

## 本評価における対象設備等の耐震重要度分類と評価上の扱い（1 / 2）

耐震 クラス	設備等の名称	本評価での扱い		
		評価上の扱い	評価対象 (炉心/SFP)	
S	i) 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系			—
	・ 原子炉容器	・ 原子炉格納容器は水密化されており、津波単独事象で、これらの機能が喪失することはないと評価		
	・ 蒸気発生器			
	・ 1次冷却材ポンプ			
	・ 加圧器			
	ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設			—
	・ 使用済燃料ピット	・ 使用済燃料ピットは、津波単独事象でその機能が喪失することはないと評価		
	・ 使用済燃料ピット補給水系	・ 緩和系：SFPにある燃料の重大な損傷を防止する収束シナリオの緩和系（フロントライン系）として考慮（※A）	SFP	
	iii) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設			—
	・ 制御棒クラスタおよび制御棒駆動装置	・ 原子炉格納容器は水密化されており、津波単独事象で、これらの機能が喪失することはないと評価		
	・ ほう酸注入（移送）系	・ 緩和系：炉心にある燃料の重大な損傷を防止する収束シナリオの緩和系（フロントライン系）として考慮（※B）	炉心	
	iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設			炉心
	・ 主蒸気系 (蒸気発生器～主蒸気隔離弁)	・ 緩和系：※B		
	・ 主給水系 (主給水逆止弁～蒸気発生器)	・ 緩和系：※B		
	・ 補助給水系	・ 緩和系：※B		
	・ 復水タンク	・ 緩和系：※B		
	・ 余熱除去系	・ 緩和系：※B		
	v) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設			炉心/SFP
	・ 安全注入系	・ 緩和系：※B		
	・ 余熱除去系（ECCS）	・ 緩和系：※B		
・ 燃料取替用水タンク	・ 緩和系：炉心及びSFPにある燃料の重大な損傷を防止する収束シナリオの緩和系（サポート系）として考慮（※C）			

本評価における対象設備等の耐震重要度分類と評価上の扱い (2 / 2)

耐震 クラス	設備等の名称	本評価での扱い		
		評価上の扱い	評価対象 (炉心/SFP)	
S	vi) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設			
	・原子炉格納容器	・原子炉格納容器は、津波単独事象でその機能が喪失することはないと評価。	—	
	vii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設で直接防ぐための施設で上記 vi) 以外の施設			
	・格納容器スプレイ系	・緩和系：※B	炉心	
	・燃料取替用水タンク (再掲)	・緩和系：※C	炉心/SFP	
	viii) 補助設備			
	・原子炉補機冷却水系	・起因事象：「補機冷却水の喪失」として考慮 ・緩和系：※C	炉心/SFP	
	・原子炉補機冷却海水系	・緩和系：※C	炉心/SFP	
	・非常用電源	・緩和系：※C	炉心/SFP	
	・計装設備	・緩和系：※C	炉心/SFP	
	・制御用空気系	・緩和系：※B	炉心	
B	・使用済燃料ピット冷却系	・起因事象：「SFP 冷却機能喪失」として考慮 ・緩和系：※A	SFP	
その 他	iv) その他			
	耐震 B, C クラス設備 (上記「使用済燃料ピット冷却系」を除く)	・起因事象：「過渡事象」、「主給水喪失」、「外部電源喪失」として考慮	炉心/SFP	

高浜発電所 設計津波高さに関する算定根拠説明資料

目 次

1	評価方法	1
2	既往津波の再現性の確認	4
2.1	文献調査等	4
2.2	既往津波の数値シミュレーション	4
(1)	対象津波の抽出	4
(2)	数値シミュレーションの手法	4
(3)	再現性の評価	4
3	想定津波による設計津波水位の検討	9
3.1	検討対象断層の選定	9
(1)	海域活断層	9
(2)	日本海東縁部	9
3.2	概略パラメータスタディ	14
(1)	海域活断層	14
(2)	日本海東縁部	14
(3)	詳細パラメータスタディ検討対象断層の抽出	14
3.3	詳細パラメータスタディ	14
(1)	海域活断層	14
(2)	日本海東縁部	14
(3)	設計想定津波	15
3.4	設計津波高さの算定	15
(1)	取水路等の水理特性を考慮した数値計算モデルによる検討	15
(2)	考慮する設計津波高さ	15
	参考文献	24

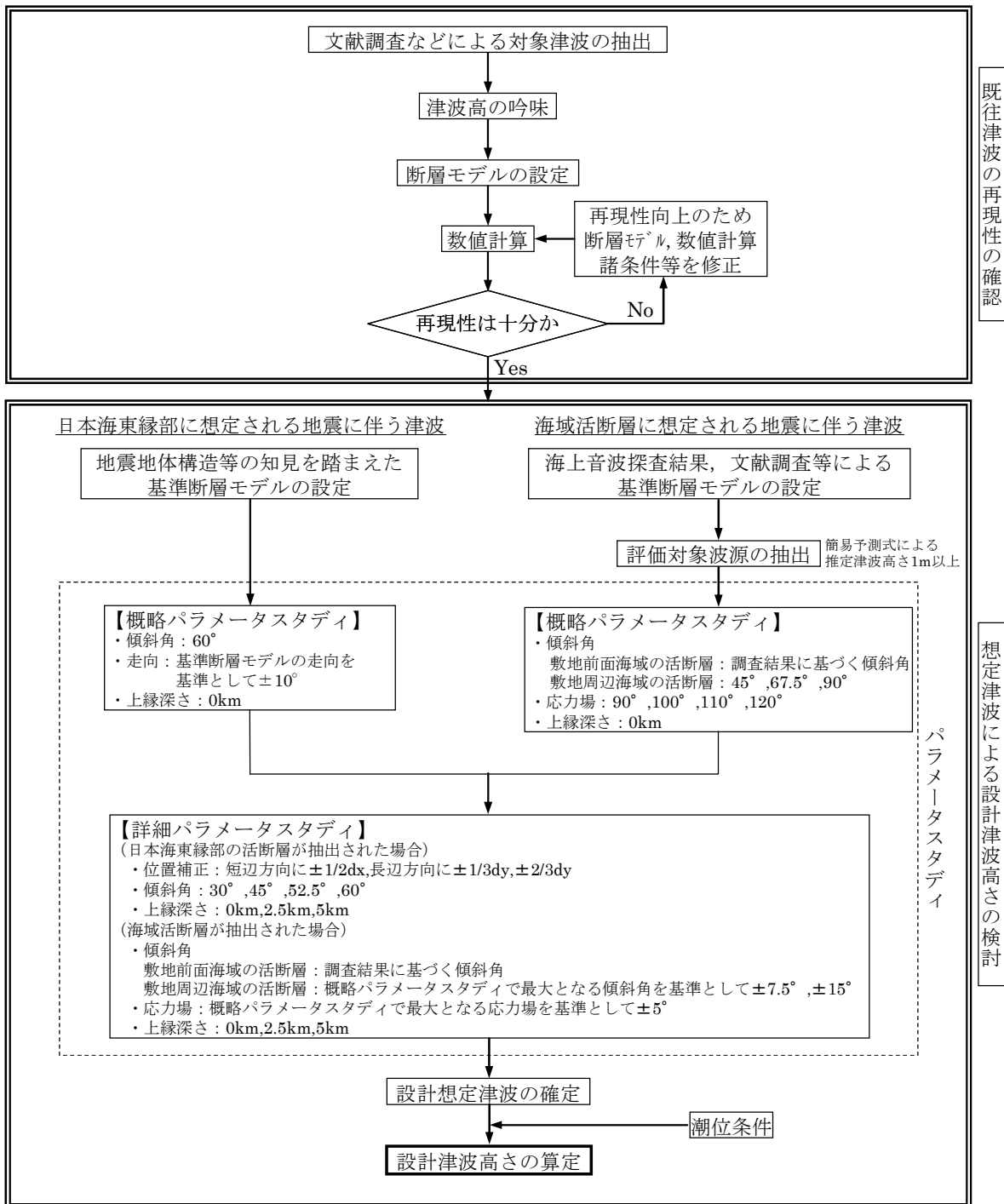
## 1 評価方法

想定津波による水位変動の評価は、「原子力発電所の津波評価技術」(土木学会, 2002年)<sup>(1)</sup>に基づき実施した。評価フローを第 1-1 図に示す。

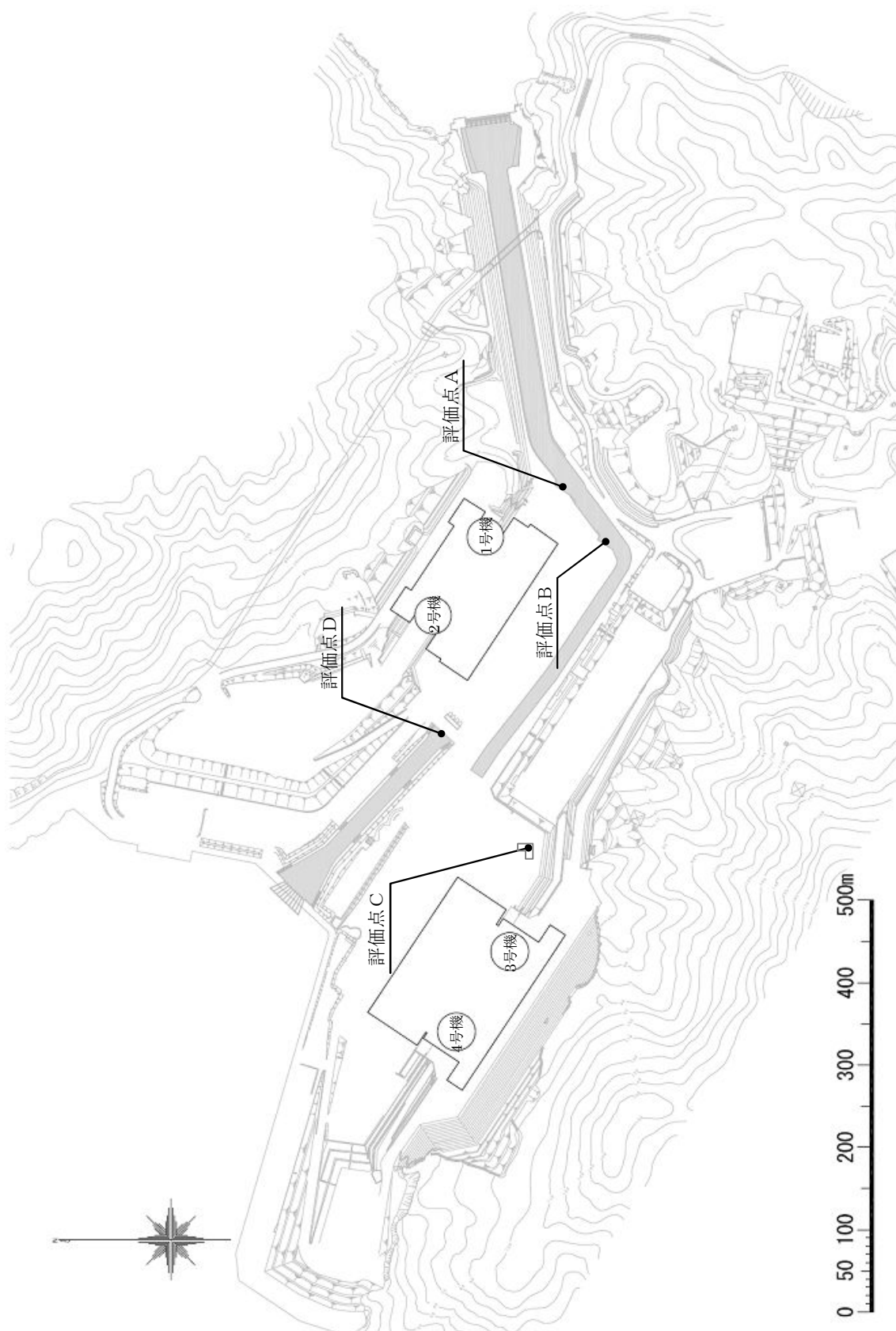
既往津波について、文献調査を基に敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる津波を抽出し、数値シミュレーションを行うことにより既往津波の再現性の検討を行い、解析モデル及び計算方法の妥当性確認を行う。

次に、想定津波として文献調査並びに敷地周辺の活断層調査結果に基づき、海域活断層及び日本海東縁部に想定される地震に伴う津波を設定し、これらを対象としたパラメータスタディを行うことにより、第 1-2 図に示す津波水位の評価地点における水位変動を検討し、設計想定津波を確定する。

次に、この設計想定津波に潮位条件を考慮し、設計津波高さを算定する。



第 1-1 図 評価フロー



第 1-2 図 津波水位評価地点位置図

## 2 既往津波の再現性の確認

敷地周辺の既往津波の発生状況及び痕跡高について文献調査を行い、敷地に影響を及ぼしたと考えられる既往津波を選定する。また、選定した既往津波について数値シミュレーションによる痕跡高の再現性検討を行い、解析モデル及び計算手法の妥当性を確認する。

### 2.1 文献調査等

既往津波に関して、文献調査<sup>(2)~(7)</sup>を実施した。文献調査によれば、若狭湾周辺に大きな被害をもたらした津波はなく、高浜発電所付近に比較的大きな水位変動を与えたと考えられる津波には、1983年日本海中部地震津波及び1993年北海道南西沖地震津波がある。

これらは高浜発電所で津波高さが記録されており、1983年日本海中部地震津波では0.85mの振幅を、1993年北海道南西沖地震津波ではT.P. - 0.02 ~ +0.67m (T.P.は東京湾平均海面)の水位変動を記録している。

### 2.2 既往津波の数値シミュレーション

#### (1) 対象津波の抽出

文献調査等の結果を踏まえ、既往津波の数値シミュレーションの対象津波として、1983年日本海中部地震津波及び1993年北海道南西沖地震津波を抽出した。

既往津波の検討に用いた断層モデルは、1983年日本海中部地震津波では相田(1984)<sup>(13)</sup>の「Model-10」を、1993年北海道南西沖地震津波では高橋他(1995)<sup>(14)</sup>の「DCRC-26 モデル」を基本とし、数値シミュレーションを行った。

#### (2) 数値シミュレーションの手法

数値シミュレーションの計算手法及び計算条件を第2-1表に示す。

地形のモデル化にあたっては、海上保安庁等による最新の地形図<sup>(17)~(20)</sup>及び海上音波探査の結果ならびに自社で実施している深淺測量の結果を用いて地形データを作成し、Shuto et al.(1986)<sup>(21)</sup>の基準に従って、水深と津波の周期から推定される津波の波長を基に、空間格子間隔を設定した。また、設定された空間格子間隔に対して、計算の安定条件(CFL条件)を満足するように、時間格子間隔を設定した。数値シミュレーションに用いた計算領域の空間格子間隔を第2-1図に示す。

#### (3) 再現性の評価

数値シミュレーションによる既往津波の再現性の評価は、敷地周辺及び日本海沿岸における痕跡高と数値シミュレーションによる計算結果との比較により実施した。

再現性の評価の指標としては、相田(1977)<sup>(22)</sup>による痕跡高と津波シミュ



レーションによる計算結果との比から求める幾何平均  $K$  及びばらつきを表す幾何標準偏差  $\kappa$  を用いた。

以下に幾何平均  $K$  及び幾何標準偏差  $\kappa$  の算定式を示す。

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i$$
$$\log \kappa = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - (\log K)^2 \right\}^{1/2}$$
$$K_i = \frac{R_i}{H_i}$$

ここで、 $R_i$  は  $i$  番目の地点の観測値（痕跡高）、 $H_i$  は  $i$  番目の地点の計算値である。なお、幾何平均  $K$  及び幾何標準偏差  $\kappa$  については、土木学会(2002)<sup>(1)</sup>により再現性の目安が以下のように示されている。

$$0.95 < K < 1.05$$

$$\kappa < 1.45$$

上記で設定した断層モデルを用いた数値シミュレーションによる計算結果と痕跡高との比較及びその再現性の評価の結果を第 2-2 図に示す。

1983 年日本海中部地震津波に対しては  $K=1.01$ 、 $\kappa=1.37$ 、1993 年北海道南西沖地震津波に対しては  $K=1.01$ 、 $\kappa=1.37$  が得られたことから、既往津波に対する数値シミュレーション結果の再現性は良好であり、解析モデル及び計算手法の妥当性が確認された。

第 2-1 表 数値シミュレーションの計算手法及び計算条件

設定項目		設 定	
計算手法	基礎方程式	非線形長波理論式及び連続式(後藤他(1982) <sup>(15)</sup> )	
	変数配置	スタガードシステム	
	連続式及び運動方程式の圧力項の差分	リープフロッグ法	
	移流項の差分	一次の風上差分法	
	摩擦項の差分	陰的に近似	
計算条件等	計算領域	対馬海峡から間宮海峡に至る東西方向約1,500km, 南北方向約2,000km	
	空間格子間隔	1,350m→450m→150m→50m→25m→12.5m	
	時間格子間隔	0.3秒 ※安定条件(CFL条件)を満足するように設定	
	初期条件	断層モデルを用いて, Mansinha et al.(1971) <sup>(16)</sup> の方法により計算される海底面の鉛直変位分布を初期条件とする	
	境界条件	沖側境界	特性曲線法をもとに誘導される自由透過の条件(後藤他(1982) <sup>(15)</sup> )
		陸域境界	完全反射条件
	海底摩擦	マンニングの粗度係数 $n=0.030$ (土木学会(2002) <sup>(11)</sup> )	
	水平渦動粘性係数	$0\text{m}^2/\text{s}$	
	計算時間	海域活断層に想定される地震に伴う津波：3.0時間 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波：6.0～7.5時間	

基礎方程式：非線形長波理論式及び連続式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + f_c \frac{MQ}{D^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + f_c \frac{NQ}{D^2} = 0$$

ここに,  $D = \eta + h$ ,  $M = uD$ ,  $N = vD$ ,  $Q = \sqrt{M^2 + N^2}$ ,  $f_c = gn^2 D^{-1/3}$ ,  $D$  : 全水深,  $\eta$  : 水面の鉛直変位量,  $h$  : 静水深,  $(u, v)$  :  $(x, y)$ 方向の流速,  $g$  : 重力加速度,  $n$  : マニングの粗度係数



領域番号	空間格子 間隔 $\Delta x(m)$	最大 水深 $h_{max}(m)$	CFL 条件 を満たす $\Delta t(sec)$ ※1
1	1350	3800	4.95
2,3	450	3700	1.67
4	150	240	2.19
5,6	50	90	1.19
7,8,9	25	80	0.63
10,11,12	12.5	60	0.36
13 ※2	6.25	10	0.44
14 ※2	3.125	10	0.22

※1 
$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{max}}}$$

ここに、

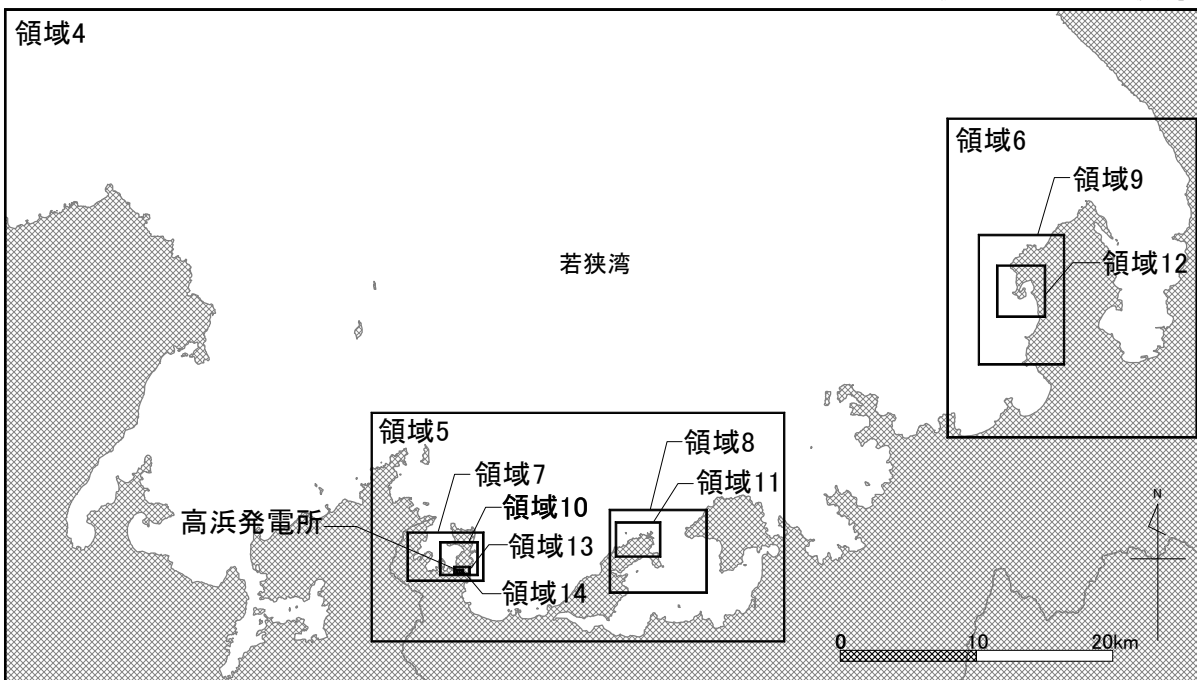
$\Delta x$  : 空間格子間隔

$\Delta t$  : 時間格子間隔

$h_{max}$  : 最大水深

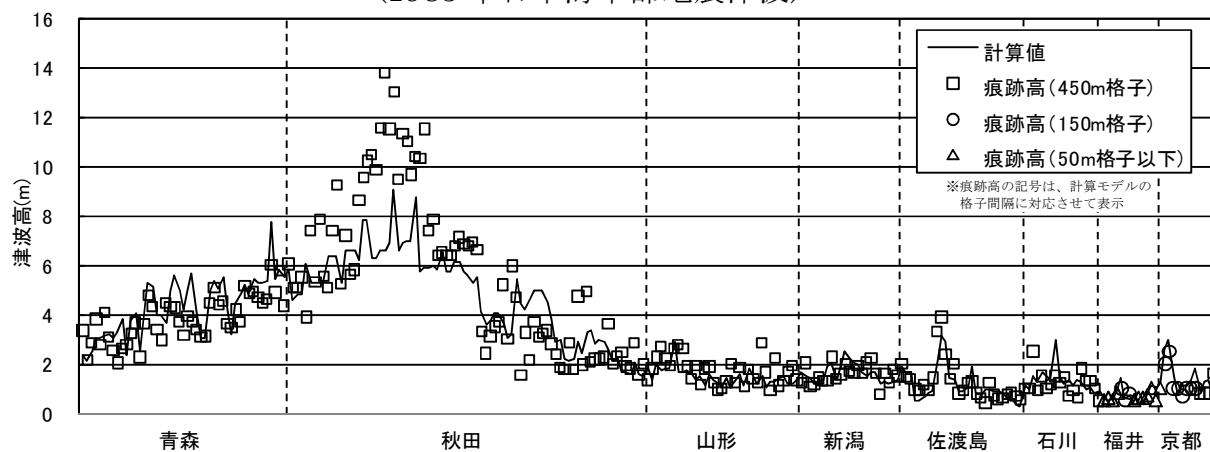
$g$  : 重力加速度

※2 領域 13, 14 の空間格子間隔が 6.25m, 3.125m の計算条件は「取水路等の水理特性を考慮した数値計算モデルによる検討」で使用



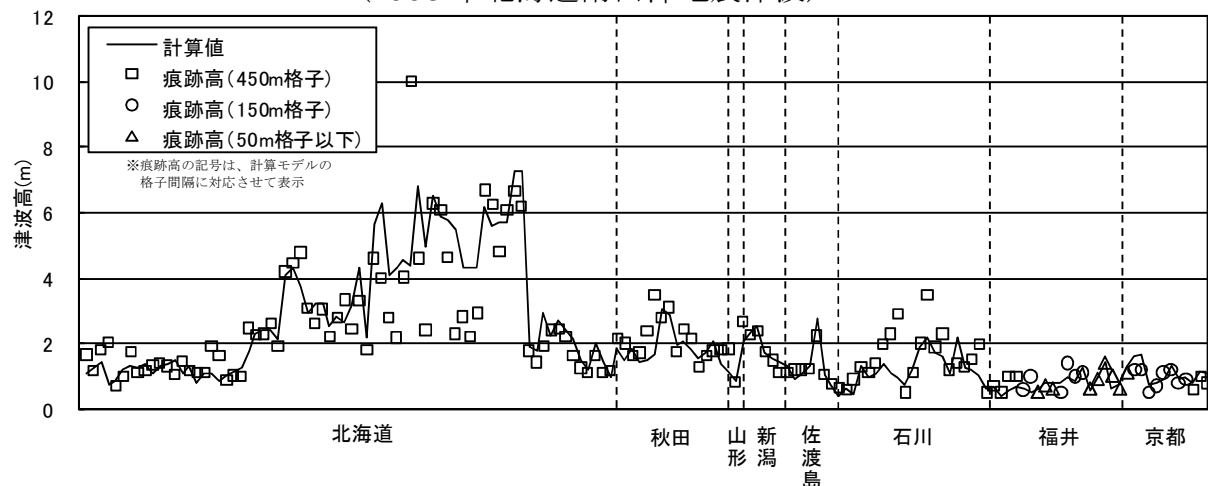
第 2-1 図 計算領域の空間格子間隔

計算結果と痕跡高の比較  
(1983年日本海中部地震津波)



※ 痕跡高は東北大学工学部津波防災実験所(1984)<sup>(8)</sup>による

(1993年北海道南西沖地震津波)



※ 痕跡高は後藤他(1994)<sup>(9)</sup>, 東北大学工学部災害制御研究センター(1994)<sup>(10)</sup>, 首藤他(1997)<sup>(11)</sup>, 阿部他(1994)<sup>(12)</sup>による

再現性の評価結果

対象津波	地点数 $n$	幾何平均 $K$	幾何標準偏差 $\kappa$
1983年日本海中部地震津波	259	1.01	1.37
1993年北海道南西沖地震津波	153	1.01	1.37

第 2-2 図 計算結果と痕跡高の比較及び再現性の評価結果

### 3 想定津波による設計津波水位の検討

津波の想定にあたっては、敷地周辺の海域活断層に想定される地震と日本海東縁部に想定される地震に伴う津波を対象とする。

海域活断層に想定される地震に伴う津波の数値シミュレーションにあたっては、土木学会(2002)<sup>(1)</sup>に基づき、合理的な範囲で想定津波の断層モデルに係る不確かさを考慮したパラメータスタディを実施した。

日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の数値シミュレーションにあたっては、土木学会(2002)<sup>(1)</sup>に基づき、日本海東縁部で想定される地震規模に応じた波源の基準断層モデルを設定し、この断層モデルの諸条件を合理的と考えられる範囲内で変化させてパラメータスタディを実施した。

パラメータスタディの結果、水位上昇、水位下降について発電所への影響が最も大きくなる設計想定津波を確定し、設計想定津波について詳細な数値シミュレーションを実施して設計津波高さを算定した。

なお、検討対象断層の抽出、設計想定津波の確定にあたっては、水位変動量のみではなく、地盤変動に伴う評価対象レベルの変動も考慮した。

#### 3.1 検討対象断層の選定

##### (1) 海域活断層

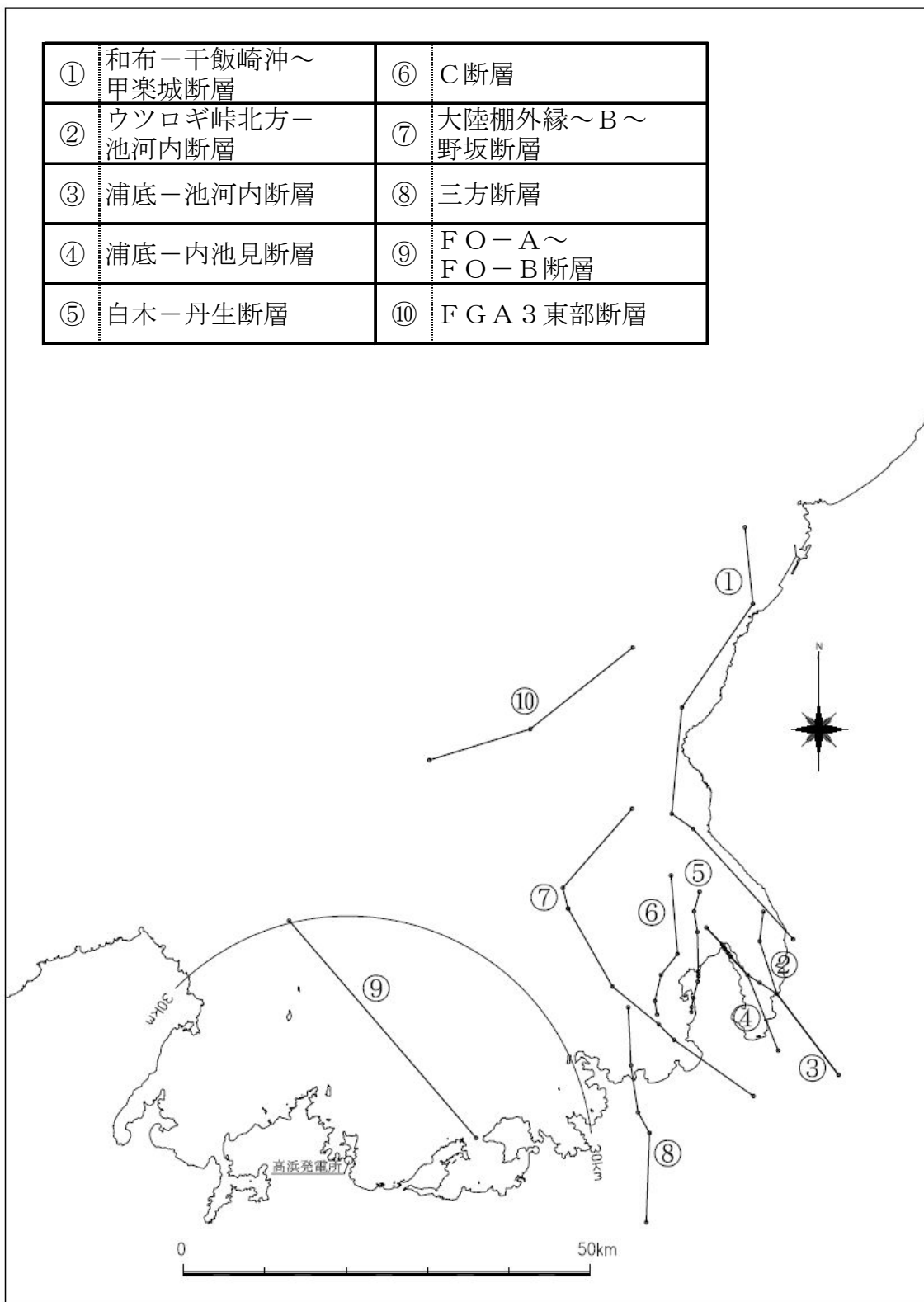
検討対象断層は、敷地前面海域及び敷地周辺海域において後期更新世以降の活動を考慮する断層とする。敷地前面海域及び敷地周辺海域における検討対象断層を第 3-1 図に示す。

これらの断層について阿部(1989)<sup>(23)</sup>の簡易予測式により推定津波高さを算定し、数値シミュレーションを実施する評価対象波源を抽出した。簡易予測式による推定津波高さを第 3-2 図に、簡易予測式による推定津波高さを第 3-1 表に示す。

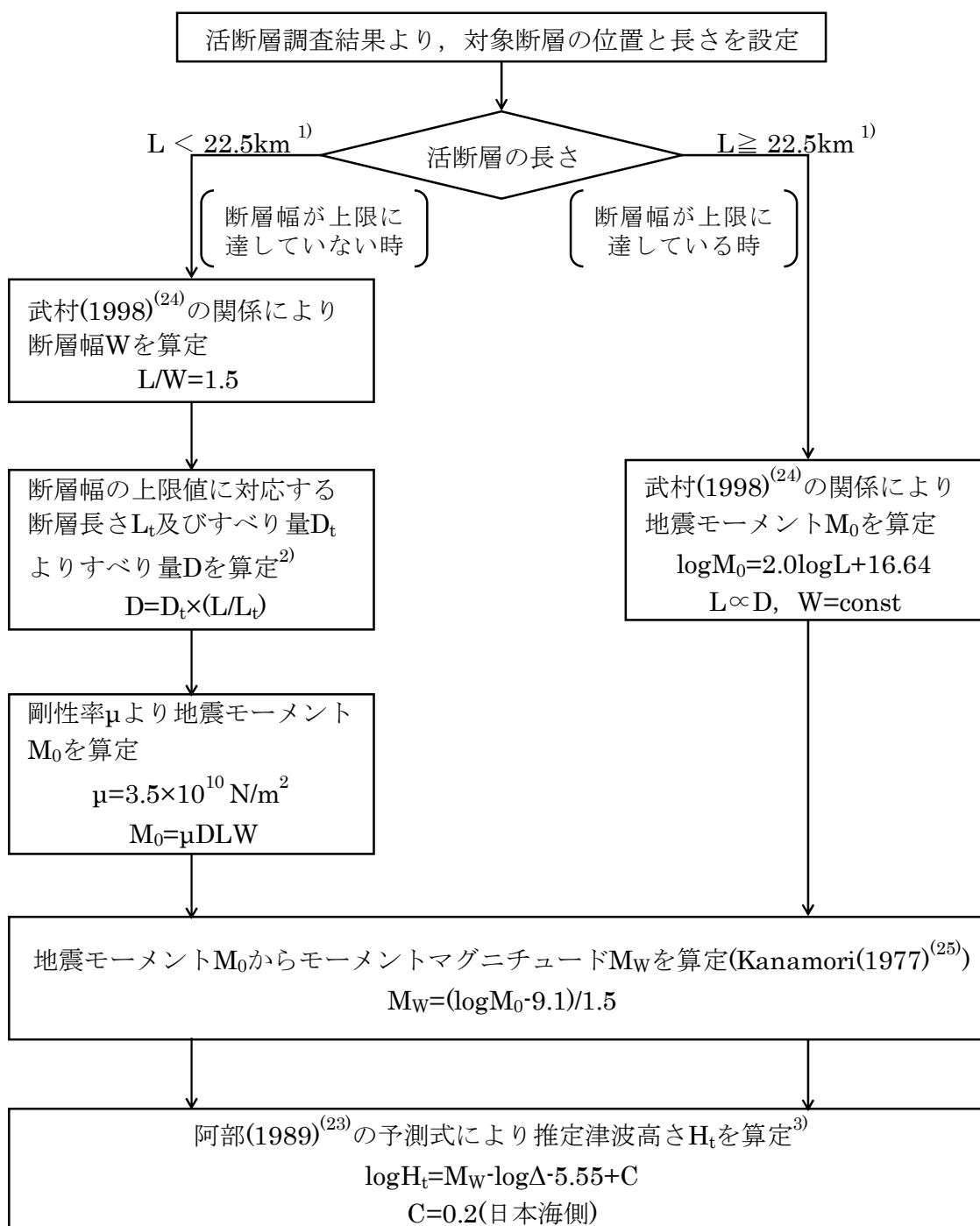
その結果、推定津波高さが 1m 以上となる和布一干飯崎沖～甲楽城断層、大陸棚外縁～B～野坂断層、三方断層、FO-A～FO-B断層を抽出した。

##### (2) 日本海東縁部

日本海東縁部の想定津波として、北海道沖から新潟県沖までの広範囲な海域にモーメントマグニチュード  $M_w=7.85$  の基準断層モデルを設定した。第 3-3 図に日本海東縁部における検討対象断層を示す。



第 3-1 図 敷地前面および敷地周辺における検討対象断層



1) 断層幅の上限  $W_t$  は、地震発生層の厚さ  $H_e$  を 15km とし、傾斜角  $\delta$  を  $90^\circ$  ( $45 \sim 90^\circ$  のうち  $M_w$  が最大となる値) とした際には、 $W_t = H_e / \sin \delta = 15 \text{ km}$  となる。断層幅の上限に対応する断層長さ  $L_t$  は、 $L_t = 1.5 W_t = 22.5 \text{ km}$  となる。

2) 断層幅の上限に対応するすべり量  $D_t$  は、モーメントマグニチュードを  $M_{wt} = (\log L_t + 3.77) / 0.75 = 6.83$ 、地震モーメントを  $M_{0t} = 10^{(1.5 M_{wt} + 9.1)} = 2.21 \times 10^{19} \text{ Nm}$ 、剛性率を  $\mu = 3.5 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$  とした際には、 $D_t = M_{0t} / (\mu L_t W_t) = 1.87 \text{ m}$  となる。

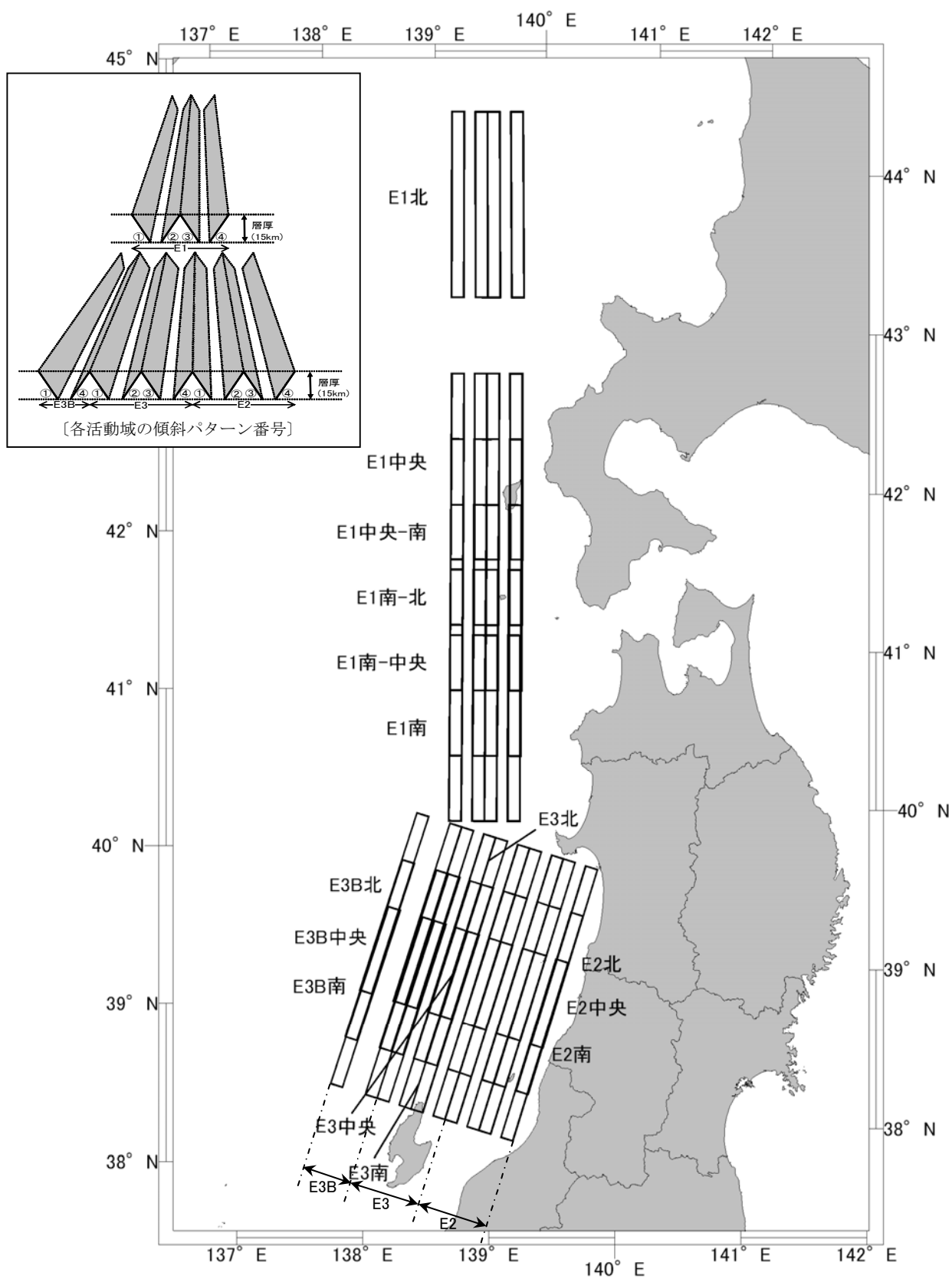
3)  $\log r_0 = 0.5 M_w - 2.25$  より求まる  $r_0$  に対して、 $\Delta \leq r_0$  となる場合は  $\log H_t = 0.5 M_w - 3.30 + C$ 、 $C = 0.2$  (日本海側) より求まる  $H_t$  を推定津波高さとする。

第 3-2 図 簡易予測式による推定津波高さの算定フロー

第 3-1 表 簡易予測式による推定津波高さ

断層名	断層長さ L	断層幅 W	すべり量 D	地震 モーメント M0	モーメント マグニチュード Mw	敷地から断層 までの距離 Δ	推定津波高さ Ht or Hr
	(km)	(km)	(m)	(N・m)	-	(km)	(m)
① 和布一干飯崎沖～ 甲楽城断層	60	15.0	—	$1.57 \times 10^{20}$	7.40	65.8	1.71
② ウツロギ峠北方～ 池河内断層	23	15.0	—	$2.31 \times 10^{19}$	6.85	57.7	0.55
③ 浦底～池河内断層	25	15.0	—	$2.73 \times 10^{19}$	6.90	57.5	0.62
④ 浦底～内池見断層	18	12.0	1.50	$1.13 \times 10^{19}$	6.64	54.9	0.35
⑤ 白木～丹生断層	15	10.0	1.25	$6.55 \times 10^{18}$	6.48	50.9	0.27
⑥ C断層	18	12.0	1.50	$1.13 \times 10^{19}$	6.64	48.9	0.40
⑦ 大陸棚外縁～B～ 野坂断層	49	15.0	—	$1.05 \times 10^{20}$	7.29	39.9	2.18
⑧ 三方断層	27	15.0	—	$3.18 \times 10^{19}$	6.94	37.1	1.05
⑨ FO-A～ FO-B断層	35	15.0	—	$5.35 \times 10^{19}$	7.09	17.1	2.79
⑩ FGA3 東部断層	29	15.0	—	$3.67 \times 10^{19}$	6.98	59.5	0.72





第 3-3 図 日本海東縁部における検討対象断層

### 3.2 概略パラメータスタディ

#### (1) 海域活断層

概略パラメータスタディでは、土木学会(2002)<sup>①</sup>に基づき、不確定性が存在する因子のうち、広域応力場等を合理的と考えられる範囲で変化させた数値シミュレーションを実施した。

水位上昇量が最大となるケースは、大陸棚外縁～B～野坂断層による地震に伴う津波であり、水位下降量が最大となるケースは、F O - A ～ F O - B断層による地震に伴う津波であった。

#### (2) 日本海東縁部

概略パラメータスタディでは、土木学会(2002)<sup>①</sup>に基づき、不確定性が存在する因子のうち、基準断層モデルの走向を合理的と考えられる範囲内で変化させたパラメータスタディを実施した。

水位上昇量が最大となるケースは、E3B 南活動域による地震に伴う津波であり、水位下降量が最大となるケースは、E3 南活動域による地震に伴う津波であった。

#### (3) 詳細パラメータスタディ検討対象断層の抽出

海域活断層及び日本海東縁部の概略パラメータスタディの検討結果より、詳細パラメータスタディにおける検討対象断層としては、水位上昇側については、大陸棚外縁～B～野坂断層を抽出した。

一方、水位下降側については、日本海東縁部の断層（E3 南）を抽出した。また、水位下降量は小さいが、地盤変動量を考慮した場合に、取水への影響が大きいF O - A ～ F O - B断層についても検討対象断層として抽出した。

### 3.3 詳細パラメータスタディ

#### (1) 海域活断層

詳細パラメータスタディでは、土木学会(2002)<sup>①</sup>に基づき、概略パラメータスタディのパラメータ変動範囲を補間するように広域応力場及び上縁深さを変化させた場合の数値シミュレーションを実施した。

水位上昇量が最大となるケースは、大陸棚外縁～B～野坂断層の断層条件が広域応力場  $90^\circ$  ，上縁深さ 0km とした場合であった。

#### (2) 日本海東縁部

詳細パラメータスタディでは、土木学会(2002)<sup>①</sup>に基づき、地震発生領域に対して断層の位置を補間的に移動させるとともに、傾斜角及び上縁深さを変化させた場合の数値シミュレーションを実施した。

水位下降量が最大となるケースは、E3 南活動域の断層条件が傾斜パターン①，走向  $20^\circ$  ，基準位置，傾斜角  $60^\circ$  ，上縁深さ 0km とした場合で

あった。

### (3) 設計想定津波

海域活断層及び日本海東縁部の詳細パラメータスタディの検討結果より、水位上昇側については、発電所への影響が大きい大陸棚外縁～B～野坂断層（広域応力場  $90^\circ$ ，上縁深さ 0km）の地震に伴う津波を設計想定津波と確定した。

一方、水位下降側については、日本海東縁部の断層〔E3 南活動域〕（傾斜パターン①，走向  $20^\circ$ ，基準位置，傾斜角  $60^\circ$ ，上縁深さ 0km）の地震に伴う津波に加え、水位下降量は小さいが、地盤変動量を考慮した場合に取水への影響が大きいF O - A～F O - B断層（傾斜角  $90^\circ$ ，広域応力場  $90^\circ$ ，上縁深さ 0km）を設計想定津波と確定した。

## 3.4 設計津波高さの算定

### (1) 取水路等の水理特性を考慮した数値計算モデルによる検討

設計想定津波に対して、詳細な格子分割にするとともに取水路等の水理特性を考慮した数値計算モデルによる数値シミュレーションを実施し、設計津波高さの検討を行った。

数値シミュレーションにより算出された水位変動量に、東京湾平均海面 (T.P.)を用いた潮位条件（朔望平均満潮位 T.P.+0.41m，朔望平均干潮位 T.P. - 0.06m）を考慮し、設計津波高さを算出した。

取水路等の水理特性を考慮した数値計算モデルを第 3-4 図に、数値シミュレーションの計算手法及び計算条件を第 3-2 表に示す。

### (2) 考慮する設計津波高さ

大陸棚外縁～B～野坂断層（広域応力場  $90^\circ$ ，上縁深さ 0km）による最大水位上昇量の分布を第 3-5 図に、また代表地点位置における水位の時系列変化を第 3-6 図に示す。水位上昇に関する設計津波高さは、評価点 A で T.P.+2.33m，評価点 B で T.P.+2.24m，評価点 C で T.P.+2.60m，評価点 D で T.P.+2.21m である。

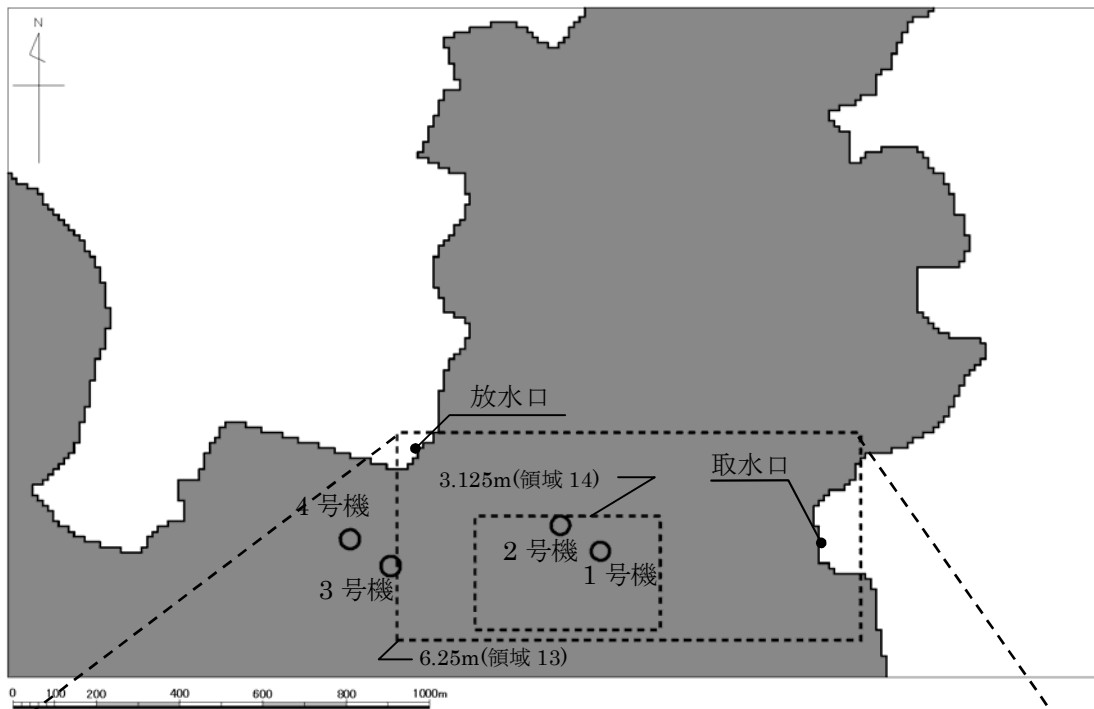
日本海東縁部の断層〔E3 南活動域〕（傾斜パターン①，走向  $20^\circ$ ，基準位置，傾斜角  $60^\circ$ ，上縁深さ 0km）による最大水位下降量の分布を第 3-7 図に、また代表地点位置における水位の時系列変化を第 3-8 図に示す。水位下降に関する設計津波高さは、評価点 A で T.P. - 1.94m，評価点 B で T.P. - 2.07m，評価点 C で T.P. - 2.73m である。

F O - A～F O - B断層（傾斜角  $90^\circ$ ，広域応力場  $90^\circ$ ，上縁深さ 0km）による最大水位下降量の分布を第 3-9 図に、また代表地点位置における水位の時系列変化を第 3-10 図に示す。水位下降に関する設計津波高さは、評価点 A で T.P. - 1.60m，評価点 B で T.P. - 1.63m，評価点 C で T.P. - 2.45m であるが、地盤変動量を考慮しても、影響の程度は日本海東縁部の断層〔E3

