

平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた
緊急安全対策に係る実施状況報告書

平成23年 4 月

四国電力株式会社

目 次

1. 概要
2. 津波発生によるPWRプラントにおける想定事象
3. 想定事象に対する対応シナリオ
 - (1) 3つの機能喪失を想定した場合の対応シナリオ
 - (2) 全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性
 - (3) 蒸気発生器および使用済燃料ピットへの給水に必要な水量の妥当性
 - (4) シナリオ成立のための要件の検討
4. 緊急安全対策の実施状況
 - ① 緊急点検の実施
 - ② 緊急時対応計画の点検および訓練の実施
 - ③ 緊急時の電源確保
 - ④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保
 - ⑤ 緊急時の使用済燃料ピットの冷却確保
 - ⑥ 伊方発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施
5. 原子炉施設保安規定の変更
6. 低温停止状態移行までの対応シナリオ
7. 緊急安全対策のさらなる充実
 - ③ 緊急時の電源確保
 - ④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保
 - ⑤ 緊急時の使用済燃料ピットの冷却確保
 - ⑥ 伊方発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施
8. 今後の対応

1. 概要

平成23年3月11日に発生した東日本大震災の津波に起因する東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故については、同じ原子力事業に携わる者として重く受け止め、当社の伊方発電所については、日頃からの安全・安定運転および設備の安全確保に万全を期すとともに、地震発生後、実施可能な対応をすみやかに行っている。

また、今回の事態の推移を注視しつつ、今後、津波の発生メカニズムを含めた事故の全体像の把握、その分析・評価結果を待ってさらなる必要な対策を実施していく必要があると認識している。

3月30日、経済産業大臣から当社社長に対する指示文書「平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策の実施について（指示）（平成23・03・28原第7号 平成23年3月30日付）」を受領し、津波により3つの機能（交流電源を供給する全ての設備の機能、海水を使用して原子炉施設を冷却する全ての設備の機能および使用済燃料ピットを冷却する全ての設備の機能）を喪失したとしても、炉心損傷および使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ、原子炉施設の冷却機能の回復を図るための緊急安全対策について直ちに取り組むとともに、それらの実施状況について早急に報告するよう指示があったことから、本指示内容に照らし、当社の緊急安全対策について、その実施状況を報告する。

また、同指示文書中でのもう一つの指示事項である、緊急安全対策を盛り込んだ原子炉施設保安規定の変更認可申請についても既に提出した。

なお、現在の対策については、これまで判明している知見に基づいたものであり、事故の全体像の解明が進み、事故シーケンスの分析や評価が行われた後には、これらに対応した講ずべき対策について適切に反映していく。

2. 津波発生によるPWRプラントにおける想定事象（添付資料－1）

今回の福島第一原子力発電所事故と同様に、極めて大きな津波により、3つの機能喪失を想定した場合のPWRプラント挙動について検討した。

全交流電源喪失に伴い、蓄電池から中央制御室等のプラント監視上必要な箇所に給電が開始されるが、蓄電池容量には限りがあるため、一定時間が経過した以降は蓄電池が枯渇し、プラント監視機能の喪失が考えられる。

また、全交流電源喪失とほぼ同時に、タービン動補助給水ポンプが起動し、蒸気発生器（以下「S/G」という。）2次側への給水が行わ

れ、S/Gを介して原子炉の冷却が行われる。当該ポンプは復水タンク等を水源としているが、タンクへの新たな給水がなければ、タンクの水は枯渇し、以降、S/Gによる冷却は期待できなくなる。その結果、1次冷却材の温度および圧力が上昇することにより炉心内の冷却材が減少し、最終的には炉心が露出し、損傷に至ることが考えられる。

一方、使用済燃料ピットについては、冷却機能が喪失することによりピット水温は徐々に上昇し、沸騰状態となると水量は次第に減少し、使用済燃料ピットへの新たな給水がなければ使用済燃料が露出し、損傷に至ることが考えられる。

3. 想定事象に対する対応シナリオ

(1) 3つの機能喪失を想定した場合の対応シナリオ（添付資料－2）

こうした状況にプラントが至らないよう、前述の評価も踏まえ、津波により3つの機能を全て喪失した場合においても、炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ、冷却機能の回復を図るために、以下の3つの対応を行う。

- a. 電源車による電源応急復旧
- b. S/Gへの給水確保
- c. 使用済燃料ピットへの水補給

3つの対応を具体的に実現するための、概略シナリオについては以下のとおりである。

a. 電源車による電源応急復旧（添付資料－3）

全交流電源喪失後、蓄電池から中央制御室等のプラント監視上必要な計器類への給電は限られた時間しか期待できないため、早期に電気を供給できるよう、電源車から仮設変圧器を介した給電用ケーブルを低圧補機ケーブルにつなぎ込み、運転監視等の機能が維持できるようにする。

b. S/Gへの給水確保（添付資料－4）

タービン動補助給水ポンプによる炉心の崩壊熱の除去を継続するためのS/G 2次側への給水については、通常、復水タンク（伊方発電所3号機は補助給水タンク：以下同様。）内の水により実施するが、事態が長期に亘る場合には、他の水源から必要な水を確保する。

具体的には以下の手段の中で実施可能なものを選択し、S/Gへの給水を行うことにより、1次系の圧力を約0.7 MPa、温度を約170℃に保ち、炉心を安定的に冷却させる。

- ・復水タンクの水を、既存設備を利用してタービン動補助給水ポンプによりS/Gへ給水する。
- ・2次系純水タンクの水を、既存設備を利用してタービン動補助給水ポンプによりS/Gへ給水する。
- ・淡水タンクの水を、ディーゼル駆動消火ポンプを用いて、屋外消火栓等から復水タンクまたは2次系純水タンクに注水し、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。
- ・淡水タンクの水を、消防自動車を用いて復水タンクまたは2次系純水タンクに注水し、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。
- ・海（海水ピットまたは放水口）から、可搬型消防ポンプ、消防自動車を用いて海水を汲み上げ、復水タンクまたは2次系純水タンクに注水し、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

c. 使用済燃料ピットへの水補給（添付資料－5）

使用済燃料ピットの冷却機能が喪失することによる使用済燃料ピット水温の上昇と、それに伴う使用済燃料ピット水量の減少を補うため使用済燃料ピットへ水を補給する。

具体的には、以下の手段の中で実施可能なものを選択し、使用済燃料ピットへの補給を行う。

- ・2次系純水タンクから、既存設備を利用して使用済燃料ピットへ補給する。
- ・燃料取替用水タンクから、既存設備を利用して使用済燃料ピットへ補給する。
- ・淡水タンクの水を、ディーゼル駆動消火ポンプを用いて、消火用連結送水管から使用済燃料ピットへ補給する。
- ・淡水タンクの水を、消防自動車を用いて使用済燃料ピットへ補給する。
- ・海（海水ピットまたは放水口）から、可搬型消防ポンプ、消防自動車を用いて海水を汲み上げて使用済燃料ピットへ補給する。

(2) 全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性（添付資料－6）

3.(1) a.において、全交流電源喪失時に、電源車から所内電源系に電気を供給するが、炉心の崩壊熱の除去や中央制御室等のプ

ラント監視上必要な機器類の電源容量の妥当性について評価を行い、炉心の崩壊熱の除去や運転監視継続のために必要な機器類に十分な電気を供給することが可能であることを確認した。

(3) 蒸気発生器および使用済燃料ピットへの給水に必要な水量の妥当性（添付資料—7）

a. 蒸気発生器に必要な水量の妥当性

3.(1) b. において、淡水タンク等からS/G2次側への給水を行うが、炉心の崩壊熱の除去を行うために必要な給水量について評価を行った。給水訓練における給水流量は、S/Gおよび使用済燃料ピットへの必要流量を上回っており、3.(1) b. のシナリオによって炉心の崩壊熱の除去が可能であることを確認した。

b. 使用済燃料ピットに必要な水量の妥当性

3.(1) c. において、淡水タンク等から使用済燃料ピットへの給水を行うが、使用済燃料ピットの冷却機能喪失による使用済燃料ピット水温の上昇と、それに伴う使用済燃料ピット水量の減少を補うために必要な給水量について評価を行った。給水訓練における給水流量は、S/Gおよび使用済燃料ピットへの必要流量を上回っており、3.(1) c. のシナリオによって使用済燃料ピットの崩壊熱の除去が可能であることを確認した。

(4) シナリオ成立のための要件の検討

シナリオの設定にあたっては、各シナリオにおいて必要となる機器の仕様等を検討して、必要な資機材を配備し、手順の検討にあたっては、今回の福島第一原子力発電所事故の状況を踏まえて、資機材保管場所、運搬ルート等、実効的なシナリオが成立するために必要な要件を検討するとともに、訓練等により問題のないことを確認した。

4. 緊急安全対策の実施状況

3つの機能が喪失した場合においても、3.(1)に示した対応シナリオにより、炉心損傷および使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ原子炉施設の冷却機能の回復を図るため、経済産

業大臣から示された以下の①～⑥の6項目の指示内容について、直ちに講じるべき対策として以下のとおり、緊急安全対策を実施してきた。

①緊急点検の実施（添付資料－8）

a．福島第一原子力発電所事故を踏まえた点検

伊方発電所1～3号機の全ての非常用ディーゼル発電機（以下「D/G」という。）について、機能確認を実施した。（平成23年3月14日完了）

b．緊急時対応のための機器および設備の点検

3つのシナリオの実現のために必要となる本設の設備および資機材について点検を行った。点検は、②の緊急時対応計画において必要となる設備や資機材を対象に実施した。（平成23年4月22日完了）

②緊急時対応計画の点検および訓練の実施

a．福島第一原子力発電所事故を踏まえた運転訓練の実施

伊方発電所の全ての運転当直において、従来の手順による全交流電源喪失を模擬したシミュレータ訓練を実施した。（平成23年3月31日完了）

b．緊急時対応計画の策定・点検および訓練の実施

（添付資料－9、10）

3つのシナリオの実現のための緊急時対応計画として、体制、職務、実施方法、訓練、資機材等について定めた「伊方発電所緊急時対応内規（津波）」、「全交流電源喪失時における電源車による給電手順書」および「全交流電源喪失時における冷却水供給手順書」を策定した。（平成23年4月21日制定）

また、伊方発電所1～3号機の関連する運転内規の改正を行った。（平成23年4月21日改正）

これらの社内内規の策定、改正にあたっては、訓練を実施し、改善点を抽出し、フィードバックを行った。

③緊急時の電源確保（添付資料－11）

外部電源およびD/Gによる電源が確保できない場合に、炉心を安定的に冷却し、原子炉の状態監視等が可能となる緊急時の電源を確保するため、各プラントに必要な電源容量を満足する電源車（各号機300kVA：1台、計3台）を配置した。（平成23年3月30日完了）

また、電源車から、中央制御室等のプラント監視上の重要箇所に給電可能な受電盤等への接続に必要な資機材（仮設変圧器および給電用ケーブル）についても配置した。これらの電源車、資機材については津波の影響を受けない場所に保管した。（平成23年4月21日完了）

④緊急時の最終的な除熱機能の確保（添付資料－12）

外部電源およびD/Gによる電源が確保できない場合に、炉心を安定的に冷却し、タービン動補助給水ポンプによるS/G二次側への除熱のための水を補給するため、水源である復水タンクまたは二次系純水タンクへ淡水や海水を補給するための消防自動車、可搬型消防ポンプおよび資機材（消防用ホース）を津波の影響を受けない場所に配置した。（平成23年4月20日完了）

⑤緊急時の使用済燃料ピットの冷却確保（添付資料－12）

使用済燃料ピット冷却系および既存の補給水系の機能喪失により、使用済燃料ピットを冷却する手段がなくなった場合に、淡水や海水を供給するため、消防自動車、可搬型消防ポンプおよび資機材（消防用ホース）を津波の影響を受けない場所に配置した。（平成23年4月20日完了）

⑥伊方発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施（添付資料－13）

タービン動補助給水ポンプ、蓄電池等のS/Gの除熱に必要な安全上重要な機器が設置されているエリアの建屋入口扉等にシーリング施工を行うことにより、水密性の向上を図った。（平成23年4月21日完了）

以上の通り、平成23年4月22日までに緊急安全対策は全て完了した。

この緊急安全対策を実施することにより、津波により3つの機能が喪失する状況にあっても、炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止することが可能である。（添付資料－14、15、16）

5. 原子炉施設保安規定の変更

平成23年3月30日付の経済産業大臣からの指示文書および「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の改正を踏まえ、「伊方発電所原子炉施設保安規定」に、電源機能等喪失時の体制の整備に関する措置を新たに追加し、原子炉施設保安規定変更認可申請を行った。

(平成23年4月8日申請)

＜変更申請の概要＞

「電源機能等喪失時の体制の整備」の条文を新たに追加し、以下の項目を明記した。

a. 安全技術グループリーダーは、電源機能等喪失時の体制の整備に関する措置として、以下の3項目に係る計画を策定し、所長の承認を得る。

①必要な要員の配置

②要員に対する訓練

③必要な電源車、ポンプ、消火ホースなど資機材の配備

b. 各グループリーダーは、前項の計画に基づき活動を実施する。

c. 各グループリーダーは、前項に定める事項について定期的に評価を行うとともに、評価結果に基づき必要な措置を講じ、安全技術グループリーダーに報告する。安全技術グループリーダーは、a.に定める事項について定期的に評価を行うとともに、評価の結果に基づき必要な措置を講じる。

6. 低温停止状態移行までの対応シナリオ（添付資料-17）

4. の対応を行うことにより、S/Gからの除熱を通じて炉心の崩壊熱の除去が行われ、炉心を安定的に冷却させることが可能であるが、さらに、これを低温停止状態（1次冷却水温度：93℃以下）にまで移行させる方法について検討を行った。

(i) 今後の設備配備を踏まえた低温停止状態移行までの対応シナリオ

海水ポンプ（モータ取替復旧後）または海水取水用水中ポンプによる海水の取水、充てんポンプ、余熱除去系等を使用することにより原子炉を低温停止状態まで移行できる。

(ii) 現有設備による低温停止状態移行までの対応シナリオ

1次系圧力を約0.5MPaまで降下させた後、ほう酸ポンプを起動して、1次系にほう酸水を注入し、さらに消防自動車等を用いて、S/G2次側へ海水を供給することにより原子炉を低温停止状態まで移行できる。

上記(i)、(ii)の対応を行うに当たっては、今後、必要な設備や資機材の配備等を中長期対策の中で進めることとし、併せて必要な手順書等の整備、訓練の実施により、低温停止状態までの移行シナリオを確実に遂行できるようにする。

7. 緊急安全対策のさらなる充実（添付資料－18、19）

緊急安全対策を実施することにより、津波により3つの機能が喪失する状況にあっても、炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止することが可能であるが、より一層の信頼性の向上を図るため、6項目の指示事項の内、「③ 緊急時の電源確保」「④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保」「⑤ 緊急時の使用済燃料ピットの冷却確保」「⑥ 伊方発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施」については、緊急安全対策に加え、設備の冗長性の確保、強化等の対策も併せて行う。

これらの対策を行うことにより、低温停止状態まで移行させるシナリオを実現することが可能となる。

また、緊急安全対策で行った「① 緊急点検の実施」および「② 緊急時対応計画の点検および訓練の実施」については、今後も継続して実施し、資機材の健全性を確認するとともに、訓練を通じて対応能力を高めていく。

③ 緊急時の電源確保

a. 大容量電源車の配備

D/Gの代替電源として、中央制御室等のプラント監視上の重要箇所や原子炉の冷却維持に必要な機器等に必要な電力をさらに安定的に供給することができるよう、大容量電源車を配備する。

b. 外部電源の多様化

外部電源の多様化を図るため、発電所に隣接する変電所から構内まで配電線（6600V）を1，2号機用および3号機用に敷設する。

c. 恒設非常用発電機の設置

定期検査時等に現状のD/Gを待機除外にしても、非常用発電設備が2台動作可能であることを確実に担保できるよう新たに非常用発電機を設置する。

④緊急時の最終的な除熱機能の確保

a. 海水ポンプモータ予備品の配備

D/Gおよび安全系機器に冷却用海水を供給するための重要な機器である海水ポンプモータの予備品を配備する。

b. 海水取水用水中ポンプの配備

海水ポンプの代替として、D/Gおよび安全系機器に冷却用海水を供給できる水中ポンプ等を配備する。

⑤緊急時の使用済燃料ピットの冷却確保

a. 消防自動車の追加配備

使用済燃料ピット等の冷却水を確保する観点から消防自動車を追加配備する。

⑥伊方発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施

a. 安全上重要な機器を設置しているエリアの防水対策

タービン動補助給水ポンプ、D/G、直流電源装置等の安全上重要な機器が設置されているエリアの防水対策として、水密扉への取替え等を行う。

b. 海水ポンプエリアの防水対策強化

海水ポンプエリアへの津波の影響を低減するための防水対策を実施する。

8. 今後の対応

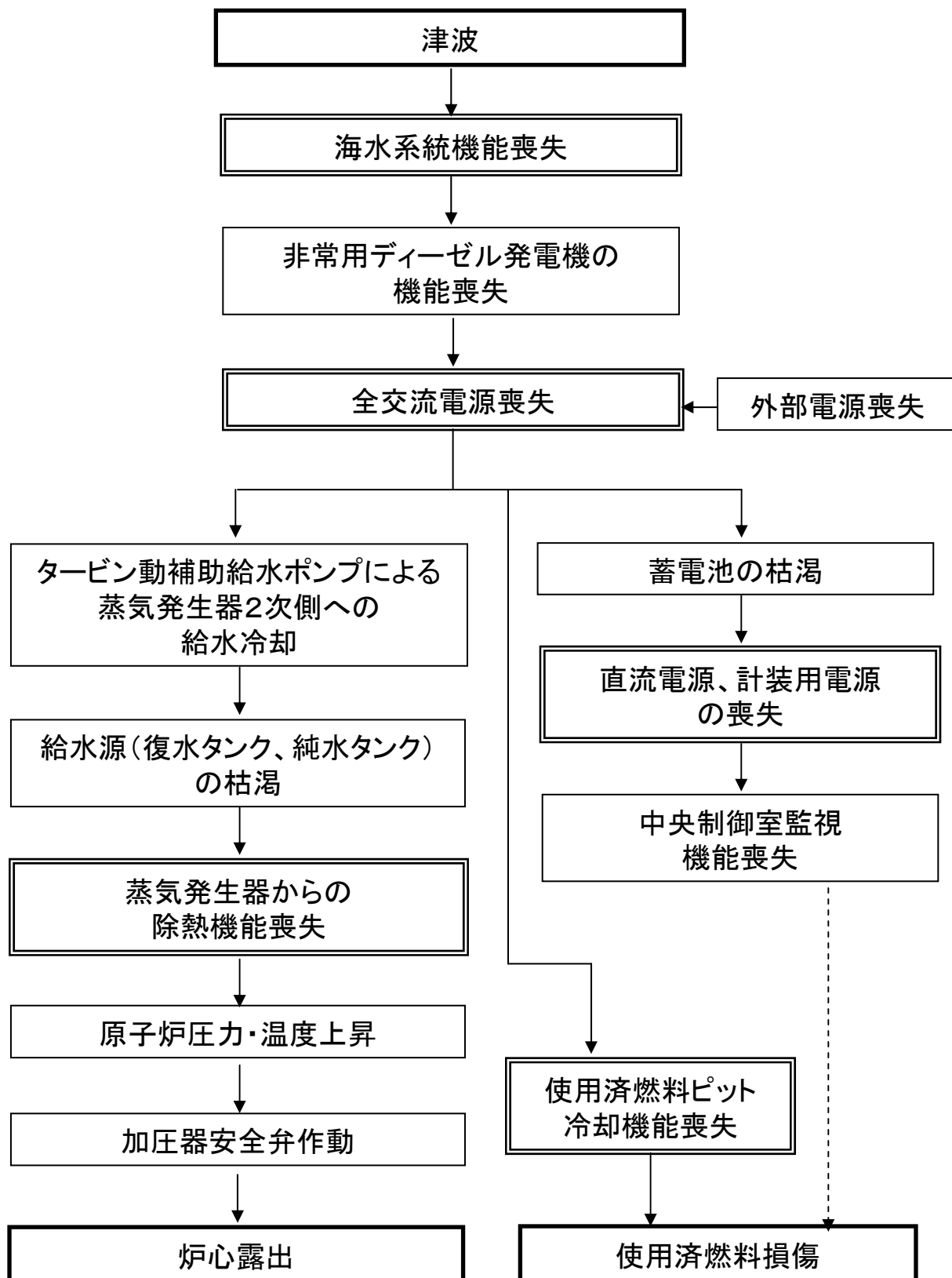
現在の対策については、これまでに判明している知見に基づいたものであり、今後も事故の推移を注意深く見守っていく。特に事故に伴い発生した放射性物質を含んだ廃液の取り扱いについては、新たな課題の一つになってきていることから、この点も含め、引き続き、情報収集、分析を行うとともに、併せて設備面からの対策も含め、検討を継続して実施していく。

