

実線・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表 [有効性評価 2.6 LOCA時注水機能喪失]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2.6 LOCA 時注水機能喪失</p> <p>2.6.1 事故シークエンスグループの特徴, 炉心損傷防止対策</p> <p>(1)事故シークエンスグループ内の事故シークエンス</p> <p>事故シークエンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」に含まれる事故シークエンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、①「小破断 LOCA+高圧注水失敗+低圧注水失敗」、②「小破断 LOCA+高圧注水失敗+原子炉減圧失敗」、③「中破断 LOCA+HPCF 注水失敗+低圧 ECCS 注水失敗」及び④「中破断 LOCA+HPCF 注水失敗+原子炉減圧失敗」である。</p> <p>また、事故シークエンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」からも LOCA を起因とする事故シークエンスとして、⑤「小破断 LOCA+崩壊熱除去失敗」及び⑥「中破断 LOCA+RHR 失敗」が抽出された。</p> <p>なお、大破断 LOCA を起因とする事故シークエンスについては、炉心損傷を防止することができないため、格納容器破損防止対策を講じて、その有効性を確認する。</p> <p>(2)事故シークエンスグループの特徴及び炉心損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シークエンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失することを想定する。このため、破断箇所から原子炉冷却材が流出し、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、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至る。また、低圧注水機能喪失を想定することから、あわせて残留熱除去系機能喪失に伴う崩壊熱除去機能喪失等を想定する。</p>	<p>2.6 LOCA 時注水機能喪失</p> <p>2.6.1 事故シークエンスグループの特徴, 炉心損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シークエンスグループ内の事故シークエンス</p> <p>事故シークエンスグループ「LOCA時注水機能喪失」に含まれる事故シークエンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、①「小破断 LOCA+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗」、②「小破断 LOCA+高圧炉心冷却失敗+原子炉減圧失敗」、③「中破断 LOCA+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗」及び④「中破断 LOCA+高圧炉心冷却失敗+原子炉減圧失敗」である。</p> <p>なお、大破断 LOCA のように破断規模が一定の大きさを超える場合は、国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷防止対策の有効性が確認できないため、格納容器破損防止対策を講じて、その有効性を確認する。</p> <p>(2) 事故シークエンスグループの特徴及び炉心損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シークエンスグループ「LOCA時注水機能喪失」では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失することを想定する。このため、破断箇所から原子炉冷却材が流出し、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、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至る。また、低圧注水機能喪失を想定することから、併せて残留熱除去系機能喪失に伴う崩壊熱除去機能喪失等を想定する。</p>	<p>2.6 LOCA時注水機能喪失</p> <p>2.6.1 事故シークエンスグループの特徴, 炉心損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シークエンスグループ内の事故シークエンス</p> <p>事故シークエンスグループ「LOCA時注水機能喪失」に含まれる事故シークエンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、①「冷却材喪失（小破断 LOCA）+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗」、②「冷却材喪失（小破断 LOCA）+高圧炉心冷却失敗+原子炉減圧失敗」、③「冷却材喪失（中破断 LOCA）+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗」及び④「冷却材喪失（中破断 LOCA）+高圧炉心冷却失敗+原子炉減圧失敗」である。</p> <p>また、事故シークエンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」からも LOCA を起因とする事故シークエンスとして、⑤「冷却材喪失（小破断 LOCA）+崩壊熱除去失敗」、⑥「冷却材喪失（小破断 LOCA）+高圧炉心冷却失敗+崩壊熱除去失敗」、⑦「冷却材喪失（中破断 LOCA）+崩壊熱除去失敗」及び⑧「冷却材喪失（中破断 LOCA）+高圧炉心冷却失敗+崩壊熱除去失敗」が抽出された。</p> <p>なお、大破断 LOCA のように破断規模が一定の大きさを超える場合は、国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷防止対策の有効性が確認できないため、格納容器破損防止対策を講じて、その有効性を確認する。</p> <p>(2) 事故シークエンスグループの特徴及び炉心損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シークエンスグループ「LOCA時注水機能喪失」では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失することを想定する。このため、破断箇所から原子炉冷却材が流出し、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、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至る。また、低圧注水機能喪失を想定することから、併せて残留熱除去系機能喪失に伴う崩壊熱除去機能喪失等を想定する。</p>	<p>・記載箇所の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二においても同様に事故シークエンスが抽出されるが、「崩壊熱除去機能喪失」にてその取扱いは記載。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>本事故シーケンスグループは、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA が発生し、同時に高圧及び低圧の注水機能を喪失したことによって炉心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、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA 発生時の高圧注水機能又は低圧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>ここで、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA 発生後に高圧・低圧注水機能喪失が生じた際の状況を想定すると、事象発生後、重大事故等対処設備によって高圧注水を実施して炉心損傷を防止することも考えられるが、重大事故等対処設備である高圧代替注水系は蒸気駆動の設備であり、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA が発生している状況では、その運転継続に対する不確かさが大きい。このことから、本事故シーケンスグループにおいては、高圧代替注水系には期待せず、低圧注水機能に対する対策の有効性を評価することとする。</p> <p>したがって、本事故シーケンスグループでは、逃がし安全弁の手動開操作により原子炉を減圧し、原子炉減圧後に低圧代替注水系（常設）により炉心を冷却することによって炉心損傷の防止を図る。また、代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器冷却、格納容器圧力逃がし装置及び耐圧強化ベント系による原子炉格納容器除熱を実施する。</p>	<p>本事故シーケンスグループは、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA が発生し、同時に高圧及び低圧の注水機能を喪失したことによって炉心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、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA 発生時の高圧注水機能又は低圧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>ここで、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA 発生後に高圧・低圧注水機能喪失が生じた際の状況を想定すると、事象発生後、重大事故等対処設備によって高圧注水を実施して炉心損傷を防止する場合よりも、高圧注水に期待せず、原子炉を減圧し、低圧注水に移行して炉心損傷を防止する場合の方が、原子炉の減圧により原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、原子炉水位がより早く低下することから、事故対応として厳しいと考えられる。このことから、本事故シーケンスグループにおいては、高圧注水機能に期待せず、原子炉の減圧後、低圧注水に移行して炉心損傷を防止する対策の有効性を評価することとする。</p> <p>したがって、本事故シーケンスグループでは、逃がし安全弁の手動開操作により原子炉を減圧し、原子炉減圧後に低圧代替注水系（常設）により炉心を冷却することによって炉心損傷の防止を図る。また、代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却、格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を実施する。</p> <p>なお、代替循環冷却系による格納容器除熱も実施可能である。</p>	<p>本事故シーケンスグループは、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA が発生し、同時に高圧及び低圧の注水機能を喪失したことによって炉心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、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA 発生時の高圧注水機能又は低圧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>ここで、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA 発生後に高圧・低圧注水機能喪失が生じた際の状況を想定すると、事象発生後、重大事故等対処設備によって高圧注水を実施して炉心損傷を防止することも考えられるが、重大事故等対処設備である高圧原子炉代替注水系は蒸気駆動の設備であり、小破断 LOCA 又は中破断 LOCA が発生している状況では、その運転継続に対する不確かさが大きい。このことから、本事故シーケンスグループにおいては、高圧原子炉代替注水系には期待せず、低圧注水機能に対する対策の有効性を評価することとする。</p> <p>したがって、本事故シーケンスグループでは、逃がし安全弁の手動開操作により原子炉を減圧し、原子炉減圧後に低圧原子炉代替注水系（常設）により炉心を冷却することによって炉心損傷の防止を図る。また、格納容器代替スプレイ系（可搬型）による原子炉格納容器冷却、格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を実施する。</p>	<p>・整理方針の相違 【東海第二】 島根2号炉は、高圧原子炉代替注水系に期待できない理由として蒸気駆動による LOCA 時の不確かさとしているが、東海第二では、減圧による水位低下を厳しく見積もる観点からとしている（実質的差異はない）。</p> <p>・運用の相違 【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉は、耐圧強化ベントを自主設備として位置付けている。（以降、同様な相違については記載省略）</p> <p>・運用の相違 【東海第二】 島根2号炉は、自主設備として位置付けている。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) 炉心損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」における機能喪失に対して、炉心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<u>低圧代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁による原子炉注水手段を整備し、安定状態に向けた対策として、逃がし安全弁を開維持することで、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による炉心冷却を継続する。また、原子炉格納容器の健全性を維持するため、安定状態に向けた対策として<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却手段、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第 2.6.1 図から第 2.6.3 図に、手順の概要を第 2.6.4 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 2.6.1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループの重要事故シーケンスにおいて、<u>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 24 名である。</u>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 8 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><u>また、事象発生 10 時間以降に追加に必要な要員は、フィルタ装置薬液補給作業を行うための参集要員 20 名である。</u>必要な要員と作業項目について第 2.6.5 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</p>	<p>(3) 炉心損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」における機能喪失に対して、炉心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<u>低圧代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁（自動減圧機能）による原子炉注水手段を整備し、安定状態に向けた対策として、逃がし安全弁（自動減圧機能）を開維持することで、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による炉心冷却を継続する。また、<u>格納容器の健全性を維持するため、安定状態に向けた対策として代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却手段、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第 2.6-1 図に、手順の概要を第 2.6-2 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 2.6-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループの重要事故シーケンスにおいて、<u>事象発生 2 時間までの重大事故等対策に必要な要員は、災害対策要員（初動）18 名である。</u>その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は、当直発電長 1 名、当直副発電長 1 名及び運転操作対応を行う当直運転員 4 名である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う要員は 4 名及び現場操作を行う重大事故等対応要員は 8 名である。</p> <p><u>また、事象発生 2 時間以降に追加に必要な参集要員は、タンクローリによる燃料給油操作を行うための重大事故等対応要員 2 名及び格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作を行うための重大事故等対応要員 3 名である。</u>必要な要員と作業項目について第 2.6-3 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</p>	<p>(3) 炉心損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」における機能喪失に対して、炉心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<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁（自動減圧機能付き）による原子炉注水手段を整備し、安定状態に向けた対策として、逃がし安全弁（自動減圧機能付き）を開維持することで、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による炉心冷却を継続する。また、<u>原子炉格納容器の健全性を維持するため、安定状態に向けた対策として格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却手段、<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第 2.6.1-1(1)図から第 2.6.1-1(3)図に、手順の概要を第 2.6.1-2 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 2.6.1-1 表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループの重要事故シーケンスにおいて、<u>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 28 名である。</u>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、当直副長 1 名、運転操作対応を行う運転員 3 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 18 名である。</p> <p>必要な要員と作業項目について第 2.6.1-3 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</p>	<p>備考</p> <p>・運用及び体制の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 島根 2 号炉は、要員の参集に期待せずとも必要な作業を常駐要員により実施可能な体制を整備。</p> <p>・運用及び設備設計の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 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を確認している。なお、これら要員 28 名は夜間・休日を含め発電所に常駐している要員である。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>を確認した結果、<u>24名</u>で対処可能である。</p> <p>a. 外部電源喪失及び原子炉スクラム確認 原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生と同時に外部電源喪失となり、原子炉がスクラムしたことを確認する。 原子炉のスクラムを確認するために必要な計装設備は、<u>平均出力領域モニタ等</u>である。</p> <p>b. 高圧・低圧注水機能喪失確認 原子炉スクラム後、原子炉水位は低下し続け、原子炉水位低(レベル2)で原子炉隔離時冷却系、<u>原子炉水位低(レベル1.5)で高圧炉心注水系、原子炉水位低(レベル1)で残留熱除去系(低圧注水モード)の自動起動信号が発生するが全て機能喪失していることを確認する。</u></p>	<p>を確認した結果、<u>18名</u>で対処可能である。</p> <p>a. 外部電源喪失及び原子炉スクラム確認 原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生と同時に外部電源喪失となり、原子炉がスクラムしたことを確認する。 原子炉のスクラムを確認するために必要な計装設備は、<u>平均出力領域計装等</u>である。</p> <p>b. 高圧・低圧注水機能喪失確認 原子炉スクラム後、原子炉水位は低下し続け、<u>原子炉水位異常低下(レベル2)で原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系が自動起動及び手動起動に失敗する。その後、低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系(低圧注水系)の手動起動にも失敗し全て機能喪失していることを確認する。</u></p>	<p>した結果、<u>28名</u>で対処可能である。</p> <p>a. 外部電源喪失及び原子炉スクラム確認 原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生と同時に外部電源喪失となり、原子炉がスクラムしたことを確認する。 原子炉のスクラムを確認するために必要な計装設備は、<u>平均出力領域計装</u>である。</p> <p>b. 高圧・低圧注水機能喪失確認 原子炉スクラム後、原子炉水位は低下し続け、<u>原子炉水位低(レベル2)で原子炉隔離時冷却系、格納容器圧力高(13.7 kPa[gage])で高圧炉心スプレイ系、低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系(低圧注水モード)の自動起動信号が発生するがすべて機能喪失していることを確認する。</u></p>	<p>・体制の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 運用及び設備の相違に伴う、必要要員数の相違。</p> <p>・設備の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、中性子源領域計装(SRM)及び中間領域計装(IRM), 柏崎6/7, 東海第二は起動領域計装(SRNM)を採用している。柏崎6/7, 東海第二は、運転時挿入されているSRNMにより確認が可能な設備として、等を記載しているが、島根2号炉は、SRM及びIRMが運転時引き抜きのため、平均出力領域計装(APRM)により確認することとしている。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、格納容器圧力高信号による非常用炉心冷却系の自動起動失敗をもって機能喪失を確認する。 L2: 約22秒</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>高圧・低圧注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、<u>各系統の流量指示</u>等である。</p> <p>c. 逃がし安全弁による原子炉急速減圧 高圧・低圧注水機能喪失を確認後、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備として、中央制御室からの遠隔操作により<u>復水移送ポンプ 1 台を追加起動し、2 台運転とする。</u>また、原子炉注水に必要な電動弁（<u>残留熱除去系注入弁及び残留熱除去系洗浄水弁</u>）が開動作可能であることを確認する。</p> <p><u>低圧代替注水系（常設）のバイパス流防止系統構成のためにタービン建屋負荷遮断弁を全閉にする。</u></p> <p><u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備が完了後、中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁 <u>8 個</u>を手動開操作し原子炉を急速減圧する。 原子炉急速減圧を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力である。</p> <p>d. <u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水 逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、原子炉圧力が<u>低圧代替注水系（常設）</u>の系統圧力を下回ると、原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。</p> <p><u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、<u>原子炉水位、復水補給水系流量（RHR B 系代替注水流量）</u>等である。</p>	<p>高圧・低圧注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、<u>各系統の流量</u>等である。</p> <p>c. 逃がし安全弁による原子炉急速減圧 高圧・低圧注水機能喪失を確認後、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備として、中央制御室からの遠隔操作により<u>常設低圧代替注水系ポンプ 2 台を起動する。</u>また、原子炉注水に必要な電動弁（<u>残留熱除去系注入弁</u>）が開動作可能であることを確認する。</p> <p><u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備が完了後、中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁（<u>自動減圧機能</u>）<u>7 個</u>を手動開操作し原子炉を急速減圧する。 原子炉急速減圧を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力である。</p> <p>d. <u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水 逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、原子炉圧力が<u>低圧代替注水系（常設）</u>の系統圧力を下回ると、原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。</p> <p><u>低圧代替注水系（常設）</u>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（広帯域）、原子炉水位（燃料域）、<u>低圧代替注水系原子炉注水流量（常設ライン用）</u></p>	<p>高圧・低圧注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、<u>各ポンプの出口流量</u>等である。</p> <p>c. 逃がし安全弁による原子炉急速減圧 高圧・低圧注水機能喪失を確認後、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備として、中央制御室からの遠隔操作により<u>常設代替交流電源設備を起動し S A 低圧母線に給電後、低圧原子炉代替注水ポンプを起動する。</u>また、原子炉注水に必要な電動弁（<u>A-RHR 注水弁及び F L S R 注水隔離弁</u>）が開動作可能であることを確認する。</p> <p><u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備が完了後、中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁（<u>自動減圧機能付き</u>）<u>6 個</u>を手動開操作し原子炉を急速減圧する。 原子炉急速減圧を確認するために必要な計装設備は、<u>原子炉圧力（S A）</u>、原子炉圧力である。</p> <p>d. <u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水 逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、原子炉圧力が<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>の系統圧力を下回ると、原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。</p> <p><u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、<u>原子炉水位（広帯域）、原子炉水位（燃料域）、代替注水流量（常設）</u>等である。</p>	<p>D/W 圧力高：約 1 分 L1：約 17 分</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7，東海第二】 島根 2 号炉は、外部電源が喪失しているため、常設代替交流電源設備（G T G）を起動し、低圧原子炉代替注水ポンプへ電源を供給し起動操作を行う。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、配管構成の違いにより、バイパス流防止措置は不要である。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7，東海第二】 急速減圧に必要な逃がし安全弁操作個数の相違。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>原子炉水位回復後は、原子炉水位を原子炉水位低（レベル3）から原子炉水位高（レベル8）の間で維持する。</p> <p>e. <u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却 崩壊熱除去機能を喪失しているため、格納容器圧力及び温度が上昇する。格納容器圧力が 0.18MPa[gage]に到達した場合又はドライウェル雰囲気温度が 171℃に接近した場合は、中央制御室からの遠隔操作により代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器冷却を実施する。</p> <p><u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却を確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器内圧力及び復水補給水系流量（RHR B 系代替注水流量）</u>である。</p> <p><u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却時に、<u>原子炉水位が原子炉水位低（レベル 3）まで低下した場合は、中央制御室からの遠隔操作により代替格納容器スプレイ冷却系（常設）を停止し、原子炉注水を実施する。原子炉水位高（レベル 8）まで原子炉水位が回復した後、原子炉注水を停止し、格納容器スプレイを再開する。</u></p> <p>f. <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱 <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱の準備として、<u>原子炉格納容器一次隔離弁を原子炉建屋内の原子炉区域外からの人力操作により開する。</u></p>	<p>等である。</p> <p>原子炉水位回復後は、原子炉水位を原子炉水位低（レベル3）から原子炉水位高（レベル8）の間で維持する。</p> <p>e. <u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却 崩壊熱除去機能を喪失しているため、格納容器圧力及び雰囲気温度が上昇する。格納容器圧力が <u>0.279MPa [gage]</u>に到達した場合又はドライウェル雰囲気温度が 171℃に接近した場合は、中央制御室からの遠隔操作により代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却を実施する。<u>また、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を継続する。</u></p> <p><u>なお、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水及び代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却は、<u>常設低圧代替注水系ポンプ 2 台により同時に実施可能な設計としている。</u></u></p> <p><u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却を確認するために必要な計装設備は、<u>ドライウェル圧力、サプレッション・チェンバ圧力、低圧代替注水系格納容器スプレイ流量（常設ライン用）</u>等である。</p> <p>f. <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱 <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱の準備として、<u>第一弁を中央制御室からの遠隔操作により開する。</u></p>	<p>原子炉水位回復後は、原子炉水位を原子炉水位低（レベル3）から原子炉水位高（レベル8）の間で維持する。