

1. 東海第二発電所の概要
2. 東北地方太平洋沖地震発生時の福島第一原子力発電所の状況と東海第二発電所の対応
3. 東海第二発電所の緊急安全対策
4. 東海第二発電所の安全性向上対策

2019年8月19日

日本原子力発電株式会社

1. 東海第二発電所の概要

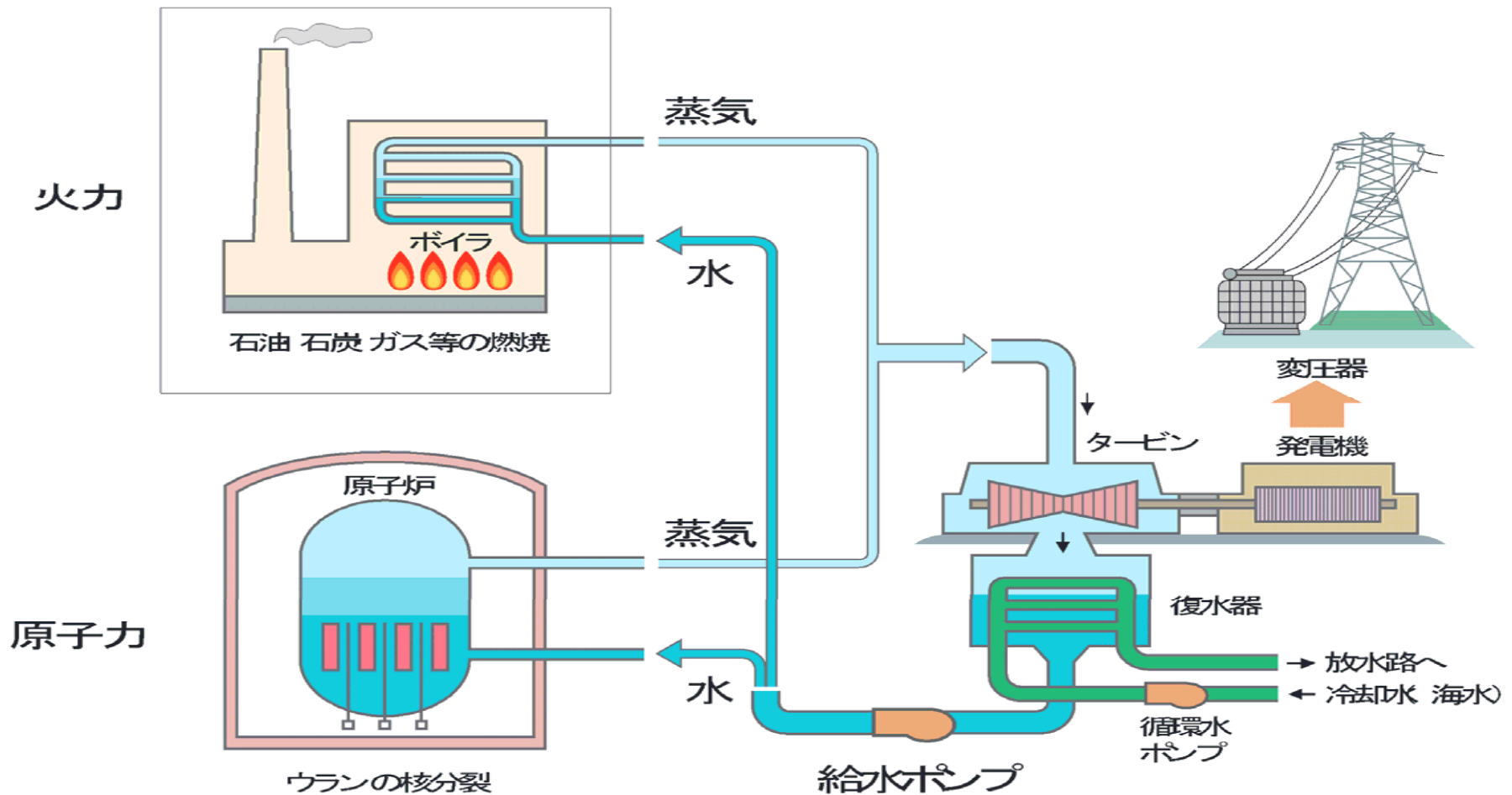


日本原子力発電株式会社 発電事業沿革



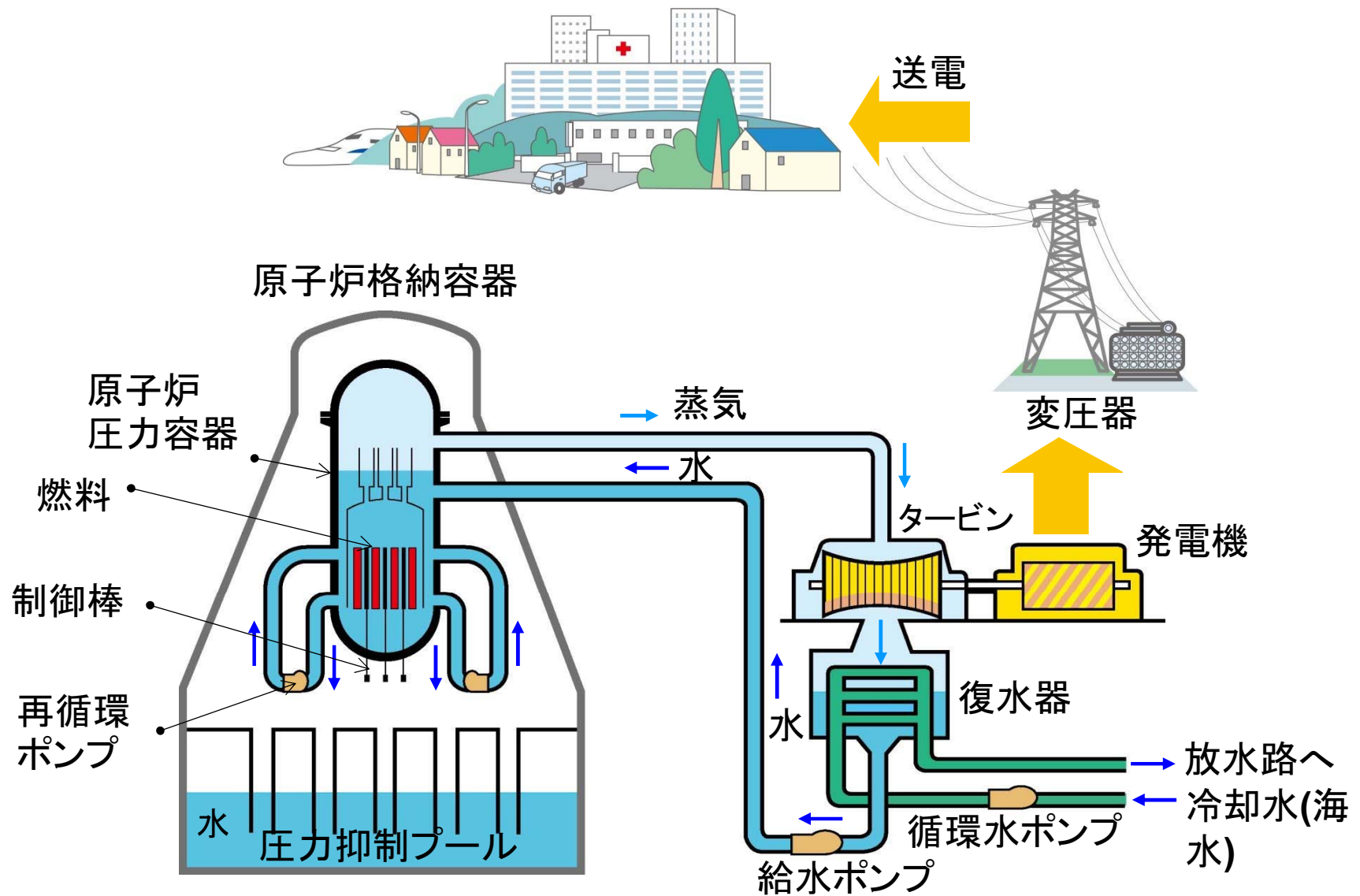
原子力発電と火力発電の違い

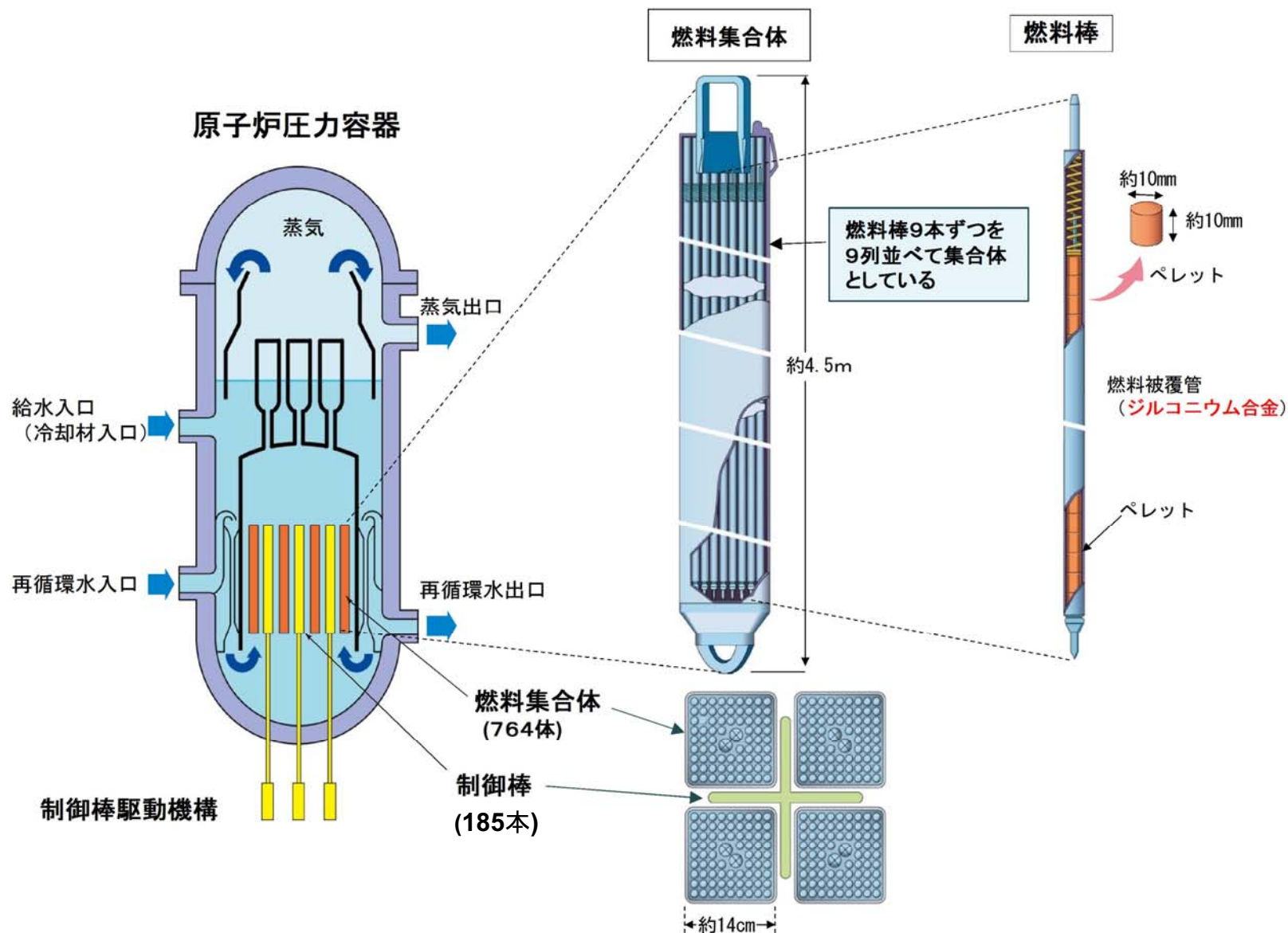
原子力発電と火力発電の違いは、どのエネルギーを使って水を蒸気に変えるのかだけで、蒸気でタービンを回し電気を発生させる仕組みは同じ



