

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PS-C-9 改2
提出年月日	平成29年11月16日

東海第二発電所

重大事故等対策の有効性評価

比較表

平成29年11月
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

目 次

重大事故等対策の有効性評価

1. 重大事故等への対処に係る措置の有効性評価の基本的考え方
2. 運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故
 - 2.1 高圧・低圧注水機能喪失
 - 2.2 高圧注水・減圧機能喪失
 - 2.3 全交流動力電源喪失
 - 2.3.1 全交流動力電源喪失（長期T B）
 - 2.3.2 全交流動力電源喪失（T B D， T B U）
 - 2.3.3 全交流動力電源喪失（T B P）
 - 2.4 崩壊熱除去機能喪失
 - 2.4.1 取水機能が喪失した場合
 - 2.4.2 残留熱除去系が故障した場合
 - 2.5 原子炉停止機能喪失
 - 2.6 L O C A時注水機能喪失
 - 2.7 格納容器バイパス（インターフェイスシステムL O C A）
3. 重大事故
 - 3.1 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）
 - 3.1.1 格納容器破損モードの特徴，格納容器破損防止対策
 - 3.1.2 代替循環冷却系を使用する場合

- 3.1.3 代替循環冷却系を使用できない場合
 - 3.2 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱
 - 3.3 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用
 - 3.4 水素燃焼
 - 3.5 溶融炉心・コンクリート相互作用
4. 使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故
- 4.1 想定事故 1
 - 4.2 想定事故 2
5. 運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故
- 5.1 崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）
 - 5.2 全交流動力電源喪失
 - 5.3 原子炉冷却材の流出
 - 5.4 反応度の誤投入
6. 必要な要員及び資源の評価
- 付録 1 事故シーケンスグループの抽出及び重要事故シーケンスの選定について

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>7.3 使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故</p> <p>本発電用原子炉施設における想定事故について、その発生原因と、当該事故に対処するために必要な対策について説明し、使用済燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性評価を行い、その結果について説明する。</p> <p>7.3.1 想定事故1</p> <p>7.3.1.1 想定事故1 の特徴、燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 想定する事故</p> <p>「使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故」において、使用済燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性を確認するために想定する事故の一つには、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、想定事故1 として「使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失することにより、使用済燃料プール内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故」がある。</p> <p>(2) 想定事故1 の特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>想定事故1 では、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能が喪失することを想定する。このため、使用済燃料プール水温が徐々に上昇し、やがて沸騰して蒸発することによって使用済燃料プール水位が緩慢に低下することから、緩和措置がとられない場合には、使用済燃料プール水位の低下により燃料が露出し、燃料損傷に至る。</p> <p>本想定事故は、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能を喪失したことによって燃料損傷に至る事故を想定するものである。このため、重大事故等対策の有効性評価には、使用済燃料プールの注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>したがって、想定事故1 では、燃料プール代替注水系により使用済燃料プールへ注水することによって、燃料損傷の防止を図る。また、燃料プール代替注水系により使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>想定事故1 における機能喪失に対して、使用済燃料プール内の燃料が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、燃料プール代替注水系^{※1}による使用済燃料プールへの注水手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第7.3.1-1 図に、手順の概要を第7.3.1-2 図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第7.3.1-1 表に示す。</p>	<p>7.3 使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故</p> <p>本発電用原子炉施設における想定事故について、その発生原因と、当該事故に対処するために必要な対策について説明し、使用済燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性評価を行い、その結果について説明する。</p> <p>7.3.1 想定事故1</p> <p>7.3.1.1 想定事故1 の特徴、燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 想定する事故</p> <p>「使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故」において、使用済燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性を確認するために想定する事故の一つは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、想定事故1 として「使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失することにより、使用済燃料プール内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故」である。</p> <p>(2) 想定事故1 の特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>想定事故1 では、使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失することを想定する。このため、使用済燃料プール水温が徐々に上昇し、やがて沸騰して蒸発することによって使用済燃料プール水位が緩慢に低下することから、緩和措置が取られない場合には、使用済燃料プール水位の低下により燃料が露出することで燃料損傷に至る。</p> <p>本想定事故は、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能を喪失したことによって燃料損傷に至る事故を想定するものである。このため、重大事故等対策の有効性評価には使用済燃料プールの注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>以上により、想定事故1 では、使用済燃料プールへの注水の確保を行うことによって、燃料損傷の防止を図るとともに、使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>想定事故1 における機能喪失に対して、使用済燃料プール内の燃料が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段及び可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段を整備する。</p> <p>本評価では、対応操作に時間を要する可搬型設備を用いた使用済燃料プールへの注水手段のうち、地震・津波の影響を受けず、手順上で優先順位の高い西側淡水貯水設備を水源とする、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段を代表として評価対象とすることとし、その他の注水手段については評価上考慮しないものとする。これらの対策の概略系統</p>	<p>・設備の違い</p> <p>・有効性評価の対象とする対策の考え方を記載</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>想定事故1において、6号及び7号炉同時の重大事故等対策に必要な要員は、中央制御室の運転員及び緊急時対策要員で構成され、合計18名である。その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は、当直長1名（6号及び7号炉兼任）、当直副長2名、運転操作対応を行う運転員2名である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う緊急時対策本部要員は5名、緊急時対策要員（現場）は8名である。必要な要員と作業項目について第7.3.1-3図に示す。</p> <p>※1 燃料プール代替注水系として、燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）を想定する。なお、燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）の注水手段が使用できない場合においては燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）による対応が可能である。</p> <p>a. 使用済燃料プールの冷却機能喪失確認 使用済燃料プールを冷却している系統が機能喪失することにより、使用済燃料プール水の温度が上昇する。中央制御室からの遠隔操作による使用済燃料プールの冷却系の再起動操作が困難な場合、使用済燃料プールの冷却機能喪失であることを確認する。 使用済燃料プールの冷却機能喪失を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA）等である。</p> <p>b. 使用済燃料プールの注水機能喪失確認 使用済燃料プールの冷却機能喪失の確認後、使用済燃料プール水の温度上昇による蒸発により使用済燃料プール水位が低下することが想定されるため、補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。 中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールへの注水準備が困難な場合、使用済燃料プールの注水機能喪失であることを確認する。 使用済燃料プールの注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA）等である。</p>	<p>図を第7.3.1-1図に、対応手順の概要を第7.3.1-2図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における手順と設備との関係を第7.3.1-1表に示す。</p> <p>想定事故1において、必要な要員は、災害対策要員（初動）15名及び事象発生から2時間以降に期待する参集要員2名である。</p> <p>災害対策要員（初動）の内訳は、当直発電長1名、当直副発電長1名、運転操作対応を行う当直運転員3名、通報連絡等を行う情報班員2名及び現場操作を行う重大事故等対応要員8名である。</p> <p>参集要員の内訳は、燃料給油操作を行う重大事故等対応要員2名である。必要な要員と作業項目について第7.3.1-3図に示す。</p> <p>a. 使用済燃料プール冷却機能喪失の確認 使用済燃料プールを冷却している系統が機能喪失することにより、使用済燃料プール水の温度が上昇する。燃料プール冷却浄化系及び残留熱除去系（燃料プール冷却機能）の再起動操作が困難な場合、使用済燃料プールの冷却機能が喪失したことを確認する。 使用済燃料プールの冷却機能の喪失を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）、残留熱除去系系統流量等である。</p> <p>b. 使用済燃料プール注水機能喪失の確認 使用済燃料プール冷却機能喪失の確認後、使用済燃料プール水の温度上昇による蒸発により、使用済燃料プール水位が低下することが想定されるため、補給水系及び残留熱除去系による使用済燃料プールへの注水*準備を行う。補給水系及び残留熱除去系による使用済燃料プールへの注水が困難な場合、使用済燃料プールの注水機能が喪失したことを確認する。 ※ 残留熱除去系（燃料プール冷却機能）と系統構成が異なるため、残留熱除去系による使用済燃料プールへの注水が可能ながある。 使用済燃料プール注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）、残留熱除去系系統流量等である。</p> <p>c. 使用済燃料プール水位、温度監視 使用済燃料プールの冷却機能喪失の確認後、使用済燃料プールの水位、温度を監視する。 使用済燃料プール水位、温度を監視するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）等である。</p> <p>d. 使用済燃料プール冷却機能の回復操作 使用済燃料プール冷却機能（燃料プール冷却浄化系及び残留熱除去系）の回復操作を実施する。</p>	<p>・要員の数、呼称の違い</p> <p>・東海第二は解析上考慮しない操作についても記載</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>c. 燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水</p> <p>燃料プール代替注水系の準備は冷却機能喪失による異常の認知を起点として開始する。準備が完了したところで、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水を開始し、使用済燃料プール水位は回復する。その後、使用済燃料プールの冷却機能を復旧するとともに、燃料プール代替注水系の間欠運転又は流量調整により蒸発量に応じた注水を行うことで、必要な遮蔽^{※2}を確保できる使用済燃料プール水位より高く維持する。</p> <p>燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料貯蔵プール水位・温度等である。</p> <p>※2 必要な遮蔽の目安とした線量率は10mSv/hとする。想定事故1における原子炉建屋オペレーティングフロアでの作業時間及び作業員の退避は1時間以内であり、作業員の被ばく量は最大でも10mSvとなるため、緊急作業時における被ばく限度の100mSvに対して余裕がある。</p> <p>原子炉建屋オペレーティングフロアでの作業は、燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）を使用する場合、可搬型スプレイヘッド及びホースの設置が想定される。</p>	<p>e. 使用済燃料プール注水機能の回復操作 使用済燃料プール注水機能（補給水系及び残留熱除去系）の回復操作を実施する。</p> <p>f. 常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作 中央制御室からの遠隔操作により、常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を実施する。 なお、常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水は評価上考慮しない。 常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作に必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）等である。</p> <p>g. 可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールのスプレイ準備操作 可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールのスプレイ実施のための準備として、ホース及び可搬型スプレイノズルを設置する。本作業は、原子炉建屋原子炉棟内での作業を伴うことから、原子炉建屋原子炉棟内での作業環境が悪化する前に実施するため、常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水と同時並行で実施する。なお、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールのスプレイは評価上考慮しない。</p> <p>h. 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水の準備操作 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プール注水の準備は使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失による異常の認知を起点として開始する。 外部電源が喪失している場合、中央制御室からの遠隔操作により常設代替高圧電源装置2台から緊急用母線を受電し、必要な計装設備及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）の電動弁に給電する。 緊急用母線を受電に必要な計装設備は、緊急用M/C電圧である。</p> <p>i. 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）の準備完了後、使用済燃料プールへの注水を開始することにより、使用済燃料プール水位を回復する。その後、蒸発量に応じた水量を注水することで、使用済燃料プール水位を必要な遮蔽を確保できる最低水位（線量率が10mSv/h[*]となる通常水位から約0.86m下の水位）より高く維持する。 ※ 本事故シーケンスグループにおける必要な遮蔽の目安とした線量率は、原子</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>必要な遮蔽の目安とした線量率 10mSv/h は、定期検査作業時での原子炉建屋オペレーティングフロアにおける線量率を考慮した値である。 この線量率となる使用済燃料プール水位は通常水位から約 2.1m 下の位置である。</p> <p>7.3.1.2 燃料損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 想定事故1 で想定する事故は、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失することにより、使用済燃料プール内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故」である。 想定事故1 では、使用済燃料プールの冷却機能喪失及び注水機能喪失に伴い使用済燃料プール水温が徐々に上昇し、やがて沸騰して蒸発することによって使用済燃料プール水位が緩慢に低下するが、使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることを評価する。なお、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることで、有効燃料棒頂部は冠水が維持される。未臨界については、燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、維持される。 また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、想定事故1 における運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 想定事故1 に対する初期条件も含めた主要な評価条件を第 7.3.1-2 表に示す。また、主要な評価条件について、想定事故1 特有の評価条件を以下に示す。 なお、本評価では崩壊熱及び運転員の人数の観点から厳しい条件である、原子炉運転停止中の使用済燃料プールを前提とする。原子炉運転中の使用済燃料プールは、崩壊</p>	<p>炉建屋原子炉棟 6 階での作業時間から 10mSv/h に設定した。原子炉建屋原子炉棟 6 階での操作は、重大事故等対応要員による使用済燃料プールへの注水準備操作(可搬スプレインゾルの設置及びホース敷設等)を想定しており、原子炉建屋原子炉棟 6 階を含め、原子炉建屋内に滞在する時間は 2.2 時間以内である。そのため、重大事故等対応要員の被ばく量は最大でも 22mSv であり、緊急作業時における被ばく限度の 100mSv に対して余裕がある。 また、作業員等が事象発生時に原子炉建屋原子炉棟 6 階に滞在していた場合でも、事象発生後速やかに管理区域外へ退避するため、原子炉建屋原子炉棟 6 階での被ばく量は限定的である。</p> <p>可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）等である。</p> <p>j. タンクローリによる燃料給油操作 タンクローリにより可搬型設備用軽油タンクから可搬型代替注水中型ポンプに燃料給油を実施する。</p> <p>7.3.1.2 燃料損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 想定する事故は、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、想定事故1 として、「使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失することにより、使用済燃料プール内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故」である。 想定事故1 では、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失に伴い使用済燃料プール水温が上昇し、やがて沸騰して蒸発することによって使用済燃料プール水位が緩慢に低下するが、使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が 10mSv/h となる通常水位から約 0.86m 下の水位）を確保できることを評価する。なお、放射線の遮蔽が維持される使用済燃料プール水位を確保できることで、燃料有効長頂部の冠水は維持される。また、未臨界が維持されることについては、使用済燃料プール水の密度によらず未臨界が維持できることを評価する。また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、想定事故1 における運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 想定事故1 に対する初期条件も含めた主要な評価条件を第 7.3.1-2 表に示す。また、主要な評価条件について、想定事故1 特有の評価条件を以下に示す。 なお、本評価では、崩壊熱及び運転員の人数の観点から厳しい条件である、原子炉運転停止中の使用済燃料プールを前提とする。原子炉運転中の使用済燃料プールは、</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>熱が原子炉運転停止中の使用済燃料プールに比べて小さく事象進展が緩やかになること、また、より多くの運転員による対応が可能であることから本評価に包絡される。</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 使用済燃料プールの初期水位及び初期水温 使用済燃料プールの初期水位は通常水位とし、保有水量を厳しく見積もるため、使用済燃料プールと隣接する原子炉ウェルの間に設置されているプールゲートは閉状態を仮定する。また、使用済燃料プールの初期水温は、運転上許容される上限の65℃とする。</p> <p>(b) 崩壊熱 使用済燃料プールには貯蔵燃料の他に、原子炉停止後に最短時間（原子炉停止後10日）で取り出された全炉心分の燃料が一時保管されていることを想定して、使用済燃料プールの崩壊熱は約11MWを用いるものとする。 なお、崩壊熱に相当する保有水の蒸発量は約19m³/hである。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 安全機能の喪失に対する仮定 使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能として燃料プール冷却浄化系、残留熱除去系、復水補給水系等の機能を喪失するものとする。</p> <p>(b) 外部電源 外部電源は使用できないものと仮定する。 外部電源が使用できない場合においても、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水は可能であり、外部電源がある場合と事象進展は同等となるが、資源の評価の観点から厳しい評価条件となる外部電源が使用できない場合を想定する。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 燃料プール代替注水系 使用済燃料プールへの注水は、可搬型代替注水ポンプ（A-2級）4台を使用するものとし、崩壊熱による使用済燃料プール水の蒸発量を上回る45m³/h※3にて注水する。 ※3 燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）、燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）の注水容量はともに45m³/h以上（4台）である。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水は、緊急時対策要員の移動、注水準備に必要な時間等を考慮して、事象発生12時間後から開始する。</p>	<p>崩壊熱が原子炉運転停止中の使用済燃料プールに比べて小さく事象進展が緩やかになること、また、より多くの運転員による対応が可能であることから本評価に包絡される。</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 使用済燃料プールの初期水位及び初期水温 使用済燃料プールの初期水位は通常水位とし、保有水量を厳しく見積もるため、使用済燃料プールと隣接する原子炉ウェルの間に設置されているプールゲートは閉状態を仮定する。また、使用済燃料プールの初期水温は、運転上許容される上限の65℃とする。</p> <p>(b) 崩壊熱 使用済燃料プールには貯蔵燃料の他に、原子炉停止後に最短時間（原子炉停止後9日）で取り出された全炉心分の燃料が一時保管されていることを想定して、使用済燃料プールの崩壊熱は約9.1MWを用いるものとする。 なお、この時の崩壊熱による保有水の蒸発を補うために必要な注水量（水源温度35℃）は約13m³/hである。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 安全機能の喪失に対する仮定 使用済燃料プール冷却機能及び注水機能として、残留熱除去系、燃料プール冷却浄化系、補給水系等の機能が喪失するものとする。</p> <p>(b) 外部電源 外部電源は使用できないものと仮定する。 外部電源がない場合においても、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水は可能であり、外部電源がある場合と事象の進展は同様であるが、資源の評価の観点から厳しくなる、外部電源がない場合を想定する。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン） 使用済燃料プールへの注水は、可搬型代替注水中型ポンプ2台を使用するものとする。使用済燃料プールへの注水流量は、燃料の崩壊熱による使用済燃料プール水の蒸発量を上回り燃料損傷防止が可能な流量として、50m³/hを設定する。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水は、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールの注水準備</p>	<p>・注水流量が十分であることを明確にするため、必要な注水量を記載</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>(3) 有効性評価の結果 想定事故1における使用済燃料プール水位の推移を第7.3.1-4図に、使用済燃料プール水位と線量率の関係を第7.3.1-5図に示す。</p> <p>a. 事象進展 使用済燃料プールの冷却機能が喪失した後、使用済燃料プール水温は約5℃/hで上昇し、事象発生から約7時間後に100℃に到達する。その後、蒸発により使用済燃料プール水位は低下し始めるが、事象発生から12時間経過した時点で燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水を開始すると、使用済燃料プール水位が回復する。 その後は、使用済燃料プールの冷却機能を復旧するとともに、燃料プール代替注水系により、蒸発量に応じた量を使用済燃料プールに注水することで、使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>b. 評価項目等 使用済燃料プール水位は、第7.3.1-4図に示すとおり、通常水位から約0.4m下まで低下するに留まり、有効燃料棒頂部は冠水維持される。 使用済燃料プール水温は事象発生約7時間で沸騰し、その後100℃付近で維持される。 また、第7.3.1-5図に示すとおり、使用済燃料プール水位が通常水位から約0.4m下の水位になった場合の線量率は、約$1.0 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$以下であり、必要な遮蔽の目安とした$10 \text{mSv/h} \times 2$と比べて低いことから、この水位において放射線の遮蔽は維持されている。なお、線量率の評価点は原子炉建屋オペレーティングフロアの床付近としている。 使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、本事象においても未臨界は維持される。事象発生12時間後から燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水を行うことで使用済燃料プール水位は回復し、その後に蒸発量に応じた使用済燃料プールへの注水を継続することで安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「6.2.3.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>7.3.1.3 評価条件の不確かさの影響評価</p>	<p>操作の時間、及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プール注水準備操作の時間を考慮し、事象発生8時間後から開始する。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 想定事故1における使用済燃料プール水位の時間変化を第7.3.1-4図に、使用済燃料プール水位と線量率の関係を第7.3.1-5図に示す。</p> <p>a. 事象進展 使用済燃料プールの冷却機能が喪失した後、使用済燃料プール水温は約6.9℃/hで上昇し、事象発生から約5.1時間後に100℃に到達する。その後、蒸発により使用済燃料プール水位は低下し始めるが、事象発生から8時間経過した時点で可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を開始することにより、使用済燃料プール水位は回復する。その後は、使用済燃料プールの冷却機能を回復しつつ、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用し、蒸発量に応じた水量を使用済燃料プールに注水し、使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>b. 評価項目等 使用済燃料プール水位は、第7.3.1-4図に示すとおり、通常水位から約0.4m下まで低下するに留まり、燃料有効長頂部は冠水維持される。また、使用済燃料プール水は事象発生約5.1時間で沸騰し、その後100℃付近で維持される。 また、第7.3.1-5図に示すとおり、使用済燃料プール水位が通常水位から約0.4m下の水位になった場合の線量率は、約1mSv/hであり、必要な遮蔽の目安と考える10mSv/hと比べて低いことから、この水位において放射線の遮蔽は維持されている。なお、線量率の評価点は原子炉建屋最上階における使用済制御棒ハンガ真上の床面高さとしている。 使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により、水密度によらず未臨界は維持される。 事象発生8時間後から可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を行うことで使用済燃料プール水位は回復し、その後、蒸発量に応じた使用済燃料プールへの注水を継続し、機能喪失している設備の回復に努める。回復後は残留熱除去系等による冷却を実施することで安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「6.2.3.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>7.3.1.3 評価条件の不確かさの影響評価</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>想定事故1では、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能が喪失することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.3.1-2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、7号炉を代表として、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間へ与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約11MWに対して最確条件は約10MW以下であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、使用済燃料プール水温の上昇及び使用済燃料プール水位の低下は緩和されるが、注水操作は燃料の崩壊熱に応じた対応をとるものではなく、冷却機能喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約27℃～約45℃であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している使用済燃料プールの初期水温より低くなり、沸騰開始時間は遅くなるため、時間余裕が長くなるが、注水操作は使用済燃料プール水の初期水温に応じた対応をとるものではなく、冷却機能喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件は通常水位付近であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件での初期水位は通常水位を設定しているため、通常水位より低い水位の変動を考慮した場合、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間及び使用済燃料プール水位の低下による異常の認知の時間は短くなる。条件によっては想定する冷却機能喪失による異常認知より早くなり、それにより操作開始が早くなるが、注水操作は冷却機能喪失による異常の認知を起点として操作を開始するため、その起点より操作開始が遅くなることはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期に地震起因のスロッシングが発生した場合、使用済燃料プール水位の低下により原子炉建屋オペレーティングフロアの線量率が上昇することから、その現場における長時間の作業は困難となる。</p>	<p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>想定事故1では、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能が喪失することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.3.1-2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、原則、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるよう保守的な設定としているが、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる燃料の崩壊熱、事象発生前の使用済燃料プールの初期水温及び初期水位並びにプールゲートの状態に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約9.1MWに対して最確条件は約9.1MW以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、使用済燃料プールの水温上昇及び水位低下速度は緩やかになるが、注水操作は燃料の崩壊熱の状態に応じた対応をとるものではなく、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約12℃～約40℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している使用済燃料プールの初期水温より低くなることが考えられ、さらに時間余裕が長くなることが考えられるが、注水操作は、燃料プール水の初期水温に応じた対応をとるものではなく、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プールの水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件は通常水位付近であり、本評価条件の不確かさとして、その変動を考慮した場合、通常水位より低くなることも考えられ、それにより時間余裕及び水位低下による異常認知の時間が短くなることが考えられるが、注水操作は、燃料プール水の初期水位に応じた対応をとるものではなく、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。また、初期に地震誘因のスロッシングが発生していた場合は、最大で0.70m程度の水位の低下が発生し、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が10mSv/hとなる通常水位から約0.86m下の水位）に到達するまでの時間は事象発生から約5時間後となり、それ以降は原子炉</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>ただし、燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水操作は、屋外から実施できるため線量の影響が小さいことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉に対して最確条件はプールゲート開であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、保有水量がプールゲート閉時と比べ2倍程度となり、使用済燃料プール水温の上昇及び蒸発による使用済燃料プール水位の低下は緩和されるが、注水操作はプールゲートの状態に応じた対応をとるものではなく、冷却機能喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約11MWに対して最確条件は約10MW以下であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約27℃～約45℃であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している使用済燃料プール水温より低くなるため、沸騰開始時間は遅くなり、使用済燃料プール水位の低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。また、自然蒸発、使用済燃料プール水温及び温度の上昇の非一様性により、評価で想定している沸騰による使用済燃料プール水位低下開始時間より早く使用済燃料プール水位の低下が始まることも考えられる。しかし、自然蒸発による影響は沸騰による水位の低下と比べて僅かであり、気化熱により使用済燃料プール水は冷却される。さらに、使用済燃料プール水温の非一様性も沸騰開始後の気泡上昇を駆動力とした対流により影響が小さくなることが考えられる。仮に、事象発生直後から沸騰による使用済燃料プール水位の低下が開始すると想定した場合であっても、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から1日以上（10mSv/h※2の場合、6号及び7号炉は約1.1日）、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は事象発生から3日以上（6号及び7号炉は約3.5日）あり、事象発生から12時間後までに燃料プール代替注水系による注水が可能であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件は通常水位付近であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件での初期水位は通常水位を設定しているため、その変動を考慮した場合、使用済燃料プールが通常水位から有効燃料棒頂部まで低下する時間は短くなるが、仮に初期水位を水位低警報レベル（通常水位から約0.3m下※4）とした場合であっても、放射線の遮蔽が</p>	<p>建屋最上階の線量率が上昇し、その場における長時間の作業は困難となる。ただし、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。このため運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉鎖に対して最確条件はプールゲート開放であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、保有水量はプールゲート閉鎖時と比べ約1.6倍となり、使用済燃料プールの水温上昇及び蒸発による水位低下速度は緩やかになるが、注水操作は水温の状態に応じた対応をとるものではなく、使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約9.1MWに対して最確条件は約9.1MW以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より低くなるため、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約12℃～約40℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している使用済燃料プールの水温より低くなるため、沸騰開始時間が遅くなり、水位低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。なお、自然蒸発、使用済燃料プールの水温及び温度上昇の非一様性により、評価で想定している沸騰による水位低下開始時間より早く水位の低下が始まることも考えられる。しかし、自然蒸発による影響は沸騰による水位低下と比べてわずかであり、気化熱により使用済燃料プール水は冷却される。また、使用済燃料プールの水温の非一様性も沸騰開始後の気泡上昇を駆動力とした対流により影響が小さくなることが考えられる。仮に事象発生直後から沸騰による水位低下が開始すると想定した場合は、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が10mSv/hとなる通常水位から約0.86m下の水位）に到達するまでの時間は事象発生から約6時間後となり、それ以降は原子炉建屋最上階の線量率が上昇し、その場における長時間の作業は困難となる。ただし、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件は通常水位付近であり、本評価条件の不確かさとして、その変動を考慮した場合、通常水位より低くなることも考えられ、それにより時間余裕が短くなることが考えられるが、仮に初期水位を水位低警報レベル（通常水位から約0.14m低下した位置）とした場合であっても、放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が</p>	<p>・東海第二は事象発生直後に沸騰開始を想定した場合、注水開始時間前に遮蔽維持水位を下回るが、建屋外の操作が可能であり、現場操作の遮蔽は維持される</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から1日以上（10mSv/h^{※2}の場合、6号及び7号炉は約1.2日）、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は事象発生から3日以上（6号及び7号炉は約3.7日）あり、事象発生から12時間後までに燃料プール代替注水系による注水が可能であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期に地震起因のスロッシングが発生した場合、使用済燃料プール水位の低下により原子炉建屋オペレーティングフロアの線量率が上昇することから、その現場における長時間の作業は困難となる。ただし、燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。事象発生12時間後から燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水を実施することにより、6号及び7号炉の使用済燃料プール水位が原子炉建屋オペレーティングフロアの放射線の遮蔽維持に必要な最低水位まで回復する時間は事象発生から約1.1日後（10mSv/h^{※2}の場合、6号炉では約1.0日後、7号炉では約1.1日後）、通常水位まで回復する時間は事象発生から約1.9日後（6号炉では約1.8日後、7号炉では約1.9日後）となる。また、使用済燃料プール水位が通常水位から有効燃料棒頂部まで低下する時間は事象発生から2日以上（6号及び7号炉は約2.2日）あり、事象発生から12時間後までに燃料プール代替注水系による注水が可能であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉に対して最確条件はプールゲート開であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、保有水量がプールゲート閉時と比べ2倍程度となり、使用済燃料プール水温の上昇及び蒸発による使用済燃料プール水位の低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>※4 使用済燃料貯蔵プール水位・温度計（SA広域）の水位低の警報設定値：6号炉通常水位-225mm、7号炉通常水位-267mm</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作の不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作は、評価上の操作開始時間として事象発生から12時間後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、当該操作は他の操作との重複はなく、使用済燃料プールの冷却機能喪失による異常を認知した時点で注水準備に着手可能であり、その準備操作にかかる時間は360分を想定していることから、実態の操作開始時間は想定している事象発生</p>	<p>10mSv/hとなる通常水位から約0.86m下の水位)に到達するまでの時間は事象発生から約10時間、水位が燃料有効長頂部まで低下するまでの時間は事象発生から2日以上あり、事象発生から8時間後までに可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水が可能であるため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、初期に地震誘因のスロッシングが発生していた場合は、最大で約0.70m程度の水位の低下が発生し、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が10mSv/hとなる通常水位から約0.86m下の水位）に到達するまでの時間は事象発生から約5時間後となり、それ以降は原子炉建屋最上階の線量率が上昇し、その場における長時間の作業は困難となる。ただし、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。なお、本スロッシングの評価には余震の影響は考慮していないが、余震は本震よりも小さな地震動となると考えられ、本震時のスロッシングによってプール水位が約0.70m低下しているため、プール水温度の上昇による水位の上昇を考慮しても余震による有意な水位低下はないと考えられる。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉鎖に対して最確条件はプールゲート開放であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、保有水量はプールゲート閉鎖時と比べ約1.6倍となり、使用済燃料プールの水温上昇及び水位低下速度は緩やかになることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作に係る不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が、運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 操作の不確かさが操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は、評価上の操作開始時間として事象発生から8時間後を設定している。運転員等の操作時間に与える影響として、評価上の操作開始時間を事象発生8時間後として設定しているが、本操作は可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>から 12 時間後より早まる可能性があり、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響 操作条件の燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間が早まり、使用済燃料プール水位の回復を早める可能性があることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握 操作開始時間の遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。 操作条件の燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作については、放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間が事象発生から 1 日以上（10mSv/h※2 の場合、6 号及び 7 号炉は約 1.4 日）、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間が事象発生から 3 日以上（6 号及び 7 号炉は約 3.8 日）であり、事故を検知して注水を開始するまでの時間は事象発生から約 12 時間後と設定しているため、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>(3) まとめ 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.3.1.4 必要な要員及び資源の評価 (1) 必要な要員の評価 想定事故 1 において、6 号及び 7 号炉同時の重大事故等対策時における必要な要員は、「7.3.1.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり 18 名である。「7.5.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」で説明している運転員、緊急時対策要員等の 64 名で対</p>	<p>使用した使用済燃料プールスプレイ準備操作完了後に実施する操作であり、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールスプレイ準備操作の所要時間、及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プール注水準備操作の所要時間を考慮すると、実際には使用済燃料プールへの注水開始時間は早くなることが考えられるため、使用済燃料プール水位の回復は早くなる</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響 操作条件の可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、評価上の操作開始時間に対して、実際の操作開始時間が早くなる場合が考えられ、この場合使用済燃料プール水位の回復が早くなり、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握 操作遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。 操作条件の可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作に対する時間余裕については、放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が 10mSv/h となる通常水位から約 0.86m 下の水位）に到達するまでの時間が事象発生から 11 時間以上、燃料有効長頂部に到達するまでの時間が事象発生から 2 日以上であり、これに対して、事故を認知して注水を開始するまでの時間は事象発生から 8 時間であることから、時間余裕がある。</p> <p>(3) まとめ 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、運転員等操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.3.1.4 必要な要員及び資源の評価 (1) 必要な要員の評価 想定事故 1 の重大事故等対策における必要な災害対策要員（初動）は「7.3.1.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり 15 名であり、災害対策要員（初動）の 37 名で対処可能である。</p>	<p>・ 要員の数、呼称の違い ・ 運転中における原子炉の重大</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>処可能である。なお、今回評価した原子炉の運転停止中ではなく、原子炉運転中を想定した場合、事象によっては、原子炉における重大事故又は重大事故に至るおそれのある事故の対応と、想定事故1の対応が重畳することも考えられる。しかし、原子炉運転中を想定した場合、使用済燃料プールに貯蔵されている燃料の崩壊熱が低いため、操作時間余裕が十分長くあり（原子炉運転開始直後を考慮しても使用済燃料プール水が100℃に到達するまで最低でも1日以上）、原子炉における重大事故又は重大事故に至るおそれのある事故の対応が収束に向かっていく状態での対応となるため、緊急時対策要員や参集要員により対応可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価 想定事故1において、必要な水源、燃料及び電源は、「7.5.1(2)資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源 燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水については、7日間の対応を考慮すると、号炉あたり約3,100m³の水が必要となる。6号及び7号炉の同時被災を考慮すると、合計約6,200m³の水が必要である。 水源として、淡水貯水池に約18,000m³の水を保有しており、水源を枯渇させることなく7日間の注水継続実施が可能である。</p> <p>b. 燃料 非常用ディーゼル発電機による電源供給については、事象発生後7日間最大負荷で運転した場合、号炉あたり約753kLの軽油が必要となる。 燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水については、保守的に事象発生直後からの可搬型代替注水ポンプ（A-2級）の運転を想定すると、7日間の運転継続に号炉あたり約15kLの軽油が必要となる。 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に合計約13kLの軽油が必要となる（6号及び7号炉合計約1,549kL）。 6号及び7号炉の各軽油タンクにて約1,020kL（6号及び7号炉合計約2,040kL）の軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備による電源供給及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給について、7日間の継続が可能である。</p> <p>c. 電源 外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機によって給電を行うものとする。6号及び7号炉において重大事故等対策時に必要な負荷は、各号炉の非常用ディーゼル発電機負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機による電</p>	<p>また、事象発生2時間以降に必要な参集要員は2名であり、発電所構外から2時間以内に参集可能な要員の71名で対処可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価 想定事故1において、必要な水源、燃料及び電源は「7.5.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水 源 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水については、7日間の対応を考慮すると、合計約2,120m³の水が必要となる。 水源として、西側淡水貯水設備に約5,000m³の水を保有していることから、水源が枯渇することはない、7日間の対応が可能である。</p> <p>b. 燃 料 外部電源喪失を想定した場合、事象発生直後から7日間の非常用ディーゼル発電機、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及び常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置2台）の運転を想定すると、非常用ディーゼル発電機については約484.0kL、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機については、約130.3kL、常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置2台）については約141.2kL、合計で755.5kLの軽油が必要となる。軽油貯蔵タンクには約800kLの軽油を保有していることから、非常用ディーゼル発電機、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及び常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置2台）による7日間の電源供給の継続が可能である。 可搬型代替注水中型ポンプ（2台）による代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水については、事象発生直後から7日間の可搬型代替注水中型ポンプ（2台）の運転を想定すると、約12.0kLの軽油が必要となる。可搬型設備用軽油タンクには約210kLの軽油を保有していることから、可搬型代替注水中型ポンプ（2台）による7日間の代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水について、7日間の継続が可能である。</p> <p>c. 電 源 外部電源喪失を想定した場合、重大事故等対策時に必要な負荷のうち、非常用ディーゼル発電機等からの電源供給を考慮する負荷については、非常用ディーゼル発電機等の容量内に収まることから、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p>	<p>事故等との重畳時の要員については、各シーケンスの中で評価している</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故1）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>源供給が可能である。</p> <p>また、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機についても、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>7.3.1.5 結論</p> <p>想定事故1では、使用済燃料プールの冷却系が機能喪失し、使用済燃料プール水温が上昇し、やがて沸騰して蒸発することによって使用済燃料プール水位が緩慢に低下することから、緩和措置がとられない場合には、使用済燃料プール水位の低下により燃料が露出し、燃料損傷に至ることが特徴である。想定事故1に対する燃料損傷防止対策としては、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水手段を整備している。</p> <p>想定事故1について有効性評価を実施した。</p> <p>上記の場合においても、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位を回復し維持することができることから、放射線の遮蔽が維持され、かつ、燃料損傷することはない。</p> <p>また、使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、未臨界は維持される。</p> <p>その結果、有効燃料棒頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界を維持できることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び緊急時対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>以上のことから、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水等の燃料損傷防止対策は、想定事故1に対して有効である。</p>	<p>常設代替交流電源設備からの電源供給を考慮する負荷については約394kW必要であるが、常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置2台）の連続定格容量は2,208kWであることから、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>7.3.1.5 結論</p> <p>想定事故1では、使用済燃料プールの冷却機能が喪失し、使用済燃料プール水温が上昇し、やがて沸騰して蒸発することによって使用済燃料プール水位が緩慢に低下することから、緩和措置がとられない場合には、使用済燃料プール水位の低下により燃料が露出し、燃料損傷に至ることが特徴である。想定事故1に対する燃料損傷防止対策としては、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段を整備している。</p> <p>想定事故1について有効性評価を実施した。</p> <p>上記の場合においても、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プールの水位を回復させ維持することができることから、放射線の遮蔽が維持され、かつ、燃料損傷することはない。</p> <p>また、使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、未臨界は維持される。</p> <p>その結果、燃料有効長頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界を維持できることから評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は運転員及び災害対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源については、外部電源喪失を仮定しても供給可能である。</p> <p>以上のことから、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水等の燃料損傷防止対策は、想定事故1に対して有効である。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.3.1-1表 「想定事故1」の重大事故等対策について

判断及び操作	手順	有効性評価上期待する事故対応設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
使用済燃料プールの冷却機能喪失確認	使用済燃料プールの冷却機能を冷却している系統が機能喪失することにより、使用済燃料プールの水温が上昇する。中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールの冷却機能を回復させる。使用済燃料プールの冷却機能喪失であることを確認する。	【非常用ディーゼル発電機】 【軽油タンク】	—	【残留熱除去系ポンプ吐出圧力】 【残留熱除去系系統流量】 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵カメラ用空冷装置を含む)
使用済燃料プールの注水機能喪失確認	使用済燃料プールの冷却機能喪失の確認後、使用済燃料プール水温が上昇する。補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールへの注水準備が困難な場合、使用済燃料プールの注水機能喪失であることを確認する。	—	—	【残留熱除去系ポンプ吐出圧力】 【残留熱除去系系統流量】 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール吐出圧力 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵カメラ用空冷装置を含む)
燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水	燃料プール代替注水系の準備が完了したところで、燃料プール代替注水系による使用済燃料プール注水により、使用済燃料プールの水位が回復する。その後は、使用済燃料プールの冷却機能を回復させる。必要に応じて注水量を注水することで、使用済燃料プールの注水機能を維持する。	常設スプレイヘッド 軽油タンク	可搬型代替注水ポンプ (A-2線) タンクローリ (4KL)	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵カメラ用空冷装置を含む)
燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水 (可搬型スプレイ設備)	常設スプレイヘッドが使用できない場合、可搬型スプレイヘッドを用いた燃料プール代替注水系による使用済燃料プール注水により使用済燃料プールの水位を回復する。その後は、使用済燃料プールの冷却機能を回復させる。必要に応じて注水量を注水することで、使用済燃料プールの注水機能を維持する。	軽油タンク	可搬型代替注水ポンプ (A-2線) タンクローリ (4KL)	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵カメラ用空冷装置を含む)

別紙 7-3-1

10-7-3-12

第7.3.1-1表 想定事故1における重大事故等対策について (1/2)

操作及び確認	手順	重大事故等対応設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
使用済燃料プール冷却機能喪失の確認	使用済燃料プールの冷却機能を冷却している系統が機能喪失することにより、使用済燃料プールの水温が上昇する。燃料プール冷却機能 (燃料プール冷却機能) の再起動操作が困難な場合、使用済燃料プールの冷却機能が喪失したことを確認する。	—	—	使用済燃料プール温度 (SA) 使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 残留熱除去系系統流量*
使用済燃料プール注水機能喪失の確認	使用済燃料プールの冷却機能喪失の確認後、使用済燃料プールの水温が上昇する。補給水系及び残留熱除去系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。補給水系及び残留熱除去系による注水が困難な場合、使用済燃料プール注水機能が喪失したことを確認する。	—	—	使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 残留熱除去系系統流量*
使用済燃料プール水位、温度の監視	使用済燃料プール冷却機能喪失の確認後、使用済燃料プールの水位、温度を監視する。	—	—	使用済燃料プール温度 (SA) 使用済燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料プール監視カメラ (使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置を含む)
使用済燃料プール冷却機能の回復操作	使用済燃料プールの冷却機能 (燃料プール冷却機能) 及び残留熱除去系の回復操作を実施する。	—	—	—
使用済燃料プール注水機能の回復操作	使用済燃料プールの注水機能の回復操作を実施する。	—	—	—

* 既許可の対象となっている設備を重大事故等対応設備に位置付けるもの
 : 有効性評価上考慮しない操作

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.3.1-1表 想定事故1における重大事故等対策について (2/2)

操作及び確認	手順	重大事故等対策設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
常設低圧代替注水水系ポンプによる代替燃料プールの注水を開始し、使用済燃料プールへ注水する。	常設低圧代替注水水系ポンプによる代替燃料プール注水を開始し、使用済燃料プールへ注水する。 ・その後、蒸発量に応じた水量を注水すること、使用済燃料プール水位を必要な遮蔽を確保できる水位より高く維持する。	常設低圧代替注水水系ポンプ 代替淡水貯槽 常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク	-	使用済燃料プール温度 (SA広域) 使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料プール監視カメラ (使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置を含む) 緊急用M/C電圧
可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水を開始し、使用済燃料プールへ注水する。	可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水を開始し、使用済燃料プールへ注水する。 ・その後、蒸発量に応じた水量を注水すること、使用済燃料プール水位を必要な遮蔽を確保できる水位より高く維持する。	-	可搬型代替注水大型ポンプ イノズル	-
可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プールの注水を開始し、使用済燃料プールへ注水する。	可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プールの注水を開始し、使用済燃料プールへ注水する。 ・その後、蒸発量に応じた水量を注水すること、使用済燃料プール水位を必要な遮蔽を確保できる水位より高く維持する。	常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク	可搬型代替注水中型ポンプ	緊急用M/C電圧
可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プールの注水を開始し、使用済燃料プールへ注水する。	可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プールの注水を開始し、使用済燃料プールへ注水する。 ・その後、蒸発量に応じた水量を注水すること、使用済燃料プール水位を必要な遮蔽を確保できる水位より高く維持する。	常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク	可搬型代替注水中型ポンプ	使用済燃料プール温度 (SA) 使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料プール監視カメラ (使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置を含む)
タンクローリによる燃料給油	タンクローリにより可搬型設備用軽油タンクから可搬型代替注水中型ポンプに燃料給油を実施する。	可搬型設備用軽油タンク	タンクローリ	-

* 既許可の対象となっている設備を重大事故等対策設備に位置付けるもの
 : 有効性評価上考慮しない操作

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.3.1-2表 主要評価条件 (想定事故1) (1/2)

項目		主要評価条件	条件設定の考え方
初期条件	使用済燃料プール保有水量	約2,093m ³ ※1	保有水量を厳しく見積もるためにプールゲート閉の状態を想定
	使用済燃料プール水位	通常水位	通常水位を設定
	使用済燃料プールの初期水温	65℃	保安規定の運転上の制限値
事故条件	燃料の崩壊熱	約11MW 【使用済燃料】 取出時平均燃焼度： ・貯蔵燃料 50 GWd/t ・炉心燃料 33 GWd/t	原子炉停止後に最短時間 (原子炉停止後10日 ^{※2}) で取り出された全炉心分の燃料が、過去に取り出された貯蔵燃料と併せて使用済燃料ラックに最大数保管されていることを想定し、ORIGEN2を用いて算出
	安全機能の喪失に対する仮定	使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能喪失	使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能として燃料プール冷却浄化系、残留熱除去系、復水補給水系等の機能喪失を設定
	外部電源	外部電源なし	外部電源の有無は事象進展に影響しないことから、資源の観点で厳しい外部電源なしを設定

※1 記載の値は7号炉の値である。6号炉の使用済燃料プールの保有水量は7号炉とほぼ同様であるため、評価は7号炉の値を使用する。
 ※2 柏崎刈羽原子力発電所1号炉から7号炉までの定期検査における実績を確認し、解列後の全制御棒全挿入から原子炉開放までの最短時間である約3日及び全燃料取り出しの最短時間約7日を考慮して原子炉停止後10日を設定。原子炉停止後10日とは全制御棒全挿入からの時間を示している。通常停止操作において原子炉の出力は全制御棒全挿入完了及び発電機解列以前から徐々に低下させるが、崩壊熱評価はスクラムのような瞬時に出力を低下させる保守的な計算条件となっている。

10-7-3-41

第7.3.1-2表 主要評価条件 (想定事故1)

項目		主要評価条件	条件設定の考え方
初期条件	使用済燃料プールの保有水量	約1,189m ³	使用済燃料プールの保有水量を厳しく見積もるため、プールゲート閉時の水量を設定
	使用済燃料プールの初期水位	通常水位	通常水位 (燃料有効長頂部から約7.26m) を設定
	使用済燃料プールの初期水温	65℃	通常運転中の最大値として、保安規定の運転上の制限を設定
事故条件	燃料の崩壊熱	約9.1MW 取出時平均燃焼度： 貯蔵燃料：45GWd/t 炉心燃料：33GWd/t	原子炉の停止後最短時間 (原子炉停止後9日 ^{※1}) で取り出された全炉心分の燃料と過去に取り出された燃料を合わせて、使用済燃料貯蔵ラックに最大数貯蔵されていることを想定し、崩壊熱はORIGEN2を用いて算出
	安全機能の喪失に対する仮定	使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能喪失	使用済燃料プール冷却浄化系及び注水機能喪失として、残留熱除去系、燃料プール冷却浄化系及び補給水系の機能喪失を設定
	外部電源	外部電源なし	外部電源の有無は事象進展に影響しないことから、資源の観点で厳しい外部電源なしを設定
関連する機器条件	可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライオン) を使用した使用済燃料プールへの注水流量	50m ³ /h	燃料の崩壊熱による使用済燃料プール水の蒸発量を上回り燃料損傷防止が可能な流量として設定
関連する操作条件	可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライオン) を使用した使用済燃料プールへの注水開始	事象発生から8時間後	可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライオン) の準備期間を考慮し、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽を維持する最低水位に到達しない時間として設定

※1：東海第二発電所の施設定期検査における実績を確認し、解列後から全燃料取出完了までの最短期間である約9日を考慮して原子炉停止後9日を設定。原子炉停止後9日とは発電機解列以前からの時間を示している。通常停止操作において原子炉の出力は発電機解列以前から徐々に低下させるが、崩壊熱評価はスクラムのような瞬時に出力を低下させる保守的な計算条件となっている。

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7 号機		東海第二発電所	備考
別紙 7-3-2			
第 7.3.1-2 表 主要評価条件 (想定事故 1) (2/2)			
項目		主要評価条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に 関連する機器条件	燃料プール代替注水系	45m ³ /h (4 台) ※1 で注水	燃料プール代替注水系による注水を想定 設備の設計を踏まえて設定
重大事故等対策に 関連する操作条件	燃料プール代替注水系による使 用済燃料プールへの注水	事象発生から 12 時間後	可搬型設備に関して、事象発生から 12 時間後まで は、その機能に期待しないと仮定
※1 燃料プール代替注水系 (常設スプレイヘッド)、燃料プール代替注水系 (可搬型スプレイヘッド) の注水容量はともに 45m ³ /h 以上 (4 台) である。			

10-7-3-13

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

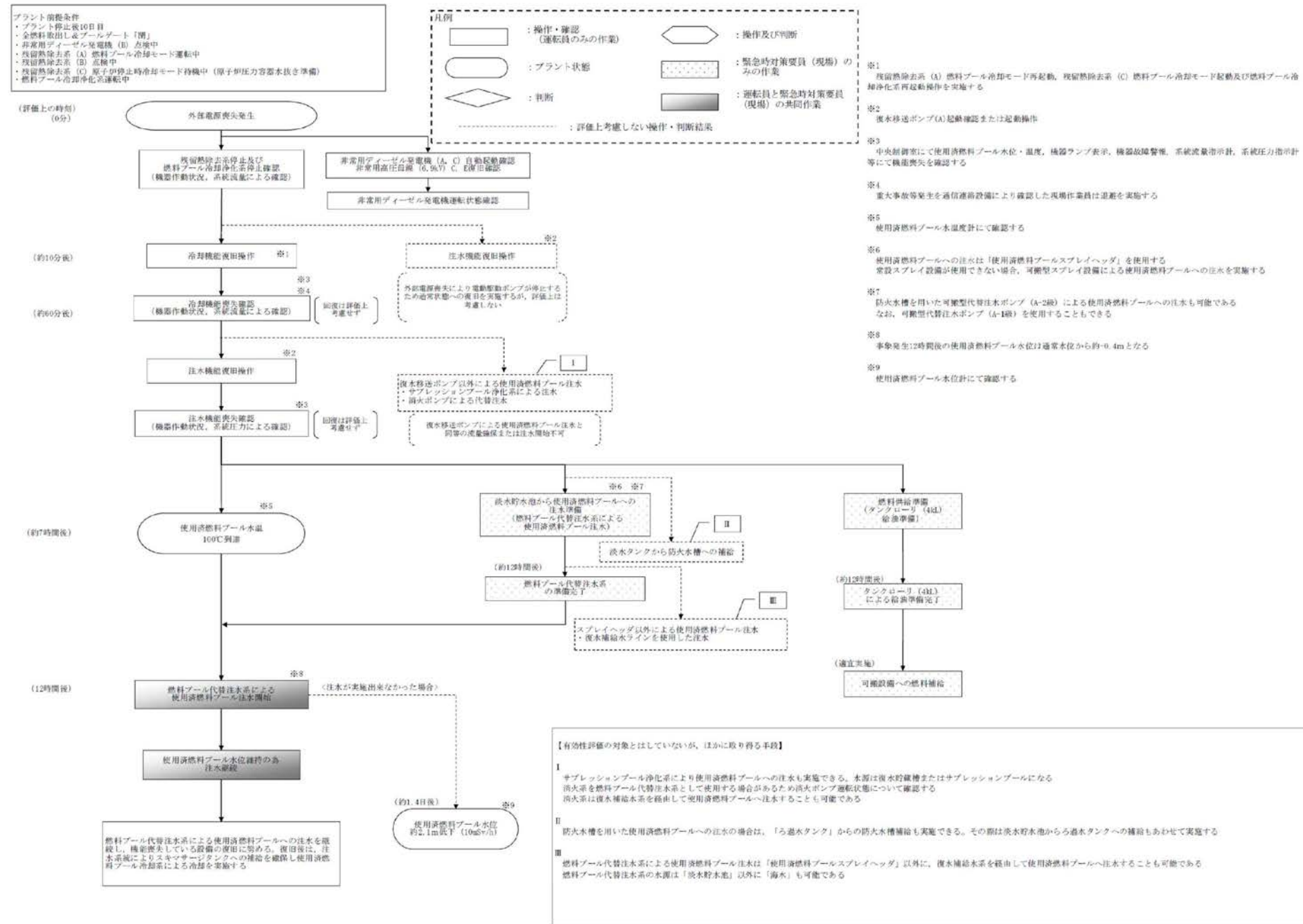
柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
<p>10-7-3-46</p>	<p>第7.3.1-1図 想定事故1の重大事故等対策の概略系統図</p>	<p>備 考</p>
<p>第7.3.1-1図 「想定事故1」の重大事故等対策の概略系統図 (使用済燃料プールへの注水)</p>	<p>第7.3.1-1図 想定事故1の重大事故等対策の概略系統図</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽発電所6/7号機