</p> <p>e. <u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による<u>原子炉格納容器冷却</u> 崩壊熱除去機能を喪失しているため、格納容器圧力及び雰囲気温度が上昇する。格納容器圧力が <u>384kPa[gage]</u>に到達した場合又はドライウェル雰囲気温度が 171℃に接近した場合は、中央制御室からの遠隔操作により<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による <u>原子炉格納容器冷却</u>を実施する。</p> <p><u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による<u>原子炉格納容器冷却</u>を確認するために必要な計装設備は、<u>ドライウェル圧力（SA）、サプレッション・チェンバ圧力（SA）、格納容器代替スプレイ流量</u>等である。</p> <p>f. <u>格納容器フィルタベント系</u>による<u>原子炉格納容器除熱</u> <u>格納容器フィルタベント系</u>による<u>原子炉格納容器除熱</u>の準備として、<u>第2弁を中央制御室からの遠隔操作により開する。また、FCVS排気ラインドレン排出弁を現場操作により閉する。</u></p>	<p>備考</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 型式の相違による格納容器スプレイ実施基準の相違。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、電源がある場合、中央制御室で操作可能である</p> <p>・運用の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器冷却を実施しても、格納容器圧力が 0.31MPa [gage] に到達した場合、原子炉格納容器二次隔離弁を中央制御室からの遠隔操作によって中間開操作することで、格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を実施する。</u></p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器内圧力</u>等である。</p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を実施している間に炉心損傷していないことを確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器内雰囲気放射線レベル</u>等である。</p> <p>サブプレッション・チェンバ側からの格納容器圧力逃がし</p>	<p>サブプレッション・プール水位が、通常水位+6.5m に到達した場合、中央制御室からの遠隔操作により<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却を停止する。<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却の停止後、格納容器圧力は徐々に上昇する。</u></p> <p>格納容器圧力が 0.31MPa [gage] に到達した場合、<u>第二弁を中央制御室からの遠隔操作によって全開操作することで、格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を実施する。</u></p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を確認するために必要な計装設備は、<u>サブプレッション・チェンバ圧力</u>等である。</p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を実施している間に炉心損傷していないことを確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器雰囲気放射線モニタ（D/W）</u>等である。</p> <p>サブプレッション・チェンバ側からの格納容器圧力逃がし</p>	<p>サブプレッション・プール水位が、通常水位+約 1.3m に到達した場合、中央制御室からの遠隔操作により<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却を停止する。</p> <p><u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）による原子炉格納容器冷却の停止後、第1弁を中央制御室からの遠隔操作によって全開操作することで、格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を実施する。</u></p> <p>格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を確認するために必要な計装設備は、<u>ドライウエル圧力（S A）</u>等である。</p> <p>格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を実施している間に炉心損傷していないことを確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器雰囲気放射線モニタ（ドライウエル）</u>等である。</p> <p>サブプレッション・チェンバ側からの格納容器フィルタベ</p>	<p>【東海第二】 島根2号炉は、格納容器バウンダリの維持及び現場における炉心損傷後のベント実施時（準備操作含む）の被ばく評価結果を考慮し、第2弁（ベント装置側）から開操作する。</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉は、排気管へ流入した雨水の排出のため、FCVS排気ラインドレン排出弁を常時全開運用とし、格納容器ベント前に全閉することを記載。</p> <p>・設備設計の相違</p> <p>【東海第二】 型式の相違による格納容器スプレイ停止基準の相違。</p> <p>・運用の相違</p> <p>【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉は、格納容器代替スプレイ停止基準（サブプレッション・プール水位通常水位+約1.3m）到達により格納容器代替スプレイを停止後、格納容器ベントを実施する運用としている。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>装置等のベントラインが水没しないことを確認するために必要な計装設備は、<u>サプレッション・チェンバ・プール水位</u>である。</p> <p>以降、炉心冷却は、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水により継続的に行い、また、原子炉格納容器除熱は、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>により継続的に行う。</p> <p>2.6.2 炉心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、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、中破断 LOCA を起因事象とし、全ての注水機能を喪失する「<u>中破断 LOCA+HPCF 注水失敗+低圧 ECCS 注水失敗</u>」である。なお、中破断 LOCA は、破断口からの原子炉格納容器への蒸気の流出に伴う原子炉圧力の低下により、原子炉隔離時冷却系の運転に期待できない規模の LOCA と定義していることから、本評価では原子炉隔離時冷却系の運転にも期待しないものとする。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、炉心における崩壊熱、燃料棒表面熱伝達、気液熱非平衡、沸騰遷移、燃料被覆管酸化、燃料被覆管変形、沸騰・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流、三次元効果、原子炉圧力容器における沸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流、冷却材放出（臨界流・差圧流）、ECCS 注水（給水系・代替注水設備含む）並びに原子炉格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達、スプレイ冷却、格納容器ベントが重要現象となる。よって、これらの現象を適切に評価することが可能である長期間熱水力過渡変化解析コード SAFER、シビアアクシデント総合解析コード MAAP、炉心ヒートアップ解析コード CHASTE により原子炉圧力、原子炉水位、燃料被覆管温度、格納容器圧力、格納容器温度等の過渡応答を求める。</p> <p><u>本重要事故シーケンスでは、炉心露出時間が長く、燃料被</u></p>	<p>装置等のベントラインが水没しないことを確認するために必要な計装設備は、<u>サプレッション・プール水位</u>である。</p> <p>以降、炉心冷却は、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水により継続的に行い、また、<u>格納容器除熱は、格納容器圧力逃がし装置等</u>により継続的に行う。</p> <p>2.6.2 炉心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、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、中破断 LOCA を起因事象とし、全ての注水機能を喪失する「<u>中破断 LOCA+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」である。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、炉心における崩壊熱、燃料棒表面熱伝達、気液熱非平衡、沸騰遷移、燃料被覆管酸化、燃料被覆管変形、沸騰・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流及び三次元効果、原子炉圧力容器における沸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流、冷却材放出（臨界流・差圧流）及び ECCS 注水（給水系・代替注水設備含む）並びに格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達、スプレイ冷却及び格納容器ベントが重要現象となる。よって、これらの現象を適切に評価することが可能である長期間熱水力過渡変化解析コード SAFER 及びシビアアクシデント総合解析コード MAAP により原子炉圧力、原子炉水位、燃料被覆管温度、格納容器圧力、<u>格納容器雰囲気温度</u>等の過渡応答を求める。</p> <p><u>本重要事故シーケンスでは、SAFERコードによる燃料</u></p>	<p>ント系のベントラインが水没しないことを確認するために必要な計装設備は、<u>サプレッション・プール水位（SA）</u>である。</p> <p>以降、炉心冷却は、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による注水により継続的に行い、また、<u>原子炉格納容器除熱は、格納容器フィルタベント系</u>により継続的に行う。</p> <p>2.6.2 炉心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、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、中破断 LOCA を起因事象とし、すべての注水機能を喪失する「<u>冷却材喪失（中破断 LOCA）+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」である。なお、<u>中破断 LOCA は、破断口からの原子炉格納容器への蒸気の流出に伴う原子炉圧力の低下により、原子炉隔離時冷却系の運転に期待できない規模の LOCA と定義していることから、本評価では、原子炉隔離時冷却系の運転にも期待しないものとする。</u></p> <p>本重要事故シーケンスでは、炉心における崩壊熱、燃料棒表面熱伝達、気液熱非平衡、沸騰遷移、燃料被覆管酸化、燃料被覆管変形、沸騰・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流、三次元効果、原子炉圧力容器における沸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流、冷却材放出（臨界流・差圧流）、ECCS 注水（給水系・代替注水設備含む）並びに原子炉格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達、スプレイ冷却及び格納容器ベントが重要現象となる。よって、これらの現象を適切に評価することが可能である長期間熱水力過渡変化解析コード SAFER、シビアアクシデント総合解析コード MAAP により原子炉圧力、原子炉水位、燃料被覆管温度、格納容器圧力、<u>格納容器温度</u>等の過渡応答を求める。</p>	<p>備考</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、中破断 LOCA 時に RCIC の注水に期待しないイベントツリーとしているため。</p> <p>・評価方針の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>覆管の最高温度が高くなるため、輻射による影響が詳細に考慮される CHASTE により燃料被覆管の最高温度を詳細に評価する。</u></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解析条件を第 2.6.2 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. 事故条件</p> <p>(a) 起因事象</p> <p>破断箇所は<u>原子炉压力容器下部のドレン配管</u> (配管断面積約 26cm²) とし、破断面積を 1cm² とする。 (添付資料 2.6.1)</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定</p> <p>高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心注水系、低圧注水機能として<u>残留熱除去系 (低圧注水モード)</u> の機能が喪失するものとする。また、原子炉減圧</p>	<p><u>被覆管温度の評価結果は、燃料被覆管の破裂判断基準に対して十分な余裕があることから、輻射による影響が詳細に考慮される CHASTE コードは使用しない。</u></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解析条件を第 2.6-2 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. 事故条件</p> <p>(a) 起因事象</p> <p>破断箇所は<u>再循環系配管 (出口ノズル)</u> (最大破断面積約 2,900 cm²) とし、破断面積を約 3.7 cm² とする。 (添付資料 2.6.1)</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定</p> <p>高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系、低圧注水機能として<u>残留熱除去系 (低圧注水系)</u> 及び<u>低圧炉心スプレイ系</u> の機能が喪失するものと</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解析条件を第 2.6.2-1 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. 事故条件</p> <p>(a) 起因事象</p> <p>破断箇所は<u>再循環配管 (出口ノズル)</u> (配管断面積約 0.16m²) とし、破断面積を約 3.1cm² とする。 (添付資料 2.6.1)</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定</p> <p>高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系、低圧注水機能として<u>低圧炉心スプレイ系</u> 及び<u>残留熱除去系 (低圧注水モード)</u> の機能が喪失するも</p>	<p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉における本重要事故シーケンスでは、SAFER コードによる燃料被覆管温度の評価結果は、燃料被覆管の破裂判断基準に対して十分な余裕があることから、輻射による影響が詳細に考慮される CHASTE コードは使用しない。</p> <p>・解析条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉は、液相部配管の中で最大口径の PLR 配管に対して破裂発生防止が可能な範囲で事象進展を代表できる破断面積を設定。</p> <p>・設備設計の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>機能として自動減圧系の機能が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源なしの場合は、<u>給復水系</u>による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから、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>b. 重大事故等対策に関連する機器条件 (a) 原子炉スクラム信号 原子炉スクラムは、<u>事象発生と同時に想定している外部電源喪失に起因する再循環ポンプ・トリップに伴う炉心流量急減信号</u>によるものとする。</p> <p>(b) 逃がし安全弁 逃がし安全弁の逃がし弁機能にて、原子炉冷却材圧力バウンダリの過度の圧力上昇を抑えるものとする。また、原子炉減圧には自動減圧機能付き逃がし安全弁 (8 個) を使用するものとし、容量として、1 個あたり定格主蒸気流量の約 5% を処理するものとする。</p>	<p>する。また、原子炉減圧機能として自動減圧系の機能が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源なしの場合は、<u>給水・復水系</u>による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから、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等及び常設代替交流電源設備によって給電を行うものとする。</p> <p>また、原子炉スクラムまでの原子炉出力が高く維持され、原子炉水位の低下が大きくなることで、炉心の冷却の観点で厳しくなり、外部電源がある場合を包含する条件として、原子炉スクラムは、原子炉水位低 (レベル3) 信号にて発生し、再循環系ポンプトリップは、原子炉水位異常低下 (レベル2) 信号にて発生するものとする。</p> <p>b. 重大事故等対策に関連する機器条件 (a) 原子炉スクラム信号 原子炉スクラムは、<u>外部電源がある場合を包含する条件として</u>、原子炉水位低 (レベル3) 信号によるものとする。</p> <p>(b) 逃がし安全弁 逃がし安全弁 (<u>安全弁機能</u>) にて、原子炉冷却材圧力バウンダリの過度の圧力上昇を抑えるものとする。また、原子炉減圧には<u>逃がし安全弁 (自動減圧機能) (7 個)</u> を使用するものとし、容量として、1 個あたり定格主蒸気流量の約 6% を処理するものとする。</p>	<p>のとする。また、原子炉減圧機能として自動減圧系の機能が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源なしの場合は、<u>復水・給水系</u>による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから、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等及び常設代替交流電源設備によって給電を行うものとする。</p> <p>また、原子炉スクラムまでの原子炉出力が高く維持されることで、原子炉水位の低下が早く、事象初期の炉心の冷却の観点で厳しくなり、外部電源がある場合を包含する条件として、原子炉スクラムは、原子炉水位低 (レベル3) 信号にて発生し、再循環ポンプトリップは、原子炉水位低 (レベル2) 信号にて発生するものとする。</p> <p>b. 重大事故等対策に関連する機器条件 (a) 原子炉スクラム信号 原子炉スクラムは、外部電源がある場合を包含する条件として、<u>原子炉水位低 (レベル3) 信号</u>によるものとする。</p> <p>(b) 逃がし安全弁 逃がし安全弁 (<u>逃がし弁機能</u>) にて、原子炉冷却材圧力バウンダリの過度の圧力上昇を抑えるものとする。また、原子炉減圧には<u>逃がし安全弁 (自動減圧機能付き) (6 個)</u> を使用するものとし、容量として、1 個あたり定格主蒸気流量の約 8% を処理するものとする。</p>	<p>ABWRとBWR-5の設備の相違。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機もある。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、事象を厳しくする観点から、再循環ポンプは原子炉水位低 (レベル2) でトリップするものとしている。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、事象を厳しくする観点から、条件を設定している。</p> <p>・解析条件の相違 【東海第二】 島根 2号炉は、逃がし弁機能での圧力制御を想定している。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 急速減圧に必要な逃がし安全弁操作個数の相違。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(c) <u>低圧代替注水系 (常設)</u> 逃がし安全弁による原子炉減圧後に、最大 <u>300m³/h</u> にて原子炉に注水し、その後は炉心を冠水維持するように注水する。<u>なお、低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水は、格納容器スプレイと同じ復水移送ポンプを用いて弁の切替えにて実施する。</u></p> <p>(d) <u>代替格納容器スプレイ冷却系 (常設)</u> 格納容器圧力及び温度抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、<u>140m³/h</u> にて原子炉格納容器内にスプレイする。<u>なお、格納容器スプレイは、原子炉注水と同じ復水移送ポンプを用いて弁の切替えにて実施する。</u></p> <p>(e) <u>格納容器圧力逃がし装置等</u> <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>により、格納容器圧力 <u>0.62MPa [gage]</u> における最大排出流量 <u>31.6kg/s</u> に対して、<u>原子炉格納容器二次隔離弁の中間開操作 (流路面積 70% 開^{*1})</u> にて原子炉格納容器除熱を実施する。 <u>※1 操作手順においては、原子炉格納容器除熱は原子炉格納容器二次隔離弁を流路面積 70% 相当で中間開操作するが、格納容器圧力の低下傾向を確認できない場合は、増開操作を実施する。</u></p> <p><u>なお、耐圧強化ベント系を用いた場合は、格納容器圧力逃がし装置を用いた場合と比較して、排出流量は</u></p>	<p>(c) <u>低圧代替注水系 (常設)</u> 逃がし安全弁 (<u>自動減圧機能</u>) による原子炉減圧後に、最大 <u>378m³/h</u> にて原子炉に注水し、その後は炉心を冠水維持するように注水する。<u>また、原子炉注水と格納容器スプレイを同時に実施する場合は、230m³/h にて原子炉へ注水する。</u></p> <p>(d) <u>代替格納容器スプレイ冷却系 (常設)</u> 格納容器圧力及び雰囲気温度抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、<u>130m³/h</u> にて格納容器内にスプレイする。</p> <p>(e) <u>格納容器圧力逃がし装置等</u> <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>により、格納容器圧力 <u>0.31MPa [gage]</u> における排出流量 <u>13.4kg/s</u> に対して、<u>第二弁を全開にて格納容器除熱を実施する。</u></p> <p><u>なお、耐圧強化ベント系を用いた場合は、格納容器圧力逃がし装置を用いた場合と比較して、排出流量は大き</u></p>	<p>(c) <u>低圧原子炉代替注水系 (常設)</u> 逃がし安全弁 (<u>自動減圧機能付き</u>) による原子炉減圧後に最大 <u>250m³/h</u> にて原子炉注水し、その後は炉心を冠水維持するように注水する。</p> <p>(d) <u>格納容器代替スプレイ系 (可搬型)</u> 格納容器圧力及び温度抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、<u>120m³/h</u> にて原子炉格納容器内にスプレイする。</p> <p>(e) <u>格納容器フィルタベント系</u> <u>格納容器フィルタベント系</u>により、格納容器圧力 <u>427kPa [gage]</u> における最大排出流量 <u>9.8 kg/s</u> に対して、<u>第1弁の中央制御室からの遠隔操作による全開操作にて原子炉格納容器除熱を実施する。</u></p>	<p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、第1弁を全開操作することにより格納容器ベントを実施。</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>大きくなり、格納容器圧力の低下傾向は大きくなることから、格納容器圧力逃がし装置を用いた場合に条件に包絡される。</u></p> <p>c. 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、「1.3.5 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) <u>低圧代替注水系（常設）の追加起動及び中央制御室における系統構成は、高圧・低圧注水機能喪失を確認後実施するが、事象判断の時間を考慮して、事象発生から 14 分後に開始するものとし、操作時間は約 4 分間とする。</u></p> <p>(b) <u>逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作は、中央制御室操作における低圧代替注水系（常設）の準備時間を考慮して、事象発生から約 18 分後に開始する。</u></p> <p>(c) <u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器冷却操作は、格納容器圧力が 0.18MPa[gage]に到達した場合に実施する。</u></p> <p>なお、格納容器スプレイは、格納容器圧力が 0.31MPa[gage]に到達した後、格納容器ベント実施前に停止する。</p>	<p><u>くなり、格納容器圧力の低下傾向は大きくなることから、格納容器圧力逃がし装置を用いた場合に条件に包絡される。</u></p> <p>c. 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、「1.3.5 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) <u>逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作は、中央制御室において、状況判断の時間、高圧・低圧注水機能喪失の確認時間及び低圧代替注水系（常設）の準備時間を考慮して、事象発生から 25 分後に開始する。</u></p> <p>(b) <u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却操作は、格納容器圧力が 0.279MPa [gage] に到達した場合に実施する。</u></p> <p>なお、格納容器スプレイは、サプレッション・プール水位が通常水位+6.5m に到達した場合に停止する。</p>	<p>c. 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、「1.3.5 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) <u>常設代替交流電源設備の起動及び受電並びに低圧原子炉代替注水系（常設）起動及び系統構成は、高圧・低圧注水機能喪失を確認後実施するが、事象判断の時間を考慮して、事象発生から 10 分後に開始するものとし、操作時間は 20 分間とする。</u></p> <p>(b) <u>逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作は、中央制御室操作における低圧原子炉代替注水系（常設）の準備時間を考慮して、事象発生から 30 分後に開始する。</u></p> <p>(c) <u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）による原子炉格納容器冷却操作は、格納容器圧力が 384kPa[gage]に到達した場合に実施する。</u></p> <p>なお、格納容器スプレイは、<u>サプレッション・プール水位が通常水位+約1.3m（真空破壊装置下端-0.45m）に到達した場合に停止する。</u></p>	<p>島根 2号炉は、耐圧強化ベントを自主設備として位置付けている。</p> <p>・解析条件及び設備設計の相違 【東海第二】 ・運用の相違 【柏崎 6/7】 注水設備の準備時間の相違。</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 注水設備の準備時間の相違。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 型式の相違による格納容器スプレイ実施基準の相違。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、格納容器スプレイにより格納容器圧力が制御できるため、水位制限によりスプレイを停止している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(d) <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱操作は、<u>格納容器圧力が 0.31MPa [gage] に到達した場合</u>に実施する。</p> <p>【比較のため、「2.3.1 全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG 喪失)」の一部を記載】</p> <p>(3) 有効性評価(敷地境界での実効線量評価)の条件</p> <p>本重要事故シーケンスでは炉心損傷は起こらず、燃料被覆管の破裂も発生していないため、放射性物質の放出を評価する際は、設計基準事故時の評価手法を採用することで保守性が確保される。このため、敷地境界での実効線量評価に当たっては、発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針(原子力安全委員会 平成2年8月30日)に示されている評価手法を参照した。具体的な評価条件を以下に示す。</p> <p>a. 事象発生時の原子炉冷却材中の核分裂生成物の濃度は、運転上許容されるI-131の最大濃度とし、その組成を拡散組成とする。これにより、事象発生時に原子炉冷却材中に存在するよう素は、I-131等価量で<u>約1.3×10^{12}Bq</u>となる。</p>	<p>(c) <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱操作は、<u>格納容器圧力が 0.31MPa [gage] に到達した場合</u>に実施する。</p> <p>(3) 有効性評価(敷地境界及び非居住区域境界での実効線量評価)の条件</p> <p>本重要事故シーケンスでは炉心損傷は起こらず、燃料被覆管の破裂も発生していないため、放射性物質の放出を評価する際は、設計基準事故時の評価手法を採用することで保守性が確保される。このため、敷地境界及び非居住区域境界での実効線量評価に当たっては、「<u>实用発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針(原子力安全委員会 平成2年8月30日)</u>」に示されている評価手法を参照した。具体的な評価条件を以下に示す。</p> <p>a. 事象発生時の原子炉冷却材中の核分裂生成物の濃度は、運転上許容されるI-131の最大濃度とし、その組成を拡散組成とする。これにより、事象発生時に原子炉冷却材中に存在するよう素は、I-131等価量で<u>約4.7×10^{12}Bq</u>となる。</p>	<p>(d) <u>格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱操作は、サプレッション・プール水位が通常水位+約1.3m(真空破壊装置下端-0.45m)到達から10分後</u>に実施する。</p> <p>(3) 有効性評価(敷地境界での実効線量評価)の条件</p> <p>本重要事故シーケンスでは炉心損傷は起こらず、燃料被覆管の破裂も発生していないため、放射性物質の放出を評価する際は、設計基準事故時の評価手法を採用することで保守性が確保される。このため、敷地境界での実効線量評価に当たっては、「<u>発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針(原子力安全委員会 平成2年8月30日)</u>」に示されている評価手法を参照した。具体的な評価条件を以下に示す。</p> <p>a. 事象発生時の原子炉冷却材中の核分裂生成物の濃度は、運転上許容されるI-131の最大濃度とし、その組成を拡散組成とする。これにより、事象発生時に原子炉冷却材中に存在するよう素は、I-131等価量で<u>約1.0×10^{12}Bq</u>となる。</p>	<p>・設備設計の相違 【東海第二】 型式の相違による格納容器スプレイ停止基準の相違。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、有効性評価の格納容器ベント実施に係る条件として、実運用と同じ想定としている。