※核分裂：ウランの原子核に外から中性子が飛び込むと、原子核は不安定な状態になり、分裂して二つ以上の異なる原子核に変わる。この時に膨大なエネルギーが発生します

原子力発電所(沸騰水型軽水炉:BWR)のしくみ





原子炉が停止しても注水冷却が必要



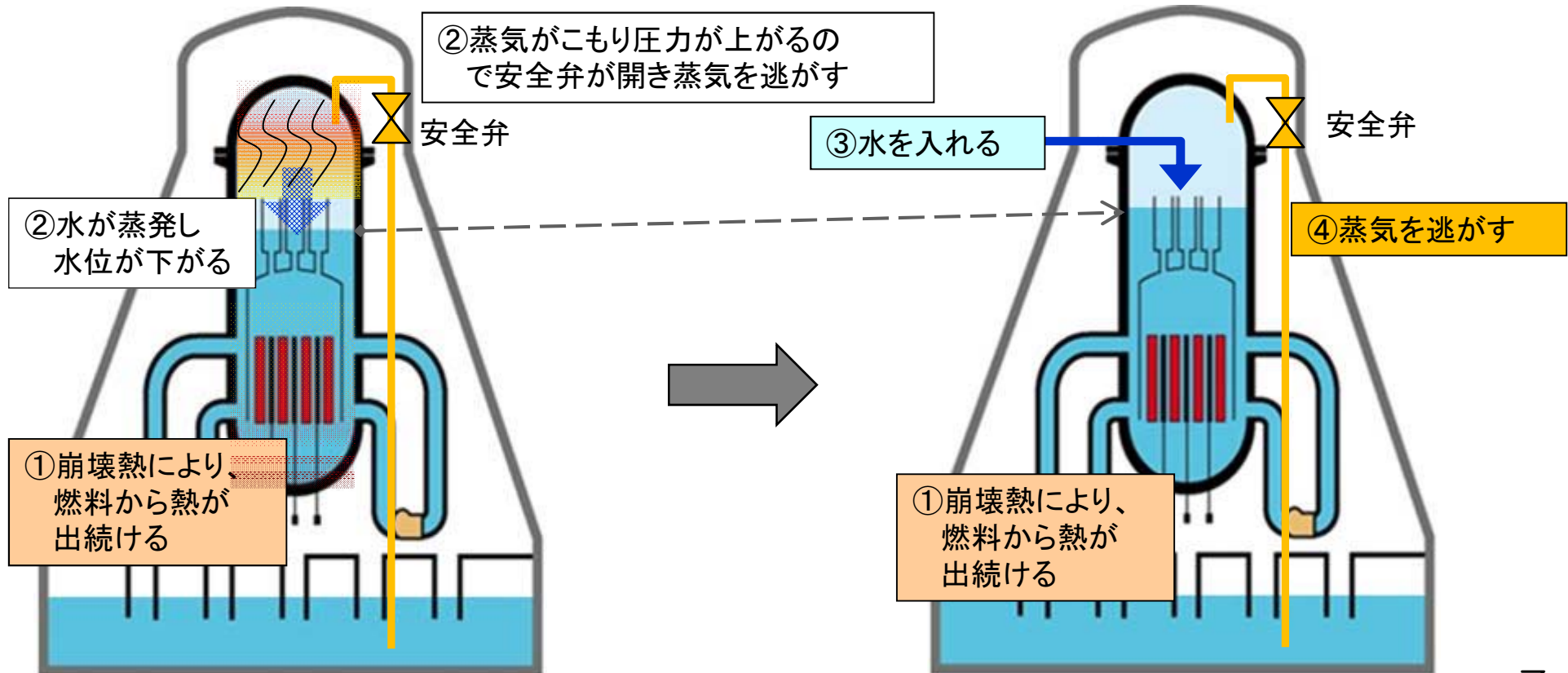
- ①原子炉が停止しても崩壊熱により燃料から熱が出続ける。
- ②水は沸騰して蒸気になる。圧力が上がりすぎないように安全弁が開き蒸気を逃がす。原子炉圧力容器内の水位が下がる。
- ③高圧で水を入れる。
- ④蒸気を逃がして原子炉圧力容器内の圧力を下げ、水を入りやすくして注水を続け水位を維持する。

