作業項目※1

対策チーム	要員数	要員内訳		作業内容
		社員	協力会社	
指揮者	1	1	—	指揮命令
事務局	3	1	2	通報連絡、対策本部の運営、タワローの接続、移動発電機車等への燃料補給
電気工作班	7	6	1	電源確保 (6.6kVメタクラとの電源ケーブル接続、移動発電機車起動)
機械工作班	6	2	4	S/G、SFPへの給水確保 (送水ポンプ車、仮設ホース設置、給水、運転)
施設防護班	8	1	7	消防車退避、門扉開放、扉閉止、門設置
運転班	12 (1,2号機) 6 (3号機)	4 (1,2号機)	—	通報連絡、指揮命令、手順書確認、パラメータ監視、現場運転員への指示
		2 (3号機)	—	蓄圧タンク出口弁閉止
		3 (1名/号機)	—	不要直流負荷切離し、移動発電機車からの給電準備、充電器・予備充電器・蓄圧タンク出口充電源供給準備
		3 (1名/号機)	—	門設置 (1,2号機のみ)、主蒸気逃がし弁開度調整、恒設設備によるSFPへの給水
		3 (1名/号機)	—	移動発電機車からの給電準備、補助給水流量調整、RCP封水・冷却水隔離弁閉止
3 (1名/号機)	—	移動発電機車からの給電準備		
土木建築工作班	3	1	2	瓦礫除去 (ホイールローダー)、道路補修 (バックホウ)
放管班	5	1	4	門設置、管理区域の出入管理、放射線管理

※1：要員は泊発電所1～3号機として想定した。

2. 夜間・休日における初動対応要員確保の内訳

対策チーム※2	最少必要要員数※3	構内当直・宿直※4		宮丘地区待機 (当番制)		発電所近傍に居住している要員数 (平成24年2月現在)											
		社員	協力会社	社員	協力会社	平日夜間		休日		宮丘地区※5		地元4カ町村※6					
						社員	協力会社	社員	協力会社	社員	協力会社	社員	協力会社				
指揮者	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
事務局	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
電気工作班	7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
機械工作班	6	1 (1)	2 (1)	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
施設防護班	5	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
運転班※8	18	18 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
土木建築工作班	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
放管班	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
小計	45	25 (3)	13 (1)	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
合計	45※3	38 (4)※4		3※4		326		150		252		96					

※2：指揮者は各班長を代行する。

※3：最少必要人数とは、各班がそれぞれの初動対応における作業項目を制限時間内に完了することのできる最少人数とした。

※4：夜間休日の初動対応では、常駐している要員が相互に各班の役割を補完することから、最少必要要員数と構内当直・宿直者と宮丘地区待機者の合計は一致しない場合がある。代替電源確保作業は各班の()内人数が電気工作班を兼務することにより最少必要要員数7名を確保する。

※5：宮丘地区からの参集とは次に居住している要員とした；社員「社宅・みやおか寮、相木寮、桜木寮、はまなす寮、稲穂寮」、協力会社「宮丘地区の住居」

※6：地元4カ町村からの参集とは次に居住している要員とした；宮丘地区を除く地元4カ町村 (岩内町、共和町、泊村、神恵内村)