また、事故の全体像の解明が進み、事故シーケンスの分析や評価が行われた後には、これらに対応した講ずべき対策について、適切に反映していく。

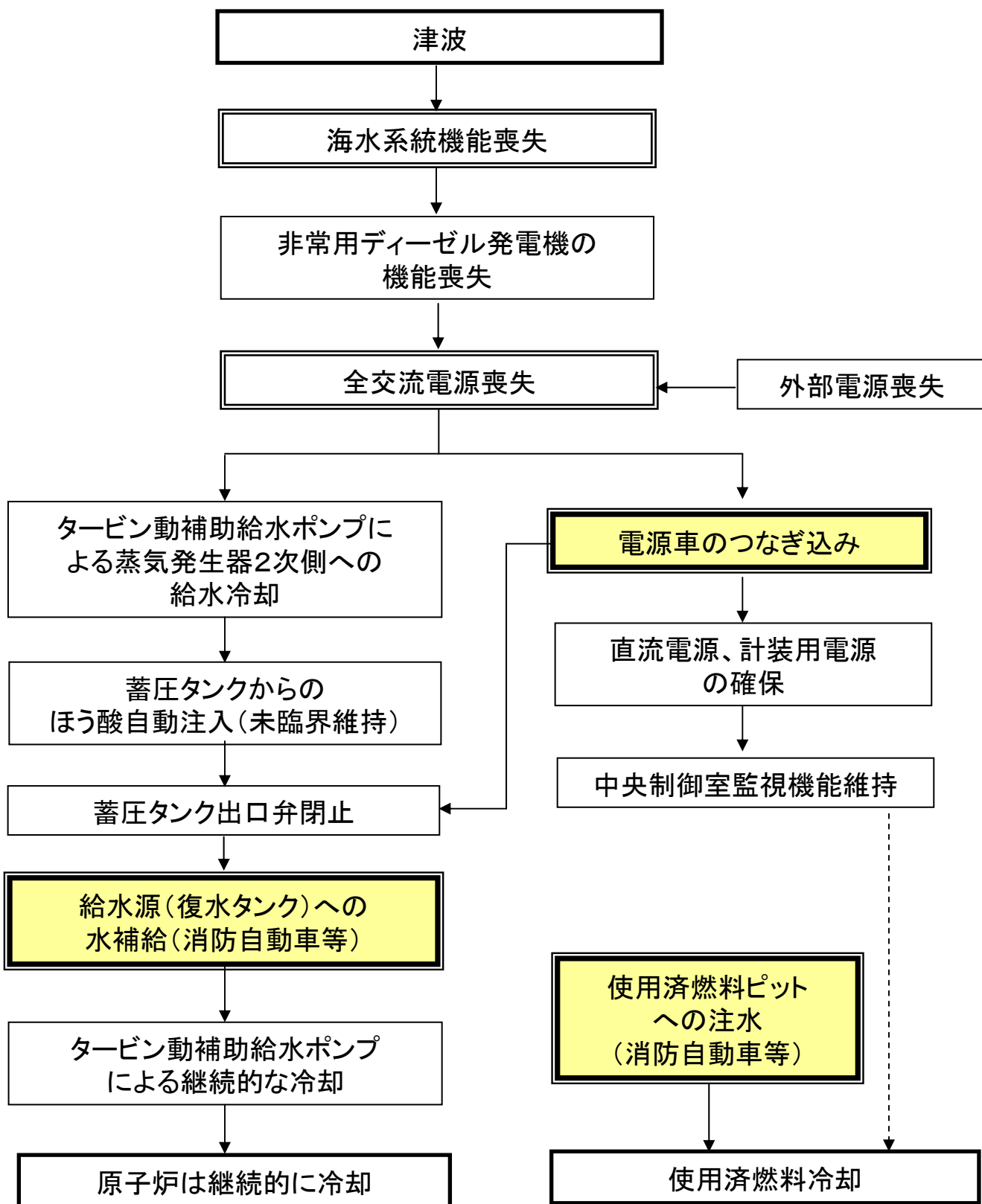
以 上

添 付 資 料

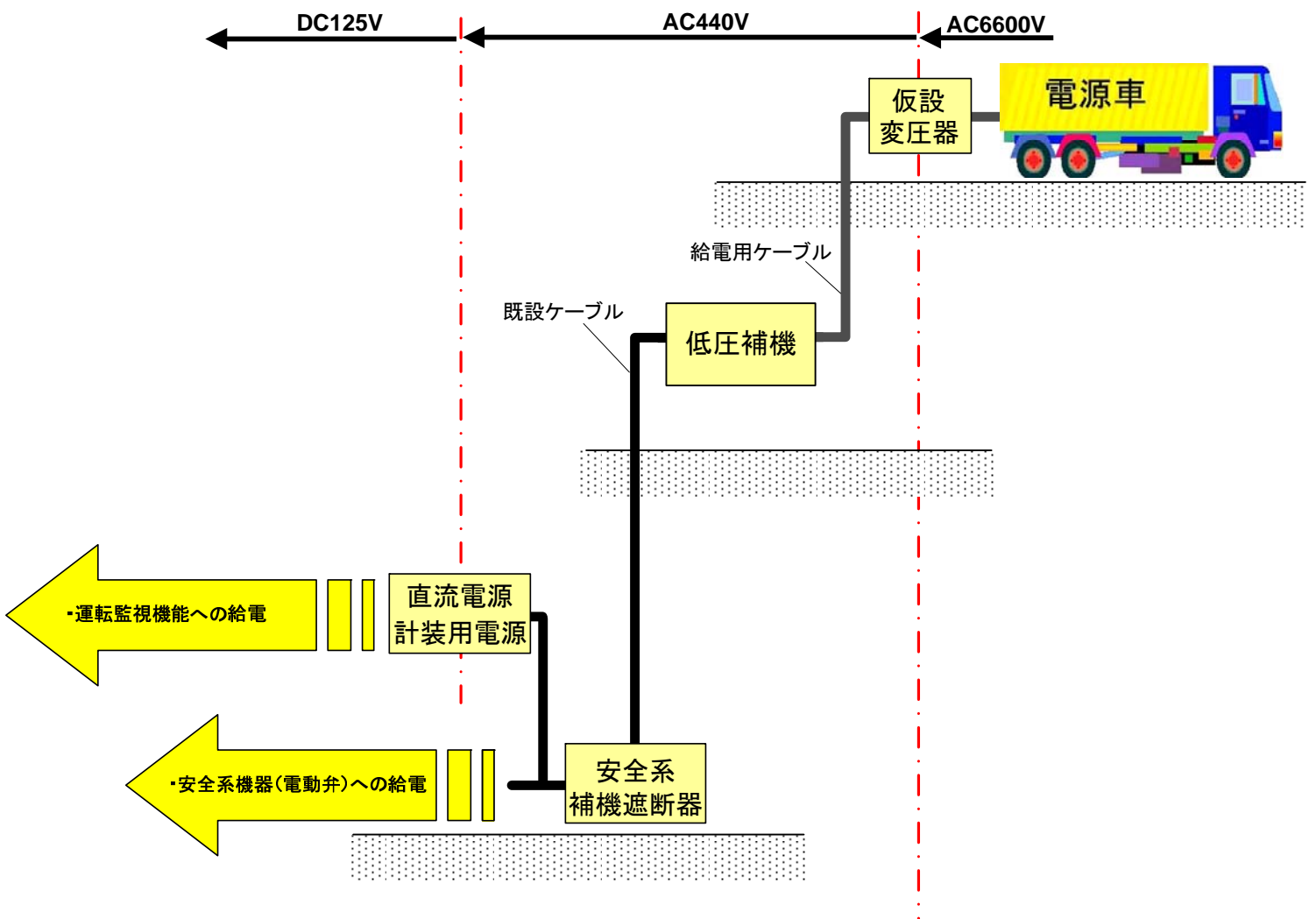
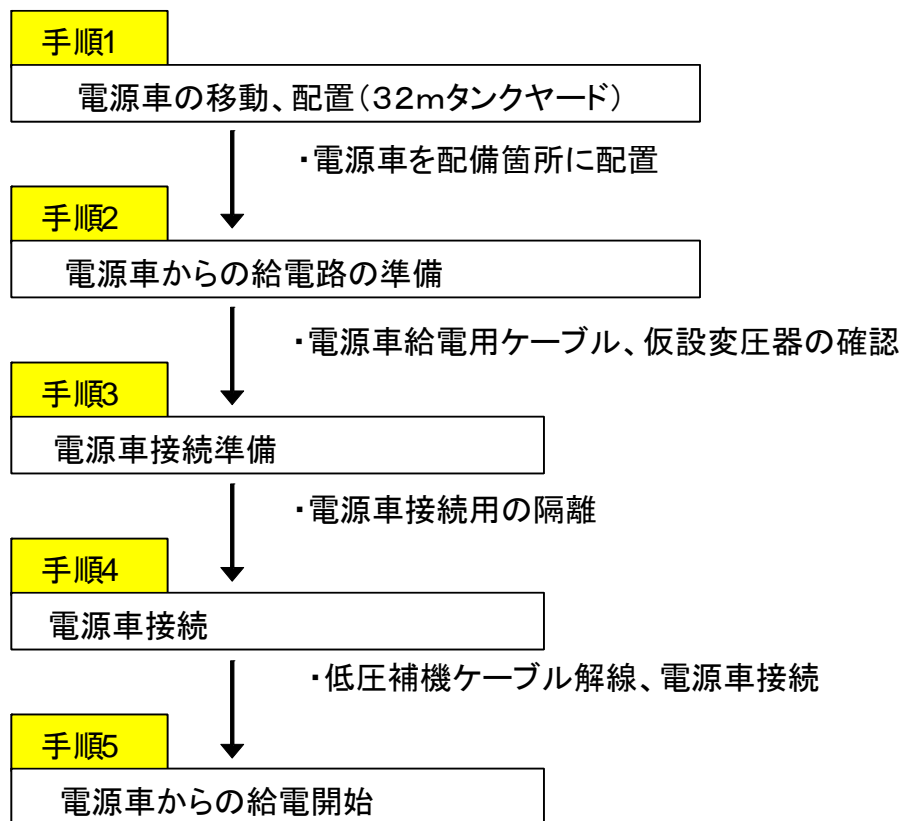
- 添付資料－１ PWRにおける津波発生時の想定事象（緊急安全対策実施前）
- 添付資料－２ PWRにおける津波発生時の想定事象（緊急安全対策実施後）
- 添付資料－３ 電源車による給電方法
- 添付資料－４ タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水方法
- 添付資料－５ 使用済燃料ピットへの水補給方法
- 添付資料－６ 全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性
- 添付資料－７ 蒸気発生器および使用済燃料ピットへの給水に必要な水量の妥当性
- 添付資料－８ 緊急点検の実施結果
- 添付資料－９ 伊方発電所原子力防災組織下における緊急時対応業務体制
- 添付資料－１０ 訓練実施結果
- 添付資料－１１ 電源車等の配置数
- 添付資料－１２ 仮設ポンプおよびホースの配備数
- 添付資料－１３ 水密性向上対策の概要
- 添付資料－１４ 緊急安全対策のイメージ図
- 添付資料－１５ 電源車、消防自動車等の保管場所
- 添付資料－１６ 主要機器設置レベル概念図
- 添付資料－１７ 低温停止状態移行までの対応シナリオ
- 添付資料－１８ 設備強化対策のスケジュール
- 添付資料－１９ 設備強化対策の概要

PWRにおける津波発生時の想定事象
(緊急安全対策実施前)

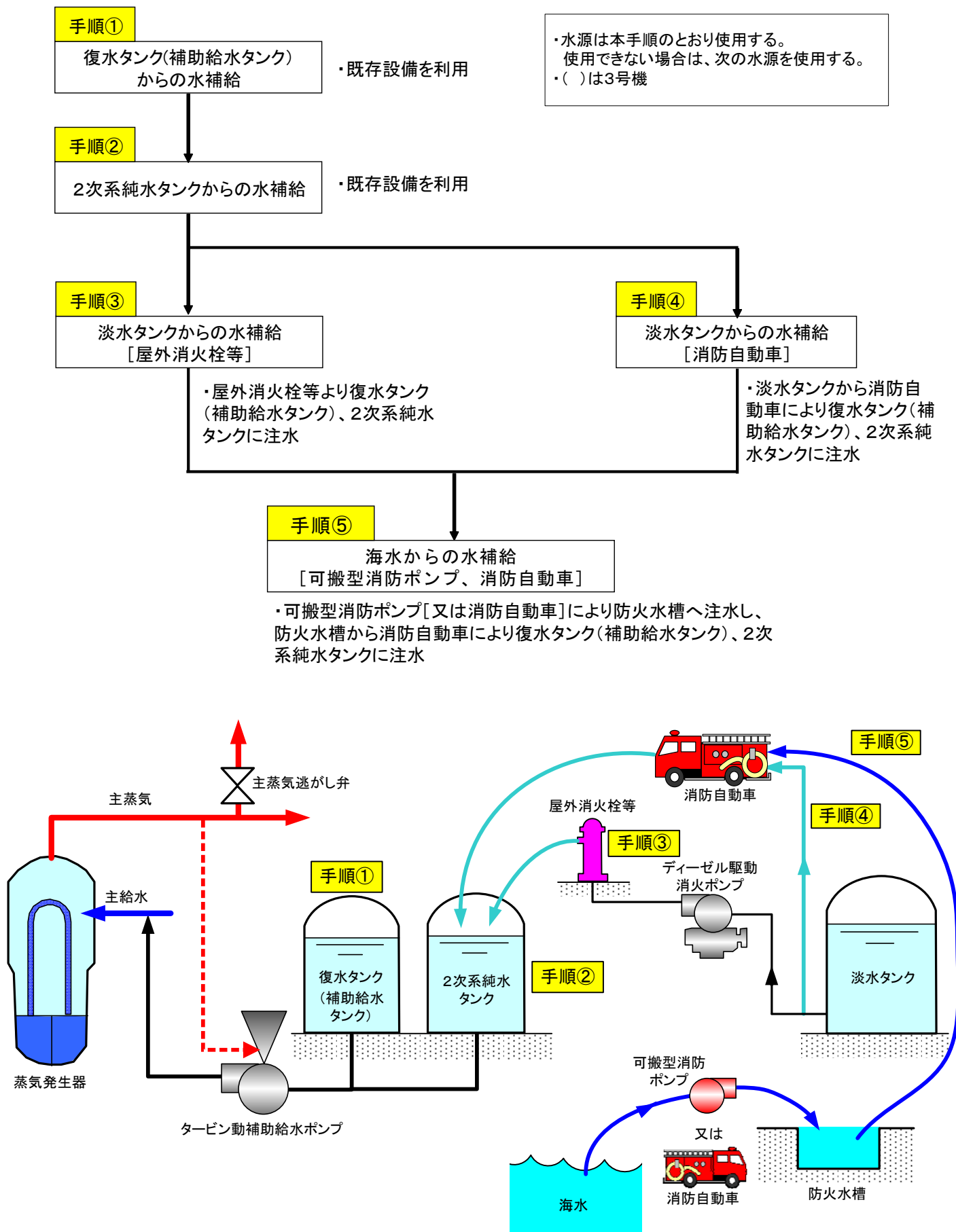
PWRにおける津波発生時の想定事象
(緊急安全対策実施後)



電源車による給電方法

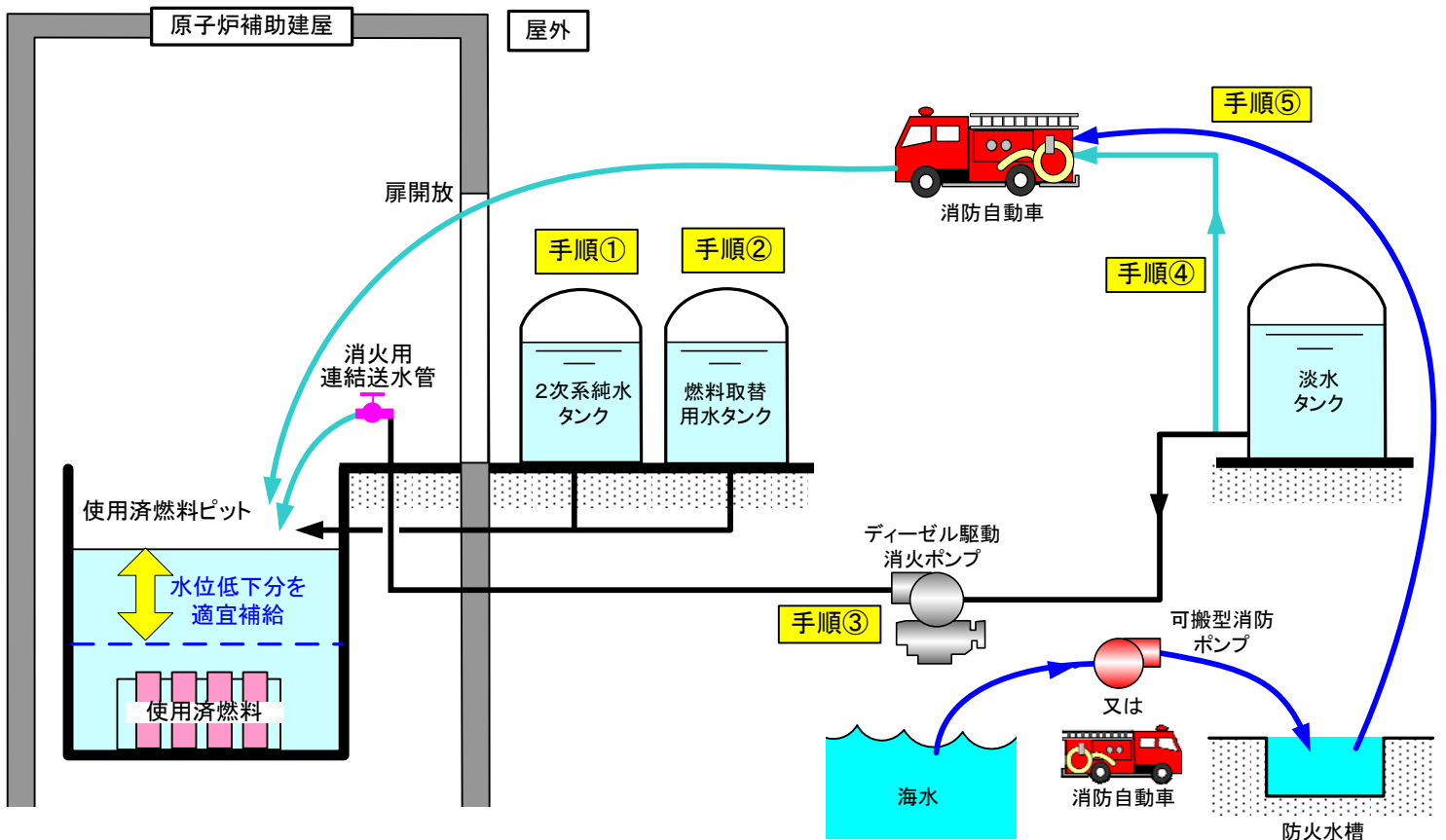
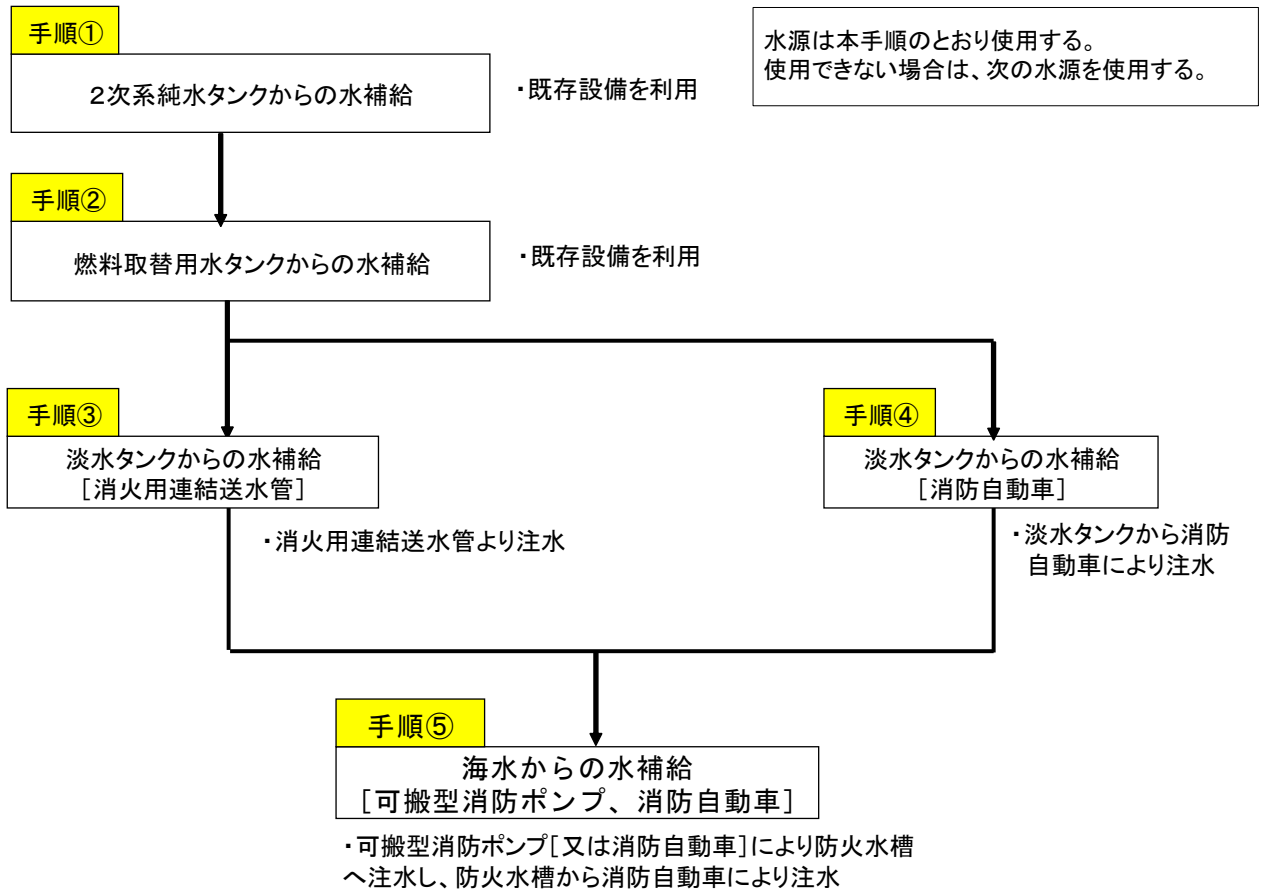


タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水方法



タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水系統概要図

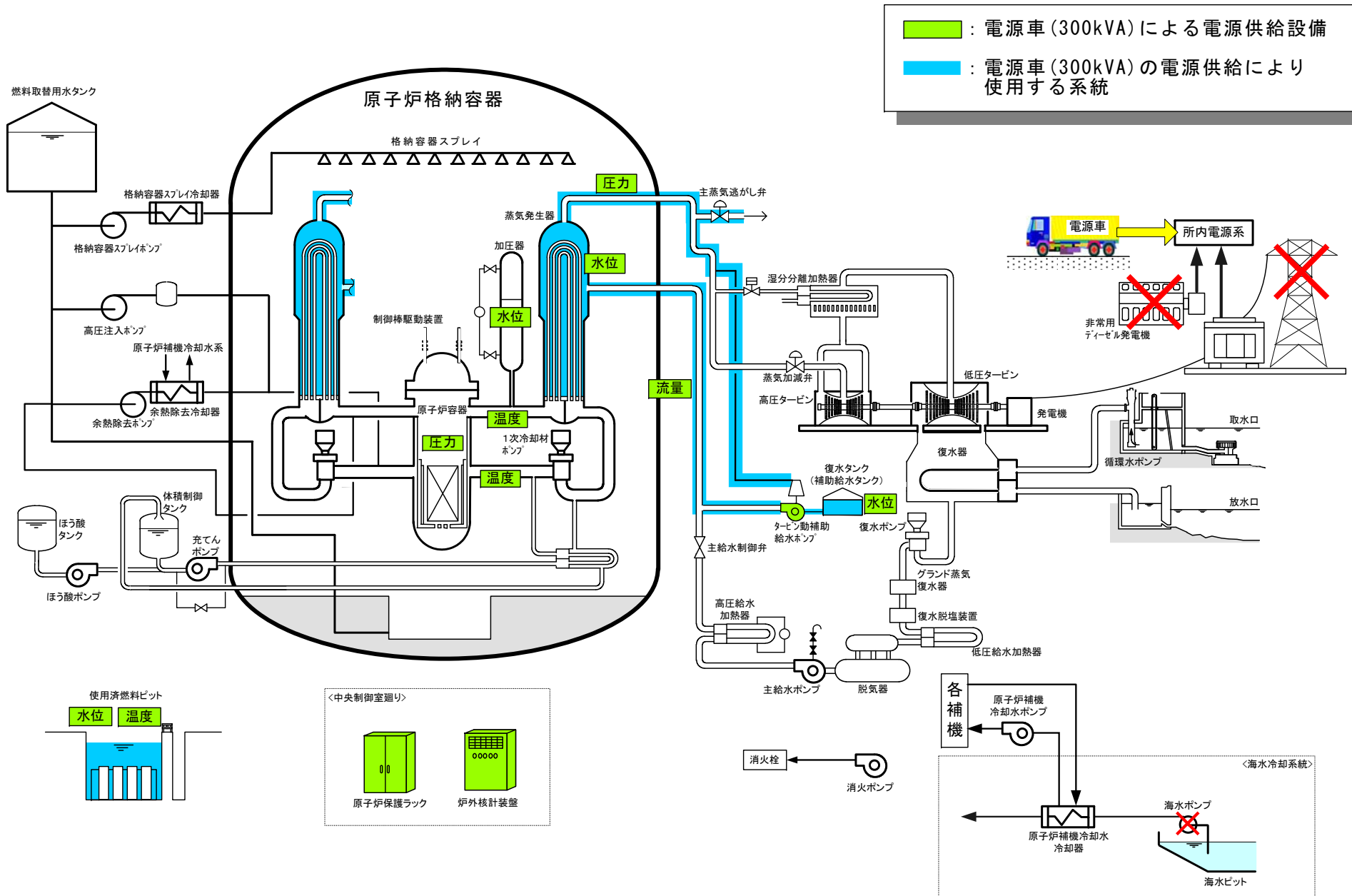
使用済燃料ピットへの水補給方法



使用済燃料ピットへの水補給系統概要図

全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性

(1) 電源供給先設備のイメージ図



全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性 (2) 原子炉除熱、運転監視継続のために必要な機器類の電源容量

プラント	直流電源 [kVA]	計装用電源 (交流入力) [kVA]	必要容量 [kVA]	配備容量 [kVA]	容量余裕 ^{*3} [kVA]	蓄圧タンク出口弁 閉止容量 ^{*4} [kVA]
伊方1号	116	29 ^{*1}	145	300	155	11
伊方2号	108	29 ^{*1}	137	300	163	21
伊方3号	93	0 ^{*2}	93	300	207	24

*1：伊方1, 2号機計器用電源B系は、直流電源負荷に含まれる。

*2：伊方3号機計器用電源A系、B系は、直流電源負荷に含まれる。

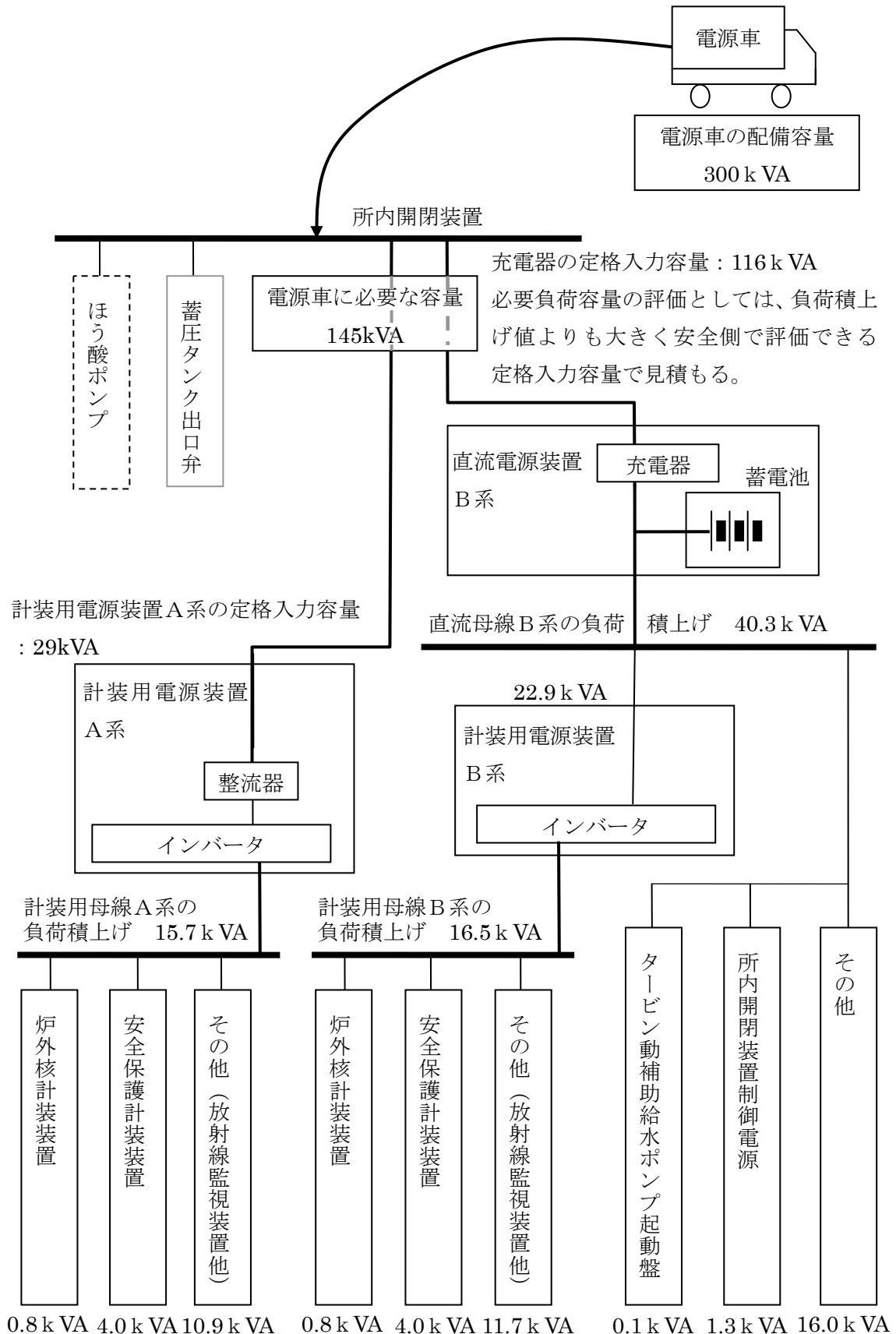
*3：冷温停止移行に必要なほう酸ポンプの容量については、この余裕により確保できる。