崩壊熱:核分裂により生成した核種が崩壊する時に発生する熱

原子力発電所が定格出力で
運転中に発生する熱 100%

停止1時間後崩壊熱 1.0%

停止1か月後崩壊熱 0.1%



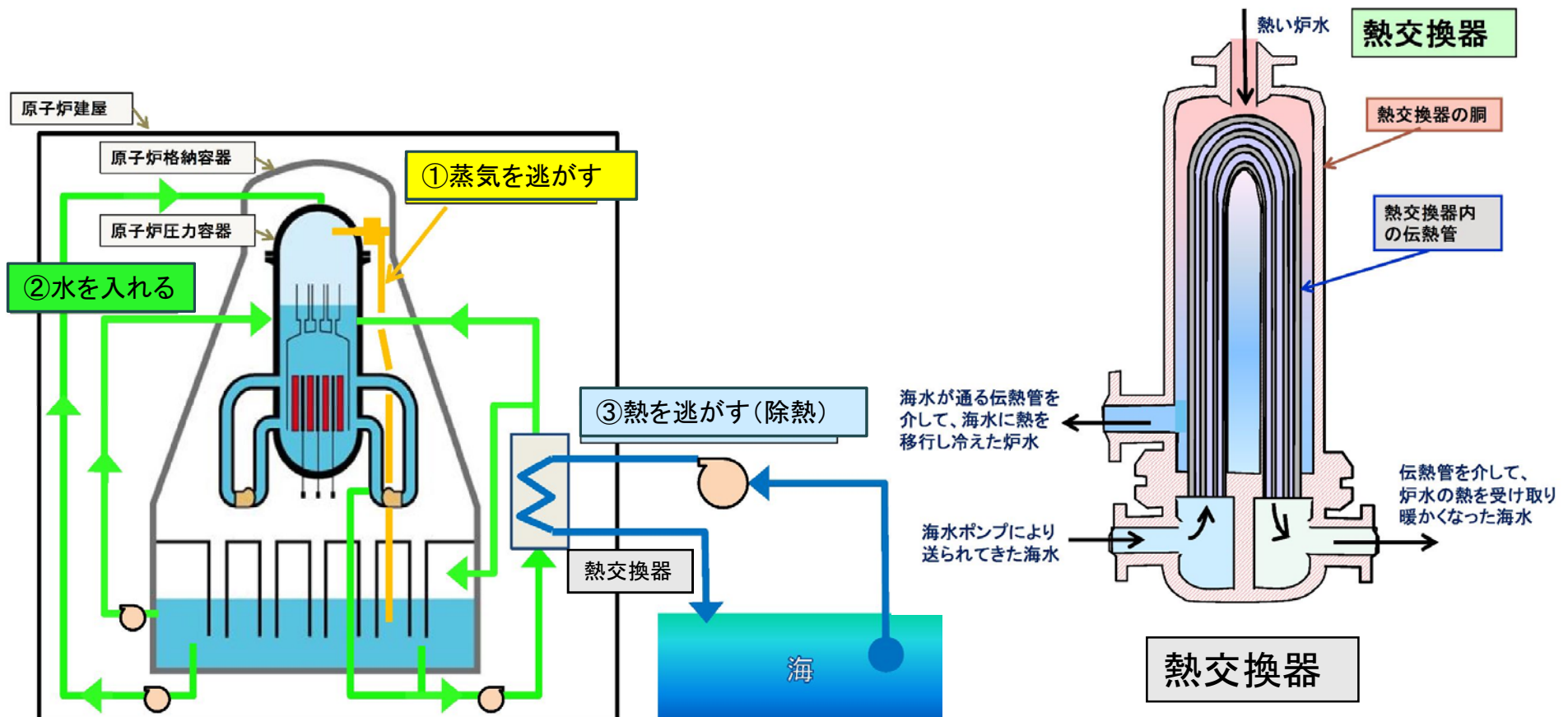
「減圧」、「注水」、「除熱」機能の維持



①「減圧」:安全弁や逃し弁により原子炉圧力容器内の蒸気を圧力抑制室プールへ逃し、原子炉圧力容器内の圧力を下げる。

②「注水」:高圧ポンプや低圧ポンプにより原子炉圧力容器内へ水を入れ原子炉圧力容器内の水位を保つ。

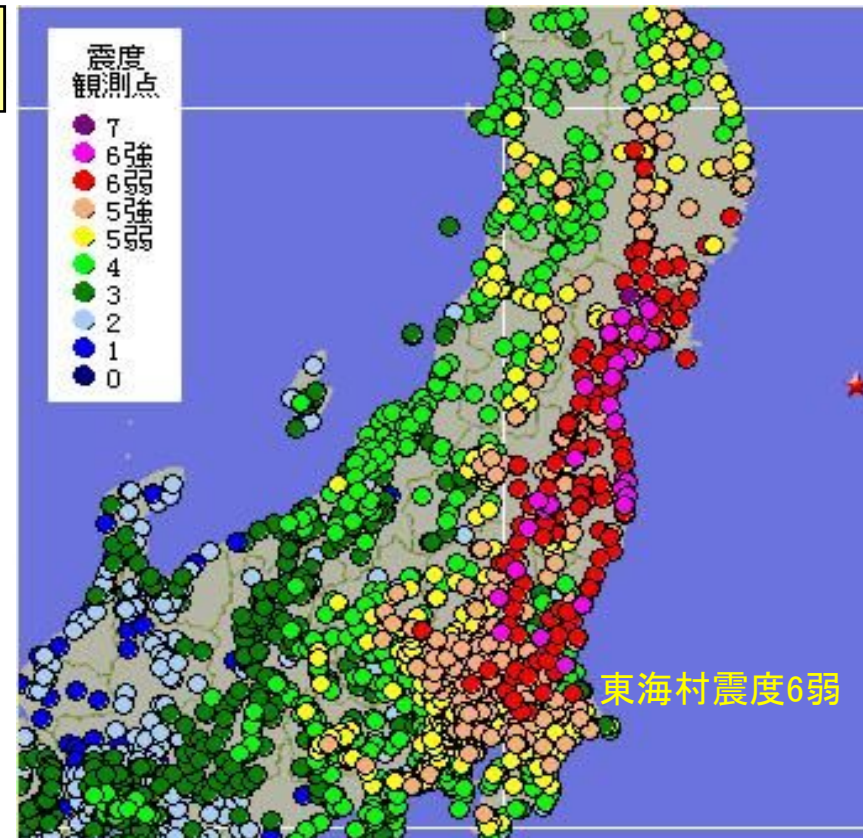
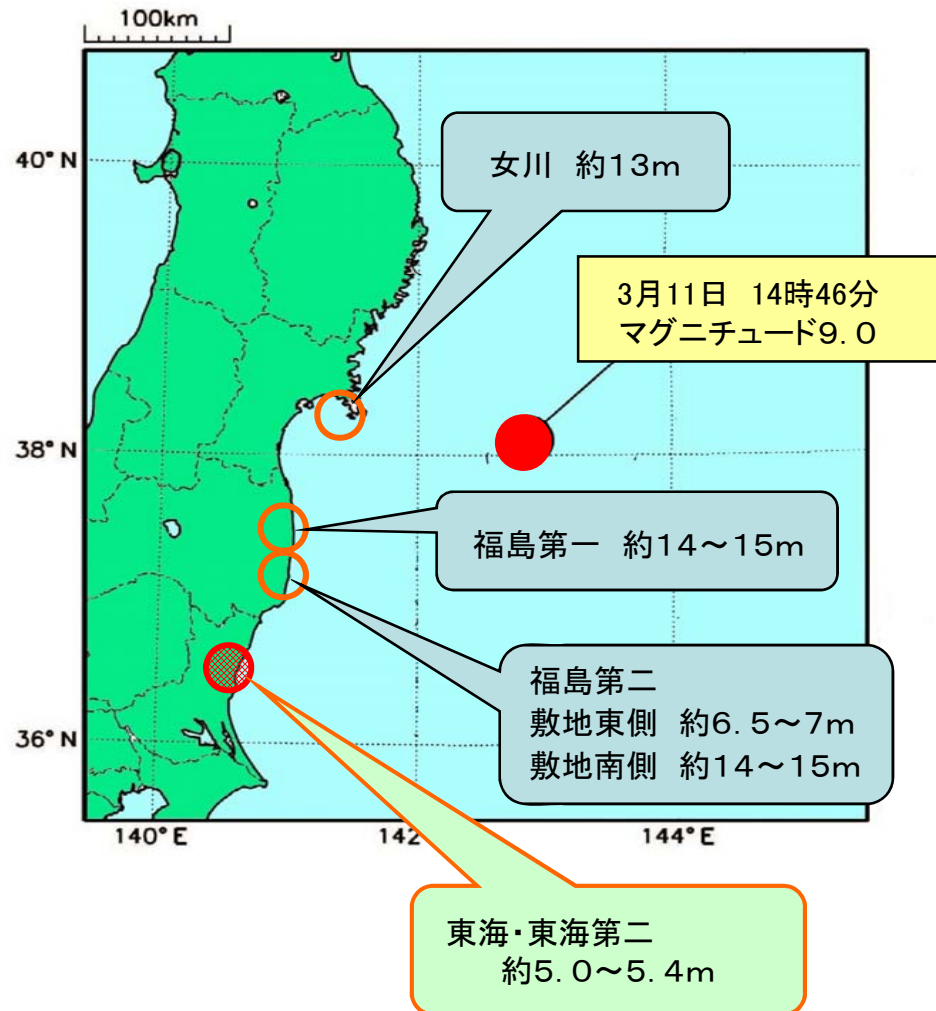
③「除熱」:崩壊熱により原子炉圧力容器や格納容器内に蓄積される熱エネルギーを熱交換器内の伝熱管を介して海へ移行する。(原子炉圧力容器内の水(炉水)と海水は伝熱管を介して熱交換し、混じることはない)



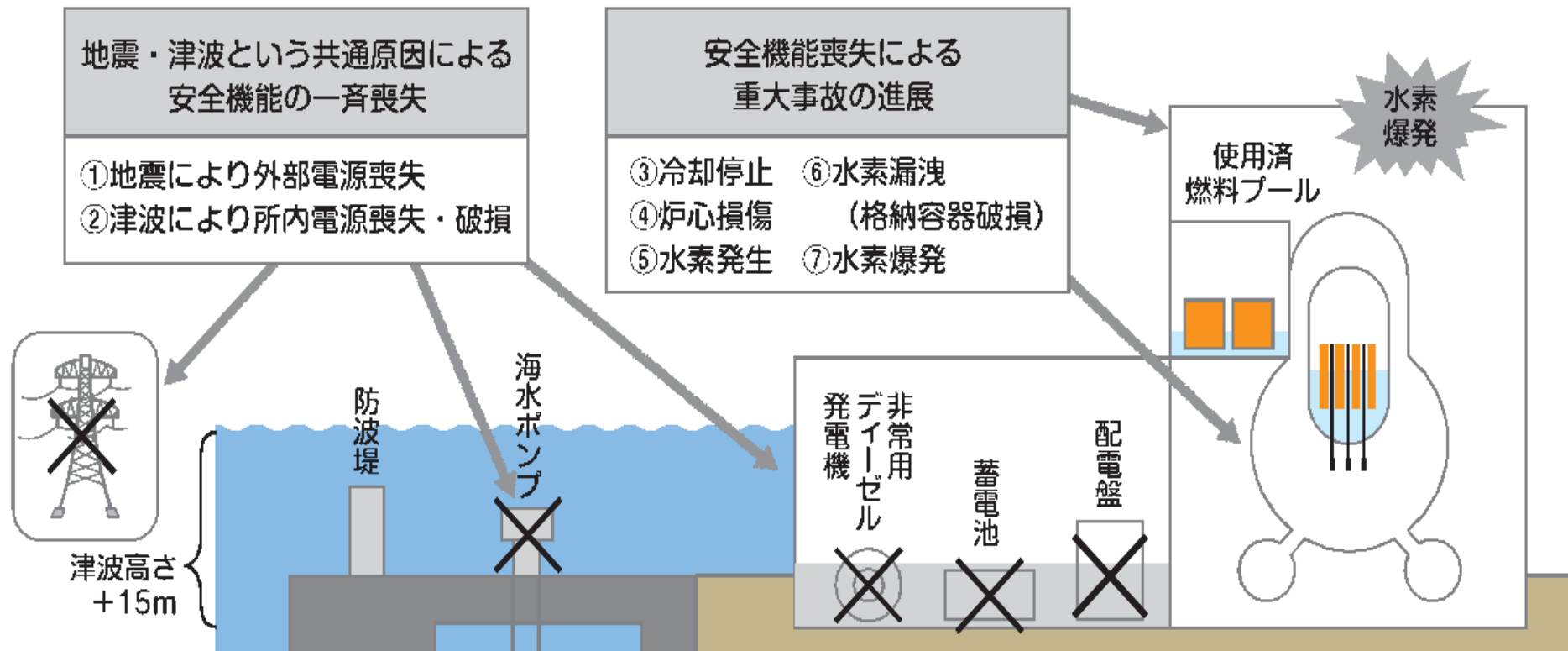
2. 東北地方太平洋沖地震発生時の 福島第一原子力発電所の状況と 東海第二発電所の対応

