

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		
	・ 復水ピット	・ 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		
・ 燃料取替用水ピット	・ 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
	・燃料取替用水ピット (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

大飯発電所 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	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	設計津波高さの評価	15
(1)	詳細格子分割の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	21

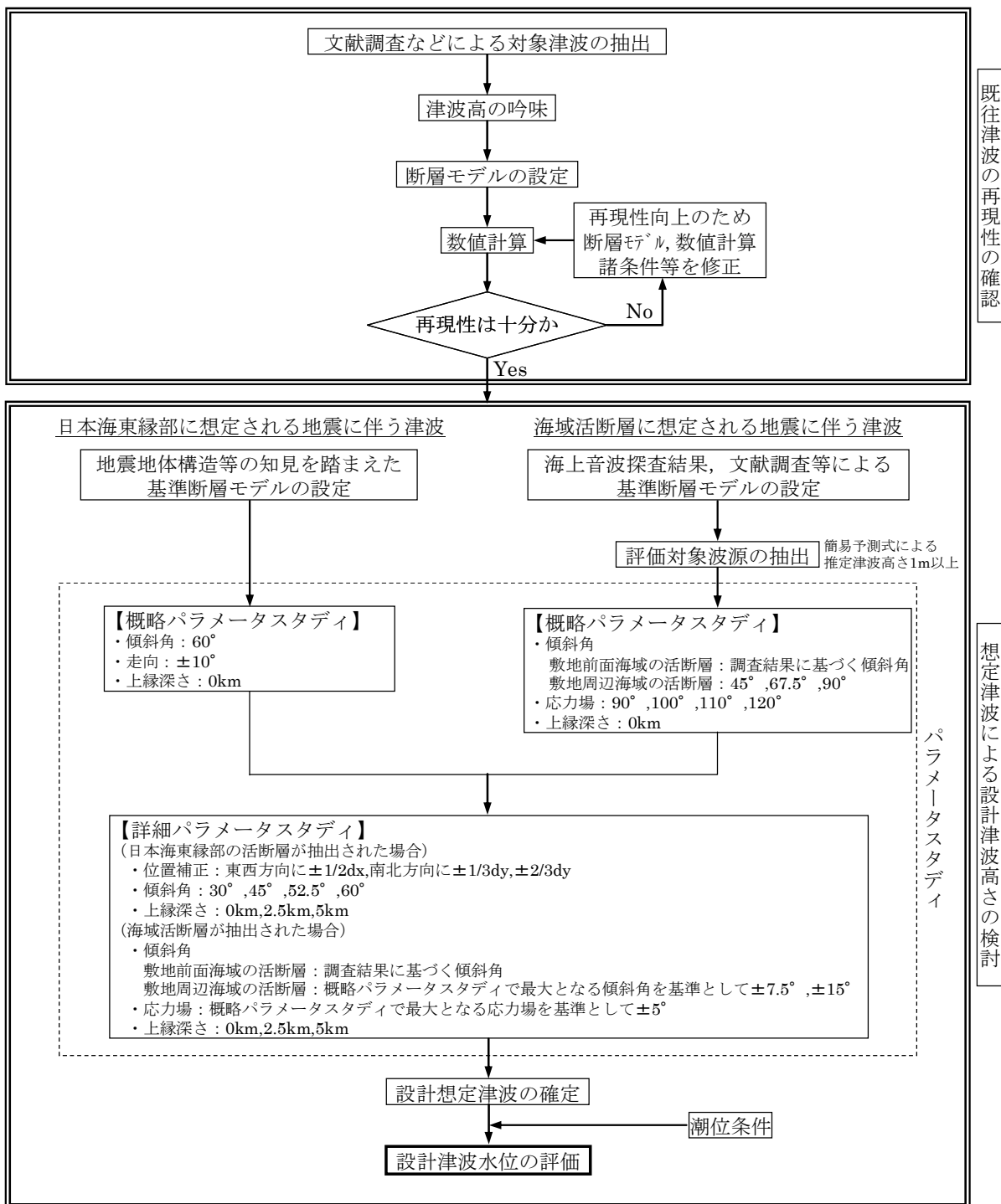
1 評価方法

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)⁽¹⁾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、設計津波高さを設定する。



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

既往津波に関して、文献調査^{(2)~(7)}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、大飯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。

これらは大飯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0.75mの振幅を、1993年北海道南西沖地震津波ではT.P. - 0.50 ~ +0.80m (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)⁽¹³⁾の「Model-10」を、1993年北海道南西沖地震津波では高橋他(1995)⁽¹⁴⁾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^{(17)~(20)}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)⁽²¹⁾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)⁽²²⁾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 κ を用いた。

以下に幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ 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 κ については、土木学会(2002)⁽¹⁾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) ⁽¹⁵⁾)	
	変数配置	スタagger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) ⁽¹⁶⁾ 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) ⁽¹⁵⁾)
		陸域境界	完全反射条件
		越流境界	本間公式を用いて防波堤の越流を考慮
	海底摩擦	マニングの粗度係数 $n=0.030$ (土木学会(2002) ⁽¹¹⁾)	
	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	

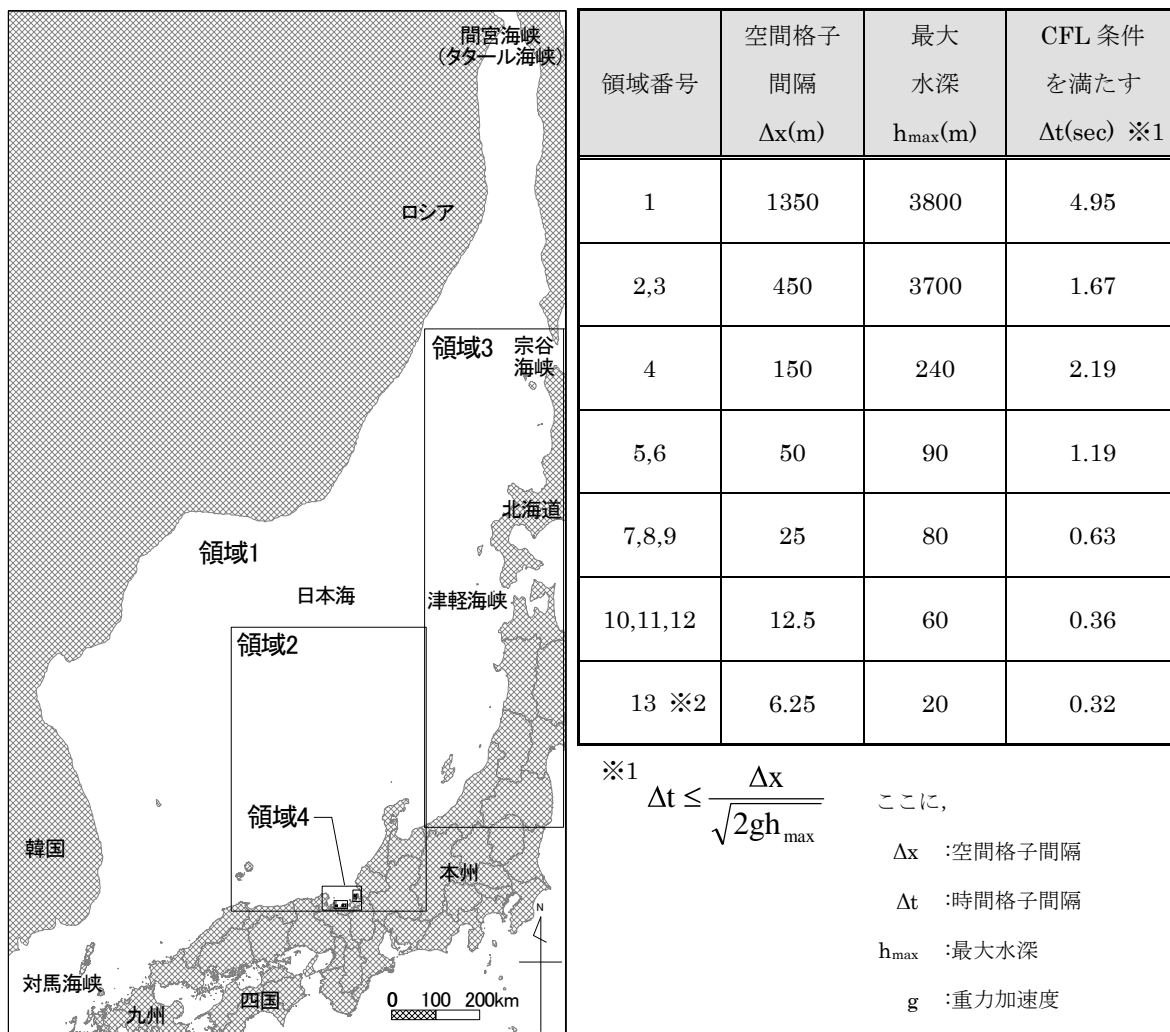
基礎方程式：非線形長波理論式及び連続式

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

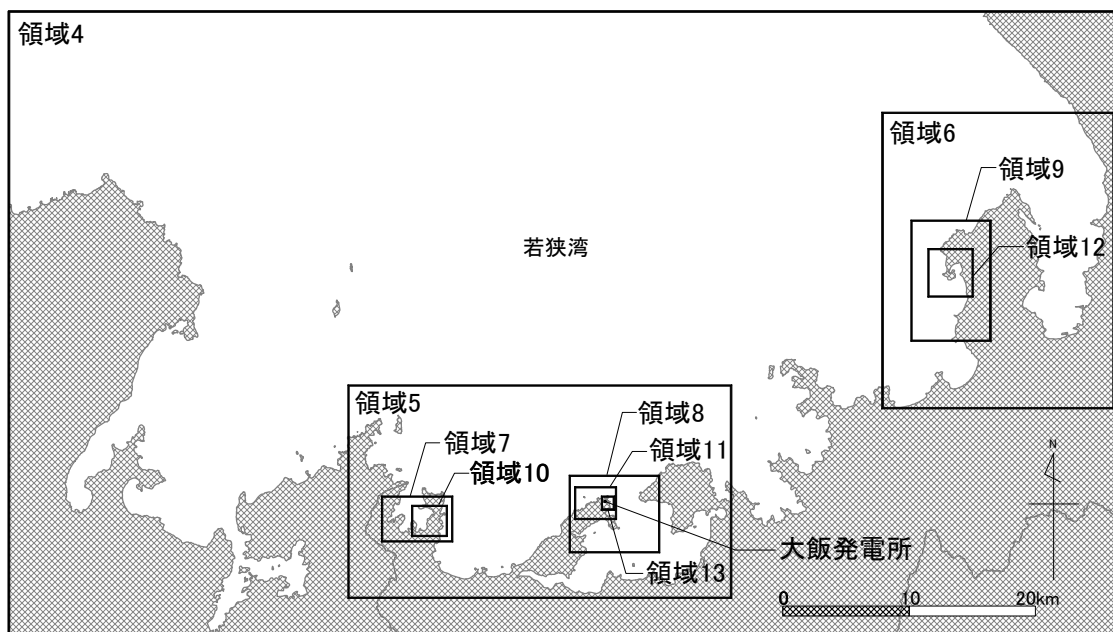
$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + f_c \frac{MQ}{D^2} = 0$$

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

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

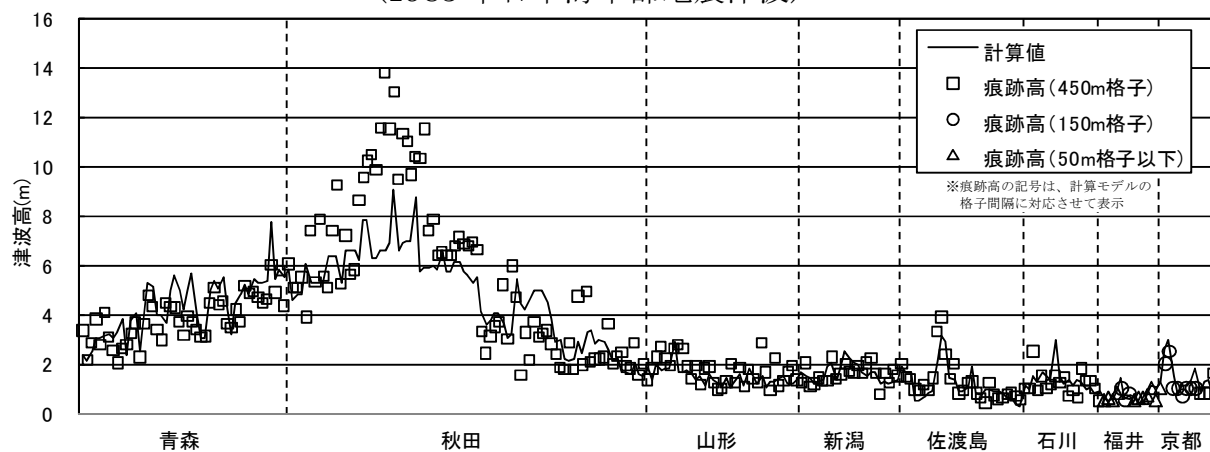


※2 領域 13 の空間格子間隔が 6.25m の計算条件は「詳細格子分割の数値計算モデルによる検討」で使用



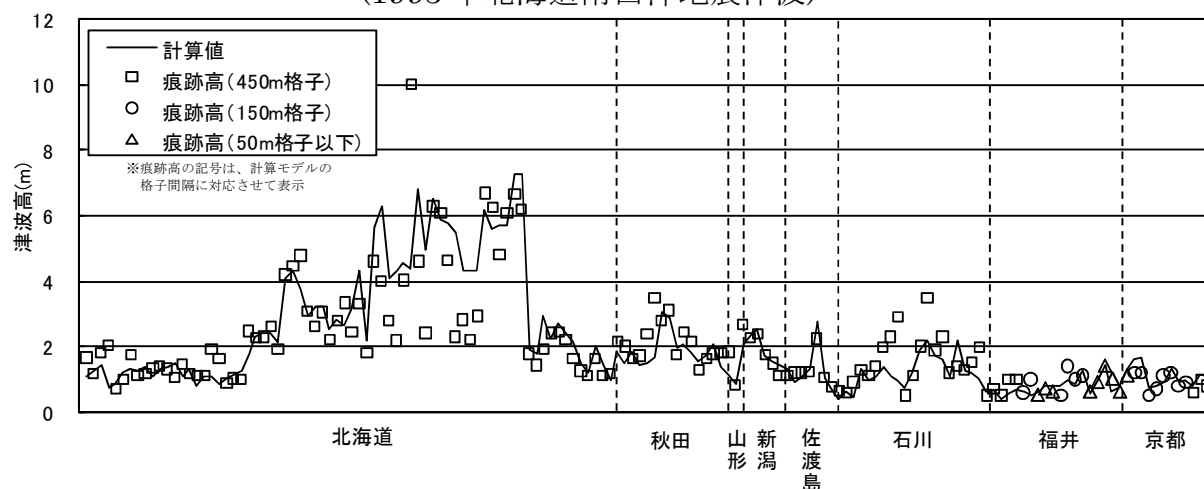
第 2-1 図 計算領域の空間格子間隔

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)⁽⁸⁾による

(1993年北海道南西沖地震津波)



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

再現性の評価結果

対象津波	地点数 <i>n</i>	幾何平均 <i>K</i>	幾何標準偏差 <i>κ</i>
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)⁽¹⁾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)⁽¹⁾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位置も含め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。

3.1 検討対象断層の選定

(1) 海域活断層

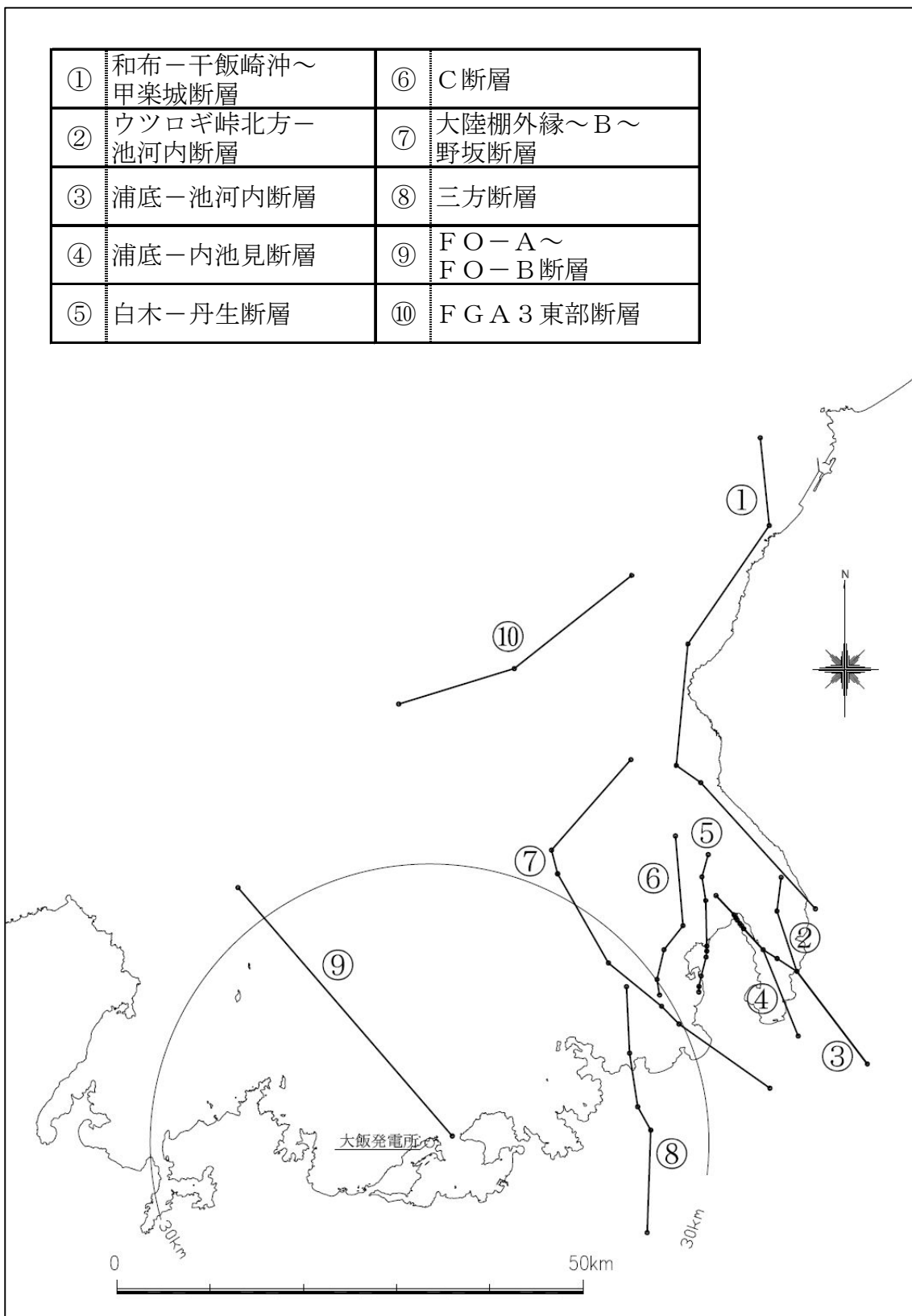
検討対象断層は、敷地前面海域及び敷地周辺海域において後期更新世以降の活動を考慮する断層とする。敷地前面海域及び敷地周辺海域における検討対象断層を第 3-1 図に示す。

これらの断層について阿部(1989)⁽²³⁾の簡易予測式により推定津波高さを算定した。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。

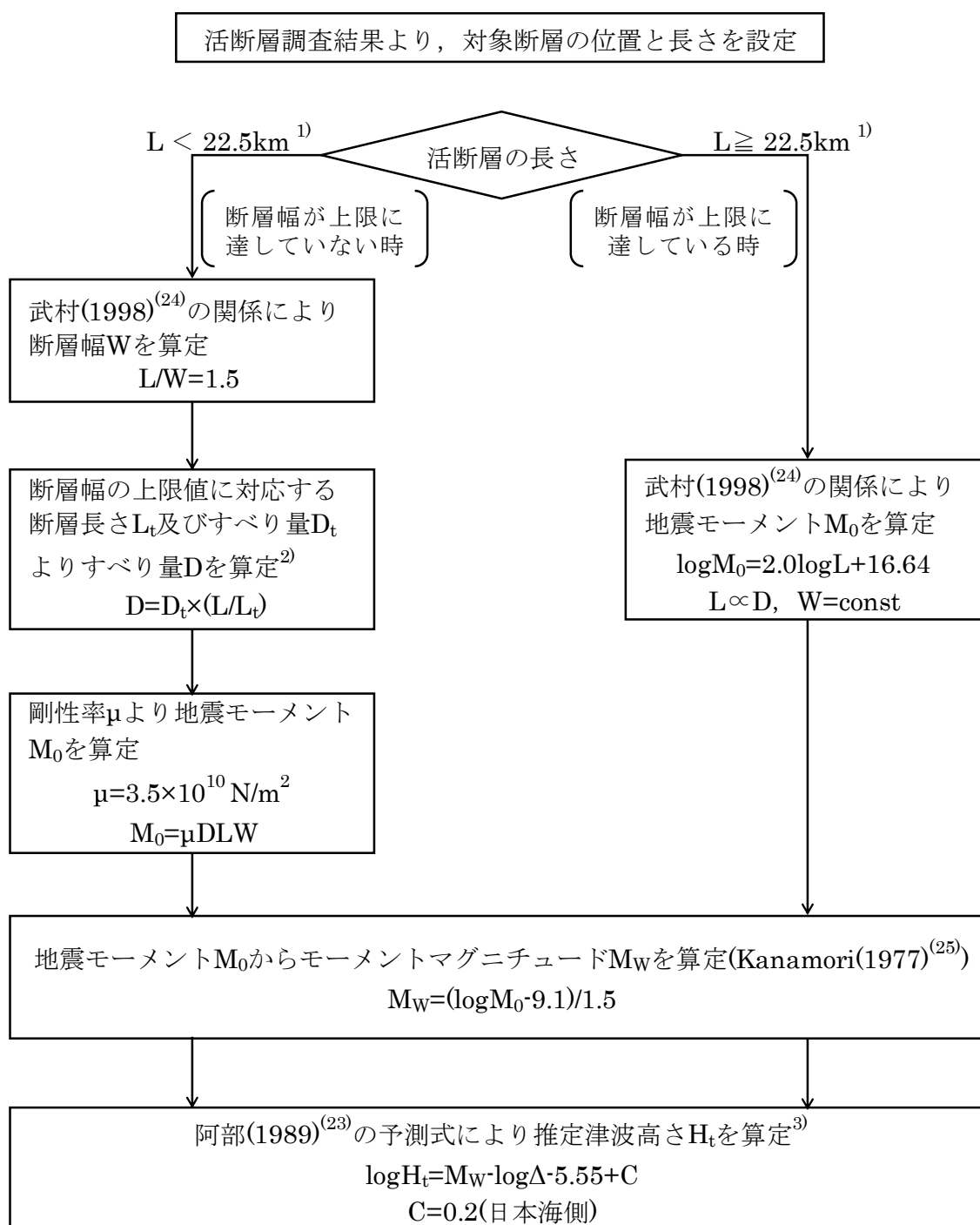
その結果、推定津波高さが 1m 以上となる和布一干飯崎沖～甲楽城断層、大陸棚外縁～B～野坂断層、三方断層、FO-A～FO-B断層を数値シミュレーションを実施する活断層として抽出した。

(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 δ を 90° ($45^\circ \sim 90^\circ$ 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。

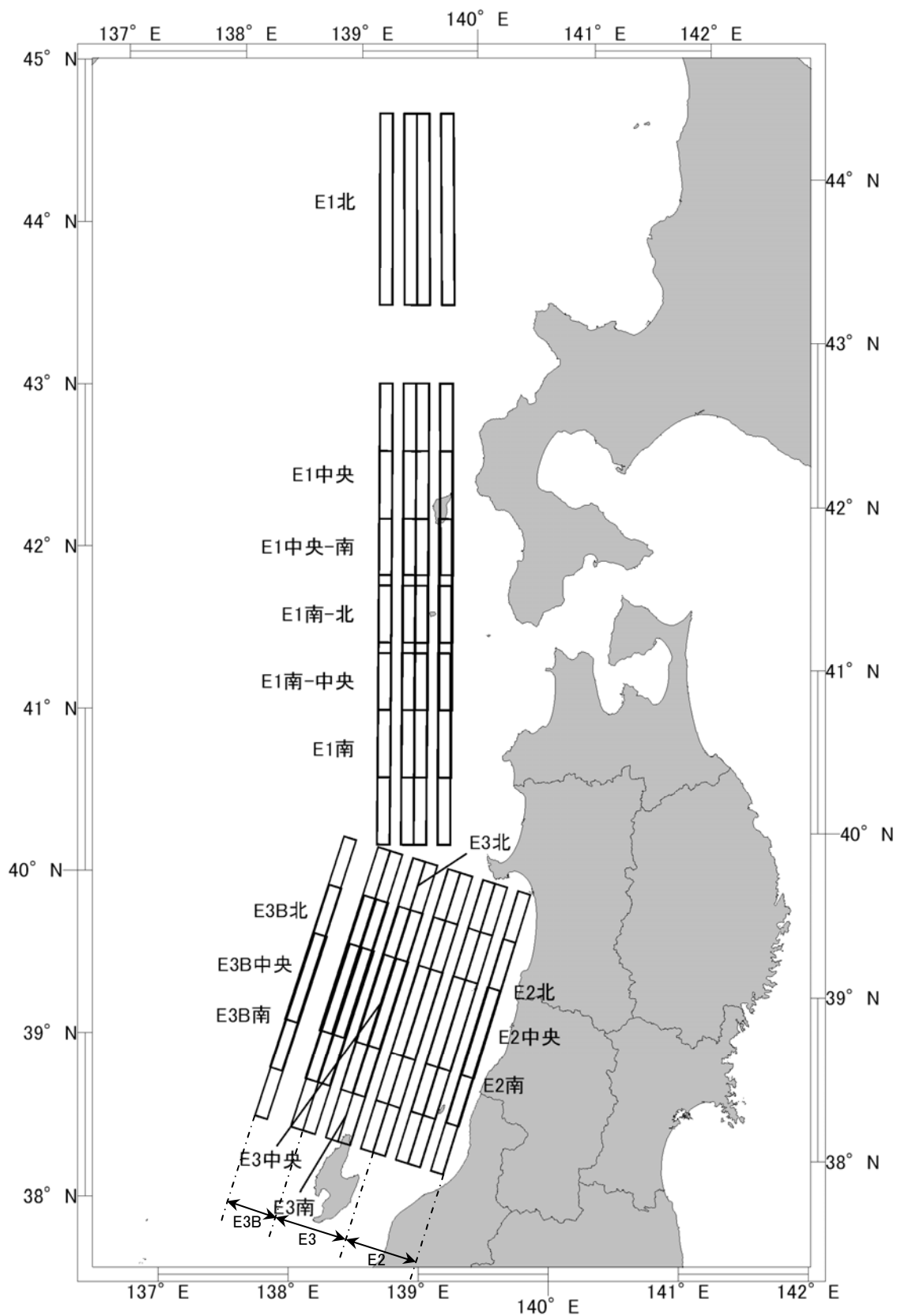
2) 断層幅の上限に対応するすべり量 D_t は，モーメントマグニチュードを $M_{wt} = (\log L_t + 3.77) / 0.75 = 6.83$ ，地震モーメントを $M_{0t} = 10^{(1.5 M_{wt} + 9.1)} = 2.21 \times 10^{19} \text{ Nm}$ ，剛性率を $\mu = 3.50 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ とした際には， $D_t = M_{0t} / (\mu L_t W_t) = 1.87 \text{ m}$ となる。

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 $\log H_r = 0.5 M_w - 3.30 + C$ ， $C = 0.2$ (日本海側)より求まる H_r 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 M ₀	モーメント マグニチュード M _w	敷地から断層 までの距離 Δ	推定津波高さ H _t or H _r
	(km)	(km)	(m)	(N・m)	-	(km)	(m)
① 和布一干飯崎沖～ 甲楽城断層	60	15.0	—	1.57×10^{20}	7.40	55.9	2.01
② ウツロギ峠北方～ 池河内断層	23	15.0	—	2.31×10^{19}	6.85	43.8	0.72
③ 浦底～池河内断層	25	15.0	—	2.73×10^{19}	6.90	43.6	0.81
④ 浦底～内池見断層	18	12.0	1.50	1.13×10^{19}	6.64	41.3	0.47
⑤ 白木～丹生断層	15	10.0	1.25	6.55×10^{18}	6.48	38.0	0.36
⑥ C断層	18	12.0	1.50	1.13×10^{19}	6.64	36.2	0.54
⑦ 大陸棚外縁～B～ 野坂断層	49	15.0	—	1.05×10^{20}	7.29	28.0	3.11
⑧ 三方断層	27	15.0	—	3.18×10^{19}	6.94	22.8	1.70
⑨ FO-A～ FO-B断層	35	15.0	—	5.35×10^{19}	7.09	16.8	2.79
⑩ FGA3 東部断層	29	15.0	—	3.67×10^{19}	6.98	53.0	0.80



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)^①に基づき、不確定性が存在する因子のうち、広域応力場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。なお、検討対象断層の傾斜角は、調査結果に基づいた傾斜角とした。

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、和布一干飯崎沖～甲楽城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)^①に基づき、不確定性が存在する因子のうち、断層の位置と傾斜方向、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 北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、E1 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、和布一干飯崎沖～甲楽城断層を抽出するとともに、本断層に比べて水位下降量は小さいものの、日本海東縁部の断層（E1 南）もあわせて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)^①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° 、上縁深さ 0km とした場合である。また、水位下降量が最大となるケースは、和布一干飯崎沖～甲楽城断層の断層条件が広域応力場 90° 、上縁深さ 0km とした場合である。

(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)^①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、E1 南活動域の断層条件が傾斜角 60° , 上縁深さ 0km とした場合である。

(3) 設計想定津波

海城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、大陸棚外縁～B～野坂断層（広域応力場 90° , 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、和布一干飯崎沖～甲楽城断層（広域応力場 90° , 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。

3.4 設計津波高さの評価

(1) 詳細格子分割の数値計算モデルによる検討

設計想定津波に対して、詳細格子分割の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.+0.40m, 朔望平均干潮位 T.P. - 0.08m）を考慮し、設計津波高さを算出した。

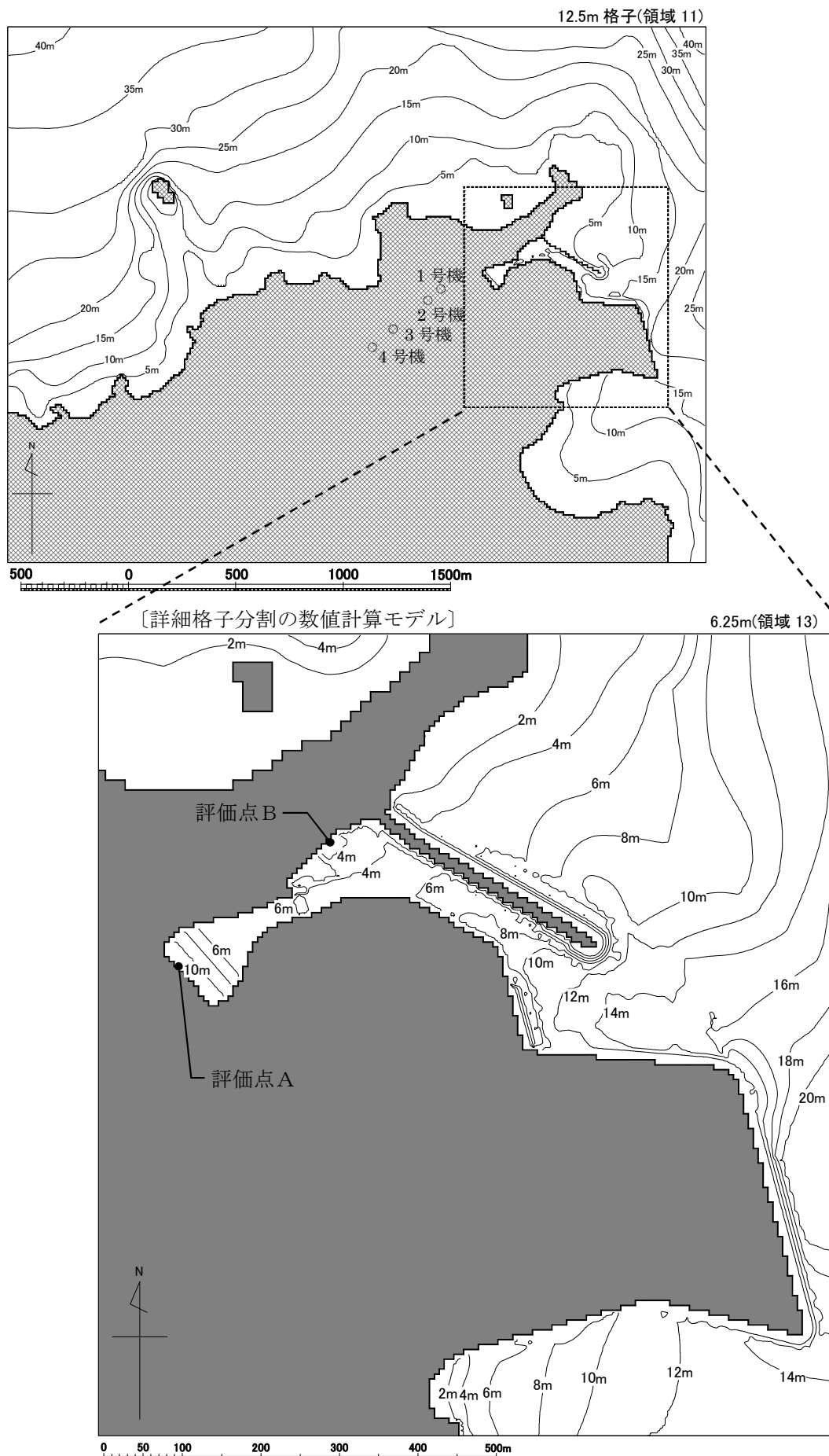
詳細格子分割の数値計算モデルを第 3-4 図に、数値シミュレーションの計算手法及び計算条件を第 3-2 表に示す。

(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° , 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.+2.85m, 評価点 B で T.P.+2.54m である。

和布一干飯崎沖～甲楽城断層（広域応力場 90° , 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. - 1.85m, 評価点 B で T.P. - 1.84m である。

第 3-3 表に設計津波高さの算定結果を示す。最終的に大飯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.+2.85m, 下降側については T.P. - 1.85m とする。



第 3-4 図 詳細格子分割の数値計算モデル

第 3-2 表 詳細格子分割による津波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) ⁽¹⁵⁾)	
	計算スキーム	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→6.25m	
	時間格子間隔	0.15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) ⁽¹⁶⁾ 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) ⁽¹⁵⁾)
		陸域境界	完全反射条件
		越流境界	本間公式を用いて防波堤の越流を考慮
	海底摩擦	マニングの粗度係数 $n=0.030$ (土木学会(2002) ⁽¹¹⁾)	
	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		

基礎方程式：非線形長波理論式及び連続式

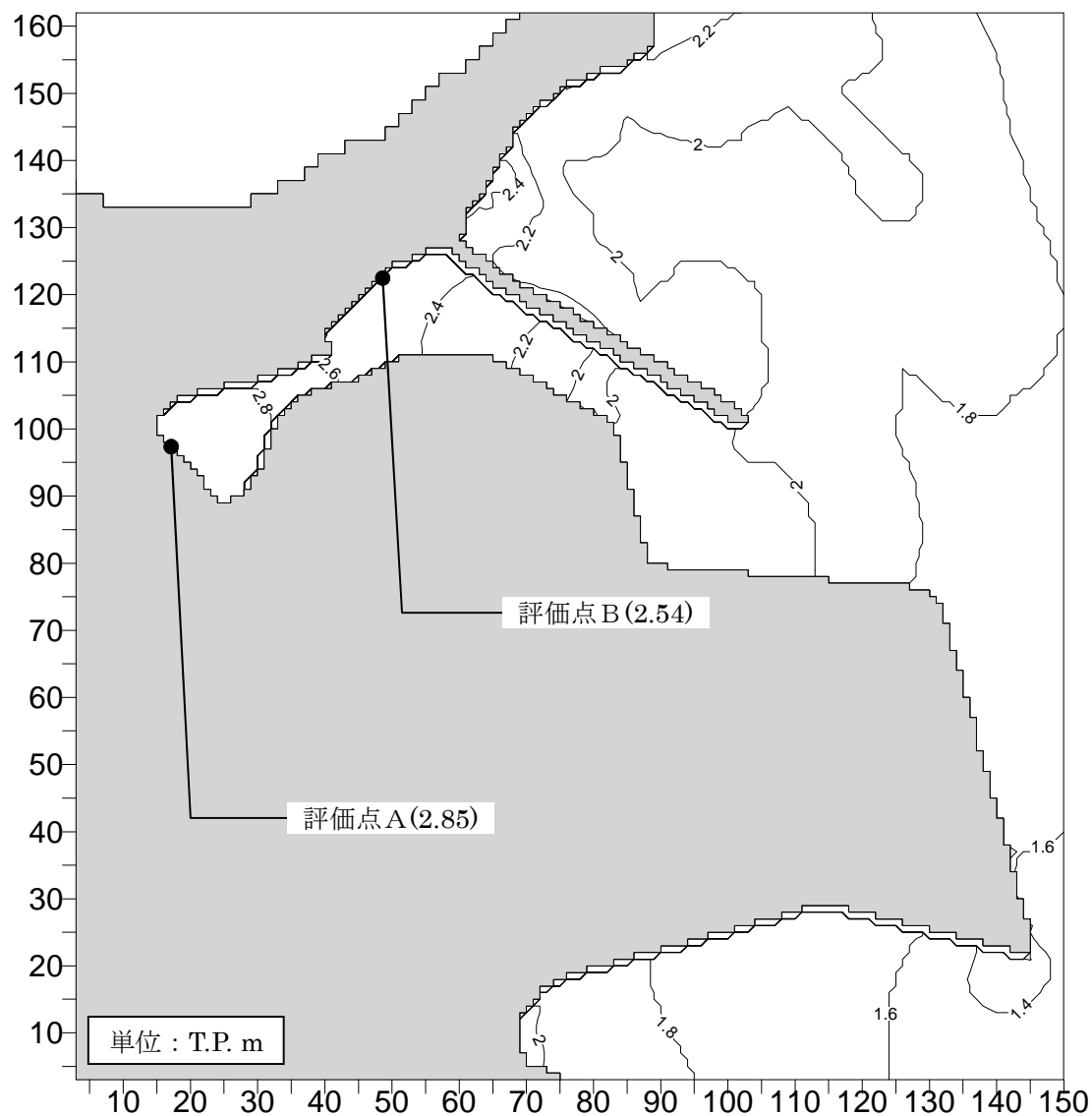
$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

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

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

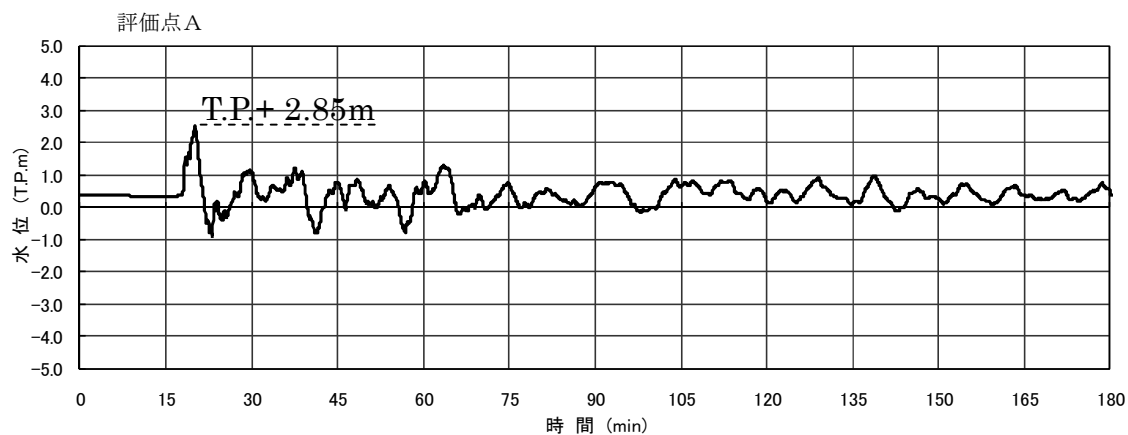
ここに, t : 時間, x, y : 平面座標, η : 水面の鉛直変位量, D : 全水深($D = \eta + h$), h : 静水深, $M = uD$, $N = vD$, u, v : x, y 方向の流速, $Q = \sqrt{M^2 + N^2}$, g : 重力加速度, $f_c = gn^2 D^{-1/3}$, n : マニングの粗度係数

[詳細格子分割による検討結果]



第 3-5 図 最大水位上昇量の分布

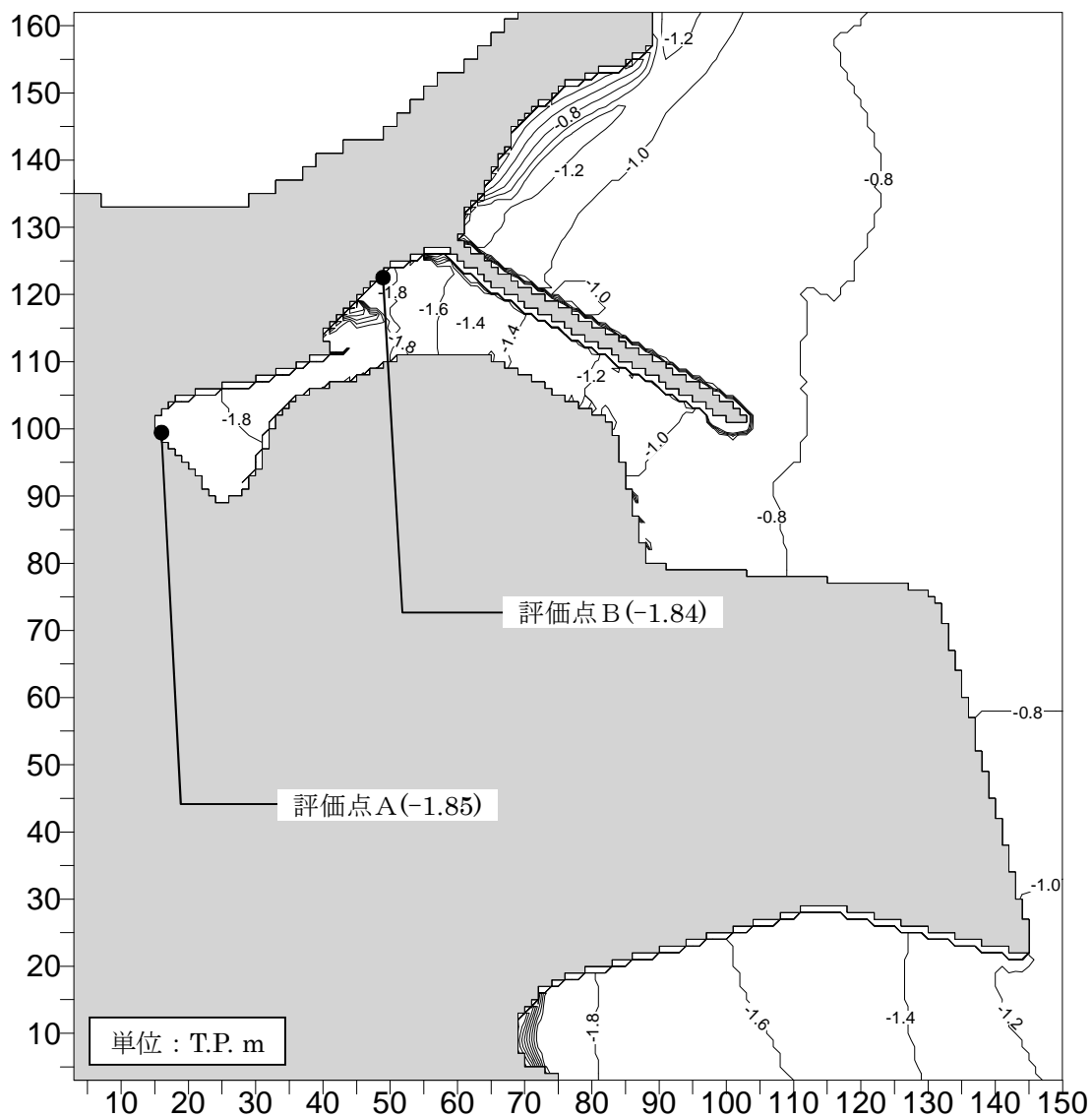
(水位上昇側 : 大陸棚外縁 ~ B ~ 野坂断層 [広域応力場 90° , 上縁深さ 0km])