*4：蓄圧タンク出口弁の閉止容量について

蓄圧タンク出口弁（コントロールセンタ負荷電動弁）閉止操作のため電源が必要であるが、出口弁の閉止にかかる時間は短時間であり、その後は操作することがないため、閉止に係る短時間の操作電力は配備容量の余裕分で給電できることから、必要容量に含めていない。

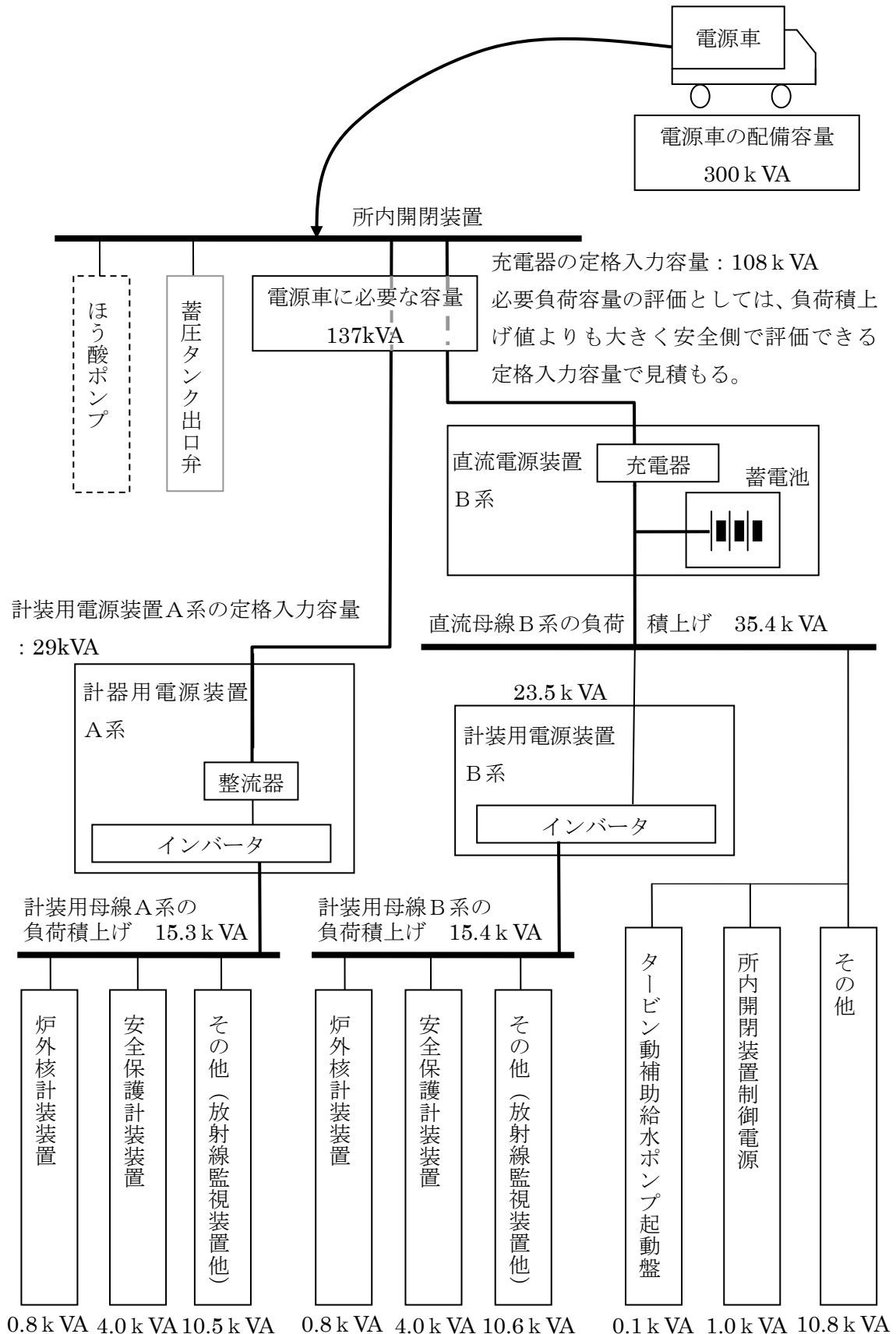
全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性

(3) 伊方1号機 直流電源と計装用電源の負荷イメージ



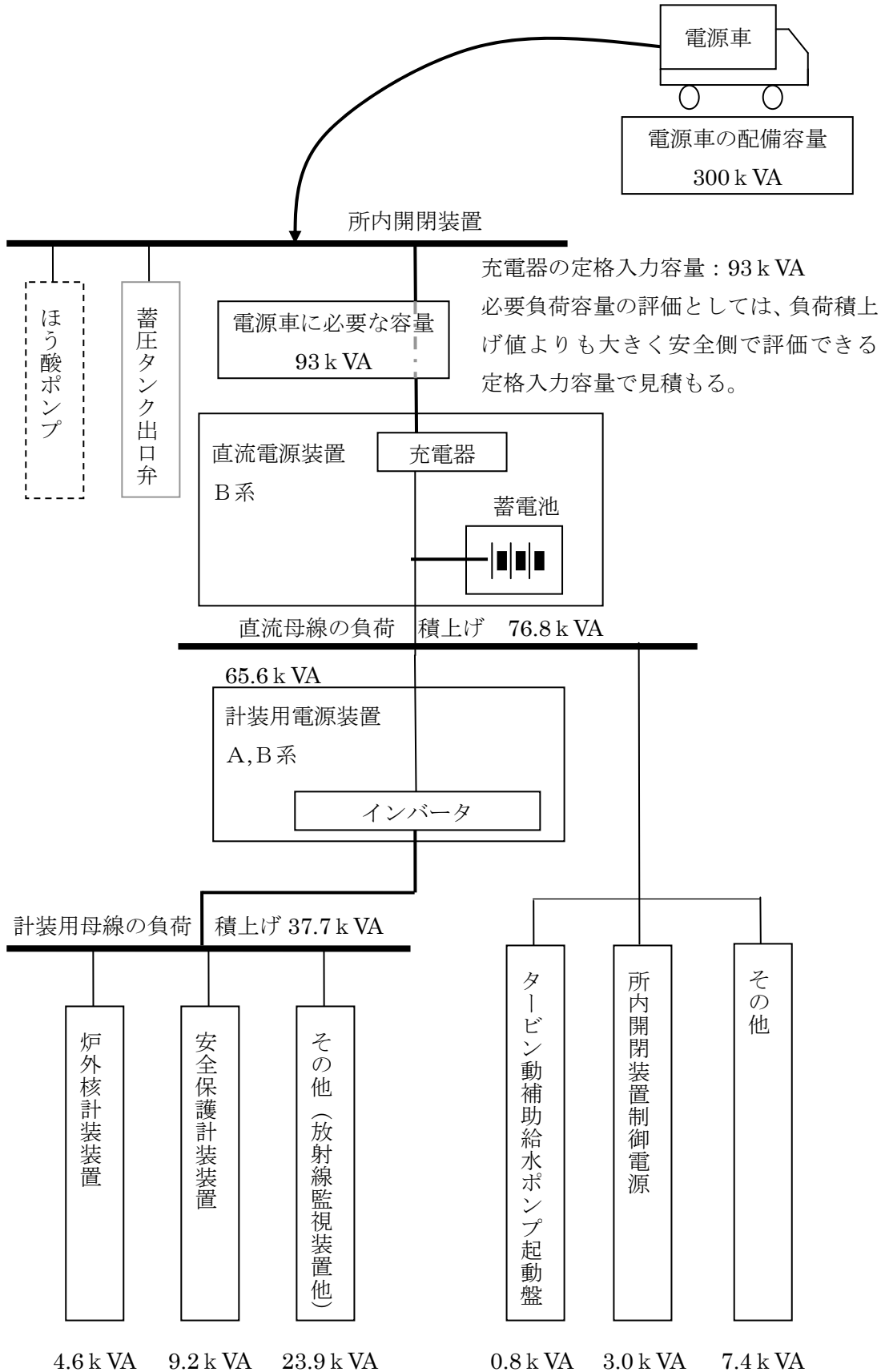
全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性

(4) 伊方2号機 直流電源と計装用電源の負荷イメージ



全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性

(5) 伊方3号機 直流電源と計装用電源の負荷イメージ



全交流電源喪失時に必要な電気容量の妥当性

(6) 電源車等に必要の燃料の貯蔵量および供給方法

- 伊方発電所構内には、津波の影響を受けない高台(EL.84m)に燃料貯蔵所を設置し、常時20,000Lの軽油を貯蔵している。
- 伊方発電所の全プラントにて全交流電源喪失事象が発生し、電源車等の軽油を使用する機器が100%負荷にて運転した場合、構内の貯蔵量にて4日以上連続運転が可能である。（図1参照）
- 伊方発電所構外からの燃料補給は、自社火力発電所(西条火力発電所)もしくは松山の契約製油所にてミニタンクローリーに軽油を補給し、伊方発電所との間をピストン輸送することで対応する。1日当たりの輸送・補給能力は、40,000Lであり、これは1日当たりの最大消費量約7,000Lを十分上回る。

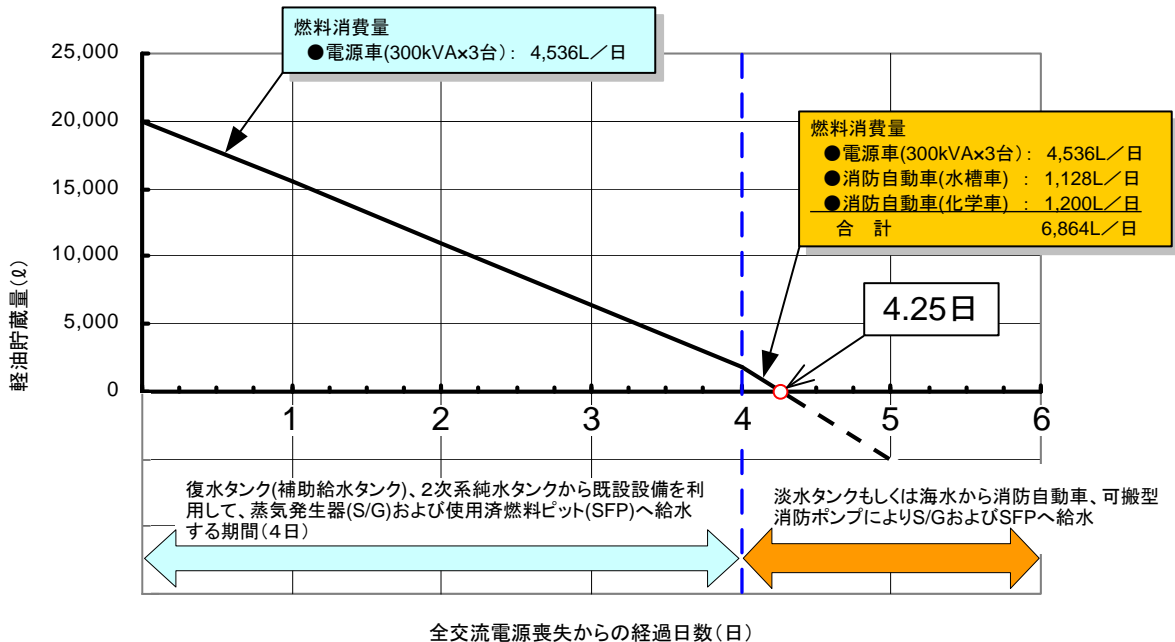


図1. 燃料(軽油)貯蔵量の推移

- 伊方発電所構内での燃料補給は、燃料貯蔵所にてドラム缶をトラック(パワーゲート車等)に積載し、電源車等の各機器設置場所まで運搬し、手動ポンプ等にて補給する。なお、トラック以外にも、ドラム缶運搬台車による運搬が可能である。（図2参照）

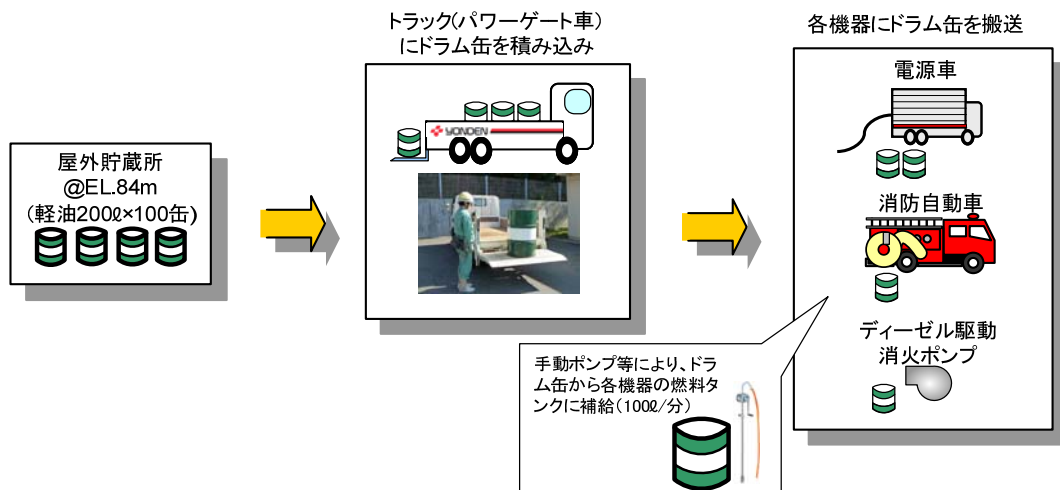


図2. 発電所構内燃料運搬要領

蒸気発生器および使用済燃料ピットへの給水に必要な水量の妥当性

1. まえがき

全交流電源喪失時において、蒸気発生器2次側への給水による炉心の崩壊熱除去および使用済燃料ピットへ水を補給することで貯蔵燃料の崩壊熱による水位低下を補うために必要な水量に関する評価を実施した。

2. 評価条件

全交流電源喪失時において、蒸気発生器および使用済燃料ピットの水源となるタンクの容量を表1に、各タンクの有効水量を表2に示す。

(1) タンク容量および基数

表1 各タンクの容量および基数

	1号	2号	3号
復水タンク容量[m ³]	約390 (約390×1基)	約390 (約390×1基)	約740 (約740×1基)
2次系純水タンク容量[m ³]	約1,500 (約1,500×1基)	約1,500 (約1,500×1基)	約3,000 (約3,000×1基)
淡水タンク容量[m ³]	約14,500 (約6,000×2基, 約2,500×1基)		約6,000 (約3,000×2基)

注: 伊方3号機の場合は復水タンクを補助給水タンクと読み替える。(以下同様)

(2) 各タンクにおける有効水量

表2 各タンクにおける有効水量

		1号	2号	3号	備考
蒸気発生器	復水タンク水量[m ³]	305	305	610	使用可能な水量は保安規定での要求水量とした
蒸気発生器 および 使用済み燃料 ピット	2次系純水タンク水量[m ³]	1,200	1,200	2,600	使用可能な水量はタンクの自動補給開始レベルとした
	淡水タンク水量[m ³]	6,200	6,200	5,200	使用可能な水量はタンクの自動補給開始レベルとし、1,2号機については、それぞれでその水量の50%を使用可能とした

注: 2次系純水タンク及び淡水タンクの有効水量については、それぞれ3桁目以降を切捨処理とし有効数字2桁で評価した。

(3) 蒸気発生器への必要給水流量算出に用いた崩壊熱の評価

蒸気発生器への必要補給水流量の計算に必要な炉心の崩壊熱の評価は、表3に示すような厳しい前提条件として、核分裂生成物(FP)崩壊熱に関しては、「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針(昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成4年6月11日一部改定)」においてその使用が認められている、日本原子力学会推奨値(不確定性(3 σ)込み)を用い、アクチニド崩壊熱に関しては、十分実績のあるORIGEN2コード評価値(不確定性(20%)込み)を用いる。

上記条件で評価した結果を図1に示す。

表3 崩壊熱評価条件

	伊方1, 2号炉	伊方3号炉
燃焼条件	ウラン燃料 ・燃焼度: 3回照射燃料 55,000MWd/t 2回照射燃料 36,700MWd/t 1回照射燃料 18,300MWd/t ・ウラン濃縮度: 4.8wt%	ウラン燃料 ・燃焼度: 3回照射燃料 55,000MWd/t 2回照射燃料 36,700MWd/t 1回照射燃料 18,300MWd/t ・ウラン濃縮度: 4.8wt% MOX燃料 ・燃焼度: 3回照射燃料 45,000MWd/t 2回照射燃料 35,000MWd/t 1回照射燃料 15,000MWd/t ・Pu含有率: 4.1 wt%濃縮ウラン相当

注1: 1,2号炉は、55,000MWd/t燃料使用等に伴う原子炉設置変更許可申請(平成14年4月申請)安全審査における評価条件。

注2: 3号炉は、MOX燃料使用等に伴う原子炉設置変更許可申請(平成16年11月申請)安全審査における評価条件。

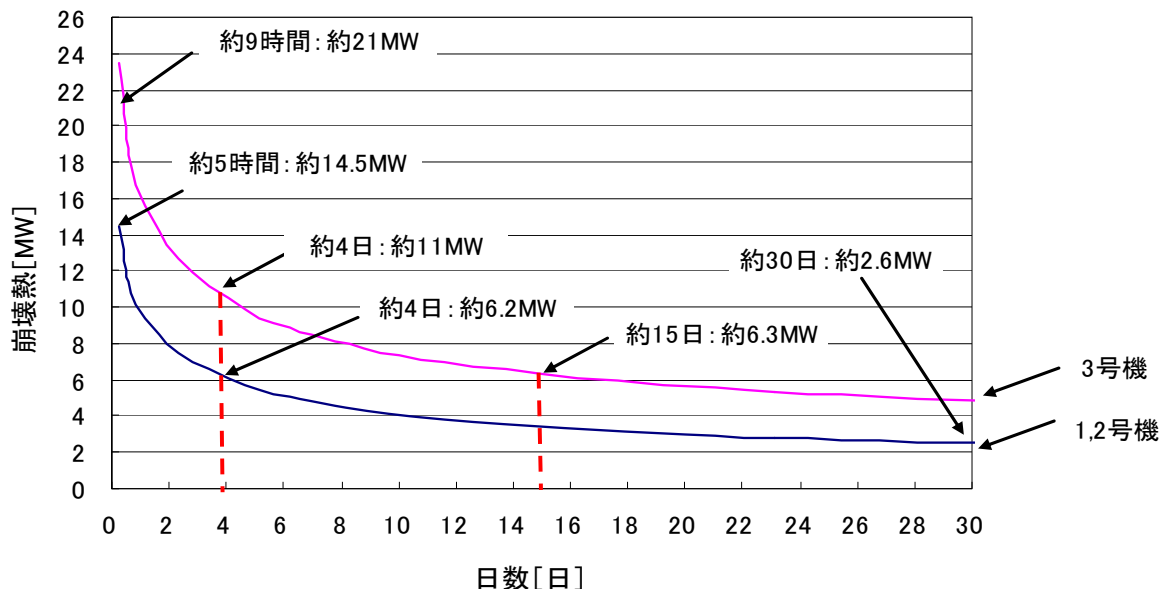


図1 崩壊熱評価結果

(4) 蒸気発生器への必要補給水流量の計算

原子炉からの崩壊熱を除去し、一次冷却材の圧力と温度(高温側)を0.7MPa、170°Cに維持するための蒸気発生器への必要補給水流量を以下の式で計算する。

$$\text{SG必要補給水流量} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] = \frac{\text{崩壊熱}[\text{kW}] \times 3600}{([\text{SG2次側飽和蒸気エンタルピー}] - [\text{補給水エンタルピー}]) \times \text{補給水密度}}$$

【計算条件】

SG2次側飽和蒸気エンタルピー : 2745[kJ/kg]

補給水エンタルピー : 167 [kJ/kg]

補給水密度 : 992[kg/m³]

(日本機械学会蒸気表から引用)

(5) 使用済燃料ピットへの必要給水流量算出に用いた崩壊熱

使用済燃料ピットへの必要補給水流量計算に必要な燃料の崩壊熱は表4および表5に示すような厳しい前提条件として、核分裂生成物(FP)崩壊熱に関しては、「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針(昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成4年6月11日一部改定)」においてその使用が認められている日本原子力学会推奨値(不確定性(3σ)込み)を用い、アクチニド崩壊熱に関しては十分実績のあるORIGEN2コード評価値(不確定性(20%)込み)を用いる。

表4 崩壊熱評価条件(1,2号炉)

	伊方1、2号炉
燃焼条件	<ul style="list-style-type: none"> ・燃焼度: 3回照射燃料 55,000MWd/t 2回照射燃料 36,700MWd/t 1回照射燃料 18,300MWd/t ・ウラン濃縮度: 4.8wt%
照射回数	3サイクル照射後取出
運転期間	13ヶ月
停止期間	30日
燃料取出期間	9.5日

注: 伊方1,2,3号炉55,000MWd/t燃料使用等に伴う原子炉設置変更許可申請(平成14年4月申請)安全審査における使用済燃料ピット冷却設備の評価条件

表5 崩壊熱評価条件(3号炉)

	伊方3号炉		
	MOX燃料	ウラン燃料	伊方1,2号炉燃料
燃焼条件	・燃焼度: 3回照射燃料 45,000MWd/t 2回照射燃料 35,000MWd/t 1回照射燃料 15,000MWd/t ・Pu含有率:4.1wt%濃縮ウラン相当	・燃焼度: 3回照射燃料 55,000MWd/t 2回照射燃料 36,700MWd/t 1回照射燃料 18,300MWd/t ・ウラン濃縮度:4.8wt%	
照射回数	3サイクル照射後取出	同左	同左
運転期間	13ヶ月	同左	同左
停止期間	30日	同左	同左
燃料取出期間	7.5日	同左	2年冷却後輸送

注:伊方3号炉MOX燃料使用等に伴う原子炉設置変更許可申請(平成16年11月申請)安全審査における使用済燃料ピット冷却設備の評価条件

(6)使用済燃料ピットへの必要補給水流量の計算

使用済燃料ピットの冷却機能が喪失することによる使用済燃料ピットの水温上昇及び保有水量減少(蒸散)を補うための使用済燃料ピットへの必要補給水流量を以下の式で計算する。

使用済燃料ピット保管の燃料の崩壊熱Qによる保有水の蒸散量 $\Delta V/\Delta t(\text{m}^3/\text{h})$ は以下の通りである。

$$\Delta V/\Delta t = Q / (\rho \times hfg) (\text{m}^3/\text{h})^{*1}$$

ρ (飽和水密度) : 958kg/m³*2(プラント共通)

hfg(飽和水蒸発潜熱) : 2,257kJ/kg*2(プラント共通)

Q(SFP崩壊熱) : 4,629kW(伊方1号炉) *3

: 4,706kW(伊方2号炉) *3

: 11,715kW(伊方3号炉) *3

*1 $(\rho \times \Delta V)$ kgの飽和水が蒸気になるための熱量は $hfg \times (\rho \times \Delta V)$ (kJ)で、使用済燃料の Δt 時間あたりの崩壊熱量 $Q \Delta t$ に等しい。なお、保有水は保守的に大気圧下での飽和水(100℃)として評価する。

*2 国立天文台編 理科年表から引用。

*3 表6～表8参照

表6 燃料取出スキーム(伊方1号炉)