平成23年3月11日東北地方太平洋沖地震の発生

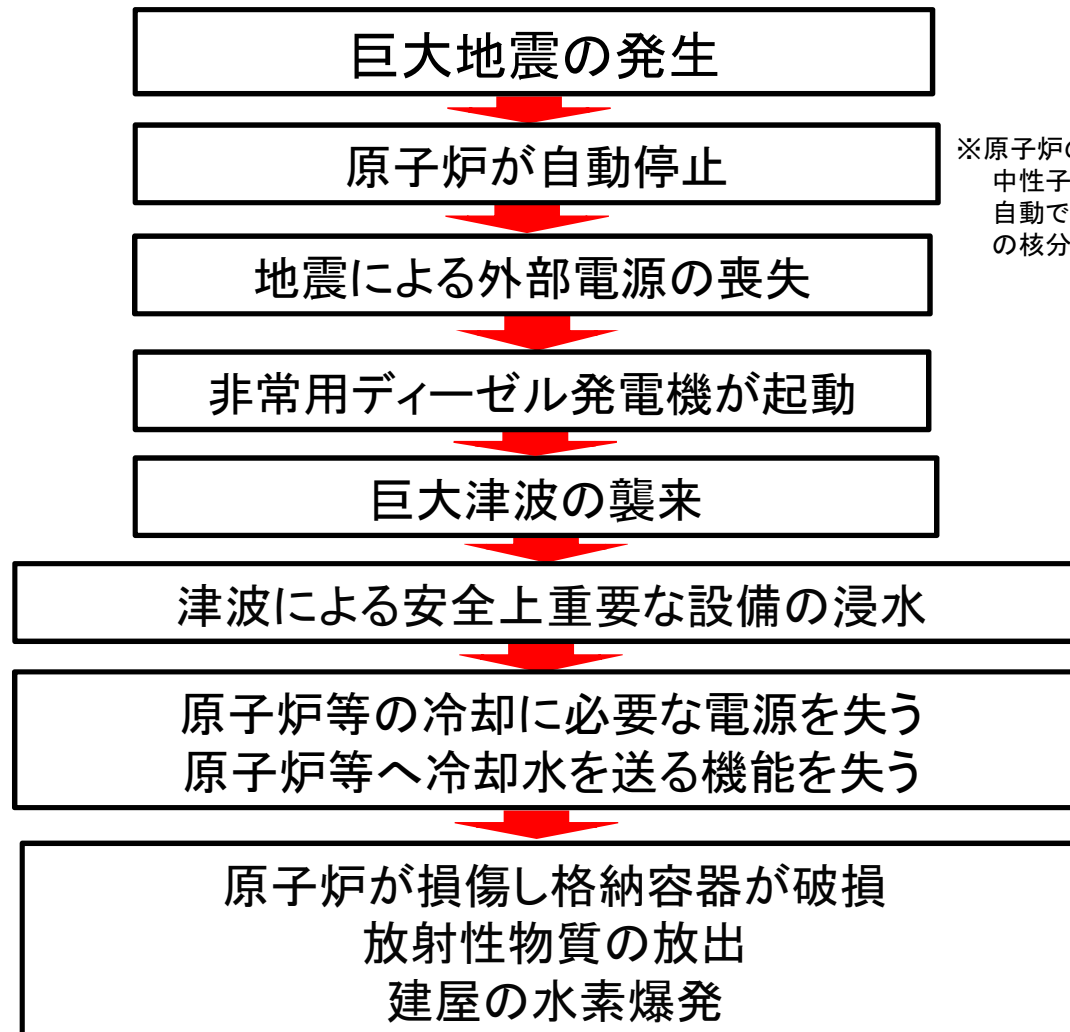
各発電所の津波高さ(浸水高)



福島第一原子力発電所の事故では・・・

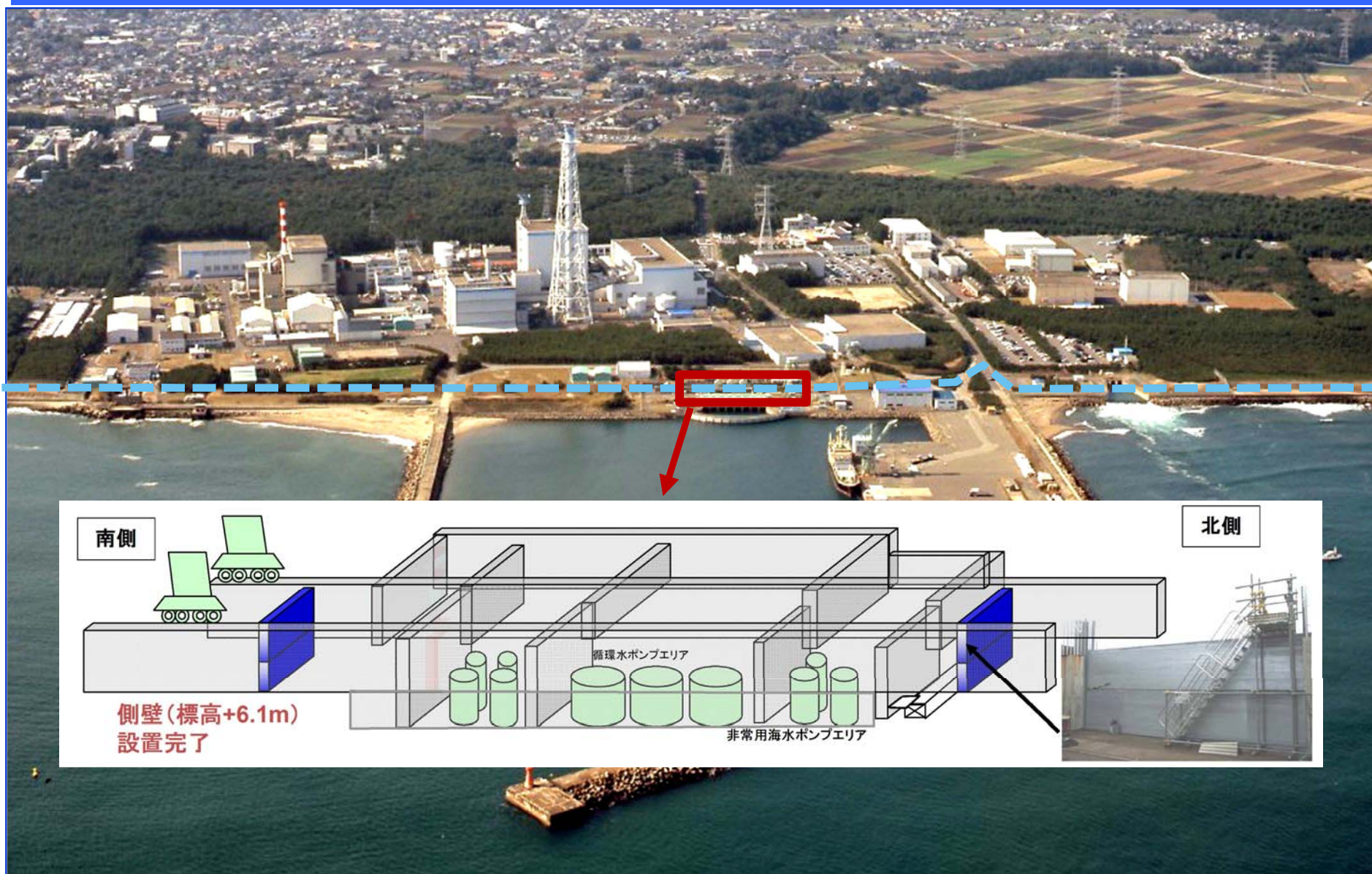


- ・地震や津波により、外部電源、海水ポンプ及び非常用ディーゼル発電機などの安全機能が失われ、原子炉や使用済燃料プール等を「冷やす」ことができませんでした。



※原子炉の自動停止
中性子を吸収する働きをもつ制御棒を
自動で燃料集合体の間に挿入し、燃料
の核分裂を停止させます。

3. 11東日本大震災発生時の津波遡上の状況



東海第二発電所の震災時の状況

平成23年 3月11日	大地震の発生(東海村震度6弱)	平成23年3月11日、東北地方太平洋沖地震が発生しました。
	原子炉が自動停止	地震により原子炉が自動停止しました。
	バックアップ電源の起動	外部からの電源を受電できなくなりましたが、非常用ディーゼル発電機3台が自動起動し、発電所で必要な電源を確保しました。
	原子炉・使用済燃料プールの冷却を開始	緊急時の冷却用機器により原子炉と使用済燃料プールの冷却を開始しました。
	津波の襲来	津波の影響を受け、非常用ディーゼル発電機の海水ポンプ3台のうち1台は防水対策工事終了直前であったので使用できなくなりましたが、残りの2台の非常用ディーゼル発電機により、安全に原子炉の冷却を行いました。
↓		
3月13日	外部電源復旧	外部電源が復旧しました。
↓		
3月15日	原子炉冷温停止	原子炉は冷温停止しました。(炉水温度:100℃未満、圧力:大気圧)

3. 東海第二発電所の緊急安全対策

(震災後速やかに対策した内容をご説明します)

安全上重要な設備の浸水対策



○安全上重要な設備が設置されている重要建屋の扉について水密扉に取替・追設を行い、津波による建屋内への浸入防止

安全上重要な設備

- ・非常用ディーゼル発電機
- ・電気室（蓄電池室、安全系しゃ断器）
- ・原子炉隔離時冷却系ポンプ
- ・残留熱除去系ポンプ
- ・ディーゼル消火ポンプ 等



非常用ディーゼル
発電機室入口扉



水密扉
(閉止状態)



水密扉
(開放状態)