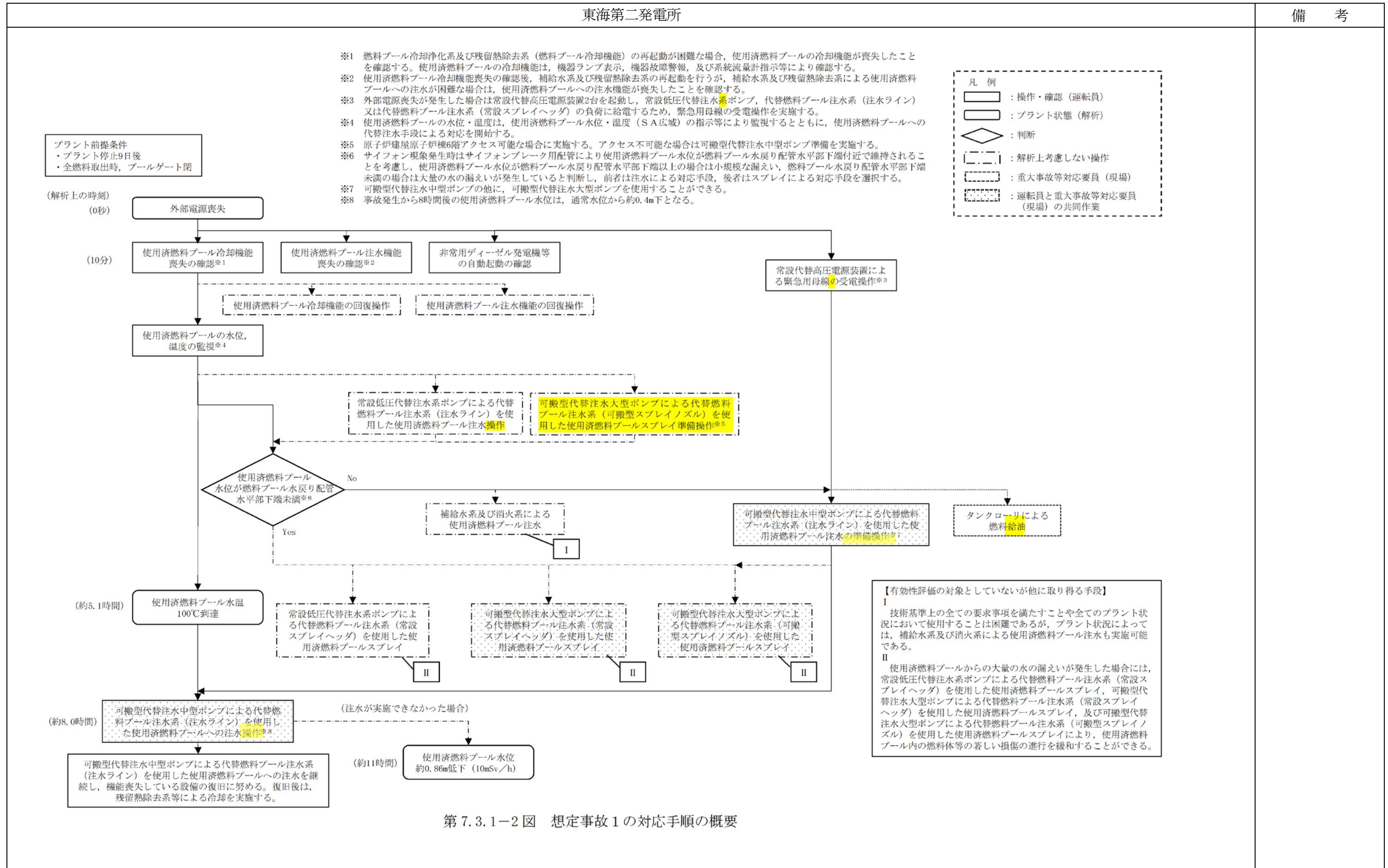
備考

別紙7-3-5



第 7.3.1-2 図 「想定事故1」の対応手順の概要

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

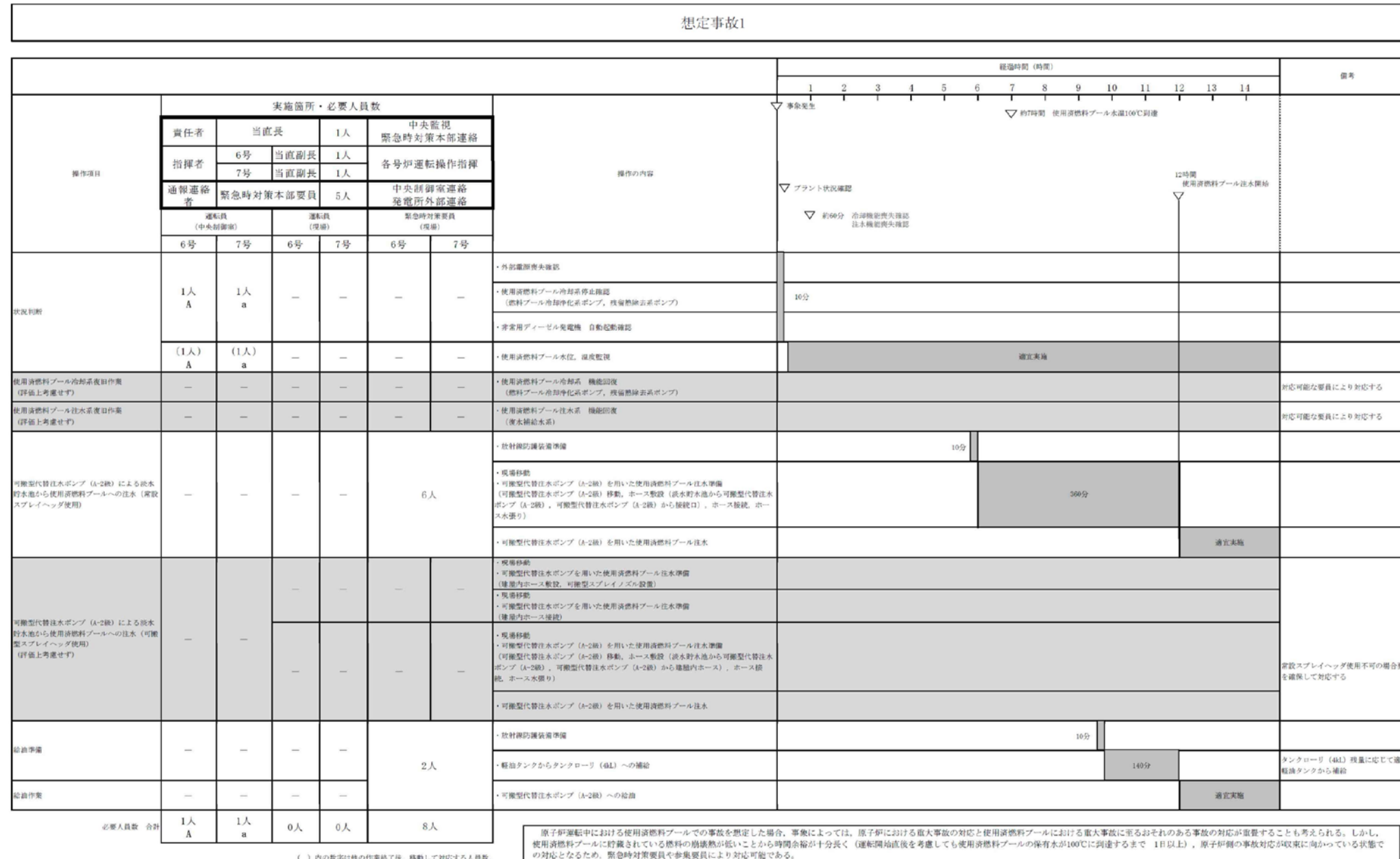


赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽発電所6/7号機

備考

別紙 7-3-6



第 7.3.1-3 図 「想定事故1」の作業と所要時間

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

東海第二発電所					東海第二発電所											備考							
想定事故1																							
操作項目	実施箇所・必要員数			操作の内容	経過時間 (時間)											備考							
	責任者	当直班長	1人		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11								
状況判断	1人 A	-	-	●外部電源喪失の確認 ●非常用ディーゼル発電機等の自動起動の確認 ●使用済燃料プール冷却機能喪失の確認 (燃料プール冷却浄化系及び残留熱除去系) ●使用済燃料プール注水機能喪失の確認 (残留熱除去系及び補給水系)	10分																		
	【1人】 A	-	-	●使用済燃料プール水位、温度監視																			
使用済燃料プール冷却機能の回復操作	-	2人 B,C	-	●使用済燃料プール冷却機能 (燃料プール冷却浄化系及び残留熱除去系) の回復操作、失敗原因調査																			
使用済燃料プール注水機能の回復操作	-	【2人】 B,C	-	●使用済燃料プール注水機能 (残留熱除去系及び補給水系) の回復操作、失敗原因調査																			
常設代替高圧電源装置による緊急用母線受電操作	【1人】 A	-	-	●常設代替高圧電源装置2台起動操作及び緊急用母線受電操作	4分																		
常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プールへの注水操作	【1人】 A	-	-	●常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) の系統構成操作及び使用済燃料プールへの注水操作	15分																		
可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (可搬型スプレインゾル) を使用した使用済燃料プール注水準備操作	-	-	8人 a~h	●原子炉建屋への移動 ●ホース敷設操作及び可搬型スプレインゾルの設置 ●可搬型設備の保管場所への移動	40分	130分																	
可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プール注水準備操作	-	-	【8人】 a~h	●可搬型代替注水中型ポンプの移動、ホース敷設等の操作							170分												
可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プールへの注水操作	【1人】 A	-	-	●可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プールへの注水準備操作 (電動弁の開閉操作)																			
可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プールへの注水操作	-	-	【2人】 a,b	●可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系を使用した使用済燃料プールへの注水操作																			
タンクローリによる燃料給油操作	-	-	2人 (参集)	●可搬型設備用軽油タンクからタンクローリへの給油操作 ●可搬型代替注水中型ポンプへの給油操作																			
必要員数 合計	1人 A	2人 B,C	8人 a~h 及び参集2人																				

第 7.3.1-3 図 想定事故1 の作業と所要時間

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7 号機	東海第二発電所	備 考
<p>有効燃料棒頂部からの水位 (m)</p> <p>事故後の時間 (h)</p> <p>第 7.3.1-4 図 使用済燃料プール水位の推移 (想定事故 1)</p> <p>線量率 (mSv/h)</p> <p>有効燃料棒頂部からの水位 (m)</p> <p>第 7.3.1-5 図 使用済燃料プール水位と線量率 (想定事故 1)</p>	<p>燃料有効長頂部からの水位 (m)</p> <p>事故後の時間 (h)</p> <p>第 7.3.1-4 図 使用済燃料プール水位の変化</p> <p>線量率 (mSv/h)</p> <p>燃料有効長頂部からの水位 (m)</p> <p>第 7.3.1-5 図 線量評価点における線量率と水位の関係</p>	<p>備 考</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>7.3.2 想定事故2</p> <p>7.3.2.1 想定事故2 の特徴、燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 想定する事故</p> <p>「使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故」において、使用済燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性を確認するために想定する事故の一つには、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、想定事故2として「サイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下する事故」がある。</p> <p>(2) 想定事故2 の特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>想定事故2 では、使用済燃料プールの冷却系の配管損傷によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生するとともに、使用済燃料プール注水機能が喪失することを想定する。このため、使用済燃料プール水位が低下することから、緩和措置がとられない場合には、燃料は露出し、燃料損傷に至る。本想定事故は、使用済燃料プール水の漏えいによって燃料損傷に至る事故を想定するものである。このため、重大事故等対策の有効性評価には、使用済燃料プール水の漏えいの停止手段及び使用済燃料プールの注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>したがって、想定事故2 では、使用済燃料プール水の漏えいの停止及び燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水によって、燃料損傷の防止を図る。また、燃料プール代替注水系により使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>想定事故2 における機能喪失に対して、使用済燃料プール内の燃料が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、運転員による使用済燃料プールからのサイフォン現象による漏えい停止手段、サイフォンブレイク孔による漏えい停止機能及び燃料プール代替注水系^{*1}による使用済燃料プールへの注水手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第7.3.2-1図に、手順の概要を第7.3.2-2図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第7.3.2-1表に示す。</p>	<p>7.3.2 想定事故2</p> <p>7.3.2.1 想定事故2 の特徴、燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 想定する事故</p> <p>「使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故」において、使用済燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性を確認するために想定する事故の一つには、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、想定事故2として「サイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下する事故」がある。</p> <p>(2) 想定事故2 の特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>想定事故2 では、使用済燃料プールの冷却系の配管破断によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生するとともに、使用済燃料プール注水機能が喪失することを想定する。このため、使用済燃料プール水位が低下することから、緩和措置がとられない場合には、燃料は露出し、燃料損傷に至る。本想定事故は、使用済燃料プール水の漏えいによって燃料損傷に至る事故を想定するものである。このため、重大事故等対策の有効性評価には使用済燃料プール水の漏えいの停止手段及び使用済燃料プールの注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>以上により、想定事故2 では、使用済燃料プール水の漏えいの停止や、使用済燃料プールへの注水の確保を行うことによって、燃料損傷の防止を図るとともに、使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>想定事故2 における機能喪失に対して、使用済燃料プール内の燃料が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、サイフォンブレイク用配管による使用済燃料プール保有水のサイフォン現象による漏えいの防止手段、常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段及び可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段を整備する。</p> <p>本評価では、対応操作に時間を要する可搬型設備を用いた使用済燃料プールへの注水手段のうち、地震・津波の影響を受けず、手順上で優先順位の高い西側淡水貯水設備を水源とする、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段を代表として評価対象とすることとし、その他の注水手段については評価上考慮しないものとする。これらの対策の概略系統図を第7.3.2-1図に、対応手順の概要を第7.3.2-2図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における手順と設備の関係を第7.3.2-1表に示す。</p>	<p>・東海第二は、静的サイフォンブレイクの効果に期待する</p> <p>・設備の違い</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>想定事故2において、6号及び7号炉同時の重大事故等対策に必要な要員は、中央制御室の運転員及び緊急時対策要員で構成され、合計22名である。その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は、当直長1名（6号及び7号炉兼任）、当直副長2名、運転操作対応を行う運転員6名である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う緊急時対策本部要員は5名、緊急時対策要員（現場）は8名である。</p> <p>必要な要員と作業項目について第7.3.2-3図に示す。</p> <p>※1 燃料プール代替注水系として、燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）を想定する。なお、燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）の注水手段が使用できない場合においては燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）による対応が可能である。</p> <p>a. 使用済燃料プール水位低下確認</p> <p>使用済燃料プールを冷却している系統が停止すると同時に、使用済燃料プールの冷却系の配管損傷によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生し、使用済燃料プール水位が低下することを確認する。</p> <p>使用済燃料プールの水位低下を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA）等である。</p> <p>b. 使用済燃料プールの注水機能喪失確認</p> <p>使用済燃料プールの喪失した保有水を注水するため、補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールへの注水準備が困難な場合、使用済燃料プールへの注水機能喪失であることを確認する。</p> <p>使用済燃料プールの注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA）等である。</p> <p>c. 使用済燃料プール漏えい箇所の隔離</p> <p>使用済燃料プールの水位低下に伴い発生する警報等により、使用済燃料プールからの漏えいを認知し、原因調査を開始する。原因調査の結果、サイフォン現象による漏えいであることを判断し、使用済燃料プールの冷却系配管の手動弁を閉止することで、使用済燃料プールからの漏えい箇所の隔離が完了する。</p>	<p>想定事故2において、必要な要員は災害対策要員（初動）15名及び事象発生から2時間以降に期待する参集要員2名である。</p> <p>災害対策要員（初動）の内訳は、当直発電長1名、当直副発電長1名、運転操作対応を行う当直運転員3名、通報連絡等を行う情報班員2名、現場操作を行う重大事故等対応要員8名である。</p> <p>参集要員の内訳は、燃料給油操作を行う重大事故等対応要員2名である。必要な要員と作業項目について第7.3.2-3図に示す。</p> <p>a. 使用済燃料プール水位低下の確認</p> <p>燃料プール冷却浄化系配管の破断によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生し、使用済燃料プール水位が低下する。使用済燃料プールの水位が低下したことを使用済燃料プール水位低警報の発信等により確認する。</p> <p>使用済燃料プール水位低下を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）である。</p> <p>b. 使用済燃料プール注水機能喪失の確認</p> <p>使用済燃料プールの喪失した保有水を補給するため、残留熱除去系及び補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールへの注水準備が困難な場合、使用済燃料プールの注水機能が喪失したことを確認する。</p> <p>使用済燃料プール注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）、残留熱除去系系統流量等である。</p> <p>c. 使用済燃料プール水位、温度監視</p> <p>使用済燃料プールの注水機能喪失の確認後、使用済燃料プールの水位、温度を監視する。</p> <p>使用済燃料プール水位、温度を監視するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）等である。</p> <p>d. 使用済燃料プール注水機能の回復操作</p> <p>使用済燃料プール注水機能（残留熱除去系及び補給水系）の回復操作を実施する。</p>	<p>・要員の数、呼称の違い</p> <p>・東海第二は、残留熱除去系に比べて耐震性の低い燃料プール冷却浄化系配管の破断を想定</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレーカの効果に期待する</p>

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>d. 燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水</p> <p>燃料プール代替注水系の準備は水位低下に伴う異常の認知を起点として冷却機能喪失又は注水機能喪失を確認し，開始する。準備が完了したところで，燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水を開始し，使用済燃料プール水位を回復する。その後は，使用済燃料プールの冷却系を復旧するとともに，燃料プール代替注水系の間欠運転又は流量調整により蒸発量に応じた注水を行うことで，必要な遮蔽^{※2}を確保できる使用済燃料プール水位より高く維持する。</p> <p>燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水を確認するために必要な設備は，使用済燃料貯蔵プール水位・温度等である。</p> <p>※2 必要な遮蔽の目安とした線量率は10mSv/hとする。想定事故2における原子炉建屋オペレーティングフロアでの作業時間及び作業員の退避は1時間以内であり，作業員の被ばく量は最大でも10mSvとなるため，緊急作業時における被ばく限度の100mSvに対して余裕がある。</p> <p>原子炉建屋オペレーティングフロアでの作業は，燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）を使用する場合における可搬型スプレイヘッド及びホースの設置，及びサイフォン現象による使用済燃料プール水流出を原子炉建屋オペレーティングフロアで隔離する場合における弁の手動隔離が想定される。</p> <p>必要な遮蔽の目安とした線量率10mSv/hは，定期検査作業時での原子炉建屋オペレーティングフロアにおける線量率を考慮した値である。</p>	<p>e. 常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作</p> <p>中央制御室からの遠隔操作により，常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を実施する。</p> <p>なお，常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水は評価上考慮しない。</p> <p>常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作に必要な計装設備は，使用済燃料プール水位・温度（S A広域）等である。</p> <p>f. 可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールのスプレイ準備操作</p> <p>可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールのスプレイ実施のための準備として，ホース及び可搬型スプレイノズルを設置する。本作業は，原子炉建屋原子炉棟内での作業を伴うことから，原子炉建屋原子炉棟内での作業環境が悪化する前に実施するため，常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水と同時並行で実施する。なお，可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールのスプレイは評価上考慮しない。</p> <p>g. 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プール注水の準備操作</p> <p>可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）の準備は注水機能喪失による異常の認知を起点として開始する。</p> <p>外部電源が喪失している場合は，中央制御室からの遠隔操作により常設代替高圧電源装置 2 台から緊急用母線を受電し，必要な計装設備及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）の電動弁に給電する。</p> <p>緊急用母線を受電に必要な計装設備は，緊急用M/C電圧である。</p> <p>h. 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作</p> <p>可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）の準備完了後，使用済燃料プールへの注水を開始することにより，使用済燃料プール水位を回復する。その後，蒸発量に応じた水量を注水することで，使用済燃料プール水位を，必要な遮蔽を確保できる最低水位（線量率が10mSv/h[*]となる通常水位から約0.86m下の水位）より高く維持する。</p> <p>※ 本事故シーケンスグループにおける必要な遮蔽の目安とした線量率は，原子炉建屋原子炉棟6階での作業時間から10mSv/hに設定した。原子炉建屋原子炉棟6階での操作は，重大事故等対応要員による使用済燃料プールへの注水準備操作（可搬スプレイノズルの設置及びホース敷設等）を想定し</p>	<p>・東海第二は，原子炉建屋内の環境条件が悪化する前に可搬型スプレイノズルを準備することを記載</p>

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表 (想定事故2)

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備 考
<p>この線量率となる使用済燃料プール水位は通常水位から約 2.1m 下の位置である。</p> <p>7.3.2.2 燃料損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 想定事故2 で想定する事故は、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「サイフォン現象等により使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下する事故」である。</p> <p>なお、使用済燃料プールの保有水の漏えいを防止するため、使用済燃料プールには排水口を設けない設計としており、また、燃料プール冷却浄化系はスキマせきを越えてスキマサージタンクに流出する水を循環させる設計とするとともに、使用済燃料プールに入る配管には逆止弁を設け、配管からの漏えいがあってもサイフォン現象による使用済燃料プール水の流出を防止する設計としている。使用済燃料プールに入る配管の逆止弁は動力を必要としない設計であり、信頼性は十分高いと考えられるが、本想定事故では固着を想定する。</p> <p>想定事故2 では、残留熱除去系配管の貫通クラックによる損傷発生後、サイフォン現象による使用済燃料プール水の漏えい及び崩壊熱による使用済燃料プール水温の上昇、沸騰及び蒸発によって使用済燃料プール水位は低下する。漏えいの隔離及び使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることを評価する。なお、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることで、有効燃料棒頂部は冠水が維持される。未臨界については、燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、維持される。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、想定事故2 における運転員</p>	<p>ており、原子炉建屋原子炉棟 6 階を含め、原子炉建屋内に滞在する時間は 2.2 時間以内である。そのため、重大事故等対応要員の被ばく量は最大でも 22mSv であり、緊急作業時における被ばく限度の 100mSv に対して余裕がある。</p> <p>また、作業員等が事象発生時に原子炉建屋原子炉棟 6 階に滞在していた場合でも、事象発生後速やかに管理区域外へ退避するため、原子炉建屋原子炉棟 6 階での被ばく量は限定的である。</p> <p>可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プールへの注水を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度 (SA 広域) 等である。</p> <p>i. タンクローリによる燃料給油操作 タンクローリにより可搬型設備用軽油タンクから可搬型代替注水中型ポンプに燃料給油を実施する。</p> <p>7.3.2.2 燃料損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 想定事故2 の評価においては、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「サイフォン現象等により使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下する事故」を想定する。</p> <p>なお、使用済燃料プールの保有水の漏えいを防止するため、使用済燃料プールには排水口を設けない設計としており、また、燃料プール冷却浄化系はスキマ堰を越えてスキマサージタンクに流出する水を循環させる設計とするとともに、使用済燃料プールに入る配管には真空破壊弁を設け、サイフォン現象により、使用済燃料プール水が流出しない設計としている。使用済燃料プールに入る配管の真空破壊弁は動力を必要としない設計であり、信頼性は十分高いと考えられるが、本想定事故では閉固着を想定する。</p> <p>想定事故2 では、燃料プール冷却浄化系配管の破断の後、使用済燃料プール水の漏えいが発生するが、サイフォンブレイク用配管により使用済燃料プール水のサイフォン現象による漏えいは防止され、使用済燃料プール水位の低下は燃料プール水戻り配管水平部下端 (通常水位から約 0.23m 下) で停止する。その後、崩壊熱による使用済燃料プール水温の上昇、沸騰及び蒸発によって使用済燃料プール水位は低下する。可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) を用いた使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位 (線量率が 10mSv/h となる通常水位から約 0.86m 下の水位)を確保できることを評価する。なお、放射線の遮蔽が維持される使用済燃料プール水位を確保できることで、燃料有効長頂部の冠水は維持される。また、未臨界が維持されることについては、使用済燃料プール水の水密度によらず未臨界が維持できることを評価する。</p>	<p>・設備の違い</p> <p>・東海第二は、残留熱除去系に比べて耐震性の低い燃料プール冷却浄化系配管の破断を想定</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイクの効果に期待する</p>

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>等操作時間に与える影響，評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 想定事故2 に対する初期条件も含めた主要な評価条件を第7.3.2-2 表に示す。また，主要な評価条件について，想定事故2 特有の評価条件を以下に示す。 なお，本評価では崩壊熱及び運転員の人数の観点から厳しい条件である，原子炉運転停止中の使用済燃料プールを前提とする。原子炉運転中の使用済燃料プールは，崩壊熱が原子炉運転停止中の使用済燃料プールに比べて小さく事象進展が緩やかになること，また，より多くの運転員による対応が可能であることから本評価に包絡される。</p> <p>a. 初期条件 (a) 使用済燃料プールの初期水位及び初期水温 使用済燃料プールの初期水位は通常水位とし，保有水量を厳しく見積もるため，使用済燃料プールと隣接する原子炉ウェルの間に設置されているプールゲートは閉状態を仮定する。また，使用済燃料プールの初期水温は，運転上許容される上限の65℃とする。</p> <p>(b) 崩壊熱 使用済燃料プールには貯蔵燃料の他に，原子炉停止後に最短時間（原子炉停止後10日）で取り出された全炉心分の燃料が一時保管されていることを想定して，使用済燃料プールの崩壊熱は約11MW を用いるものとする。 なお，崩壊熱に相当する保有水の蒸発量は約19m³/h である。</p> <p>b. 事故条件 (a) 安全機能の喪失に対する仮定 使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能として燃料プール冷却浄化系，残留熱除去系，復水補給水系等の機能を喪失するものとする。</p> <p>(b) 配管損傷の想定 使用済燃料プール水位が最も低下する可能性のあるサイフォン現象による漏えいとして，原子炉建屋地下階の残留熱除去系配管^{※3}の貫通クラックによる損傷を想定する。当該配管は低圧設計の配管であることから，配管内径の1/2 の長さで配管肉厚の1/2 の幅を有する貫通クラックによる損傷を想定する。 ※3 使用済燃料プールに入る配管でサイフォン現象による漏えい発生の可能性のあるものは，燃料プール冷却浄化系のディフューザ配管以外になく，よって当該配管に接続される系統のうち，配管内径及び損傷時の高さ等の漏えい発生時の影響を考慮して設定。</p> <p>(c) サイフォン現象による漏えい量 燃料プール冷却浄化系及び残留熱除去系配管に設置されている逆止弁について</p>	<p>また，評価条件の不確かさの影響評価の範囲として，想定事故2における運転員等操作時間に与える影響，評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 想定事故2 に対する初期条件も含めた主要な評価条件を第7.3.2-2 表に示す。また，主要な評価条件について，想定事故2 特有の評価条件を以下に示す。 なお，本評価では，崩壊熱及び運転員の人数の観点から厳しい条件である，原子炉運転停止中の使用済燃料プールを前提とする。原子炉運転中の使用済燃料プールは，崩壊熱が原子炉運転停止中の使用済燃料プールに比べて小さく事象進展が緩やかになること，また，より多くの運転員による対応が可能であることから本評価に包絡される。</p> <p>a. 初期条件 (a) 使用済燃料プールの初期水位及び初期水温 使用済燃料プールの初期水位は通常水位とし，保有水量を厳しく見積もるため，使用済燃料プールと隣接する原子炉ウェルの間に設置されているプールゲートは閉状態を仮定する。また，使用済燃料プールの初期水温は，運転上許容される上限の65℃とする。</p> <p>(b) 崩壊熱 使用済燃料プールには貯蔵燃料の他に，原子炉停止後に最短時間（原子炉停止後9日）で取り出された全炉心分の燃料が一時保管されていることを想定して，使用済燃料プールの崩壊熱は約9.1MW を用いるものとする。 なお，この時の崩壊熱による保有水の蒸発を補うために必要な注水量（水温35℃）は約13m³/h である。</p> <p>b. 事故条件 (a) 安全機能の喪失に対する仮定 使用済燃料プール冷却機能及び注水機能として，残留熱除去系，燃料プール冷却浄化系，補給水系等の機能が喪失するものとする。</p> <p>(b) 配管破断の想定 使用済燃料プール水位が最も低下する可能性のあるサイフォン現象による漏えいとして，燃料プール冷却浄化系配管の破断を想定する。</p> <p>(c) 使用済燃料プール水位の低下 破断を想定している燃料プール冷却浄化系配管に設置されている2個の真空</p>	<p>・注水流量が十分であることを明確にするため，必要な注水量を記載</p> <p>・東海第二は，保守的に瞬時に水位が低下すると想定している。このため，配管破断の規模を詳細に設定していない</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>は、燃料プール冷却浄化系の配管で想定される異物の弁への噛み込みにより固着し、逆止弁の機能が十分に働かない状態を仮定する。このときの使用済燃料プールからのサイフォン現象による漏えい量は約70m³/hとなる。</p> <p>なお、評価においてはディフューザ配管のサイフォンブレイク孔による漏えい停止効果には期待しないものとする。</p> <p>(d) 外部電源 外部電源は使用できないものと仮定する。 外部電源が使用できない場合においても、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水は可能であり、外部電源がある場合と事象進展は同等となるが、資源の評価の観点から厳しい評価条件となる外部電源が使用できない場合を想定する。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件 (a) 燃料プール代替注水系 使用済燃料プールへの注水は、可搬型代替注水ポンプ（A-2 級）4台を使用するものとし、崩壊熱による使用済燃料プール水の蒸発量を上回る45m³/h^{※4}にて注水する。 ※4 燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）、燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）の注水容量はともに45m³/h以上（4台）である。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 使用済燃料プール漏えい箇所の隔離は、事象発生から150分後に完了する。 (b) 燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水は、緊急時対策要員の移動、注水準備に必要な時間等を考慮して、事象発生12時間後から開始する。 なお、サイフォンブレイク孔の効果に期待する場合、事象発生から約100分後に漏えいが停止するため、運転員による漏えい停止操作での対応に比べ、その後の事象進展や評価項目となるパラメータが緩和されることから本評価では運転員による使用済燃料プールの漏えい箇所の隔離操作による対応を示す。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 想定事故2における使用済燃料プール水位の推移を第7.3.2-4図に、使用済燃料プール水位と線量率の関係を第7.3.2-5図に示す。</p> <p>a. 事象進展 残留熱除去系配管の貫通クラックによる損傷発生後、サイフォン現象によって、使用済燃料プール水は漏えいし、使用済燃料プール水位は低下する。スキマせきを越える水がなくなるためスキマサージタンクの水位低下又は使用済燃料プールの水位低下に伴い発生する警報により異常を認知する。原子炉建屋2階にある燃料プール冷却浄化系配管の手動弁を閉止することにより、事象発生から150分後に漏えい箇所を隔離し、サイフォン現象による漏えいを停止する。一方、使用済燃料プール</p>	<p>破壊弁については、閉固着を仮定する。サイフォン現象による使用済燃料プールの水位低下は、サイフォンブレイク用配管により、燃料プール水戻り配管水平部下端（通常水位から約0.23m下）で停止することを想定する。なお、このときの水位低下は、保守的に瞬時に上記水位まで低下することを想定する。</p> <p>(d) 外部電源 外部電源はないものとする。 外部電源がない場合においても、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水は可能であり、外部電源がある場合と事象進展は同様となるが、資源の評価の観点から厳しくなる外部電源がない場合を想定する。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件 (a) 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン） 使用済燃料プールへの注水は、可搬型代替注水中型ポンプ2台を使用するものとする。使用済燃料プールへの注水流量は、燃料の崩壊熱による使用済燃料プール水の蒸発量を上回り燃料損傷防止が可能な流量として、50m³/hを設定する。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水は、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレイノズル）を使用した使用済燃料プールスプレイ準備操作の時間、及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プール注水準備操作の時間を考慮し、事象発生8時間後から開始する。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 想定事故2における使用済燃料プール水位の時間変化を第7.3.2-4図に、使用済燃料プール水位と線量率の関係を第7.3.2-5図に示す。</p> <p>a. 事象進展 燃料プール冷却浄化系配管の破断により、使用済燃料プール水位が燃料プール水戻り配管水平部下端まで瞬時に低下する。スキマ堰を越える水がなくなるためスキマサージタンクの水位低下又は使用済燃料プール水位低下に伴い発生する警報により異常を認知する。使用済燃料プール水位が通常水位から約0.23m下まで低下していること等を確認し、使用済燃料プールからの漏えいが発生したこと及びサイフォンブレイク用配管によりサイフォン現象による漏えいが停止したこと</p>	<p>・設備の違い ・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待する</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待する</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する</p> <p>・東海第二は、保守的に瞬時に水位が低下すると想定している</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止す</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>の喪失した保有水を注水するため、補給水系による水の注水準備を行うが補給水系が使用不可能な場合、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。</p> <p>使用済燃料プールへの冷却機能が喪失した後、使用済燃料プール水温は約 5℃/h で上昇し、事象発生から約 7 時間後に 100℃に達する。その後、蒸発により使用済燃料プール水位は低下し始めるが、事象発生から 12 時間経過した時点で燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水を開始すると、使用済燃料プール水位は回復する。</p> <p>その後は、使用済燃料プールの冷却機能を復旧するとともに、燃料プール代替注水系により、蒸発量に応じた量を使用済燃料プールに注水することで、使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>使用済燃料プール水位は、第 7.3.2-4 図に示すとおり、通常水位から約 1.2m 下まで低下するに留まり、有効燃料棒頂部は冠水維持される。</p> <p>使用済燃料プール水温については約 7 時間で沸騰し、その後 100℃付近で維持される。</p> <p>また、第 7.3.2-5 図に示すとおり、使用済燃料プール水位が通常水位から約 1.2m 下の水位となった場合の線量率は約 1.0×10⁻¹mSv/h 以下であり、必要な遮蔽の目安と考える 10mSv/h※2 と比べて低いことから、この水位において放射線の遮蔽は維持される。なお、線量率の評価点は原子炉建屋オペレーティングフロアの床付近としている。</p> <p>使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、本事象においても未臨界は維持される。</p> <p>事象発生 12 時間後から燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水を行うことで使用済燃料プール水位は回復し、その後に蒸発量に応じた使用済燃料プールへの注水を継続することで安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「6.2.3.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>7.3.2.3 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>想定事故 2 では、サイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な喪失</p>	<p>を確認する。使用済燃料プールの注水機能喪失を確認し、補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行うが、補給水系が使用不可能な場合、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水準備を行う。</p> <p>使用済燃料プールへの注水が開始されるまで、使用済燃料プール水温は約 7.0℃/h で上昇し、事象発生から約 5.0 時間後に 100℃に達する。その後、蒸発により使用済燃料プール水位は低下し始めるが、事象発生から 8 時間後に可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を開始することにより、使用済燃料プール水位は回復する。</p> <p>その後は、使用済燃料プールの冷却系を回復しつつ、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）により、蒸発量に応じた水量を使用済燃料プールに注水し、使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>使用済燃料プール水位の時間変化は第 7.3.2-4 図に示すとおり、通常水位から約 0.6m 下まで低下するに留まり、燃料有効長頂部は冠水維持される。また、使用済燃料プール水温は事象発生後約 5.0 時間で沸騰し、その後 100℃付近で維持される。</p> <p>また、第 7.3.2-5 図に示すとおり、使用済燃料プール水位が通常水位から約 0.6m 下の水位になった場合の線量率は、約 3mSv/h であり、必要な遮蔽の目安と考える 10mSv/h と比べて低い値であることから、この水位において放射線の遮蔽は維持される。なお、線量率の評価点は原子炉建屋最上階における使用済制御棒ハンガ真上の床面高さとしている。</p> <p>使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により、水密度によらず未臨界は維持される。</p> <p>事象発生 8 時間後から可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を行うことで使用済燃料プール水位は回復し、その後、蒸発量に応じた使用済燃料プールへの注水を継続し、機能喪失している設備の回復に努める。回復後は補給水系によりスキマサージタンクへの注水を実施し、漏えい箇所を隔離した状態で残留熱除去系等により冷却を実施することで安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「6.2.3.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>7.3.2.3 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>想定事故 2 では、燃料プール冷却浄化系配管の破断により使用済燃料プール内の水</p>	<p>る</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイ</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下することが特徴である。</p> <p>また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.3.2-2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、7号炉を代表として原則、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約11MWに対して最確条件は約10MW以下であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、使用済燃料プール水温の上昇及び水位の低下は緩和されるが、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作は燃料の崩壊熱に応じた対応をとるものではなく、注水操作は使用済燃料プール水位の低下に伴う異常の認知を起点とした冷却機能喪失又は注水機能喪失の確認を、漏えい箇所の隔離操作は使用済燃料プール水位の低下に伴う異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約27℃～約45℃であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している使用済燃料プールの初期水温より低くなり、沸騰開始時間は遅くなるため、時間余裕が長くなるが、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作は使用済燃料プール水の初期水温に応じた対応をとるものではなく、注水操作は使用済燃料プール水位の低下に伴う異常の認知を起点とした冷却機能喪失又は注水機能喪失の確認を、漏えい箇所の隔離操作は使用済燃料プール水位の低下に伴う異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件は通常水位付近であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件での初期水位は通常水位を設定しているため、通常水位より低い水位の変動を考慮した場合、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間及び使用済燃料プール水位の低下による異常の認知の時間は短くなるが、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作は初期水位に応じ</p>	<p>の小規模な喪失が発生し、サイフォンブレイク用配管により使用済燃料プール水のサイフォン現象による漏えいは防止され、燃料プール水戻り配管水平部下端（通常水位から約0.23m下）まで使用済燃料プールの水位が低下することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.3.2-2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、設計値又は、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定としていることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる燃料の崩壊熱、事象発生前の使用済燃料プールの初期水温、初期水位、プールゲートの状態、破断箇所・状態の想定及びサイフォン現象による水位低下量の影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約9.1MWに対して最確条件は約9.1MW以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、使用済燃料プールの水温上昇及び水位低下速度は緩やかになるが、注水操作は燃料の崩壊熱の状態に応じた対応をとるものではなく、水位低下による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約12℃～約40℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している使用済燃料プールの初期水温より低くなることが考えられ、さらに時間余裕が長くなることが考えられるが、注水操作は、使用済燃料プール水の初期水温に応じた対応をとるものではなく、水位低下による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件では通常水位付近であり、本評価条件の不確かさとして、その変動を考慮した場合、通常水位よりも低くなることも考えられ、それにより時間余裕が短くなることが考えられるが、注水操作は、燃料プール水の初期水位に応じた対応をとるものではなく、水位低下による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。また、初期に地震誘因のスロッシング</p>	<p>力の効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイクの効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイクの効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイクの効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>た対応をとるものではなく、注水操作は使用済燃料プール水位の低下に伴う異常の認知を起点とした冷却機能喪失又は注水機能喪失の確認を、漏えい箇所の隔離操作は使用済燃料プール水位の低下に伴う異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期に地震起因のスロッシングが発生した場合、使用済燃料プール水位の低下により原子炉建屋オペレーティングフロアの線量率が上昇することから、その現場における長時間の作業は困難となる。</p> <p>ただし、燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水操作は、屋外から実施できるため線量の影響が小さいことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉に対して最確条件はプールゲート開であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、保有水量がプールゲート閉時と比べ2倍程度となり、使用済燃料プール水温の上昇及び蒸発による使用済燃料プール水位の低下は緩和されるが、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作はプールゲートの状態に応じた対応をとるものではなく、注水操作は使用済燃料プール水位の低下に伴う異常の認知を起点とした冷却機能喪失又は注水機能喪失の確認を、漏えい箇所の隔離操作は使用済燃料プール水位の低下に伴う異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>配管損傷の想定及びサイフォン現象による漏えい量は、損傷面積及び弁の開口面積が評価条件より大きな場合、使用済燃料プールの保有水の漏えい量が多くなり、通常水位から有効燃料棒頂部まで水位が低下する時間は短くなるが、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作は漏えい量に応じた対応をとるものではなく、注水操作は水位低下に伴う異常の認知を起点とした冷却機能喪失又は注水機能喪失の確認を、漏えい箇所の隔離操作は水位低下に伴う異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約11MWに対して最確条件は約10MW以下であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約27℃～約45℃であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している使用済燃料プール水温より低くなるため、沸騰開始時間は遅くなり、使用済燃料プール水位の低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>また、自然蒸発、使用済燃料プールの水温及び温度上昇の非一様性により、評価で</p>	<p>が発生していた場合は、最大で約0.70mの水位の低下が発生し、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が10mSv/hとなる通常水位から約0.86m下の水位）に到達するまでの時間は事象発生から約5時間後となり、それ以降は原子炉建屋最上階の線量率が上昇し、その場における長時間の作業は困難となる。ただし、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。このため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉鎖に対して最確条件はプールゲート開放であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、保有水量はプールゲート閉鎖時と比べ約1.6倍となり、使用済燃料プールの水温上昇及び蒸発による水位低下速度は緩やかになるが、注水操作はプールゲートの状態に応じた対応をとるものではなく、水位低下による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約9.1MWに対して最確条件は約9.1MW以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より低くなるため、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約12℃～約40℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している使用済燃料プールの水温より低くなるため、沸騰開始時間が遅くなり、水位低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。なお、自然蒸発、使用済燃料プールの水温及び温度上昇の非一様性により、評価で想定している沸騰による水位低下開始時間よ</p>	<p>る</p> <p>・東海第二は、保守的に瞬時に水位が低下すると想定している。このため、配管破断の規模を詳細に設定していない</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>想定している沸騰による使用済燃料プール水位の低下開始時間より早く使用済燃料プール水位の低下が始まることも考えられる。しかし、自然蒸発による影響は沸騰による水位の低下と比べて僅かであり、気化熱により使用済燃料プール水は冷却される。</p> <p>さらに、使用済燃料プール水温の非一様性も沸騰開始後の気泡上昇を駆動力とした対流により影響が小さくなることが考えられる。仮に、事象発生直後から沸騰による使用済燃料プール水位の低下が開始すると想定した場合であっても、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から16時間以上（10mSv/h※2の場合、6号及び7号炉は約16時間）、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は事象発生から3日以上（6号及び7号炉は約3.1日）あり、事象発生から12時間後までに燃料プール代替注水系による注水が可能であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件は通常水位付近であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件での初期水位は通常水位を設定しているため、その変動を考慮した場合、使用済燃料プール水位が通常水位から有効燃料棒頂部まで低下する時間は短くなるが、仮に初期水位を水位低警報レベル（通常水位から約0.3m下）^{※5}とした場合であっても、放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から約20時間（10mSv/h※2の場合、6号及び7号炉は約20時間）、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は事象発生から約3日以上（6号及び7号炉は約3.3日）あり、事象発生12時間後までに燃料プール代替注水系による注水が可能であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期に地震起因のスロッシングが発生した場合、使用済燃料プール水位の低下により原子炉建屋オペレーティングフロアの線量率が上昇することから、その現場における長時間の作業は困難である。ただし、このような使用済燃料プール水位の低下に対してもサイフォンブレイク孔による使用済燃料プール水の漏えいの停止、原子炉建屋オペレーティングフロア以外での漏えいの隔離操作及び屋外から燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水操作が実施可能であることから、現場操作に必要な遮蔽は維持される。事象発生12時間後から燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水を実施することにより、6号及び7号炉の使用済燃料プール水位が原子炉建屋オペレーティングフロアの放射線の遮蔽維持に必要な最低水位まで回復する時間は事象発生から約1.1日後（10mSv/h^{※2}の場合、6号炉では約1.0日後、7号炉では約1.1日後）、通常水位まで回復する時間は事象発生から約1.9日後（6号炉では約1.8日後、7号炉では約1.9日後）となる。また、使用済燃料プール水位が通常水位から</p>	<p>り早く水位の低下が始まることも考えられる。しかし、自然蒸発による影響は沸騰による水位低下と比べてわずかであり、気化熱により使用済燃料プール水は冷却される。また、使用済燃料プールの水温の非一様性も沸騰開始後の気泡上昇を駆動力とした対流により影響が小さくなることが考えられる。仮に事象発生直後から沸騰による水位低下が開始すると想定した場合は、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が10mSv/hとなる通常水位から約0.86m下の水位）に到達するまでの時間は事象発生から約4時間後となり、それ以降は原子炉建屋最上階の線量率が上昇し、その場における長時間の作業は困難となる。ただし、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。また、燃料有効長頂部まで水位が低下するまでの時間は事象発生から2日以上あり、事象発生から8時間後までに可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水が可能であるため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件では通常水位付近であり、本評価条件の不確かさとして、その変動を考慮した場合、通常水位よりも低くなることも考えられるが、仮に初期水位を水位低警報レベル（通常水位から約0.14m低下した位置）とした場合であっても、漏えいによる水位低下は、サイフォンブレイク用配管により燃料プール水戻り配管水平部下端（通常水位から約0.23m下）で停止することから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。また、初期に地震誘因のスロッシングが発生していた場合は、最大で約0.70mの水位の低下が発生し、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が10mSv/hとなる通常水位から約0.86m下の水位）に到達するまでの時間は事象発生から約5時間後となり、それ以降は原子炉建屋最上階の線量率が上昇し、その場における長時間の作業は困難となる。ただし、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。また、燃料有効長頂部まで水位が低下するまでの時間は事象発生から2日以上あり、事象発生から8時間後までに可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水が可能であるため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。なお、本スロッシングの評価には余震の影響は考慮していないが、余震は本震よりも小さな地震動となると考えられ、本震時のスロッシングによってプール水位が約0.70m低下しているため、プール水温の上昇による水位の上昇を考慮しても余震による有意な水位低下はないと考えられる。</p>	<p>・東海第二は、事象発生直後に沸騰開始を想定した場合、注水開始時間前に遮蔽維持水位を下回るが、建屋外での操作が可能であり、現場操作の遮蔽は維持される</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイクの効果に期待する</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>有効燃料棒頂部まで低下する時間は事象発生から2日以上（6号及び7号炉は約2.2日）あり、事象発生から12時間後までに燃料プール代替注水系による注水が可能であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉に対して最確条件はプールゲート開であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、保有水量がプールゲート閉時と比べ2倍程度となり、使用済燃料プール水温の上昇及び蒸発による使用済燃料プール水位の低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>配管損傷の想定及びサイフォン現象による漏えい量は、損傷面積及び弁の開口面積が評価条件より大きな場合、使用済燃料プールの保有水の漏えい量が多くなり、通常水位から有効燃料棒頂部まで水位が低下する時間は短くなる。配管の全周破断及び逆止弁の全開固着が発生して漏えいが継続する場合、使用済燃料プールの水位が有効燃料棒頂部に到達するまでの時間は約2時間の時間余裕となり、漏えい箇所の隔離までの150分より短くなる。ただし、サイフォンブレイク孔による漏えい停止を考慮した場合は事象進展に影響はなく、漏えい量が少なくなることから評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>※5 使用済燃料貯蔵プール水位・温度計（SA広域）の水位低の警報設定値：6号炉通常水位-225mm，7号炉通常水位-267mm</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作の不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の漏えい箇所の隔離操作は、評価上の操作完了時間として、事象発生から150分後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、評価上の燃料プール水位低警報の確認後の注水機能喪失確認までに余裕を含め1時間を考慮し、その後使用済燃料プール水位の低下要因調査及び漏えいの隔離操作を実施する設定としているが、実態の操作開始時間、燃料プール水位低を認知した時点で使用済燃料プール水位低下要因調査及び漏えいの隔離操作に着手可能であり、注水機能喪失確認と同時に実施できるため、評価上の操作完了時間に対し、実態の操作完了時間が早くなる可能性があることから、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。当該操作は、評価条件（操作条件を除く）の不確かさにより操作完了時間は早まる可能性があるが、他の操作との重複はないことから、他の操作に与える影響はない。</p> <p>操作条件の燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から12時間後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、当該操作は他の操作との重複はなく、使用済燃料プール</p>	<p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉鎖に対して最確条件はプールゲート開放であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、保有水量はプールゲート閉鎖時と比べ約1.6倍となり、使用済燃料プールの水温上昇及び水位低下速度は緩やかになることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>破断箇所・状態及びサイフォン現象による水位低下量の想定は、評価条件では残留熱除去系に比べて耐震性が低い燃料プール冷却浄化系配管が破断し、燃料プール冷却浄化系配管に設置されている真空破壊弁については閉固着を想定しているが、最確条件では事故毎に異なる。ただし、サイフォンブレイク用配管により燃料プール水戻り配管水平部下端（通常水位から約0.23m下）で漏えいが停止することから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作に係る不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が、運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>評価条件の可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は、評価上の操作開始時間として事象発生から8時間後を設定している。運転員等の操作時間に与える影響</p>	<p>・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>の冷却機能喪失による異常を認知した時点で注水準備に着手可能であり、その準備操作にかかる時間は360分を想定していることから、実態の操作開始時間は想定している事象発生から12時間後より早まる可能性があり、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響 操作条件の漏えい箇所の隔離操作及び燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、評価上の操作完了時間に対して、実際に見込まれる操作完了時間が早くなる可能性がある。この場合、放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間余裕は、漏えい箇所の隔離操作に対して約7時間（10mSv/h※2の場合、6号及び7号炉は約7時間）、注水操作に対して約23時間（10mSv/h※2の場合、6号及び7号炉は約23時間）と操作に対して十分な時間余裕があることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握 操作開始時間の遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。 操作条件の漏えい箇所の隔離操作は、放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は約7時間（10mSv/h※2の場合、6号及び7号炉は約7時間）、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は約23時間（6号炉では約23時間、7号炉では約24時間）であり、事故を検知して漏えい箇所の隔離操作の実施が完了するまでの時間は事象発生から約150分であることから、時間余裕がある。 操作条件の燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水操作は、放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間が約23時間（10mSv/h※2の場合、6号及び7号炉は約23時間）、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間が3日以上（6号及び7号炉は約3.4日）であり、事故を検知して注水を開始するまでの時間は事象発生から約12時間後と設定していることから、時間余裕がある。</p> <p>(3) まとめ 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合において</p>	<p>として、評価上の操作開始時間を事象発生8時間後として設定しているが、本操作は可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレインノズル）を使用した使用済燃料プールスプレイ準備操作完了後に実施する操作であり、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（可搬型スプレインノズル）を使用した使用済燃料プールスプレイ準備操作の所要時間、及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プール注水準備操作の所要時間を考慮すると、実際には使用済燃料プールへの注水開始時間は早くなることが考えられるため、使用済燃料プール水位の回復は早くなる。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響 操作条件の可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、評価上の操作開始時間に対して、実際の操作開始時間が早くなる場合が考えられ、この場合使用済燃料プール水位の回復が早くなり、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握 操作遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。 操作条件の可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作に対する時間余裕については、放射線の遮蔽が維持される最低水位（線量率が10mSv/hとなる通常水位から約0.86m下の水位）に到達するまでの時間が事象発生から9時間以上、燃料有効長頂部に到達するまでの時間が事象発生から2日以上であり、これに対して、事故を認知して注水を開始するまでの時間は事象発生から8時間であることから、時間余裕がある。</p> <p>(3) まとめ 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合において</p>	<p>・ 東海第二は、静的サイフォンブレーカの効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する</p> <p>・ 東海第二は、静的サイフォンブレーカの効果に期待するため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>も、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.3.2.4 必要な要員及び資源の評価 (1) 必要な要員の評価 想定事故2において、6号及び7号炉同時の重大事故等対策時における必要な要員は、「7.3.2.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり22名である。「7.5.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」で説明している運転員、緊急時対策要員等の64名で対処可能である。</p> <p>なお、今回評価した原子炉運転停止中ではなく、原子炉運転中を想定した場合、事象によっては、原子炉における重大事故又は重大事故に至るおそれのある事故の対応と、想定事故2の対応が重畳することも考えられる。しかし、原子炉運転中を想定した場合、使用済燃料プールに貯蔵されている燃料の崩壊熱が低いため、操作時間余裕が十分長くあり（原子炉運転開始直後を考慮しても使用済燃料プール水が100℃に到達するまで最低でも1日以上）、原子炉における重大事故又は重大事故に至るおそれのある事故の対応が収束に向かっていく状態での対応となるため、緊急時対策要員や参集要員により対応可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価 想定事故2において、必要な水源、燃料及び電源は、「7.5.1(2)資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源 燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水については、7日間の対応を考慮すると、号炉あたり約3,300m³の水が必要となる。6号及び7号炉の同時被災を考慮すると、合計約6,600m³の水が必要である。 水源として、淡水貯水池に約18,000m³の水量を保有しており、水源を枯渇させることなく7日間の注水継続実施が可能である。</p> <p>b. 燃料 非常用ディーゼル発電機による電源供給については、事象発生後7日間最大負荷で運転した場合、号炉あたり約753kLの軽油が必要となる。 燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水については、保守的に事象発生直後からの可搬型代替注水ポンプ（A-2級）の運転を想定すると、7日間の運転継続に号炉あたり約15kLの軽油が必要となる。 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に合計約13kLの軽油が必要となる（6号及び7号炉合計約1,549kL）。 6号及び7号炉の各軽油タンクにて約1,020kL（6号及び7号炉合計約2,040kL）</p>	<p>も、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、運転員等操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.3.2.4 必要な要員及び資源の評価 (1) 必要な要員の評価 想定事故2の重大事故等対策における必要な災害対策要員（初動）は「7.3.2.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり15名であり、災害対策要員（初動）の37名で対処可能である。 また、事象発生2時間以降に必要な参集要員は2名であり、発電所構外から2時間以内に参集可能な要員の71名で対処可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価 想定事故2において、必要な水源、燃料及び電源は「7.5.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水 源 可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水については、7日間の対応を考慮すると、合計約2,120m³の水が必要となる。 水源として、西側淡水貯水設備に約5,000m³の水を保有していることから、水源が枯渇することはなく、7日間の対応が可能である。</p> <p>b. 燃 料 外部電源喪失を想定した場合、事象発生直後から7日間の非常用ディーゼル発電機、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及び常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置2台）の運転を想定すると、非常用ディーゼル発電機については約484.0kL、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機については約130.3kL、常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置2台）については約141.2kL、合計で755.5kLの軽油が必要となる。軽油貯蔵タンクには約800kLの軽油を保有していることから、非常用ディーゼル発電機、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及び常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置2台）による7日間の電源供給の継続が可能である。</p>	<p>・ 要員の数、呼称の違い</p> <p>・ 運転中における原子炉の重大事故等との重畳時の要員については、各シーケンスの中で評価している。</p>

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表 (想定事故2)

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備 考
<p>の軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備による電源供給及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給について、7日間の継続が可能である。</p> <p>c. 電源</p> <p>外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機によって給電を行うものとする。6号及び7号炉において重大事故等対策時に必要な負荷は、各号炉の非常用ディーゼル発電機負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給が可能である。</p> <p>また、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機についても、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>7.3.2.5 結論</p> <p>想定事故2では、使用済燃料プールに入る配管からの漏えいが発生した際に逆弁の機能が十分に働かず、サイフォン現象等による使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し、かつ、使用済燃料プールへの水の注水にも失敗して使用済燃料プール水位が低下することで、やがて燃料が露出し燃料損傷に至ることが特徴である。想定事故2に対する燃料損傷防止対策としては、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水手段を整備している。</p> <p>想定事故2について有効性評価を実施した。</p> <p>上記の場合においても、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位を回復し維持することができることから、放射線の遮蔽が維持され、かつ、燃料損傷することはない。また、使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、未臨界は維持される。その結果、有効燃料棒頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界を維持できることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び緊急時対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p>	<p>可搬型代替注水中型ポンプ(2台)による代替燃料プール注水系(注水ライン)を使用した使用済燃料プールへの注水については、事象発生直後から7日間の可搬型代替注水中型ポンプ(2台)の運転を想定すると、約12.0kLの軽油が必要となる。可搬型設備用軽油タンクには約210kLの軽油を保有していることから、可搬型代替注水中型ポンプ(2台)による代替燃料プール注水系(注水ライン)を使用した使用済燃料プールへの注水について、7日間の継続が可能である。</p> <p>c. 電 源</p> <p>外部電源喪失を想定した場合、重大事故等対策時に必要な負荷のうち、非常用ディーゼル発電機等からの電源供給を考慮する負荷については、非常用ディーゼル発電機等の容量内に収まることから、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>常設代替交流電源設備からの電源供給を考慮する負荷については約394kWであるが、常設代替交流電源設備(常設代替高圧電源装置2台)の連続定格容量は2,208kWであることから、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>7.3.2.5 結 論</p> <p>想定事故2では、燃料プール冷却浄化系配管の破断により漏えいが発生した際に真空破壊弁の機能が十分に働かず、サイフォン現象等による使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し、かつ、使用済燃料プールへの水の補給にも失敗して使用済燃料プール水位が低下することで、やがて燃料が露出し燃料損傷に至ることが特徴である。想定事故2に対する燃料損傷防止対策としては、サイフォンブレイク用配管による漏えい防止手段、常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系(注水ライン)を使用した使用済燃料プールへの注水手段及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系(注水ライン)を使用した使用済燃料プールへの注水手段を整備している。</p> <p>想定事故2について有効性評価を実施した。</p> <p>上記の場合においても、可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系(注水ライン)を使用した使用済燃料プールへ注水により、使用済燃料プール水位を回復し維持することができることから、放射線の遮蔽が維持され、かつ、燃料損傷することはない。</p> <p>また、使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、未臨界は維持される。</p> <p>その結果、燃料有効長頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界を維持できることから評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p>	<p>・ 東海第二は、静的サイフォンブレイクの効果に期待する</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（想定事故2）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>以上のことから、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水等の燃料損傷防止対策は、想定事故2 に対して有効である。</p>	<p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び災害対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源については、外部支援を考慮しないとしても、7日間以上の供給が可能である。</p> <p>以上のことから、サイフォンブレイク用配管による漏えいの防止及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水等の燃料損傷防止対策は、想定事故2 に対して有効である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待する