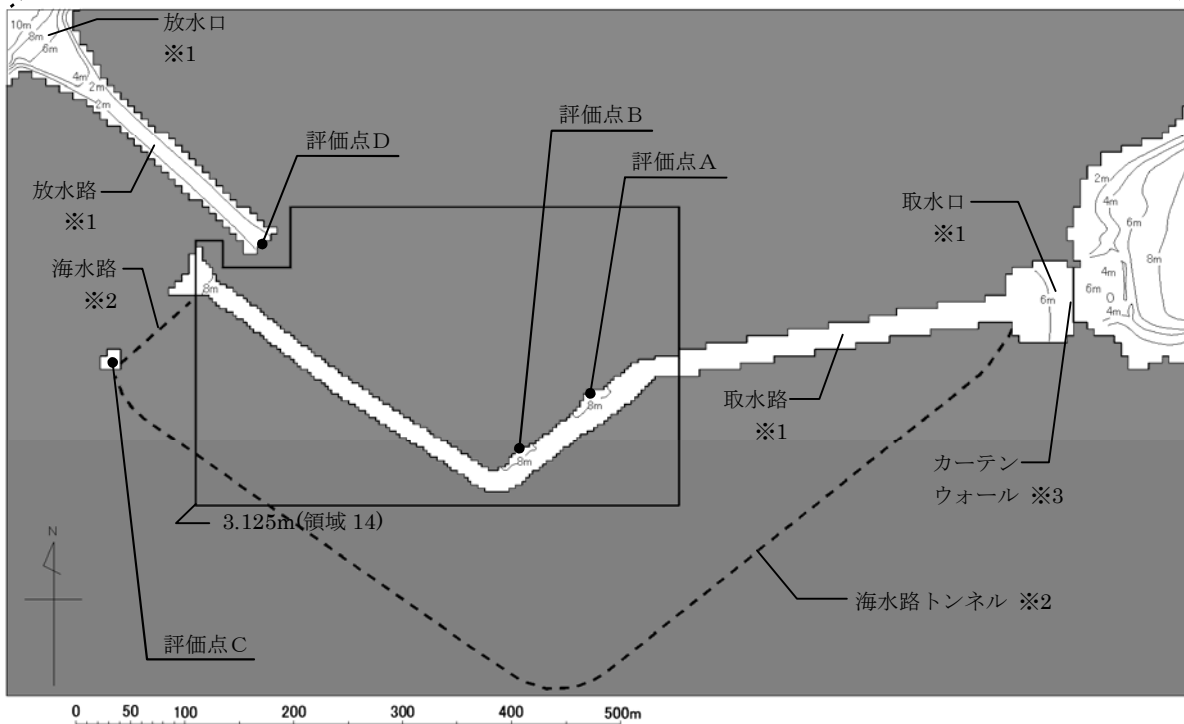
南活動域] より小さかった。

第 3-3 表に設計津波高さの算定結果を示す。最終的に高浜発電所において考慮する設計津波高さは、上昇側については T.P.+2.60m, 下降側については T.P. - 2.73m とする。

12.5m(領域 10)



[取水路等の水理特性を考慮した数値計算モデル]



- ※1 取・放水口, 取・放水路 (開水路) は, 6.25m 格子および 3.125m 格子により非線形長波理論式及び連続式で計算
- ※2 海水路・海水路トンネル (管路) は, 仮想スロットモデルにより一次元不定流の連続式及び運動方程式で計算
- ※3 本間公式および土木研究所(1996)<sup>(26)</sup>による計算式から, 越流量および開口部通過流量を計算

第 3-4 図 取水路等の水理特性を考慮した数値計算モデル

第 3-2 表 取水路等の水理特性を考慮した計算手法及び計算条件

項目		設定値
基礎方程式		開水路(海域を含む)：非線形長波理論式及び連続式(後藤他(1982) <sup>(15)</sup> ) 管路：仮想スロットモデルによる一次元不定流の連続式及び運動方程式
計算領域		津波の数値シミュレーションの計算領域に加え、取水口～取水ポンプ室、放水口～放水路を考慮
空間格子間隔		1,350m→450m→150m→50m→25m→12.5m→6.25m→3.125m
時間格子間隔		0.1s(安定条件 (CFL 条件) を満足するように設定)
境界条件	沖側境界	特性曲線法をもとに誘導される自由透過の条件(後藤他(1982) <sup>(15)</sup> )
	陸側境界	発電所敷地(取水口付近)：陸上遡上を考慮(マニングの粗度係数 $n=0.015$ ) 上記以外：完全反射条件
	カーテンウォール部	水位が天端高を越えない場合：土木研究所(1996) <sup>(26)</sup> による計算式から求まる開口部の通過流量を与え 水位が天端高を越える場合：本間公式から求まる越流量に加え、開口部の通過流量も与える
取水条件	循環水ポンプ 取水量	1号機：50.56m <sup>3</sup> /s, 2号機：50.56m <sup>3</sup> /s, 3号機：60.83m <sup>3</sup> /s, 4号機：60.28m <sup>3</sup> /s
	海水ポンプ 取水量	1号機：2.67m <sup>3</sup> /s, 2号機：2.67m <sup>3</sup> /s, 3号機：1.42m <sup>3</sup> /s, 4号機：1.42m <sup>3</sup> /s
	合計取水量	1号機：53.23m <sup>3</sup> /s, 2号機：53.23m <sup>3</sup> /s, 3号機：62.25m <sup>3</sup> /s, 4号機：61.70m <sup>3</sup> /s
取・放水路の摩擦損失係数		マニングの粗度係数 $n=0.015$ (それ以外の海域では $n=0.03$ )
計算時間		海域活断層に想定される地震に伴う津波：地震発生後 3.0 時間 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波：地震発生後 6.0 時間

### 基礎方程式

#### (1)開水路の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + f_c \frac{MQ}{D^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + f_c \frac{NQ}{D^2} = 0$$

ここに、 $D = \eta + h$ ,  $M = uD$ ,  $N = vD$ ,  $Q = \sqrt{M^2 + N^2}$ ,  $f_c = gn^2 D^{-1/3}$ ,  $D$ ：全水深,  $\eta$ ：水面の鉛直変位量,  $h$ ：静水深,  $(u, v)$ ： $(x, y)$ 方向の流速,  $g$ ：重力加速度,  $n$ ：マニングの粗度係数

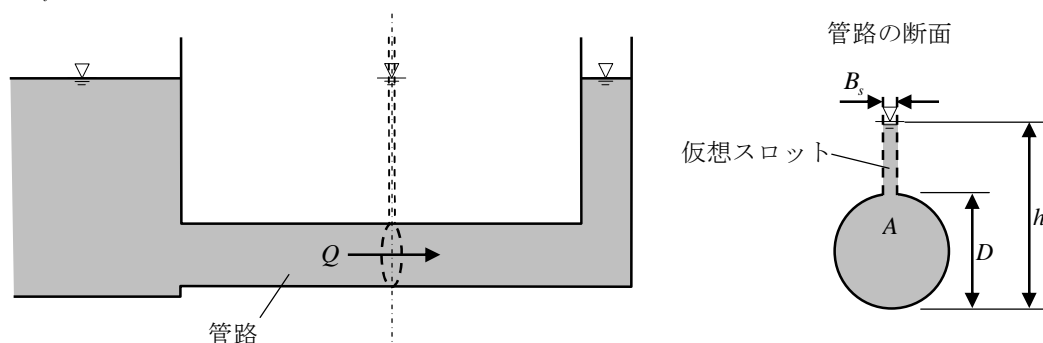
#### (2)管路の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + g \frac{\partial M}{\partial x} = gA(s_0 - s_f)$$

ここに、 $A = A_0 + B_s(h - D)$ ,  $B_s = \frac{gA_0}{a^2}$ ,  $M = \frac{Q^2}{gA} + h_c A \cos \theta$ ,  $S_0 = -\sin \theta = -dz/dx$ ,

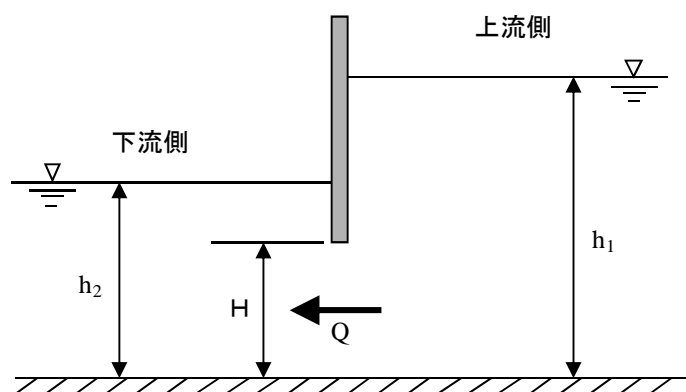
$S_f = \frac{n^2 Q |Q|}{R^{4/3} A^2}$ ,  $A$ : 流水断面積,  $A_0$ : 管断面積(円形の場合  $\pi D^2/4$ ),  $B_s$ : 仮想スロット幅,  $h$ : 水深(圧力水頭),  $D$ : 管径(円形の場合),  $g$ : 重力加速度,  $a$ : 圧力伝播速度,  $Q$ : 流量,  $M$ : 比力,  $h_g$ : 水面から図心までの距離,  $s_0$ : 水路底勾配,  $S_f$ : 摩擦勾配,  $n$ : マニングの粗度係数,  $R$ : 径深



境界条件 [カーテンウォール部]

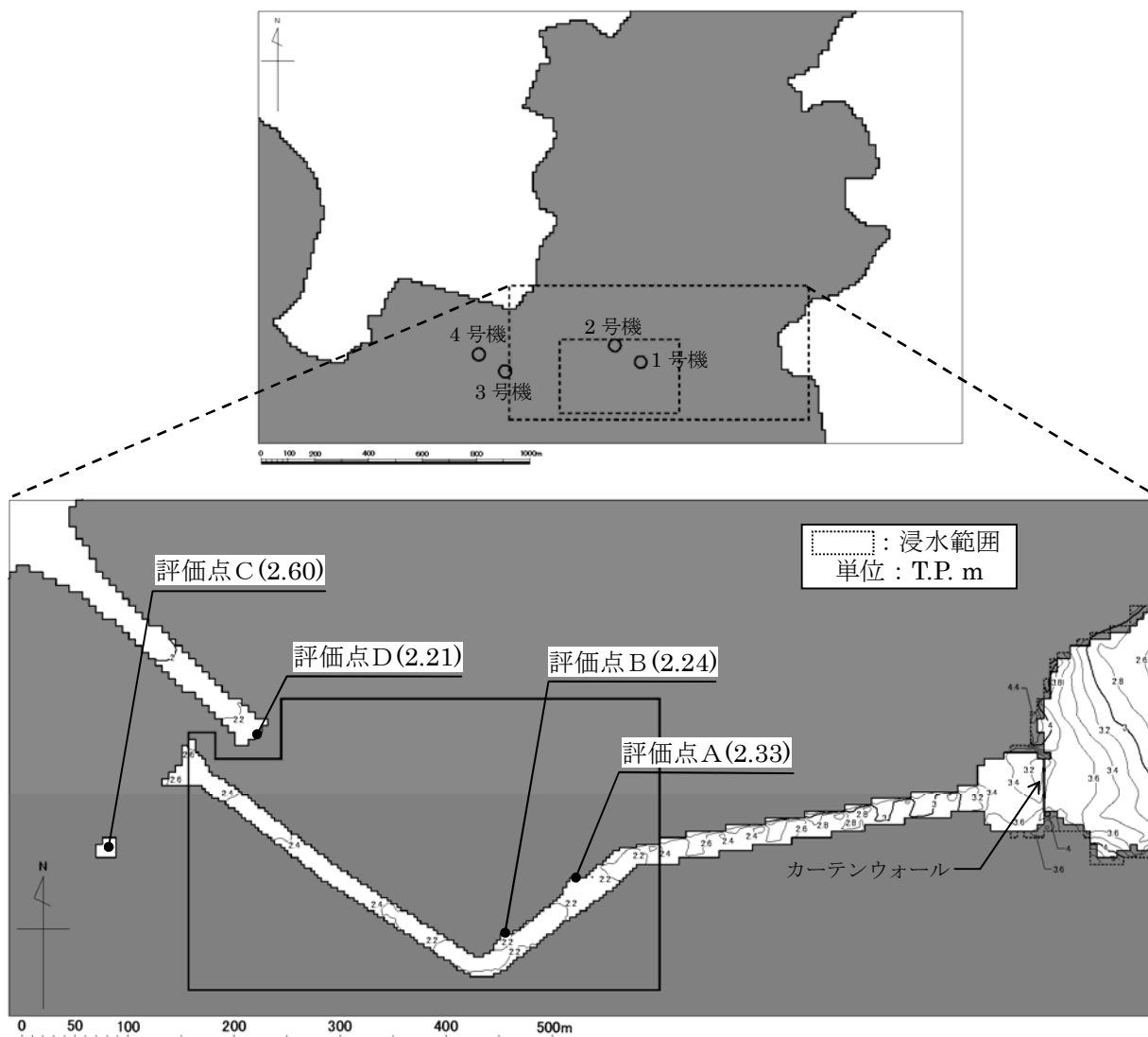
土木研究所(1996)<sup>(26)</sup>による計算式

水位の関係		計算式	流量係数 $C$
①	$h_2 < H$	自由流出: $Q = CBh_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$ ただし, $\frac{h_1}{h_2} \geq \frac{3}{2}$ の場合は $h_2 = \frac{2}{3}h_1$ とする	0.79
		②	
③	$h_2 \geq H$	潜り流出: $Q = CBH \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$	0.75



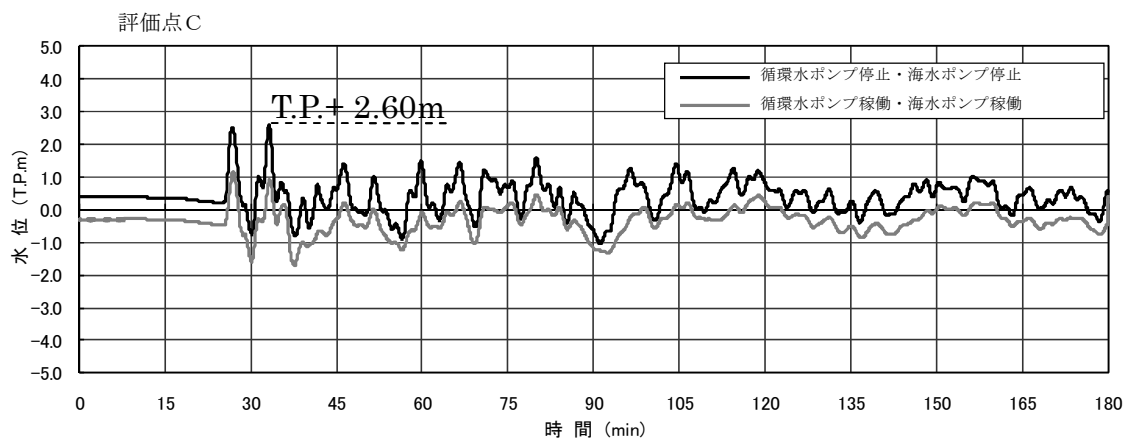
$h_1, h_2$ : 施設前後の水位(m)  $H$ : 開口部高さ(m)  $Q$ : 流量( $m^3/s$ )  
 $B$ : 開口幅(m)  $C$ : 流量係数  $g$ : 重力加速度( $m/s^2$ )

[取水路等の水理特性を考慮した検討結果]



第 3-5 図 最大水位上昇量の分布

(水位上昇側：大陸棚外縁～B～野坂断層 [広域応力場 90°，上縁深さ 0km])

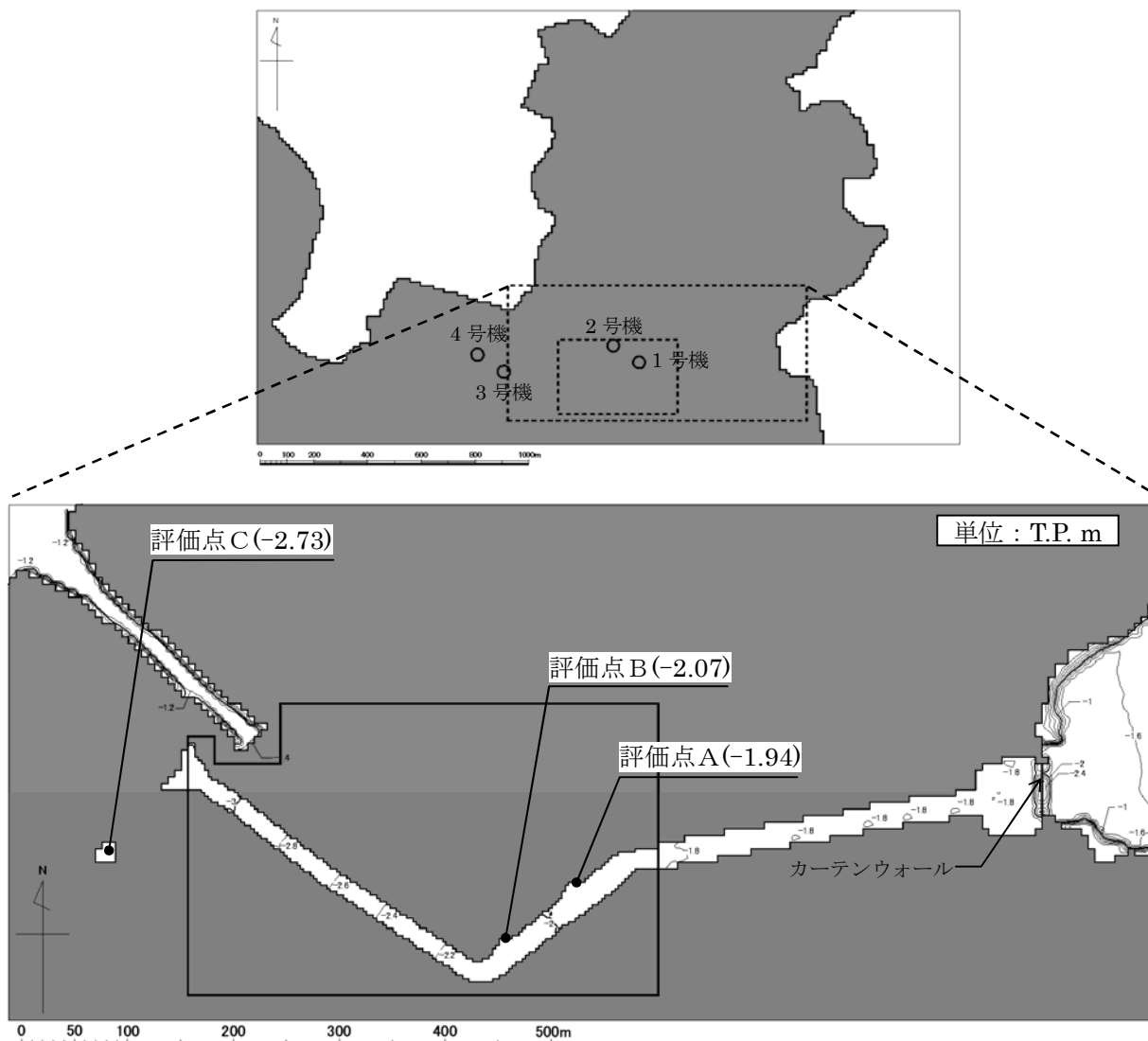


第 3-6 図 代表地点位置における水位の時系列変化

(水位上昇側：大陸棚外縁～B～野坂断層 [広域応力場 90°，上縁深さ 0km])

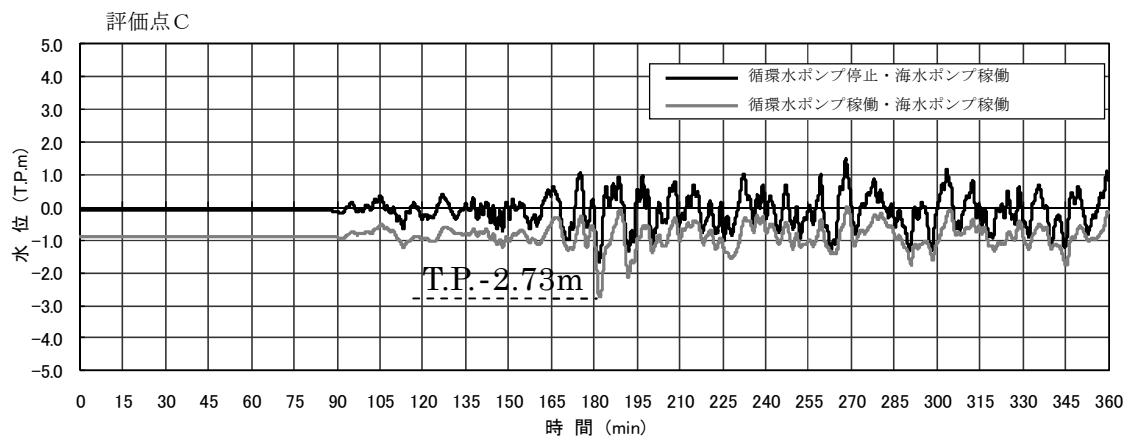


〔取水路等の水理特性を考慮した検討結果〕



第 3-7 図 最大水位下降量の分布

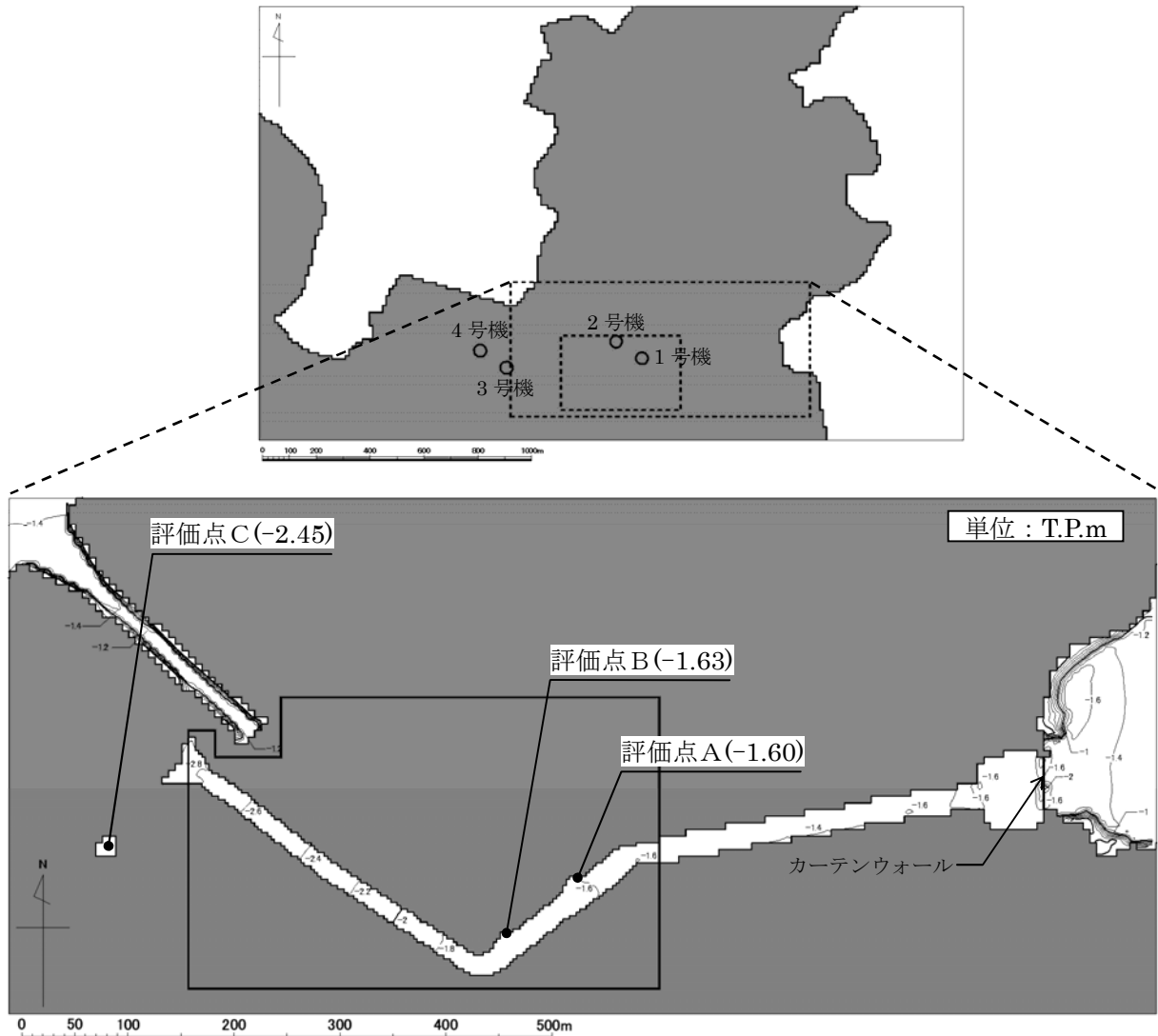
(水位下降側：日本海東縁部 E3 南活動域 [傾斜パターン①， 走向 20° ，  
基準位置， 傾斜角 60° ， 上縁深さ 0km])



第 3-8 図 代表地点位置における水位の時系列変化

(水位下降側：日本海東縁部 E3 南活動域 [傾斜パターン①， 走向 20° ，  
基準位置， 傾斜角 60° ， 上縁深さ 0km])

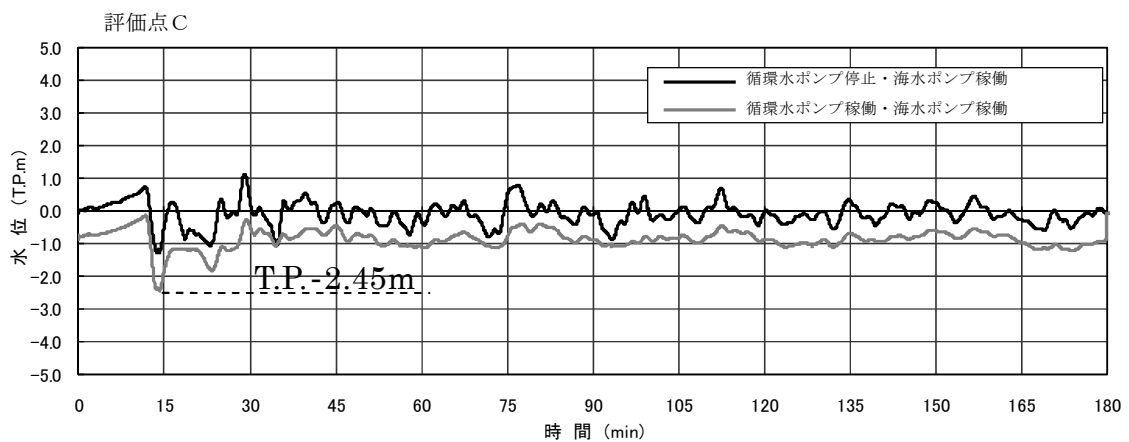
[取水路等の水理特性を考慮した検討結果]



第 3-9 図 最大水位下降量の分布

(水位下降側：F O - A ~ F O - B 断層)

[傾斜角 90° , 広域応力場 90° , 上縁深さ 0km]



第 3-10 図 代表地点位置における水位の時系列変化

(水位下降側：F O - A ~ F O - B 断層)

[傾斜角 90° , 広域応力場 90° , 上縁深さ 0km]

第 3-3 表 設計津波高さの算定結果

対象波源		評価地点	設計津波高さ
水位上昇側	大陸棚外縁～ B～野坂断層	評価点 A	T.P.+2.33m
		評価点 B	T.P.+2.24m
		評価点 C	T.P.+2.60m
		評価点 D	T.P.+2.21m
水位下降側	日本海東縁部 E3 南活動域	評価点 A	T.P. - 1.94m
		評価点 B	T.P. - 2.07m
		評価点 C	T.P. - 2.73m

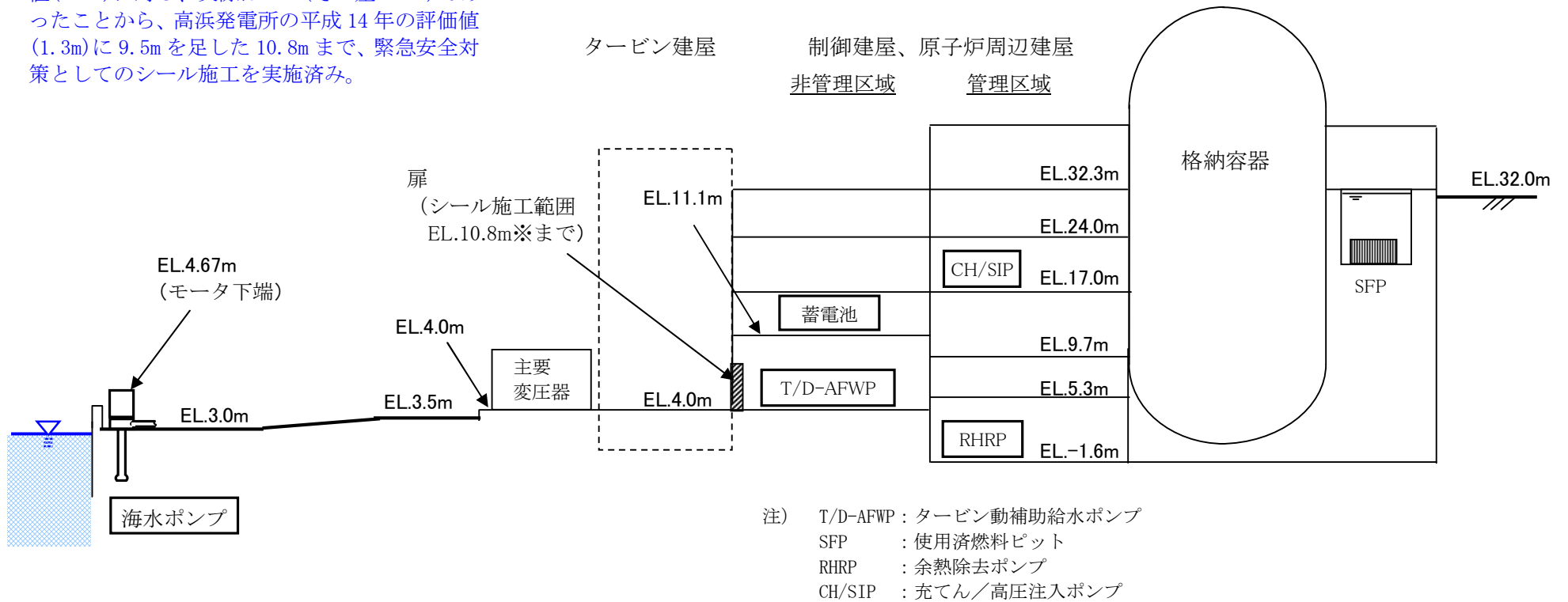
参考文献

- (1) (社)土木学会(2002)：原子力発電所の津波評価技術.
- (2) 羽鳥徳太郎(1984)：日本海の歴史津波，月刊地球，Vol.16，No. 9.
- (3) 国立天文台(2009)：理科年表 平成 21 年，丸善.
- (4) 宇佐美龍夫(2003)：「最新版 日本被害地震総覧 [416] -2001」，東京大学出版会.
- (5) 羽鳥徳太郎(2010)：歴史津波からみた若狭湾岸の津波の挙動，歴史地震，第 25 号，p75-80
- (6) 渡辺偉夫(1998)：日本被害津波総覧 [第 2 版]，p.165.
- (7) 気象庁(2007)：平成 19 年 8 月 地震・火山月報(防災編)，第 1 号，pp.41-42.
- (8) 東北大学工学部津波防災実験所(1984)：昭和 58 年 5 月 26 日 日本海中部地震津波に関する論文及び調査報告，第 1 号，pp.91-266.
- (9) 後藤章夫・高橋浩晃・宇津木充・小野忍・西田泰典・大島弘光・笠原稔・竹中博士・斉田智治(1994)：北海道南西沖地震に伴う津波—小樽から礼文島まで—，月刊海洋，号外 No.7，pp.153-158.
- (10) 東北大学工学部災害制御研究センター(1994)：1993 年北海道南西沖地震津波の痕跡高調査資料，津波工学研究報告，11 号，第 2 編，pp.1-120.
- (11) 首藤伸夫・明田定満・都司嘉宣・松富英夫(1997)：「1993 年北海道南西沖地震震害調査報告 4.津波」，1993 年北海道南西沖地震震害調査報告，土木学会，pp.76-106.
- (12) 阿部邦昭・泉宮尊司・砂子浩・石橋邦彦(1994)：北海道南西沖地震津波の新潟県における浸水高の分布，東京大学地震研究所彙報，第 69 号，第 3 冊，pp.159-175.
- (13) 相田勇(1984)：1983 年日本海中部地震津波の波源数値モデル，東京大学地震研究所彙報，Vol59，pp.93-104.
- (14) 高橋武之・高橋智幸・首藤伸夫(1995)：津波数値計算による北海道南西沖地震の検討，地球惑星科学関連学会 1994 年合同大会予稿集，F31-06.
- (15) 後藤智明・小川由信(1982)：Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法，東北大学土木工学科資料，1982.
- (16) Mansinha,L.and D.E.Smylie(1971)：The displacement field of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.61, No.5, pp.1433-1440.
- (17) (財)日本水路協会(2003)：「JTOPO30 - 日本近海 30 秒グリッド水深データ」.
- (18) NGDC 米国地球物理データセンター(2006)：「ETOPO2 ver.2 - 2-minute Gridded Global Relief」.
- (19) 海上保安庁発行(2000)：「沿岸の海の基本図，6337-4，若狭湾西部」.
- (20) 海上保安庁発行(2000)：「沿岸の海の基本図，6336-8，若狭湾東部」.
- (21) Shuto,N., Suzuki,T., Hasegawa,K.and Inagaki,K.(1986)：「A Study of

Numerical Technique on the Tsunami Propagation and Run-up」,  
Science of tsunami hazards, The international journal of the tsunami  
society, Vol.4, No.2, pp.111-124.

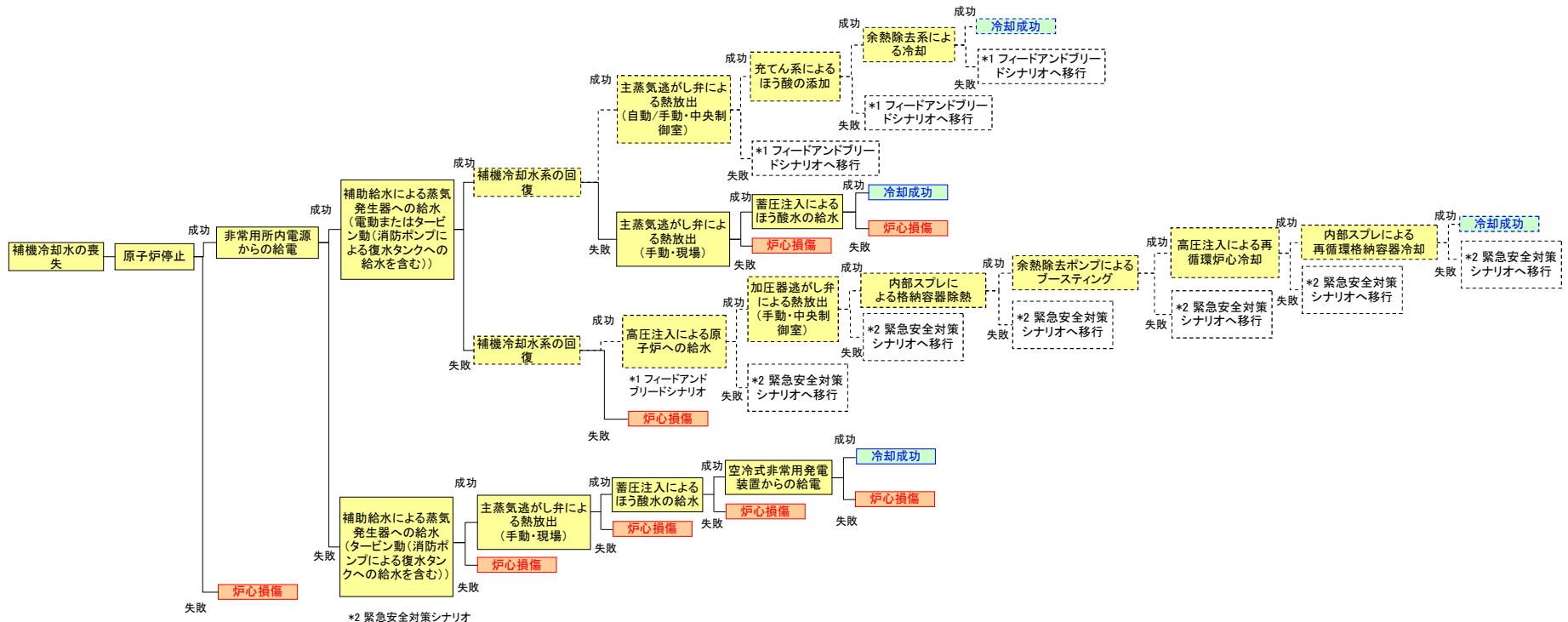
- (22) 相田勇(1977):陸上に溢れる津波の数値実験—高知県須崎および宇佐の場合—, 東京大学地震研究所彙報, Vol52, pp.441-460.
- (23) 阿部勝征(1989):地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測, 東京大学地震研究所彙報, Vol.64, pp.51-69.
- (24) 武村雅之(1998):「日本列島における地殻内地震動のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—」, 地震第 2 輯, 第 51 巻, pp.211-228.
- (25) Kanamori,H.(1977): The energy release in great earthquakes, J.Geophys,Res., Vol.82, No.20, pp.2981-2987.
- (26) 土木研究所(1996):氾濫シミュレーション・マニュアル(案)—シミュレーションの手引き及び新モデルの検証—,土木研究所資料第 3400 号, p.15.

※ 福島第一発電所の設計津波高さが平成14年評価値(5.5m)に対し、実際は15m(その差9.5m)であったことから、高浜発電所の平成14年の評価値(1.3m)に9.5mを足した10.8mまで、緊急安全対策としてのシール施工を実施済み。



高浜1号機の敷地レベルと主要な機器等の配置レベル

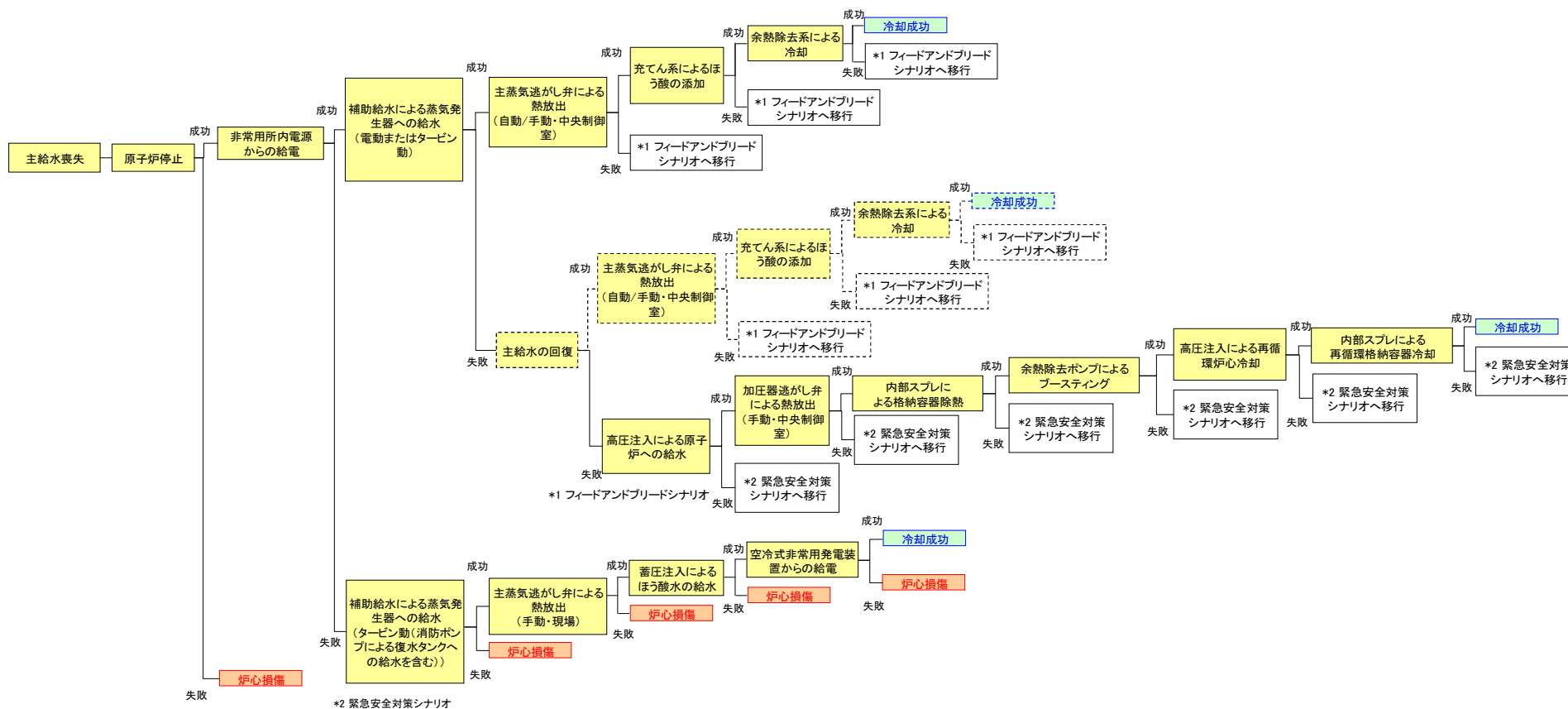
起因事象：補機冷却水の喪失



\*2 緊急安全対策シナリオ  
\*破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

各起因事象におけるイベントツリー（津波：炉心損傷）

# 起因事象：主給水喪失

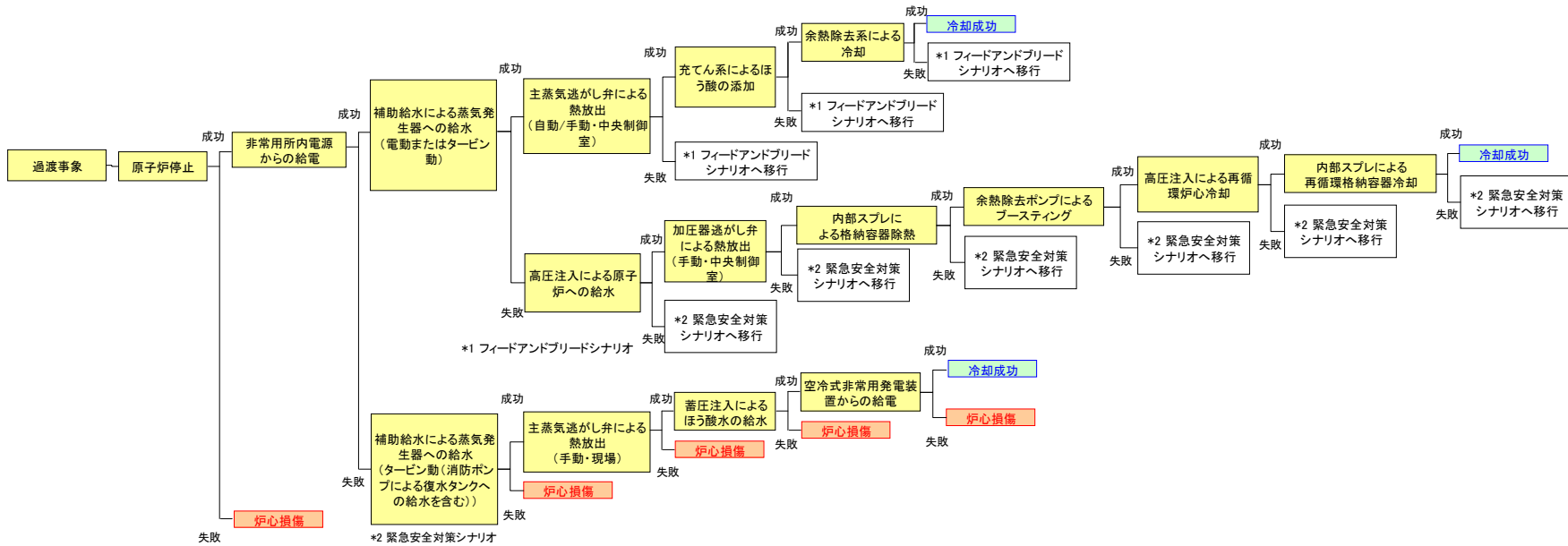


※破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

各起因事象におけるイベントツリー (津波：炉心損傷)

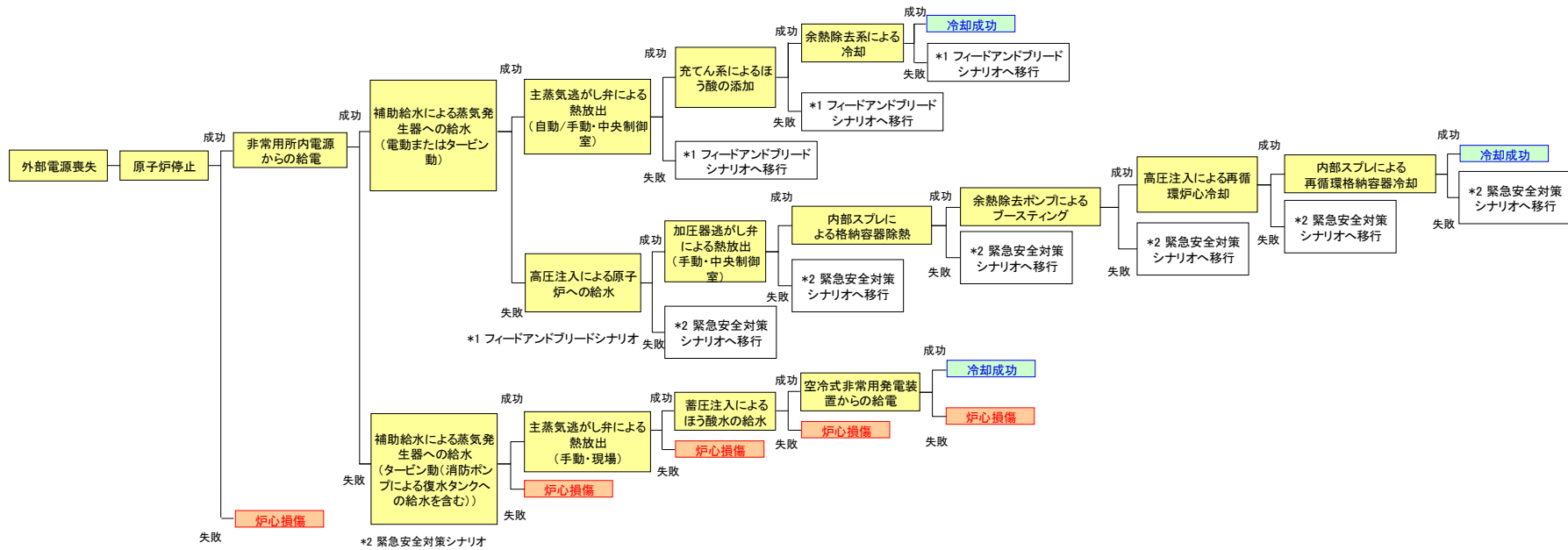


起因事象：過渡事象



各起因事象におけるイベントツリー (津波：炉心損傷)

起因事象：外部電源喪失



各起因事象におけるイベントツリー (津波：炉心損傷)

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【起因事象に関連する設備（炉心燃料損傷）】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

起因事象	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
主給水喪失	復水ポンプ	C	T/B	機能損傷	1.81	4.0	4.0	4.0	1.53
	復水ブースタポンプ	C	全量復水処理装置 建屋	機能損傷	4.2	4.2	4.2	4.2	1.61
	主給水ポンプ	C	T/B	機能損傷	4.0	4.0	4.0	4.0	1.53
	給水ブースタポンプ	C	T/B	機能損傷	2.0	4.0	4.0	4.0	1.53
過渡事象	復水器真空ポンプ	C	T/B	機能損傷	4.0	4.0	4.0	4.0	1.53
	循環水ポンプ	C	屋外	機能損傷	0.6	7.1	7.1	7.1	2.73
外部電源喪失	主変圧器	C	屋外	機能損傷	4.0	4.0	4.0	4.0	1.53
	昇圧変圧器	C	屋外	機能損傷	15.2	15.2	15.2	15.2	5.84
	降圧変圧器	C	屋外	機能損傷	8.65	8.65	8.65	8.65	3.32
	所内変圧器	C	屋外	機能損傷	4.0	4.0	4.0	4.0	1.53
	起動変圧器	C	屋外	機能損傷	4.0	4.0	4.0	4.0	1.53
	予備変圧器	C	屋外	機能損傷	15.3	15.3	15.3	15.3	5.88
	特高開閉所	C	屋外	機能損傷	15.2	15.2	15.2	15.2	5.84
補機冷却水の喪失	1次系冷却水ポンプ	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
	1次系冷却水ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
	海水ポンプ	S	屋外	機能損傷	3.0	4.67	4.67	4.67	1.79
	海水ポンプ現場操作箱	S	屋外	機能損傷	3.0	5.32	5.32	5.32	2.04

注) 浸水口高さ(対策前)：緊急安全対策前において屋外機器については、機能喪失する高さ。屋内機器については建屋への浸水口高さ。  
浸水口高さ(対策後)：緊急安全対策後において屋外機器については、機能喪失する高さ。屋内機器については建屋への浸水口高さ。  
許容津波高さは、設置高さと浸水口高さ(対策後)の高い方とする。次頁以降同様

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【起回事象に関連する設備（炉心燃料損傷）】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

起回事象	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
炉心損傷直結	原子炉盤	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	中央制御室退避時制御盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	原子炉保護系計器ラック	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15
	原子炉保護リレー盤	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15
	安全防護系リレーラック	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15
	安全防護系テストキャビネット	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15
	補助リレーラック	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15
	電磁弁分電盤	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【起因事象に関連する設備（SFP燃料損傷）】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

起因事象	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
補機冷却水の喪失	1次系冷却水ポンプ	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
	1次系冷却水ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
	海水ポンプ	S	屋外	機能損傷	3.0	4.67	4.67	4.67	1.79
	海水ポンプ現場操作箱	S	屋外	機能損傷	3.0	5.32	5.32	5.32	2.04
SFP冷却機能喪失	使用済燃料ピットポンプ	B	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	使用済燃料ピットポンプ現場操作箱	B	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	使用済燃料ピットクーラ	B	A/B	—	17.0	—	—	—	—
外部電源喪失	主変圧器	C	屋外	機能損傷	4.0	4.0	4.0	4.0	1.53
	昇圧変圧器	C	屋外	機能損傷	15.2	15.2	15.2	15.2	5.84
	降圧変圧器	C	屋外	機能損傷	8.65	8.65	8.65	8.65	3.32
	所内変圧器	C	屋外	機能損傷	4.0	4.0	4.0	4.0	1.53
	起動変圧器	C	屋外	機能損傷	4.0	4.0	4.0	4.0	1.53
	予備変圧器	C	屋外	機能損傷	15.3	15.3	15.3	15.3	5.88
	特高開閉所	C	屋外	機能損傷	15.2	15.2	15.2	15.2	5.84