取出燃料	冷却期間	燃料数	崩壊熱(MW)
定検時取出燃料1	9.5日	1/3炉心(40体)	1.252
定検時取出燃料2	9.5日	1/3炉心(40体)	1.359
定検時取出燃料3	9.5日	1/3炉心(41体)	1.501
1サイクル冷却済み燃料	1×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.195
2サイクル冷却済み燃料	2×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.108
3サイクル冷却済み燃料	3×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.071
4サイクル冷却済み燃料	4×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.055
5サイクル冷却済み燃料	5×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.047
6サイクル冷却済み燃料	6×(13ヶ月+30日)+9.5日	39体	0.041
合計	—	360体	4.629

注1: 伊方1,2,3号炉55,000MWd/t燃料使用等に伴う原子炉設置変更許可申請(平成14年4月申請)安全審査における使用済燃料ピット冷却設備の評価条件。

注2: 伊方1号炉の使用済燃料ピットの燃料保管容量は360体。

表7 燃料取出スキーム(伊方2号炉)

取出燃料	冷却期間	燃料数	崩壊熱(MW)
定検時取出燃料1	9.5日	1/3炉心(40体)	1.252
定検時取出燃料2	9.5日	1/3炉心(40体)	1.359
定検時取出燃料3	9.5日	1/3炉心(41体)	1.501
1サイクル冷却済み燃料	1×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.195
2サイクル冷却済み燃料	2×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.108
3サイクル冷却済み燃料	3×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.071
4サイクル冷却済み燃料	4×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.055
5サイクル冷却済み燃料	5×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.047
6サイクル冷却済み燃料	6×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.042
7サイクル冷却済み燃料	7×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.038
8サイクル冷却済み燃料	8×(13ヶ月+30日)+9.5日	1/3炉心(40体)	0.036
9サイクル冷却済み燃料	9×(13ヶ月+30日)+9.5日	3体	0.002
合計	—	444体	4.706

注1: 伊方1,2,3号炉55,000MWd/t燃料使用等に伴う原子炉設置変更許可申請(平成14年4月申請)安全審査における使用済燃料ピット冷却設備の評価条件。

注2: 伊方2号炉の使用済燃料ピットの燃料保管容量は444体。

表8 燃料取出スキーム(伊方3号炉)

取出燃料	冷却期間	MOX燃料		ウラン燃料		伊方1,2号炉燃料	
		燃料数	崩壊熱(MW)	燃料数	崩壊熱(MW)	冷却期間	燃料数
定検時取出燃料1	7.5日	16体	0.955	39体	1.670	-	-
定検時取出燃料2	7.5日	16体	1.084	39体	1.810	-	-
定検時取出燃料3	7.5日	8体*2	0.557	39体	1.941	-	-
1サイクル冷却済燃料	1×(13ヶ月+30日)+7.5日	16体*1	0.171	39体	0.229	-	-
2サイクル冷却済燃料	2×(13ヶ月+30日)+7.5日	16体*1	0.085	39体	0.124	2年	40体×2
3サイクル冷却済燃料	3×(13ヶ月+30日)+7.5日	16体*1	0.061	39体	0.081	1×(13ヶ月+30日)+2年	40体×2
4サイクル冷却済燃料	4×(13ヶ月+30日)+7.5日	16体*1	0.051	39体	0.062	2×(13ヶ月+30日)+2年	40体×2
5サイクル冷却済燃料	5×(13ヶ月+30日)+7.5日	16体*1	0.048	39体	0.052	3×(13ヶ月+30日)+2年	40体×2
6サイクル冷却済燃料	6×(13ヶ月+30日)+7.5日	16体*1	0.045	5体	0.006	-	-
7サイクル冷却済燃料	7×(13ヶ月+30日)+7.5日	16体*1	0.044	-	-	-	-
...	-	-	-	-
68サイクル冷却済燃料	68×(13ヶ月+30日)+7.5日	16体*1	0.020	-	-	-	-
69サイクル冷却済燃料	69×(13ヶ月+30日)+7.5日	8体*2	0.010	-	-	-	-
...	-	-	-	-
73サイクル冷却済燃料	73×(13ヶ月+30日)+7.5日	8体*2	0.010	-	-	-	320体
小計	-	1,168体	5.108	317体	5.975	-	320体
合計	燃料体数	1805体		崩壊熱(MW)		11.715	

* 1:2回照射MOX燃料8体、3回照射MOX燃料8体 * 2:3回照射MOX燃料8体

注1:伊方3号炉MOX燃料使用等に伴う原子炉設置変更許可申請(平成16年11月申請)安全審査における使用済燃料ピット冷却設備の評価条件。

注2:伊方3号炉の使用済燃料ピットの燃料保管容量は1805体。

3. 評価結果(運転中)

2. に示した評価条件を用いて蒸気発生器および使用済燃料ピットへの必要補給水流量を評価した結果を示す。

水源切替時等の必要流量を表9に、必要流量を用いて算出した各タンクの使用可能期間を表10に、それぞれの経過日数による変化を図2～図7に示す。

また、淡水タンクからの補給流量および海からの補給流量の測定結果を表11に示す。

(1) 水源切替時等の必要流量

表9 水源切替時等の必要流量

	2次系純水タンクへ切り替える際の必要流量	使用済燃料ピット補給開始時の必要流量	淡水タンクへ切り替える際の必要流量	海水へ切り替える際の必要流量
伊方1号機	約21m ³ /h	約14m ³ /h	約11m ³ /h	約6m ³ /h以下
伊方2号機	約21m ³ /h	約13m ³ /h	約11m ³ /h	約6m ³ /h以下
伊方3号機	約29m ³ /h	約34m ³ /h	約24m ³ /h	約18m ³ /h

注1: 上記評価結果は蒸気発生器及び使用済燃料ピット両者に供給した場合の必要流量を示す。

注2: 使用済燃料ピットへの補給量評価は、安全審査等で使用済燃料ピット冷却性評価に用いる設計熱負荷をベースに評価した。

(2) 使用可能期間

表10 各タンクの使用可能期間

	復水タンクからの供給可能時間	2次系純水タンクからの給水可能日数	淡水タンクからの給水可能日数
伊方1号機	約5時間	+約4日	+約26日以上
伊方2号機	約5時間	+約4日	+約26日以上
伊方3号機	約9時間	+約4日	+約11日

注1: 上記評価結果は蒸気発生器及び使用済燃料ピット両者に供給した場合の給水可能期間を示す。

注2: 1,2号機の各タンクの保有水は保守的に30日で枯渇するものとして評価した。

(3) 流量測定結果

表11 流量測定結果

	淡水タンクからの補給流量	海からの補給流量
伊方1号機	約28m ³ /h	約34m ³ /h
伊方2号機	約29m ³ /h	約41m ³ /h
伊方3号機	約39m ³ /h	約42m ³ /h

伊方1号機(運転中の補給水量)

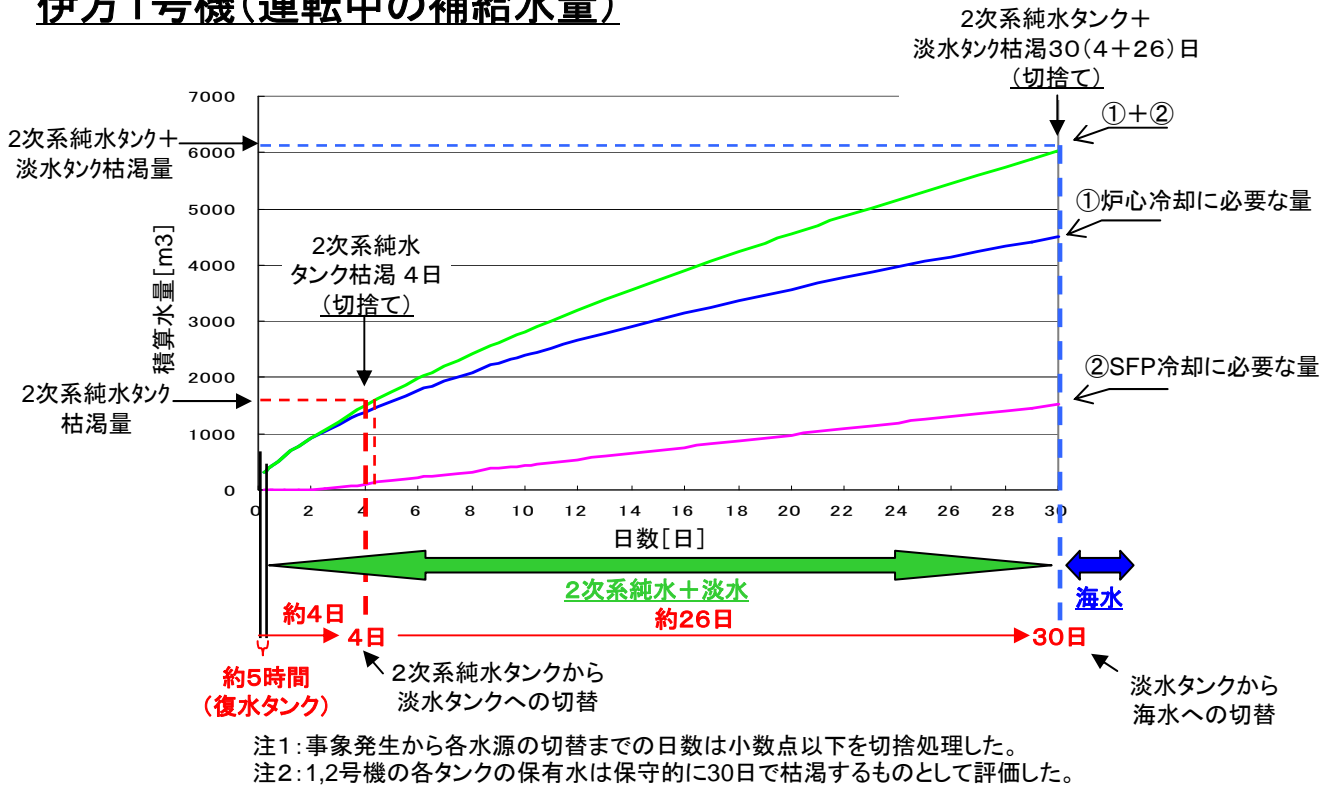


図2 伊方1号機運転中における補給水量

伊方1号機(運転中の補給水流量)

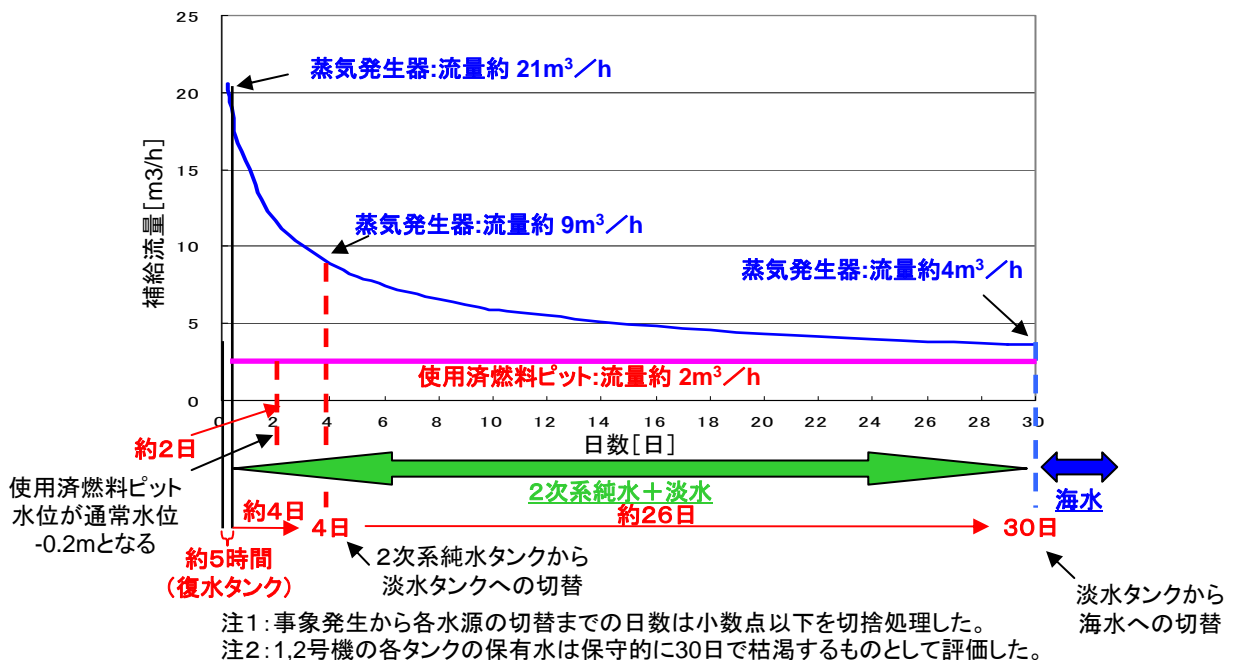


図3 伊方1号機運転中における補給水流量

伊方2号機(運転中の補給水量)

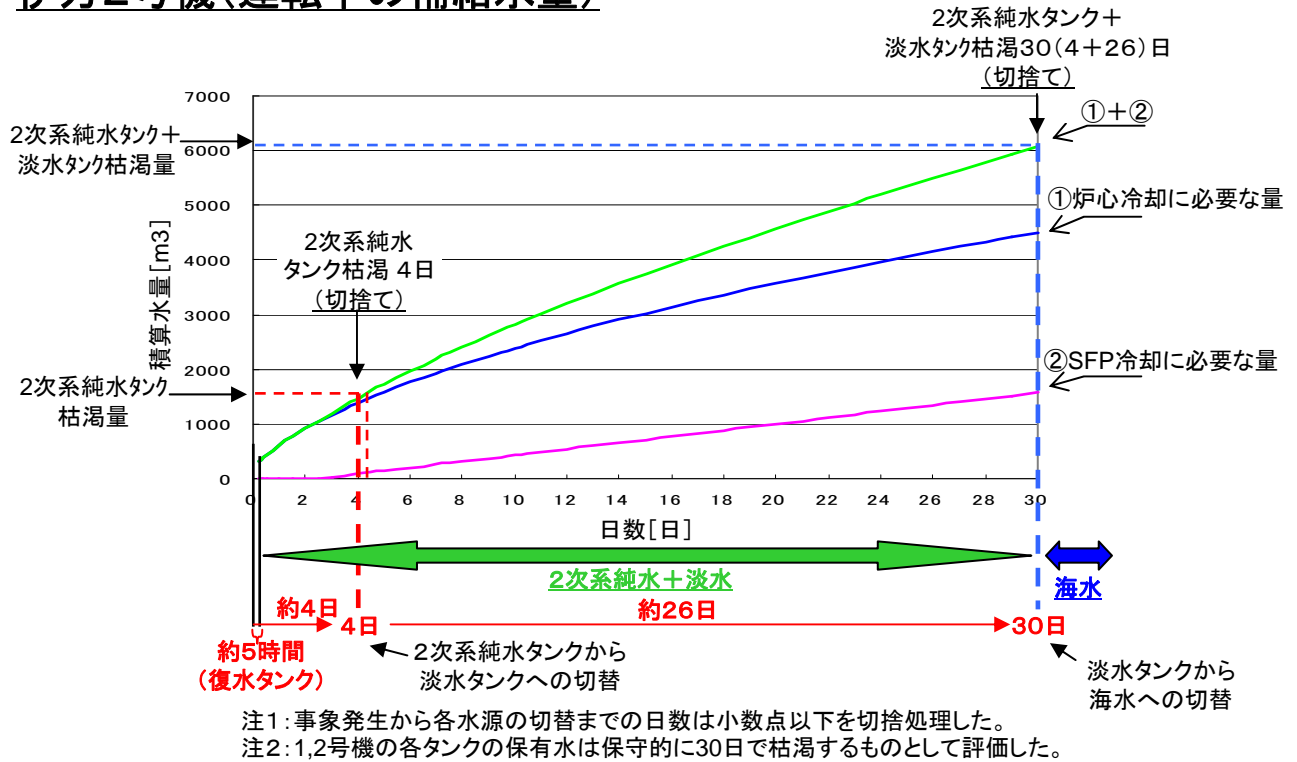


図4 伊方2号機運転中における補給水量

伊方2号機(運転中の補給水流量)

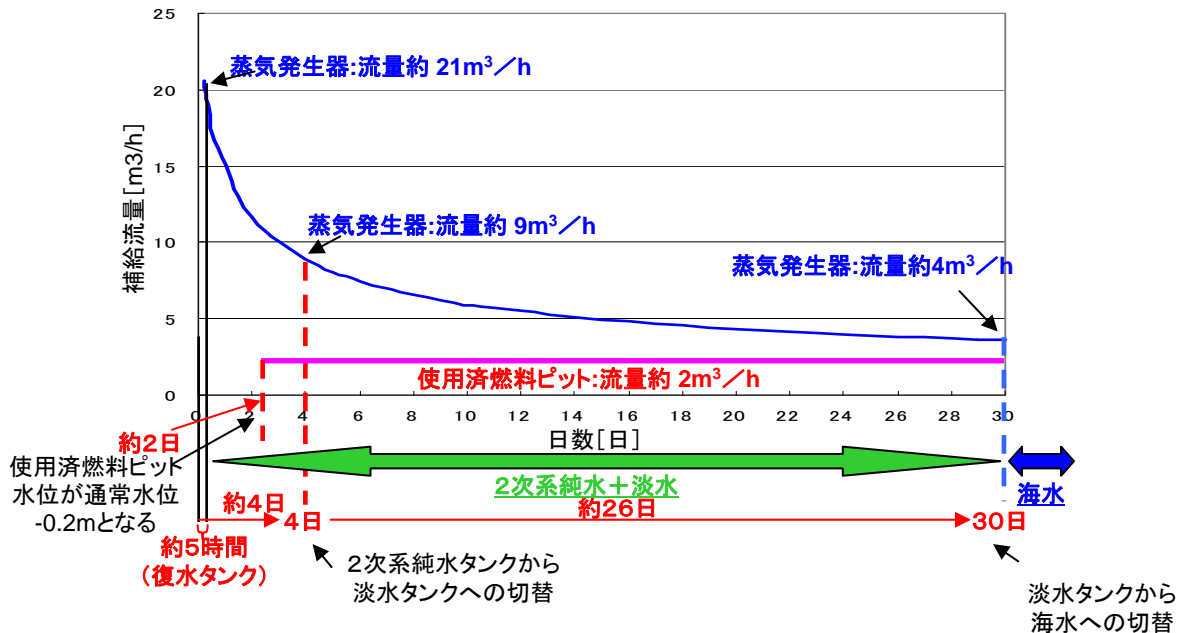
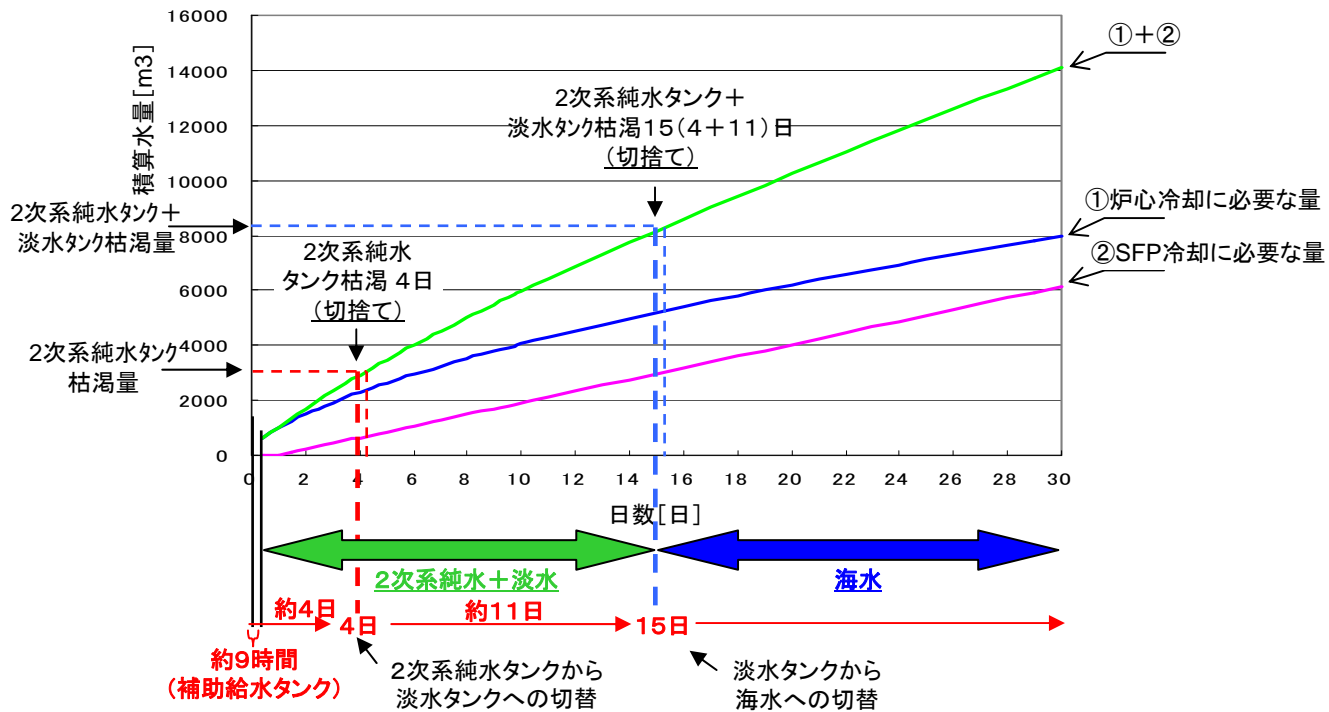


図5 伊方2号機運転中における補給水流量

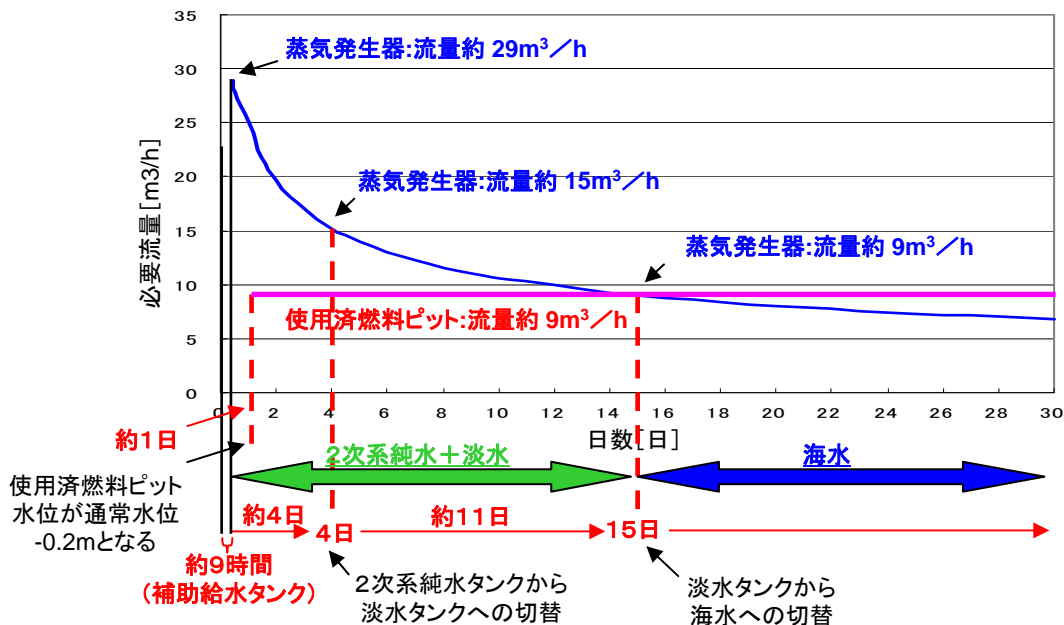
伊方3号機(運転中の補給水量)



注: 事象発生から各水源の切替までの日数は小数点以下を切捨処理した。

図6 伊方3号機運転中における補給水量

伊方3号機(運転中の補給水流量)



注: 事象発生から各水源の切替までの日数は小数点以下を切捨処理した。

図7 伊方3号機運転中における補給水流量

4. 評価結果(定検中)

2. に示した評価条件を用いて評価した使用済燃料ピットの水位維持に必要な流量を表12に、必要流量を用いて算出した各タンクの使用可能期間を表13に、使用済燃料ピットへの補給が無い場合における燃料露出までの日数を表14に、それぞれの経過日数による変化を図8～図10に示す。

(1) 使用済燃料ピットの水位維持に必要な流量

表12 使用済燃料ピットの水位維持に必要な流量

	伊方1号機	伊方2号機	伊方3号機
必要補給流量[m ³ /h]	約7.7	約7.8	約19.5

注: 上記評価結果は安全審査等で使用済燃料ピット冷却性評価に用いる設計熱負荷で評価した。

(2) 使用可能期間

表13 各タンクの使用可能期間

	使用済燃料ピット水位 NWLから-20cmまでの 所要時間	2次系純水タンクからの給 水可能日数	燃料取替用水タンクからの給 水可能日数	淡水タンクから の給水可能日 数
伊方1号機	約15時間(約0.5日)	約6日	—	+約24日以上
伊方2号機	約19時間(約0.5日)	約6日	—	+約24日以上
伊方3号機	約15時間(約0.5日)	約5.5日	—	+約11日