</p> <p>・評価方針の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、本シナリオで評価を実施。(柏崎6/7では、「2.3.1 全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG 喪失)」で評価を実施)</p> <p>・評価条件の相違 【東海第二】 島根2号炉には隣接する原子力事業所がないため、敷地境界で評価を実施。</p> <p>・設備および解析条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 冷却材重量, 原子炉冷却材系流量, 主蒸気流量</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>b. 原子炉圧力の低下に伴う燃料棒からの核分裂生成物の追加放出量は、I-131については先行炉等での実測値の平均値に適切な余裕をみた値^{※2}である3.7×10^{13}Bqとし、その他の核分裂生成物についてはその組成を平衡組成として求め、希ガスについてはよう素の2倍の放出があるものとする。</p> <p>これにより、原子炉圧力の低下に伴う燃料棒からの追加放出量は、希ガスについてはガンマ線実効エネルギー0.5MeV換算値で約9.9×10^{14}Bq、よう素についてはI-131等価量で約6.5×10^{13}Bqとなる。</p> <p>※2 過去に実測されたI-131追加放出量から、全希ガス漏えい率（f値）1mCi/s (3.7×10^7Bq/s)あたりの追加放出量を用いて算出している。全希ガス漏えい率が3.7×10^9Bq/s (100mCi/s)の場合、全希ガス漏えい率あたりのI-131の追加放出量の平均値にあたる値は1.4×10^{12}Bq (37Ci)であり、6号及び7号炉の線量評価で用いるI-131追加放出量は、これに余裕を見込んだ3.7×10^{13}Bq (1000Ci)を条件としている。(1Ci = 3.7×10^{10}Bq)</p> <p>出典元 ・「<u>沸騰水型原子力発電所 事故時の被ばく評価手法について</u>」(TLR-032) ・「<u>沸騰水型原子力発電所 事故時の被ばく評価手法について</u>」(HLR-021)</p> <p>c. 燃料棒から追加放出されるよう素のうち有機よう素は4%とし、残りの96%は無機よう素とする。</p> <p>d. 燃料棒から追加放出される核分裂生成物のうち、希ガスはすべて瞬時に気相部に移行するものとする。有機よう素のうち、10%は瞬時に気相部に移行するものとし、残りは分解するものとする。有機よう素から分解したよう素及び無機よう素が気相部にキャリーオーバーされる割合は2%とする。</p> <p>e. 原子炉圧力容器気相部の核分裂生成物は、逃がし安全弁等</p>	<p>b. 原子炉圧力の低下に伴う燃料棒からの核分裂生成物の追加放出量は、I-131については先行炉等での実測値の平均値に適切な余裕をみた値[※]である2.22×10^{14}Bqとし、その他の核分裂生成物についてはその組成を平衡組成として求め、希ガスについてはよう素の2倍の放出があるものとする。これにより、原子炉圧力の低下に伴う燃料棒からの追加放出量は、希ガスについてはガンマ線実効エネルギー0.5MeV換算値で約6.0×10^{15}Bq、よう素についてはI-131等価量で約3.9×10^{14}Bqとなる。</p> <p>※ 過去に実測されたI-131の追加放出量から、熱出力1,000MW当たりの追加放出量の出現頻度を用いて算出している。原子炉熱出力3,440MW(定格の約105%)の場合、熱出力1,000MW当たりのI-131の追加放出量の平均値に当たる値は2.78×10^{13}Bq (750Ci)であり、東海第二発電所の線量評価で用いる追加放出量は、これに余裕を見込んだ2.22×10^{14}Bq (6,000Ci)を条件としている。(1Ci = 3.7×10^{10}Bq)</p> <p>出典元 ・「<u>沸騰水型原子力発電所 事故時の被ばく評価手法について</u>」(HLR-021)</p> <p>c. 燃料棒から追加放出されるよう素のうち有機よう素は4%とし、残りの96%は無機よう素とする。</p> <p>d. 燃料棒から追加放出される核分裂生成物のうち、希ガスは全て瞬時に気相部に移行するものとする。有機よう素のうち、10%は瞬時に気相部に移行するものとし、残りは分解するものとする。有機よう素から分解したよう素及び無機よう素が気相部にキャリーオーバーされる割合は2%とする。</p> <p>e. 原子炉圧力容器気相部の核分裂生成物は、逃がし安全弁等</p>	<p>b. 原子炉圧力の低下に伴う燃料棒からの核分裂生成物の追加放出量は、I-131については先行炉等での実測値の平均値に適切な余裕をみた値^{※1}である3.7×10^{13}Bqとし、その他の核分裂生成物についてはその組成を平衡組成として求め、希ガスについてはよう素の2倍の放出があるものとする。これにより、原子炉圧力の低下に伴う燃料棒からの追加放出量は、希ガスについてはガンマ線実効エネルギー0.5MeV換算値で約9.9×10^{14}Bq、よう素についてはI-131等価量で約6.5×10^{13}Bqとなる。</p> <p>※1 過去に実測されたI-131追加放出量から、全希ガス漏えい率（f値）1mCi/s (3.7×10^7Bq/s)あたりの追加放出量の出現頻度を用いて算出している。全希ガス漏えい率が3.7×10^9Bq/s (100mCi/s)の場合、全希ガス漏えい率あたりのI-131の追加放出量の出現頻度の平均値にあたる値は1.4×10^{12}Bq (37Ci)であり、島根原子力発電所2号炉の線量評価で用いるI-131追加放出量は、これに余裕を見込んだ3.7×10^{13}Bq (1,000Ci)を条件としている。(1Ci = 3.7×10^{10}Bq)</p> <p>出典元 ・「<u>沸騰水型原子力発電所 事故時の被ばく評価手法について</u>」(株式会社日立製作所, HLR-021訂8, 平成11年8月)</p> <p>c. 燃料棒から追加放出されるよう素のうち有機よう素は4%とし、残りの96%は無機よう素とする。</p> <p>d. 燃料棒から追加放出される核分裂生成物のうち、希ガスはすべて瞬時に気相部に移行するものとする。有機よう素のうち、10%は瞬時に気相部に移行するものとし、残りは分解するものとする。有機よう素から分解したよう素、無機よう素が気相部にキャリーオーバーされる割合は2%とする。</p> <p>e. 原子炉圧力容器気相部の核分裂生成物は、逃がし安全弁等</p>	<p>の相違及び希ガス漏えい率の相違による相違。</p> <p>・解析条件の相違 【東海第二】 柏崎 3, 4 号炉 (昭和62 年設置許可) 以降のプラントでは、追加放出量は全希ガス漏えい量（f 値）に依存するものとして整理している。島根 2 号炉は柏崎 3, 4 号炉より以前の運開プラントであるが、島根 3 号炉増設時 (平成 1 7 年設置許可) に合せて、f 値を3.7×10^9Bq/s (100mCi/s)とし、設計基準事故時のI-131追加放出量約3.7×10^{13}Bq(1,000Ci)で評価を行い許可を受けている。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>を通して崩壊熱相当の蒸気に同伴し、原子炉格納容器内に移行するものとする。この場合、希ガス及び有機よう素は全量が、無機よう素は格納容器ベント開始までに発生する崩壊熱相当の蒸気に伴う量が移行するものとする。</p> <p>f. サプレッション・チェンバの無機よう素は、スクラビング等により除去されなかったものが原子炉格納容器の気相部へ移行するものとする。希ガス及び有機よう素については、スクラビングの効果を考えない。また、核分裂生成物の自然減衰は、格納容器ベント開始までの期間について考慮する。</p> <p>g. 敷地境界における実効線量は、内部被ばくによる実効線量及び外部被ばくによる実効線量の和として計算し、よう素の内部被ばくによる実効線量は、主蒸気隔離弁閉止後のよう素の内部被ばくによる実効線量を求める以下の式(1)で、また、希ガスのガンマ線外部被ばくによる実効線量は、放射性気体廃棄物処理施設の破損時の希ガスのガンマ線外部被ばくによる実効線量を求める以下の式(2)で計算する。</p> $H_I = R \cdot H_{\infty} \cdot \chi / Q \cdot Q_I \dots \dots \dots (1)$ <p>R : 呼吸率 (m³/s)</p> <p>呼吸率Rは、事故期間が比較的短いことを考慮し、小児の呼吸率(活動時)0.31m³/hを秒当りに換算して用いる。</p> <p>H_∞ : よう素(I-131)を1Bq吸入した場合の小児の実効線量(1.6×10⁻⁷Sv/Bq)</p> <p>χ/Q : 相対濃度(s/m³)</p> <p>Q_I : 事故期間中のよう素の大気放出量(Bq)(I-131等価量-小児実効線量係数換算)</p> $H_{\gamma} = K \cdot D / Q \cdot Q_{\gamma} \dots \dots \dots (2)$ <p>K : 空気吸収線量から実効線量当量への換算係数(K=1Sv/Gy)</p> <p>D/Q : 相対線量(Gy/Bq)</p> <p>Q_γ : 事故期間中の希ガスの大気放出量(Bq)</p>	<p>等を通して崩壊熱相当の蒸気に同伴し、格納容器内に移行するものとする。この場合、希ガス及び有機よう素は全量が、無機よう素は格納容器ベント開始までに発生する崩壊熱相当の蒸気に伴う量が移行するものとする。</p> <p>f. <u>サプレッション・チェンバでのスクラビング等による核分裂生成物の除去効果については考慮しないものとする。</u>また、核分裂生成物の自然減衰は、格納容器ベント開始までの期間について考慮する。</p> <p>g. 敷地境界及び非居住区域境界における実効線量は、内部被ばくによる実効線量及び外部被ばくによる実効線量の和として計算し、よう素の内部被ばくによる実効線量は、主蒸気隔離弁閉止後のよう素の内部被ばくによる実効線量を求める以下の式(1)で、また、希ガスのガンマ線外部被ばくによる実効線量は、放射性気体廃棄物処理施設の破損時の希ガスのガンマ線外部被ばくによる実効線量を求める以下の式(2)で計算する。</p> $H_{I2} = R \cdot H_{\infty} \cdot \chi / Q \cdot Q_I (1)$ <p>R : 呼吸率 (m³/s)</p> <p>呼吸率Rは、事故期間が比較的短いことを考慮し、小児の呼吸率(活動時)0.31m³/hを秒当りに換算して用いる。</p> <p>H_∞ : よう素(I-131)を1Bq吸入した場合の小児の実効線量(1.6×10⁻⁷Sv/Bq)</p> <p>χ/Q : 相対濃度(s/m³)</p> <p>Q_I : 事故期間中のよう素の大気放出量(Bq)(I-131等価量-小児実効線量係数換算)</p> $H_{\gamma} = K \cdot D / Q \cdot Q_{\gamma} (2)$ <p>K : 空気吸収線量から実効線量への換算係数(K=1Sv/Gy)</p> <p>D/Q : 相対線量(Gy/Bq)</p>	<p>を通して崩壊熱相当の蒸気に同伴し、<u>原子炉格納容器内</u>に移行するものとする。この場合、希ガス及び有機よう素は全量が、無機よう素は格納容器ベント開始までに発生する崩壊熱相当の蒸気に伴う量が移行するものとする。</p> <p>f. <u>サプレッション・チェンバの無機よう素は、スクラビング等により除去されなかったものが原子炉格納容器の気相部へ移行するものとする。希ガス及び有機よう素については、スクラビングの効果を考えない。</u>また、核分裂生成物の自然減衰は、格納容器ベント開始までの期間について考慮する。</p> <p>g. 敷地境界における実効線量は、内部被ばくによる実効線量及び外部被ばくによる実効線量の和として計算し、よう素の内部被ばくによる実効線量は、主蒸気隔離弁閉止後のよう素の内部被ばくによる実効線量を求める以下の式(1)で、また、希ガスのγ線外部被ばくによる実効線量は、放射性気体廃棄物処理施設の破損時の希ガスのγ線外部被ばくによる実効線量を求める以下の式(2)で計算する。</p> $H_{I2} = R \cdot H_{\infty} \cdot \chi / Q \cdot Q_I \dots \dots \dots (1)$ <p>R : 呼吸率 (m³/s)</p> <p>呼吸率Rは、事故期間が比較的短いことを考慮し、小児の呼吸率(活動時)0.31m³/hを秒当りに換算して用いる。</p> <p>H_∞ : よう素(I-131)を1Bq吸入した場合の小児の実効線量(1.6×10⁻⁷Sv/Bq)</p> <p>χ/Q : 相対濃度(s/m³)</p> <p>Q_I : 事故期間中のよう素の大気放出量(Bq)(I-131等価量-小児実効線量係数換算)</p> $H_{\gamma} = K \cdot D / Q \cdot Q_{\gamma} \dots \dots \dots (2)$ <p>K : 空気カーマから実効線量への換算係数(K=1Sv/Gy)</p> <p>D/Q : 相対線量(Gy/Bq)</p>	<p>備考</p> <p>・解析条件の相違 【東海第二】 島根2号炉は、逃がし安全弁を介してサプレッション・チェンバに放出される蒸気について、無機よう素のスクラビング効果を考慮している。</p> <p>・評価条件の相違 【東海第二】 島根2号炉には隣接する原子力事業所がないため、敷地境界で評価を実施。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(<u>ガンマ線実効エネルギー0.5MeV 換算値</u>)</p> <p>h. 大気拡散条件については、<u>格納容器圧力逃がし装置</u>を用いる場合は、<u>格納容器圧力逃がし装置排気管からの放出</u>、実効放出継続時間1時間の値として、<u>相対濃度 (χ/Q) を1.2×10^{-5} (s/m^3)</u>、<u>相対線量 (D/Q) を1.9×10^{-19} (Gy/Bq) とし、耐圧強化ベント系を用いる場合は、主排気筒放出</u>、実効放出継続時間1時間の値として、<u>相対濃度 (χ/Q) は6.2×10^{-6} (s/m^3)</u>、<u>相対線量 (D/Q) は1.2×10^{-19} (Gy/Bq) とする。</u></p> <p>i. サプレッション・チェンバ内でのスクラビング等による除染係数は<u>10</u>、<u>格納容器圧力逃がし装置による除染係数は1,000</u>、<u>排気ガスに含まれるよう素を除去するためのよう素フィルタによる除染係数は50 とする。</u> (添付資料 2.3.1.1)</p> <p>【ここまで】</p>	<p>Q_γ : 事故期間中の希ガスの大気放出量 (Bq) (<u>ガンマ線実効エネルギー0.5MeV 換算値</u>)</p> <p>h. <u>敷地境界における大気拡散条件については、格納容器圧力逃がし装置を用いる場合は、地上放出</u>、実効放出継続時間1時間の値として、<u>相対濃度 (χ/Q) を8.2×10^{-5} (s/m^3)</u>、<u>相対線量 (D/Q) を9.9×10^{-19} (Gy/Bq) とし、耐圧強化ベント系を用いる場合は、排気筒放出</u>、実効放出継続時間1時間の値として、<u>相対濃度 (χ/Q) は2.0×10^{-6} (s/m^3)</u>、<u>相対線量 (D/Q) は8.0×10^{-20} (Gy/Bq) とする。</u></p> <p><u>また、非居住区域境界における大気拡散条件については、格納容器圧力逃がし装置を用いる場合は、地上放出</u>、実効放出継続時間1時間の値として、<u>相対濃度 (χ/Q) を2.9×10^{-5} (s/m^3)</u>、<u>相対線量 (D/Q) を4.0×10^{-19} (Gy/Bq) とし、耐圧強化ベント系を用いる場合は、排気筒放出</u>、実効放出継続時間1時間の値として、<u>相対濃度 (χ/Q) は2.0×10^{-6} (s/m^3)</u>、<u>相対線量 (D/Q) は8.1×10^{-20} (Gy/Bq) とする。</u></p> <p>i. <u>格納容器圧力逃がし装置による有機よう素の除染係数を50</u>、<u>無機よう素の除染係数を100 とする。</u> (添付資料 2.6.2, 2.6.3, 2.6.4)</p>	<p>Q_γ : 事故期間中の希ガスの大気放出量 (Bq) (<u>γ線実効エネルギー0.5MeV換算値</u>)</p> <p>h. 大気拡散条件については、<u>格納容器フィルタベント系</u>を用いる場合は、<u>格納容器フィルタベント系排気口放出</u>、実効放出継続時間1時間の値として、<u>相対濃度 (χ/Q) を$3.1 \times 10^{-5}s/m^3$</u>、<u>相対線量 (D/Q) を$4.9 \times 10^{-19}Gy/Bq$とする。</u></p> <p>i. サプレッション・チェンバ内でのスクラビング等による無機よう素に対する除染係数は<u>5</u>、<u>格納容器フィルタベント系による無機よう素に対する除染係数は100</u>、<u>有機よう素に対する除染係数は50とする。</u> (添付資料2.6.2)</p>	<p>・評価条件の相違 【東海第二】 島根2号炉では格納容器フィルタベント排気口位置放出の風洞実験結果を使用して評価を実施。</p> <p>・評価条件の相違 【東海第二】 島根2号炉には隣接する原子力事業所がないため、敷地境界で評価を実施。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉では、SRP6.5.5に基づくMARK-I格納容器におけるサプレッション・チェンバ内でのスクラビング等による除染係数を使用。</p> <p>【柏崎6/7】 柏崎の格納容器圧力逃がし装置は、無機よう素と粒子状物質に対する除染係数が同じであるが、島根2号炉では異なるため、本シナリオで放出が想定される無機よう素に対する除染係数を記載。</p> <p>島根2号炉のフィルタ装置は Framatome 社</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	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圧力, 原子炉水位 (シュラウド内及びシュラウド内外) ※, 注水流量, 逃がし安全弁からの蒸気流量, 原子炉圧力容器内の保有水量の推移を第 2.6.6 図から第 2.6.11 図に, 燃料被覆管温度, 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数, 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率, <u>高出力燃料集合体のボイド率</u>, 炉心下部プレナム部のボイド率, 破断流量の推移及び燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を第 2.6.12 図から第 2.6.18 図に, 格納容器圧力, 格納容器温度, <u>サプレッション・チェンバ・プール水位及び水温の推移</u>を第 2.6.19 図から第 2.6.22 図に示す。</p> <p>※2 炉心露出から再冠水の過程を示すという観点で, シュラウド内の水位を示す。シュラウド内は, 炉心部から発生するボイドを含んだ二相水位を示しているため, シュラウド外の水位より, 見かけ上高めの水位となる。一方, 非常用炉心冷却系の起動信号となる原子炉水位計 (広帯域) の水位及び運転員が炉心冠水状態において主に確認する原子炉水位計 (広帯域・狭帯域) の水位は, シュラウド外の水位であることから, シュラウド内外の水位をあわせて示す。なお, 水位が<u>有効燃料棒頂部付近</u>となった場合には, 原子炉水位計 (燃料域) にて監視する。6 号炉の原子炉水位計 (燃料域) はシュラウド内を, 7 号炉の原子炉水位計 (燃料域) はシュラウド外を計測している。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>事象発生後に外部電源喪失となり, <u>炉心流量急減信号</u>が発生して原子炉がスクラムするが, 原子炉水位低 (レベル 2) で原子炉隔離時冷却系の自動起動に失敗し, <u>原子炉水位低 (レベル 1.5)</u> で高圧炉心注水系の自動起動に失敗し, <u>原子炉水位低 (レベル 1)</u> で残留熱除去系 (低圧注水モード) の自動起動に失敗する。</p>	<p>(4) 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圧力, 原子炉水位 (シュラウド内及びシュラウド内外) ※, 注水流量, 逃がし安全弁からの蒸気流量及び原子炉圧力容器内の保有水量の推移を第 2.6-4 図から第 2.6-9 図に, 燃料被覆管温度, 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数, 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率, 平均出力燃料集合体のボイド率, 炉心下部プレナム部のボイド率, 破断流量の推移及び燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を第 2.6-10 図から第 2.6-16 図に, 格納容器圧力, 格納容器雰囲気温度, <u>サプレッション・プール水位及びサプレッション・プール水温度の推移</u>を第 2.6-17 図から第 2.6-20 図に示す。</p> <p>※ 炉心露出から再冠水の過程を示すという観点で, シュラウド内の水位を示す。シュラウド内は, 炉心部から発生するボイドを含んだ二相水位を示しているため, シュラウド外の水位より, 見かけ上高めの水位となる。一方, 非常用炉心冷却系の起動信号となる<u>原子炉水位 (広帯域)</u>の水位及び運転員が炉心冠水状態において主に確認する<u>原子炉水位 (広帯域)</u>、<u>原子炉水位 (狭帯域)</u>の水位は, シュラウド外の水位であることから, シュラウド内外の水位を併せて示す。なお, 水位が<u>燃料有効長頂部付近</u>となった場合には, <u>原子炉水位 (燃料域)</u>にて監視する。<u>原子炉水位 (燃料域)</u>はシュラウド内を計測している。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>事象発生後に外部電源喪失となり, 原子炉水位低 (レベル 3) 信号が発生して原子炉がスクラムするが, <u>原子炉水位異常低下 (レベル 2)</u> で原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系の起動に失敗し, その後, <u>低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系 (低圧注水系)</u>の起動にも失敗する。</p>	<p>(4) 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圧力, 原子炉水位 (シュラウド内及びシュラウド内外) ※, 注水流量, 逃がし安全弁からの蒸気流量, 原子炉圧力容器内の保有水量の推移を第 2.6.2-1(1)図から第 2.6.2-1(6)図に, 燃料被覆管温度, 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数, 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率, <u>平均出力燃料集合体のボイド率</u>, 炉心下部プレナム部のボイド率, 破断流量の推移及び燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を第 2.6.2-1(7)図から第 2.6.2-1(13)図に, 格納容器圧力, 格納容器温度, <u>サプレッション・プール水位及びサプレッション・プール水温度の推移</u>を第 2.6.2-1(14)図から第 2.6.2-1(17)図に示す。</p> <p>※ 炉心露出から再冠水の過程を示すという観点で, シュラウド内の水位を示す。シュラウド内は, 炉心部から発生するボイドを含んだ二相水位を示しているため, シュラウド外の水位より, 見かけ上高めの水位となる。一方, 非常用炉心冷却系の起動信号となる<u>原子炉水位 (広帯域)</u>の水位及び運転員が炉心冠水状態において主に確認する<u>原子炉水位 (広帯域・狭帯域)</u>の水位は, シュラウド外の水位であることから, シュラウド内外の水位を併せて示す。なお, 水位が<u>燃料棒有効長頂部付近</u>となった場合には, <u>原子炉水位 (燃料域)</u>にて監視する。<u>原子炉水位 (燃料域)</u>はシュラウド内を計測している。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>事象発生後に外部電源喪失となり, <u>原子炉水位低 (レベル 3) 信号</u>が発生して原子炉がスクラムするが, <u>原子炉水位低 (レベル 2)</u> で原子炉隔離時冷却系の起動に失敗し, <u>格納容器圧力高 (13.7kPa[gage])</u> で高圧炉心スプレイ系, <u>低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系 (低圧注水モード)</u>の起動にも失敗する。</p>	<p>製であり, 各種試験にて性能検証を行い, 妥当性を確認したDFを記載している。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は, 事象を厳しくする観点から, 条件を設定している。 ・解析結果の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>これにより、残留熱除去系（低圧注水モード）の吐出圧力が確保されないため、自動減圧系についても作動しない。</u></p> <p>再循環ポンプについては、<u>外部電源喪失により、事象発生とともに 10 台全てがトリップする。主蒸気隔離弁は、原子炉水位低（レベル 1.5）で全閉する。</u></p> <p>事象発生から<u>約 18 分後</u>に中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁 <u>8 個</u>を手動開することで、原子炉急速減圧を実施し、原子炉減圧後に、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を開始する。</p>	<p><u>これにより、低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系（低圧注水系）の吐出圧力が確保されないため、自動減圧系についても作動しない。</u></p> <p>再循環系ポンプについては、<u>原子炉水位異常低下（レベル 2）で全台がトリップする。主蒸気隔離弁は、原子炉水位異常低下（レベル 2）で全閉する。</u></p> <p>事象発生から <u>25 分後</u>に中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁（<u>自動減圧機能</u>）<u>7 個</u>を手動開することで、原子炉急速減圧を実施し、原子炉減圧後に、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を開始する。</p>	<p><u>また、格納容器圧力高（13.7kPa[gage]）及び原子炉水位低（レベル 1）での自動減圧系の動作は期待しない。</u></p> <p>再循環ポンプについては、<u>原子炉水位低（レベル 2）で 2 台すべてトリップする。主蒸気隔離弁は、原子炉水位低（レベル 2）で全閉する。</u></p> <p>事象発生から <u>30 分後</u>に中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁（<u>自動減圧機能付き</u>）<u>6 個</u>を手動開することで、原子炉急速減圧を実施し、原子炉減圧後に、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を開始する。</p>	<p>【柏崎 6/7，東海第二】 島根 2 号炉は、格納容器圧力高信号による非常用炉心冷却系の自動起動失敗をもって機能喪失を確認する。 ・設備設計の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 A B W R と B W R - 5 の設備の相違。 ・設備設計の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】 島根 2 号炉は、自動減圧系が作動するインターロックに低圧 E C C S 系の吐出圧力は条件となっていない。</p> <p>・解析条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、炉心冷却の観点から厳しくなる条件として、原子炉水位低でトリップすることとしている。 ・設備設計の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 再循環ポンプの個数の相違。</p> <p>・運用の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】 注水設備の準備時間の相違。 ・設備設計の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】 急速減圧に必要な逃</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>原子炉急速減圧を開始すると、原子炉冷却材の流出により原子炉水位は低下し、<u>有効燃料棒頂部</u>を下回るが、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水が開始されると原子炉水位が回復し、炉心は再冠水する。</p> <p>燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率は、原子炉減圧により、原子炉水位が低下し、炉心が露出することから上昇する。その結果、燃料被覆管の伝熱様式は核沸騰冷却から蒸気冷却となり熱伝達係数は低下する。その後、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水により、燃料の露出と冠水を繰り返すため、燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率及び熱伝達係数は増減する。炉心が再冠水すると、ボイド率が低下し、熱伝達係数が上昇することから、燃料被覆管温度は低下する。</p> <p><u>高出力燃料集合体及び炉心下部プレナム部のボイド率</u>については、原子炉水位及び原子炉圧力の変化に伴い変化する。崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が原子炉格納容器内に流入することで、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇する。そのため、<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱を行う。</p> <p>原子炉格納容器除熱は、事象発生から<u>約 17 時間経過した時点</u>で実施する。なお、原子炉格納容器除熱時の<u>サプレッション・チェンバ・プール水位</u>は、<u>真空破壊装置（約 14m）</u>及び<u>ベントライン（約 17m）</u>に対して、<u>十分に低く</u>推移するため、真空破壊装置の健全性は維持される。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>第 2.6.12 図</u>に示すとおり、原子炉水位が回復するまでの間に炉心が一時的に露出するため燃料被覆管の温度が上昇し、<u>約 821℃</u>に到達するが、1,200℃以下となる。燃料被覆管の最高温度は、<u>高出力燃料</u></p>	<p>原子炉急速減圧を開始すると、原子炉冷却材の流出により原子炉水位は低下し、<u>燃料有効長頂部</u>を下回るが、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水が開始されると原子炉水位が回復し、炉心は再冠水する。</p> <p>燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率は、原子炉減圧により、原子炉水位が低下し、炉心が露出することから上昇する。その結果、燃料被覆管の伝熱様式は核沸騰冷却から蒸気冷却となり熱伝達係数は低下する。その後、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水により、燃料の露出と冠水を繰り返すため、燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率及び熱伝達係数は増減する。炉心が再冠水すると、ボイド率が低下し、熱伝達係数が上昇することから、燃料被覆管温度は低下する。</p> <p><u>平均出力燃料集合体及び炉心下部プレナム部のボイド率</u>については、原子炉水位及び原子炉圧力の変化に伴い変化する。崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が格納容器内に流入することで、格納容器圧力及び<u>雰囲気温度</u>は徐々に上昇する。そのため、<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱を行う。</p> <p><u>格納容器除熱</u>は、事象発生から<u>約 28 時間経過した時点</u>で実施する。なお、<u>格納容器除熱時のサプレッション・プール水位</u>は、<u>真空破壊装置（約 15m）</u>及び<u>ベントライン（約 15m）</u>に対して、<u>十分に低く</u>推移するため、真空破壊装置の健全性は維持される。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>第 2.6-10 図</u>に示すとおり、原子炉水位が回復するまでの間に炉心が一時的に露出するため燃料被覆管の温度が上昇し、<u>約 616℃</u>に到達するが、1,200℃以下となる。燃料被覆管の最高温度は、<u>平均出力燃</u></p>	<p>原子炉急速減圧を開始すると、原子炉冷却材の流出により原子炉水位は低下し、<u>燃料棒有効長頂部</u>を下回るが、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による注水が開始されると原子炉水位が回復し、炉心は再冠水する。</p> <p>燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率は、原子炉減圧により、原子炉水位が低下し、炉心が露出することから上昇する。その結果、燃料被覆管の伝熱様式は核沸騰冷却から蒸気冷却となり熱伝達係数は低下する。その後、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水により、燃料の露出と冠水を繰り返すため、燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率及び熱伝達係数は増減する。炉心が再冠水すると、ボイド率が低下し、熱伝達係数が上昇することから、燃料被覆管温度は低下する。