※7：施設防護班の協力会社人数は核物質防護上の観点から非公開としている。

※8：運転班員の居住地については値により構成が変わる為、代表例を記載した。最少必要要員18名は1,2号機要員(12名)と3号機要員(6名)の合計。

図表155

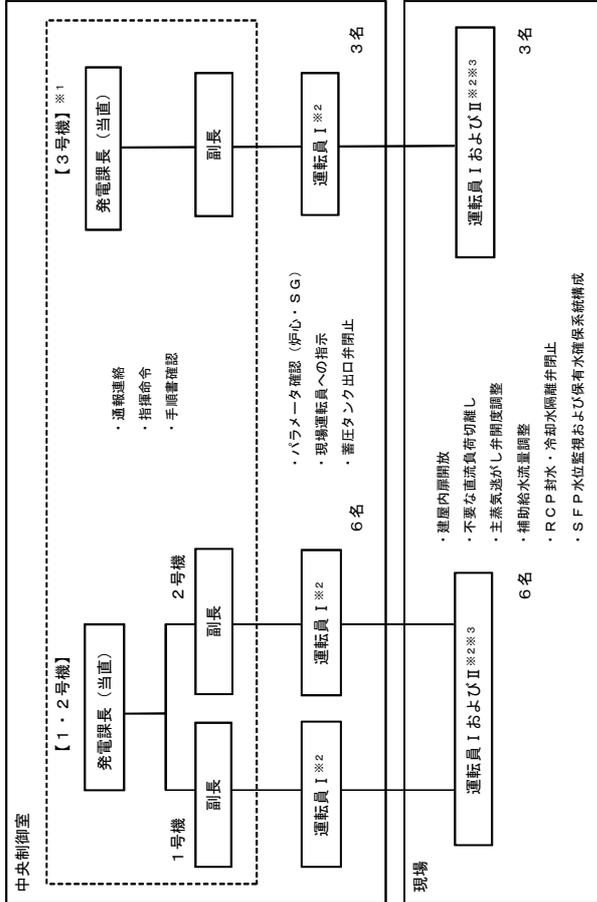
図10-4-2 防護措置に係る要員配置等

津波または地震等による電源機能喪失時の
泊発電所原子力災害対策本部の構成(対策チーム)

泊発電所原子力災害対策本部	
対策本部	本部長 副本部長 委員
	発電所長 発電所次長(技術系担当) 発電所次長 発電所次長 原子力教育センター長 品質保証室長

夜間休日の初動対応については発電所構内に当直している副防災管理者が事務局長および各班長の代行として指示する。なお、夜間休日の初動対応については、発電所当直・宿直者および宮丘地区待機者で対応し、実状に応じて役割を変更する。

泊1・2・3号機 全交流電源喪失時における対応体制(運転員)

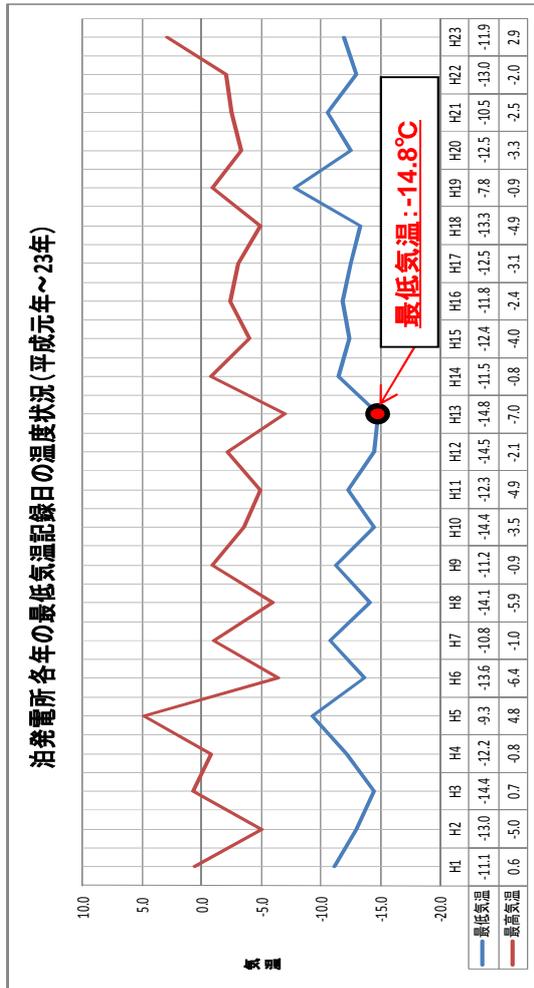


※1：3号機は独立プラント
※2：運転員 I とは、原子炉運転員、タービン電気運転員をいう。
※3：運転員 II とは、1次系巡視員、2次系巡視員をいう。

事務局 事務局長 運営課長	○事務局 ・対策本部の運営、通報連絡 ・移動発電機車の配置 ・タンクローリーの配置、接続
電気工作班 班長 電気保修課長	○電気工作班のうち代替給電チーム ・電源仮設ケーブルの布設、接続 ・給電 ・運転班(当直を含む)との連絡 ・対策本部との連絡・初動対応
機械工作班 班長 機械保修課長	○機械工作班のうち代替給水チーム ・送水ポンプ車、ホース等の準備、設置、現場での取り回し ・タンク等の水位の監視 ・取水、送水および給水 ・運転班(当直を含む)との連絡 ・対策本部との連絡
施設防護班 班長 施設防護課長	○施設防護班 ・消防車、消火ホースの準備、現場での取り回し ・取水および送水 ・運転班(当直を含む)との連絡 ・対策本部との連絡 ・初動対応
運転班 班長 発電課長 (運営統括)	○運転班 ・泊発電所運転要領に基づく運転操作 ・屋内消火栓からSFPへのホースの取り回し ・送水および給水 ・SFPの現場での水位監視 ・対策本部との連絡 ・初動対応
土木建築工作班 班長 土木建築課長	○土木建築工作班 ・構内通行路確保(がれき除去、道路補修) ・対策本部との連絡
放管班 班長 安全管理課長	○放管班 ・管理区域の出入管理 ・放射線管理 ・対策本部との連絡 ・初動対応