非常用ディーゼル発電機 高さ：8m（海拔16m）
給排気設備防護壁



↑ 防護壁内部



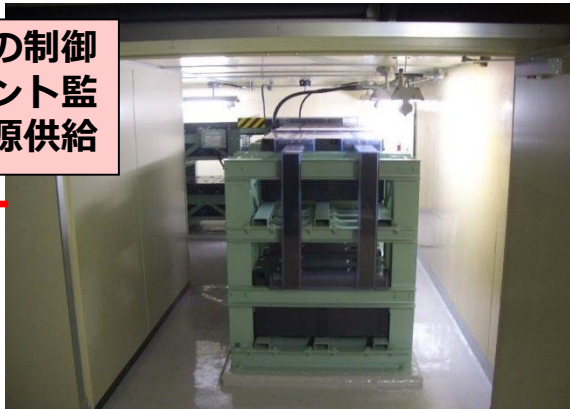
大物搬入口 水密扉
(開放状態)

原子炉等の冷却に必要な電源を確保する対策

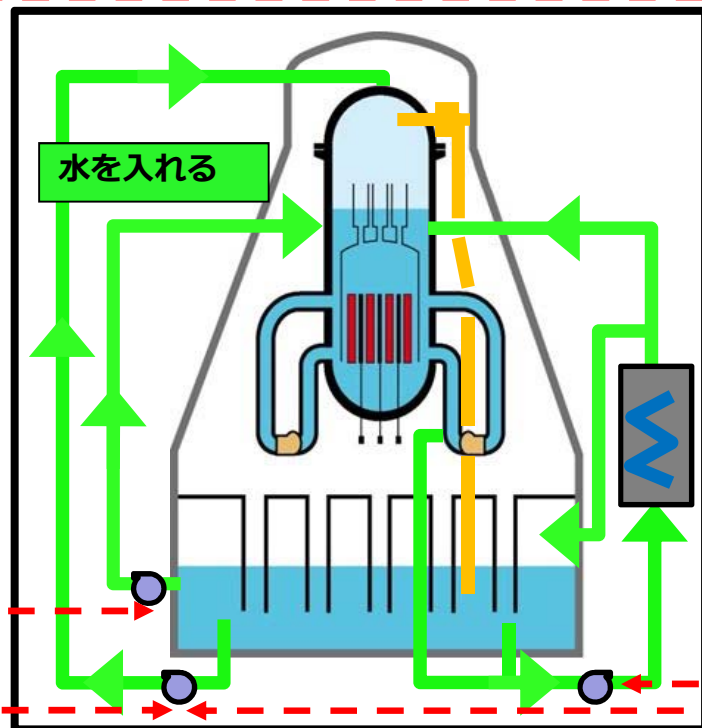


負荷を限定したバッテリーを発電所内海拔20m以上に設置

ポンプの制御
やプラント監
視用電源供給



大型ポンプの駆
動用電源等供給



高圧電源車：移動しないでその場で発電



低圧電源車：構内外3か所に分散配置

ポンプの制御
やプラント監
視用電源供給

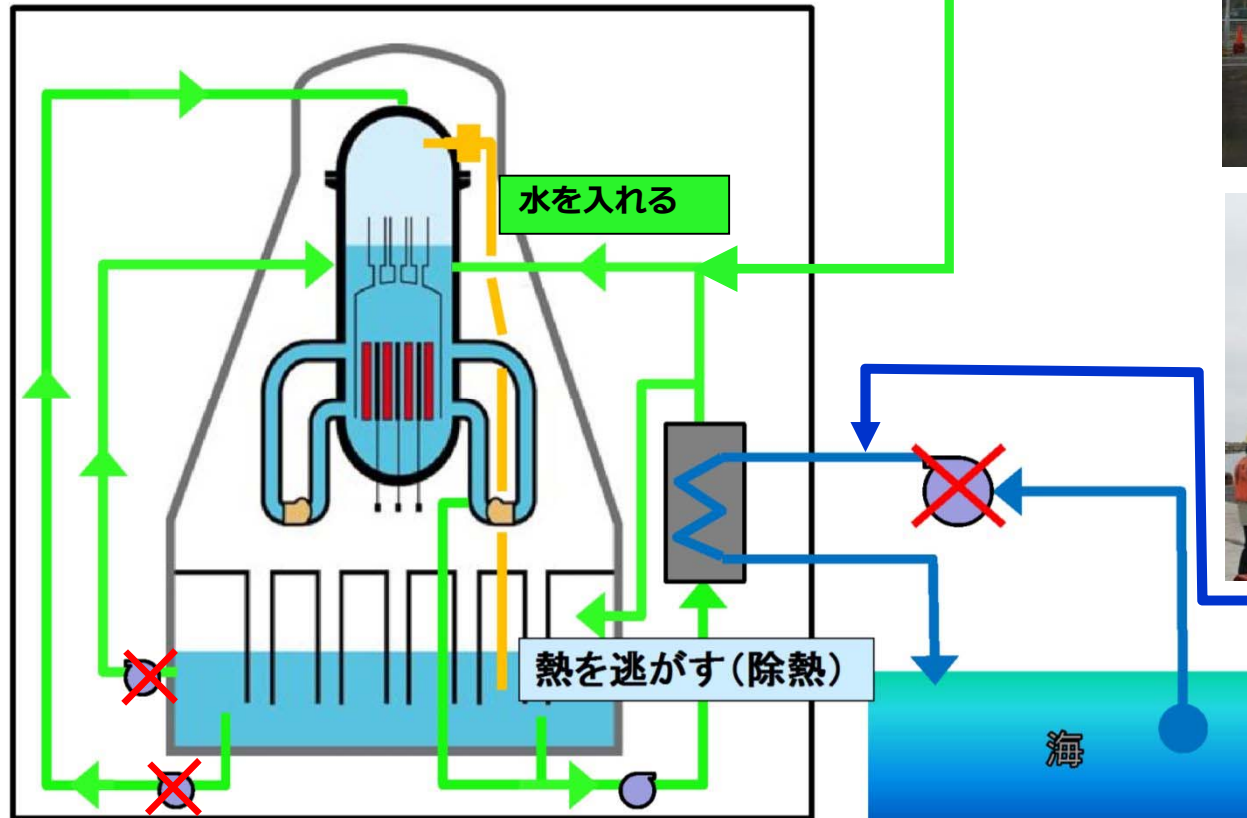


原子炉等へ冷却水を送る機能を確保する対策



ポンプ車及びホース車
6セット配備

可搬型ポンプより
水を送る



可搬型ポンプより
海水を送る

水素爆発を防止する対策

○原子炉建屋の水素爆発防止のため、原子炉建屋水素検出器(3台)、天井に水素ベント装置(2箇所)および既設ブローアウトパネル(2箇所)の手動開放装置を設置済



水素検出器



水素濃度計(中央制御室)



水素ベント装置



ブローアウトパネル(円内)