注1: 上記評価結果は使用済燃料ピットのみにも供給した場合の給水可能期間を示す。

注2: 1,2号機の各タンクの保有水は保守的に30日で枯渇するものとして評価した。

注3: 燃料取替用水タンクからの補給は保守的に無視した。

(3) 使用済燃料ピットにおける燃料露出までの所要日数

表14 燃料露出までの所要日数

	伊方1号機	伊方2号機	伊方3号機
定検中[日]	約3.6	約4.6	約3.8
運転中[日](参考)	約11.9	約14.6	約8.1

注: 上記評価結果はスロッシングによる溢水量を使用済燃料ピット保有水量から差し引いた値で評価した。

伊方1号機(定検中の補給水流量)

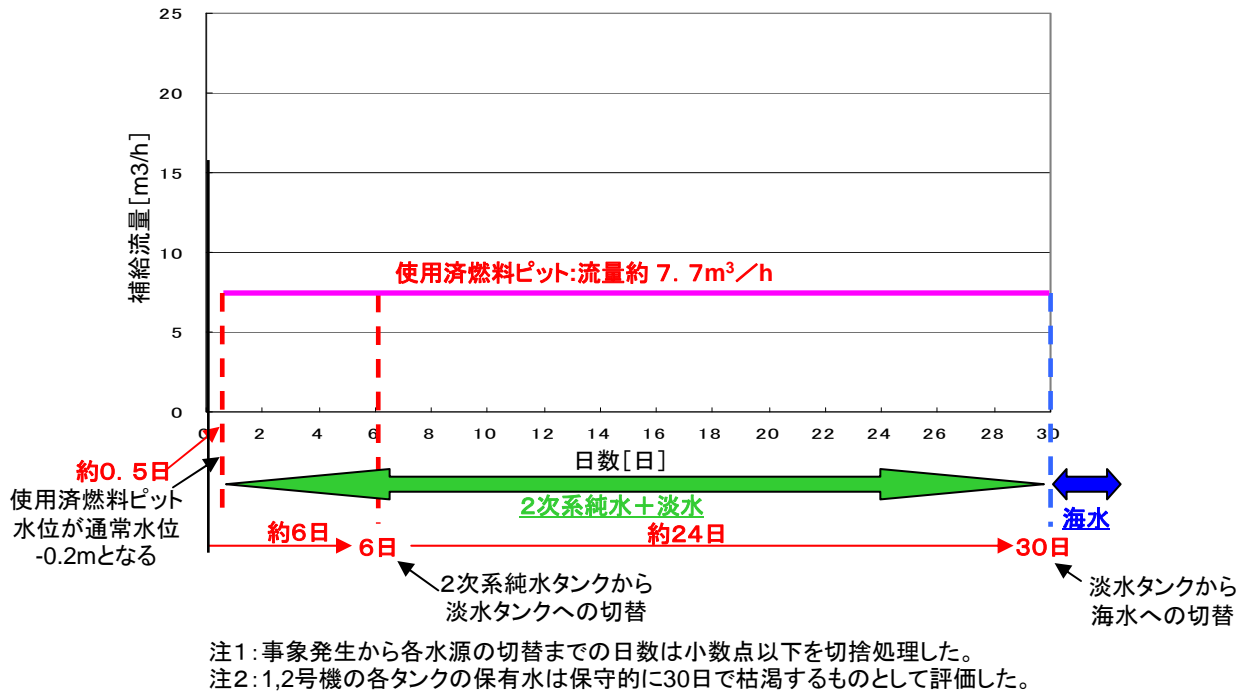


図8 伊方1号機定検中における補給水流量

伊方2号機(定検中の補給水流量)

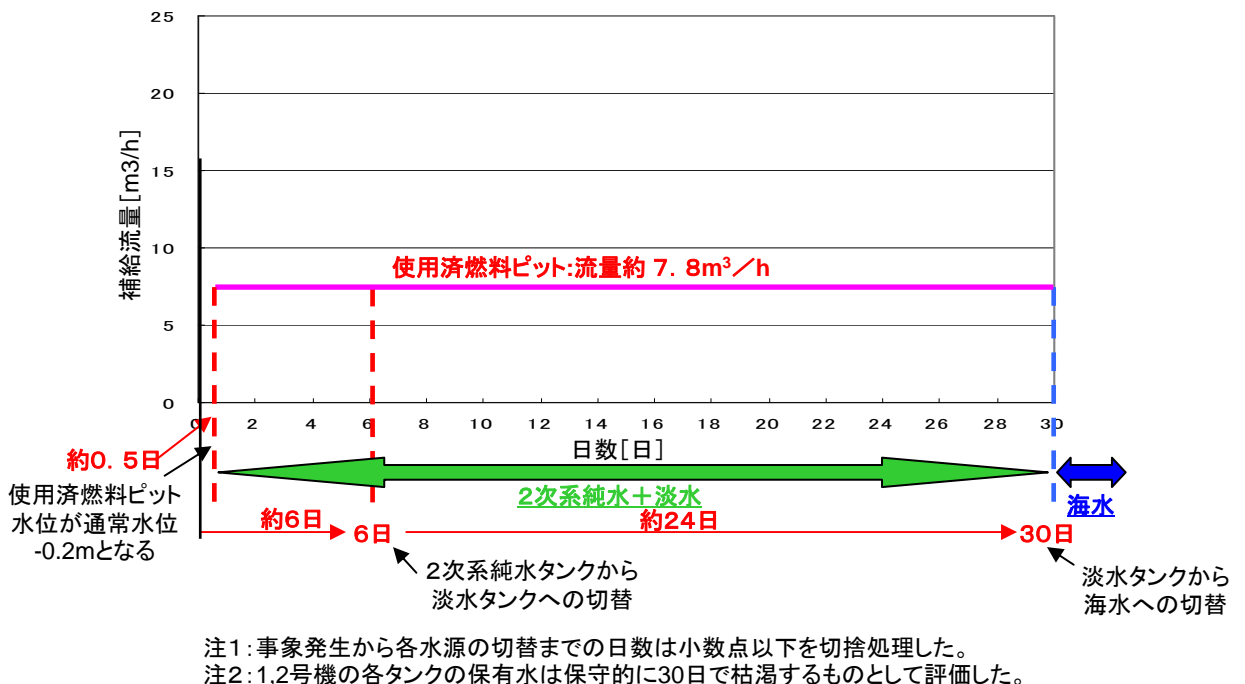
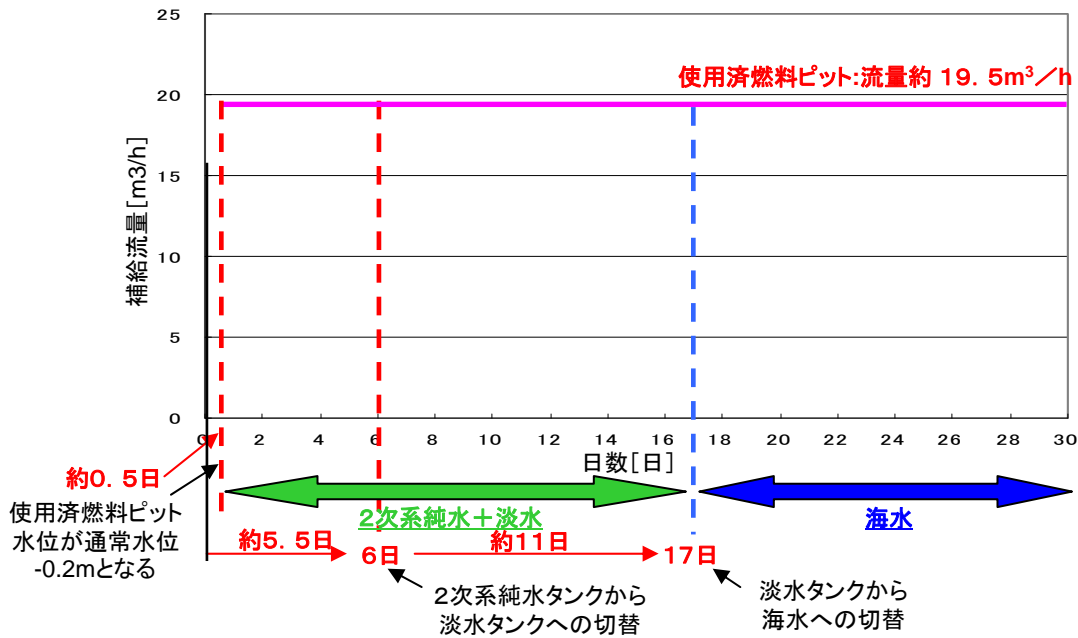


図9 伊方2号機定検中における補給水流量

伊方3号機(定検中の補給水流量)



注:事象発生から各水源の切替までの日数は小数点以下を切捨処理した。

図10 伊方3号機定検中における補給水流量

5. まとめ

蒸気発生器および使用済燃料ピットへの必要補給水流量の評価結果および流量測定の結果から、全交流電源喪失時において、蒸気発生器2次側への給水による炉心の崩壊熱除去および使用済燃料ピットへ水を補給することで貯蔵燃料の崩壊熱による水位低下を補うことが継続的に可能であることを確認できた。

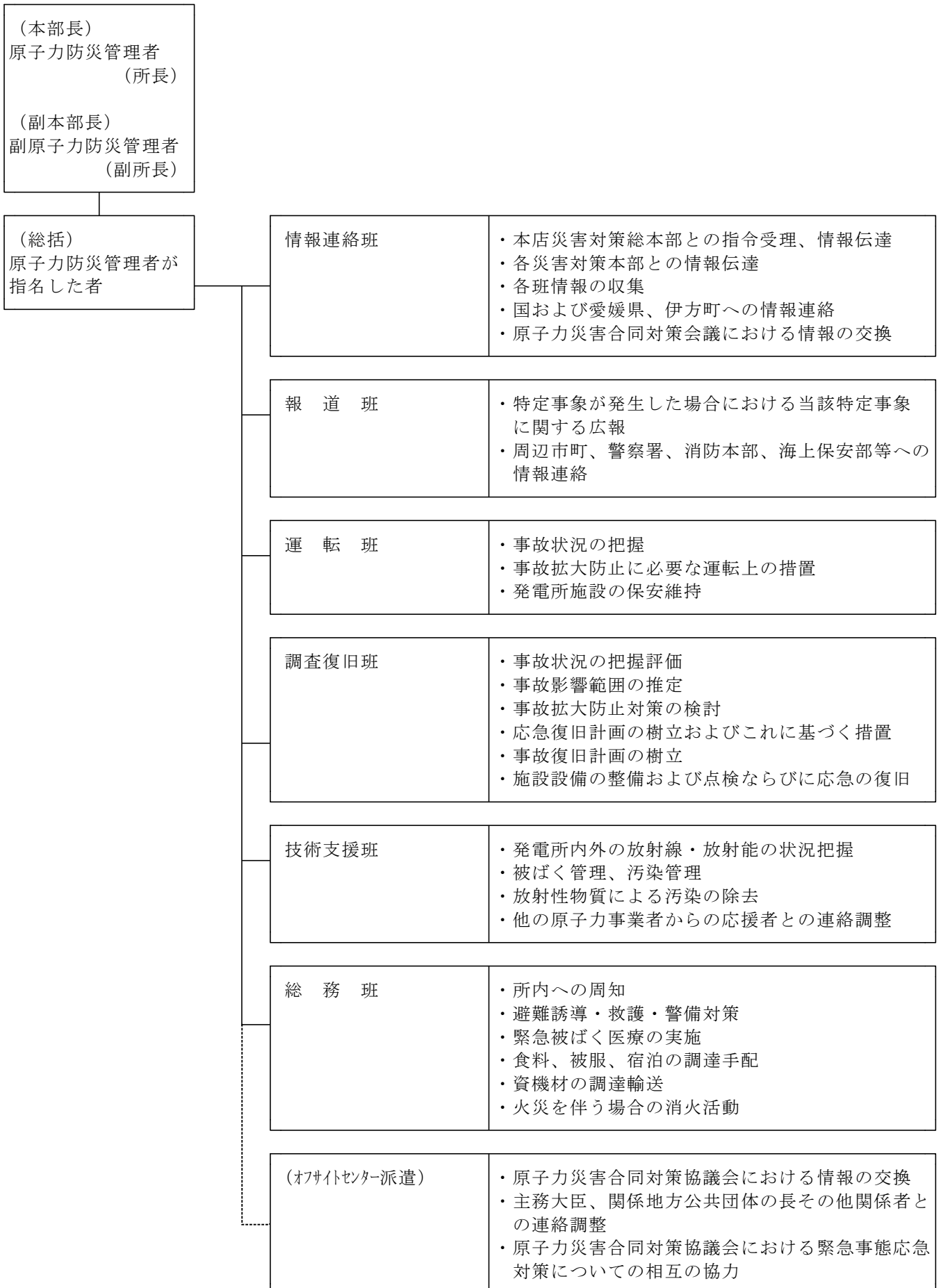
緊急点検の実施結果

号機	機器・設備	点検内容	点検結果	点検日
1号機	非常用ディーゼル発電機 1A、1B	・機能確認	良	1A：平成23年3月11日 1B：平成23年3月12日
	タービン動補助給水ポンプ1号	・機能確認	良	平成23年3月18日
	ディーゼル駆動消火ポンプ	・機能確認	良	平成23年3月22日
	主蒸気逃がし弁 1A、1B	・外観確認	良	平成23年4月13日
	復水タンク1号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日
	蓄圧タンク 1A、1B	・外観確認 ・水位確認 ・圧力確認	良	平成23年4月13日
	蓄圧タンク出口弁 1A、1B	・外観確認 ・電源確認	良	平成23年4月13日
	直流電源装置 1A、1B	・外観確認 ・電圧確認	良	平成23年4月13日
	2次系純水タンク1号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日
	脱塩水タンク1号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日
	燃料取替用水タンク1号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日
2号機	非常用ディーゼル発電機 2A、2B	・機能確認	良	2A：平成23年3月13日 2B：平成23年3月13日
	タービン動補助給水ポンプ2号	・機能確認	良	平成23年3月22日
	主蒸気逃がし弁 2A、2B	・外観確認	良	平成23年4月13日
	復水タンク2号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日
	蓄圧タンク 2A、2B	・外観確認 ・水位確認 ・圧力確認	良	平成23年4月13日
	蓄圧タンク出口弁 2A、2B	・外観確認 ・電源確認	良	平成23年4月13日
	直流電源装置 2A、2B	・外観確認 ・電圧確認	良	平成23年4月13日
	2次系純水タンク2号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日
	燃料取替用水タンク2号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日

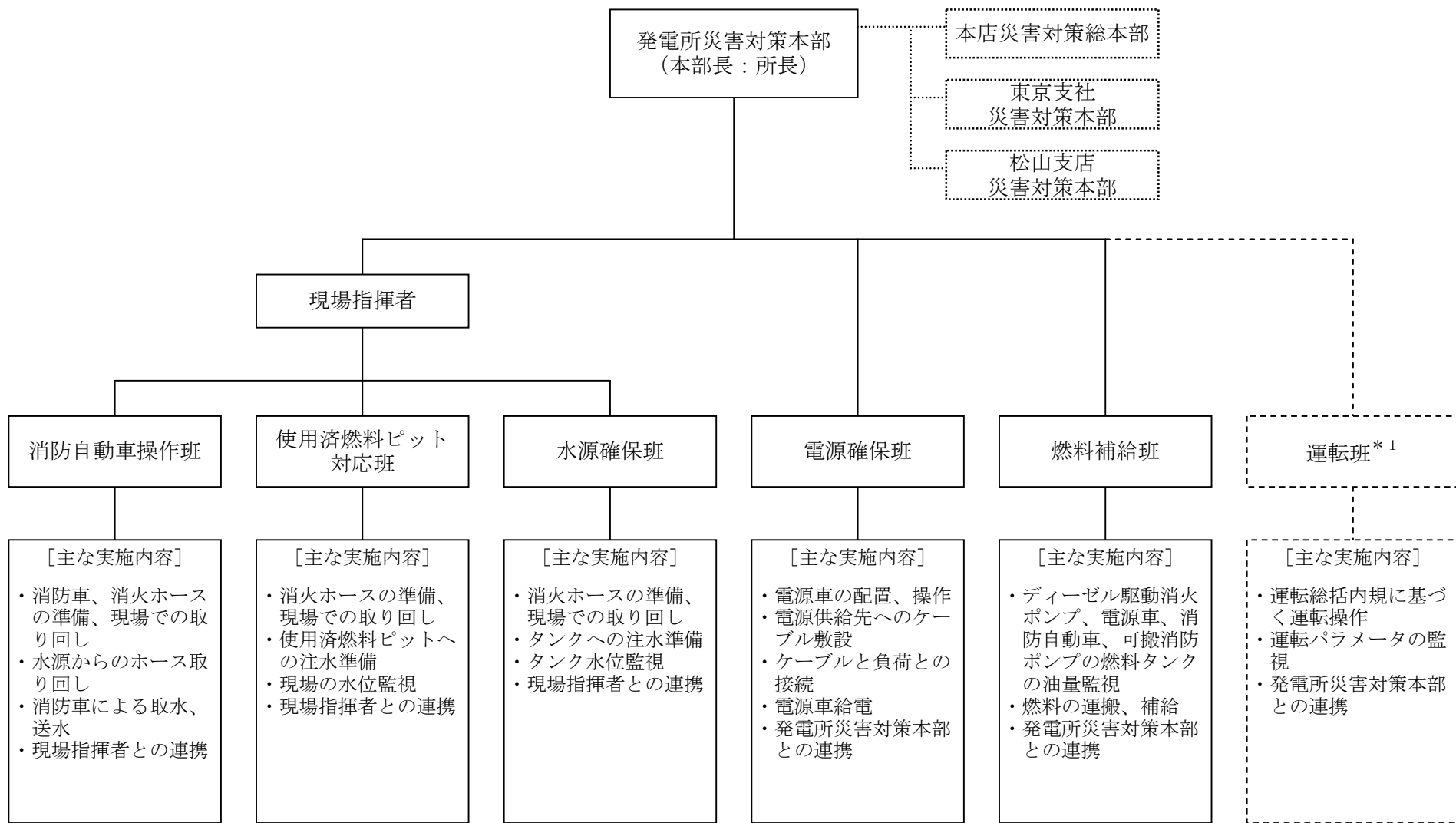
号機	機器・設備	点検内容	点検結果	点検日
3号機	非常用ディーゼル発電機 3A、3B	・機能確認	良	3A：平成23年3月13日 3B：平成23年3月14日
	タービン動補助給水ポンプ 3号	・機能確認	良	平成23年3月18日
	消火ポンプ 3B	・機能確認	良	平成23年3月16日
	主蒸気逃がし弁 3A、3B、3C	・外観確認	良	平成23年4月12日
	補助給水タンク 3号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月12日
	蓄圧タンク 3A、3B、3C	・外観確認 ・水位確認 ・圧力確認	良	平成23年4月12日
	蓄圧タンク出口弁 3A、3B、3C	・外観確認 ・電源確認	良	平成23年4月12日
	直流電源装置 3A、3B	・外観確認 ・電圧確認	良	平成23年4月12日
	2次系純水タンク 3号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月12日、14日
	脱塩水タンク 3号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月12日、14日
	燃料取替用水タンク 3号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月12日
共通設備	ろ過水タンク A、B	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日
	ろ過水貯蔵タンク 3号	・外観確認 ・水位確認	良	平成23年4月13日、14日
	3号機純水装置前防火水槽	・外観確認 ・水張確認	良	平成23年4月15日
	屋外消火栓 3U A/B32m 消火用連結送水管 放水口 2U A/B32m 消火用連結送水管 放水口	・外観確認	良	平成23年4月12日 ～14日
	3U T/B 屋上消火用連結送水管 放水口	・外観確認	良	平成23年4月15日

号機	機器・設備	点検内容	点検結果	点検日
仮 設 設 備	化学消防自動車 1 台	・外観確認 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 15 日
	水槽付消防自動車 1 台	・外観確認 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 15 日
	ユニック車 1 台	・外観点検 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 15 日
	ドラム缶運搬台車 8 台	・外観点検 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 19 日
	可搬型消防ポンプ 2 台	・外観確認 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 15 日
	手動ポンプ (軽油用ドラム缶) 2 台	・外観確認 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 19 日
	手動ポンプ (ガソリン用ドラム缶) 1 台	・外観点検 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 20 日
	軽油用ドラム缶 (100 本)	・外観点検 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 22 日
	ガソリン用ドラム缶 (3 本)	・外観点検 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 20 日
	消防用ホース 160 本	・外観確認 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 15 日
	電源車 (300kVA) 3 台	・外観確認 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 15 日
	全交流電源喪失対応用変圧器 (300kVA) 3 台	・外観確認 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 15 日
	全交流電源喪失対応用ケーブル (14 本)	・外観確認 ・員数確認	良	平成 23 年 4 月 15 日、21 日

伊方発電所原子力防災組織下における緊急時対応業務体制 （原子力防災組織〔発電所災害対策本部〕）

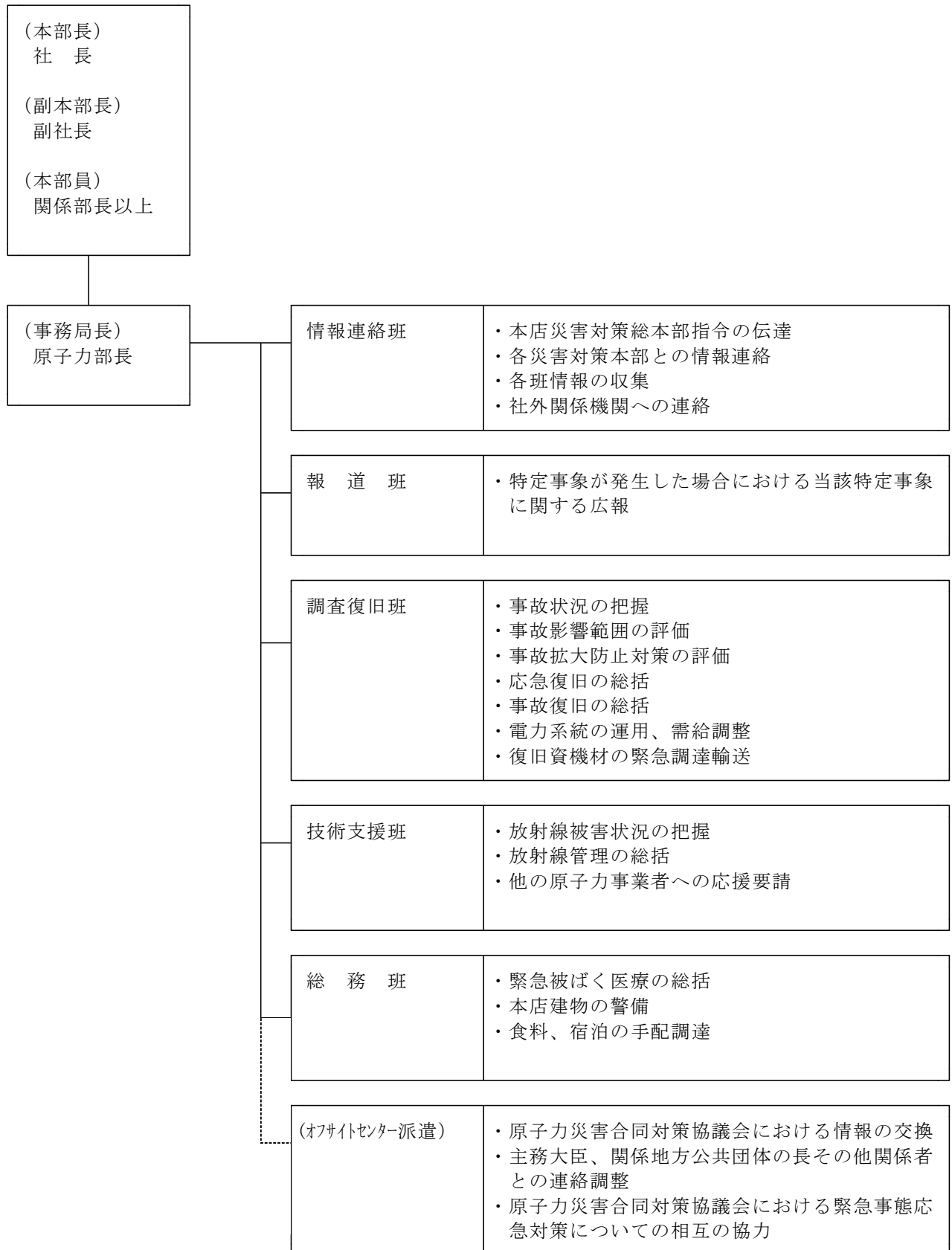


伊方発電所原子力防災組織下における緊急時対応業務体制



* 1 運転班は「運転総括内規」による。

伊方発電所原子力防災組織下における緊急時対応業務体制 （原子力防災組織〔本店災害対策総本部〕）



訓練実施結果

<伊方1号機>

訓練内容		訓練実施日	訓練結果及び改善点
電源車による 電源応急復旧	電源車の移動・配置、給電路の準備、 ケーブル接続、給電開始 (32M保修建屋前→低圧補機ケーブル→ 安全系補機遮断器)	4月20日	訓練結果:良好 改善点:雨天時の安全性および作業効率を向上させるため、変圧器を建屋内またはキュービクル内に設置する。
蒸気発生器への 給水確保	淡水タンクからの水補給(屋外消火栓) (ディーゼル駆動消火ポンプあり)	4月19日	訓練結果:良好
	淡水タンクからの水補給(消防自動車) (ディーゼル駆動消火ポンプなし)	4月19日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月19日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・ろ過水タンクAから復水タンク1号は29→30本に実績反映。 ・ろ過水タンクAから2次系純水タンク1号は26→27本に実績反映。 ・ろ過水タンクBから復水タンク1号は32→34本に実績反映。 ・ろ過水タンクBから2次系純水タンク1号は29→31本に実績反映。
	海水からの水補給 (可搬型消防ポンプ、消防自動車)	4月20日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月20日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・1,2号 放水口から3号 純水装置前防火水槽は12本×2ルート→13本×2ルートに実績反映。
使用済燃料ピットへの 給水確保	淡水タンクからの水補給(消火用連結送水管) (ディーゼル駆動消火ポンプあり)	4月19日	訓練結果:良好
	淡水タンクからの水補給(消防自動車) (ディーゼル駆動消火ポンプなし)	4月19日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月19日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・脱塩水タンク1号からは7→8本に実績反映。 ・ろ過水タンクAからは24→26本に実績反映。 ・ろ過水タンクBからは26→30本に実績反映。
	海水からの水補給 (可搬型消防ポンプ、消防自動車)	4月20日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月20日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・1,2号 放水口から3号 純水装置前防火水槽は12本×2ルート→13本×2ルートに実績反映。 ・3号 純水装置前防火水槽から1号 使用済燃料ピットは12→13本に実績反映。