第 3-6 図 代表地点位置における水位の時系列変化

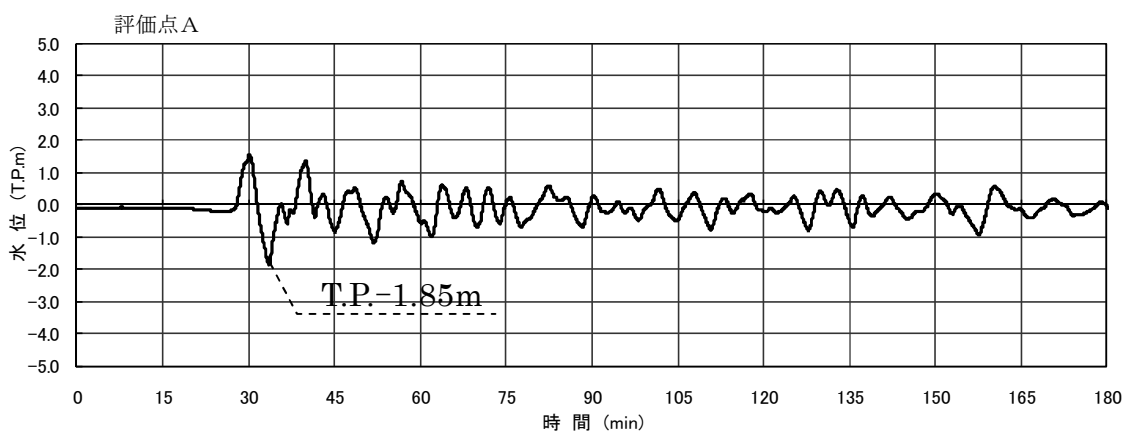
(水位上昇側 : 大陸棚外縁 ~ B ~ 野坂断層 [広域応力場 90° , 上縁深さ 0km])

[詳細格子分割による検討結果]



第 3-7 図 最大水位下降量の分布

(水位下降側:和布一干飯崎沖～甲楽城断層[広域応力場 90° , 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:和布一干飯崎沖～甲楽城断層[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.+2.85m
		評価点B	T.P.+2.54m
水位下降側	和布～干飯崎沖 ～甲楽城断層	評価点A	T.P. - 1.85m
		評価点B	T.P. - 1.84m

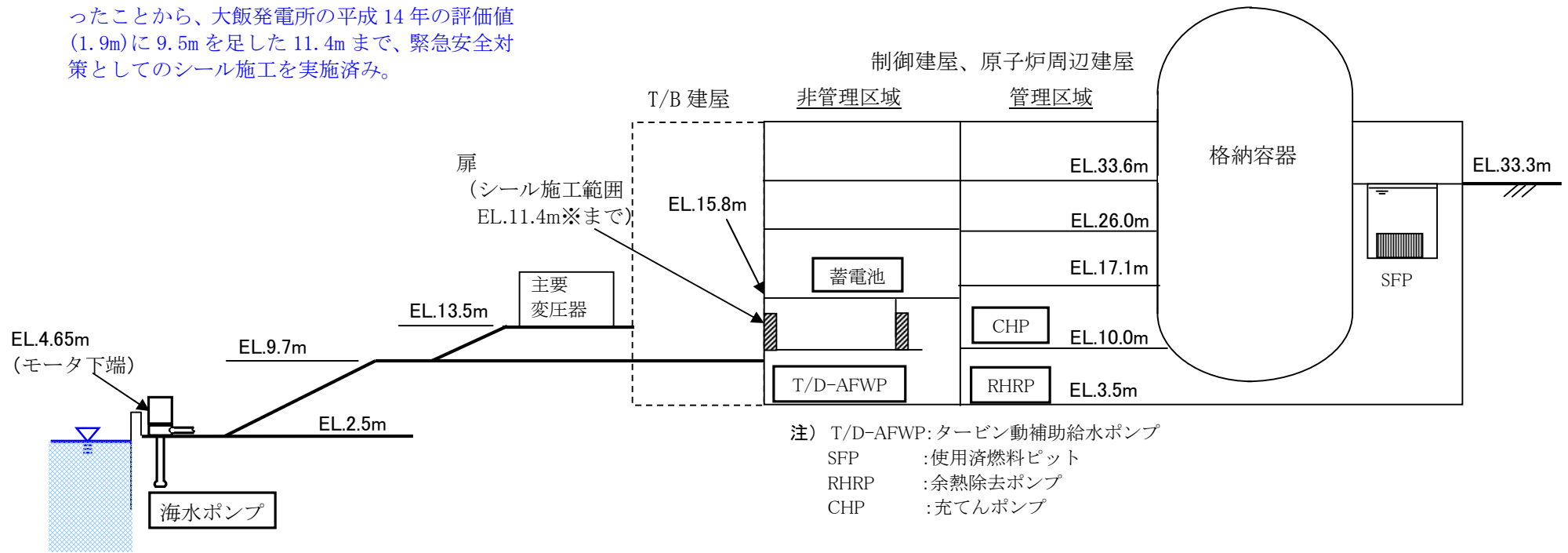
参考文献

- (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.

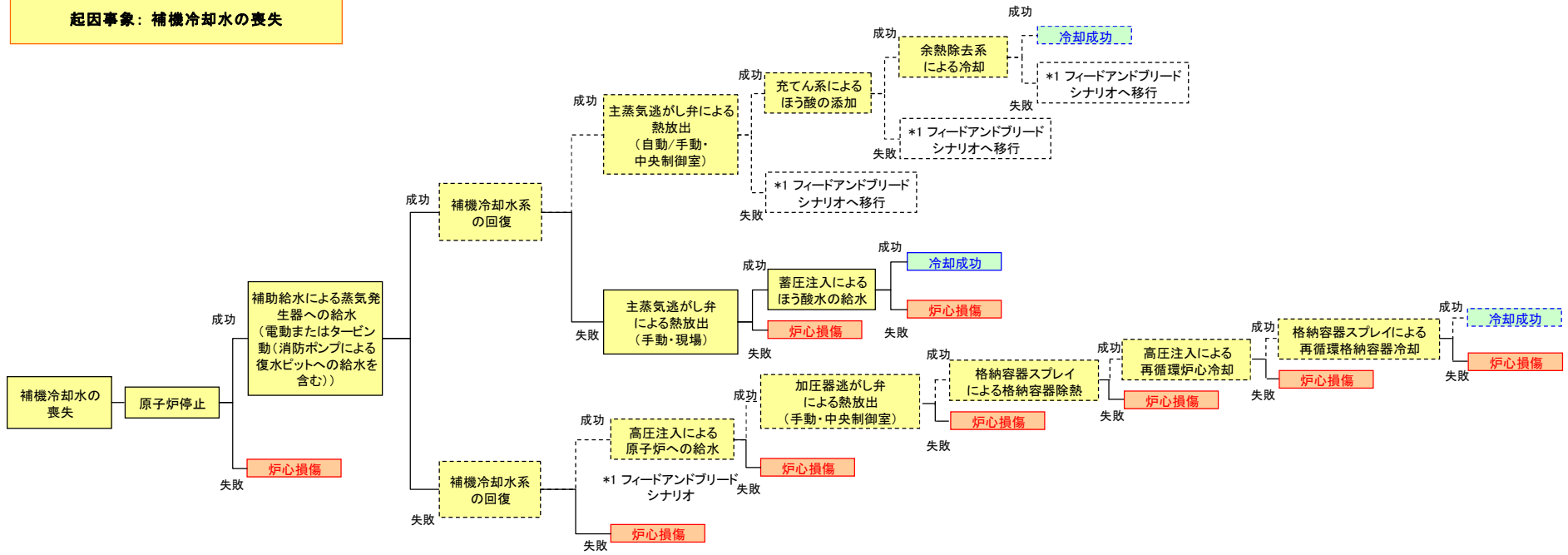
- (22) 相田勇(1977):陸上に溢れる津波の数値実験—高知県須崎および宇佐の場合—, 東京大学地震研究所彙報, Vol52, pp.441-460.
- (23) 阿部勝征(1989):地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測, 東京大学地震研究所彙報, Vol.64, pp.51-69.
- (24) 武村雅之(1998):「日本列島における地殻内地震動のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—」, 地震第 2 輯, 第 51 卷, pp.211-228.
- (25) Kanamori,H.(1977): The energy release in great earthquakes, J.Geophys,Res., Vol.82, No.20, pp.2981-2987.

※ 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、大飯発電所の平成14年の評価値(1.9m)に9.5mを足した11.4mまで、緊急安全対策としてのシール施工を実施済み。



大飯3号機の敷地レベルと主要な機器等の配置レベル

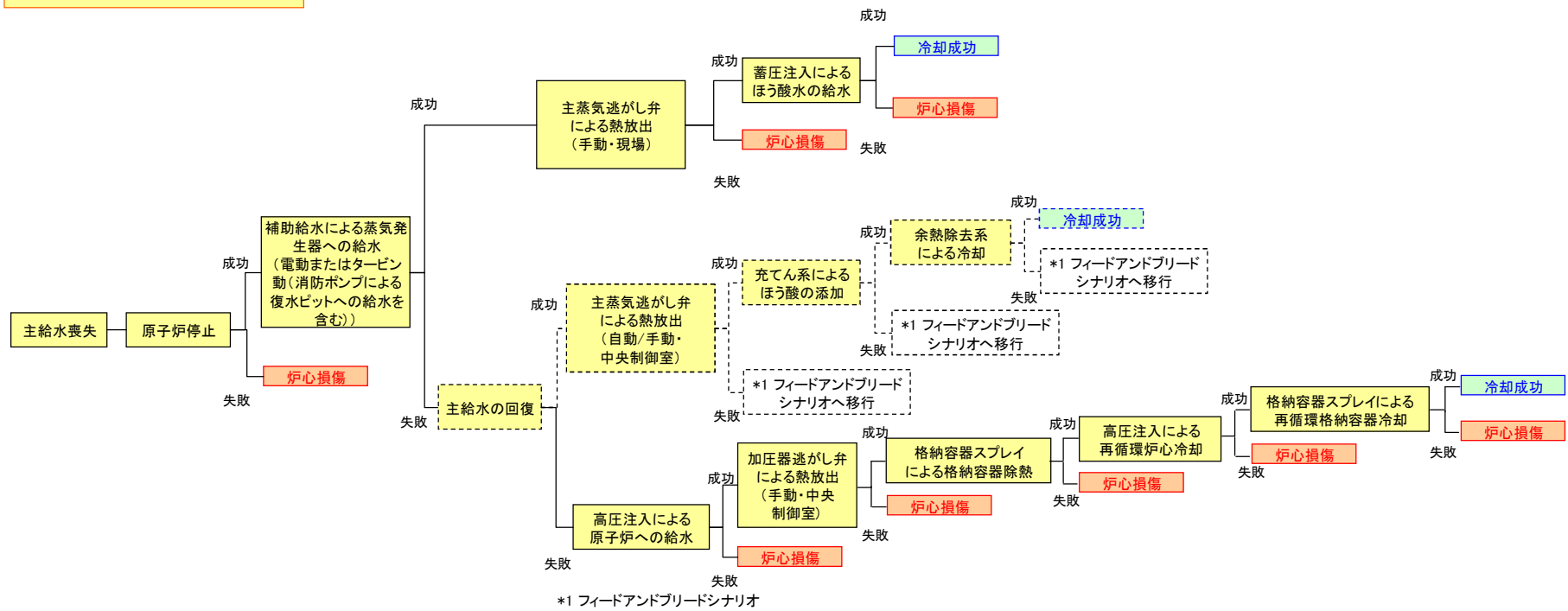
起因事象：補機冷却水の喪失



※：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、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

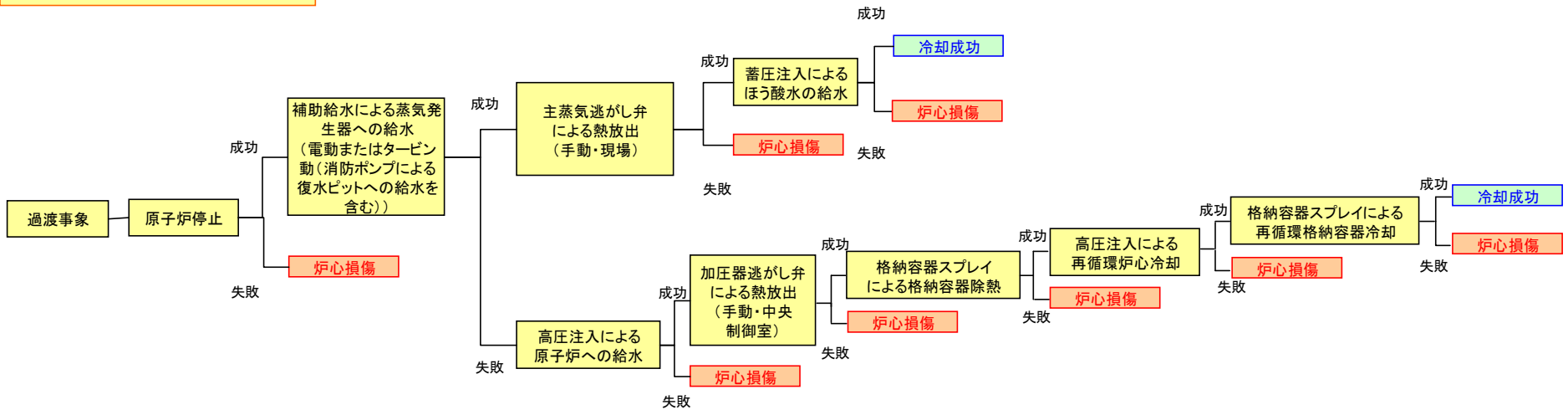


*1 フィードアンドブリードシナリオ

※: 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、起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

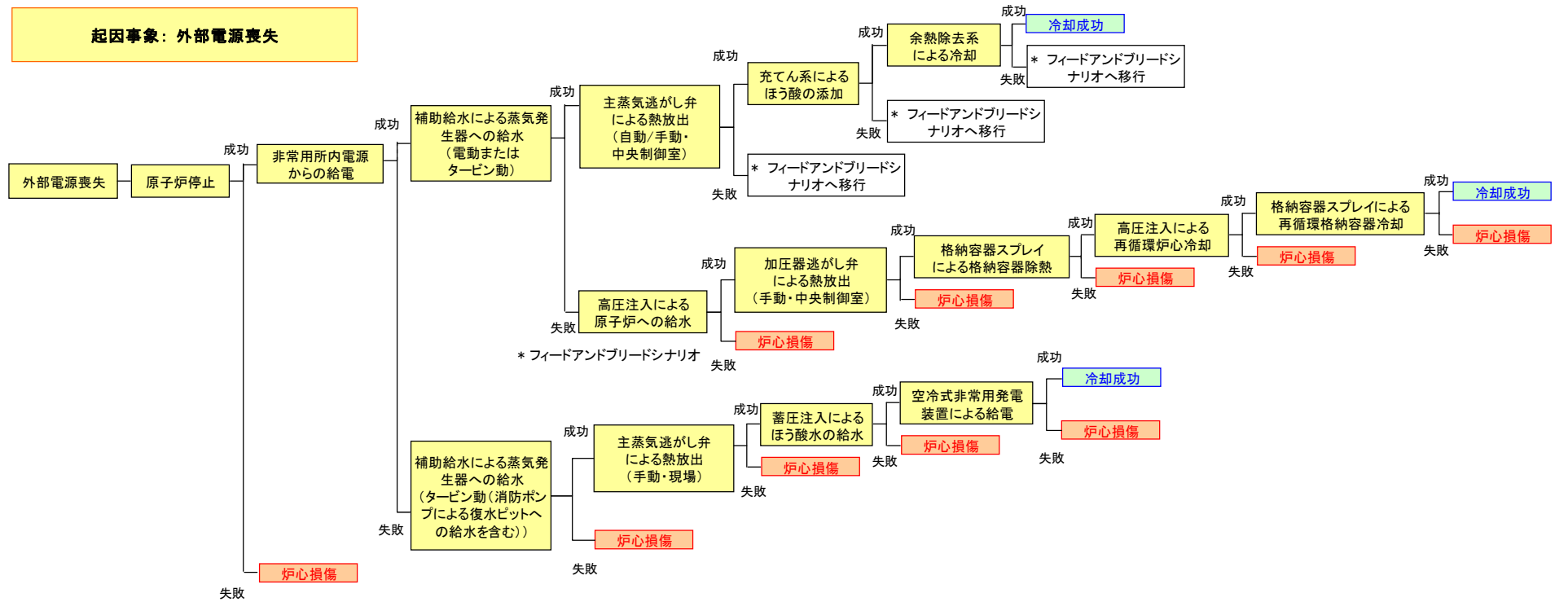
各起因事象におけるイベントツリー (津波: 炉心損傷)

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) : 2.85m

起因事象	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
補機冷却水の喪失	海水ポンプ	S	屋外	機能損傷	2.5m	4.65m	4.65m	4.65m	1.63
	海水ポンプ現場操作箱	S	屋外	機能損傷	5.3m	6.5m	6.5m	6.5m	2.28
	原子炉補機冷却水ポンプ	S	C/B	機能損傷	7.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	原子炉補機冷却水ポンプ現場操作箱	S	C/B	機能損傷	7.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
主給水喪失	復水ポンプ	C	T/B	機能損傷	-3.65m	10.0m	10.0m	10.0m	3.50
	復水ブースターポンプ	C	T/B	機能損傷	6.3m	10.0m	10.0m	10.0m	3.50
	タービン動主給水ポンプ	C	T/B	機能損傷	6.3m	10.0m	10.0m	10.0m	3.50
	電動主給水ポンプ	C	T/B	機能損傷	6.3m	10.0m	10.0m	10.0m	3.50
	タービン動主給水ポンプ 給水ブースターポンプ	C	T/B	機能損傷	6.3m	10.0m	10.0m	10.0m	3.50
	電動主給水ポンプ給水ブースターポンプ	C	T/B	機能損傷	6.3m	10.0m	10.0m	10.0m	3.50
過渡事象	循環水ポンプ	C	屋外	機能損傷	0.7m	10.1m	10.1m	10.1m	3.54
	復水器真空ポンプ	C	T/B	機能損傷	6.3m	10.0m	10.0m	10.0m	3.50
外部電源喪失	主変圧器	C	屋外	機能損傷	13.5m	13.5m	13.5m	13.5m	4.73
	所内変圧器	C	屋外	機能損傷	13.5m	13.5m	13.5m	13.5m	4.73
	予備変圧器	C	屋外	機能損傷	13.5m	13.5m	13.5m	13.5m	4.73
	特高開閉所	C	屋外	機能損傷	32.0m	32.0m	32.0m	32.0m	11.22

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）

【起因事象に関連する設備（炉心燃料損傷）】

設計津波高さ(a) : 2.85m

起因事象	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
炉心損傷直結	主盤(原子炉盤)	S	C/B	機能損傷	21.8m	10.0m	11.4m	21.8m	7.64
	原子炉補助盤	S	C/B	機能損傷	21.8m	10.0m	11.4m	21.8m	7.64
	中央制御室外原子炉停止盤	S	E/B	機能損傷	26.0m	10.0m	11.4m	26.0m	9.12
	原子炉安全保護計装盤	S	C/B	機能損傷	21.8m	10.0m	11.4m	21.8m	7.64
	原子炉安全保護ロジック盤	S	C/B	機能損傷	21.8m	10.0m	11.4m	21.8m	7.64
	安全保護シーケンス盤	S	C/B	機能損傷	21.8m	10.0m	11.4m	21.8m	7.64
	ソレノイド分電盤	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54

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) : 2.85m

起因事象	設備	耐震クラス	設置場所	損傷モード	設置高さ	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
補機冷却水の喪失	海水ポンプ	S	屋外	機能損傷	2.5m	4.65m	4.65m	4.65m	1.63
	海水ポンプ現場操作箱	S	屋外	機能損傷	5.3m	6.5m	6.5m	6.5m	2.28
	原子炉補機冷却水ポンプ	S	C/B	機能損傷	7.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	原子炉補機冷却水ポンプ現場操作箱	S	C/B	機能損傷	7.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
SFP冷却機能喪失	使用済燃料ピットポンプ	B	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	使用済燃料ピットポンプ現場操作箱	B	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	使用済燃料ピット冷却器	B	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
外部電源喪失	主変圧器	C	屋外	機能損傷	13.5m	13.5m	13.5m	13.5m	4.73
	所内変圧器	C	屋外	機能損傷	13.5m	13.5m	13.5m	13.5m	4.73
	予備変圧器	C	屋外	機能損傷	13.5m	13.5m	13.5m	13.5m	4.73
	特高開閉所	C	屋外	機能損傷	32.0m	32.0m	32.0m	32.0m	11.22

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) : 2.85m

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
原子炉停止	原子炉トリップ遮断器盤	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	格納容器圧力計（広域）	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	加圧器圧力計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
非常用所内電源からの給電	ディーゼル発電機コントロールセンタ	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	内燃機関（ディーゼル機関）	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	ディーゼル発電機制御盤	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	燃料油移送ポンプ	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	燃料油サービスタンク	S	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
	燃料油貯蔵タンク	S	屋外(地下)	—	2.6m	—	—	—	—
	起動空気だめ（始動空気だめ）	S	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
	ディーゼル発電機出力電圧指示計	S	C/B	機能損傷	21.8m	10.0m	11.4m	21.8m	7.64

許容津波高さ評価結果（津波）

設計津波高さ(a) : 2.85m

【フロントライン系に関連する設備】

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
蒸気発生器への給水 (電動) 補助給水による	復水ピット	S	E/B	—	26.0m	—	—	—	—
	蒸気発生器水位計（狭域）	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	電動補助給水ポンプ	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	補助給水流量調整弁 (3V-FW-557A, B, C, D)	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
蒸気発生器への給水 (タービン動) 補助給水による	復水ピット	S	E/B	—	26.0m	—	—	—	—
	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	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	タービン動補助給水ポンプ起動盤	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	タービン動補助給水ポンプ駆動用蒸気供給 ライン弁(3V-MS-570A, B)	S	E/B	機能損傷	33.6m	10.0m	11.4m	33.6m	11.78
主蒸気逃がし弁による熱放出 (自動/手動・中央制御室)	主蒸気逃がし弁	S	E/B	機能損傷	33.6m	10.0m	11.4m	33.6m	11.78
	主蒸気圧力計	S	E/B	機能損傷	29.0m	10.0m	11.4m	29.0m	10.17
	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	—	—	—	—	—	—

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) : 2.85m

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
充てん系によるほう酸の添加	うず巻式充てんポンプ	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	往復動式充てんポンプ	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	充てんポンプ速度制御盤	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	充てんポンプ速度制御補助盤	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	充てんポンプ現場操作箱	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	再生熱交換器	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	封水注入フィルタ	S	E/B	—	26.0m	—	—	—	—
	ほう酸ポンプ	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	ほう酸ポンプ現場操作箱	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	ほう酸タンク	S	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
	ほう酸フィルタ	S	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
	加圧器水位計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
ほう酸フィルター出口弁(3V-CS-573)	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00	

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) : 2.85m

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
余熱除去系による冷却	余熱除去ポンプ	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	余熱除去ポンプ現場操作箱	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	余熱除去冷却器	S	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
	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	—	—	—	—	—	—
	余熱除去ポンプ注入ライン弁(3V-SI-096A, B)	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	RCS 高温配管流入ライン弁(3PCV-420, 430)	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	RCS 高温配管流入ライン弁(3V-RH-002A, B)	S	C/V	—	—	—	—	—	—
余熱除去冷却器冷却ライン出口弁(3V-CC-114A, B)	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00	
高圧注入／再循環炉心冷却への給水	RWSP 隔離弁(3V-SI-002A, B)	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	RWSP 戻りライン弁(3V-SI-015A, B)	S	E/B	機能損傷	6.6m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	格納容器再循環サンプ出口弁(3V-SI-093A, B)	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	高圧注入ポンプ	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	高圧注入ポンプ現場操作箱	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00

許容津波高さ評価結果（津波）

設計津波高さ(a) : 2.85m

【フロントライン系に関連する設備】

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
格納容器スプレイによる格納容器除熱／再循環格納容器冷却	加圧器逃がし弁 (手動・中央制御室)	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	格納容器圧力計（広域）	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	格納容器スプレイポンプ	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	格納容器スプレイポンプ現場操作箱	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	よう素除去薬品タンク	S	E/B	—	17.1m	—	—	—	—
	格納容器スプレイ冷却器	S	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
	格納容器スプレイヘッダ流入弁 (3V-CP-024A, B)	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	RWSP 隔離弁 (3V-CP-001A, B)	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	格納容器再循環サンブ隔離弁 (3V-CP-003A, B)	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
格納容器スプレイ冷却器冷却ライン出口弁 (3V-CC-178A, B)	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00	

許容津波高さ評価結果（津波）

設計津波高さ(a) : 2.85m

【フロントライン系に関連する設備】

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	浸水口高さ		許容津波高さ (b ₃)	裕度 (b ₃ /a 倍)
						対策前 (b ₁)	対策後 (b ₂)		
（電動またはタービン動補助給水による蒸気発生器への給水ピットへの給水を含む）	復水ピット	S	E/B	—	26.0m	—	—	—	—
	蒸気発生器水位計（狭域）	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	電動補助給水ポンプ	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	タービン動補助給水ポンプ	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	タービン動補助給水ポンプ起動盤	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	可搬式消防ポンプ、ホース	—	屋外	機能損傷	62.8m	—	62.8m	62.8m	22.03
	可搬式消防ポンプ用燃料	—	屋外	機能損傷	14.4m	—	14.4m	14.4m	5.05
	補助給水流量調整弁 (3V-FW-557A, B, C, D)	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
（タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水の復水ピットへの給水を含む）	タービン動補助給水ポンプ駆動用蒸気供給ライン弁 (3V-MS-570A, B)	S	E/B	機能損傷	33.6m	10.0m	11.4m	33.6m	11.78
	復水ピット	S	E/B	—	26.0m	—	—	—	—
	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	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	タービン動補助給水ポンプ起動盤	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	可搬式消防ポンプ、ホース	—	屋外	機能損傷	62.8m	—	62.8m	62.8m	22.03
	可搬式消防ポンプ用燃料	—	屋外	機能損傷	14.4m	—	14.4m	14.4m	5.05
タービン動補助給水ポンプ駆動用蒸気供給ライン弁 (3V-MS-570A, B)	S	E/B	機能損傷	33.6m	10.0m	11.4m	33.6m	11.78	

許容津波高さ評価結果（津波）

設計津波高さ(a) : 2.85m

【フロントライン系に関連する設備】

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
主蒸気逃がし弁による熱放出(手動・現場)	主蒸気逃がし弁	S	E/B	機能損傷	33.6m	10.0m	11.4m	33.6m	11.78
	1次冷却材高温側および低温側温度計(広域)	S	C/V	—	—	—	—	—	—
	1次冷却材圧力計	S	C/V	—	—	—	—	—	—
蓄圧注入によるほう酸水の給水	蓄圧タンク	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	—	—	—	—	—	—

許容津波高さ評価結果（津波）

設計津波高さ(a) : 2.85m

【フロントライン系に関連する設備】

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
空冷式非常用発電装置による給電	空冷式非常用発電装置	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
	空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
	空冷式非常用発電装置 接続盤	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
使用済燃料ピットによる冷却	使用済燃料ピットポンプ	B	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	使用済燃料ピットポンプ現場操作箱	B	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	使用済燃料ピット冷却器	B	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
燃料取替用水ポンプによる注水	燃料取替用水ポンプ	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	燃料取替用水ポンプ現場操作箱	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	燃料取替用水ピット	S	E/B	—	18.5m	—	—	—	—
燃料取替用水ピットによる水源の確保	燃料取替用水ピット	S	E/B	—	18.5m	—	—	—	—

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) : 2.85m

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a 倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
消防ポンプ等による注水	1次系純水タンク	B	W/B	—	10.0m	—	—	—	—
	1次系補給水ポンプ	B	W/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	屋内消火栓	C	E/B	—	33.6m	—	—	—	—
	淡水タンク	C	屋外	—	81.0m	—	—	—	—
	屋外消火栓	C	屋外	—	33.3m	—	—	—	—
	空冷式非常用発電装置	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
	空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
	空冷式非常用発電装置 接続盤	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
	可搬式消防ポンプ、ホース	—	屋外	機能損傷	62.8m	—	62.8m	62.8m	22.03
	可搬式消防ポンプ用燃料	—	屋外	機能損傷	14.4m	—	14.4m	14.4m	5.05

許容津波高さ評価結果（津波）

設計津波高さ(a) : 2.85m

【サポート系に関連する設備】

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	浸水口高さ		許容津波高さ (b ₃)	裕度 (b ₃ /a 倍)
						対策前 (b ₁)	対策後 (b ₂)		
6.6kV AC 電源	メタクラ	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
440V AC 電源	パワーセンタ	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
	原子炉コントロールセンタ	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
	動力変圧器	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
125V DC 電源	ドロップ盤	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
	直流き電盤	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
	直流分電盤	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
	充電器盤	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
115V AC 電源	インバータ（計装用電源盤）	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
	計装用分電盤	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
	計装用交流電源切替盤	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54
バッテリ	蓄電池	S	C/B	機能損傷	15.8m	10.0m	11.4m	15.8m	5.54

許容津波高さ評価結果（津波）

設計津波高さ(a) : 2.85m

【サポート系に関連する設備】

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	浸水口高さ		許容津波高さ(b ₃)	裕度(b ₃ /a倍)
						対策前(b ₁)	対策後(b ₂)		
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	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	内燃機関（ディーゼル機関）	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	ディーゼル発電機制御盤	S	E/B	機能損傷	10.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	燃料油移送ポンプ	S	E/B	機能損傷	3.5m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	燃料油サービスタンク	S	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
	燃料油貯蔵タンク	S	屋外 (地下)	—	2.6m	—	—	—	—
	起動空気だめ（始動空気だめ）	S	E/B	—	10.0m	—	—	—	—
	ディーゼル発電機出力電圧指示計	S	C/B	機能損傷	21.8m	10.0m	11.4m	21.8m	7.64
空冷式非常用発電装置による給電	空冷式非常用発電装置	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
	空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
	空冷式非常用発電装置 接続盤	—	屋外	機能損傷	33.3m	—	33.3m	33.3m	11.68
補機冷却水系	原子炉補機冷却水ポンプ	S	C/B	機能損傷	7.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	原子炉補機冷却水ポンプ現場操作箱	S	C/B	機能損傷	7.0m	10.0m	11.4m	11.4m	4.00
	原子炉補機冷却水冷却器	S	C/B	—	7.0m	—	—	—	—

許容津波高さ評価結果（津波）

設計津波高さ(a) : 2.85m

【サポート系に関連する設備】

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	浸水口高さ		許容津波高さ (b ₃)	裕度 (b ₃ /a 倍)
						対策前 (b ₁)	対策後 (b ₂)		
海水系	海水ポンプ	S	屋外	浸水	2.5m	4.65m	4.65m	4.65m	1.63
	海水ポンプ現場操作箱	S	屋外	機能損傷	5.3m	6.5m	6.5m	6.5m	2.28
制御用空気系	制御用空気圧縮機制御盤	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	制御用空気圧縮機	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	制御用空気だめ	S	E/B	—	17.1m	—	—	—	—
	制御用空気乾燥器	S	E/B	—	17.1m	—	—	—	—
再循環切替	燃料取替用水ピット水位計	S	E/B	機能損傷	17.1m	10.0m	11.4m	17.1m	6.00
	格納容器再循環サンプ	S	C/V	—	—	—	—	—	—
RWSP	燃料取替用水ピット	S	E/B	—	18.5m	—	—	—	—

補機冷却水の喪失

		フロントライン系											
		原子炉停止	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ビットへの給水を含む))	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	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	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)	格納容器スプレイによる格納容器除熱	高圧注入による再循環炉心冷却	格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却
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			○	○	○			○	○	○	○	○
	制御用空気系			○						○			
	再循環切替											○	○
RWSP								○		○			

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	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ピットへの給水を含む))	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	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)	格納容器スプレイによる格納容器除熱	高圧注入による再循環炉心冷却	格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却
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					○	○	○	○	○	○	○	○
	制御用空気系					○				○			
	再循環切替											○	○
RWSP								○		○			

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	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 による復水ビット 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	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)	格納容器スプレイ による 格納容器除熱	高圧注入 による再循環炉 心冷却	格納容器スプレイ による再循環 格納容器冷却
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					○	○	○	○	○
	制御用空気系						○			
	再循環切替								○	○
RWSP					○		○			

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)	格納容器スプレイによる格納容器除熱	高圧注入による再循環炉心冷却	格納容器スプレイ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ピットへの給水を含む))	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による給電
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		○	○	○	○	○	○	○	○	○					
	制御用空気系				○				○							
	再循環切替										○	○				
RWSP							○		○							

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)

④: 115V AC 電源 (加速度監視)

④: 115V AC 計装用電源 (プラント信号処理)

③-1: 125V DC 電源 (トリップ遮断器制御用電源)

格納容器圧力計 (広域)
加圧器圧力計

原子炉
安全保護
ロジック盤

原子炉
トリップ
遮断器盤

原子炉トリップ信号

系統の説明

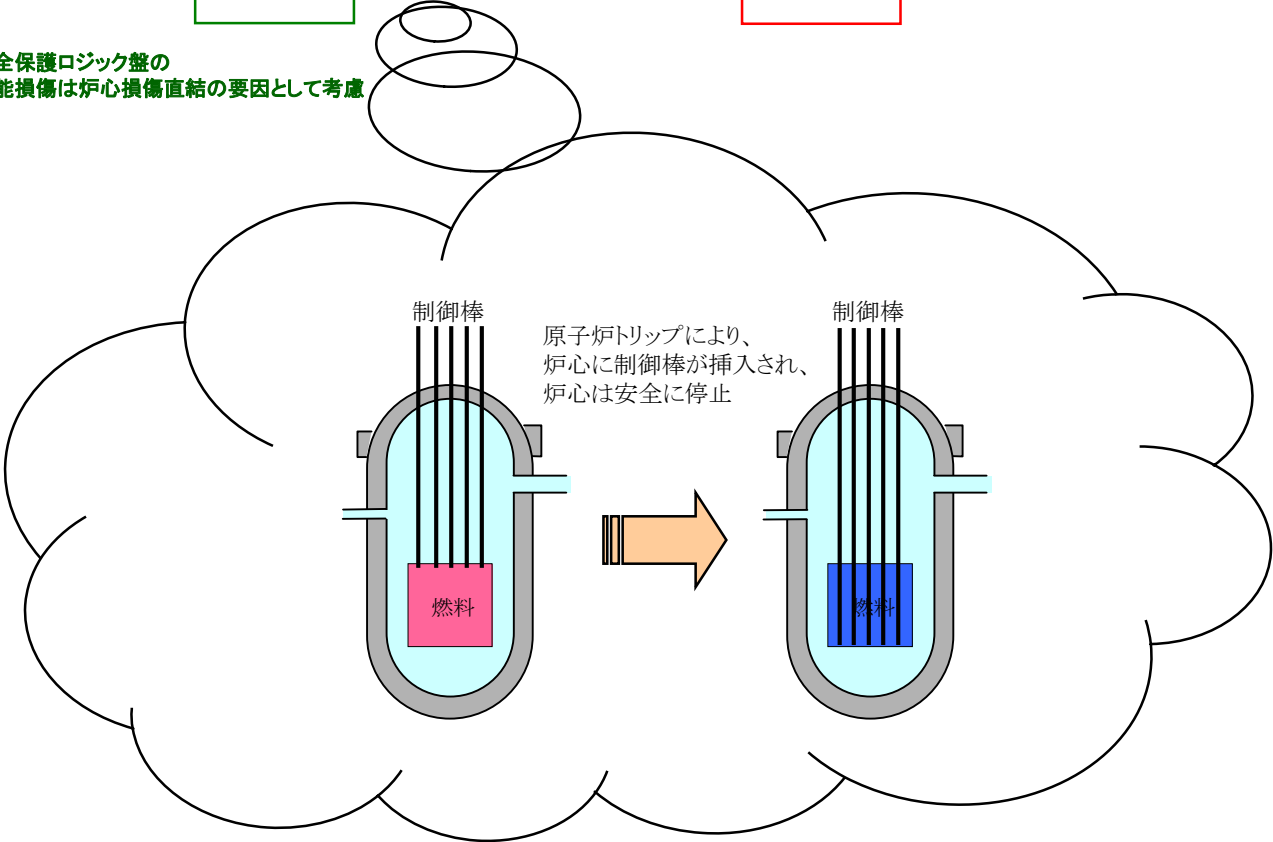
- : 炉心損傷直結起因事象
- : 原子炉停止

安全保護ロジック盤の機能損傷は炉心損傷直結の要因として考慮

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 制御用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWSP

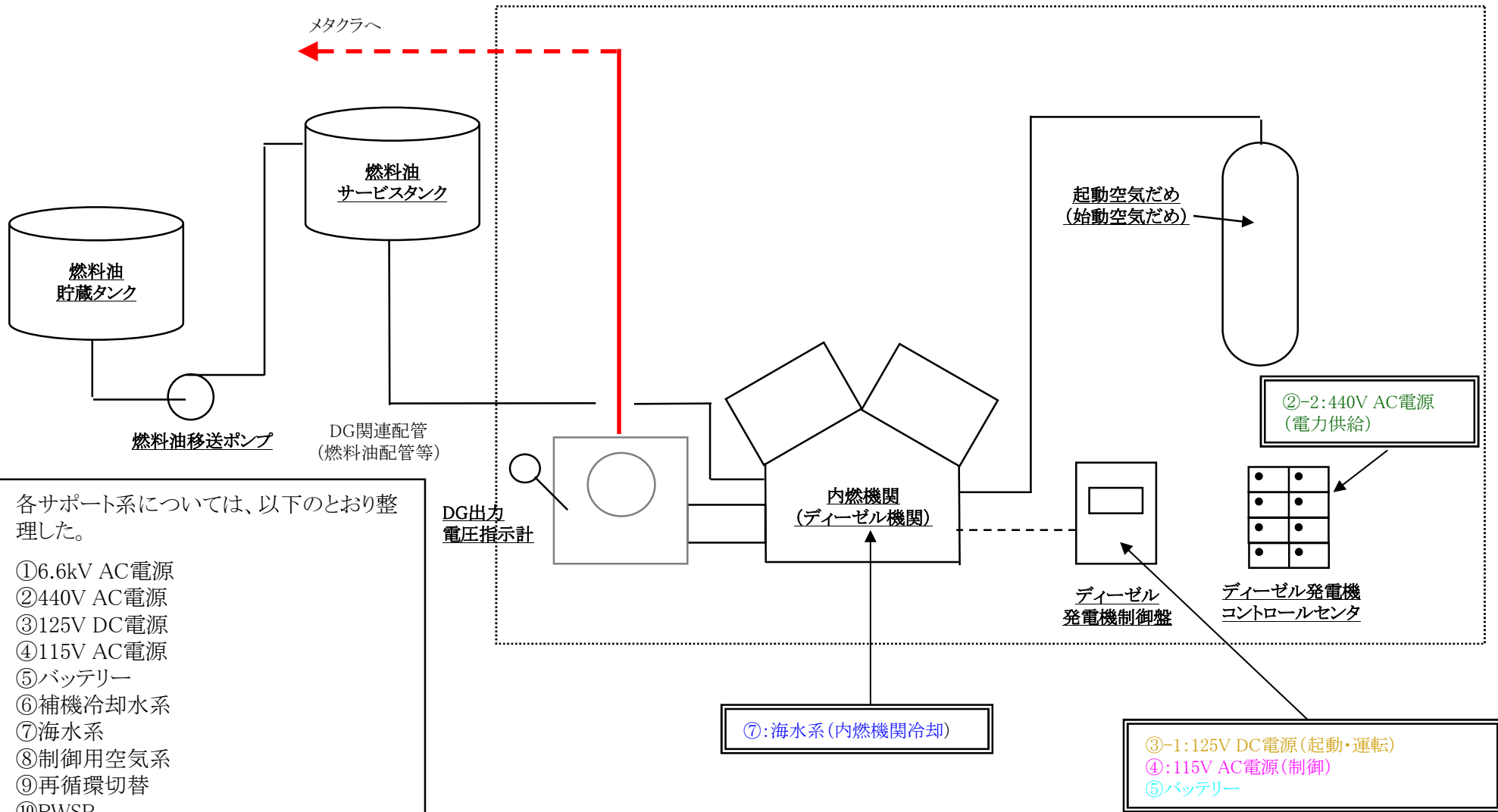
具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。



原子炉トリップにより、炉心に制御棒が挿入され、炉心は安全に停止

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)