柏崎刈羽原子力発電所6 / 7号機

東海第二発電所

備考

第7.3.2-1表 「想定事故2」の重大事故等対策について

判断及び操作	手順	有効性評価上期待する事故対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計表設備
使用済燃料プール水位低下確認	使用済燃料プールの冷却水を供給している系統が機能喪失すると同時に、使用済燃料プールの冷却水の配管閉鎖によりサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生し、使用済燃料プール水位が低下することを確認する。	【非常用ディーゼル発電機】 【軽油タンク】	—	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む) 【残留熱除去系ポンプ吐出圧力】 【残留熱除去系系統風量】 復水移送ポンプ吐出圧力 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む)
使用済燃料プールの注水機能喪失確認	使用済燃料プールの水位低下分を注水するため、補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールへの注水準備が困難な場合、使用済燃料プールへの注水機能喪失であることを確認する。	—	—	【残留熱除去系系統風量】 復水移送ポンプ吐出圧力 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む)
使用済燃料プール漏えい箇所の確認	使用済燃料プール又はスキマサージャタンク水位低下に伴い発生する警報により漏えいを認知し、原因調査を開始する。原因調査の結果、使用済燃料プール本体からの漏えいではないことから、サイフォン現象による漏えいであることを判断し、使用済燃料プールの冷却水の配管の耳取弁を閉止することを確認する。	—	—	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む) 低レンジ 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む)
燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水	燃料プール代替注水系の準備が完了したところで、燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水により使用済燃料プールの水位を回復する。その後は、使用済燃料プールの冷却系を戻しつつ、蒸気量に応じた水量を注水することで、使用済燃料プール水位を維持する。	常設スプレイヘッド 軽油タンク	可搬型代替注水ポンプ(4台) タンクローリー (4台)	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む)
燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水 (可搬型スプレイ設備)	常設スプレイヘッドが使用できない場合、可搬型スプレイ設備を用いた燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水により使用済燃料プールの水位を回復する。その後は、使用済燃料プールの冷却系を戻しつつ、蒸気量に応じた水量を注水することで、使用済燃料プール水位を維持する。	軽油タンク	可搬型スプレイ設備 可搬型代替注水タンクローリー (4台)	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む) 使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む)

別紙 7-3-3

第7.3.2-1表 想定事故2における重大事故等対策について (1/2)

操作及び確認	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計表設備
使用済燃料プール水位低下の確認	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料プール冷却浄化系の配管破断によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生し、使用済燃料プール水位が低下する。使用済燃料プールの水位が低下したことを使用済燃料プール水位低警報の発信等により確認する。 使用済燃料プールの喪失した保有水を補給するため、残留熱除去系及び補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。 中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールへの注水が困難な場合、使用済燃料プール注水機能喪失であることを確認する。 使用済燃料プールの注水機能喪失の確認後、使用済燃料プールの水位、温度を監視する。 	—	—	使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 残留熱除去系系統流量*
使用済燃料プールの注水機能喪失の確認	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料プールの注水機能喪失の確認後、使用済燃料プールの水位、温度を監視する。 	—	—	使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 残留熱除去系系統流量*
使用済燃料プールの注水機能の回復操作	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料プール注水機能 (残留熱除去系及び補給水系)の回復操作は要員にて実施する。 常設低圧代替注水系による代替燃料プール注水系 (注水ライオン) を使用した使用済燃料プールへの注水を開始し、使用済燃料プール水位を回復する。 その後、蒸気量に応じた水量を注水することで、使用済燃料プール水位を必要な遮蔽を確保できる水位より高く維持する。 	常設低圧代替注水系ポンプ 代替注水貯槽 常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク	—	使用済燃料プール温度 (SA) 使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料プール監視カメラ (使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置を含む) — 使用済燃料プール温度 (SA) 使用済燃料プール水位・温度 (SA広域) 使用済燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) 使用済燃料プール監視カメラ (使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置を含む) 緊急用M/C電圧

* 既許可の対象となっていない設備を重大事故等対処設備に位置付けるもの
 : 有効性評価上考慮しない操作

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.3.2-1表 想定事故2における重大事故等対策について (2/2)

操作及び確認	手順		重大事故等対策設備	
	常設設備	可搬型設備	計表設備	
可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系(可搬型スプレインノズル)を使用した使用済燃料プールスプレイン実施のための準備として、可搬型スプレインノズルを設置する。	-	可搬型スプレインノズル	-	
可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系(注水ライイン)の準備は注水機能喪失による異常の認知を起点として開始する。 外部電源が喪失している場合は、中央制御室からの遠隔操作により常設代替注水高圧電源装置から緊急用母線を受電し、必要な計表設備及び可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系(注水ライイン)の電動弁に給電する。	常設代替注水高圧電源装置 軽油貯蔵タンク	可搬型代替注水中型ポンプ	緊急用M/C電圧	
可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系(注水ライイン)の準備完了後、使用済燃料プールへの注水を開始することにより、使用済燃料プール水位を回復する。 その後、蒸発量に応じた水量を注水することで、使用済燃料プール水位を、必要な遮蔽を確保できる水位より高く維持する。	常設代替注水高圧電源装置 軽油貯蔵タンク 設備	可搬型代替注水中型ポンプ	使用済燃料プール温度(SA) 使用済燃料プール水位・温度(SA広域) 使用済燃料プールエリア放射線モニタ(高レンジ・低レンジ) 使用済燃料プール監視カメラ(使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置を含む)	
タンクローリにより可搬型設備用軽油タンクから可搬型代替注水中型ポンプに燃料給油を実施する。	可搬型設備用軽油タンク	タンクローリ	-	

* 既許可の対象となっていない設備を重大事故等対策設備に位置付けるもの
 : 有効性評価上考慮しない操作

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6 / 7号機

東海第二発電所

備考

第7.3.2-2表 主要評価条件 (想定事故2) (1/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方	
初期条件	使用済燃料プールの保有水量	約2,093m ³ ※1	保有水量を厳しく見積もるためにプールゲート閉の状態を想定
	使用済燃料プール水位	通常水位	通常水位を設定
	使用済燃料プール水温	65℃	保安規定の運転上の制限値
燃料の崩壊熱	約11MW 【使用済燃料】 取出時平均燃焼度： ・貯蔵燃料 50 GWd/t ・炉心燃料 33 GWd/t	原子炉停止後に最短時間 (原子炉停止後10日※2) で取り出された全炉心分の燃料が、過去に取り出された貯蔵燃料と併せて使用済燃料ラックに最大数保管されていることを想定し、ORIGEN2を用いて算出	

※1 記載の値は7号炉の値である。6号炉の使用済燃料プールの保有水量は7号炉とほぼ同様であるため、評価は7号炉の値を使用する。
 ※2 相崎刈羽原子力発電所1号炉から7号炉までの定期検査における実測を確認し、解除後の全制御棒全挿入から原子炉開放までの最短時間である約3日及び全燃料取り出しの最短時間約7日を考慮して原子炉停止後10日を設定。原子炉停止後10日とは全制御棒全挿入からの時間を示している。通常停止操作において原子炉の出力は全制御棒全挿入完了及び発電機解列以前から徐々に低下させるが、崩壊熱評価はスクラムのようない瞬間的な出力を低下させる保守的な計算条件となっている。

10-7-3-44

第7.3.2-2表 主要評価条件 (想定事故2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方	
初期条件	使用済燃料プールの保有水量	約1,189m ³	使用済燃料プールの保有水量を厳しく見積もるため、プールゲート閉鎖時の水量を設定
	使用済燃料プール初期水位	通常水位	通常水位 (燃料有効長頂部から約7.26m) を設定
	使用済燃料プール初期水温	65℃	通常運転中の最大値として、保安規定の運転上の制限値を設定
事故条件	燃料の崩壊熱	約9.1MW 取出時平均燃焼度： 貯蔵燃料：45GWd/t 炉心燃料：33GWd/t	原子炉の停止後最短時間 (原子炉停止後9日) ※1で取り出された全炉心分の燃料と過去に取り出された燃料を合わせて、使用済燃料貯蔵ラックに最大数貯蔵されていることを想定し、崩壊熱はORIGEN2を用いて算出
	漏えいによる使用済燃料プール水位の低下	事象発生と同時に通常水位から約0.23m下まで低下	使用済燃料プール水位が最も低下する可能性のあるサイフォン現象による漏えいとして、燃料プール冷却浄化系配管の破断を想定するとともに、破断を想定している燃料プール冷却浄化系配管に設置されている2個の真空破断弁については、閉鎖を仮定する。
	安全機能の喪失に対する仮定	使用済燃料プール冷却機能及び注水機能喪失	サイフォンブレーク用配管により、サイフォン現象による流出が防止されるため、使用済燃料プール水位は燃料プール水戻り配管下端 (通常水位から約0.23m下) までの低下にとどまり、保守的にこの水位まで瞬時に低下するものとする。
	外部電源	外部電源なし	使用済燃料プール冷却機能及び注水機能喪失として、残留熱除去系、燃料プール冷却浄化系及び補給水系の機能喪失を設定 外部電源の有無は事象進展に影響しないが、資源の観点で厳しい外部電源なしを設定
	可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライイン) を使用した使用済燃料プールへの注水量	50m ³ /h	燃料の崩壊熱による使用済燃料プール水の蒸発量を上回り燃料損傷防止が可能な流量として設定
	可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライイン) の使用済燃料プールへの注水開始	事象発生から8時間後	可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライイン) の準備期間を考慮し、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽を維持する最低水位に到達しない時間として設定
	東海第二発電所の施設定期検査における実績を確認し、解除後から全燃料取出完了までの最短期間である約9日を考慮して原子炉停止後9日を設定。原子炉停止後9日とは発電機解列からの時間を示している。通常停止操作において原子炉の出力は発電機解列以前から徐々に低下させるが、崩壊熱評価はスクラムのようない瞬間的な出力を低下させる保守的な計算条件となっている。		

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6 / 7号機

東海第二発電所

備考

別紙 7-3-4

第7.3.2-2表 主要評価条件 (想定事故2) (2/2)

項目		主要評価条件	条件設定の考え方
事故条件	安全機能の喪失に対する仮定	使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能喪失	使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能として燃料プール冷却浄化系、残留熱除去系、復水補給水系等の機能喪失を設定
	配管損傷の想定	残留熱除去系の配管内径の1/2の長さで配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラックによる損傷	低圧配管であるため、全周破断の発生は考えづらいつと考え貫通クラックによる損傷を想定
	サイフォン現象による漏えい量	約70m ³ /h	想定される異物の弁への噛み込みにより逆止弁が固着し、その機能が十分に働かない状態を想定。なお、サイフォン現象による漏えいを停止させる配管の孔 (サイフォンブレイク) によるサイフォンブレイクには期待しない
重大事故等対策に関する条件	外部電源	外部電源なし	外部電源の有無は事象進展に影響しないことから、資源の観点で厳しい外部電源なしを設定
	燃料プール代替注水系	45m ³ /h (4台) ※1で注水	燃料プール代替注水系による注水を想定 設備の設計を踏まえて設定
	使用済燃料プール漏えい隔離	事象発生から150分後	認知、現場調査、漏えい箇所隔離までの操作の作業想定時間に余裕を留めて設定 (水位低下認知及び注水機能及び汚濁熱除去機能喪失確認に余裕を踏まえ1時間、水位低下要因調査及び現場隔離操作箇所への移動に1時間、隔離操作実施に30分の合計150分)
	燃料プール代替注水系による使用済燃料プールへの注水	事象発生から12時間後	可搬型設備に関して、事象発生から12時間後までは、その機能に期待しないと仮定

※1 燃料プール代替注水系 (常設スプレイヘッド)、燃料プール代替注水系 (可搬型スプレイヘッド) の注水容量は、ともに45m³/h以上(4台)である。

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
<p>10-7-3-50</p>	<p>第7.3.2-1 図 想定事故2の重大事故等対策の概略系統図</p>	<p>備 考</p>

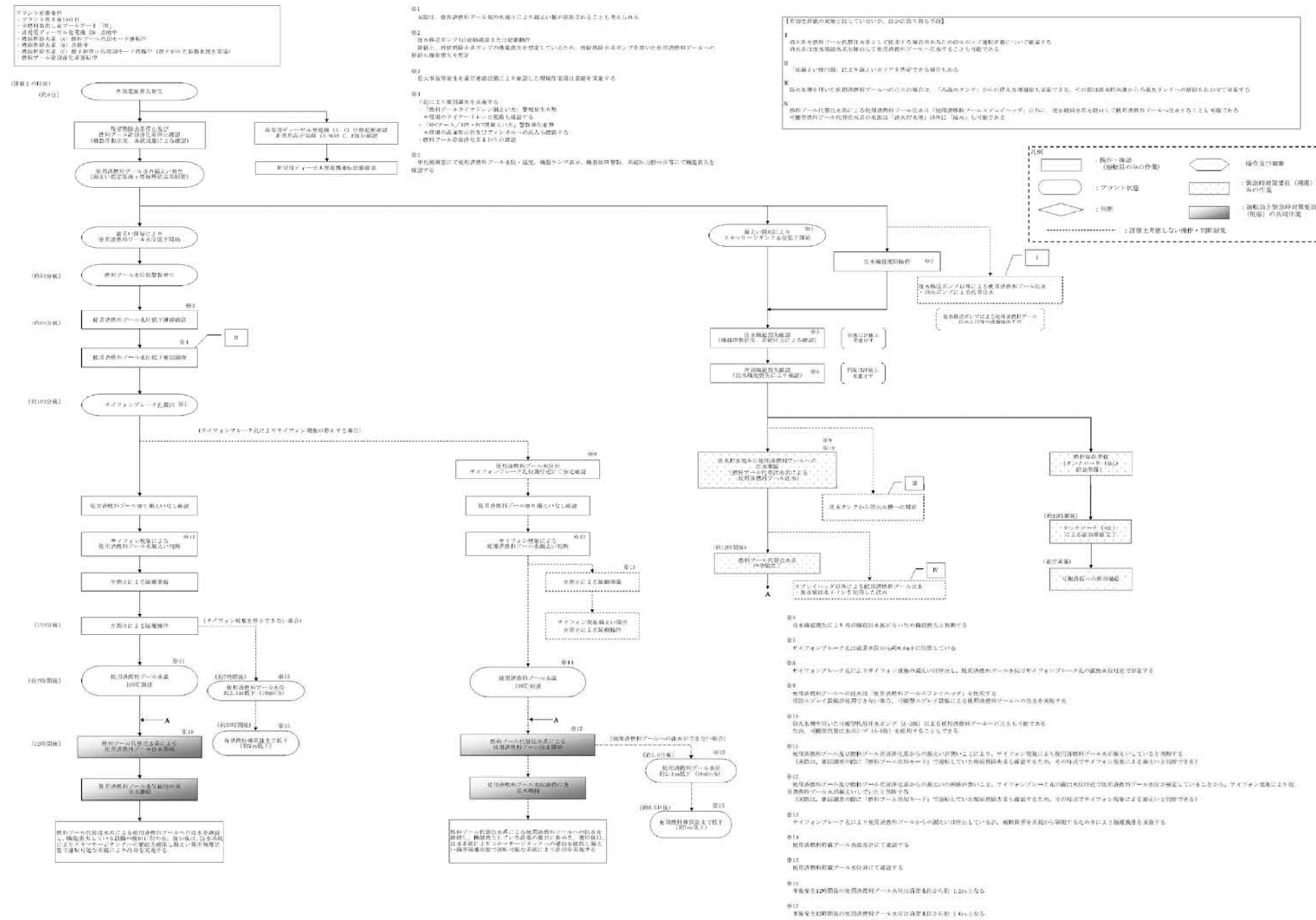
第7.3.2-1 図 「想定事故2」の重大事故等対策の概略系統図 (使用済燃料プールへの注水)

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽発電所6/7号機

備考

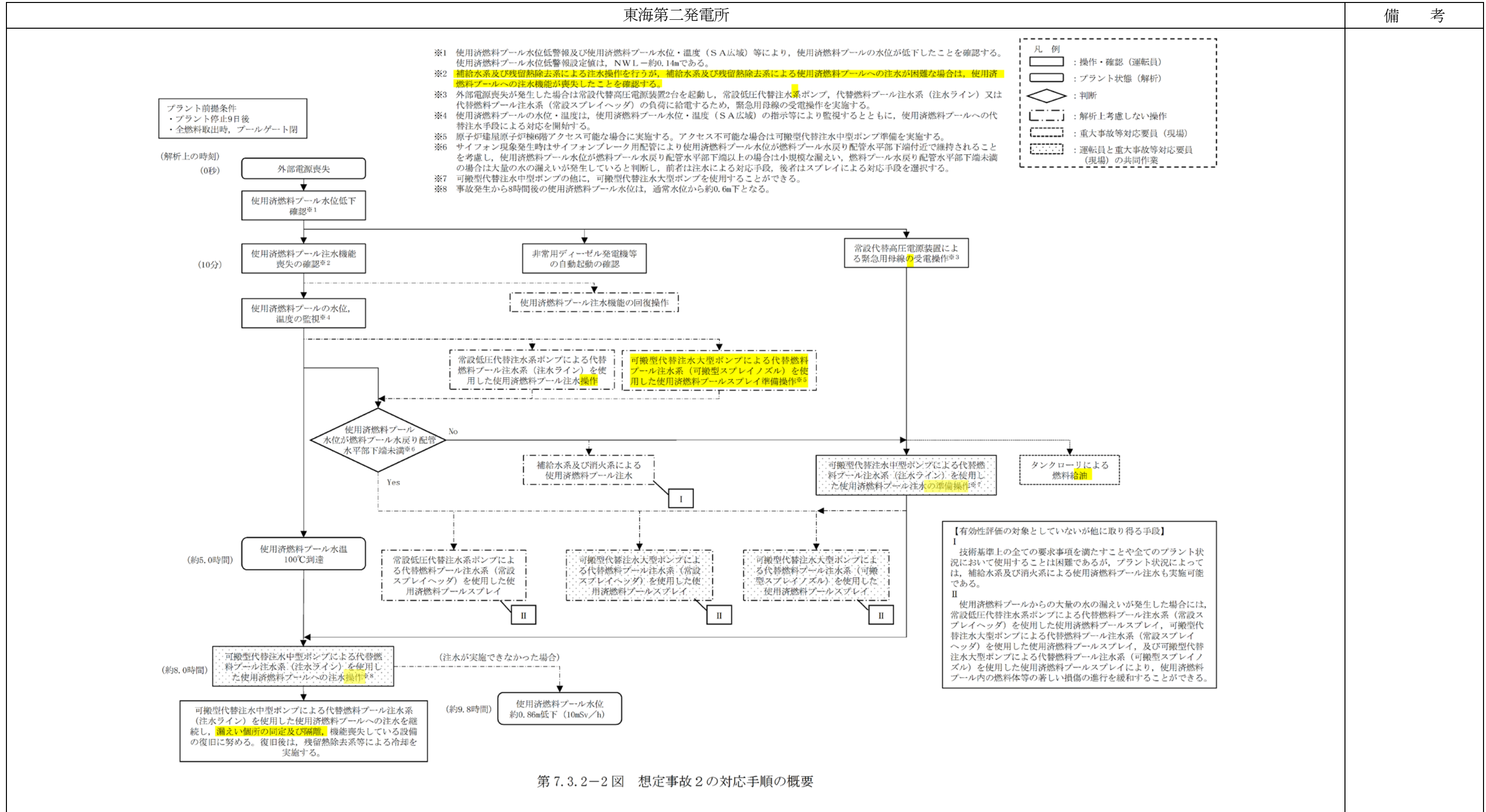
別紙 7-3-7



第7.3.2-2 図 「想定事故2」の対応手順の概要

10-7-3-18

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

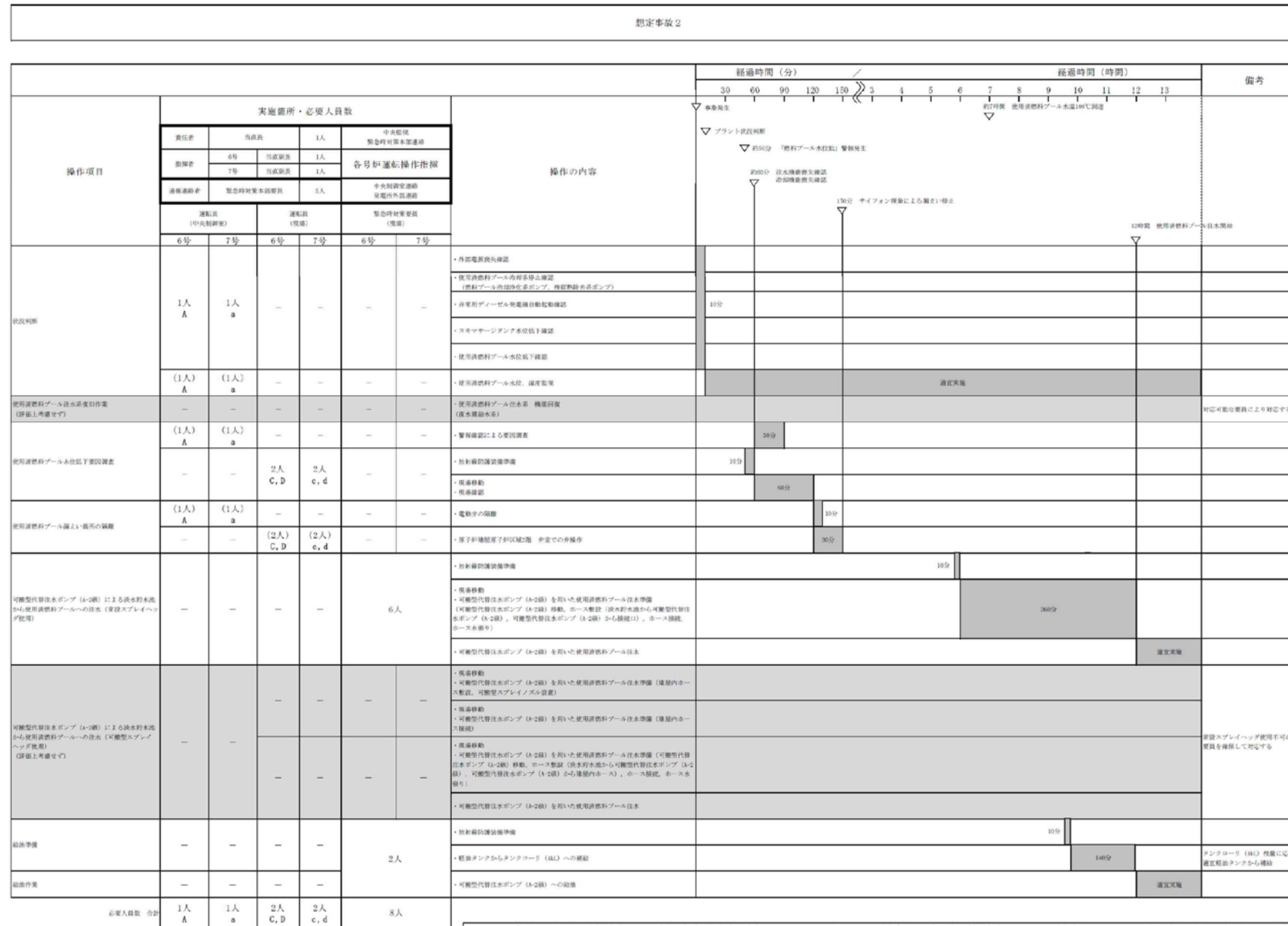


赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽発電所6 / 7号機

備考

別紙 7-3-8



第 7.3.2-3 図 「想定事故2」の作業と所要時間

10-7-3-19

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

東海第二発電所				備考		
想定事故2						
			経過時間 (時間)			
			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11			
操作項目	実施箇所・必要要員数 【】は動作前後移動してきた要員			操作の内容	経過時間 (時間)	備考
	責任者	当直班長	1人			
	補佐	当直副班長	1人	運転操作指揮補佐		
	通報連絡者	災害対策要員	2人	災害対策本部連絡 発電所外部連絡		
	当直運転員 (中央監視)	当直運転員 (現場)		重大事故等対応要員 (現場)		
状況判断	1人 A	-	-	●外部電源喪失の確認 ●非常用ディーゼル発電機等の自動起動の確認 ●使用済燃料プール水位低下の確認 ●使用済燃料プール注水機能喪失の確認(残留熱除去系及び補給水系)	10分	
	【1人】 A	-	-	●使用済燃料プール水位、温度監視		適宜実施
使用済燃料プール注水機能の回復 操作	-	2人 B,C	-	●使用済燃料プール注水機能 (残留熱除去系及び補給水系) の回復操作、失敗原因調査		適宜実施 解析上考慮しない
常設代替高圧電源装置による緊急 用母線受電操作	【1人】 A	-	-	●常設代替高圧電源装置2台起動操作及び緊急用母線受電操作	4分	
常設低圧代替注水ポンプによる 代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プール への注水操作	【1人】 A	-	-	●常設低圧代替注水ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) の系統構成操作及び使 用済燃料プールへの注水操作	15分	解析上考慮しない
可搬型代替注水大型ポンプによる 代替燃料プール注水系 (可搬型ス プレインゾル) を使用した使用済 燃料プールの注水操作	-	-	8人 a~h	●原子炉建屋への移動 ●ホース敷設操作及び可搬型スプレインゾルの設置 ●可搬型設備の保管場所への移動	40分 130分 30分	解析上考慮しない 原子炉建屋原子炉棟 6 階 にアクセス可能な場合に 実施 ※原子炉建屋原子炉棟 6 階での作業を含む
可搬型代替注水中型ポンプによる 代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プール 注水の準備操作	-	-	【8人】 a~h	●可搬型代替注水中型ポンプの移動、ホース敷設等の準備	170分	
	【1人】 A	-	-	●可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料 プール注水の系統構成操作 (電動車の操作)	4分	
可搬型代替注水中型ポンプによる 代替燃料プール注水系 (注水ライン) を使用した使用済燃料プール への注水操作	-	-	【2人】 a,b	●可搬型代替注水中型ポンプによる代替燃料プール注水系を使用した使用済燃料プールへの注 水操作		起動後適宜状態監視
タンクローリによる燃料給油操作	-	-	2人 (参集)	●可搬型設備用軽油タンクからタンクローリへの給油操作 ●可搬型代替注水中型ポンプへの給油操作		90分 適宜実施 タンクローリの残量に応 じて適宜軽油タンクから 給油する
漏えい箇所の特定及び隔離	【1人】 A	-	-	●管線確認による原因調査		適宜実施
	-	【2人】 B,C	-	●現場での系統隔離操作		適宜実施 解析上考慮しない
必要人員数 合計	1人 A	2人 B,C	8人 a~h 及び参集 2人			

第 7.3.2-3 図 想定事故2の作業と所要時間

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
<p style="text-align: center;">柏崎刈羽原子力発電所6/7号機</p> <p>有効燃料棒頂部からの水位 (m)</p> <p>事故後の時間 (h)</p> <p>第 7.3.2-4 図 使用済燃料プール水位の推移 (想定事故2)</p> <p>線量率 (mSv/h)</p> <p>有効燃料棒頂部からの水位 (m)</p> <p>第 7.3.2-5 図 使用済燃料プール水位と線量率 (想定事故2)</p> <p style="text-align: center;">10-7-3-53</p>	<p style="text-align: center;">東海第二発電所</p> <p>燃料有効長頂部からの水位 (m)</p> <p>事故後の時間 (h)</p> <p>第 7.3.2-4 図 使用済燃料プール水位の変化</p> <p>線量率 (mSv/h)</p> <p>燃料有効長頂部からの水位 (m)</p> <p>第 7.3.2-5 図 線量評価点における線量率と水位の関係</p>	<p style="text-align: center;">備考</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>7.4 運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故</p> <p>本発電用原子炉施設において選定された事故シーケンスグループごとに選定した重要事故シーケンスについて、その発生原因と当該事故に対処するために必要な対策について説明し、運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価を行い、その結果について説明する。</p> <p>7.4.1 崩壊熱除去機能喪失</p> <p>7.4.1.1 事故シーケンスグループの特徴、燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」に含まれる事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、①「崩壊熱除去機能喪失（RHR 機能喪失[フロントライン]）＋崩壊熱除去・注水系失敗」、②「崩壊熱除去機能喪失（代替除熱機能喪失[フロントライン]^{※1}）＋崩壊熱除去・注水系失敗」、③「崩壊熱除去機能喪失（補機冷却系機能喪失）＋崩壊熱除去・注水系失敗」及び④「外部電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗」である。</p> <p>※1 原子炉冷却材浄化系等の残留熱除去系以外の崩壊熱除去機能の喪失</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」では、原子炉の運転停止中に残留熱除去系の故障により、崩壊熱除去機能が喪失することを想定する。このため、燃料の崩壊熱により原子炉冷却材が蒸発することから、緩和措置がとられない場合には、原子炉水位の低下により燃料が露出し燃料損傷に至る。</p> <p>本事故シーケンスグループは、崩壊熱除去機能を喪失したことによって燃料損傷に至る事故シーケンスグループである。このため、運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価には、崩壊熱除去機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>したがって、本事故シーケンスグループでは、運転員が異常を認知して、待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水を行うことによって、燃料損傷の防止を図る。また、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転による最終的な熱の逃がし場へ熱の輸送を行うことにより、原子炉を除熱する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」における機能喪失に対して、燃料が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、待機中の残留熱除去系（低圧注水モード及び原子炉停止時冷却モード）による原子炉注水手段及び除熱手段を整備する。また、原子炉</p>	<p>7.4 運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故</p> <p>本発電用原子炉施設において選定された事故シーケンスグループごとに選定した重要事故シーケンスについて、その発生原因と当該事故に対処するために必要な対策について説明し、運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価を行い、その結果について説明する。</p> <p>7.4.1 崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）</p> <p>7.4.1.1 事故シーケンスグループの特徴、燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」に含まれる事故シーケンスとしては、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、①「残留熱除去系の故障（RHR 喪失）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」、②「残留熱除去系の故障（RHR S 喪失）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」及び③「外部電源喪失＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」では、原子炉の運転停止中に残留熱除去系の故障により、崩壊熱除去機能が喪失することを想定する。このため、燃料の崩壊熱により原子炉冷却材が蒸発し、保有水量が減少することで原子炉水位が低下することから、緩和措置がとられない場合には、原子炉水位の低下が継続し、燃料が露出することで燃料損傷に至る。</p> <p>本事故シーケンスグループは、崩壊熱除去機能が喪失したことによって燃料損傷に至る事故シーケンスグループである。このため、対策の有効性評価には、崩壊熱除去機能に対する設備に期待することが考えられる。</p> <p>以上により、本事故シーケンスグループでは、原子炉注水機能を用いて燃料損傷の防止を図るとともに、最終的な熱の逃がし場へ熱の輸送を行うことによって原子炉除熱を行う。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」において、燃料が著しい損傷に至ることなく、かつ十分な冷却を可能とするため、待機中の残留熱除去系（低圧注水系）及び残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉注水手段及び除熱手段を整備する。また、残留熱除去系の補機冷却</p>	<p>・柏崎はP R Aにおいて原子炉冷却材浄化系等の残留熱除去系以外の崩壊熱除去機能を緩和設備として期待しているため、崩壊熱除去機能喪失（代替除熱機能喪失[フロントライン]）＋崩壊熱除去・注水系失敗 が抽出されている。</p> <p>・柏崎6／7号は、原子炉補機冷却</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>補機冷却機能喪失により残留熱除去機能が喪失した場合については「7.4.2 全交流動力電源喪失」にて燃料損傷防止対策の有効性を確認する。これらの対策の概略系統図を第7.4.1-1 図及び第7.4.1-2 図に、手順の概要を第7.4.1-3 図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第7.4.1-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける重要事故シーケンスにおいて、6号及び7号炉同時の重大事故等対策に必要な要員は、中央制御室の運転員及び緊急時対策要員で構成され、合計14名である。その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は、当直長1名（6号及び7号炉兼任）、当直副長2名、運転操作対応を行う運転員6名である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う緊急時対策本部要員は5名である。</p> <p>必要な要員と作業項目について第7.4.1-4 図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員数を確認した結果、14名で対処可能である。</p> <p>a. 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）の故障に伴う崩壊熱除去機能喪失確認</p> <p>原子炉の運転停止中に残留熱除去系の故障により、崩壊熱除去機能が喪失する。これにより、原子炉水温が上昇し100℃に到達する。運転員は原子炉水温の上昇等を確認し、崩壊熱除去機能喪失を確認する。</p> <p>残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）の故障に伴う崩壊熱除去機能喪失を確認するために必要な計装設備は、残留熱除去系熱交換器出口温度等である。</p> <p>b. 逃がし安全弁による原子炉の低圧状態維持</p> <p>崩壊熱除去機能喪失により原子炉水温が100℃に到達し、原子炉圧力が上昇することから、原子炉を低圧状態に維持するため、中央制御室からの遠隔操作により逃がし安全弁1個を開操作する。</p> <p>逃がし安全弁による原子炉の低圧状態維持を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力等である。</p> <p>c. 残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水</p> <p>崩壊熱除去機能喪失により原子炉冷却材が蒸発し、原子炉水位が低下するため、中央制御室からの遠隔操作により待機していた残留熱除去系（低圧注水モード）運転による原子炉注水を開始し、原子炉水位を回復する。</p> <p>残留熱除去系（低圧注水モード）運転による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、残留熱除去系系統流量等である。</p>	<p>機能が喪失した場合については、「7.4.2 全交流動力電源喪失」にて燃料損傷防止対策の有効性を確認する。対策の概略系統図を第7.4.1-1 図に、対応手順の概要を第7.4.1-2 図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における手順と設備の関係を第7.4.1-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける重要事故シーケンスにおいて、必要な要員は、災害対策要員（初動）9名である。</p> <p>災害対策要員（初動）の内訳は、当直発電長1名、当直副発電長1名、運転操作対応を行う当直運転員3名、通報連絡等を行う情報班員2名及び現場操作を行う重大事故等対応要員2名である。</p> <p>必要な要員と作業項目について第7.4.1-3 図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員数を確認した結果、災害対策要員（初動）9名で対処可能である。</p> <p>a. 運転中の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の停止確認</p> <p>1時間毎の中央制御室の巡視により、崩壊熱除去機能が喪失していることを確認する。</p> <p>残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の故障に伴う崩壊熱除去機能喪失を判断するために必要な計装設備は、残留熱除去系熱交換器入口温度等である。</p> <p>b. 作業員への退避指示</p> <p>当直発電長は、崩壊熱除去機能の喪失を確認後、中央制御室からページングにより現場作業員へ退避指示を行う。</p> <p>c. 崩壊熱除去機能の確保操作</p> <p>崩壊熱除去機能の確保操作を実施する。</p> <p>d. 逃がし安全弁（自動減圧機能）の手動操作による原子炉の低圧状態維持操作</p> <p>崩壊熱除去機能の喪失により原子炉水温が100℃に到達した場合は、原子炉圧力が上昇する。原子炉を低圧状態に維持するため、中央制御室からの遠隔操作により逃がし安全弁（自動減圧機能）1弁を開操作する。</p> <p>逃がし安全弁（自動減圧機能）による原子炉の低圧状態維持を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力等である。</p> <p>e. 待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作</p> <p>崩壊熱除去機能喪失により原子炉冷却材が蒸発し原子炉水位が低下するため、中央制御室からの遠隔操作により待機中の残留熱除去系（低圧注水系）を起動して原子炉注水を開始し、原子炉水位を回復する。</p> <p>残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、残留熱除去系系統流量等である。</p>	<p>系により非常用DGとRHRを冷却しているため、全交流動力電源喪失の事故シーケンスグループにおいて原子炉補機冷却系の喪失を想定。</p> <ul style="list-style-type: none"> 東海第二は非常用DGとRHRの補機冷却系が独立しているため、全交流動力電源喪失の事故シーケンスグループにおいて原子炉補機冷却系の喪失は想定していない。原子炉補機冷却系の喪失は、本事故シーケンスグループの燃料損傷防止対策が有効である。 プラント基数、設備設計及び運用の違いにより必要要員数は異なるが、タイムチャートにより要員の充足性は確認される。 柏崎は、1時間毎の巡視により崩壊熱除去機能喪失を確認することを、フローチャートに記載。 東海第二では、解析上考慮しない操作も含め、手順に従い必ず実施する操作を記載

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>d. 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転による崩壊熱除去機能回復 残留熱除去系（低圧注水モード）運転による原子炉水位回復後、中央制御室にて残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）へ切替えを行い、崩壊熱除去機能を回復する。</p> <p>残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転による崩壊熱除去機能回復を確認するために必要な計装設備は、残留熱除去系熱交換器入口温度等である。</p> <p>崩壊熱除去機能回復後、逃がし安全弁を全閉とし、原子炉低圧状態の維持を停止する。</p> <p>7.4.1.2 燃料損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「崩壊熱除去機能喪失（RHR 機能喪失[フロントライン]）＋崩壊熱除去・注水系失敗」である。</p> <p>本重要事故シーケンスにおいて想定するプラント状態は、崩壊熱、原子炉冷却材の保有水量及び注水手段の多様性の観点から、「POS A PCV/RPV 開放及び原子炉ウェル満水への移行状態」が有効燃料棒頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界の確保に対して、最も厳しい想定である。したがって、当該プラント状態を基本とし、他のプラント状態も考慮した想定において評価項目を満足することを確認することにより、運転停止中の他のプラント状態においても、評価項目を満足できる。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な評価条件を第 7.4.1-2 表に示す。また、主要な評価条件について、本重要事故シーケンス特有の評価条件を以下に示す。</p>	<p>f. 原子炉保護系母線の受電操作 非常用ディーゼル発電機による非常用母線受電操作の完了後、非常用母線を介して原子炉保護系母線を受電する。原子炉保護系母線の受電後、格納容器隔離信号をリセットする。</p> <p>g. 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱操作 待機中の残留熱除去系（低圧注水系）運転による原子炉水位回復後、中央制御室及び現場[*]にて残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）への切替操作を実施し、崩壊熱除去機能を回復する。</p> <p>残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による崩壊熱除去機能回復を確認するために必要な計装設備は、残留熱除去系熱交換器入口温度等である。</p> <p>崩壊熱除去機能回復後、逃がし安全弁（自動減圧機能）を全閉とし、原子炉低圧状態の維持を停止する。</p> <p>※ 残留熱除去系の系統加圧ラインの手動弁を閉状態にする。</p> <p>h. 使用済燃料プールの冷却操作 代替燃料プール冷却系等を用いて使用済燃料プールへの注水及び冷却を実施する。</p> <p>7.4.1.2 燃料損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「6.2 評価対象事象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、運転中の残留熱除去系の機能喪失を起因事象とし、崩壊熱除去機能が喪失する「残留熱除去系の故障（RHR 喪失）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」である。</p> <p>本重要事故シーケンスは、運転停止中のいずれのプラント状態（POS）においても起こり得るため、崩壊熱、原子炉冷却材の保有水量及び注水手段の多様性の観点から、「POS-A PCV/RPV 開放及び原子炉ウェル満水への移行状態」を代表として、評価項目である燃料有効長頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界の確保を満足することを確認する。また、他のPOSも考慮した想定においてもこれらの評価項目を満足することを確認する。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な評価条件を第 7.4.1-2 表に示す。また、主要な評価条件について、本重要事故シーケンス特有の評価条件を以下に示す。</p>	<p>・東海第二は、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の格納容器隔離弁を開にするに当たって、原子炉保護系母線の受電が必要</p> <p>・東海第二は、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の系統構成に現場操作が必要</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備 考
<p>a. 初期条件</p> <p>(a) 原子炉圧力容器の状態 原子炉圧力容器の未開放時について評価する。原子炉圧力容器の開放時については、燃料の崩壊熱及び保有水量の観点から、未開放時の評価に包絡される。</p> <p>(b) 崩壊熱 原子炉停止後の崩壊熱は、ANSI/ANS-5.1-1979 の式に基づくものとし、また、崩壊熱を厳しく見積もるために、原子炉停止1日後の崩壊熱を用いる。このときの崩壊熱は約22MWである。 なお、崩壊熱に相当する原子炉冷却材の蒸発量は約37m³/hである。</p> <p>(c) 原子炉初期水位及び原子炉初期水温 事象発生前の原子炉水位は通常運転水位とし、また、原子炉初期水温は52℃とする。</p> <p>(d) 原子炉圧力 原子炉の初期圧力は大気圧が維持されているものとする。また、事象発生後において、水位低下量を厳しく見積もるために、原子炉圧力は大気圧に維持されているものとする^{※2}。 ※2 実操作では低圧注水系の注水準備が完了した後で原子炉減圧を実施することとなり、残留熱除去系の注水特性に応じて大気圧より高い圧力で注水が開始されることとなる。大気圧より高い圧力下での原子炉冷却材の蒸発量は大気圧下と比べ小さくなるため、原子炉圧力が大気圧に維持されているとした評価は保守的な条件となる。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 起回事象 起回事象として、運転中の残留熱除去系の故障によって、崩壊熱除去機能を喪失するものとする。</p> <p>(b) 安全機能喪失に対する仮定 起回事象の想定により、運転中の残留熱除去系の機能が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源は使用できないものと仮定する。 外部電源が使用できない場合においても、非常用ディーゼル発電機にて残留熱除去</p>	<p>a. 初期条件</p> <p>(a) 原子炉圧力容器の状態 評価対象としたPOS-Aにおける原子炉圧力容器の状態は、未開放状態又は開放状態であるが、遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい、未開放状態を評価条件とする。</p> <p>(b) 崩壊熱 原子炉停止後の崩壊熱は、ANSI/ANS-5.1-1979の式に基づくものとする。また、評価対象としたPOS-Aは原子炉停止1日後～2日後であるが、崩壊熱が高く、遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい、原子炉停止1日後の崩壊熱を評価条件とする。この時の崩壊熱は約18.8MWである。 なお、この時の崩壊熱による原子炉冷却材の蒸散を補うために必要な冷却材(32℃)の注水量は約27m³/hである。</p> <p>(c) 原子炉初期水位及び原子炉初期水温 評価対象としたPOS-Aにおける原子炉水位は、通常運転水位(燃料有効長頂部から約5.1m)から原子炉ウェル満水水位(燃料有効長頂部から約16.7m)までの範囲であるが、遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい、通常運転水位を評価条件とする。また、原子炉初期水温は残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の設計温度である52℃を評価条件とする。</p> <p>(d) 原子炉初期圧力 評価対象としたPOS-Aにおける原子炉の圧力は大気圧であるため原子炉の初期圧力は大気圧とする。また、解析上、原子炉の水位低下量を厳しく見積もるために、逃がし安全弁(自動減圧機能)の開操作によって原子炉圧力が大気圧に維持されているものとする*。 ※ 実操作では待機中の残留熱除去系(低圧注水系)の起動準備が完了した時点で原子炉減圧を実施する。原子炉圧力が大気圧より高い場合での原子炉冷却材の蒸発量は大気圧下と比べて小さくなるため、原子炉圧力が大気圧で維持されているとした評価は保守的な評価となる。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 起回事象 起回事象として、運転中の残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の故障によって、崩壊熱除去機能を喪失するものとする。</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定 起回事象の想定により、運転中の残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の崩壊熱除去機能が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源は事象発生1時間後に喪失するものと仮定する。 ここで、事象発生と同時に外部電源が喪失することを想定した場合、原子炉保護</p>	<p>・東海第二は、認知と運転員操作に要する時間の観点から、事象発生</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>系による原子炉注水が可能であり、外部電源がある場合と事象進展は同等となるが、資源の評価の観点で厳しい評価条件となる外部電源が使用できない場合を想定する。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 残留熱除去系（低圧注水モード） 残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水流量は 954m³/h とする。</p> <p>(b) 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード） 伝熱容量は、熱交換器 1 基あたり約 8MW（原子炉冷却材温度 52℃、海水温度 30℃において）とする。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水は、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）故障に伴う崩壊熱除去機能喪失確認を考慮し、事象発生から 2 時間後に実施するものとする。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスにおける原子炉水位の推移を第 7.4.1-5 図に、原子炉水位と線量率の関係を第 7.4.1-6 図に示す。</p> <p>a. 事象進展 事象発生後、残留熱除去系の故障に伴い崩壊熱除去機能が喪失することにより原子</p>	<p>系電源の喪失により格納容器隔離信号が発信し、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）のポンプ吸込ラインの格納容器隔離弁が自動閉となる。待機中の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）を起動するためには、格納容器隔離信号のリセット操作が必要であるため、運転員は事象後速やかに崩壊熱除去機能が喪失したことを認知することができる。このため、本評価においては、運転員による対応操作を厳しく評価する観点から、事象発生 1 時間後（1 時間毎の中央制御室の巡視により事象を認知する時刻）までは、外部電源がある場合を想定する。</p> <p>事象発生 1 時間以降は、外部電源の有無によらず事象進展は同様であるが、資源の評価の観点から厳しくなる、外部電源がない場合を想定する。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水流量 残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水流量は 1,605m³/h とする。</p> <p>(b) 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の伝熱容量 伝熱容量は、熱交換器 1 基当たり 43MW（原子炉冷却材温度 100℃、海水温度 32℃において）とする。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 崩壊熱除去機能喪失は、事象発生から 1 時間後の中央制御室の巡視において認知するものとする。なお、運転中の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）が故障した場合は、警報等により速やかに事象発生を認知できるが、運転員による対応操作の時間余裕を厳しく評価する観点から、本評価では警報による認知には期待せず、1 時間毎の中央制御室の巡視により残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）が停止していることを認知するものとしている。</p> <p>(b) 待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水は、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の故障の認知及び操作の時間を基に、更に時間余裕を考慮して、事象発生から 2 時間後に実施するものとする。</p> <p>(c) 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転は、原子炉保護系母線の受電操作の完了後に残留熱除去系の起動操作に要する時間を考慮して、事象発生から 4 時間 40 分後に実施する。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスの原子炉水位の推移を第 7.4.1-4 図に、原子炉水位と線量率の関係を第 7.4.1-5 図に示す。</p> <p>a. 事象進展 事象発生後、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の故障に伴い崩壊熱除去機能が</p>	<p>1 時間後に外部電源喪失が発生するとしている。</p> <p>・設備設計の違い</p> <p>・設備設計の違い</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>炉水温が上昇し、約1時間後に沸騰、蒸発することにより原子炉水位は低下し始める。残留熱除去系の機能喪失に伴う原子炉水温の上昇により異常を認知し、事象発生から約2時間後に待機中の残留熱除去系ポンプを起動し、残留熱除去系（低圧注水モード）による注水を行う。</p> <p>原子炉水位回復から約90分後、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）へ切り替え、除熱を開始することによって、原子炉水温は低下する^{※3}。</p> <p>※3 原子炉冷却材の温度が100℃の場合における残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）1台での除熱能力は、燃料の崩壊熱を上回るため、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）への切替えを実施することで原子炉水温は低下する。実操作では低圧注水系の準備が完了した後で原子炉減圧を実施することとなり、残留熱除去系の注水特性に応じて大気圧より高い圧力で注水が開始されることとなる。そのため、原子炉圧力が大気圧で維持されているとした評価は保守的な条件となる。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>原子炉水位は、第7.4.1-5図に示すとおり、有効燃料棒頂部の約3.3m上まで低下するに留まり、燃料は冠水維持される。</p> <p>原子炉圧力容器は未開放であり、第7.4.1-6図に示すとおり、必要な遮蔽^{※4}が維持される水位である有効燃料棒頂部の約2.0m上を下回ることがないため、放射線の遮蔽は維持される。なお、線量率の評価点は原子炉建屋オペレーティングフロアの床付近としている。また、全制御棒全挿入状態が維持されているため、未臨界は確保されている。</p> <p>原子炉水位回復後、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）による除熱を継続することで、長期的に安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「6.2.4.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>※4 必要な遮蔽の目安とした線量率は10mSv/hとする。崩壊熱除去機能喪失における原子炉建屋オペレーティングフロアでの作業時間及び作業員の退避は1時間以内であり、作業員の被ばく量は最大でも10mSvとなるため、緊急作業時における被ばく限度の100mSvに対して余裕がある。</p> <p>本事故に応じた燃料損傷防止対策において原子炉建屋オペレーティングフロアでの操作を必ず必要な作業としていないが、燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）を使用した使用済燃料プールへの注水について仮に考慮し、可搬型スプレイヘッド及びホースの設置にかかる作業時間を想定した。</p> <p>必要な遮蔽の目安とした線量率10mSv/hは、定期検査作業時での原子炉建屋オペレーティングフロアにおける線量率を考慮した値である。</p> <p>この線量率となる水位は有効燃料棒頂部の約2.0m上（通常水位から約2.4m下）の位置である。</p>	<p>喪失することにより原子炉水温が上昇し、約1.1時間後に沸騰、蒸発することにより原子炉水位は低下し始める。1時間毎の中央制御室の巡視により、崩壊熱除去機能が喪失していることを確認し、事象発生から2時間後に、待機中の残留熱除去系（低圧注水系）を起動し、原子炉注水を行う。</p> <p>事象発生から4時間40分後、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）への切替操作を実施し、崩壊熱除去機能を回復することによって、原子炉水温は低下する。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>原子炉水位は、第7.4.1-4図に示すとおり、燃料有効長頂部の約4.2m上まで低下するに留まり、燃料の冠水は維持される。</p> <p>原子炉圧力容器は未開放であり、第7.4.1-5図に示すとおり、必要な遮蔽が維持できる水位（必要な遮蔽の目安とした10mSv/h[*]が維持される水位）である燃料有効長頂部の約1.7mまで低下することはないため、放射線の遮蔽は維持される。なお、線量率の評価点は燃料取替機床上としている。また、全制御棒全挿入状態が維持されるため、未臨界は確保されている。</p> <p>原子炉水位回復後、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による除熱を継続することで、長期的に安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「6.2.4.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>※ 本事故シーケンスグループにおける必要な遮蔽の目安とした線量率は、原子炉建屋原子炉棟6階での操作時間から10mSv/hと設定した。原子炉建屋原子炉棟6階での操作は、使用済燃料プールの同時被災時における重大事故等対応要員による使用済燃料プールへの注水準備操作（可搬型スプレイノズルの設置及びホース敷設等）を想定しており、原子炉建屋原子炉棟6階を含め、原子炉建屋内に滞在する時間は2.2時間以内である。そのため、重大事故等対応要員の被ばく量は最大でも22mSvであり、緊急作業時における被ばく限度の100mSvに対して余裕がある。</p> <p>また、作業員等が事象発生時に原子炉建屋原子炉棟6階に滞在していた場合でも、事象発生後速やかに管理区域外へ退避するため、原子炉建屋原子炉棟6階での被ばく量は限定的である。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>7.4.1.3 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>本重要事故シーケンスは、原子炉の運転停止中に残留熱除去系の故障により、崩壊熱除去機能を喪失することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.4.1-2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約22.4MWに対して最確条件は約22MW以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、原子炉水温の上昇及び原子炉水位の低下は緩和されるが、注水操作は崩壊熱に応じた対応をとるものではなく、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉水温は、評価条件の52℃に対して最確条件は約40℃～約53℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、事象ごと異なる。原子炉水温が100℃かつ原子炉停止から12時間後の燃料の崩壊熱を用いて原子炉注水までの時間余裕を評価すると、必要な遮蔽が維持される水位（必要な遮蔽の目安とした10mSv/h^{※4}が維持される水位）である有効燃料棒頂部の約2.0m上の高さに到達するまでの時間は約2時間となることから、評価条件である原子炉水温が52℃、原子炉停止から1日後の燃料の崩壊熱の場合の評価より時間余裕は短くなるが、注水操作は原子炉水温に応じた対応をとるものではなく、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉水位は、評価条件の通常運転水位に対して最確条件は通常運転水位以上であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉水位より高くなるため、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は長くなるが、注水操作は原子炉水位に応じた対応をとるものではなく、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p>	<p>7.4.1.3 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>本重要事故シーケンスは、原子炉の運転停止中に、運転中の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の故障により、崩壊熱除去機能を喪失することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.4.1-2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、設計値を用いるか又は評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるよう保守的な設定をしていることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約18.8MWに対して最確条件は約18.8MW以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、原子炉水温上昇及び原子炉水位低下速度は緩やかになるが、原子炉への注水操作は崩壊熱に応じた対応をとるものではなく、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉初期水温は、評価条件の52℃に対して最確条件は約47℃～約58℃である。この原子炉水温は過去の原子炉停止1日後の温度の実績値であるが、原子炉停止操作の進捗状況の差異によるものと考えられる。本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している原子炉初期水温より高くなる場合があり、原子炉水位が燃料有効長頂部まで低下するまでの時間余裕は短くなる場合があるものの、原子炉への注水操作は原子炉水温に応じた対応をとるものではなく、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉初期水位は、評価条件の通常運転水位（燃料有効長頂部から約5.1m）に対して最確条件は通常運転水位に対してゆらぎ（通常運転水位±10cm程度）がある。本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している原子炉初期水位より低くなる場合があり、燃料有効長頂部まで水位が低下する時間は短くなる場合があるものの、原子炉への注水操作は原子炉水位に応じた対応をとるものではなく、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>初期条件の原子炉圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。仮に、原子炉圧力が大気圧より高い場合は、沸騰開始時間は遅くなり、原子炉水位の低下は緩和されるが、注水操作は原子炉圧力に応じた対応をとるものではなく、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力容器の状態は、評価条件の原子炉圧力容器の未開放に対して最確条件は事故事象ごとに異なるものであり、本評価条件の不確かさとして、原子炉圧力容器の未開放時は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。原子炉圧力容器の開放時は、原子炉減圧操作が不要となるが、事象進展に与える影響は小さいことから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約 22.4MW に対して最確条件は約 22MW 以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、原子炉水温の上昇及び原子炉水位の低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。仮に、原子炉停止後の時間が短く、燃料の崩壊熱が大きい場合は、注水までの時間余裕が短くなることから、評価項目に対する余裕は小さくなる。原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱を用いて原子炉注水までの時間余裕を評価すると、必要な遮蔽が維持される水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h^{*4} が維持される水位）である有効燃料棒頂部の約 2.0m 上の高さに到達するまでの時間は約 2 時間、有効燃料棒頂部到達まで約 3 時間となることから、評価条件である原子炉停止 1 日後の評価より時間余裕は短くなる。ただし、必要な放射線の遮蔽は維持され、原子炉注水までの時間余裕も十分な時間が確保されていることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉水温は、評価条件の 52℃に対して最確条件は約 40℃～約 53℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、事故事象ごとに異なる。原子炉水温が 100℃かつ原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱を用いて原子炉注水までの時間余裕を評価すると、必要な遮蔽が維持される水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h^{*4} が維持される水位）である有効燃料棒頂部の約 2.0m 上の高さに到達するまでの時間は約 2 時間となることから、評価条件である原子炉水温が 52℃かつ原子炉停止から 1 日後の燃料の崩壊熱の場合の評価より時間余裕は短くなる。ただし、必要な放射線の遮蔽は維持され、原子炉注水までの時間余裕も十分な時間が確保されていることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉水位は、評価条件の通常運転水位に対して最確条件は通常運転水</p>	<p>初期条件の原子炉初期圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はなく、運転員等操作時間に与える影響はない。仮に、原子炉圧力が大気圧より高い場合は、沸騰開始時間が遅くなり、水位低下速度は緩やかになるが、原子炉への注水操作は原子炉初期圧力に応じた対応をとるものではなく、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力容器の状態は、評価条件の原子炉圧力容器未開放に対して最確条件は事故事象毎に異なるものであり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、原子炉圧力容器未開放の場合は評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はなく、運転員等操作時間に与える影響はない。また、原子炉圧力容器開放の場合は原子炉減圧操作が不要となるが、事象進展に与える影響は小さく、運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約 18.8MW に対して最確条件は約 18.8MW 以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、原子炉水温上昇及び原子炉水位低下速度は緩やかになることから、評価項目となるパラメータの判断基準に対する余裕が大きくなる。また、原子炉停止後の時間が短く、燃料の崩壊熱が大きい場合は燃料有効長頂部が露出するまでの時間余裕が短くなる。原子炉水温が 100℃かつ原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱の場合でも、必要な遮蔽が維持できる水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h が維持できる水位）である燃料有効長頂部の約 1.7m 上の高さに到達するまでの時間は約 2.9 時間、燃料有効長頂部までの時間は約 4.3 時間であり、必要な放射線の遮蔽は維持され、原子炉への注水操作に対して十分な時間余裕が確保されているため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉初期水温は、評価条件の 52℃に対して最確条件は約 47℃～約 58℃である。本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉初期水温より高くなる場合があり、原子炉水位が燃料有効長頂部まで低下するまでの時間余裕は短くなる。原子炉水温が 100℃かつ原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱の場合でも、必要な遮蔽が維持できる水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h が維持できる水位）である燃料有効長頂部の約 1.7m 上の高さに到達するまでの時間余裕は約 2.9 時間、燃料有効長頂部までの時間余裕は約 4.3 時間であり、必要な放射線の遮蔽は維持され、原子炉への注水操作に対して十分な時間余裕が確保されているため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉初期水位は、評価条件の通常運転水位（燃料有効長頂部から約</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>位以上であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉水位より高くなるため、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで水位が低下する時間は長くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期条件の原子炉圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はないことから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。仮に、原子炉圧力が大気圧より高い場合は、沸騰開始時間が遅くなり、原子炉水位の低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる^{※5}。</p> <p>初期条件の原子炉圧力容器の状態は、評価条件の原子炉圧力容器の未開放に対して最確条件は事故事象ごとに異なるものであり、本評価条件の不確かさとして、原子炉圧力容器の未開放時は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はないことから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。原子炉圧力容器の開放時は、原子炉減圧操作が不要となるが、事象進展に与える影響は小さいことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>※5 原子炉圧力上昇による原子炉冷却材蒸発の抑制効果を考慮した評価。</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作の不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）の注水操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から2時間後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知により原子炉注水の必要性を確認し操作を実施することは容易であり、評価では事象発生から2時間後の注水操作開始を設定しているが、実態の注水操作開始時間は早くなる可能性があることから、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。</p>	<p>5.1m) に対して最確条件は通常運転水位に対してゆらぎ（通常運転水位±10cm 程度）がある。本評価条件の不確かさとして最確条件とした場合、評価条件で設定している原子炉初期水位より低くなる場合があるものの、原子炉初期水位のゆらぎによる変動量は、事象発生後の水位低下量に対して十分小さいことから、評価項目となるパラメータに対する影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉初期圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件と同様であることから、事象進展に与える影響はなく、評価項目となるパラメータに与える影響はない。仮に、原子炉圧力が大気圧より高い場合は、沸騰開始時間が遅くなり、原子炉水位の低下速度は緩やかになることから、評価項目となるパラメータの判断基準に対する余裕が大きくなる。</p> <p>初期条件の原子炉圧力容器の状態は、評価条件の原子炉圧力容器未開放に対して最確条件は事故事象毎であり、本評価条件の不確かさとして最確条件とした場合、原子炉圧力容器未開放の場合は評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はなく、評価項目となるパラメータに与える影響はない。原子炉圧力容器が開放の場合は原子炉減圧操作が不要となるが、事象進展に与える影響は小さく、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作に係る不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価する。評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から2時間を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、崩壊熱除去機能喪失による異常の認知により原子炉注水の必要性を認知し操作を実施することは容易であり、評価では事象発生から2時間後の注水操作開始を設定しているが、実際の注水操作開始時間は早くなる場合が考えられ、原子炉水位の回復が早くなる。</p> <p>操作条件の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から4時間40分後に完了する。運転員等操作時間に与える影響として、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱操作は、原子炉保護系母線の受電操作後に実施するため、受電操作の完了時刻の影響を受けるが、実態の操作時間が評価上の操作開始時間とほぼ同等であり、操作開始時間に与える影響は小さい。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）の注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間が早まり、原子炉水位の低下を緩和する可能性があることから、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握 操作開始時間の遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）の注水操作について、通常運転水位から放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は約3時間、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間が約5時間であり、事故を認知して注水を開始するまでの時間は2時間であるため、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>(3) まとめ 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。 この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.4.1.4 必要な要員及び資源の評価 (1) 必要な要員の評価 事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」において、6号及び7号炉同時の重大事故等対策時における必要な要員は、「7.4.1.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり14名である。「7.5.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」で説明している運転員、緊急時対策要員等の64名で対処可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価</p>	<p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、注水開始が早くなる場合は原子炉水位の低下が抑制され、評価項目となるパラメータの判断基準に対する余裕が大きくなる。なお、運転中の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）が故障した場合は、警報により事象発生を認知可能であり、待機中の残留熱除去系を原子炉停止時冷却系として速やかに起動することで崩壊熱除去機能を回復することができるため、評価項目となるパラメータの判断基準に対する余裕が大きくなるが、本評価ではこれに期待しないこととする。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握 操作遅れによる影響を把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作については、通常運転水位から放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は約4.5時間、燃料有効長頂部まで原子炉水位が低下するまでの時間は約6.3時間であり、これに対して、事故を認知して注水を開始するまでの時間は2時間であることから、準備時間が確保できるため、時間余裕がある。</p> <p>(3) まとめ 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件等の不確かさを考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。 この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.4.1.4 必要な要員及び資源の評価 (1) 必要な要員の評価 事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」の重大事故等対策時における必要な災害対策要員（初動）は、「7.4.1.3(3) 燃料損傷防止対策」に示すとおり9名であり、災害対策要員（初動）の37名で対処可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価</p>	<p>・東海第二は、警報によるRHRの故障の認知に期待した場合についても記載。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」において、水源、燃料及び電源の資源は、「7.5.1(2)資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源 残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水については、必要な注水量が少なく、また、サプレッション・チェンバのプール水を水源とすることから、水源が枯渇することはないため、7日間の継続実施が可能である。</p> <p>b. 燃料 非常用ディーゼル発電機による電源供給については、事象発生後7日間最大負荷で運転した場合、号炉あたり約753kLの軽油が必要となる。 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給については、事象発生直後の運転を想定すると、7日間の運転継続に合計約13kLの軽油が必要となる。（6号及び7号炉合計約1,519kL） 6号及び7号炉の各軽油タンクにて約1,020kL（6号及び7号炉合計約2,040kL）の軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備による電源供給及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給について、7日間の継続が可能である。</p> <p>c. 電源 外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機によって給電を行うものとする。6号及び7号炉において重大事故等対策時に必要な負荷は、各号炉の非常用ディーゼル発電機負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給が可能である。 また、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機についても、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>7.4.1.5 結論 事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」では、原子炉の運転停止中に残留熱除去系の故障により、崩壊熱除去機能を喪失することが特徴である。事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」に対する燃料損傷防止対策としては、残留熱除去系による原子炉注水手段及び除熱手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」の重要事故シーケンス「崩壊熱除去機能喪失（RHR機能喪失[フロン</p>	<p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」において、必要な水源、燃料及び電源の資源は、「7.5.1(2)資源の評価条件」の条件にて評価をしている。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水 源 待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水については、必要な注水量が少なく、また、サプレッション・プールを水源とすることから、水源が枯渇することはないため、7日間の対応が可能である。 なお、外部電源喪失を想定した場合でも同様である。</p> <p>b. 燃 料 外部電源喪失を想定した場合、事象発生直後から7日間の非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転を想定すると、非常用ディーゼル発電機については約484.0kL、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機については約130.3kL、合計で614.3kLの軽油が必要となる。軽油貯蔵タンクには約800kLの軽油を保有していることから、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機による7日間の電源供給の継続が可能である。</p> <p>c. 電 源 外部電源喪失を想定した場合、重大事故等対策時に必要な負荷は、非常用ディーゼル発電機等の容量内に収まることから、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>7.4.1.5 結 論 事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」では、原子炉の運転停止中に残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の故障により、崩壊熱除去機能を喪失することが特徴である。事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」に対する燃料損傷防止対策としては、待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水手段及び除熱手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」の重要事故シーケンス「残留熱除去系の故障（RHR喪失）+崩壊熱除去・</p>	<p>・設備の違い。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 崩壊熱除去機能喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>トライン]) +崩壊熱除去・注水系失敗」について有効性評価を行った。</p> <p>上記の場合においても、残留熱除去系による原子炉注水及び原子炉除熱を実施することにより、燃料損傷することはない。</p> <p>その結果、有効燃料棒頂部の冠水、放射線遮蔽の維持及び未臨界の確保ができることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び緊急時対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>以上のことから、残留熱除去系による原子炉注水、原子炉除熱等の燃料損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」に対して有効である。</p>	<p>炉心冷却失敗」について有効性評価を行った。</p> <p>上記の場合においても、待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水、及び残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による除熱を実施することにより、燃料損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料有効長頂部の冠水、放射線遮蔽の維持及び未臨界の確保ができることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び対策本部要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源については、外部支援を期待しないとしても、7日間以上の供給が可能である。</p> <p>以上のことから、事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」において、残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水及び残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による除熱等の燃料損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」に対して有効である。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.1-1表 「崩壊熱除去機能喪失」の重大事故等対策について