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

フロントライン系	設 備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
原子炉停止	原子炉トリップ遮断器盤	S	A/B	機能損傷	24.0	4.0	10.8	24.0	9.23
	格納容器圧力計(広域)	S	A/B	機能損傷	20.1	4.0	10.8	20.1	7.73
	加圧器圧力計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
非常用の所内電源	ディーゼル発電機コントロールセンタ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	5.7	5.7	2.19
	内燃機関(ディーゼル機関)	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	5.7	5.7	2.19
	ディーゼル発電機制御盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	5.7	5.7	2.19
	燃料油移送ポンプ	S	A/B	機能損傷	1.0	4.0	5.7	5.7	2.19
	燃料油サービスタンク	S	A/B	—	4.0	—	—	—	—
	燃料油貯油槽	S	屋外(地下)	—	-1.9	—	—	—	—
	空気だめ	S	A/B	—	4.0	—	—	—	—
	ディーゼル発電機出力電圧指示計	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
(補助給水タンクへの蒸気発生器への消防ポンプへの給水)	復水タンク	S	屋外	—	5.2	—	—	—	—
	蒸気発生器水位計(狭域)	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	電動補助給水ポンプ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	電動補助給水ポンプ起動盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	タービン動補助給水ポンプ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	タービン動補助給水ポンプ起動盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	可搬式消防ポンプ	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	ホース	—	屋外	機能損傷	28.0	—	28.0	28.0	10.76
	可搬式消防ポンプ用燃料	—	屋外	機能損傷	28.0	—	28.0	28.0	10.76
	タービン動補助給水ポンプ起動弁(AS-113A, B)	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	電動補助給水ポンプS/G給水弁(FW-563A, B, C)	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

フロントライン系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
（主蒸気逃がし弁 自動／逃がし弁 手動・弁による 中央制御熱室 放出）	主蒸気逃がし弁 (PCV-3013, 3014, 3015)	S	A/B	機能損傷	11.7	4.0	10.8	11.7	4.50
	蒸気ライン圧力計	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	1次冷却材高温側及び低温側温度計（広域）	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	1次冷却材圧力計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
充てん系による ほう酸の添加	充てん／高圧注入ポンプ	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	充てん／高圧注入ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	抽出水再生クーラ	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	封水注入フィルタ	S	A/B	—	29.0	—	—	—	—
	ほう酸ポンプ	S	A/B	機能損傷	32.3	4.0	10.8	32.3	12.42
	ほう酸ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	32.3	4.0	10.8	32.3	12.42
	ほう酸タンク	S	A/B	—	32.3	—	—	—	—
	ほう酸フィルタ	S	A/B	—	32.3	—	—	—	—
	加圧器水位計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	緊急ほう酸注入弁 (MOV-8104)	S	A/B	機能損傷	24.0	4.0	10.8	24.0	9.23

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

フロントライン系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
余熱除去系による冷却	余熱除去ポンプ	S	A/B	機能損傷	-1.6	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	-1.6	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去クーラ	S	A/B	—	9.7	—	—	—	—
	1次冷却材高温側及び低温側温度計（広域）	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	1次冷却材圧力計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	余熱除去系第1入口弁及び第2入口弁(MOV-8701A, B, 8702A, B)	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	余熱除去クーラ冷却水出口弁(MOV-5257A, B)	S	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去ポンプ燃料取替用水タンク側入口弁(MOV-8809A, B)	S	A/B	機能損傷	5.3	4.0	10.8	10.8	4.15
原子炉へ的高圧注入による再循環炉心冷却	充てん/高圧注入ポンプ	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	充てん/高圧注入ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	ほう酸注入タンク出口弁(MOV-8801A, B)	S	A/B	機能損傷	20.1	4.0	10.8	20.1	7.73
	ほう酸注入タンク入口弁(MOV-8803A, B)	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	充てん/高圧注入ポンプ燃料取替用水タンク側系列入口弁(LCV-115B, D)	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	充てんライン第1隔離弁及び第2隔離弁(MOV-8107, 8108)	S	A/B	機能損傷	20.1	4.0	10.8	20.1	7.73



## 許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

フロントライン系	設 備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
(手動・中央制御室) 加圧器逃がし弁による熱放出	加圧器逃がし弁(PCV-445, 444A)	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	格納容器圧力計(広域)	S	A/B	機能損傷	20.1	4.0	10.8	20.1	7.73
内部スプレによる格納容器冷却再循環格納容器除熱/	内部スプレポンプ	S	A/B	機能損傷	-1.6	4.0	10.8	10.8	4.15
	内部スプレポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	-1.6	4.0	10.8	10.8	4.15
	よう素除去薬品タンク	S	A/B	—	32.3	—	—	—	—
	内部スプレクーラ	S	A/B	—	9.7	—	—	—	—
	内部スプレクーラ冷却水出口弁(MOV-5261A, B)	S	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	内部スプレポンプ格納容器サンプ入口弁(MOV-6408A, B)	S	A/B	機能損傷	5.3	4.0	10.8	10.8	4.15
	内部スプレクーラ出口弁(MOV-6405A, B)	S	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	内部スプレポンプ燃料取替用水タンク側入口弁(MOV-6400A, B)	S	A/B	機能損傷	5.3	4.0	10.8	10.8	4.15

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

フロントライン系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
余熱除去ポンプによるブースティング	余熱除去ポンプ	S	A/B	機能損傷	-1.6	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	-1.6	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去ポンプ出口流量計	S	A/B	機能損傷	-1.6	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去クーラ	S	A/B	—	9.7	—	—	—	—
	余熱除去クーラ冷却水出口弁(MOV-5257A, B)	S	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去ポンプ格納容器サンプ第1及び第2入口弁(MOV-8811A, B, 8812A, B)	S	A/B	機能損傷	5.3	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去クーラ出口充てん/高圧注入ポンプ入口連絡弁(MOV-8706A, B)	S	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去ポンプミニマムフロー弁(FCV-602A, B)	S	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	余熱除去ポンプ燃料取替用水タンク側入口弁(MOV-8809A, B)	S	A/B	機能損傷	5.3	4.0	10.8	10.8	4.15

許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

[設計津波高さ(a):2.60m]

フロントライン系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
（電動またはタービン動） 蒸気発生器への給水 補助給水による	復水タンク	S	屋外	—	5.2	—	—	—	—
	蒸気発生器水位計（狭域）	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	電動補助給水ポンプ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	電動補助給水ポンプ起動盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	タービン動補助給水ポンプ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	タービン動補助給水ポンプ起動盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	タービン動補助給水ポンプ起動弁 (AS-113A, B)	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	電動補助給水ポンプS/G給水弁 (FW-563A, B, C)	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
（タービン動） 補助給水による蒸気発生器への給水 （消防ポンプを含む）	復水タンク	S	屋外	—	5.2	—	—	—	—
	蒸気発生器水位計（狭域）	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	タービン動補助給水ポンプ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	タービン動補助給水ポンプ起動盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	可搬式消防ポンプ	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	ホース	—	屋外	機能損傷	28.0	—	28.0	28.0	10.76
	可搬式消防ポンプ用燃料	—	屋外	機能損傷	28.0	—	28.0	28.0	10.76
	タービン動補助給水ポンプ起動弁 (AS-113A, B)	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15

許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

[設計津波高さ(a):2.60m]

フロントライン系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
熱主放出（手動・現場による）	主蒸気逃がし弁 (PCV-3013, 3014, 3015)	S	A/B	機能損傷	11.7	4.0	10.8	11.7	4.50
	1次冷却材高温側及び低温側温度計（広域）	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	1次冷却材圧力計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
ほ蓄う酸注水入の給水	アキュムレータ	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	1次冷却材高温側及び低温側温度計（広域）	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	1次冷却材圧力計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
か用空から発冷の電式非電置常	空冷式非常用発電装置	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	空冷式非常用発電装置 接続盤	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30

許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

[設計津波高さ(a):2.60m]

フロントライン系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
燃料 に取 替 用 注 水 ポ ン プ	燃料取替用水ポンプ	S	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	燃料取替用水ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	燃料取替用水タンク	S	屋外	—	17.0	—	—	—	—
燃料 タンク の 水 源 の 確 保	燃料取替用水タンク	S	屋外	—	17.0	—	—	—	—

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【フロントライン系に関連する設備】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

フロントライン系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
消防ポンプ等による注水	1次系純水タンク	B	屋外	—	17.0	—	—	—	—
	1次系純水ポンプ	B	A/B	機能損傷	9.7	4.0	10.8	10.8	4.15
	燃料取扱建屋内消火栓	C	A/B	—	32.3	—	—	—	—
	淡水タンク	C	屋外	—	13.5	—	—	—	—
	屋外消火栓	C	屋外	—	32.0	—	—	—	—
	空冷式非常用発電装置	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	空冷式非常用発電装置 接続盤	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	可搬式消防ポンプ	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	ホース	—	屋外	機能損傷	28.0	—	28.0	28.0	10.76
	可搬式消防ポンプ用燃料	—	屋外	機能損傷	28.0	—	28.0	28.0	10.76
	ディーゼル駆動消火ポンプ	C	屋外	機能損傷	7.0	7.0	10.8	10.8	4.15
冷却系による燃料ピット冷却	使用済燃料ピットポンプ	B	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	使用済燃料ピットポンプ現場操作箱	B	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	使用済燃料ピットクーラ	B	A/B	—	17.0	—	—	—	—

## 許容津波高さ評価結果（津波）

【サポート系に関連する設備】

〔設計津波高さ(a):2.60m〕

サポート系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
6.6kV AC電源	メタクラ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
440V AC電源	パワーセンタ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	原子炉コントロールセンタ	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	動力変圧器	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
125V DC電源	中央制御室直流分電盤	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
	リレー室直流分電盤	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15
	直流主分電盤	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
	充電器盤	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
115V AC電源	計器用電源盤	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15
	計器用分電盤	S	A/B	機能損傷	10.1	4.0	10.8	10.8	4.15
バッテリー	蓄電池	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26

許容津波高さ評価結果（津波）

【サポート系に関連する設備】

[設計津波高さ(a):2.60m]

サポート系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
非常用 所内電源	ディーゼル発電機コントロールセンタ	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	5.7	5.7	2.19
	内燃機関（ディーゼル機関）	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	5.7	5.7	2.19
	ディーゼル発電機制御盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	5.7	5.7	2.19
	燃料油移送ポンプ	S	A/B	機能損傷	1.0	4.0	5.7	5.7	2.19
	燃料油サービスタンク	S	A/B	—	4.0	—	—	—	—
	燃料油貯油槽	S	屋外 (地下)	—	-1.9	—	—	—	—
	空気だめ	S	A/B	—	4.0	—	—	—	—
	ディーゼル発電機出力電圧指示計	S	A/B	機能損傷	17.0	4.0	10.8	17.0	6.53
空冷式 非常用 発電装置	空冷式非常用発電装置	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	空冷式非常用発電装置 接続盤	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
	空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	—	屋外	機能損傷	32.0	—	32.0	32.0	12.30
補機冷却 水系	1次系冷却水ポンプ	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
	1次系冷却水ポンプ現場操作箱	S	A/B	機能損傷	11.1	4.0	10.8	11.1	4.26
	1次系冷却水クーラ	S	A/B	—	4.0	—	—	—	—



許容津波高さ評価結果（津波）

【サポート系に関連する設備】

[設計津波高さ(a):2.60m]

サポート系	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ(m)	浸水口高さ(m)		許容津波高さ(m) (b3)	裕度(b3/a)
						対策前(b1)	対策後(b2)		
海水系	海水ポンプ	S	屋外	機能損傷	3.0	4.67	4.67	4.67	1.79
	海水ポンプ現場操作箱	S	屋外	機能損傷	3.0	5.32	5.32	5.32	2.04
計器用空気系	計器用空気圧縮機盤	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	計器用空気圧縮機	S	A/B	機能損傷	4.0	4.0	10.8	10.8	4.15
	計器用空気だめ	S	A/B	—	4.0	—	—	—	—
	計器用空気乾燥器	S	A/B	—	4.0	—	—	—	—
再循環切替	燃料取替用水タンク水位計	S	屋外	機能損傷	17.0	17.0	17.0	17.0	6.53
	格納容器サンプ	S	C/V	—	—	—	—	—	—
RWS T	燃料取替用水タンク	S	屋外	—	17.0	—	—	—	—

補機冷却水の喪失

		フロントライン系															
		原子炉停止	非常用所内電源からの給電	補助給水による蒸気発生器への給水（電動またはタービン動（消防ポンプによる復水タンクへの給水を含む））	主蒸気逃がし弁による熱放出（自動/手動・中央制御室）	充てん系によるほう酸の添加	余熱除去系による冷却	高圧注入による原子炉への給水	加圧器逃がし弁による熱放出（手動・中央制御室）	内部スプレによる格納容器除熱	余熱除去ポンプによるプースティング	高圧注入による再循環炉心冷却	内部スプレによる再循環格納容器冷却	補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動（消防ポンプによる復水タンクへの給水を含む））	主蒸気逃がし弁による熱放出（手動・現場）	蓄圧注入によるほう酸水の給水	空冷式非常用発電装置からの給電
サポート系	6.6kV AC 電源		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	440V AC 電源		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	125V DC 電源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	115V AC 電源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	非常用所内電源			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	外部電源系																
	空冷式非常用発電装置													○	○	○	
	補機冷却水系				○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	海水系		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	計器用空気系				○				○								
	再循環切替										○	○	○				
RWST								○		○							

フロントライン系とサポート系の関連表（津波：炉心損傷）

主給水喪失

		フロントライン系															
		原子炉停止	非常用所内電源からの給電	補助給水による蒸気発生器への給水（電動またはタービン動）	主蒸気逃がし弁による熱放出（自動/手動・中央制御室）	充てん系によるほう酸の添加	余熱除去系による冷却	高压注入による原子炉への給水	加圧器逃がし弁による熱放出（手動・中央制御室）	内部スプレによる格納容器除熱	余熱除去ポンプによるプースティング	高压注入による再循環炉心冷却	内部スプレによる再循環格納容器冷却	補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動（消防ポンプによる復水タンクへの給水を含む））	主蒸気逃がし弁による熱放出（手動・現場）	蓄圧注入によるほう酸水の給水	空冷式非常用発電装置からの給電
サポート系	6.6kV AC 電源		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	440V AC 電源		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	125V DC 電源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	115V AC 電源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	非常用所内電源			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	外部電源系																
	空冷式非常用発電装置													○	○	○	
	補機冷却水系				○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	海水系		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	計器用空気系				○				○								
	再循環切替									○	○	○					
	RWST							○		○							

フロントライン系とサポート系の関連表（津波：炉心損傷）

過渡事象

		フロントライン系															
		原子炉 停止	非常用 所内電源 からの 給電	補助給水 による蒸 気発生器 への給水 (電動ま たはター ビン動)	主蒸気逃 がし弁に よる熱放 出(自動/ 手動・中央 制御室)	充てん系 による ほう酸の 添加	余熱除去 系による 冷却	高压注入 による 原子炉 への給水	加圧器逃 がし弁 による 熱放出(手 動・中央制 御室)	内部 スプレ による 格納容器 除熱	余熱除去 ポンプ による ブース ティング	高压注入 による 再循環 炉心冷却	内部 スプレ による 再循環 格納容器 冷却	補助給水による 蒸気発生器への 給水(タービン 動(消防ポンプ による復水タン クへの給水を含 む))	主蒸気 逃がし弁 による 熱放出 (手動・現 場)	蓄圧注入 による ほう酸水 の給水	空冷式 非常用 発電装置 からの 給電
サ ポ ー ト 系	6.6kV AC 電源		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	440V AC 電源		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	125V DC 電源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	115V AC 電源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	非常用所内電源		/	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	外部電源系																
	空冷式非常用発電装置													○	○	○	/
	補機冷却水系				○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	海水系		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	計器用空気系				○				○								
	再循環切替									○	○	○					
	RWST							○		○							

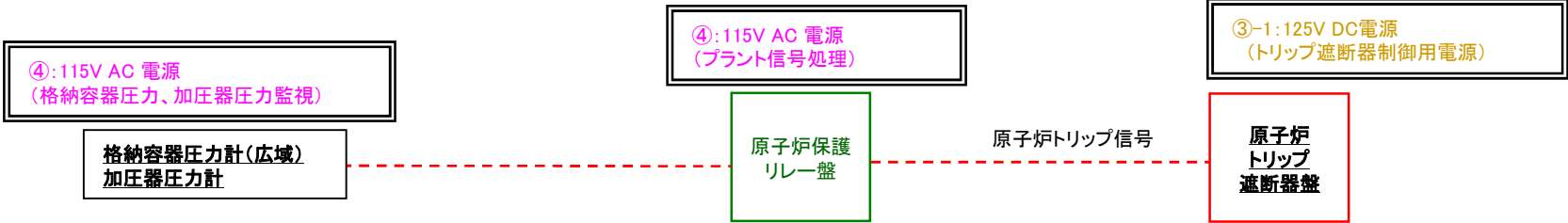
フロントライン系とサポート系の関連表 (津波：炉心損傷)

外部電源喪失

		フロントライン系															
		原子炉停止	非常用所内電源からの給電	補助給水による蒸気発生器への給水(電動またはタービン動)	主蒸気逃がし弁による熱放出(自動/手動・中央制御室)	充てん系によるほう酸の添加	余熱除去系による冷却	高压注入による原子炉への給水	加圧器逃がし弁による熱放出(手動・中央制御室)	内部スプレによる格納容器除熱	余熱除去ポンプによるブースティング	高压注入による再循環炉心冷却	内部スプレによる再循環格納容器冷却	補助給水による蒸気発生器への給水(タービン動(消防ポンプによる復水タンクへの給水を含む))	主蒸気逃がし弁による熱放出(手動・現場)	蓄圧注入によるほう酸水の給水	空冷式非常用発電装置からの給電
サポート系	6.6kV AC 電源		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	440V AC 電源		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	125V DC 電源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	115V AC 電源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	非常用所内電源			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	外部電源系																
	空冷式非常用発電装置													○	○	○	
	補機冷却水系				○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	海水系		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	計器用空気系				○				○								
	再循環切替										○	○	○				
	RWST								○								

フロントライン系とサポート系の関連表 (津波：炉心損傷)

# 原子炉停止(フロントライン系)



原子炉保護リレー盤の機能損傷は炉心損傷直結の要因として考慮

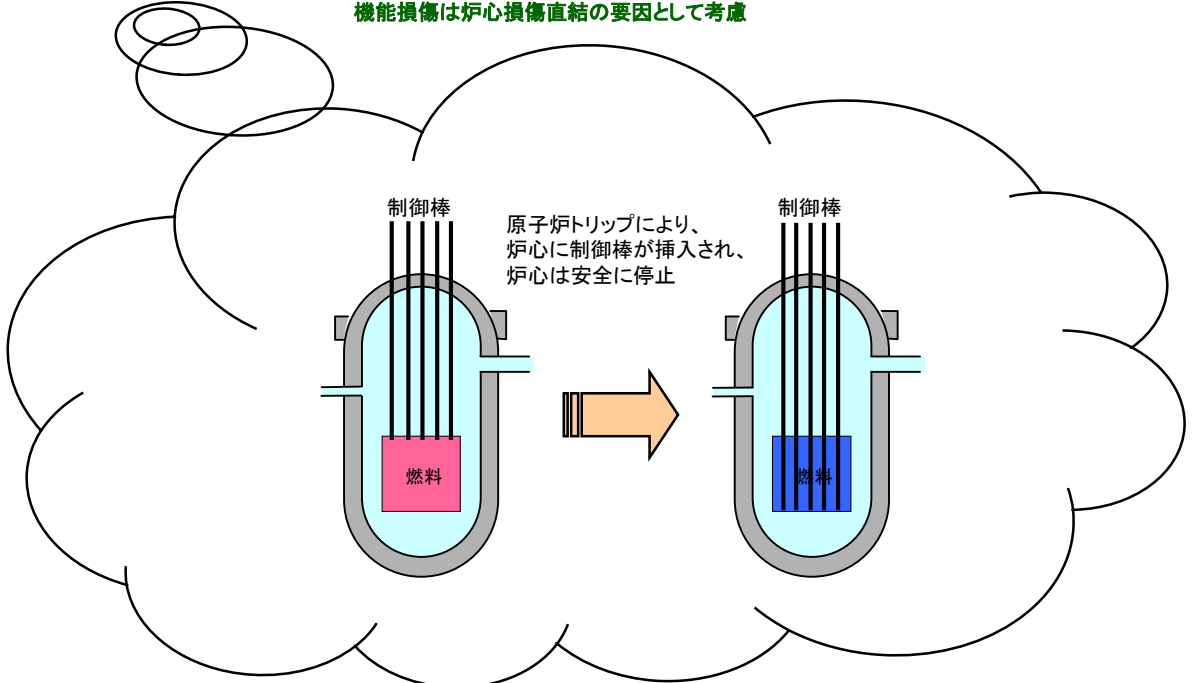
系統の説明

- : 炉心損傷直結起回事象
- : 原子炉停止

各サポート系については、以下のとおり整理した。

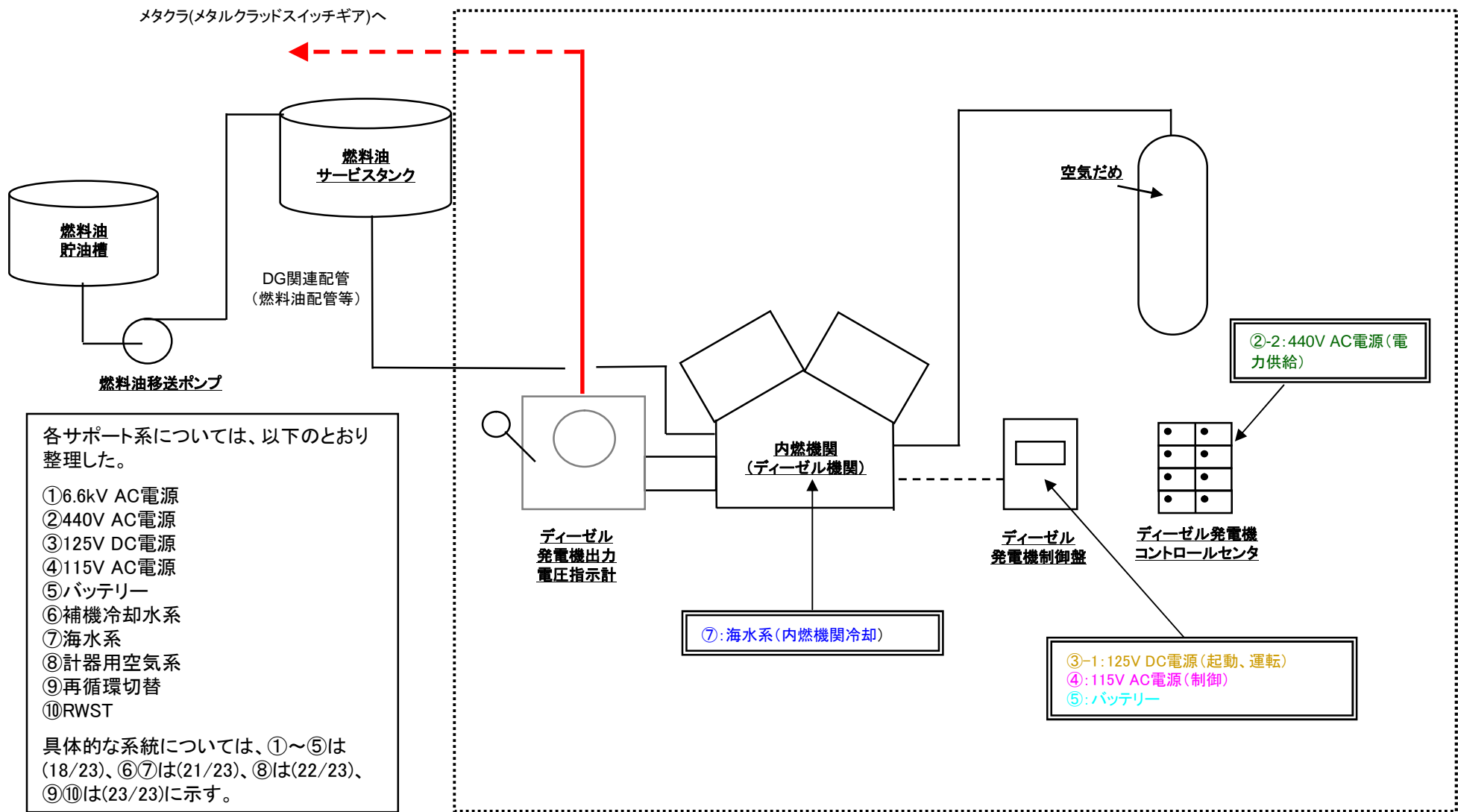
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。



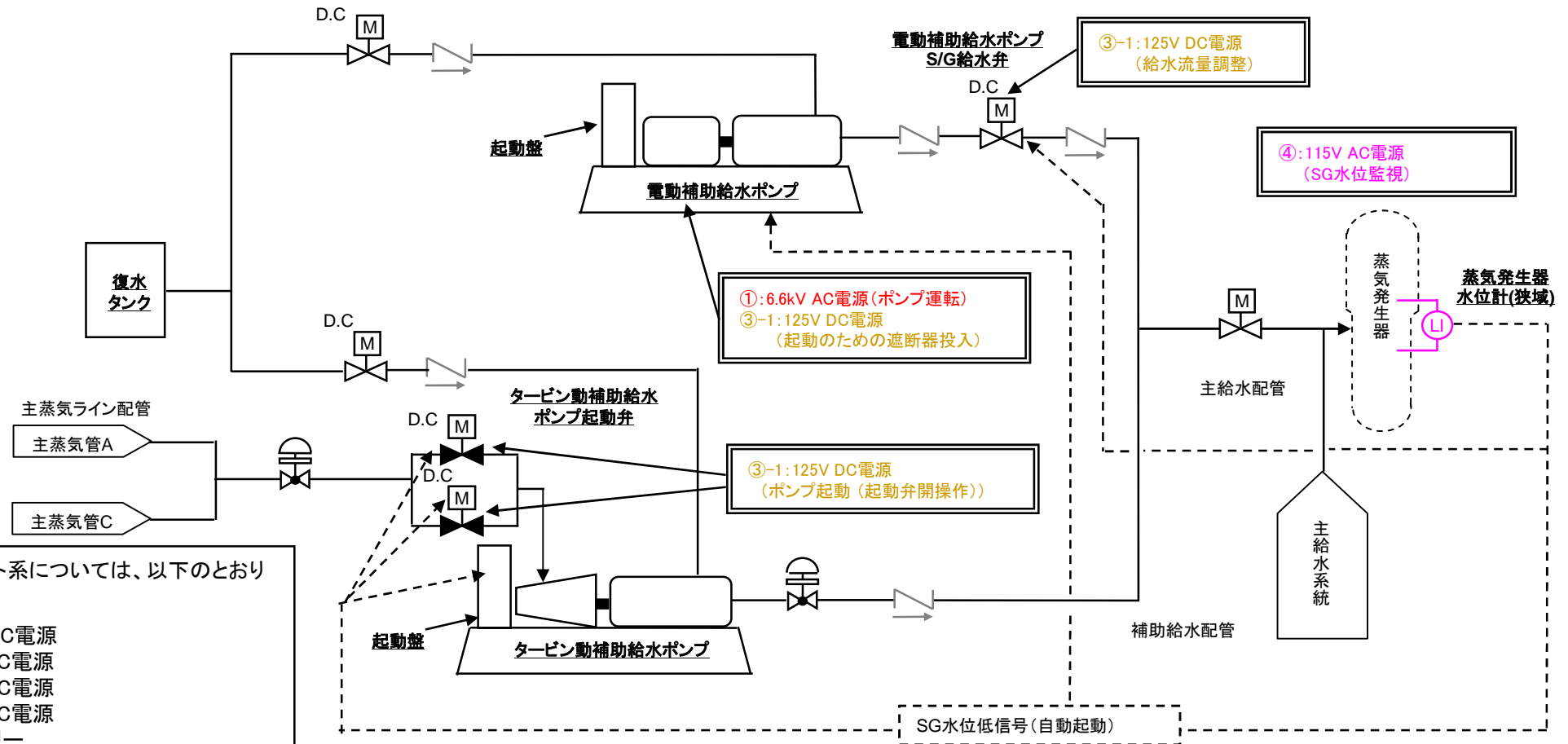
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 非常用所内電源からの給電(フロントライン系)



各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 補助給水による蒸気発生器への給水(電動またはタービン動)(フロントライン系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

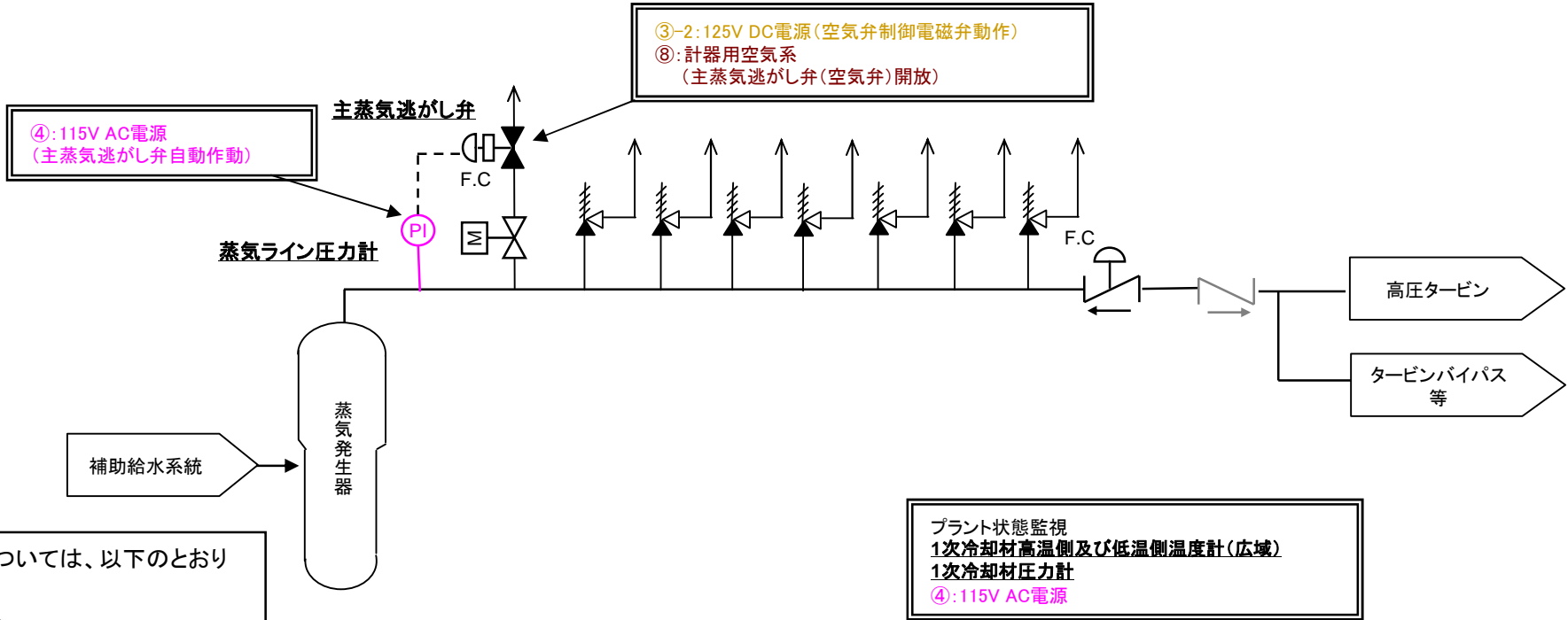
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①~⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)



# 主蒸気逃がし弁による熱放出(自動/手動・中央制御室)(フロントライン系)



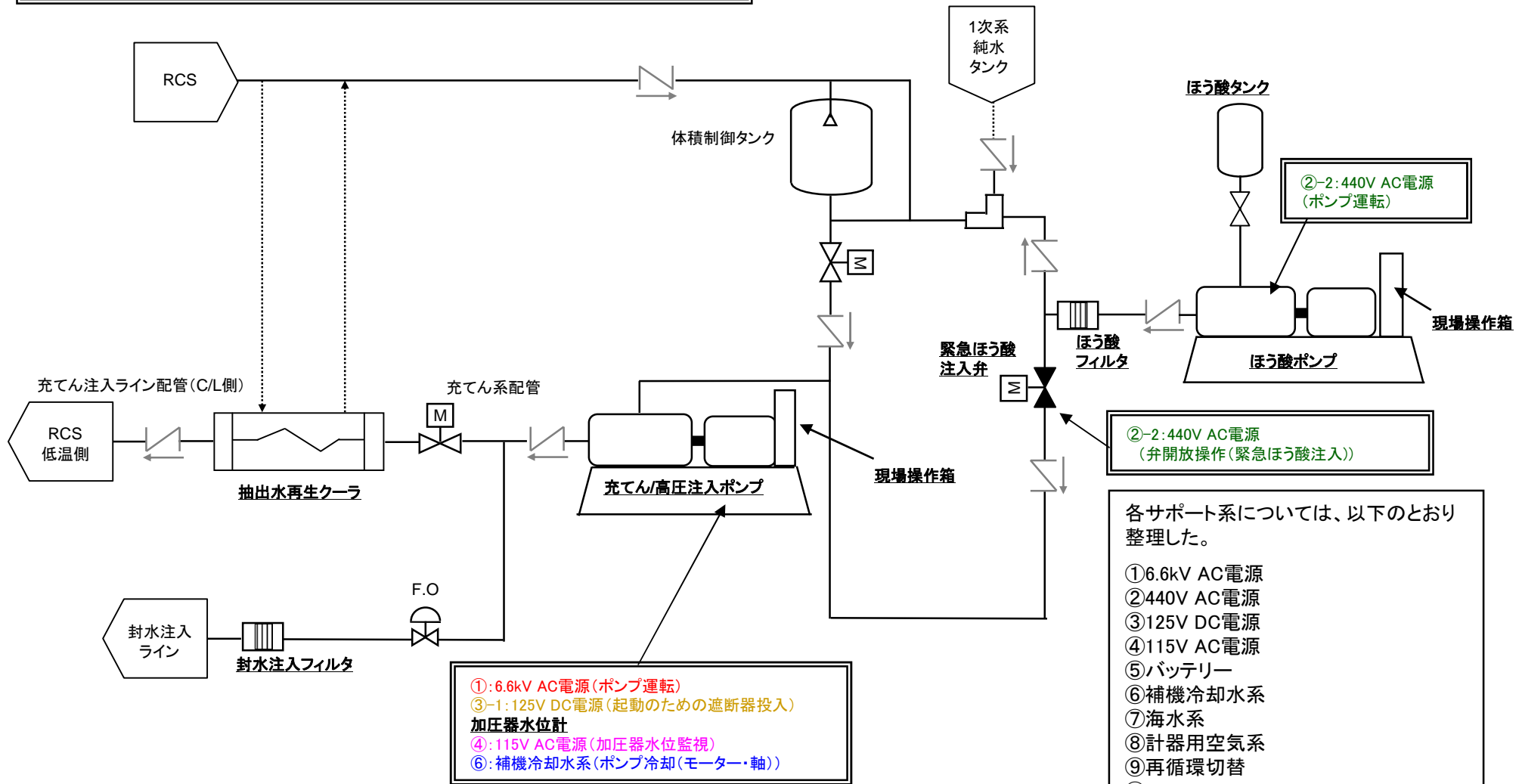
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ① 6.6kV AC電源
- ② 440V AC電源
- ③ 125V DC電源
- ④ 115V AC電源
- ⑤ バッテリー
- ⑥ 補機冷却水系
- ⑦ 海水系
- ⑧ 計器用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

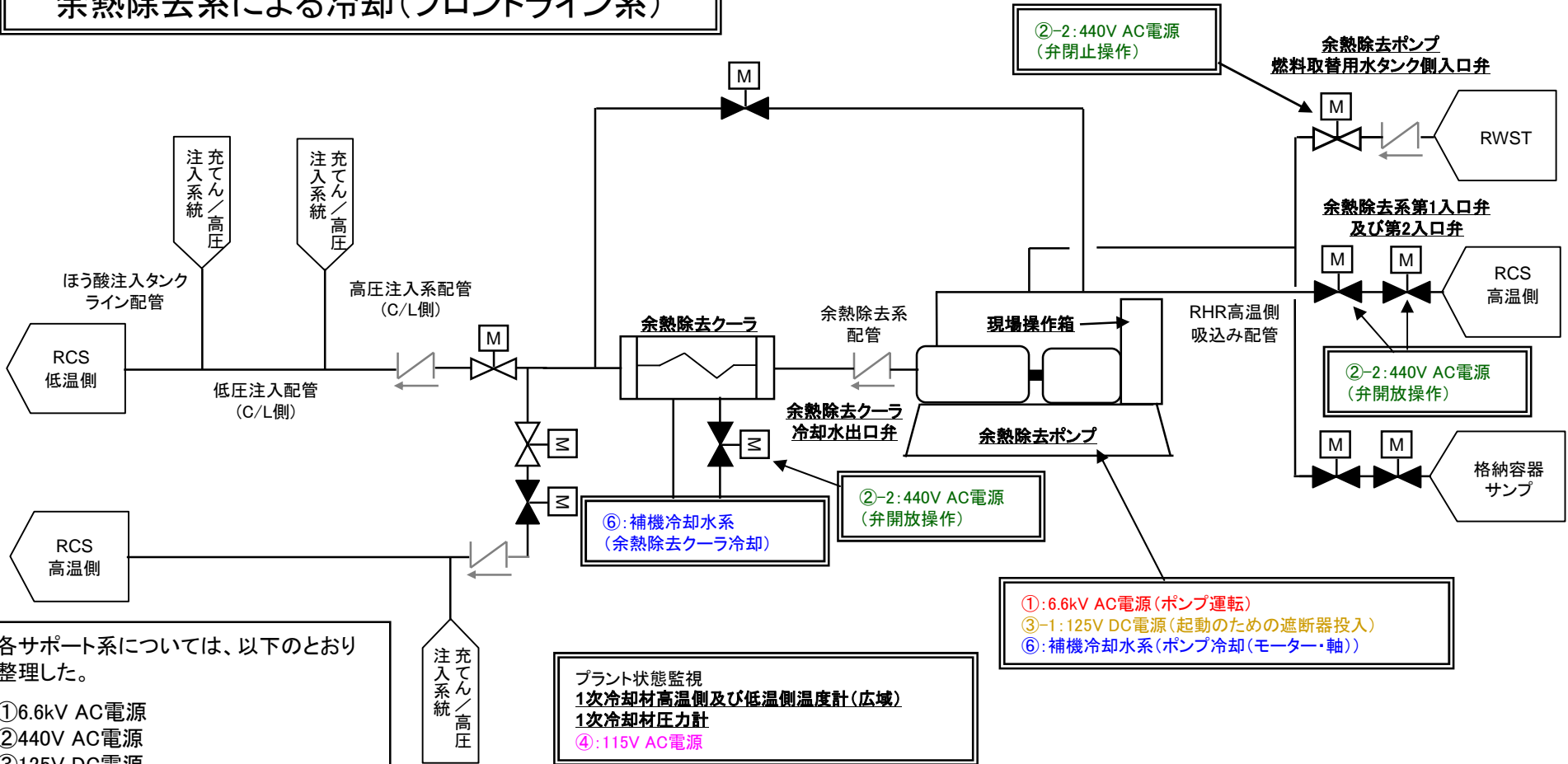
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 充てん系によるほう酸の添加(フロントライン系)



各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 余熱除去系による冷却(フロントライン系)



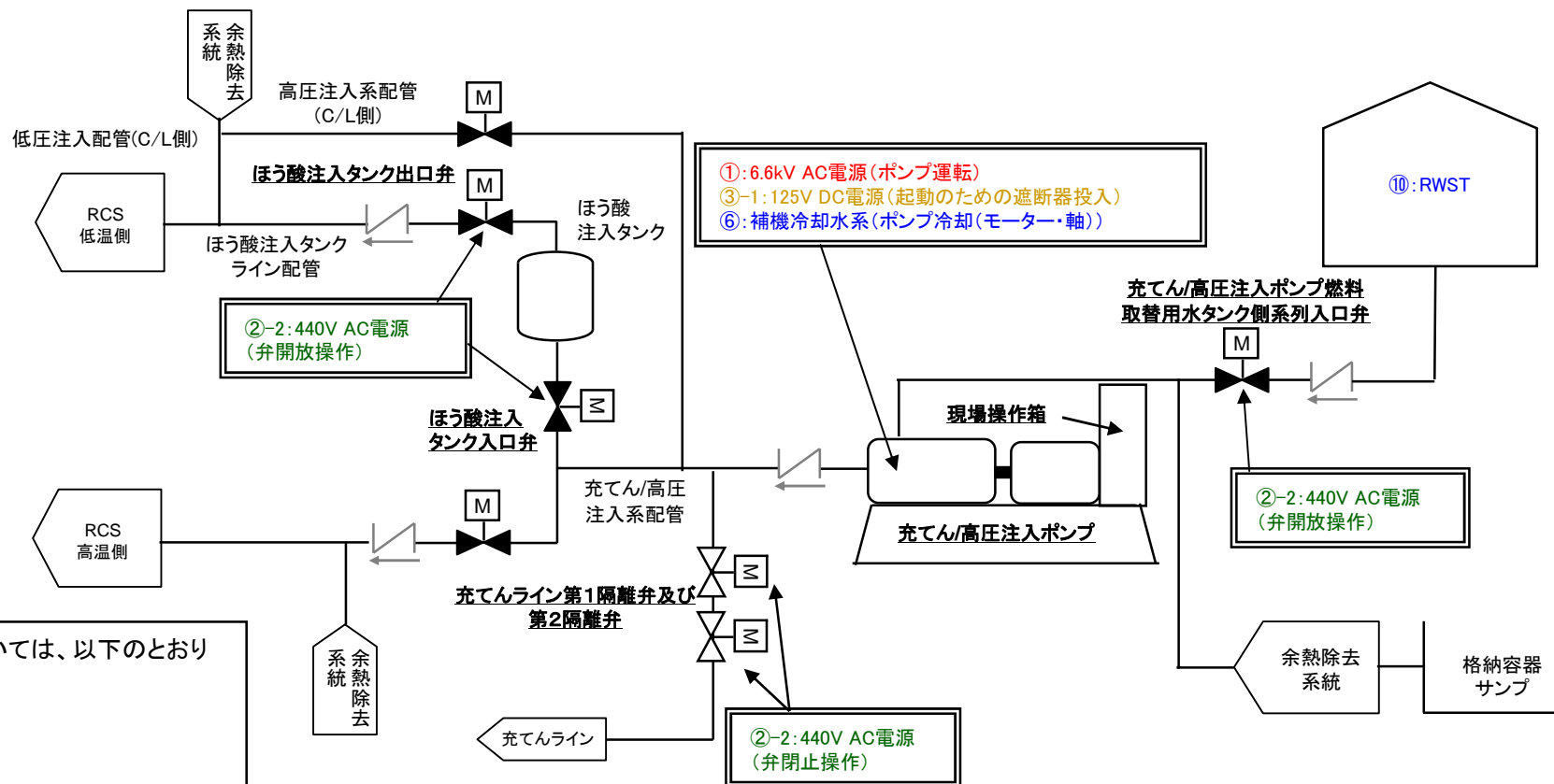
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ① 6.6kV AC電源
- ② 440V AC電源
- ③ 125V DC電源
- ④ 115V AC電源
- ⑤ バッテリー
- ⑥ 補機冷却水系
- ⑦ 海水系
- ⑧ 計器用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWST

具体的な系統については、①~⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 高圧注入による原子炉への給水(フロントライン系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

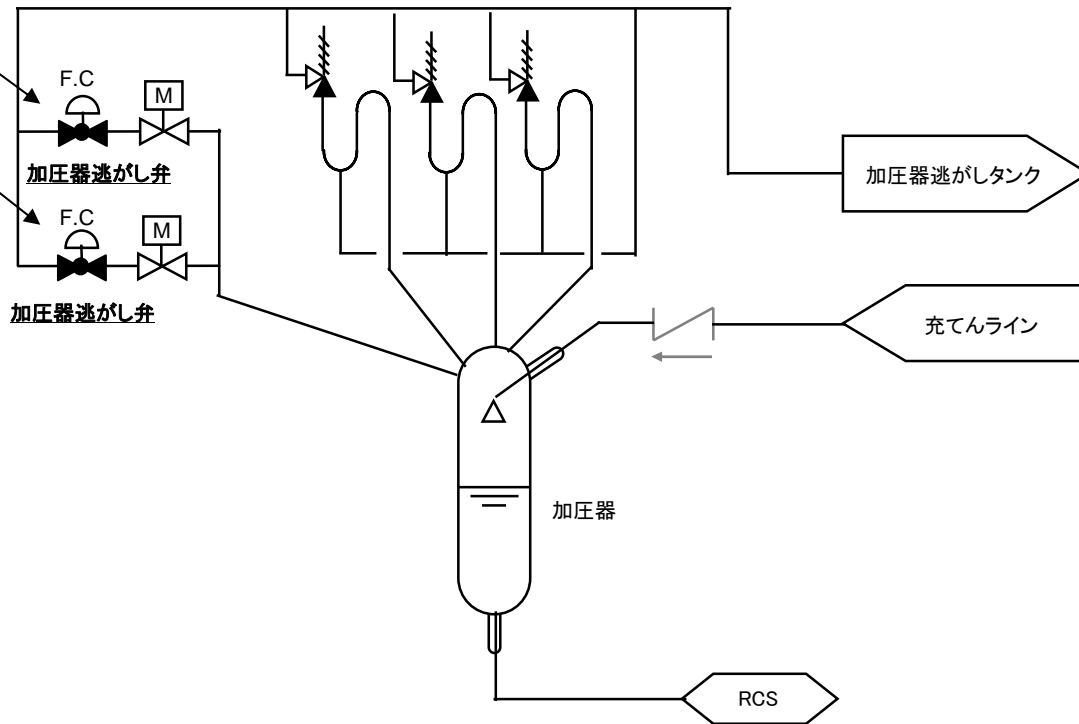
- ① 6.6kV AC電源
- ② 440V AC電源
- ③ 125V DC電源
- ④ 115V AC電源
- ⑤ バッテリー
- ⑥ 補機冷却水系
- ⑦ 海水系
- ⑧ 計器用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 加圧器逃がし弁による熱放出(手動・中央制御室)(フロントライン系)

③-2: 125V DC電源(空気弁制御電磁弁動作)  
 ⑧: 計器用空気系(加圧器逃がし弁(空気弁)開放)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

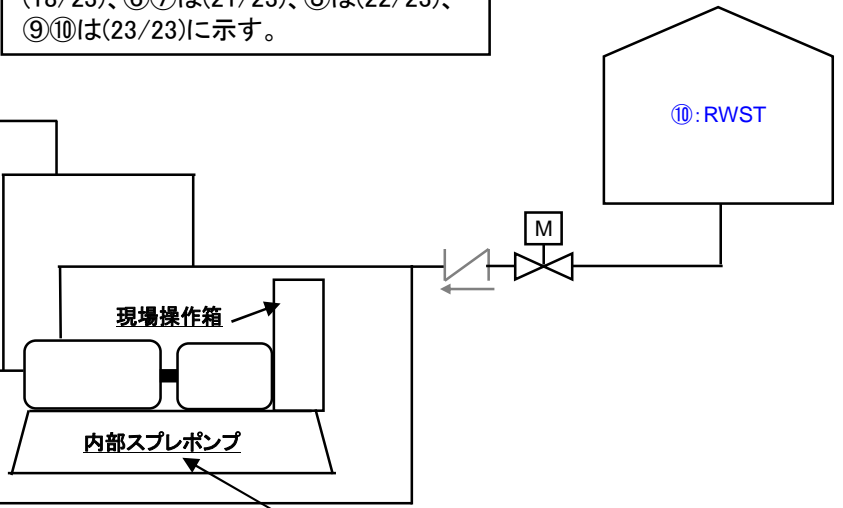
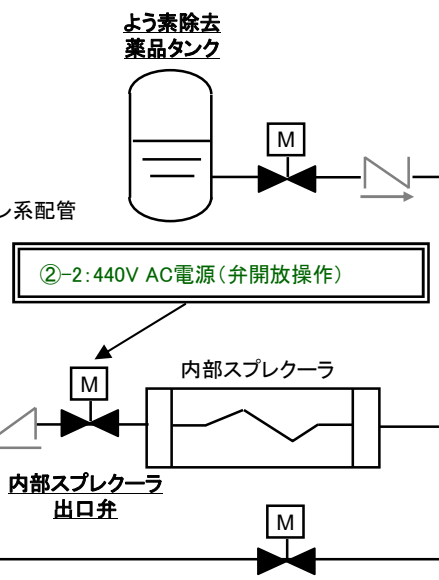
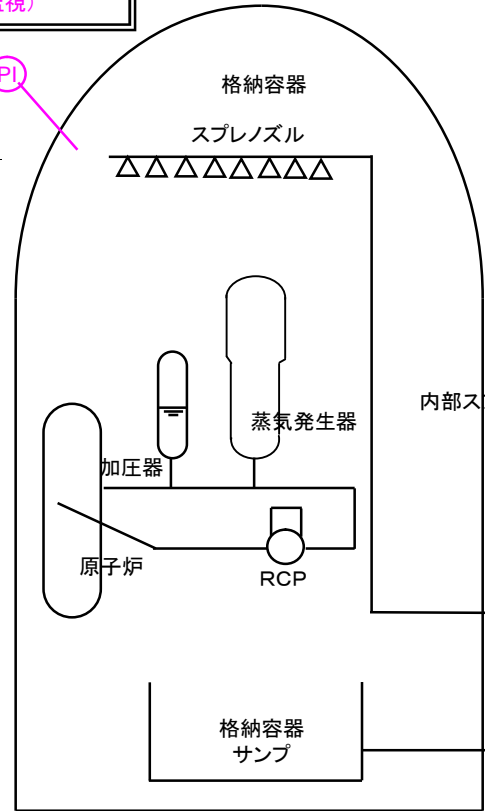
# 内部スプレによる格納容器除熱(フロントライン系)