</p> <p><u>平均出力燃料集合体及び炉心下部プレナム部のボイド率</u>については、原子炉水位及び原子炉圧力の変化に伴い変化する。崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が原子炉格納容器内に流入することで、格納容器圧力及び<u>温度</u>は徐々に上昇する。そのため、<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却及び<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱を行う。</p> <p><u>原子炉格納容器除熱</u>は、事象発生から<u>約27時間経過した時点</u>で実施する。なお、<u>原子炉格納容器除熱時のサプレッション・プール水位</u>は、<u>真空破壊装置（約5.3m）</u>及び<u>ベントライン（約9.1m）</u>に対して、<u>低く</u>推移するため、真空破壊装置の健全性は維持される。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>第 2.6.2-1(7)図</u>に示すとおり、原子炉水位が回復するまでの間に炉心が一時的に露出するため燃料被覆管の温度が上昇し、<u>約 779℃</u>に到達するが、1,200℃以下となる。燃料被覆管の最高温度は、<u>平均出</u></p>	<p>がし安全弁操作個数の相違。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、平均出力燃料集合体で P C T が発生している。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7】 ・設備設計の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 真空破壊装置（弁）、ベントラインの高さの相違。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7、東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>集合体にて発生している。また、燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の燃料被覆管厚さの1%以下であり、15%以下となる。</p> <p>原子炉圧力は、第2.6.6 図に示すとおり、逃がし安全弁の作動により、約 7.52MPa[gage]以下に抑えられる。原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、原子炉圧力と原子炉圧力容器底部圧力との差（高々約 0.3MPa）を考慮しても、約7.82MPa[gage] 以下であり、最高使用圧力の1.2 倍（10.34MPa[gage]）を十分下回る。</p> <p>また、崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が原子炉格納容器内に流入することによって、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇するが、代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器冷却及び格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を行うことによって、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度の最大値は、約 0.31MPa[gage]及び約 144℃に抑えられ、原子炉格納容器の限界圧力及び限界温度を下回る。</p> <p>第2.6.7 図に示すとおり、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し、炉心の冷却が維持される。その後は、約 17 時間後に格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を開始することで安定状態が確立し、また、安定状態を維持できる。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.6.2)</p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量の評価結果は、<u>事象発生から格納容器圧力逃がし装置等の使用までの時間が本事象より短く放射性物質の減衰効果が少ない「2.3.1 全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG 喪失)」の実効線量の評価結果以下となり、5mSv を下回ることから、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</u></p>	<p>料集合体にて発生している。また、燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の燃料被覆管厚さの1%以下であり、15%以下となる。</p> <p>原子炉圧力は、第 2.6-4 図に示すとおり、逃がし安全弁（安全弁機能）の作動により、約 7.79MPa [gage] 以下に抑えられる。原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、原子炉圧力と原子炉圧力容器底部圧力との差（高々約 0.3MPa）を考慮しても、約 8.09MPa [gage] 以下であり、最高使用圧力の 1.2 倍（10.34MPa [gage]）を十分下回る。</p> <p>また、崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が格納容器内に流入することによって、格納容器圧力及び雰囲気温度は徐々に上昇するが、代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却及び格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を行うことによって、格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度の最大値は、約 0.31MPa [gage] 及び約 143℃に抑えられ、格納容器の限界圧力及び限界温度を下回る。</p> <p>第 2.6-5 図に示すとおり、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し、炉心の冷却が維持される。その後は、約 28 時間後に格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を開始することで安定状態が確立し、また、安定状態を維持できる。</p> <p>格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量の評価結果は約 4.1×10^{-1} mSv であり、5mSv を下回る。また、<u>耐圧強化ベント系による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量の評価結果は約 6.2×10^{-1} mSv であり、5mSv を下回る。いずれの場合も周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。また、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント時の</u></p>	<p>力燃料集合体にて発生している。また、燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の燃料被覆管厚さの1%以下であり、15%以下となる。</p> <p>原子炉圧力は、第 2.6.2-1(1)図に示すとおり、逃がし安全弁（逃がし弁機能）の作動により、約 7.59MPa[gage]以下に抑えられる。原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、原子炉圧力と原子炉圧力容器底部圧力との差（高々約 0.3MPa）を考慮しても、約 7.89MPa[gage]以下であり、最高使用圧力の 1.2 倍（10.34MPa[gage]）を十分下回る。</p> <p>また、崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が原子炉格納容器内に流入することによって、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇するが、格納容器代替スプレイ系（可搬型）による原子炉格納容器冷却及び格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を行うことによって、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度の最大値は、約 384kPa[gage]及び約 153℃に抑えられ、原子炉格納容器の限界圧力及び限界温度を下回る。</p> <p>第 2.6.2-1(2)図に示すとおり、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し、炉心の冷却が維持される。その後は、約 27 時間後に格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を開始することで安定状態が確立し、また、安定状態を維持できる。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.6.3)</p> <p>格納容器フィルタベント系による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量の評価結果は、約 1.7×10^{-2} mSv であり、5 mSv を下回ることから、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p>	<p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、平均出力燃料集合体で P C T が発生している。</p> <p>・解析条件の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は、逃がし弁機能での圧力制御を想定している。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・解析結果の相違 【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、本シナリオで評価を実施。（柏</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>なお、<u>LOCA 時注水機能喪失においては、破断口より原子炉格納容器内に直接蒸気が排出されるものの、本評価では考慮していないが、原子炉格納容器内での自然沈着や格納容器スプレイによる除去に期待できるため、サブプレッション・チェンパ内でのスクラビング等による除染係数 (10) に対して遜色ない効果が得られるものとする。</u></p> <p>本評価では、「1. 2. 1. 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(4)の評価項目及び周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないことについて、対策の有効性を確認した。</p> <p>2. 6. 3 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価 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。 LOCA 時注水機能喪失では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失し、かつ、自動減圧系が機能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、<u>事象発生から 12 時間程度までの短時間に期待する操作及び事象進展に有意な影響を与えられられる操作として、低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水操作 (原子炉急速減圧操作を含む)、代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による原子炉格納容器冷却操作及び格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱操作とする。</u></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><u>非居住区域境界での実効線量の評価結果は約 $1.6 \times 10^{-1} \text{mSv}$ であり、耐圧強化ベント系による格納容器ベント時の非居住区域境界での実効線量の評価結果は約 $6.2 \times 10^{-1} \text{mSv}$ であることから、5mSv を下回る。</u></p> <p>(添付資料 2. 6. 2, 2. 6. 5)</p> <p>本評価では、「1. 2. 1. 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(4)の評価項目及び周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないことについて、対策の有効性を確認した。</p> <p>2. 6. 3 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価 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。 LOCA 時注水機能喪失では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失し、かつ、自動減圧系が機能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、<u>事象進展に有意な影響を与えられられる操作として、低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水操作 (原子炉急速減圧操作を含む)、代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による格納容器冷却操作及び格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作とする。</u></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>(添付資料 2. 6. 2)</p> <p>本評価では、「1. 2. 1. 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(4)の評価項目及び周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないことについて、対策の有効性を確認した。</p> <p>2. 6. 3 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価 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。 LOCA 時注水機能喪失では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失し、かつ、自動減圧系が機能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、<u>事象進展に有意な影響を与えられられる操作として、低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉注水操作 (原子炉急速減圧操作開始)、格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による原子炉格納容器冷却操作及び格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱操作とする。</u></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>崎 6/7 では、「2. 3. 1 全交流動力電源喪失 (外部電源喪失+DG 喪失)」で評価を実施)</p> <p>・評価方針の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、本シナリオで評価を実施。(柏崎 6/7 では、「2. 3. 1 全交流動力電源喪失 (外部電源喪失+DG 喪失)」で評価を実施)</p> <p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、事象発生から 12 時間までの操作に限らず、事象進展に有意な影響を与えられられる操作を抽出。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>本重要事故シナリオにおける解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価については、「2.1.3(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価」と同じ。 (添付資料 2.6.3)</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 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2.6.2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、解析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 初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は約 42kW/m 以下であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇は緩和されるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33Gwd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度約 30Gwd/t であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び温度の上昇が遅くなるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力, 原子炉水位, 炉心流量, <u>格納</u></p>	<p>本重要事故シナリオにおける解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価については、「2.1.3(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価」と同じ。</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 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2.6-2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、解析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 初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は約 33kW/m～約 41kW/m であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇は緩和されるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33Gwd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度約 31Gwd/t であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び雰囲気温度の上昇が遅くなるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力, 原子炉水位, 炉心流量, <u>格納</u></p>	<p>本重要事故シナリオにおける解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価については、「2.1.3(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価」と同じ。 (添付資料 2.6.4)</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 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2.6.2-1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、解析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 初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は約 40.6kW/m 以下であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇は緩和されるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33Gwd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度約 30Gwd/t であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び温度の上昇が遅くなるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力, 原子炉水位, 炉心流量, <u>サブ</u></p>	<p>備考</p> <p>・実績値の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉の最確条件を記載。</p> <p>・実績値の相違 【東海第二】 島根 2号炉の最確条件を記載。</p> <p>・整理方針の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>容器容積（ウェットウェル）の空間部及び液相部，サブレーション・チェンバ・プール水位，格納容器圧力及び格納容器温度は，ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが，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。</u></p> <p>事故条件の起因事象については，<u>非常用炉心冷却系のような大口径配管を除いた中小配管（計測配管を除く）のうち，流出量が大きくなる箇所として有効燃料棒頂部より低い位置にある配管を選定し，破断面積は，炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で，事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積 1cm^2 を設定している。</u></p> <p>なお，<u>第 2.6.23 図から第 2.6.25 図に示すとおり，CHASTE 解析によれば，破断面積が 5.6cm^2 までは，燃料被覆管破裂を回避することができ，原子炉急速減圧の開始時間は約 16 分後となる。本解析（破断面積が 1cm^2）における原子炉急速減圧の開始時間は約 18 分後であり，運転員等操作時間に与える影響は小さい。</u></p>	<p><u>容器体積（サブレーション・チェンバ）の空間部及び液相部，サブレーション・プール水位，格納容器圧力並びに格納容器雰囲気温度は，ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが，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。</u></p> <p>事故条件の起因事象については，炉心冷却の観点で厳しい液相部配管の中で最大口径である再循環系配管を選定し，破断面積は，炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で，事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積である約 3.7cm^2 を設定している。</p> <p>なお，<u>第 2.6-21 図から第 2.6-24 図に示すとおり，SAFE R 解析によれば，破断面積が約 9.5cm^2 までは，燃料被覆管破裂を回避することができる。原子炉急速減圧の開始時間は，状況判断の時間，<u>高圧・低圧注水機能喪失の確認時間及び低圧代替注水系（常設）の準備時間を考慮して設定しており，破断面積の違いの影響を受けないことから，運転員等操作時間に与える影響はない。</u></u></p>	<p><u>レーション・プール水位，格納容器圧力及び格納容器温度は，ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが，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。</u></p> <p>事故条件の起因事象については，炉心冷却の観点で厳しい液相部配管の中で最大口径である再循環系配管を選定し，破断面積は，炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で，事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積である約 3.1cm^2 を設定している。</p> <p>なお，<u>第 2.6.3-1(1)図から第 2.6.3-1(4)図に示すとおり，SAFE R 解析によれば，破断面積が約 4.2cm^2 までは，燃料被覆管破裂を回避することができる。原子炉急速減圧の開始時間は，状況判断の時間，<u>常設代替交流電源設備及び低圧原子炉代替注水系（常設）の準備時間を考慮して設定しており，破断面積の違いの影響を受けないことから，運転員等操作時間に与える影響はない。</u></u></p>	<p>【柏崎 6/7，東海第二】 島根 2 号炉は，サブレーション・チェンバの空間部及び液相部のゆらぎを，サブレーション・プール水位のゆらぎで代表させていることから，記載していない。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7，東海第二】 島根 2 号炉は，液相部配管の中で最大口径の P L R 配管に対して破裂発生防止が可能な範囲で事象進展を代表できる破断面積を設定。</p> <p>・評価方針の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は，燃料被覆管破裂を回避できる破断面積を S A F E R により確認している。</p> <p>・記載方針の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は，状況判断の時間の中に，高圧・低圧注水機能喪失の確認時間を含めており，記載表現は異なるものの実質的な相違はない。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>破断面積が大きく、炉心損傷（燃料被覆管破裂を含む）に至る場合については、「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）」の対応となる。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については、事象進展を厳しくする観点から、<u>給復水系</u>による給水がなくなり、原子炉水位の低下が早くなる外部電源がない状態を設定している。なお、外部電源がある場合は、<u>給復水系</u>による原子炉圧力容器への給水機能は維持されることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>機器条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の操作として冠水維持可能な注水量に制御するが、注水後の流量調整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 style="text-align: right;">(添付資料 2. 6. 3)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44. 0kW/m に対して最確条件は約 <u>42kW/m 以下</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇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>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度約 30GWd/t であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び温度の上昇は格納容器ベントにより抑制されることから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>格納</u></p>	<p>破断面積が大きく、炉心損傷（燃料被覆管破裂を含む）に至る場合については、「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）」の対応となる。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については、事象進展を厳しくする観点から、<u>給水・復水系</u>による給水がなくなり、原子炉水位の低下が早くなる外部電源がない状態を設定している。なお、外部電源がある場合は、<u>給水・復水系</u>による原子炉圧力容器への給水機能は維持されることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>機器条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の操作として冠水維持可能な注水量に制御するが、注水後の流量調整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 style="text-align: right;">(添付資料 2. 6. 1, 2. 6. 6)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44. 0kW/m に対して最確条件は約 <u>33kW/m～約 41kW/m</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇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>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度約 <u>31GWd/t</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び雰囲気温度の上昇は遅くなるが、格納容器圧力及び<u>雰囲気温度</u>の上昇は格納容器ベントにより抑制されることから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>格納</u></p>	<p>破断面積が大きく、炉心損傷（燃料被覆管破裂を含む）に至る場合については、「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）」の対応となる。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については、事象進展を厳しくする観点から、<u>復水・給水系</u>による給水がなくなり、原子炉水位の低下が早くなる外部電源がない状態を設定している。なお、外部電源がある場合は、<u>復水・給水系</u>による原子炉圧力容器への給水機能は維持されることから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>機器条件の<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の操作として冠水維持可能な注水量に制御するが、注水後の流量調整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 style="text-align: right;">(添付資料 2. 6. 4)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44. 0kW/m に対して最確条件は約 <u>40. 6kW/m 以下</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇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>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度約 <u>30GWd/t</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び<u>温度</u>の上昇は格納容器ベントにより抑制されることから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>サブ</u></p>	<p>備考</p> <p>・実績値の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉の最確条件を記載。</p> <p>・実績値の相違 【東海第二】 島根 2号炉の最確条件を記載。</p> <p>・整理方針の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>容器容積 (ウェットウェル) の空間部及び液相部, サプレッション・チェンバ・プール水位, 格納容器圧力及び格納容器温度は, ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが, 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。</u></p> <p>事故条件の起因事象については, <u>非常用炉心冷却系のような大口径配管を除いた中小配管 (計測配管を除く) のうち, 流出量が大きくなる箇所として有効燃料棒頂部より低い位置にある配管を選定し, 破断面積は, 炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で, 事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積 <u>1cm²</u>を設定している。