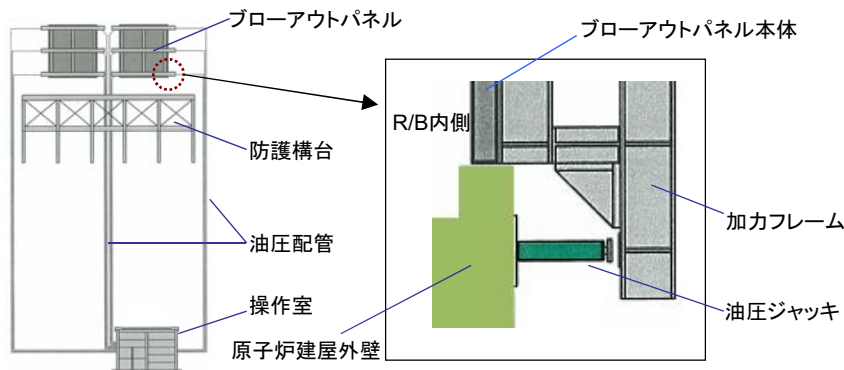


ブローアウトパネル開放用
油圧ユニット

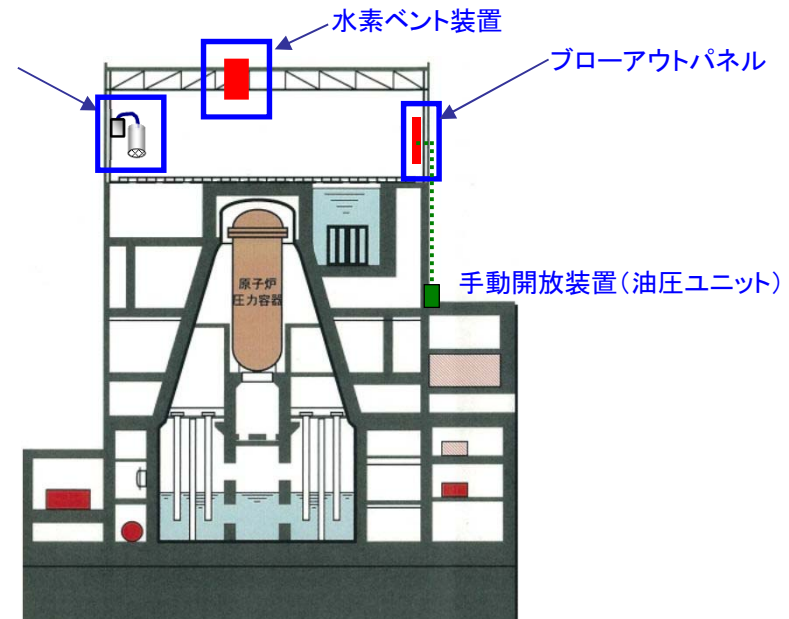
水素検出器

水素ベント装置

ブローアウトパネル

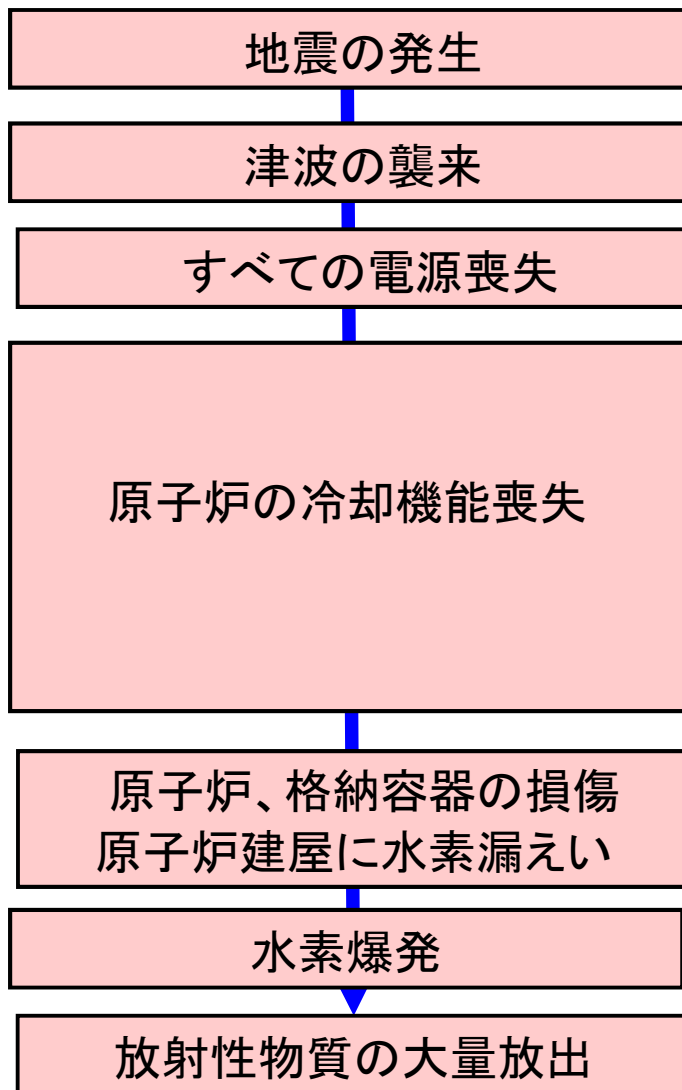


ブローアウトパネル開放装置概要



4. 東海第二発電所の安全性向上対策

【事故の推移】



【事故の教訓】

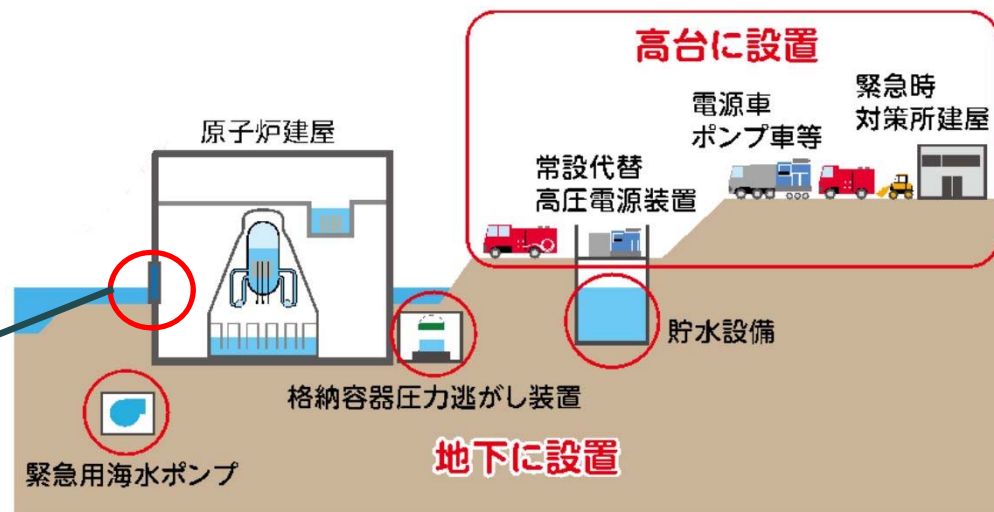
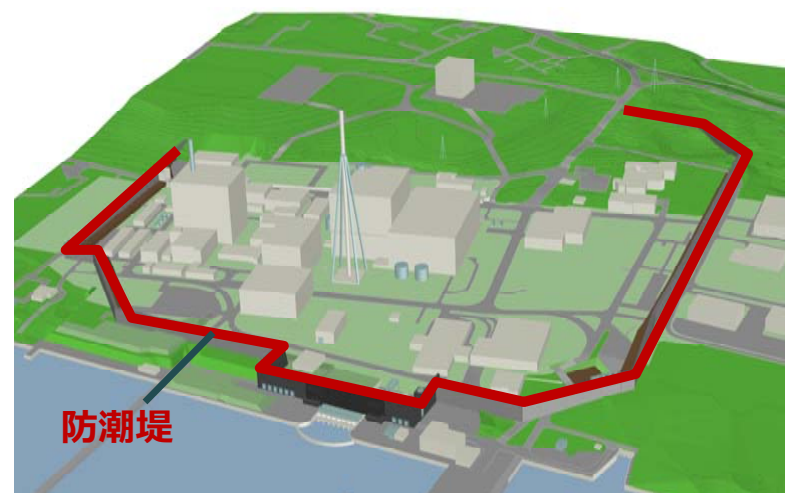
- …① 津波から発電所を守る対策が十分でなかった。
- …② 電源が多様化されていなかった。
- …③ 原子炉への代替注水機能や注水用水源が多様化されていなかった。
- …④ 消防車等の重機を活用した原子炉冷却の手段が整備されていなかった。
- …⑤ 注水用の水源容量が十分に確保されておらず、水源が枯渇した。
- …⑥ 海水ポンプの機能喪失により最終の熱の逃がし場を失った。
- …⑦ 原子炉建屋における水素対策がとられていなかった。

① 津波から発電所を守る対策が十分でなかった。



東北地方太平洋沖地震などの知見を踏まえて津波を評価した結果、防潮堤に達した時の津波最高水位を海拔17.1mと設定し、それよりも余裕を持たせた海拔最大20mの防潮堤を建設します。

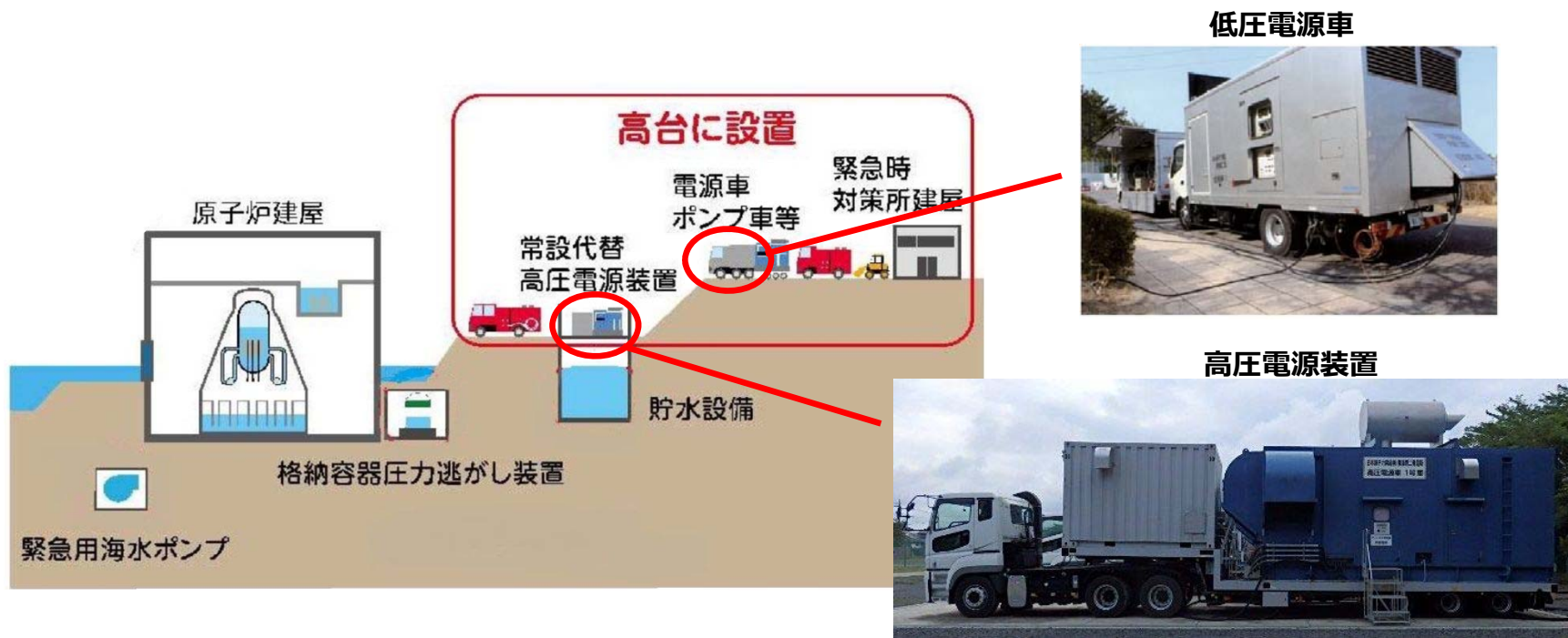
また、万が一、津波が防潮堤を超えた場合に備え、安全上重要な施設(原子炉建屋など)を水密化します。さらに津波の影響を受けない高台や地下に、高圧電源装置やポンプ車、貯水設備等を設置します。



② 電源が多様化されていなかった。



万が一、外部からの電源及び既存の非常用ディーゼル発電機が使えなくなった場合に備え、原子炉や使用済燃料プールを冷却するために必要なポンプや計測装置などに電力を供給できるよう、発電所構内の高台に常設の高圧電源装置を設置します。また、更なるバックアップとして、可搬型の低圧電源車を発電所構内の高台に配備し、電源を多様化します。