判断及び操作	手順	有効性評価上期待する事故対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)の故障に伴う崩壊熱除去機能喪失確認	原子炉の運転停止中に残留熱除去系の故障により、崩壊熱除去機能が喪失する。これにより、原子炉水温が上昇し100℃に到達する。	【非常用アイゼンル発電機】 【軽油タンク】	-	【残留熱除去系系流】 【残留熱除去系系流入口温度】 【残留熱除去系系流出口温度】
逃がし安全弁による原子炉の低圧状態維持	崩壊熱除去機能喪失により原子炉水温が100℃に到達し原子炉圧力が上昇することから、原子炉圧力を低圧状態に維持するため、中央制御室からの運転操作により逃がし安全弁1個を開操作する。	逃がし安全弁	-	原子炉圧力 (SA) 原子炉圧力 【残留熱除去系系流入口温度】
残留熱除去系(低圧注水モード)運転による原子炉注水	崩壊熱除去機能喪失により、原子炉冷却材が蒸発し原子炉水位が低下するため、中央制御室からの運転操作により待機していた残留熱除去系(低圧注水モード)運転による原子炉注水を開始し、原子炉水位を回復する。	【残留熱除去系(低圧注水モード)】	-	原子炉水位 (SA) 原子炉水位 【残留熱除去系系流】 【残留熱除去系系流入口温度】
残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)運転による崩壊熱除去機能回復	残留熱除去系(低圧注水モード)運転による原子炉水位回復後、中央制御室にて残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)へ切換えを行い、崩壊熱除去機能を回復する。崩壊熱除去機能回復後、逃がし安全弁を全閉とし、原子炉低圧状態の維持を停止する。	【残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)】	-	原子炉水位 (SA) 原子炉水位 【残留熱除去系系流】 【残留熱除去系系流入口温度】

【 】：重大事故等対策設備 (設計基準仕様)

10-7-4-66

第7.4.1-1表 崩壊熱除去機能喪失における重大事故等対策について (1/2)

操作及び確認	手順	重大事故等対策設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
運転中の残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の停止確認	・1時間毎の中央制御室の巡視により、崩壊熱除去機能が喪失していることを確認する。	-	-	残留熱除去系系流流量 ^{※1} 、 残留熱除去系系流ポンプ吐出圧力 ^{※1} 、 残留熱除去系系流交換器入口温度 ^{※2} 、 残留熱除去系系流交換器出口温度 ^{※3} 、 残留熱除去系系流海水系系流流量 ^{※4} 、
作業員への退避指示	・当直発電長は、崩壊熱除去機能の喪失を確認後、中央制御室からベージングにより現場作業員へ避難指示を行う。	-	-	-
崩壊熱除去機能の確保操作	・崩壊熱除去機能の確保操作を実施する。	-	-	-
逃がし安全弁(自動減圧機能)による原子炉の低圧状態維持操作	・崩壊熱除去機能の喪失により原子炉水温が100℃に到達した場合は、原子炉圧力が上昇する。原子炉圧力を低圧状態に維持するため、中央制御室からの遠隔操作により逃がし安全弁(自動減圧機能)1弁を開操作する。	逃がし安全弁(自動減圧機能)* 非常用窒素供給系高圧窒素ポンプ*	-	原子炉圧力* 原子炉圧力 (SA)

：有効性評価上考慮しない操作

* 既許可の対象となっている設備を重大事故等対策設備に位置付けるもの

※1 残留熱除去系ポンプの運転失敗時に当該計装設備で崩壊熱除去機能喪失を認知

※2 残留熱除去系ポンプの運転確認成功かつ熱交換器パイパス弁の誤閉時に当該計装設備で崩壊熱除去機能喪失を認知

※3 残留熱除去系ポンプの運転確認成功かつ熱交換器入口弁の誤閉時に当該計装設備で崩壊熱除去機能喪失を認知

※4 残留熱除去系海水ポンプの運転失敗時に当該計装設備で崩壊熱除去機能喪失を認知

10-7-885

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.1-1表 崩壊熱除去機能喪失における重大事故等対策について (2/2)

操作及び確認	手順	重大事故等対策設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水操作	<ul style="list-style-type: none"> 崩壊熱除去機能喪失により原子炉冷却材が蒸発し原子炉水位が低下するため、中央制御室からの遠隔操作により待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) を起動して原子炉注水を開始し、原子炉水位を回復する。 非常用ディーゼル発電機による非常用母線受電操作の完了後、非常用母線を介して原子炉保護系母線を受電する。 原子炉保護系母線を受電後、格納容器隔離信号をリセットする。 	残留熱除去系 (低圧注水系) * 非常用ディーゼル発電機* 軽油貯蔵タンク	—	原子炉水位 (広帯域、燃料域) * 原子炉水位 (S.A広帯域、S.A燃料域) 残留熱除去系系統流量*
原子炉保護系母線を受電操作	<ul style="list-style-type: none"> 非常用ディーゼル発電機による非常用母線受電操作の完了後、非常用母線を介して原子炉保護系母線を受電する。 原子炉保護系母線を受電後、格納容器隔離信号をリセットする。 	非常用ディーゼル発電機* 軽油貯蔵タンク	—	—
残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉冷却操作	<ul style="list-style-type: none"> 待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉水位回復後、中央制御室及び現場にて残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) への切替操作を実施し、崩壊熱除去機能を回復する。 崩壊熱除去機能回復後、逃がし安全弁 (自動減圧機能) を全閉とし、原子炉低圧状態の維持を停止する。 	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) * 非常用ディーゼル発電機* 軽油貯蔵タンク	—	原子炉水位 (広帯域、燃料域) * 原子炉水位 (S.A広帯域、S.A燃料域) 残留熱除去系系統流量* 残留熱除去系熱交換器入口温度* 残留熱除去系熱交換器出口温度* 残留熱除去系海水系系統流量*
使用済燃料プールの冷却操作	<ul style="list-style-type: none"> 代替燃料プール冷却系等を用いて使用済燃料プールへの注水及び冷却を実施する。 	—	—	—

* 既許可の対象となっていない設備を重大事故等対策設備に位置付けるもの
 : 有効性評価上考慮しない操作

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

第7.4.1-2表 主要評価条件 (崩壊熱除去機能喪失) (1/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
初期条件	原子炉圧力容器の状態	燃料の崩壊熱及び保有水量の観点から設定
	燃料の崩壊熱	約22.4MW (9×9燃料 (A型)、原子炉停止1日後 ^{※1})
	原子炉水位	通常運転水位 (セパレーター・ト下端から+119cm)
	原子炉水温	52℃
	原子炉圧力	大気圧
	起因事象、安全機能の喪失に対する仮定	残留熱除去系機能喪失
事故条件	外部電源	外部電源の有無は事象進展に影響しないことから、資源の観点で厳しい外部電源なしを設定

※1 原子炉停止1日後とは全制御棒全挿入からの時間を示している。通常停止操作において原子炉の出力は全制御棒全挿入完了及び発電機解列以前から徐々に低下させるが、崩壊熱評価はスクラムのよくなる瞬間に出力を低下させる保守的な計算条件となっている。

※2 サイクル末期の燃焼度のばらつきを考慮し、10%の保守性を考慮。

10-7-4-67

東海第二発電所

第7.4.1-2表 主要評価条件 (崩壊熱除去機能喪失) (1/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
初期条件	原子炉圧力容器の状態	燃料の崩壊熱及び保有水量の観点から設定
	崩壊熱	約18.8MW (ANSI/ANS-5.1-1979 (9×9燃料 (A型)、燃焼度33GWd/t、原子炉停止1日後))
	原子炉初期水位	通常運転水位 (燃料有効長頂部から約5.1m)
	原子炉初期水温	52℃
	原子炉初期圧力	大気圧
	サブレーション・プール水温	32℃
事故条件	起因事象	残留熱除去系機能喪失
	安全機能の喪失に対する仮定	崩壊熱除去系機能喪失

※ 原子炉停止から1日 (24時間) 後とは、発電機解列からの時間を示している。通常停止操作において原子炉の出力は発電機解列以前から徐々に低下させるが、崩壊熱評価は原子炉スクラムのよくなる瞬間に出力を低下させる保守的な計算条件となっている。

10-7-887

備考

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.1-2表 主要評価条件 (崩壊熱除去機能喪失) (2/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関する機器条件	残留熱除去系 (低圧注水モード)	954m ³ /hで注水
	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード)	熱交換器1基あたり約8MW (原子炉冷却材温度52℃、海水温度30℃において)
重大事故等対策に関する操作条件	残留熱除去系 (低圧注水モード) による原子炉注水	残留熱除去系の設計値として設定 (原子炉水位回復後は崩壊熱相当の注水を実施することで水位を維持するが、残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) を実施することで原子炉内の崩壊熱を除去できるため、注水が必要となる) 残留熱除去系の機能喪失に伴う異常の認知及び現場操作の実績等を基に、さらに余裕を考慮して設定

10-7-4-68

第7.4.1-2表 主要評価条件 (崩壊熱除去機能喪失) (2/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
事故条件	外部電源	事象発生と同時に外部電源が喪失した場合、原子炉保護系電源の喪失により格納容器隔離信号が発信し、残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) のポンプ吸込ラインの格納容器隔離弁が自動閉となる。 待機中の残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) を起動するためには、格納容器隔離信号のリセット操作が必要であるため、運転員は事後速やかに崩壊熱除去機能が喪失したことを認知することができる。このため、本評価においては、運転員による対応操作を厳しく評価する観点から、事象発生1時間後 (1時間毎の中央制御室の巡視により事象を認知する時刻) までは外部電源がある場合を想定する。事象発生1時間以降は、外部電源の有無によらず事象進展は同様であるが、資源の評価の観点から厳しくなる、外部電源がない場合を想定する。
重大事故等対策に関する機器条件	残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水流量 1,605m ³ /h	残留熱除去系 (低圧注水系) の設計値を設定
重大事故等対策に関する操作条件	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱量 熱交換器1台当たり約43MW (原子炉冷却材温度100℃、海水温度32℃において) 残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水 残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱操作	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の除熱性能を厳しくする観点で、過去の実績を包含する高めの海水温度を設定 事象発生時の認知及び操作の時間を基に、更に時間余裕を考慮して設定 原子炉保護系母線の受電操作の完了後、残留熱除去系の起動操作に要する時間を考慮して設定

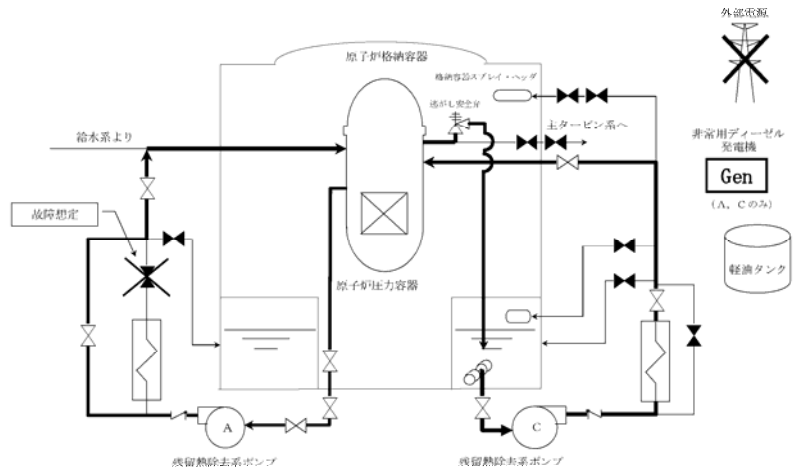
10-7-888

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

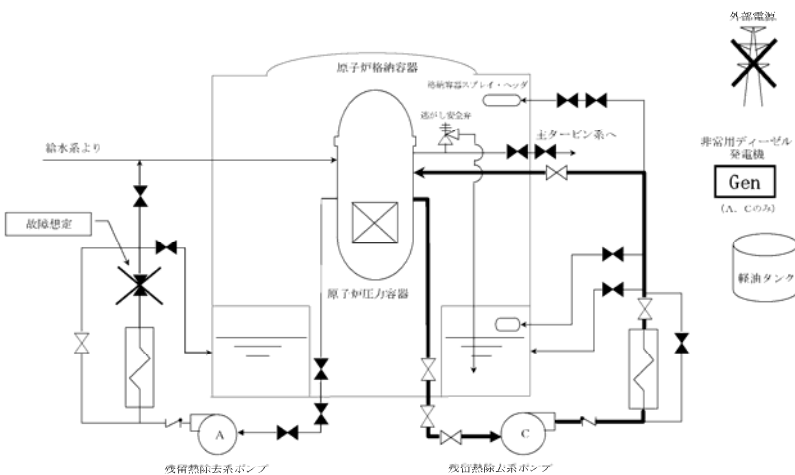
柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

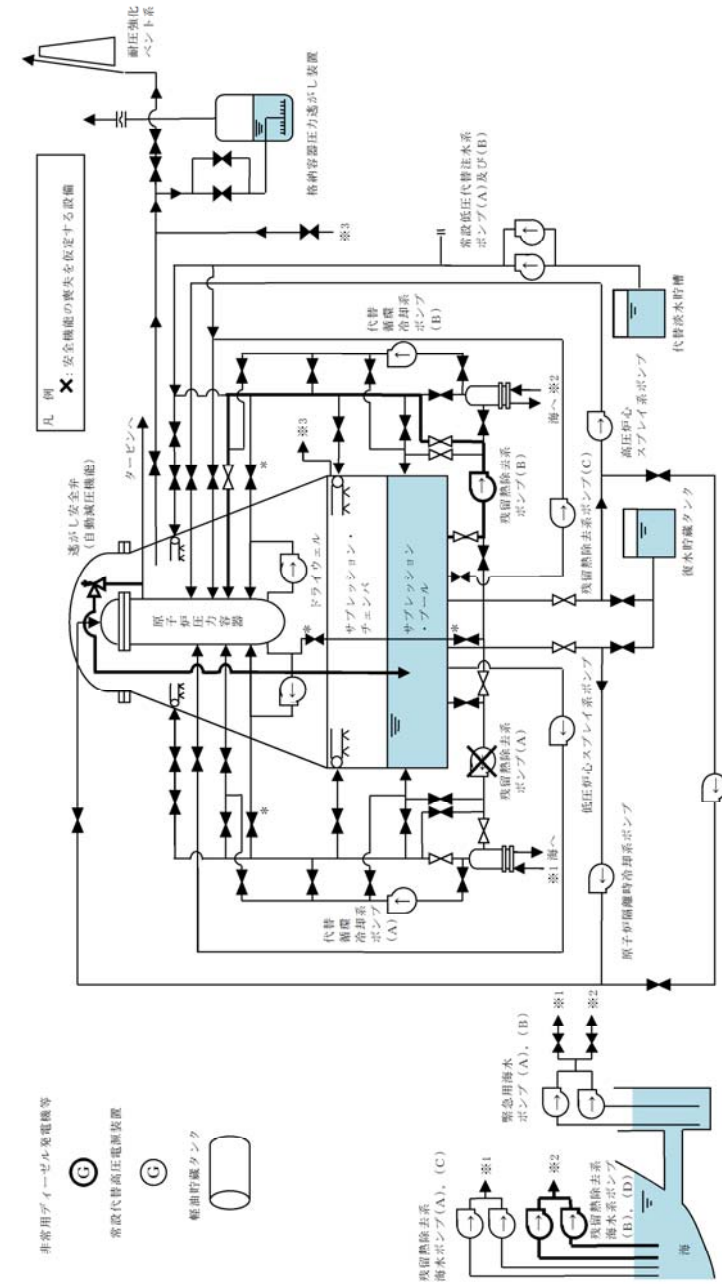


第 7.4.1-1 図 「崩壊熱除去機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (1/2)
 (原子炉停止時冷却失敗, 原子炉減圧及び原子炉注水)



第 7.4.1-2 図 「崩壊熱除去機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (2/2)
 (原子炉停止時冷却)

10-7-4-79



第 7.4.1-1 図 崩壊熱除去機能喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (1/2)
 (原子炉減圧及び残留熱除去系 (低圧注水系))

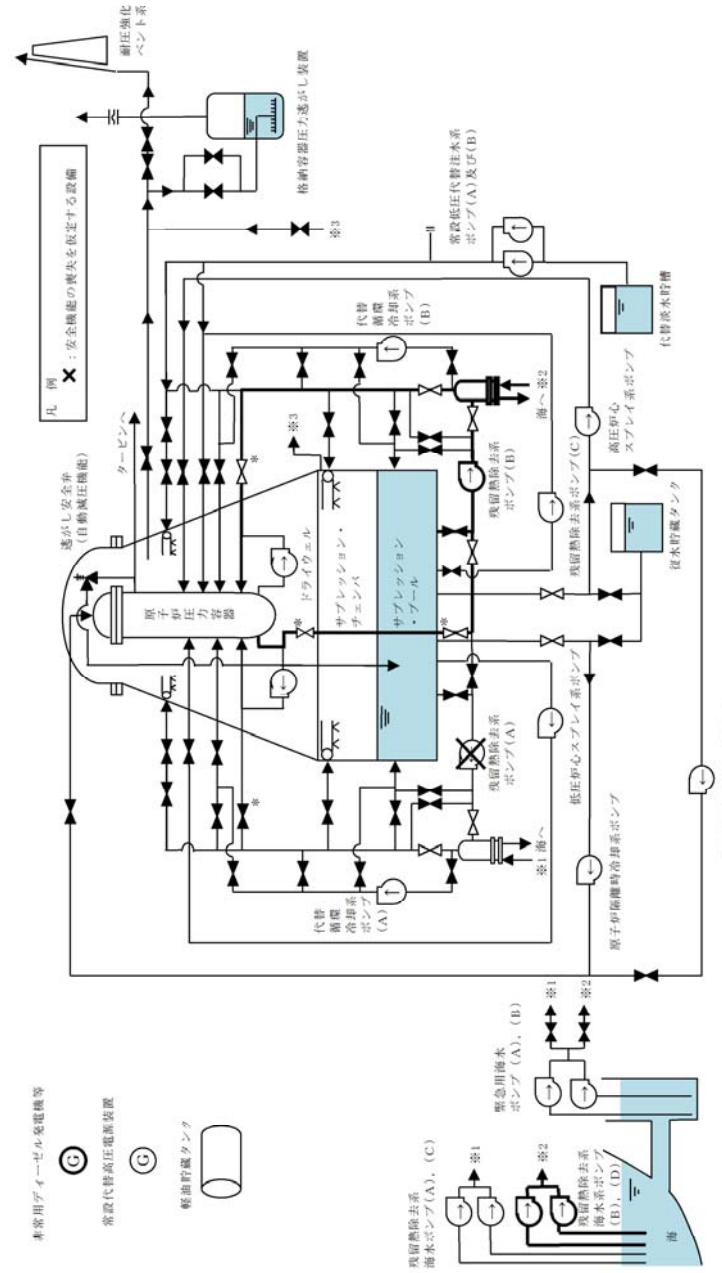
10-7-889

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考



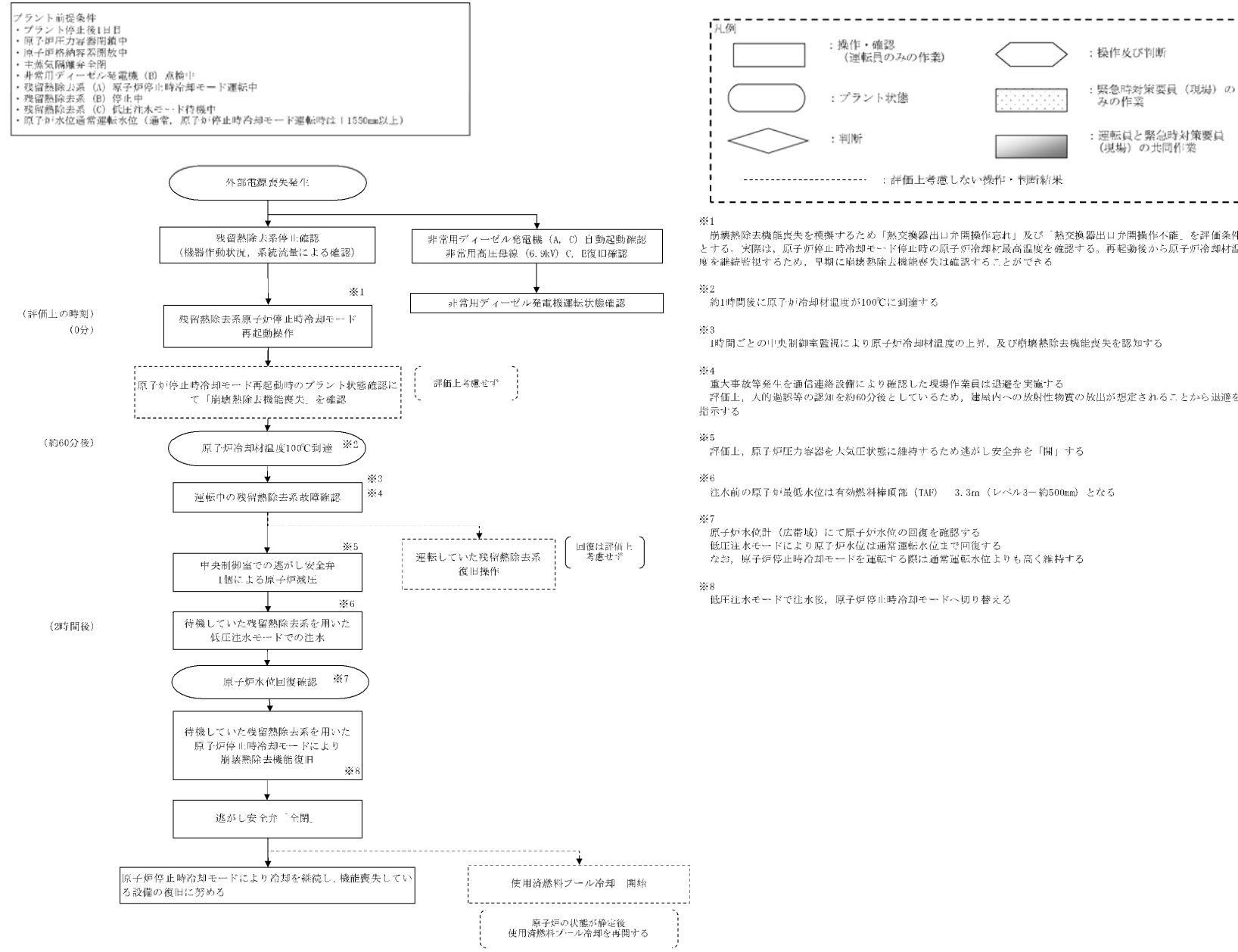
10-7-890

第 7.4.1-1 図 崩壊熱除去機能喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (2/2)
 (残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系))

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

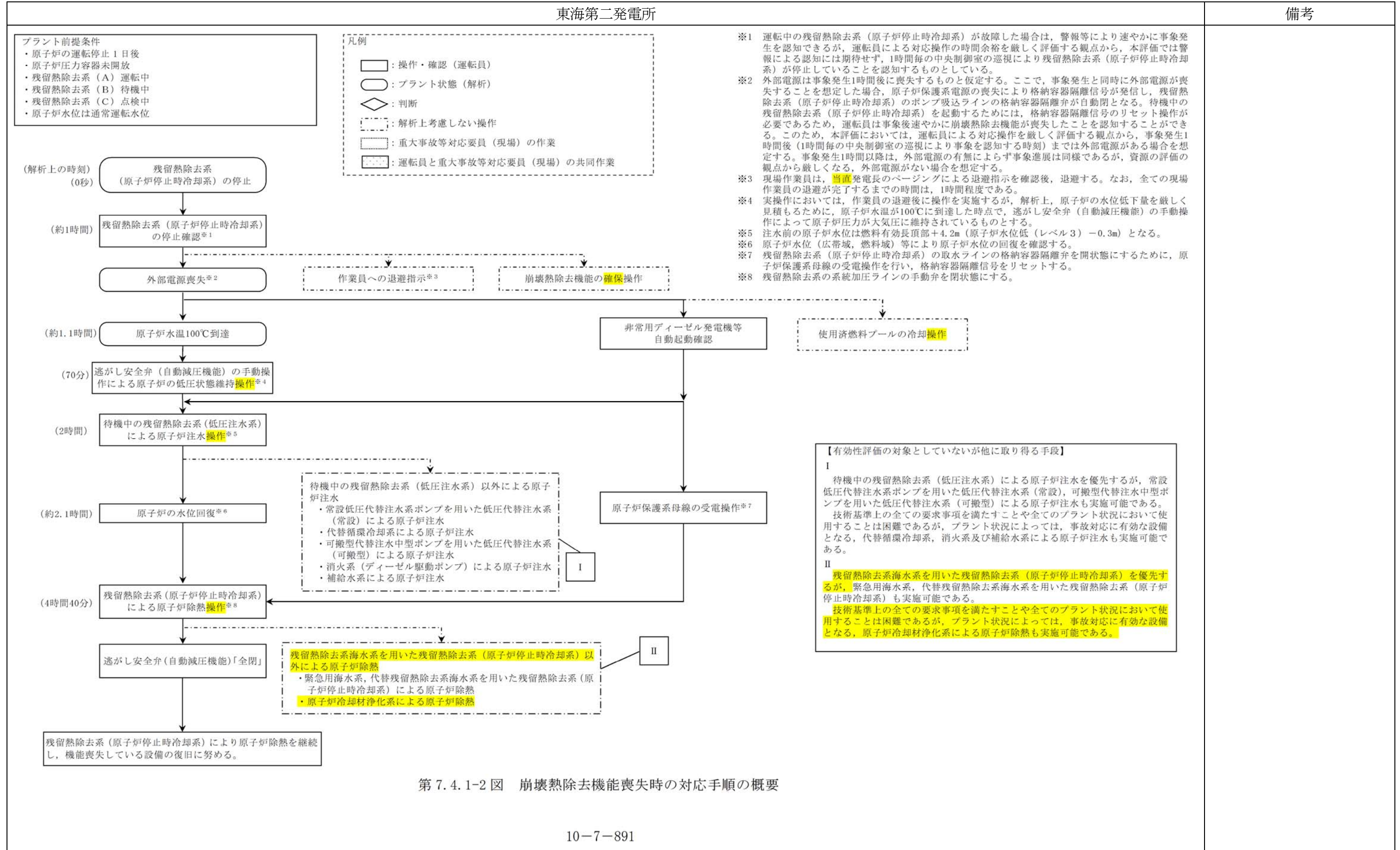
備考



第 7.4.1-3 図 「崩壊熱除去機能喪失」の対応手順の概要

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表 (運転停止時 崩壊熱除去機能喪失)

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)



赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

備考

実施箇所・必要人員数							操作の内容	経過時間 (時間)											備考
責任者	当直長		1人		中央監視 緊急時対策本部連絡			0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	
操作項目	指揮者	6号	当直副長	1人	各号炉運転操作指揮		操作の内容	▽ 事象発生											
	通報連絡者	緊急時対策本部要員		6人		中央制御室連絡 発電所外へ連絡		▽ プラント状況確認 (残留熱除去系故障認知)											
	運転員 (中央制御室)	6号	7号	6号	7号	緊急時対策要員 (現場)		▽ 約60分 原子炉冷却材温度100℃到達											
	運転員 (現場)	6号	7号	6号	7号	緊急時対策要員 (現場)		▽ 2時間 原子炉注水開始											
状況判断	1人 A	1人 a	-	-	-	-	・外部電源喪失確認	[0.5 - 1.0]											
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・非常用ディーゼル発電機起動確認	[1.0 - 1.5]											
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 (運転機) 原子炉停止時冷却モード 停止確認	[1.5 - 2.0]											残留熱除去系ポンプ (A)
残留熱除去系復旧操作	-	-	-	-	-	-	・残留熱除去系 (運転機) 原子炉停止時冷却モード 再起動操作	[2.0 - 2.5]											残留熱除去系ポンプ (A)
原子炉減圧操作	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・逃がし安全弁 1個 手動開放操作	[2.5 - 3.0]											
原子炉水位回復作業	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 (待機機) 低圧注水モード 起動/停止操作	[3.0 - 3.5]											通常運転水位まで回復後停止 残留熱除去系ポンプ (C)
残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) 運転	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 (待機機) 原子炉停止時冷却モード 系統構成	[3.5 - 4.0]											90分 残留熱除去系ポンプ (C)
	-	-	2人 C, D	2人 c, d	-	-	・放射線防護装置準備	[4.0 - 4.5]											10分
	-	-	-	-	-	-	・現場移動 残留熱除去系 電動弁開閉	[4.5 - 5.0]											30分 残留熱除去系ポンプ (C)
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 (待機機) 原子炉停止時冷却モード 起動操作	[5.0 - 5.5]											5分 残留熱除去系ポンプ (C)
使用済燃料プール冷却 再開 (詳細は考慮せず)	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・スキマージタンク水位調整 燃料プール冷却浄化系 系統構成	[5.5 - 6.0]											30分 適宜実施 残留熱除去系ポンプ (C)
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・燃料プールの冷却浄化系再起動 必要に応じてスキマージタンクへの補給を実施する	[6.0 - 6.5]											30分 燃料プール水温「77℃」以下維持 要員を確保して対応する
必要人員数 合計	1人 A	1人 a	2人 C, D	2人 c, d	0人														

() 内の数字は他の作業終了後、移動して対応する人員数

第 7.4.1-4 図 「崩壊熱除去機能喪失」の作業と所要時間

10-7-4-81

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表 (運転停止時 崩壊熱除去機能喪失)

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

東海第二発電所				備考			
停止中の崩壊熱除去機能喪失							
操作項目	実施箇所・必要員数			操作の内容	経過時間 (時間)	備考	
	責任者	当直発電長	1人				中央監視 運転操作指揮
	補位	当直副発電長	1人	運転操作指揮補佐			
	通報連絡者	災害対策要員	2人	災害対策本部連絡 発電所外部連絡			
	当直運転員 (中央制御室)	当直運転員 (現場)	重大事故等対応要員 (現場)				
状況判断	1人 A	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ●原子炉水温上昇、残留熱除去系の系統流量低下等による崩壊熱除去機能喪失の確認 ●外部電源喪失の確認 ●非常用ディーゼル発電機等自動起動確認 ●残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の停止確認 	事象発生 約1時間 プラント状況判断 約1.1時間 原子炉水温 100°C到達 2時間 残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水開始 約2.1時間 原子炉水位回復 4時間40分 残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) 運転開始	10分 60分以内 10分 105分 5分 40分 2分 30分 45分 6分 20分 15分	残留熱除去系 (A) 解析上考慮しない 中央制御室で発電長が指示する 残留熱除去系 (B) 解析上考慮しない スロッシングによる水位低下がある場合は代替燃料プール冷却系の起動までに実施する 解析上考慮しない 約55時間までに実施する
作業員への退避指示	-	-	-	●当直発電長による作業員への退避指示	60分以内	退避完了	解析上考慮しない 中央制御室で発電長が指示する
逃がし安全弁 (自動減圧機能) による原子炉の低圧状態維持操作	【1人】 A	-	-	●逃がし安全弁 (自動減圧機能) 1弁の手動開放操作	1分		
原子炉保護系母線の受電操作	【1人】 A	-	-	●原子炉保護系母線の復旧準備操作	10分		
	-	【2人】 B, C	-	●原子炉保護系母線の復旧操作 (現場)	105分		
待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水操作	【1人】 A	-	-	●待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水操作	5分		
崩壊熱除去機能の確保操作	-	-	2人 a, b	●崩壊熱除去機能回復操作	適宜実施		解析上考慮しない
原子炉保護系母線の受電操作	【1人】 A	-	-	●原子炉保護系母線の復旧操作 (中央制御室)	40分		
残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱操作	【1人】 A	-	-	●残留熱除去系 (低圧注水系) の停止	2分		残留熱除去系 (B) 適宜監視
	【1人】 A	-	-	●残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) への系統構成操作 (中央制御室)	30分		
	-	【2人】 B, C	-	●残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) への系統構成操作 (現場)	45分		
	【1人】 A	-	-	●残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱の起動操作 ●残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) 運転による原子炉除熱状態の監視	6分		
使用済燃料プールの冷却操作	【1人】 A	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ●常設低圧代替注水系ポンプを用いた代替燃料プール注水系 (注水ライン) による使用済燃料プールへの注水操作 ●緊急用海水系による海水通水の系統構成操作及び起動操作 ●代替燃料プール冷却系の起動操作 	適宜実施	20分 15分	解析上考慮しない スロッシングによる水位低下がある場合は代替燃料プール冷却系の起動までに実施する 解析上考慮しない 約55時間までに実施する
必要要員 合計	1人 A	2人 B, C	2人 a, b				

第7.4.1-3図 崩壊熱除去機能喪失時の作業と所要時間

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表 (運転停止時 崩壊熱除去機能喪失)

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

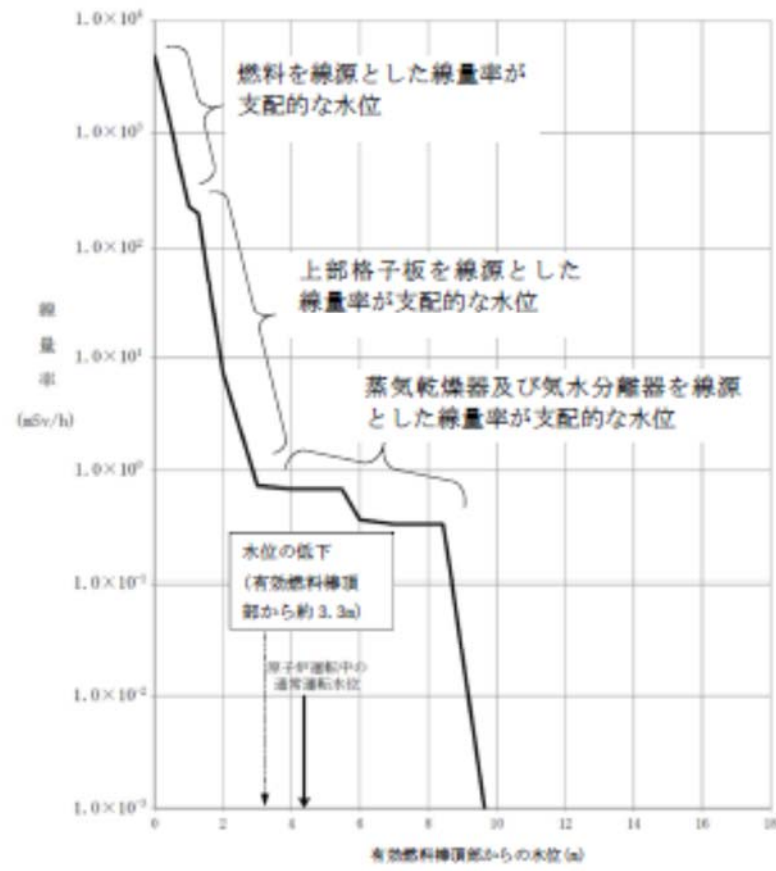
柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
<p>第7.4.1-5図 原子炉水位の推移</p> <p>10-7-4-82</p>	<p>第7.4.1-4図 原子炉水位の推移</p> <p>10-7-893</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