</u></p> <p>なお, <u>第 2.6.23 図から第 2.6.25 図に示すとおり, CHASTE 解析によれば, 破断面積が <u>5.6cm²</u>までは, 燃料被覆管破裂を回避することができ, 燃料被覆管の最高温度は約 <u>886℃</u>となる。</u></p> <p>破断面積が大きく, 炉心損傷 (燃料被覆管破裂を含む) に至る場合については, 「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)」の対応となる。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については, 事象進展を厳しくする観点から, <u>給復水系による給水がなくなり, 原子炉水位の低下が早くなる外部電源がない状態を設定している。</u>なお, 外部電源がある場合は, <u>給復水系による原子炉圧力容器への給水機能は維持されるため, 事象進</u></p>	<p><u>容器体積 (サプレッション・チェンバ) の空間部及び液相部, サプレッション・プール水位, 格納容器圧力並びに格納容器雰囲気温度は, ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが, 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。</u></p> <p>事故条件の起因事象については, 炉心冷却の観点で厳しい液相部配管の中で最大口径である再循環系配管を選定し, 破断面積は, 炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で, 事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積である約 <u>3.7 cm²</u>を設定している。</p> <p>なお, <u>第 2.6-21 図から第 2.6-24 図に示すとおり, SAFER 解析によれば, 破断面積が約 <u>9.5cm²</u>までは, 燃料被覆管破裂を回避することができ, 燃料被覆管の最高温度は約 <u>842℃</u>となる。</u></p> <p>破断面積が大きく, 炉心損傷 (燃料被覆管破裂を含む) に至る場合については, 「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)」の対応となる。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については, 事象進展を厳しくする観点から, <u>給水・復水系による給水がなくなり, 原子炉水位の低下が早くなる外部電源がない状態を設定している。</u>なお, 外部電源がある場合は, <u>給水・復水系による原子炉圧力容器への給水機能は維持されるため,</u></p>	<p><u>レッション・プール水位, 格納容器圧力及び格納容器温度は, ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが, 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。</u></p> <p>事故条件の起因事象については, 炉心冷却の観点で厳しい液相部配管の中で最大口径である再循環系配管を選定し, 破断面積は, 炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で, 事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積約 <u>3.1cm²</u>を設定している。</p> <p>なお, <u>第 2.6.3-1(1)図から第 2.6.3-1(4)図に示すとおり, SAFER 解析によれば, 破断面積が約 <u>4.2cm²</u>までは, 燃料被覆管破裂を回避することができ, 燃料被覆管の最高温度は約 <u>817℃</u>となる。</u></p> <p>破断面積が大きく, 炉心損傷 (燃料被覆管破裂を含む) に至る場合については, 「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)」の対応となる。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については, 事象進展を厳しくする観点から, <u>復水・給水系による給水がなくなり, 原子炉水位の低下が早くなる外部電源がない状態を設定している。</u>なお, 外部電源がある場合は, <u>復水・給水系による原子炉圧力容器への給水機能は維持されるため,</u></p>	<p>【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は, サプレッション・チェンバの空間部及び液相部のゆらぎを, サプレッション・プール水位のゆらぎで代表させていることから, 記載していない。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は, 液相部配管の中で最大口径の PLR 配管に対して破裂発生の防止が可能な範囲で事象進展を代表できる破断面積を設定。</p> <p>・評価方針の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は, 燃料被覆管破裂を回避できる破断面積を SAFER により確認している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>展が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>機器条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復が早くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。 <u>(添付資料 2.6.3, 2.6.4)</u></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<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水操作（原子炉急速減圧操作を含む）は、解析上の操作開始時間として事象発生から約 <u>18 分後</u>を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、高圧・低圧注水機能喪失の認知に係る確認時間及び<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水準備の操作時間は、時間余裕を含めて設定していることから、その後に行う原子炉急速減圧の操作開始時間は解析上の設定よりも若干早まる可能性があり、原子炉注水の開始時間も早まることから、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<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力 <u>0.18MPa [gage]</u> 到達時を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>実態の運転操作においては、原子炉注水を優先するため、原子炉水位高（レベル 8）到達後に低圧代替注水系（常設）から代替格納容器スプレイ冷却系（常設）へ切り替えること</u></p>	<p>事象進展が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>機器条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復が早くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。 <u>(添付資料 2.6.1, 2.6.6)</u></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<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水操作（原子炉急速減圧操作を含む）は、解析上の操作開始時間として事象発生から <u>25 分後</u>を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、高圧・低圧注水機能喪失の認知に係る確認時間、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水準備の操作時間及び<u>逃がし安全弁の操作時間は、時間余裕を含めて設定している</u>ことから、原子炉急速減圧の操作開始時間は解析上の設定よりも若干早まる可能性があるが、<u>状況判断から原子炉減圧操作までは一連の操作として実施し、同一の運転員による並列操作はなく、</u>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<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力 <u>0.279MPa [gage]</u> 到達時を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>常設低圧代替注水系ポンプ 2 台により格納容器スプレイと原子炉注水を同時に実施可能な流量が確保されており、また、並列して実施する場合がある操作は同一の制御盤による実施が可</u></p>	<p>事象進展が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>機器条件の<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復が早くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。 <u>(添付資料 2.6.1, 2.6.4)</u></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<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水操作（原子炉急速減圧操作開始）は、解析上の操作開始時間として事象発生から <u>30 分後</u>を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、高圧・低圧注水機能喪失の認知に係る確認時間及び<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水準備の操作時間は、時間余裕を含めて設定していることから、<u>その後に行う原子炉急速減圧の操作開始時間は解析上の設定よりも早まる可能性があり、原子炉注水の開始時間も早まることから、</u>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<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力が <u>384kPa [gage]</u> 到達時を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>格納容器圧力の上昇は緩慢であり、継続監視していることから、操作開始の起点である格納容器圧力 384kPa [gage] 到達時点で速やかに操作を実施可能であり、操作開始時間に与える影</u></p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】注水設備の準備時間の相違。 ・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】型式の相違による格納容器スプレイ実施基準の相違。 ・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>としており、原子炉注水の状況により格納容器スプレイの操作開始は格納容器圧力0.18MPa[gage]付近となるが、操作開始時間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も小さい。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、他の操作との重複もないことから、他の操作に与える影響はない。</u></p> <p>操作条件の格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力 0.31MPa [gage] 到達時を設定している。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、炉心損傷前の格納容器ベントの操作実施基準（格納容器圧力 0.31MPa [gage]）に到達するのは、事象発生の約 17 時間後であり、格納容器ベントの準備操作は格納容器圧力の上昇傾向を監視しながらあらかじめ実施可能である。また、格納容器ベントの操作時間は時間余裕を含めて設定していることから、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であり、操作開始時間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も小さい。ただし、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、約 20 分程度操作開始時間が遅れる可能性があるが、原子炉格納容器の限界圧力は 0.62MPa[gage]のため、原子炉格納容器の健全性という点では問題とならない。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、他の操作との重複もないことから、他の操作に与える影響はない。なお、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合においても、現場操作にて対応することから、他の操作に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.6.3)</p>	<p><u>能であるため、不確かさ要因により操作開始時間に与える影響は小さく、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であり、操作開始時間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も小さい。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く。）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、並列して実施する場合がある低圧代替注水系（常設）による原子炉注水とは同一の制御盤により実施可能であることから、他の操作に与える影響はない。</u></p> <p>操作条件の格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力 0.31MPa [gage] 到達時を設定している。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、炉心損傷前の格納容器ベントの操作実施基準（格納容器圧力 0.31MPa [gage]）に到達するのは、事象発生の約 28 時間後であり、格納容器ベントの準備操作はサプレッション・プール水位の上昇傾向を監視しながらあらかじめ実施可能である。また、当該操作は中央制御室からの遠隔操作により実施可能であることから、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であり、操作開始時間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も小さい。ただし、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、約 75 分程度操作開始時間が遅れる可能性があるが、格納容器の限界圧力は 0.62MPa [gage]のため、格納容器の健全性という点では問題とならない。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く。）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、<u>並列して実施する場合がある操作とは同一の制御盤により実施可能であることから、他の操作に与える影響はない。</u>なお、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合においても、現場操作にて対応することから、他の操作に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.6.6)</p>	<p><u>響は小さいことから、運転員等操作開始時間に与える影響は小さい。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く。）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室の運転員とは別に現場操作を行う要員を配置しており、他の操作との重複もないことから、他の操作に与える影響はない。</u></p> <p>操作条件の格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱操作は、解析上の操作開始時間としてサプレッション・プール水位が通常水位+約 1.3m に到達から 10 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、実態の運転操作においては、炉心損傷前の格納容器ベントの操作実施基準（サプレッション・プール水位が通常水位+約 1.3m）に到達するのは、事象発生から約 27 時間後であり、格納容器ベントの準備操作は格納容器圧力の上昇傾向を監視しながらあらかじめ実施可能である。また、格納容器ベントの操作時間は時間余裕を含めて設定していることから、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であり、操作開始時間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も小さい。ただし、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、90 分程度操作開始時間が遅れる可能性があるが、原子炉格納容器の限界圧力は 853kPa[gage]のため、原子炉格納容器の健全性という点では問題とならない。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く。）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、<u>他の操作との重複もないことから、他の操作に与える影響はない。</u>なお、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合においても、現場操作にて対応することから、他の操作に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.6.4)</p>	<p>島根 2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析条件の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 島根 2号炉は、有効性評価の格納容器ベント実施に係る条件として、実運用と同じ想定としている。 ・解析結果の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 ・運用の相違 【東海第二】 島根 2号炉は、格納容器ベントの準備操作を格納容器圧力基準で実施することとしている。 ・運用の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 現場操作時間の相違。 ・設備設計の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 島根 2号炉 (Mark-I 改) と柏崎 6/7 (ABWR)、東海第二 (Mark-II) の最高使用圧力の相違。 ・運用の相違 【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<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<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む)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は解析上の設定よりも早まる可能性があり、その場合には燃料被覆管温度は解析結果よりも低くなり、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>操作条件の<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による原子炉格納容器冷却操作は、運転員等操作時間に与える影響として、<u>原子炉注水の状況により格納容器スプレイの操作開始は格納容器圧力 0.18MPa[gage]付近となるが、格納容器圧力の上昇は緩やかであり、格納容器スプレイ開始時間が早くなる場合、遅くなる場合のいずれにおいても、事象進展はほぼ変わらないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱操作は、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。仮に、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>約 20 分程度</u>操作開始時間が遅れる可能性がある。格納容器ベント操作開始時間が遅くなった場合、格納容器圧力は <u>0.31MPa [gage]</u> より若干上昇するため、評価項目となるパラメータに影響を与えるが、原子炉格納容器の限界圧力は <u>0.62MPa [gage]</u> であることから、原子炉格納容器の健全性という点では問題とはならない。 (添付資料 2.6.3)</p> <p>(3) 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</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<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む)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は解析上の設定よりも早まる可能性があり、その場合には燃料被覆管温度は解析結果よりも低くなり、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>操作条件の<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による格納容器冷却操作は、運転員等操作時間に与える影響として、<u>常設低圧代替注水系ポンプ 2 台により格納容器スプレイと原子炉注水を同時に実施可能な流量が確保されており、また、並列して実施する場合がある操作は同一の制御盤による実施が可能であるため、不確かさ要因により操作開始時間に与える影響は小さく、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。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱操作は、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。仮に、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>約 75 分程度</u>操作開始時間が遅れる可能性がある。格納容器ベント操作開始時間が遅くなった場合、格納容器圧力は <u>0.31MPa [gage]</u> より若干上昇するため、評価項目となるパラメータに影響を与えるが、<u>格納容器の限界圧力は 0.62MPa [gage]</u> であることから、<u>格納容器の健全性</u>という点では問題とはならない。 (添付資料 2.6.6)</p> <p>(3) 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</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<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作開始)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は解析上の設定よりも早まる可能性があり、その場合には燃料被覆管温度は解析結果よりも低くなり、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>操作条件の<u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u>による原子炉格納容器冷却操作は、運転員等操作時間に与える影響として、<u>格納容器圧力の上昇は緩慢であり、継続監視していることから、操作開始の起点である格納容器圧力 384kPa[gage]到達時点で速やかに操作を実施可能であり、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。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱操作は、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。仮に、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>90 分程度</u>操作時間が遅れる可能性がある。格納容器ベント操作開始時間が遅くなった場合、格納容器圧力は <u>384kPa[gage]</u> より若干上昇するため、評価項目となるパラメータに影響を与えるが、<u>原子炉格納容器の限界圧力は 853kPa[gage]</u> であることから、<u>原子炉格納容器の健全性</u>という点では問題とはならない。 (添付資料 2.6.4)</p> <p>(3) 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</p>	<p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 現場操作時間の相違。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉 (Mark-I 改) と柏崎 6/7 (ABWR), 東海第二 (Mark-II) の最高使用圧力の相違。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>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<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水操作については、<u>操作開始時間の5分程度の時間遅れまでに低圧代替注水系（常設）による注水が開始できれば、炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。</u>また、格納容器ベント時の敷地境界線量は<u>1.4mSv</u>であり、<u>5mSv</u>を下回る。<u>操作開始時間10分程度の時間遅れでは、炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足するが、格納容器ベント時の敷地境界線量は5mSvを超える。</u>この場合、<u>格納容器内雰囲気放射線レベル計（CAMS）により炉心損傷の判断を行い、格納容器圧力 0.62MPa [gage] に至るまでに格納容器ベントすることとなることから、重大事故での対策の範囲となる。</u></p> <p>操作条件の<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却操作については、格納容器スプレイ開始までの時間は事象発生から<u>約 10 時間</u>あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>操作条件の<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱操作については、格納容器ベント開始までの時間は事象発生から<u>約 17 時間</u>あり、準備時間が確保できるため、時間余裕がある。</p> <p>また、遠隔操作の失敗により、格納容器ベント操作開始時間が遅れる場合においても、格納容器圧力は<u>0.31MPa [gage]</u>から上昇するが、格納容器圧力の上昇は緩やかであるため、原子炉格納容器の限界圧力 <u>0.62MPa [gage]</u> に至るまでの時間</p>	<p>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>第2.6-25 図から第2.6-27 図に示すとおり、操作条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水操作（原子炉急速減圧操作を含む。）については、事象発生から35分後（操作開始時間 <u>10 分</u>程度の遅れ）までに原子炉急速減圧操作を実施できれば、燃料被覆管の最高温度は<u>約 706℃</u>となり1,200℃以下となることから、炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。また、燃料被覆管の破裂も発生しないことから、格納容器ベント時の敷地境界及び非居住区域境界での実効線量は「<u>2.6.2(4) 有効性評価の結果</u>」と同等となり、<u>5mSv</u>を下回る。<u>事象発生から50分後（操作開始時間25分程度の遅れ）までに原子炉急速減圧操作を実施できれば、燃料被覆管の最高温度は約 1,000℃となり1,200℃以下となることから、炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。</u>また、一部の燃料被覆管に破裂が発生するが、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量は<u>約 2.8mSv</u>、<u>耐圧強化ベント系による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量は約 4.4mSv</u>であり、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント時の非居住区域境界での実効線量は<u>約 1.1mSv</u>、<u>耐圧強化ベント系による格納容器ベント時の非居住区域境界での実効線量は約 4.4mSv</u>であり、いずれの場合も<u>5mSv</u>を下回る。</p> <p>操作条件の<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却操作については、格納容器スプレイ開始までの時間は事象発生から<u>約 16 時間</u>あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>操作条件の<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱操作については、格納容器ベント開始までの時間は事象発生から<u>約 28 時間</u>あり、準備時間が確保できるため、時間余裕がある。</p> <p>また、遠隔操作の失敗により、格納容器ベント操作開始時間が遅れる場合においても、格納容器圧力は<u>0.31MPa [gage]</u>から上昇するが、格納容器圧力の上昇は緩やかであるため、格納容器の限界圧力 <u>0.62MPa [gage]</u> に至るまでの時間は、</p>	<p>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>第2.6.3-1(5)図から第2.6.3-1(7)図に示すとおり、操作条件の<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水操作（原子炉急速減圧操作を含む。）については、事象発生から35分後（操作開始時間<u>5分</u>程度の遅れ）までに原子炉急速減圧操作を実施できれば、燃料被覆管の最高温度は<u>約 842℃</u>となり1,200℃以下となることから、炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。また、燃料被覆管の破裂も発生しないことから、格納容器ベント時の敷地境界での実効線量は「<u>2.6.2(4) 有効性評価の結果</u>」と同等となり、<u>5mSv</u>を下回る。</p> <p>操作条件の<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却操作については、格納容器スプレイ開始までの時間は事象発生から<u>約 21 時間</u>あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>操作条件の<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱操作については、格納容器ベント開始までの時間は事象発生から<u>約 27 時間</u>あり、準備時間が確保できるため、時間余裕がある。</p> <p>また、遠隔操作の失敗により、格納容器ベント操作開始時間が遅れる場合においても、格納容器圧力は<u>384kPa [gage]</u>から上昇するが、格納容器圧力の上昇は緩やかであるため、原子炉格納容器の限界圧力 <u>853 kPa [gage]</u> に至るまでの時間は、</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析結果の相違 【東海第二】 ベースケースの破断面積の設定が異なることによる、減圧操作の余裕時間の相違。 ・記載方針の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、減圧・注水操作が遅れて、燃料被覆管が破裂した場合の評価を添付資料 2.1.3 「減圧・注水操作が遅れる場合の影響について（高圧・低圧注水機能喪失）」に記載している。 ・評価条件の相違 【東海第二】 島根 2号炉は、隣接する原子力事業者がないため敷地境界を評価地点としている。 ・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 ・解析結果の相違 【柏崎 6/7】 ・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉 (Mark-I

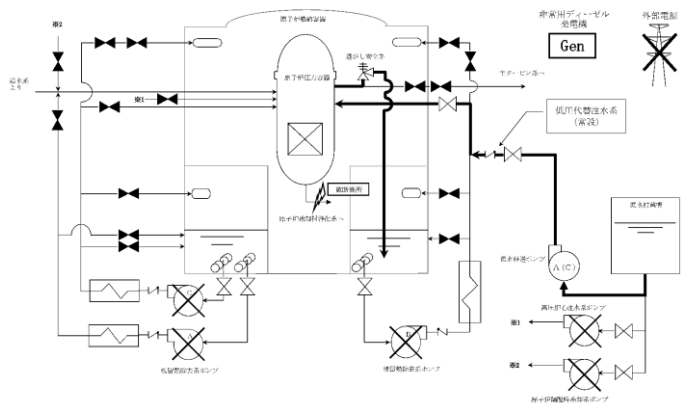
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>間は、過圧の観点で厳しい「3.1 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」においても事象発生約38時間後であり、約20時間以上の準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p style="text-align: center;">(添付資料2.1.3, 2.6.3)</p> <p>(4) まとめ</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに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。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>2.6.4 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>事故シナシスグループ「LOCA 時注水機能喪失」において、<u>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時間までに必要な要員は</u>、「2.6.1(3) 炉心損傷防止対策」に示すとおり <u>24名</u>である。「6.2 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 <u>72名</u>で対処可能である。</p>	<p><u>格納容器スプレイを停止した時点の格納容器圧力約0.243MPa [gage] から0.31MPa [gage] 到達までの時間が約1時間であることを考慮すると</u>、0.31MPa [gage] から0.62MPa [gage] に到達するまでに5時間程度の準備時間が確保でき、現場操作に要する時間は75分程度であることから、時間余裕がある。</p> <p style="text-align: center;">(添付資料2.1.7, 2.6.6, 2.6.7)</p> <p>(4) まとめ</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。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>2.6.4 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>事故シナシスグループ「LOCA時注水機能喪失」において、<u>重大事故等対策時における事象発生2時間までに必要な要員は</u>、「2.6.1(3) 炉心損傷防止対策」に示すとおり <u>18名</u>である。「6.2 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<u>災害対策要員（初動）の39名</u>で対処可能である。</p>	<p>過圧の観点で厳しい「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）」においても事象発生約35時間後であり、約8時間の準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p style="text-align: center;">(添付資料2.6.4, 2.6.5, 3.1.3.8)</p> <p>(4) まとめ</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。このほか、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>2.6.4 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>事故シナシスグループ「LOCA時注水機能喪失」において、<u>重大事故等対策時における必要な要員は</u>、「2.6.1(3) 炉心損傷防止対策」に示すとおり <u>28名</u>である。「6.2 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<u>運転員、緊急時対策要員等の45名</u>で対処可能である。</p>	<p>改)と柏崎6/7 (ABWR)、東海第二 (Mark-II) の最高使用圧力の相違。</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 記載方針の相違 【東海第二】 <p>東海第二は、2Pd 到達時間と現場に要する時間の比較を実施。</p> <ul style="list-style-type: none"> 運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 <p>島根2号炉は、要員の参集に期待せずとも必要な作業を常駐要員により実施可能である。</p> <ul style="list-style-type: none"> 運用及び設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 <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を確認している。なお、これら</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>また、<u>事象発生 10 時間以降に必要な参集要員は 20 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。</u></p> <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」において、必要な水源、燃料及び電源は、「6.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価を行い、その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源</p> <p><u>低圧代替注水系（常設）による原子炉注水及び代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器スプレイ</u>については、7 日間の対応を考慮すると、<u>号炉あたり合計約 5,400m³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 10,800m³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の水を保有している。</u></p> <p>これにより、<u>6 号及び 7 号炉の同時被災を考慮しても、必要な水源は確保可能である。また、事象発生 12 時間以降に淡水貯水池の水を、可搬型代替注水ポンプ（A-2 級）により復水貯蔵槽へ給水することで、復水貯蔵槽を枯渇させることなく復水貯蔵槽を水源とした 7 日間の注水継続実施が可能となる。</u></p> <p><u>ここで、復水貯蔵槽への補給の開始を事象発生 12 時間後としているが、これは、可搬型設備を事象発生から 12 時間以内に使用できなかった場合においても、その他の設備にて重大事故等に対応できるよう設定しているものである。</u></p> <p style="text-align: right;"><u>(添付資料 2.6.5)</u></p>	<p>また、<u>事象発生 2 時間以降に必要な参集要員は 5 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 72 名で確保可能である。</u></p> <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」において、必要な水源、燃料及び電源は、「6.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価を行い、その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源</p> <p><u>低圧代替注水系（常設）による原子炉注水及び代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器スプレイ</u>については、7 日間の対応を考慮すると、合計約 5,320m³の水が必要である。水源として、<u>代替淡水貯槽に約 4,300m³及び西側淡水貯水設備に約 4,300m³の水を保有している。</u></p> <p>これにより、必要な水源は確保可能である。また、<u>西側淡水貯水設備の水を可搬型代替注水中型ポンプにより代替淡水貯槽へ給水することで、代替淡水貯槽を枯渇させることなく代替淡水貯槽を水源とした 7 日間の注水継続実施が可能となる。</u></p> <p style="text-align: right;"><u>(添付資料 2.6.8)</u></p>	<p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」において、必要な水源、燃料及び電源は、「6.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価を行い、その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源</p> <p><u>低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉注水及び格納容器代替スプレイ系（可搬型）による格納容器スプレイ</u>については、7 日間の対応を考慮すると、合計約 3,400m³の水が必要となる。水源として、<u>低圧原子炉代替注水槽に約 740m³及び輪谷貯水槽（西 1 / 西 2）に約 7,000m³の水を保有している。</u></p> <p>これにより、必要な水源は確保可能である。また、<u>事象発生 2 時間 30 分以降に輪谷貯水槽（西 1 / 西 2）の水を大量送水車により低圧原子炉代替注水槽へ給水することで、低圧原子炉代替注水槽を枯渇させることなく低圧原子炉代替注水槽を水源とした 7 日間の注水継続実施が可能となる。</u></p> <p style="text-align: right;"><u>(添付資料 2.6.6)</u></p>	<p>要員 28 名は夜間・休日を含め発電所に常駐している要員である。</p> <p>・運用の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は、要員の参集に期待せずとも必要な作業を常駐要員により実施可能である。</p> <p>・運用の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・水量評価結果の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】</p> <p>・解析条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2 号炉は、事象発生後から必要な可搬型設備を準備し、使用することを想定。</p>

