

東海第二発電所

格納容器破損防止対策の有効性評価について

平成29年8月22日
日本原子力発電株式会社

1. 評価事故シーケンス
2. 東海第二発電所における炉心損傷後の注水手順の特徴
3. 格納容器破損モードに対する有効性評価
 3. 1 雰囲気気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)
水素燃焼
 3. 2 雰囲気気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)
 3. 3 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱(DCH)
原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用(FCI)
溶融炉心・コンクリート相互作用(MCCI)

DCH: Direct Containment Heating

FCI: Fuel-Coolant Interaction

MCCI: Molten Core Concrete Interaction

1. 評価事故シーケンス



想定する格納容器破損モード		評価事故シーケンス	特 徴
1	雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)	「大破断LOCA＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗」に “全交流動力電源喪失”の重畳を考慮 (代替循環冷却系を使用する場合)	・原子炉圧力容器が破損しないシーケンス ・代替循環冷却系を使用することで、7日間 格納容器ベントが不要
	水素燃焼		
2	雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)	「大破断LOCA＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗」に “全交流動力電源喪失”の重畳を考慮 (代替循環冷却系を使用しない場合)	・原子炉圧力容器が破損しないシーケンス ・代替循環冷却系を使用しないため、7日到 達前に格納容器ベントを実施
3	高圧溶融物放出／格納容器雰囲気 直接加熱(DCH)	「過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋手動減圧失敗」に “低圧炉心冷却失敗”及び“全交流動力電源喪失”の重畳を 考慮	・原子炉圧力容器が破損するシーケンス ・代替循環冷却系を使用することで、7日間 格納容器ベントが不要
	原子炉圧力容器外の溶融燃料－ 冷却材相互作用(FCI)	「過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋ 損傷炉心冷却失敗」に“全交流動力電源喪失”の重畳を考慮	
	溶融炉心・コンクリート相互作用 (MCCI)	「過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋ 損傷炉心冷却失敗」に“全交流動力電源喪失”の重畳を考慮	

2. 東海第二発電所における炉心損傷後の注水手順の特徴(1／4)

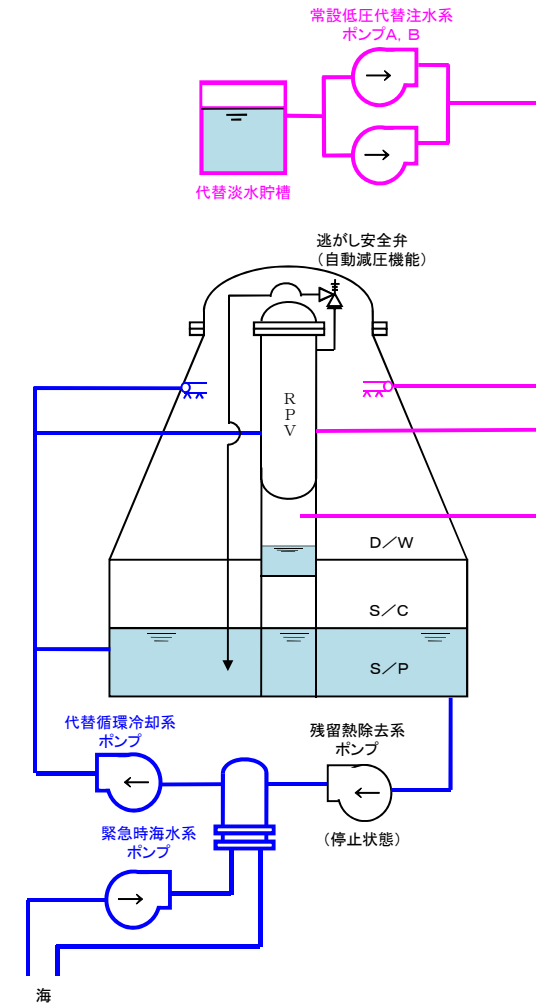
東海第二発電所では、以下の複数の系統により損傷炉心及び格納容器への注水を実施

系 統	注水先	ポンプ	水 源
低圧代替注水系(常設)	RPV	常設低圧代替注水系ポンプ	代替淡水貯槽
代替格納容器スプレイ冷却系(常設)	D/Wスプレイ		
格納容器下部注水系(常設)	ペDESTAL (D/W部)		
代替循環冷却系	RPV	代替循環冷却系ポンプ	S/P
	D/Wスプレイ		
	S/P		

RPV : 原子炉圧力容器

D/W : ドライウェル

S/P : サプレッション・プール



2. 東海第二発電所における炉心損傷後の注水手順の特徴(2/4)

(1) 常設低圧代替注水系ポンプを用いた系統

補機系が不要であり短時間で起動が可能な特徴等を考慮し、以下の手順を採用

➤ 炉心損傷判断後の対応

- ① LOCA時の炉心損傷後に原子炉注水する場合、D/W圧力及び雰囲気温度が急上昇
⇒ 代替格納容器スプレイ冷却系(常設)によるD/Wスプレイを実施し、
その後低圧代替注水系(常設)による原子炉注水を実施
- ② LOCA時の炉心損傷後に原子炉注水できない場合、いずれはリロケーションが発生し、
D/W圧力及び雰囲気温度が急上昇
⇒ 代替格納容器スプレイ冷却系(常設)によるD/Wスプレイを実施