各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

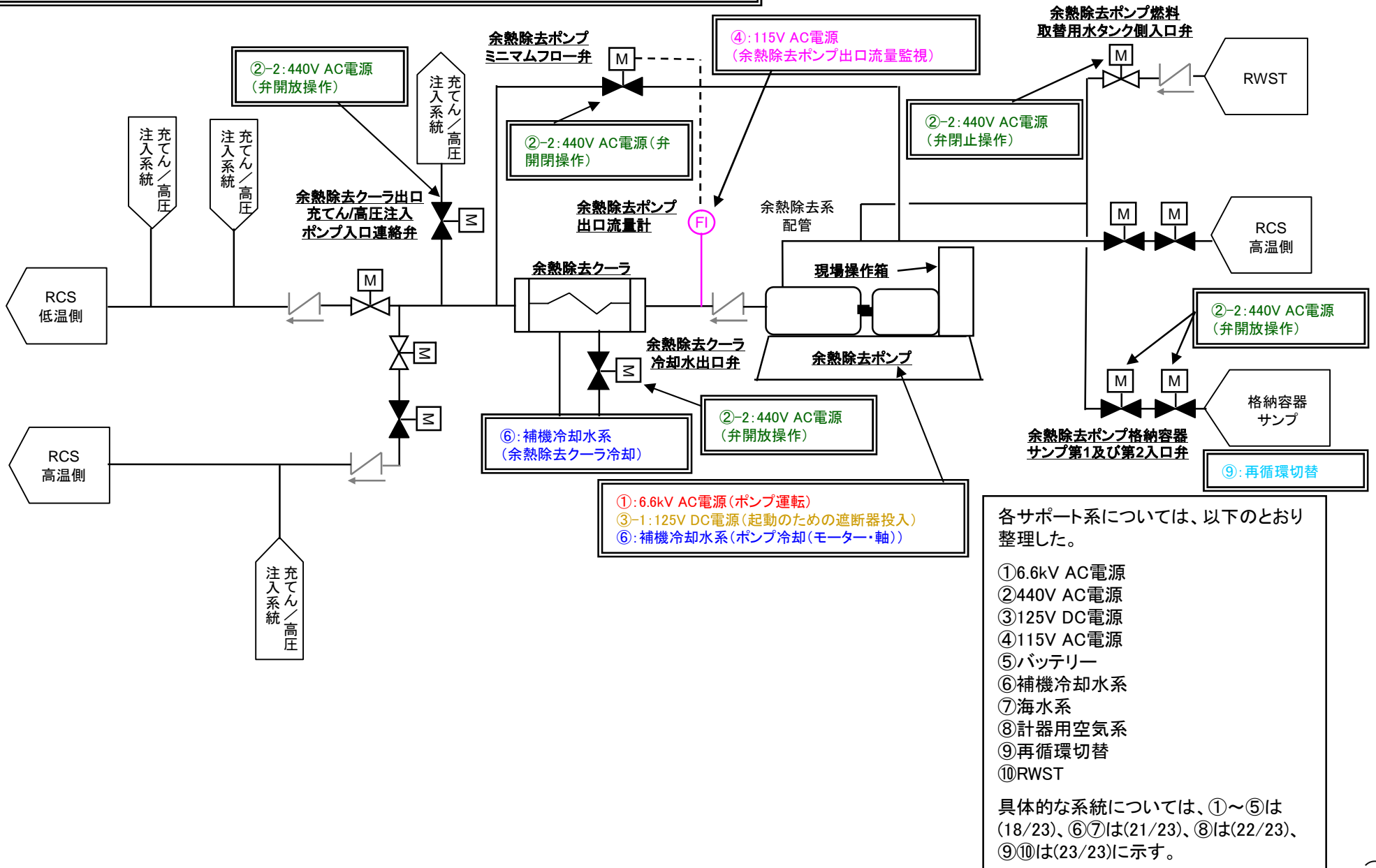
④:115V AC電源  
(格納容器圧力監視)



①:6.6kV AC電源 (ポンプ運転)  
③-1:125V DC電源 (起動のための遮断器投入)  
⑥:補機冷却水系 (ポンプ冷却(モーター・軸))

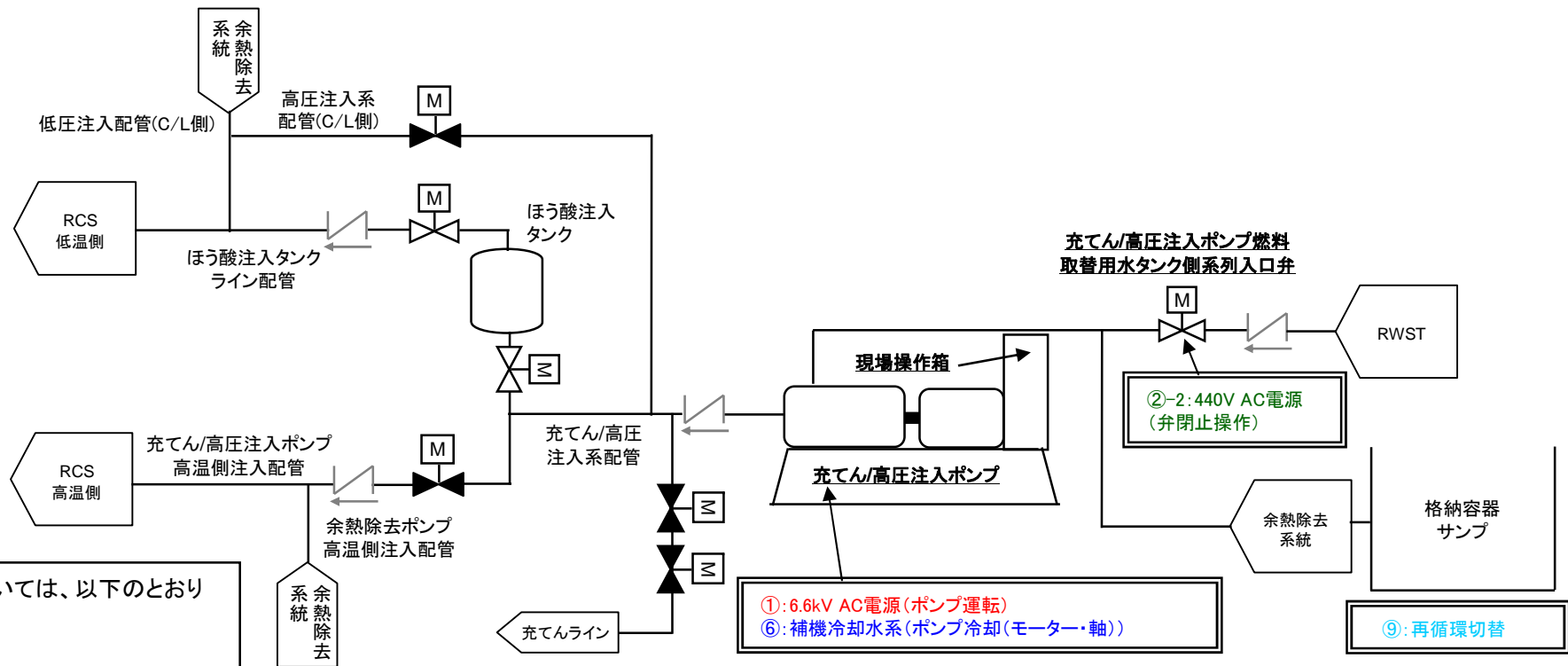
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 余熱除去ポンプによるブースティング(フロントライン系)



各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 高圧注入による再循環炉心冷却(フロントライン系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

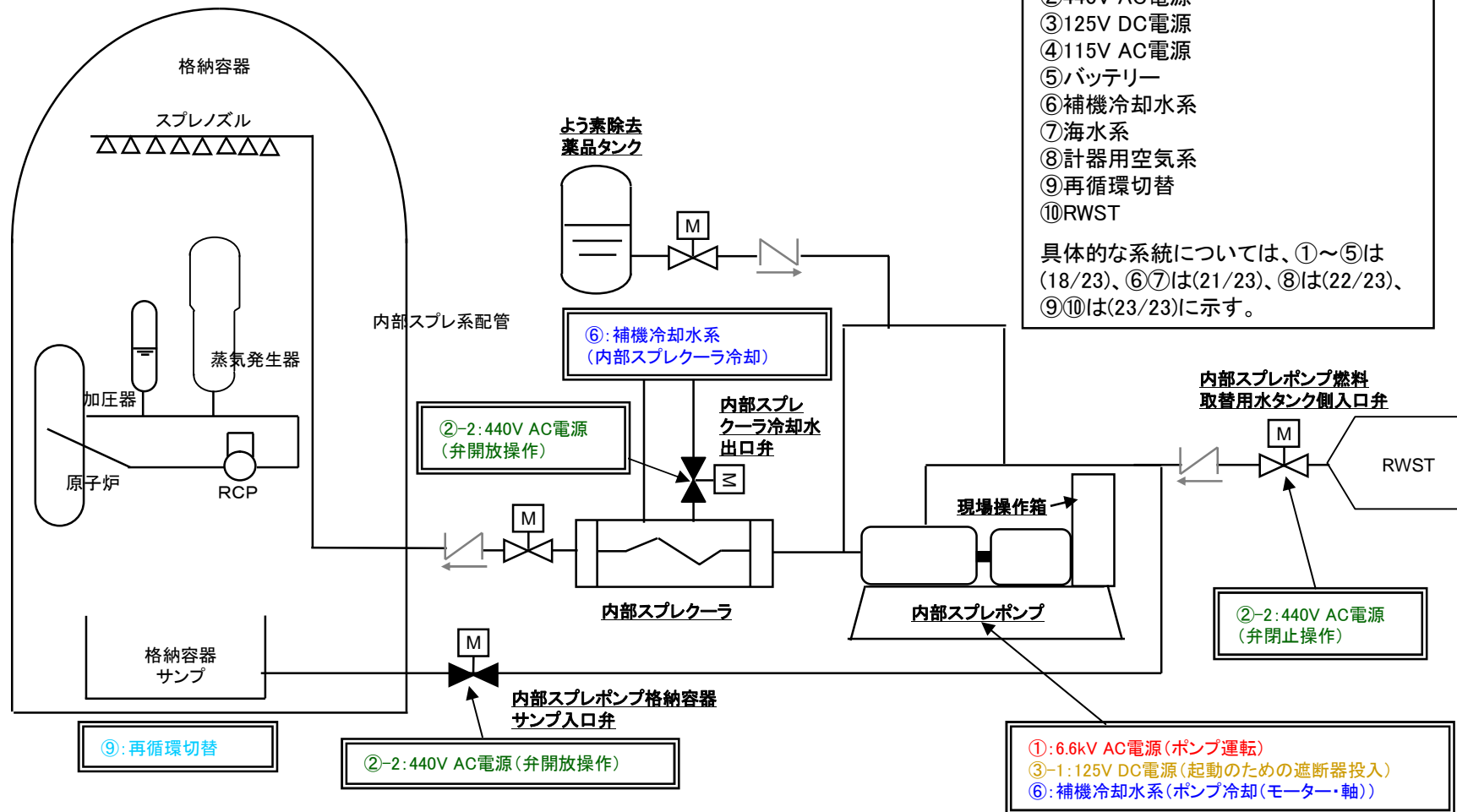
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

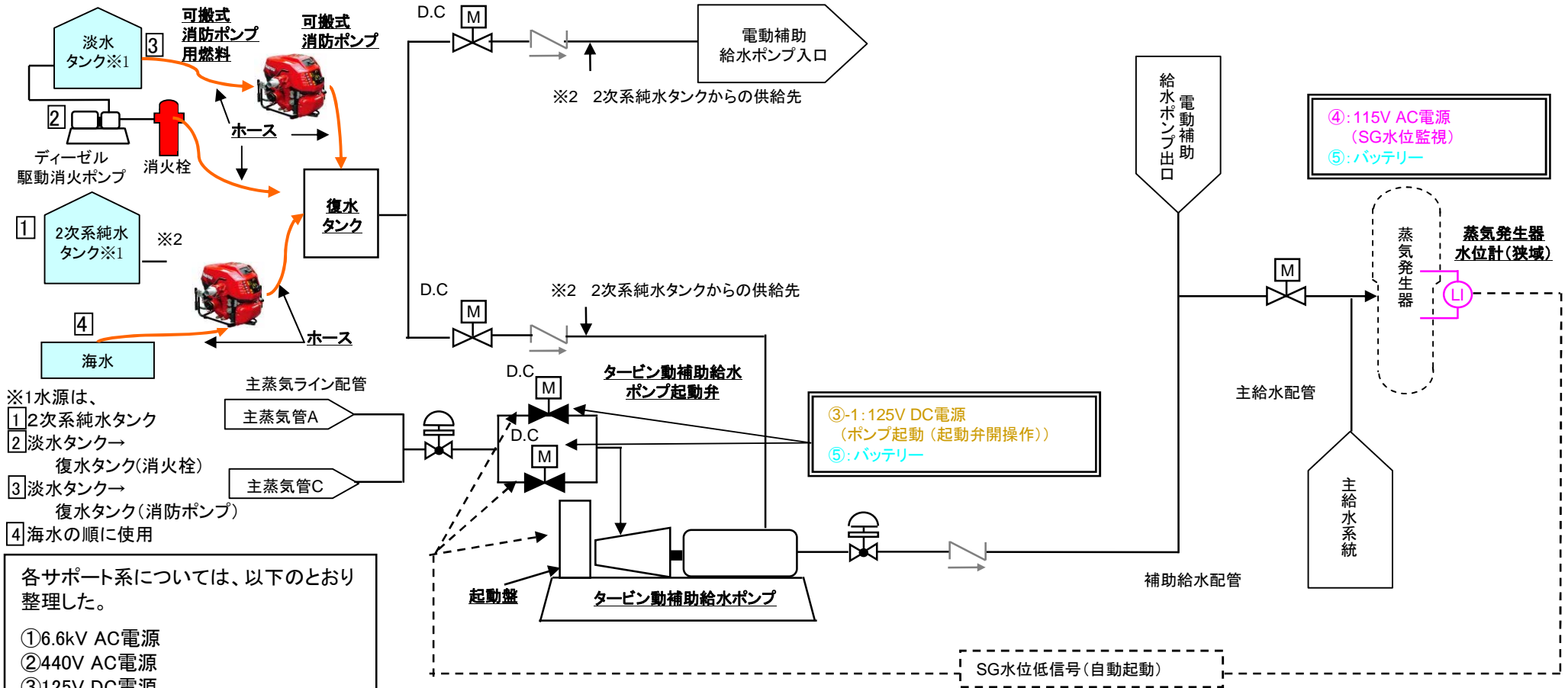


# 内部スプレによる再循環格納容器冷却(フロントライン系)



各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 補助給水による蒸気発生器への給水 (タービン動(消防ポンプによる復水タンクへの給水を含む))(フロントライン系)



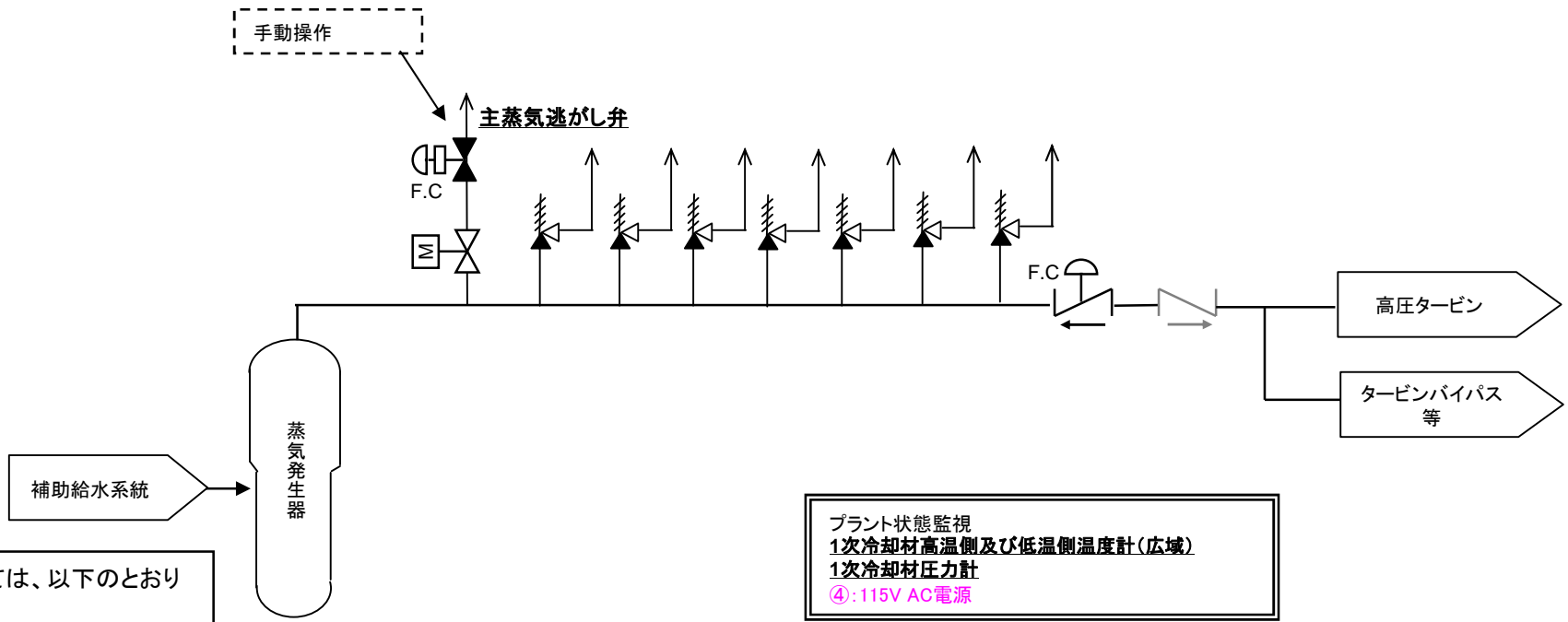
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ① 6.6kV AC電源
- ② 440V AC電源
- ③ 125V DC電源
- ④ 115V AC電源
- ⑤ バッテリー
- ⑥ 補機冷却水系
- ⑦ 海水系
- ⑧ 計器用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWST

具体的な系統については、①~⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 主蒸気逃がし弁による熱放出(手動・現場)(フロントライン系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

プラント状態監視  
 1次冷却材高温側及び低温側温度計(広域)  
 1次冷却材圧力計  
 ④: 115V AC電源

各影響緩和機能の系統図(津波: 炉心損傷)

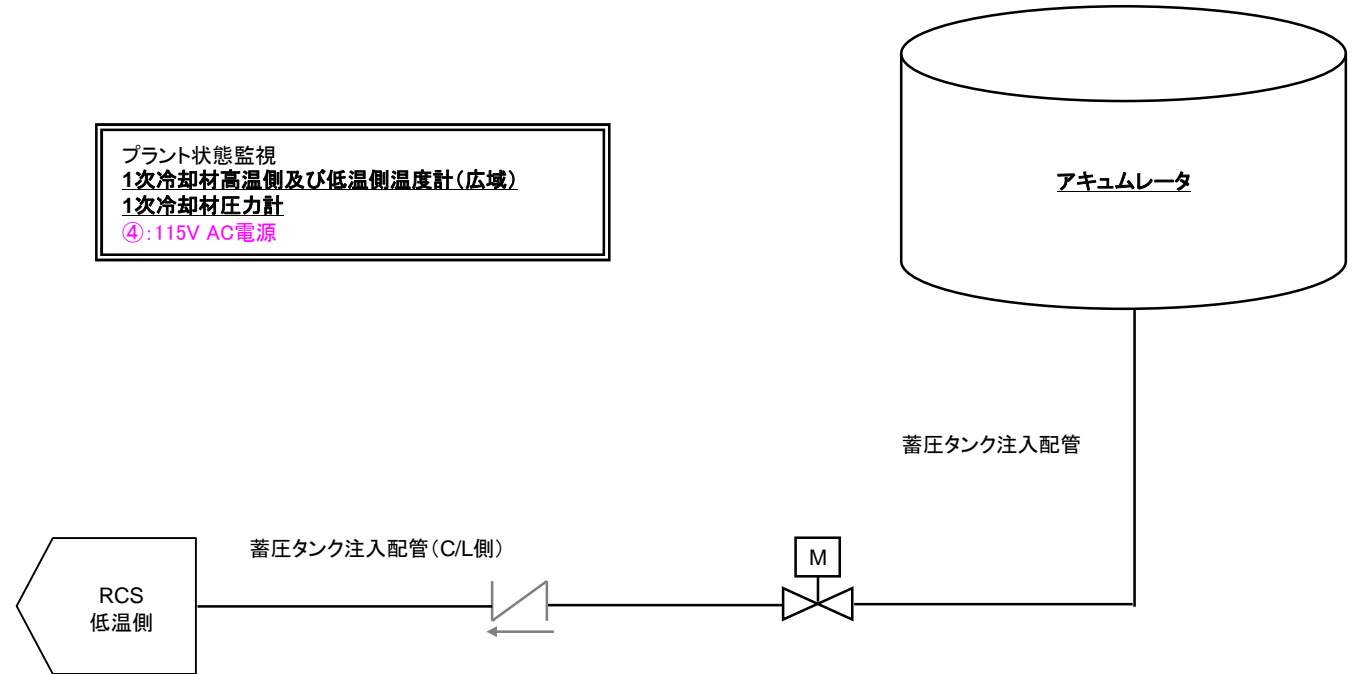
# 蓄圧注入によるほう酸水の給水(フロントライン系)

プラント状態監視  
 1次冷却材高温側及び低温側温度計(広域)  
 1次冷却材圧力計  
 ④:115V AC電源

各サポート系については、以下のとおり整理した。

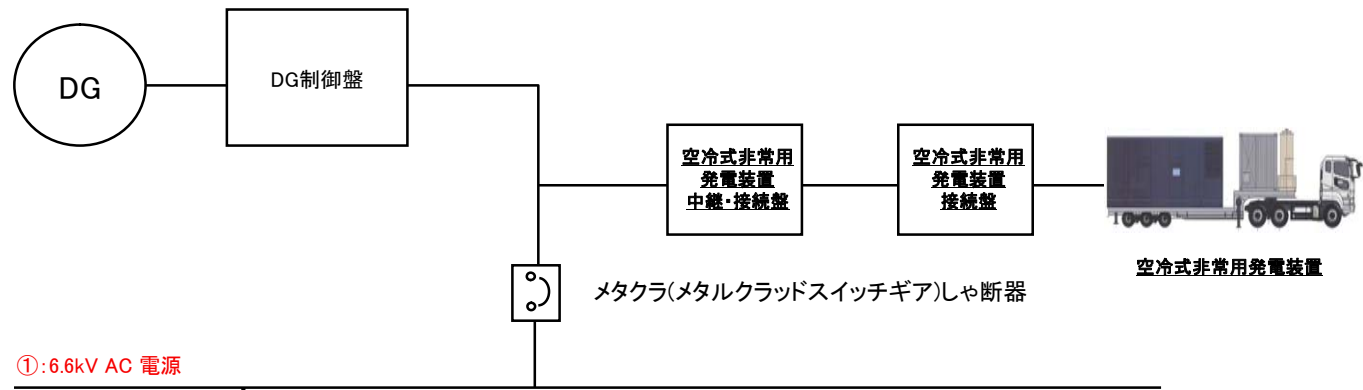
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。



各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

# 空冷式非常用発電装置からの給電(フロントライン系)

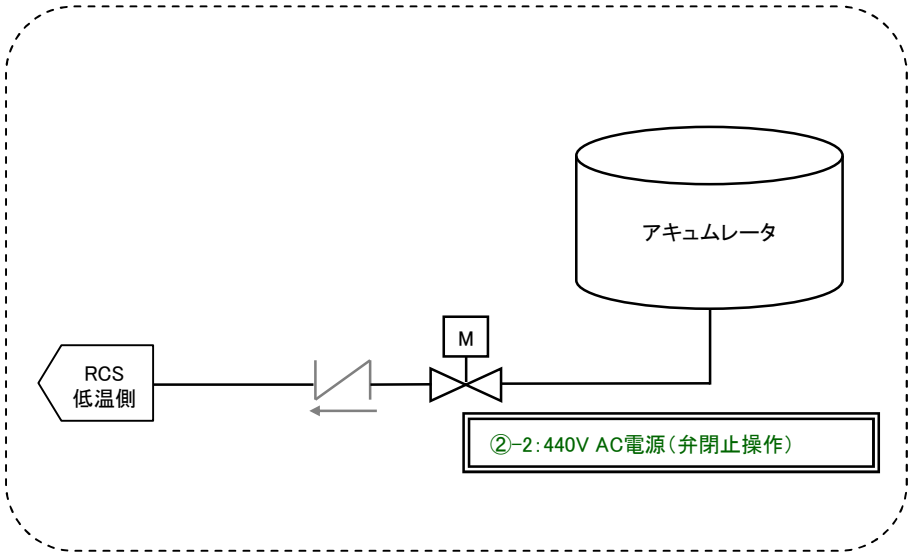


各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ① 6.6kV AC電源
- ② 440V AC電源
- ③ 125V DC電源
- ④ 115V AC電源
- ⑤ バッテリー
- ⑥ 補機冷却水系
- ⑦ 海水系
- ⑧ 計器用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWST

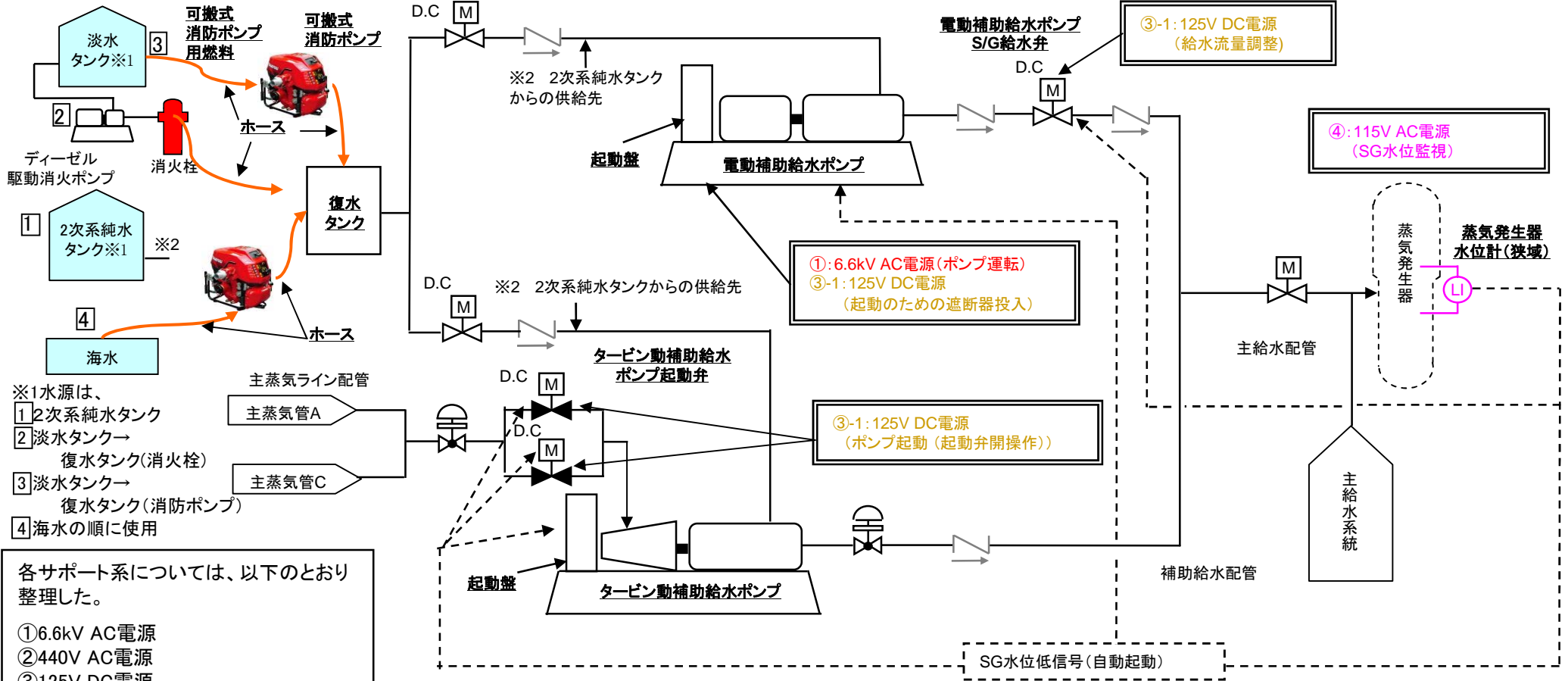
具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

②-1、②-2: 440V AC電源  
 ③-1、③-2: 125V DC電源  
 ④: 115V AC電源



各影響緩和機能の系統図(津波: 炉心損傷)

# 補助給水による蒸気発生器への給水(電動またはタービン動 (消防ポンプによる復水タンクへの給水を含む))(フロントライン系)



- ※1水源は、  
 ① 2次系純水タンク  
 ② 淡水タンク→復水タンク(消火栓)  
 ③ 淡水タンク→復水タンク(消防ポンプ)  
 ④ 海水の順に使用

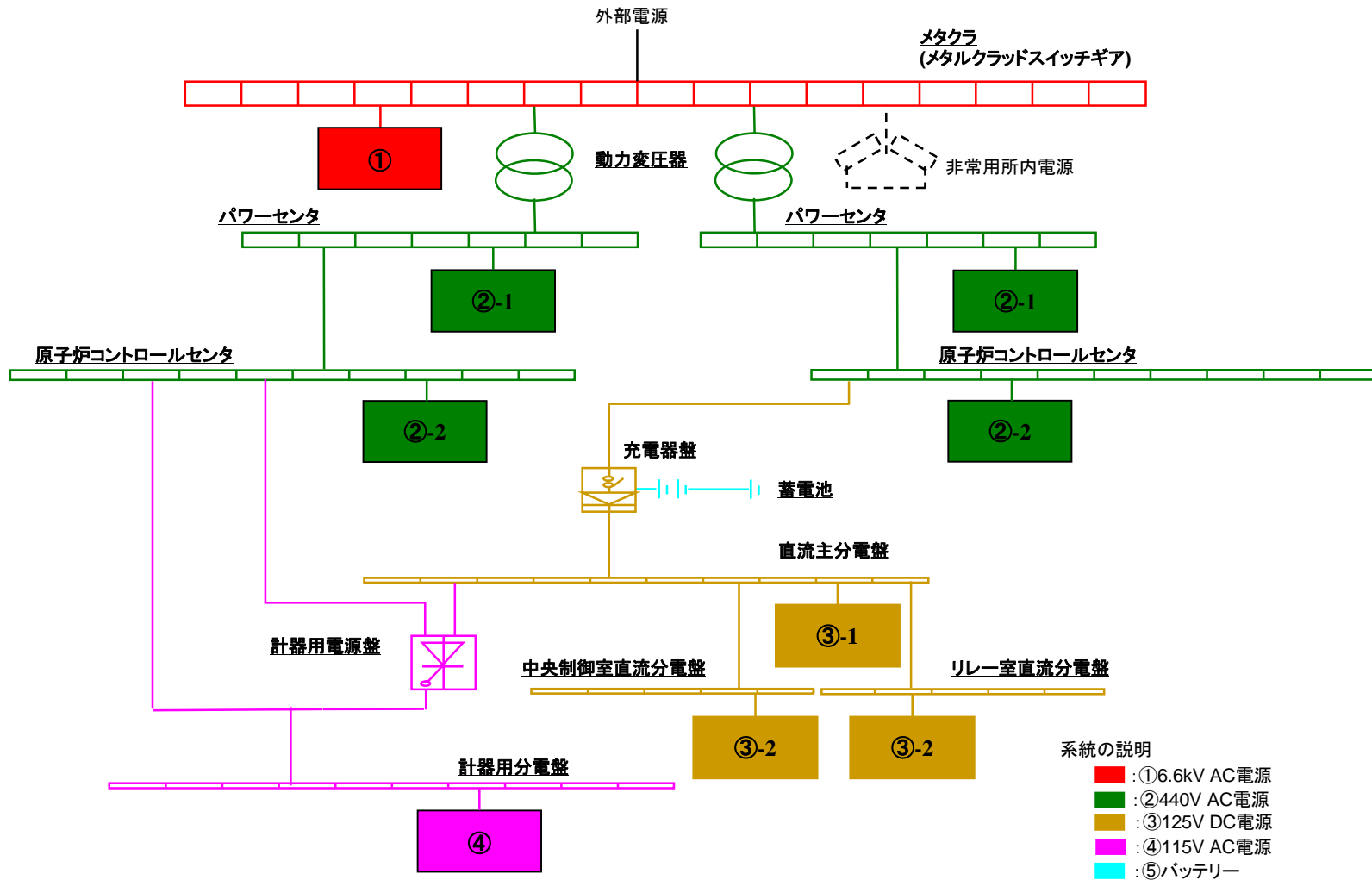
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ① 6.6kV AC電源
- ② 440V AC電源
- ③ 125V DC電源
- ④ 115V AC電源
- ⑤ バッテリー
- ⑥ 補機冷却水系
- ⑦ 海水系
- ⑧ 計器用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

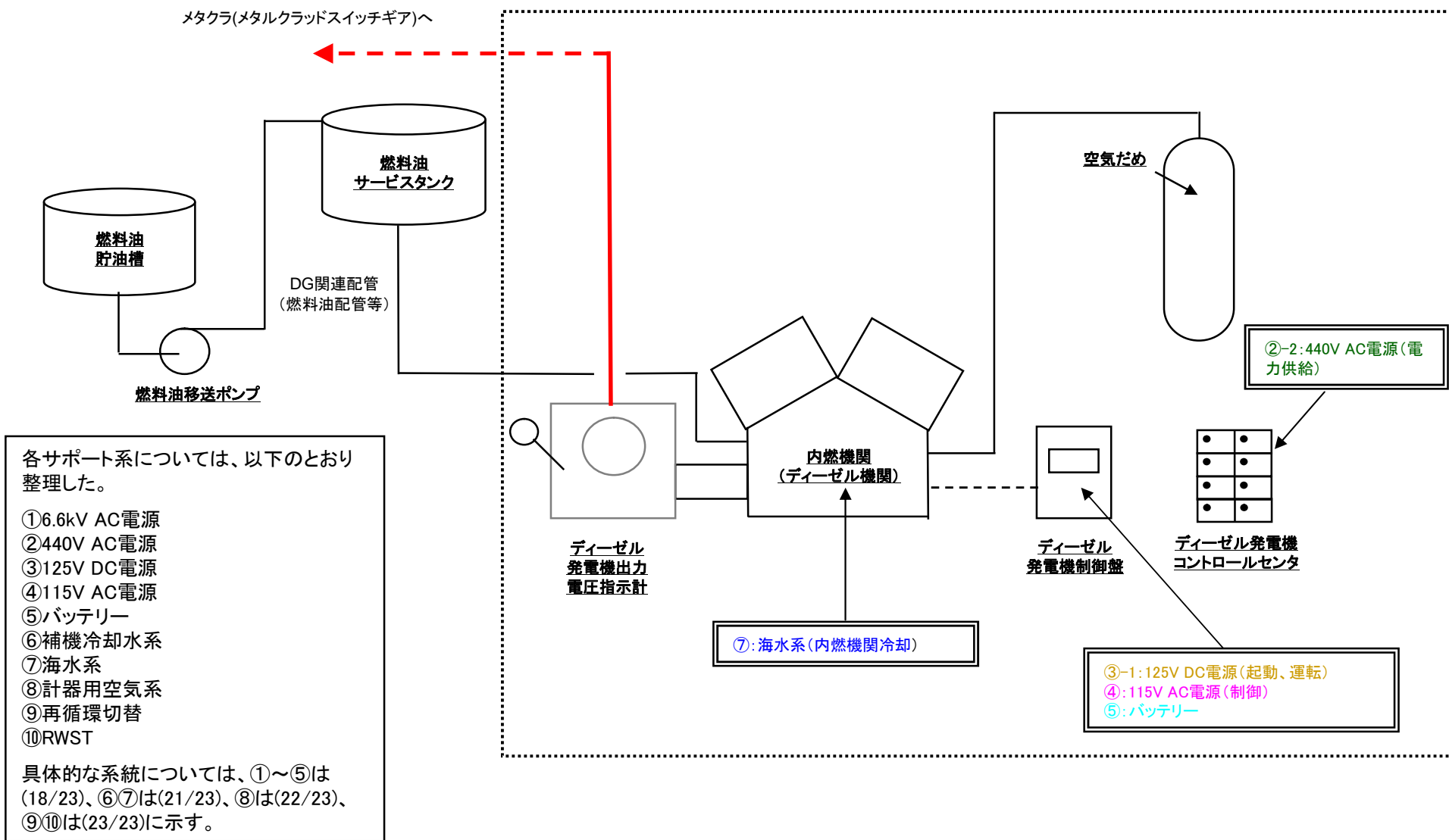
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

- ①6.6kV AC電源、②440V AC電源、③125V DC電源、  
④115V AC電源、⑤バッテリー（サポート系）



各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

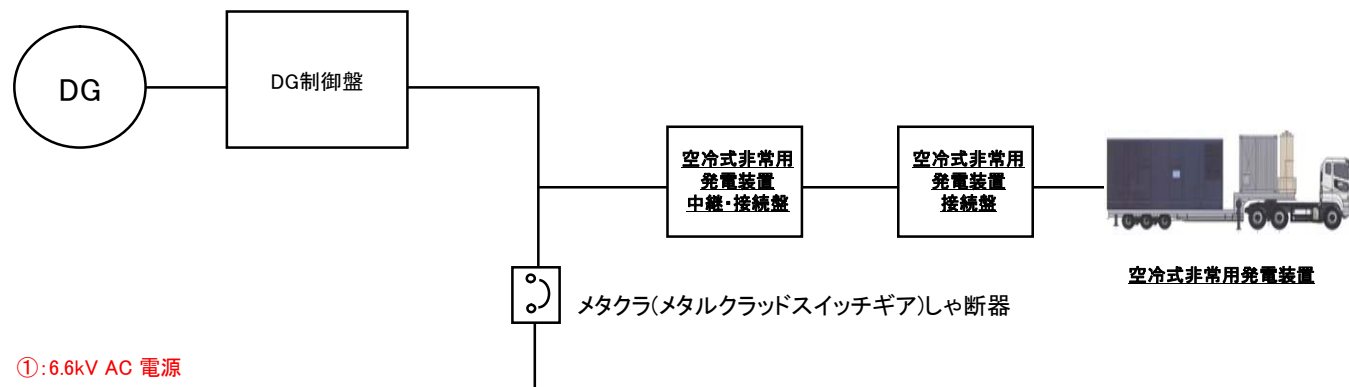
# 非常用所内電源(サポート系)



各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)



# 空冷式非常用発電装置(サポート系)

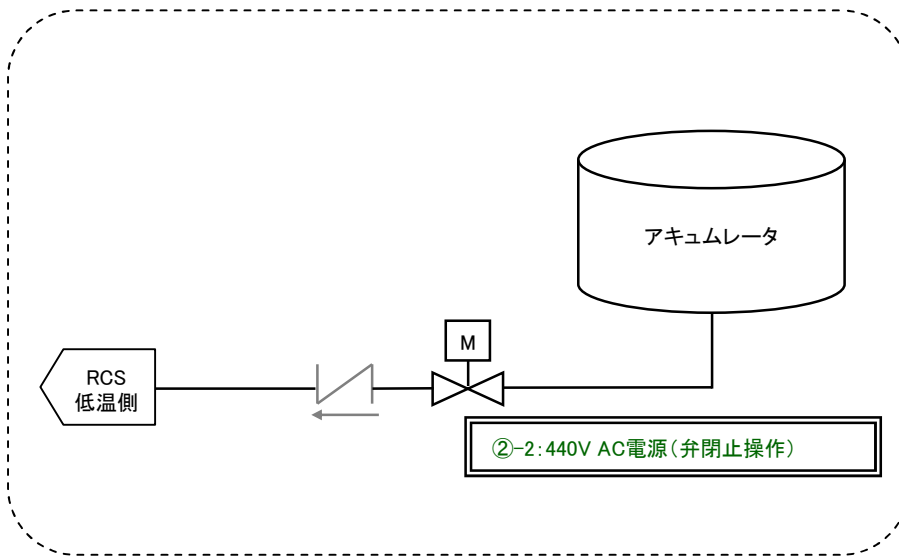


各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ① 6.6kV AC電源
- ② 440V AC電源
- ③ 125V DC電源
- ④ 115V AC電源
- ⑤ バッテリー
- ⑥ 補機冷却水系
- ⑦ 海水系
- ⑧ 計器用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWST

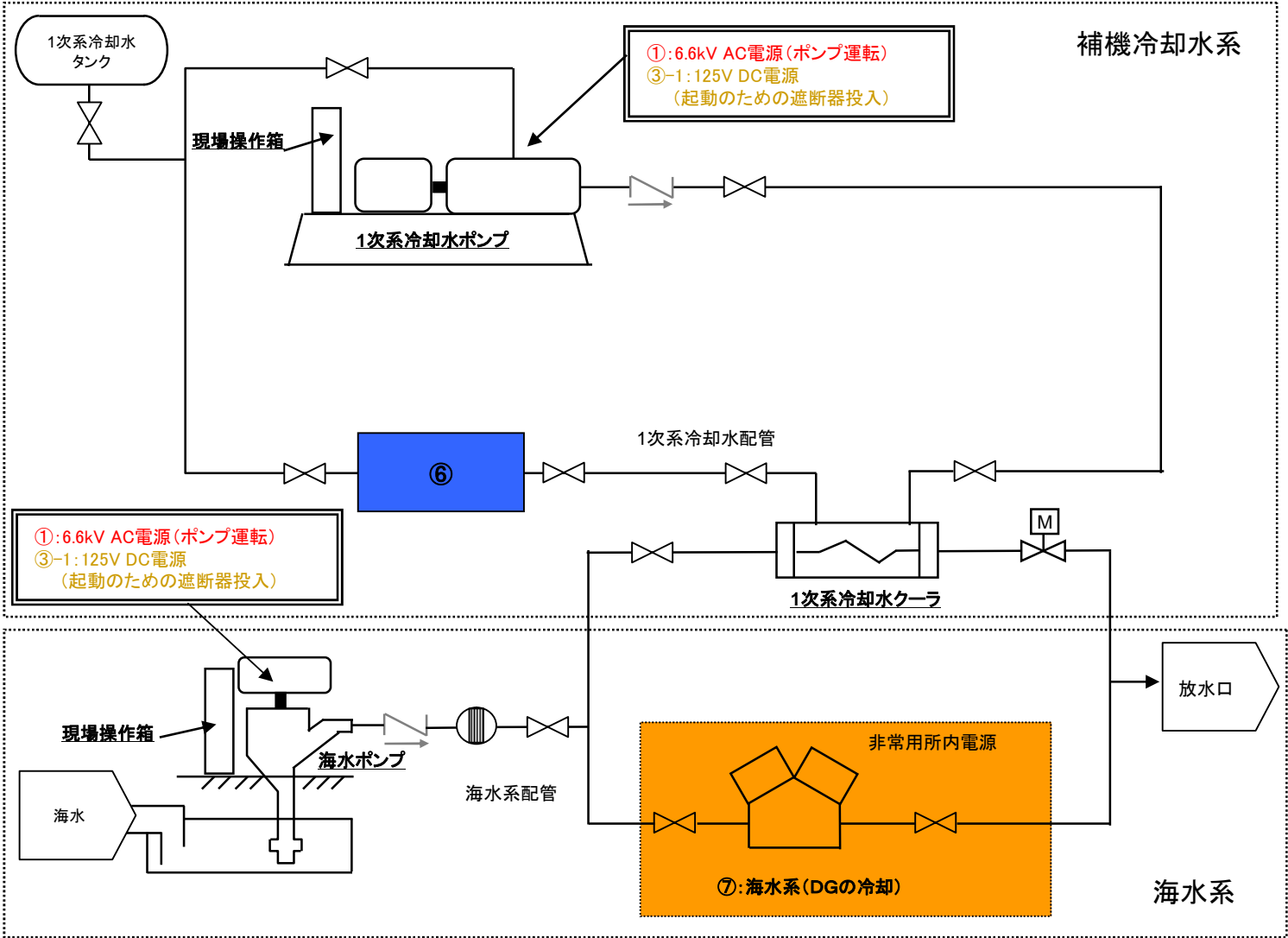
具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

- ②-1、②-2: 440V AC電源
- ③-1、③-2: 125V DC電源
- ④: 115V AC電源



各影響緩和機能の系統図(津波: 炉心損傷)

# ⑥補機冷却水系、⑦海水系(サポート系)



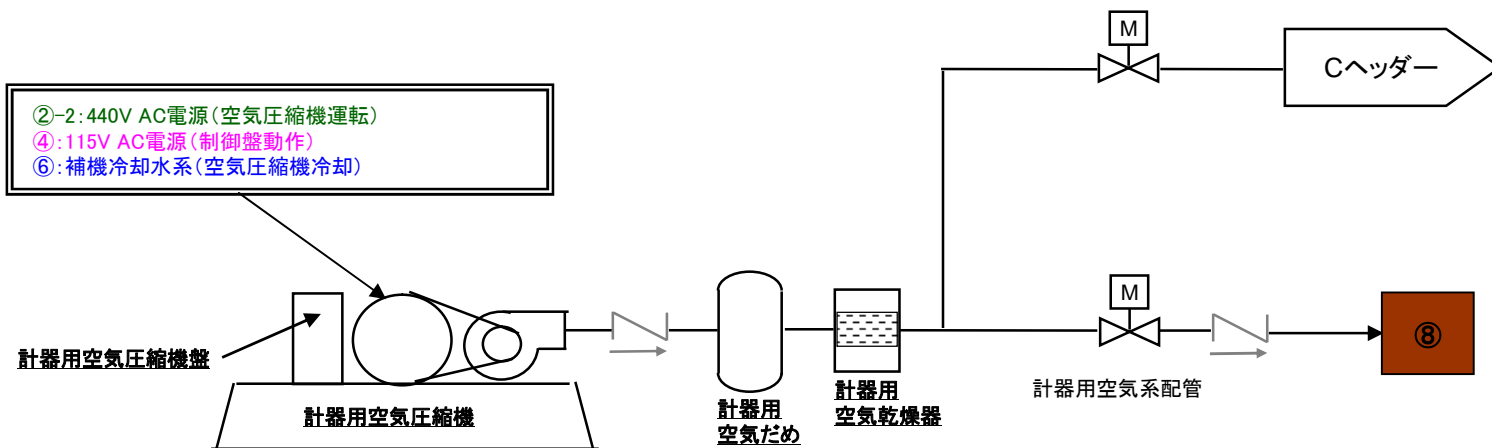
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

## ⑧計器用空気系(サポート系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

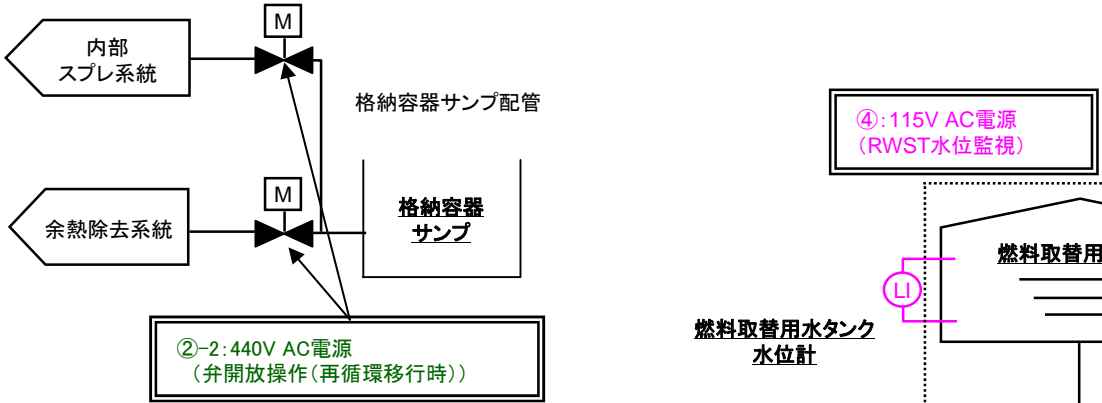
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

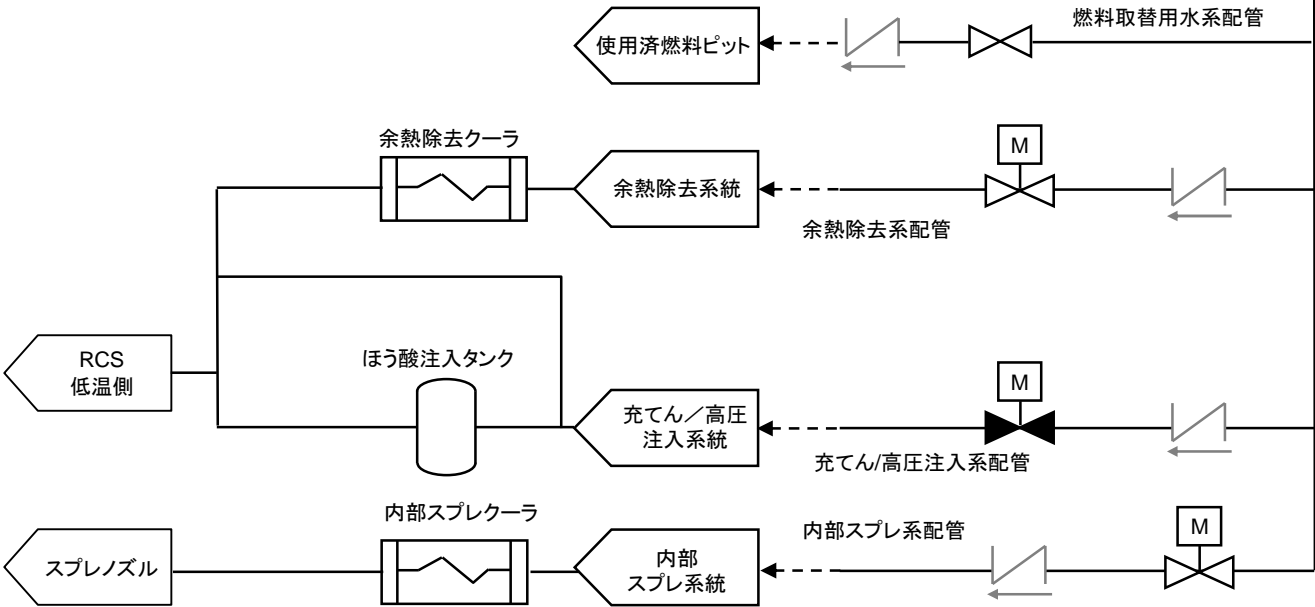
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

⑨再循環切替、⑩RWST(サポート系)