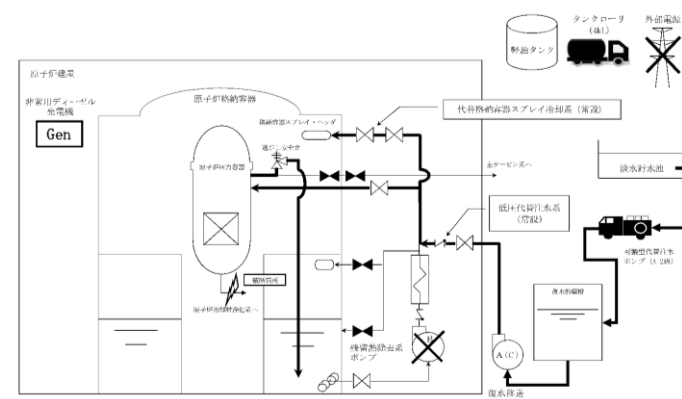
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>b. 燃料</p> <p>非常用ディーゼル発電機による電源供給については、事象発生後 7 日間最大負荷で運転した場合、<u>号炉あたり約 753kL の軽油が必要となる。可搬型代替注水ポンプ(A-2 級)による復水貯蔵槽への給水については、保守的に事象発生直後からの可搬型代替注水ポンプ(A-2 級)の運転を想定すると、7 日間の運転継続に号炉あたり約 15kL の軽油が必要となる。5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・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)。</u></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、<u>可搬型代替注水ポンプ(A-2 級)による復水貯蔵槽への給水、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</u>について、7 日間の継続が可能である。 (添付資料 2.6.6)</p>	<p>b. 燃料</p> <p>非常用ディーゼル発電機等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、<u>合計約 755.5kL の軽油が必要となる。軽油貯蔵タンクにて約 800kL の軽油を保有しており、この使用が可能であることから、非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備(常設代替高圧電源装置 2 台)による電源供給について、7 日間の継続が可能である。可搬型代替注水中型ポンプ(1 台)による代替淡水貯蔵槽への給水については、保守的に事象発生直後からの可搬型代替注水中型ポンプ(1 台)の運転を想定すると、7 日間の運転継続に約 6.0kL の軽油が必要となる。可搬型設備用軽油タンクにて約 210kL の軽油を保有しており、この使用が可能であることから、可搬型代替注水中型ポンプ(1 台)による代替淡水貯蔵槽への給水について、7 日間の継続が可能である。緊急時対策所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 日間の運転継続に約 70.0kL の軽油が必要となる。緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンクにて約 75kL の軽油を保有しており、この使用が可能であることから、緊急時対策所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。</u> (添付資料 2.6.9)</p>	<p>b. 燃料</p> <p><u>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最大負荷での運転を想定すると、7 日間の運転継続に約 352m³ の軽油が必要となる。ガスタービン発電機用軽油タンクにて約 450m³ の軽油を保有しており、こ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について、7 日間の運転継続が可能である。</u></p> <p>非常用ディーゼル発電機等による電源供給については、<u>保守的に事象発生後 7 日間最大負荷で運転した場合、運転継続に約 700m³ の軽油が必要となる。大量送水車による低圧原子炉代替注水槽への給水及び格納容器スプレイについては、保守的に事象発生直後からの運転を想定すると、7 日間の運転継続に約 11m³ の軽油が必要となる。合計約 711m³ の軽油が必要となる。非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等にて約 730m³ の軽油を保有しており、この使用が可能であることから非常用ディーゼル発電機等による電源供給、大量送水車による低圧原子炉代替注水槽への給水及び格納容器スプレイについて、7 日間の運転継続が可能である。</u></p> <p>緊急時対策所用発電機による電源供給については、<u>保守的に事象発生直後から最大負荷での運転を想定すると、7 日間の運転継続に約 8m³ の軽油が必要となる。緊急時対策所用燃料地下タンクにて約 45m³ の軽油を保有しており、この使用が可能であることから、緊急時対策所用発電機による電源供給について、7 日間の運転継続が可能である。</u> (添付資料 2.6.7)</p>	<p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、外部電源が喪失しているため、常設代替交流電源設備(GTG)を起動し、低圧原子炉代替注水ポンプへの電源供給を行う。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機もある。</p> <p>・燃料評価結果の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 ・設備設計の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、モニタリングポストの電源は非常用交流電源設備又は常設代替交流電源設備の電源負荷に含まれる。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7】 緊急時対策所用発電機は専用の燃料タンクを有している。また、モニタリングポストは非常用交流電源設備又は常設代替交流電源設備による電源供給が可能で</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 電源</p> <p>外部電源は使用できないものと仮定し、<u>各号炉の非常用ディーゼル発電機</u>によって給電を行うものとする。<u>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。</u></p> <p>また、<u>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</u>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>2.6.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失し、かつ、自動減圧系が機能喪失することで、破断箇所から原子炉冷却材が流出し、原子炉水位の低下により炉心が露出して炉心損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」に対する炉心損傷防止対策としては、初期の対策として<u>低圧代替注水系（常設）及び逃がし安全弁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格納容器スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器冷却手段、格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱手段を整備している。</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等及び常設代替交流電源設備（<u>常設代替高圧電源装置2台</u>）によって給電を行うものとする。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負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機等による電源供給が可能である。</p> <p>常設代替交流電源設備の電源負荷については、重大事故等対策時に必要な負荷として、<u>約1,141kW</u>必要となるが、常設代替交流電源設備（<u>常設代替高圧電源装置2台</u>）は連続定格容量が<u>約2,208kW</u>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、緊急時対策所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。 <u>(添付資料2.6.10)</u></p> <p>2.6.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失し、かつ、自動減圧系が機能喪失することで、破断箇所から原子炉冷却材が流出し、原子炉水位の低下により炉心が露出して炉心損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」に対する炉心損傷防止対策としては、初期の対策として<u>低圧代替注水系（常設）及び逃がし安全弁（自動減圧機能）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格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却手段及び格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱手段を整備している。</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等及び常設代替交流電源設備によって給電を行うものとする。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負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機等による電源供給が可能である。</p> <p>常設代替交流電源設備の電源負荷については、重大事故等対策に必要な負荷として、<u>約354kW</u>必要となるが、常設代替交流電源設備は連続定格容量が<u>約4,800kW</u>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、緊急時対策所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。 <u>(添付資料2.6.8)</u></p> <p>2.6.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」では、原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失し、かつ、自動減圧系が機能喪失することで、破断箇所から原子炉冷却材が流出し、原子炉水位の低下により炉心が露出して炉心損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」に対する炉心損傷防止対策としては、初期の対策として<u>低圧原子炉代替注水系（常設）及び逃がし安全弁（自動減圧機能付き）による原子炉注水手段、安定状態に向けた対策として格納容器代替スプレイ系（可搬型）による原子炉格納容器冷却手段及び格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱手段を整備している。</p>	<p>ある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備設計の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機もある。 ・電源設備容量の相違 【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉は、常設代替電源設備から電源供給する負荷が異なる。なお、柏崎6/7は必要負荷について非常用ディーゼル発電機により電源供給を行う。 ・設備設計の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、モニタリングポスト電源は非常用交流電源設備又は常設代替交流電源設備の電源負荷に含まれる。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>事故シナリオグループ「LOCA 時注水機能喪失」の重要事故シナリオ「<u>中破断LOCA+HPCF 注水失敗+低圧 ECCS 注水失敗</u>」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、逃がし安全弁による原子炉減圧、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水、<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱を実施することにより、炉心損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料被覆管温度及び酸化量、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度は、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>なお、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>の使用による敷地境界での実効線量は周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>解析コード及び解析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、<u>低圧代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁による原子炉注水、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱等の炉心損傷防止対策は、選定した重要事故シナリオに対して有効であることが確認でき、事故シナリオグループ「LOCA 時注水機能喪失」に対して有効である。</p>	<p>事故シナリオグループ「<u>LOCA時注水機能喪失</u>」の重要事故シナリオ「<u>中破断LOCA+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」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、逃がし安全弁（<u>自動減圧機能</u>）による原子炉減圧、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水、<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による<u>格納容器冷却及び格納容器圧力逃がし装置等</u>による<u>格納容器除熱</u>を実施することにより、炉心損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料被覆管温度及び酸化量、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力、格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度は、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>なお、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>の使用による敷地境界及び<u>非居住区域境界</u>での実効線量は、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>解析コード及び解析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、<u>災害対策要員</u>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、<u>低圧代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁（<u>自動減圧機能</u>）による原子炉注水、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による<u>格納容器除熱</u>等の炉心損傷防止対策は、選定した重要事故シナリオに対して有効であることが確認でき、事故シナリオグループ「<u>LOCA時注水機能喪失</u>」に対して有効である。</p>	<p>事故シナリオグループ「<u>LOCA時注水機能喪失</u>」の重要事故シナリオ「<u>冷却材喪失（中破断LOCA）+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」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、逃がし安全弁（<u>自動減圧機能付き</u>）による原子炉減圧、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水、<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却及び<u>格納容器フィルタベント系</u>による<u>原子炉格納容器除熱</u>を実施することにより、炉心損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料被覆管温度及び酸化量、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度は、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>なお、<u>格納容器フィルタベント系</u>の使用による敷地境界での実効線量は周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>解析コード及び解析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、<u>運転員及び緊急時対策要員</u>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、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁（<u>自動減圧機能付き</u>）による原子炉注水、<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱等の炉心損傷防止対策は、選定した重要事故シナリオに対して有効であることが確認でき、事故シナリオグループ「<u>LOCA時注水機能喪失</u>」に対して有効である。</p>	<p>備考</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、隣接する原子力事業者がないため敷地境界を評価地点としている。</p>