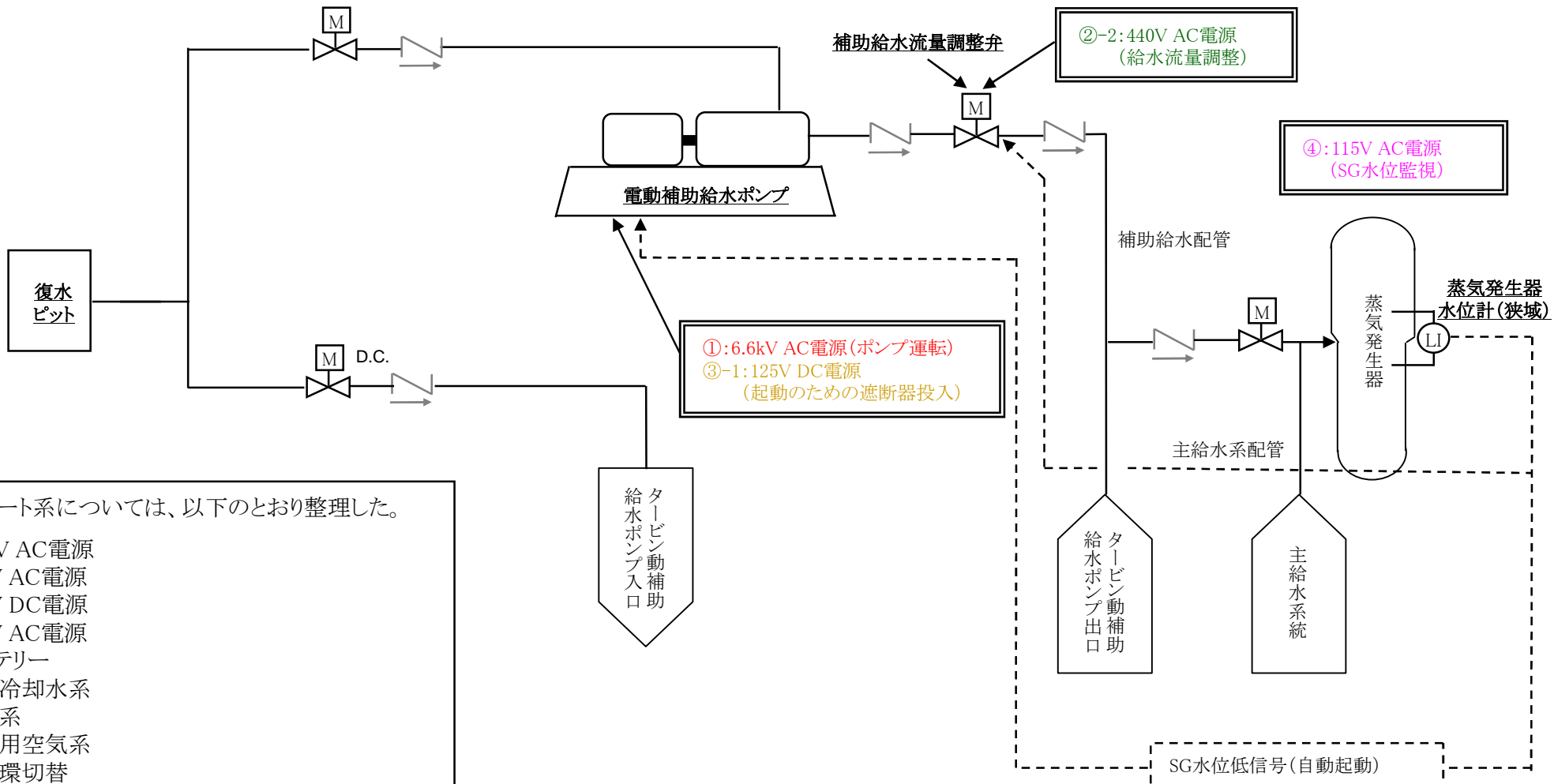
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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)

補助給水による蒸気発生器への給水(電動)(フロントライン系)



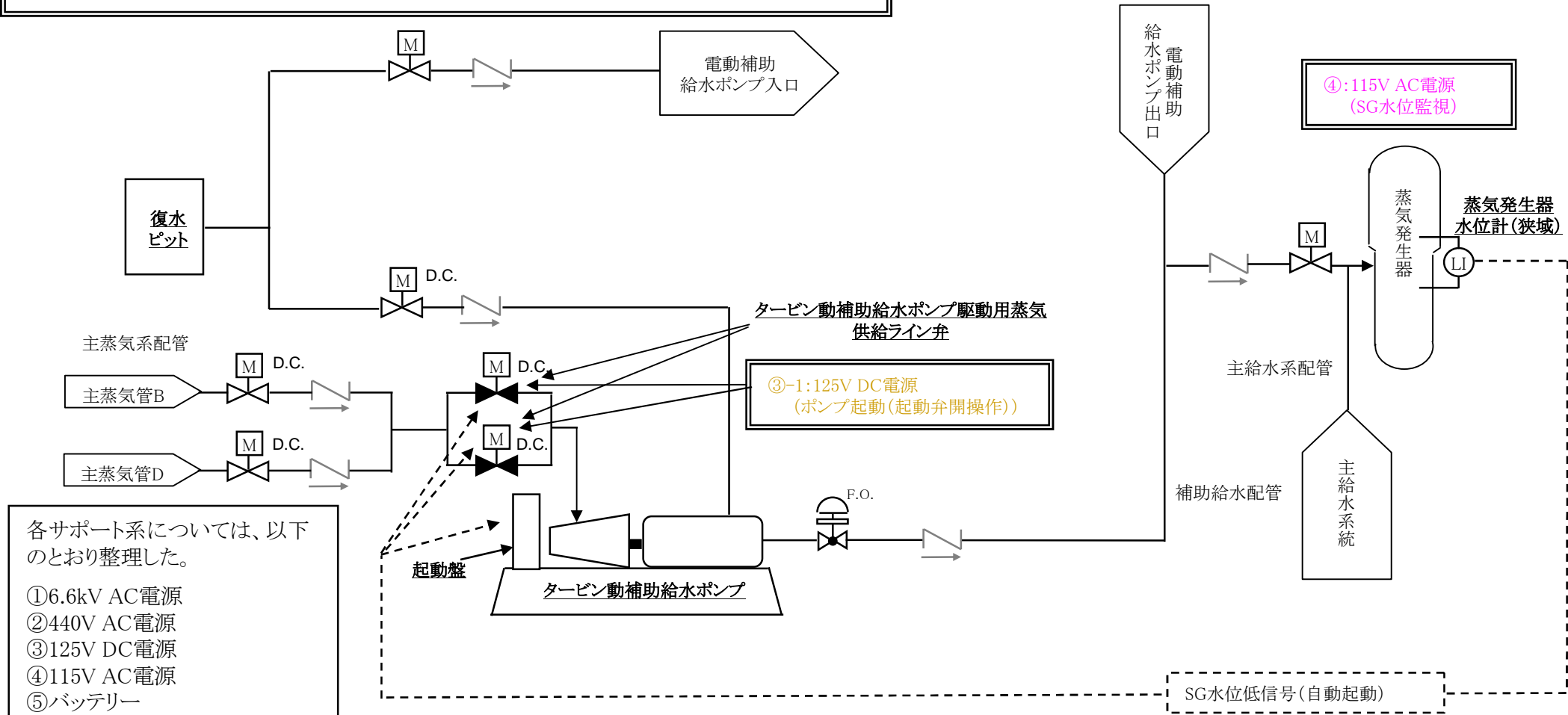
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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)

補助給水による蒸気発生器への給水(タービン動)(フロントライン系)



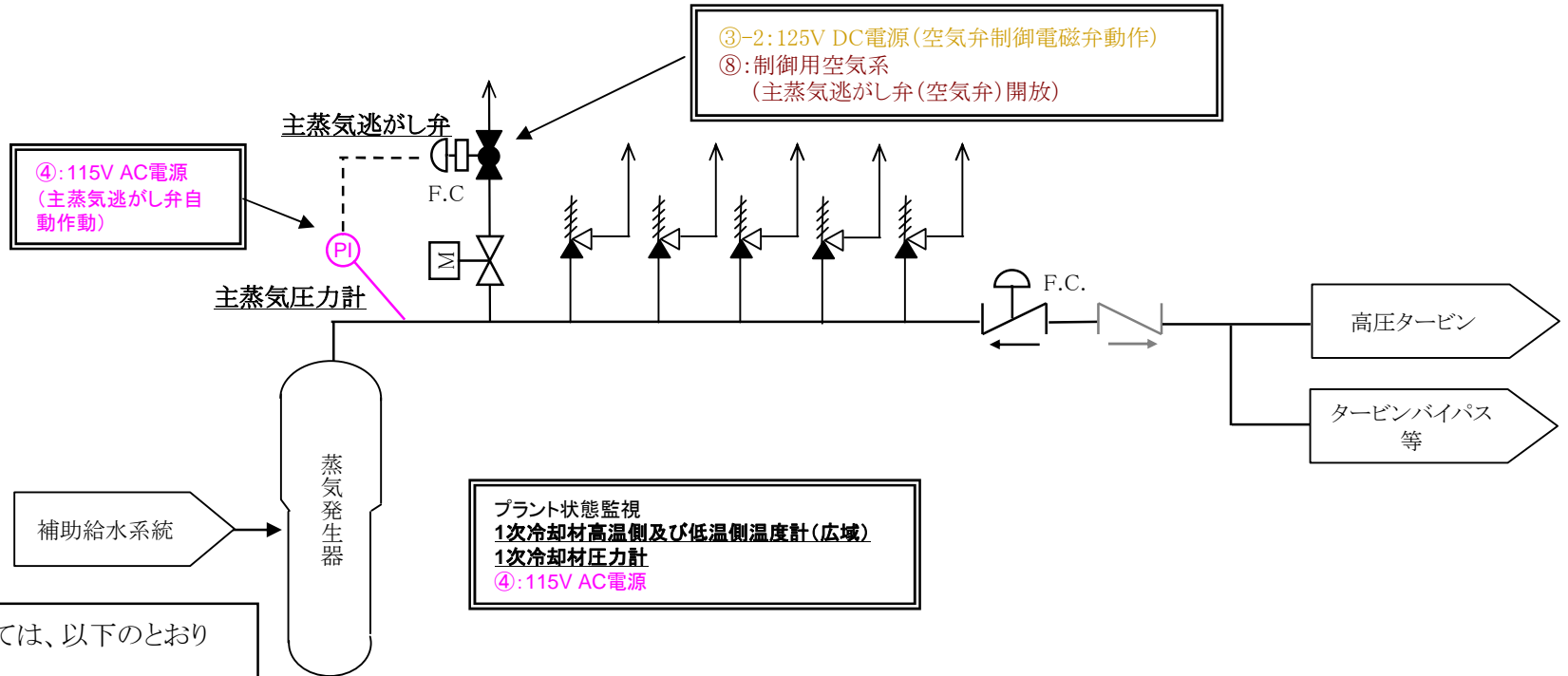
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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)



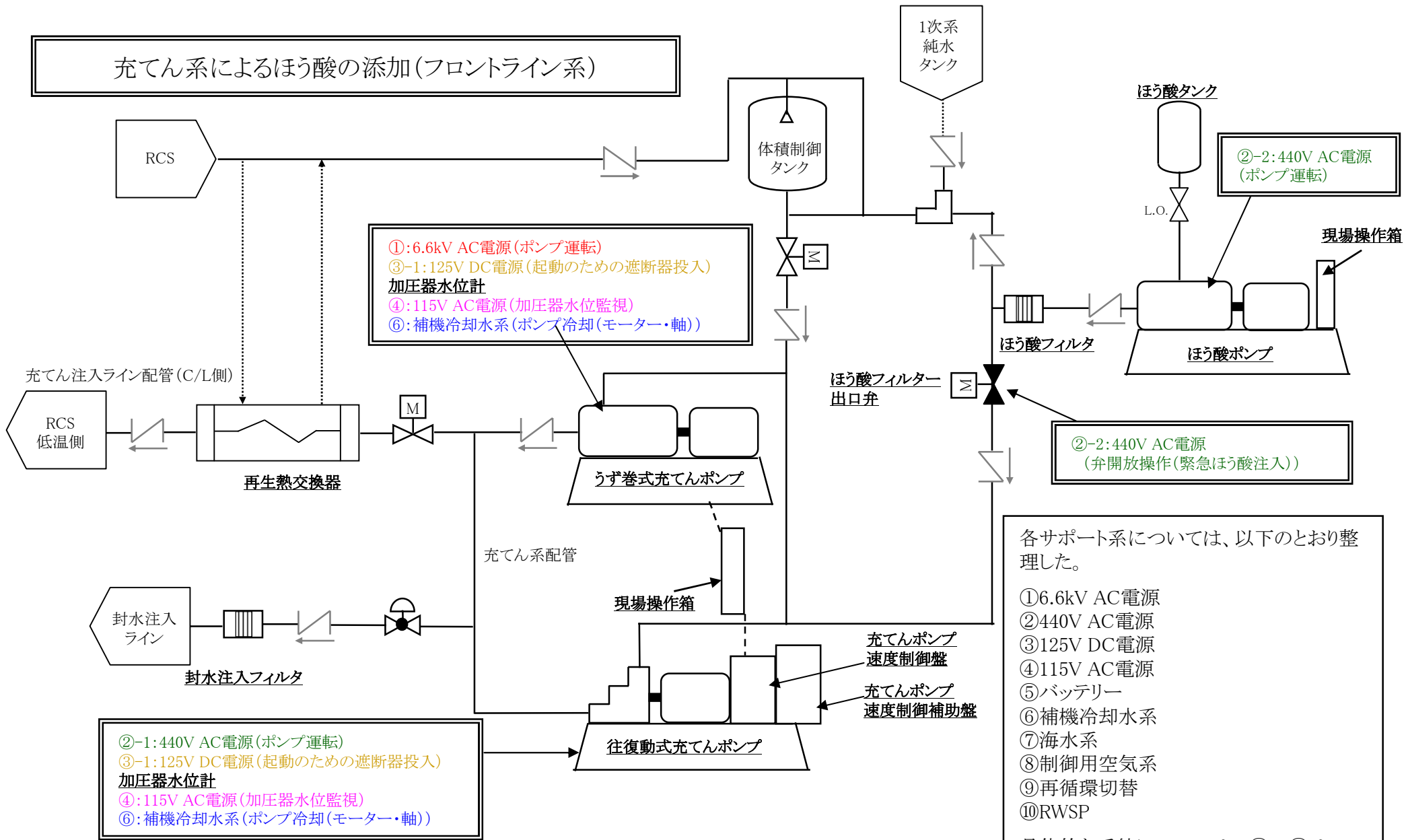
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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)



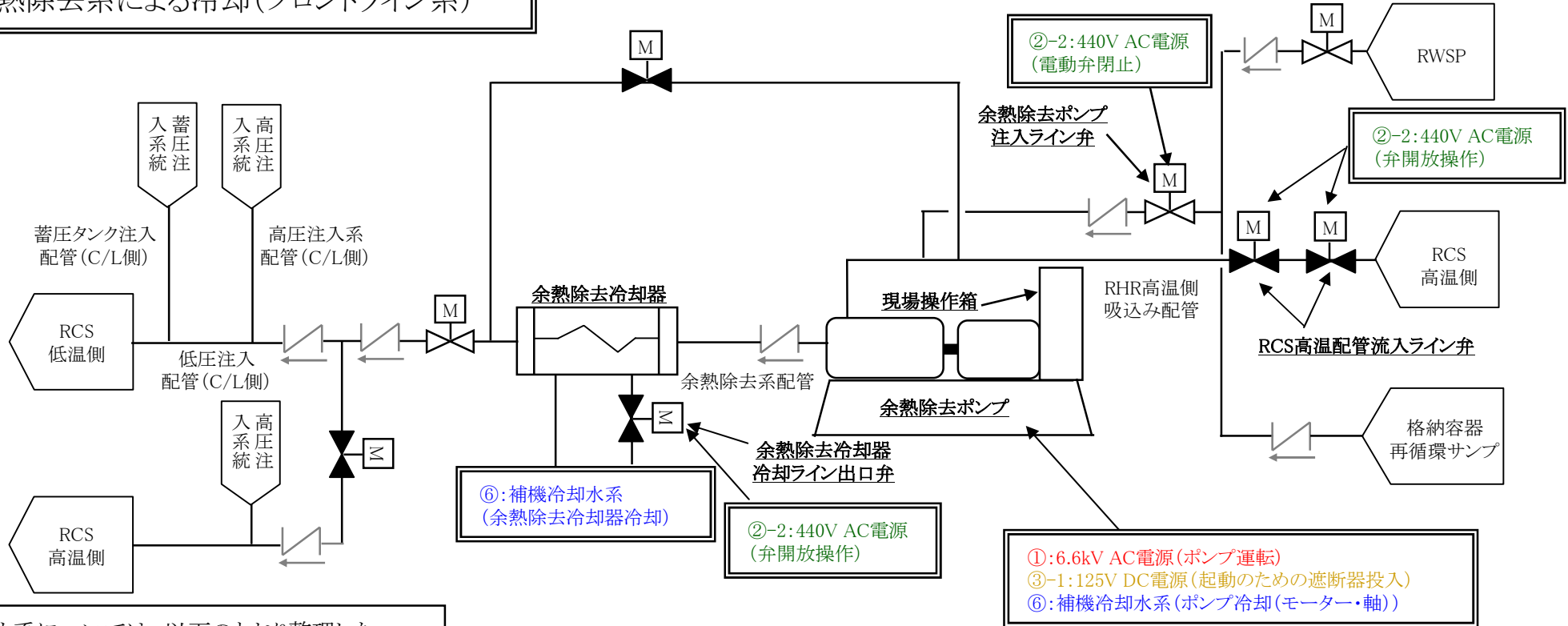
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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 制御用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWSP

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)

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。

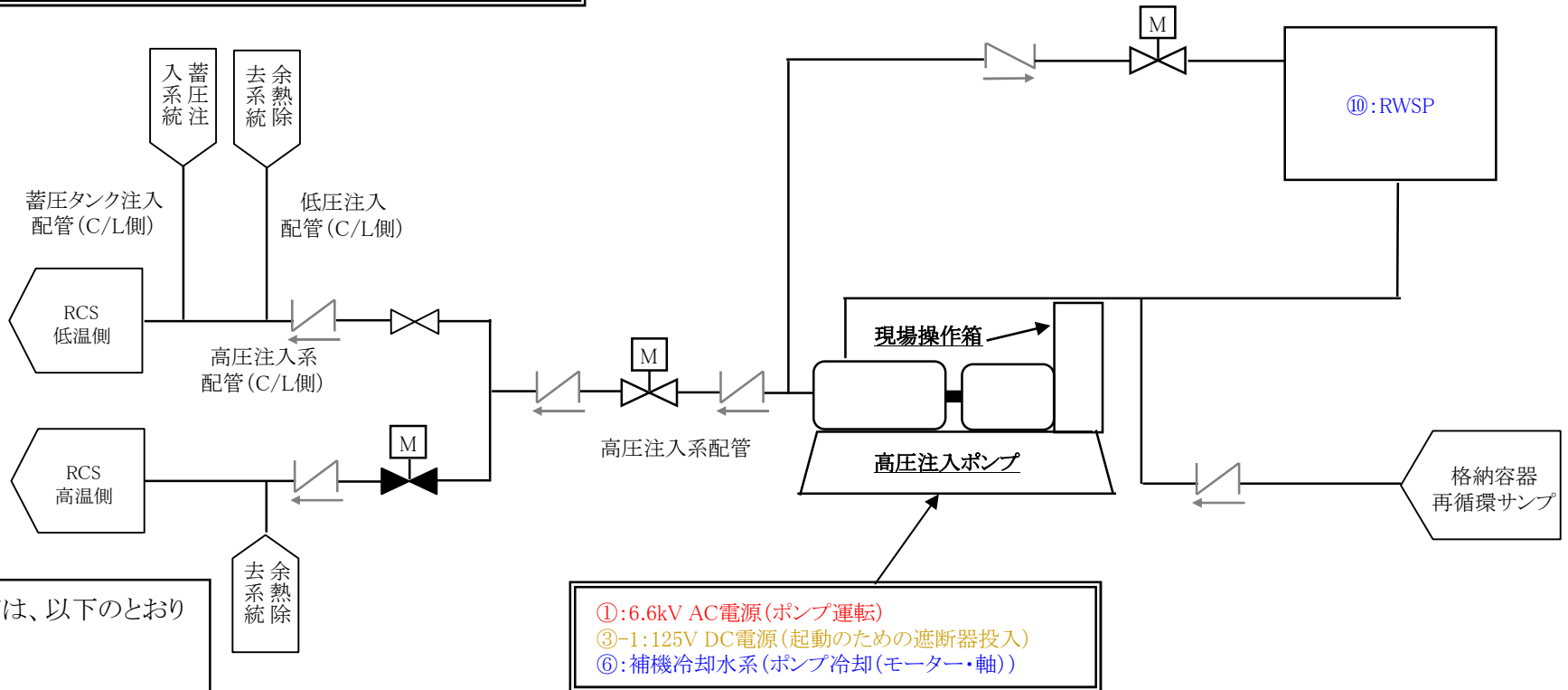
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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)

高压注入による原子炉への给水(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
- ⑧制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

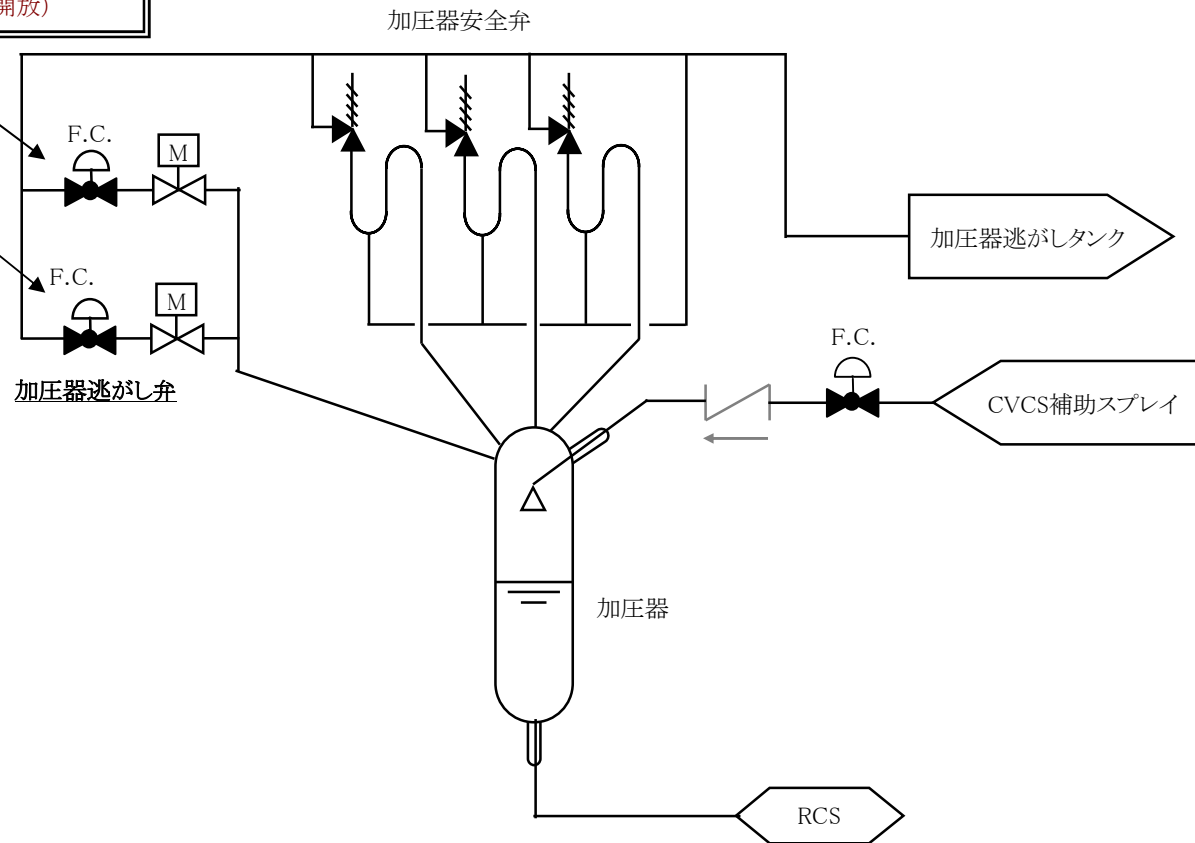
具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。

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)

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: 制御用空気系(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。

- 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 制御用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWSP

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)

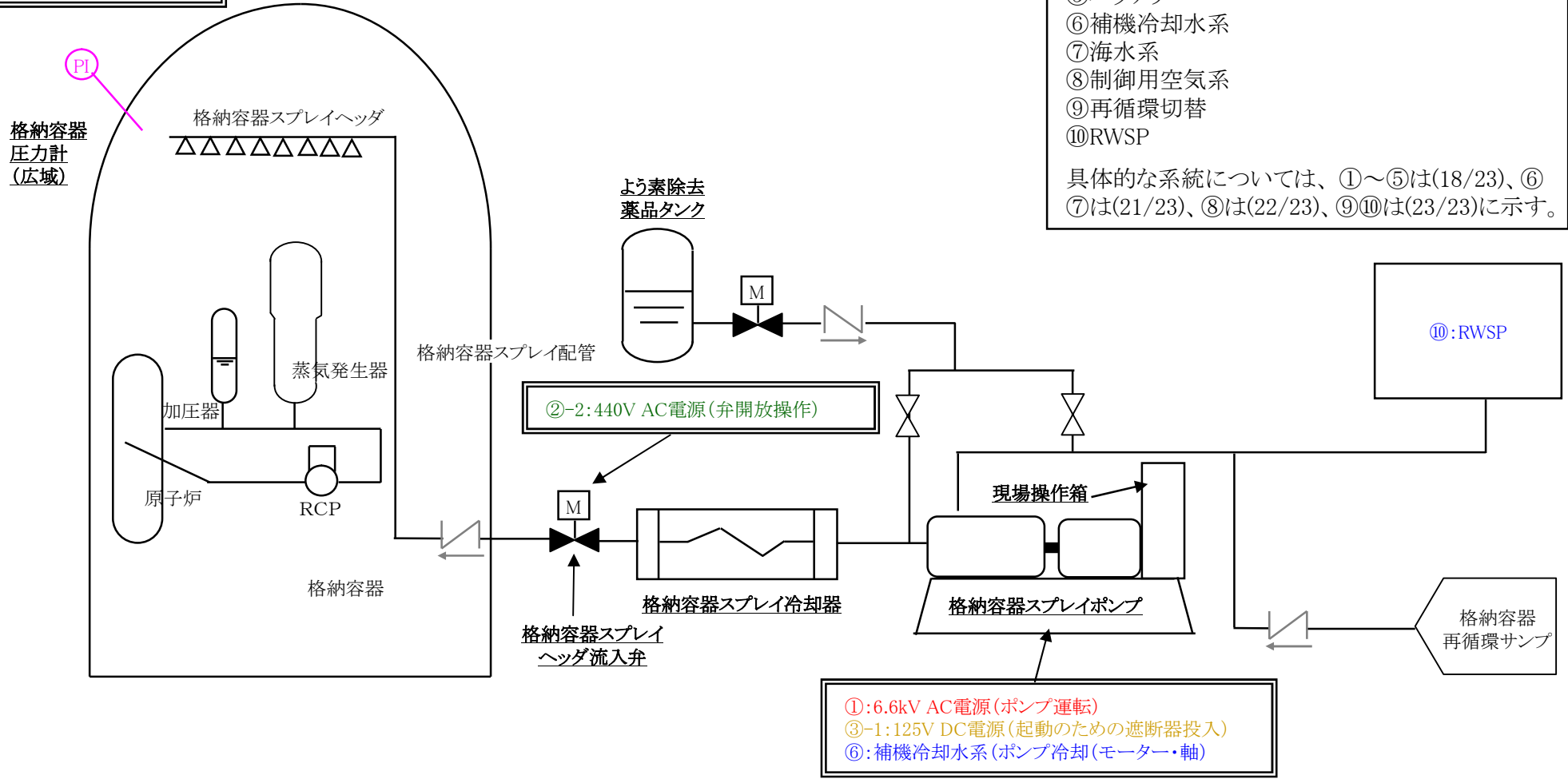
格納容器スプレイによる格納容器除熱(フロントライン系)

④: 115V AC電源
(格納容器圧力監視)

各サポート系については、以下のとおり整理した。

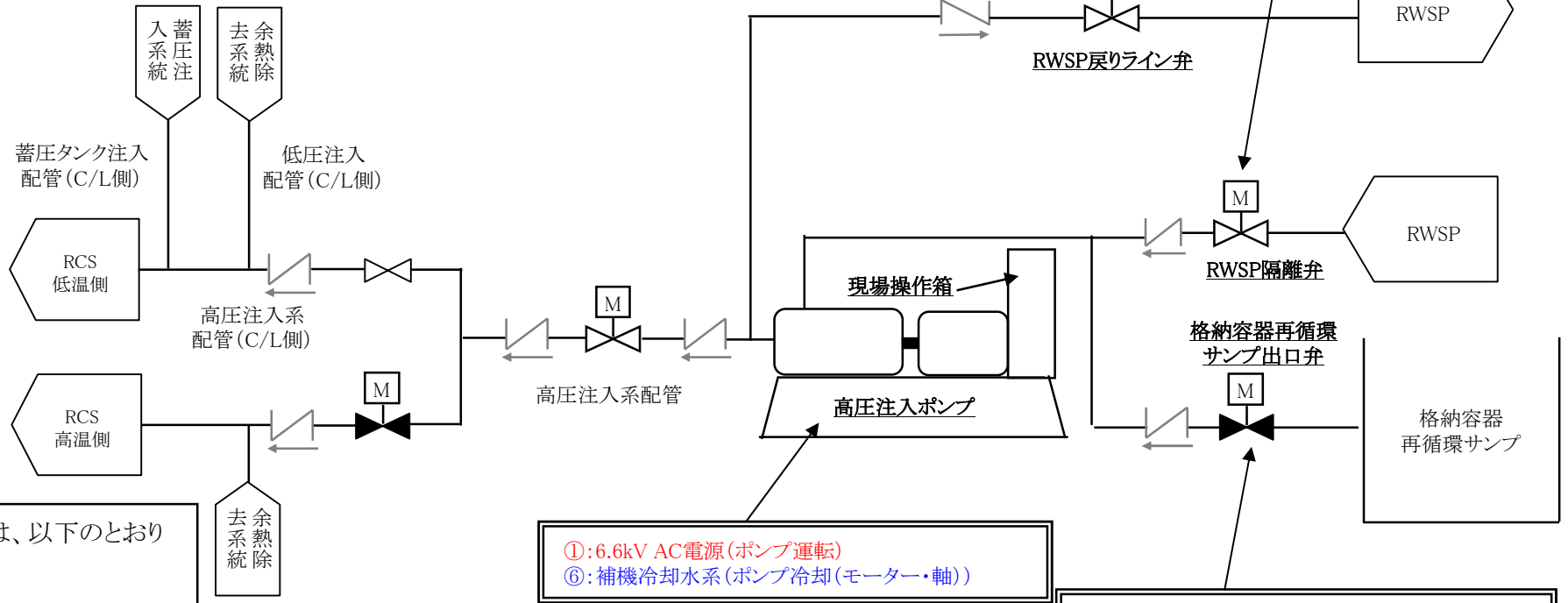
- ① 6.6kV AC電源
- ② 440V AC電源
- ③ 125V DC電源
- ④ 115V AC電源
- ⑤ バッテリー
- ⑥ 補機冷却水系
- ⑦ 海水系
- ⑧ 制御用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWSP

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)

高压注入による再循環炉心冷却(フロントライン系)



②-2: 440V AC電源(弁閉止操作)
 ⑨: 再循環切替(再循環自動切替信号(自動閉))

①: 6.6kV AC電源(ポンプ運転)
 ⑥: 補機冷却水系(ポンプ冷却(モーター・軸))

②-2: 440V AC電源(弁開放操作)
 ⑨: 再循環切替(再循環自動切替信号(自動開))

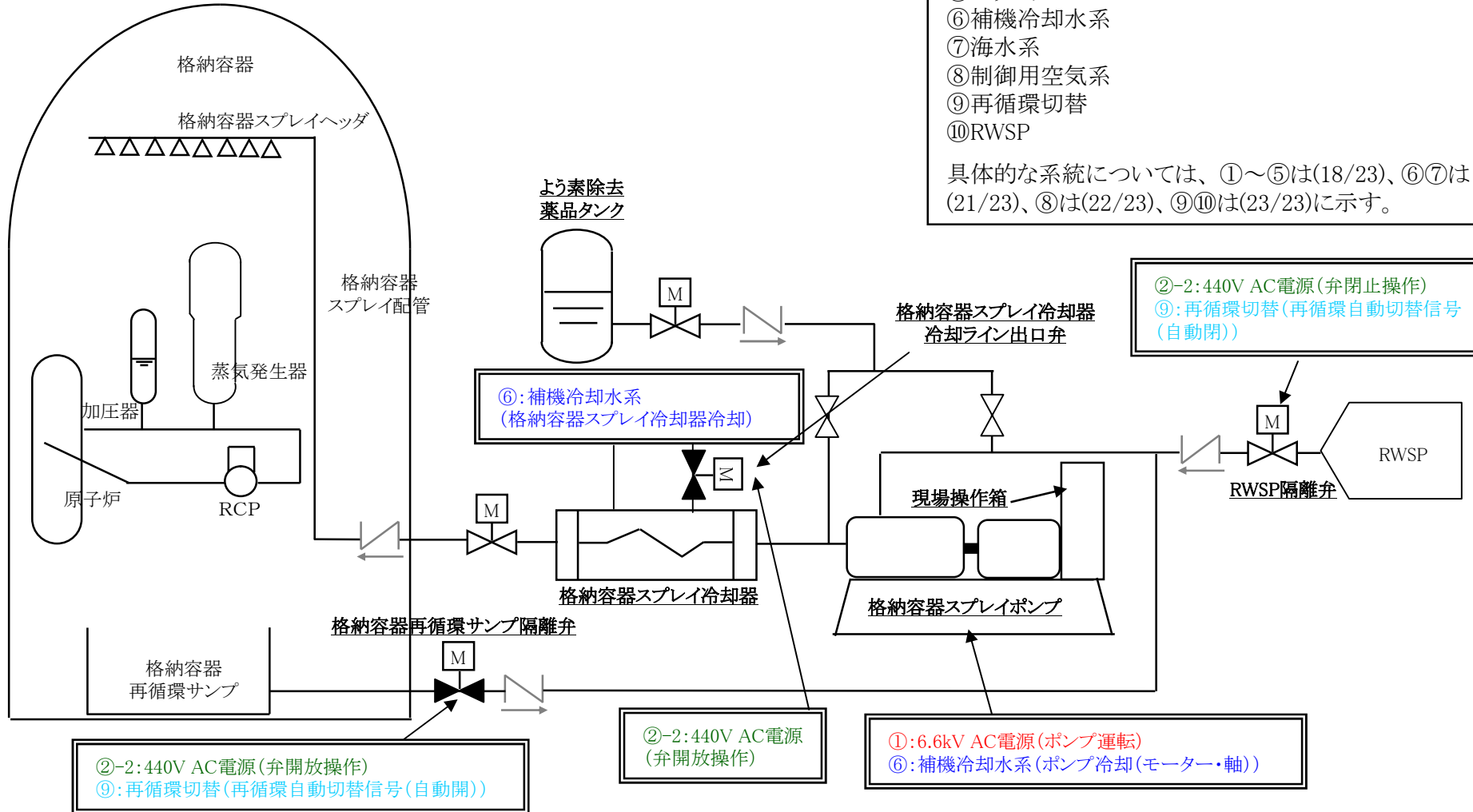
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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)

格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却(フロントライン系)



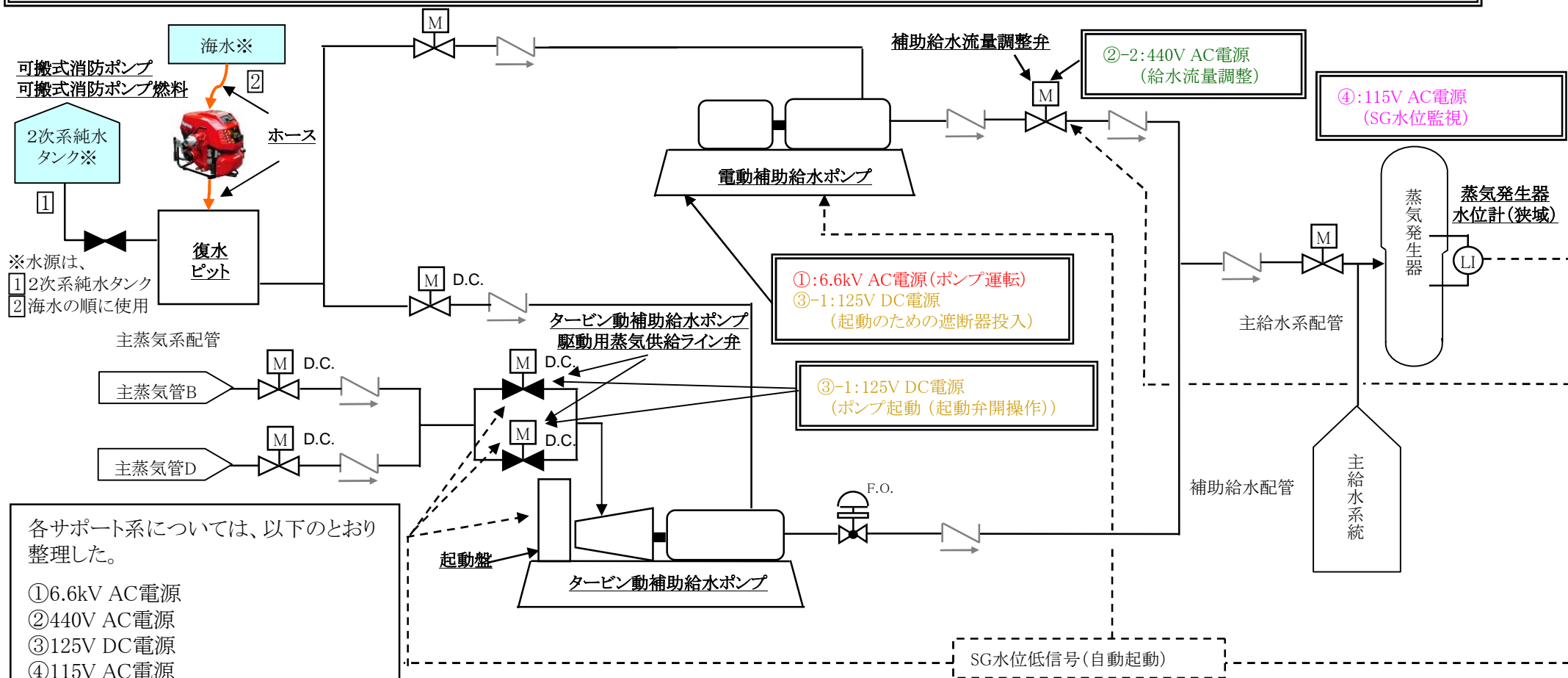
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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)

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ピットへの給水を含む))(フロントライン系)



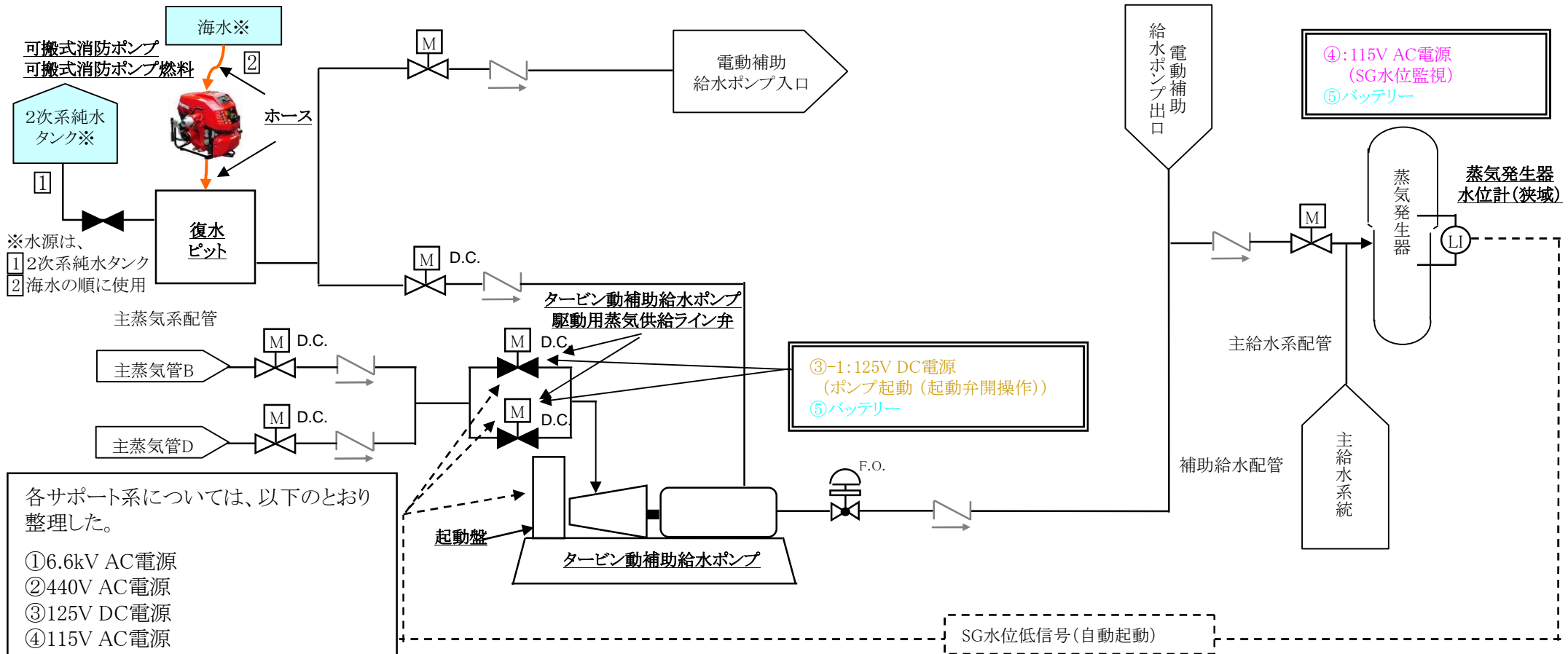
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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 制御用空気系
- ⑨ 再循環切替
- ⑩ RWSP