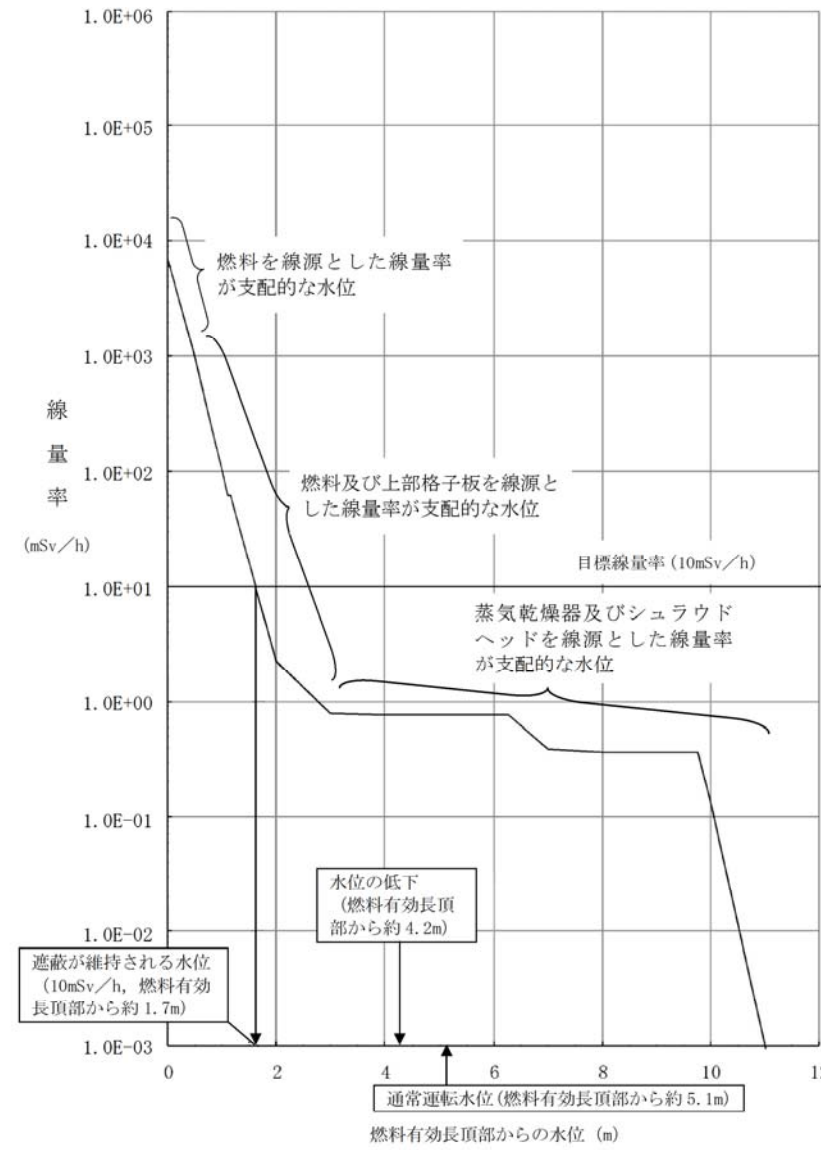
東海第二発電所

備考



第7.4.1-6図 原子炉水位と線量率

10-7-4-83



第7.4.1-5図 原子炉水位と線量率

10-7-894

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>7.4.2 全交流動力電源喪失</p> <p>7.4.2.1 事故シーケンスグループの特徴，燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」に含まれる事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり，①「外部電源喪失＋直流電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗」及び②「外部電源喪失＋交流電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」では，原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失することにより，原子炉の注水機能及び除熱機能が喪失することを想定する。このため，燃料の崩壊熱により原子炉冷却材が蒸発することから，緩和措置がとられない場合には，原子炉水位の低下により燃料が露出し，燃料損傷に至る。</p> <p>本事故シーケンスグループは，全交流動力電源が喪失したことによって燃料損傷に至る事故シーケンスグループである。このため，運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価には，全交流動力電源に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>したがって，本事故シーケンスグループでは，運転員が異常を認知して，常設代替交流電源設備による電源供給，低圧代替注水系（常設）による原子炉注水を行うことにより，燃料損傷の防止を図る。また，代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）による最終的な熱の逃がし場へ熱の輸送を行うことにより，原子炉を除熱する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」における機能喪失に対して，燃料が著しい損傷に至ることなく，かつ，十分な冷却を可能とするため，初期の対策として常設代替交流電源設備による給電手段，低圧代替注水系（常設）による原子炉注水手段を整備する。また，安定状態に向けた対策として代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系による原子炉除熱手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第7.4.2-1 図及び第7.4.2-2 図に，手順の概要を第7.4.2-3 図に示すとともに，重大事故等対策の概要を以下に示す。また，重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第7.4.2-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける重要事故シーケンスにおいて，事象発生10 時間までの6 号及び7 号炉同時の重大事故等対策に必要な要員は，中央制御室の運転員及び緊急時対策要員で構成され，合計16 名である。その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は，当直長1 名（6 号及び7 号炉兼任），当直副長2 名，運転操作対応を行う運転員6 名である。発電所構内に常駐している要員のうち，通報連絡等</p>	<p>7.4.2 全交流動力電源喪失</p> <p>7.4.2.1 事故シーケンスグループの特徴，炉心損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」に含まれる事故シーケンスとしては，「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり，①「外部電源喪失＋交流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」及び②「外部電源喪失＋直流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」では，原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失することにより，原子炉注水機能及び崩壊熱除去機能が喪失することを想定する。このため，燃料の崩壊熱により原子炉冷却材が蒸発し，保有水量が減少することで原子炉水位が低下することから，緩和措置が取られない場合には，原子炉水位の低下が継続し，燃料が露出することで燃料損傷に至る。</p> <p>本事故シーケンスグループは，全交流動力電源が喪失したことによって燃料損傷に至る事故シーケンスグループである。このため，重大事故等対策の有効性評価には，交流動力電源の供給機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>以上により，本事故シーケンスグループでは，代替の交流動力電源供給機能からの給電により原子炉注水機能を確保し，原子炉注水を行うことにより，燃料損傷の防止を図る。また，代替交流電源設備により交流動力電源を復旧し，最終的な熱の逃がし場への熱輸送を行うことにより原子炉除熱を行う。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」において，燃料が著しい損傷に至ることなく，かつ十分な冷却を可能とするため，初期の対策として常設代替高圧電源装置による給電手段及び常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）による原子炉注水手段を整備する。また，安定状態に向けた対策として，残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱手段を整備する。対策の概略系統図を第7.4.2-1 図に，対応手順の概要を第7.4.2-2 図に示すとともに，重大事故等対策の概要を以下に示す。また，重大事故対策における手順と設備との関係を第7.4.2-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける重要事故シーケンスにおいて，必要な要員は災害対策要員（初動）17 名である。</p> <p>災害対策要員（初動）の内訳は，当直発電長1 名，当直副発電長1 名，運転操作対応を行う当直運転員3 名，通報連絡等を行う情報班員2 名及び現場操作を行う重大事故等対応要員10 名である。</p>	<p>・プラント基数，設備設計及び運用の違いにより必要要員数は異なるが，タイムチャートにより要員の充足性は確認される。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>を行う緊急時対策本部要員は5名、緊急時対策要員（現場）は2名である。</p> <p>また、事象発生10時間以降に追加に必要な要員は代替原子炉補機冷却系作業を行うための参集要員26名である。必要な要員と作業項目について第7.4.2-4図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員数を確認した結果、16名で対処可能である。</p> <p>a. 全交流動力電源喪失による残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）停止確認 原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失し、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転停止による崩壊熱除去機能が喪失する。</p> <p>残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転停止による崩壊熱除去機能喪失を確認するために必要な計装設備は、残留熱除去系系統流量である。</p> <p>b. 早期の電源回復不能判断及び対応準備 中央制御室からの操作により外部電源受電及び非常用ディーゼル発電機の起動ができず、非常用高压母線（6.9kV）の電源回復ができない場合、早期の電源回復不能と判断する。これにより、常設代替交流電源設備、代替原子炉補機冷却系、低压代替注水系（常設）の準備を開始する。</p> <p>c. 逃がし安全弁による原子炉の低压状態維持 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転停止により原子炉水温が100℃に到達し、原子炉圧力が上昇することから、原子炉圧力を低压状態に維持するため、中央</p>	<p>必要な要員と作業項目について第7.4.2-3図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員数を確認した結果、災害対策要員（初動）17名で対処可能である。</p> <p>a. 全交流動力電源喪失の確認 原子炉の運転停止中に、外部電源が喪失するとともに、非常用ディーゼル発電機等が全て機能喪失することで、全交流動力電源喪失となり、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転停止により崩壊熱除去機能が喪失する。</p> <p>b. 作業員への退避指示 当直発電長は、全交流動力電源喪失を確認後、中央制御室からページングにより現場作業員へ退避指示を行う。</p> <p>c. 常設代替高压電源装置による緊急用母線の受電操作 全交流動力電源喪失の確認後、中央制御室からの遠隔操作により外部電源受電及び非常用ディーゼル発電機の起動ができず、非常用母線の電源回復ができない場合、早期の電源回復不能と判断する。これにより、中央制御室からの遠隔操作によって、常設代替高压電源装置2台から緊急用母線を受電する。 常設代替高压電源装置による緊急用母線の受電操作に必要な計装設備は、緊急用M/C電圧等である。</p> <p>d. 電源確保操作対応 全交流動力電源喪失の確認後、非常用ディーゼル発電機等の機能回復操作及び外部電源の機能回復操作を実施する。</p> <p>e. 常設低压代替注水系ポンプを用いた低压代替注水系（常設）の起動準備操作 緊急用母線の受電操作の完了後、常設低压代替注水系ポンプを用いた低压代替注水系（常設）による原子炉注水の系統構成を実施する。</p> <p>f. 可搬型代替注水中型ポンプを用いた低压代替注水系（可搬型）の起動準備操作 全交流動力電源喪失に伴う低压注水機能喪失の確認後、可搬型代替注水中型ポンプを用いた低压代替注水系（可搬型）による原子炉注水準備を開始する。</p> <p>g. 常設代替高压電源装置による非常用母線の受電準備操作 早期の電源回復不能の確認後、中央制御室及び現場にて常設代替高压電源装置による非常用母線の受電準備操作を実施する。</p> <p>h. 逃がし安全弁（自動減圧機能）の手動操作による原子炉の低压状態維持操作 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転停止により原子炉水温が100℃に到達した場合は、原子炉圧力が上昇する。原子炉圧力を低压状態に維持するため、中</p>	<p>・東海第二では、解析上考慮しない操作も含め、手順に従い必ず実施する操作を記載</p> <p>・東海第二は、中央制御室から常設代替高压電源装置を起動できるため、早期に低压代替注水系（常設）の起動準備操作が可能</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>制御室からの遠隔操作により逃がし安全弁1個を開操作する。 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転停止による原子炉水温の上昇を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力容器温度である。 逃がし安全弁による原子炉の低圧状態維持を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力等である。</p> <p>d. 低圧代替注水系（常設）による原子炉注水 常設代替交流電源設備による交流電源供給を確認後、中央制御室からの遠隔操作により復水移送ポンプ1台を手動起動し、低圧代替注水系（常設）による原子炉注水を開始する。これにより、原子炉水位が回復する。 低圧代替注水系（常設）による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、原子炉水位及び復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）等である。</p> <p>e. 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転による崩壊熱除去機能回復 代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系の準備が完了後、中央制御室からの遠隔操作により残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転を再開する。 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転の再開を確認するために必要な計装設備は、残留熱除去系熱交換器入口温度等である。 崩壊熱除去機能回復後、逃がし安全弁を全閉とし、原子炉低圧状態の維持を停止する。</p> <p>7.4.2.2 燃料損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「外部電源喪失＋交流電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗」である。</p>	<p>中央制御室からの遠隔操作により逃がし安全弁（自動減圧機能）1弁を開操作する。 逃がし安全弁（自動減圧機能）による原子炉の低圧状態維持を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力等である。</p> <p>i. 原子炉水位の調整操作（低圧代替注水系（常設）） 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）により原子炉冷却材の蒸発量に応じた原子炉注水を実施し、原子炉水位を通常運転水位付近で維持する。 原子炉水位の調整操作（低圧代替注水系（常設））に必要な計装設備は、原子炉水位（広帯域、燃料域）及び低圧代替注水系原子炉注水流量等である。</p> <p>j. 常設代替高圧電源装置による非常用母線の受電操作 常設代替高圧電源装置による緊急用母線の受電操作及び非常用母線の受電準備操作の完了後、中央制御室からの遠隔操作により常設代替高圧電源装置3台を追加起動し、常設代替高圧電源装置5台から緊急用母線を介して非常用母線を受電する。 常設代替高圧電源装置による非常用母線受電操作に必要な計装設備は、M/C 2C（2D）電圧である。</p> <p>k. 原子炉保護系母線の受電操作 常設代替高圧電源装置による非常用母線の受電操作の完了後、非常用母線を介して原子炉保護系母線を受電する。原子炉保護系母線の受電後、格納容器隔離信号をリセットする。</p> <p>l. 緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱操作 常設代替高圧電源装置による非常用母線及び原子炉保護系母線の受電操作の完了後、中央制御室からの遠隔操作により緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転を開始する。緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転開始を確認するために必要な計装は、残留熱除去系熱交換器入口温度等である。 崩壊熱除去機能回復後、逃がし安全弁（自動減圧機能）を全閉とし、原子炉低圧状態の維持を停止する。</p> <p>m. 使用済燃料プールの冷却操作 代替燃料プール冷却系等を用いて使用済燃料プールへの注水及び冷却を実施する。</p> <p>7.4.2.2 燃料損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、外部電源喪失を起因事象とし、全ての非常用ディーゼル発電機等が機能喪失することで原子炉注水機能及び崩壊熱除</p>	<p>・東海第二は、原子炉水温が100℃に到達して水位が低下する前に低圧代替注水系（常設）の起動準備操作を完了できるため、原子炉水位を通常運転水位付近で維持できる。</p> <p>・東海第二は、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の格納容器隔離弁を開にするに当たって、原子炉保護系母線の受電が必要。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備 考
<p>なお、「7.4.1 崩壊熱除去機能喪失」で考慮している事故シーケンス（「崩壊熱除去機能喪失（補機冷却系機能喪失[フロントライン]）+崩壊熱除去・注水系失敗」及び「崩壊熱除去機能喪失（代替除熱機能喪失[フロントライン]）+崩壊熱除去・注水系失敗」）は、事象進展が同様なので併せて本重要事故シーケンスにおいて燃料損傷防止対策の有効性を確認する。</p> <p>本評価で想定するプラント状態においては、崩壊熱、原子炉冷却材及び注水手段の多様性の観点から、「POS A PCV/RPV 開放及び原子炉ウェル満水への移行状態」が有効燃料棒頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界の確保に対して、最も厳しい想定である。したがって、当該プラント状態を基本とし、他のプラント状態も考慮した想定において評価項目を満足することを確認することにより、運転停止中の他のプラント状態においても、評価項目を満足できる。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件</p> <p>本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な評価条件を第7.4.2-2表に示す。また、主要な評価条件について、本重要事故シーケンス特有の評価条件を以下に示す。</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 原子炉圧力容器の状態</p> <p>原子炉圧力容器の未開放時について評価する。原子炉圧力容器の開放時については、燃料の崩壊熱及び保有水量の観点から、未開放時の評価に包絡される。</p> <p>(b) 崩壊熱</p> <p>原子炉停止後の崩壊熱は、ANSI/ANS-5.1-1979の式に基づくものとし、また、崩壊熱を厳しく見積もるために、原子炉停止1日後の崩壊熱を用いる。このときの崩壊熱は約22MWである。</p> <p>なお、崩壊熱に相当する原子炉冷却材の蒸発量は約37m³/hである。</p> <p>(c) 原子炉初期水位及び原子炉初期水温</p> <p>事象発生前の原子炉水位は通常運転水位とし、また、原子炉初期水温は52℃とする。</p> <p>(d) 原子炉圧力</p> <p>原子炉の初期圧力は大気圧が維持されているものとする。また、事象発生後におい</p>	<p>去機能が喪失する「外部電源喪失+交流電源喪失+崩壊熱除去・炉心冷却失敗」である。</p> <p>なお、本事故シーケンスにおいては、原子炉除熱操作を実施するまでの対応時間を厳しく評価する観点から、補機冷却機能喪失の重畳を考慮する。</p> <p>本重要事故シーケンスは、運転停止中のいずれのプラント状態（POS）においても起こり得るため、崩壊熱、原子炉冷却材の保有水量及び注水手段の多様性の観点から、「POS-A PCV/RPV開放及び原子炉ウェル満水への移行状態」を代表として、評価項目である燃料有効長頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界の確保を満足することを確認する。また、他のPOSも考慮した想定においてもこれらの評価項目を満足することを確認する。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件</p> <p>本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な評価条件を第7.4.2-2表に示す。また、主要な評価条件について、本重要事故シーケンス特有の評価条件を以下に示す。</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 原子炉圧力容器の状態</p> <p>評価対象としたPOS-Aにおける原子炉圧力容器の状態は、未開放状態又は開放状態であるが、遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい、未開放状態を評価条件とする。</p> <p>(b) 崩壊熱</p> <p>原子炉停止後の崩壊熱は、ANSI/ANS-5.1-1979の式に基づくものとする。また、評価対象としたPOS-Aは原子炉停止1日後～2日後であるが、崩壊熱が高く、遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい、原子炉停止1日後の崩壊熱を評価条件とする。この時の崩壊熱は約18.8MWである。</p> <p>なお、この時の崩壊熱による原子炉冷却材の蒸散を補うために必要な冷却材（35℃）の注水量は約27m³/hである。</p> <p>(c) 原子炉初期水位及び初期水温</p> <p>評価対象としたPOS-Aにおける原子炉水位は、通常運転水位（燃料有効長頂部から約5.1m）から原子炉ウェル満水水位（燃料有効長頂部から約16.7m）までの範囲であるが、遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい、通常運転水位を評価条件とする。また、原子炉初期水温は残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の設計温度である52℃を評価条件とする。</p> <p>(d) 原子炉圧力</p> <p>評価対象としたPOS-Aにおける原子炉の圧力は大気圧であるため原子炉の</p>	<p>・柏崎はPRAにおいて原子炉冷却材浄化系等の残留熱除去系以外の崩壊熱除去機能を緩和設備として期待しているため、崩壊熱除去機能喪失（代替除熱機能喪失[フロントライン]+崩壊熱除去・注水系失敗）が抽出されている</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>て、水位低下量を厳しく見積もるために、原子炉圧力は大気圧に維持されているものとする^{※1}。</p> <p>※1 実操作では低圧注水系の注水準備が完了した後で原子炉減圧を実施することとなり、低圧代替注水系（常設）の注水特性に応じて大気圧より高い圧力で注水が開始されることとなる。大気圧より高い圧力下での原子炉冷却材の蒸発量は大気圧下と比べ小さくなるため、原子炉圧力が大気圧に維持されているとした評価は保守的な条件となる。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 起回事象 起回事象として、送電系統又は所内主発電設備の故障等によって、外部電源を喪失するものとする。</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定 全ての非常用ディーゼル発電機の機能喪失を想定し、全交流動力電源を喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源は使用できないものと仮定する。起回事象として、外部電源を喪失するものとしている。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 低圧代替注水系（常設） 低圧代替注水系（常設）による原子炉注水流量は150m³/hとする。</p> <p>(b) 代替原子炉補機冷却系 伝熱容量は約23MW（原子炉冷却材温度100℃、海水温度30℃において）とする。</p> <p>(c) 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード） 伝熱容量は、熱交換器1基あたり約8MW（原子炉冷却材温度52℃、海水温度30℃において）とする。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 事象発生145分までに常設代替交流電源設備によって交流電源の供給を開始する。</p> <p>(b) 低圧代替注水系（常設）による原子炉注水操作は、事象発生145分後から開始する。</p> <p>(c) 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）は軸受等の冷却が必要となるため、代替原子炉補機冷却系の準備が完了する事象発生20時間後から開始する。</p>	<p>初期圧力は大気圧とする。また、解析上、水位低下量を厳しく見積もるために、逃がし安全弁（自動減圧機能）の開操作によって原子炉圧力が大気圧に維持されているものとする[※]。</p> <p>※ 実操作では常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）の準備操作が完了した時点で原子炉減圧を実施する。原子炉圧力が大気圧より高い場合での原子炉冷却材の蒸発量は大気圧下と比べて小さくなるため、原子炉圧力が大気圧で維持されているとした評価は保守的な評価となる。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 起回事象 起回事象として、送電系統の故障等によって、外部電源が喪失するものとする。</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定 全ての非常用ディーゼル発電機等の機能喪失を想定し、全交流動力電源が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 起回事象として、外部電源が喪失することを想定している。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）による原子炉注水流量 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）による原子炉注水流量は、崩壊熱による原子炉冷却材の蒸散を補うために必要な注水流量として、27m³/hを設定するものとする。</p> <p>(b) 緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系） 伝熱容量は、熱交換器1基当たり24MW（原子炉冷却材温度100℃、海水温度32℃において）とする。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）の準備操作は、事象発生25分後に完了する。</p> <p>(b) 緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転は、非常用母線及び原子炉保護系母線の受電操作の完了後に残留熱除去系の起動操作に要する時間を考慮して、事象発生から4時間45分後に実施する。</p>	<p>・東海第二は、原子炉水位が低下する前に低圧代替注水（常設）の準備操作を完了できるため、原子炉水位の低下開始後に、崩壊熱による蒸発量分の注水を実施することで、原子炉水位を維持する。</p> <p>・設備の違い。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>(3) 有効性評価の結果</p> <p>本重要事故シーケンスにおける原子炉水位の推移を第7.4.2-5 図に、原子炉水位と線量率の関係を第7.4.2-6 図に示す。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>事象発生後、全交流動力電源喪失に伴い崩壊熱除去機能が喪失することにより原子炉水温が上昇し、約1 時間後に沸騰、蒸発することにより原子炉水位は低下し始める。常設代替交流電源設備による交流電源の供給を開始し、事象発生から145 分経過した時点で、低圧代替注水系（常設）による原子炉注水を行うことによって、原子炉水位は有効燃料棒頂部の約2.9m 上まで低下することとどまる。原子炉水位回復後は、蒸発量に応じた注水を実施することによって、原子炉水位を適切に維持することができる。</p> <p>事象発生から20 時間経過した時点で、代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系による原子炉除熱を開始することによって、原子炉水温は低下する。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>原子炉水位は、第7.4.2-5 図に示すとおり、有効燃料棒頂部の約2.9m 上まで低下するに留まり、燃料は冠水を維持する。</p> <p>原子炉圧力容器は未開放であり、第7.4.2-6 図に示すとおり、必要な遮蔽^{※2}を確保できる水位である有効燃料棒頂部の約2.0m 上を下回ることがないため、放射線の遮蔽は維持される。なお、線量率の評価点は原子炉建屋オペレーティングフロアの床付近としている。また、全制御棒全挿入状態が維持されているため、未臨界は確保されている。</p> <p>なお、事象発生前に現場にいた作業員の退避における放射線影響については現場環境が悪化する前に退避が可能であるため、影響はない。</p> <p>事象発生145 分後から、常設代替交流電源設備により電源を供給された低圧代替注水系（常設）の安定した原子炉注水を継続することから、長期的に原子炉圧力容器及び原子炉格納容器の安定状態を継続できる。</p> <p>本評価では、「6.2.4.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>※2 必要な遮蔽の目安とした線量率は10mSv/h とする。全交流動力電源喪失における原子炉建屋オペレーティングフロアでの作業時間及び作業員の退避は1 時間以内であり、作業員の被ばく量は最大でも10mSv となるため、緊急作業時における被ばく限度の100mSv に対して余裕がある。</p> <p>本事故に応じた燃料損傷防止対策において原子炉建屋オペレーティングフロアでの操作を必要な作業としていないが、燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）を使用した使用済燃料プールへの注水について仮に考慮し、可搬型</p>	<p>(3) 有効性評価の結果</p> <p>本重要事故シーケンスの原子炉水位の推移を第7.4.2-4 図に、原子炉水位と線量率の関係を第7.4.2-5 図に示す。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>事象発生後、全交流動力電源喪失に伴い崩壊熱除去機能が喪失することにより、原子炉水温が上昇し、約1.1 時間後に沸騰、蒸発することで原子炉水位は低下し始めるが、事象発生後速やかに全交流動力電源喪失を判断し、中央制御室からの遠隔操作により常設代替高圧電源装置による交流電源の供給を開始し、事象発生から25 分経過した時点で常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）の準備操作を完了し、原子炉冷却材の蒸発量を補うために必要な注水流量で原子炉注水を実施することによって、原子炉水位を通常運転水位付近で維持することができる。</p> <p>事象発生から4 時間45分経過した時点で、緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉圧力容器の除熱を開始することによって、原子炉水温は低下する。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>原子炉水位は、第7.4.2-4 図に示すとおり、蒸発量に応じた注水により通常運転水位付近で維持でき、燃料は冠水を維持する。</p> <p>原子炉圧力容器は未開放であり、第7.4.2-5 図に示すとおり、必要な遮蔽を確保できる水位（必要な遮蔽の目安とした10mSv/h[*]が確保される水位）である燃料有効長頂部の約1.7m 上まで低下することがないため、放射線の遮蔽は維持される（必要な遮蔽の目安とした10mSv/h を下回る）。なお、線量率の評価点は燃料取替機床上としている。また、全制御棒全挿入状態が維持されているため、未臨界は確保されている。</p> <p>なお、事象発生前に現場にいた作業員の退避における放射線影響については、現場環境が悪化する前に退避が可能であるため、影響はない。</p> <p>事象発生から4 時間45分経過した時点で、緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転を開始することにより、長期的に安定状態を維持できる。</p> <p>以上により、本評価では、「6.2.4.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>※ 本事故シーケンスグループにおける必要な遮蔽の目安とした線量率は、原子炉建屋原子炉棟6 階での操作時間から10mSv/h と設定した。原子炉建屋原子炉棟6 階での操作は、使用済燃料プールの同時被災時における重大事故等対応要員による使用済燃料プールへの注水準備操作（可搬型スプレイノズルの設置及びホース敷設等）を想定しており、原子炉建屋原子炉棟6 階を含め、原子炉建屋内に滞在する時間は2.2 時間以内である。そのため、重大事故等対応要員の被ばく量は最大でも22mSv であり、緊急作業時における被ばく限度の100mSv</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>スプレイヘッド及びホースの設置にかかる作業時間を想定した。 必要な遮蔽の目安とした線量率 10mSv/h は、定期検査作業時での原子炉建屋オペレーティングフロアにおける線量率を考慮した値である。 この線量率となる水位は有効燃料棒頂部の約 2.0m 上（通常水位から約 2.4m 下）の位置である。</p> <p>7.4.2.3 評価条件の不確かさの影響評価 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。 本重要事故シーケンスは、原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失し、残留熱除去系等による崩壊熱除去機能を喪失することが特徴である。 また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、常設代替交流電源設備による受電及び低圧代替注水系（常設）による原子炉注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価 a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第 7.4.2-2 表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響 初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約 22.4MW に対して最確条件は約 22MW 以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、原子炉水温の上昇及び原子炉水位の低下は緩和されるが、注水操作や給電操作は崩壊熱に応じた対応をとるものではなく、全交流動力電源の喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。 初期条件の原子炉水温は、評価条件の 52℃に対して最確条件は約 40℃～約 53℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、事故事象ごとに異なる。原子炉水温が 100℃かつ原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱を用いて原子炉注水までの時間余裕を評価すると、必要な遮蔽が維持される水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h^{※2}が維持される水位）である有効燃料棒頂部の約 2.0m 上の高さに到達するまでの時間は約 2 時間となることから、評価条件である原子炉水温が 52℃、原子炉停止から 1 日後の燃料の崩壊熱の場合の評価より時間余裕は短くなるが、注水操作や給電操作は原子炉水温に応じた対応をとるものではなく、全交流動力電源の喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はな</p>	<p>に対して余裕がある。 また、作業員等が事象発生時に原子炉建屋原子炉棟 6 階に滞在していた場合でも、事象発生後速やかに管理区域外へ退避するため、原子炉建屋原子炉棟 6 階での被ばく量は限定的である。</p> <p>7.4.2.3 不確かさの影響評価 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。 本重要事故シーケンスは、原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失し、残留熱除去系等による崩壊熱除去機能が喪失することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、常設代替高圧電源装置による受電、常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）の準備操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価 a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第 7.4.2-2 表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、設計値を用いるか又は評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるよう保守的な設定をしていることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響 初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約 18.8MW に対して最確条件は約 18.8MW 以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、原子炉水温上昇及び原子炉水位低下速度は緩やかになるが、原子炉への注水操作や給電操作は崩壊熱に応じた対応をとるものではなく、全交流動力電源の喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。 初期条件の原子炉初期水温は、評価条件の 52℃に対して最確条件は約 47℃～約 58℃である。この原子炉水温は過去の原子炉停止 1 日後の温度の実績値であるが、原子炉停止操作の進捗状況の差異によるものと考えられる。本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉初期水温より高くなる場合があり、原子炉水位が燃料有効長頂部まで低下するまでの時間余裕は短くなる場合があるものの、原子炉への注水操作や給電操作は原子炉水温に応じた対応をとるものではなく、全交流動力電源の喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p>	<p>・東海第二は、設定値より最確条件の値の方が低いため、最確条件とした場合、時間余裕が長くなる。このため、本項目においては原子炉初期水温を 100℃とした場合の不確かさを記載していない。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>い。</p> <p>初期条件の原子炉水位は、評価条件の通常運転水位に対して最確条件は通常運転水位以上であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉水位より高くなるため、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は長くなるが、注水操作や給電操作は原子炉水位に応じた対応をとるものではなく、全交流動力電源の喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。仮に、原子炉圧力が大気圧より高い場合は、沸騰開始時間は遅くなり、原子炉水位の低下は緩和されるが、注水操作や給電操作は原子炉圧力に応じた対応をとるものではなく、全交流動力電源の喪失による異常の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力容器の状態は、評価条件の原子炉圧力容器の未開放に対して最確条件は事故事象ごとに異なるものであり、評価条件の不確かさとして、原子炉圧力容器の未開放時は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。原子炉圧力容器の開放時は、原子炉減圧操作が不要となるが、事象進展に与える影響は小さいことから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約 22.4MW に対して最確条件は約 22MW 以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、原子炉水温の上昇及び原子炉水位の低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。仮に、原子炉停止後の時間が短く、燃料の崩壊熱が大きい場合は、注水までの時間余裕が短くなることから、評価項目に対する余裕は小さくなる。原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱を用いて原子炉注水までの時間余裕を評価すると、必要な遮蔽を確保できる水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h^{※2} が確保される水位）である有効燃料棒頂部の約 2.0m 上の高さに到達するまでの時間は約 2 時間、有効燃料棒頂部到達まで約 3 時間となることから、評価条件である原子炉停止 1 日後の評価より時間余裕は短くなる。ただし、本時間に対して作業員が現場から退避するまでの時間及び原子炉注水までの時間は確保されているため放射線の遮蔽は維持され、原子炉水位が有効燃料棒頂部を下回ることはないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉水温は、評価条件の 52℃に対して最確条件は約 40℃～約 53℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、事故事象ごとに異なる。</p>	<p>初期条件の原子炉初期水位は、評価条件の通常運転水位（燃料有効長頂部から約 5.1m）に対して最確条件は通常運転水位に対してゆらぎ（通常運転水位±10cm 程度）がある。本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉初期水位より低くなる場合があり、燃料有効長頂部まで水位が低下する時間は短くなる場合があるものの、原子炉への注水操作は原子炉水位に応じた対応をとるものではなく、全交流動力電源喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉初期圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はなく、運転員等操作時間に与える影響はない。仮に、原子炉圧力が大気圧より高い場合は、沸騰開始時間が遅くなり、水位低下速度は緩やかになるが、原子炉への注水操作や給電操作は原子炉初期圧力に応じた対応をとるものではなく、全交流動力電源の喪失による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力容器の状態は、評価条件の原子炉圧力容器未開放に対して最確条件は事故事象毎に異なるものであり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、原子炉圧力容器未開放の場合は評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はなく、運転員等操作時間に与える影響はない。また、原子炉圧力容器開放の場合は原子炉減圧操作が不要となるが、事象進展に与える影響は小さく、運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約 18.8MW に対して最確条件は約 18.8MW 以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、原子炉水温上昇及び原子炉水位低下速度は緩やかになることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。また、原子炉停止後の時間が短く、燃料の崩壊熱が大きい場合は注水までの時間余裕が短くなる。原子炉水温が 100℃かつ原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱の場合でも、必要な遮蔽が維持できる水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h が維持できる水位）である燃料有効長頂部の約 1.7m 上の高さに到達するまでの時間は約 2.9 時間、燃料有効長頂部までの時間は約 4.3 時間であり、必要な放射線の遮蔽は維持され、原子炉への注水操作に対して十分な時間余裕が確保されているため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉初期水温は、評価条件の 52℃に対して最確条件は約 47℃～約 58℃である。本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>原子炉水温が 100℃かつ原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱を用いて原子炉注水までの時間余裕を評価すると、必要な遮蔽が維持される水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h^{※2}が維持される水位）である有効燃料棒頂部の約 2.0m 上の高さに到達するまでの時間は約 2 時間となることから、評価条件である原子炉水温が 52℃かつ原子炉停止から 1 日後の燃料の崩壊熱の場合の評価より時間余裕は短くなる。</p> <p>ただし、必要な放射線の遮蔽は維持され、原子炉注水までの時間余裕も十分な時間が確保されていることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉水位は、評価条件の通常運転水位に対して最確条件は通常運転水位以上であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉水位より高くなるため、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は長くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期条件の原子炉圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はないことから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。仮に、原子炉圧力が大気圧より高い場合は、沸騰開始時間は遅くなり、原子炉水位の低下は緩和されることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる^{※3}。</p> <p>初期条件の原子炉圧力容器の状態は、評価条件の原子炉圧力容器の未開放に対して最確条件は事故事象ごとに異なるものであり、本評価条件の不確かさとして、原子炉圧力容器の未開放時は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はないことから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。原子炉圧力容器の開放時は、原子炉減圧操作が不要となるが、事象進展に与える影響は小さいことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>※3 原子炉圧力上昇による原子炉冷却材蒸発の抑制効果を考慮した評価。</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作の不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の 6 要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の常設代替交流電源設備からの受電及び低圧代替注水系（常設）による原子炉注水操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から 145 分後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、常設代替交流電源設備からの受電操作については 2 系列の非常用高圧母線の電源回復を想定しているが、低圧代替注水系（常</p>	<p>設定している原子炉初期水温より高くなる場合があり、原子炉水位が燃料有効長頂部まで低下するまでの時間余裕は短くなる。原子炉水温が 100℃かつ原子炉停止から 12 時間後の燃料の崩壊熱の場合でも、必要な遮蔽が維持できる水位（必要な遮蔽の目安とした 10mSv/h が維持できる水位）である燃料有効長頂部の約 1.7m 上の高さに到達するまでの時間余裕は約 2.9 時間、燃料有効長頂部までの時間余裕は約 4.3 時間であり、必要な放射線の遮蔽は維持され、原子炉への注水操作に対して十分な時間余裕が確保されているため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉初期水位は、評価条件の通常運転水位（燃料有効長頂部から約 5.1m）に対して最確条件は通常運転水位に対してゆらぎ（通常運転水位±10cm 程度）がある。本評価条件の不確かさとして最確条件とした場合、評価条件で設定している原子炉初期水位より低くなる場合があるものの、原子炉初期水位のゆらぎによる変動量は、事象発生後の水位低下量に対して十分小さいことから、評価項目となるパラメータに対する影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉初期圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件と同様であることから、事象進展に与える影響はなく、評価項目となるパラメータに与える影響はない。仮に、原子炉圧力が大気圧より高い場合は、沸騰開始時間が遅くなり、原子炉水位の低下速度は緩やかになることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期条件の原子炉圧力容器の状態は、評価条件の原子炉圧力容器未開放に対して最確条件は事故事象毎であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、原子炉圧力容器未開放の場合は、評価条件と同様であるため、事象進展に与える影響はなく、評価項目となるパラメータに与える影響はない。原子炉圧力容器開放の場合は、原子炉減圧操作が不要となるが、事象進展に与える影響は小さく、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作に係る不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の 6 要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）の準備操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から 25 分後に完了する。運転員等操作時間に与える影響として、常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）の準備操作は、常設代替交流電源設備からの受電操作後に実施する</p>	<p>・東海第二は、原子炉圧力上昇による原子炉冷却材蒸発の抑制効果を考慮しない評価で、評価項目を満足していることを確認している。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>設)は非常用高圧母線 D 系の電源回復後に運転可能であり、原子炉注水操作開始の時間が早まり、原子炉水位の回復が早まる可能性があることから、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。</p> <p>低圧代替注水系（常設）による原子炉注水操作は、復水移送ポンプの起動操作が常設代替交流電源設備からの受電操作の影響を受けるが、低圧代替注水系（常設）は非常用高圧母線 D 系の電源回復後に運転可能であり、原子炉注水操作開始の時間が早まり、原子炉水位の回復が早まる可能性があることから、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。</p> <p>操作条件の代替原子炉補機冷却系の運転操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から 20 時間後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、代替原子炉補機冷却系の準備は、緊急時対策要員の参集に 10 時間、その後の作業に 10 時間の合計 20 時間を想定しているが、準備操作が想定より短い時間で完了することで操作開始時間が早まる可能性があることから、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>操作条件の常設代替交流電源設備からの受電及び低圧代替注水系（常設）による原子炉注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間が早まり、原子炉水位の低下を緩和する可能性があることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>操作条件の代替原子炉補機冷却系の運転操作は、運転員等操作時間に与える影響として、操作開始時間は評価上の想定より早まる可能性があるが、原子炉への注水をすでに実施していることから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握</p> <p>操作開始時間の遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。</p> <p>操作条件の常設代替交流電源設備からの受電及び低圧代替注水系（常設）による原子炉注水操作は、通常運転水位から放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から約 3 時間、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は約 5 時間であり、事故を認知して注水を開始するまでの時間が 145 分であるため、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。操作条件の代替原子炉補機冷却系運</p>	<p>ため、受電操作の完了時刻の影響を受けるが、実態の操作時間が評価上の操作開始時間とほぼ同等であり、操作開始時間に与える影響は小さい。</p> <p>操作条件の緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から 4 時間 45 分後に完了する。運転員等操作時間に与える影響として、緊急用海水系を用いた残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱操作は、原子炉保護系母線の受電操作後に実施するため、受電操作の完了時刻の影響を受けるが、実態の操作時間が評価上の操作開始時間とほぼ同等であり、操作開始時間に与える影響は小さい。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>操作条件の常設代替高圧電源装置からの緊急用母線の受電操作、及び常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）の準備操作は、運転員操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握</p> <p>操作遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。</p> <p>操作条件の常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）の準備操作の時間余裕については、原子炉水位が通常水位から放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から約 4.5 時間、通常水位から燃料有効長頂部まで低下するまでの時間余裕は約 6.3 時間であり、事象発生から 25 分で原子炉注水準備が完了するため、十分な時間余裕を確保できる。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>転操作は、事象発生約 20 時間後の操作であるため、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。仮に、操作が遅れる場合は、低圧代替注水系（常設）による原子炉への注水は継続する。</p> <p>(3) まとめ</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.4.2.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」において、6号及び7号炉同時の重大事故等対策時における事象発生10時間までの必要な要員は、「7.4.2.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり16名である。「7.5.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」で説明している運転員、緊急時対策要員等の64名で対処可能である。</p> <p>また、事象発生10時間以降に必要な参集要員は26名であり、発電所構外から10時間以内に参集可能な要員の106名で確保可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」において、水源、燃料及び電源は、「7.5.1(2)資源の評価条件」の条件にて評価している。</p> <p>その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源</p> <p>低圧代替注水系（常設）による原子炉注水については、7日間の対応を考慮すると、号炉あたり約700m³の水が必要となる。6号及び7号炉の同時被災を考慮すると、合計約1,400m³の水が必要である。水源として、各号炉の復水貯蔵槽に約1,700m³及び淡水貯水池に約18,000m³の水量を保有している。これにより、6号及び7号炉の同時被災を考慮しても、注水によって復水貯蔵槽を枯渇させることなく、必要な水量が確保可能であり、7日間の継続実施が可能である。</p> <p>b. 燃料</p> <p>常設代替交流電源設備による電源供給については、保守的に事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に6号及び7号炉において合計約504kLの軽油が必要となる。代替原子炉補機冷却系専用の電源車については、保守的に事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に号炉あたり約37kLの軽油が必要となる。代替原子炉補機冷却系用の大容量送水車（熱交換器ユニット用）については、保守的に事象発生直後からの大容量送水車（熱交換器ユニット用）の運転を想定すると、7日間の運転継続に号炉あたり約11kLの軽油が必要となる。5号炉原子炉建屋内緊急</p>	<p>(3) まとめ</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件等の不確かさを考慮した場合においても評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.4.2.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」の重大事故等対策における必要な災害対策要員（初動）は、「7.4.2.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり17名であり、災害対策要員（初動）の37名で対処可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」において、必要な水源、燃料及び電源は、「7.5.1(2)資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水 源</p> <p>常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）による原子炉注水については、7日間の対応を考慮すると、合計約100m³の水が必要となる。</p> <p>水源として、代替淡水貯槽に約4,300m³の水を保有していることから、水源が枯渇することはなく、7日間の対応が可能である。</p> <p>b. 燃 料</p> <p>常設代替交流電源設備による電源供給については、事象発生直後から7日間の常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置5台）の運転を想定すると、約352.8kLの軽油が必要となる。軽油貯蔵タンクには約800kLの軽油を保有していることから、常設代替交流電源設備（常設代替高圧電源装置5台）による7日間の電源供給の継続が可能である。</p>	<p>・東海第二は、常設の機器で原子炉除熱を行う対策としているため、事象発生から原子炉除熱開始までの時間が短い。このため、必要となる原子炉への注水量が少ない。</p> <p>・設備の違い。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に合計約13kLの軽油が必要となる。(6号及び7号炉合計約613kL)</p> <p>6号及び7号炉の各軽油タンク(約1,020kL)及びガスタービン発電機用燃料タンク(約100kL)にて合計約2,140kLの軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、常設代替交流電源設備による電源供給、代替原子炉補機冷却系の運転、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備による電源供給及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給について、7日間の継続が可能である。</p> <p>c. 電源</p> <p>常設代替交流電源設備の電源負荷については、重大事故対策等に必要の負荷として、6号炉で約1,594kW、7号炉で約1,560kW必要となるが、常設代替交流電源設備は連続定格容量が1台あたり2,950kWであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>また、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機についても、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>蓄電池の容量については、交流電源が復旧しない場合を想定しても、不要な直流負荷の切り離し等を行うことにより、24時間の直流電源供給が可能である。</p> <p>7.4.2.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」では、原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失し、残留熱除去系等による崩壊熱除去機能を喪失することが特徴である。事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」に対する燃料損傷防止対策としては、初期の対策として、常設代替交流電源設備による交流電源供給手段、低圧代替注水系(常設)による原子炉注水手段、安定状態に向けた対策として、代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系による原子炉除熱手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」の重要事故シーケンス「外部電源喪失+交流電源喪失+崩壊熱除去・注水系失敗」について有効性評価を行った。</p> <p>上記の場合においても、常設代替交流電源設備による交流電源供給、低圧代替注水系(常設)による原子炉注水及び代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系による原子炉除熱を実施することにより、燃料損傷することはない。</p> <p>その結果、有効燃料棒頂部の冠水、放射線遮蔽の維持及び未臨界の確保ができることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び緊急時対策要員にて確保可能であ</p>	<p>c. 電 源</p> <p>重大事故等対策時に必要な負荷は約3,263kW必要であるが、常設代替交流電源設備(常設代替高圧電源装置5台)の連続定格容量は5,520kWであることから、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>7.4.2.5 結 論</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」では、原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失し、原子炉注水機能及び崩壊熱除去機能を喪失することが特徴である。事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」に対する燃料損傷防止対策としては、初期の対策として、常設代替高圧電源装置による緊急用母線への交流動力電源の供給手段、及び常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)による原子炉注水手段、安定状態に向けた対策として、緊急用海水系を用いた残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)による原子炉の除熱手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」の重要事故シーケンス「外部電源喪失+交流電源失敗+崩壊熱除去・炉心冷却失敗」について有効性評価を行った。</p> <p>上記の場合においても、常設代替高圧電源装置による緊急用母線への交流動力電源の給電、常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)による緊急用海水系を用いた原子炉注水及び残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)による原子炉圧力容器の除熱を実施することにより、燃料損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料有効長頂部の冠水、放射線遮蔽の維持及び未臨界の確保ができることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び災害対策要員にて確保可能である。ま</p>	<p>・設備の違い。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 全交流動力電源喪失）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>る。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>以上のことから、低圧代替注水系（常設）による原子炉注水及び代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系による原子炉除熱等の燃料損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」に対して有効である。</p>	<p>た、必要な水源、燃料及び電源については、外部支援を考慮しないとしても、7日間以上の供給が可能である。</p> <p>以上のことから、事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」において、常設代替高圧電源装置からの給電による常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）による原子炉注水及び常設代替高圧電源装置からの給電による残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱等の燃料損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」に対して有効である。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.2-1表 「全交流動力電源喪失」の重大事故等対策について

判断及び操作	手順	有効性評価上期待する事故対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
全交流動力電源喪失による残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)停止確認	原子炉の運転停止中に全交流動力電源が喪失し、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)運転停止による崩壊熱除去機能が喪失する。	所内蓄電池直流電源設備	-	【残留熱除去系系統流量】
速がし安全弁による原子炉の底圧状態維持	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)運転停止により原子炉水温が100℃に到達することから、原子炉圧力を底圧状態に維持するため速がし安全弁1個を開操作する。	所内蓄電池直流電源設備 速がし安全弁	-	原子炉圧力(SA) 原子炉圧力 原子炉圧力容器温度
低圧代替注水系統(常設)による原子炉注水	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)運転停止に際して、常設代替注水系統による注水を開始する。	常設代替注水系統(常設) 復水移送ポンプ 復水貯蔵槽 軽油タンク	タンクローリ(16tL)	原子炉水位(SA) 原子炉水位 復水移送ポンプ流量(RR B系代替注水流量) 復水貯蔵槽水位(SA)
残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)運転による崩壊熱除去機能回復	代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系の準備が完了後、中央制御室からの遠隔操作により残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)運転を再開する。	常設代替注水系統(常設) 復水移送ポンプ 復水貯蔵槽 軽油タンク	代替原子炉補機冷却系 タンクローリ(4tL, 16tL)	【残留熱除去系系統流量】 【残留熱除去系熱交換器入口温度】

【 】：重大事故等対処設備 (設計基準仕様)

10-7-4-69

第7.4.2-1表 全交流動力電源喪失における重大事故等対策について(1/3)

操作及び確認	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
全交流動力電源喪失の確認	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉の運転停止中に、外部電源が喪失するとともに、非常用ディーゼル発電機等が全て機能喪失することで全交流動力電源喪失となり、残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の運転停止により崩壊熱除去機能が喪失することを確認する。 当直発電長は、全交流動力電源喪失を確認後、中央制御室からベージングにより現場作業員へ退避指示を行う。 全交流動力電源喪失の確認後、中央制御室からの遠隔操作により外部電源の受電を試みるが、失敗したことを確認する。 中央制御室からの遠隔操作により非常用ディーゼル発電機等の起動を試みるが、失敗したことを確認する。 以上により、早期の電源回復不能と判断する。 これにより、中央制御室からの遠隔操作に よって、常設代替注水系統から緊急用母線を受電する。 非常用ディーゼル発電機等の回復操作を実施する。 外部電源の回復操作を実施する。 	-	-	-
作業員への退避指示	<ul style="list-style-type: none"> 当直発電長は、全交流動力電源喪失を確認後、中央制御室からベージングにより現場作業員へ退避指示を行う。 全交流動力電源喪失の確認後、中央制御室からの遠隔操作により外部電源の受電を試みるが、失敗したことを確認する。 中央制御室からの遠隔操作により非常用ディーゼル発電機等の起動を試みるが、失敗したことを確認する。 以上により、早期の電源回復不能と判断する。 これにより、中央制御室からの遠隔操作に よって、常設代替注水系統から緊急用母線を受電する。 非常用ディーゼル発電機等の回復操作を実施する。 外部電源の回復操作を実施する。 	-	-	-
常設代替注水系統による緊急用母線の受電操作	<ul style="list-style-type: none"> 常設代替注水系統による注水を開始する。 中央制御室からの遠隔操作により外部電源の受電を試みるが、失敗したことを確認する。 中央制御室からの遠隔操作により非常用ディーゼル発電機等の起動を試みるが、失敗したことを確認する。 以上により、早期の電源回復不能と判断する。 これにより、中央制御室からの遠隔操作に よって、常設代替注水系統から緊急用母線を受電する。 非常用ディーゼル発電機等の回復操作を実施する。 外部電源の回復操作を実施する。 	常設代替注水系統 装置 軽油貯蔵タンク*	-	M/C 2C電圧* M/C 2D電圧* 緊急用M/C電圧
電源確保操作対応	<ul style="list-style-type: none"> 非常用ディーゼル発電機等の回復操作を実施する。 外部電源の回復操作を実施する。 	-	-	-

* 既許可の対象となっていない設備を重大事故等対処設備に位置付けるもの
 :有効性評価上考慮しない操作

10-7-913

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.2-1表 全交流動力電源喪失における重大事故等対策について (2/3)

操作及び確認	手順	常設設備	可搬型設備	計装設備
常設低圧代替注水ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)の準備操作	<ul style="list-style-type: none"> 緊急用母線の受電操作の完了後、常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)による原子炉注水の系統構成を実施する。 	常設低圧代替注水系ポンプ 代替淡水貯槽 常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク	-	原子炉水位(広帯域、燃料域)* 原子炉水位(SA広帯域、SA燃料域) 原子炉圧力* 原子炉圧力(SA) 低圧代替注水系原子炉注水量 代替淡水貯槽水位
可搬型代替注水中型ポンプを用いた低圧代替注水系(可搬型)の起動準備操作	<ul style="list-style-type: none"> 全交流動力電源喪失に伴う低圧注水機能喪失の確認後、可搬型代替注水中型ポンプを用いた低圧代替注水系(可搬型)による原子炉注水準備を開始する。 早期の電源回復不能の確認後、常設代替高圧電源装置による非常用母線の受電準備操作を実施する。 残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の運転停止により、原子炉水温が100℃に到達すると、原子炉圧力が上昇する。原子炉圧力を低圧状態に維持するため、中央制御室からの遠隔操作により逃がし安全弁(自動減圧機能)1弁を開操作する。 	代替淡水貯槽 常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク	可搬型代替注水中型ポンプ	-
逃がし安全弁(自動減圧機能)の手動操作による原子炉の低圧状態維持操作	<ul style="list-style-type: none"> 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)により原子炉冷却材の蒸発量に応じた原子炉注水を実施し、原子炉水位を通常運転水位付近で維持する。 	逃がし安全弁(自動減圧機能)* 減圧機能) 所内常設直流電源設備* 非常用窒素供給系高圧窒素ボンベ* 常設低圧代替注水系ポンプ 常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク 代替淡水貯槽	-	原子炉圧力* 原子炉圧力(SA)
原子炉水位の調整操作(低圧代替注水系(常設))	<ul style="list-style-type: none"> 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)により原子炉冷却材の蒸発量に応じた原子炉注水を実施し、原子炉水位を通常運転水位付近で維持する。 	常設低圧代替注水系ポンプ 常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク 代替淡水貯槽	-	原子炉水位(広帯域、燃料域)* 原子炉水位(SA広帯域、SA燃料域) 原子炉圧力* 原子炉圧力(SA) 低圧代替注水系原子炉注水量 代替淡水貯槽水位

* 既許可の対象となっていない設備を重大事故等対策設備に位置付けるもの
 * 有効性評価上考慮しない操作

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.2-1表 全交流動力電源喪失における重大事故等対策について (3/3)

操作及び確認	手順	重大事故等対策設備		計装設備
		常設設備	可搬型設備	
常設代替高压電源装置による非常用母線の受電操作	<ul style="list-style-type: none"> 常設代替高压電源装置による緊急用母線の受電操作及び非常用母線の受電準備操作の完了後、非常用母線2C及び2Dを受電する。 	常設代替高压電源装置 軽油貯蔵タンク	—	M/C 2C電圧* M/C 2D電圧*
原子炉保護系母線の受電操作	<ul style="list-style-type: none"> 常設代替高压電源装置による非常用母線受電操作の完了後、非常用母線を介して原子炉保護系母線を受電する。 原子炉保護系母線を受電後、格納容器隔離信号をリセットする。 	常設代替高压電源装置 軽油貯蔵タンク	—	—
使用済燃料プールの冷却操作	<ul style="list-style-type: none"> 対応可能な要員にて使用済燃料プールの冷却操作を実施する。 	—	—	—
緊急用海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱操作	<ul style="list-style-type: none"> 常設代替高压電源装置による非常用母線及び原子炉保護系母線の受電操作の完了後、中央制御室からの遠隔操作により緊急用海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の運転を開始する。 崩壊熱除去機能回復後、逃がし安全弁 (自動減圧機能) を全閉とし、原子炉低圧状態の維持を停止する。 	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) * 緊急用海水系 常設代替高压電源装置 軽油貯蔵タンク	—	原子炉水位 (広帯域、燃料域) * 原子炉水位 (S-A広帯域、S-A燃料域) 残留熱除去系系統流量* 残留熱除去系熱交換器入口温度* 残留熱除去系熱交換器出口温度* 残留熱除去系海水系系統流量*
使用済燃料プールの冷却操作	<ul style="list-style-type: none"> 対応可能な要員にて使用済燃料プールの冷却操作を実施する。 	—	—	—

* 既許可の対象となっていない設備を重大事故等対策設備に位置付けるもの
 : 有効性評価上考慮しない操作

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

第7.4.2-2表 主要評価条件 (全交流動力電源喪失) (1/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方	
初期条件	原子炉圧力容器の状態	原子炉圧力容器の未開放	燃料の崩壊熱及び保有水量の観点から設定
	燃料の崩壊熱	約22.4MW (9×9燃料(A型), 原子炉停止1日後 ^{※1})	平衡炉心燃料の平均燃焼度33GWd/t ^{※2} を基にANSI/ANS-5.1-1979にて算出した値
	原子炉水位	通常運転水位 (セパレーター下流から+119cm)	原子炉停止1日後の水位から保守性を持たせた値
	原子炉水温	52℃	原子炉停止1日後の実績を踏まえ、原子炉は残留熱除去系の原子炉停止時冷却モードにて冷却されているため、その設計温度である52℃を設定
	原子炉圧力	大気圧	原子炉停止1日後の実績を考慮して設定
	外部水源の温度	50℃	復水移送ポンプ吐出温度を参考に設定
	起因事象	外部電源喪失	送電系統又は所内主発電設備の故障等によって、外部電源が喪失するものとして設定
	安全機能の喪失に対する仮定	全交流動力電源喪失	全ての非常用ディーゼル発電機の機能喪失を想定
	外部電源	外部電源なし	起因事象として、外部電源が喪失するものとして設定
	事故条件		

※1 原子炉停止1日後とは全制御棒全挿入からの時間を示している。通常停止操作において原子炉の出力は全制御棒全挿入完了及び発電機解列以前から徐々に低下させるが、崩壊熱評価はスクラムのような瞬時に出力を低下させる保守的な計算条件となっている。

※2 サイクル末期の燃焼度のばらつきを考慮し、10%の保守性を考慮。

10-7-4-70

東海第二発電所

第7.4.2-2表 主要評価条件 (全交流動力電源喪失) (1/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方	
初期条件	原子炉圧力容器の状態	原子炉圧力容器未開放	燃料の崩壊熱及び保有水量の観点から設定
	崩壊熱	約18.8MW [※] ANSI/ANS-5.1-1979 (9×9燃料 (A型), 燃焼度33GWd/t, 原子炉停止1日後)	崩壊熱が大きい方が原子炉水位低下の観点で厳しい設定となるため、崩壊熱が大きくなる燃焼度の高い条件として、1サイクルの運転期間 (13ヶ月) に調整運転期間 (約1ヶ月) を考慮した運転期間に対応する燃焼度を設定
	原子炉初期水位	通常運転水位 (燃料有効長頂部から約5.1m)	遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい、通常運転水位を設定
	原子炉初期水温	52℃	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の設計値を設定
	原子炉初期圧力	大気圧	原子炉の運転停止1日後の実績を設定
	外部水源の温度	35℃	原子炉注水による原子炉水位維持の観点で厳しい高めの水温として、年間の気象条件変化を包含する高めの水温を設定
	起因事象	外部電源喪失	送電系統又は所内主発電設備の故障等による、外部電源喪失を設定
	安全機能の喪失に対する仮定	全交流動力電源喪失	全ての非常用ディーゼル発電機等の機能喪失を設定
	外部電源	外部電源なし	起因事象として外部電源の喪失を設定
	事故条件		

※ 原子炉停止から1日 (24時間) 後とは、発電機解列からの時間を示している。通常停止操作において原子炉の出力は発電機解列以前から徐々に低下させるが、崩壊熱評価は原子炉スクラムのような瞬時に出力を低下させる保守的な計算条件となっている。

10-7-916

備考

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.2-2表 主要評価条件 (全交流動力電源喪失) (2/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関する機器条件	低圧代替注水系 (常設)	設計値に注入配管の管路圧損を考慮した値として設定
	代替原子炉補機冷却系	代替原子炉補機冷却系の設計値として設定
重大事故等対策に関する操作条件	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード)	残留熱除去系の設計値として設定 (原子炉水位回復後は崩壊熱相当の注水を実施することなどで水位を維持するが、残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) を実施することで原子炉内の崩壊熱を除去できるため、注水が不要となる)
	常設代替交流電源設備からの受電及び低圧代替注水系 (常設) 起動操作	全交流動力電源喪失時の訓練実績を踏まえた操作の時間及び系統構成の時間に余裕を考慮して設定
	代替原子炉補機冷却系運転操作	代替原子炉補機冷却系の準備期間を考慮して設定
	代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系による原子炉停止時冷却モード運転	代替原子炉補機冷却系を介した残留熱除去系による原子炉停止時冷却モード運転

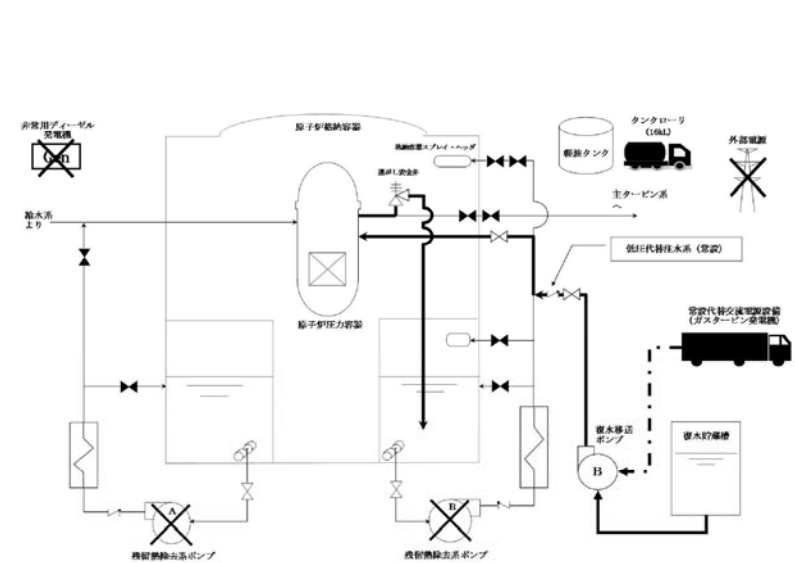
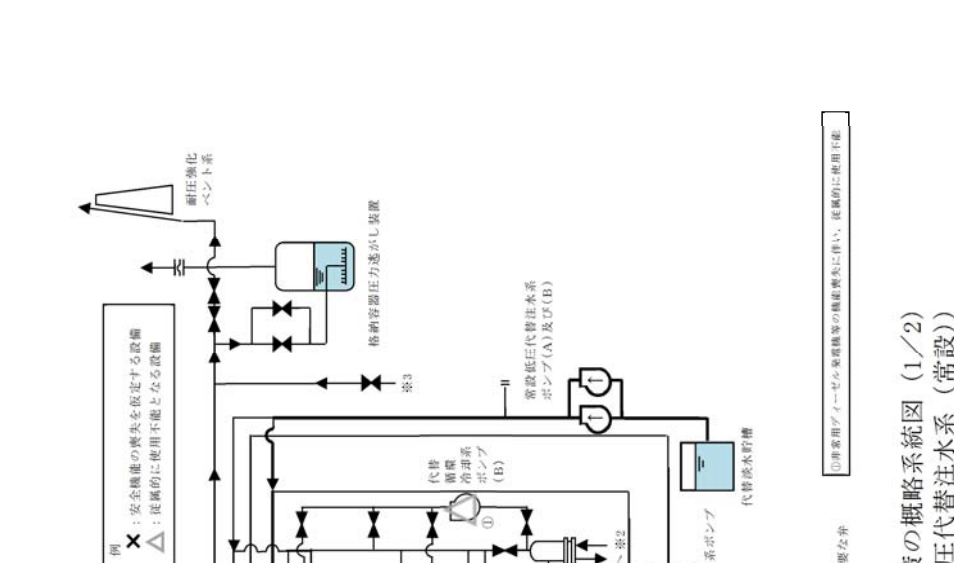
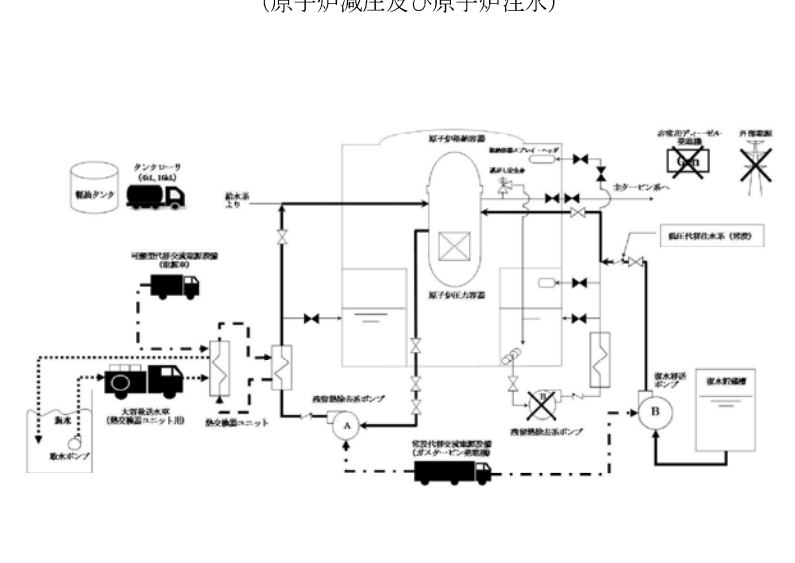
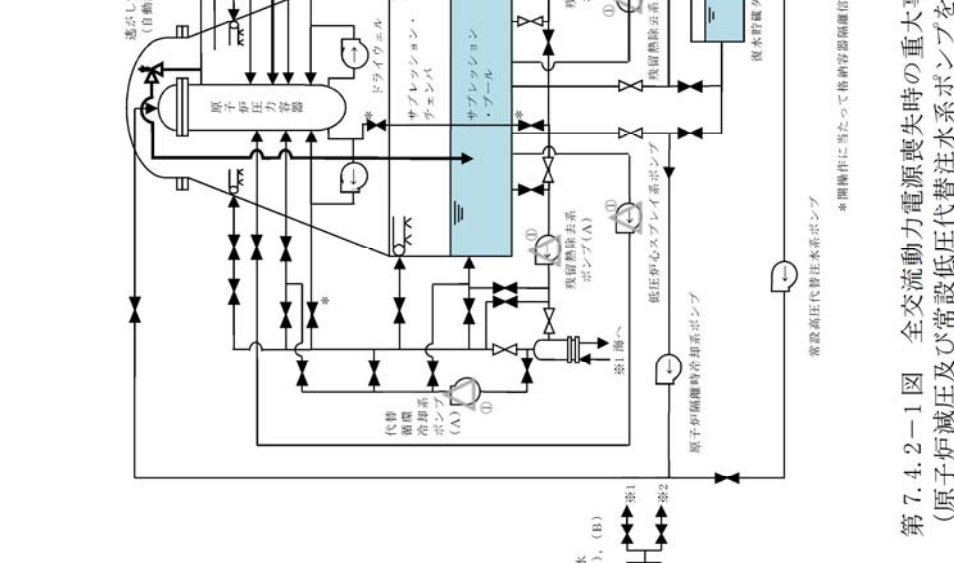
10-7-4-71

第7.4.2-2表 主要評価条件 (全交流動力電源喪失) (2/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関する機器条件	常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水流	崩壊熱による原子炉冷却材の蒸散を補うために必要な原子炉注水流を設定
	緊急用海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱量	残留熱除去系の除熱性能を厳しくする観点で、過去の実績を包含する高めの海水温度を設定
重大事故等対策に関する操作条件	常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設) 起動準備操作	常設代替高圧電源装置による緊急用母線の受電操作の完了後、常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設) の起動準備操作に要する時間を考慮して設定
	緊急用海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱操作	常設代替高圧電源装置による非常用交流母線及び原子炉保護系母線の受電操作の完了後、残留熱除去系の起動操作に要する時間を考慮して設定