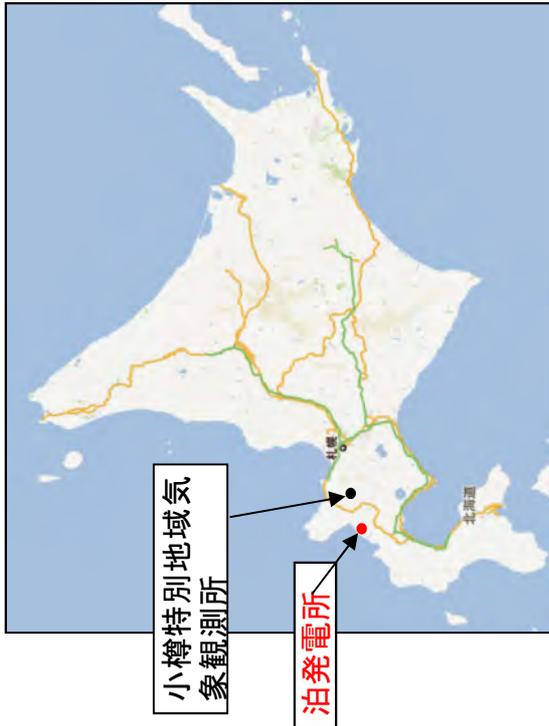
図表-56

図10-4-3 緊急時対応業務実施体制



※最高気温:最低気温記録日の日最高気温

図表-57



【参考】原子炉設置許可申請時において、冬期に暖房等が喪失した場合の影響について評価を実施済み
(初期条件:外気温-19°C,建屋内初期温度10°C,建屋内発熱なし)