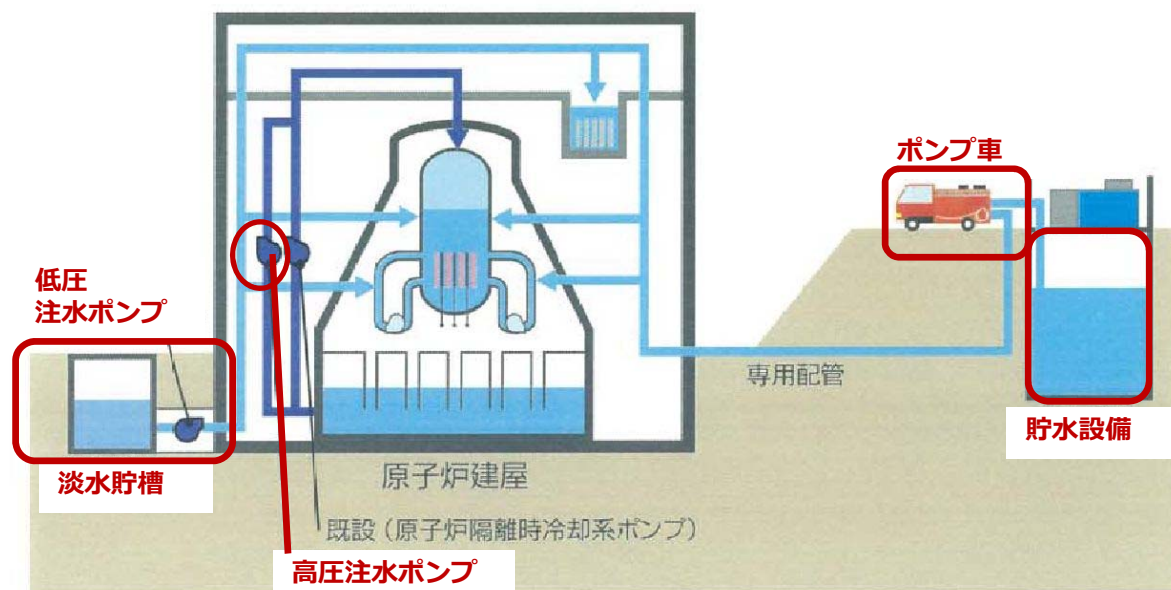


- ③ 原子炉への代替注水機能や注水用水源が多様化されていなかった。
- ④ 消防車等の重機を活用した原子炉冷却の手段が整備されていなかった。
- ⑤ 注水用の水源容量が十分に確保されておらず、水源が枯渇した。



万が一、既存の原子炉注水機能や使用済燃料プール注水機能が使用できなくなった場合に備え、新たに常設の冷却設備(高圧注水ポンプ、低圧注水ポンプ)を設置します。また、水源についても新たに常設の淡水貯槽を設置し確保します。

さらに、発電所構内の高台に可搬型のポンプ車、淡水貯水設備を設置し、冷却機能の多種多様化を図ります。

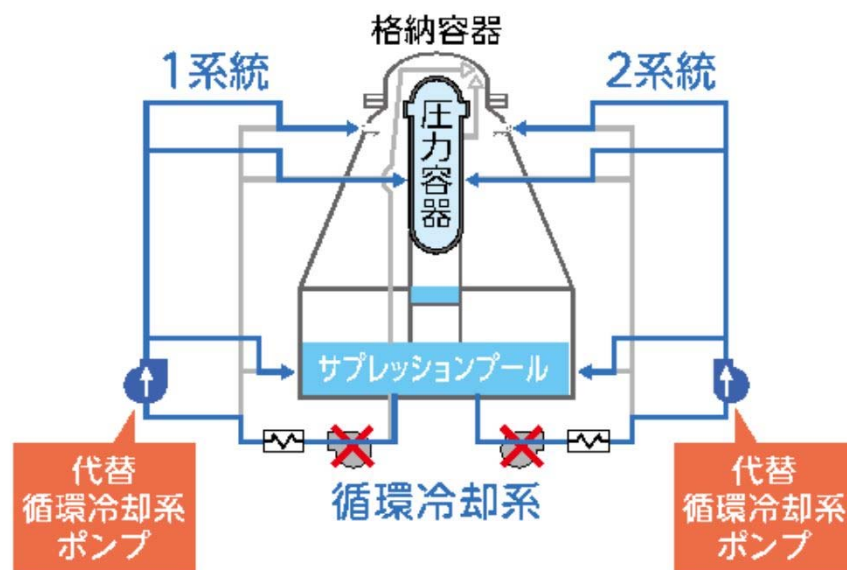
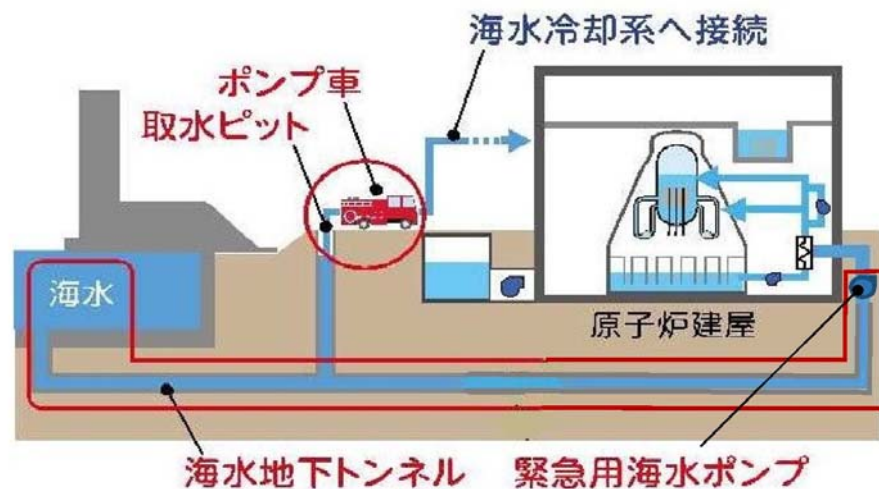


⑥ 海水ポンプの機能喪失により
最終の熱の逃がし場を失った。



万が一、既存の海水ポンプが使用できなくなった場合に備え、新たに常設の緊急用海水ポンプを設置します。水源についても新たに海水地下トンネルを設置し確保します。さらに、発電所構内に取水ピットを設置し、可搬型のポンプ車からも海水を送水できるようにし、除熱機能の多種多様化を図ります。