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。

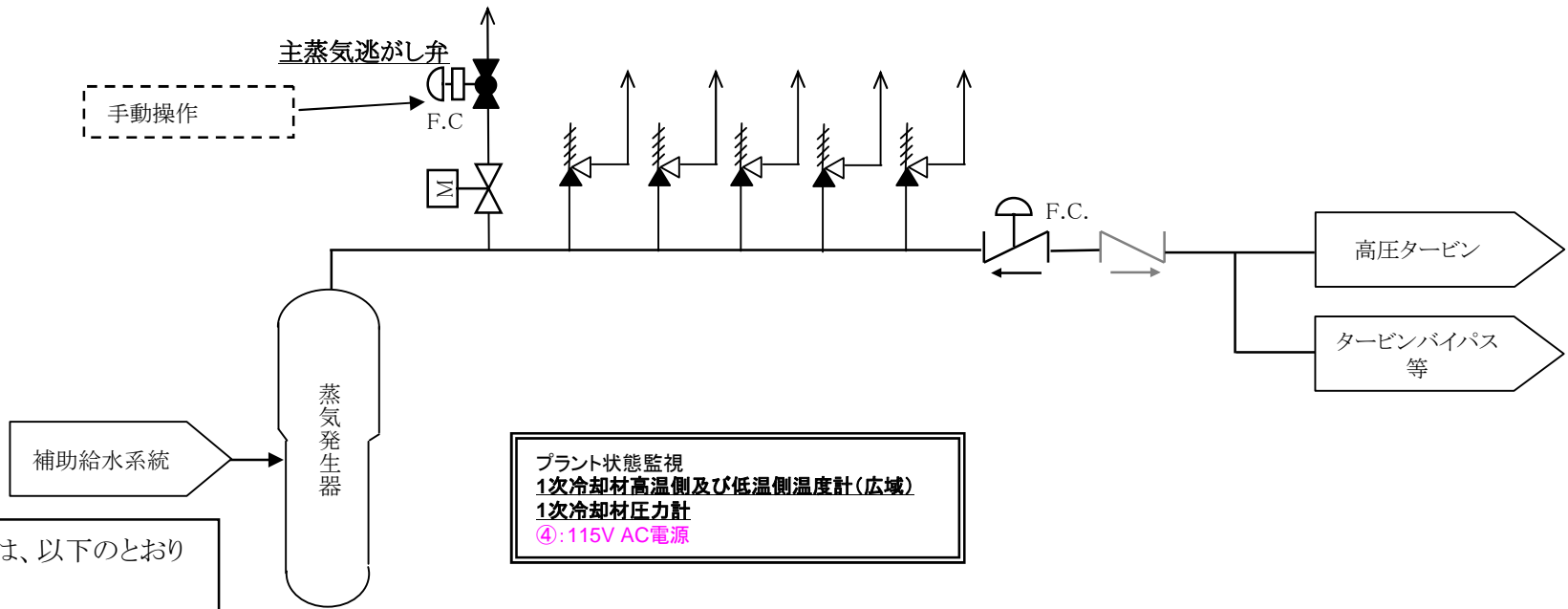
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

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ピットへの給水を含む))(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)

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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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

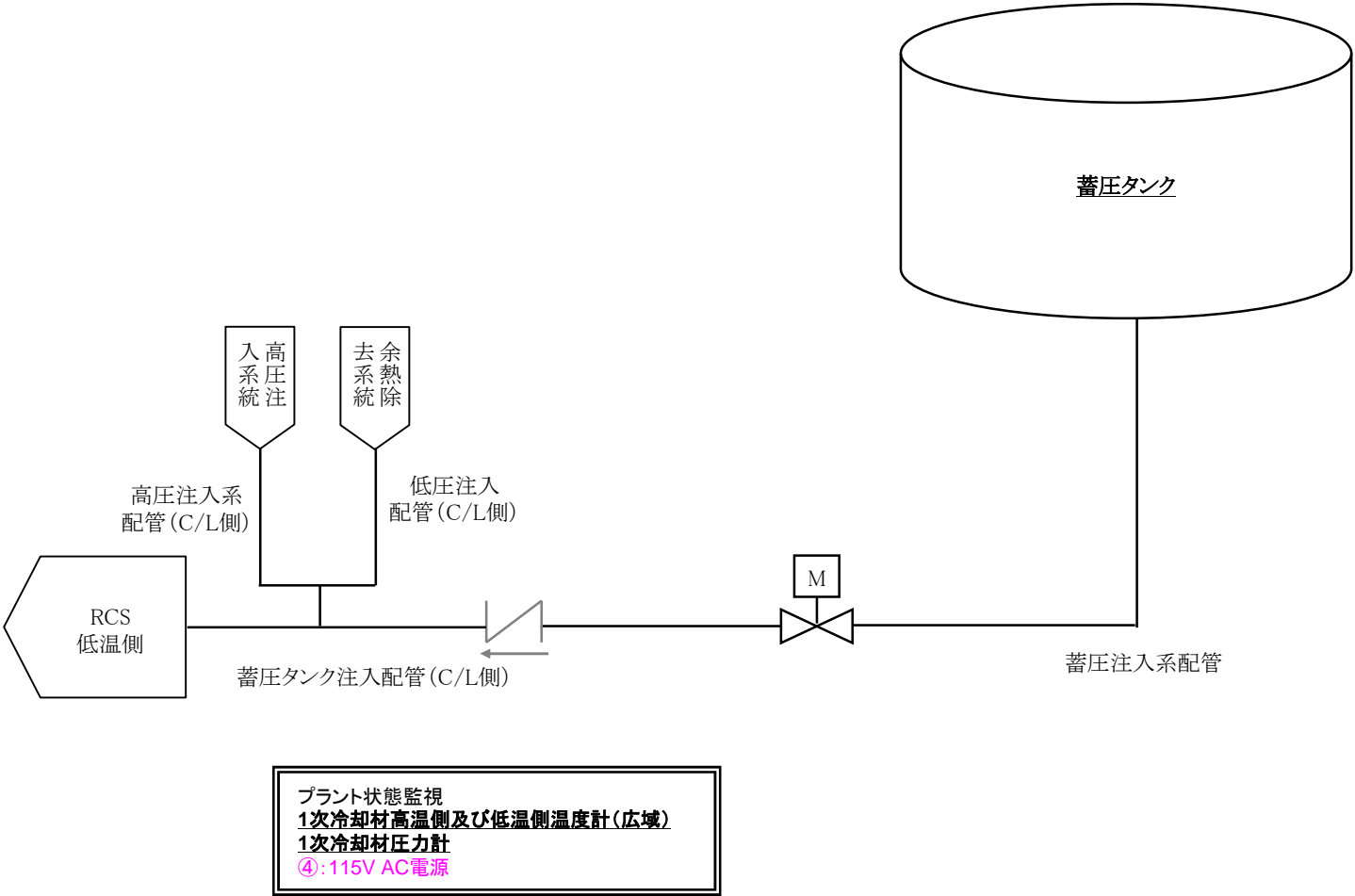
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

蓄圧注入によるほう酸水の給水(フロントライン系)

各サポート系については、以下のとおり整理した。

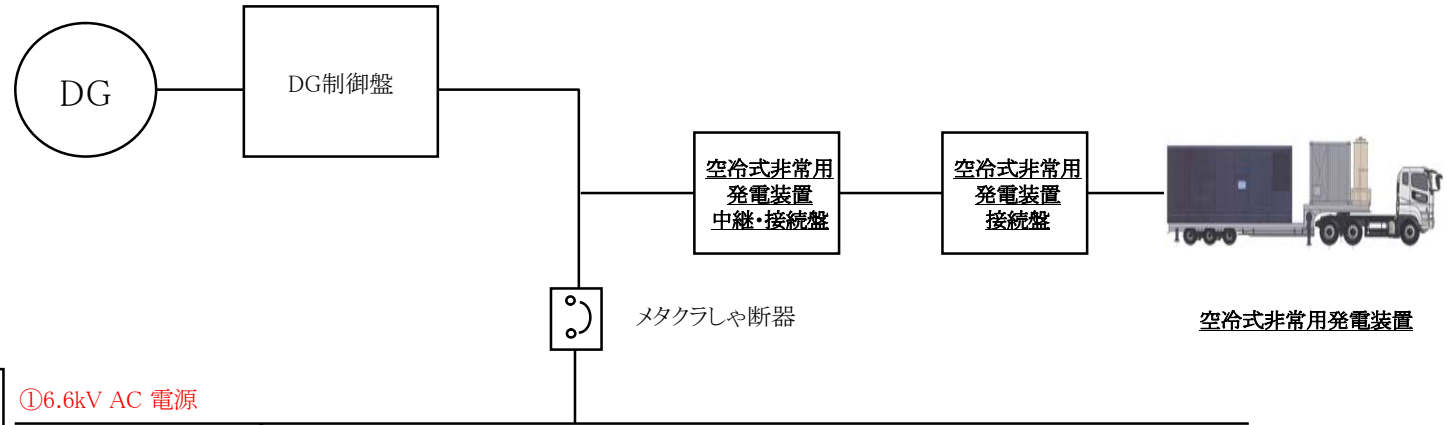
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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)

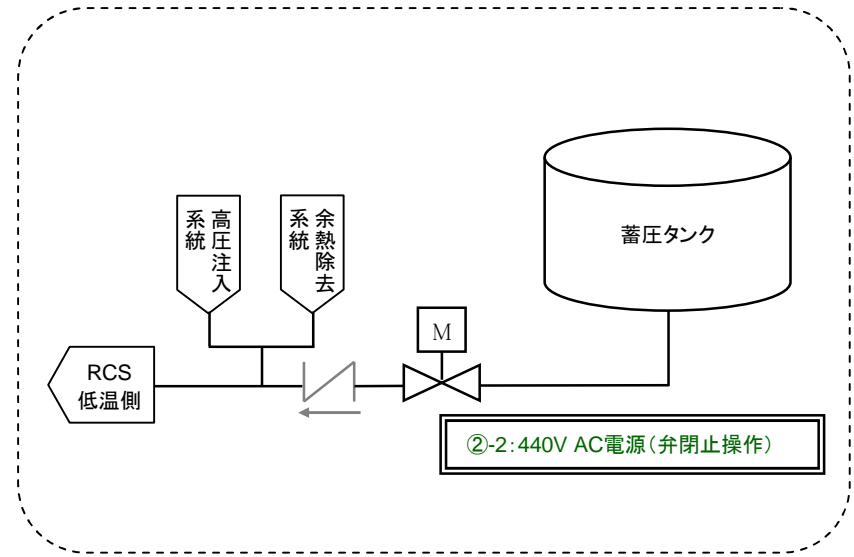
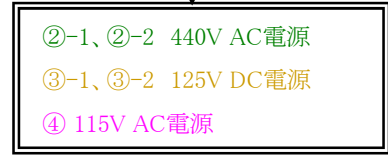
空冷式非常用発電装置による給電(フロントライン系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

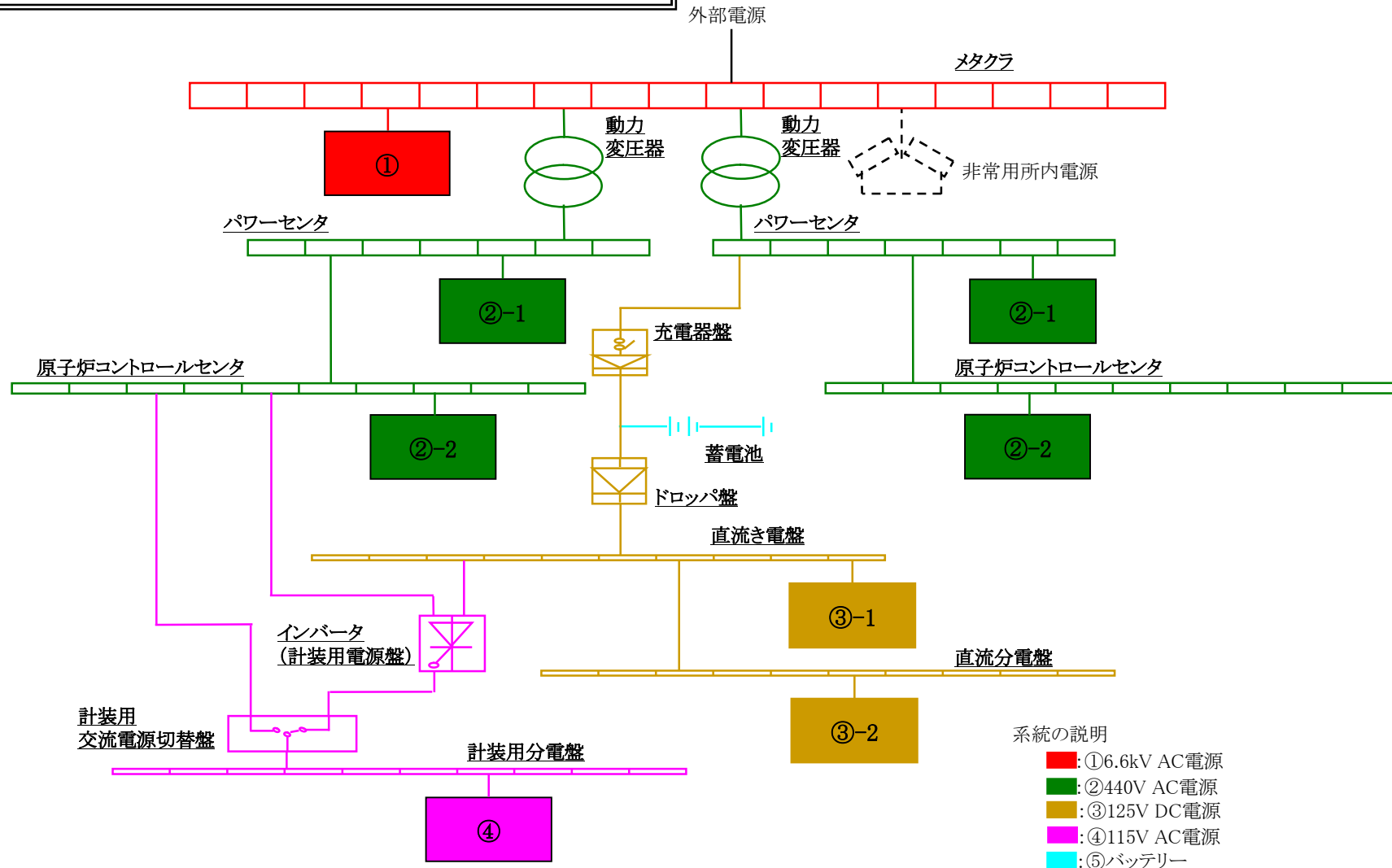
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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。



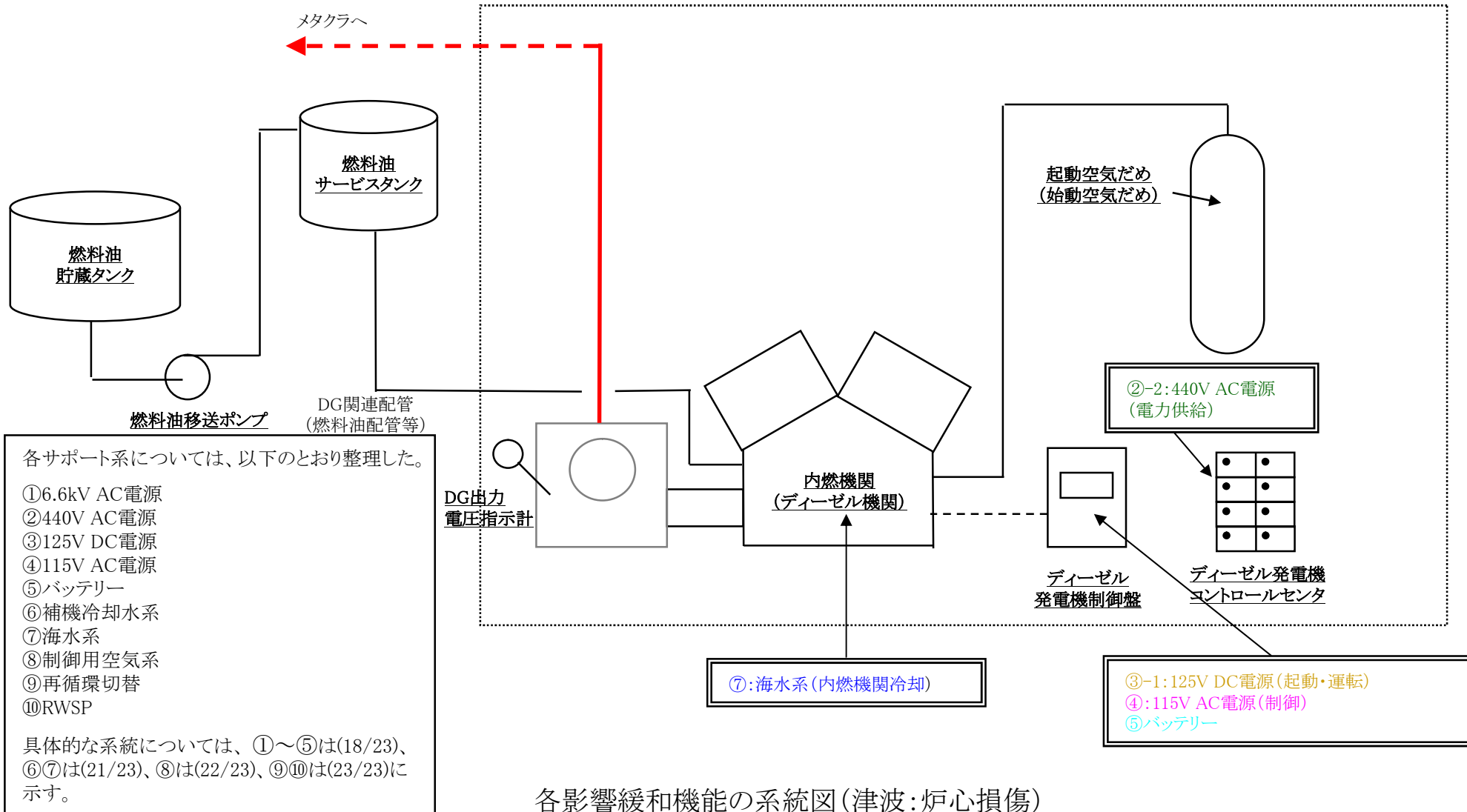
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

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）



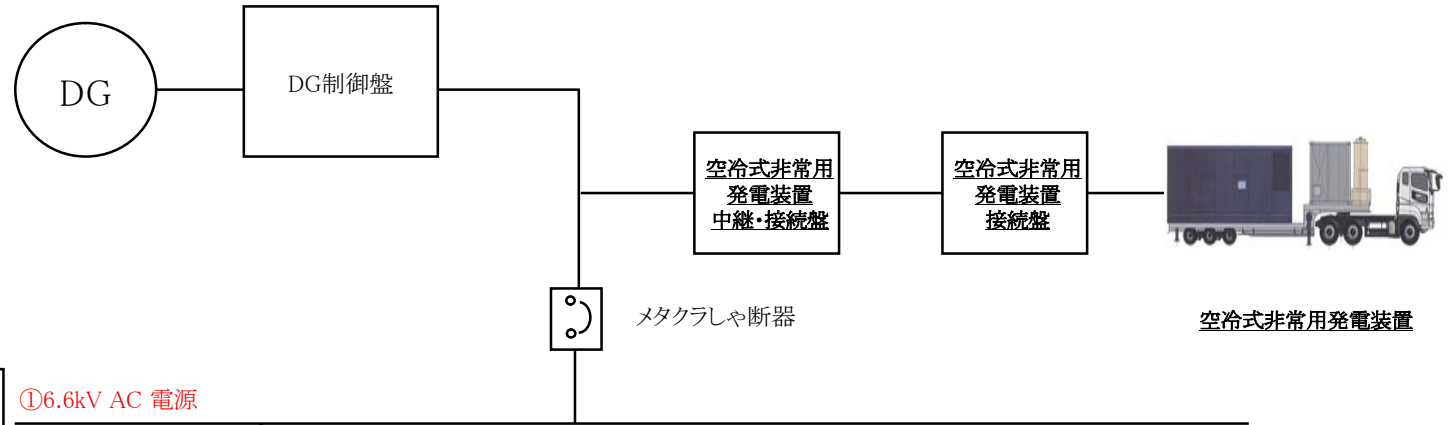
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

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)

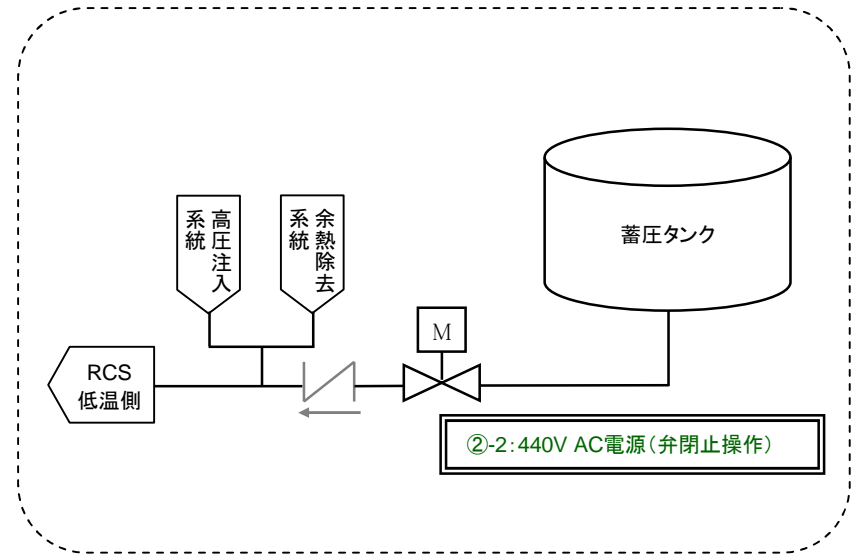
空冷式非常用発電装置(サポート系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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。



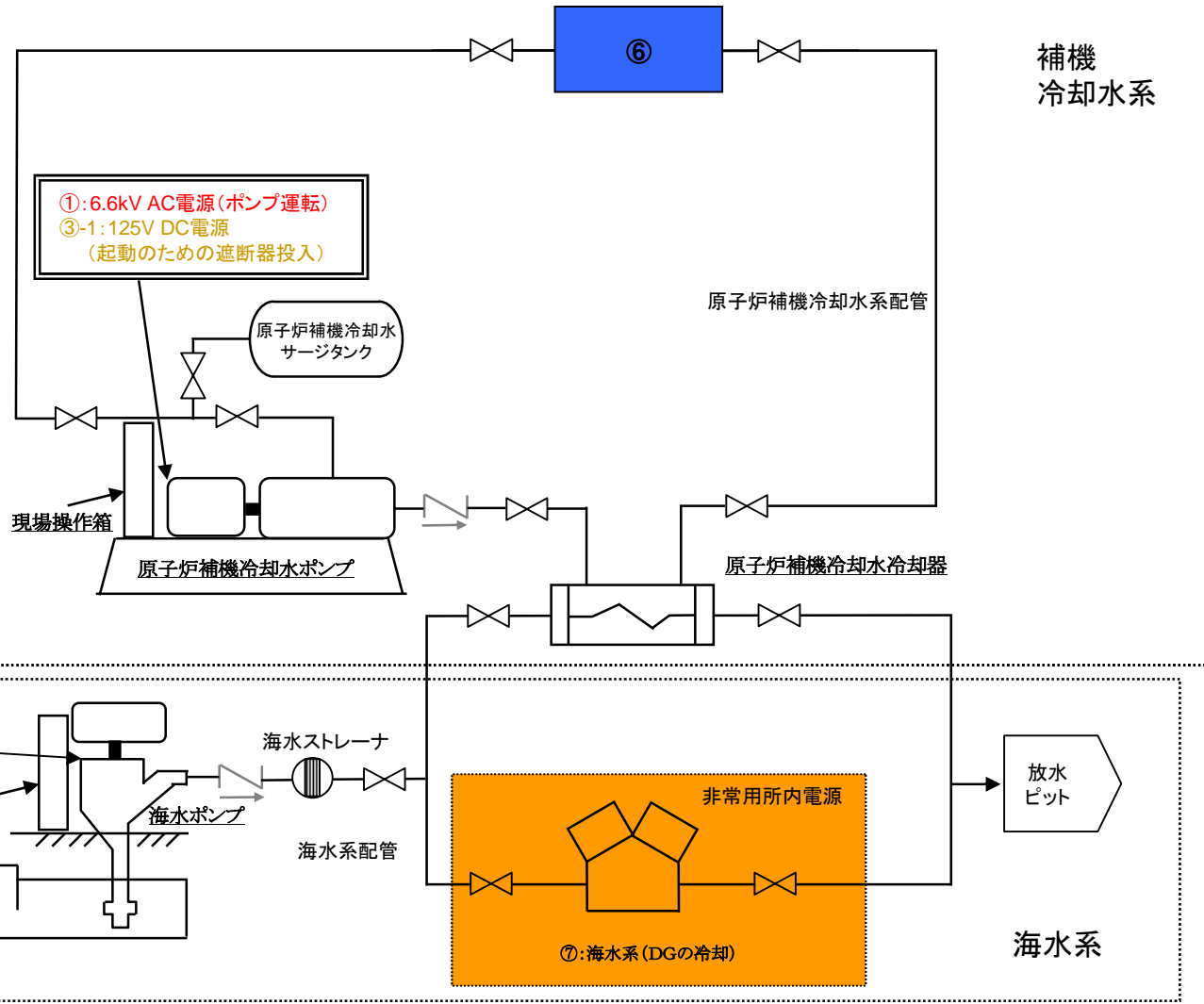
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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。



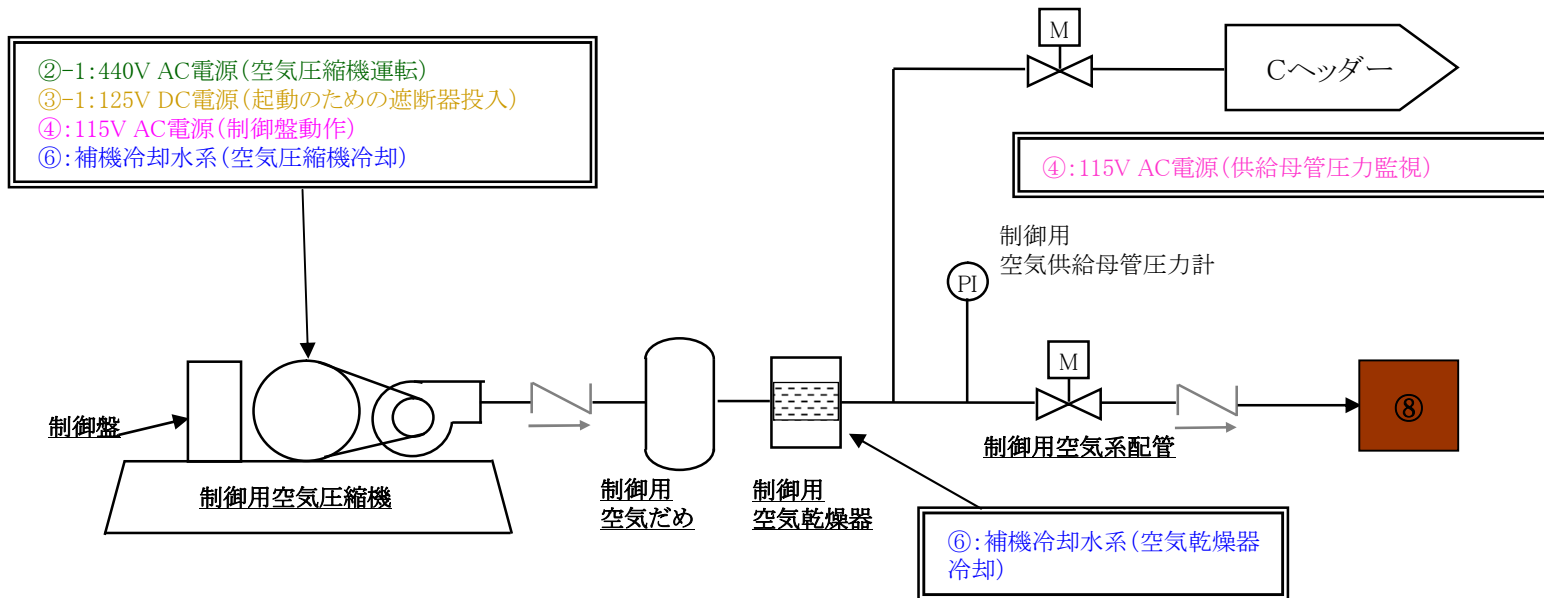
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

⑧制御用空気系(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制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

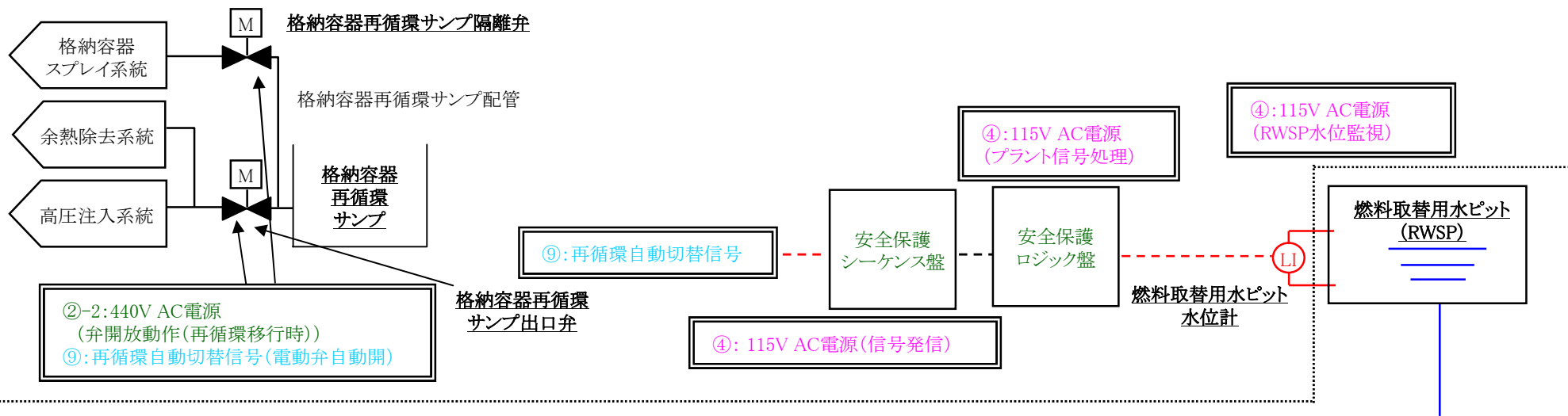
具体的な系統については、①～⑤は(18/23)、⑥⑦は(21/23)、⑧は(22/23)、⑨⑩は(23/23)に示す。



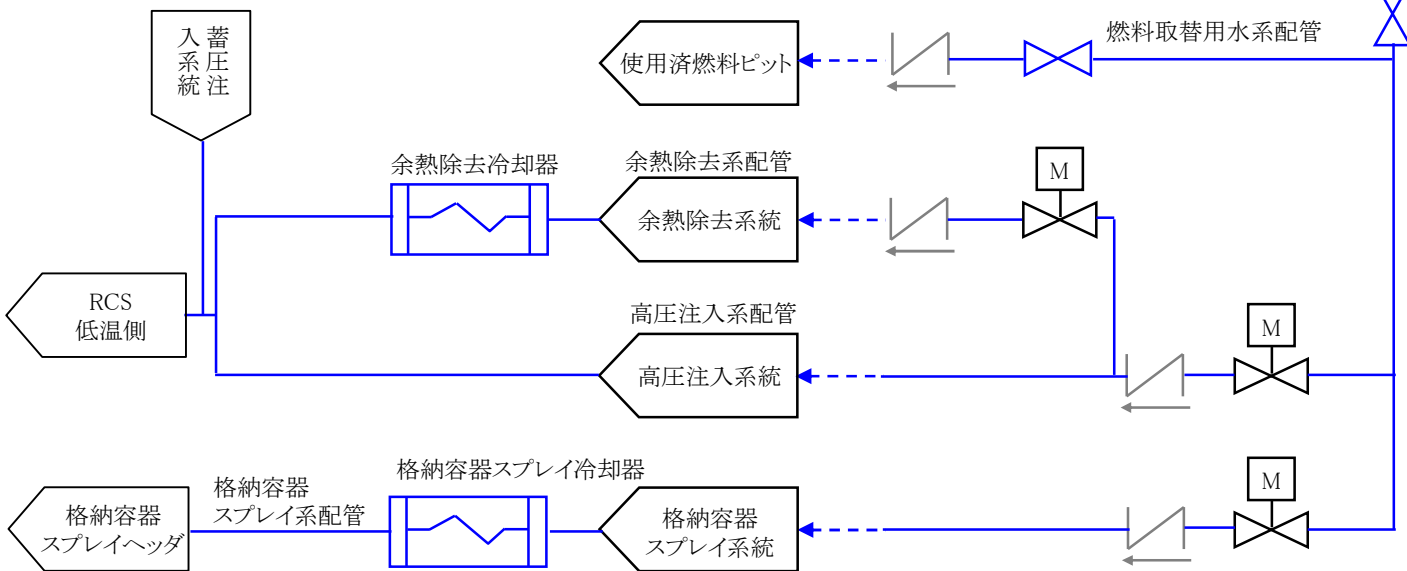
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)

⑨再循環切替、⑩RWSP(サポート系)

再循環切替



RWSP



系統の説明

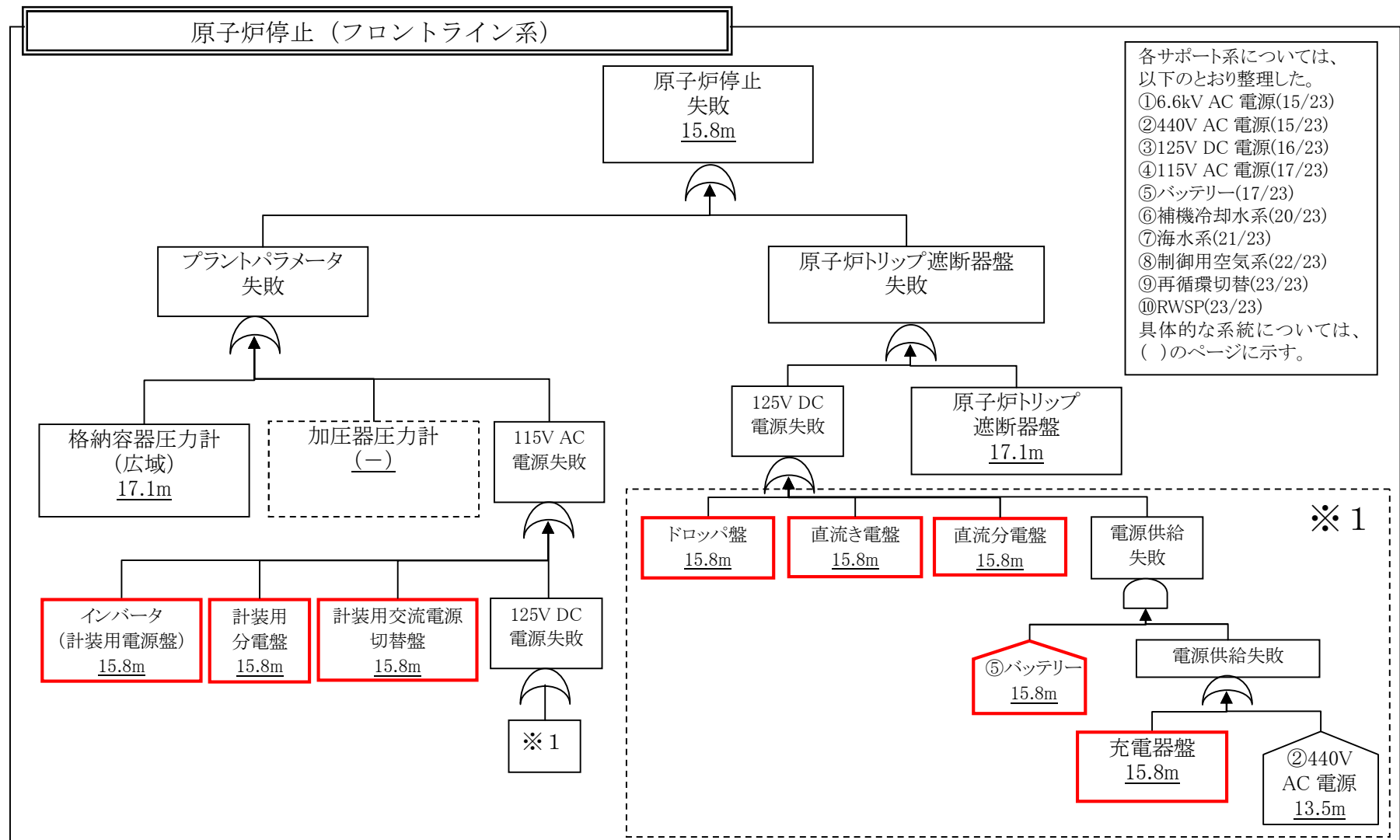
- :再循環切替
- :RWSP

各サポート系については、以下のとおり整理した。

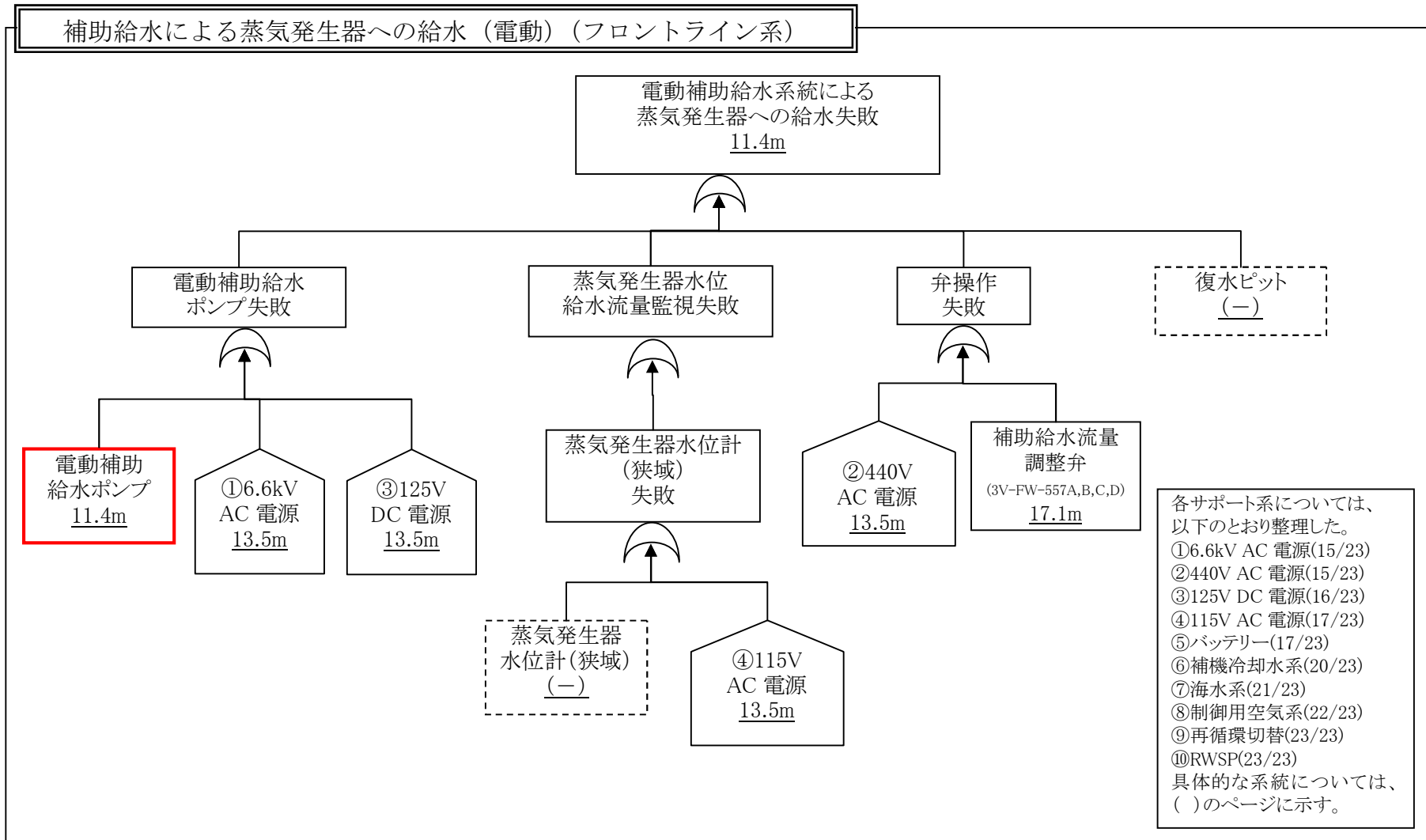
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系
- ⑧制御用空気系
- ⑨再循環切替
- ⑩RWSP

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。

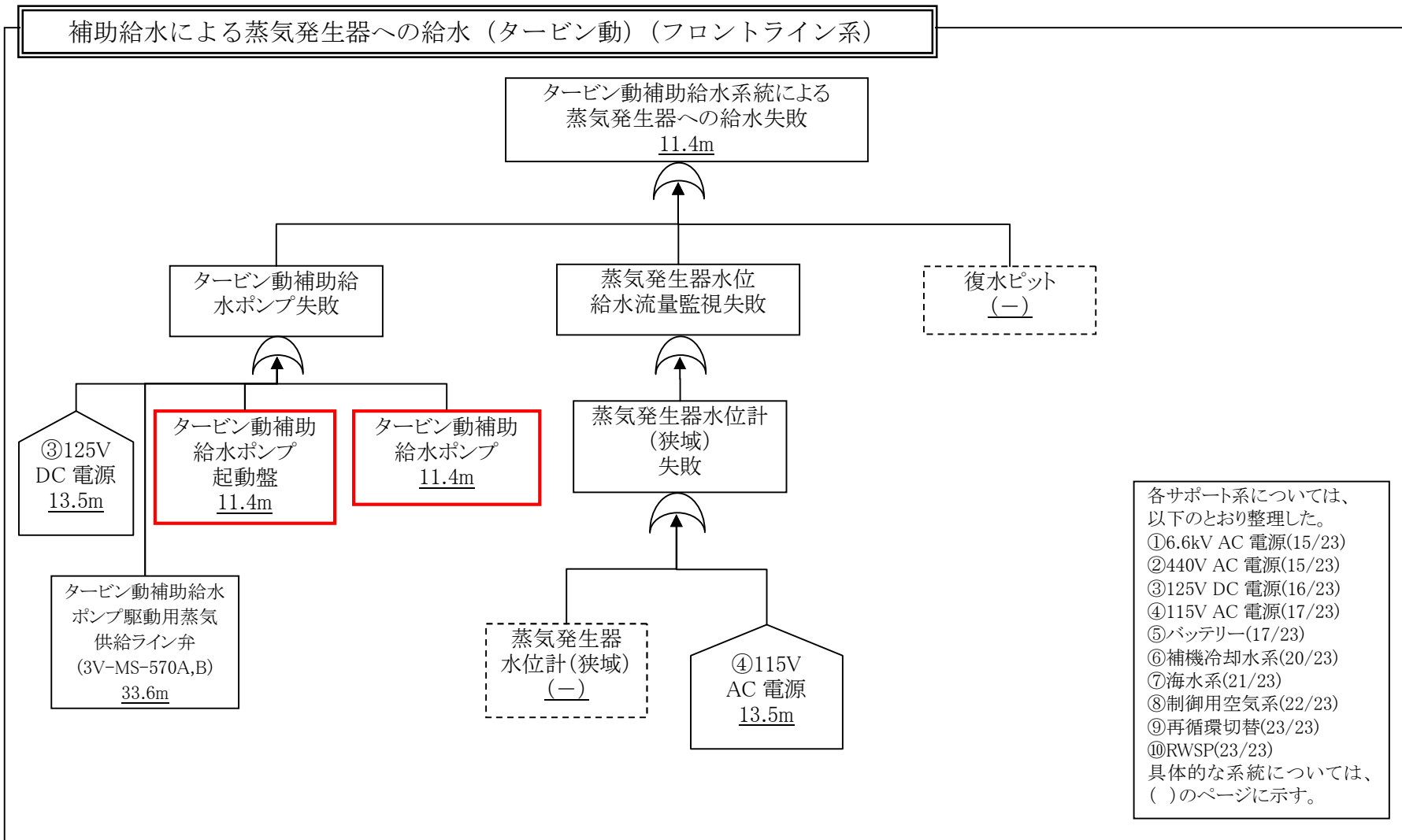
各影響緩和機能の系統図(津波:炉心損傷)