10-7-917

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

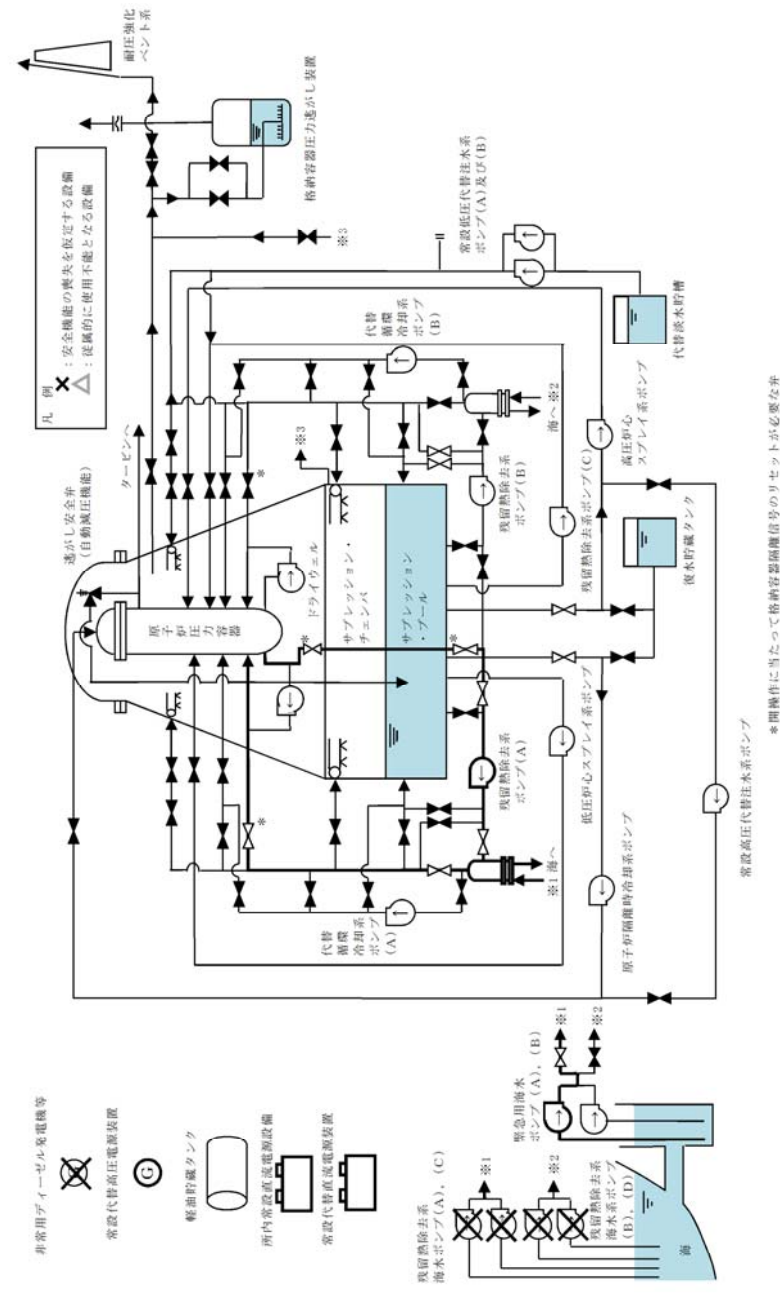
柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
 <p>第7.4.2-1図 「全交流動力電源喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (1/2) (原子炉減圧及び原子炉注水)</p>	 <p>第7.4.2-1-1図 全交流動力電源喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (1/2) (原子炉減圧及び常設低圧代替注水系を用いた低圧代替注水系 (常設))</p>	<p>備考</p>
 <p>第7.4.2-2図 「全交流動力電源喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (2/2) (原子炉停止時冷却及び原子炉注水)</p>	 <p>第7.4.2-1-2図 全交流動力電源喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (2/2) (原子炉停止時冷却及び原子炉注水)</p>	<p>備考</p>
<p>10-7-4-84</p>	<p>10-7-918</p>	<p>備考</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考



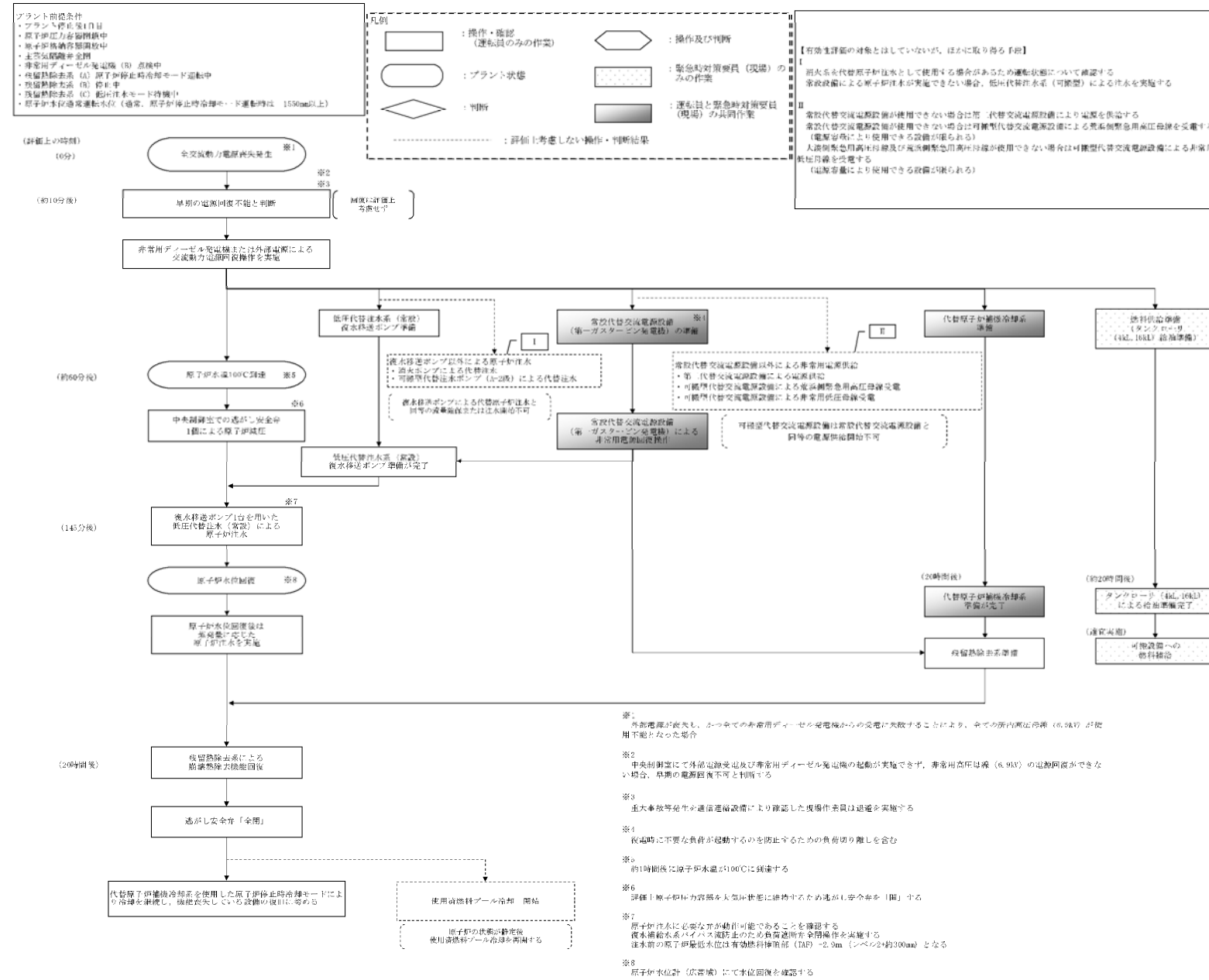
10-7-919

第7.4.2-1図 全交流動力電源喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (2/2)
 (緊急用海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系))

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

備考



第7.4.2-3図 「全交流動力電源喪失」の対応手順の概要

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

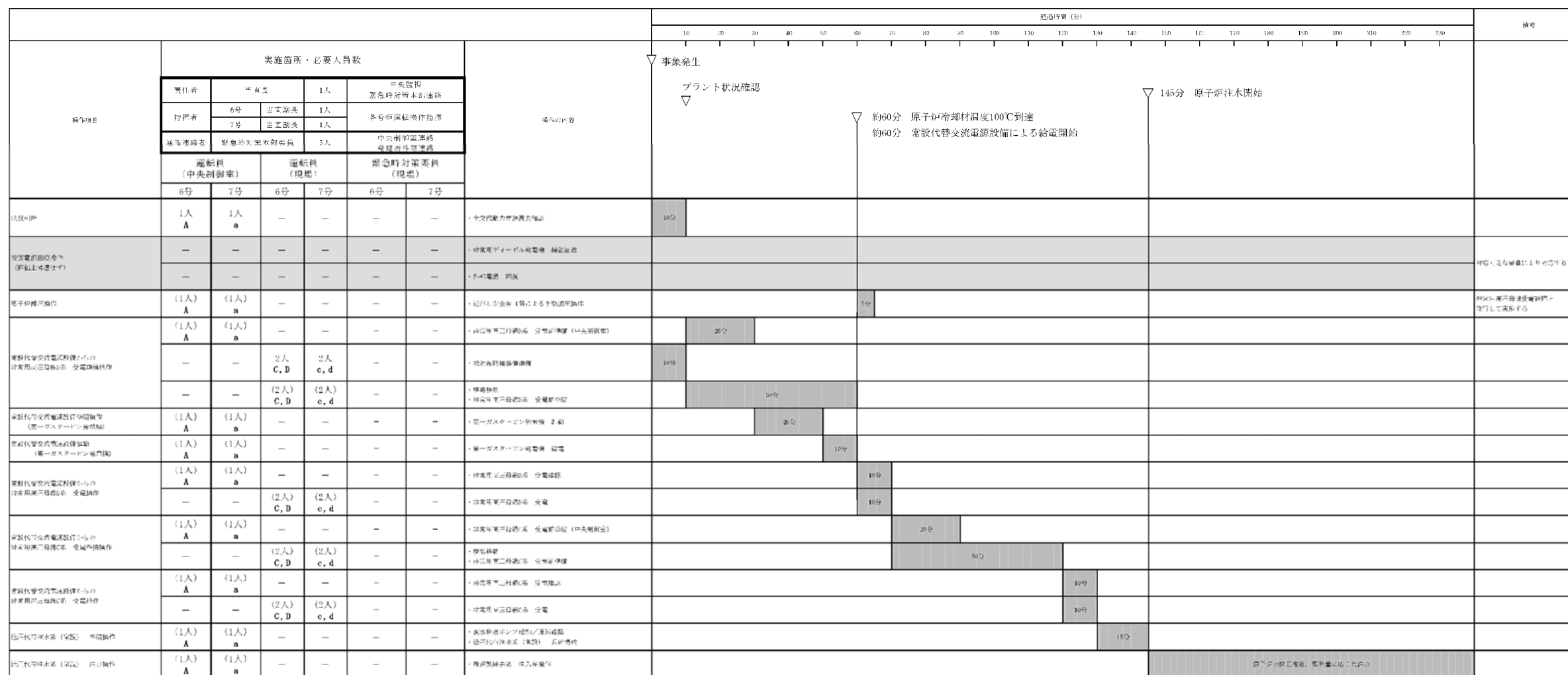
東海第二発電所	備考
<div data-bbox="237 357 593 525" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>プラント前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉の運転停止1日後 原子炉圧力容器未開放 残留熱除去系(A)運転中 残留熱除去系(B)待機中 残留熱除去系(C)点検中 全ての非常用ディーゼル発電機待機中 原子炉水位は通常運転水位 </div> <div data-bbox="742 357 1231 525" style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> □：操作・確認 (運転員) ○：プラント状態 (解析) ◇：判断 ---：解析上考慮しない操作 ■：重大事故等対応要員 (現場) の作業 ■：運転員と重大事故等対応要員 (現場) の共同作業 </div> <div data-bbox="1409 367 2166 735" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【有効性評価の対象としていないが、他に取得手段】</p> <p>I 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設) と同等の流量は確保できないが、代替循環冷却系及び消火系 (ディーゼル駆動) による原子炉注水も実施可能である。 注水開始時間は遅くなるが、可搬型代替注水中型ポンプを用いた低圧代替注水系 (可搬型) による原子炉注水も実施可能である。</p> <p>II 緊急用海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) を優先するが、代替残留熱除去系海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) も実施可能である。 技術基準上の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備となる、原子炉冷却材浄化系による原子炉除熱も実施可能である。</p> <p>III 電源容量により使用できる設備に限られるが、常設代替交流電源設備が使用できない場合は可搬型代替交流電源設備により受電する。</p> </div> <div data-bbox="237 588 2077 1596"> <p>解析上の時刻</p> <p>(0秒) 全交流動力電源喪失^{※1}</p> <p>(13分) 全交流動力電源喪失の確認^{※2} → 作業員への退避指示^{※3}</p> <p>(17分) 常設代替高圧電源装置による緊急用母線の受電操作</p> <p>(25分) 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設) の準備操作 可搬型代替注水中型ポンプを用いた低圧代替注水系 (可搬型) の起動準備操作</p> <p>(約1.1時間) 原子炉水温100℃到達</p> <p>常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設) 以外による原子炉注水</p> <ul style="list-style-type: none"> 代替循環冷却系による原子炉注水 可搬型代替注水中型ポンプを用いた低圧代替注水系 (可搬型) による原子炉注水 消火系 (ディーゼル駆動ポンプ) による原子炉注水 補給水系による原子炉注水 <p>逃がし安全弁 (自動減圧機能) による原子炉の低圧状態維持操作^{※4}</p> <p>常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水開始</p> <p>原子炉水位の調整操作 (低圧代替注水系 (常設))^{※5}</p> <p>(4時間35分) 緊急用海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱操作^{※6}</p> <p>残留熱除去系海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) 以外による原子炉除熱</p> <ul style="list-style-type: none"> 代替残留熱除去系海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱 原子炉冷却材浄化系による原子炉除熱 <p>逃がし安全弁 (自動減圧機能) 「全閉」</p> <p>残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) により原子炉除熱を継続する。また、原子炉建屋ガス処理系及び中央制御室換気系を起動し、機能喪失している設備の復旧に努める。</p> <p>常設代替高圧電源装置による非常用母線の受電準備操作</p> <p>常設代替高圧電源装置による非常用母線の受電操作</p> <p>原子炉保護系母線の受電操作</p> <p>電源確保対応操作</p> <p>可搬型代替交流電源設備による受電操作</p> <p>使用済燃料プールの冷却操作</p> </div> <div data-bbox="890 1617 1513 1648"> <p>第 7.4.2-2 図 全交流動力電源喪失時の対応手順の概要</p> </div>	<p>備考</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

備考

全交流動力電源喪失



第 7.4.2-4 図 「全交流動力電源喪失」の作業と所要時間(1/2)

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表 (運転停止時 全交流動力電源喪失)

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

備考

全交流動力電源喪失

操作項目	実施箇所・必要人員数						操作の内容	経過時間 (時間)																備考								
	運転員 (中央制御室)		運転員 (現場)		緊急時対策要員 (現場)			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
	6号	7号	6号	7号	6号	7号		20時間 崩壊熱除去機能回復																								
低圧代償注水系 (常設) 注水操作	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 注水準備	原子炉水位回復後、蓄熱量に応じた注水																								
給油準備	-	-	-	-	2人		・放射線防護設備準備/整備	10分																								
給油作業	-	-	-	-	2人		・軽油タンクからタンクローリー (16L) への補給	120分											タンクローリー (16L) 残量に応じて適宜軽油タンクから補給													
	-	-	-	-	2人		・第一ガスタービン駆動用燃料タンクへの給油	適宜実施																								
代替原子炉補機冷却系 準備操作	-	-	(2人) C, D	(2人) c, d	-	-	・放射線防護設備準備	10分																								
	-	-	-	-	-	-	・現場準備	360分																								
	-	-	-	-	13人 (参集) ※1, ※2	13人 (参集) ※1, ※2	・代替原子炉補機冷却系 現場系構築	10分																								
	-	-	-	-	-	-	・放射線防護設備準備	10分																								
	-	-	-	-	-	-	・現場準備 ・資機材搬入及びホース敷設、起動及び系統水張り	10時間																								
給油準備	-	-	-	-	※1 (2人)		・軽油タンクからタンクローリー (16L) への補給																		140分	タンクローリー (16L) 残量に応じて適宜軽油タンクから補給						
給油作業	-	-	-	-	※1 (2人)		・送油車への給油 ・大容量送水車 (熱交換器ユニット用) への給油																		適宜実施							
代替原子炉補機冷却系 運転	-	-	-	-	※2 (3人)	※2 (3人)	・代替原子炉補機冷却系 運転状態監視																		適宜実施							
残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) 起動準備	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・原子炉停止時冷却モード 起動準備																		20分							
残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) 起動操作	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・原子炉停止時冷却モード 起動																		10分							
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・原子炉停止時冷却モード運転による原子炉状態監視																		適宜実施							
使用済燃料プール冷却 再開 (評価上考慮せず)	-	-	(2人) C, D	(2人) c, d	-	-	・燃料プール冷却浄化系熱交換器冷却水側 1系循環	代替原子炉補機冷却系が供給していない側の燃料プール冷却浄化系熱交換器を循環する																	60分							
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・スキマージタンク水位調整 ・燃料プール冷却浄化系 系構築	再稼働準備としてろ過装置の稼働及びスキマージタンクへの補給を実施する																	30分	燃料プール水温 77℃ 以下維持 要領を確保して対応する						
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・燃料プール冷却浄化系再稼働	燃料プール冷却浄化ポンプを再起動し使用済燃料プールの冷却を再開する ・必要に応じてスキマージタンクへの補給を実施する																	30分							
必要人員数 合計	1人 A	1人 a	2人 C, D	2人 c, d	2人 (その他参集26人)																											

() 内の数字は他の作業終了後、移動して対応する人員数。

第 7.4.2-4 図 「全交流動力電源喪失」の作業と所要時間 (2/2)

10-7-4-87

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

東海第二発電所				備考	
停止中の全交流動力電源喪失					
操作項目	実施箇所・必要要員数 【】は操作前後移動してきた要員			経過時間 (時間)	備考
	責任者	当直要員数	1人 中央監視 運転操作指揮		
	補佐	当直要員数	1人 運転操作指揮補佐		
	通報連絡者	災害対策要員	2人 災害対策本部連絡 緊急時外部連絡		
	当直運転員 (中央制御室)	当直運転員 (現場)	重大事故等対応要員 (現場)		
			操作の内容		
状況判断	1人 A	-	-	10分	●外部電源喪失の確認 ●非常用ディーゼル発電機等の自動起動失敗の確認
全交流動力電源喪失の確認	1人 A	-	-	1分 2分	●低圧炉内スプレイ系ディーゼル発電機の自動起動操作 (失敗) ●非常用ディーゼル発電機等の自動起動操作 (失敗)
作業員への連絡指示	-	-	-	60分以内	●当直要員による作業員への連絡指示 60分以内で進捗完了
高圧代替高圧電源装置による緊急用母線受電操作	1人 A	-	-	4分	●高圧代替高圧電源装置2台の起動操作及び緊急用母線の受電操作
電源確保操作対応	-	-	2人 a, b	適宜実施	●電源回復操作
常設低圧代替注水系統ポンプを用いた低圧代替注水 (常設) の準備操作	1人 A	-	-	4分 3分	●常設低圧代替注水系統ポンプを用いた低圧代替注水 (常設) による原子炉注水に必要の自身の電源切替操作 ●常設低圧代替注水系統ポンプを用いた低圧代替注水 (常設) による原子炉注水の系統切替及び起動操作
高圧代替高圧電源装置による非常用母線の受電準備操作	1人 A	-	-	35分	●非常用母線の受電準備
高圧代替高圧電源装置による非常用母線の受電準備操作	-	2人 B, C	-	75分	●非常用母線の受電準備 (既実施)
逃がし安全弁 (自動減圧機能) による原子炉の低圧状態維持操作	1人 A	-	-	1分	●逃がし安全弁 (自動減圧機能) の手動閉鎖操作
原子炉水位の調整操作 (低圧代替注水 (常設))	1人 A	-	-	適宜実施	●常設低圧代替注水系統ポンプを用いた低圧代替注水 (常設) による原子炉注水の水位調整操作 原子炉水位を通常運転水位付近に維持
高圧代替高圧電源装置による非常用母線の受電操作	1人 A	-	-	8分 5分	●高圧代替高圧電源装置2台の起動操作 ●非常用母線の受電操作
原子炉保護系母線の受電操作	1人 A	-	-	10分	●原子炉保護系母線の復旧準備操作
原子炉保護系母線の受電操作	-	1人 B, C	-	105分	●原子炉保護系母線の復旧操作 (既実施)
原子炉保護系母線の受電操作	1人 A	-	-	40分	●原子炉保護系母線の復旧操作 (中央制御室)
緊急用海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱操作	1人 A	-	-	6分 20分 1分	●残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱の起動準備操作 ●緊急用海水系の起動操作 ●残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱の起動操作 ●残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の運転による原子炉除熱状態の監視 適宜実施
使用済燃料プールの冷却操作	1人 A	-	-	適宜実施	●常設低圧代替注水系統ポンプを用いた代替燃料プール注水 (注水ライン) による使用済燃料プールへの注水操作 適宜実施
可搬型代替注水中型ポンプを用いた低圧代替注水 (可搬型) の準備操作	-	-	3人 c~j	170分	●可搬型代替注水中型ポンプの移動、ホース敷設等の操作
必要要員 合計	1人 A	2人 B, C	10人 a~j		

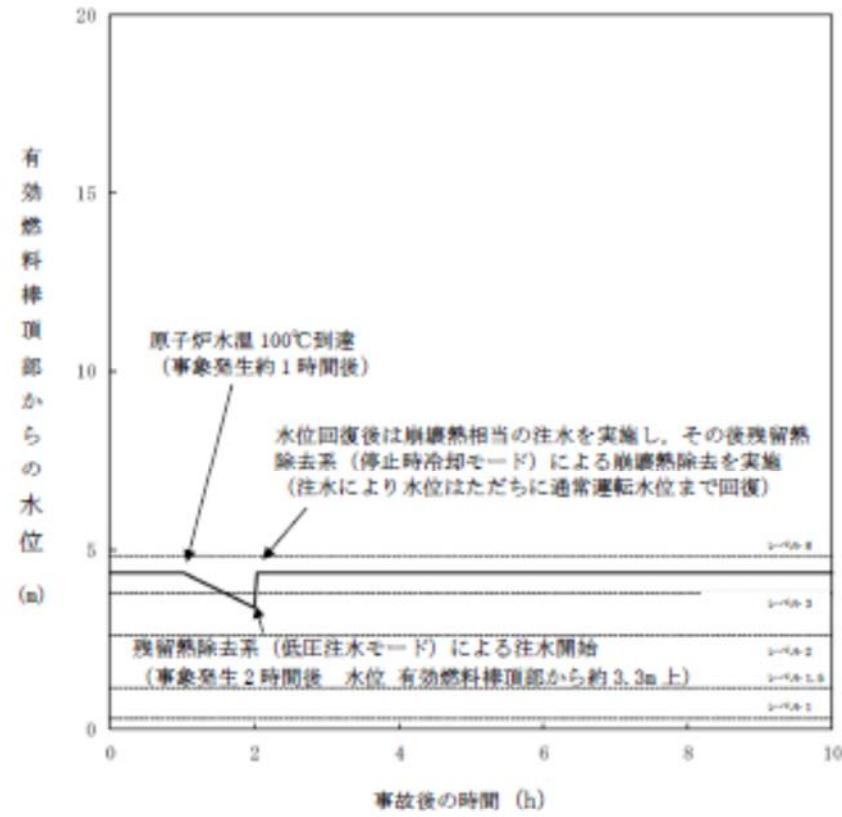
第 7.4.2-3 図 全交流動力電源喪失時の作業と所要時間

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

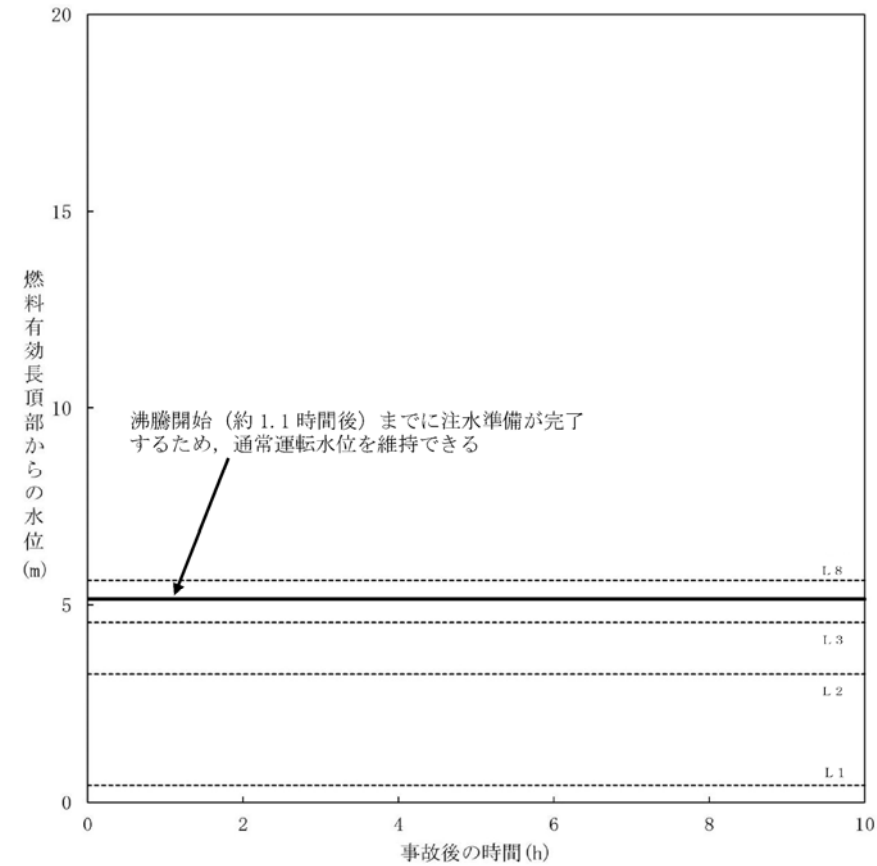
東海第二発電所

備考



第7.4.1-5図 原子炉水位の推移

10-7-4-82



第7.4.2-4図 全交流動力電源喪失における原子炉水位の変化

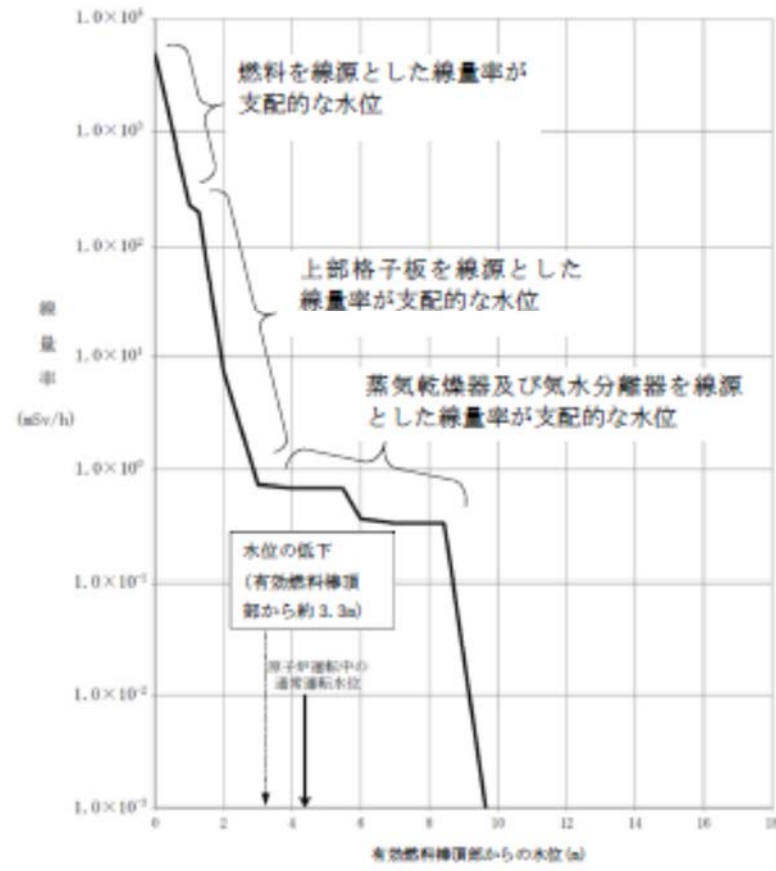
10-7-922

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

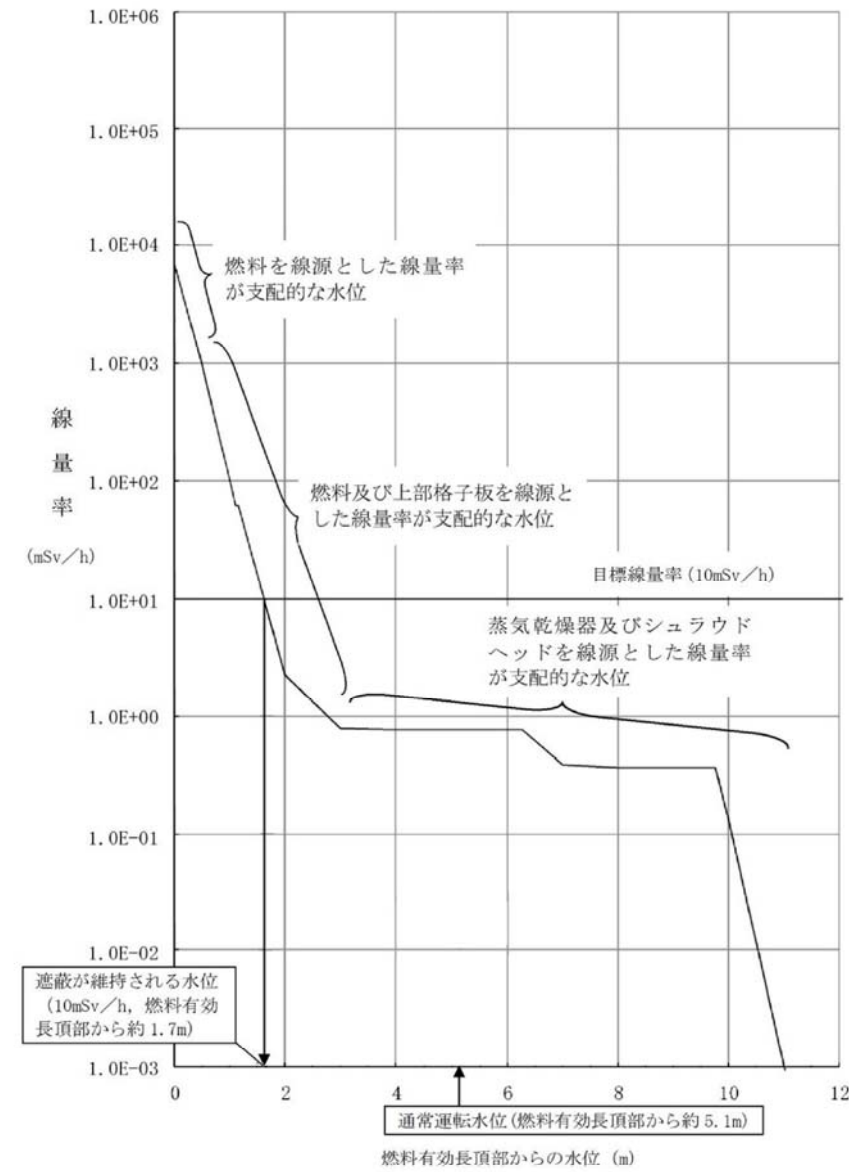
東海第二発電所

備考



第7.4.1-6図 原子炉水位と線量率

10-7-4-83



第7.4.2-5図 原子炉水位と線量率

10-7-923

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
<p>7.4.3 原子炉冷却材の流出</p> <p>7.4.3.1 事故シーケンスグループの特徴，燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」に含まれる事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり，①「原子炉冷却材流出（CRD 点検（交換）時の作業誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗」，②「原子炉冷却材流出（LPRM 点検（交換）時の作業誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗」，③「原子炉冷却材流出（RIP 点検時の作業誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗」，④「原子炉冷却材流出（CUW ブロー時の操作誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗」及び⑤「原子炉冷却材流出（RHR 系統切替え時のミニマムフロー弁操作誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」では，原子炉の運転停止中に原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統から，運転員の誤操作等により系外への原子炉冷却材の流出が発生し，崩壊熱除去機能が喪失することを想定する。このため，原子炉冷却材の流出及び燃料の崩壊熱による蒸発に伴い原子炉冷却材が減少することから，緩和措置がとられない場合には，原子炉水位の低下により燃料が露出し，燃料損傷に至る。</p> <p>本事故シーケンスグループは，原子炉冷却材の流出によって燃料損傷に至る事故シーケンスグループである。このため，運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価には，注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>したがって，本事故シーケンスグループでは，原子炉圧力容器からの原子炉冷却材流出の停止や，残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水を行うことで必要量の原子炉冷却材を確保することによって，燃料損傷の防止を図る。また，残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転による最終的な熱の逃がし場へ熱の輸送を行うことにより，原子炉を除熱する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」における機能喪失に対して，燃料が著しい損傷に至ることなく，かつ，十分な冷却を可能とするため，運転員による原子炉冷却材流出の停止及び残留熱除去系による原子炉注水手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第7.4.3-1 図及び第7.4.3-2 図に，手順の概要を第7.4.3-3 図に示すとともに，重大事故等対策の概要を以下に示す。また，重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第7.4.3-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける重要事故シーケンスにおいて，6 号及び7 号炉同時の重大事故等対策に必要な要員は，中央制御室の運転員及び緊急時対策要員で構成され，合計14 名である。その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は，当直長1 名（6 号及び7 号炉兼任），当直副長2 名，運転操作対応を行う運転員6 名</p>	<p>7.4.3 原子炉冷却材の流出</p> <p>7.4.3.1 事故シーケンスグループの特徴，燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」に含まれる事故シーケンスとしては，「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり，①「原子炉冷却材の流出（RHR切替時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」，②「原子炉冷却材の流出（CUWブロー時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」，③「原子炉冷却材の流出（CRD点検時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」及び④「原子炉冷却材の流出（LPRM点検時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」では，運転停止中に原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統から，運転員の誤操作等により系外への原子炉冷却材の流出が発生することを想定する。このため，原子炉冷却材の流出に伴い，保有水量が減少することから，緩和措置がとられない場合には，原子炉水位の低下が継続し，燃料損傷に至る。</p> <p>本事故シーケンスグループは，原子炉冷却材の流出によって燃料損傷に至る事故シーケンスグループである。このため，重大事故等対策の有効性評価としては，注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>以上により，本事故シーケンスグループでは，原子炉注水機能を用いて燃料損傷の防止を図るとともに最終的な熱の逃がし場へ熱の輸送を行うことによって原子炉除熱を行う。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」において，燃料が著しい損傷に至ることなく，かつ十分な冷却を可能とするため，残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水手段及び運転員による原子炉冷却材流出の停止手段を整備する。対策の概略系統図を第7.4.3-1 図に，対応手順の概要を第7.4.3-2 図に，重要事故等対策の概要を以下に示す。また，重大事故等対策における手順と設備の関係を第7.4.3-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける重要事故シーケンスにおいて，必要な要員は災害対策要員（初動）7名である。 災害対策要員（初動）の内訳は，当直発電長1名，当直副発電長1名，運転操作対応を行う当直運転員3名及び通報連絡等を行う情報班員2名である。</p>	<p>・RIP点検はABWR特有の事象</p> <p>・プラント基数，設備設計及び運用の違いにより必要要員数は異なるが，タイムチャートにより要員の充足性は確認される。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う緊急時対策本部要員は5名である。</p> <p>必要な要員と作業項目について第7.4.3-4 図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員数を確認した結果、14名で対処可能である。</p> <p>a. 原子炉冷却材圧力バウンダリ外への原子炉冷却材流出確認</p> <p>原子炉の運転停止中に原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統から、運転員の誤操作等により系外への原子炉冷却材の流出が発生する。原子炉冷却材の流出が長時間継続した場合、原子炉水位が低下し残留熱除去系の運転が継続できなくなることから崩壊熱除去機能喪失に至る。</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリ外への原子炉冷却材流出を確認するために必要な計装設備は、原子炉水位である。</p> <p>b. 原子炉冷却材圧力バウンダリ外への原子炉冷却材流出停止確認</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統から漏えいしている箇所の隔離を行うことで、原子炉冷却材流出が停止することを確認する。</p> <p>隔離操作完了により、正常な原子炉停止時冷却モードの運転となる。</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリ外への原子炉冷却材流出停止を確認するために必要な計装設備は、原子炉水位である。</p> <p>c. 残留熱除去系（低圧注水モード）運転による原子炉注水</p> <p>原子炉冷却材流出により低下した原子炉水位を回復するため、中央制御室からの遠隔操作により残留熱除去系（低圧注水モード）運転による原子炉注水を開始し、原子炉水位を回復する。</p> <p>残留熱除去系（低圧注水モード）運転による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、残留熱除去系系統流量等である。</p>	<p>必要な要員と作業項目について第7.4.3-3 図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員を確認した結果、災害対策要員（初動）7名で対処可能である。</p> <p>a. 原子炉冷却材流出の確認</p> <p>原子炉水位の低下及びサプレッション・プールの水位の上昇を、1時間毎の中央制御室の巡視により確認する。</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリ外への原子炉冷却材の流出を確認するために必要な計装設備は、原子炉水位（広帯域、燃料域）等である。</p> <p>b. 作業員への退避指示</p> <p>当直発電長は、原子炉冷却材流出を確認後、中央制御室からページングにより現場作業員へ退避指示を行う。</p> <p>c. 待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作</p> <p>原子炉冷却材の流出により低下した原子炉水位を回復するため、中央制御室からの遠隔操作により待機中の残留熱除去系（低圧注水系）を起動し、原子炉注水を実施する。これにより、原子炉水位は回復する。</p> <p>残留熱除去系（低圧注水系）の起動確認に必要な計装設備は、残留熱除去系系統流量等である。</p> <p>d. 原子炉冷却材流出箇所の隔離操作</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統から漏えいしている箇所の隔離を行うことで、原子炉冷却材の流出が停止することを確認する。</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリ外への原子炉冷却材の流出停止を確認するために必要な計装設備は、原子炉水位（広帯域、燃料域）等である。</p> <p>e. 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉冷却</p> <p>待機中の残留熱除去系（低圧注水系）運転による原子炉水位回復後、中央制御室及び現場[*]にて残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）への切替操作を実施し、崩壊熱除去機能を回復する。</p> <p>残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による崩壊熱除去機能回復を確認するため</p>	<p>・東海第二では、解析上考慮しない操作も含め、手順に従い必ず実施する操作を記載</p> <p>・東海第二は、注水による原子炉水位の回復後、漏えい箇所の隔離を実施する手順となっている。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>7.4.3.2 燃料損傷防止対策の有効性評価</p> <p>(1) 有効性評価の方法</p> <p>本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、事象認知までに要する時間（点検作業に伴う原子炉冷却材の流出事象は検知が容易）及び原子炉冷却材の流出量の観点から、「原子炉冷却材流出（RHR 系統切替え時のミニマムフロー弁操作誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗」である^{※1}。</p> <p>残留熱除去系は通常、3 系統あるうち1 系統又は2 系統を用いて、崩壊熱除去を実施しており、作業や点検等に伴い系統切替えを実施する場合がある。系統切替えに当たって、原子炉冷却材が系外に流出しないように系統構成を十分に確認して行うが、操作の誤り等によって原子炉冷却材が系外に流出する事象を想定している。</p> <p>「RHR 系統切替え時のミニマムフロー弁操作誤り」は原子炉冷却材流出事象発生時の検知が他の作業等よりも困難な事象であり、原子炉压力容器の上蓋が開放されている「POS B 原子炉ウェル満水状態」が検知性及び放射線遮蔽の考慮の観点で最も厳しい想定である。なお、有効燃料棒頂部まで原子炉水位が低下するまでの時間余裕という観点では原子炉未開放状態が厳しくなるが、その場合であっても2 時間以上の時間余裕^{※2}があり、かつ、原子炉水位計による警報発生、緩和設備の起動等に期待できるため、原子炉開放時と比べて速やかな検知と注水が可能であり、評価項目を満足できる。したがって、当該プラント状態を基本とし、他のプラント状態も考慮した想定において評価項目を満足することを確認することにより、運転停止中の他のプラント状態においても、評価項目を満足できる。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、操作の誤り等による原子炉冷却材の系外流出により原子炉水位が低下するが、有効燃料棒頂部の冠水及び未臨界を維持できることを評価する。さらに、原子炉水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることを評価する。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>※1 RHR 系統切替え時のミニマムフロー弁操作誤りによる流出量は他の原子炉冷却材流出事象と比べて流出量大きい</p> <p>※2 流出により通常運転水位から残留熱除去系の吸込配管の高さまで水位が低下後、蒸発により水位が有効燃料棒頂部まで低下するまでの時間（停止1 日後の崩壊熱を想定）</p> <p>(2) 有効性評価の条件</p>	<p>に必要な計装設備は、残留熱除去系熱交換器入口温度等である。</p> <p>※ 残留熱除去系の系統加圧ラインの手動弁を閉状態にする。</p> <p>7.4.3.2 燃料損傷防止対策の有効性評価</p> <p>(1) 有効性評価の方法</p> <p>本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、原子炉冷却材の流出を起因事象とする、「原子炉冷却材の流出（RHR切替時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗」である[※]。</p> <p>残留熱除去系は通常、2 系統あるうち1 系統を用いて崩壊熱除去を実施しており、プラント状態（以下「POS」という。）－AからPOS－Dの期間において、作業や点検等に伴い運転号機の切替を実施する場合がある。運転号機の切替に当たって、原子炉冷却材が系外に流出しないように系統構成を十分に確認して行うが、操作の誤り等によって原子炉冷却材が系外に流出する事象を想定している。</p> <p>「RHR切替時のLOCA」は原子炉冷却材流出事象発生時の認知が他の作業等よりも困難な事象であり、原子炉水位が通常運転水位であるPOSを想定することにより、時間余裕の観点においても最も厳しい想定となる。なお、原子炉水位が通常運転水位の場合は原子炉水位（広帯域、燃料域）による警報や緩和設備の自動起動に期待できることも考えられるが、評価上これらに期待しない場合でも評価項目を満足することを確認することにより、運転停止中の他のPOSにおいても評価項目を満足できる。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、操作の誤り等による原子炉冷却材の系外流出により原子炉水位が低下するが、燃料有効長頂部の冠水及び未臨界を維持できることを評価する。さらに、原子炉水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることを評価する。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>※ RHR切替時のLOCAによる流出は他の原子炉冷却材流出事象と比べて燃料損傷までの時間余裕が短い</p> <p>(2) 有効性評価の条件</p>	<p>・東海第二は、原子炉水位を燃料が露出するまでの余裕時間の観点で厳しい通常運転水位とし、更に、警報や緩和設備の自動起動に期待しない保守的な想定としている</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な評価条件を第7.4.3-2 表に示す。また、主要な評価条件について、本重要事故シーケンス特有の評価条件を以下に示す。</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 原子炉圧力容器の状態</p> <p>原子炉圧力容器の開放時について評価する。原子炉未開放時においては原子炉水位計による警報発生、緩和設備の起動等に期待できる。また、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）の吸込配管が有効燃料棒頂部より高い位置にあるため、有効燃料棒頂部が露出する前に流出が停止する。</p> <p>(b) 原子炉初期水位及び原子炉初期水温</p> <p>事象発生前の原子炉の初期水位は、原子炉ウェル満水の水位とし、保有水量を厳しく見積もるため、使用済燃料プールと原子炉ウェルの間に設置されているプールゲートは閉を仮定する。また、原子炉初期水温は52℃とする。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 起因事象</p> <p>起因事象として、残留熱除去系の系統切替時に原子炉冷却材が流出するものとする。具体的には、ミニマムフロー弁の開操作忘れの人的過誤による原子炉冷却材のサプレッション・チェンバへの流出を想定し、流出量は約87m³/h とする。</p> <p>(b) 崩壊熱による原子炉水温の上昇及び蒸発</p> <p>本想定事象では崩壊熱除去機能喪失を仮定した場合も、事象発生から安定状態に至る時間に対して、原子炉水温が100℃に到達するまでの時間が事象発生から5時間以上と長いから、崩壊熱による原子炉水温の上昇及び蒸発については、考慮しない。</p> <p>(c) 外部電源</p> <p>外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機によって給電を行うものとする。</p>	<p>本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な評価条件を第7.4.3-2 表に示す。また、主要な評価条件について、本重要事故シーケンス特有の評価条件を以下に示す。</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 原子炉圧力容器の状態</p> <p>運転停止中における原子炉圧力容器の状態は、未開放状態又は開放状態であるが、遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい未開放状態を評価条件とする。なお、原子炉未開放時においては原子炉水位による警報発生や緩和設備の自動起動等に期待できる場合があるが、本評価ではこれらに期待しないこととする。</p> <p>(b) 原子炉初期水位及び原子炉初期水温</p> <p>運転停止中における原子炉水位は、通常運転水位（燃料有効長頂部から約5.1m上）から原子炉ウェル満水水位（燃料有効長頂部から約16.7m上）までの範囲であるが、遮蔽維持水位到達までの時間余裕の観点で厳しい通常運転水位を評価条件とする。また、原子炉初期水温は残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の設計温度である52℃を評価条件とする。なお、原子炉初期水位が原子炉ウェル満水の場合は、原子炉圧力容器蓋による遮蔽に期待できなくなるものの、保有水量が多く、遮蔽維持水位到達までの余裕時間は通常運転水位の場合よりも長くなることから、通常運転水位の場合に評価項目を満足することを確認することにより、原子炉ウェル満水の場合においても評価項目を満足できることを確認できる。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 原子炉冷却材のサプレッション・プールへの流出流量</p> <p>残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転号機の切替時の原子炉冷却材の流出を想定する。具体的には、切替後に運転する残留熱除去系の系統構成の際、原子炉停止時冷却系流量調整弁の開操作が不十分な状態で残留熱除去系ポンプを起動することにより、残留熱除去系ポンプミニマムフロー弁がインターロックにより自動開となり、開固着することによって原子炉冷却材がサプレッション・プールへ流出することを想定し、流出流量は45m³/h とする。</p> <p>(b) 崩壊熱による原子炉水温の上昇及び蒸発について</p> <p>本評価事象では原子炉冷却材の流出流量を厳しく評価するため、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）は運転状態を想定しており、崩壊熱除去機能は維持されていることから、崩壊熱による原子炉水温の上昇及び蒸発については考慮しない。</p> <p>(c) 外部電源</p> <p>外部電源はあるものとする。</p> <p>外部電源がない場合は、原子炉保護系電源の喪失により残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の取水ラインの格納容器隔離弁が閉となり、原子炉冷却材流出が停止することから、外部電源がある場合の方が、原子炉冷却材流出の観点で厳しくなる。</p>	<p>・東海第二は、RHR系の吸込配管の下端位置が、燃料有効長頂部より低い位置にあるため、RHR切替時のLOCAの発生時に注水に失敗すると、原子炉水位は燃料有効長頂部以下の高さまで低下する。</p> <p>・東海第二は、残留熱除去系ポンプミニマムフロー弁の電源を入とした状態で、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）を起動する手順としているため、左記のような想定としている。</p> <p>・東海第二の設備状態を考慮して外部電源の有無を設定している。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備考
<p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 残留熱除去系（低圧注水モード） 残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水流量は954m³/hとする。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転中の残留熱除去系ポンプミニマムフロー弁閉止及び待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水は、原子炉水位低下確認後、原因調査を開始し、事象発生から2時間後に実施するものとする。 なお、本評価事象においては漏えい箇所の隔離が容易であるため、残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水操作は残留熱除去系ポンプミニマムフロー弁閉止操作完了後に実施するものとしている。ただし、両操作とも水位低下を認知して実施する操作であり、事象によっては原子炉注水操作を残留熱除去系ポンプミニマムフロー弁閉止操作完了前に実施することもある。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスにおける原子炉水位の推移を第7.4.3-5 図に、原子炉水位と線量率の関係を第7.4.3-6 図に示す。</p> <p>a. 事象進展 事象発生後、原子炉冷却材が流出することにより、原子炉水位は低下し始めるが、原子炉水位の低下により異常事象を認知し、事象発生から2時間経過した時点で、残留熱除去系ポンプミニマムフロー弁閉止操作完了後、待機中の残留熱除去系ポンプを起動し、残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水を行う。 その後は、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転により崩壊熱除去機能を回復する。 線量率の評価点は原子炉建屋オペレーティングフロアの床付近としており、有効燃料棒頂部の約15m上の水位での線量率は1.0×10⁻³mSv/h以下であり、この水位において放射線の遮蔽は維持されている。</p> <p>b. 評価項目等 原子炉水位は、第7.4.3-5 図に示すとおり、有効燃料棒頂部の約15m上まで低下</p>	<p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水流量 残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水流量は1,605m³/hを設定するものとする。</p> <p>(b) 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の伝熱容量 伝熱容量は、熱交換器1基当たり43MW（原子炉冷却材温度100℃、海水温度32℃において）とする。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 原子炉冷却材の流出は、事象発生から1時間後の中央制御室の巡視において認知するものとする。なお、原子炉未開放時には原子炉水位による警報発生や緩和設備の自動起動等に期待できる場合があるが、本評価ではこれらに期待しないこととする。</p> <p>(b) 残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作は、原子炉水位低下確認後、事象発生から2時間後に実施するものとする。また、運転中の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）からの原子炉冷却材流出箇所の隔離操作は、残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉水位の回復後に実施するものとする。</p> <p>(c) 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転は、原子炉冷却材流出箇所の隔離操作後に実施するものとする。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスの原子炉水位の推移を第7.4.3-4 図に、原子炉水位と線量率の関係を第7.4.3-5 図に示す。</p> <p>a. 事象進展 事象発生後、原子炉冷却材が流出することにより、原子炉水位は低下し始めるが、原子炉水位の低下により異常事象を認知し、事象発生から2時間経過した時点で、待機中の残留熱除去系ポンプを起動し、残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作を行う。 その後は原子炉冷却材の流出箇所を隔離することによって流出を止め、また、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転により崩壊熱除去機能を回復する。</p> <p>b. 評価項目等 原子炉水位は、第7.4.3-4 図に示すとおり、燃料有効長頂部の約2.1mまで低下</p>	<p>・設備設計の違い</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>するに留まり、燃料は冠水維持される。</p> <p>第7.4.3-6 図に示すとおり、必要な遮蔽^{※3} が維持できる水位である有効燃料棒頂部の約3.0m 上を下回ることがないため、放射線の遮蔽は維持される。なお、線量率の評価点は原子炉建屋オペレーティングフロアの床付近としている。</p> <p>また、全制御棒全挿入状態が維持されているため、未臨界は確保されている。</p> <p>原子炉水位回復後、残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水を停止し、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）運転による原子炉压力容器除熱を行うことで、安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「6.2.4.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>※3 必要な遮蔽の目安とした線量率は10mSv/h とする。原子炉冷却材流出における原子炉建屋オペレーティングフロアでの作業時間及び作業員の退避は1 時間以内であり、作業員の被ばく量は最大でも10mSv となるため、緊急作業時における被ばく限度の100mSv に対して余裕がある。</p> <p>本事故に応じた燃料損傷防止対策において原子炉建屋オペレーティングフロアでの操作を必要な作業としていないが、燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）を使用した使用済燃料プールへの注水について仮に考慮し、可搬型スプレイヘッド及びホースの設置にかかる作業時間を想定した。</p> <p>必要な遮蔽の目安とした線量率10mSv/h は、定期検査作業時での原子炉建屋オペレーティングフロアにおける線量率を考慮した値である。</p> <p>この線量率となる水位は有効燃料棒頂部の約3.0m 上（原子炉ウェル満水から約14m 下）の位置である。</p> <p>7.4.3.3 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>本重要事故シーケンスは、事象進展が緩やかであり、運転員等操作である待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）により、水位を回復させることが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.4.3-2 表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を確認する。また、評価条件の設定に当たっては、評価項目に対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に</p>	<p>するにとどまり、燃料は冠水維持される。</p> <p>原子炉压力容器は未開放であり、必要な遮蔽が維持できる水位（必要な遮蔽の目安とした10mSv/h[*]が維持される水位）である燃料有効長頂部の約1.7m を下回ることがないため、放射線の遮蔽は維持される。なお、線量率の評価点は燃料取替機床上としている。また、全制御棒全挿入状態が維持されているため、未臨界は確保されている。</p> <p>原子炉水位回復後、残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転による崩壊熱除去機能を回復することで、安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「6.2.4.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>※ 本事故シーケンスグループにおける必要な遮蔽の目安とした線量率は、原子炉建屋原子炉棟6階での操作時間から10mSv/h と設定した。原子炉建屋原子炉棟6階での操作は、使用済燃料プールの同時被災時における重大事故等対応要員による使用済燃料プールへの注水準備操作（可搬型スプレイノズルの設置及びホース敷設等）を想定しており、原子炉建屋原子炉棟6階を含め、原子炉建屋内に滞在する時間は2.2時間以内である。そのため、重大事故等対応要員の被ばく量は最大でも22mSv であり、緊急作業時における被ばく限度の100mSv に対して余裕がある。</p> <p>また、作業員等が事象発生時に原子炉建屋原子炉棟6階に滞在していた場合でも、事象発生後速やかに管理区域外へ退避するため、原子炉建屋原子炉棟6階での被ばく量は限定的である。</p> <p>7.4.3.3 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>本重要事故シーケンスは、事象進展が緩やかであり、運転員等操作である待機中の残留熱除去系（低圧注水系）により、水位を回復させることが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.4.3-2 表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を確認する。また、評価条件の設定に当たっては、設計値を用いるか又は評価項目に対する余裕が小さくなるよう保守的な設定をしていることから、その中で事象進展に</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備 考
<p>関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の原子炉水温は評価条件の 52℃に対して最確条件は約 37℃～約 48℃であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉水温より低くなり、沸騰開始時間は遅くなるため、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は長くなり、原子炉冷却材流出の停止及び注水操作は原子炉冷却材流出の認知を起点とするものであることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉水位は、評価条件の原子炉ウェル満水に対して最確条件とした場合は、事故事象ごとに異なり、原子炉ウェル水張り実施中においては、評価条件よりも原子炉初期水位は低くなるが、既に原子炉注水を実施しており、また原子炉冷却材流出の停止のための隔離操作は、原子炉冷却材流出の認知を起点とする操作であることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は評価条件のプールゲート閉に対して最確条件はプールゲート開であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している保有水量より多くなるため、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は長くなるが、原子炉冷却材流出の停止及び注水操作は原子炉冷却材流出の認知を起点とする操作であることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉压力容器の状態は、評価条件の原子炉压力容器の開放に対して最確条件は事故事象ごとに異なる。原子炉压力容器の未開放時は、原子炉水位計による警報発生、緩和設備の起動等により原子炉冷却材流出の認知が早まるため、運転員等操作時間が早くなり、原子炉压力容器の開放時は、評価条件と同様となるが、原子炉冷却材流出の停止及び注水操作は原子炉冷却材流出の認知を起点とする操作であることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の原子炉水温について、評価条件の 52℃に対して最確条件は約 37℃～約 48℃であり、評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している原子炉初期水温より低くなり、沸騰開始時間は遅くなるため、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は長くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期条件の原子炉水位及び原子炉压力容器の状態について、評価条件の原子炉压力容器の開放及び原子炉ウェル満水に対して最確条件は事故事象ごとに異なる。原子炉</p>	<p>有意な影響を与えると考えられる事象発生前の原子炉初期水位及び原子炉压力容器の状態、並びに原子炉初期圧力に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の原子炉初期水位及び原子炉压力容器の状態については、評価条件として設定した通常運転水位かつ原子炉压力容器が閉鎖状態に対し、最確条件は事故事象毎に異なる。原子炉压力容器が開放状態で、原子炉ウェル満水期間又は原子炉ウェル満水への移行期間、かつプールゲートが閉状態の場合については、評価条件よりも原子炉初期水位が高くなるため時間余裕が長くなるが、残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉への注水操作及び原子炉冷却材流出の停止操作は原子炉冷却材流出の認知を起点とする操作であるため、運転員等操作時間に与える影響はない。また、プールゲートが開状態の場合は更に時間余裕が長くなるが、同様の理由により運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉初期圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件と同様であることから、事象進展に与える影響はなく、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の原子炉初期水位及び原子炉压力容器の状態については、評価条件として設定した通常運転水位及び原子炉压力容器未開放に対し、最確条件は事故事</p>	<p>・東海第二は、原子炉水温は評価に与える影響がないため、初期水温の記載はしていない。</p> <p>・東海第二は、原子炉水位を通常運転水位とし、更に、警報や緩和設備の自動起動に期待しない保守的な想定としている。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>圧力容器の開放時は、原子炉ウエルの水張りを実施しているため初期水位が原子炉ウエル満水と高い位置となるが、原子炉圧力容器等の遮蔽に期待できず、また原子炉水位計の警報による運転員の認知に期待できないため、速やかな認知が困難である。一方、原子炉圧力容器の未開放時は、原子炉圧力容器の開放時と比べて、初期水位が低い位置であるが、原子炉圧力容器等の遮蔽に期待でき、かつ、原子炉水位計による警報発生、緩和設備の起動等により原子炉冷却材流出の認知が早まり、さらに放射線の遮蔽を維持できる有効燃料棒頂部の約2.0m上に到達するまでの時間（約1時間）は認知の時間に比べて十分長い。このため、現場作業員の退避時の被ばくを考慮した際も必要な放射線の遮蔽は維持されることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間（停止1日後）は2時間以上と長く、認知後すぐに隔離による原子炉冷却材流出の停止操作及び原子炉注水操作を行えるため、操作時間が十分あることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態において評価条件のプールゲート閉に対して、最確条件はプールゲート開であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、評価条件で設定している保有水量より多くなるため、原子炉水位が有効燃料棒頂部まで低下する時間は長くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>b. 操作条件 操作条件の不確かさとして、操作の不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響 操作条件の原子炉冷却材流出の停止操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から2時間後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、実態の運転操作においては、運転員の残留熱除去系系統切替え時のプラント状態確認による早期の認知に期待できるため、評価の想定と比べ、早く事象を認知できる可能性があり、評価上の操作開始時間に対し、実態の原子炉冷却材流出の停止操作が早くなることから、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。</p> <p>操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）の注水操作は、評価上の操作開始時間として、原子炉水位の低下に伴う異常の認知及び現場操作の時間を考慮し、</p>	<p>象毎に異なる。原子炉圧力容器が開放状態で、原子炉初期水位が原子炉ウエル満水又は原子炉ウエル満水への移行期間、かつプールゲートが閉状態の場合においては、評価条件よりも原子炉初期水位が高くなるため、RHR切替時のLOCAにより遮蔽が維持される水位まで原子炉水位が低下するまでの時間は約18.4時間となり、評価条件に比べて時間余裕が長くなる。また、プールゲートが開状態の場合は更に時間余裕が長くなることから、評価項目となるパラメータに与える余裕は更に大きくなるが、残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉への注水操作及び原子炉冷却材流出の停止操作は原子炉冷却材流出の認知を起点とする操作であるため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の原子炉初期圧力は、評価条件の大気圧に対して最確条件も大気圧であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件と同様であることから、事象進展に与える影響はなく、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>b. 操作条件 操作条件の不確かさとして、操作に係る不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水系）の注水操作は、評価上の操作開始条件として、事象発生から2時間後を設定している。運転員等操作時間に与</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>事象発生から2時間後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、原子炉水位低下時に原子炉注水の必要性を認知することは容易であり、評価では事象発生から2時間後の原子炉注水操作開始を設定しているが、実態は運転員の残留熱除去系系統切替え時のプラント状態確認による早期の認知に期待でき、速やかに原子炉注水操作を実施するため、その開始時間は早くなることから、運転員等操作時間に対する余裕は大きくなる。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響 操作条件の原子炉冷却材流出の停止操作は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間が早まり、原子炉水位の低下を緩和する可能性があることから、評価項目となるパラメータに与える余裕は大きくなる。 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）の注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間が早まり、原子炉水位の低下を緩和する可能性があることから、評価項目となるパラメータに与える余裕は大きくなる。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握 操作開始時間の遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。 操作条件の原子炉冷却材流出の停止操作について、必要な遮蔽が確保される最低水位に到達するまで約13時間であり、事故を認知して原子炉注水を開始するまでの時間は2時間であることから、時間余裕がある。 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）の注水操作について、必要な遮蔽が確保される最低水位に到達するまで約13時間であり、事故を認知して原子炉注水を開始するまでの時間は2時間であることから、時間余裕がある。</p> <p>(3) まとめ 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える</p>	<p>える影響として、原子炉水位の低下を確認した際に原子炉注水の必要性を認知することは容易であり、評価では事象発生から2時間後の原子炉注水操作開始を設定しているが、実際は運転員の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）の運転号機の切替時のプラント状態確認による早期の認知に期待でき、その後速やかに原子炉注水操作を実施するため、その開始時刻は早くなると考えられる。 操作条件の原子炉冷却材流出の停止操作は、操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水系）の注水操作の開始時間が早くなることに伴い、当操作の開始時間が早くなる場合が考えられる。 操作条件の残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）による原子炉除熱操作は、操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水系）の注水操作の開始時間が早くなることに伴い、当操作の開始時間が早くなる場合が考えられる。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水系）の注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、原子炉注水の開始が早くなる場合は原子炉水位低下が抑制され、評価項目となるパラメータに与える余裕は大きくなる。 操作条件の原子炉冷却材流出の停止操作は、運転員等操作時間に与える影響として、原子炉冷却材流出の停止操作が早くなる場合は原子炉水位の低下が抑制され、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握 操作遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内で操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。 操作条件の待機中の残留熱除去系（低圧注水系）の注水操作について、当該操作に対する時間余裕は、必要な遮蔽が確保される最低水位に到達するまでに約2.3時間あり、これに対して、事故を認知して原子炉注水を開始するまでの時間は2時間であることから、時間余裕がある。 操作条件の原子炉冷却材流出の停止操作について、残留熱除去系（低圧注水系）により原子炉水位を回復させた後に実施する操作であるため、十分な時間余裕がある。</p> <p>(3) まとめ 評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、評価条件等の不確かさを考慮した場合においても評価項目となるパラメータに与える影響</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.4.3.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」において、6号及び7号炉同時の重大事故等対策時における必要な要員は、「7.4.3.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり14名である。「7.5.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」で説明している運転員、緊急時対策要員等の64名で対処可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」において、必要な水源、燃料及び電源は、「7.5.1(2)資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源</p> <p>残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉注水については、必要な注水量が少なく、また、サプレッション・チェンバのプール水を水源とすることから、枯渇することはないため、7日間の継続実施が可能である。</p> <p>b. 燃料</p> <p>非常用ディーゼル発電機による電源供給については、事象発生後7日間最大負荷で運転した場合、号炉あたり約753kLの軽油が必要となる。</p> <p>5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に合計約13kLの軽油が必要となる。（6号及び7号炉合計約1,519kL）</p> <p>6号及び7号炉の各軽油タンクにて約1,020kL（6号及び7号炉合計約2,040kL）の軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備による電源供給及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給について、7日間の継続が可能である。</p> <p>c. 電源</p> <p>外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機によって給電を行うものとする。6号及び7号炉において重大事故等対策時に必要な負荷は、各号炉の非常用ディーゼル発電機負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給が可能である。</p>	<p>は小さい。</p> <p>この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>7.4.3.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」の重大事故等対策時における必要な災害対策要員（初動）は、「7.4.3.1(3) 燃料損傷防止対策」に示すとおり7名であり、災害対策要員（初動）の37名で対処可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」において、必要な水源、燃料及び電源は、「7.5.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水 源</p> <p>待機中の残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水については、必要な注水量が少なく、また、サプレッション・プール水を水源とすることから、水源が枯渇することはないく、7日間の対応が可能である。</p> <p>なお、外部電源喪失を想定した場合でも同様である。</p> <p>b. 燃 料</p> <p>外部電源喪失を想定した場合、事象発生直後から7日間の非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転を想定すると、非常用ディーゼル発電機については約484.0kL、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機については約130.3kL、合計で614.3kLの軽油が必要となる。軽油貯蔵タンクには約800kLの軽油を保有していることから、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機による7日間の電源供給の継続が可能である。</p> <p>c. 電 源</p> <p>外部電源喪失を想定した場合、重大事故等対策時に必要な負荷は、非常用ディーゼル発電機等の容量内に収まることから、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p>	<p>・設備の違い。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>また、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機についても、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>7.4.3.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」では、系統切替え操作の誤り等によって原子炉冷却材が系外に流出することで原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、燃料損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」に対する燃料損傷防止対策としては、残留熱除去系による原子炉注水手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」の重要事故シーケンス「残留熱除去系の系統切替え時に操作の誤り等によって原子炉冷却材が系外へ流出する事故」について有効性評価を実施した。</p> <p>上記の場合においても、残留熱除去系による原子炉注水を行うことにより、燃料は露出することなく有効燃料棒頂部は冠水しているため、燃料損傷することはない。</p> <p>その結果、有効燃料棒頂部の冠水、放射線の遮蔽の維持及び制御棒の全挿入状態が維持されており未臨界の確保ができることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び緊急時対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>以上のことから、残留熱除去系による原子炉注水等の燃料損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」に対して有効である。</p>	<p>7.4.3.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」では、残留熱除去系の運転号機の切替時の操作誤り等によって原子炉冷却材が系外に流出することで原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、燃料損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」に対する炉心損傷防止対策としては、残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」の重要事故シーケンス「原子炉冷却材の流出（RHR切替時のLOCA）+崩壊熱除去・炉心冷却失敗」について、有効性評価を実施した。</p> <p>上記の場合においても、残留熱除去系（低圧注水系）による原子炉注水を行うことにより、燃料は露出することなく燃料有効長頂部は冠水しているため、燃料損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料有効長頂部の冠水、放射線の遮蔽の維持及び未臨界の確保ができることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び災害対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源については、外部支援を考慮しないとしても、7日間以上の供給が可能である。</p> <p>以上のことから、事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」において、残留熱除去系（低圧注水系）を用いた原子炉注水等の燃料損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」に対して有効である。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.3-1表 「原子炉冷却材の流出」の重大事故等対策について