再循環切替



RWST

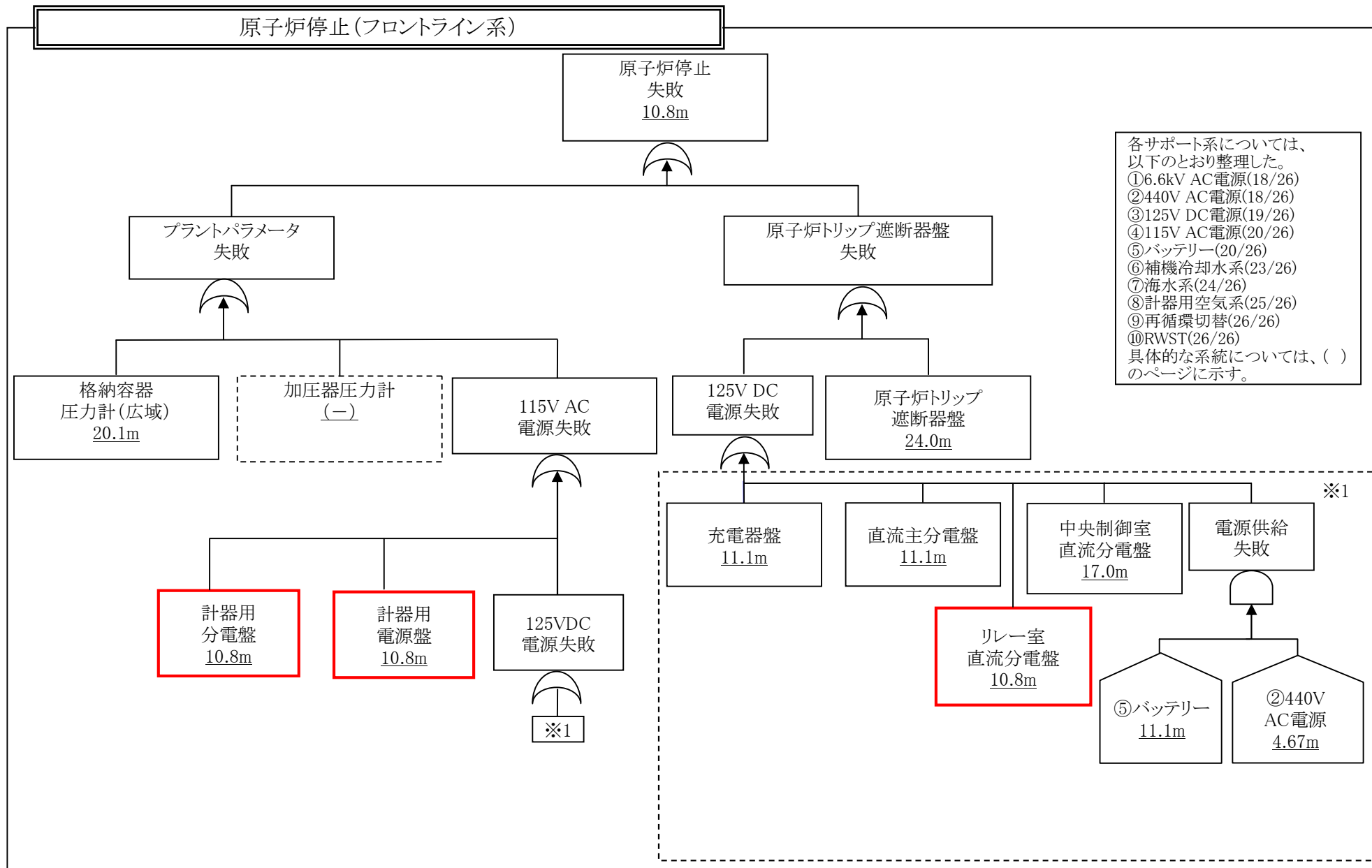


各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧計器用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWST

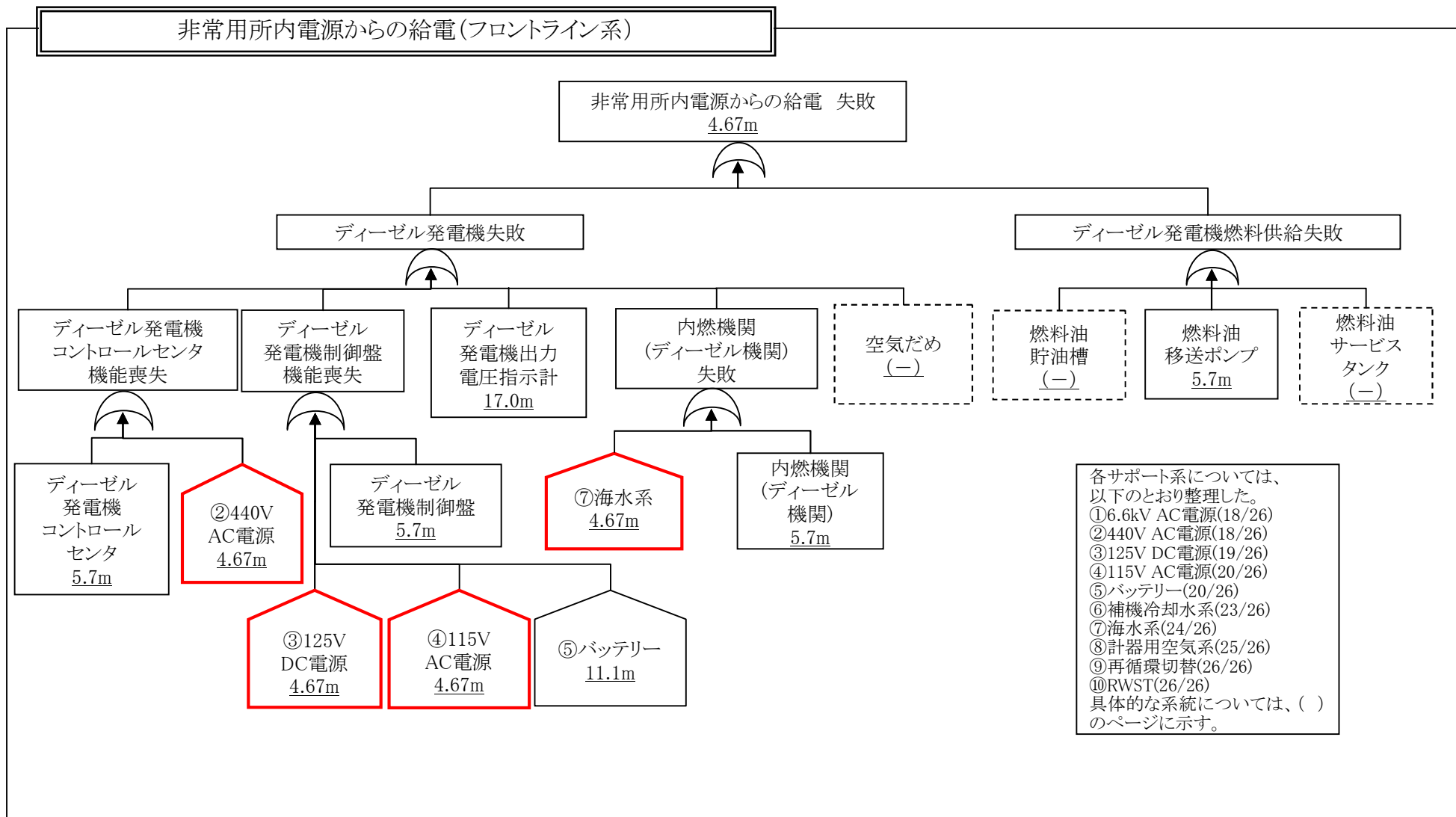
具体的な系統については、①~⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)



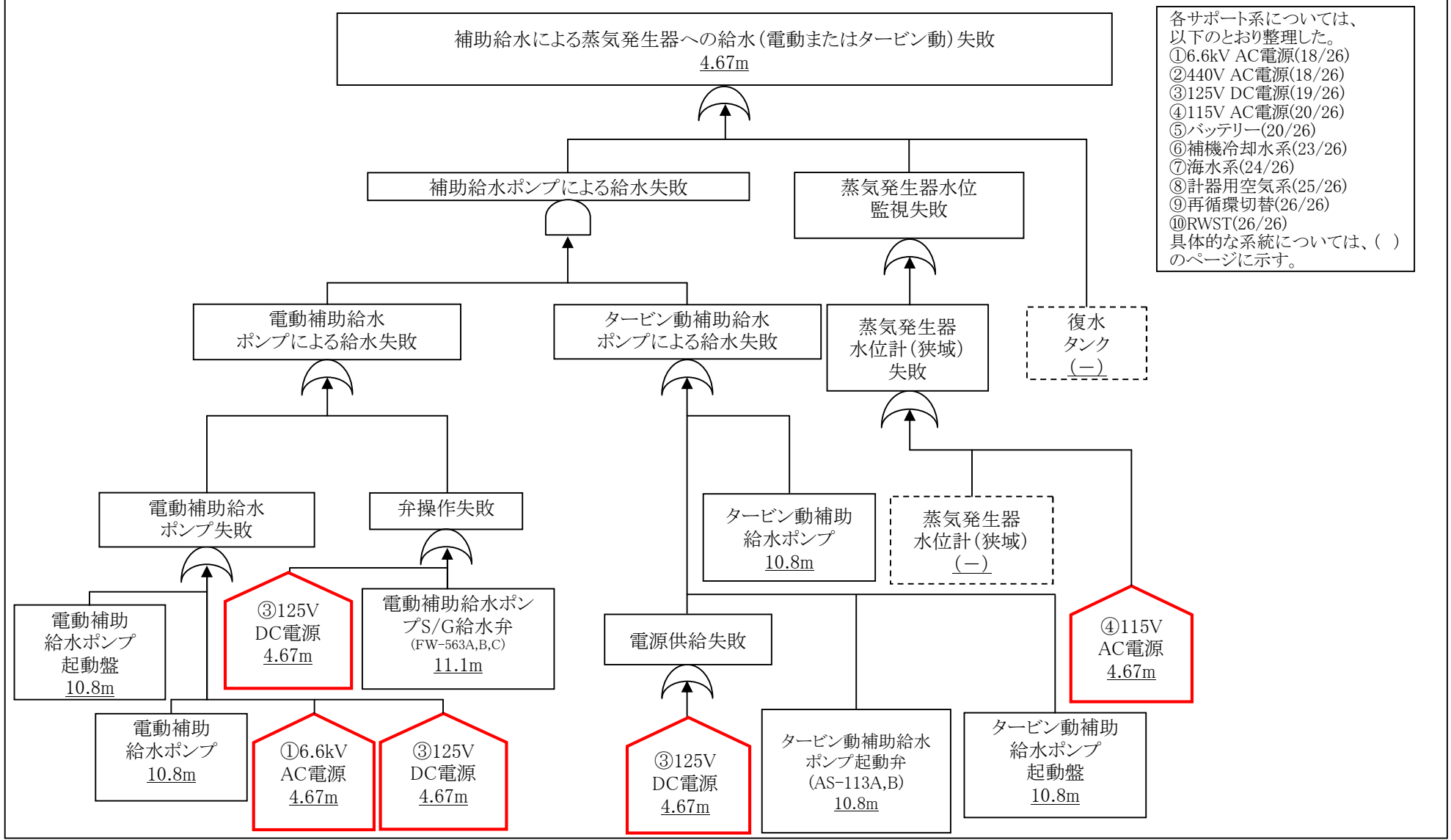
各サポート系については、以下のとおり整理した。  
 ①6.6kV AC電源(18/26)  
 ②440V AC電源(18/26)  
 ③125V DC電源(19/26)  
 ④115V AC電源(20/26)  
 ⑤バッテリー(20/26)  
 ⑥補機冷却水系(23/26)  
 ⑦海水系(24/26)  
 ⑧計器用空気系(25/26)  
 ⑨再循環切替(26/26)  
 ⑩RWST(26/26)  
 具体的な系統については、( )のページに示す。

各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)



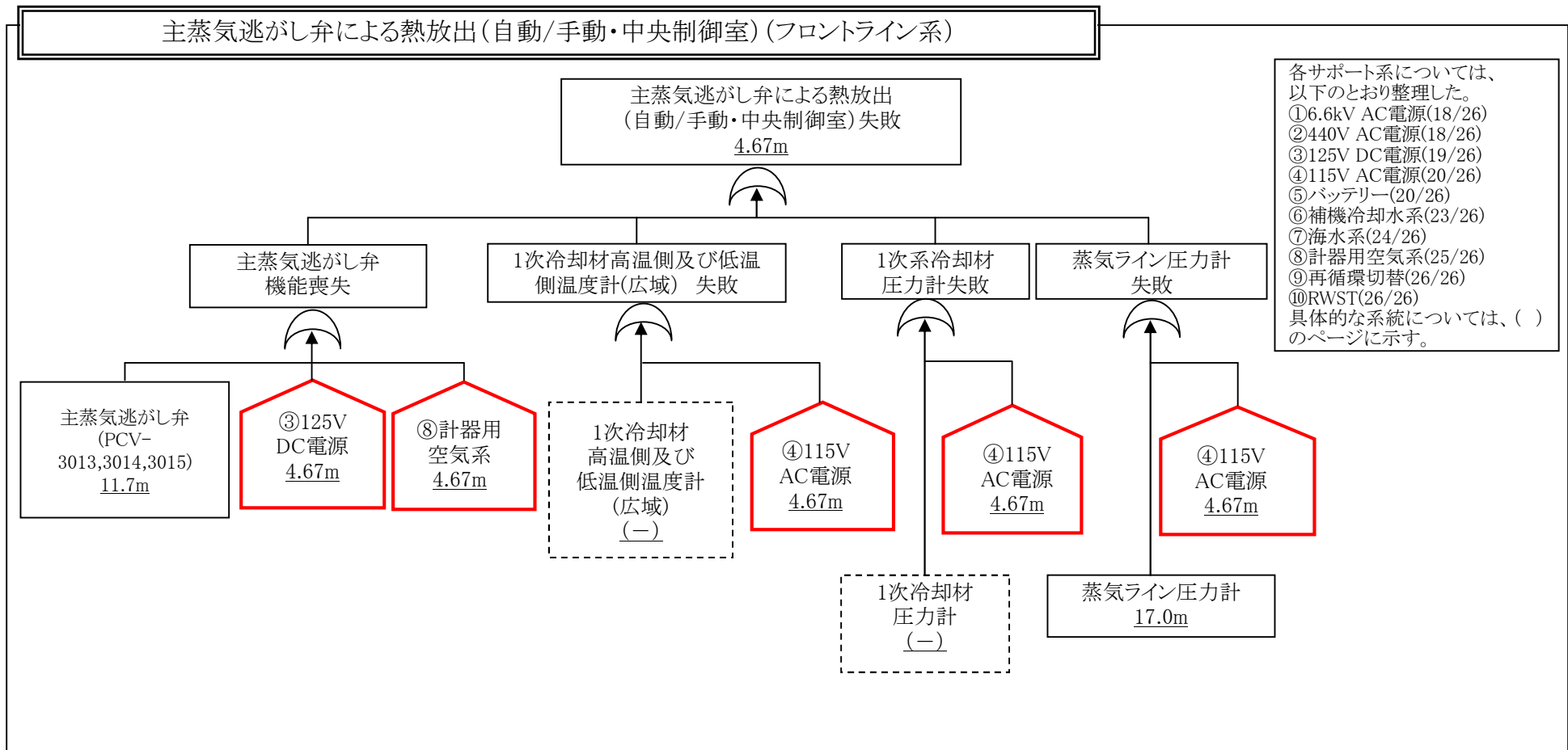
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

補助給水による蒸気発生器への給水(電動またはタービン動)(フロントライン系)



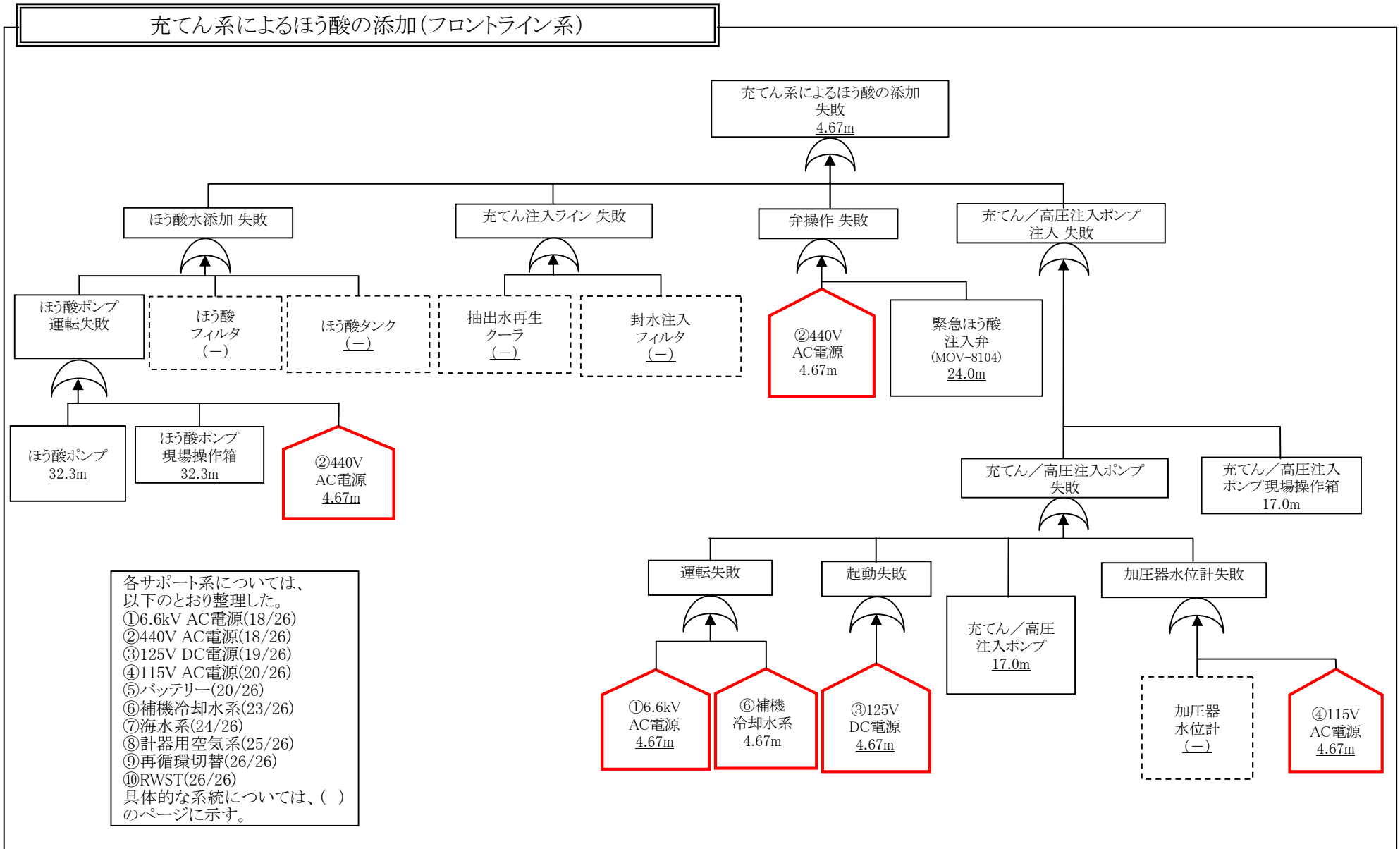
各サポート系については、以下のとおり整理した。  
 ①6.6kV AC電源(18/26)  
 ②440V AC電源(18/26)  
 ③125V DC電源(19/26)  
 ④115V AC電源(20/26)  
 ⑤バッテリー(20/26)  
 ⑥補機冷却水系(23/26)  
 ⑦海水系(24/26)  
 ⑧計器用空気系(25/26)  
 ⑨再循環切替(26/26)  
 ⑩RWST(26/26)  
 具体的な系統については、( )のページに示す。

各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

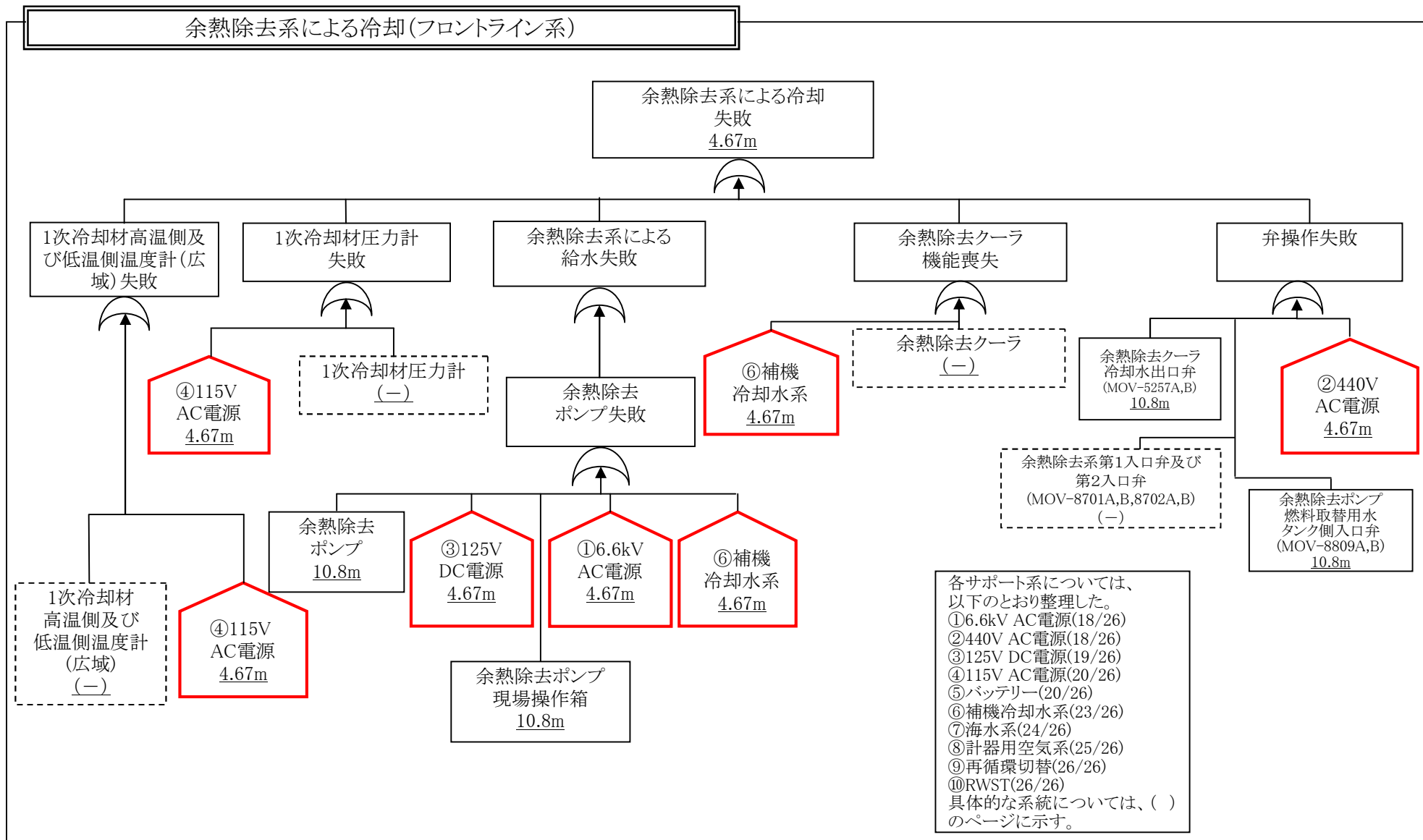


各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)





各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)



各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

高圧注入による原子炉への給水(フロントライン系)

各サポート系については、以下のとおり整理した。  
 ①6.6kV AC電源(18/26)  
 ②440V AC電源(18/26)  
 ③125V DC電源(19/26)  
 ④115V AC電源(20/26)  
 ⑤バッテリー(20/26)  
 ⑥補機冷却水系(23/26)  
 ⑦海水系(24/26)  
 ⑧計器用空気系(25/26)  
 ⑨再循環切替(26/26)  
 ⑩RWST(26/26)  
 具体的な系統については、( )のページに示す。

高圧注入による  
原子炉への給水  
失敗  
4.67m

弁操作失敗

充てん/高圧注入  
ポンプ 失敗

⑩RWST  
(-)

運転失敗

起動失敗

ほう酸注入タンク  
入口弁  
(MOV-8803A,B)  
17.0m

②440V  
AC電源  
4.67m

①6.6kV  
AC電源  
4.67m

⑥補機  
冷却水系  
4.67m

③125V  
DC電源  
4.67m

ほう酸注入タンク  
出口弁  
(MOV-8801A,B)  
20.1m

充てんライン  
第1隔離弁及び  
第2隔離弁  
(MOV-8107,8108)  
20.1m

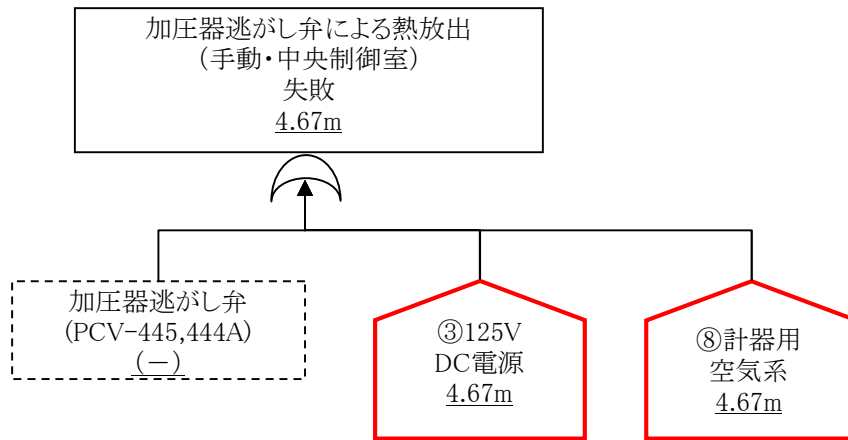
充てん/高圧  
注入ポンプ  
17.0m

充てん/高圧  
注入ポンプ現場操作箱  
17.0m

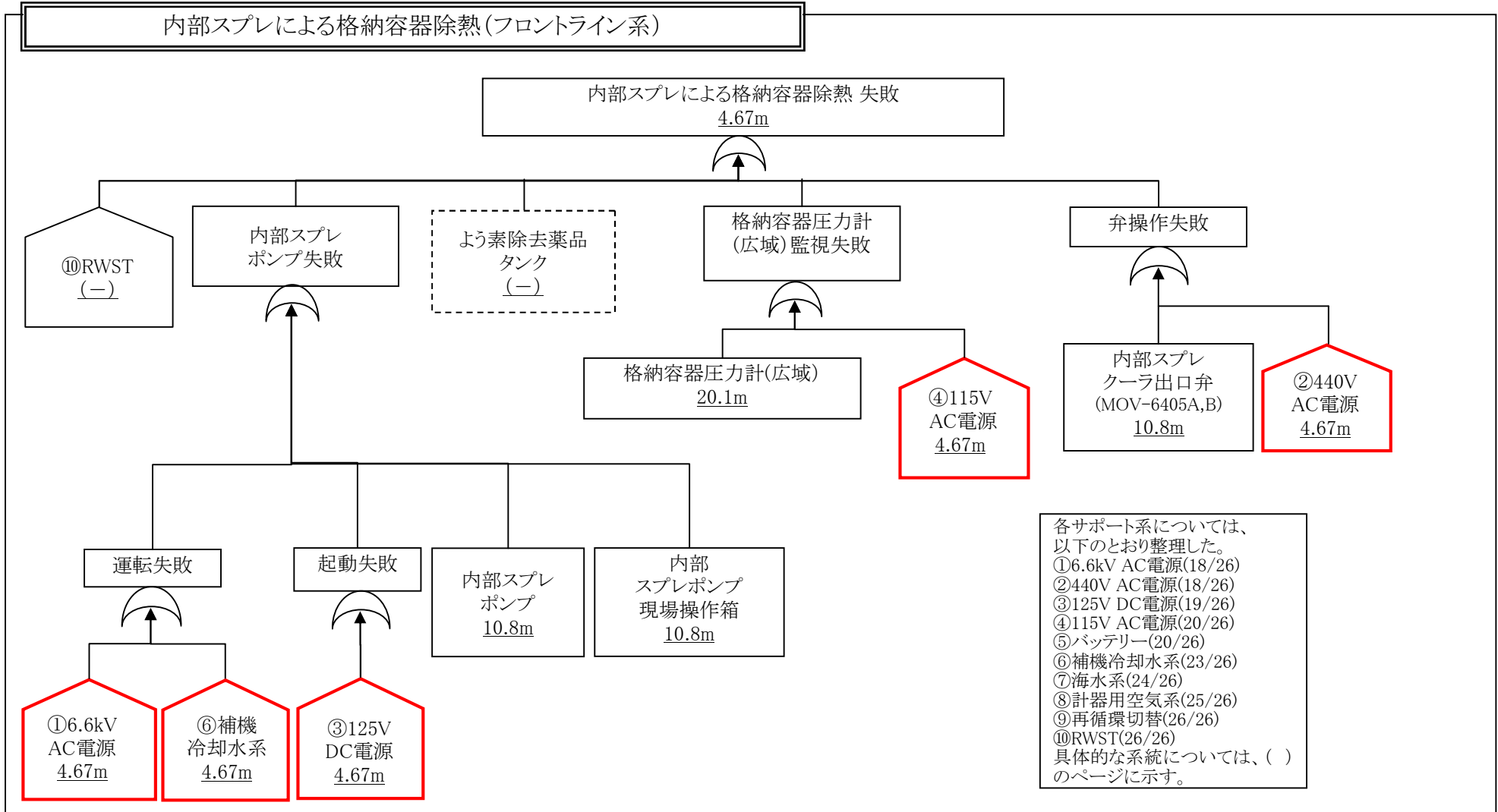
充てん/高圧注入ポンプ燃料  
取替用水タンク側系列  
入口弁  
(LCV-115B,D)  
17.0m

各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

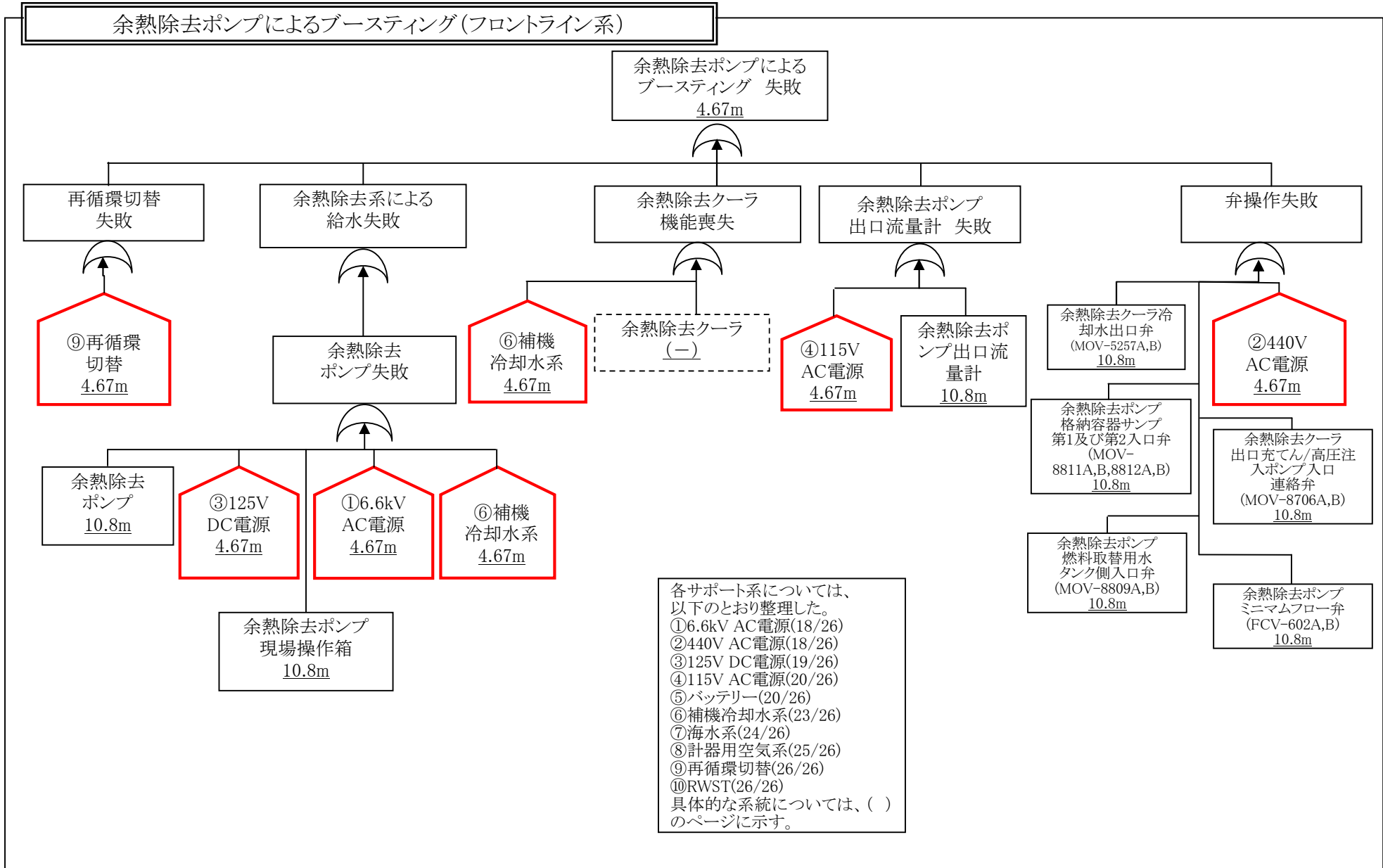
加圧器逃がし弁による熱放出(手動・中央制御室)(フロントライン系)



各サポート系については、  
以下のとおり整理した。  
①6.6kV AC電源(18/26)  
②440V AC電源(18/26)  
③125V DC電源(19/26)  
④115V AC電源(20/26)  
⑤バッテリー(20/26)  
⑥補機冷却水系(23/26)  
⑦海水系(24/26)  
⑧計器用空気系(25/26)  
⑨再循環切替(26/26)  
⑩RWST(26/26)  
具体的な系統については、( )  
のページに示す。

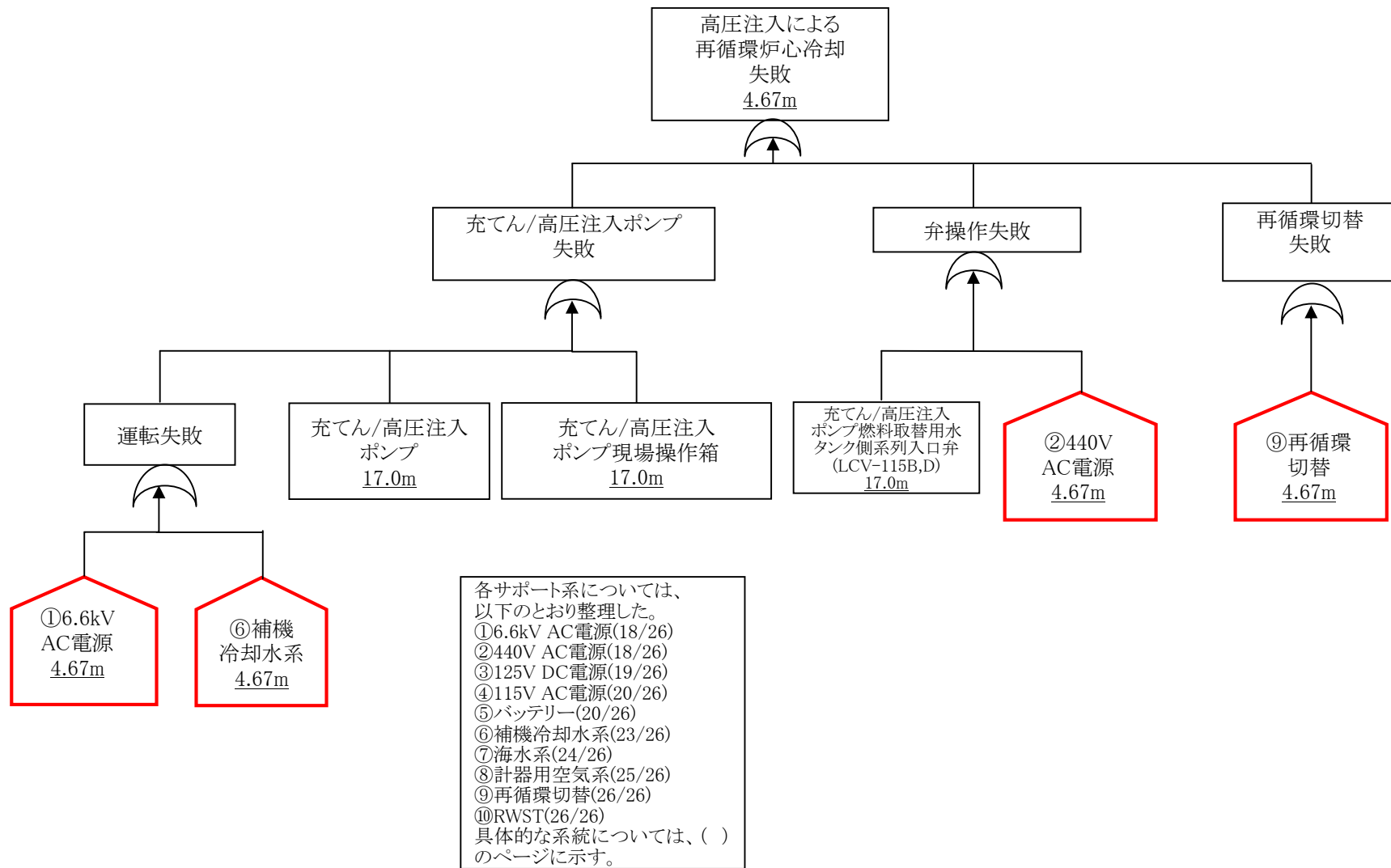


各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

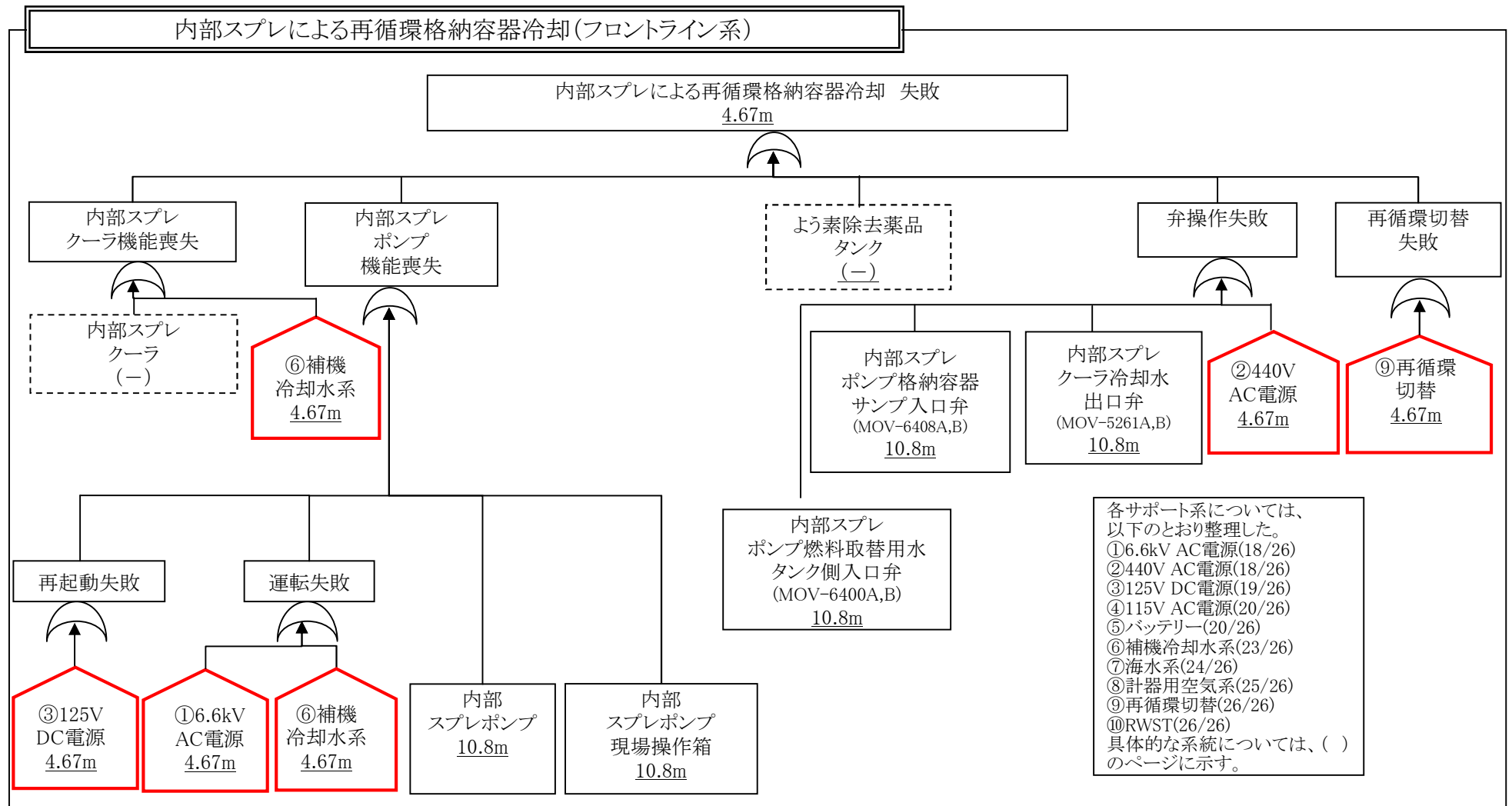


各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

高圧注入による再循環炉心冷却(フロントライン系)



各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

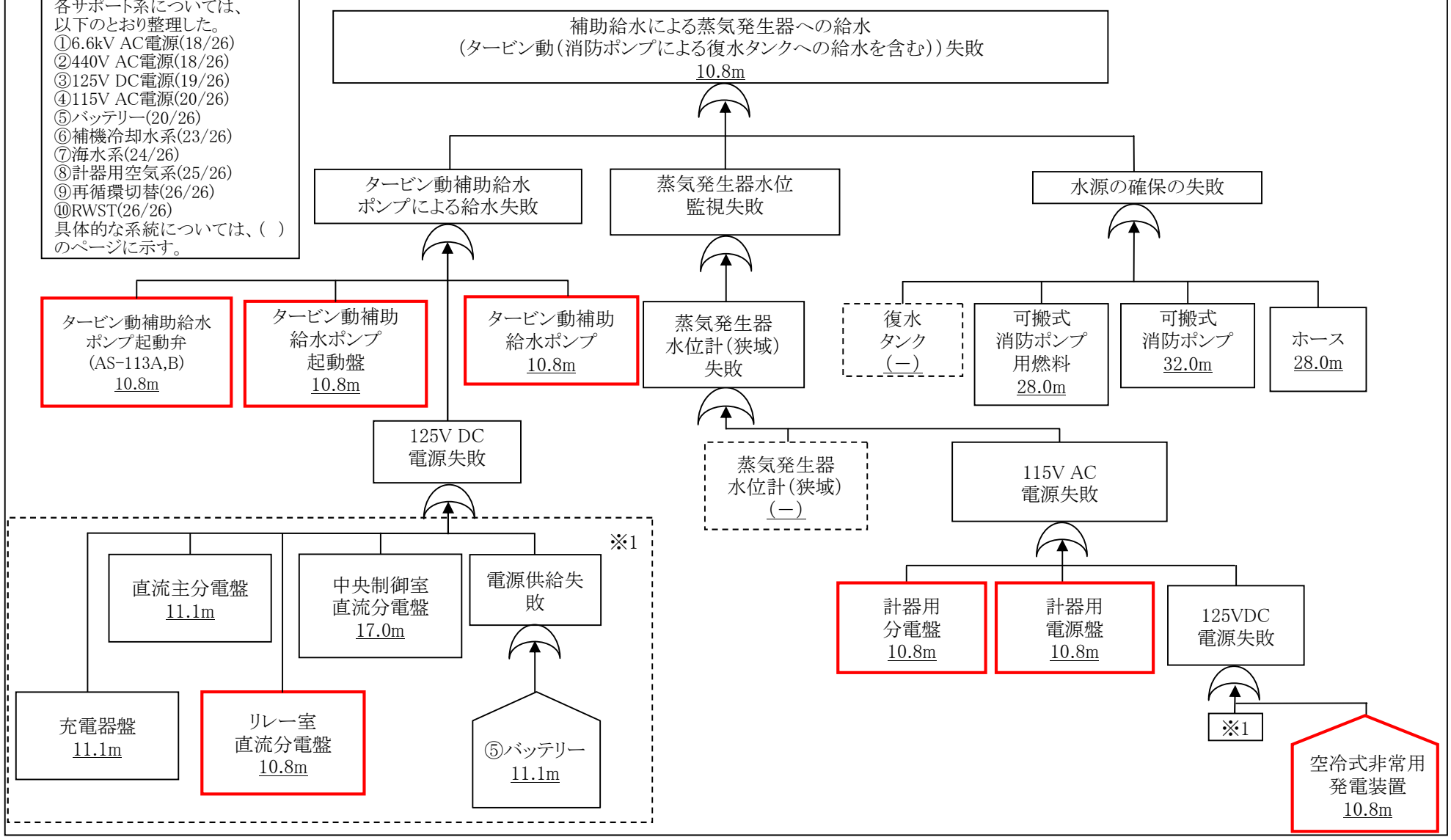


各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

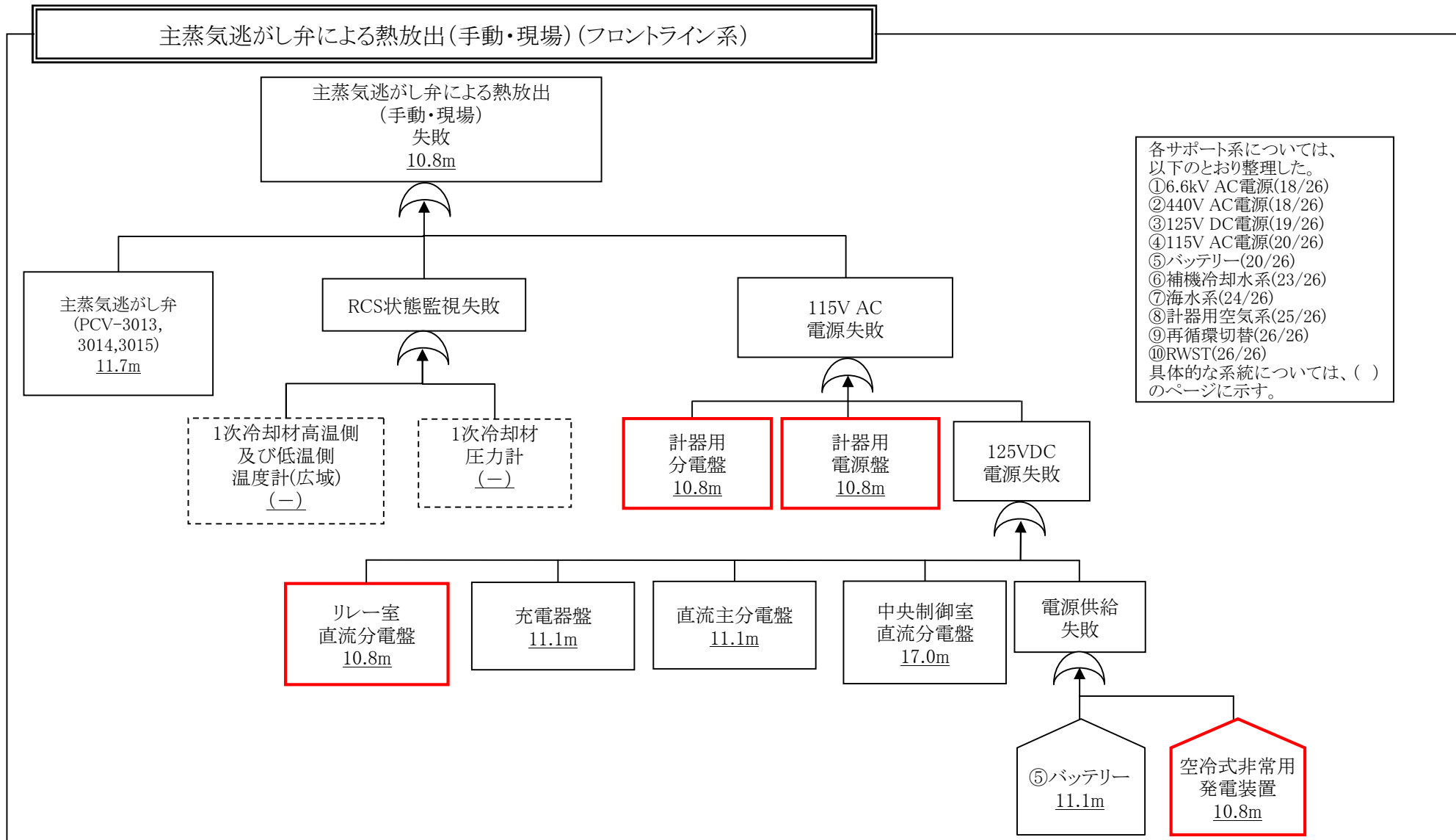


補助給水による蒸気発生器への給水(タービン動(消防ポンプによる復水タンクへの給水を含む))(フロントライン系)

- 各サポート系については、以下のとおり整理した。  
 ①6.6kV AC電源(18/26)  
 ②440V AC電源(18/26)  
 ③125V DC電源(19/26)  
 ④115V AC電源(20/26)  
 ⑤バッテリー(20/26)  
 ⑥補機冷却水系(23/26)  
 ⑦海水系(24/26)  
 ⑧計器用空気系(25/26)  
 ⑨再循環切替(26/26)  
 ⑩RWST(26/26)  
 具体的なシステムについては、( )のページに示す。

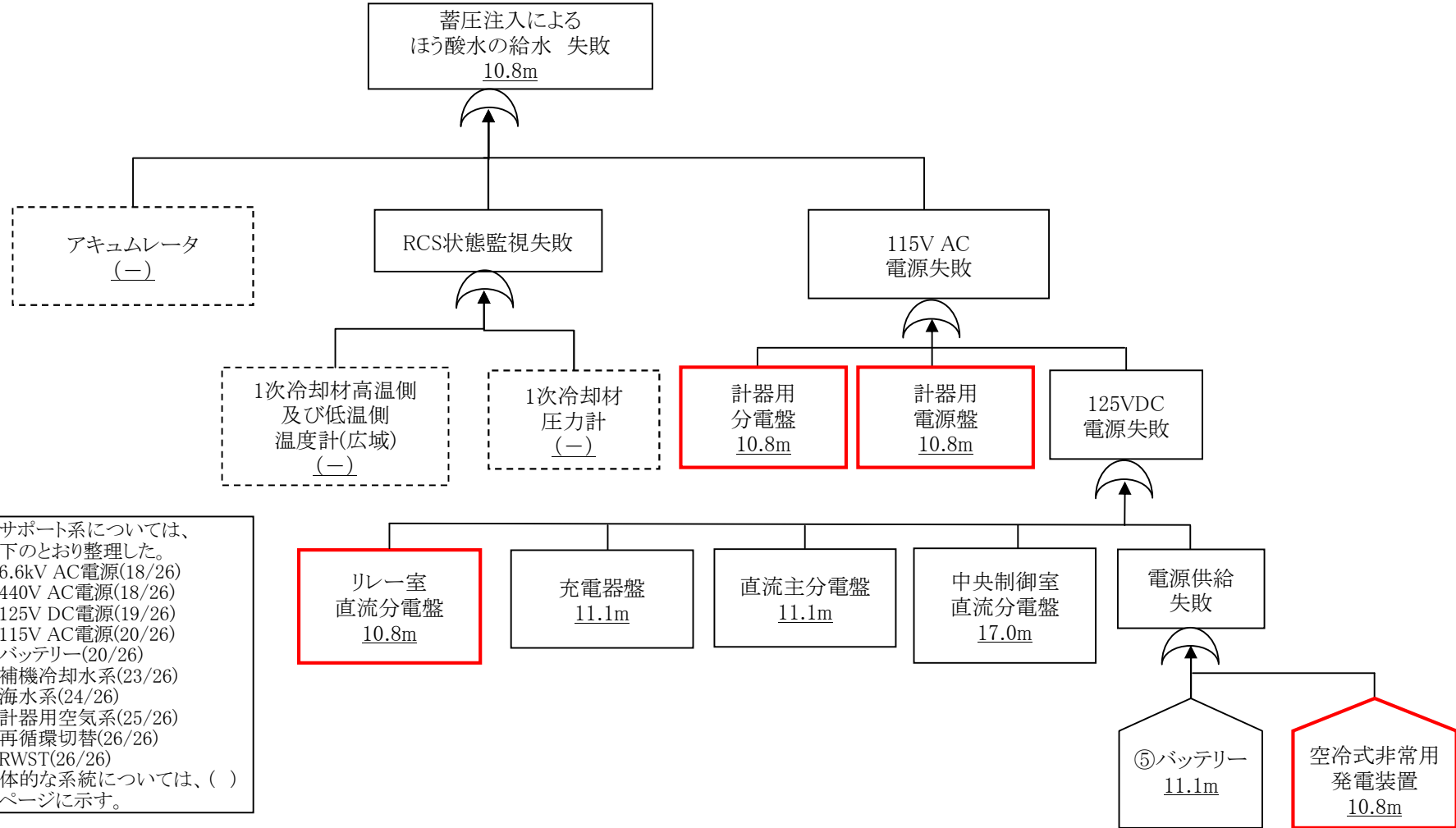


各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)