➤ RPV破損前の対応

- ③ 炉心損傷後は、RPV破損時の溶融炉心の冷却を考慮しペDESTAL(D/W部)の水位確保が必要
⇒ 格納容器下部注水系(常設)によるペDESTAL(D/W部)への注水を実施

➤ RPV破損後短期の対応

- ④ RPV破損後は、FCIによりD/W圧力及び雰囲気温度が急上昇
⇒ 代替格納容器スプレイ冷却系(常設)によるD/Wスプレイを実施
- ⑤ RPV破損後は、ペDESTAL(D/W部)での溶融炉心の冷却維持が必要
⇒ ④に引き続き、格納容器下部注水系(常設)によるペDESTAL(D/W部)への注水を実施

2. 東海第二発電所における炉心損傷後の注水手順の特徴(3/4)

➤ 常設低圧代替注水系ポンプを用いた系統の停止及び一時的な運転

⑥本系統は外部水源を用いた手段であり、運転継続によりS/P水位が上昇

⇒代替循環冷却系による原子炉注水やD/Wスプレイが開始されれば、本系統を停止

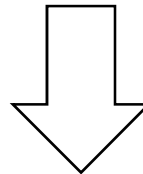
⑦代替循環冷却系による原子炉注水やD/Wスプレイを実施している状態において、D/W圧力及び雰囲気温度が上昇する場合

⇒代替循環冷却系に加え、代替格納容器スプレイ冷却系(常設)によるD/Wスプレイを一時的に実施

(2)代替循環冷却系

⑧補機系の起動後に運転できる系統であり運転開始までに一定の時間を要するが、内部水源であるため、運転継続によりS/P水位が上昇しない

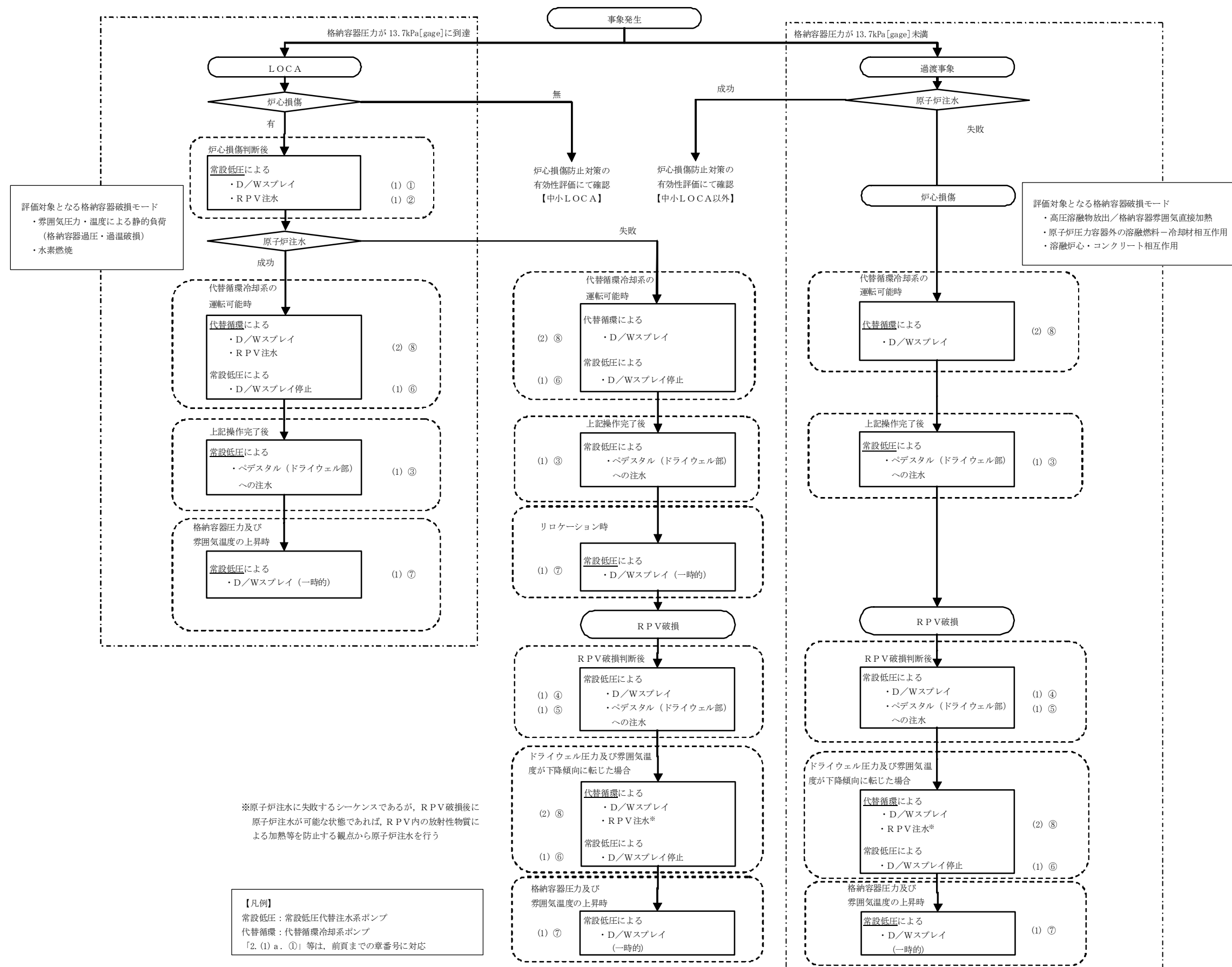
⇒運転可能となった時点で本系統を運転開始することにより、損傷炉心の冷却及び格納容器の冷却・除熱を実施