1. 温度低下量

建屋内温度(原子炉格納容器以外)	約3°C/週
屋外タンク(保温有り)	約0.3°C/日

2. 評価結果

建屋内:冬期でも10°C以上に制御されており、また、熱源喪失後の温度降下はきわめて緩やかである。

建屋外:屋外タンクは保温材および電気ヒータにより冬期でも5°C以上に制御されており、熱源喪失後の温度降下は約0.3°C/日程度である。

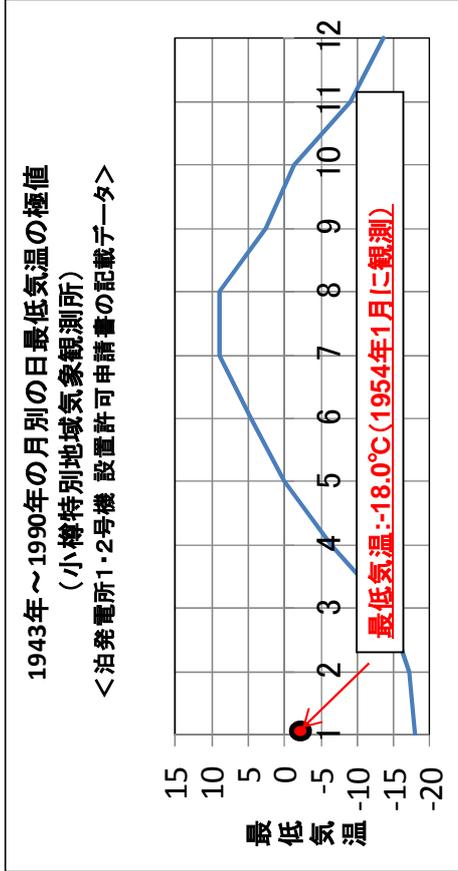
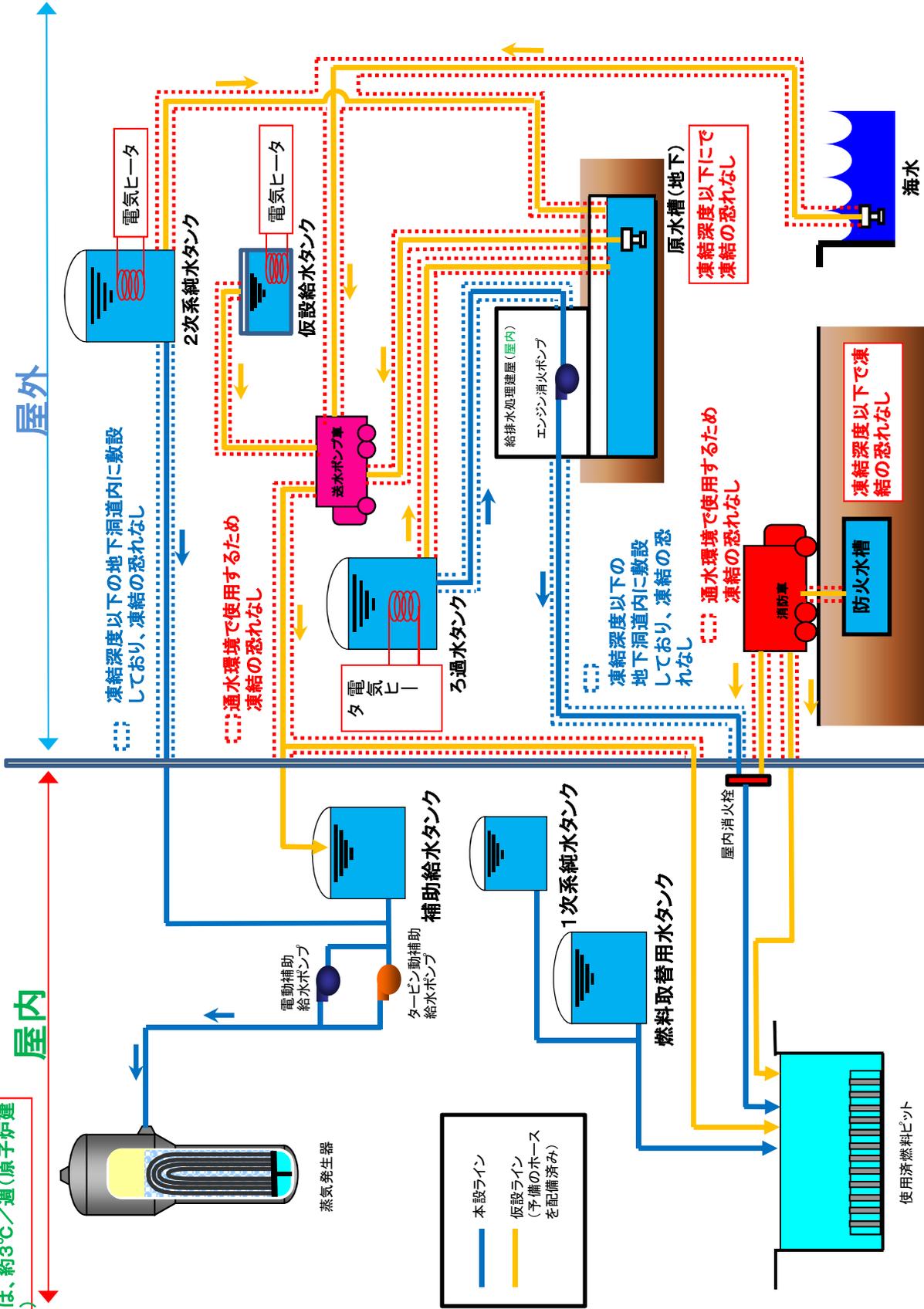


図10-5 凍結防止対策について(1/3)

建屋内の室温は通常10℃以上に維持されるように制御されている。(SBO後の降下量は、約3℃/週(原子炉建屋))



図表-58

図10-5 凍結防止対策について(2/3)

代替水源に係る対策

設備名	配置場所	確認結果
地震、津波、地震と津波の重量のいずれの場合でも使用可能な水源		
補助給水タンク	屋内(T.P.31.3m) 原子炉建屋	・SBO発生直後から約8時間使用する。初期水温は10℃以上あり、約8時間後の水温は約9.8℃以上であることから凍結の恐れ無し
燃料取替用水タンク	屋内(T.P.24.8m) 燃料取替用水タンク建屋	・SBO発生の約4日後から約8日後までの間使用する。初期水温は10℃以上あり、約8日後の水温は約6.5℃以上であることから凍結の恐れ無し ※温度が低下するとホウ酸が析出する可能性があるが、0℃においても析出しないことを確認。
その他の水源(津波単独時等)		
1次系純水タンク	屋内(T.P.31.8m) 原子炉建屋	・SBO発生の約8日後から約10日後までの間使用する。初期水温は10℃以上あり、約10日後の水温は約5.7℃以上であることから凍結の恐れ無し
原水槽、防火水槽	屋外(地下埋設)	・貯水部は凍結深度(約60cm)以下で地中の熱を受けていることから、凍結の恐れ無し。
2次系純水タンク	屋外(T.P.10m; 冬期は電気ヒータで5℃以上に加温、保温あり)	・SBO発生の1日目から約5日後までの間使用する。初期水温は5℃以上あり、約5日後の水温は3.5℃以上であることから凍結の恐れ無し。
ろ過水タンク	屋外(T.P.10m; 冬期は電気ヒータで6℃以上に加温、保温あり)	・SBO発生の約5日後から約17日後までの間使用する。初期水温は6℃以上あり、約17日後の水温は0.9℃以上であることから凍結の恐れ無し。