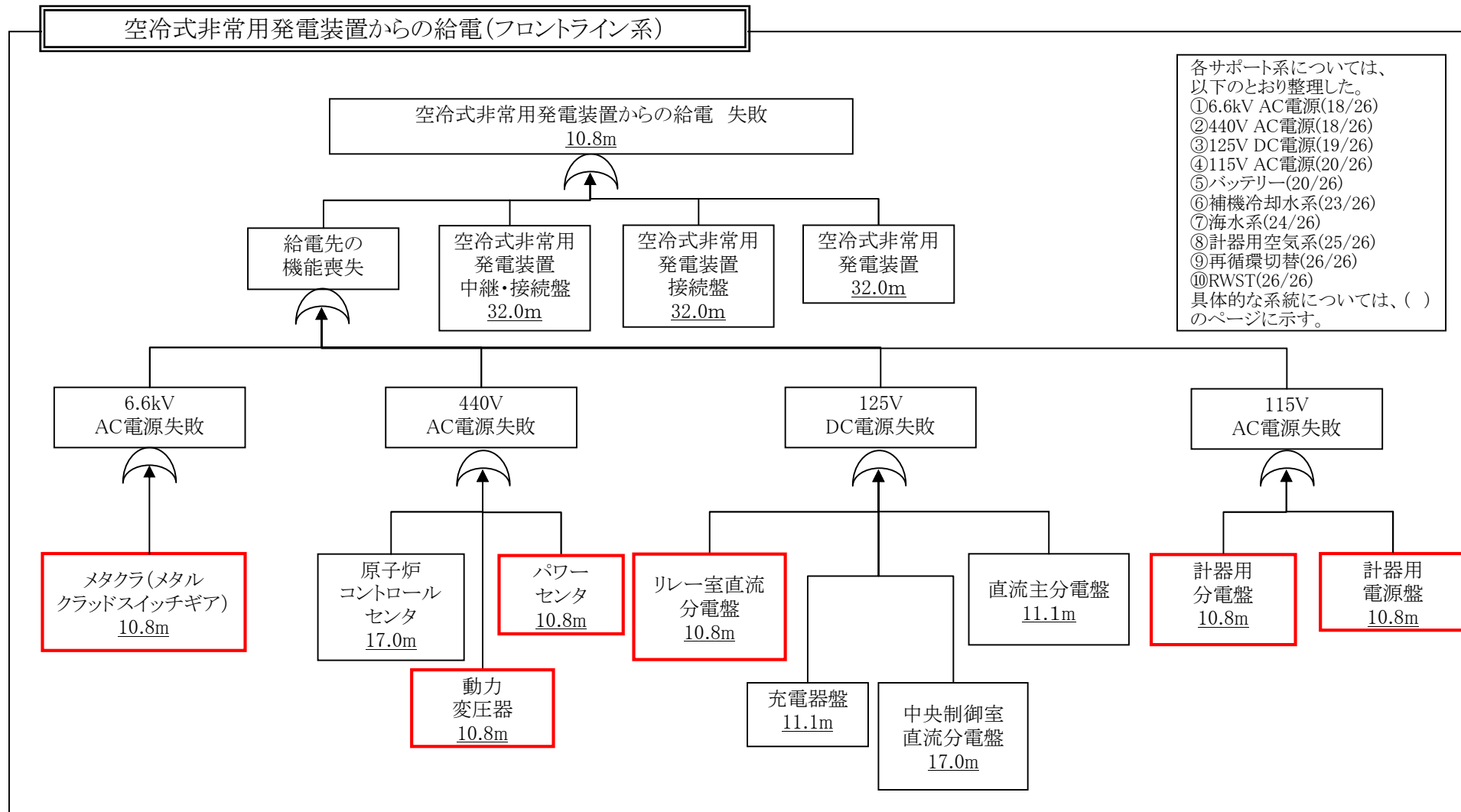
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

蓄圧注入によるほう酸水の給水(フロントライン系)



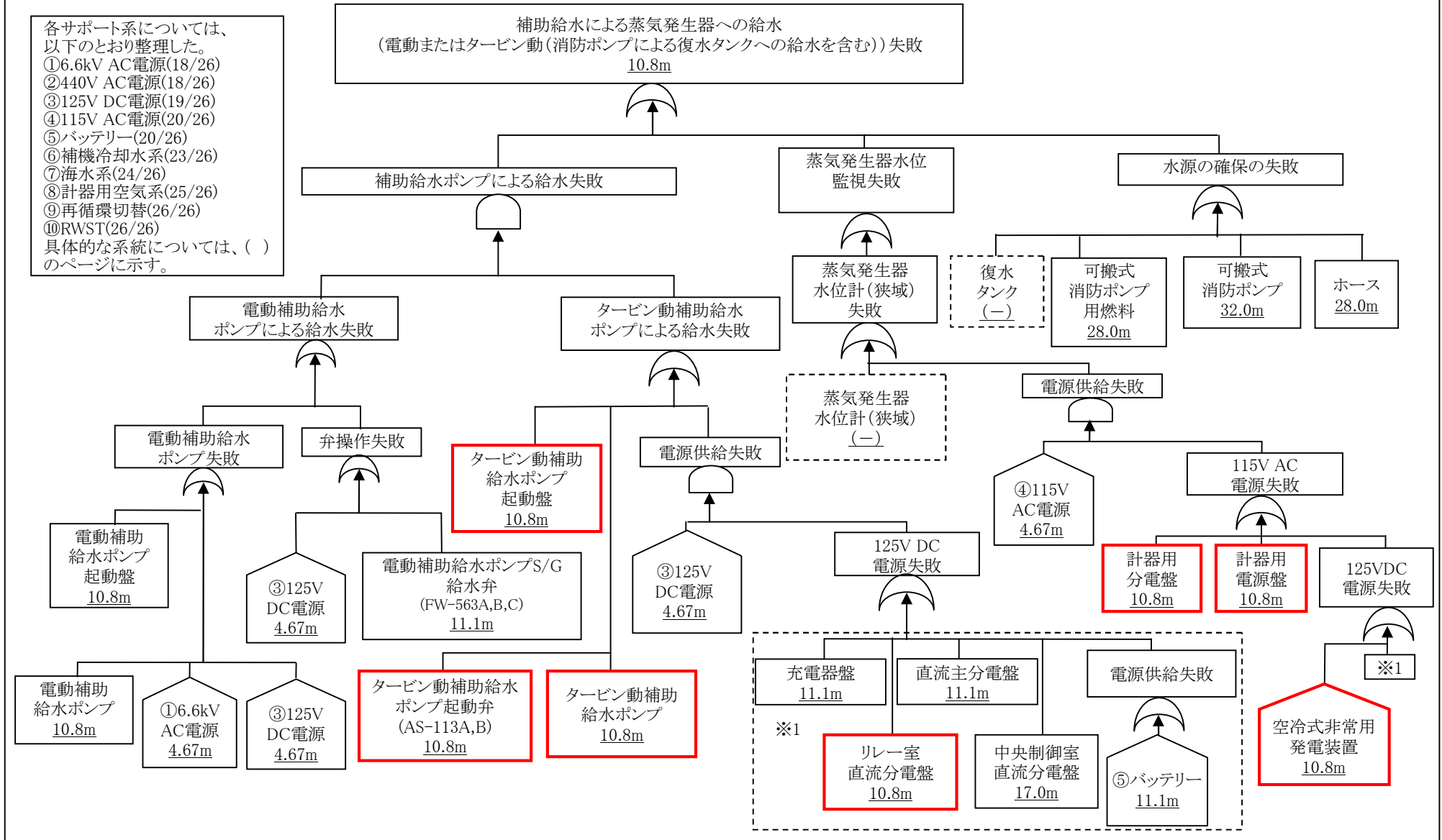
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

空冷式非常用発電装置からの給電(フロントライン系)

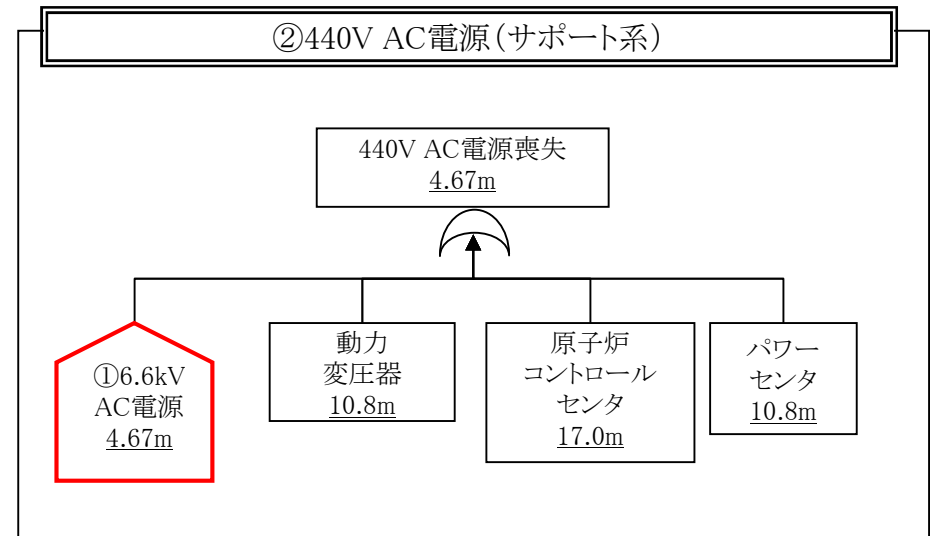
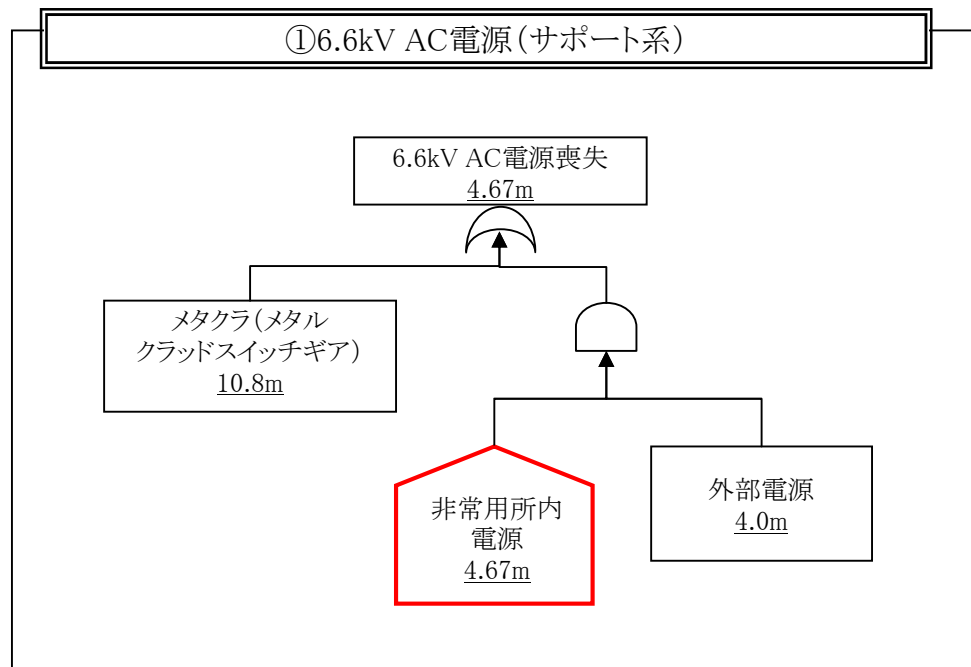


各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

補助給水による蒸気発生器への給水(電動またはタービン動(消防ポンプによる復水タンクへの給水を含む))  
(フロントライン系)



各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

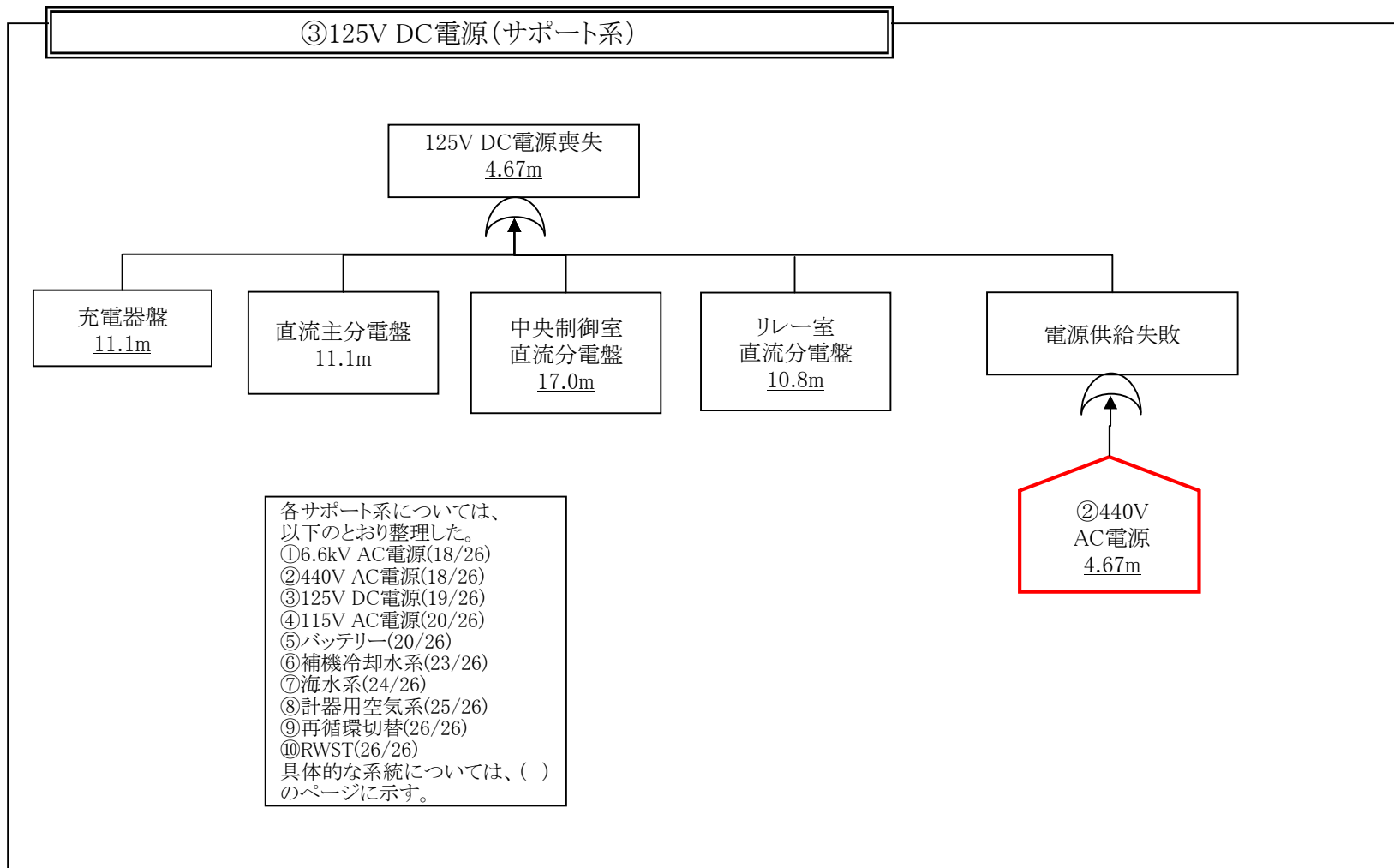


各サポート系については、以下のとおり整理した。

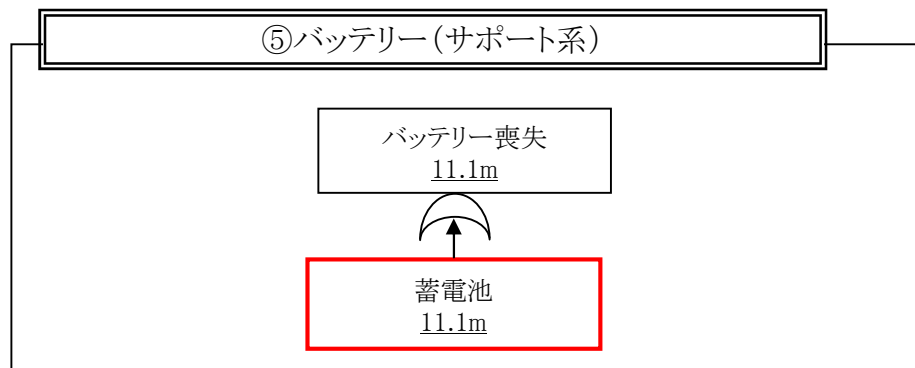
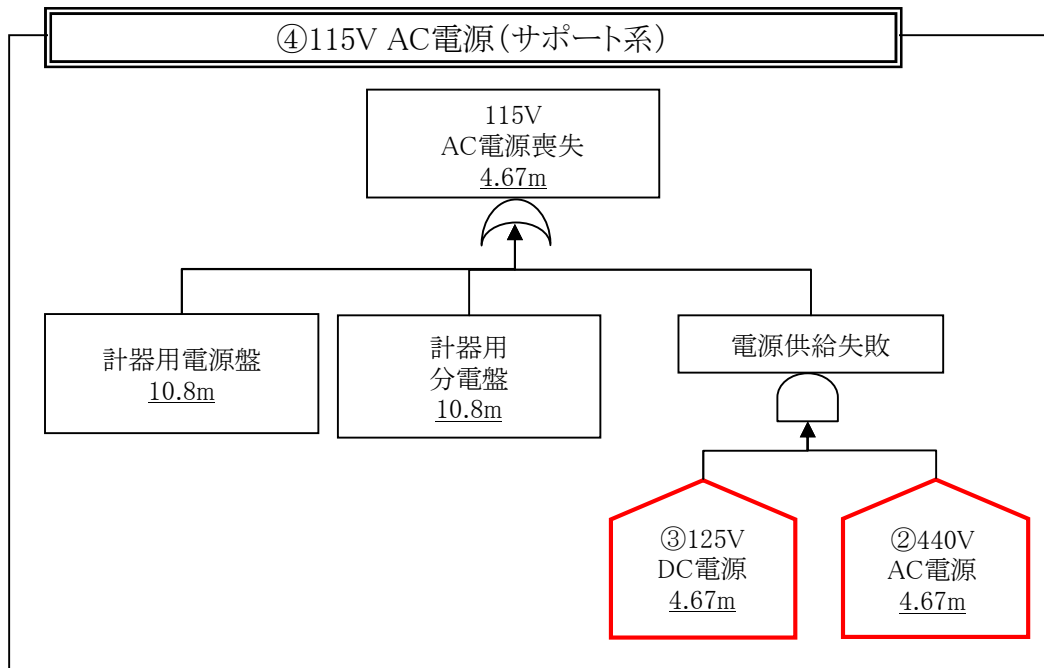
- ①6.6kV AC電源(18/26)
- ②440V AC電源(18/26)
- ③125V DC電源(19/26)
- ④115V AC電源(20/26)
- ⑤バッテリー(20/26)
- ⑥補機冷却水系(23/26)
- ⑦海水系(24/26)
- ⑧計器用空気系(25/26)
- ⑨再循環切替(26/26)
- ⑩RWST(26/26)

具体的な系統については、( )のページに示す。

各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)



各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)



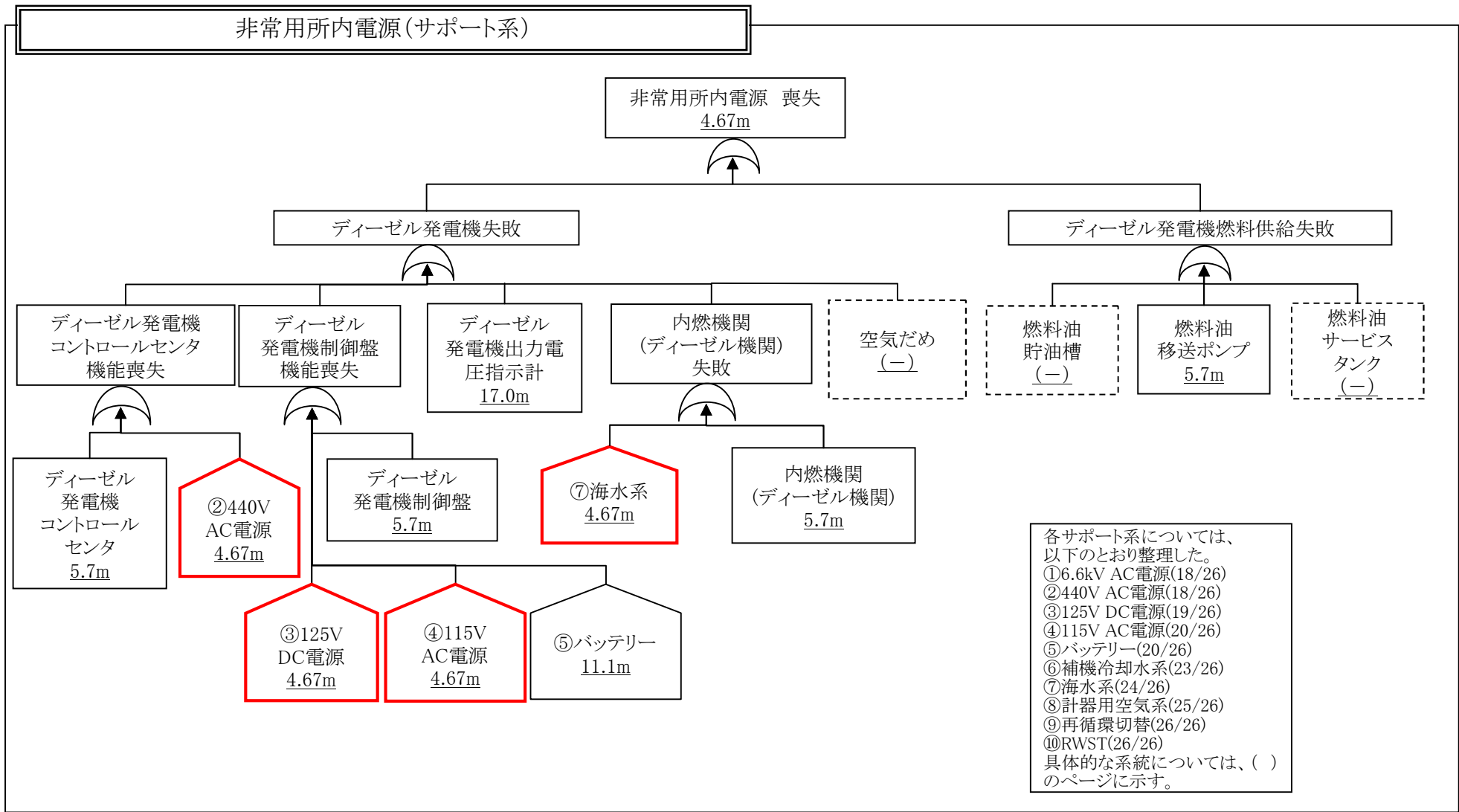
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源(18/26)
- ②440V AC電源(18/26)
- ③125V DC電源(19/26)
- ④115V AC電源(20/26)
- ⑤バッテリー(20/26)
- ⑥補機冷却水系(23/26)
- ⑦海水系(24/26)
- ⑧計器用空気系(25/26)
- ⑨再循環切替(26/26)
- ⑩RWST(26/26)

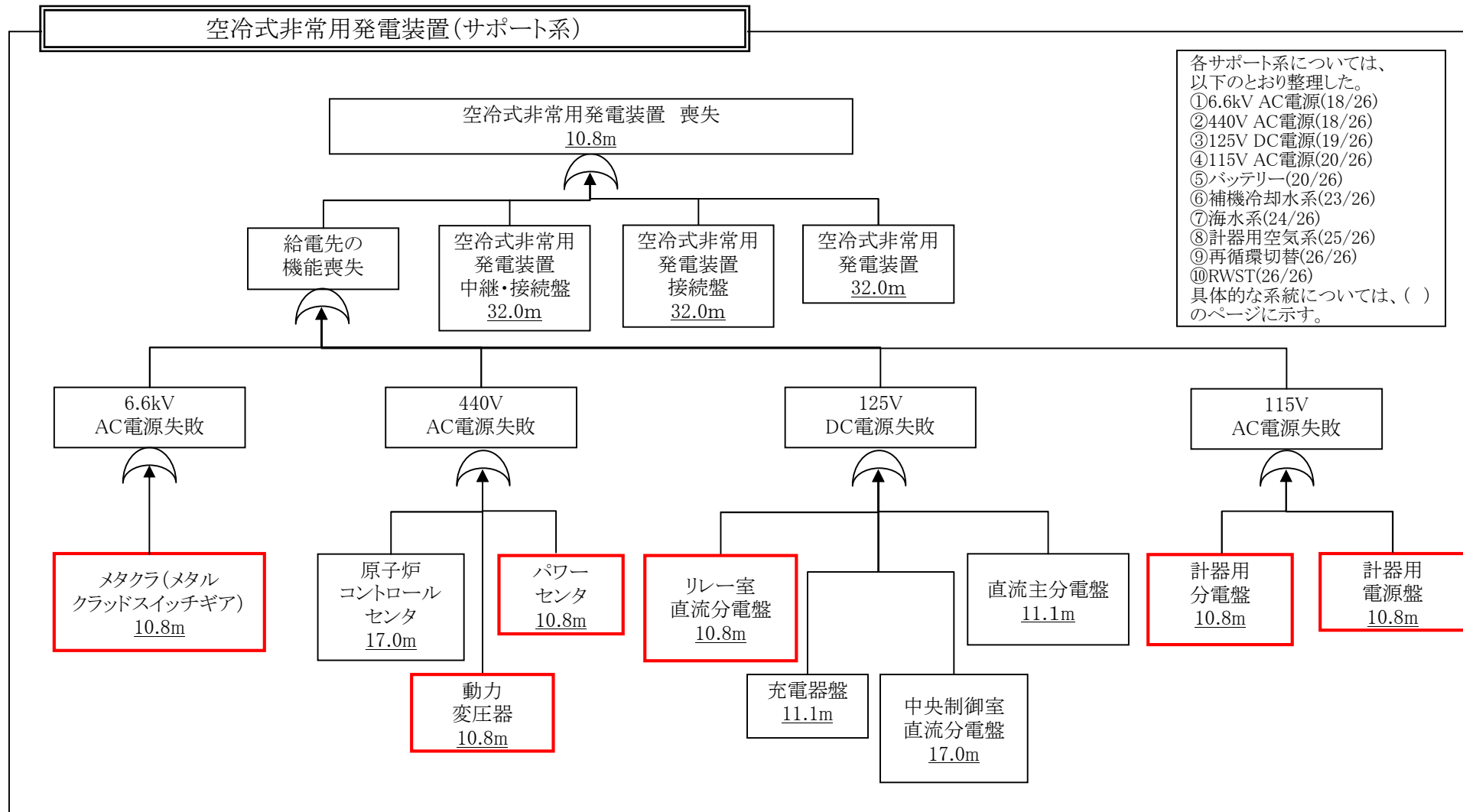
具体的な系統については、( )のページに示す。

各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

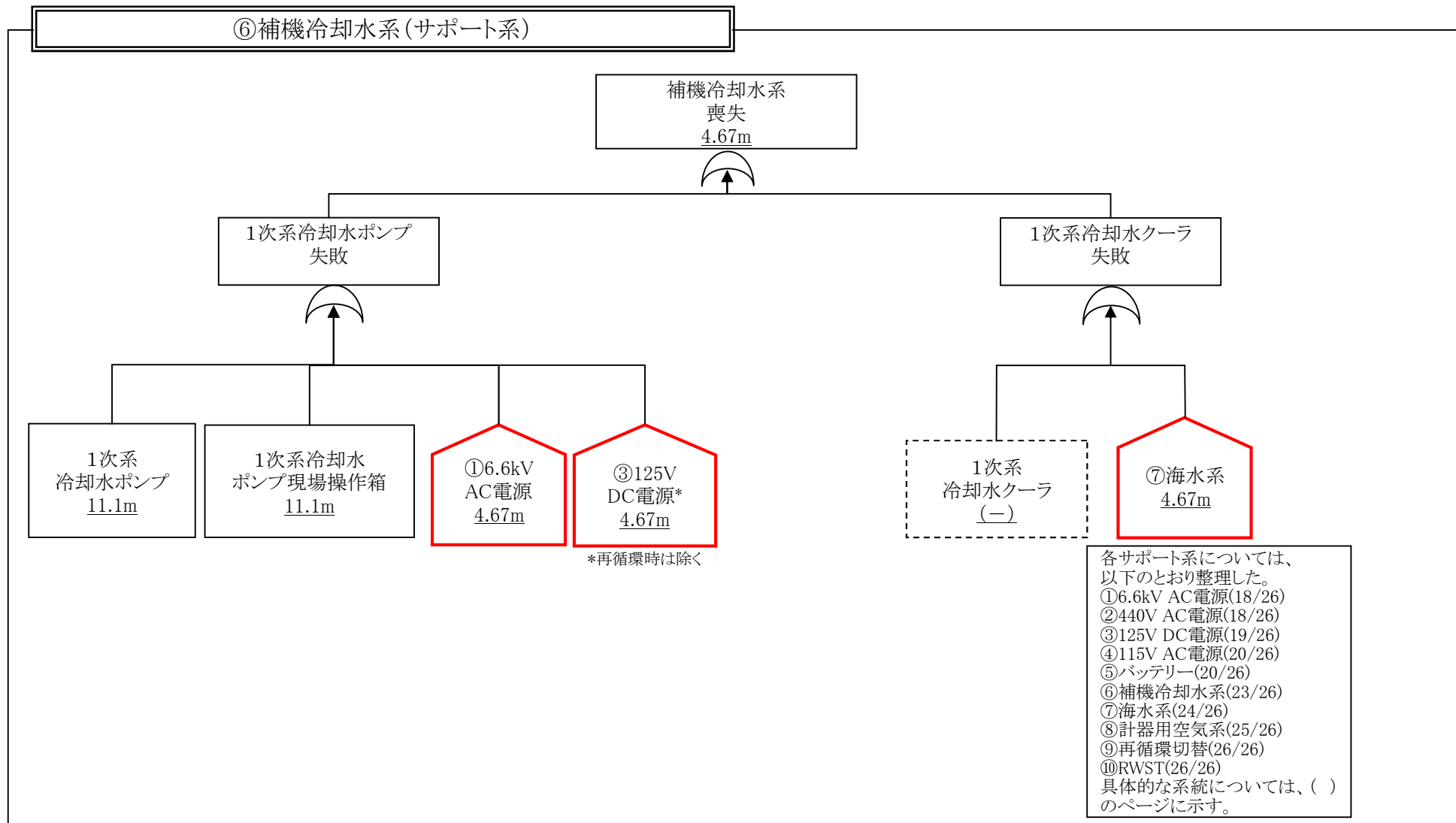




各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

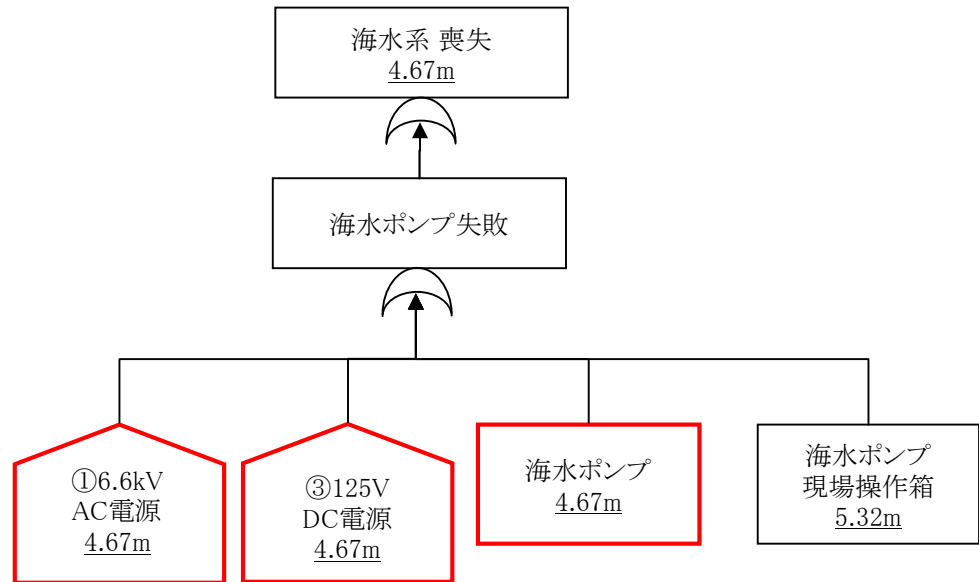


各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)



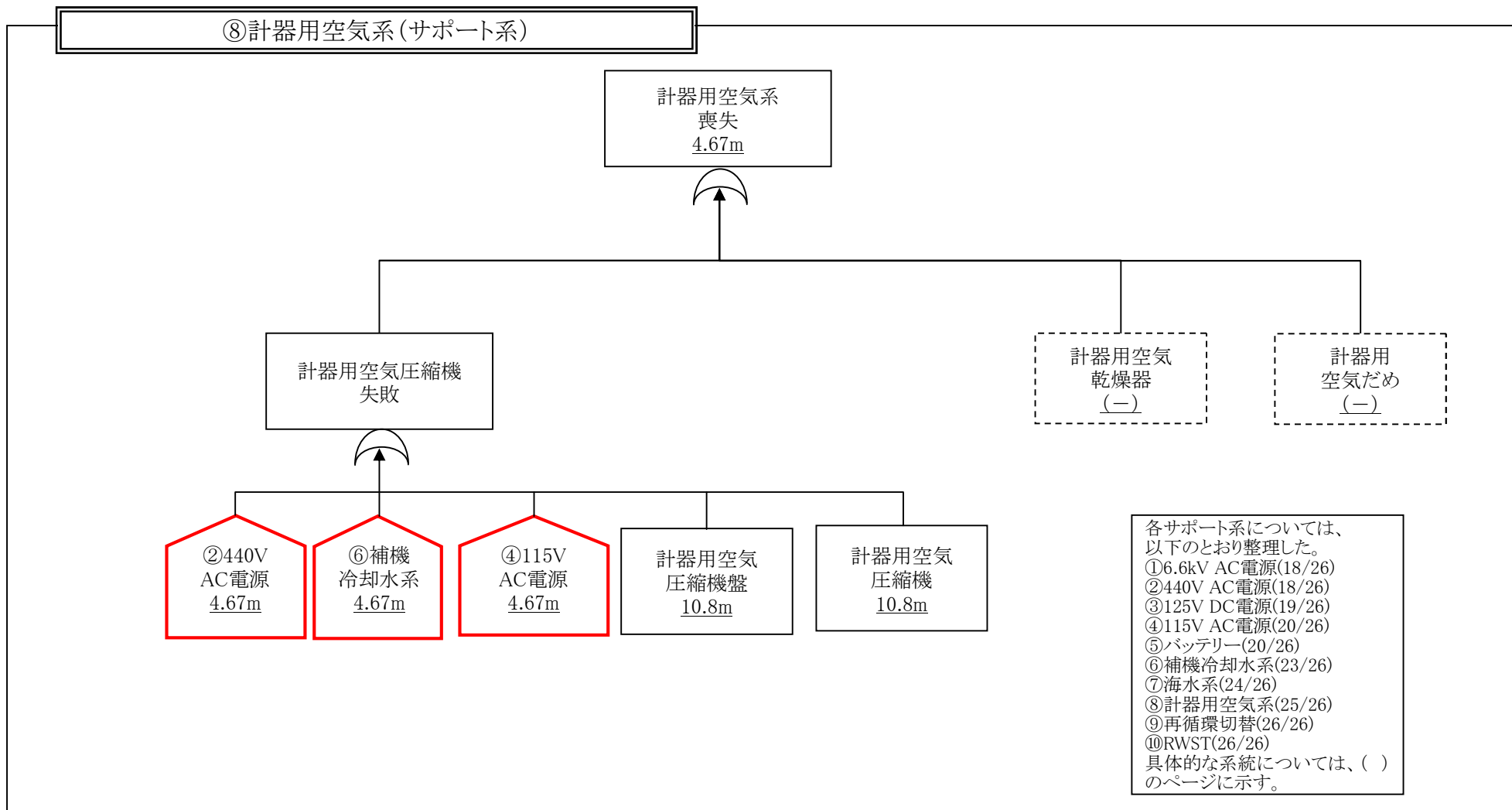
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

⑦海水系(サポート系)

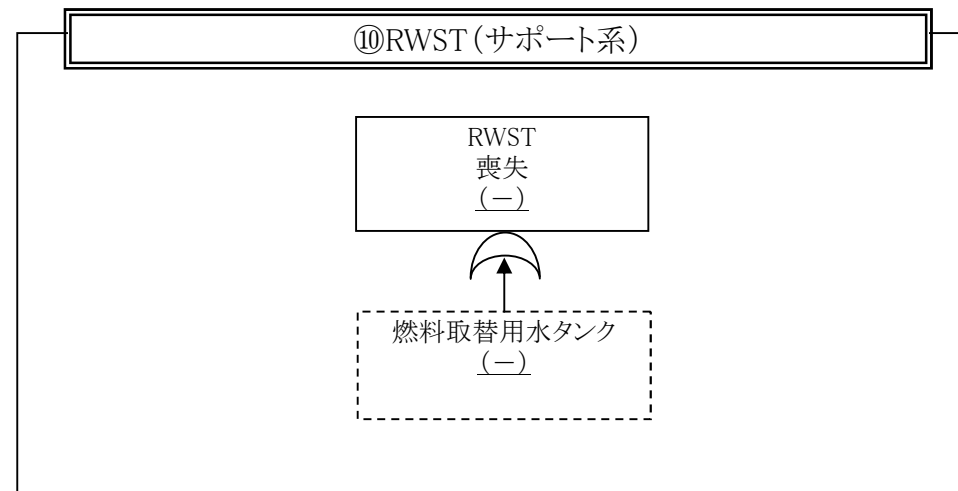
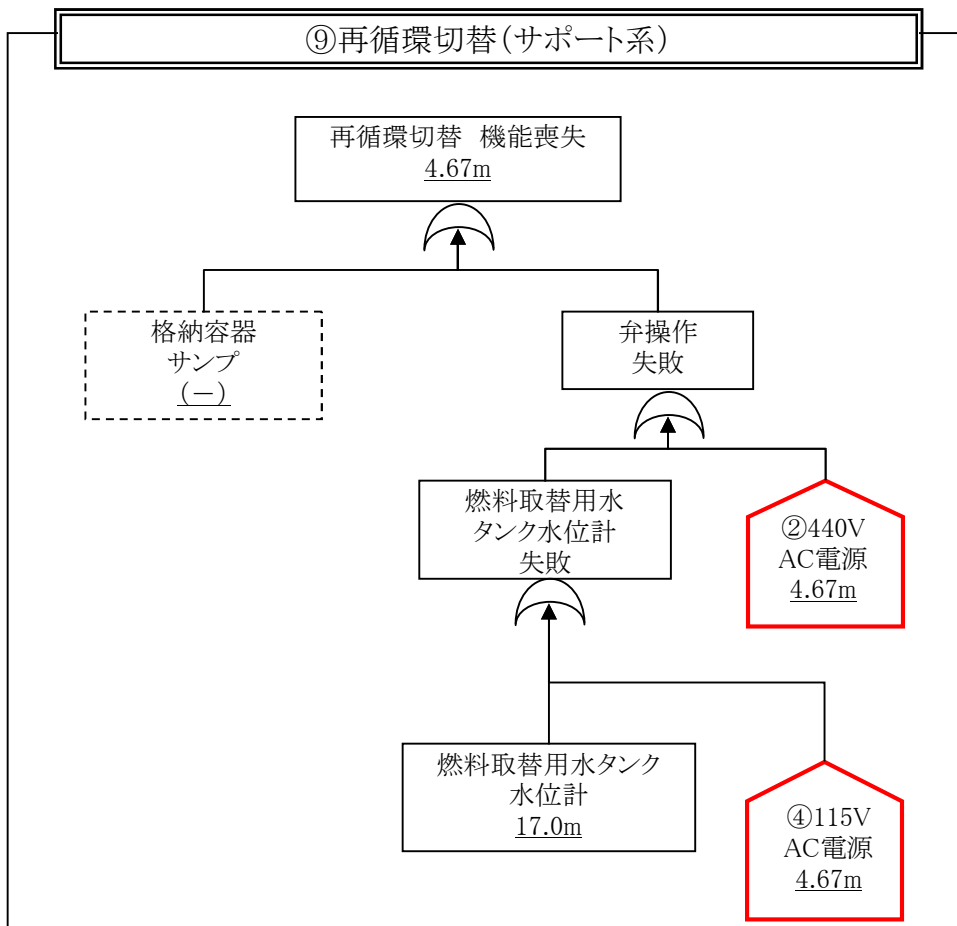


各サポート系については、  
以下のとおり整理した。  
①6.6kV AC電源(18/26)  
②440V AC電源(18/26)  
③125V DC電源(19/26)  
④115V AC電源(20/26)  
⑤バッテリー(20/26)  
⑥補機冷却水系(23/26)  
⑦海水系(24/26)  
⑧計器用空気系(25/26)  
⑨再循環切替(26/26)  
⑩RWST(26/26)  
具体的な系統については、( )  
のページに示す。

各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)



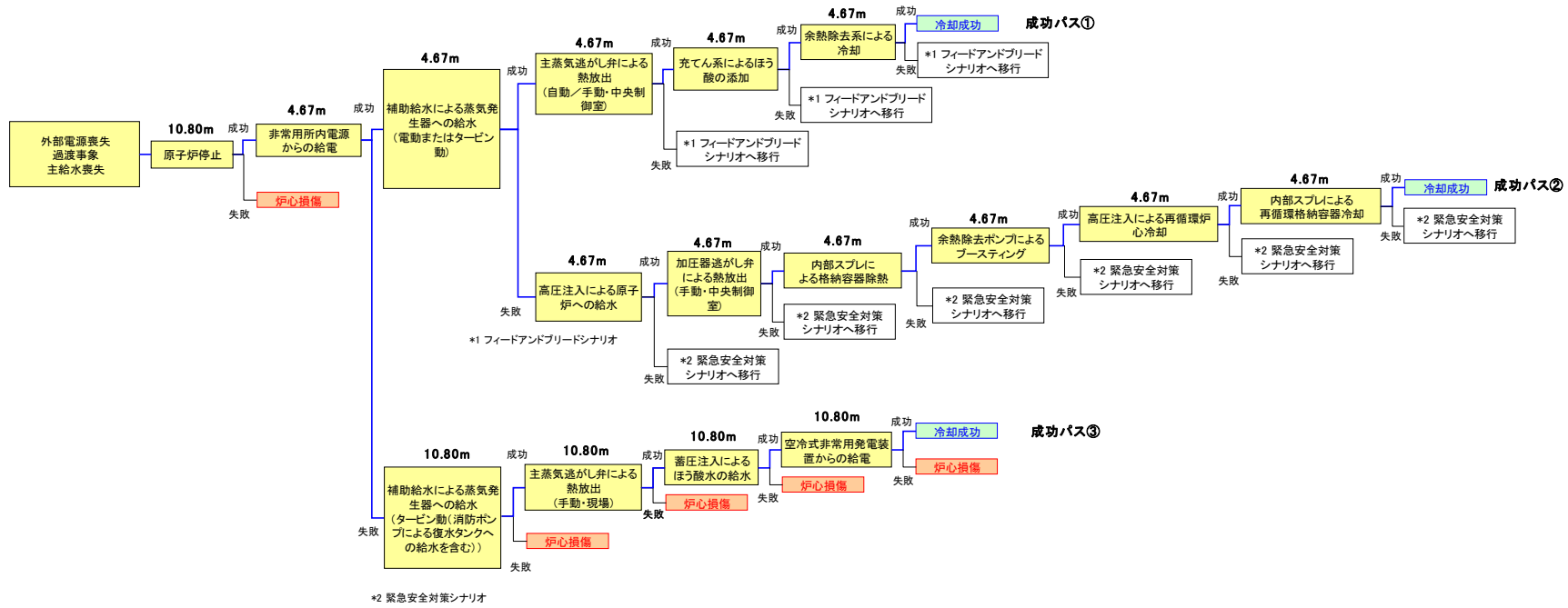
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)



各サポート系については、以下のとおり整理した。  
 ①6.6kV AC電源(18/26)  
 ②440V AC電源(18/26)  
 ③125V DC電源(19/26)  
 ④115V AC電源(20/26)  
 ⑤バッテリー(20/26)  
 ⑥補機冷却水系(23/26)  
 ⑦海水系(24/26)  
 ⑧計器用空気系(25/26)  
 ⑨再循環切替(26/26)  
 ⑩RWST(26/26)  
 具体的な系統については、( )のページに示す。

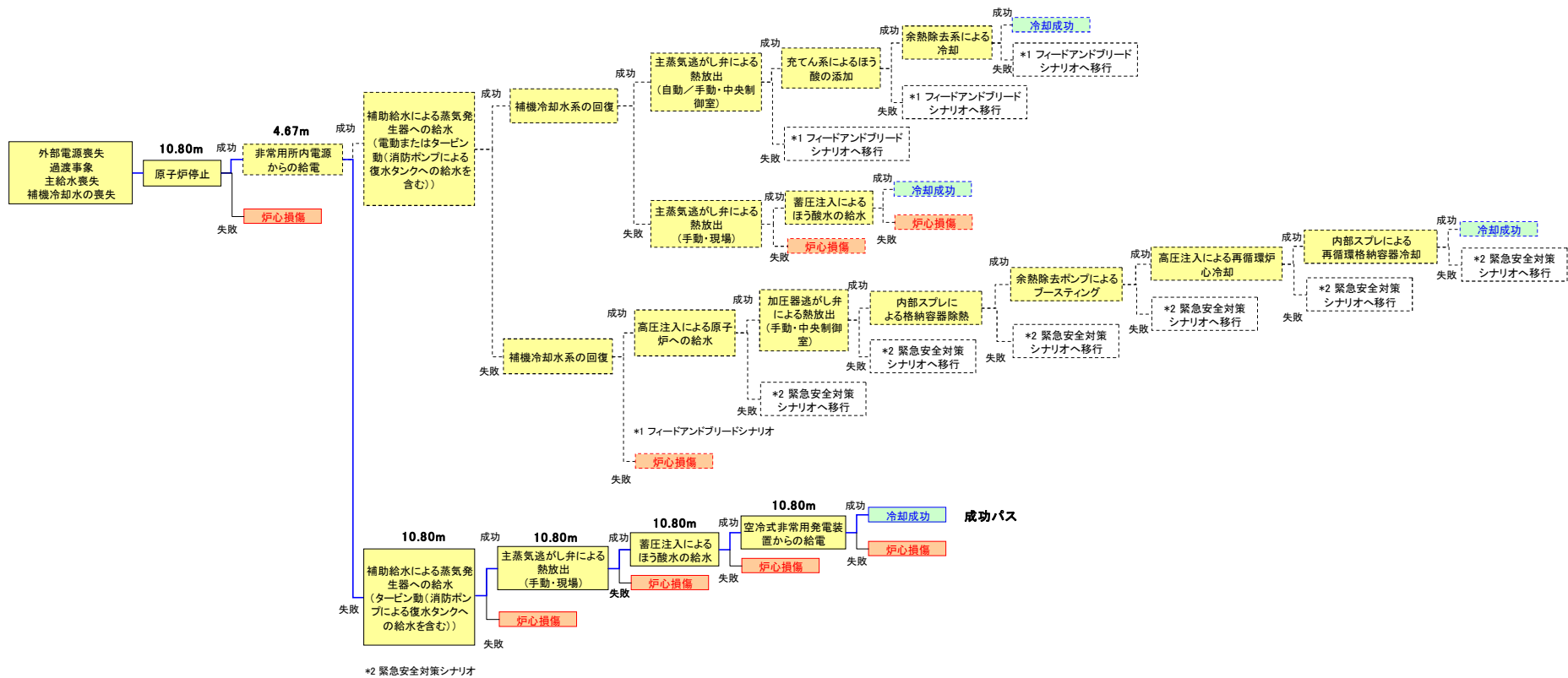
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:炉心損傷)

起因事象：外部電源喪失、  
過渡事象、  
主給水喪失



イベントツリーの許容津波高さ及びクリフエッジ評価 (津波：炉心損傷)

起因事象：外部電源喪失、  
過渡事象、  
主給水喪失、  
補機冷却水の喪失



※：破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

イベントツリーの許容津波高さ及びクリフエッジ評価（津波：炉心損傷）



## 浸水量評価を用いたクリフェッジとしての許容津波高さの再評価について

### 1. はじめに

プラントの津波に対するクリフェッジを評価するにあたり、津波高さが各設備の設置高さまたは浸水口高さを超えると、浸水してそれらの設備は機能喪失するものとして評価を実施し、最大の許容津波高さとなる収束シナリオ（成功パス）を特定しているが、最終的なクリフェッジを評価するにあたっては、それらの設備の設置されている区画への浸水量を評価し、当該設備が機能喪失しないのであれば、上記の許容津波高さを超える津波高さをクリフェッジとして設定することができる。

そこで、以下のとおり、特定された収束シナリオ（成功パス）の許容津波高さで影響を受ける設備に対し、当該設備の設置区画での浸水量を評価し、最終的なクリフェッジとしての許容津波高さを評価する。ただし、その値が緊急安全対策として実施した扉や貫通部等のシール施工範囲を上回る場合については、津波がシール施工範囲を超えて設備に影響を及ぼすと考え、シール施工範囲としての高さをクリフェッジとして評価する。