炉心損傷後の事象進展として大きく異なる以下のパターンを踏まえると、事故対応の流れは次頁のとおり

- ・起因事象がLOCA又は過渡事象の場合
- ・事象初期に原子炉注水に成功又は失敗する場合

2. 東海第二発電所における炉心損傷後の注水手順の特徴(4/4)



3. 格納容器破損モードに対する有効性評価



3. 1 雰囲気気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損) 水素燃焼

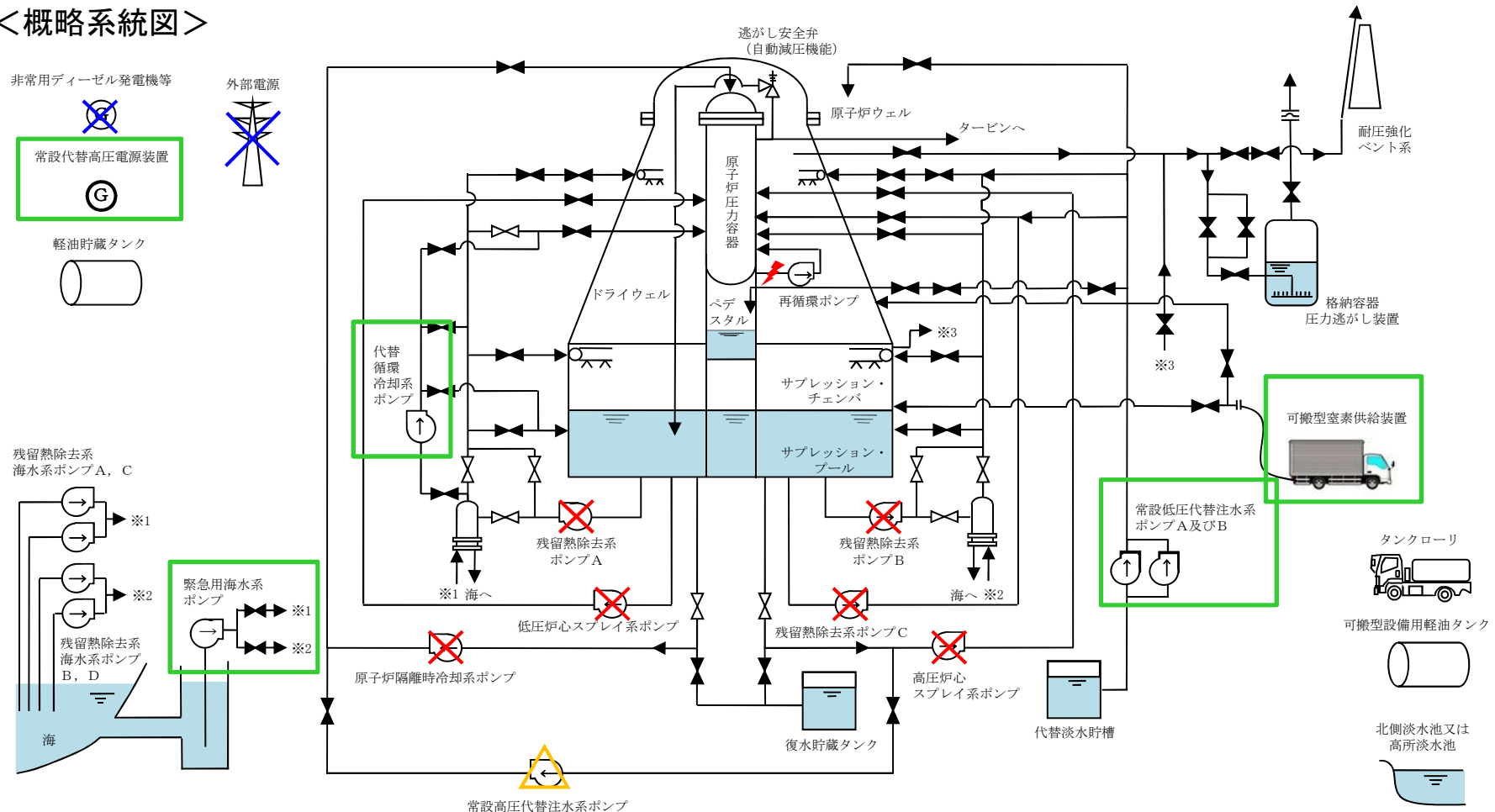
<評価事故シーケンス>

「大破断LOCA+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗」に
“全交流動力電源喪失”の重畳を考慮
(代替循環冷却系を使用する場合)