仮設設備等に係る対策

設備名	配置場所		確認結果
	保管場所	使用場所	
燃料(軽油)	屋外(地下埋設)		凍結 ・寒冷地仕様(特3号軽油)を使用
移動発電機車(2台)	屋外(T.P.31m)	屋外(T.P.31m)	・車は冬タイヤを装着 ・積雪10cm以上で構内除雪
仮設キュービクル(2基)		屋外(T.P.31m)	・凍結の恐れのある部位は無い
タンクローリー(3台)	屋外(T.P.39m, T.P.31m)	屋外(T.P.10m, T.P.31m)	・北海道で冬期も一般的に使用されている仕様であり凍結の恐れ無し(寒冷地仕様車) ・消防車は通常屋内保管(冬期は暖房設備で温度管理)
消防車(2台)	屋外(車庫)(T.P.10m)	屋外(T.P.10m 他)	・送水ポンプ車の最低使用温度は-19℃で設計されている。 ・通水環境で使用するため凍結の恐れ無し ・送水ポンプ車は通常屋内保管(冬期は暖房設備で温度管理)
送水ポンプ車(2台)、ホース等(予備あり)	屋外(倉庫)(T.P.39m, T.P.31m)	屋外(T.P.10m 他)	・送水ポンプ車の最低使用温度は-19℃で設計されている。 ・通水環境で使用するため凍結の恐れ無し ・送水ポンプ車は通常屋内保管(冬期は暖房設備で温度管理)
ホイールローダー(他にブルドーザーあり)	屋外(T.P.39m)	屋外(T.P.10m 他)	・燃料は寒冷地仕様(特3号軽油)を使用
仮設給水タンク(10基)		屋外(T.P.31m)	・冬期は電気ヒータにより加温されているため、凍結の恐れなし。

図10-5 凍結防止対策について(3/3)

事業者によるアクセス時間計測結果

	距離	所要時間	
		車両	徒歩
宮丘地区⇒大和門扉	約3.5 km	14分	63分
大和門扉⇒発電所構内	約2.5 km	5分	25分
	合計	19分	88分

防護措置に係る時間評価は、宮丘地区からの参集時間は実測時間を安全側に約2倍とし3時間(180分)としている。

訓練内容	日時等	メンバー	所要時間
雪(吹雪);昼間	平成24年2月2日 気温: -7.2°C 風速: 7.7m/s 積雪(道路): 約5cm	4名 (30代2名、40代1名、50代1名)	1時間24分 (一部道路以外の坂・平地部を進み、水路橋を迂回)
雪(吹雪);夜間	平成24年2月2日 気温: -7.5°C 風速: 6.8m/s 積雪(道路): 約5cm	3名 (20代1名、40代1名、50代1名)	1時間15分
雪(吹雪、強風);夜間 ※道路部以外の積雪(凍結)約5cm	平成24年2月15日 気温: -6.8°C 風速: 18.4m/s 積雪(凍結)約5cm	4名 (30代1名、40代2名、50代1名)	1時間28分 (一部道路以外の坂・平地部を進み、水路橋を迂回)

緊急安全対策要員数(夜間・休日)

	電力社員	協会社	合計
宮丘地区	192名	60名	252名
地元4力町村	26名	70名	96名
合計	218名	130名	348名

(平成24年2月時点)



アクセス道路に反射標識(ポール)を設置済み。

アクセスルート上の雪崩による影響を評価し、通行に支障を来たすことはないことを確認している。

参集条件の最も厳しい夜間・休日においても緊急安全対策要員は、当直・宿直(発電所構内に常駐する要員36名)および宮丘地区待機(緊急参集要員5名)とすることで確保している。発電所構内に常駐する要員は事態に即応し、緊急参集要員は3時間以内に構内に参集する。さらにその他の宮丘地区居住者(社員および協力会社社員の合計252名(休日))の参集率を30%としても少なくとも75名程度は3時間経過後からの随時参集が期待できるとしている。