### 2. クリフェッジとしての許容津波高さの再評価方法について

津波モデルならびに浸水口からの浸水量の算定式は次のとおりとする。

#### 【津波モデル】

- ・ 周期 30 分の正弦波 1 波を考慮する。
- ・ 津波高さが浸水口高さを超える時間を当該区画の浸水口が浸水を受ける時間（以降、浸水継続時間）とし、その時間における浸水口に対する津波の水位より浸水量を計算する。

浸水継続時間は、津波高さと当該区画の浸水口高さを用いて、式(1)により計算できる。

$$t = T \left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \sin^{-1} \left( \frac{B}{H} \right) \right\} \quad \dots \text{式 (1)}$$

ここで、 $t$ ：浸水継続時間[ $\text{min}$ ]、 $T$ ：津波周期[ $\text{min}$ ]、  
 $B$ ：当該区画の浸水口高さ[ $\text{m}$ ]、 $H$ ：津波高さ[ $\text{m}$ ]

また、浸水継続時間中の浸水口に対する津波の水位は、式(2)で求められる。

$$h = H \sin\left(\frac{2\pi t'}{T}\right) - B \quad \dots \text{式 (2)}$$

ここで、 $h$ ：浸水口に対する津波の水位[ $\text{m}$ ]、 $t'$ ：時刻[ $\text{min}$ ]、  
 $T$ ：津波周期[ $\text{min}$ ]、 $B$ ：当該区画の浸水口高さ[ $\text{m}$ ]、  
 $H$ ：津波高さ[ $\text{m}$ ]

#### 【浸水口からの浸水量算定式】

単位時間当たりの浸水量は、ベルヌーイの定理を応用した式(3)で求めることができる。

$$Q = CA\sqrt{2gh} \times 3600 \quad \dots \text{式 (3)}$$

ここで、 $Q$ ：単位時間あたりの浸水量[ $\text{m}^3/\text{h}$ ]、 $C$ ：流量係数[-]、  
 $A$ ：流入面積[ $\text{m}^2$ ]、 $g$ ：重力加速度(9.8)[ $\text{m}/\text{s}^2$ ]、  
 $h$ ：浸水口に対する津波の水位[ $\text{m}$ ]

破損を想定する扉や、シールを施工していない扉については、流入面積をもとに式(3)より浸水量を算出する。(流量係数 $C$ については、破損を想定する扉は0.5、シールを施工していない扉は0.6とする。)

一方、シールを施工した扉については、建屋躯体と扉との隙間がほとんど無く、流入面積の計算が困難なことから、流入面積を定数に取り込んだ式(4)を用いる。なお、定数については、両開き扉 1.5、片開き扉 0.1と設定した。

$$Q = A'\sqrt{h} \quad \dots \text{式 (4)}$$

ここで、 $Q$ ：単位時間あたりの浸水量[m<sup>3</sup>/h]、 $A'$ ：定数[m<sup>5/2</sup>/h]、  
 $h$ ：浸水口に対する津波の水位[m]

浸水口に対する津波の水位及び浸水口からの単位時間当たりの浸水量をもとに、浸水継続時間中の浸水量を算出する。そして、その浸水量及び当該区画の面積から当該区画の浸水高さを算出する。浸水高さが当該設備の機能維持できる最大高さに達した際の津波高さが当該設備の許容津波高さとなる。ただし、その許容津波高さより小さい津波高さにおいて、他の設備等が津波の影響を受けることで、成立する収束シナリオ（成功パス）が無くなる場合は、その高さをクリフェッジとしての許容津波高さとして特定する。

### 3. 浸水量評価対象設備について

クリフェッジとなる許容津波高さで影響を受ける設備は、当該プラントでの最大の許容津波高さとなる収束シナリオ（成功パス）において、許容津波高さの最も小さい設備であるタービン動補助給水ポンプ等及びサポート系となる電気設備、ならびに炉心損傷直結を発生させる原子炉保護リレー盤等の電気設備である。

これらを対象に浸水量評価を行い、クリフェッジとしての許容津波高さを再評価する。

表1 浸水量評価対象設備及び設置区画

建屋	設置区画	設置高さ EL.[m]	浸水量評価対象設備
原子炉 補助建屋	1次系冷却水クーラ室	4.0	タービン動補助給水ポンプ起動盤等
	タービン動補助 給水ポンプ室	4.0	タービン動補助給水ポンプ等
	メタクラ室	4.0	メタクラ等
	リレー室	10.1	計器用電源盤等

#### 4. 浸水量評価対象設備に対する評価結果について

浸水量評価対象設備の設置区画は、どの区画も建屋外部に面しておらず、建屋外部に面したタービン建屋もしくは原子炉補助建屋の非常用発電機室を経由して浸水する。

当該プラントに対し、津波は東西にある取放水口側から敷地に対して浸入すると考えられ、津波に対し正対している建屋外部に面した扉等は破損を想定する。

タービン建屋は、破損を想定する扉等に加えて給気口が多数存在するため、瞬時に津波の水位まで浸水するものとし、また、非常用発電機室は、建屋外部に面したシャッターの前面には浸水防止対策として防潮板（扉付き）を設置しているが、破損を想定して、瞬時に津波の水位まで浸水するものとする。

まず、浸水量評価対象設備の許容津波高さとして設定した津波高さ EL.10.8m に対して浸水量評価を行った。

##### (1) 浸水継続時間

浸水継続時間は、浸水量評価対象設備設置区画の扉高さ及び津波高さから、式(1)より EL.4.0m の扉は 11.4 分、EL.10.1m の扉は 3.5 分と算出できる。

##### (2) 浸水量及び浸水高さ

浸水量評価対象設備設置区画への浸水量及び当該区画の浸水高さを算出した結果を表 2 に示す。全ての区画において、浸水高さが設備の機能維持できる高さを超えないことから、浸水量評価対象設備は機能喪失しないと評価できる。

以上より、許容津波高さとして設定した津波高さ EL.10.8m は、緊急安全対策として実施したシール施工範囲としての高さであるため、浸水量評価対象設備の許容津波高さは、EL.10.8m と評価できる。

表 2 浸水量評価結果

設置区画		面積 <sup>※1</sup> [m <sup>2</sup> ]	浸水量 <sup>※2</sup> [m <sup>3</sup> ]	浸水高さ [cm]	機能維持可能 浸水高さ <sup>※3</sup> [cm]
1次系冷却水クーラ室		浸水量は 1.78m <sup>3</sup> となるが、当該区画にあるピットに流れ込むため、浸水しない。			
タービン動補助給水 ポンプ室		1次系冷却水クーラ室が浸水経路となるが、1次系冷却水クーラ室との間にある扉の下枠高さが 1.5cm であるため、浸水しない。			
メタクラ室	①	185.9	0.59	0.4	6.2
	② <sup>※4</sup>	250.4	0.58	0.3	1.5
リレー室	①	122.2	0.12	0.1	7.5
	②	リレー室①が浸水経路となるが、リレー室①との間にある扉の下枠高さが 2.0cm であるため、浸水しない。			

※1 区画面積から設備面積を除いた面積。

※2 シールを施工した扉であり、式(4)を用いた。

※3 各区画の浸水量評価対象設備のうち、一番低い高さを示す。

※4 メタクラ室②の扉は、階段室を介してタービン建屋と繋がっているが、階段室は無いものとし、タービン建屋に面しているとして評価した。

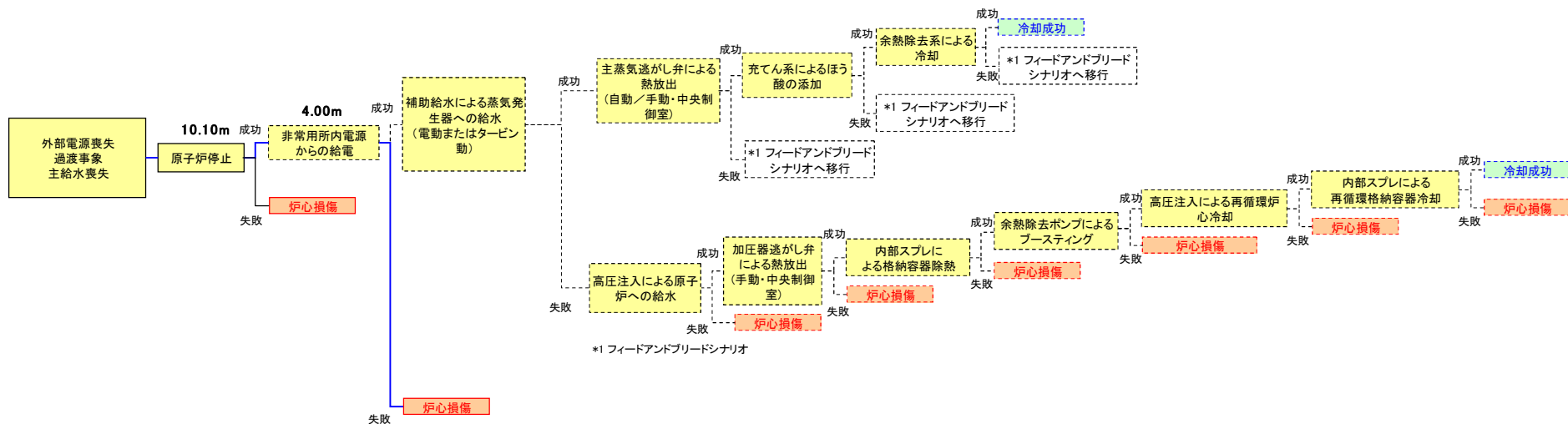
#### 5. その他の設備等に対する浸水量評価について

浸水量評価対象設備の浸水口高さは、今回緊急安全対策として実施した扉や貫通部等のシール施工等の範囲であり、それ以外の設備等については、これ以上の設置高さがあり、かつ浸水経路を考慮すると、これらの設備等が浸水する以前に、浸水量評価対象設備のいずれかが浸水することから、それ以外の設備等に対する同様の評価を実施する必要はない。

#### 6. 結論

上記の評価結果から、当該プラントでのクリフエッジとしての許容津波高さは、EL.10.8m と評価する。

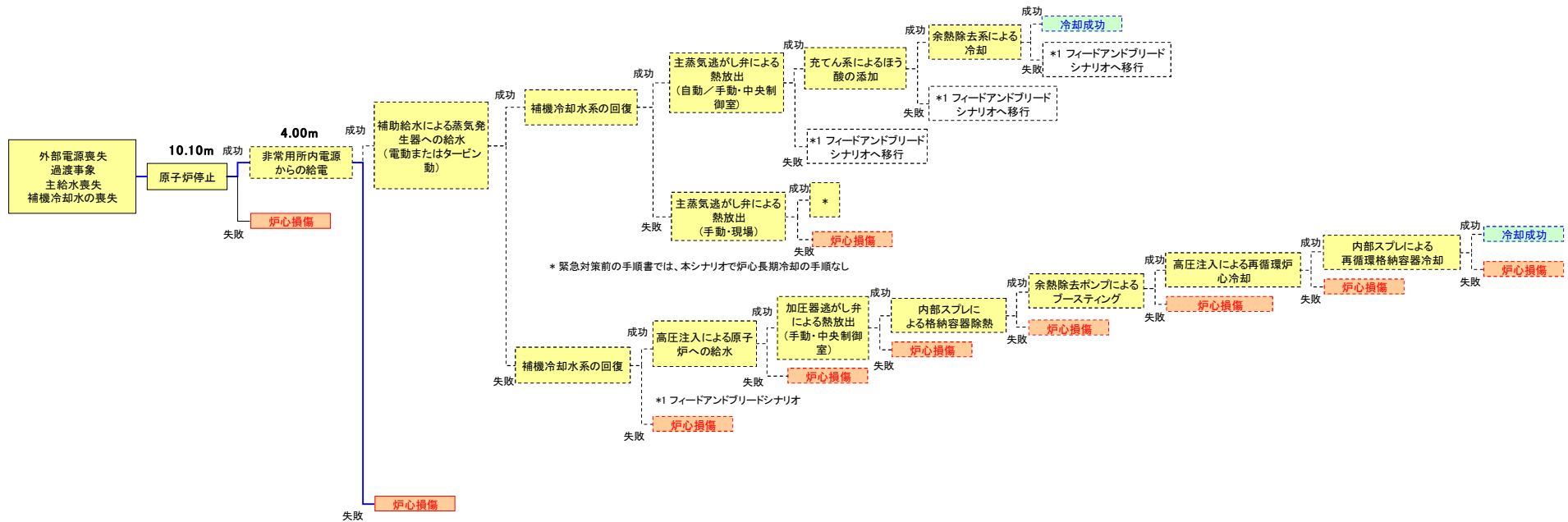
起因事象：外部電源喪失、  
過渡事象、  
主給水喪失



※: 破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

イベントツリーの許容津波高さ及びクリフェッジ評価 (緊急安全対策前) (津波：炉心損傷)

起因事象：外部電源喪失、  
過渡事象、  
主給水喪失、  
補機冷却水の喪失

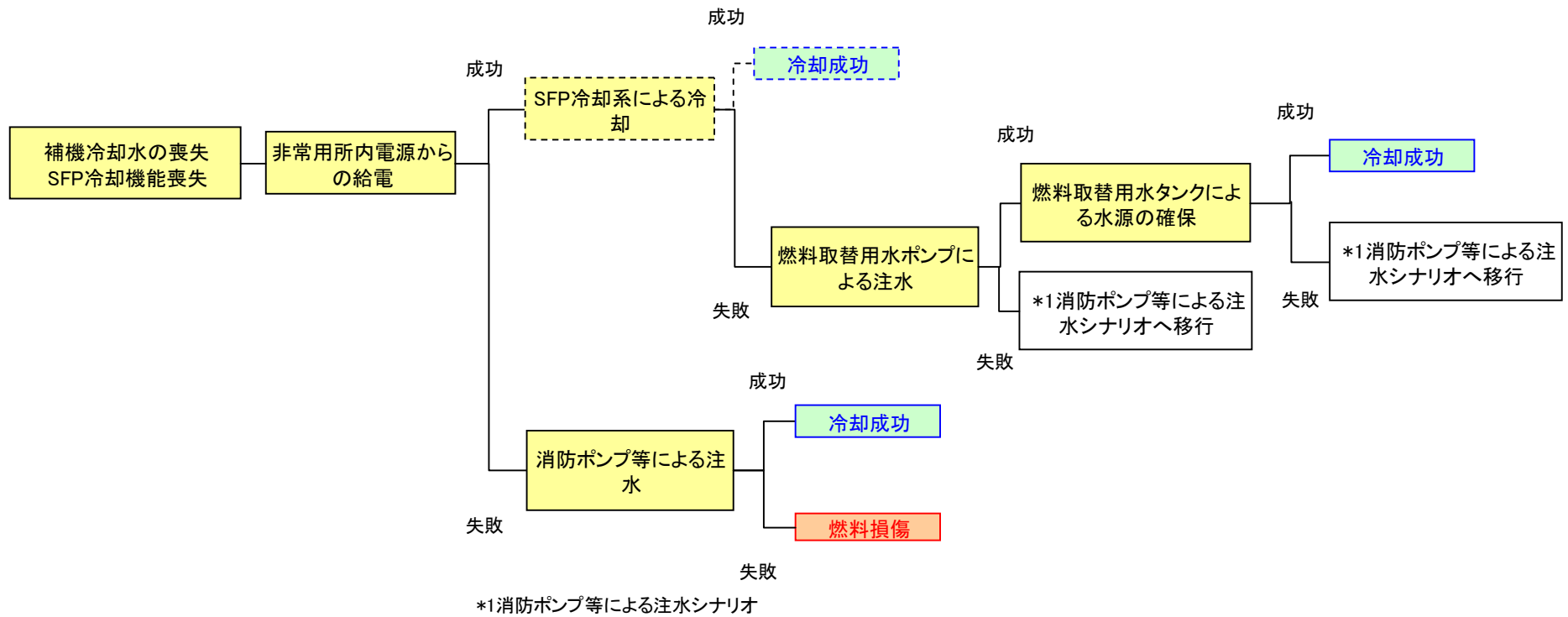


※：破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

イベントツリーの許容津波高さ及びクリフェッジ評価（緊急安全対策前）（津波：炉心損傷）

起因事象：補機冷却水の喪失

起因事象：SFP冷却機能喪失

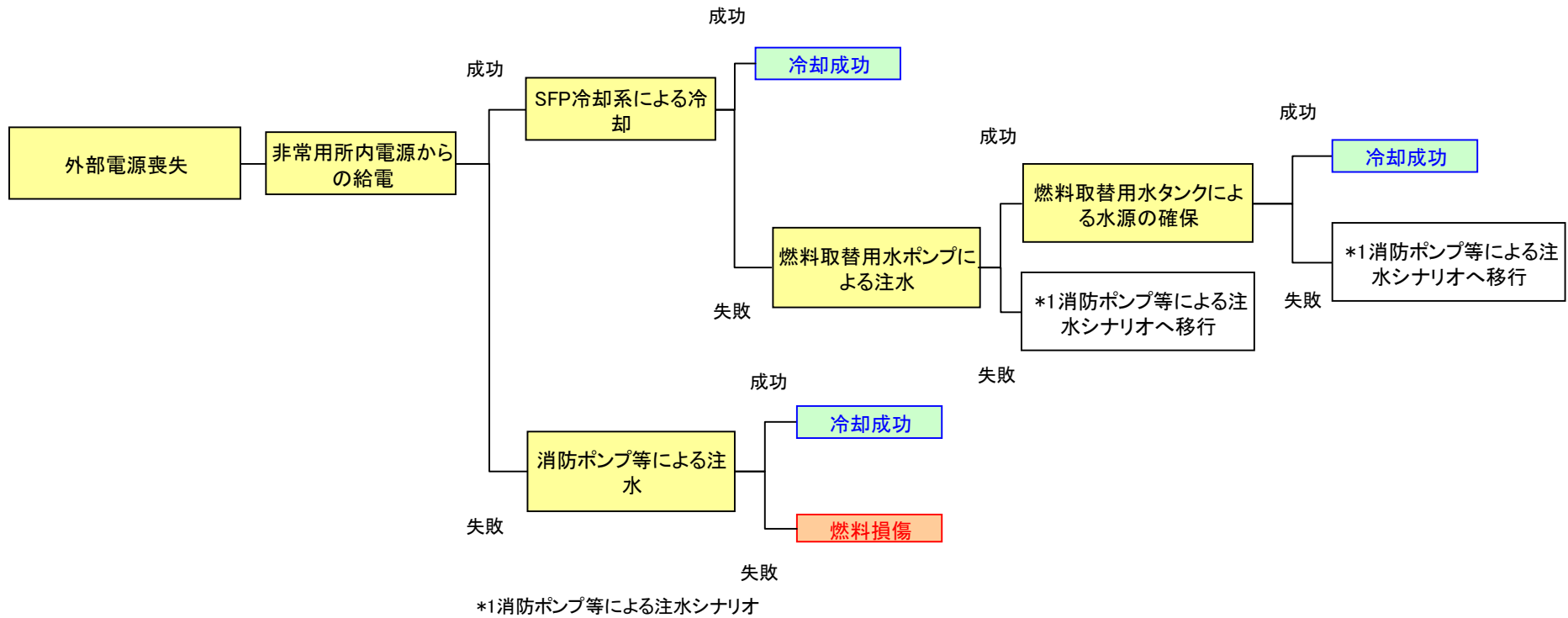


※破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

各起因事象におけるイベントツリー（津波：SFP燃料損傷）



起因事象：外部電源喪失



各起因事象におけるイベントツリー（津波：SFP燃料損傷）

補機冷却水の喪失／SFP 冷却機能喪失

		フロントライン系				
		非常用所内電源からの給電	SFP 冷却系による冷却	燃料取替用水ポンプによる注水	燃料取替用水タンクによる水源の確保	消防ポンプ等による注水
サ ポ ー ト 系	6.6kV AC 電源	○	○	○		
	440V AC 電源	○	○	○		
	125V DC 電源	○	○	○		
	115V AC 電源	○	○	○		
	バッテリー	○	○	○		
	非常用所内電源		○	○		
	外部電源系					
	補機冷却水系		○			
	海水系	○	○	○		
	計器用空気系					
	再循環切替					
	RWST					

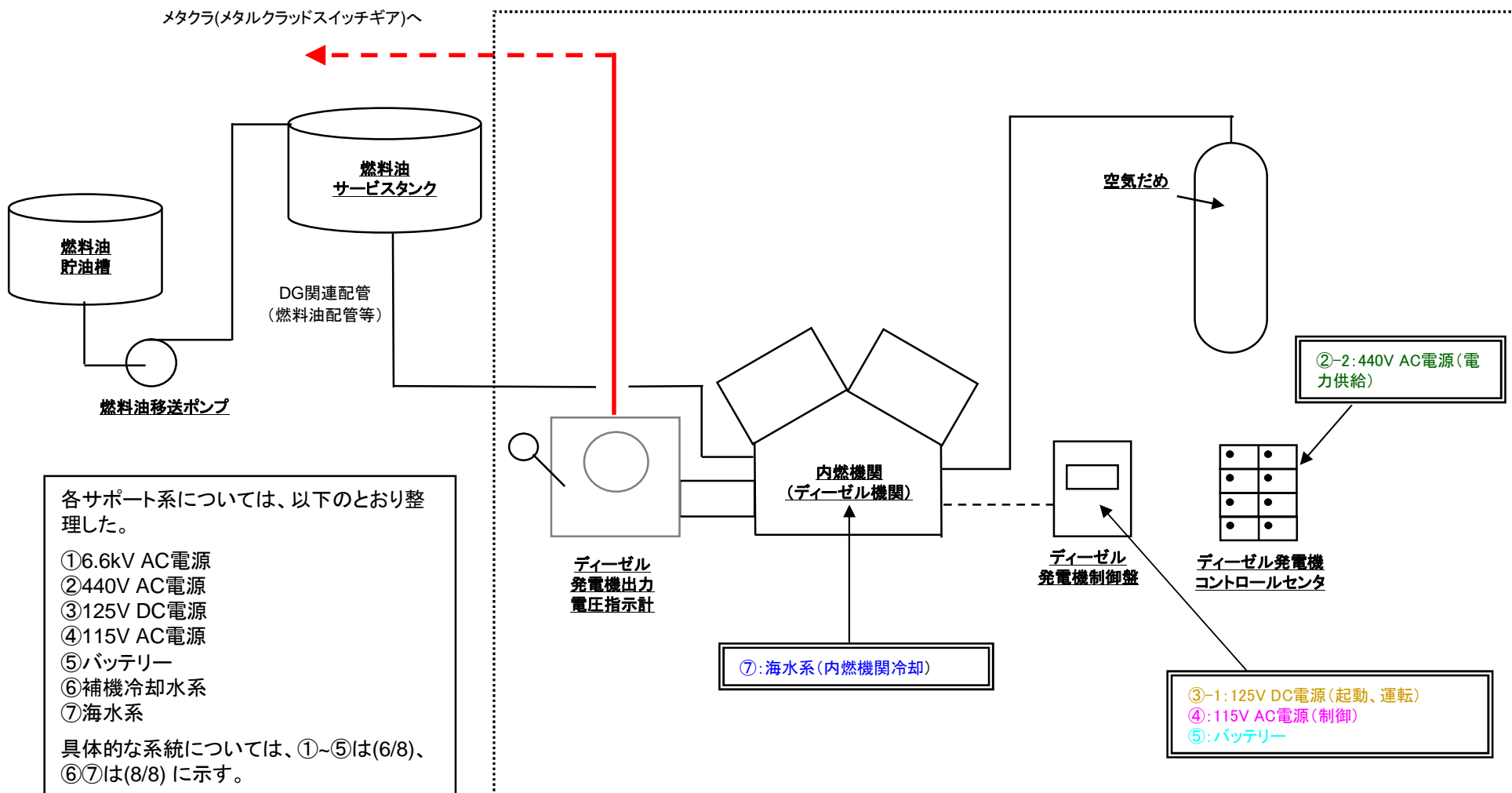
フロントライン系とサポート系の関連表（津波：SFP燃料損傷）

外部電源喪失

		フロントライン系				
		非常用所内電源からの給電	SFP 冷却系による冷却	燃料取替用水ポンプによる注水	燃料取替用水タンクによる水源の確保	消防ポンプ等による注水
サポート系	6.6kV AC 電源	○	○	○		
	440V AC 電源	○	○	○		
	125V DC 電源	○	○	○		
	115V AC 電源	○	○	○		
	バッテリー	○	○	○		
	非常用所内電源		○	○		
	外部電源系					
	補機冷却水系		○			
	海水系	○	○	○		
	計器用空気系					
	再循環切替					
	RWST					

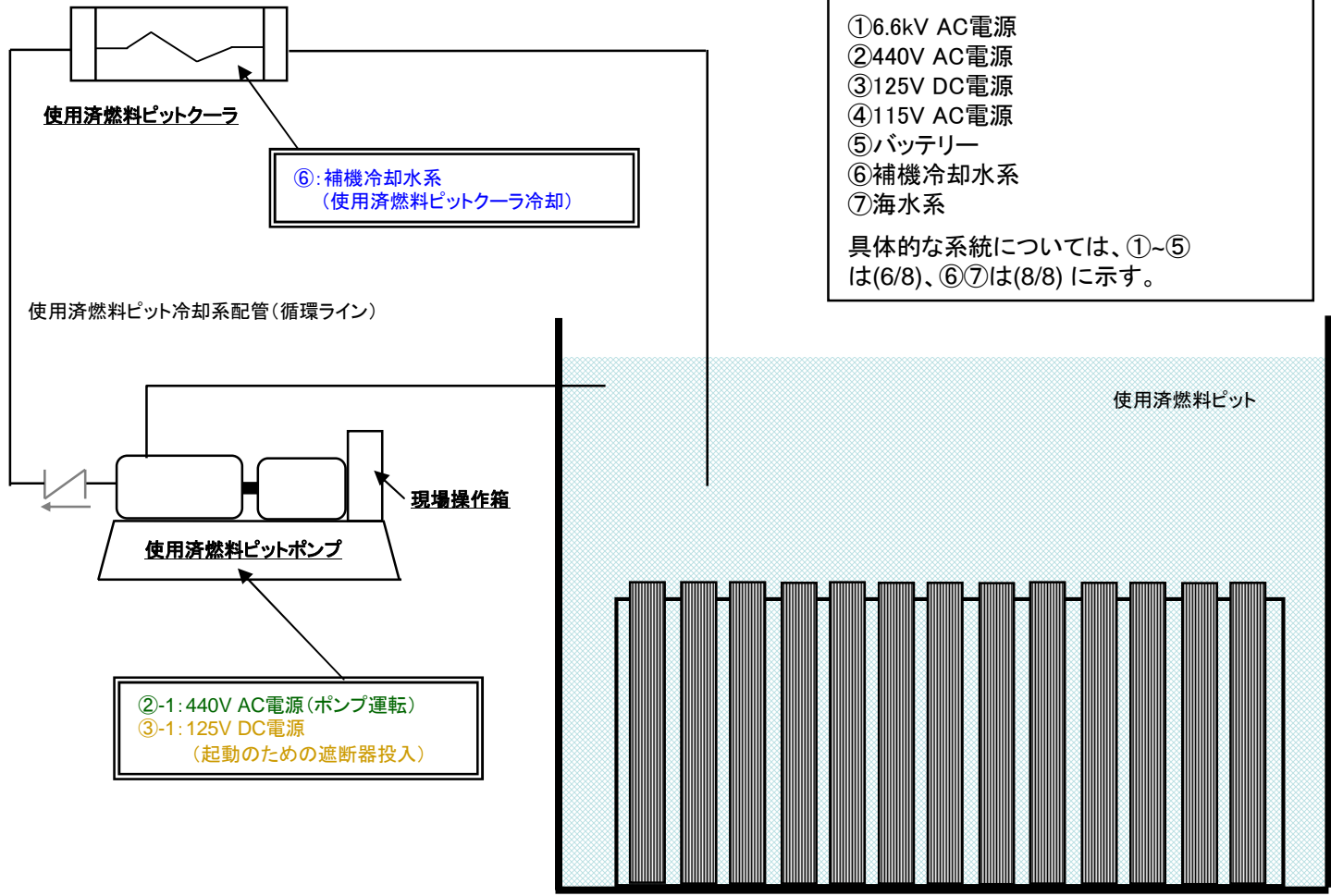
フロントライン系とサポート系の関連表（津波：SFP燃料損傷）

# 非常用所内電源からの給電(フロントライン系)



各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

# 使用済燃料ピット冷却系による冷却(フロントライン系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系

具体的な系統については、①~⑤は(6/8)、⑥⑦は(8/8)に示す。

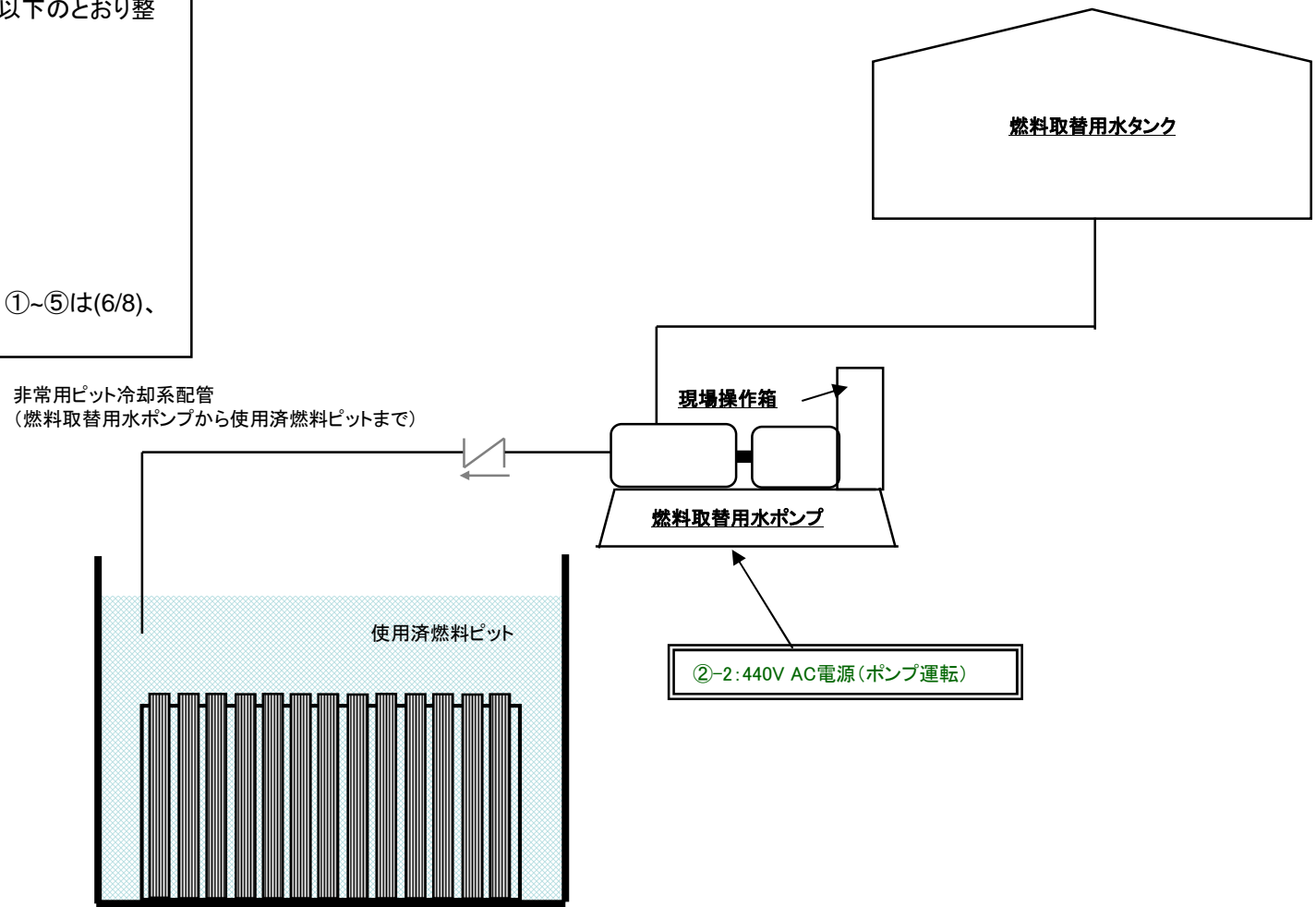
各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

# 燃料取替用水ポンプによる注水(フロントライン系)

各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系

具体的な系統については、①~⑤は(6/8)、⑥⑦は(8/8)に示す。



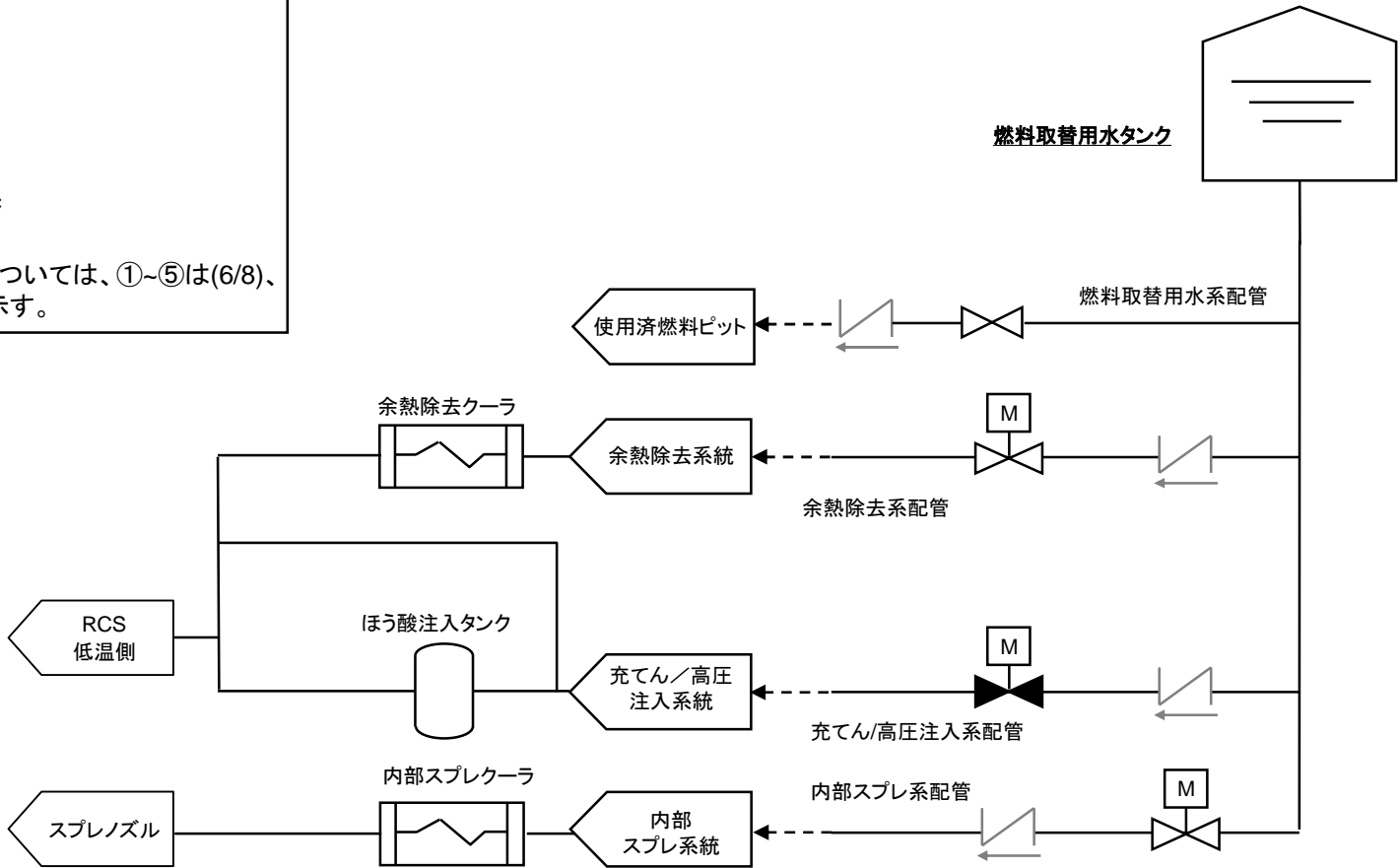
各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

# 燃料取替用水タンクによる水源の確保(フロントライン系)

各サポート系については、以下のとおり整理した。

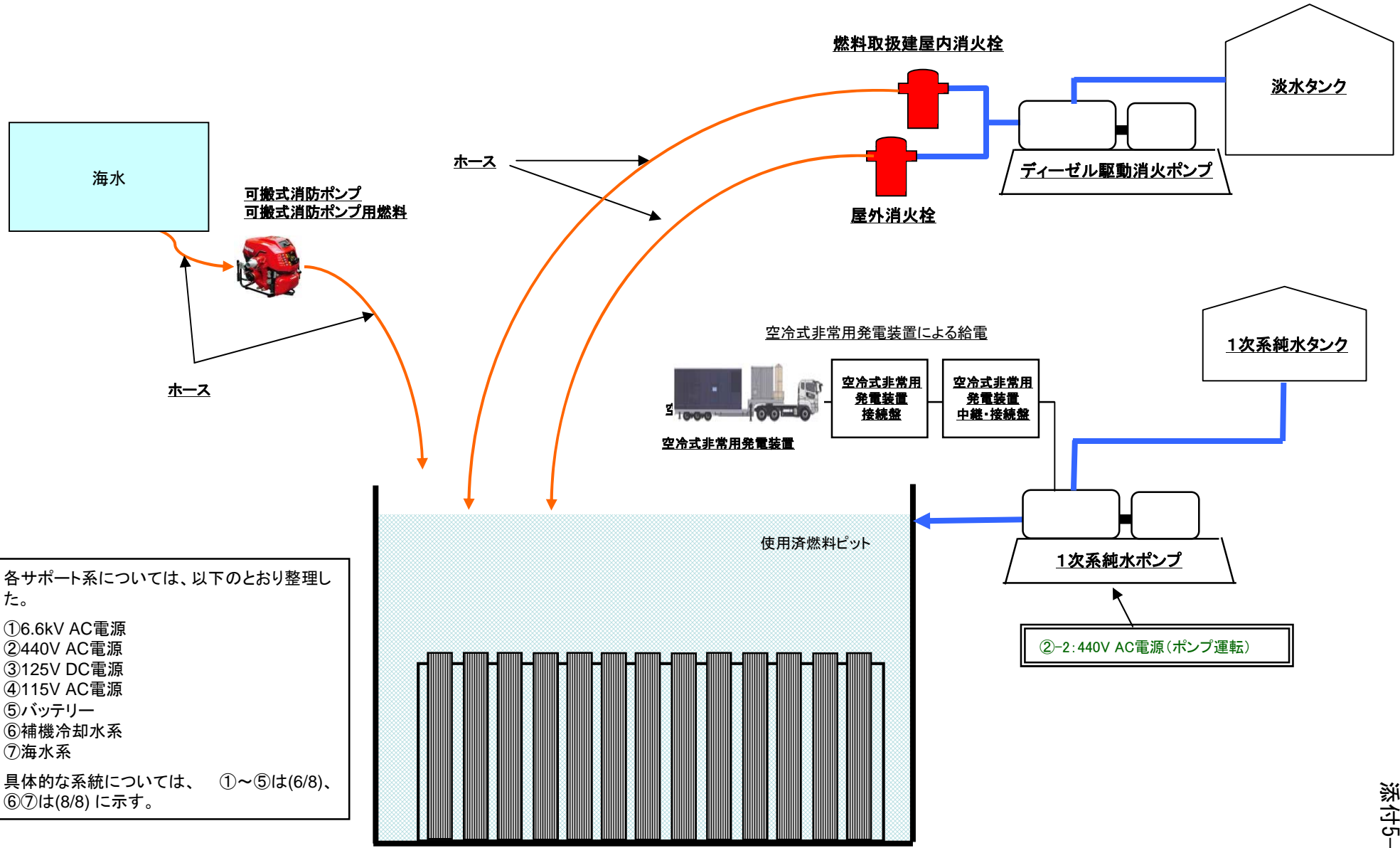
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系

具体的な系統については、①~⑤は(6/8)、⑥⑦は(8/8)に示す。



各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

# 消防ポンプ等による注水(フロントライン系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

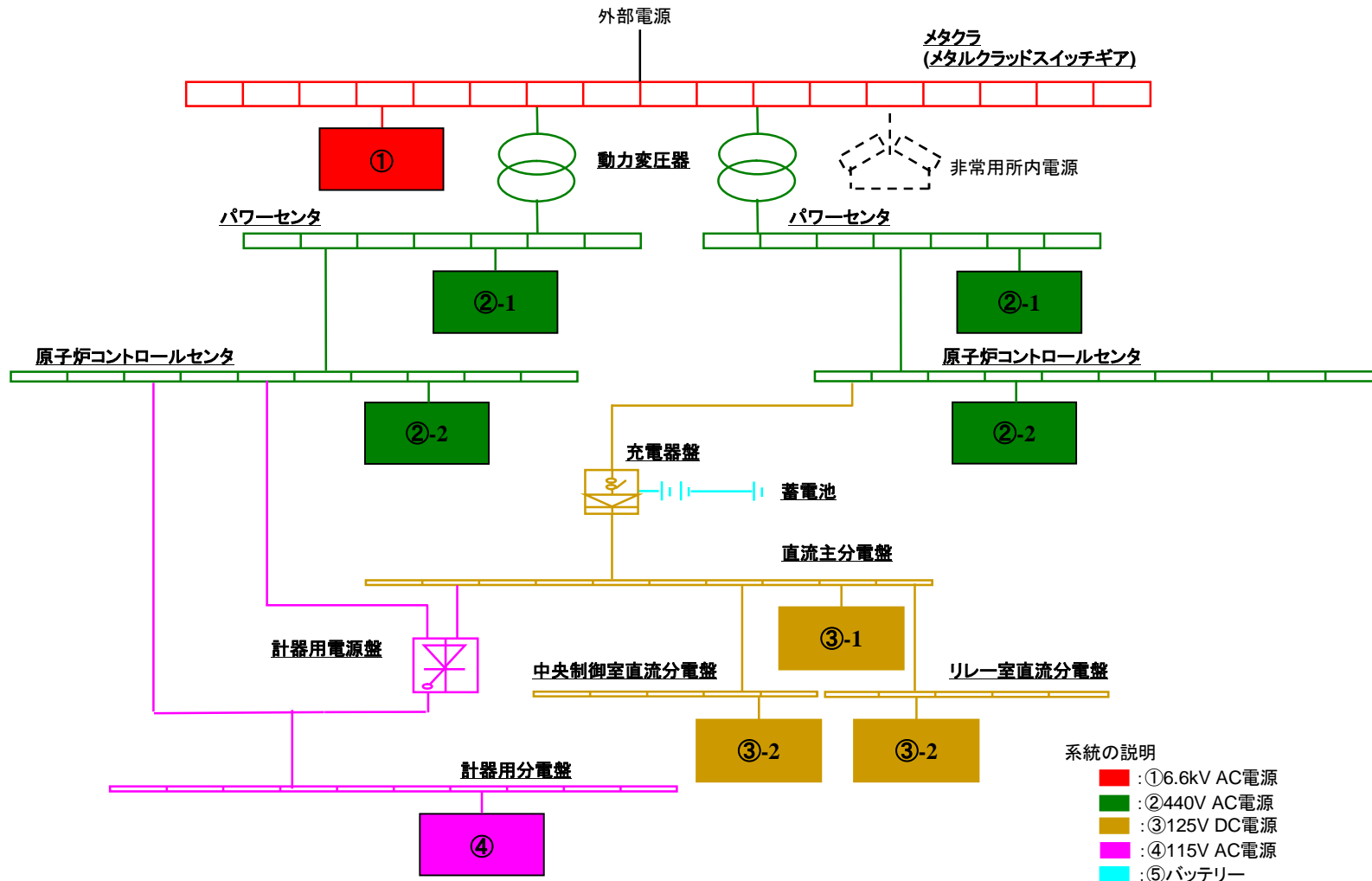
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系

具体的な系統については、①～⑤は(6/8)、⑥⑦は(8/8)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

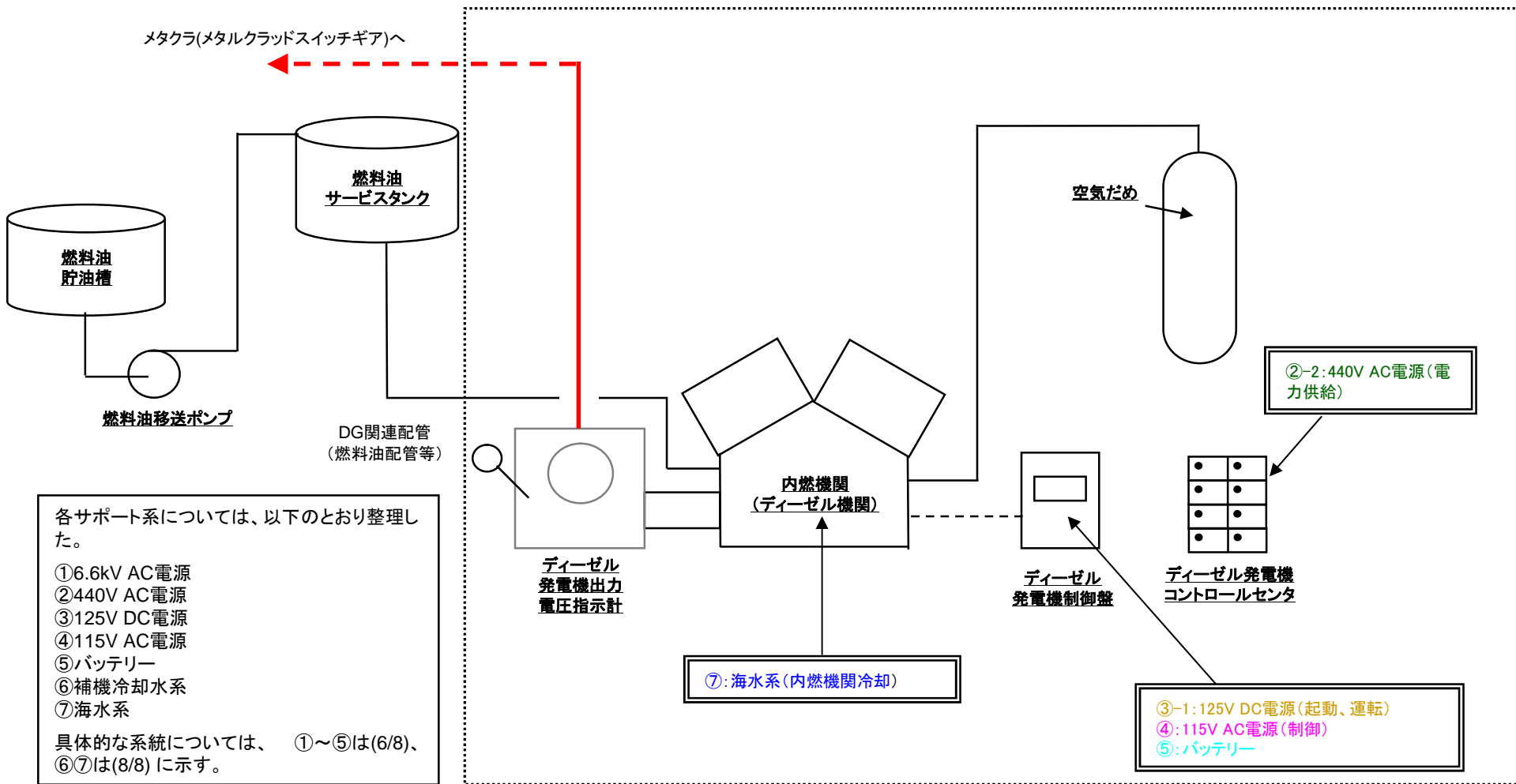


- ①6.6kV AC電源、②440V AC電源、③125V DC電源、  
④115V AC電源、⑤バッテリー（サポート系）



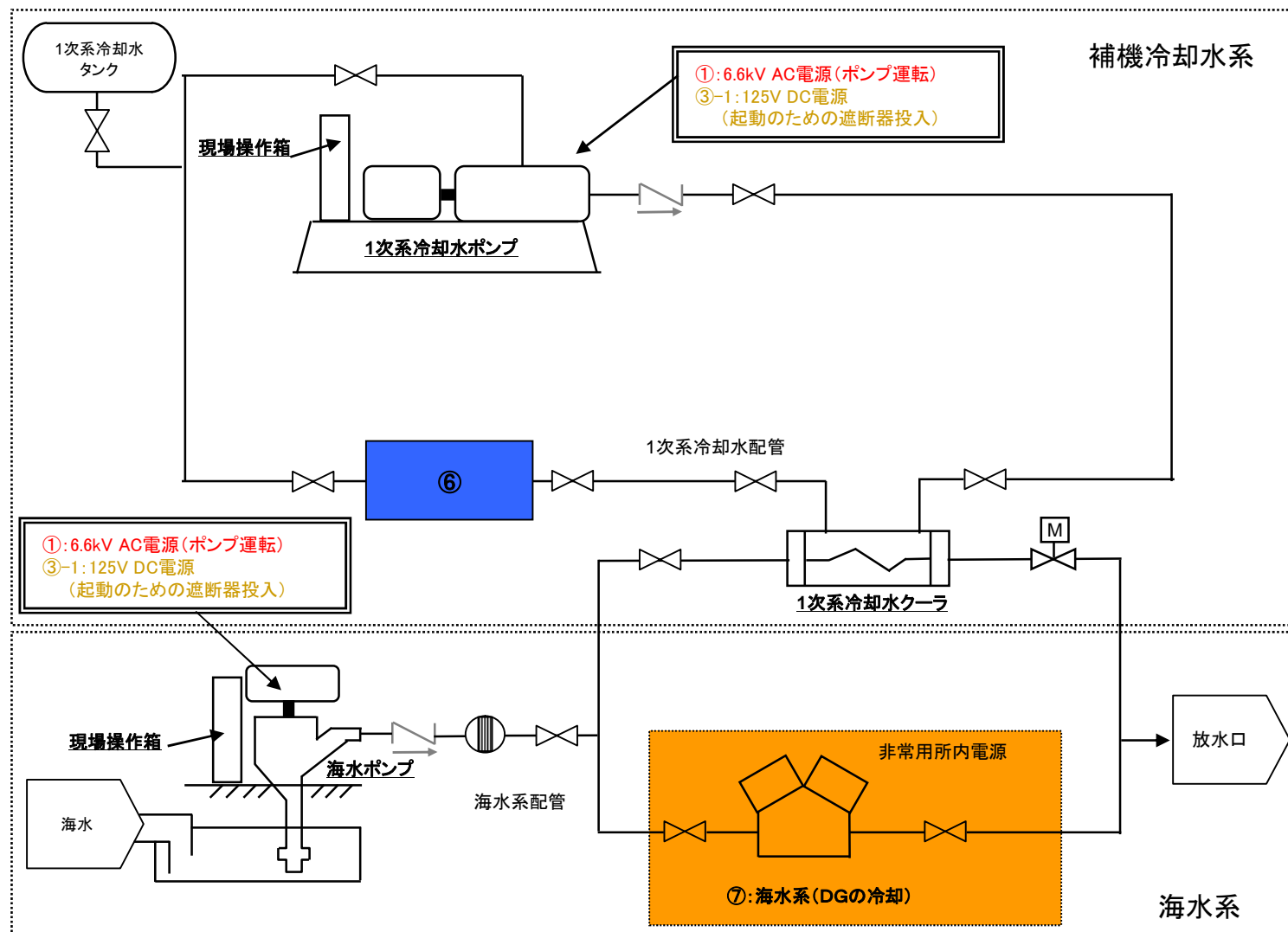
各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