<概略系統図>

凡 例

- ✕: L1, 5 PRAより選定したPDSとして機能喪失を仮定
- ✕: 格納容器破損防止対策の有効性評価において追加的に機能喪失を仮定
- △: 大破断LOCAにより従属的に使用不可
- : 主要な重大事故等対処設備

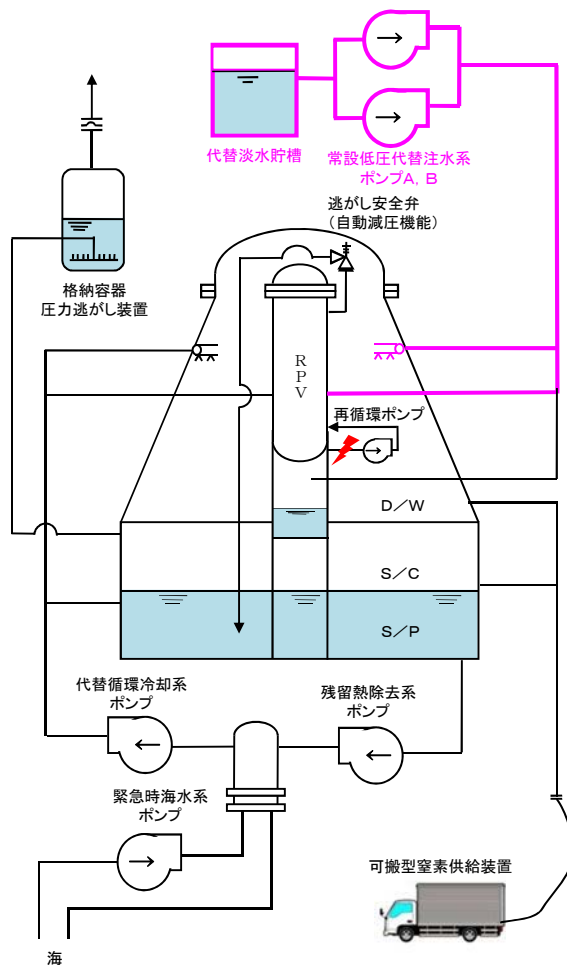


3. 格納容器破損モードに対する有効性評価

<事象進展を踏まえた概略系統図>

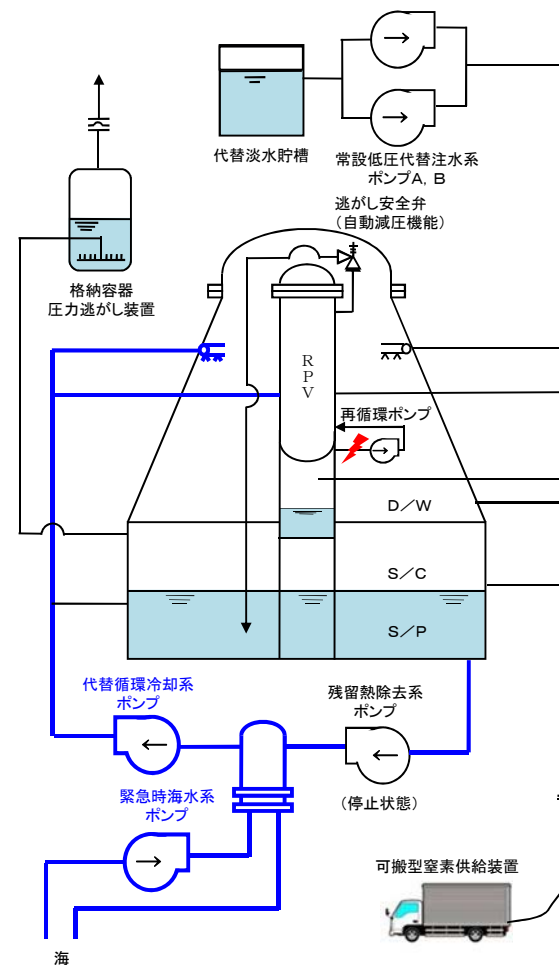
①事象初期

- ・低圧代替注水系(常設)による原子炉注水
- ・代替格納容器スプレイ系(常設)による格納容器冷却(D/Wスプレイ)