図10-6 冬期における参集について

全交流電源喪失と最終ヒートシンク喪失の重畳時

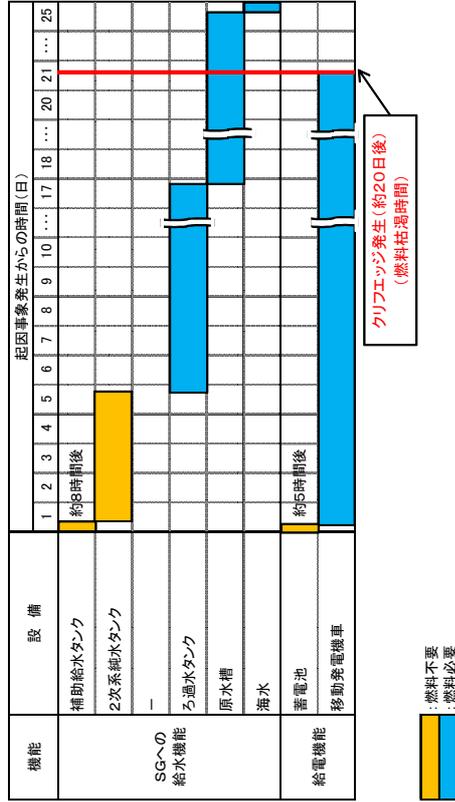
【平成23年12月6日時点(1号機)】

【平成23年12月26日時点(2号機)】

地震・津波の重畳による
全交流電源喪失と最終ヒートシンク喪失の重畳時

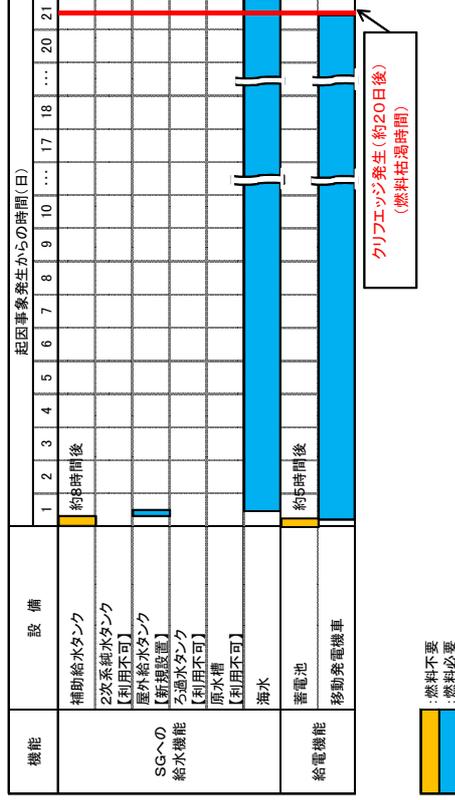
【平成24年6月1日時点(1号機)】

【平成24年6月1日時点(2号機)】



地震・津波の重畳時の 使用可否
○
x
耐震設計クラス
○*
x
耐震設計クラス
x
耐震設計クラス
○
○
○

※:地震・津波の重畳時に使用可能な水源として屋外給水タンクを新増設置



図表-61

図10-7 地震・津波の重畳時における炉心の冷却継続時間

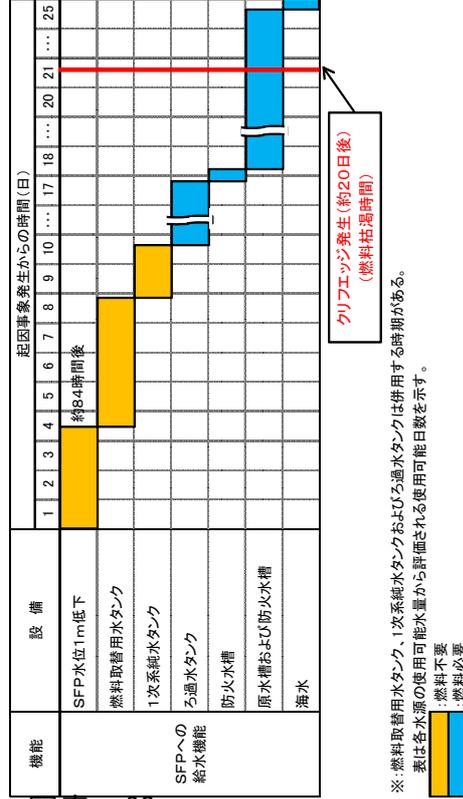
全交流電源喪失と最終ヒートシンク喪失の重畳時

【平成23年12月6日時点(1号機)】
【平成23年12月26日時点(2号機)】