各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

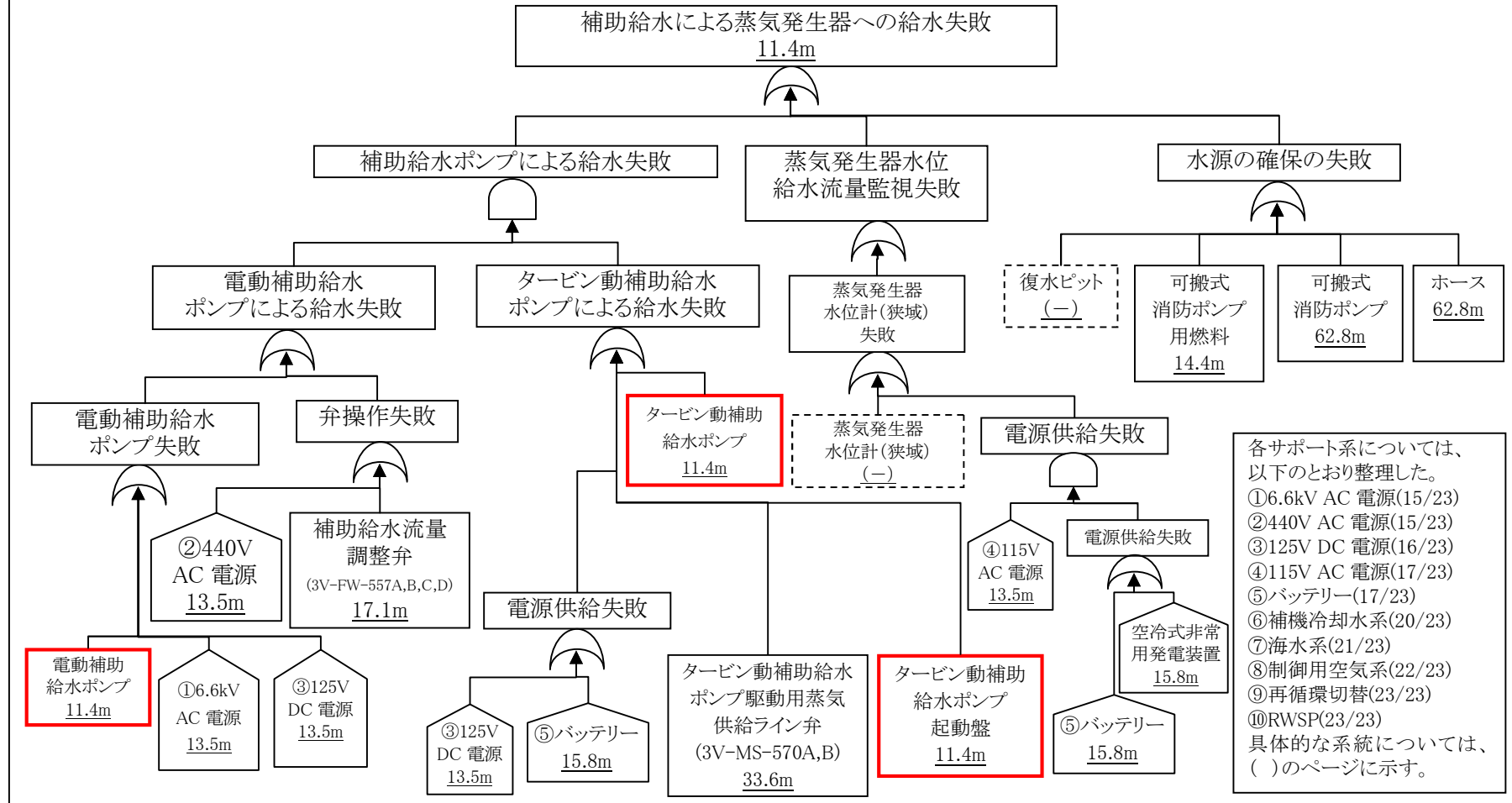


各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

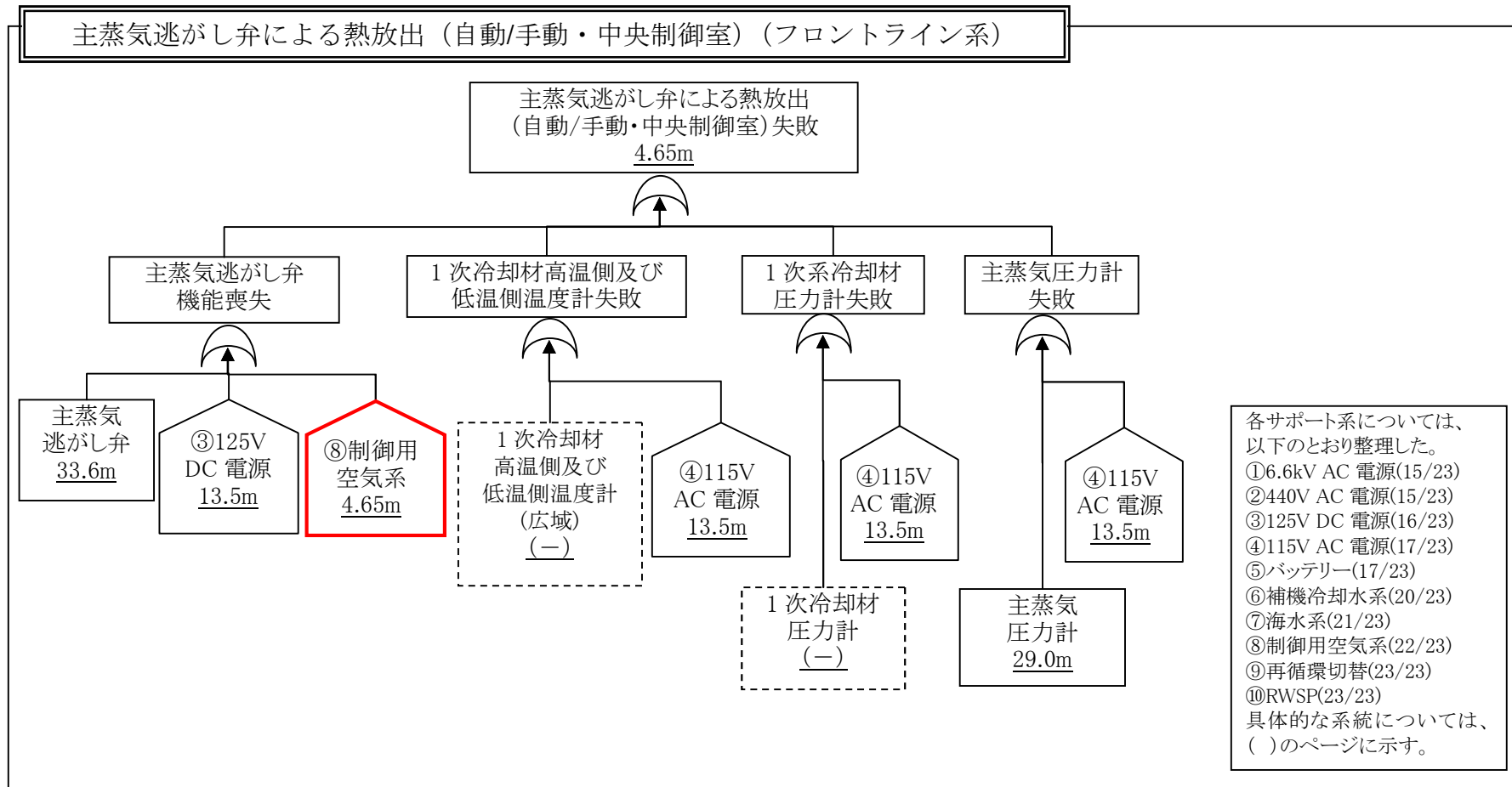


各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

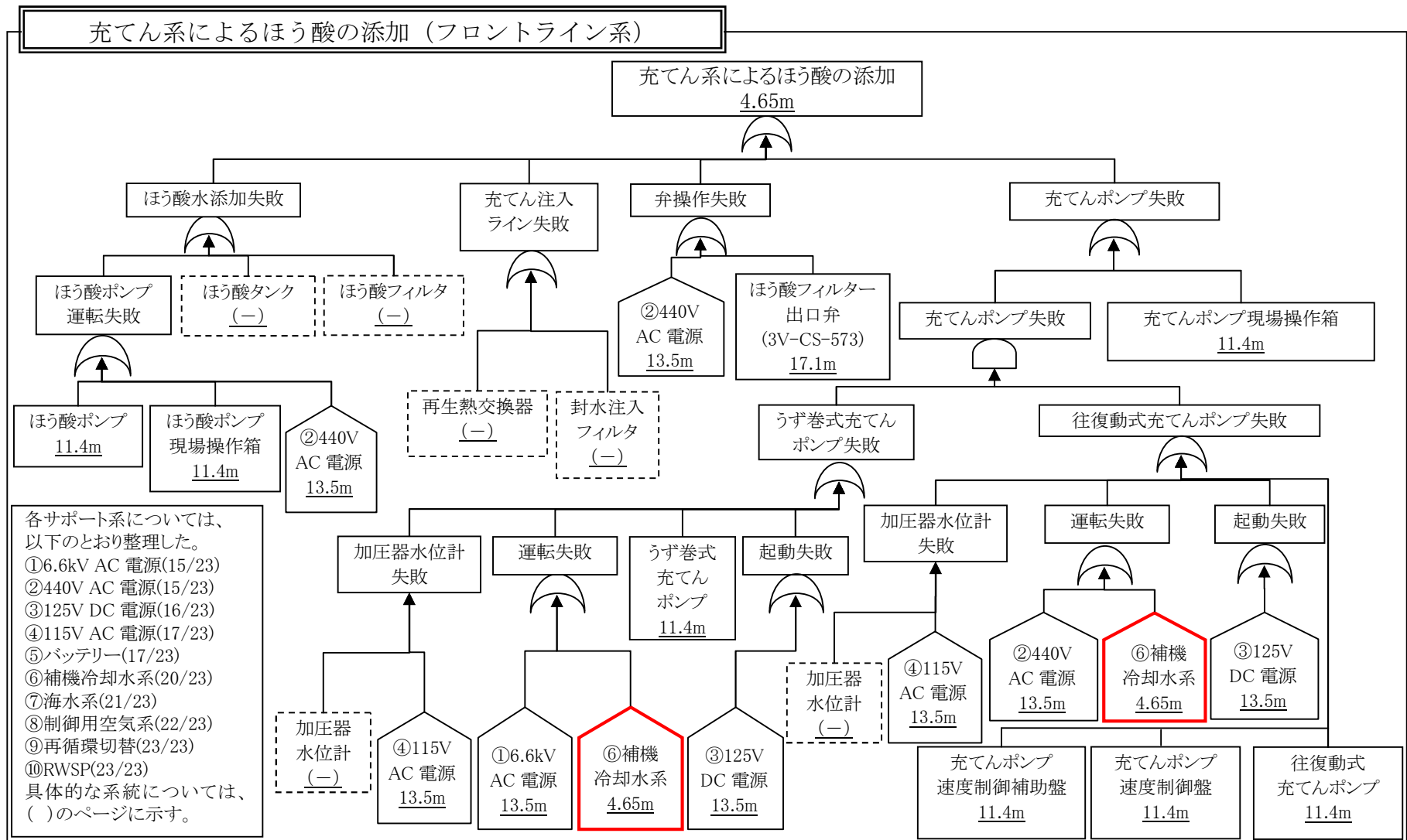
補助給水による蒸気発生器への給水（電動またはタービン動（消防ポンプによる復水ピットへの給水を含む））
（フロントライン系）



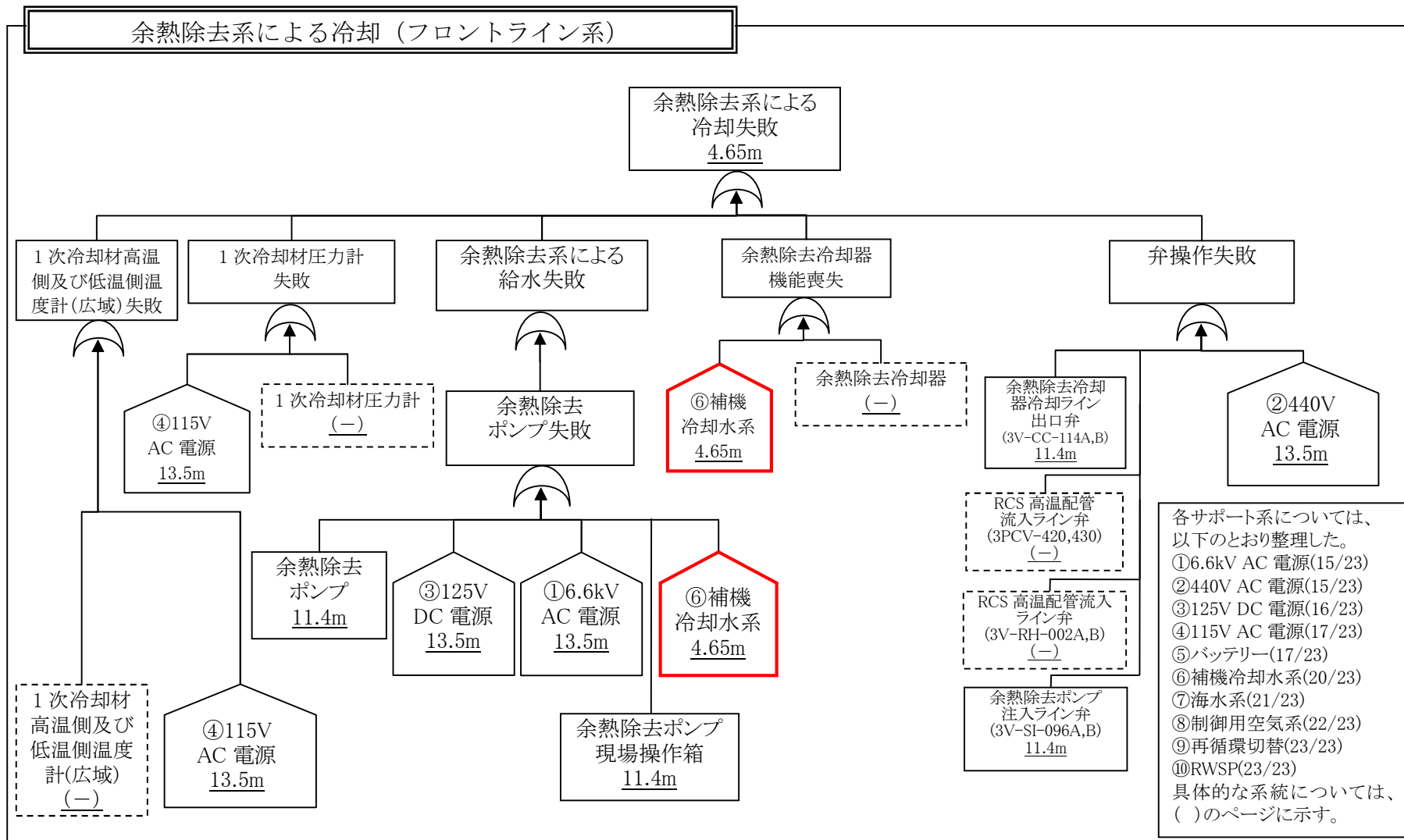
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）



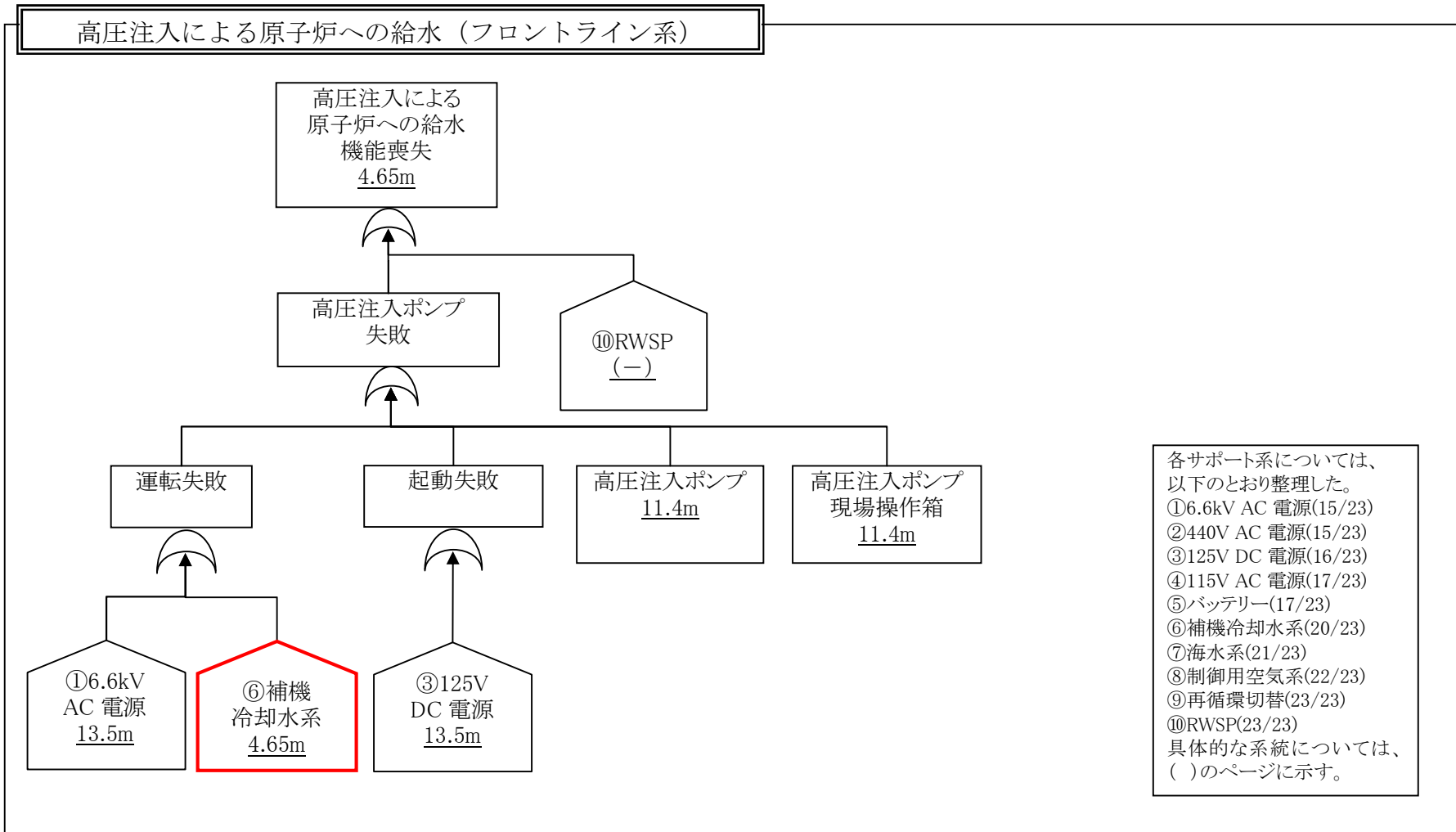
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）



各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

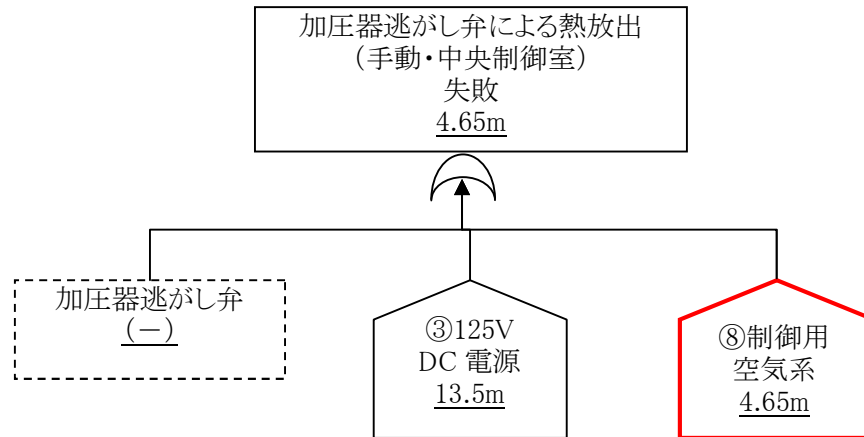


各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）



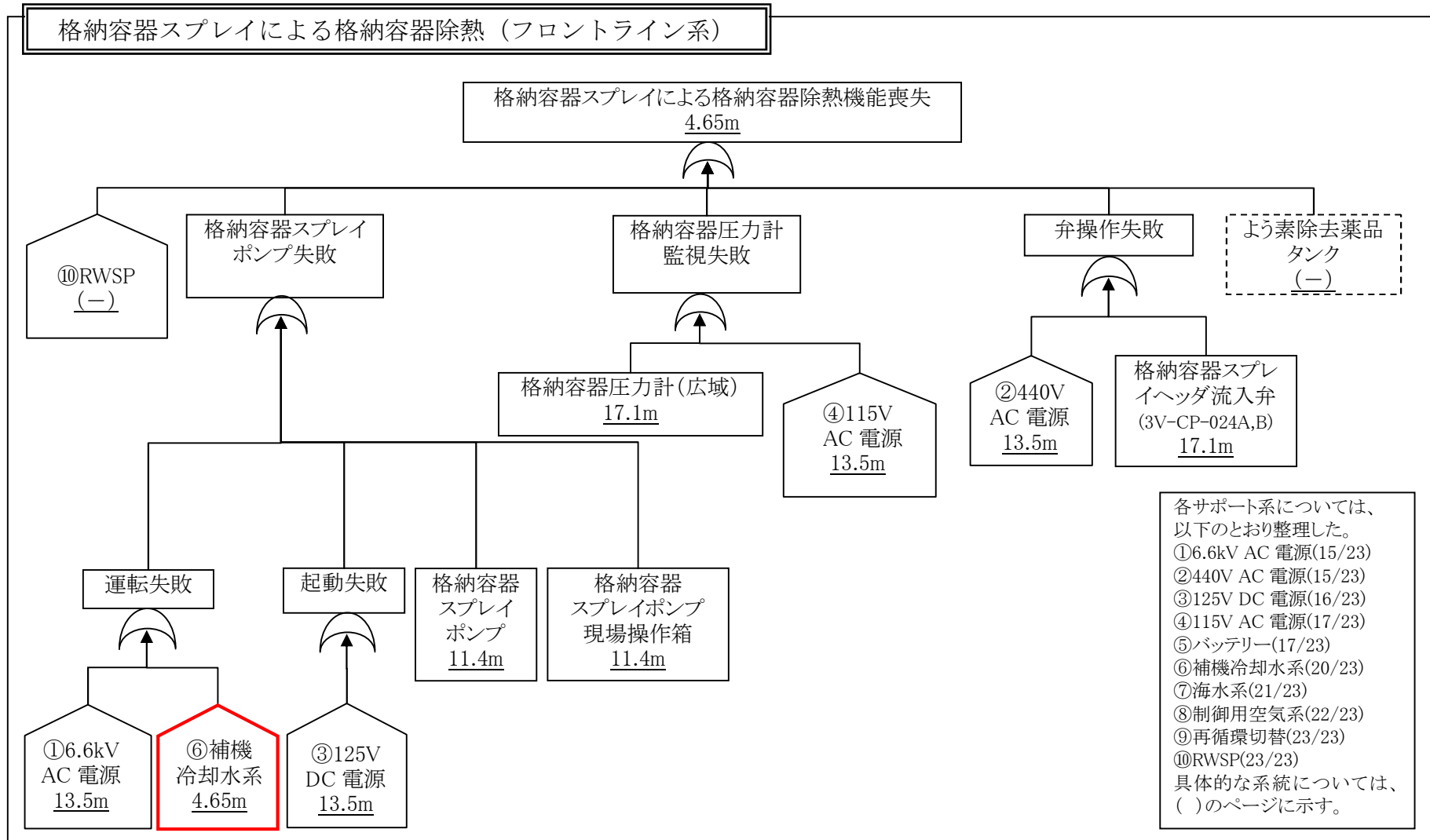
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

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）

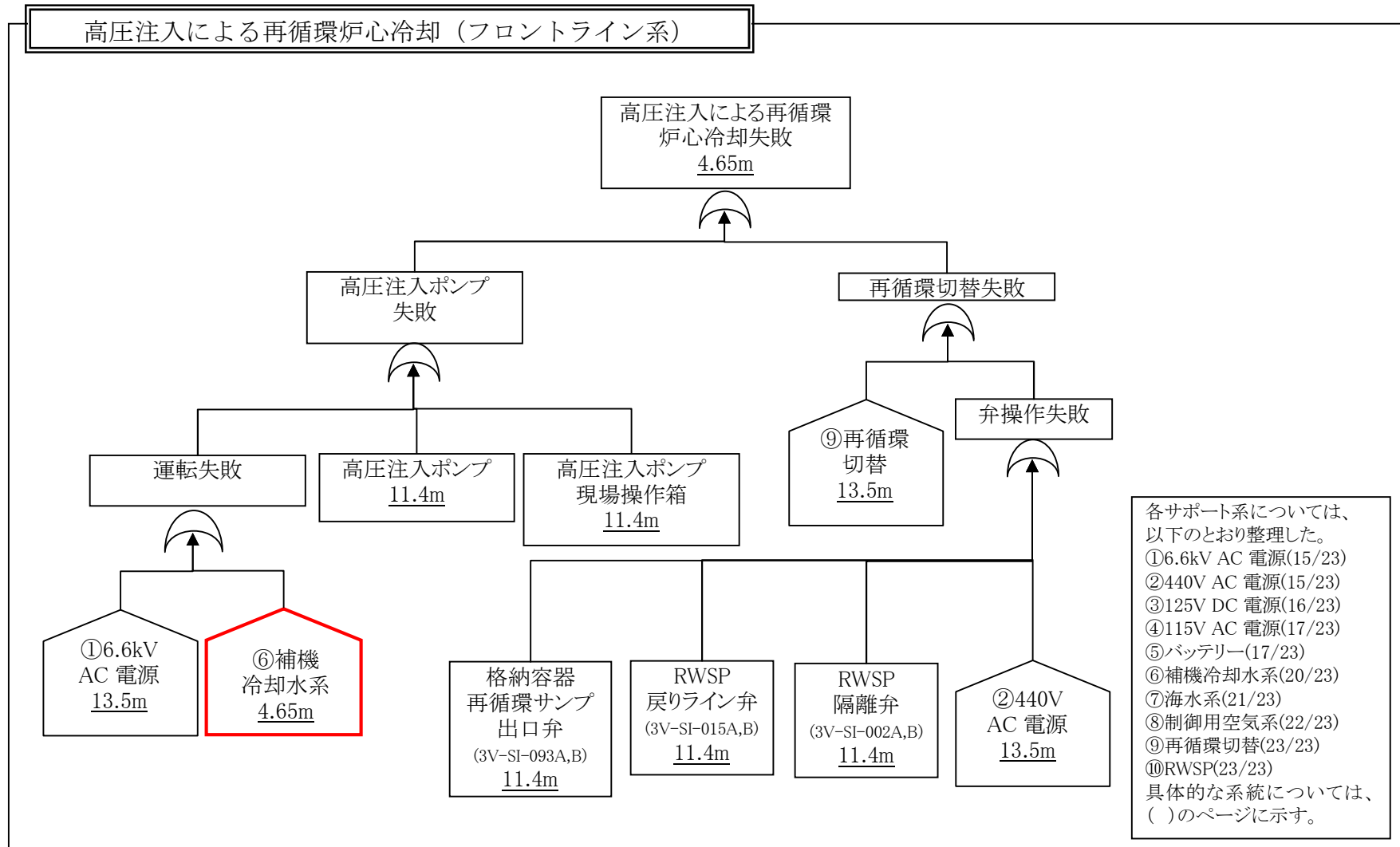


各サポート系については、
以下のとおり整理した。
①6.6kV AC 電源(15/23)
②440V AC 電源(15/23)
③125V DC 電源(16/23)
④115V AC 電源(17/23)
⑤バッテリー(17/23)
⑥補機冷却水系(20/23)
⑦海水系(21/23)
⑧制御用空気系(22/23)
⑨再循環切替(23/23)
⑩RWSP(23/23)
具体的な系統については、
()のページに示す。

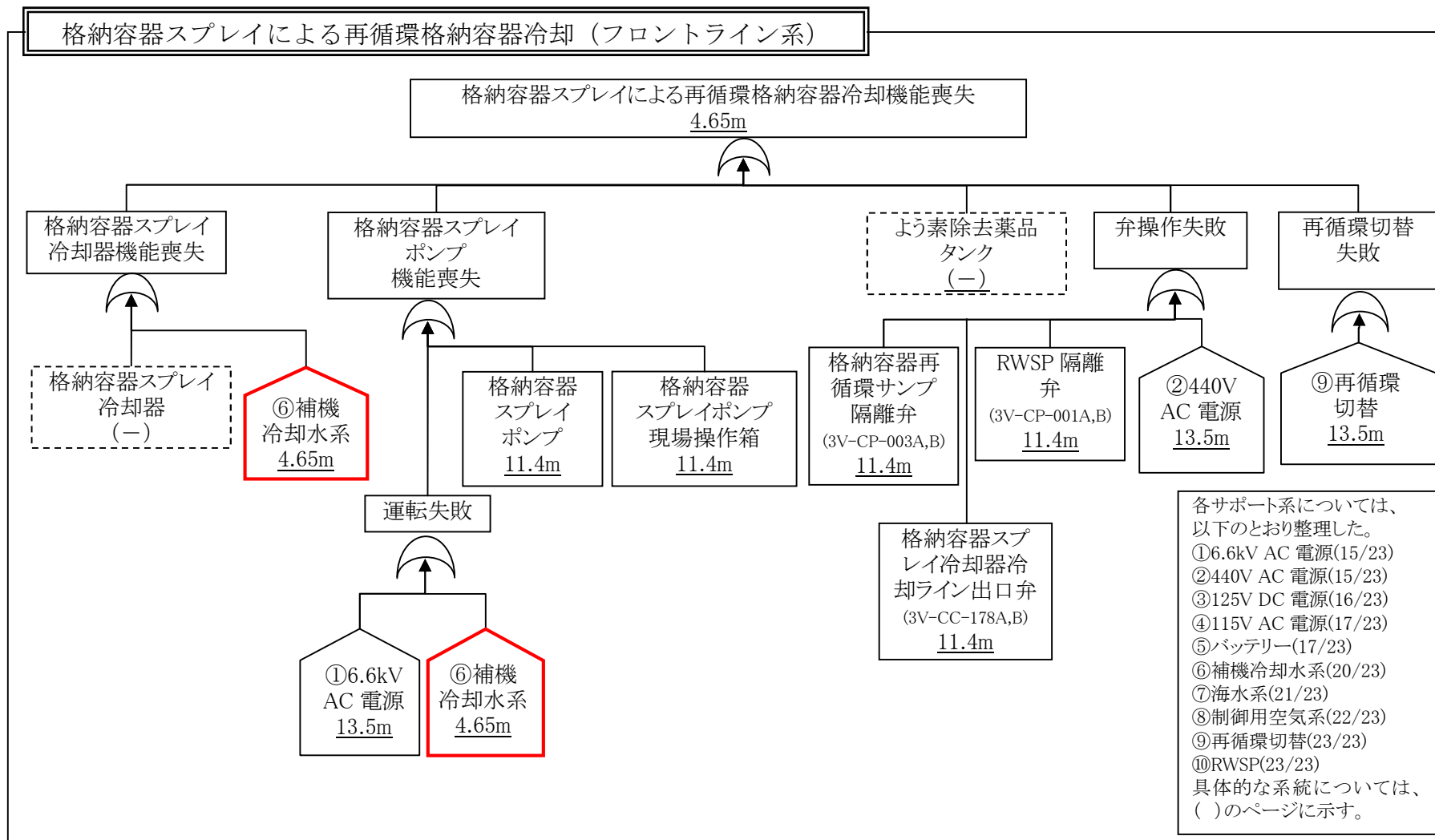
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）



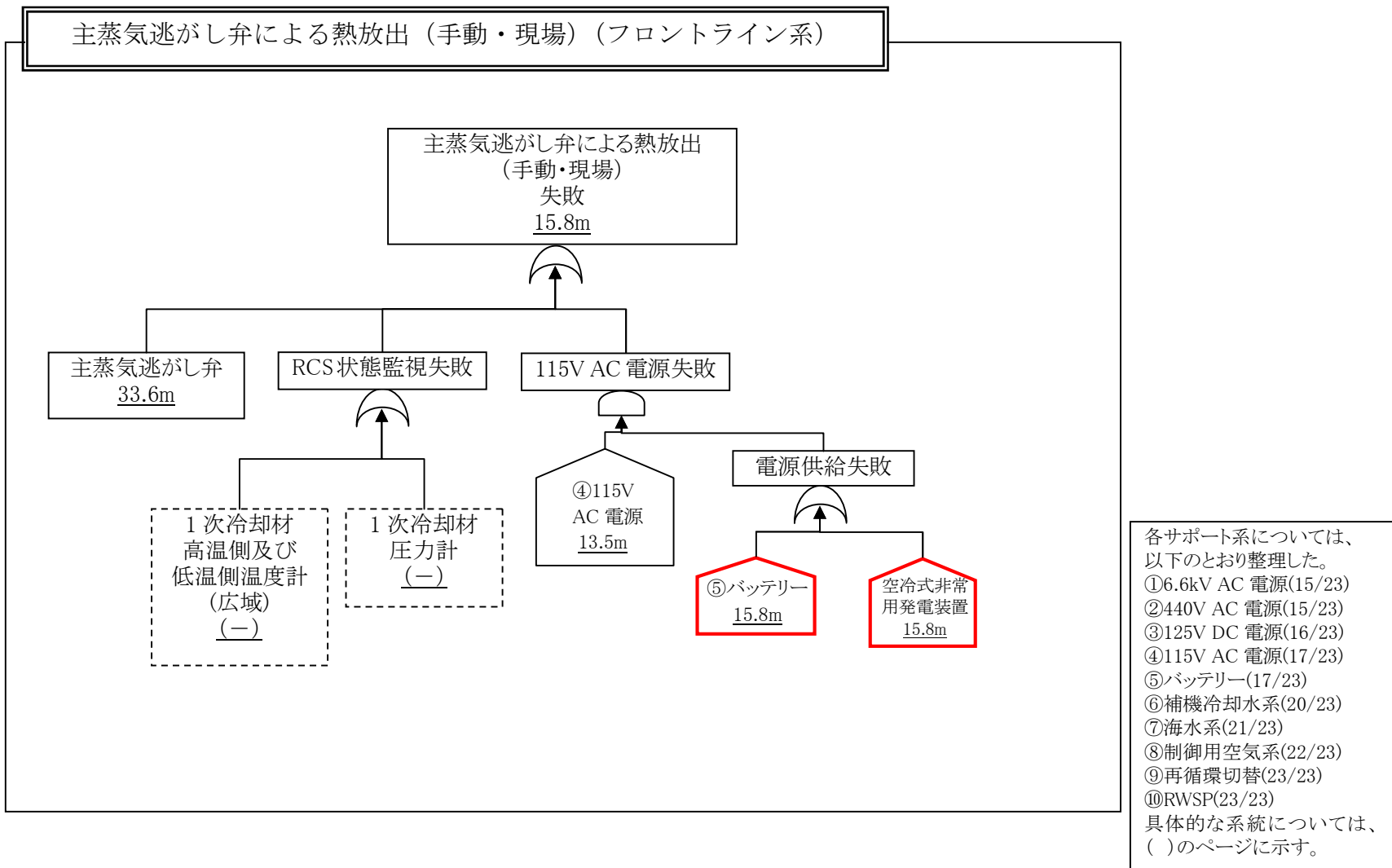
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)



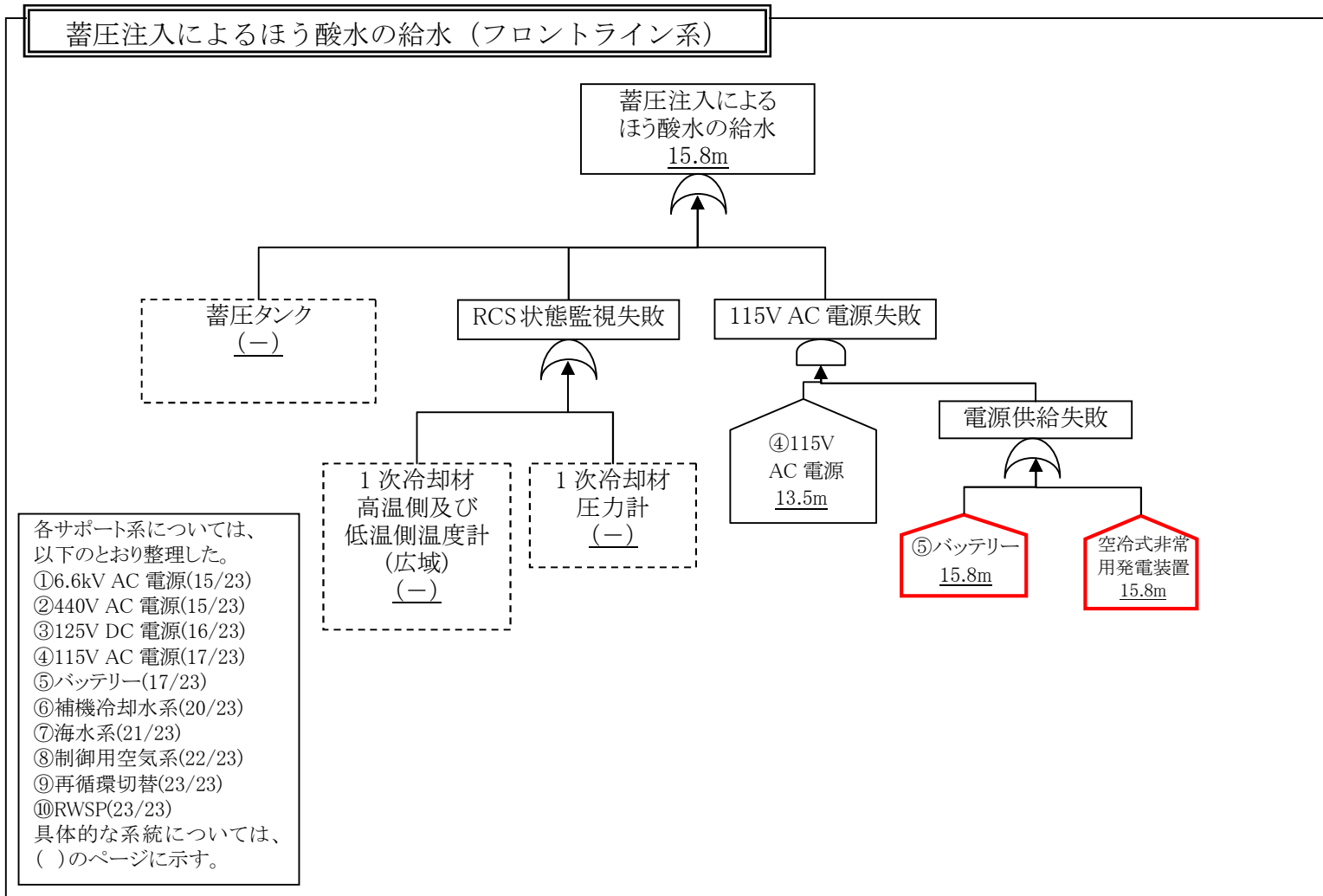
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）



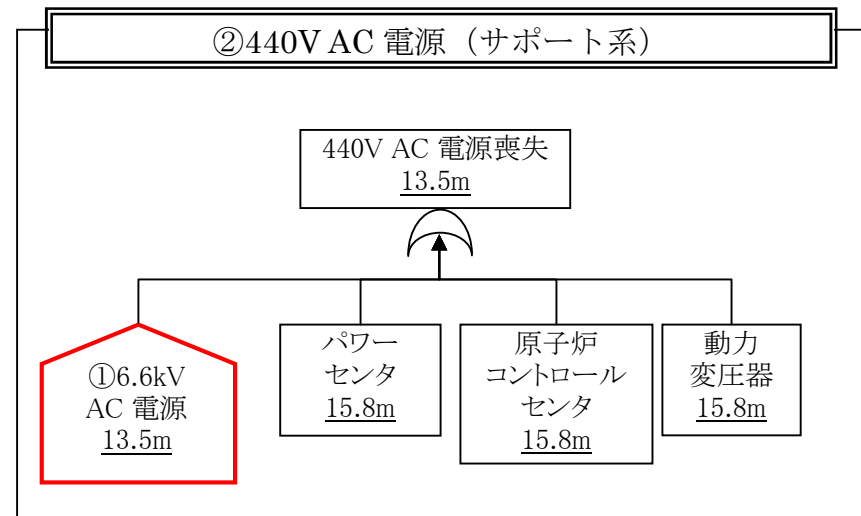
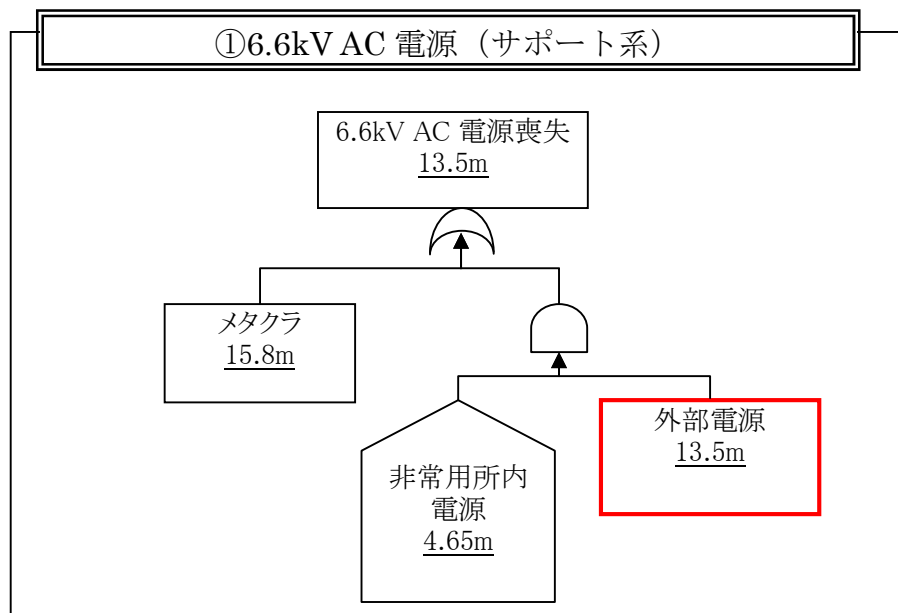
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）