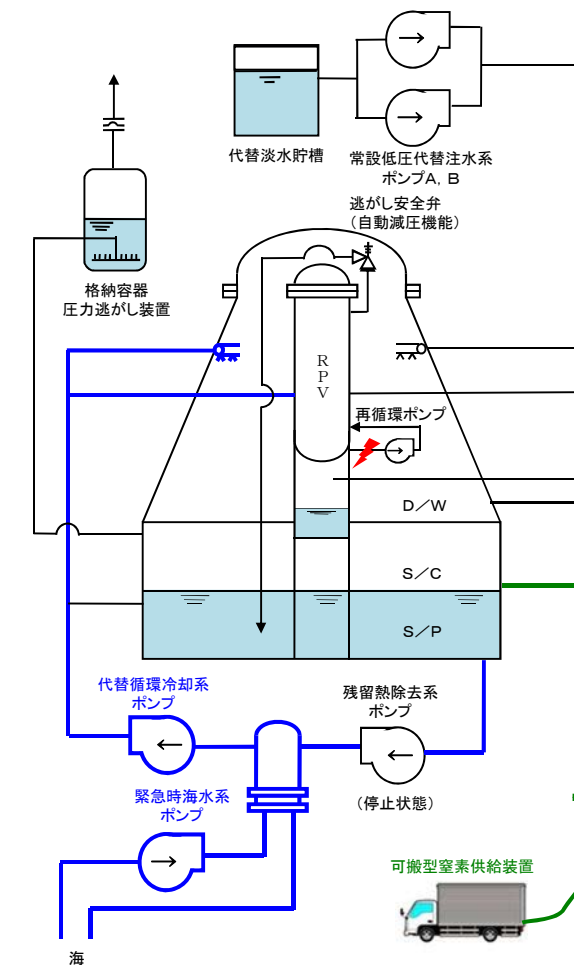
②代替循環冷却系起動後

- ・代替循環冷却系による原子炉注水
- 及び格納容器除熱(D/Wスプレイ)



③～7日後

- ・代替循環冷却系による原子炉注水
及び格納容器除熱(D/Wスプレイ)
- ・可搬型窒素供給装置を用いた格納容器内
窒素供給



3. 格納容器破損モードに対する有効性評価



3.2 雰囲気気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)