判断及び操作	手順	有効性評価上期待する事故対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計表設備
原子炉冷却材圧力バウンダリ外への原子炉冷却材流出確認	運転停止中に原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統から、運転員の誤操作等により系外への原子炉冷却材の流出が発生し、崩壊熱除去機能が喪失する	【非常用ディーゼル発電機】 【軽油タンク】	—	原子炉水位 (SA) 原子炉水位 サブプレッション・チェンバ・プール水位
原子炉冷却材圧力バウンダリ外への原子炉冷却材流出停止確認	原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統から漏れしている箇所の隔離を行うことで、原子炉冷却材流出が停止することを確認する	—	—	原子炉水位 (SA) 原子炉水位
残留熱除去系 (低圧注水モード) 運転による原子炉注水	原子炉冷却材流出により低下した原子炉水位を回復するため、待機していた残留熱除去系 (低圧注水モード) 運転で原子炉注水を実施する	【残留熱除去系 (低圧注水モード)】	—	原子炉水位 (SA) 原子炉水位 【残留熱除去系系統流量】

【 】：重大事故等対処設備 (設計基準仕様)

10-7-4-72

第7.4.3-1表 原子炉冷却材の流出時における重大事故等対策について

操作及び確認	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計表設備
原子炉冷却材の流出の確認	・1時間毎の中央制御室の巡視により、原子炉水位の低下及びサブプレッション・プールの水位の上昇を確認する。	—	—	原子炉水位 (広帯域、燃料域)* 原子炉水位 (SA広帯域、SA燃料域) サブプレッション・プール水位*
作業員への退避指示	・当直発電長は、原子炉冷却材の流出を確認後、中央制御室からベネジングにより現場作業員へ退避指示を行う。	—	—	—
待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水操作	・原子炉冷却材の流出により低下した原子炉水位を回復するため、中央制御室からの遠隔操作により待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) により原子炉注水を実施する。これにより、原子炉水位は回復する。	残留熱除去系 (低圧注水系)*	—	原子炉水位 (広帯域、燃料域)* 原子炉水位 (SA広帯域、SA燃料域) 残留熱除去系系統流量*
原子炉冷却材流出箇所の隔離操作	・原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統から漏れしている箇所の隔離を行うことで、原子炉冷却材の流出が停止することを確認する。	—	—	原子炉水位 (広帯域、燃料域)* 原子炉水位 (SA広帯域、SA燃料域)
残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱操作	・待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉水位回復後、中央制御室及び現場にて残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) への切替操作を実施し、崩壊熱除去機能を回復する。	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系)*	—	原子炉水位 (広帯域、燃料域)* 原子炉水位 (SA広帯域、SA燃料域) 残留熱除去系系統流量* 残留熱除去系熱交換器入口温度* 残留熱除去系熱交換器出口温度* 残留熱除去系海水系系統流量*

* 既許可の対象となっていない設備を重大事故等対処設備に位置付けるもの
 : 有効性評価上考慮しない操作

10-7-938

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

第7.4.3-2表 主要評価条件 (原子炉冷却材の流出) (1/2)

項目		主要評価条件		条件設定の考え方	
初期条件	原子炉圧力容器の状態	原子炉圧力容器の開放		線量率の影響を確認するため、原子炉圧力容器の開放状態を想定	
	原子炉水位	原子炉ウエル満水		原子炉圧力容器が開放状態での水位を想定	
	原子炉水温	52℃		残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) での炉水側の設定温度を想定	
	原子炉圧力	大気圧		原子炉圧力容器開放を想定	
	プールゲートの状態	閉		保有水が少ないプールゲート閉を想定	
事故条件	起因事象	原子炉冷却材の流出		残留熱除去系の系統切替え時の原子炉冷却材流出を想定	
	原子炉冷却材のサブプレッション・チエンバへの流出量	約 87m ³ /h		ミニマムフローラインに残留熱除去系ポンプ出口圧力が掛かった場合の最大流出量	
	崩壊熱による原子炉水温の上昇及び蒸発	考慮しない		原子炉水温が 100℃ に到達するまでの時間が長く、事象進展に影響しないことから設定	
	外部電源	外部電源なし		外部電源の有無は事象進展に影響しないことから、資源の観点で厳しい外部電源なしを設定	

10-7-4-73

東海第二発電所

第7.4.3-2表 主要評価条件 (原子炉冷却材の流出) (2/2)

項目		主要評価条件		条件設定の考え方	
重大事故等対策に連する機器条件	待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉への注水量	1,605m ³ /h		残留熱除去系 (低圧注水系) の設計値を設定	
	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱量	熱交換器 1 台当たり約 43MW (原子炉冷却材温度 100℃、海水温度 32℃において)		残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の除熱性能を厳しくする観点で、過去の実績を包含する高めめの海水温度を設定	
	待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水	事象発生から 2 時間後		事象の認知及び操作の時間を基に、更に時間余裕を考慮して設定	
重大事故等対策に連する操作条件	原子炉冷却材流出の停止	-		残留熱除去系 (低圧注水系) により原子炉水位を維持した状態での操作であり、十分な時間余裕がある。	
	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱				

10-7-940

備考

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.3-2表 主要評価条件 (原子炉冷却材の流出) (2/2)

項目		主要評価条件		条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する機器条件	残留熱除去系 (低圧注水モード)	954m ³ /hで注水		低圧注水系の設計値として設定
	残留熱除去系 (低圧注水モード) による原子炉注水	事象発生から2時間後		原子炉水位の低下に伴う異常の認知及び現場操作の実績等を基に、さらに時間余裕を考慮して設定 (原子炉水位の低下を検知し、原因調査を開始する時間は事象発生から1時間後を想定。漏えい箇所の特定 (放射線防護装備準備に10分、現場移動に10分、電源投入に5分、弁の状態確認に1分、計26分を想定) 及び隔離操作 (1分を想定) については、時間余裕を考慮し1時間とする。原子炉注水は隔離操作後を想定し、事象発生から2時間後とする。)
	原子炉冷却材流出の停止	事象発生から2時間後		

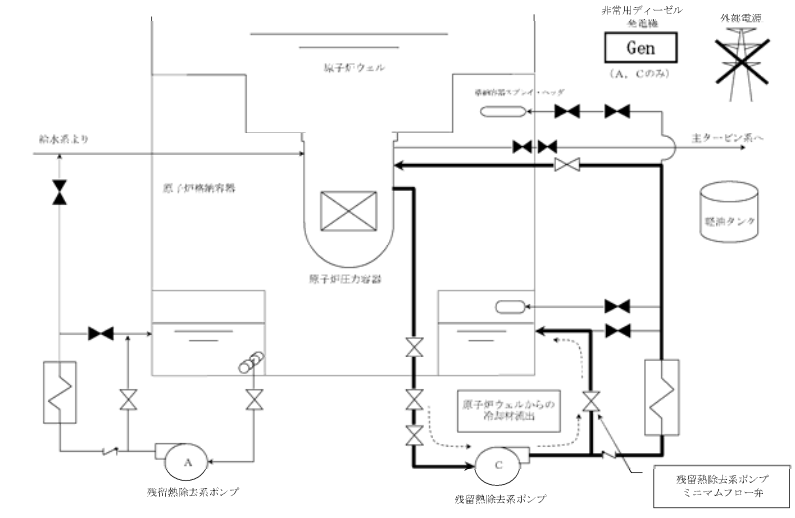
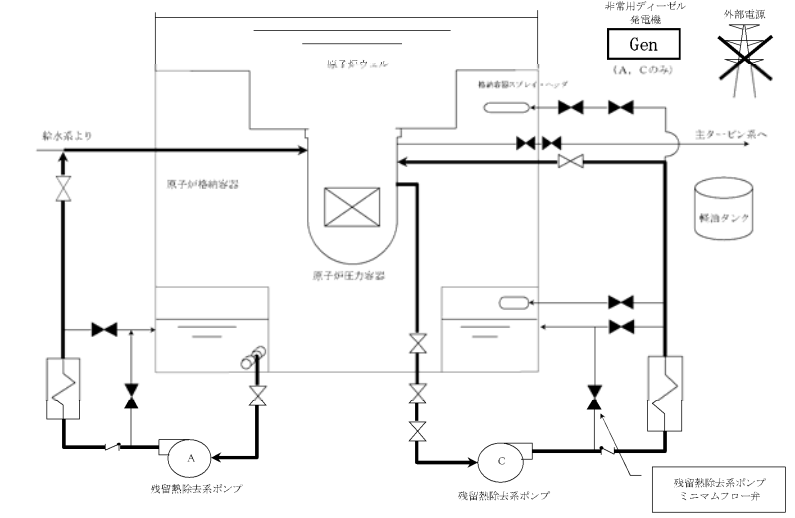
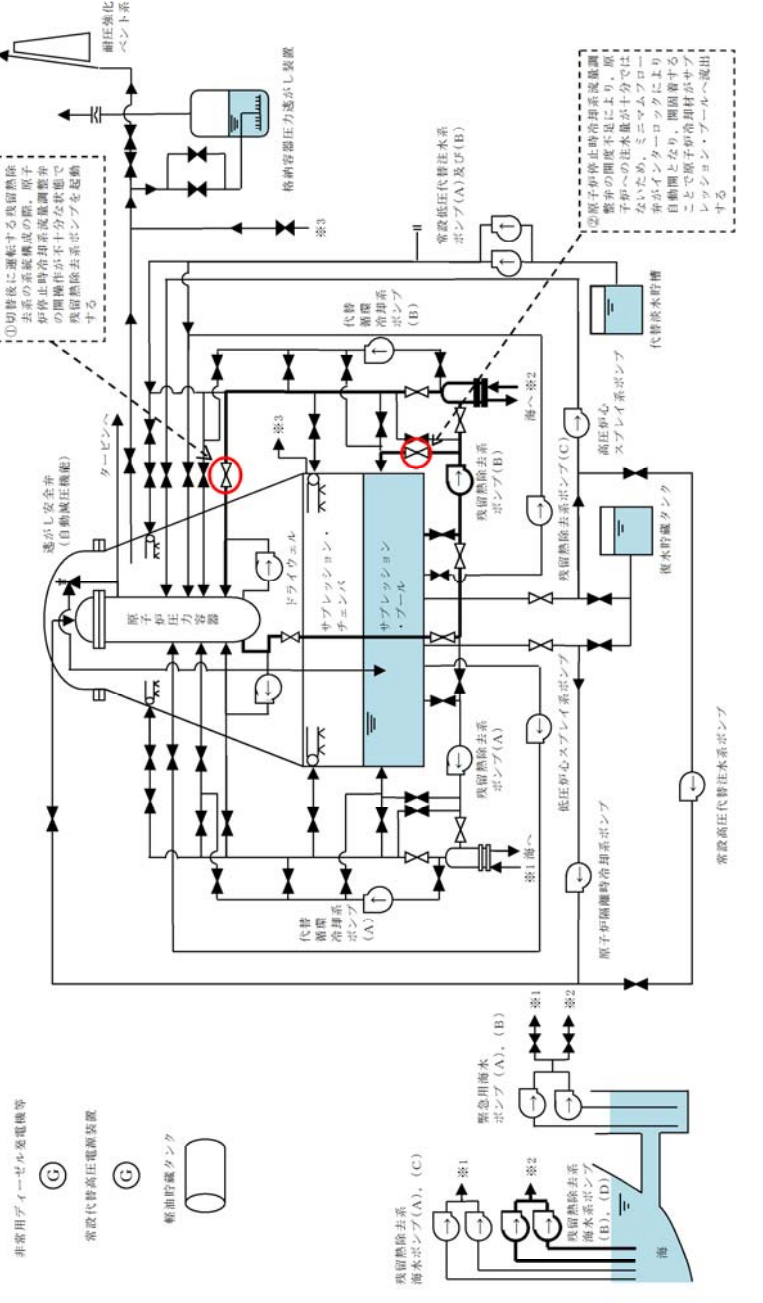
10-7-4-74

第7.4.3-2表 主要評価条件 (原子炉冷却材の流出) (2/2)

項目		主要評価条件		条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する機器条件	待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉への注水流量	1,605m ³ /h		残留熱除去系 (低圧注水系) の設計値を設定
	待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水	事象発生から2時間後		事象の認知及び操作の時間を基に、更に時間余裕を考慮して設定
	原子炉冷却材流出の停止	-		残留熱除去系 (低圧注水系) により原子炉水位を維持した状態での操作であり、十分な時間余裕がある。

10-7-940

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

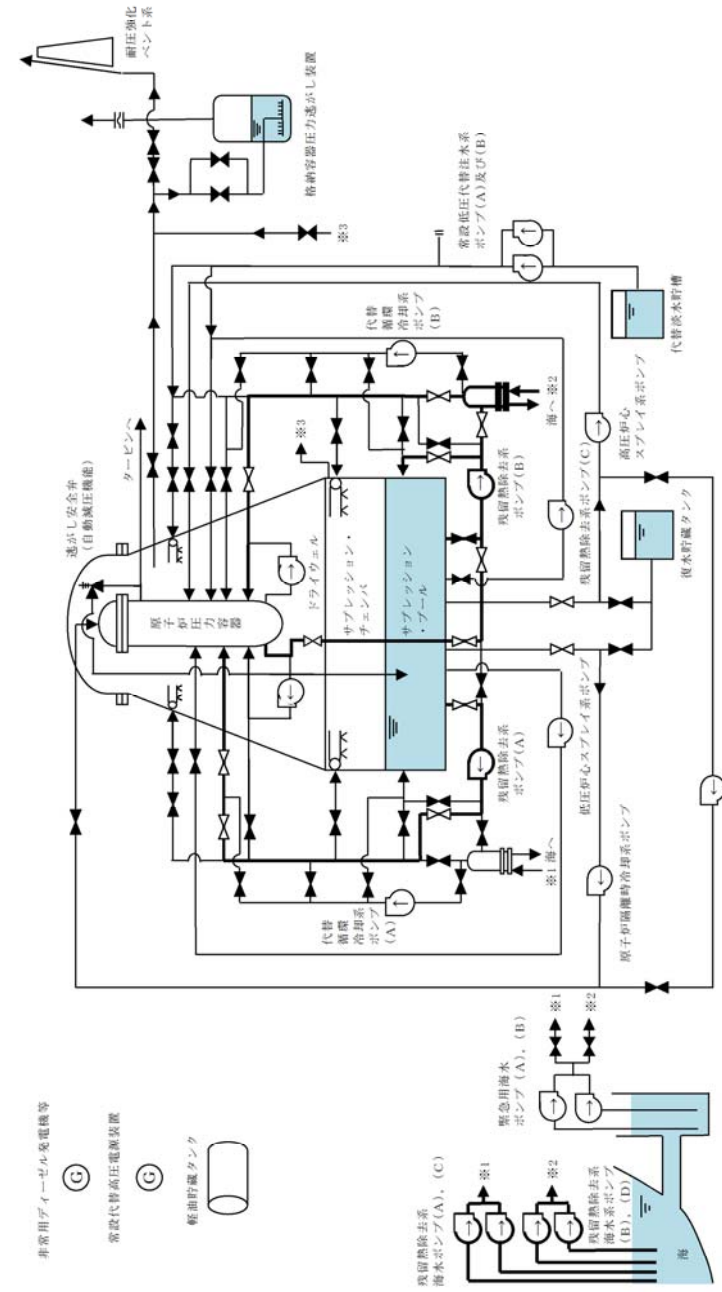
柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
 <p>第 7.4.3-1 図 「原子炉冷却材の流出」の重大事故等対策の概略系統図(1/2) (原子炉停止時冷却系統構成失敗)</p>  <p>第 7.4.3-2 図 「原子炉冷却材の流出」の重大事故等対策の概略系統図(2/2) (原子炉注水及び原子炉停止時冷却)</p> <p>10-7-4-90</p>	 <p>第 7.4.3-1 図 原子炉冷却材の流出時の重大事故等対策の概略系統図 (1/3) (原子炉冷却材の流出)</p> <p>10-7-941</p>	<p>備考</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考



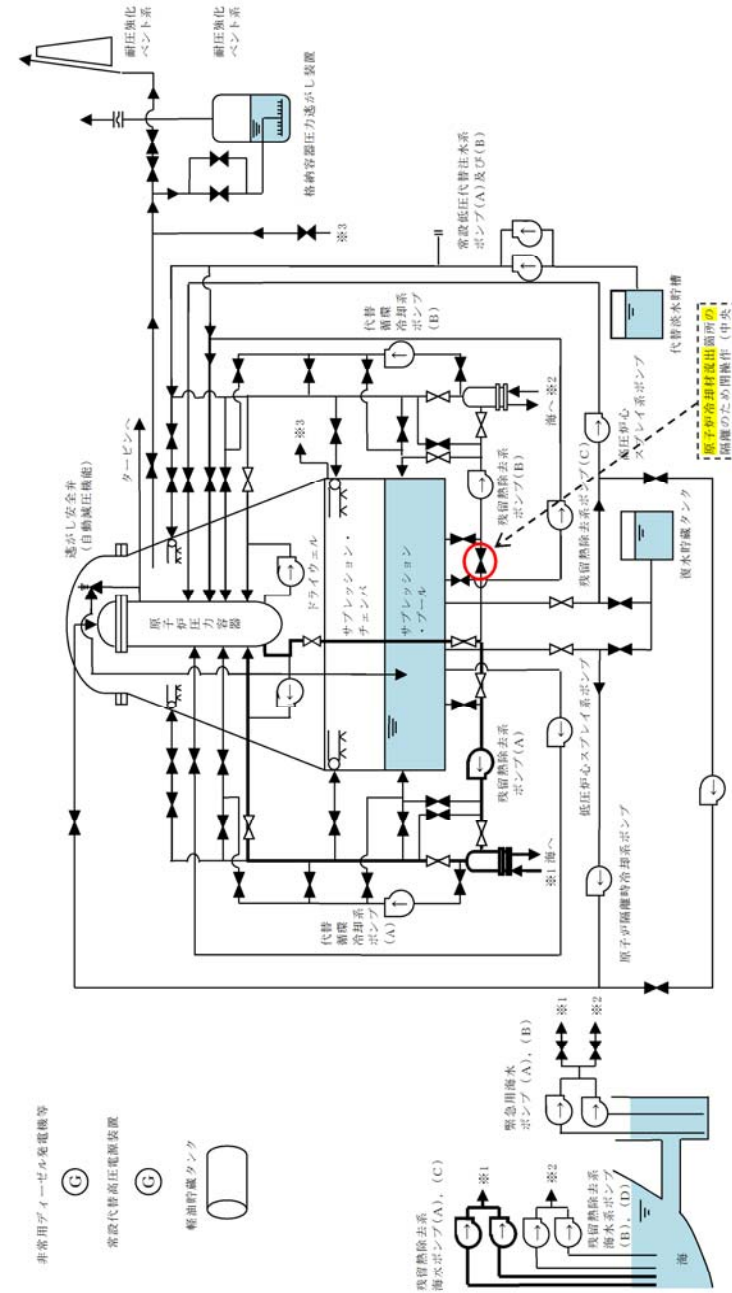
第7.4.3-1図 原子炉冷却材の流出時の重大事故等対策の概略系統図 (2/3)
 (残留熱除去系 (低圧注水系))

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

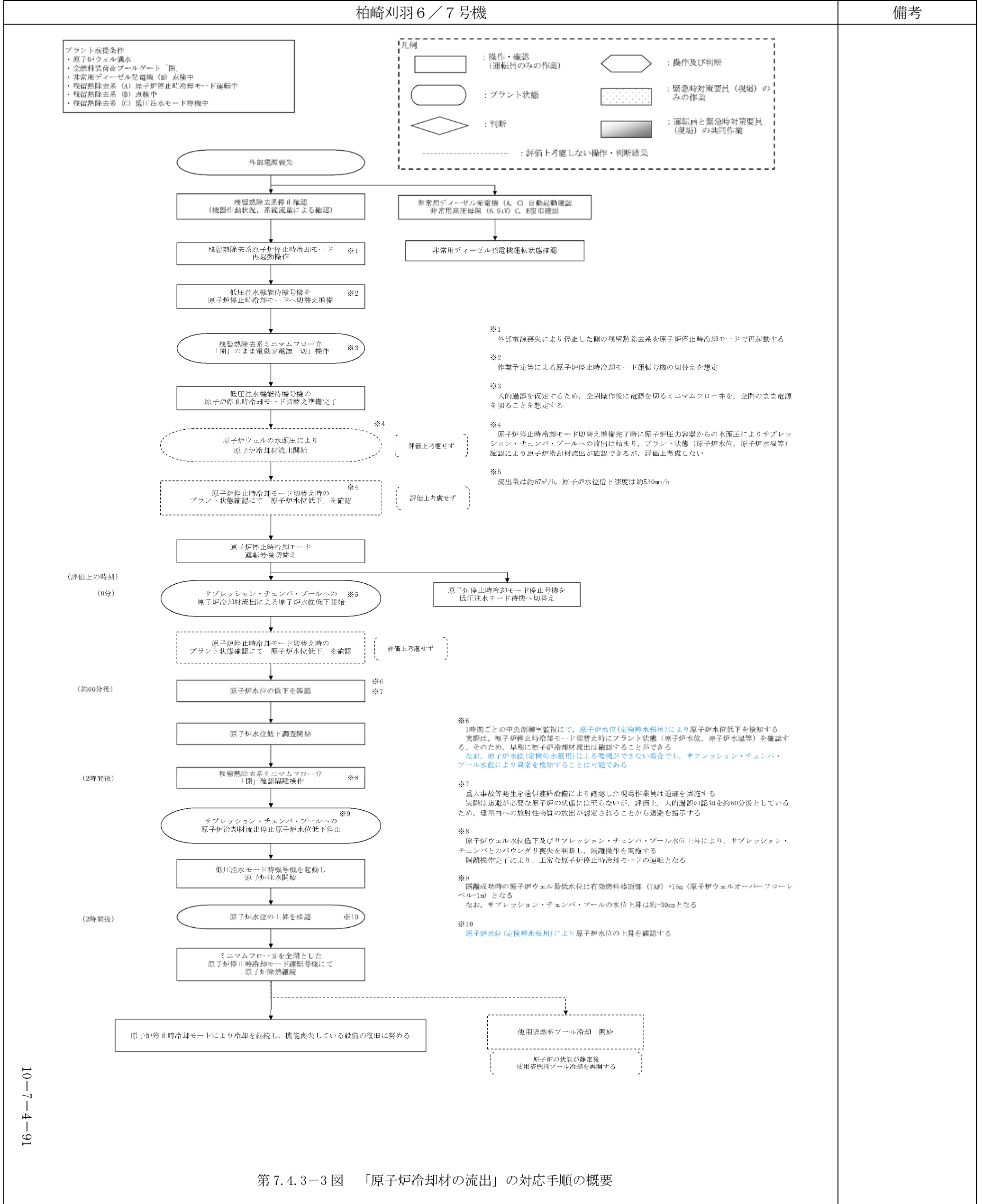
柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考



第7.4.3-1-1 図 原子炉冷却材の流出時の重大事故等対策の概略系統図 (3/3)
 (原子炉冷却材流出箇所の隔離及び残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系))



10-7-4-91

第7.4.3-3図 「原子炉冷却材の流出」の対応手順の概要

東海第二発電所	備考
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>プラント前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉の運転停止 1 日後 原子炉圧力容器未開放 残留熱除去系 (A) 運転中 残留熱除去系 (B) 待機中 残留熱除去系 (C) 点検中 原子炉水位は通常運転水位 </div> <div style="width: 45%; border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> □ : 操作・確認 (運転員) ○ : プラント状態 (解析) ◇ : 判断 ◇ (斜線) : 操作及び判断 ○ (点線) : 解析上考慮しない操作 □ (点線) : 重大事故等対応要員 (現場) の作業 □ (点線) : 運転員と重大事故等対応要員 (現場) の共同作業 </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>運転中の残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の停止操作 (現場)</p> <p>切替後に運転する残留熱除去系の原子炉停止時冷却系への系統構成操作</p> <p>切替後に運転する残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の起動操作</p> <p>(解析上の時刻) (0秒) 切替後に運転する残留熱除去系ポンプ起動時に、ミニマムフローラインからサブプレッション・プールへ原子炉冷却材が流出することで原子炉水位低下が開始^{※1}</p> <p>(約1時間) 原子炉冷却材流出の確認^{※2}</p> <p>(2時間) 待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水操作^{※3}</p> <p>(約2.1時間) 原子炉水位回復確認^{※5}</p> <p>原子炉冷却材流出箇所の隔離操作^{※6}</p> <p>サブプレッション・プールへの原子炉冷却材流出停止により、原子炉水位の低下停止</p> <p>残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉冷却操作^{※7}</p> <p>残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱を継続する。また、原子炉冷却材流出箇所の更なる隔離に努める。</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>停止した残留熱除去系を低圧注水系に系統構成</p> <p>作業員への退避指示^{※4}</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) 以外による原子炉注水</p> <ul style="list-style-type: none"> 低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水・可搬型代替注水中型ポンプを用いた低圧代替注水系による原子炉注水 代替循環冷却系による原子炉注水 消火系による原子炉注水 補給水系による原子炉注水 <p>I</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>残留熱除去系海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) 以外による原子炉除熱</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急用海水系、代替残留熱除去系海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱 原子炉冷却材浄化系による原子炉除熱 <p>II</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【有効性評価の対象としていないが他に取得手段】</p> <p>I</p> <p>待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水を優先するが、常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設)、可搬型代替注水中型ポンプを用いた低圧代替注水系 (可搬型) による原子炉注水も実施可能である。</p> <p>技術基準上の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備となる、代替循環冷却系、消火系及び補給水系による原子炉注水も実施可能である。</p> <p>II</p> <p>残留熱除去系海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) を優先するが、緊急用海水系、代替残留熱除去系海水系を用いた残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) も実施可能である。</p> <p>技術基準上の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備となる、原子炉冷却材浄化系による原子炉除熱も実施可能である。</p> </div> </div> </div> <div style="font-size: small;"> <p>※1 残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の運転号機の切替時、原子炉停止時冷却系流量調整弁の開度が不十分な状態で切替後に運転する残留熱除去系ポンプを起動することにより、ミニマムフロー弁が自動開となり、開固着することで原子炉冷却材がサブプレッション・プールに流出することを想定する (原子炉冷却材の流出量は45m³/h、原子炉水位の低下速度は1.5m/h)。実際は、残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の運転号機の切替後にプラント状態 (原子炉水位、原子炉水温等) を確認するため、早期に原子炉冷却材の流出を確認することができる。</p> <p>※2 原子炉冷却材の流出が発生した場合は、警報等により速やかに事象発生を認知できるが、運転員による対応操作の時間余裕を厳しく評価する観点から、本評価では警報による認知には期待せず、1時間毎の中央制御室の巡視により原子炉水位の低下及びサブプレッション・プール水位の上昇を認知するものとしている。</p> <p>※3 注水前の原子炉水位は燃料有効長頂部+2.1m (原子炉水位低 (レベル3) -2.4m) となる。</p> <p>※4 現場作業員は、当直発電長のページングによる退避指示を確認後、退避する。なお、全ての現場作業員の退避が完了するまでの時間は、1時間程度である。</p> <p>※5 中央制御室において、原子炉水位 (広帯域、燃料域) 等により原子炉水位の回復を確認する。</p> <p>※6 残留熱除去系 (低圧注水系) により原子炉水位を維持した状態での操作であるため、十分な時間余裕がある。</p> <p>※7 残留熱除去系の系統加圧ラインの手動弁を閉状態にする。</p> </div>	

第 7.4.3-2 図 事故シーケンスグループ「原子炉冷却材の流出」の対応手順の概要

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

備考

原子炉冷却材の流出							備考		
操作項目	実施箇所・必要人員数							操作の内容	
	当直長		1人		中央監視				
	6号	7号	6号	7号	6号	7号			
状況判断	1人 A	1人 a	-	-	-	-	・外部電源喪失確認 ・残留熱除去系 (運転側) 原子炉停止時冷却モード 停止確認 ・非常用ディーゼル発電機起動確認	10分	此留熱除去系ポンプ (A)
残留熱除去系 再起動	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 (運転側) 原子炉停止時冷却モード 起動操作	10分	此留熱除去系ポンプ (A)
原子炉停止時冷却モード運転切替	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 (待機側) 原子炉停止時冷却モード 系統構成	90分	此留熱除去系ポンプ (C) ミニマムブロー が「常」で常運転を感知
	-	-	2人 C, D	2人 c, d	-	-	・残留熱除去系 (待機側) 原子炉停止時冷却モード 復帰系確認済	90分	此留熱除去系ポンプ (C)
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 (待機側) 原子炉停止時冷却モード 起動操作	10分	此留熱除去系ポンプ (C)
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・残留熱除去系 (運転側) 停止操作 低圧注水モード待機状態へ切替	60分	此留熱除去系ポンプ (A)
	-	-	(2人) C, D	(2人) c, d	-	-	・残留熱除去系 (運転側) 低圧注水モード待機状態へ切替	60分	此留熱除去系ポンプ (A)
原子炉水位監視操作	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・原子炉水位、直視監視		遠望監視
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・原子炉水位低下調査/隔離操作	60分	
	-	-	(2人) C, D	(2人) c, d	-	-	・放射線防護措置実施	10分	
	-	-	(2人) C, D	(2人) c, d	-	-	・原子炉水位低下調査/隔離操作	50分	原子炉冷却材の流出時に必要に応じて 原子炉停止時冷却モード運転が開始される
使用済燃料プール冷却 西側 (手動上可定せず)	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・スクワーミングタンク水位調整 ・燃料プールの浄化系 系統構成	30分	
	(1人) A	(1人) a	-	-	-	-	・スクワーミングタンク水位調整 ・燃料プールの浄化系再起動	30分	燃料プールの温度が27°C以下で 監視員を確保して見守る
必要人員数 合計	1人 A	1人 a	2人 C, D	2人 c, d	0人	0人			

() 内の数字は他の作業終了後、移動して対応する人員数。

第 7.4.3-4 図 「原子炉冷却材の流出」 の作業と所要時間

10-7-4-92

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

東海第二発電所				備考	
原子炉冷却材の流出					
操作項目	実施箇所・必要員数 【 】は他作業後移動してきた要員			経過時間 (時間)	備考
	責任者	当直発電長 1人	中央監視 運転操作指揮		
	補佐	当直副発電長 1人	運転操作指揮補佐		
	通報連絡者	災害対策要員 2人	災害対策本部連絡 発電所外部連絡		
	当直運転員 (中央制御室)	当直運転員 (現場)	重大事故対応要員 (現場)		
	操作の内容				
				▽ 事象発生	
				▽ 約1時間 原子炉水位の低下を確認	
				▽ 2時間 待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水開始	
				▽ 約2.1時間 原子炉水位回復、原子炉冷却材流出の原因調査/隔離操作開始	
残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の運転号機の切替操作	1人 A	2人 B, C		45分	残留熱除去系 (A)
	1人 A			9分	
	1人 A			20分	残留熱除去系 (B)
		2人 B, C		45分	残留熱除去系 (A)
	1人 A			7分	
状況判断	1人 A			10分	残留熱除去系 (B)
作業員への逃避指示				60分以内に逃避完了	解析上考慮しない 中央制御室で発電長が指示する
待機中の残留熱除去系 (低圧注水系) による原子炉注水操作	1人 A			5分	運営監視
	1人 A				原子炉水位を通常運転水位付近で維持
原子炉冷却材流出箇所の隔離操作	1人 A				原因調査後、隔離操作、及び残留熱除去系ポンプの停止を実施
残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) による原子炉除熱操作	1人 A				隔離操作、及び残留熱除去系ポンプの停止を実施後に、残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) の起動を実施
	1人 A				
		2人 B, C			
	1人 A				
必要員数 合計	1人 A	2人 B, C	6人		

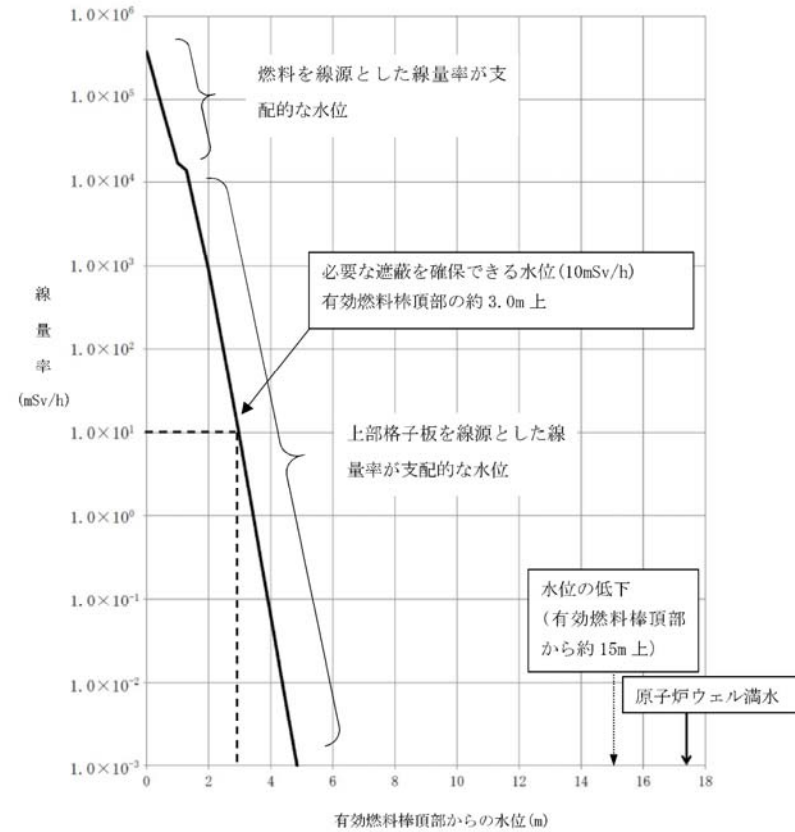
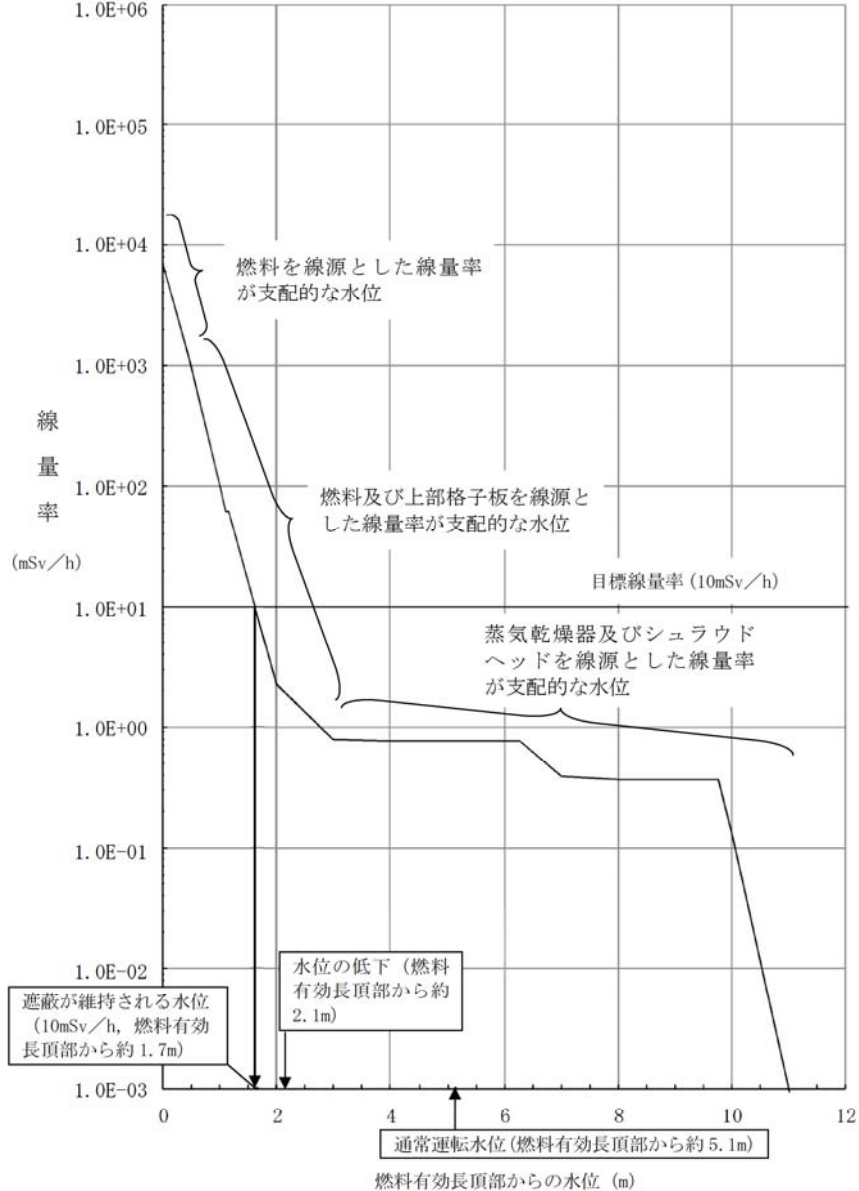
第 7.4.3-3 図 原子炉冷却材の流出時の作業と所要時間