各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

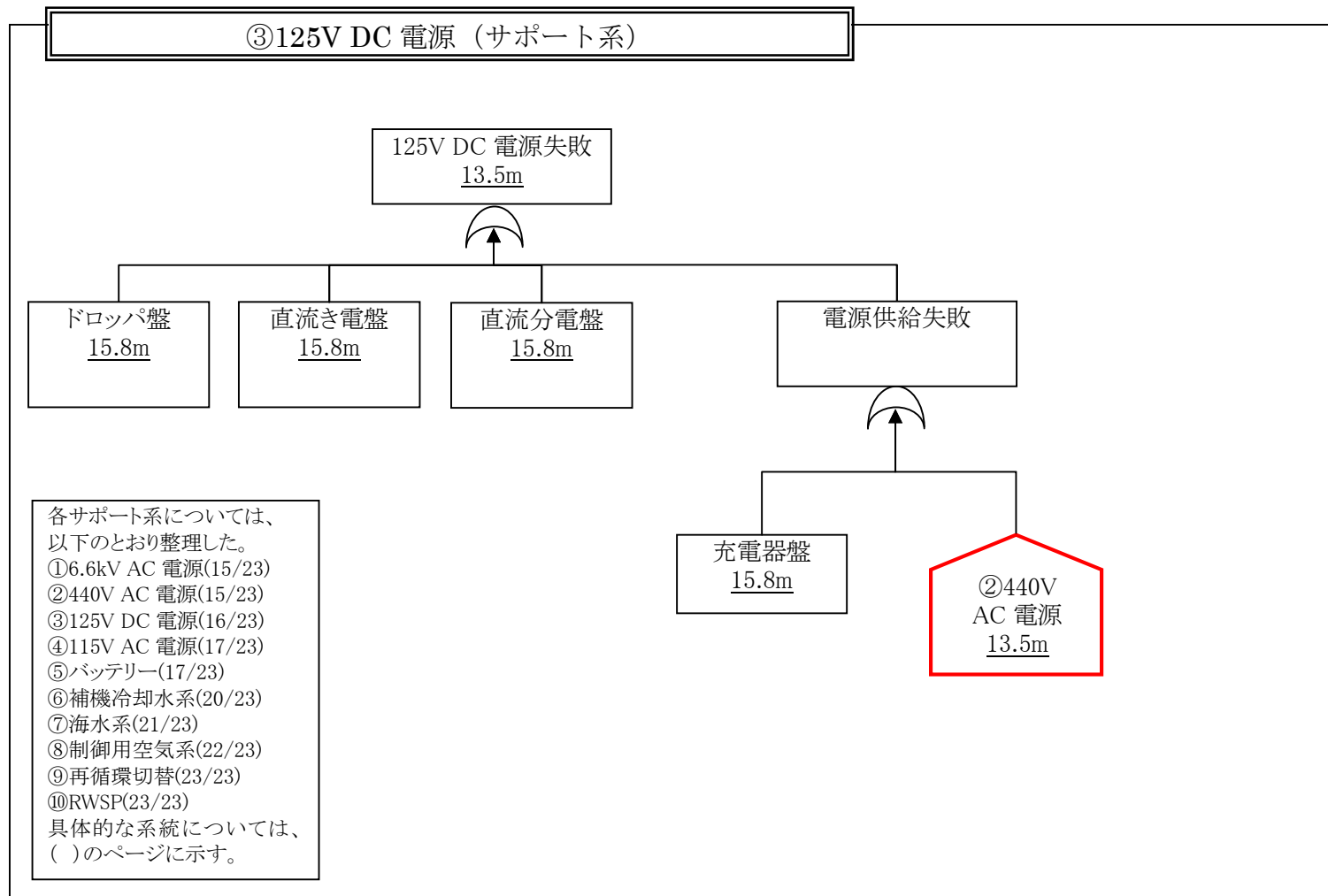


各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

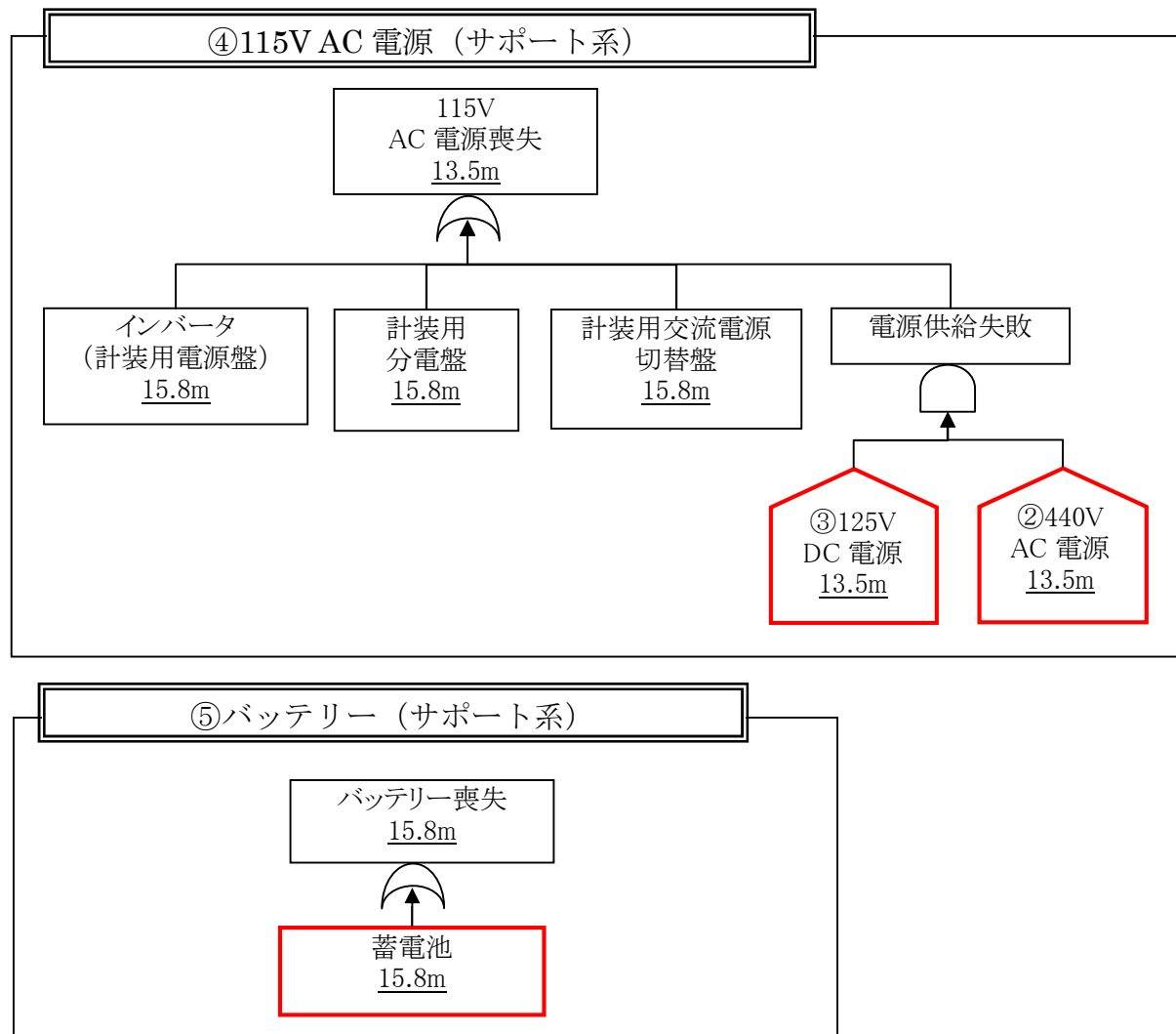


各サポート系については、
以下のとおり整理した。
①6.6kV AC 電源(15/23)
②440V AC 電源(15/23)
③125V DC 電源(16/23)
④115V AC 電源(17/23)
⑤バッテリー(17/23)
⑥補機冷却水系(20/23)
⑦海水系(21/23)
⑧制御用空気系(22/23)
⑨再循環切替(23/23)
⑩RWSP(23/23)
具体的な系統については、
()のページに示す。

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)

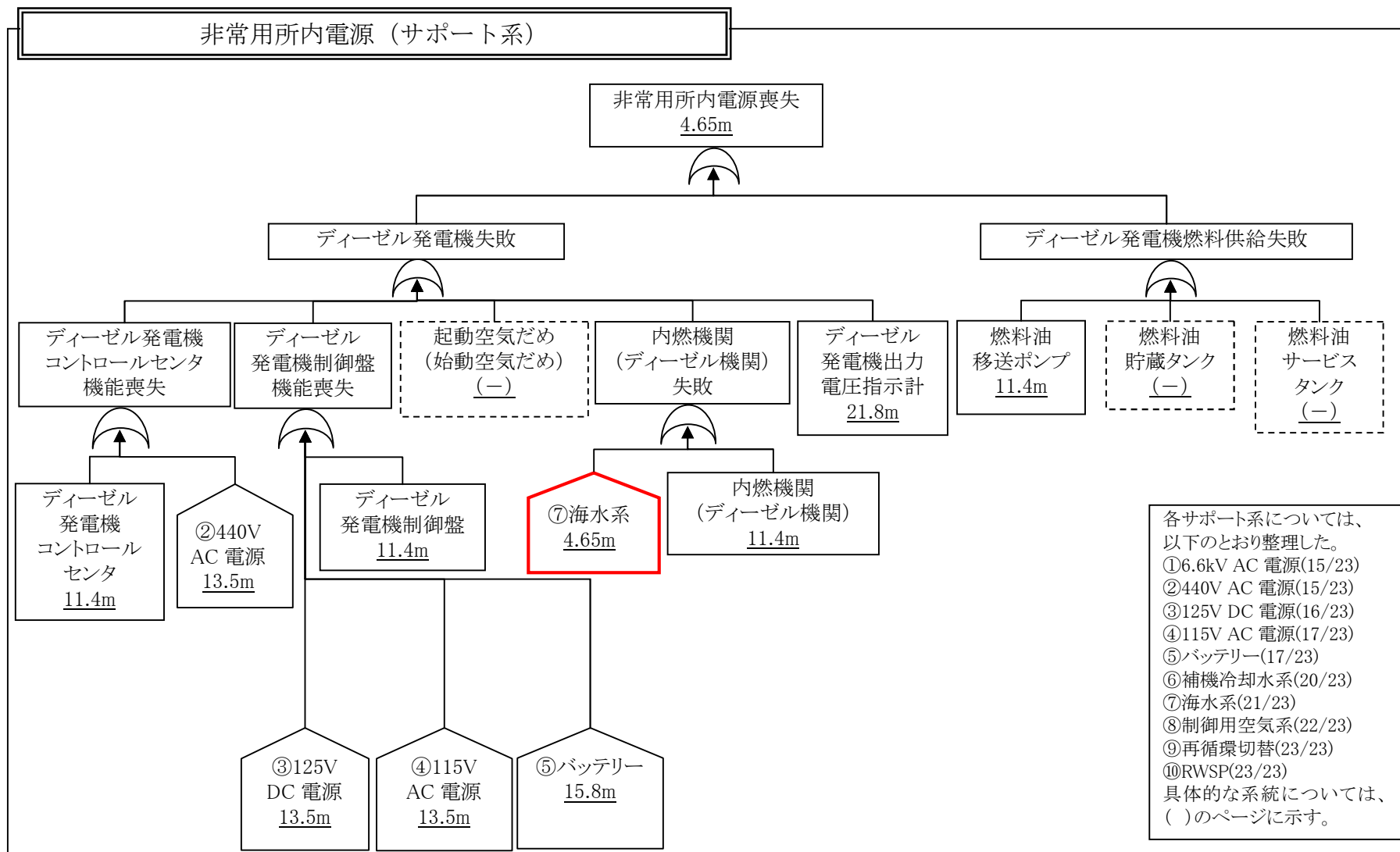


各サポート系については、以下のとおり整理した。

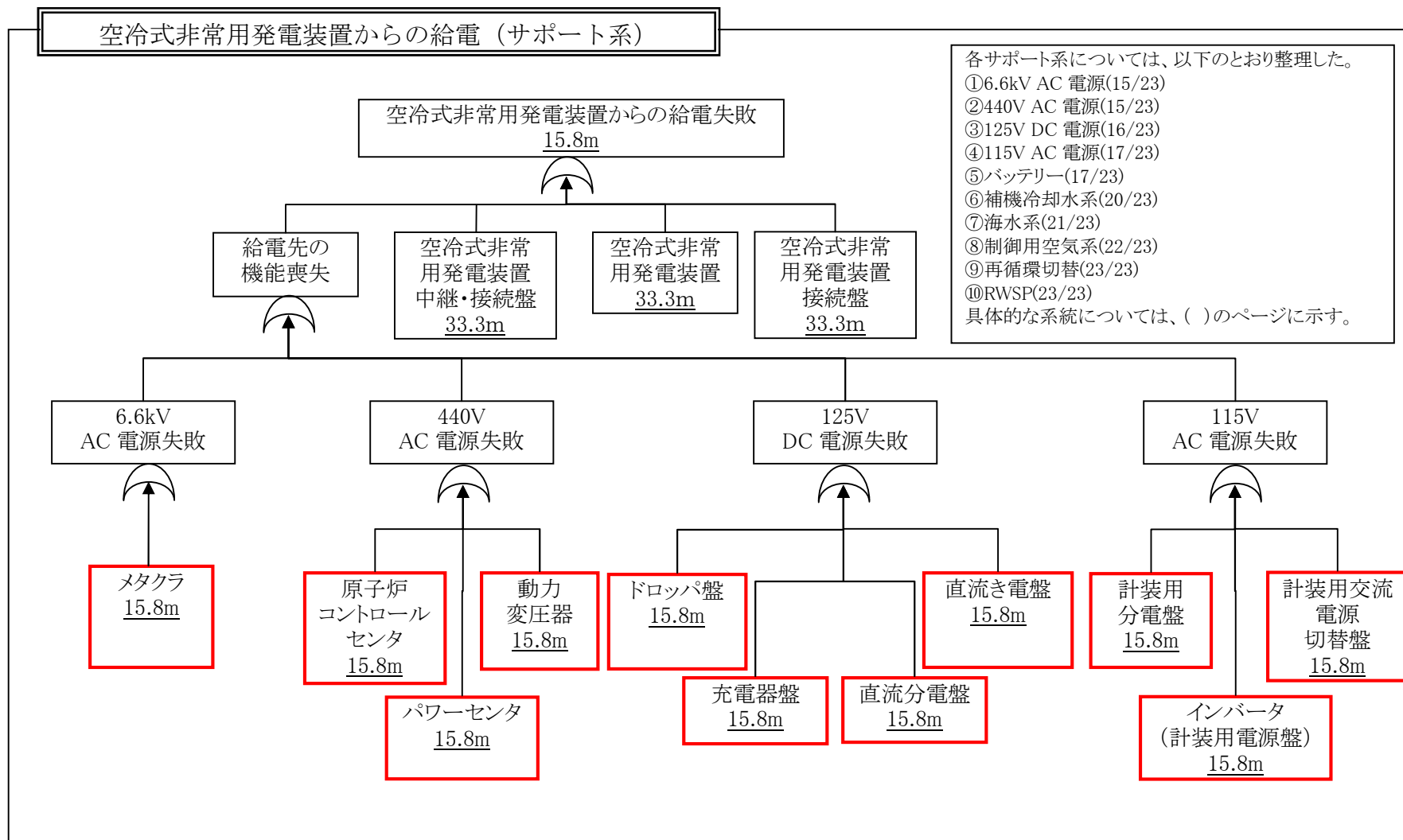
- ①6.6kV AC 電源(15/23)
- ②440V AC 電源(15/23)
- ③125V DC 電源(16/23)
- ④115V AC 電源(17/23)
- ⑤バッテリー(17/23)
- ⑥補機冷却水系(20/23)
- ⑦海水系(21/23)
- ⑧制御用空気系(22/23)
- ⑨再循環切替(23/23)
- ⑩RWSP(23/23)

具体的な系統については、()のページに示す。

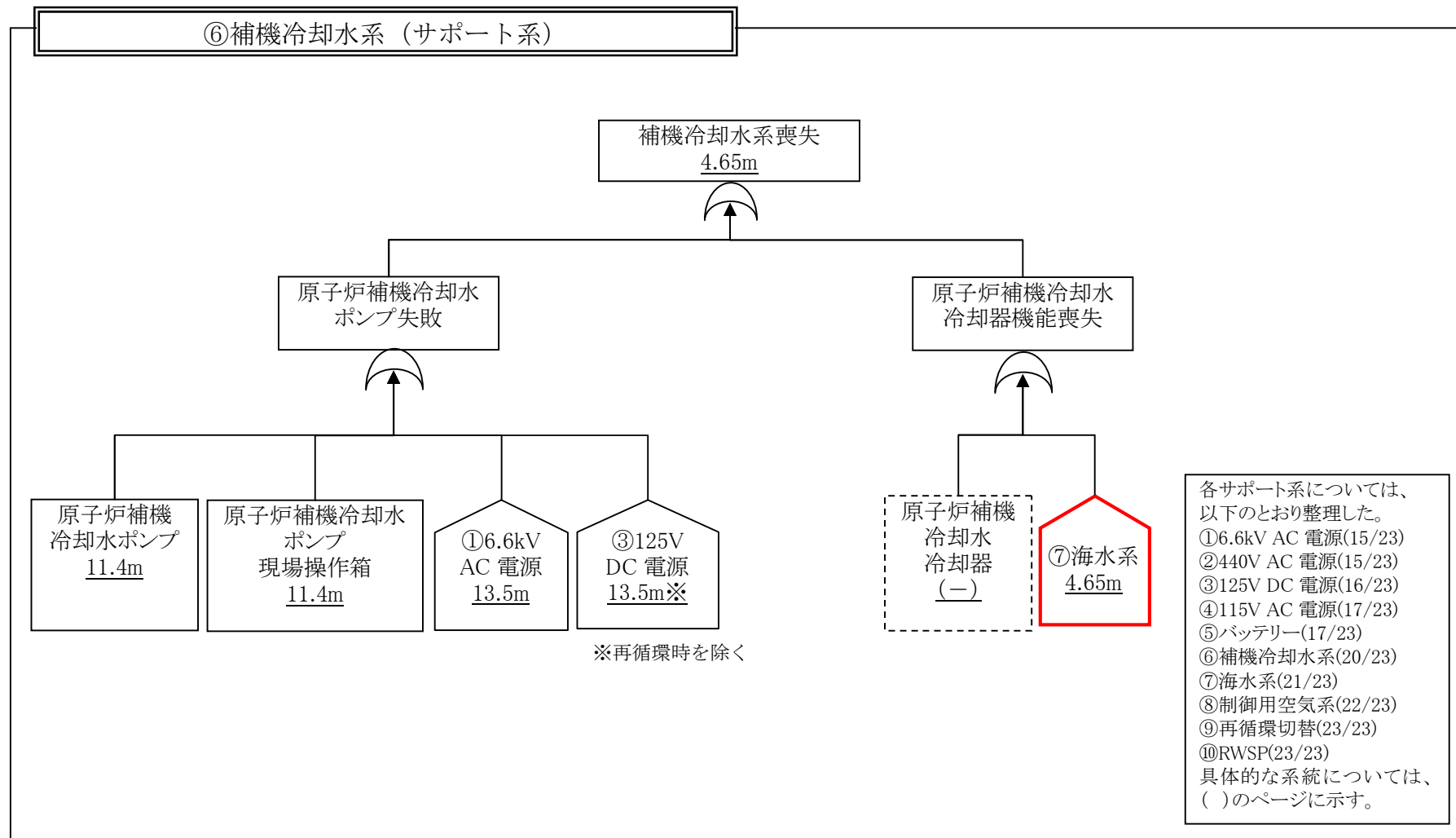
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)



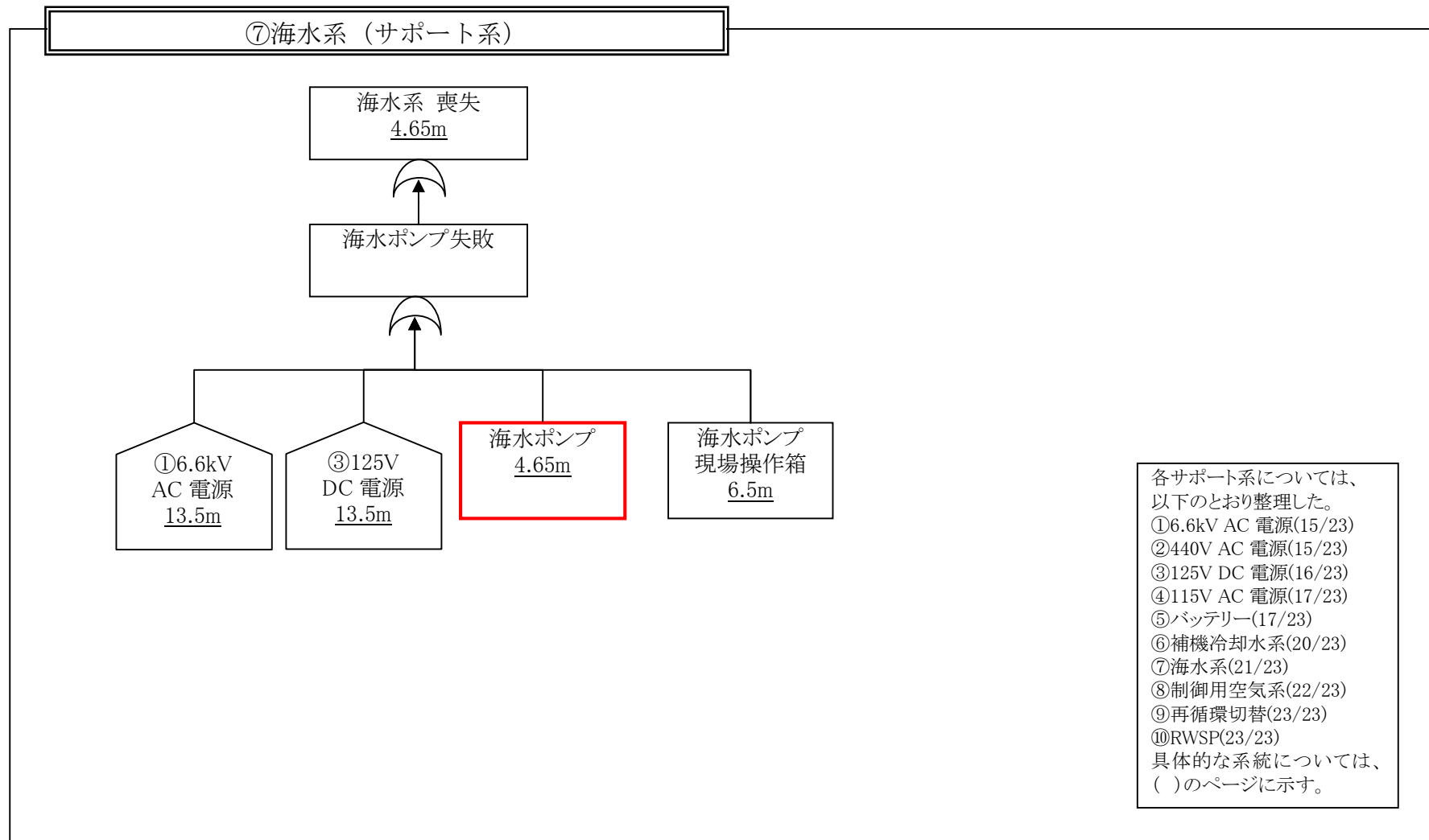
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)



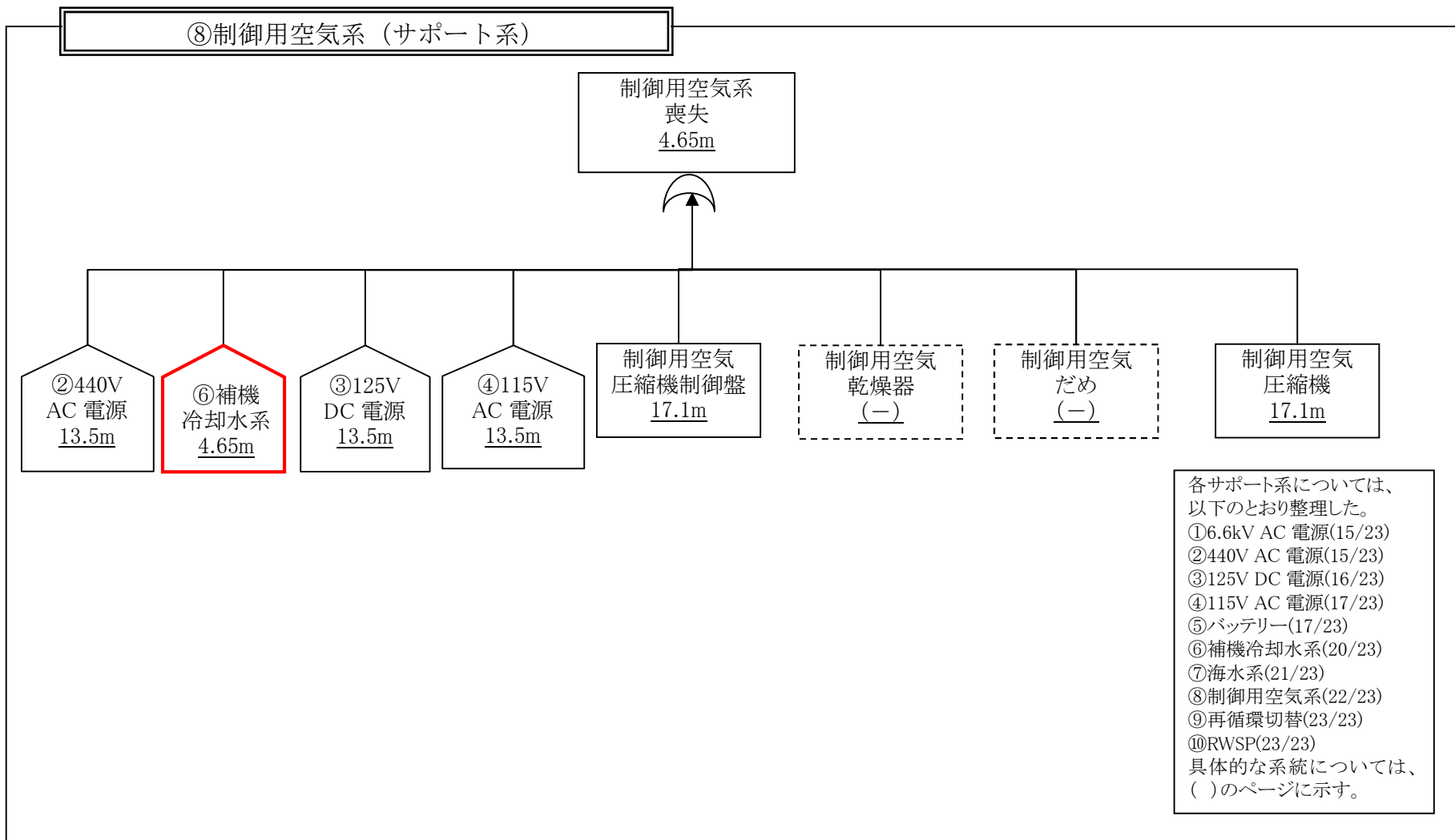
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)



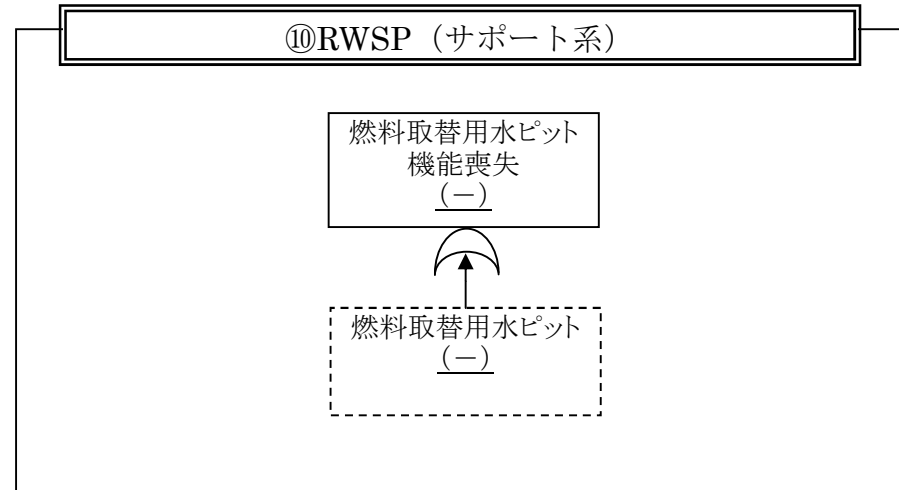
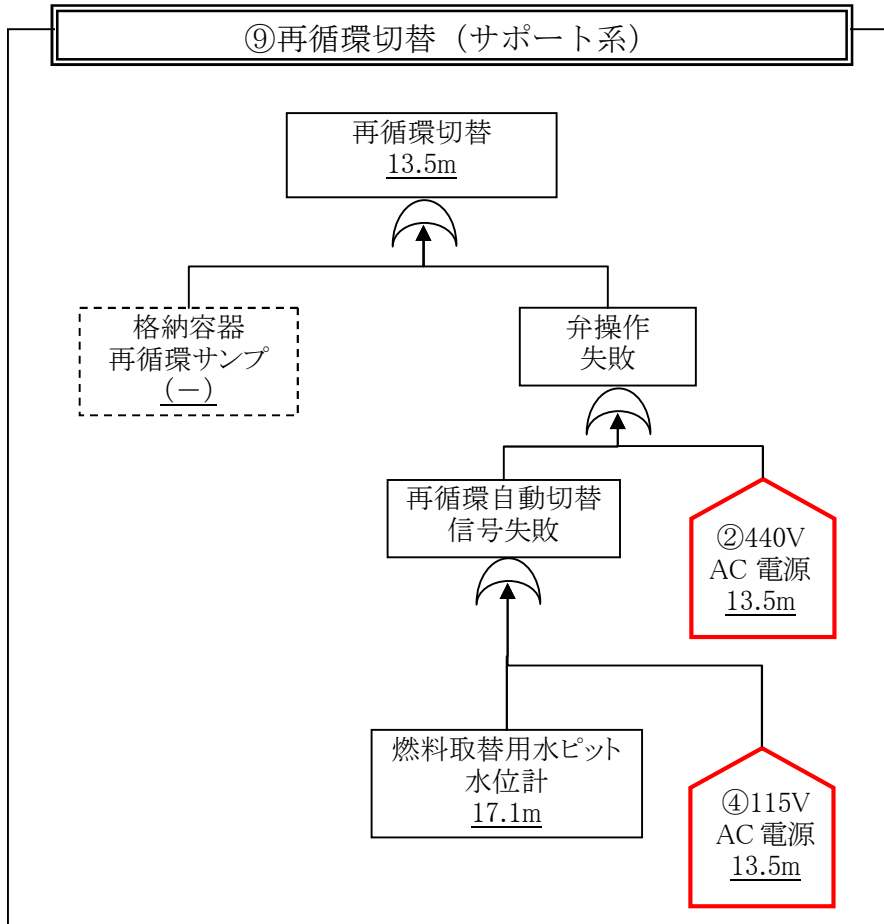
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）



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)



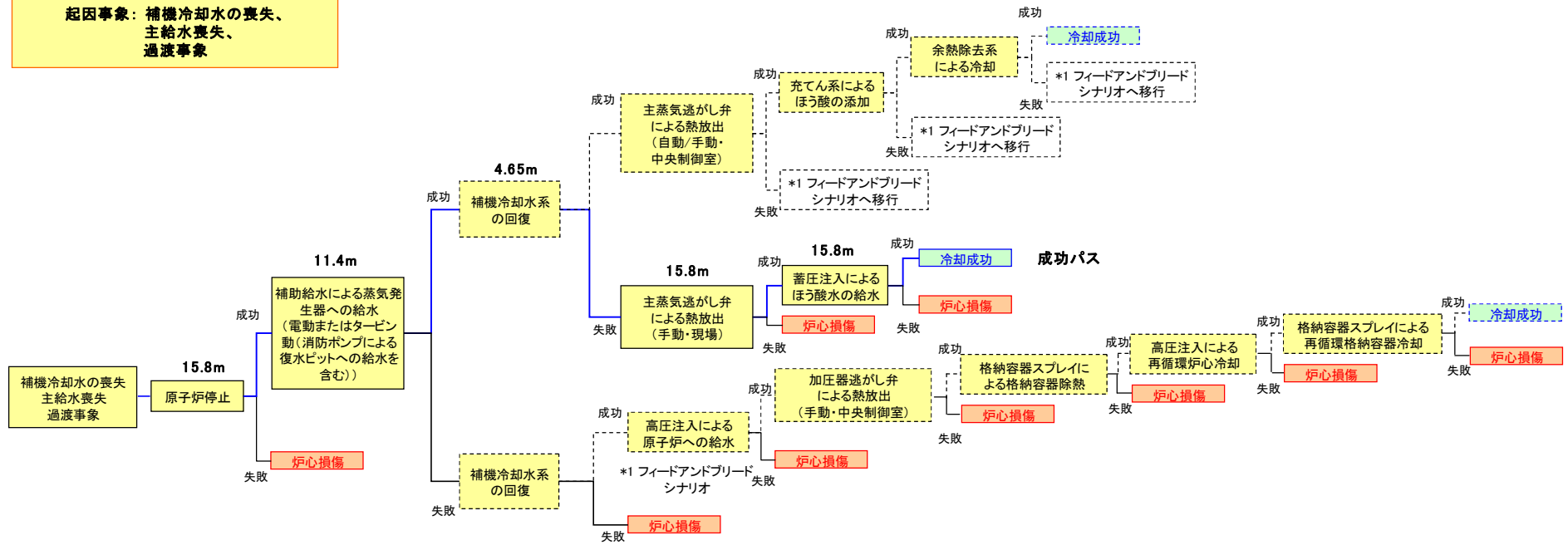
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC 電源(15/23)
- ②440V AC 電源(15/23)
- ③125V DC 電源(16/23)
- ④115V AC 電源(17/23)
- ⑤バッテリー(17/23)
- ⑥補機冷却水系(20/23)
- ⑦海水系(21/23)
- ⑧制御用空気系(22/23)
- ⑨再循環切替(23/23)
- ⑩RWSP(23/23)

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：補機冷却水の喪失、
主給水喪失、
過渡事象



※：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、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エ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エ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、最終的なクリフエ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エ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、最終的なクリフエ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エッジとして評価する。

2. クリフエ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[min]、 T : 津波周期[min]、
 B : 当該区画の浸水口高さ[m]、 H : 津波高さ[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[m]、 t' : 時刻[min]、
 T : 津波周期[min]、 B : 当該区画の浸水口高さ[m]、
 H : 津波高さ[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[m^3/h]、 C : 流量係数[$-$]、
 A : 流入面積[m^2]、 g : 重力加速度(9.8)[m/s^2]、
 h : 浸水口に対する津波の水位[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[m³/h]、 A' ：定数[m^{5/2}/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、その高さをクリフエッジとしての許容津波高さとして特定する。

3. 最大の許容津波高さとなる収束シナリオ（成功パス）とその許容津波高さで影響を受ける設備について

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）は、以下のとおりである。

原子炉停止に成功し、補助給水による蒸気発生器への給水、主蒸気逃し弁による熱放出（手動・現場）ならびに蓄圧注入によるほう酸水の給水に成功するというシナリオである。

このシナリオにおいて、許容津波高さの最も小さい設備は、電動及びタービン動補助給水ポンプであることから、電動及びタービン動補助給水ポンプを対象に、浸水量評価を行い、クリフエッジとしての許容津波高さを再評価する。

4. 電動及びタービン動補助給水ポンプに対する浸水量評価結果について

電動及びタービン動補助給水ポンプが設置されている区画への浸水にかかる考え方は以下のとおりである。

- ・当該プラントは、若狭湾からの津波に対して、山が取り囲むような配置となっている。
- ・津波は、東側にある取水口方向から敷地に対して浸入すると考えられるが、建屋外部に面した扉及びシャッターは津波に正対していない。

以上のことから、建屋外部に面した扉及びシャッターの破損は想定しない。また、浸水経路となる制御建屋の建屋外部に面した扉・シャッターの前面に

は、防潮扉を設置しており、これにより建屋内部への浸水はほとんど無いと考えられるが、既存扉へのシール施工と同等の水密性であると保守的に仮定し、防潮扉からの浸水量を式(4)を用いて計算する。

まず、電動及びタービン動補助給水ポンプの許容津波高さとして設定した津波高さ 11.4m に対して浸水量評価を行った。

浸水継続時間については、その津波高さと同高さ (浸水口) 高さ 10.0m から、式(1)より 4.8 分と算出できる。この浸水継続時間中の浸水量は式(4)より 0.13 m³ となった。

さらに、防潮扉と扉・シャッターの間へ漏れいした水は、隙間から建屋内部に浸水するが、保守的に出入り口付近 (61.2m²) のみに全量が浸水したと仮定して評価しても、浸水高さは 0.3cm であった。

つまり、制御建屋内の出入り口付近が 0.3cm 程度浸水するだけであり、電動及びタービン動補助給水ポンプは浸水せず機能喪失しないと評価できる。

よって、許容津波高さとして設定した津波高さ 11.4m 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、電動及びタービン動補助給水ポンプの許容津波高さは、11.4m と評価できる。

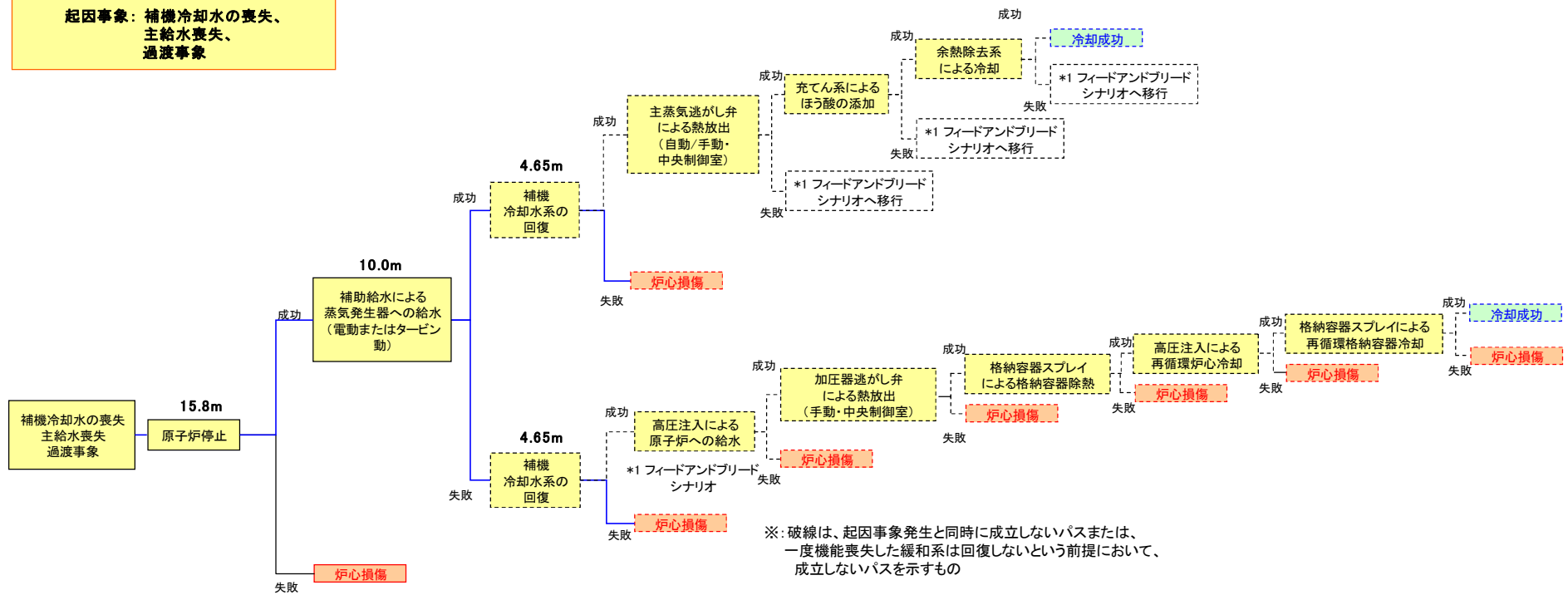
5. その他の設備等に対する浸水量評価について

上述したように、電動及びタービン動補助給水ポンプの浸水口の高さは、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であり、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、電動及びタービン動補助給水ポンプが浸水することから、電動及びタービン動補助給水ポンプ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、11.4m と評価する。