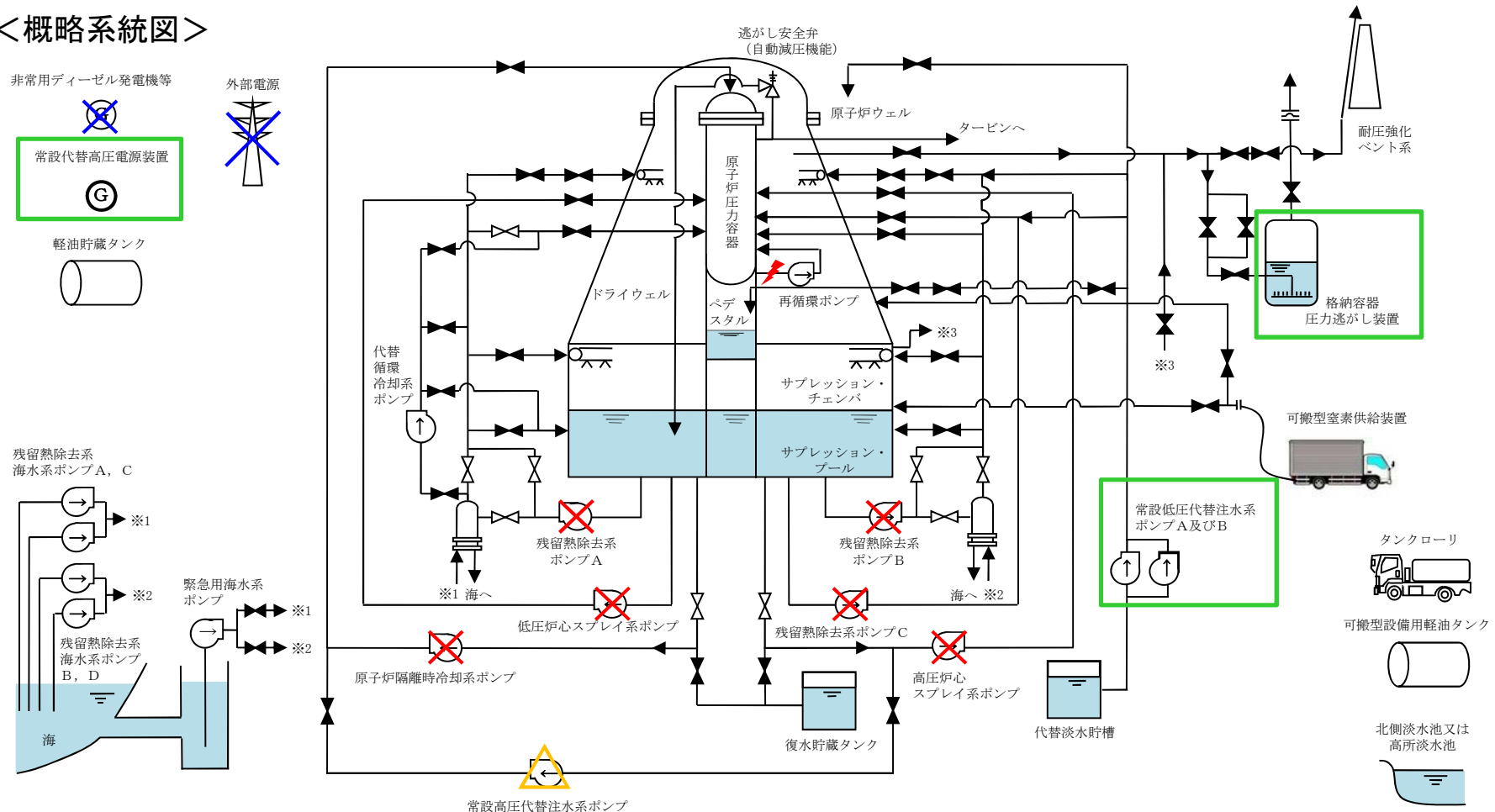
<評価事故シーケンス>

「大破断LOCA+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗」に
“全交流動力電源喪失”の重畳を考慮
(代替循環冷却系を使用しない場合)

凡 例

- ✕: L1、5 PRAより選定したPDSとして機能喪失を仮定
- ✕: 格納容器破損防止対策の有効性評価において追加的に機能喪失を仮定
- △: 大破断LOCAにより従属的に使用不可
- : 主要な重大事故等対処設備

<概略系統図>



3. 格納容器破損モードに対する有効性評価

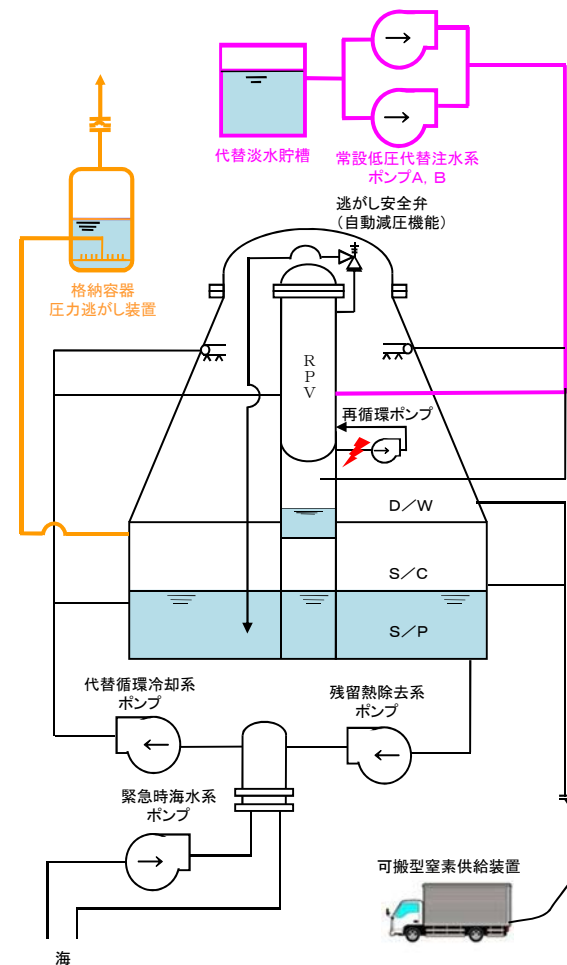
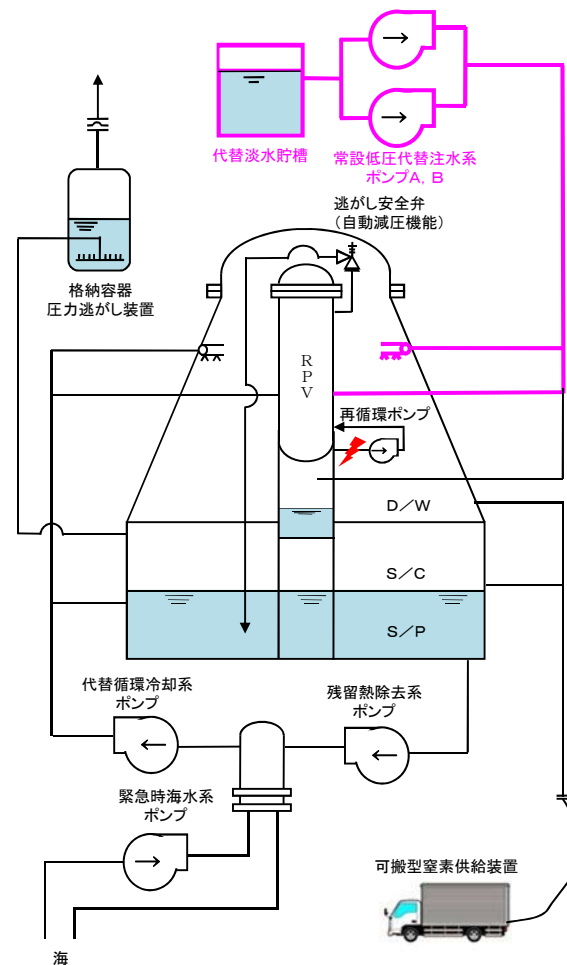
＜事象進展を踏まえた概略系統図＞