# 非常用所内電源(サポート系)



各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

## ⑥補機冷却水系、⑦海水系(サポート系)

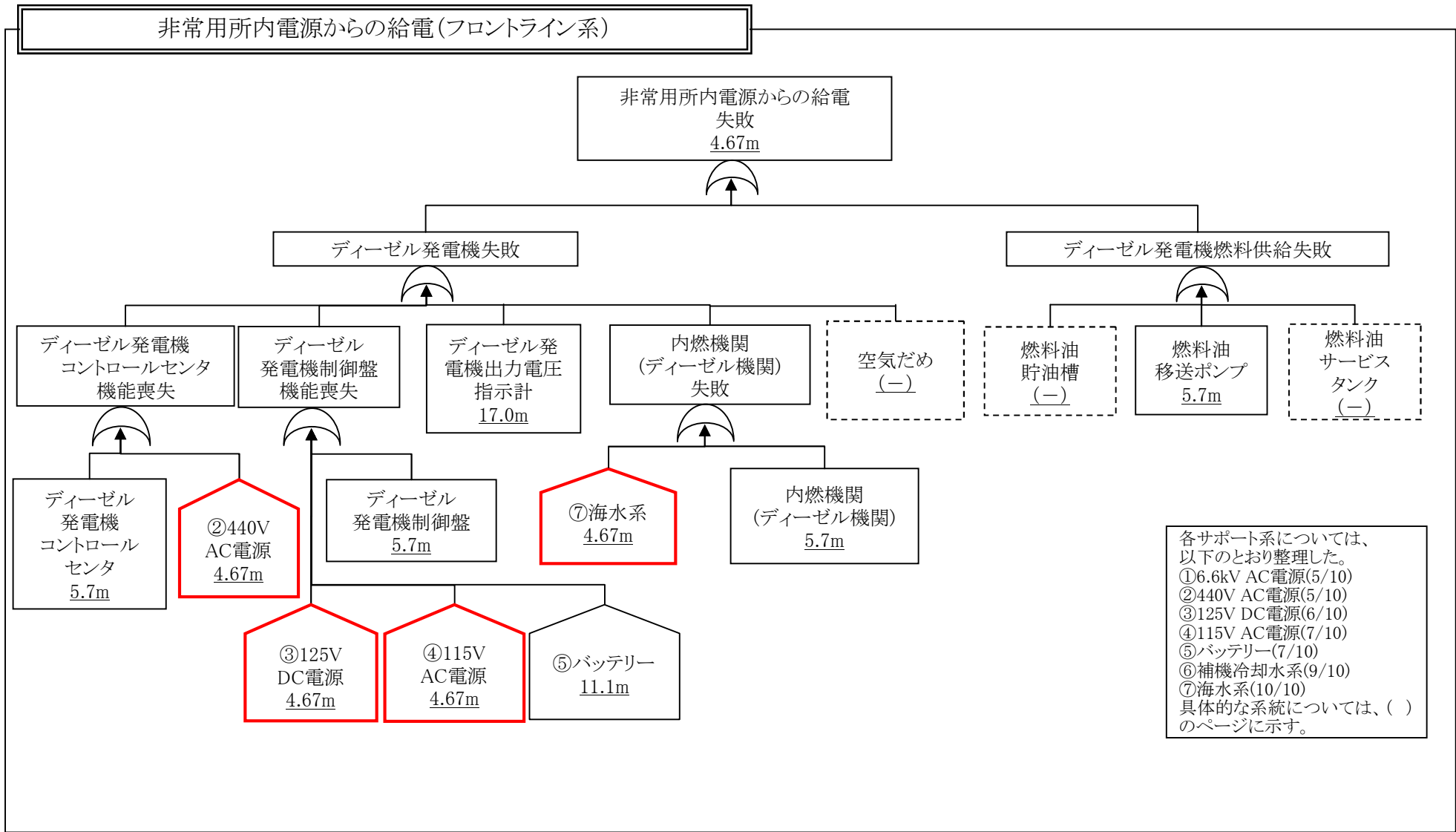


各サポート系については、以下のとおり整理した。

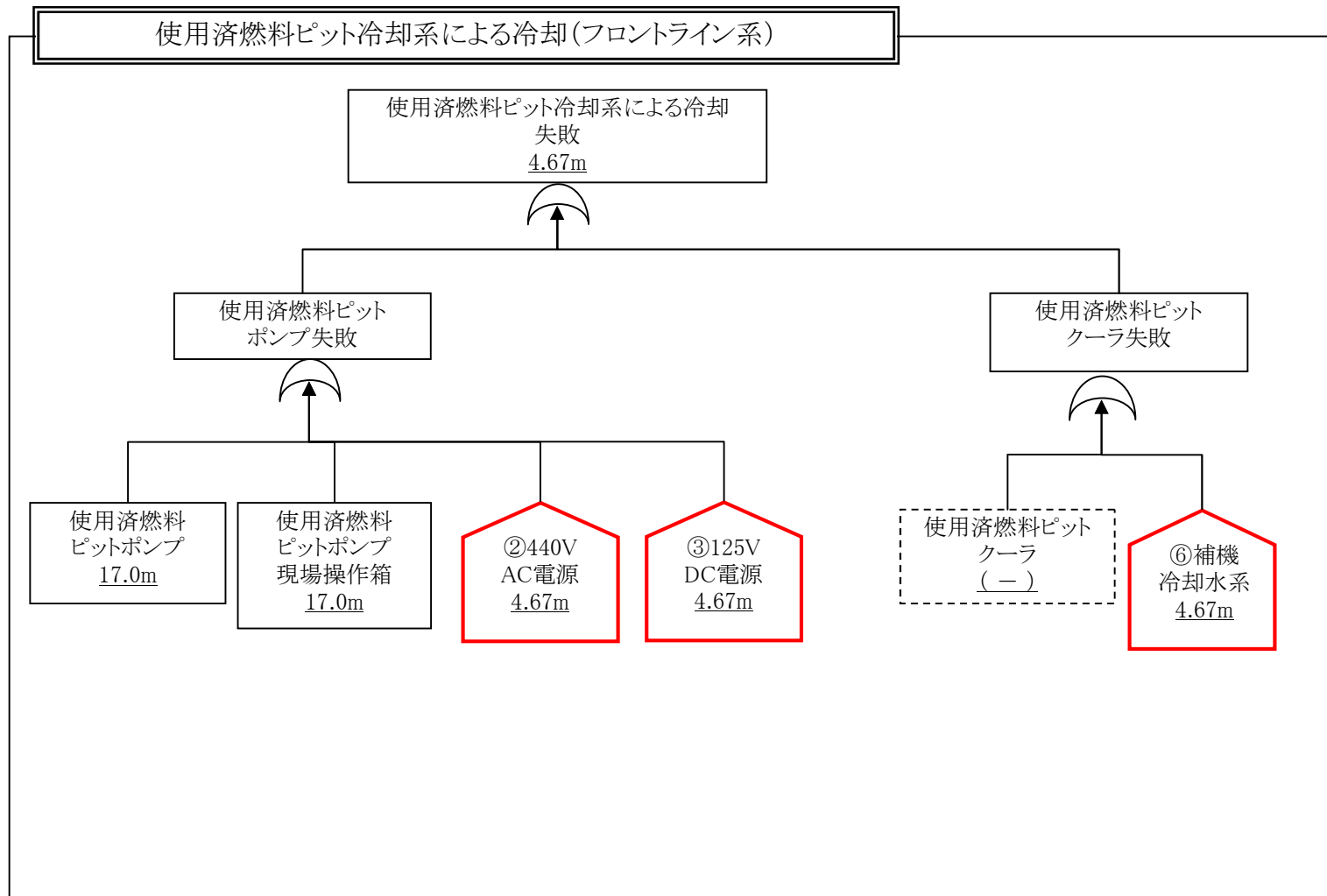
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系

具体的な系統については、①～⑤は(6/8)、⑥⑦は(8/8)に示す。

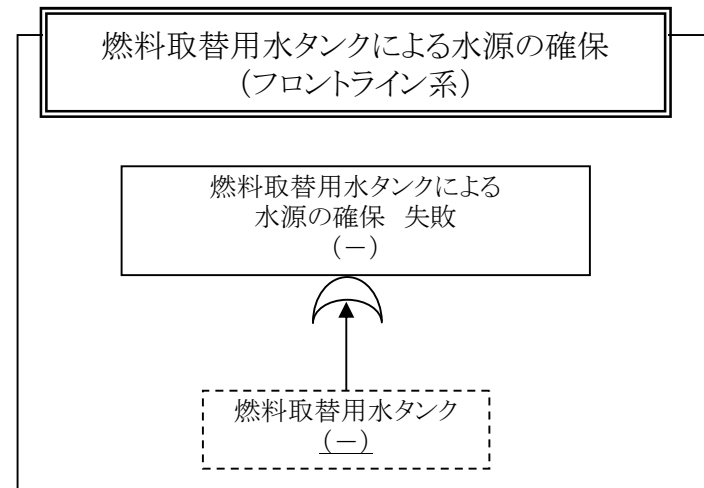
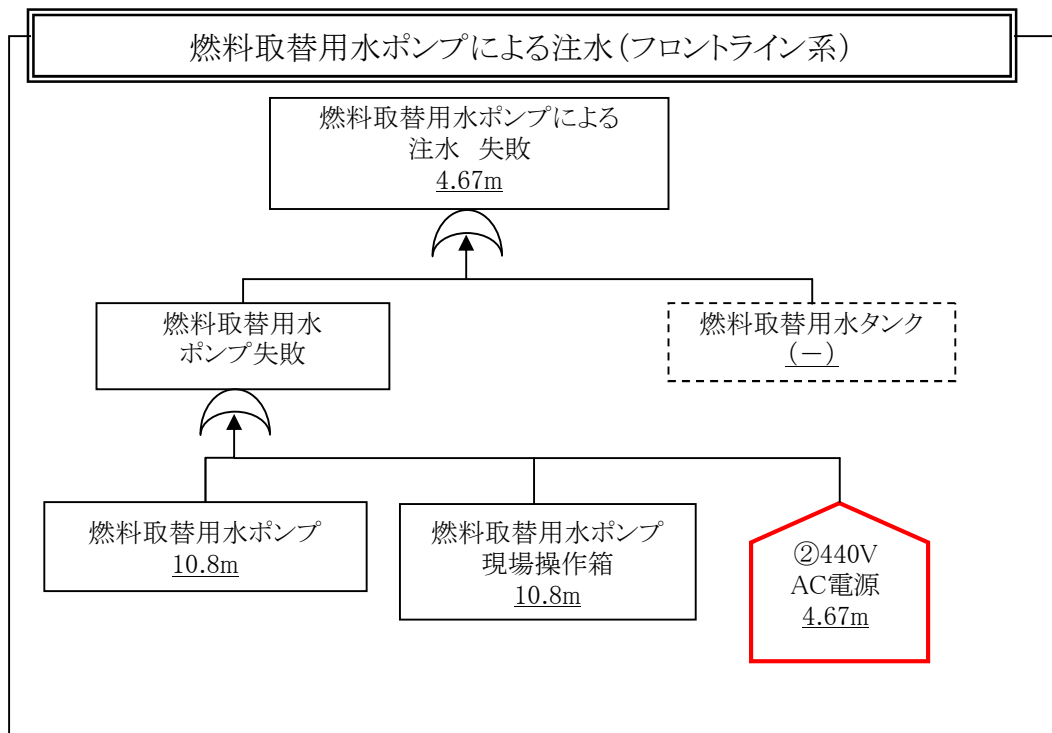
各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)



各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)



各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)

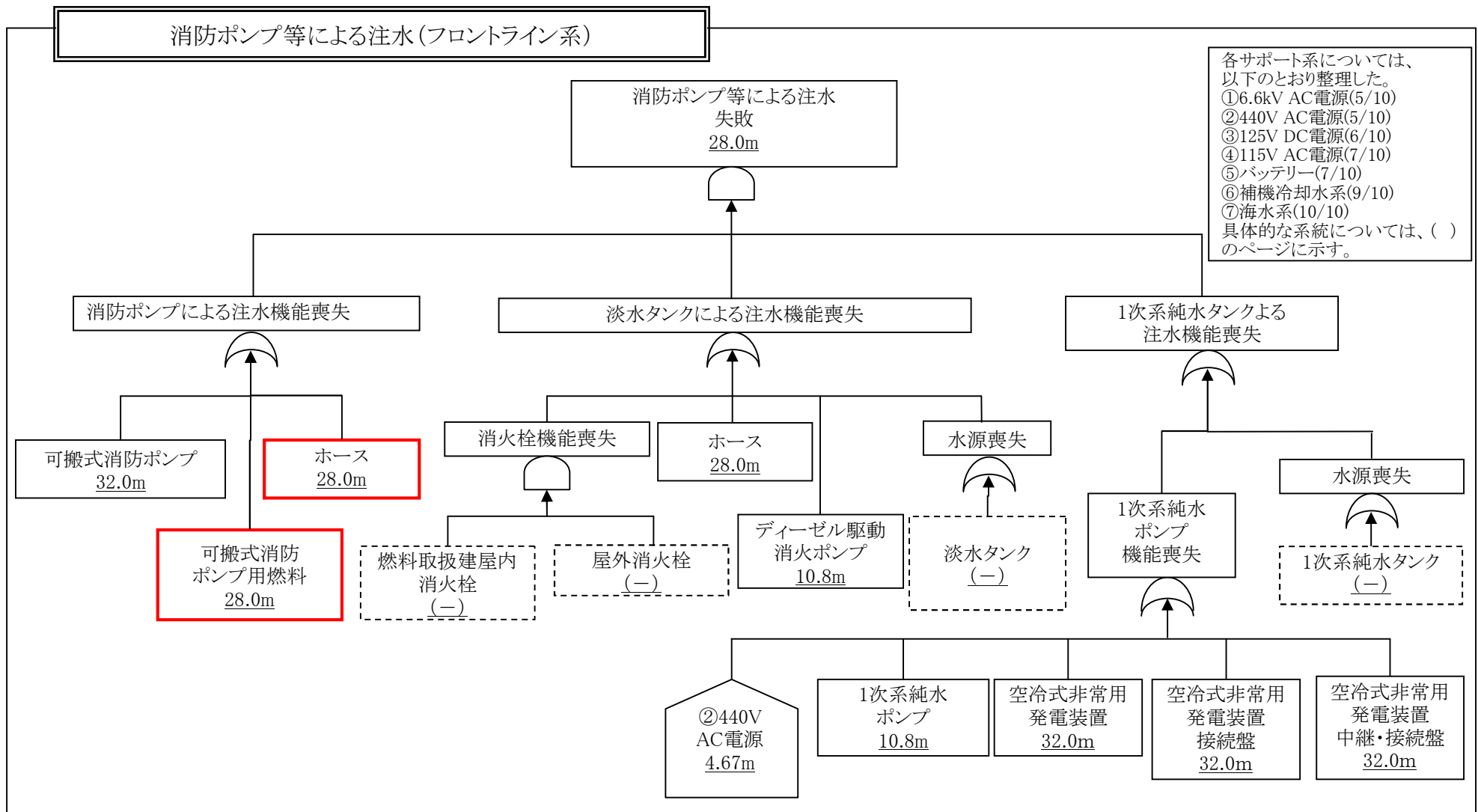


各サポート系については、以下のとおり整理した。

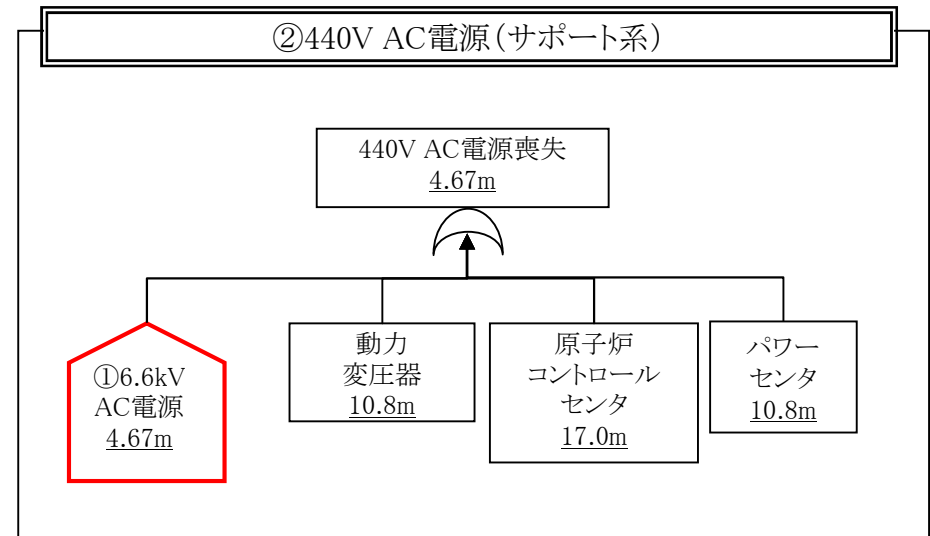
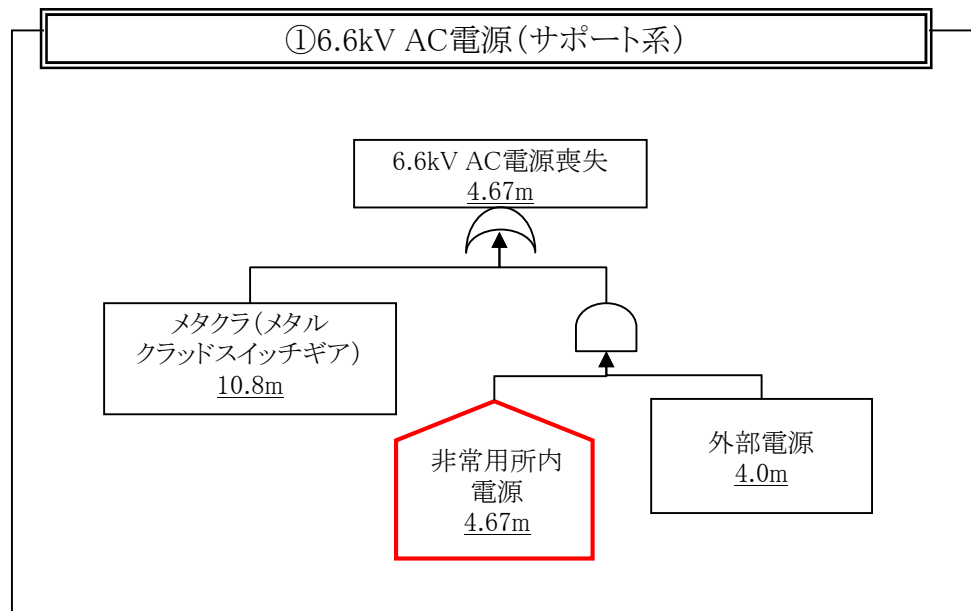
- ①6.6kV AC電源(5/10)
- ②440V AC電源(5/10)
- ③125V DC電源(6/10)
- ④115V AC電源(7/10)
- ⑤バッテリー(7/10)
- ⑥補機冷却水系(9/10)
- ⑦海水系(10/10)

具体的な系統については、( )のページに示す。

各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)



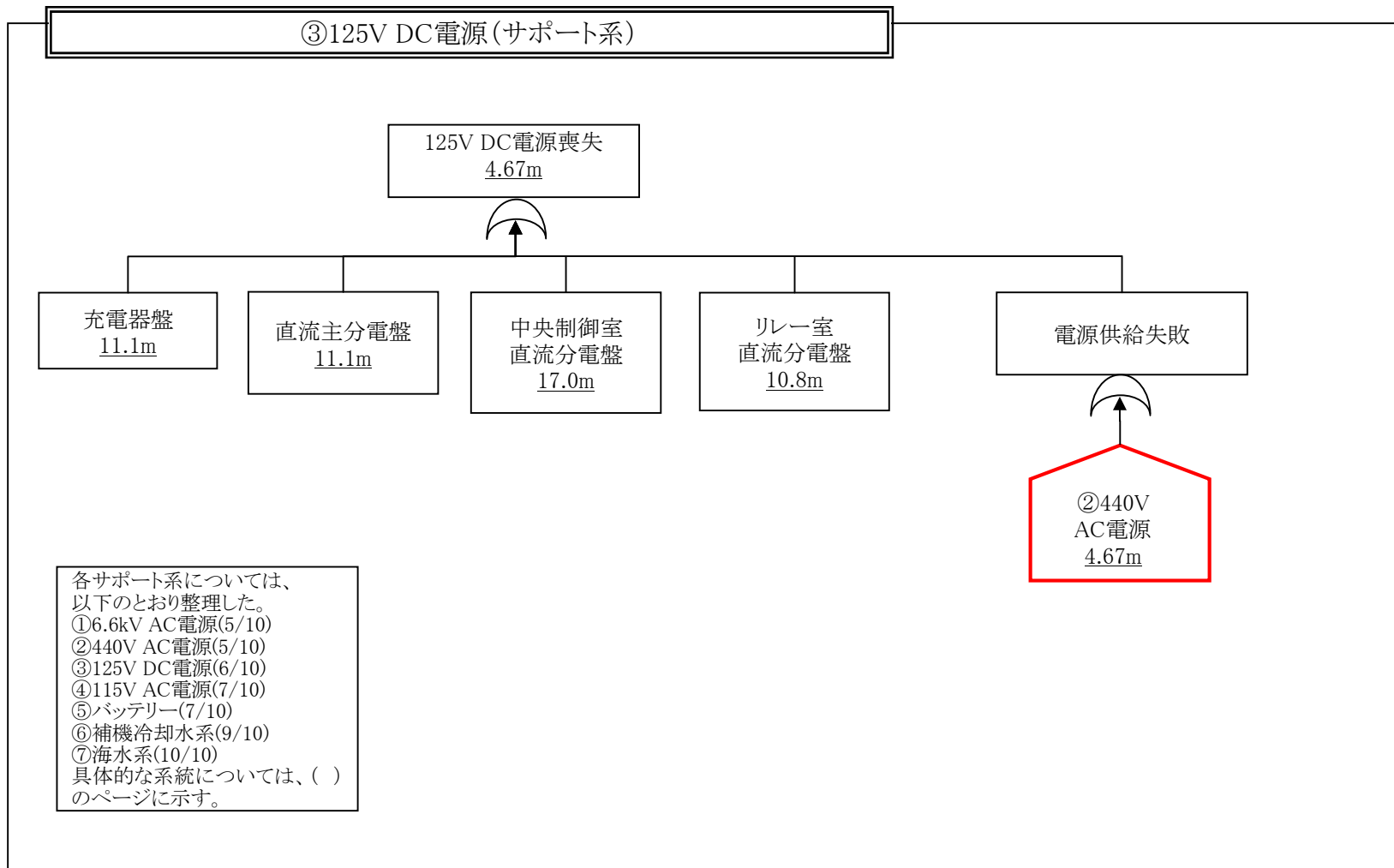
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)



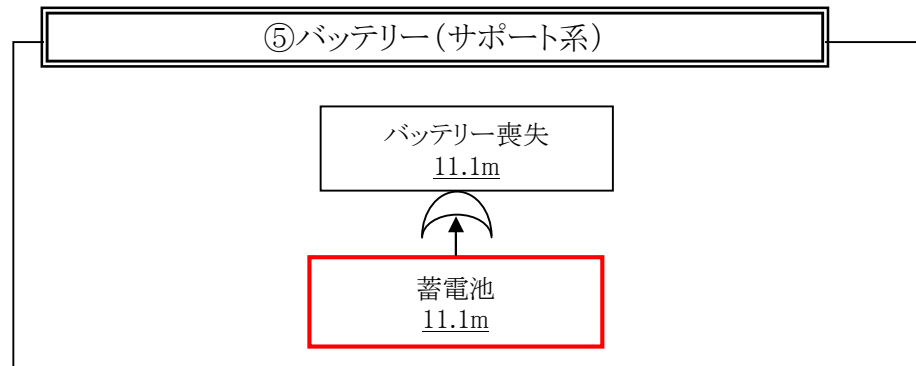
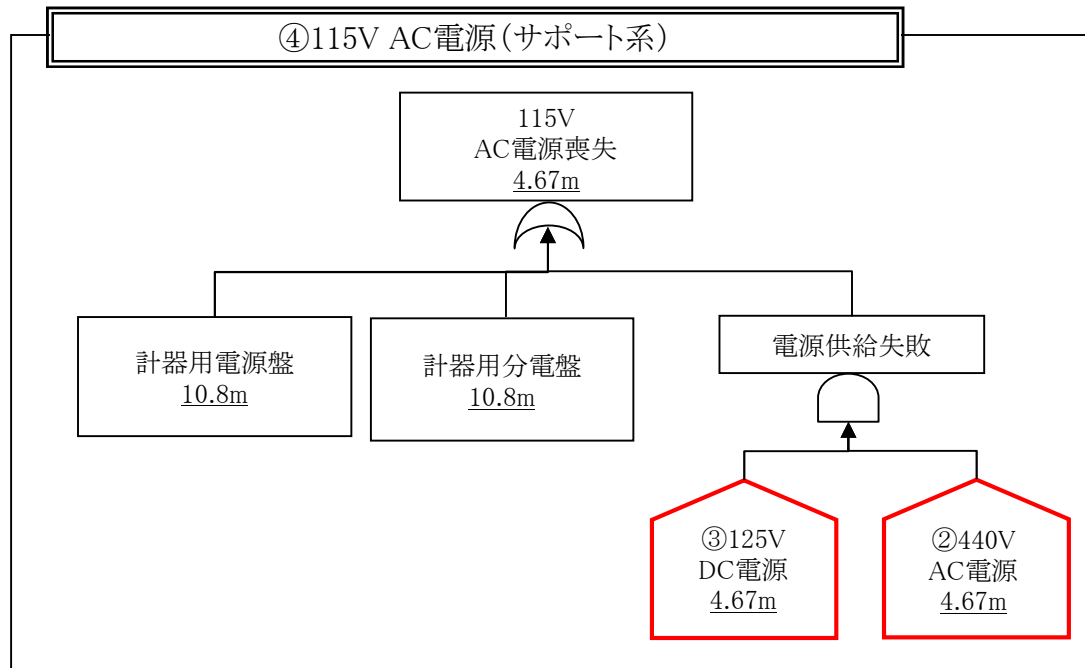
各サポート系については、以下のとおり整理した。  
 ①6.6kV AC電源(5/10)  
 ②440V AC電源(5/10)  
 ③125V DC電源(6/10)  
 ④115V AC電源(7/10)  
 ⑤バッテリー(7/10)  
 ⑥補機冷却水系(9/10)  
 ⑦海水系(10/10)  
 具体的な系統については、( )のページに示す。

各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)



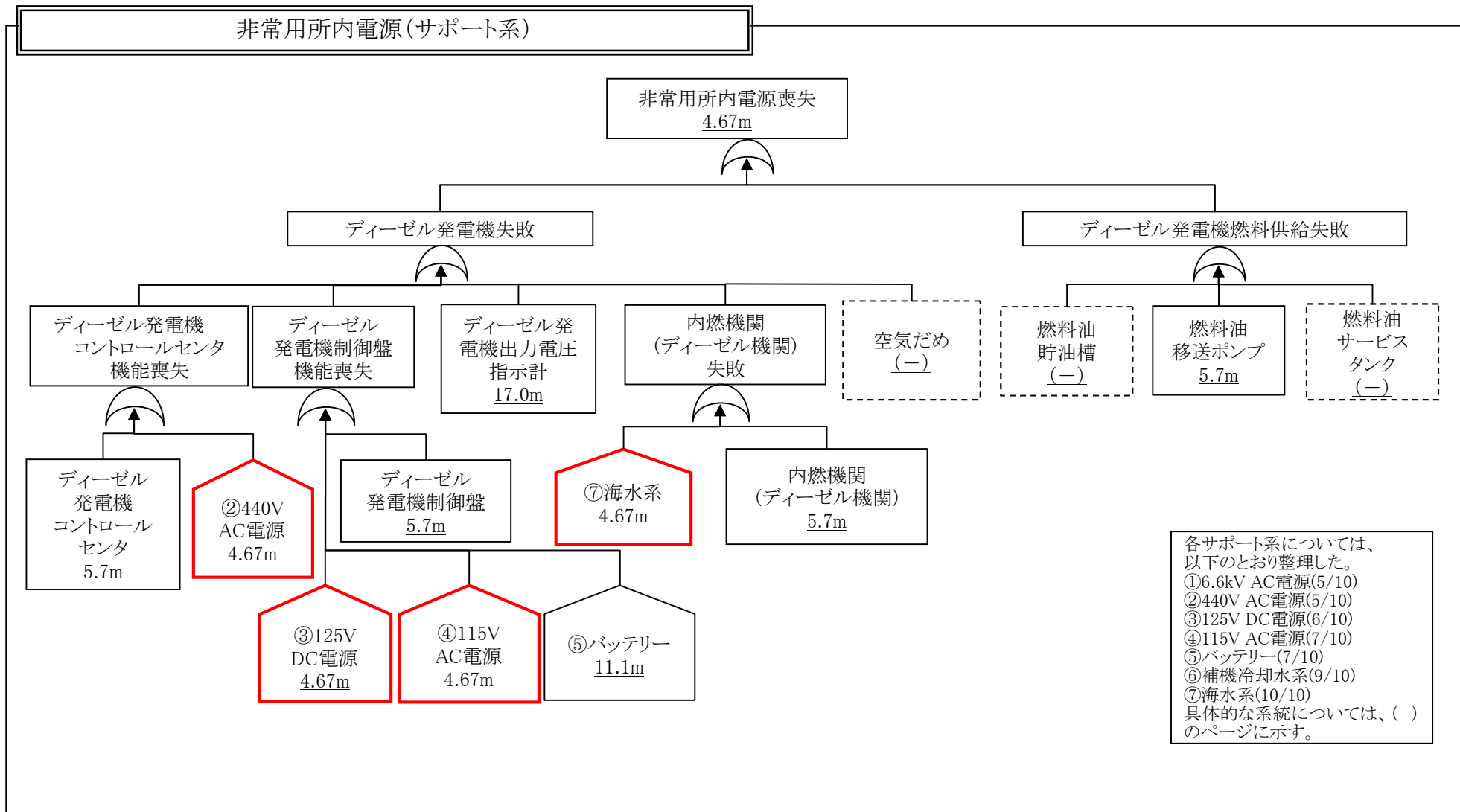


各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)

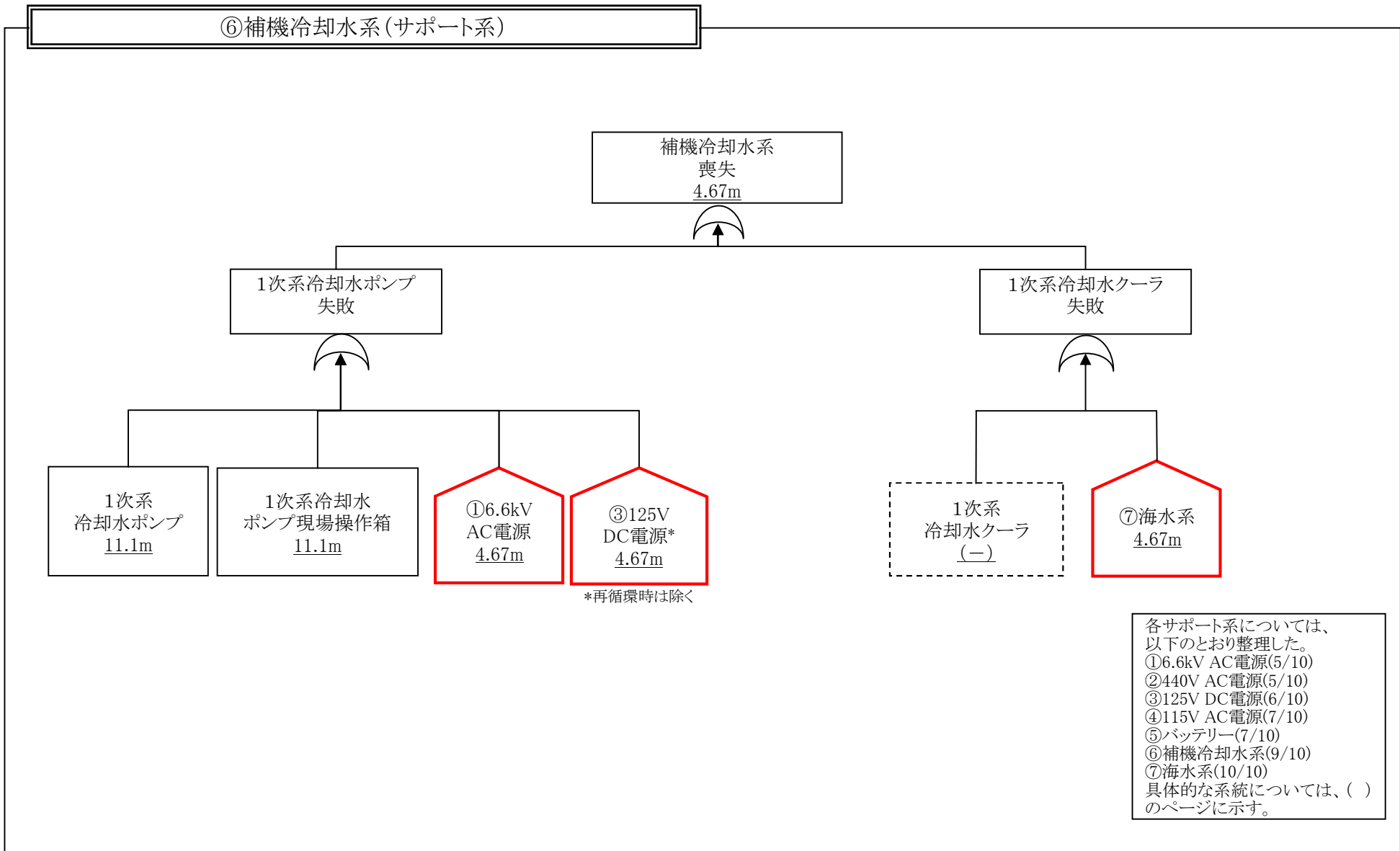


各サポート系については、  
以下のとおり整理した。  
①6.6kV AC電源(5/10)  
②440V AC電源(5/10)  
③125V DC電源(6/10)  
④115V AC電源(7/10)  
⑤バッテリー(7/10)  
⑥補機冷却水系(9/10)  
⑦海水系(10/10)  
具体的な系統については、( )  
のページに示す。

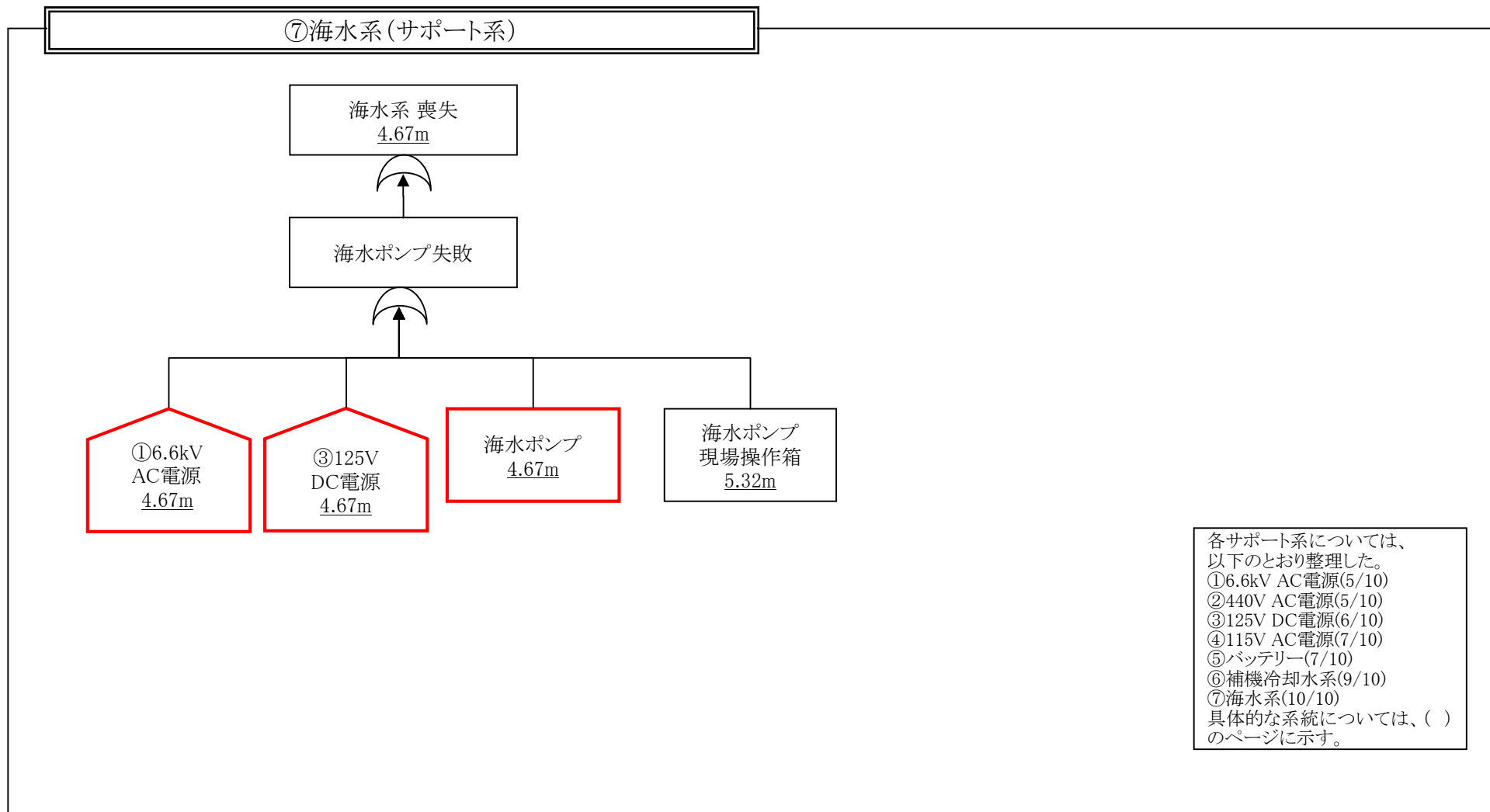
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波: SFP燃料損傷)



各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)



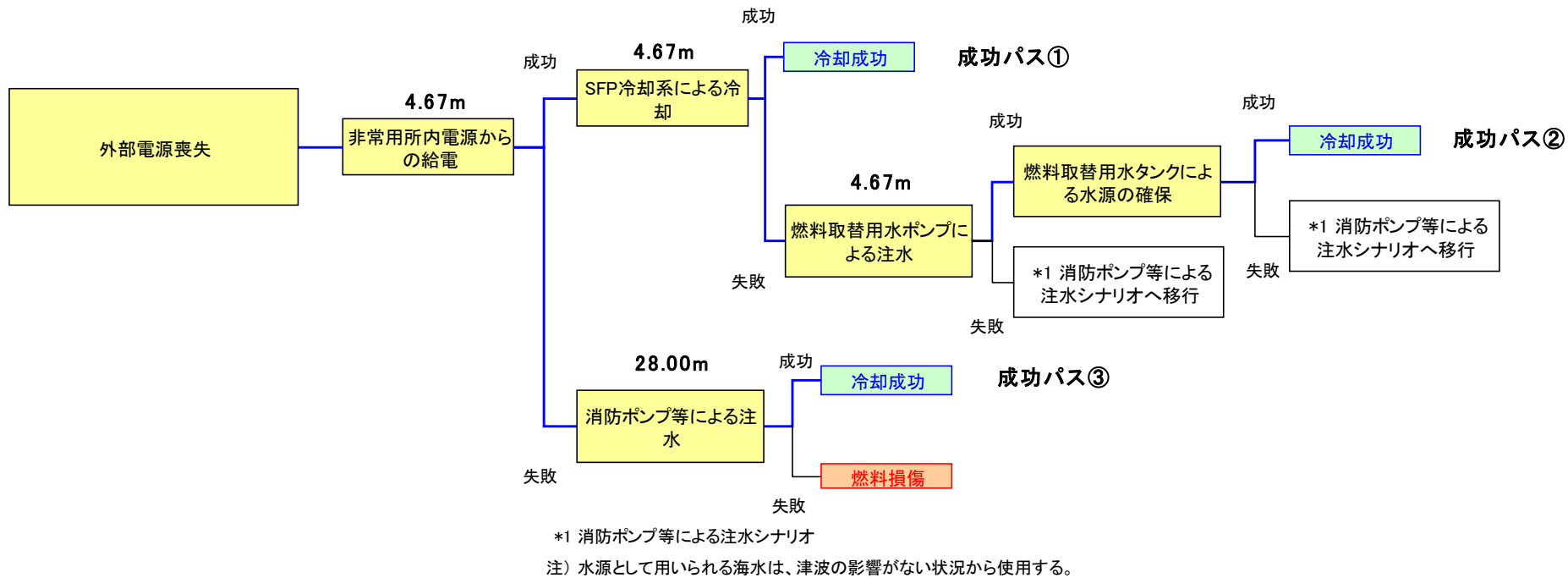
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)



各サポート系については、  
以下のとおり整理した。  
①6.6kV AC電源(5/10)  
②440V AC電源(5/10)  
③125V DC電源(6/10)  
④115V AC電源(7/10)  
⑤バッテリー(7/10)  
⑥補機冷却水系(9/10)  
⑦海水系(10/10)  
具体的な系統については、( )  
のページに示す。

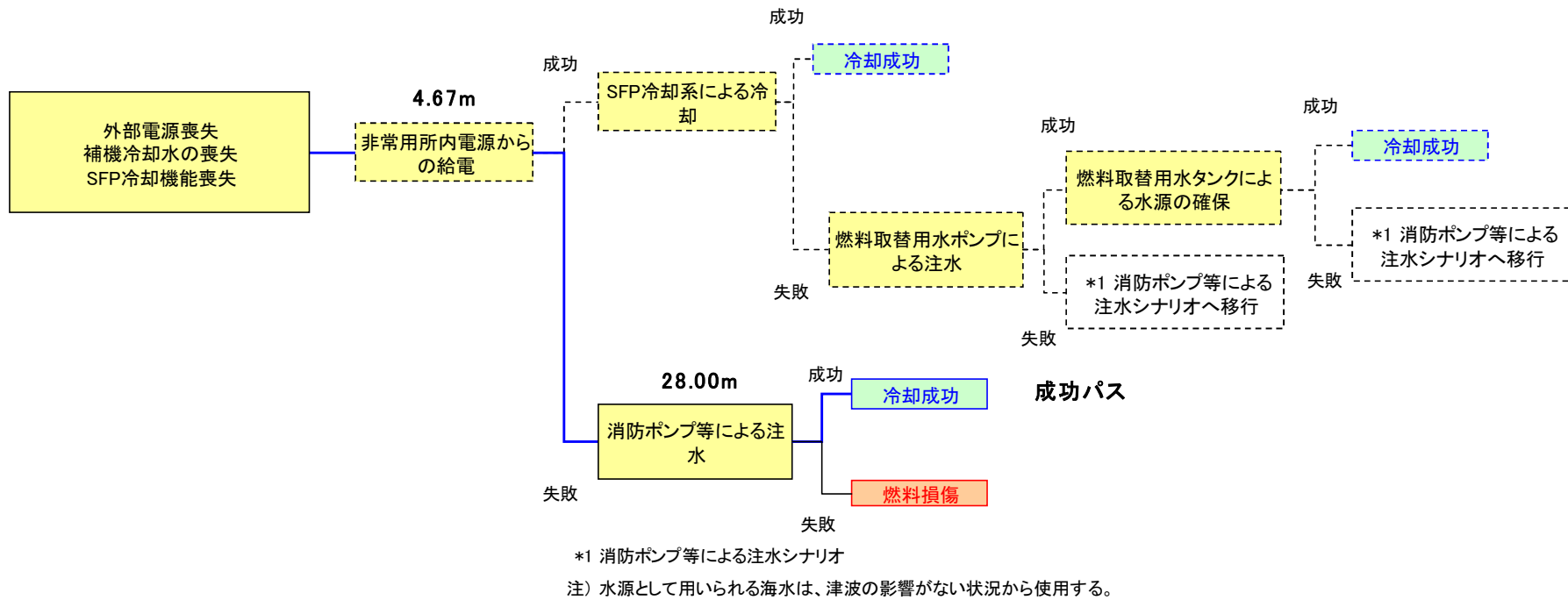
各影響緩和機能のフォールトツリー(津波:SFP燃料損傷)

起回事象：外部電源喪失



イベントツリーの許容津波高さ及びクリフエッジ評価（津波：SFP燃料損傷）

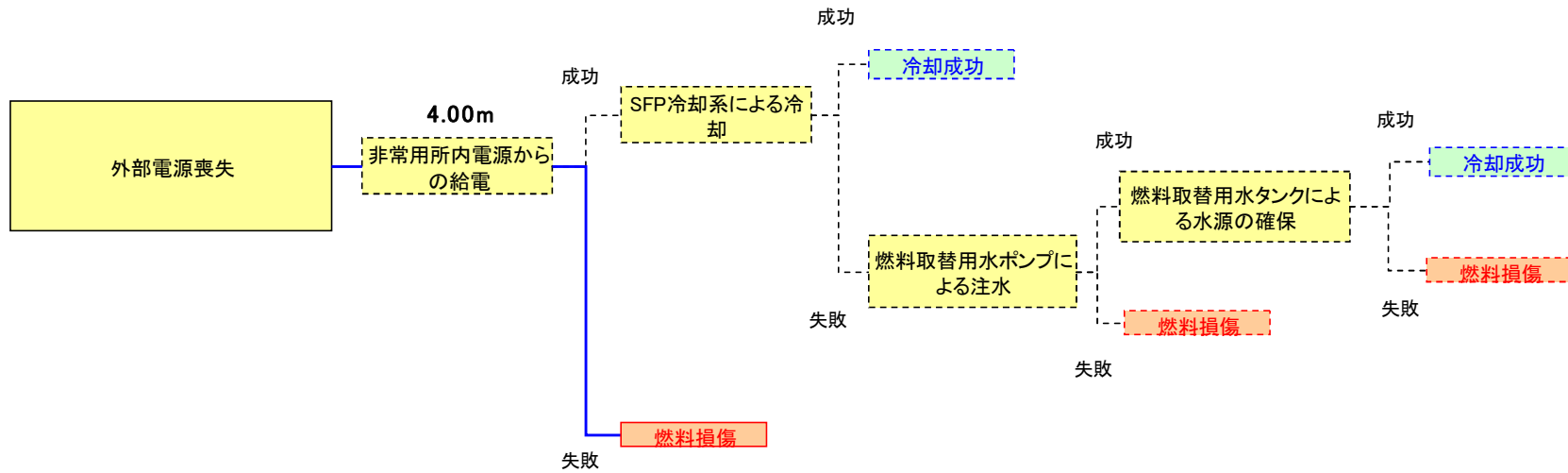
起因事象：外部電源喪失、  
補機冷却水の喪失、  
SFP冷却機能喪失



※:破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

イベントツリーの許容津波高さ及びクリフエッジ評価 (津波：SFP燃料損傷)

起因事象：外部電源喪失

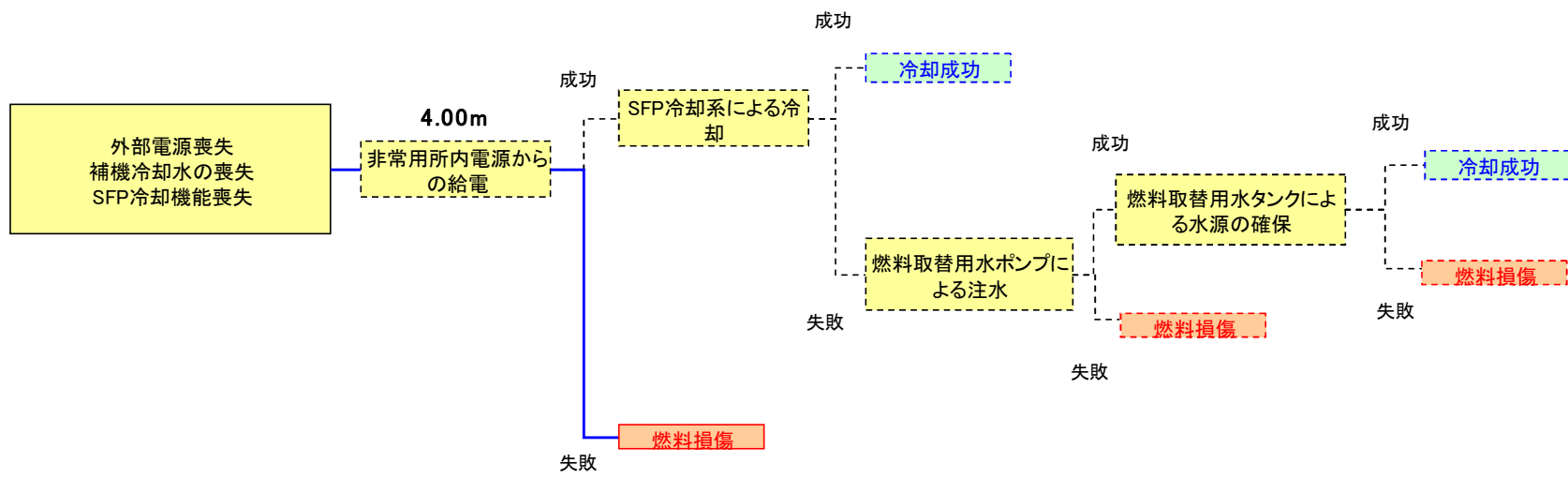


※：破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

イベントツリーの許容津波高さ及びクリフエッジ評価（緊急安全対策前）（津波：SFP燃料損傷）



起因事象：外部電源喪失、  
補機冷却水の喪失、  
SFP冷却機能喪失



※：破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、当該起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

イベントツリーの許容津波高さ及びクリフェッジ評価（緊急安全対策前）（津波：SFP燃料損傷）