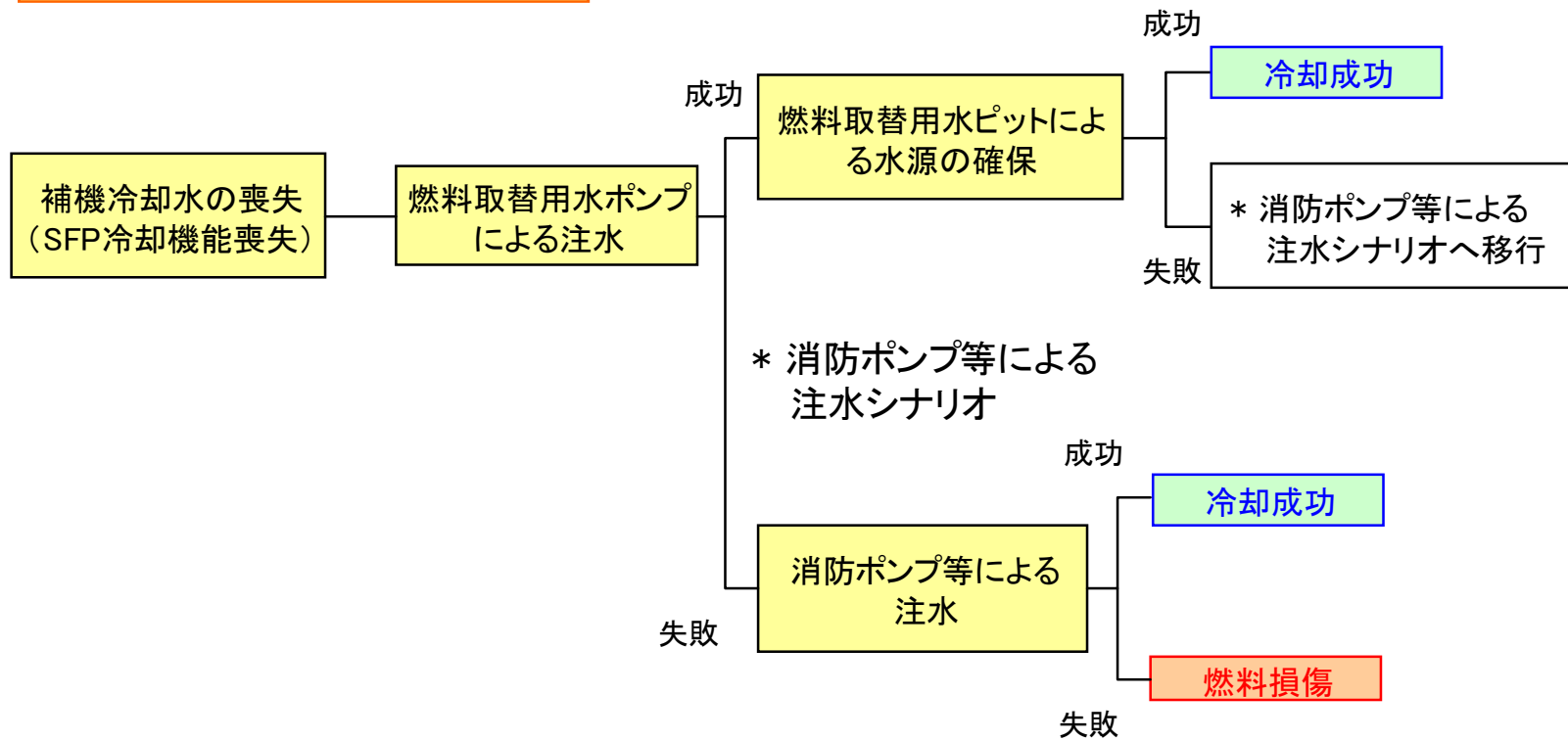
起因事象：補機冷却水の喪失、
主給水喪失、
過渡事象



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)

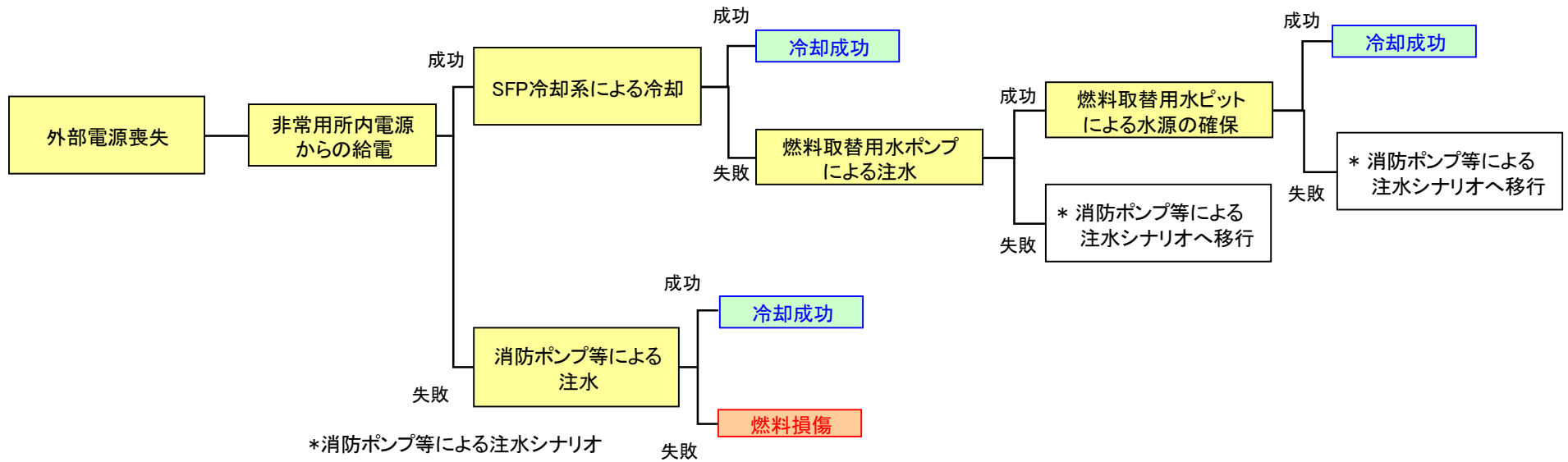
起因事象：SFP冷却機能喪失

起因事象：補機冷却水の喪失



各起因事象におけるイベントツリー（津波：SFP燃料損傷）

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）

S F P 冷却機能喪失、補機冷却水の喪失

		フロントライン系		
		燃料取替用水ポンプによる注水	燃料取替用水ピットによる水源の確保	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			
	制御用空気系			
	再循環切替			
	RWSP			

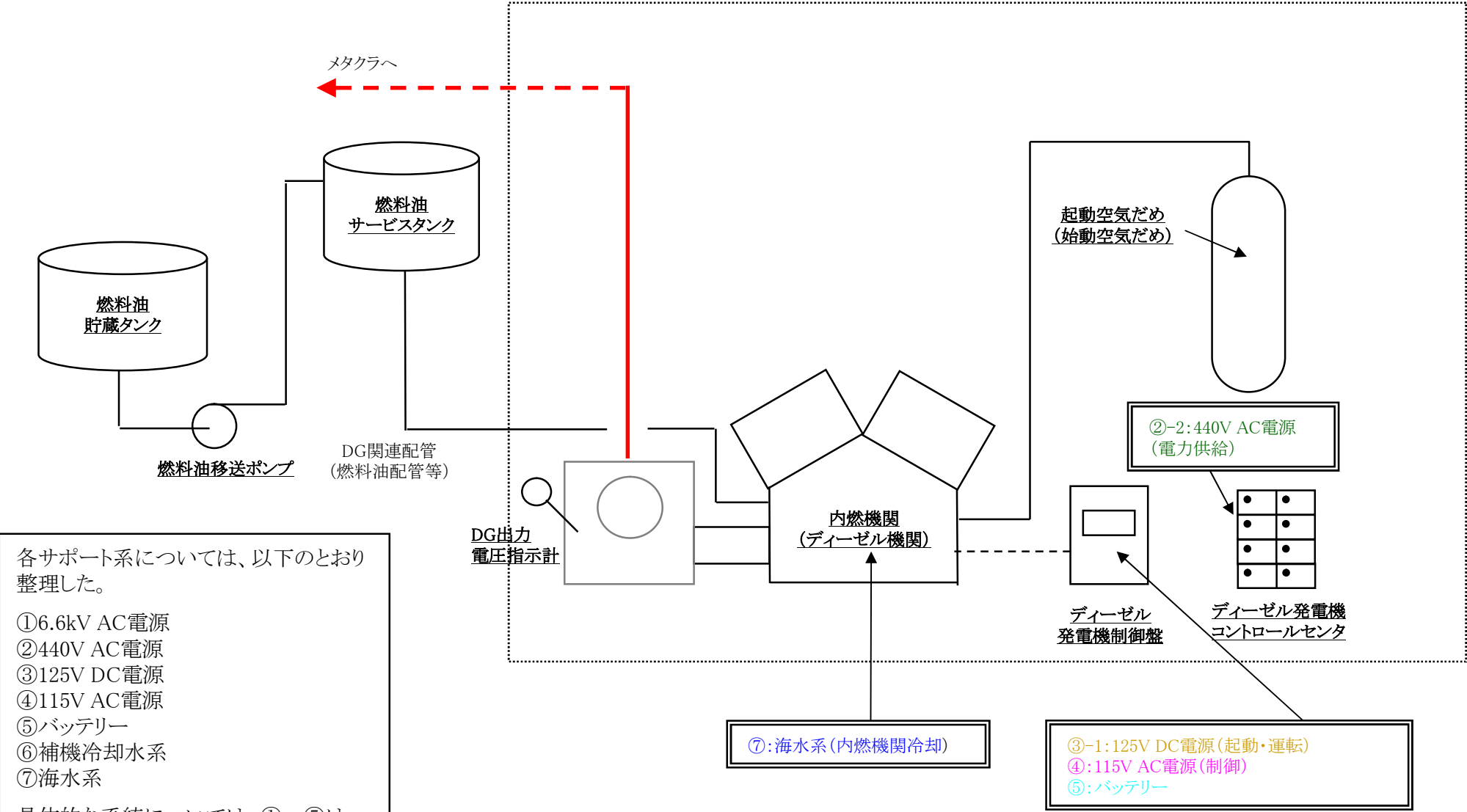
フロントライン系とサポート系の関連表（津波：S F P 燃料損傷）

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	燃料取替用水ピットに 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	○	○	○		
	制御用空気系					
	再循環切替					
	RWSP					

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)



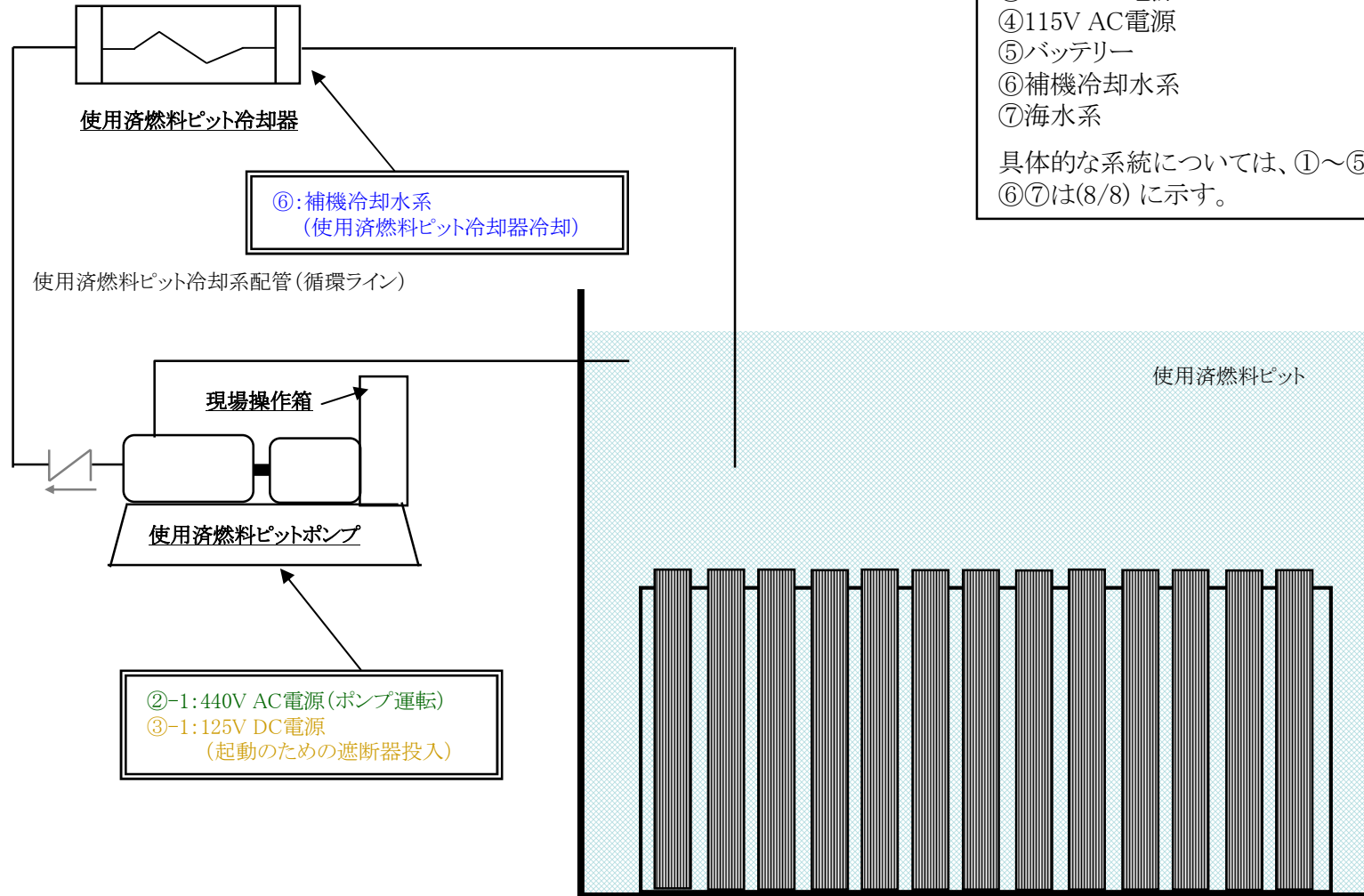
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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)

使用済燃料ピット冷却系による冷却(フロントライン系)



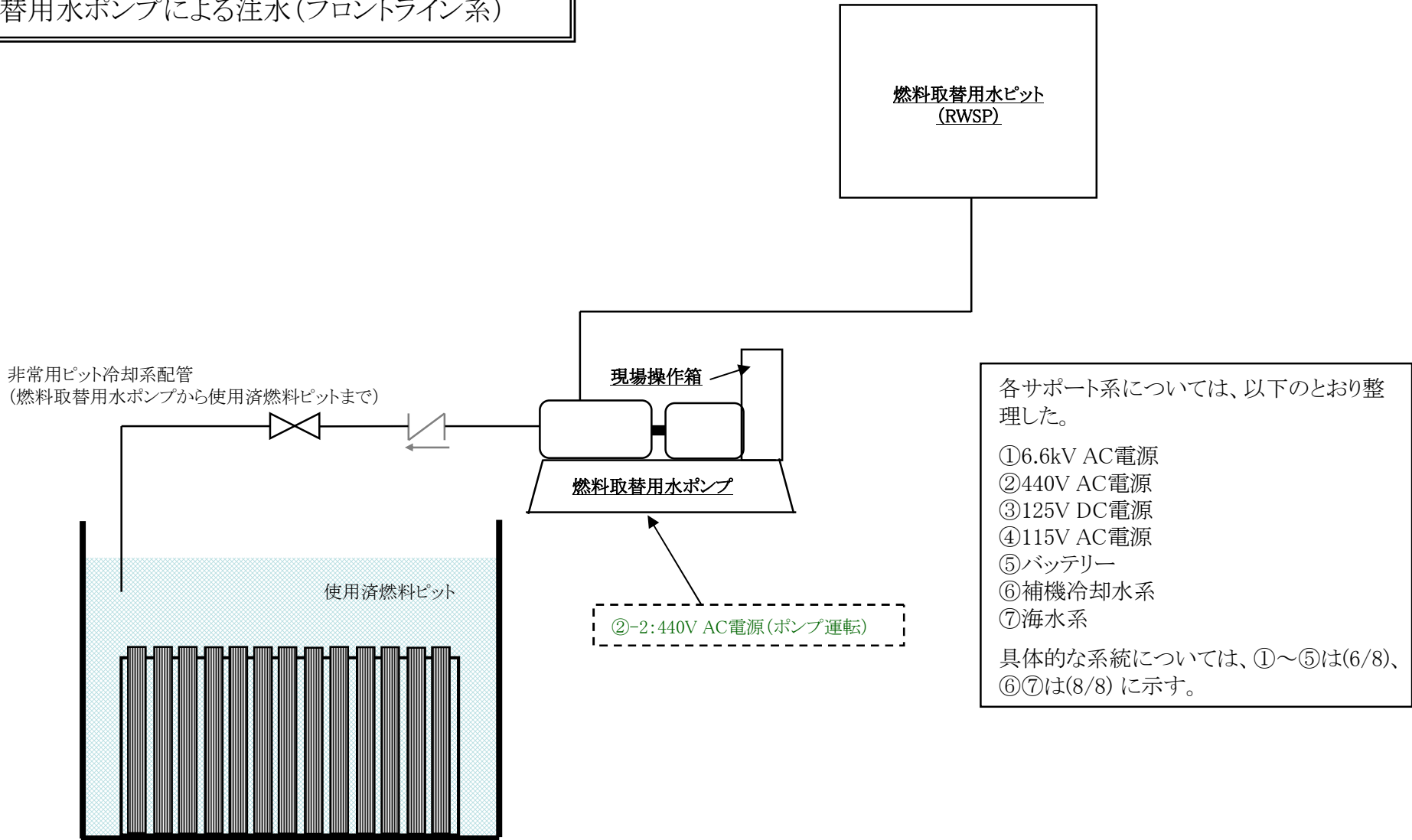
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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)



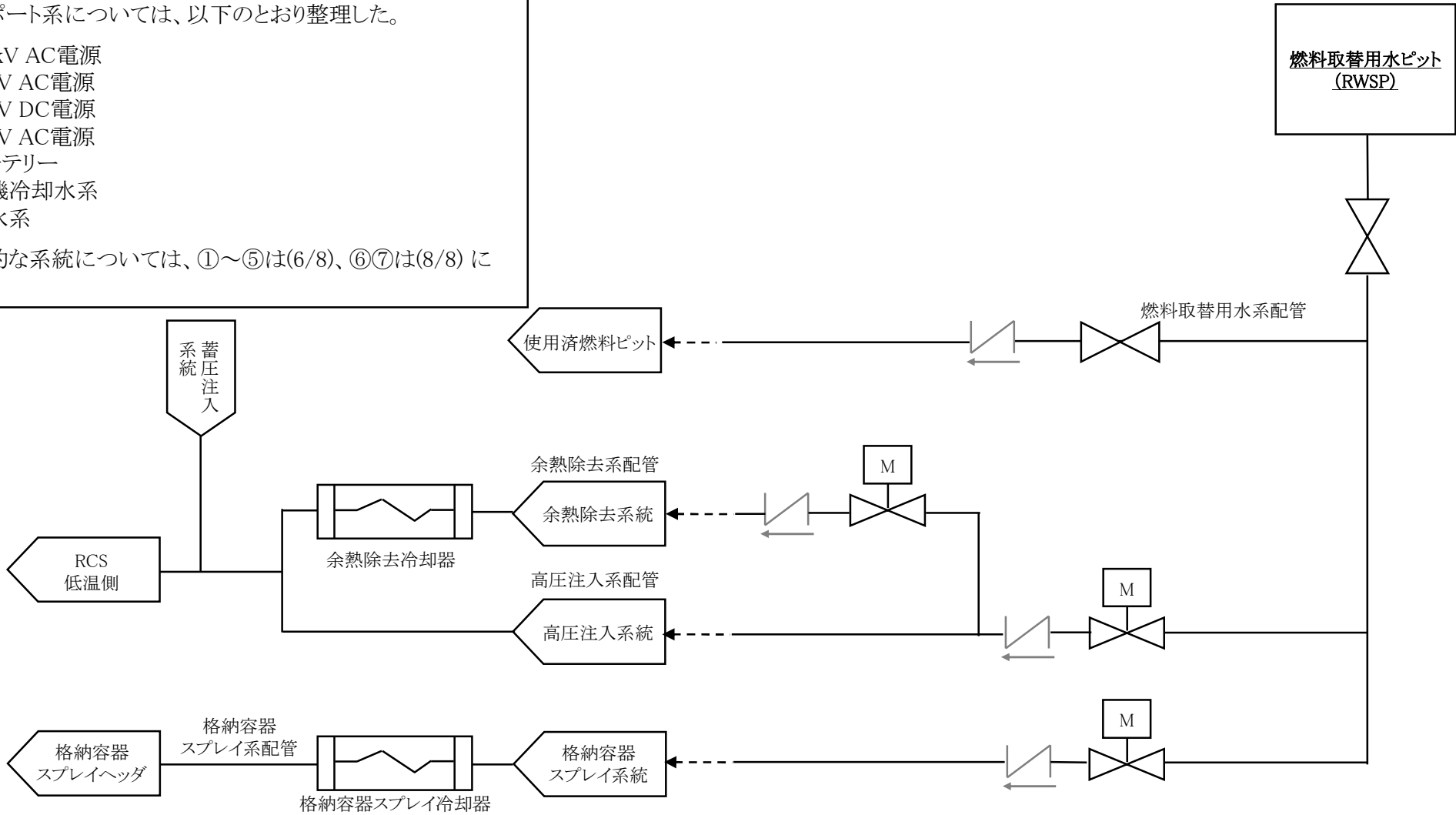
各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

燃料取替用水ピットによる水源の確保(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。

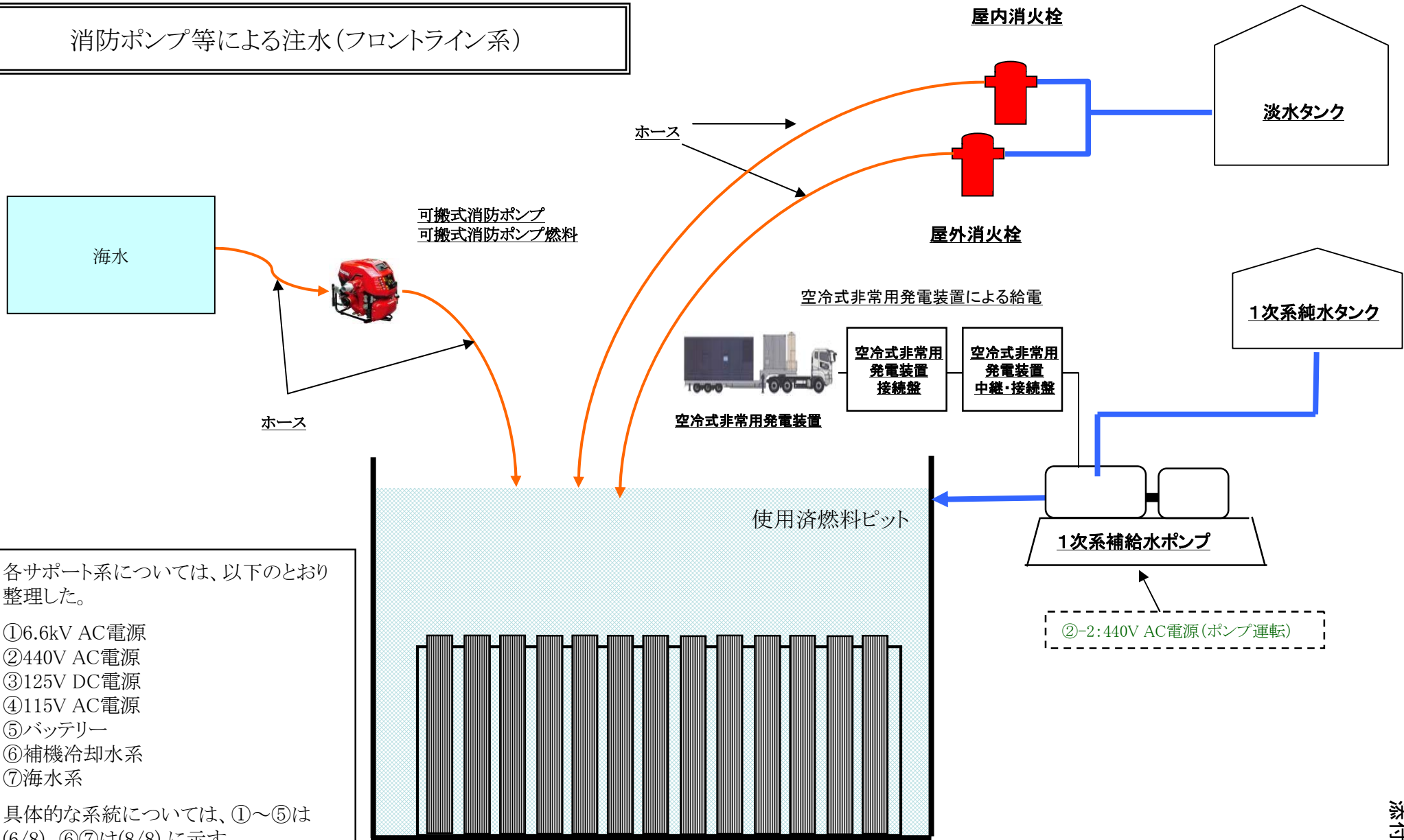
- ①6.6kV AC電源
- ②440V AC電源
- ③125V DC電源
- ④115V AC電源
- ⑤バッテリー
- ⑥補機冷却水系
- ⑦海水系

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)



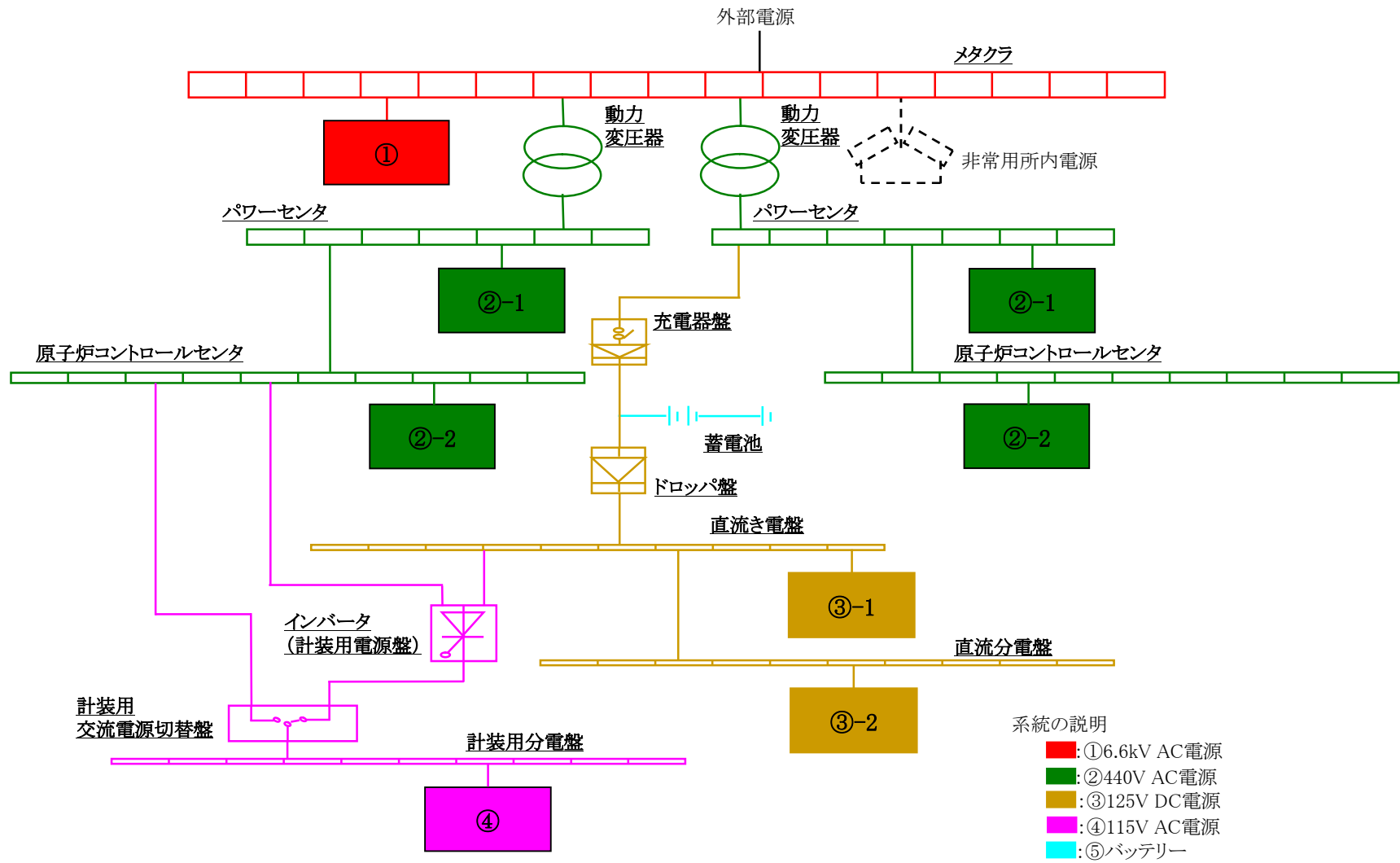
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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)

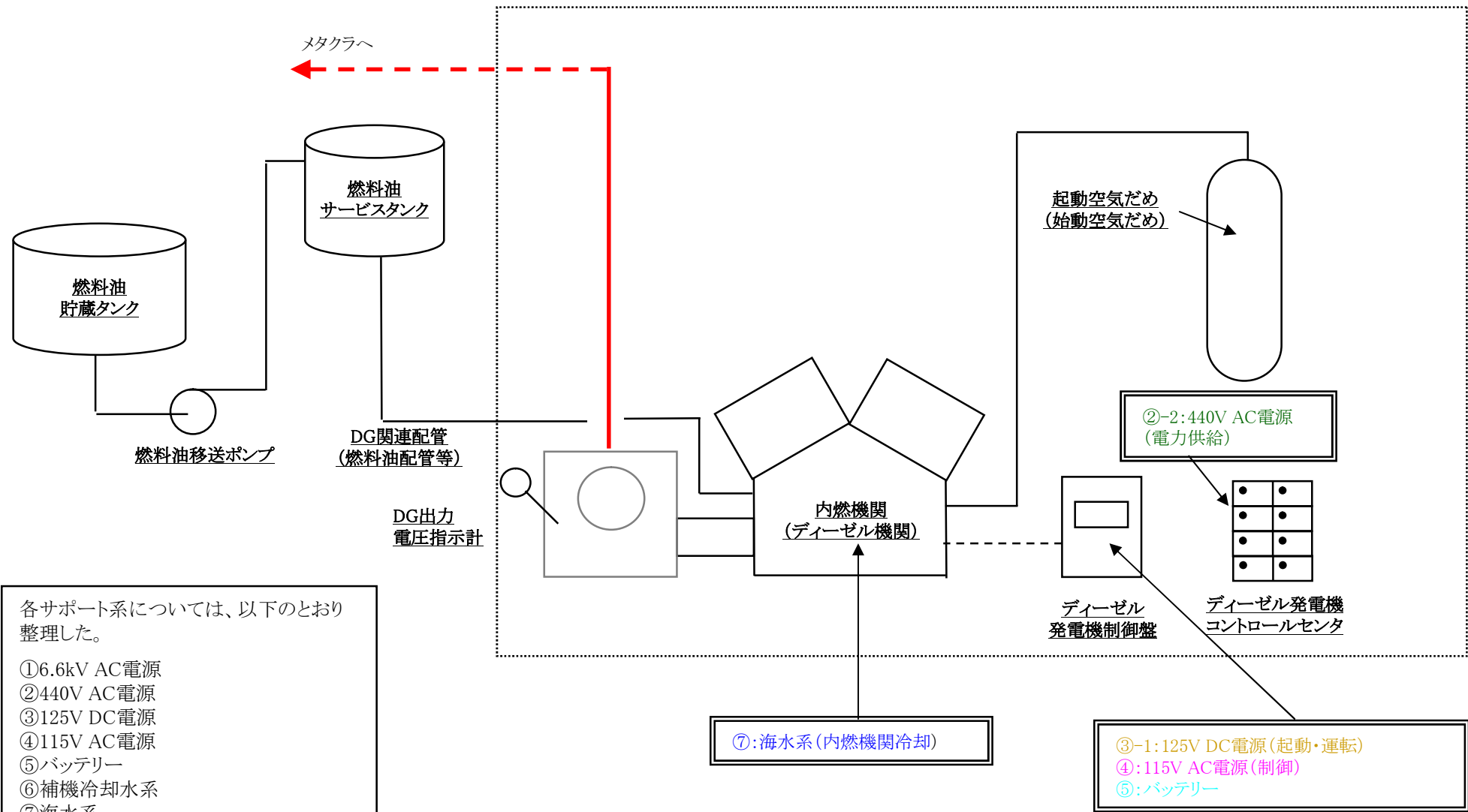
①6.6kV AC電源、②440V AC電源、③125V DC電源、
④115V AC電源、⑤バッテリー（サポート系）



系統の説明
■: ①6.6kV AC電源
■: ②440V AC電源
■: ③125V DC電源
■: ④115V AC電源
■: ⑤バッテリー

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)



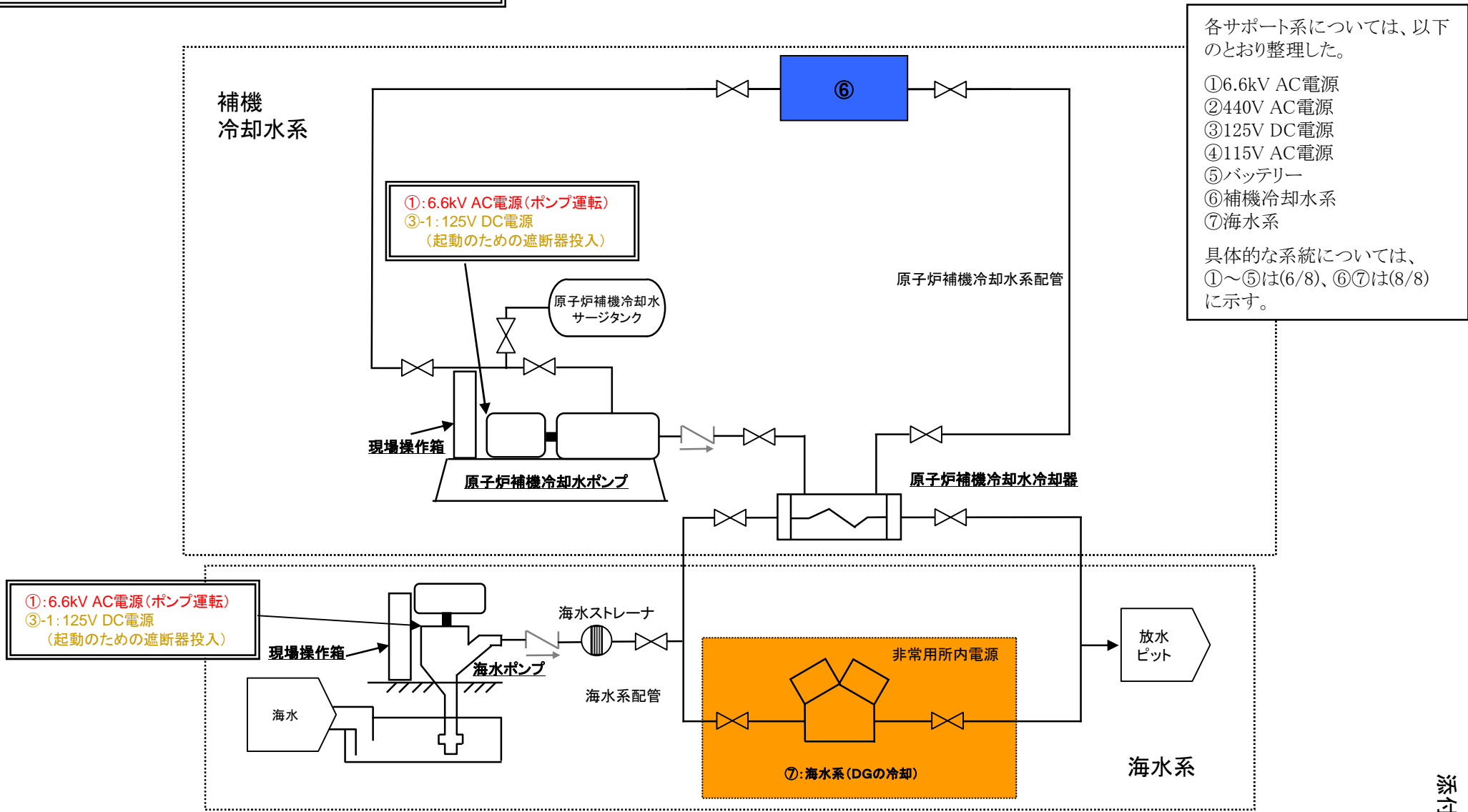
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- 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

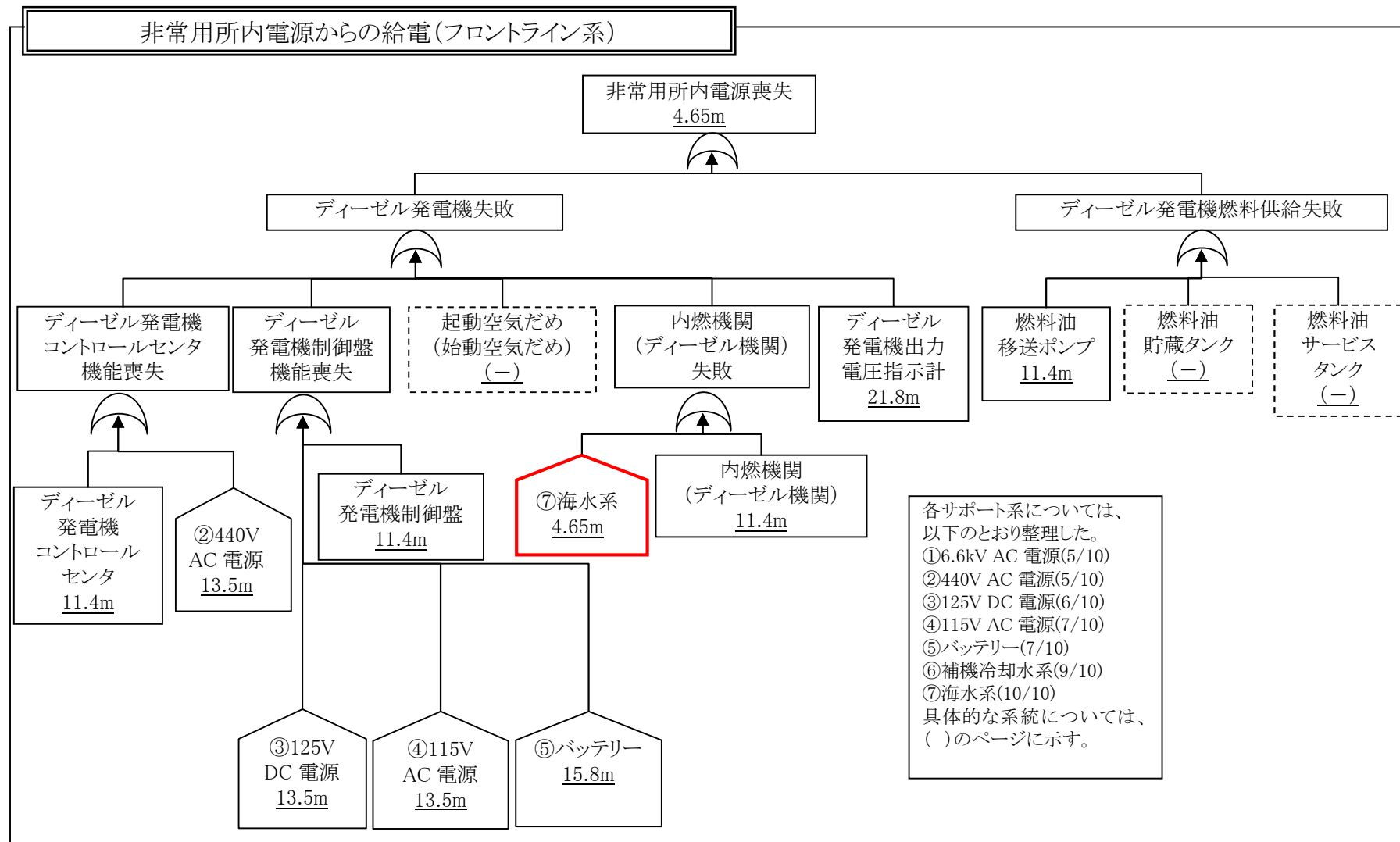
具体的な系統については、①～⑤は(6/8)、⑥⑦は(8/8)に示す。

各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

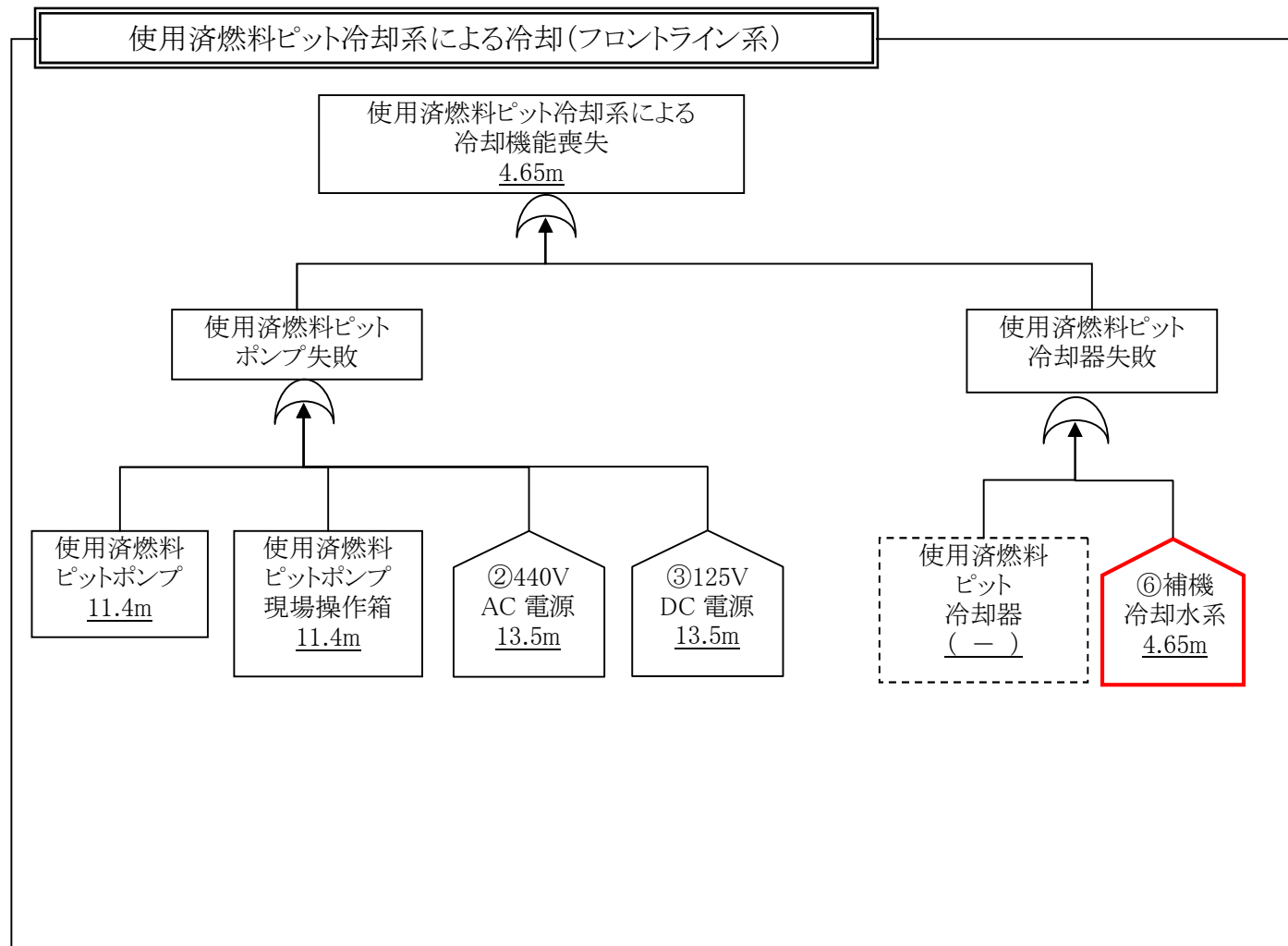
⑥補機冷却水系、⑦海水系(サポート系)