①事象初期

- ・低圧代替注水系(常設)による原子炉注水
- ・代替格納容器スプレイ系(常設)による格納容器冷却(D/Wスプレイ)

②格納容器圧力逃がし装置起動～7日後

- ・低圧代替注水系(常設)による原子炉注水
- ・格納容器圧力逃がし装置による格納容器除熱



3. 格納容器破損モードに対する有効性評価

3.3 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱(DCH), 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用(FCI) 溶融炉心・コンクリート相互作用(MCCI)

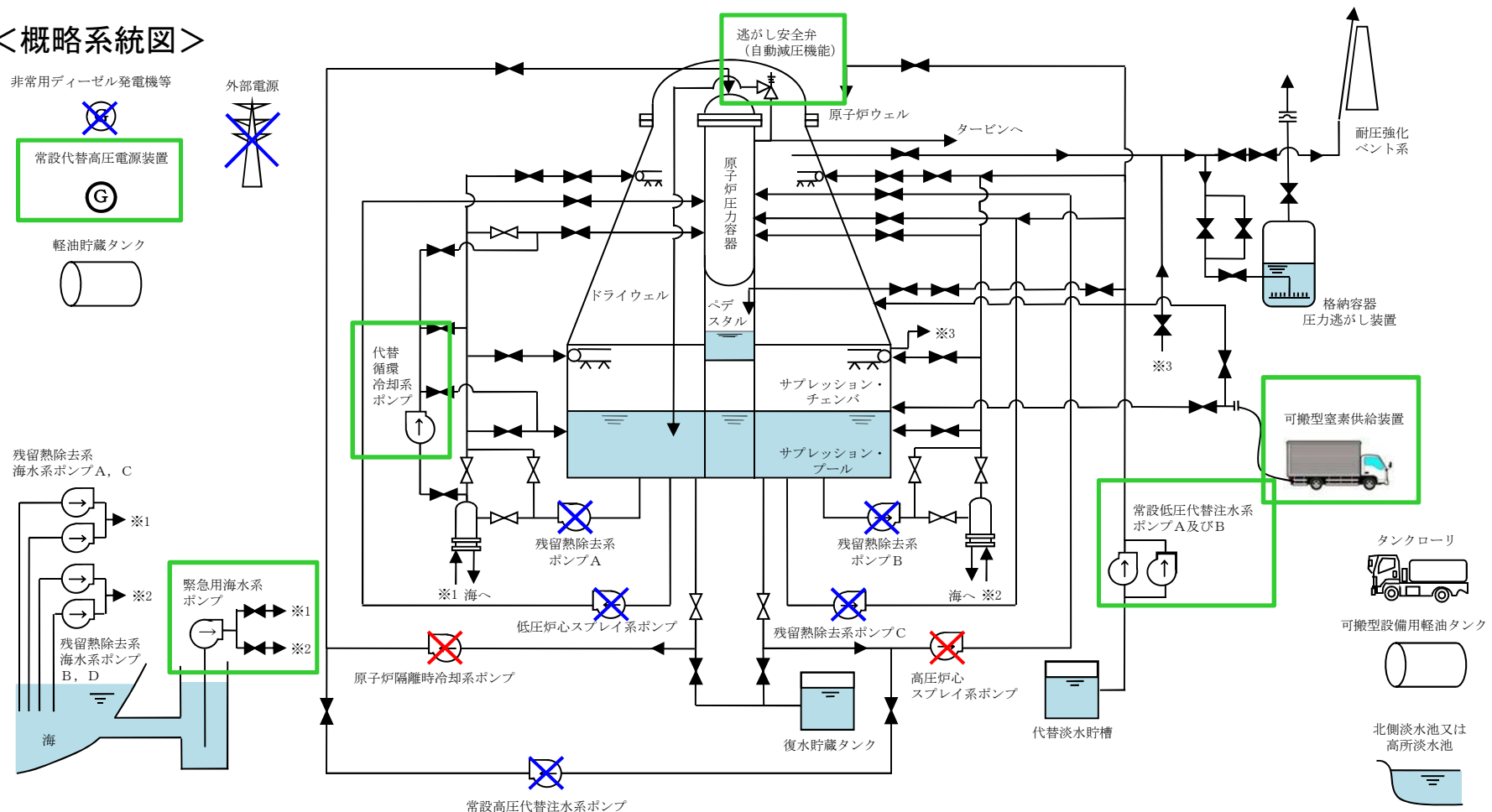
<評価事故シーケンス>

「過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋手動減圧失敗＋
低圧炉心冷却失敗」に“全交流動力電源喪失”の重畳を考慮