訓練実施結果

<伊方2号機>

訓練内容		訓練実施日	訓練結果及び改善点
電源車による 電源応急復旧	電源車の移動・配置、給電路の準備、 ケーブル接続、給電開始 (32M保修建屋前→低圧補機ケーブル→ 安全系補機遮断器)	4月19日	訓練結果:良好 改善点:雨天時の安全性および作業効率を向上させるため、変圧器を建屋内またはキュービクル内に設置する。
蒸気発生器への 給水確保	淡水タンクからの水補給(屋外消火栓) (ディーゼル駆動消火ポンプあり)	4月19日	訓練結果:良好 改善点:2次系純水タンク2号のタンク下からマンホールまでのホース敷設(階段)の際、階段途中の継手が外れた。(金具のラッチ部が階段でひっかり外れた。)手順への反映として、ホースをタンクに敷設時は、タンク下でホースを連結し、ホース金具を持って運搬することやホース金具は所定の位置にて、階段から浮かせた状態を保持できるように手すりに固縛する旨の注意事項を記載した。これについては、他の手順についても同様であるため全体を通した注意事項として記載した。
	淡水タンクからの水補給(消防自動車) (ディーゼル駆動消火ポンプなし)	4月19日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月19日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・ろ過水タンク1号から2次系純水タンク2号は6本→7本に実績反映。 ・ろ過水タンクAから復水タンク2号は20→24本に実績反映。 ・ろ過水タンクAから2次系純水タンク2号は22→24本に実績反映。 ・ろ過水タンクBから復水タンク2号は23→28本に実績反映。 ・ろ過水タンクBから2次系純水タンク2号は25→28本に実績反映。
	海水からの水補給 (可搬型消防ポンプ、消防自動車)	4月20日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月20日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・1,2号放水口から3号純水装置前防火水槽は12本×2ルート→13本×2ルートに実績反映。 ・3号純水装置前防火水槽から2次系純水タンク2号は12→13本に実績反映。
使用済燃料ピットへの 給水確保	淡水タンクからの水補給(消火用連結送水管) (ディーゼル駆動消火ポンプあり)	4月19日	訓練結果:良好
	淡水タンクからの水補給(消防自動車) (ディーゼル駆動消火ポンプなし)	4月19日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月19日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・脱塩水タンク1号からは7→8本に実績反映。 ・ろ過水タンクAからは24→25本に実績反映。 ・ろ過水タンクBからは26→29本に実績反映。
	海水からの水補給 (可搬型消防ポンプ、消防自動車)	4月20日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月20日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・1,2号放水口から3号純水装置前防火水槽は12本×2ルート→13本×2ルートに実績反映。 ・3号純水装置前防火水槽から2号使用済燃料ピットは9→13本に実績反映。

訓練実施結果

<伊方3号機>

訓練内容		訓練実施日	訓練結果及び改善点
電源車による 電源応急復旧	電源車の移動・配置、給電路の準備、 ケーブル接続、給電開始 (32Mタンクヤード前→低圧補機ケーブル →安全系補機遮断器)	4月18日	訓練結果:良好 改善点①:ケーブル接続先をより堅固なケーブルトレイ電線管を使っている機器へ変更し、電源供給の信頼性向上を図る。4月21日ルート変更し確認済み。 改善点②:雨天時の安全性および作業効率を向上させるため、変圧器を建屋内またはキュービクル内に設置する。
蒸気発生器への 給水確保	淡水タンクからの水補給(屋外消火栓または 消火用連結送水管) (ディーゼル駆動消火ポンプあり)	4月18日	訓練結果:良好
	淡水タンクからの水補給(消防自動車) (ディーゼル駆動消火ポンプなし)	4月18日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月18日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・脱塩水タンク3号から補助給水タンク3号は14本→16本に実績反映。 ・脱塩水タンク3号から2次系純水タンク3号は5本→6本に実績反映。 ・ろ過水貯蔵タンク3号から補助給水タンク3号は14→16本に実績反映。 ・ろ過水貯蔵タンク3号から2次系純水タンク3号は5→6本に実績反映。
	海水からの水補給 (可搬型消防ポンプ、消防自動車)	4月18日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月18日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・1,2号 放水口から3号 純水装置前防火水槽は12本×2ルート→13本×2ルートに実績反映。 ・3号 純水装置前防火水槽から補助給水タンク3号は3→4本に実績反映。 ・3号 純水装置前防火水槽から2次系純水タンク3号は11→10本に実績反映。
使用済燃料ピットへの 給水確保	淡水タンクからの水補給(消火用連結送 水管) (ディーゼル駆動消火ポンプあり)	4月18日	訓練結果:良好
	淡水タンクからの水補給(消防自動車) (ディーゼル駆動消火ポンプなし)	4月18日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月18日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・脱塩水タンク3号からは10→12本に実績反映。 ・ろ過水貯蔵タンク3号からは10→12本に実績反映。
	海水からの水補給 (可搬型消防ポンプ、消防自動車)	4月18日	訓練結果:良好 改善点:ホース本数は、4月18日の訓練時に想定していたホース本数から以下のとおり実績反映した。 ・1,2号 放水口から3号 純水装置前防火水槽は12本×2ルート→13本×2ルートに実績反映。 ・3号 純水装置前防火水槽から3号 使用済燃料ピットは10→13本に実績反映。

訓練実施結果

<1、2、3号機共通 電源車、ディーゼル駆動消火ポンプ、可搬型消防ポンプ燃料補給>

訓練内容		訓練実施日	訓練結果及び改善点
電源車等への燃料補給	電源車、ディーゼル駆動消火ポンプ、可搬型消防ポンプへの燃料補給	4月20日	訓練結果:良好 改善点①:燃料補給用ドラム缶を現場に設置する際には、設置箇所の傾斜等により傾いたり転倒したりしないよう注意することを手順に明記した。 改善点②:3号純水装置建屋内のディーゼル駆動消火ポンプ燃料タンクへドラム缶を運搬する際、建屋入口に段差があったため、作業効率の効率を図る観点から、スロープを設置する。

電源車等の配置数

1. 電源車

	1号機	2号機	3号機
必要電源容量	145kVA	137kVA	93kVA
配置電源車の容量	300kVA	300kVA	300kVA
配置完了日	平成23年3月30日		

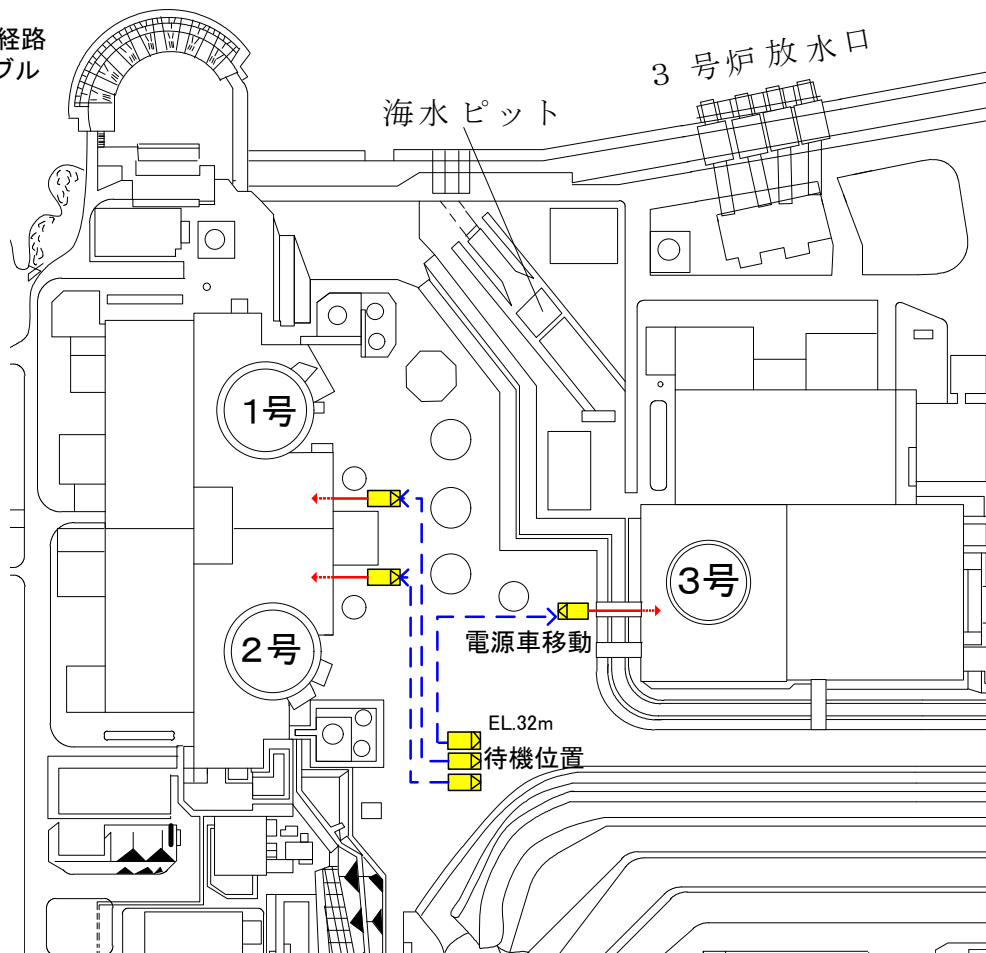
2. 給電用ケーブル

【1, 2号:32m保修建屋前－低圧補機】

【3号:32m原子炉補助建屋前－低圧補機(パワーセンタ母線連結用含む)】

	1号機	2号機	3号機
必要ケーブル長さ	約220m	約280m	約510m
配置ケーブル長さ	約340m	約400m	約580m
配置完了日	平成23年4月21日		

- - - : 電源車移動経路
— : 給電用ケーブル



電源車および給電用ケーブル設置計画

仮設ポンプおよびホースの配備数 (タービン動補助給水ポンプの水源タンクへの補給)

伊方1号機

水 源	仮設ポンプ型式	仮設ポンプ仕様	台数	ホース数	配備完了日
屋外消火栓	—	—	—	7本	H23.4.20
脱塩水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	12本	H23.4.20
ろ過水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	34本	H23.4.20
防火水槽	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	17本	H23.4.20
海水 (海水ピット)	可搬型消防ポンプ	73.2m ³ /h(0.55MPa)	2	12本* ¹	H23.4.20
海水(放水口)	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	26本* ¹	H23.4.20

*1：防火水槽までのホース数

伊方2号機

水 源	仮設ポンプ型式	仮設ポンプ仕様	台数	ホース数	配備完了日
屋外消火栓	—	—	—	5本	H23.4.20
脱塩水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	7本	H23.4.20
ろ過水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	28本	H23.4.20
防火水槽	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	13本	H23.4.20
海水 (海水ピット)	可搬型消防ポンプ	73.2m ³ /h(0.55MPa)	2	12本* ¹	H23.4.20
海水(放水口)	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	26本* ¹	H23.4.20

*1：防火水槽までのホース数

伊方3号機

水 源	仮設ポンプ型式	仮設ポンプ仕様	台数	ホース数	配備完了日
屋外消火栓	—	—	—	6本	H23.4.20
脱塩水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	16本	H23.4.20
ろ過水貯蔵 タンク	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	16本	H23.4.20
防火水槽	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	10本	H23.4.20
海水 (海水ピット)	可搬型消防ポンプ	73.2m ³ /h(0.55MPa)	2	12本* ¹	H23.4.20
海水(放水口)	消防自動車	120m ³ /h(0.85MPa) 84m ³ /h(1.40MPa)	1	26本* ¹	H23.4.20

*1：防火水槽までのホース数

仮設ポンプおよびホースの配備数 (使用済燃料ピットへの水補給)

伊方１号機

水 源	仮設ポンプ型式	仮設ポンプ仕様	台数	ホース数	配備完了日
消火用連結 送水管	—	—	—	4本 (管理区域内)	H23. 4. 20
脱塩水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	8本	H23. 4. 20
ろ過水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	30本	H23. 4. 20
防火水槽	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	13本	H23. 4. 20
海水 (海水ピット)	可搬型消防ポンプ	73. 2m ³ /h(0. 55MPa)	2	12本* ¹	H23. 4. 20
海水(放水口)	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	26本* ¹	H23. 4. 20

* 1 : 防火水槽までのホース数

伊方２号機

水 源	仮設ポンプ型式	仮設ポンプ仕様	台数	ホース数	配備完了日
消火用連結 送水管	—	—	—	4本 (管理区域内)	H23. 4. 20
脱塩水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	8本	H23. 4. 20
ろ過水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	29本	H23. 4. 20
防火水槽	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	13本	H23. 4. 20
海水 (海水ピット)	可搬型消防ポンプ	73. 2m ³ /h(0. 55MPa)	2	12本* ¹	H23. 4. 20
海水(放水口)	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	26本* ¹	H23. 4. 20

* 1 : 防火水槽までのホース数

伊方３号機

水 源	仮設ポンプ型式	仮設ポンプ仕様	台数	ホース数	配備完了日
消火用連結 送水管	—	—	—	2本 (管理区域内)	H23. 4. 20
脱塩水タンク	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	12本	H23. 4. 20
ろ過水貯蔵 タンク	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	12本	H23. 4. 20
防火水槽	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	13本	H23. 4. 20
海水 (海水ピット)	可搬型消防ポンプ	73. 2m ³ /h(0. 55MPa)	2	12本* ¹	H23. 4. 20
海水(放水口)	消防自動車	120m ³ /h(0. 85MPa) 84m ³ /h(1. 40MPa)	1	26本* ¹	H23. 4. 20

* 1 : 防火水槽までのホース数

水密性向上対策の概要

1. 目的

安全上重要な設備を対象に、海水による冠水の可能性を低減させるため、扉や貫通部にシール施工等を実施し、水密性の向上を図る。

2. 対象

具体的な安全上重要な設備を以下に示す。

- ・ タービン動補助給水ポンプ
- ・ 蓄電池
- ・ ディーゼル駆動消火水ポンプ
- ・ 非常用ディーゼル発電機
- ・ 安全系遮断器

3. 施工方法

- (1) 建屋扉については、シール性のあるゴムを用いて水密性の向上を図った。
- (2) 貫通部については、シリコン等を用いて水密性の向上を図った。

4. 施工数量

(1) 伊方1号機

エリア	種別	箇所数
タービン動補助給水ポンプ室 (階下エリア(海水管室)含む)	扉	1箇所
	貫通部	3箇所
蓄電池室 (1, 2号エリア共用)	扉	2箇所
	貫通部	2箇所
ディーゼル駆動消火ポンプ室 (1, 2号共用)	扉	2箇所
	貫通部(通気口含む)	2箇所
非常用ディーゼル発電機室	扉	5箇所
	貫通部	対象なし
安全系遮断器室	扉	4箇所
	貫通部	対象なし

(2) 伊方2号機

エリア	種別	箇所数
タービン動補助給水ポンプ室 (階下エリア(海水管室)含む)	扉	3箇所
	貫通部	2箇所
非常用ディーゼル発電機室	扉	5箇所
	貫通部	対象なし
安全系遮断器室	扉	5箇所
	貫通部	対象なし

(3) 伊方3号機

エリア	種別	箇所数
タービン動補助給水ポンプ室	扉	5箇所
	貫通部	対象なし
蓄電池室, 安全系遮断器室	扉	6箇所
	貫通部	対象なし
ディーゼル駆動消火ポンプ	扉	5箇所
	貫通部(通気口含む)	対象なし
非常用ディーゼル発電機室	扉	19箇所
	貫通部	7箇所

水密性向上対策例

1. 扉



2. 貫通部



緊急安全対策のイメージ図

津波により3つの機能が喪失した場合においても、炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ、原子炉施設の冷却機能の回復を図るために、『電源車による電源応急復旧』、『蒸気発生器への給水確保』、『使用済燃料ピットへの水補給』の3つの緊急時対応を実現する。

⑥伊方発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の充実

・安全上重要な機器(タービン動補助給水ポンプ等)設置エリアの入口扉等にシール施工を実施



出入口扉



貫通部

①緊急点検の実施

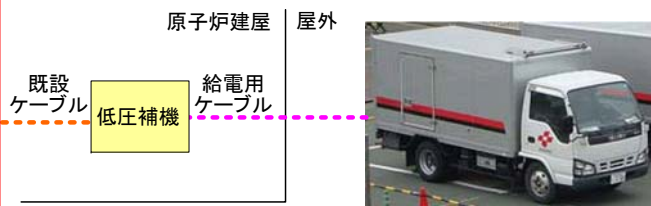
- ・非常用ディーゼル発電機の機能確認実施
- ・3つの緊急時対応実現のための必要設備・資機材の点検

②緊急時対応計画の点検及び訓練の実施

- ・訓練の実施とフィードバック
- ・対応手順書の作成

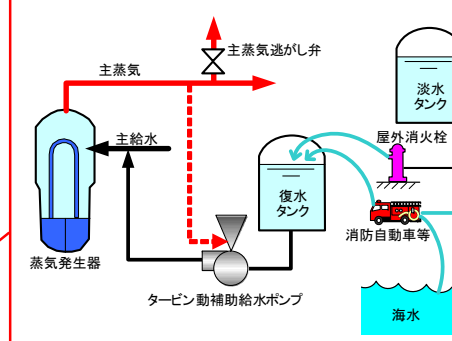
③緊急時の電源確保(電源車による電源応急復旧)

- ・電源車、給電用ケーブル等の配置



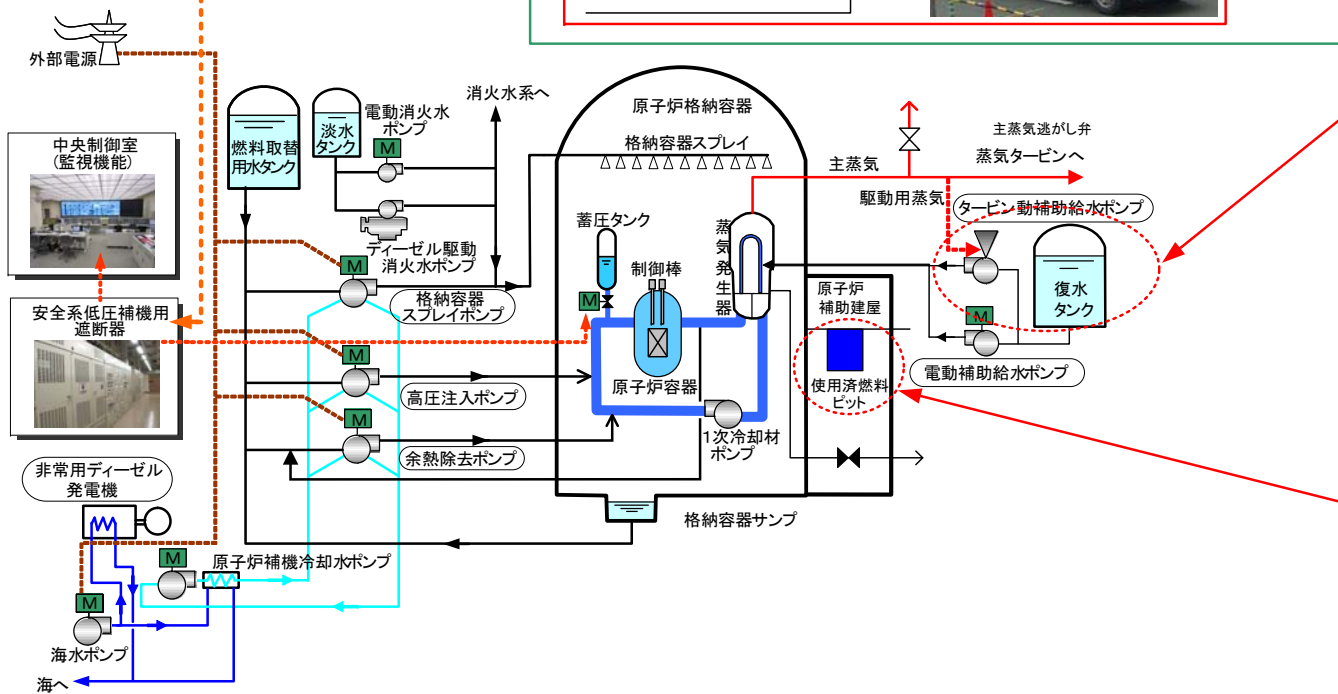
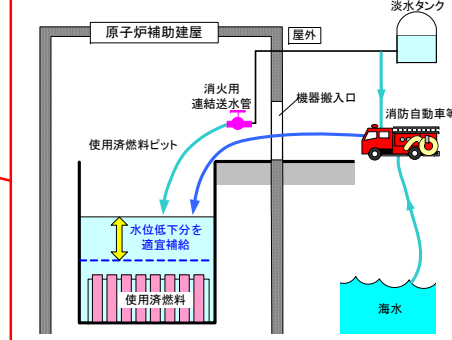
④緊急時の最終的な除熱機能の確保(蒸気発生器への給水確保)

- ・消防自動車及び消防用ホース等の配置

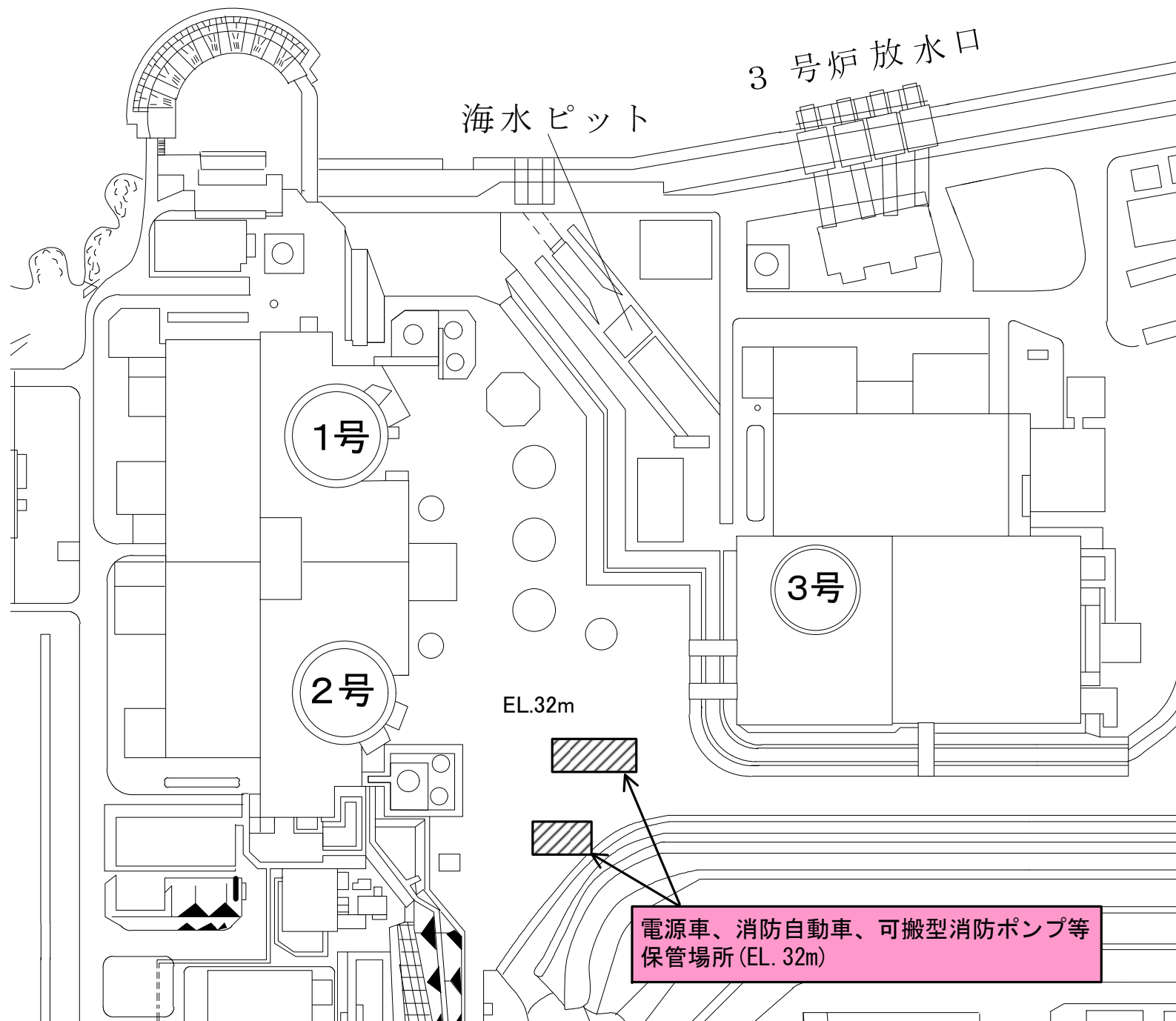


⑤緊急時の使用済燃料ピットの冷却確保(使用済燃料ピットへの水補給)