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 原子炉冷却材の流出）

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
<p>第 7.4.3-5 図 原子炉水位の推移</p>	<p>第 7.4.3-4 図 原子炉冷却材の流出における原子炉水位の変化 (燃料有効長頂部からの水位)</p>	<p>10-7-4-93</p> <p>10-7-946</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
 <p>第7.4.3-6図 原子炉水位と線量率</p> <p>10-7-4-94</p>	 <p>第7.4.3-5図 原子炉水位と線量率</p> <p>10-7-947</p>	<p>備考</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>7.4.4 反応度の誤投入</p> <p>7.4.4.1 事故シーケンスグループの特徴，燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」に含まれる事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「反応度の誤投入」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」では，原子炉の運転停止中に制御棒の誤引き抜き等によって，燃料に反応度が投入されることを想定する。このため，緩和措置がとられない場合には，原子炉は臨界に達し，急激な反応度投入に伴う出力上昇により燃料損傷に至る。</p> <p>本事故シーケンスグループは，臨界又は臨界近傍の炉心において反応度の誤投入により，原子炉出力が上昇することによって，燃料損傷に至る事故シーケンスグループである。このため，運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価には，安全保護機能及び原子炉停止機能に対する設備に期待することが考えられる。</p> <p>したがって，本事故シーケンスグループでは，異常な反応度の投入に対して制御棒引き抜きの制限及びスクラムによる負の反応度の投入により，未臨界を確保し，燃料損傷の防止を図る。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」に対して，燃料が著しい損傷に至ることなく，かつ，十分な冷却を可能とするため，制御棒引抜阻止機能により制御棒の引き抜きを阻止し，出力の異常上昇を未然に防止するとともに，原子炉停止機能により原子炉をスクラムし，未臨界とする。手順の概要を第7.4.4-1 図に示すとともに，重大事故等対策の概要を以下に示す。また，重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第7.4.4-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスにおいては，重大事故等対策はすべて自動で作動するため，対応に必要な要員は不要である。</p> <p>なお，スクラム動作後の原子炉の状態確認において，中央制御室の運転員1名で実施可能である。</p> <p>a. 誤操作による反応度誤投入</p> <p>運転停止中に制御棒の誤引き抜き等によって，燃料に反応度が投入される。制御棒の誤引き抜き等による反応度の誤投入を確認するために必要な計装設備は，起動領域モニタである。</p> <p>b. 反応度誤投入後のスクラム</p> <p>制御棒の誤操作による反応度の投入により，原子炉周期短（原子炉周期 20 秒）に</p>	<p>7.4.4 反応度の誤投入</p> <p>7.4.4.1 事故シーケンスグループの特徴，燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」に含まれる事故シーケンスとしては，「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり，「反応度の誤投入」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」では，運転停止中に制御棒の誤引き抜き等によって，燃料に反応度が投入されることを想定する。このため，緩和措置がとられない場合には原子炉は臨界に達し，急激な反応度投入に伴う出力上昇により燃料損傷に至る。</p> <p>本事故シーケンスグループは，反応度の誤投入により，原子炉が臨界に達することによって，燃料損傷に至る事故シーケンスグループである。このため，運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価には，原子炉停止機能に対する設備に期待することが考えられる。</p> <p>以上により，本事故シーケンスグループでは，異常な反応度の投入に対してスクラムによる負の反応度の投入により，未臨界を確保し，燃料損傷の防止を図る。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」に対しては，燃料が著しい損傷に至ることなく，かつ十分な冷却を可能とするため，原子炉停止機能により原子炉をスクラムし，未臨界とする。対応手順の概要を第7.4.4-1 図に示すとともに，重大事故等対策の概要を以下に示す。また，重大事故等対策における手順と設備との関係を第7.4.4-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける重要事故シーケンスにおいては，重大事故等対策は全て自動で作動するため，中央制御室の当直運転員による確認のみであり，対応操作の要員は不要である。</p> <p>なお，スクラム動作後の原子炉の状態確認については，中央制御室の当直運転員1名で実施可能である。</p> <p>a. 誤操作による反応度誤投入</p> <p>運転停止中に，制御棒の誤引き抜き等によって，燃料に反応度が投入される。原子炉の臨界を確認するために必要な計装設備は，起動領域計装である。</p> <p>b. 反応度誤投入後の原子炉スクラムの確認</p> <p>制御棒の誤引き抜きによる反応度の投入により，原子炉出力ペリオド短（10 秒）</p>	<p>・東海第二は保守的に制御棒引き抜きの制限（原子炉出力ペリオド短（20 秒）信号）に期待していない</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>よる制御棒引抜阻止信号が発生し、制御棒の引き抜きは阻止される。さらに、原子炉周期短（原子炉周期 10 秒）による原子炉スクラム信号が発生し、原子炉はスクラムする。制御棒が全挿入し、原子炉は未臨界状態となる。</p> <p>原子炉のスクラムを確認するために必要な計装設備は、起動領域モニタである。</p> <p>7.4.4.2 燃料損傷防止対策の有効性評価</p> <p>(1) 有効性評価の方法</p> <p>本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「停止中に実施される試験等により、最大反応度値を有する制御棒 1 本が全引抜されている状態から、他の 1 本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって引き抜かれ、異常な反応度の投入を認知できずに燃料の損傷に至る事故」である。</p> <p>運転停止中の原子炉においては、不用意な臨界の発生を防止するため、停止余裕（最大反応度値を有する同一水圧制御ユニットに属する 1 組又は 1 本の制御棒が引き抜かれても炉心を未臨界に維持できること）を確保できるように燃料を配置するとともに、通常は原子炉モードスイッチを燃料取替位置として、同一水圧制御ユニットに属する 1 組又は 1 本を超える制御棒の引き抜きを防止するインターロックを維持した状態で必要な制御棒の操作が実施される。</p> <p>しかしながら、運転停止中の原子炉においても、検査等の実施に伴い原子炉モードスイッチを起動位置として複数の制御棒の引き抜きを実施する場合がある。このような場合、制御棒の引き抜きは原則としてノッチ又はステップ操作とし、中性子束の監視を行いながら実施している。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、誤操作によって制御棒の引き抜きが行なわれることにより異常な反応度が投入されるため、炉心における核分裂出力、出力分布変化、反応度フィードバック効果、制御棒反応度効果、燃料棒内温度変化、燃料棒表面熱伝達、沸騰遷移が重要現象となる。</p> <p>よって、この現象を適切に評価することが可能である反応度投入事象解析コード APEX により炉心平均中性子束の過渡応答を求める。</p> <p>また、解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける評価項目となるパラメータに与える影響を評価する。</p> <p>さらに、解析コード及び解析条件の不確かさのうち、評価項目となるパラメータに与える影響があるものについては、「7.4.4.3(3) 感度解析」において、それらの不確かさを考慮した影響評価を実施する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件</p> <p>本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な解析条件を第 7.4.4-2 表に示す。また、主要な解析条件について、本重要事故シーケンス特有の解析条件を以</p>	<p>信号が発生することで原子炉はスクラムし、制御棒が全挿入となり、原子炉は未臨界状態となる。</p> <p>原子炉のスクラムを確認するために必要な計装設備は、起動領域計装である。</p> <p>7.4.4.2 燃料損傷防止対策の有効性評価</p> <p>(1) 有効性評価の方法</p> <p>本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「停止中に実施される検査等により、最大反応度値を有する制御棒 1 本が全引き抜きされている状態から、他の 1 本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって引き抜かれ、臨界近傍を認知できずに臨界に至る事故」である。</p> <p>なお、事故の発生を想定した検査は、原子炉圧力容器蓋が未開放状態のプラント状態で実施される。</p> <p>運転停止中の原子炉においては、不用意な臨界の発生を防止するため、停止余裕（最大反応度値を有する 1 本の制御棒が引き抜かれても炉心を未臨界に維持できること）を確保できるように燃料を配置するとともに、通常は原子炉モード・スイッチを「燃料交換」位置として、1 本を超える制御棒の引き抜きを防止するインターロックを維持した状態で必要な制御棒の操作が実施される。</p> <p>しかしながら、運転停止中の原子炉においても、検査等の実施に伴い、原子炉モード・スイッチを「起動」位置として複数の制御棒の引き抜きを実施する場合がある。このような場合、制御棒の引き抜きは原則として 1 ノッチずつ操作を行い、起動領域計装により中性子束の監視を行いながら実施している。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、誤操作によって制御棒が過剰に引き抜かれることにより臨界に至る反応度が投入されるため、炉心における核分裂出力、出力分布変化、反応度フィードバック効果、制御棒反応度効果、燃料棒内温度変化、燃料棒表面熱伝達及び沸騰遷移が重要現象となる。</p> <p>よって、この現象を適切に評価することが可能である反応度投入事象解析コード APEX 及び単チャンネル熱水力解析コード SCAT (RIA用) により炉心平均中性子束及び燃料エンタルピの過渡応答を求める。</p> <p>また、解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける評価項目となるパラメータに与える影響を評価する。</p> <p>さらに、解析コード及び解析条件の不確かさのうち、評価項目となるパラメータに与える影響があるものについては、「7.4.4.3(3) 感度解析」において、それらの不確かさの重畳を考慮した影響評価を実施する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件</p>	<p>・設備設計の違い</p> <p>・東海第二は、投入される反応度が 1 ドルを超えるため、SCAT (RIA用) を用いて燃料エンタルピを評価し、しきい値に達しないことを確認している。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
<p>下に示す。</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 炉心状態 燃料交換後における余剰反応度の大きな炉心での事象発生を想定して、評価する炉心状態は、平衡炉心のサイクル初期とする。</p> <p>(b) 実効増倍率 事象発生前の炉心の実効増倍率は1.0とする。</p> <p>(c) 原子炉出力、原子炉圧力、燃料被覆管表面温度及び原子炉冷却材温度 事象発生前の原子炉出力は定格値の10^{-8}、原子炉圧力は0.0MPa[gage]、燃料被覆管表面温度及び原子炉冷却材の温度は20℃とする。また、燃料エンタルピの初期値は8kJ/kgUO₂とする。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 起因事象 起因事象として、運転停止中の原子炉において、制御棒1本が全引抜されている状態から、他の1本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって連続的に引き抜かれる事象を想定する。</p> <p>(b) 誤引き抜きされる制御棒 誤引き抜きされる制御棒は、投入される反応度を厳しく評価するため、最大反応度値を有する制御棒の斜め隣接の制御棒とする。 誤引き抜きされる制御棒1本の反応度値は約1.04%Δkである。引抜制御棒反応度曲線を第7.4.4-2図に示す。</p> <p>なお、通常、制御棒1本が全引抜されている状態の未臨界度は深く、また、仮に他の1本の制御棒が操作量の制限を超えた場合でも、臨界近接で引き抜かれる制御棒の反応度値が核的制限値を超えないように管理^{※1}している。これらを踏まえ、本評価においては、誤引き抜きされる制御棒の反応度値が、管理値を超える事象を想定した。</p> <p>※1 臨界近接時における制御棒の最大反応度値は1.0%Δk以下となるように管理。また、制御棒値ミニマイザによる停止余裕試験モードでの面隣接制御棒選択時の引抜阻止のインターロック、停止時冷温臨界試験での引抜制御棒値の管理等を実施。</p> <p>(c) 外部電源 制御棒の引き抜き操作には、外部電源が必要となる。外部電源が失われた状態では反応度誤投入事象が想定できないことも踏まえ、外部電源は使用できるものとする。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 制御棒の引抜速度 制御棒は、引抜速度の上限値33mm/sにて連続で引き抜かれ^{※2}、起動領域モニタの原子炉周期短（原子炉周期20秒）による制御棒引抜阻止信号で引き抜きを阻止され</p>	<p>本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な解析条件を第7.4.4-2表に示す。また、主要な解析条件について、本重要事故シーケンス特有の解析条件を以下に示す。</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 炉心状態 燃料交換後における余剰反応度の大きな炉心での事象発生を想定して、評価する炉心状態は、9×9燃料（A型）平衡炉心のサイクル初期とする。</p> <p>(b) 実効増倍率 事象発生前の炉心の実効増倍率は1.0とする。</p> <p>(c) 原子炉初期出力、原子炉初期圧力、燃料被覆管表面温度及び原子炉冷却材温度 事象発生前の原子炉初期出力は定格値の10^{-8}、原子炉初期圧力は0.0MPa[gage]、燃料被覆管表面温度及び原子炉冷却材温度は20℃とする。また、燃料エンタルピの初期値は8kJ/kgUO₂とする。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 起因事象 運転停止中の原子炉において、最大反応度値を有する制御棒1本が全引き抜きされている状態から、他の1本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって連続的に引き抜かれる事象を想定する。</p> <p>(b) 誤引き抜きされる制御棒 誤引き抜きされる制御棒は、投入される反応度を厳しく評価するため、最大反応度値を有する制御棒の対角隣接の制御棒とする。誤引き抜きされる制御棒1本の反応度値は約1.71%Δkである。引抜制御棒反応度曲線を第7.4.4-2図に示す。</p> <p>なお、通常、制御棒1本が全引き抜きされている状態の未臨界度は深く、また、停止余裕検査時において、連続的に制御棒を引き抜くことはないため、上記の想定は保守的である。原子炉停止中の臨界近傍におけるその他の制御棒の引き抜きとしては冷温臨界検査があるが、冷温臨界検査においては、臨界近傍における制御棒の反応度値を1.0%Δk以下となるよう管理しており、臨界状態からの誤引き抜きにより反応度値約1.71%Δkが加わる上記の評価に包含されるものと考ええる。</p> <p>(c) 外部電源 制御棒の引き抜き操作には外部電源が必要である。外部電源がない状態では反応度誤投入事象が想定できないことも踏まえ、外部電源は使用できるものとする。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) 制御棒の引抜速度 制御棒は、引抜速度の上限値9.1cm/sにて連続で引き抜かれるものとする*。</p>	<p>・設備設計の違い</p> <p>・設備設計の違い</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>るものとする。引抜制御棒反応度曲線を第7.4.4-2 図に示す。なお、制御棒引抜阻止信号の発生を想定する際の起動領域モニタのバイパス状態は、A, B, C グループとも引抜制御棒に最も近い検出器が1 個ずつバイパス状態にあるとする。</p> <p>※2 複数の制御棒を引き抜く試験において、対象制御棒が想定以上に引き抜かれた際も未臨界を維持できる、又は臨界を超えて大きな反応度が投入されないと判断される場合にのみ、制御棒の連続引き抜きの実施が可能な手順としている。そのため、ここでは人的過誤等によって連続引き抜きされることを想定する。</p> <p>(b) 原子炉スクラム信号 起動領域モニタの原子炉周期短（原子炉周期 10 秒）による原子炉スクラム信号は原子炉出力が中間領域に到達することで発生する。 スクラム反応度曲線を第7.4.4-3 図に示す。なお、原子炉スクラム信号の発生を想定する際の起動領域モニタのバイパス状態は、A, B, C グループとも引抜制御棒に最も近い検出器が1 個ずつバイパス状態にあるとする。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員操作に関する条件はない。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスにおける炉心平均中性子束の推移を第7.4.4-4 図に示す。</p> <p>a. 事象進展 制御棒の引き抜き開始から約 30 秒後に起動領域モニタの原子炉周期短（原子炉周期 20 秒）による制御棒引抜阻止信号が発生し、制御棒の引き抜きが阻止される。この時、投入される反応度は約 0.55 ドル（投入反応度最大値:0.33%Δk）である。反応度投入事象には至らず、燃料エンタルピ増加に伴う燃料の破損は生じない。 また、制御棒の引き抜き開始から約 58 秒後に起動領域モニタの原子炉周期短（原子炉周期 10 秒）による原子炉スクラム信号が発生して、原子炉がスクラムし、原子炉出力は定格値の約 1.0×10^{-4} まで上昇することとどまる。</p> <p>b. 評価項目等 制御棒の引き抜きによる反応度の投入に伴い一時的に臨界に至るものの、原子炉スクラムにより未臨界は確保される。なお、原子炉水位に有意な変動はないため、有効燃料棒頂部は冠水を維持しており、放射線の遮蔽は維持される。</p>	<p>引抜制御棒反応度曲線を第7.4.4-2 図に示す。</p> <p>※ あらかじめ停止余裕が確認されている場合、一本目の制御棒の全挿入状態からの全引き抜き操作、及び反応度値の小さい制御棒位置（30Pos.）以降の制御棒引き抜き操作については、連続引き抜きが実施可能な手順としている。そのため、ここでは人的過誤等によって連続引き抜きされることを想定する。</p> <p>(b) 原子炉スクラム信号 原子炉スクラムは、起動領域計装の原子炉出力ペリオド短（10 秒）信号によるものとする。スクラム反応度曲線を第7.4.4-3 図に示す。なお、スクラム信号の発生時の起動領域計装は、A、Bチャンネルとも引抜制御棒に最も近い検出器が1 個ずつバイパス状態にあるとする。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員操作に関する条件はない。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスの対応手順の概要を第7.4.4-1 図に、炉心平均中性子束の推移を第7.4.4-4 図に示す。</p> <p>a. 事象進展 制御棒の引き抜き開始から約 10 秒後に起動領域計装の原子炉出力ペリオド短（10 秒）信号が発生し、原子炉はスクラムする。このとき、投入される反応度は約 1.13 ドル（投入反応度最大値：0.68%Δk）であるが、原子炉出力は定格出力の約 15%まで上昇することとどまる。また、燃料エンタルピは最大で約 85kJ/kgUO₂ であり、「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象評価指針」に示された燃料の許容設計限界の最低値である 272kJ/kgUO₂（65cal/gUO₂）を超えることはない。燃料エンタルピ増分の最大値は約 77kJ/kgUO₂ であり、「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについて」に示された燃料ペレット燃焼度 65,000MWd/t 以上の燃料に対するペレット-被覆管機械的相互作用を原因とする破損を生じるしきい値の目安である、ピーク出力部燃料エンタルピの増分で 167kJ/kgUO₂（40cal/gUO₂）を用いた場合においても、これを超えることはなく燃料の健全性は維持される。</p> <p>b. 評価項目等 制御棒の引き抜きによる反応度の投入に伴い一時的に臨界に至るものの、原子炉スクラムにより未臨界は確保される。なお、原子炉水位に有意な変動はないため、</p>	<p>・設備設計の違い</p> <p>・東海第二は、投入される反応度が1 ドルを超えるため、燃料エンタルピがしきい値に達しないことを記載</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>本評価では、「6.2.4.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>7.4.4.3 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>本重要事故シーケンスは、自動作動する安全保護系及び原子炉緊急停止系により、自動的に制御棒の引き抜きを阻止し、原子炉をスクラムすることで、プラントを安定状態に導くことが特徴である。このため、運転員等操作はなく、操作時間が与える影響等は不要である。</p> <p>(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価</p> <p>本重要事故シーケンスにおいて不確かさの影響評価を行う重要現象とは、「6.7 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価方針」に示すとおりであり、それらの不確かさの影響評価は以下のとおりである。</p> <p>a. 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>本重要事故シーケンスは、「7.4.4.2(2) 有効性評価の条件」に示すとおり、運転員等操作には期待しないことから、運転員操作時間に与える影響はない。</p> <p>b. 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>ドップラ反応度フィードバックの不確かさとして、実験により解析コードは7～9%と評価されていることから、これを踏まえ解析を行う必要がある。また、臨界試験との比較により、実効遅発中性子の不確かさは約4%と評価されていることから、これを踏まえて解析を行う必要がある。この不確かさを考慮した感度解析を「(3) 感度解析」にて実施する。</p> <p>制御棒反応度の不確かさは約9%と評価されていることから、これを踏まえ解析を行う必要がある。また、臨界試験との比較により、実効遅発中性子の不確かさは約4%と評価されていることから、これを踏まえて解析を行う必要がある。この不確かさを考慮した感度解析を「(3)感度解析」にて実施する。</p> <p>(2) 解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.4.4-2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を確認する。また、解析条件の設定に当たっては、評価項目に対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>本重要事故シーケンスは、「7.4.4.2(2) 有効性評価の条件」に示すとおり、運転員</p>	<p>燃料有効長頂部は冠水を維持しており、放射線の遮蔽は維持される。</p> <p>以上により、本評価では、「6.2.4.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。</p> <p>7.4.4.3 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、自動作動する原子炉緊急停止系により、自動的に原子炉をスクラムさせることで、プラントを安定状態に導くことが特徴である。このため、運転員等操作はなく、操作時間が与える影響等はない。</p> <p>(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価</p> <p>本重要事故シーケンスにおける不確かさの影響評価を行う重要現象は、「6.7 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価方針」に示すとおりであり、それらの不確かさの影響評価は以下のとおりである。</p> <p>a. 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>本重要事故シーケンスは、「7.4.4.2(2) 有効性評価の条件」に示すとおり、運転員等操作には期待しないため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>b. 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>ドップラ反応度フィードバックの不確かさは、実験により解析コードは7～9%と評価されていることから、これを踏まえて解析を行う必要がある。また、臨界試験との比較により、実効遅発中性子割合の不確かさは約4%と評価されていることから、これを踏まえて解析を行う必要がある。この不確かさを考慮した感度解析を「(3) 感度解析」にて実施する。</p> <p>制御棒反応度の不確かさは約9%と評価されていることから、これを踏まえて解析を行う必要がある。また、臨界試験との比較により、実効遅発中性子割合の不確かさは約4%と評価されていることから、これを踏まえて解析を行う必要がある。この不確かさを考慮した感度解析を「(3) 感度解析」にて実施する。</p> <p>(2) 解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.4.4-2表に示すとおりであり、これらの条件設定を設計値等の最確条件とした場合の影響を評価する。解析条件の設定に当たっては、設計値を用いるか又は評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるよう保守的な設定をしていることから、この中で事象進展に有意な影響を与える可能性がある項目について、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>等操作には期待しないため、運転員操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>炉心状態においては装荷炉心ごとに制御棒反応度値やスクラム反応度等の特性が変化するため、投入反応度が大きくなるおそれがある。そのため、評価項目に対する余裕は小さくなるが、「(5) 解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響評価」にて、投入される反応度について確認している。</p> <p>実効増倍率が0.99の場合は、臨界到達までにかかる時間が追加で必要となり、また投入される反応度も0.07ドルと小さくなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期出力は炉心状態ごとに異なり、評価項目となるパラメータに影響を与えるため、その不確かさが与える影響を評価した。初期出力の不確かさにより評価項目に対する余裕が変化するが、「(5) 解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響評価」において、初期出力の不確かさの影響を確認している。</p> <p>初期燃料温度は炉心状態ごとに異なり、評価項目となるパラメータに影響を与えるため、その不確かさが与える影響を評価した。初期燃料温度の不確かさにより評価項目に対する余裕が変化するが、「(5) 解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響評価」において、初期燃料温度の不確かさの影響を確認している。</p> <p>制御棒引抜阻止及びスクラム信号について原子炉核計装トリップ選択スイッチが初装荷の場合は計数率高信号による制御棒引抜阻止機能及び計数率高高信号によるスクラム機能に期待できる。計数率高高信号によるスクラム機能に期待した場合のスクラムまでの時間は約57秒後となることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>b. 操作条件</p> <p>本重要事故シーケンスは、「7.4.4.2(2) 有効性評価の条件」に示すとおり、運転員等操作には期待しないため、運転員操作に関する条件はない。</p> <p>(3) 感度解析</p> <p>解析コードの不確かさによりドップラ反応度フィードバック効果と制御棒反応度効果は評価項目となるパラメータに影響を与えることから本重要事故シーケンスにおいて感度解析を行う。</p> <p>ドップラ反応度又はスクラム反応度を±10%とした場合において投入される反応度は0.55ドルとベースケースと比べて殆ど差異がない結果である。また引抜制御棒反</p>	<p>本重要事故シーケンスは、「7.4.4.2(2) 有効性評価の条件」に示すとおり、運転員等操作には期待しないため、運転員操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>炉心状態においては装荷炉心毎に制御棒反応度値やスクラム反応度等の特性が変化するため、投入反応度が大きくなるおそれがある。そのため、評価項目に対する余裕は小さくなるのが考えられるが、「(5) 解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響評価」にて、投入される反応度について確認しており、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>実効増倍率について、実際の炉心設計では、設計上の余裕を見込み、最大反応度値を持つ制御棒1本が完全に引き抜かれた状態でも、炉心の実効増倍率の計算値は、常に0.99未満となるよう設計する。実効増倍率が0.99の場合は、臨界到達までにかかる時間が追加で必要となり、また投入される反応度も0.96ドル（燃料エンタルピ最大値：約10kJ/kgUO₂、増分の最大値：約1kJ/kgUO₂）と小さくなり、即発臨界に至らないこととなるため、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。</p> <p>原子炉初期出力は炉心状態毎に異なり、評価項目となるパラメータに影響を与えるため、その不確かさが与える影響を評価した。原子炉初期出力の不確かさにより評価項目に対する余裕が変化するが、「(5) 解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響評価」において、原子炉初期出力の不確かさの影響を確認しており、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期燃料温度は炉心状態毎に異なり、評価項目となるパラメータに影響を与えるため、その不確かさが与える影響を評価した。初期燃料温度の不確かさにより評価項目に対する余裕が変化するが、「(5) 解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響評価」において、初期燃料温度の不確かさの影響を確認しており、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>制御棒引抜阻止は、本評価において期待していないが、これに期待した場合、運転員が事象を認知して速やかに制御棒を挿入し、事象が収束するため、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>b. 操作条件</p> <p>本重要事故シーケンスは、「7.4.4.2(2) 有効性評価の条件」に示すとおり、運転員等操作には期待しないため、運転員等操作に関する条件はない。</p> <p>(3) 感度解析</p> <p>解析コードの不確かさによりドップラ反応度フィードバック効果、引抜制御棒反応度効果及び実効遅発中性子割合は評価項目となるパラメータに影響を与えることから、本重要事故シーケンスにおいて感度解析を実施する。</p> <p>ドップラ反応度フィードバック効果を+10%とした場合の燃料エンタルピ最大値は</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備 考
<p>応度を±10%とした場合において投入される反応度は0.56ドル(+10%),0.53ドル(-10%),実効遅発中性子割合を±10%とした場合において投入される反応度は0.53ドル(+10%),0.56ドル(-10%)となる。以上より、これらの不確かさを考慮しても反応度投入事象には至らず、燃料エンタルピ増加に伴う燃料の破損は生じないことから、評価項目を満足する。</p> <p>(4) 操作時間余裕の把握 本重要事故シーケンスは、「7.4.4.2(2) 有効性評価の条件」に示すとおり、運転員等操作には期待しないことから、操作時間余裕に関する影響はない。</p> <p>(5) 解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響評価 解析条件の不確かさにより投入される反応度が大きくなることも考えられ、評価項目となるパラメータに影響を与えることから、炉心状態の変動による評価項目となるパラメータに与える影響について確認した。</p> <p>以下の2つの保守的な想定をした評価においても、投入される反応度は約0.7ドル以下にとどまることから、不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>a. 過渡解析「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」に示すように3.5%Δkの値を有する制御棒グループが引き抜かれる場合</p> <p>b. サイクル初期及びサイクル末期の炉心状態において、9×9燃料(B型)平衡炉心の反応度印加率を包絡する引抜制御棒反応度曲線を用いた場合初期出力は炉心状態ごとに異なり、評価項目となるパラメータに影響を与えるため、その不確かさが与える影響を評価した。</p> <p>定格の10⁻⁸の10倍及び1/10倍とした場合の感度解析を行い、有効性評価での結果(0.55ドル)と大きく差異がなく、0.55ドル(10倍)及び0.54ドル(1/10倍)であることから、初期出力の不確かさが与える影響は小さい。</p> <p>初期燃料温度は炉心状態ごとに異なり、評価項目となるパラメータに影響を与えるため、その不確かさが与える影響を評価した。初期燃料温度を60℃とした場合の感度解析を実施し、有効性評価での結果(0.55ドル)と大きく差異がない、0.57ドルであることから、初期燃料温度の不確かさが与える影響は小さい。</p>	<p>約80kJ/kgUO₂(増分の最大値:約72kJ/kgUO₂),-10%とした場合の燃料エンタルピ最大値は約92kJ/kgUO₂(増分の最大値:約83kJ/kgUO₂),スクラム反応度を+10%とした場合に投入される反応度は1.13ドル,-10%とした場合に投入される反応度は1.13ドル(燃料エンタルピ最大値:約89kJ/kgUO₂,増分の最大値:約81kJ/kgUO₂),引抜制御棒反応度を+10%とした場合に投入される反応度は1.15ドル(燃料エンタルピ最大値:約102kJ/kgUO₂,増分の最大値:約94kJ/kgUO₂),-10%とした場合に投入される反応度は1.12ドル,実効遅発中性子割合を+10%とした場合に投入される反応度は1.11ドル,-10%とした場合に投入される反応度は1.16ドル(燃料エンタルピ最大値:約90kJ/kgUO₂,増分の最大値:約82kJ/kgUO₂)となる。以上より、これらの不確かさを考慮しても燃料エンタルピ増加に伴う燃料の破損は生じないことから、評価項目を満足する。</p> <p>(4) 操作時間余裕の把握 本重要事故シーケンスは、「7.4.4.2(2) 有効性評価の条件」に示すとおり、運転員等操作には期待しないため、操作時間余裕に関する影響はない。</p> <p>(5) 解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響評価 解析条件の不確かさにより投入される反応度が大きくなることも考えられ、評価項目となるパラメータに影響を与えることから、炉心状態の変動による評価項目となるパラメータに与える影響について確認した。サイクル初期及びサイクル末期の炉心状態においてB型平衡炉心の反応度印加率を包含する引抜制御棒反応度曲線を用いた評価においても、投入される反応度は1.16ドル(燃料エンタルピ最大値:約80kJ/kgUO₂,燃料エンタルピの増分の最大値:約72kJ/kgUO₂)に留まることから、不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>原子炉初期出力は炉心状態毎に異なり、評価項目となるパラメータに影響を与えるため、その不確かさが与える影響を評価した。定格出力の10⁻⁸の10倍及び1/10倍とした場合の感度解析を行い、有効性評価での結果(1.13ドル)と大きく差異がない、1.09ドル(10倍)及び1.17ドル(燃料エンタルピ最大値:約124kJ/kgUO₂,増分の最大値:約115kJ/kgUO₂)(1/10倍)であることから、初期出力の不確かさが与える影響は小さい。</p> <p>初期燃料温度は炉心状態毎に異なり、評価項目となるパラメータに影響を与えるため、その不確かさが与える影響を評価した。初期燃料温度を残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の設計温度(52℃)を考慮して60℃とした場合の感度解析を実施し、1.13ドル(燃料エンタルピ最大値:約96kJ/kgUO₂,増分の最大値:約80kJ/kgUO₂)であった。有効性評価での結果(1.13ドル,燃料エンタルピ最大値:約85kJ/kgUO₂)</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>(6) まとめ 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、解析条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>7.4.4.4 必要な要員及び資源の評価 (1) 必要な要員の評価 事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」において、重大事故等対策は自動で作動するため、対応に必要な要員はいない。</p> <p>(2) 必要な資源の評価 事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」において、必要な水源、燃料及び電源の評価結果は以下のとおりである。</p> <p>a. 水源 本重要事故シーケンスの評価では、原子炉注水は想定していない。</p> <p>b. 燃料 本重要事故シーケンスの評価では、燃料の使用は想定していない。</p> <p>c. 電源 本重要事故シーケンスの評価では、外部電源喪失は想定していない。</p> <p>7.4.4.5 結論 事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」では、誤操作により過剰な制御棒の引き抜きが行われ、臨界に至る反応度が投入されることで、原子炉が臨界に達し燃料損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」に対する燃料損傷防止対策としては、原子炉停止機能を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」の重要事故シーケンス「停止中に実施される試験等により、最大反応度値を有する制御棒1本が全引抜されている状態から、他の1本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって引き抜かれ、異常な反応度の投入を認知できずに燃料の損傷に至る事故」について有効性評価を行った。</p> <p>上記の場合においても、原子炉停止機能により、燃料が損傷することはなく、未臨界を維持することが可能である。</p> <p>その結果、有効燃料棒頂部の冠水、放射線遮蔽の維持及び未臨界の確保ができることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>解析条件の不確かさについて確認した結果、評価項目となるパラメータに与える影</p>	<p>2, 増分の最大値：約 77kJ/kgUO₂) と大きな差異がないことから、初期燃料温度の不確かさが与える影響は小さい。</p> <p>※ 本評価で評価対象とした9×9燃料では、初期の燃料被覆管表面温度及び冷却材温度を高く設定した場合に、G dの燃焼やP uの蓄積により、結果が厳しくなる場合がある。</p> <p>(6) まとめ 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、解析コード及び解析条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>7.4.4.4 必要な要員及び資源の評価 (1) 必要な要員の評価 事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」の重大事故等対策は自動で作動するため、対応の要員の確保は不要である。</p> <p>なお、スクラム動作後の原子炉の状態確認については、中央制御室の運転員1名で実施可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価 事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」において、必要な水源、燃料及び電源の評価結果は以下のとおりである。</p> <p>a. 水 源 本重要事故シーケンスの評価では、原子炉注水は想定していない。</p> <p>b. 燃 料 本重要事故シーケンスの評価では、燃料の使用は想定していない。</p> <p>c. 電 源 本重要事故シーケンスの評価では、外部電源喪失は想定していない。</p> <p>7.4.4.5 結 論 事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」では、誤操作により制御棒の過剰な引き抜きが行われ、臨界に至る反応度が投入されることで、原子炉が臨界に達し燃料損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」に対する燃料損傷防止対策としては、原子炉停止機能を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」の重要事故シーケンス「停止中に実施される検査等により、最大反応度値を有する制御棒1本が全引き抜きされている状態から、他の1本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって引き抜かれ、臨界近傍を認知できずに臨界に至る事故」について有効性評価を行った。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 黒字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）

東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表（運転停止時 反応度の誤投入）

柏崎刈羽原子力発電所6／7号機	東海第二発電所	備 考
<p>響は小さい。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける6号及び7号炉同時の重大事故等対策は自動で作動するため、対応に必要な要員はいない。スクラム動作後の原子炉の状態確認において、中央制御室の運転員1名で実施可能である。</p> <p>以上のことから、原子炉停止機能の燃料損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」に対して有効である。</p>	<p>上記の場合においても、原子炉停止機能により、燃料が損傷することはない、未臨界を維持することが可能である。</p> <p>その結果、燃料有効長頂部の冠水、放射線遮蔽の維持及び未臨界の確保ができることから、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>解析条件の不確かさについて確認した結果、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>本事故シーケンスグループにおける重大事故等対策は自動で作動するため、対応の要員の確保は不要である。また、スクラム動作後の原子炉の状態確認については、中央制御室の運転員1名で実施可能である。</p> <p>以上のことから、事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」において、原子炉停止機能の燃料損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「反応度の誤投入」に対して有効である。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.4-1表 「反応度の誤投入」の重大事故等対策について

判断及び操作	手順	有効性評価上期待する事故対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
誤操作による反応度誤投入	運転停止中に制御棒の誤引き抜き等によって、燃料に反応度が投入されることにより、臨界に達する。	—	—	起動領域モニタ
反応度誤投入後のスクラム確認	制御棒の誤操作による反応度の投入により、原子炉周期短 (原子炉周期 20 秒) による制御棒引抜阻止信号が発生し、制御棒の引き抜きは阻止される。さらに、原子炉出力が中間領域に到達後、原子炉周期短 (原子炉周期 10 秒) によるスクラム信号が発生し、原子炉はスクラムする。制御棒が全挿入し、原子炉は未臨界状態となる。	—	—	起動領域モニタ

10-7-4-75

第7.4.4-1表 反応度の誤投入における重大事故等対策について

操作及び確認	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
誤操作による反応度誤投入	運転停止中に、制御棒の誤引き抜き等によって、燃料に反応度が投入される。	—	—	起動領域計装*
反応度誤投入後の原子炉スクラムの確認	制御棒の誤操作による反応度の投入により、原子炉出力ベリオド短 (10 秒) 信号で原子炉はスクラムする。制御棒が全挿入し、原子炉は未臨界状態となる。	—	—	起動領域計装*

* 既許可の対象となっている設備を重大事故等対処設備に位置付けるもの

10-7-962

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.4-2表 主要解析条件 (反応度の誤投入) (1/3)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード	APEX	—
炉心状態	9×9燃料 (A型) (単一炉心) 平衡炉心のサイクル初期	9×9燃料 (A型) と9×9燃料 (B型) の熱水力学的な特性はほぼ同等であることから、代表的に9×9燃料 (A型) を設定し、燃料交換後の余剰反応度の大きな炉心を想定
実効増倍率	1.0	原子炉は臨界状態にあるものとして設定
原子炉出力	定格出力の10 ⁻⁸	原子炉は停止状態 (全制御棒全挿入状態) にあるものとして設定
原子炉圧力	大気圧	原子炉停止時の圧力を想定
燃料被覆管表面温度及び原子炉炉冷却材温度	20℃	原子炉炉冷却材温度の下限値として運用している値であり、最も水密度が高くなる値として設定
燃料エンタルピー	8kJ/kgUO ₂	原子炉炉冷却材温度20℃における燃料エンタルピーを想定
起回事象	制御棒の誤引き抜き	運転停止中の原子炉において、制御棒1本が全引抜きされている状態から、他の1本の制御棒が操作量の制限を超え、他の1本の制御棒が連続的に引き抜かれる事象を想定する

10-7-4-76

第7.4.4-2表 主要解析条件 (反応度の誤投入) (1/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
解析コード	APEX/SCAT (RI A用)	—
炉心状態	9×9燃料 (A型) 平衡炉心のサイクル初期	9×9燃料 (A型) と9×9燃料 (B型) の特性はほぼ同等であることから、代表的に9×9燃料 (A型) を設定し、燃料交換後の余剰反応度の大きな炉心を想定
実効増倍率	1.0	原子炉は臨界状態にあるものとして設定
原子炉初期出力	定格出力の10 ⁻⁸	原子炉が低温状態であることを想定して設定
原子炉初期圧力	0.0MPa [gage]	停止時余裕検査時の原子炉圧力を想定
燃料被覆管表面温度及び原子炉冷却材温度	20℃	冷却材温度が低い場合、水密度が大きくなり投入反応度が増加する傾向にあるため、冷却材温度の運用の下限値を設定
初期燃料エンタルピー	8kJ/kgUO ₂	冷却材温度20℃における燃料エンタルピーを想定
起回事象	制御棒の誤引き抜き	運転停止中の原子炉において、最大反応度値の制御棒1本が全引き抜きされている状態から、他の1本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって連続的に引き抜かれる事象を想定する。 なお、通常、制御棒1本が全引き抜きされている状態の未臨界度は深く、また、停止余裕検査時において、連続的に制御棒を引き抜くことはないため、上記の想定は保守的である。原子炉停止中の臨界近傍における他の制御棒の引き抜き量として、臨界検査があるが、低温臨界検査においては、臨界近傍における制御棒の反応度値を1.0%Δk以下となるよう管理しており、臨界状態からの誤引き抜きにより反応度値は約1.71%Δkが加わる上記の評価に包含されるものとする。 運転停止中に実施する複数の制御棒引き抜きを伴う検査を考慮し設定 (誤引き抜きされる制御棒1本の反応度値は約1.71%Δk) 引抜き制御棒反応度曲線は、第7.4.4-2図のとおり
外部電源	外部電源あり	制御棒引き抜き操作には外部電源が必要となるため、外部電源があるものとして想定

10-7-963

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機

東海第二発電所

備考

第7.4.4-2表 主要解析条件 (反応度の誤投入) (2/3)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
事故条件	誤引き抜きされる制御棒 最大反応度値を有する制御棒の斜め隣接の制御棒	投入される反応度を厳しく評価する観点から設定 なお、通常、制御棒1本が全引き抜きされている状態の未臨界度は深く、仮に他の1本の制御棒が操作量の制限を超えた場合でも、臨界近接で引き抜かれる制御棒の反応度値が核的制限値を超えないよう管理している。これらを踏まえ、本評価においては、誤引き抜きされる制御棒の反応度値が、管理値を超える事象を想定 制御棒値値ミニマイザによる停止余裕試験モードでの面隣接制御棒選択時の引抜阻止のインターロックや停止時冷温臨界試験での引抜制御棒値値の管理等を考慮し、斜め隣接の制御棒とし、引き抜きされる制御棒1本の反応度値は約1.0%Δkとする 制御棒引き抜き操作には外部電源が必要となるため、外部電源ありを想定
外部電源	外部電源あり	

※：臨界近接時における制御棒の最大反応度値は1.0%Δk以下であること

10-7-4-77

第7.4.4-2表 主要解析条件 (反応度の誤投入) (2/2)

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
制御棒の引抜速度	9.1cm/s	引抜速度の上限值を設定
起動領域計装のバイパス状態	A, Bチャンネルそれぞれ1個	A, Bチャンネルとも引抜制御棒に最も近い検出器が1個ずつバイパス状態にあるとする。スクラム信号が遅れることにより、厳しい評価となる。
制御棒引抜阻止信号	期待しない(原子炉出力ペリオド短信号(20秒))	制御棒の引き抜きが制限されないことにより、制御棒の誤操作の量が増加し、厳しい評価となる
スクラム信号	原子炉出力ペリオド短信号(10秒)	起動領域計装のスクラム機能を設定※

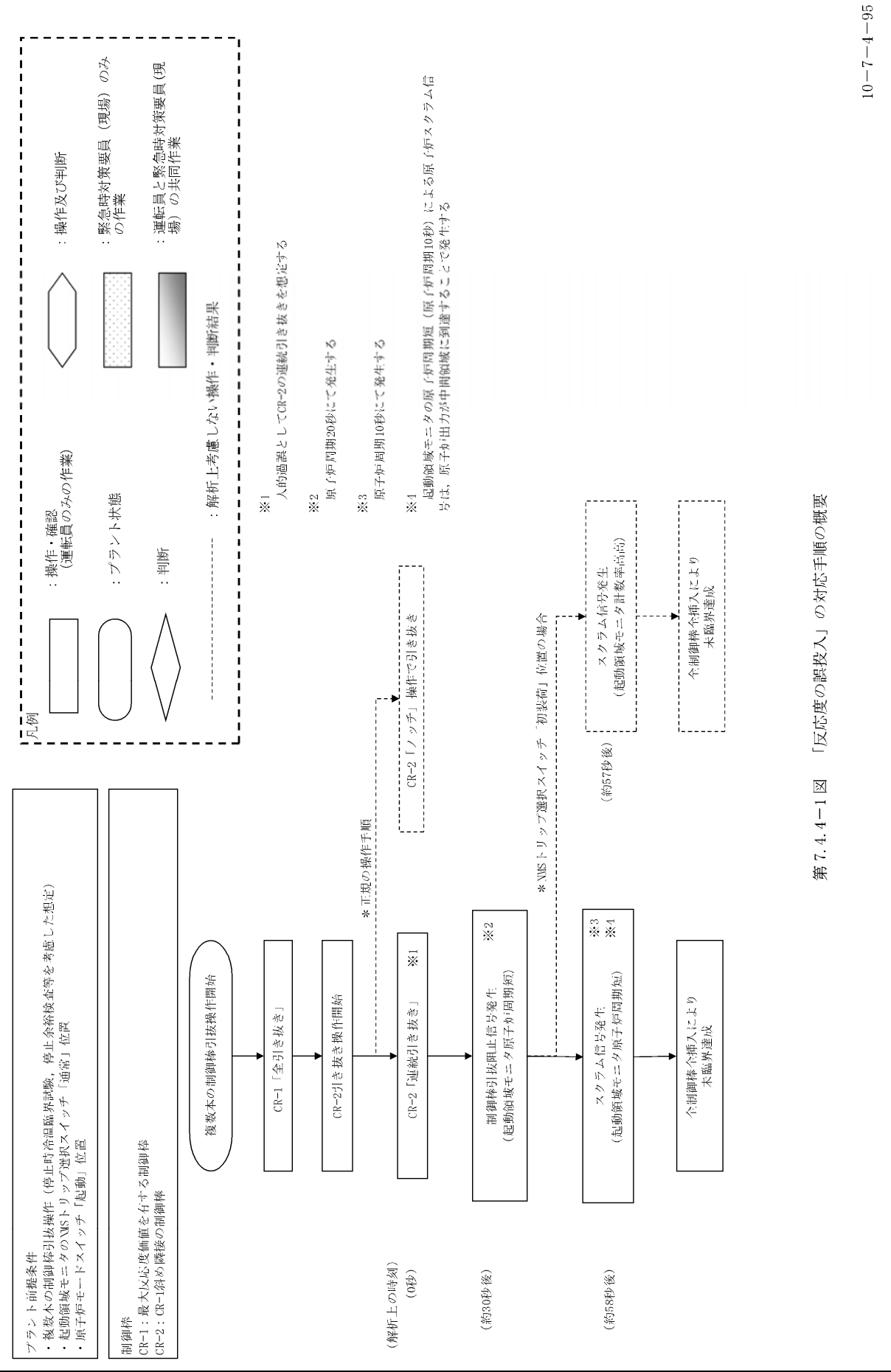
※ 複数の制御棒引き抜きを伴う検査を実施する際に、発電長が最初の制御棒引き抜き開始前に原子炉保護系計装及び起動領域計装の機能が維持されていること (指示値の異常有無確認、点検記録及び校正記録等の確認等)、制御棒のスクラムアラームデータの圧力等を確認すること、必要な原子炉緊急停止系が正常に動作することを確認する運用としている。
 そのため、本事象においてスクラム信号の機能に期待できる。

10-7-964

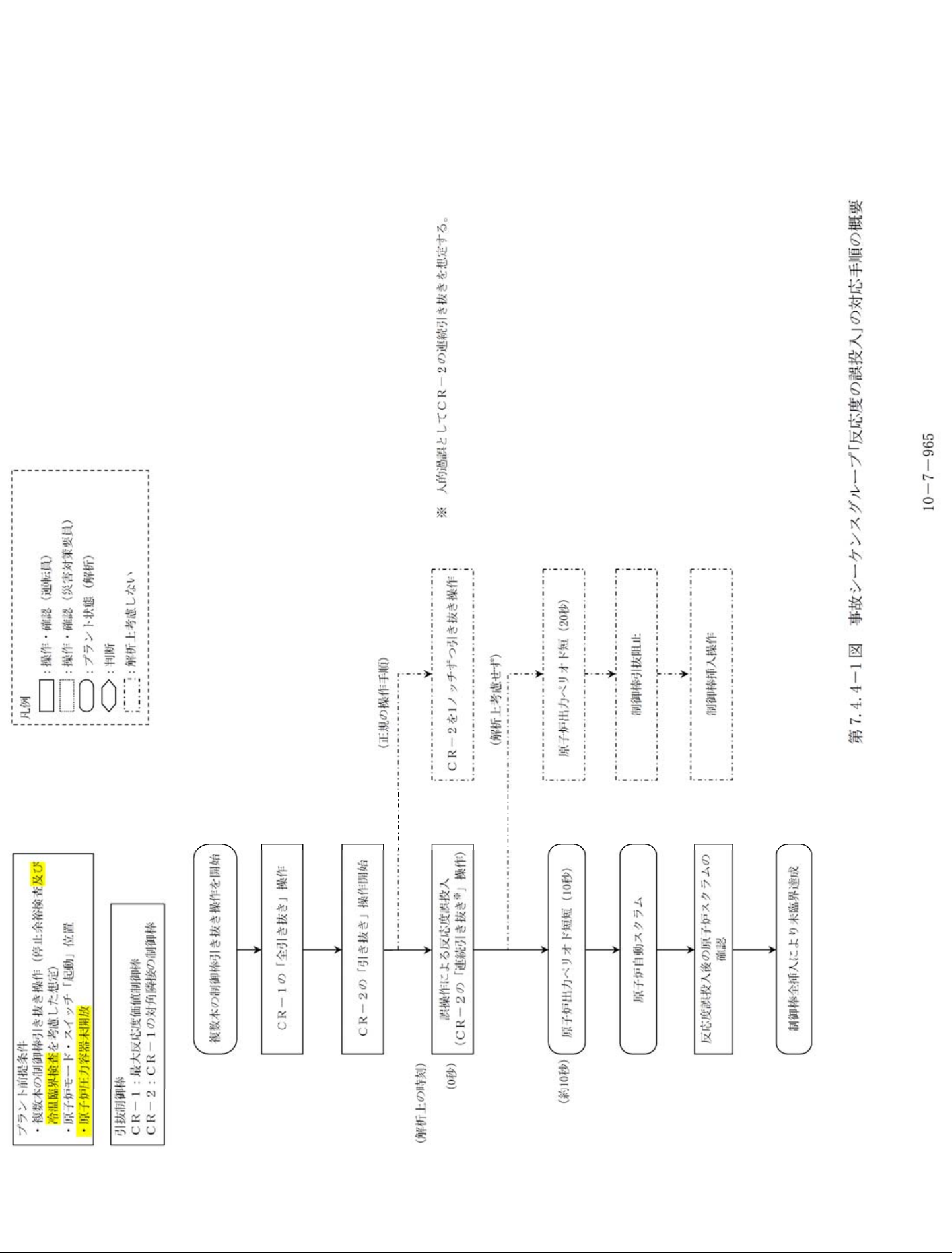
赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考															
<p style="text-align: center;">第7.4.4-2表 主要解析条件 (反応度の誤投入) (3/3)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">項目</th> <th style="width: 30%;">主要解析条件</th> <th style="width: 40%;">条件設定の考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>制御棒の引抜速度</td> <td>33mm/s</td> <td>引抜速度の上限値として設定</td> </tr> <tr> <td>起動領域モニタのバイパス状態</td> <td>A, B, C グループそれぞれ1個ずつ</td> <td>A, B, C グループとも引抜制御棒に最も近い検出器が1個ずつバイパス状態にあるとする</td> </tr> <tr> <td>制御棒引抜阻止条件</td> <td>原子炉周期短信号 (原子炉周期 20秒)</td> <td>起動領域モニタの制御棒引抜阻止機能により設定^{※1}</td> </tr> <tr> <td>原子炉スクラム信号</td> <td>原子炉周期短信号 (原子炉周期 10秒)^{※2}</td> <td>原子炉核計装トリップ選択スイッチを「通常」とした場合の起動領域モニタの原子炉スクラム機能により設定[※]</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 複数の制御棒引き抜き検査を実施する際において、当直長らが最初の制御棒引き抜き開始前に原子炉緊急停止系計装及び起動領域モニタ計装の要素が動作不能でないこと (指示値の異常有無確認, 定期事業者検査安全保護系設定値確認検査 (核計測装置) 等), 制御棒のスクラムアキムレータの圧力等を確認すること, 必要な安全保護系が正常に動作することを確認する運用となっている。そのため, 本現象においても制御棒引抜阻止条件やスクラム信号の機能に期待できる。</p> <p>※2 起動領域モニタの原子炉周期短 (原子炉周期 10秒) による原子炉スクラム信号は原子炉出力が中間領域に到達することによって発生する。</p>	項目	主要解析条件	条件設定の考え方	制御棒の引抜速度	33mm/s	引抜速度の上限値として設定	起動領域モニタのバイパス状態	A, B, C グループそれぞれ1個ずつ	A, B, C グループとも引抜制御棒に最も近い検出器が1個ずつバイパス状態にあるとする	制御棒引抜阻止条件	原子炉周期短信号 (原子炉周期 20秒)	起動領域モニタの制御棒引抜阻止機能により設定 ^{※1}	原子炉スクラム信号	原子炉周期短信号 (原子炉周期 10秒) ^{※2}	原子炉核計装トリップ選択スイッチを「通常」とした場合の起動領域モニタの原子炉スクラム機能により設定 [※]		
項目	主要解析条件	条件設定の考え方															
制御棒の引抜速度	33mm/s	引抜速度の上限値として設定															
起動領域モニタのバイパス状態	A, B, C グループそれぞれ1個ずつ	A, B, C グループとも引抜制御棒に最も近い検出器が1個ずつバイパス状態にあるとする															
制御棒引抜阻止条件	原子炉周期短信号 (原子炉周期 20秒)	起動領域モニタの制御棒引抜阻止機能により設定 ^{※1}															
原子炉スクラム信号	原子炉周期短信号 (原子炉周期 10秒) ^{※2}	原子炉核計装トリップ選択スイッチを「通常」とした場合の起動領域モニタの原子炉スクラム機能により設定 [※]															

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

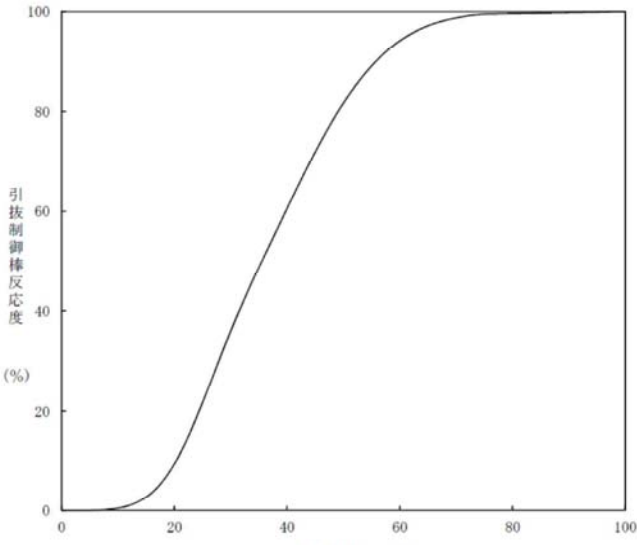
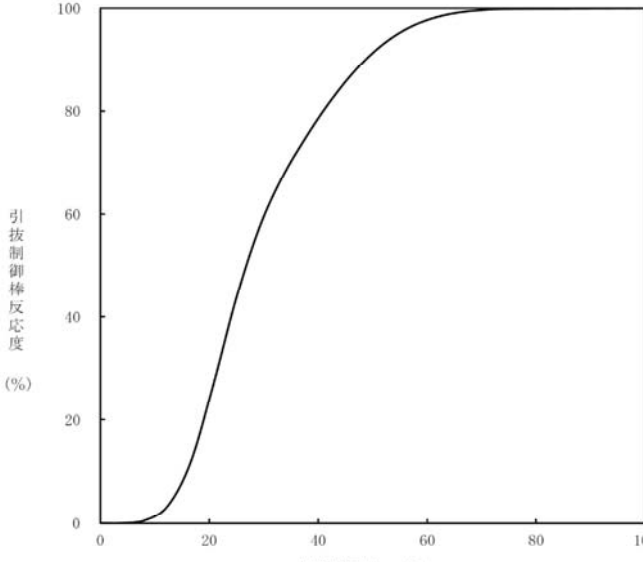
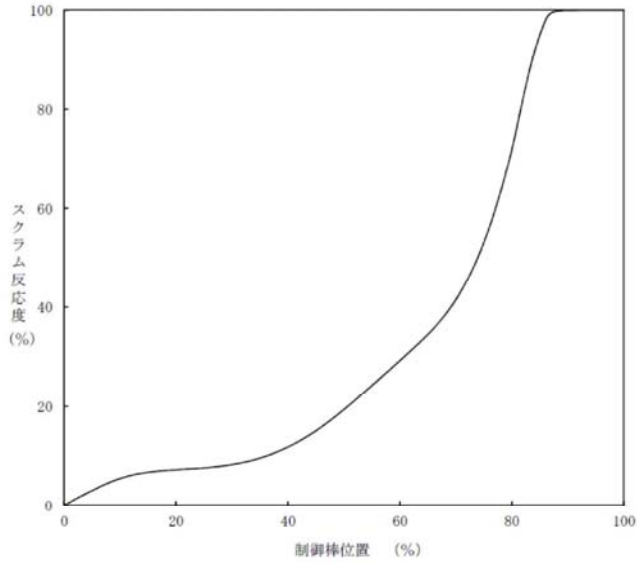
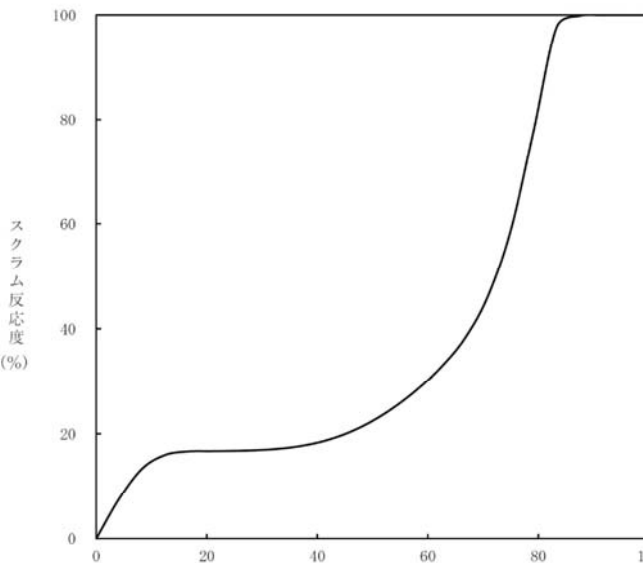


第 7.4.4-1 図 「反応度の誤投入」の対応手順の概要

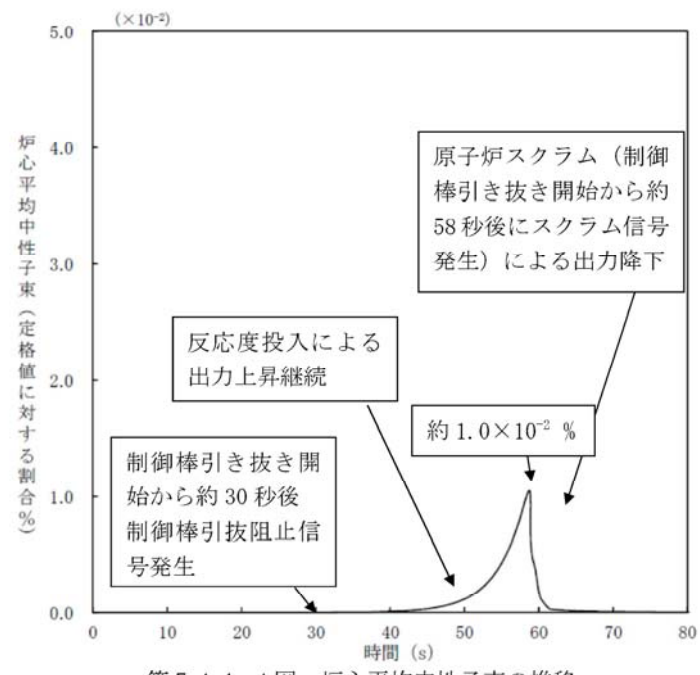
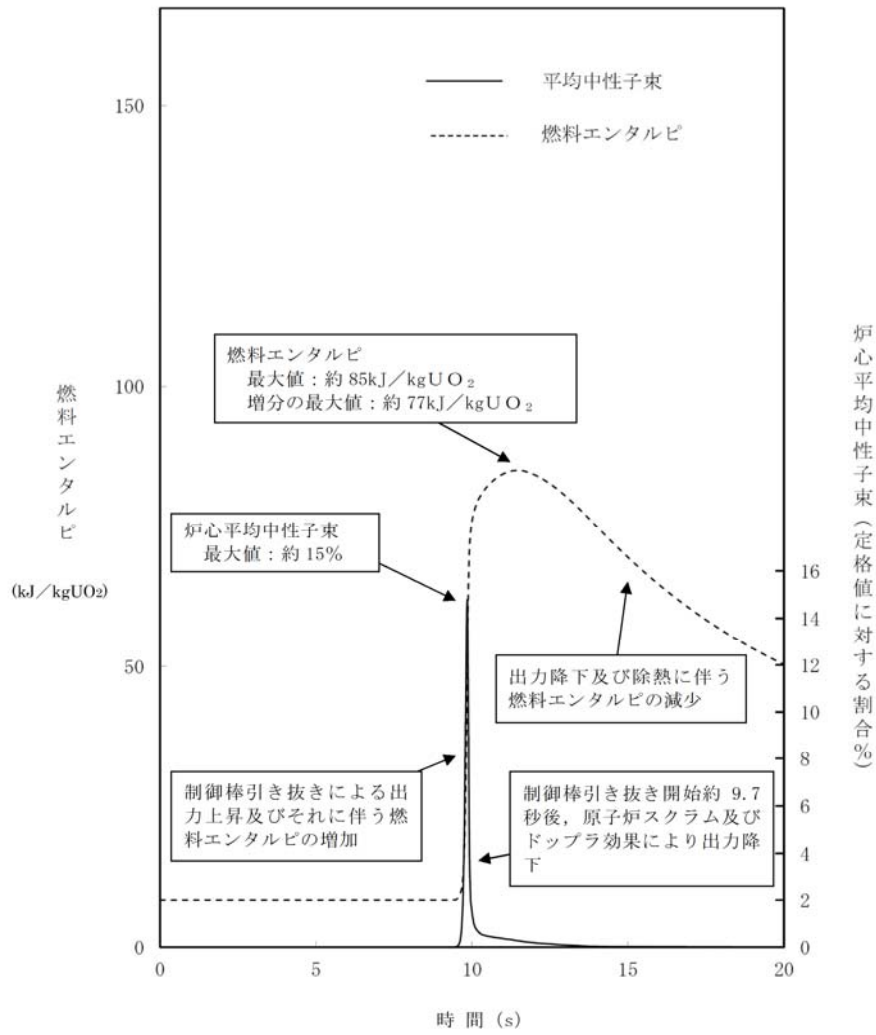


東海第二発電所 重大事故等対策の有効性評価 比較表 (運転停止時 反応度の誤投入)

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
 <p>第7.4.4-2図 引抜制御棒反応度曲線</p>	 <p>第7.4.4-2図 引抜制御棒反応度曲線</p>	
 <p>第7.4.4-3図 スクラム反応度曲線</p>	 <p>第7.4.4-3図 スクラム反応度曲線</p>	
<p>10-7-4-96</p>	<p>10-7-966</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 黒字：記載表現、設備名称の相違等 (実質的な相違なし)

柏崎刈羽原子力発電所6/7号機	東海第二発電所	備考
 <p>第7.4.4-4図 炉心平均中性子束の推移</p> <p>10-7-4-97</p>	 <p>第7.4.4-4図 反応度の誤投入における事象変化</p> <p>10-7-967</p>	