各影響緩和機能の系統図(津波:SFP燃料損傷)

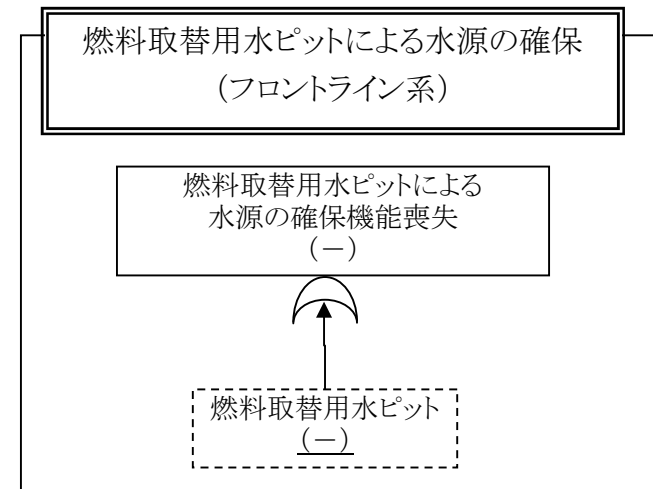
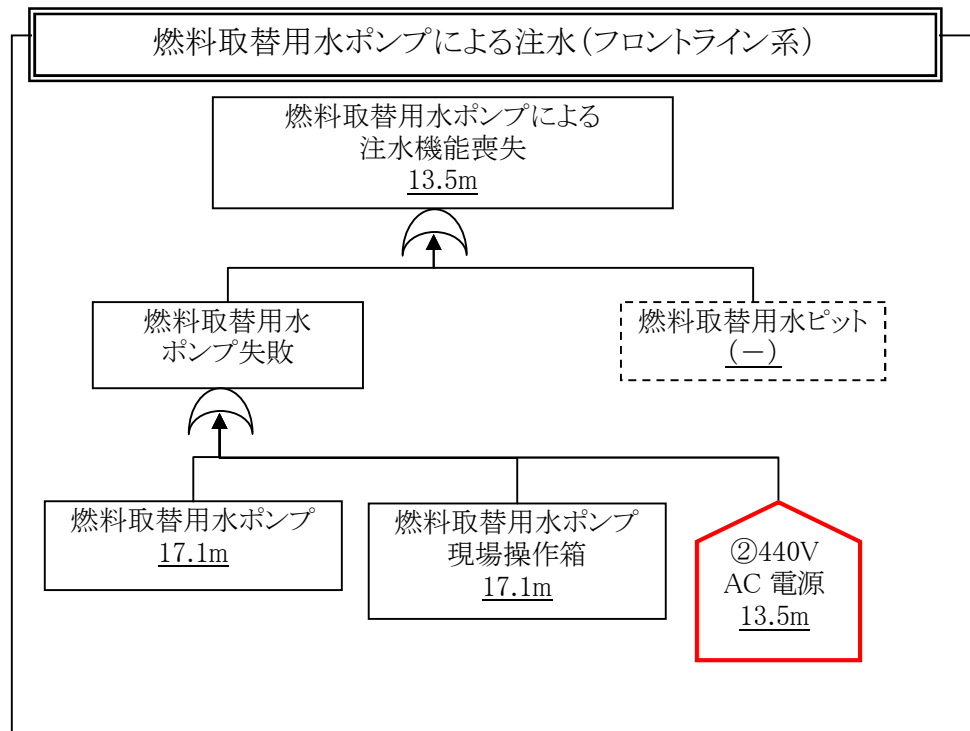


各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：SFP燃料損傷)



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)

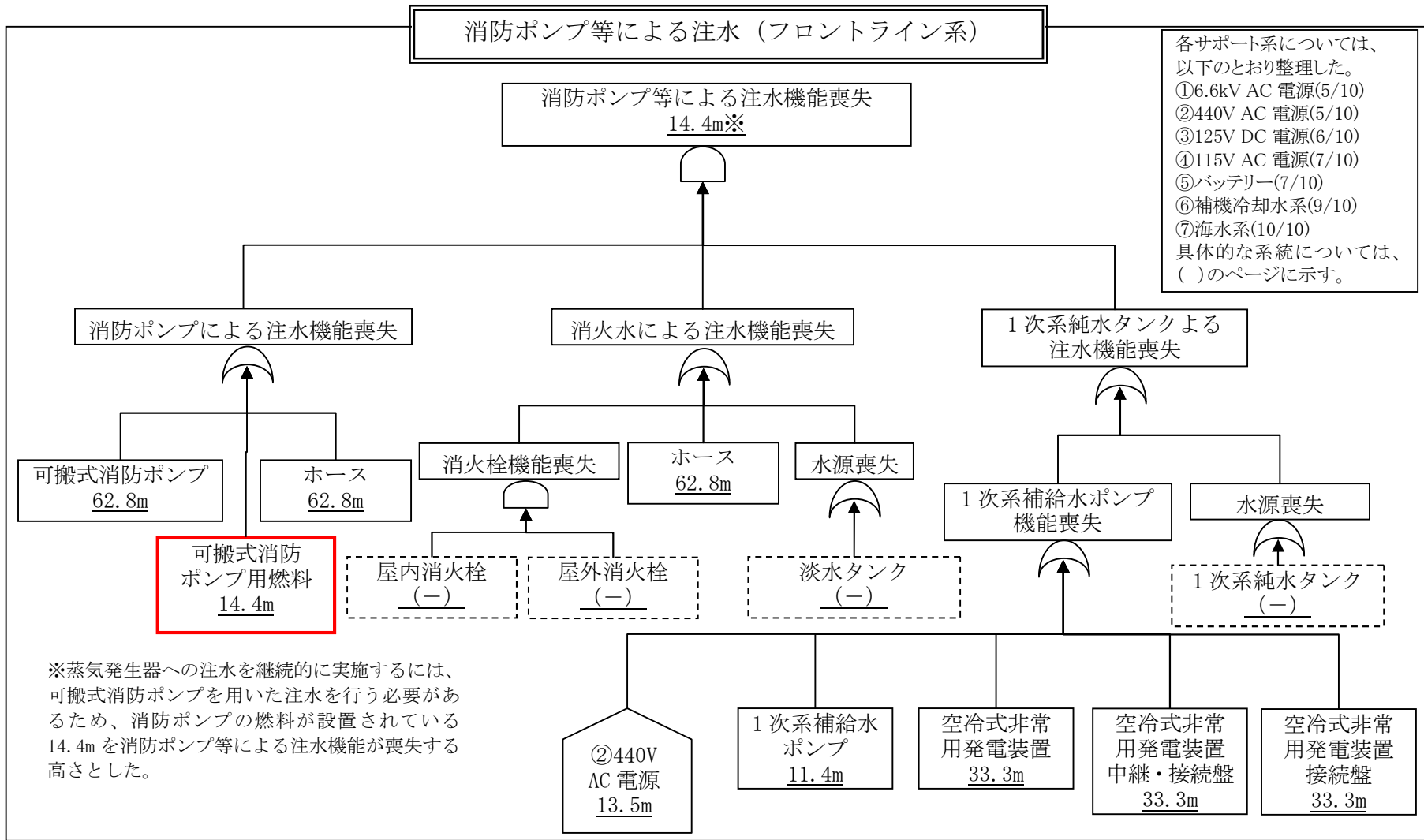


各サポート系については、以下のとおり整理した。

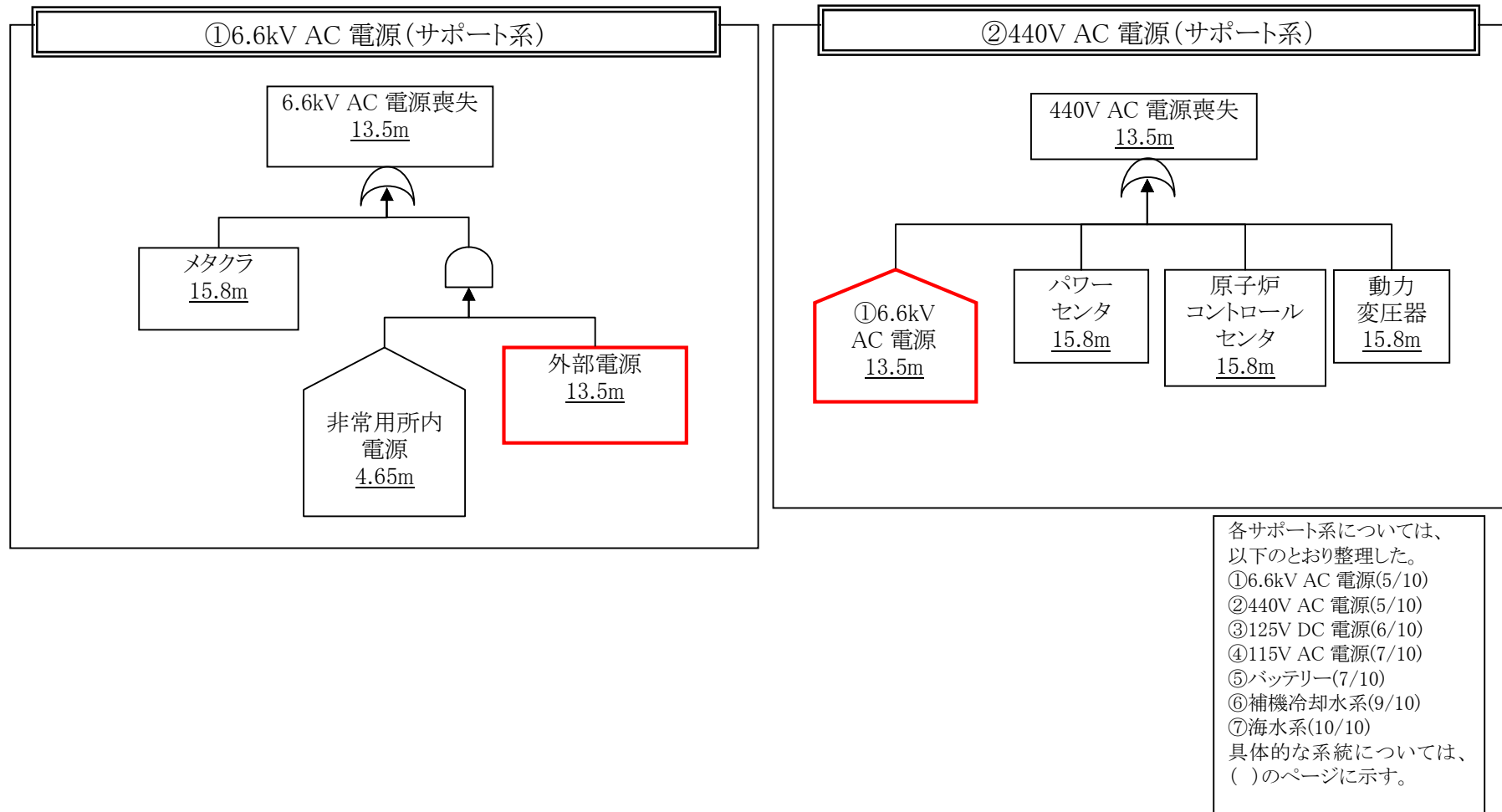
- ①6.6kV AC 電源(5/10)
- ②440V AC 電源(5/10)
- ③125V DC 電源(6/10)
- ④115V AC 電源(7/10)
- ⑤バッテリー(7/10)
- ⑥補機冷却水系(9/10)
- ⑦海水系(10/10)

具体的な系統については、()のページに示す。

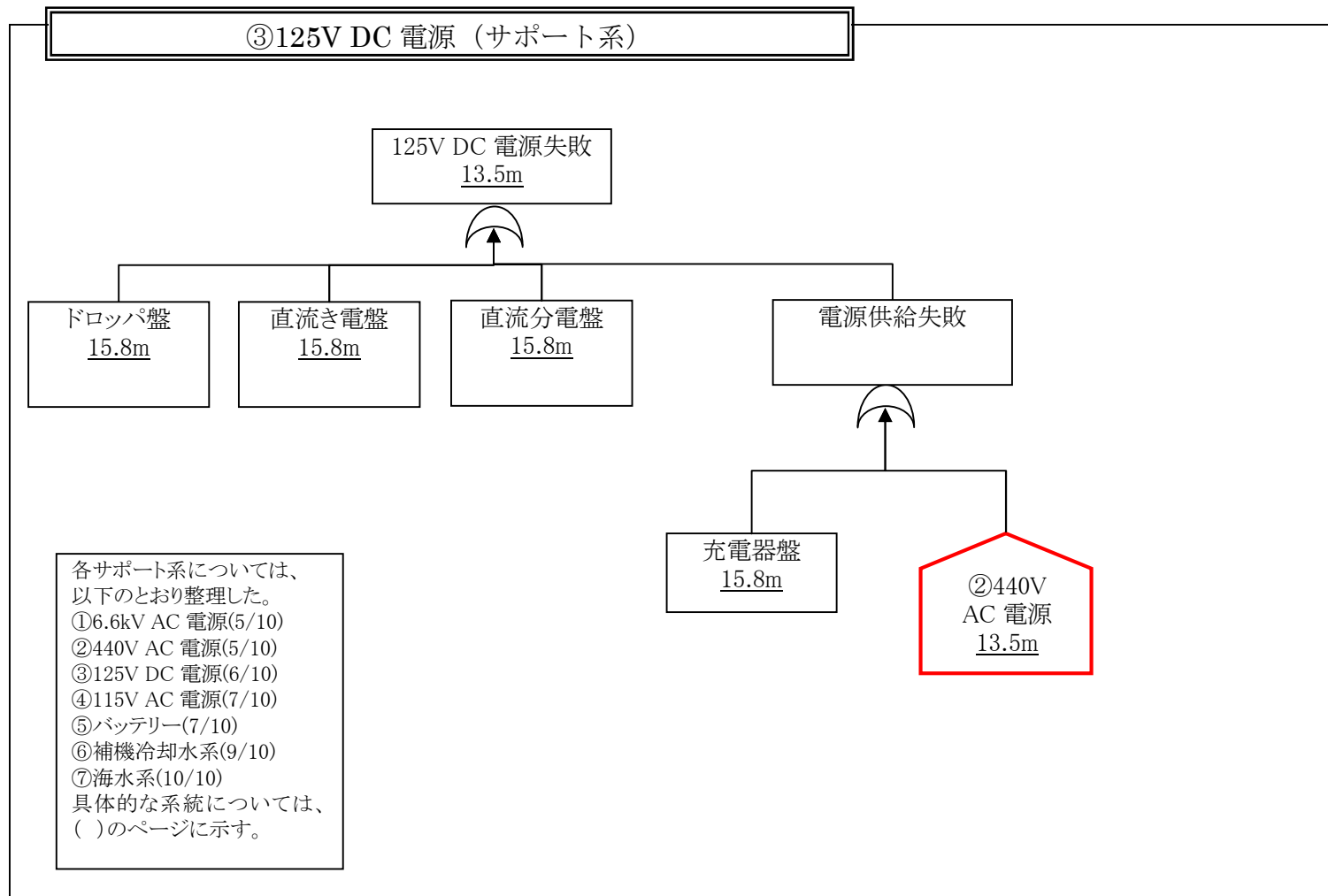
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：SFP 燃料損傷)



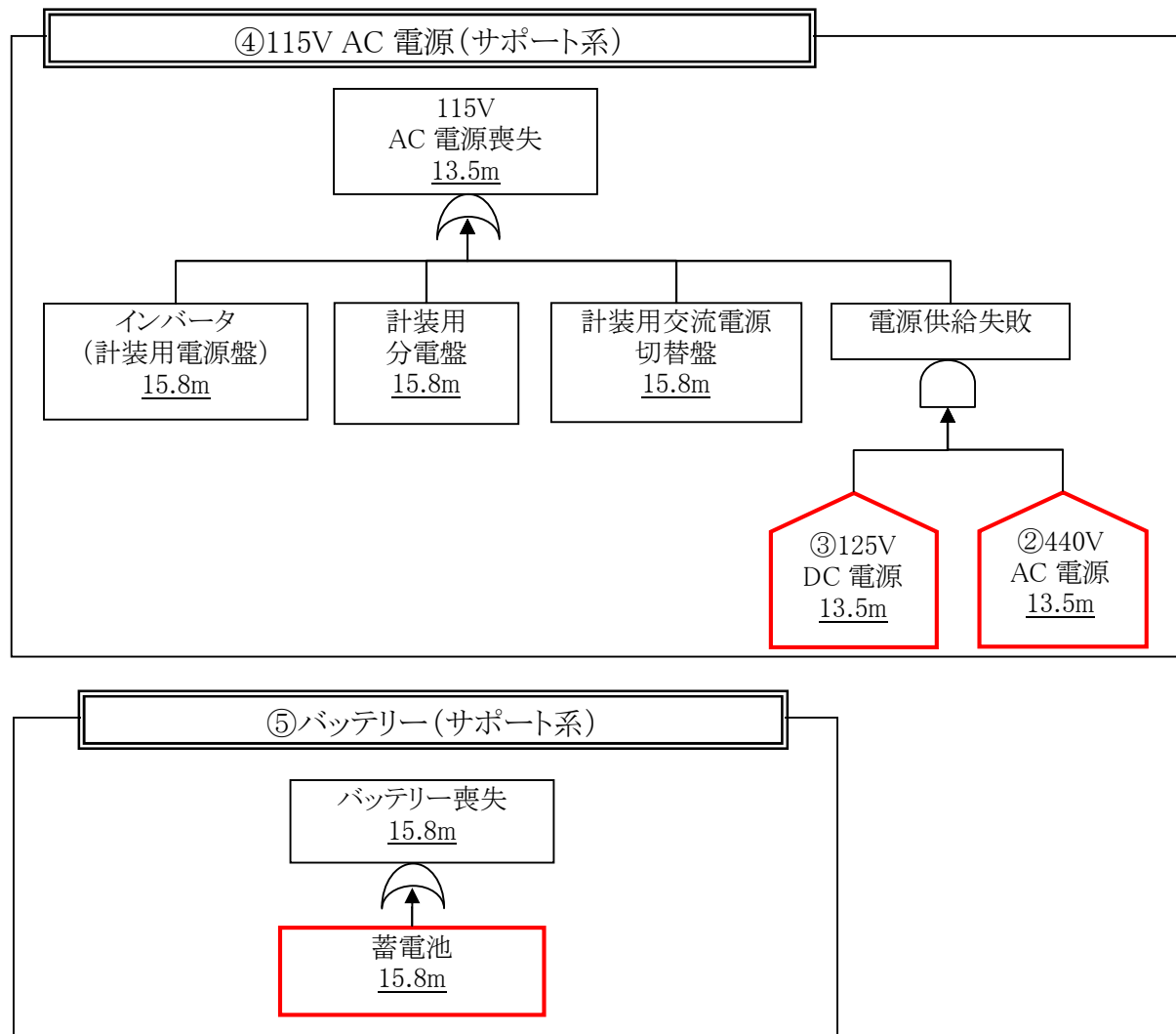
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：SFP燃料損傷）



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)

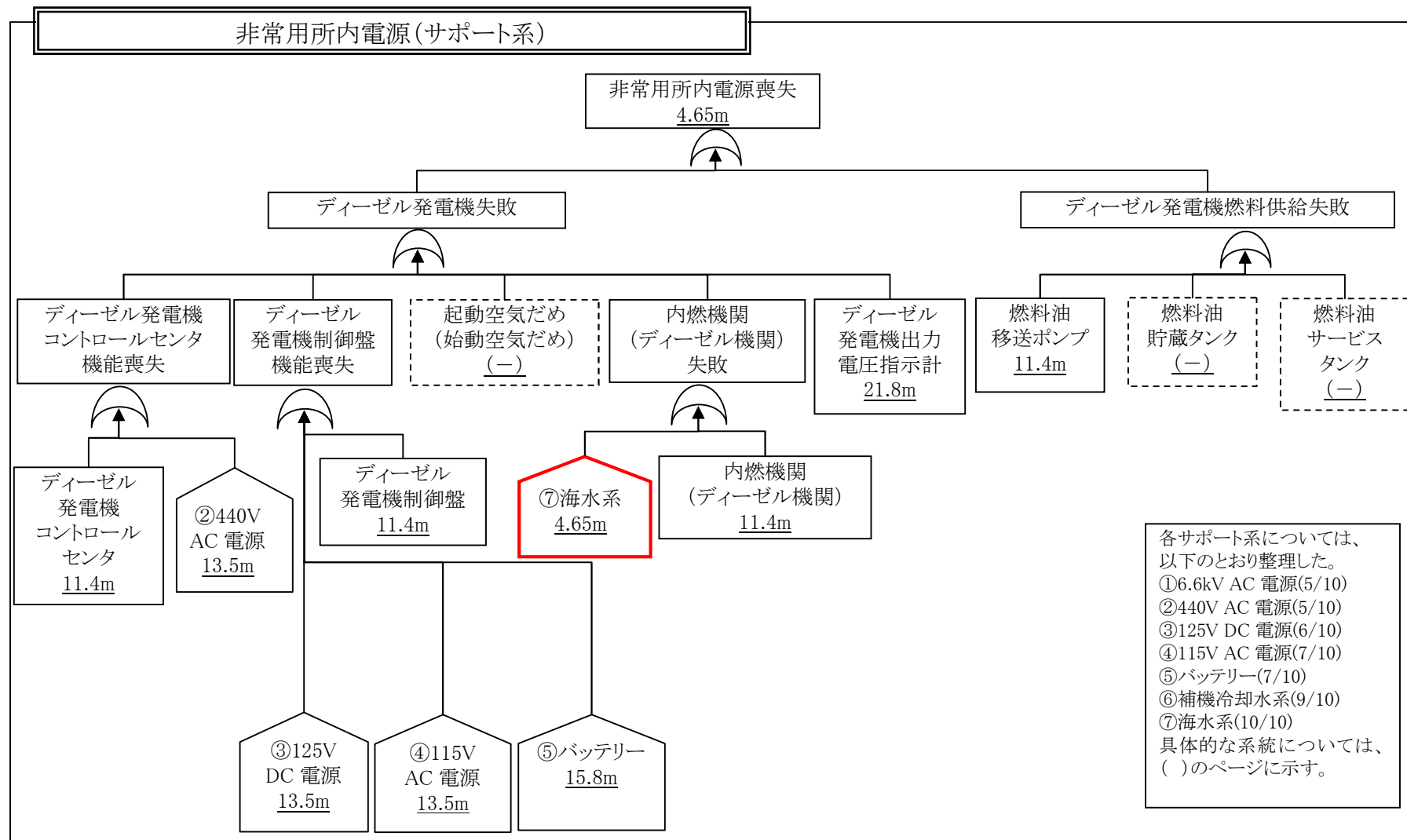


各サポート系については、以下のとおり整理した。

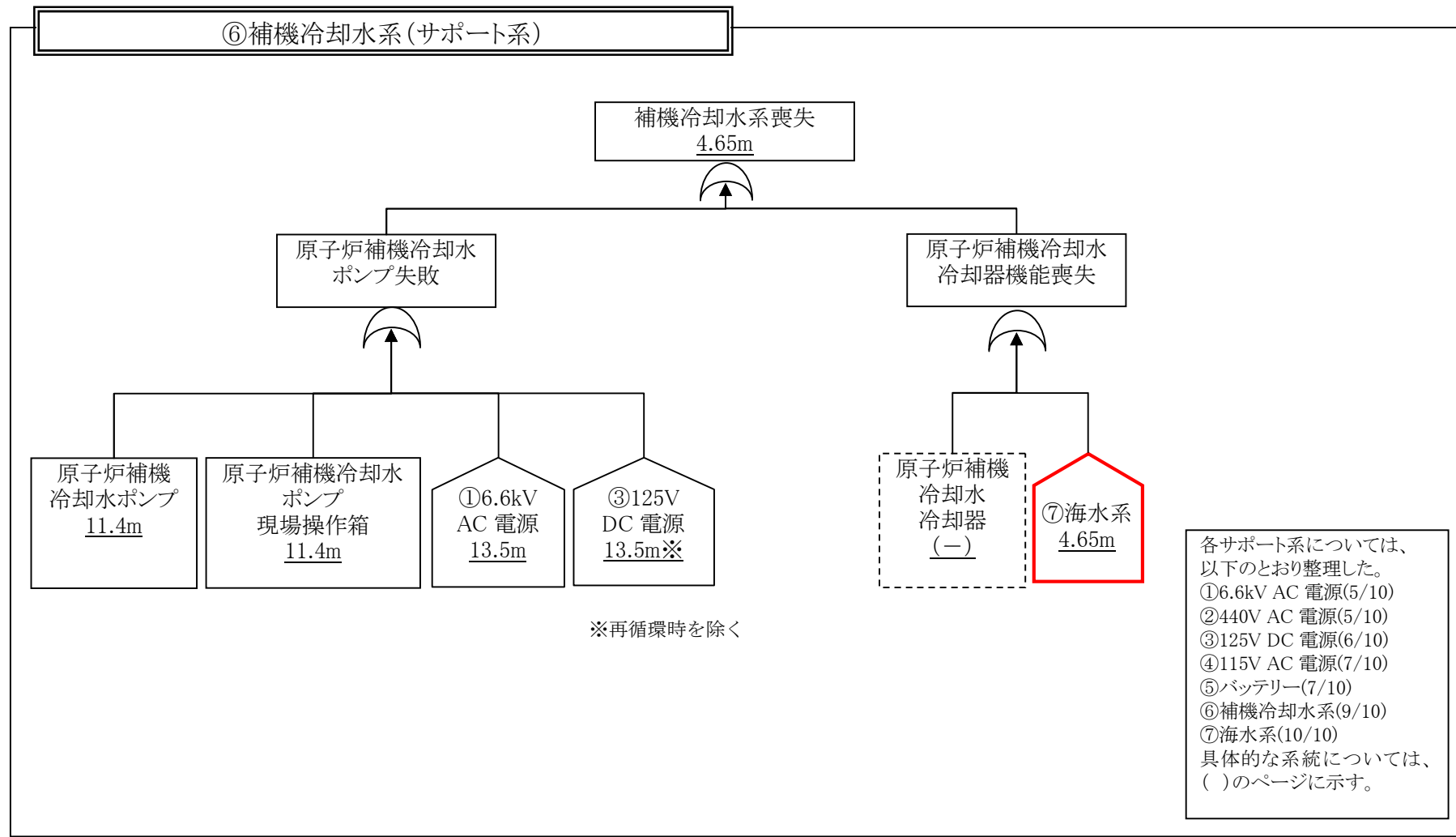
- ①6.6kV AC 電源(5/10)
- ②440V AC 電源(5/10)
- ③125V DC 電源(6/10)
- ④115V AC 電源(7/10)
- ⑤バッテリー(7/10)
- ⑥補機冷却水系(9/10)
- ⑦海水系(10/10)

具体的な系統については、()のページに示す。

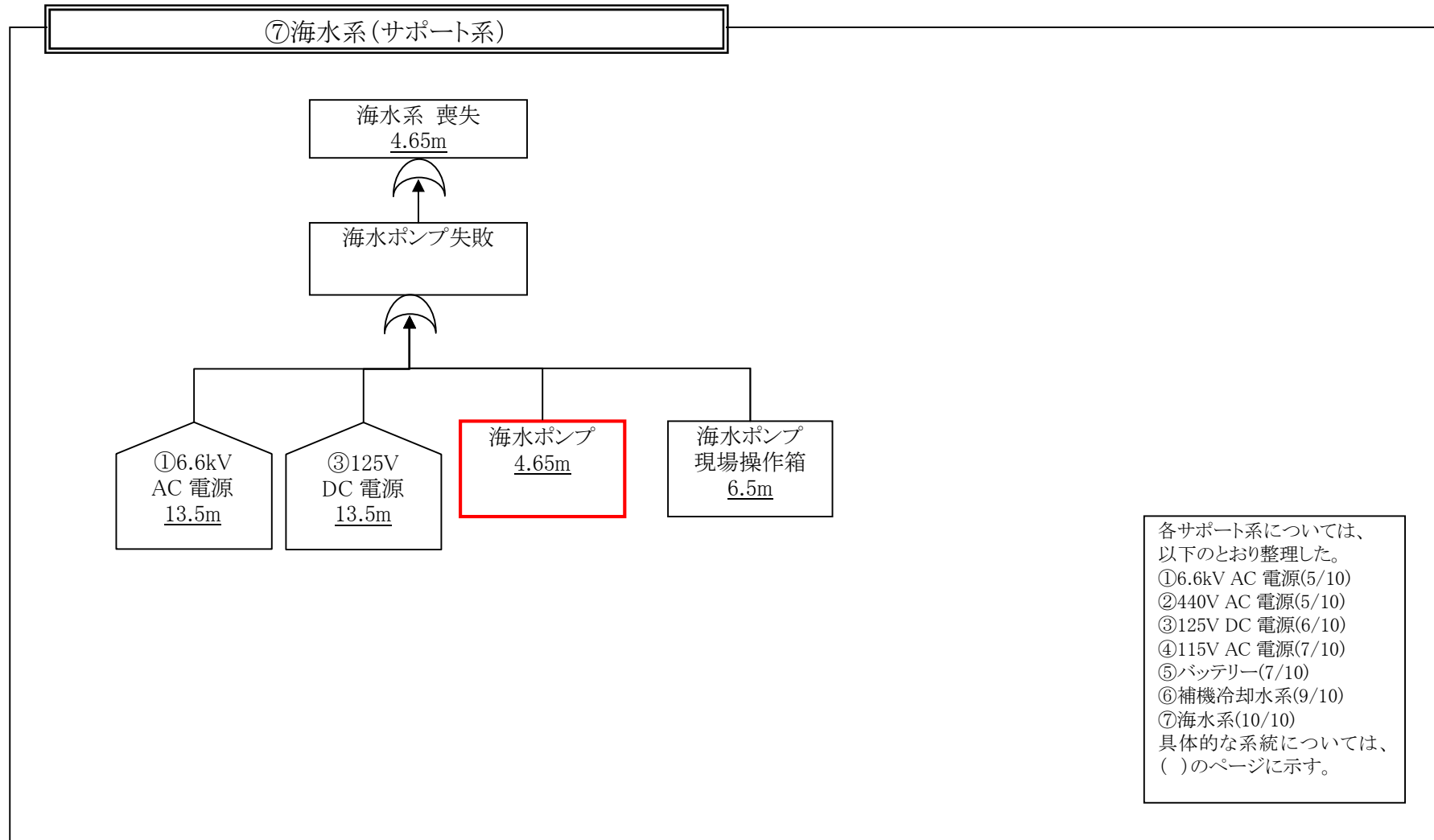
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：SFP 燃料損傷)



各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：SFP燃料損傷)



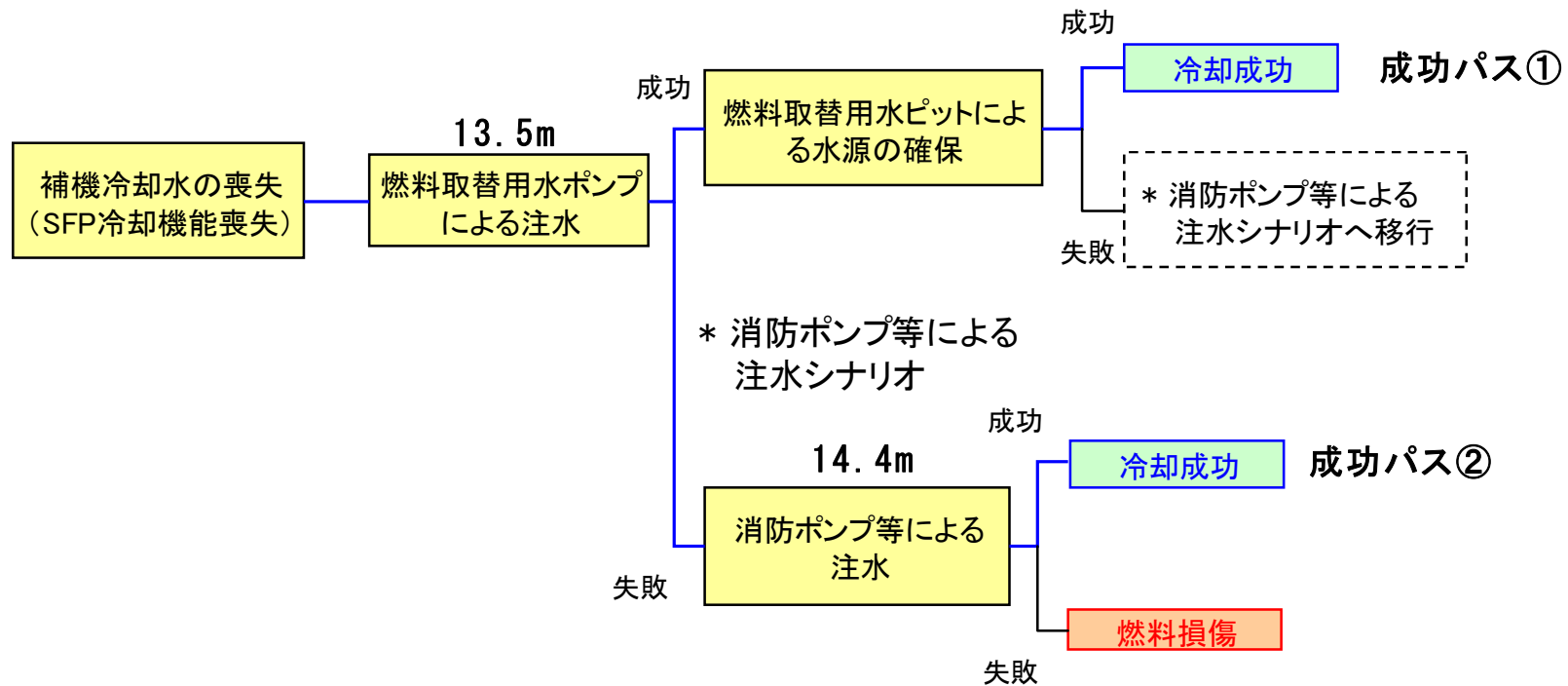
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：SFP燃料損傷)



各影響緩和機能のフォールトツリー (津波 : SFP 燃料損傷)

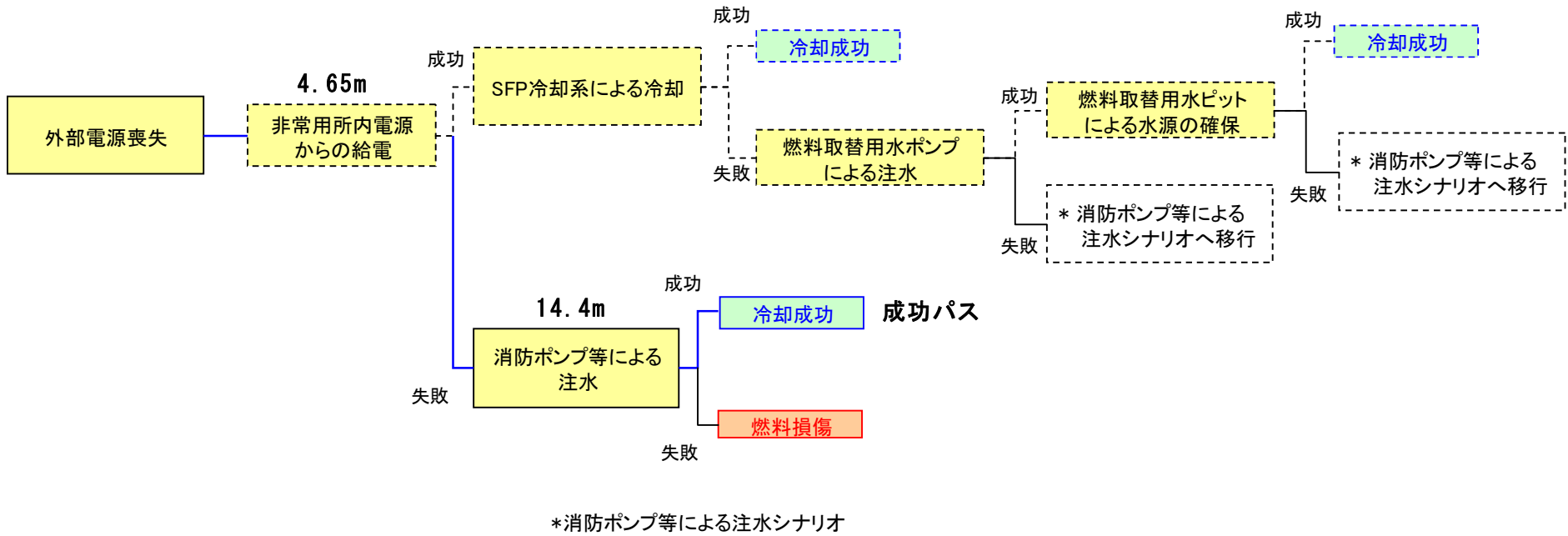
起因事象：補機冷却水の喪失

起因事象：SFP冷却機能喪失



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)

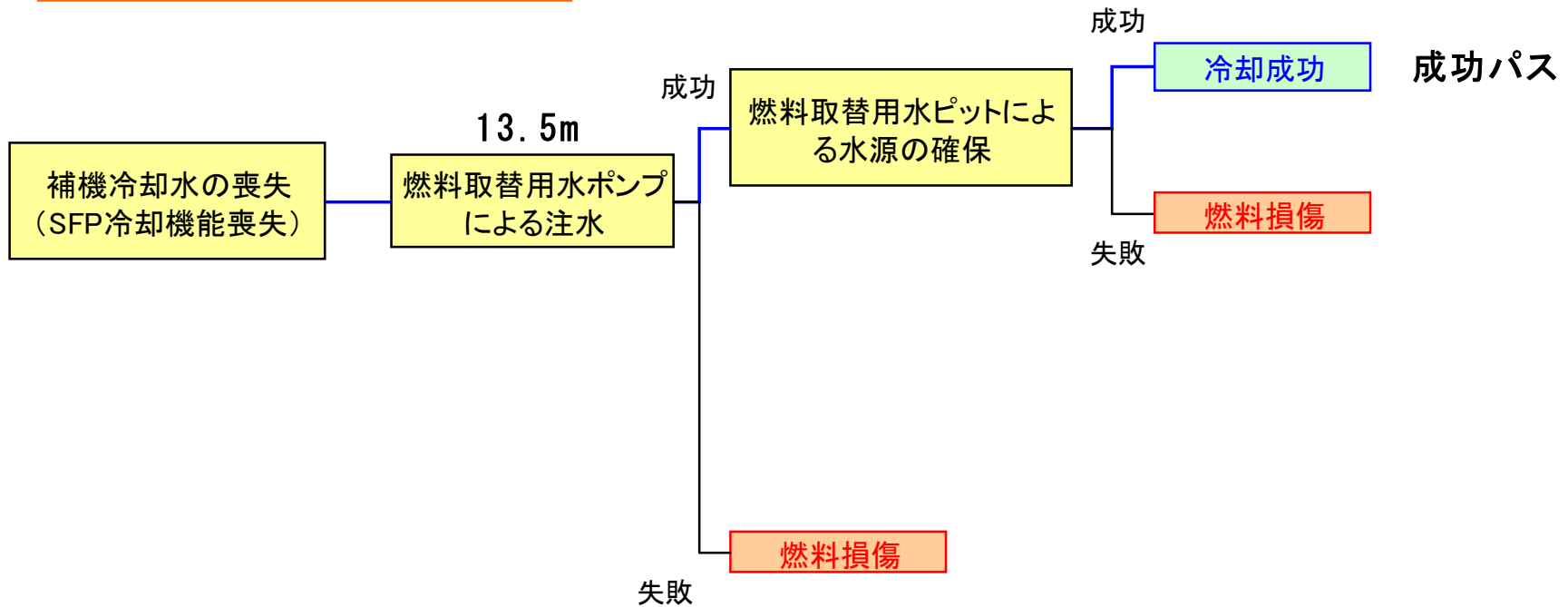
起因事象：外部電源喪失



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）

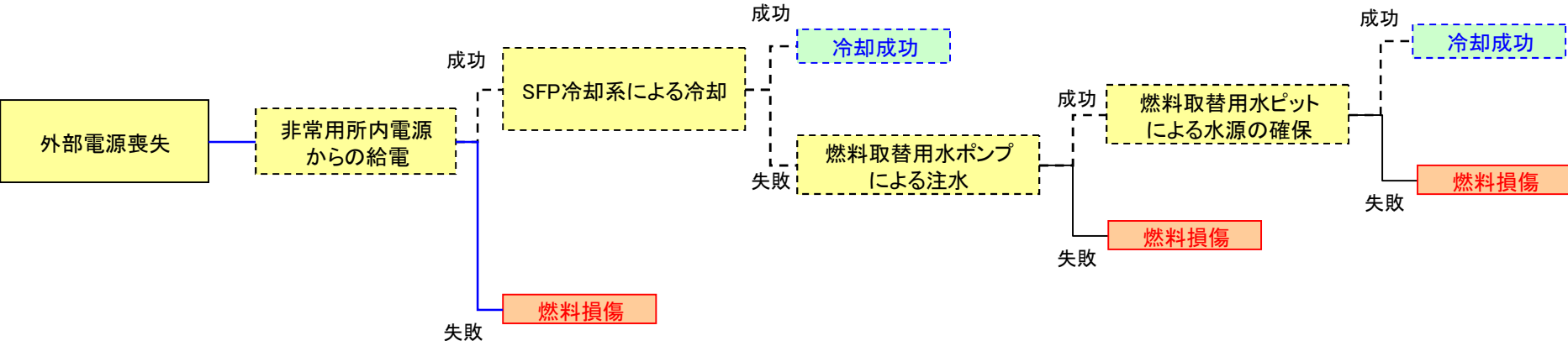
起因事象：SFP冷却機能喪失

起因事象：補機冷却水の喪失



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

起因事象：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（緊急安全対策前）（津波：SFP燃料損傷）