- ・消防自動車及び消防用ホース等の配置

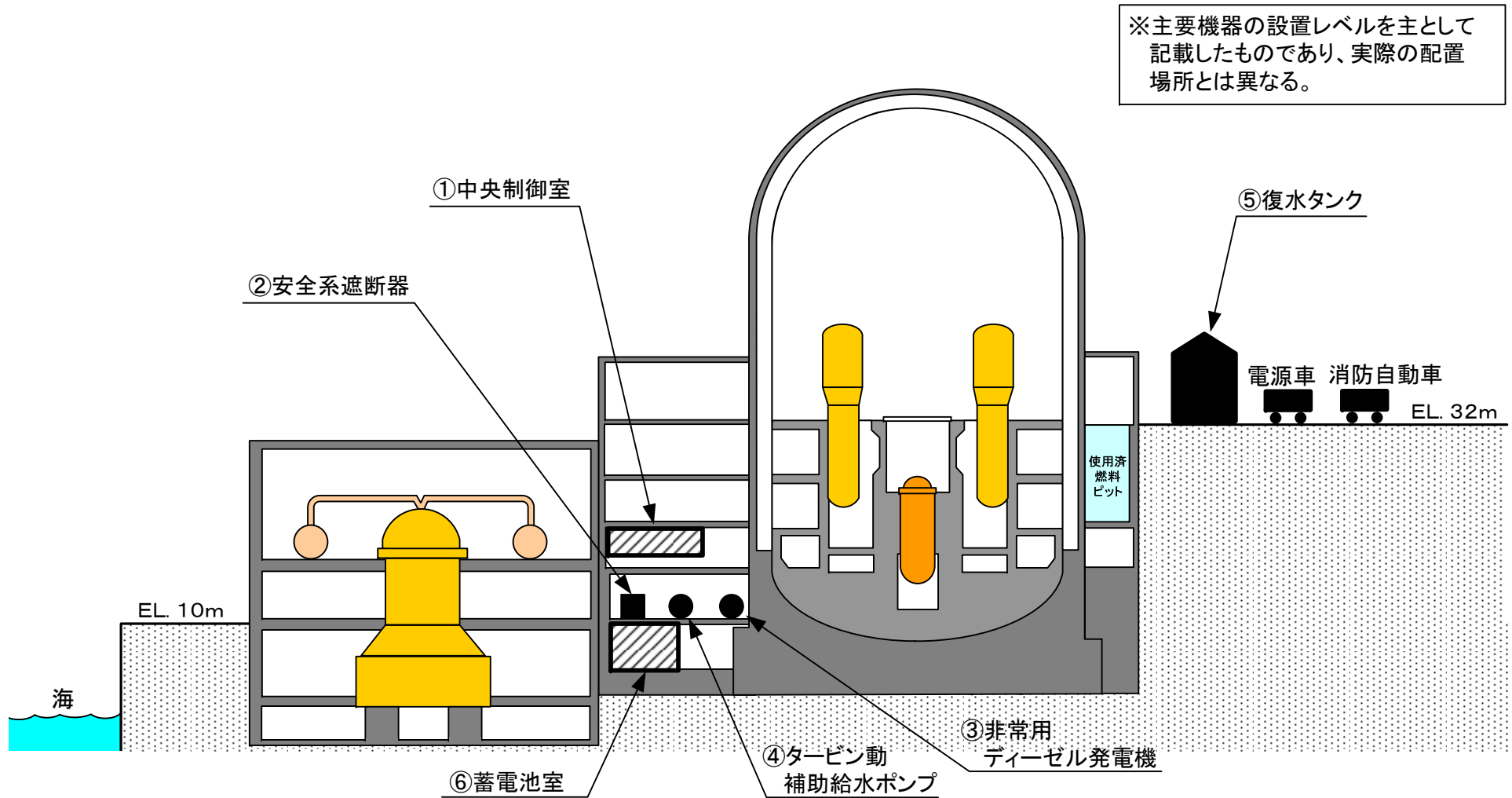


電源車、消防自動車等の保管場所



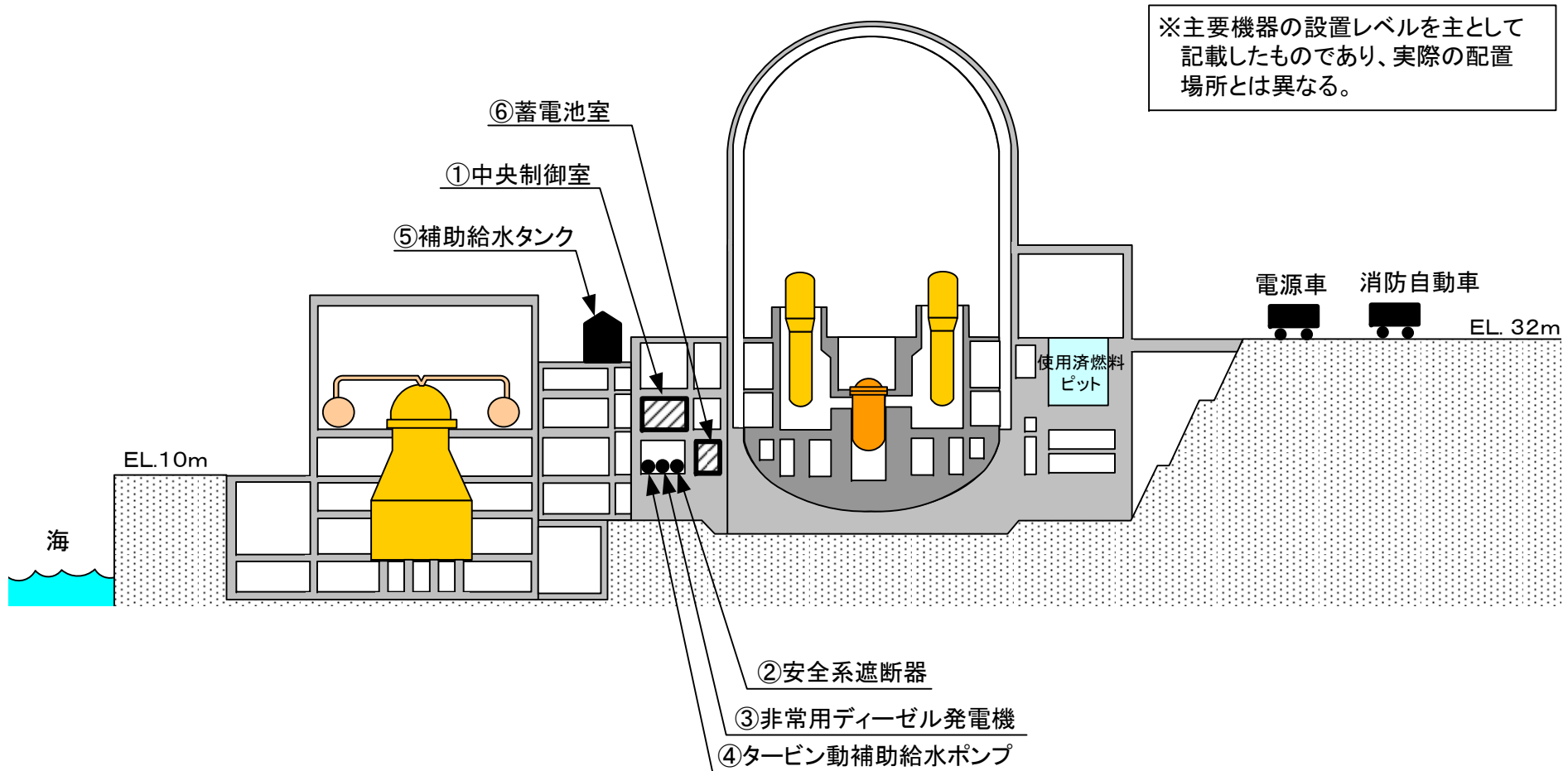
主要機器設置レベル概念図(伊方1号機および2号機)

※主要機器の設置レベルを主として記載したものであり、実際の配置場所とは異なる。



	①中央制御室	②安全系遮断器	③非常用ディーゼル発電機	④タービン動補助給水ポンプ	⑤復水タンク	⑥蓄電池室
伊方1号機	EL. 17. 2m	EL. 10. 2m	EL. 10. 2m	EL. 10. 2m	EL. 32. 2m	EL. 4. 2m
伊方2号機	EL. 17. 2m	EL. 10. 2m	EL. 10. 2m	EL. 10. 2m	EL. 32. 2m	EL. 4. 2m

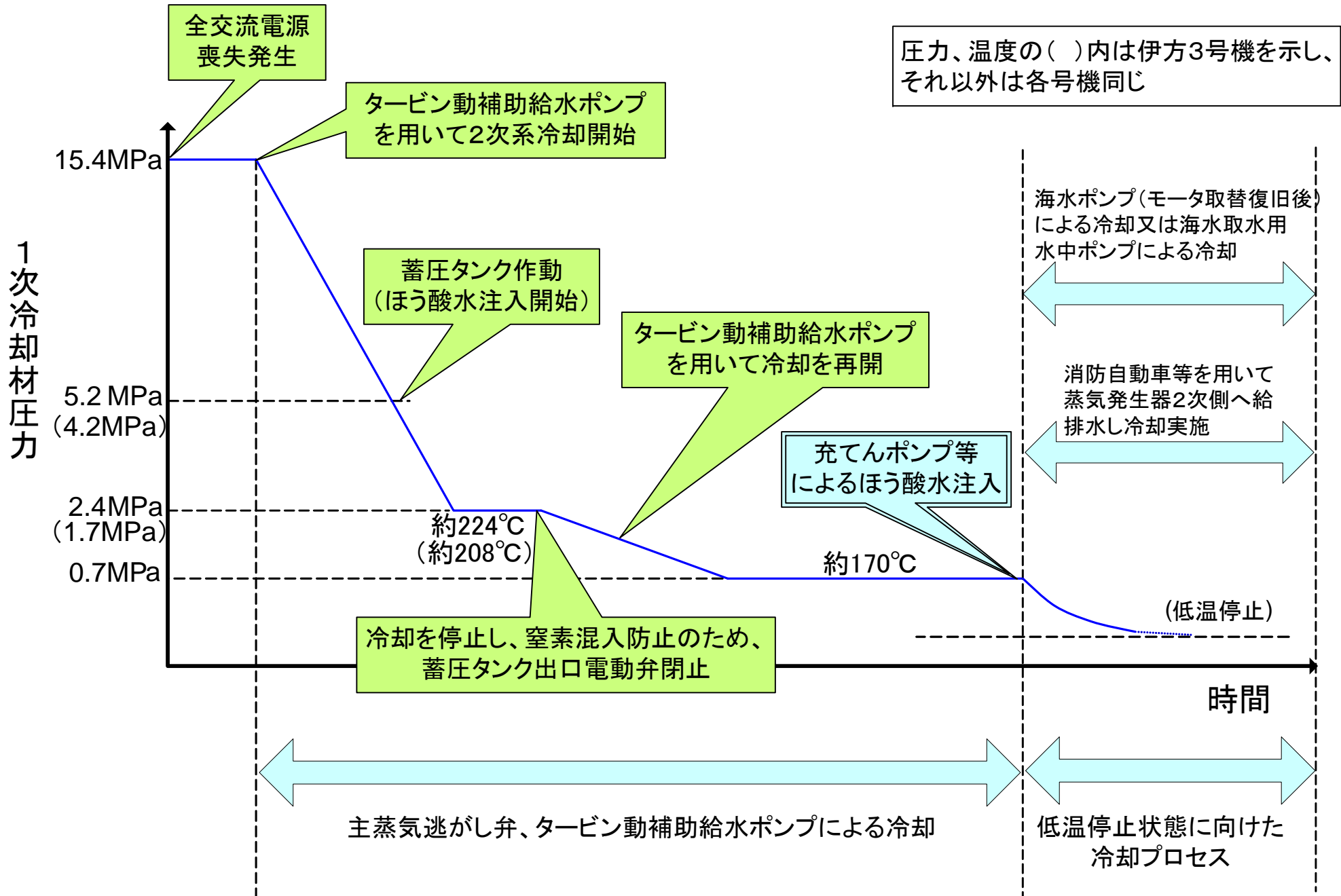
主要機器設置レベル概念図(伊方3号機)



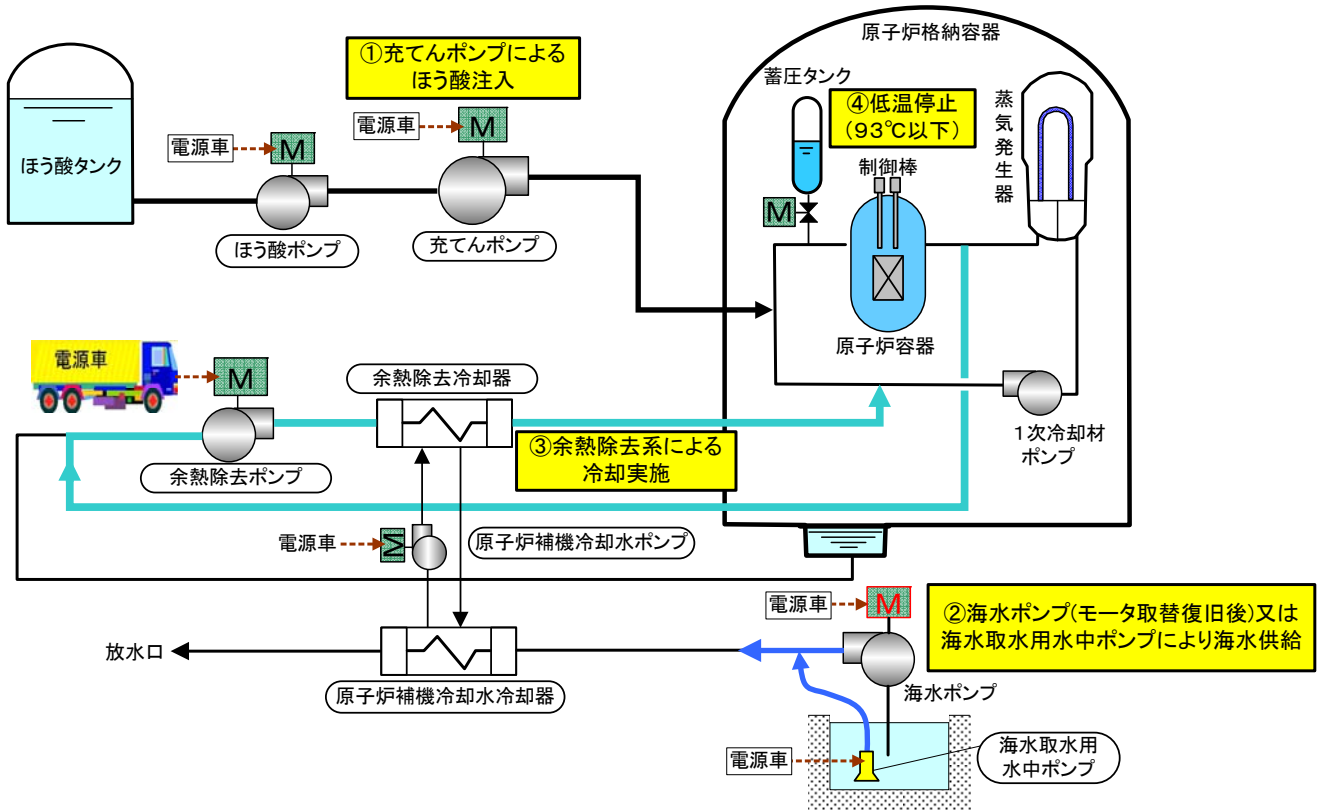
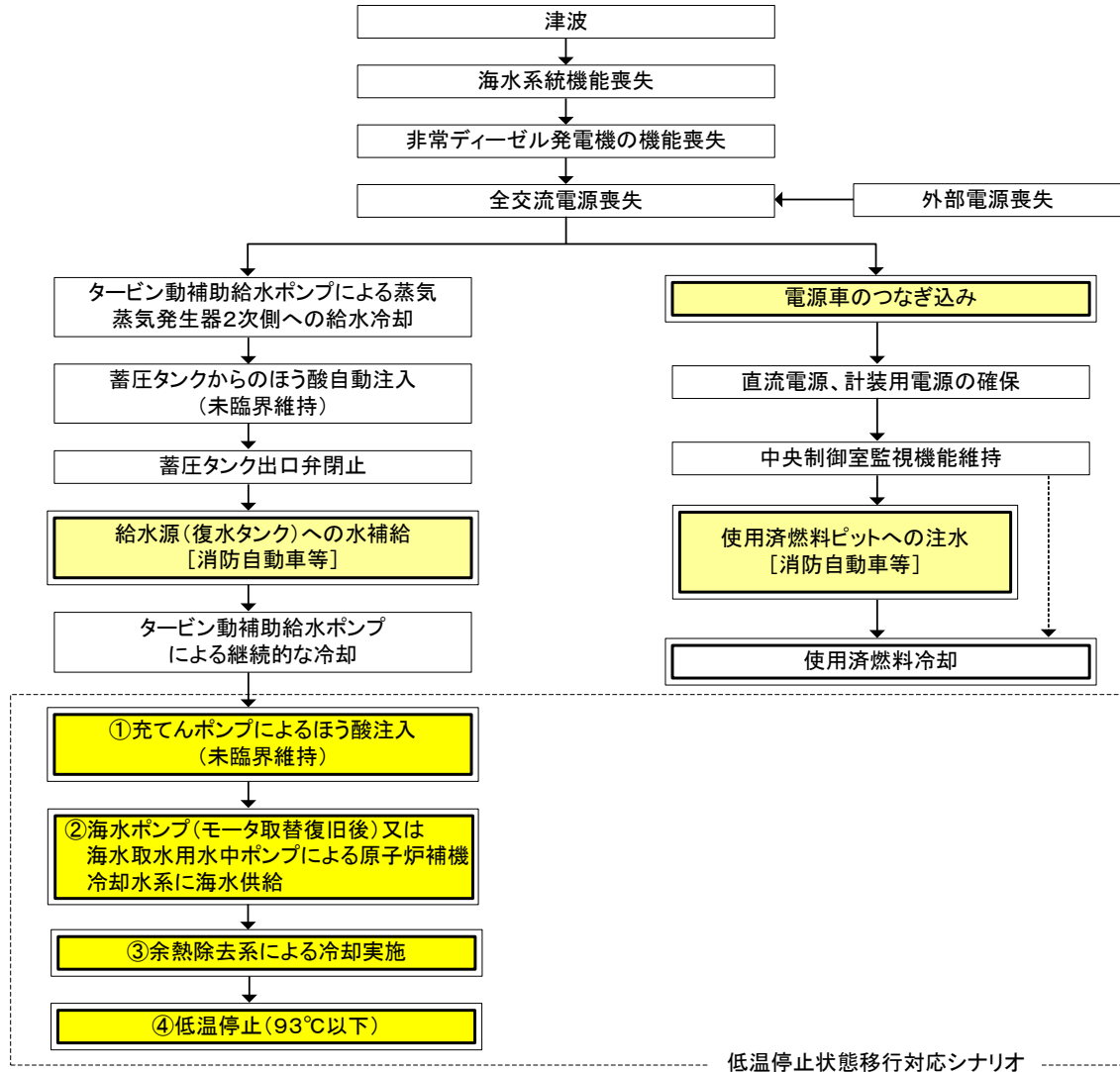
※主要機器の設置レベルを主として記載したものであり、実際の配置場所とは異なる。

	①中央制御室	②安全系遮断器	③非常用ディーゼル発電機	④タービン動補助給水ポンプ	⑤補助給水タンク	⑥蓄電池室
伊方3号機	EL. 17. 8m	EL. 10. 3m	EL. 10. 3m	EL. 10. 0m	EL. 25. 9m	EL. 10. 3m

低温停止状態移行までの対応シナリオ (移行プロセス概要)

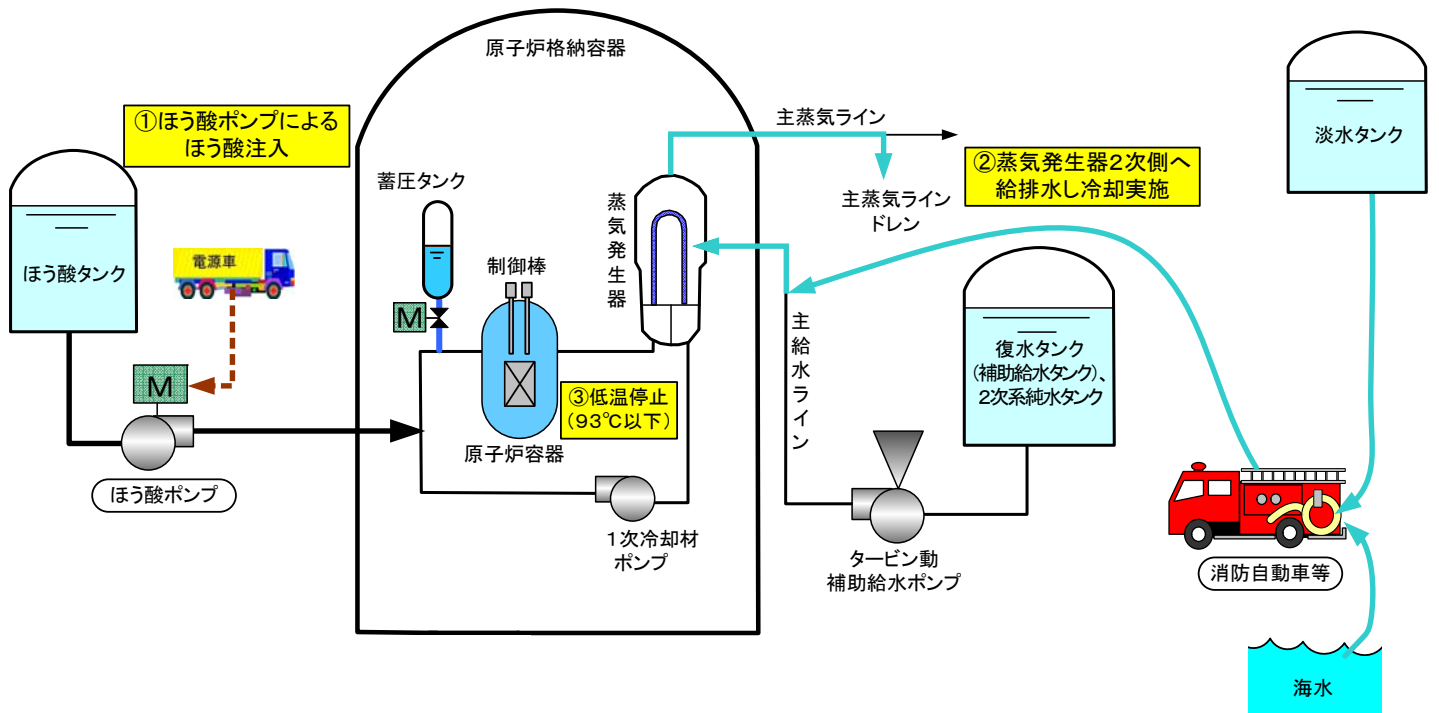
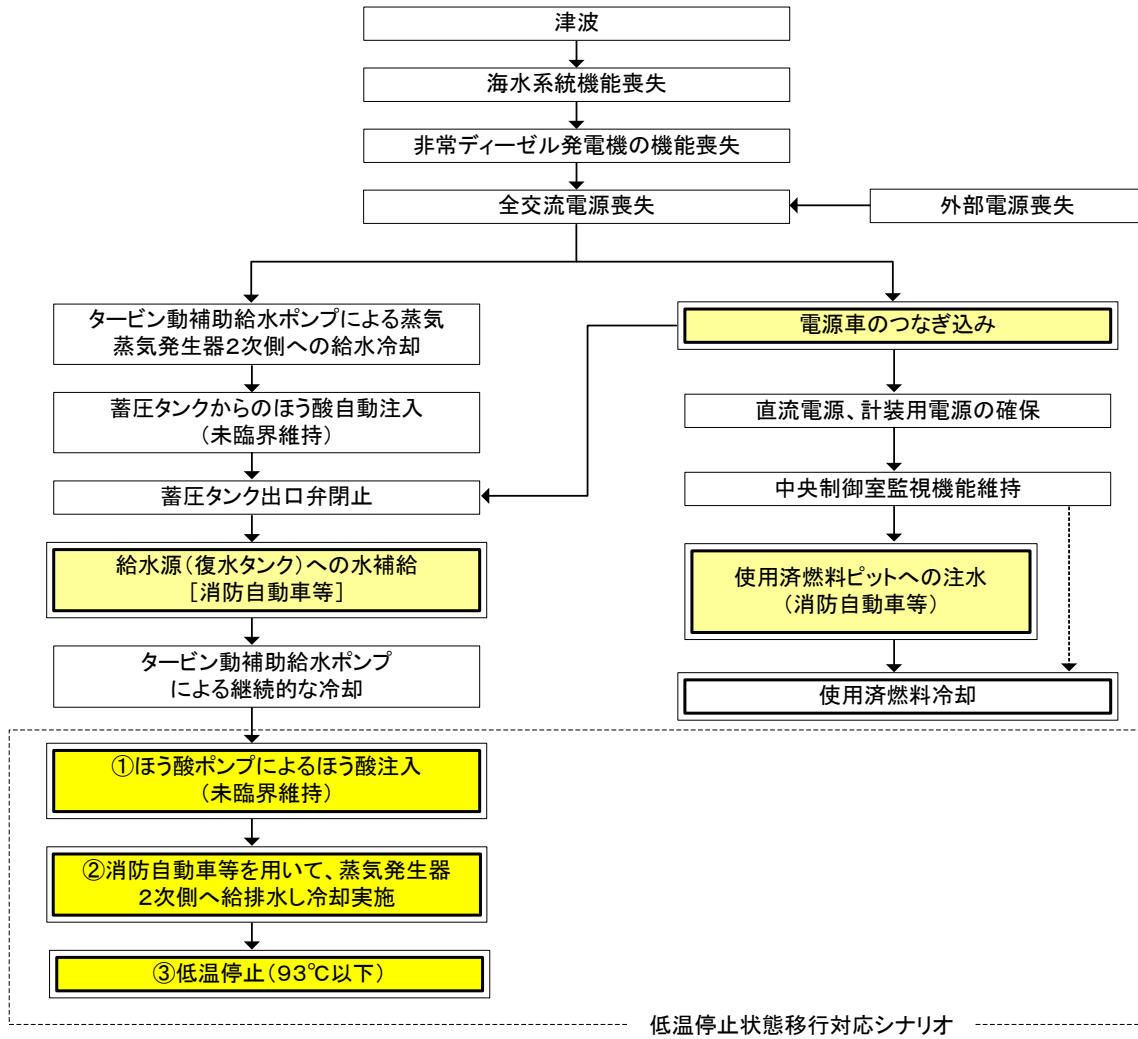