凡 例

- ✕: L1、5 PRAより選定したPDSとして機能喪失を仮定
- ✕: 格納容器破損防止対策の有効性評価において追加的に機能喪失を仮定
- : 主要な重大事故等対処設備

<概略系統図>

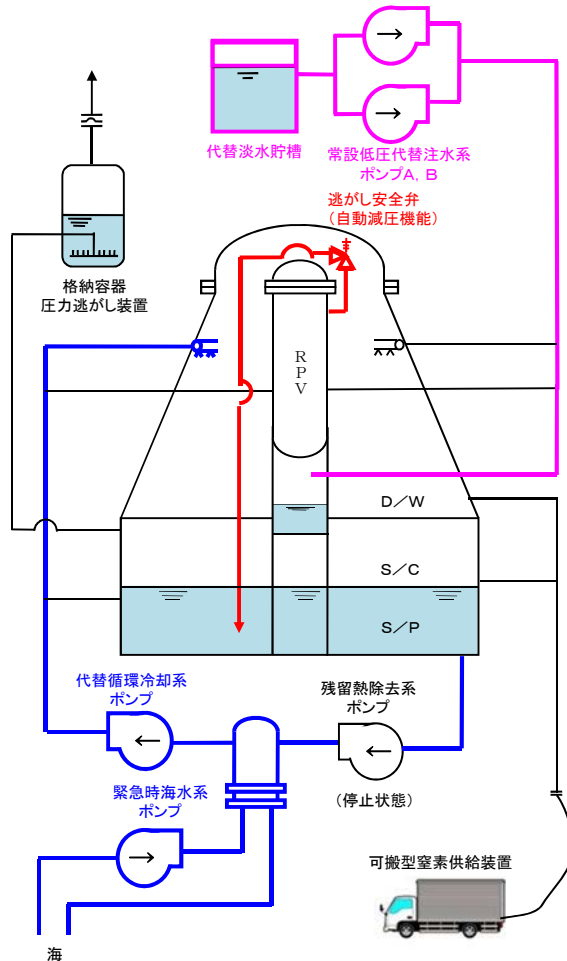


3. 格納容器破損モードに対する有効性評価

<事象進展を踏まえた概略系統図>

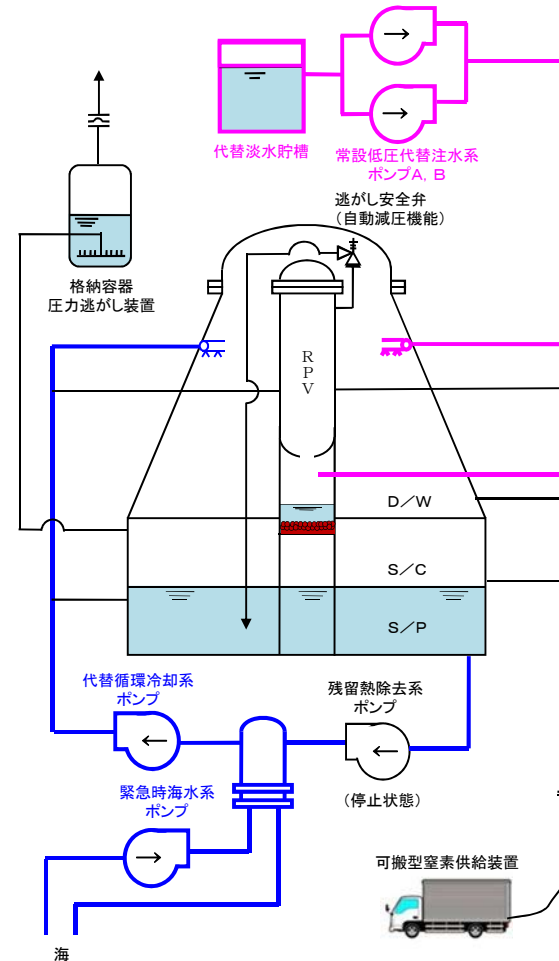
①事象初期～RPV破損まで

- ・逃がし安全弁(自動減圧機能)による原子炉減圧
- ・代替循環冷却系による格納容器除熱(D/Wスプレイ)
- ・格納容器下部注水系(常設)による格納容器下部水位確保(ペDESTAL注水)



②RPV破損判断後短期

- ・代替循環冷却系による格納容器除熱(D/Wスプレイ)
- ・代替格納容器スプレイ系(常設)による格納容器冷却(D/Wスプレイ)
- ・格納容器下部注水系(常設)による溶融炉心への注水(ペDESTAL注水)



③RPV破損後長期

- ・代替循環冷却系による原子炉注水及び格納容器除熱(D/Wスプレイ)
- ・代替格納容器スプレイ系(常設)による格納容器冷却(D/Wスプレイ)(一時的)
- ・可搬型窒素供給装置を用いた格納容器内窒素供給