地震・津波の重畳による
全交流電源喪失と最終ヒートシンク喪失の重畳時

【平成24年6月1日時点(1号機)】
【平成24年6月1日時点(2号機)】

図表-62



地震・津波の重畳時の 使用可否
-
○
x
耐震設計Cクラス
○

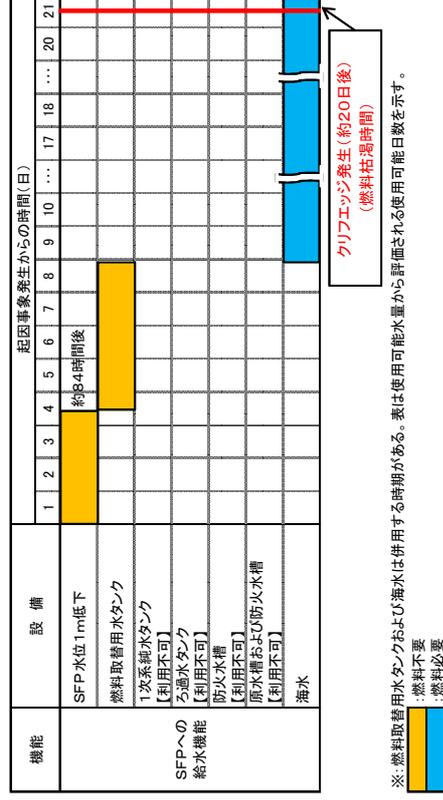


図10-8 地震・津波の重畳時におけるSFPの冷却継続時間(運転中)

全交流電源喪失と最終ヒートシンク喪失の重畳時

【平成23年12月6日時点(1号機)】

【平成23年12月26日時点(2号機)】

地震・津波の重畳による
全交流電源喪失と最終ヒートシンク喪失の重畳時

【平成24年6月1日時点(1号機)】

【平成24年6月1日時点(2号機)】

図表-63

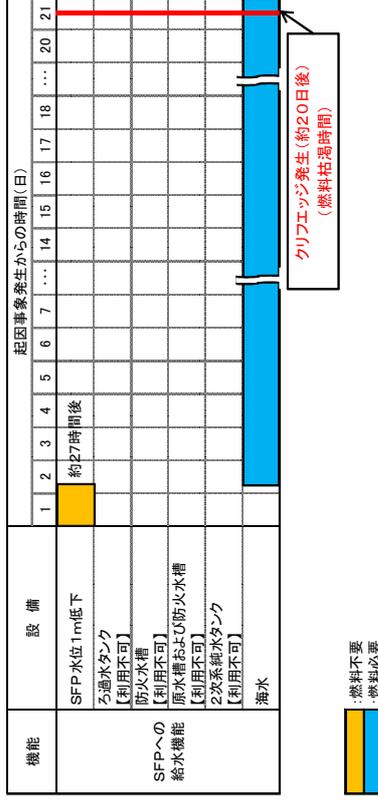
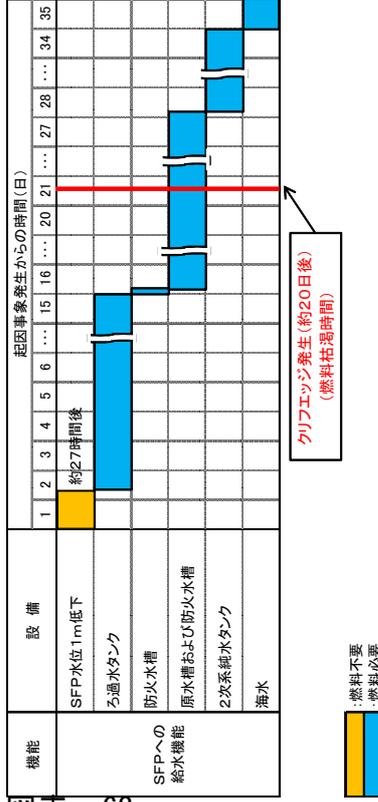


図10-9 地震・津波の重畳時におけるSFPの冷却継続時間(停止中)