また、新たに代替循環冷却系を設置し、原子炉の崩壊熱を海水により逃がすことを可能とします。

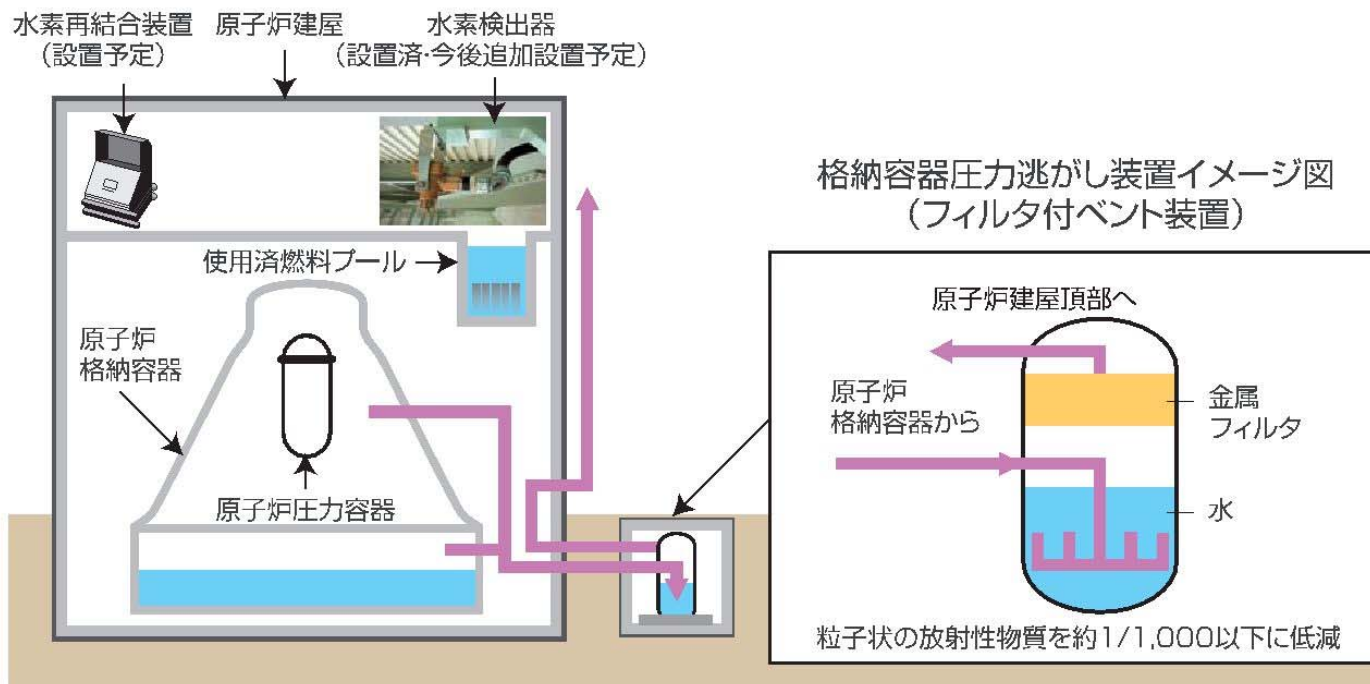


⑦ 原子炉建屋における水素対策がとられていなかった。

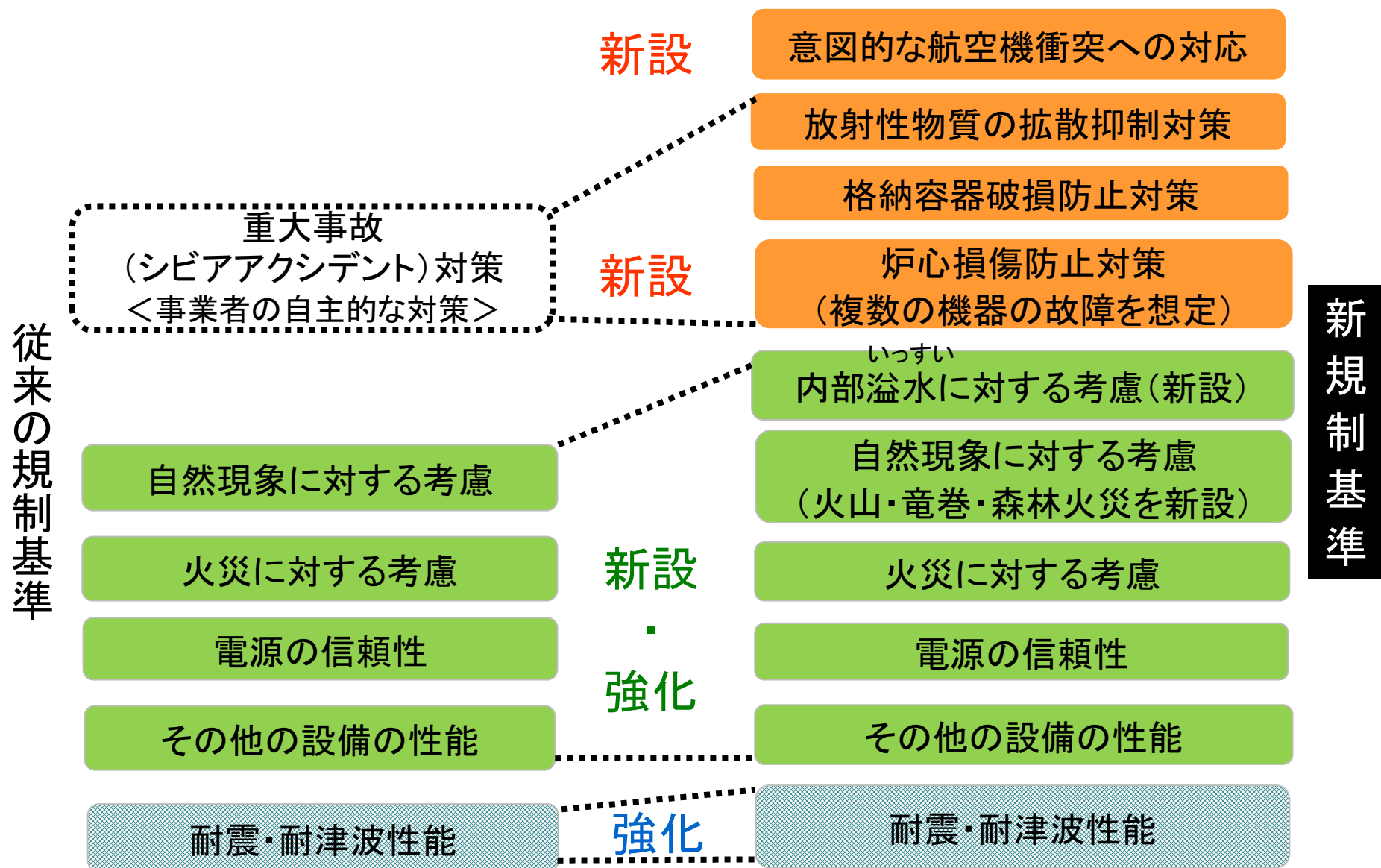


万が一、格納容器内の燃料を冷やすことができず、格納容器内の温度や圧力の上昇による破損を防ぐため、発生した蒸気や水素を排出することにより格納容器の破損を防止するとともに、環境への放射性物質の放出低減を図る目的で、格納容器圧力逃がし装置(フィルタ付ベント装置)を設置します。

また、水素爆発による原子炉建屋の破損を防止するため、原子炉建屋内の水素を取り除く装置(水素再結合装置)を設置します。



新規制基準の構成



新規制基準対応(事故教訓以外のもの) 【例1】自然災害

●竜巻

竜巻の最大風速を秒速100mと設定し、風圧や飛来物から重要な施設海水ポンプなど)を守る対策や、資機材が飛ばされないように固定する対策をおこないます。

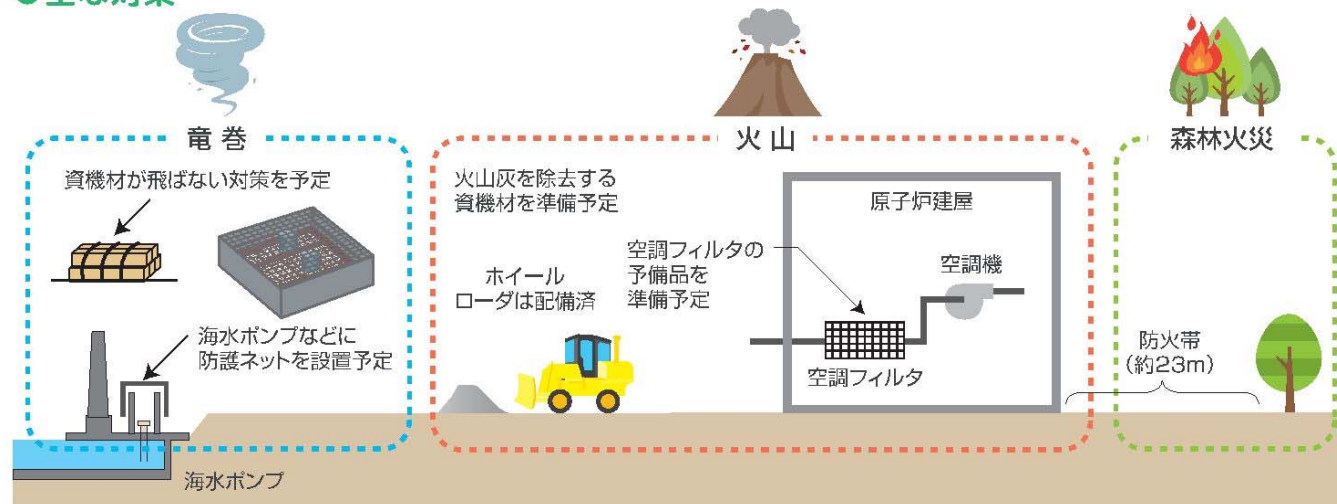
●森林火災

発電所敷地と周辺森林との間に距離(防火帯約23m)を持たせることで、発電所敷地内への森林火災の延焼を防止します。なお、近隣の産業施設の火災・爆発については、半径10km圏内に石油コンビナートが無いことや、近隣のLNG基地が発電所に影響を及ぼさないことを確認しました。

●火山

発電所から半径160km圏内の火山を評価した結果、設計による対応が難しい火山現象(火砕流など)が発電所に影響を及ぼす可能性は十分に低いことを確認しました。また、火山灰が降下した場合(堆積厚さを最大50cmと評価)に備え、火山灰を除去する資機材を準備するとともに、空調フィルタの予備品を準備します。

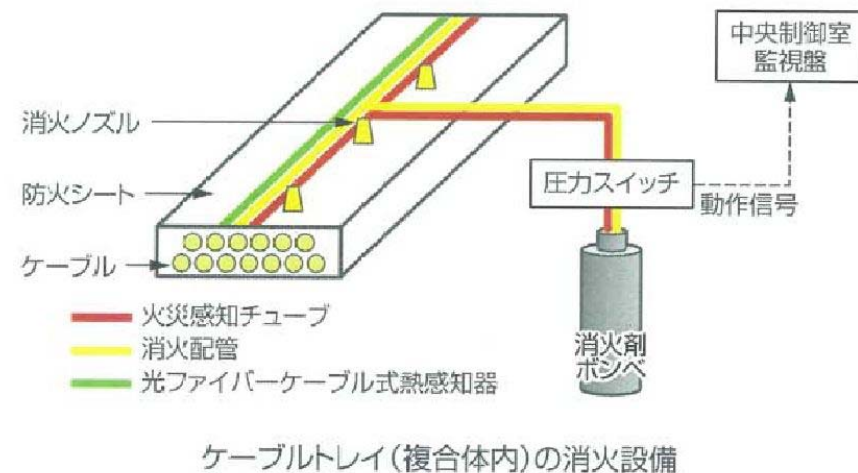
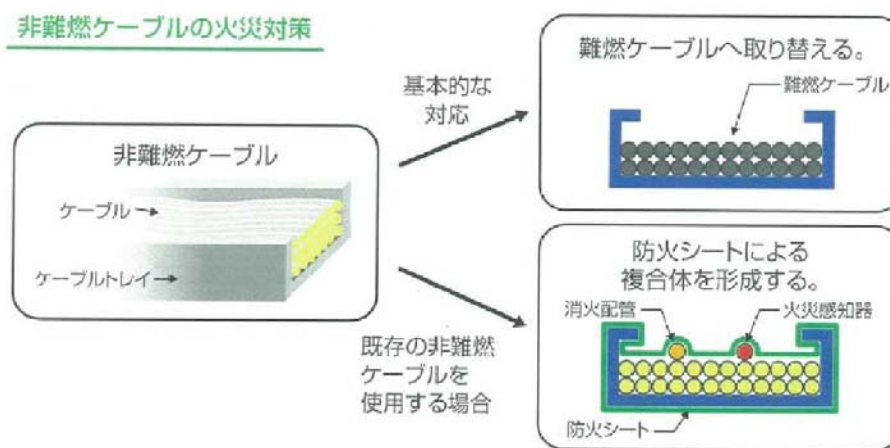
●主な対策



●ケーブル火災の防止

安全機能を有する機器などに使用されているケーブルのうち、非難燃ケーブルについては難燃ケーブルへ取り替えをします。既存の非難燃ケーブルを使用する場合は、難燃ケーブルを使用する場合と同等以上の難燃機能を有し、火災が発生することを防止する複合体を形成し、万が一、ケーブルから発火した場合、ケーブルトレイ内部に設置した火災感知器で速やかに火元を特定し、消火する対策を講じます。

非難燃ケーブルの火災対策



●火災影響の軽減

万が一、発電所内で火災が発生した場合、火災によって原子炉の冷却に必要な機器などが同時に機能を失わないよう、耐火性能のある壁で機器を分離するなどの対策を講じます。