低温停止状態移行までの対応シナリオ (対応シナリオ1)



低温停止状態移行に係る概略系統図

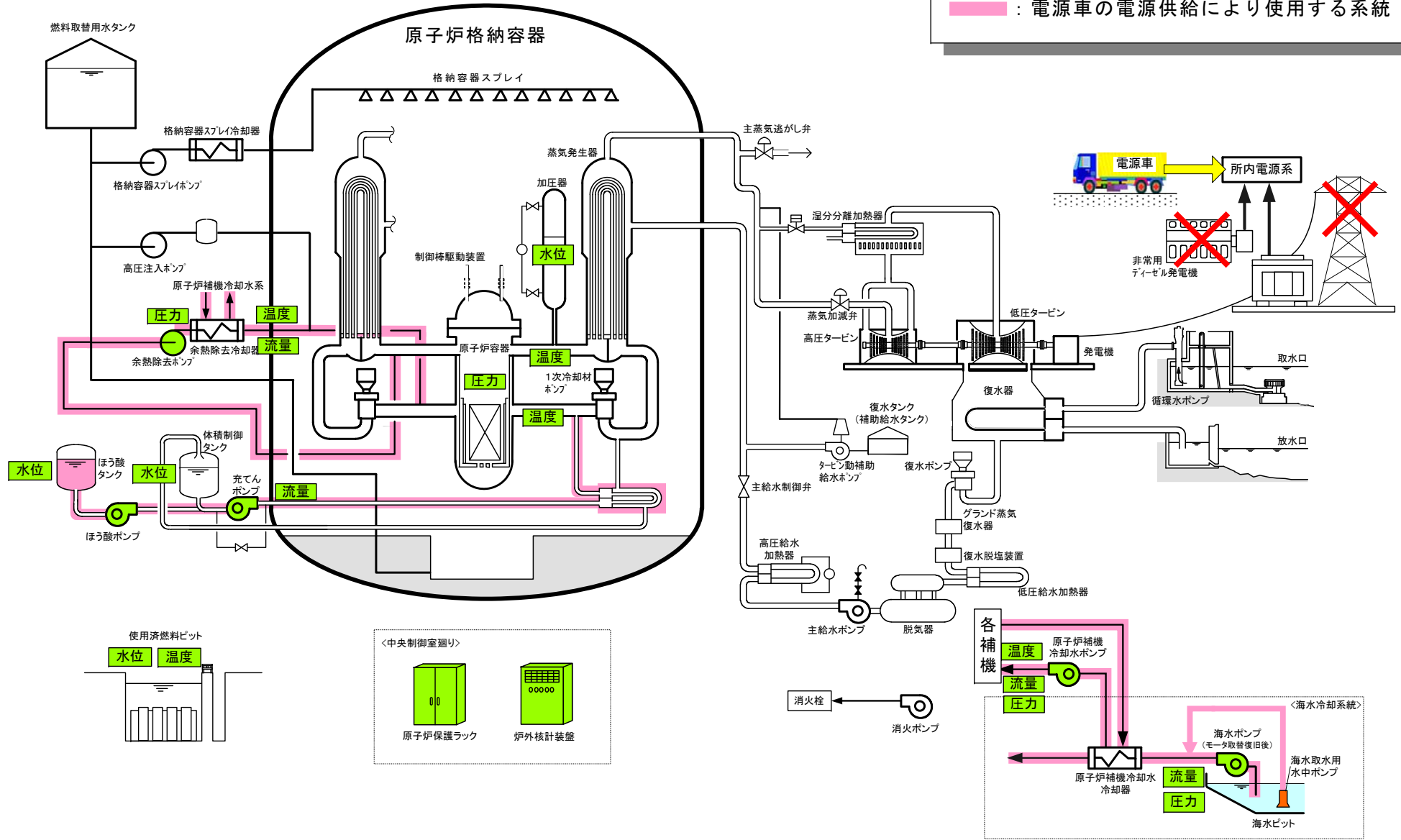
低温停止状態移行までの対応シナリオ (対応シナリオ2)



低温停止状態移行に係る概略系統図

低温停止状態移行までの対応シナリオ (電源供給先設備イメージ図)

: 電源車による電源供給設備
 : 電源車の電源供給により使用する系統



設備強化対策のスケジュール

大臣指示内容	対応内容	対応スケジュール				
		平成23年度		平成24年度		平成25年度以降
		上期	下期	上期	下期	
③緊急時の電源確保	a. 大容量電源車の配備	◎ <small>(配備完了までの間、 4500kVAを配備)</small>	☆□ <small>(各号機1825kVA)</small>	◎ <small>(1825kVA;2台)</small>		
	b. 外部電源の多様化 (配電線の構内敷設)	▽1ルート目の敷設		▽平成24年3月末完了予定 (2ルート目の敷設)		
④緊急時の最終的な除熱機能の確保	a. 海水ポンプモータ予備品の配備			☆□◎	▽平成24年3月末配備予定	
	b. 海水取水用水中ポンプの配備	◎	☆	□	▽平成24年3月末配備予定	
⑤緊急時の使用済燃料ピットの冷却確保	a. 消防自動車の追加配備				▽平成24年度上期配備予定	
⑥伊方発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施	a. 安全上重要な機器を設置しているエリアの防水対策					2～3年程度で完了予定
	b. 海水ポンプエリアの防水対策強化					2～3年程度で完了予定

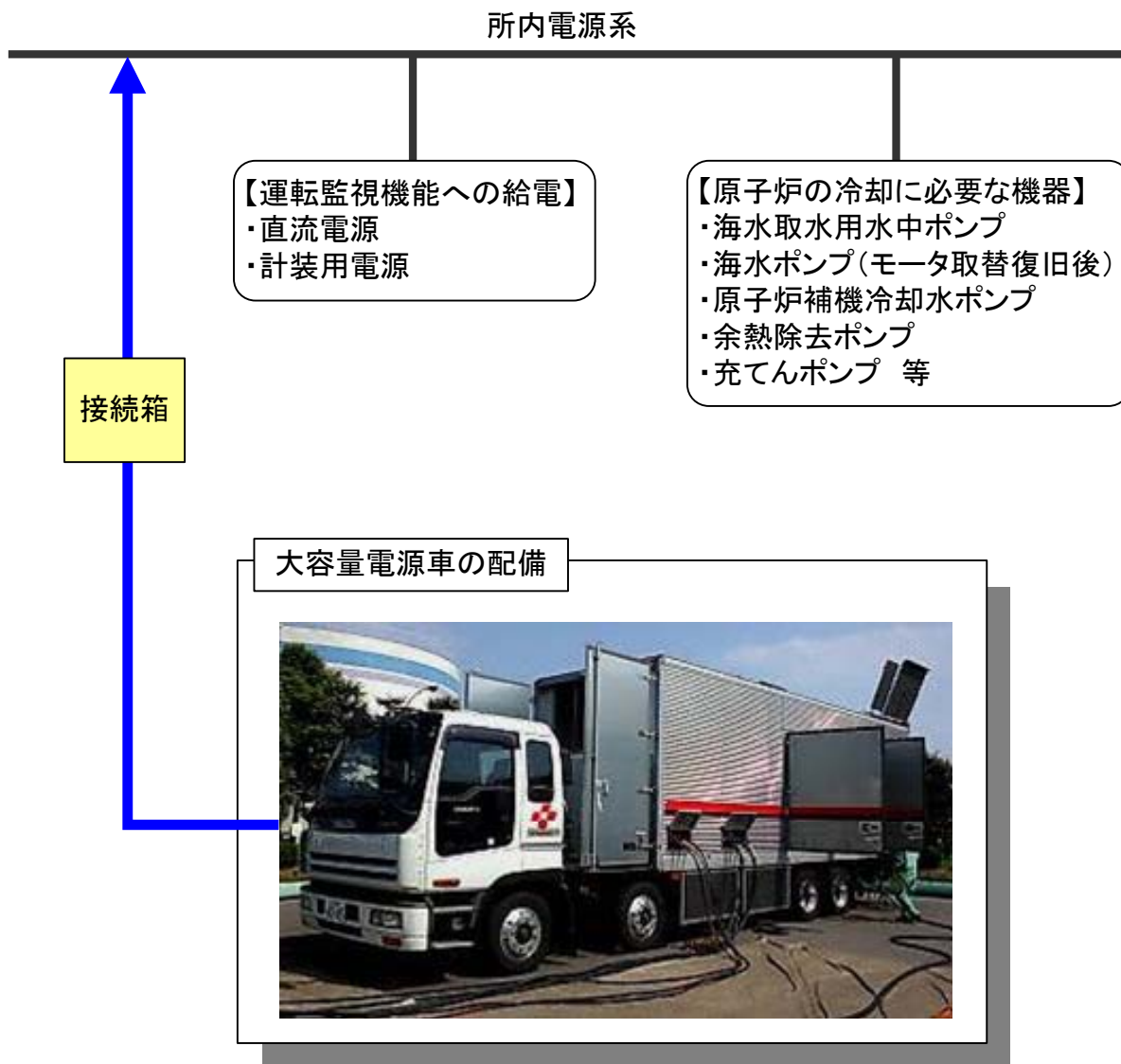
凡例

- ☆ : 1号機用の配備完了
- : 2号機用の配備完了
- ◎ : 3号機用の配備完了

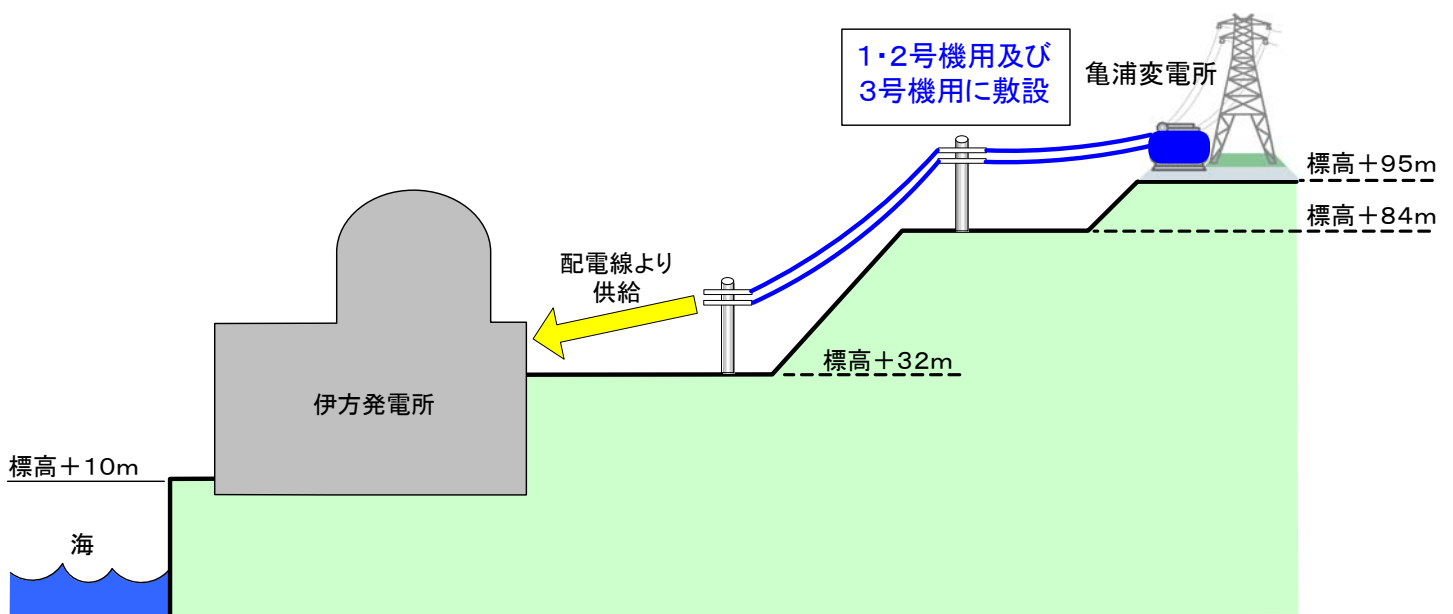
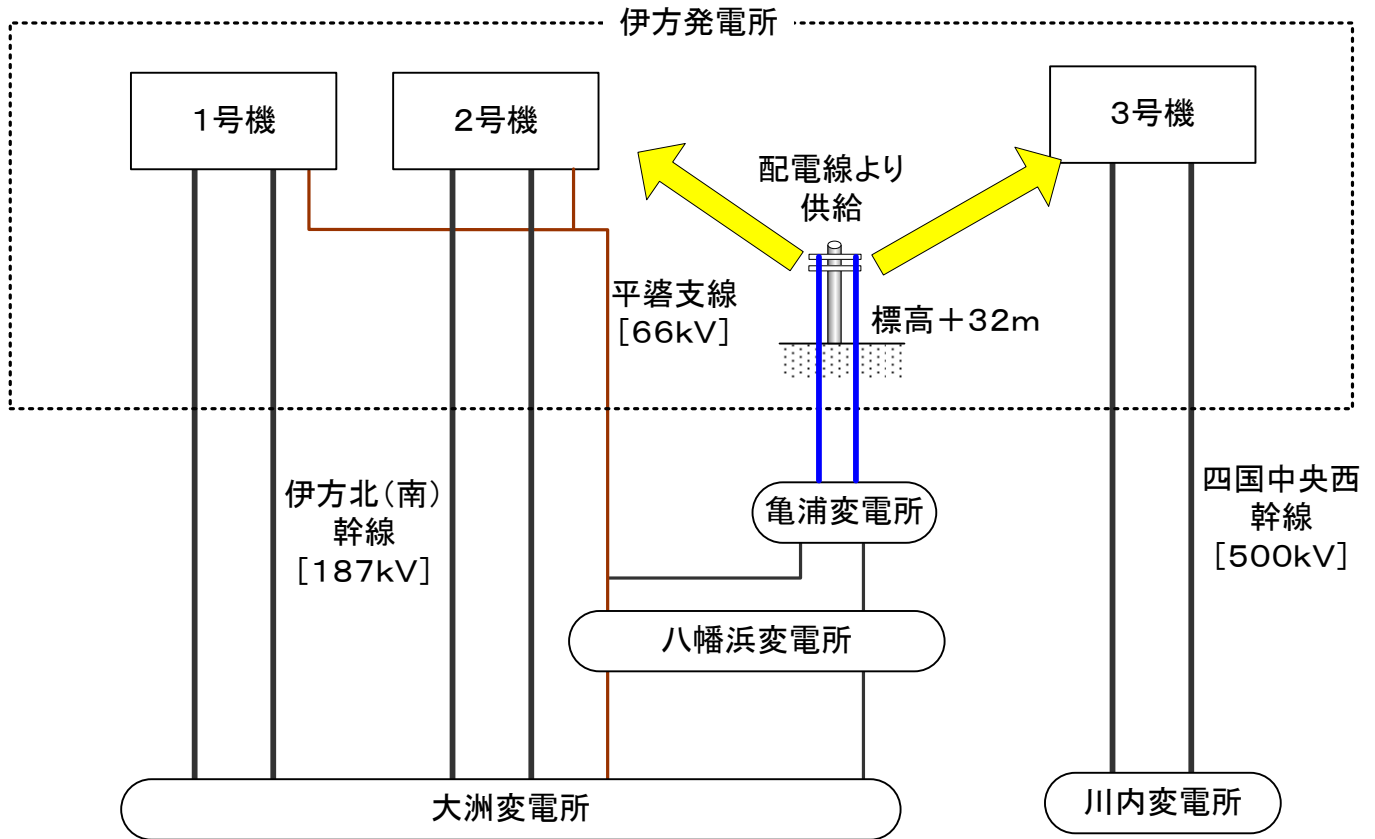
設備強化対策の概要 (大容量電源車の配備)

プラント	容量 (kVA)
伊方1号機	1,825
伊方2号機	1,825
伊方3号機※	1,825 × 2台

※当面は4,500kVAを配備



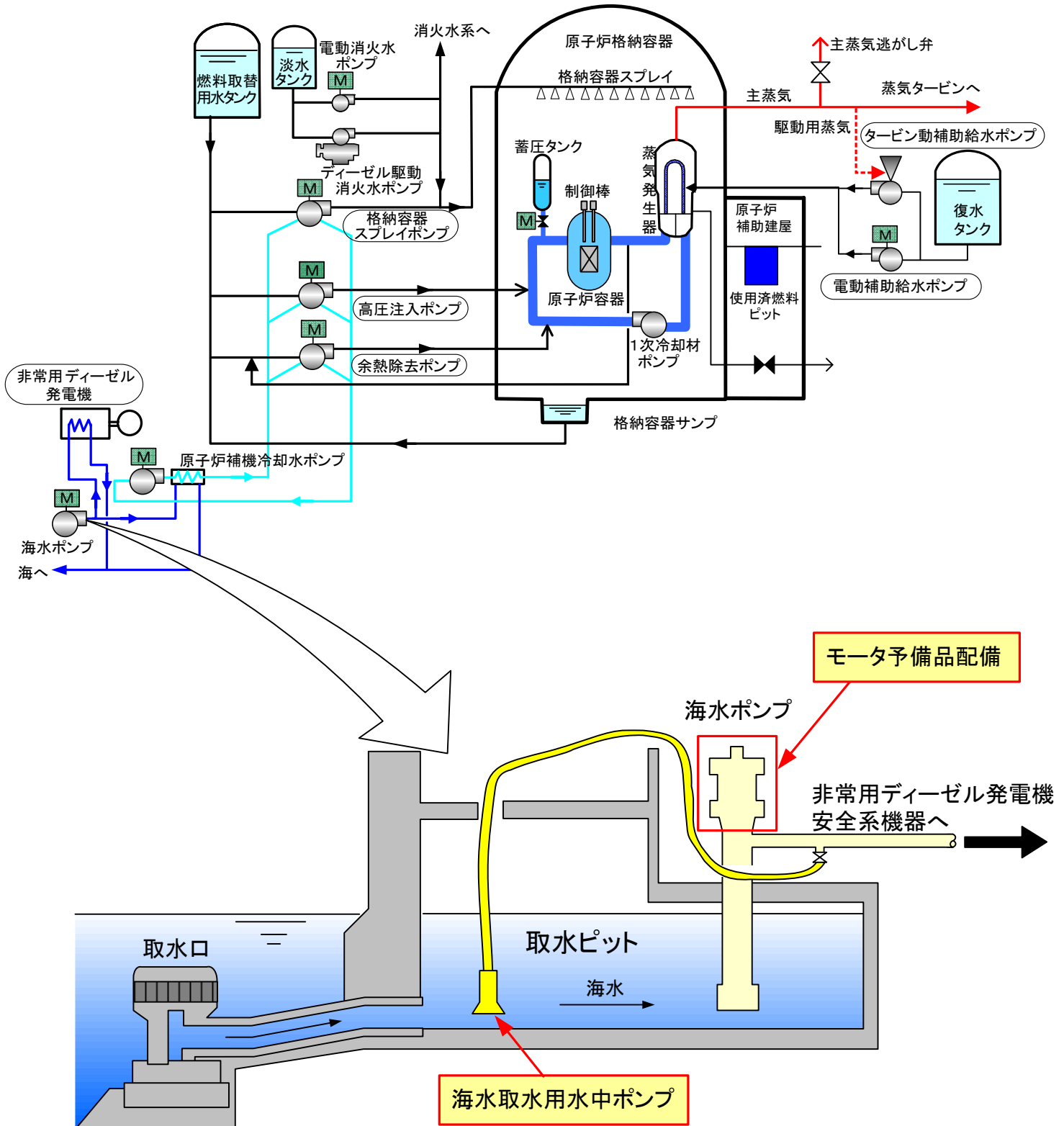
設備強化対策の概要 (外部電源の多様化)



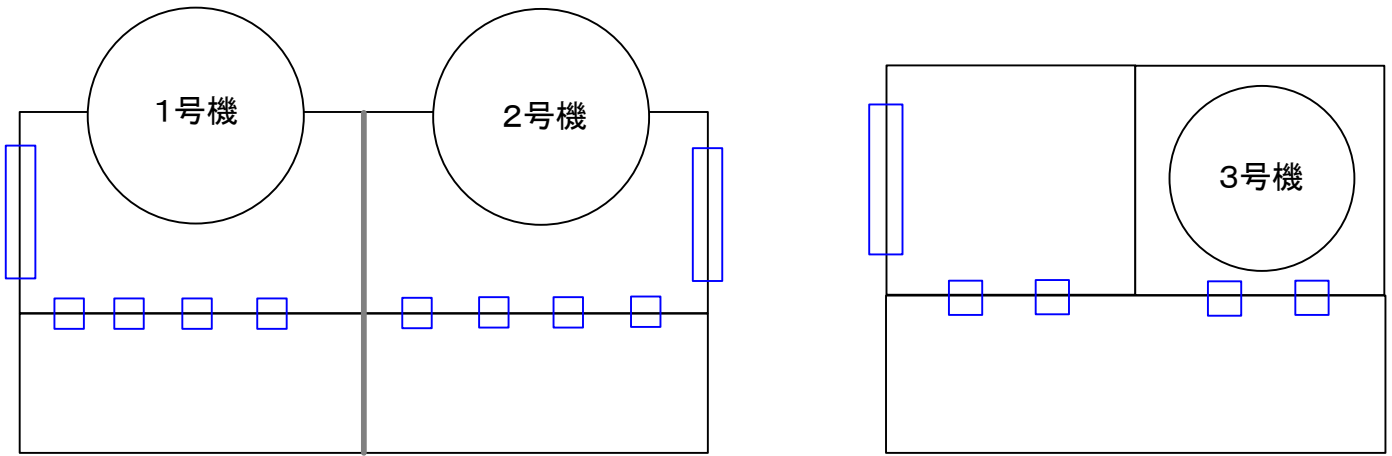
伊方発電所周辺概要(断面図)

設備強化対策の概要

(海水ポンプモータ予備品の配備、海水取水用水中ポンプの配備)



設備強化対策の概要 (安全上重要な機器設置エリアの防水対策)

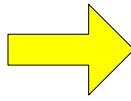


□ : 貫通部(扉)

水密扉の例



従来扉



水密扉(例)