表 1 1 - 1 安全機能別の A M 策、緊急安全対策等の整備状況

機能	A M 策	緊急安全対策等
原子炉の停止機能	①手動原子炉トリップ	
	②緊急ほう酸注入	
	③緊急 2 次系冷却	
	④緊急 2 次系冷却の多様化	
炉心冷却機能	①代替注入	・ 緊急時の最終的な除熱機能の確保
	② 2 次系強制冷却による低圧注入	
	③ 2 次系強制冷却による低圧再循環	
	④ 2 次系強制冷却によるサンプ水冷却	
	⑤水源補給による注入継続	
	⑥代替格納容器気相冷却	
	⑦ 1 次系注水・減圧	
	⑧代替給水	
	⑨ 2 次系水源補給	
	⑩フィードアンドブリード	
	⑪タービンバイパス系の活用	
	⑫代替再循環	
	⑬格納容器内自然対流冷却	
	⑭代替補機冷却	
	⑮クールダウン&リサーキュレーション	
放射性物質の閉じ込め機能	①代替格納容器気相冷却	・ 緊急時の S F P の冷却確保 ^(注) ・ 水素爆発防止対策
	②格納容器手動隔離	
	③格納容器内自然対流冷却	
	④格納容器内注水	
	⑤ 1 次系強制減圧	
安全機能のサポート機能	①電源復旧	・ 緊急時の電源確保（移動発電機車による給電）
	②直流電源確保	
	③補機冷却水系回復	
	④代替制御用空気供給	
	⑤代替補機冷却	
	⑥号機間電源融通	

(注) S F P への水の補給を行うものであり、格納容器機能喪失防止に関与するものではない。

表 1 1 - 2 炉心損傷に係るイベントツリーと防護措置の関係

機能	目的	防護措置	大破断 LOCA	中破断 LOCA	小破断 LOCA	余熱除去 系隔離弁 LOCA	蒸気発生 器は熱管 破損	A TWS	主給水 喪失	2次冷却 系の破断	過渡事象	手動停止	外部電源 喪失	補機冷却 水の喪失	
原子炉の 停止機能	制御棒挿入の代替	手動原子炉トリップ						○							
	2次系による炉心 冷却の代替	緊急ほう酸注入						○							
		緊急2次系冷却							○						
		緊急2次系冷却の多様化							○						
炉心冷却 機能	ECCS注入の 代替	代替注入	ECCSが自動起動しない場合および高圧注入系の代替として充てん系が使用できる場合の防護措置として有効である。												
		2次系錐形冷却による低圧注入	○	○	○								○	○	
	ECCS再循環の 代替	タービンバイパス系の活用		○	○	○									○
		2次系錐形冷却による低圧再循環		○	○	○									○
		水筒補給による注入継続		○											○
		タービンバイパス系の活用		○	○	○									○
		代替再循環		○	○	○									○
		代替補機冷却													○
	格納容器スプレイ の代替	2次系錐形冷却によるサンブク冷却		○	○	○									○
		代替格納容器気相冷却		○	○	○			○	○	○	○	○	○	○
		タービンバイパス系の活用		○	○	○									○
		格納容器内自然対流冷却		○	○	○									○
1次冷却材漏えい 箇所の隔離の代替	1次系注水・減圧														
	クールダウン&リサーキュレーション														
	代替給水													○	
2次系による 炉心冷却の代替	2次系水筒補給		補機給水系を長期にわたって使用する場合の防護措置として有効である。												
	フィードアンドブリード				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	タービンバイパス系の活用			○	○									○	
	緊急時の最終冷却が除熱機能の確保													○	
安全機能の サポート 機能	電源復旧	電源復旧												○	
	非常用電源の代替	直交流電源確保	全交流電源喪失時において直交流電源を長期にわたって使用する場合の防護措置として有効である。												
	原子炉補機冷却水 の代替	号機別電源融通													○
		緊急時の電力確保(移動発電機車による給電)													○
		補機冷却水系回復													○
制御用空気の代替	代替補機冷却												○		
	制御用空気の代替	代替制御用空気供給	空気(動作弁の作動等、制御用空気が要求される場合)の防護措置として有効である。												

表 1 1 - 3 格納容器機能喪失に係るイベントツリーと防護措置の関係

機能	目的	防護措置	カテゴリ 1	カテゴリ 2	カテゴリ 3	カテゴリ 4
炉心冷却機能	格納容器スプレイの代替	2次系強制冷却によるサブ水冷却		○	○	
		代替格納容器気相冷却		○	○	
		タービンバイパス系の活用		○	○	
		格納容器内自然対流冷却		○	○	
		代替格納容器気相冷却	○	○	○	○
		格納容器内自然対流冷却	○	○	○	○
		格納容器内注水	○	○	○	○
放射性物質の閉じ込め機能	2次系による炉心冷却の代替、1次冷却材漏えい箇所隔離の代替	1次系強制減圧			○	○
		格納容器隔離の代替	○	○	○	○
	水素爆発防止	水素爆発防止対策（アニュラスの排気）	格納容器外に水素が漏えいした場合の防護措置として有効である。			