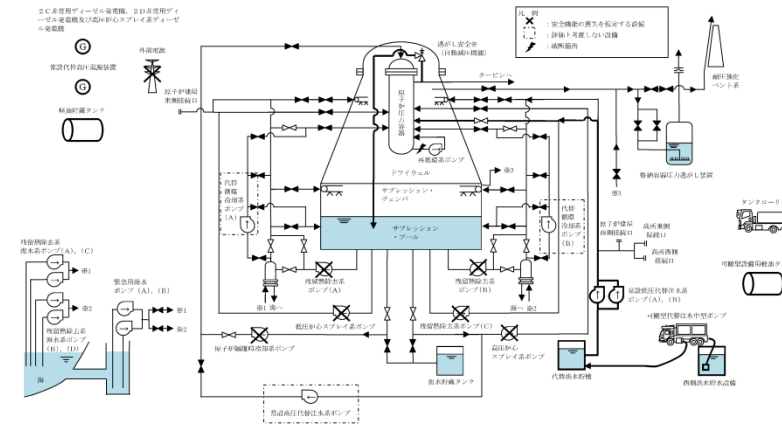


第 2.6.1 図 「LOCA 時注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (1/3) (原子炉急速減圧及び原子炉注水)

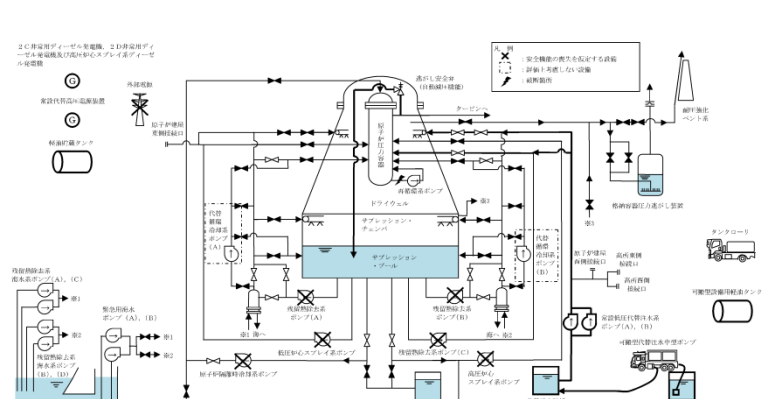


※低圧代替注水系 (常設) と代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) は、同じ復水移送ポンプを用いて弁の切替えにより実施する。

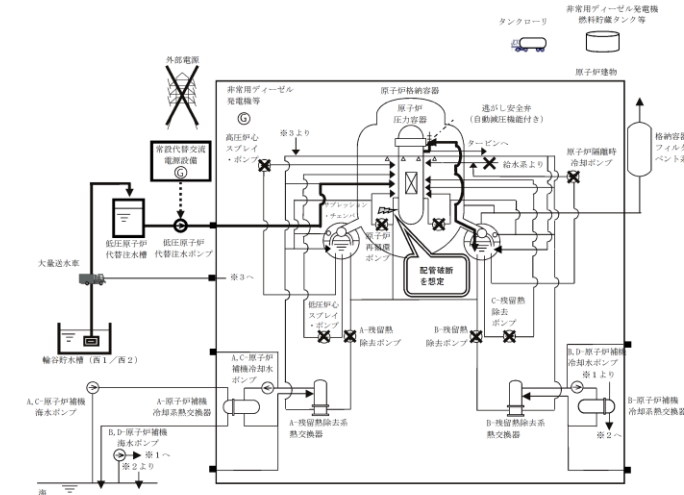
第 2.6.2 図 「LOCA 時注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (2/3) (原子炉注水及び原子炉格納容器冷却)



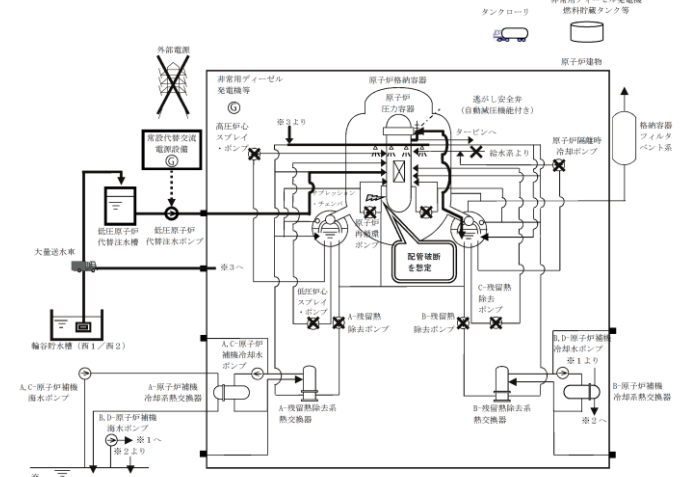
第 2.6-1 図 LOCA 時注水機能喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (1/3) (低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水段階)



第 2.6-1 図 LOCA 時注水機能喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (2/3) (低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水及び代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による格納容器冷却段階)



第 2.6.1-1(1) 図 「LOCA 時注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (原子炉急速減圧及び原子炉注水)

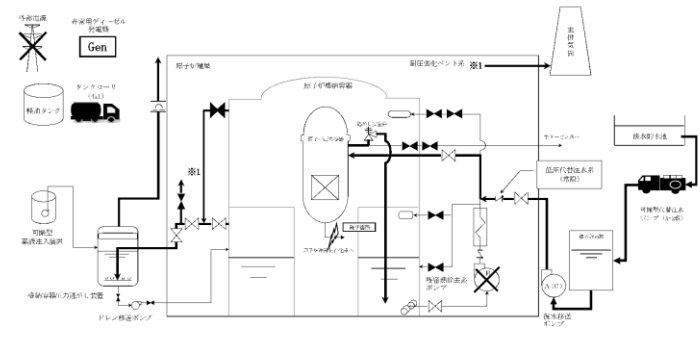


第 2.6.1-1(2) 図 「LOCA 時注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (原子炉注水及び原子炉格納容器冷却)

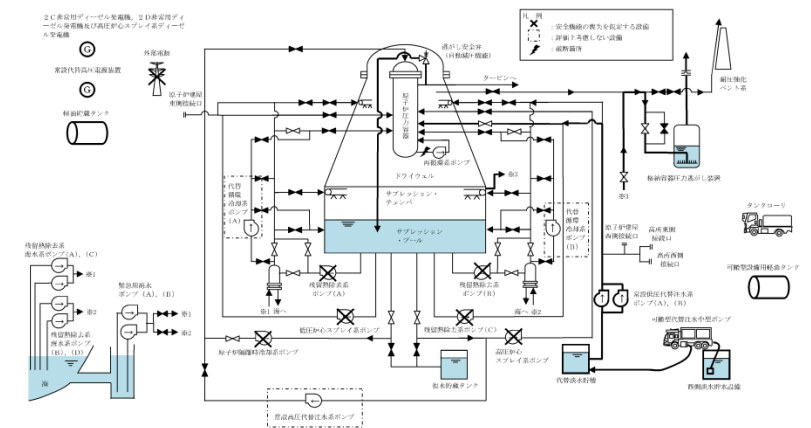
・設備設計の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

・運用の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

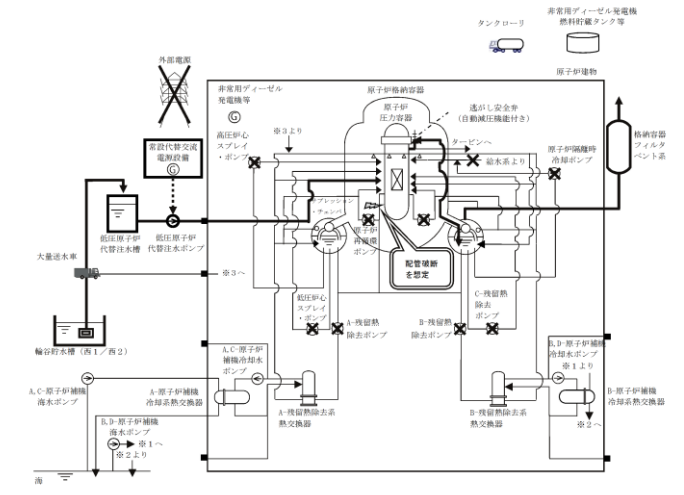
外部水源による格納容器スプレイを実施する場合、スプレイ実施以降の炉心損傷の発生を想定すると、原子炉格納容器内の保有水量の観点から、スプレイを実施しない場合に比べ、格納容器ベントまでの時間が短くなる。島根 2号炉は、ベント遅延効果を図るため、残留熱除去系又は残留熱代替除去系の復旧が期待できない場合は格納容器代替スプレイ系による格納容器冷却操作を実施しない。



第 2.6.3 図 「LOCA 時注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (3/3) (原子炉注水及び原子炉格納容器除熱)



第 2.6-1 図 LOCA時注水機能喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (3/3)
(低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水及び格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱段階)

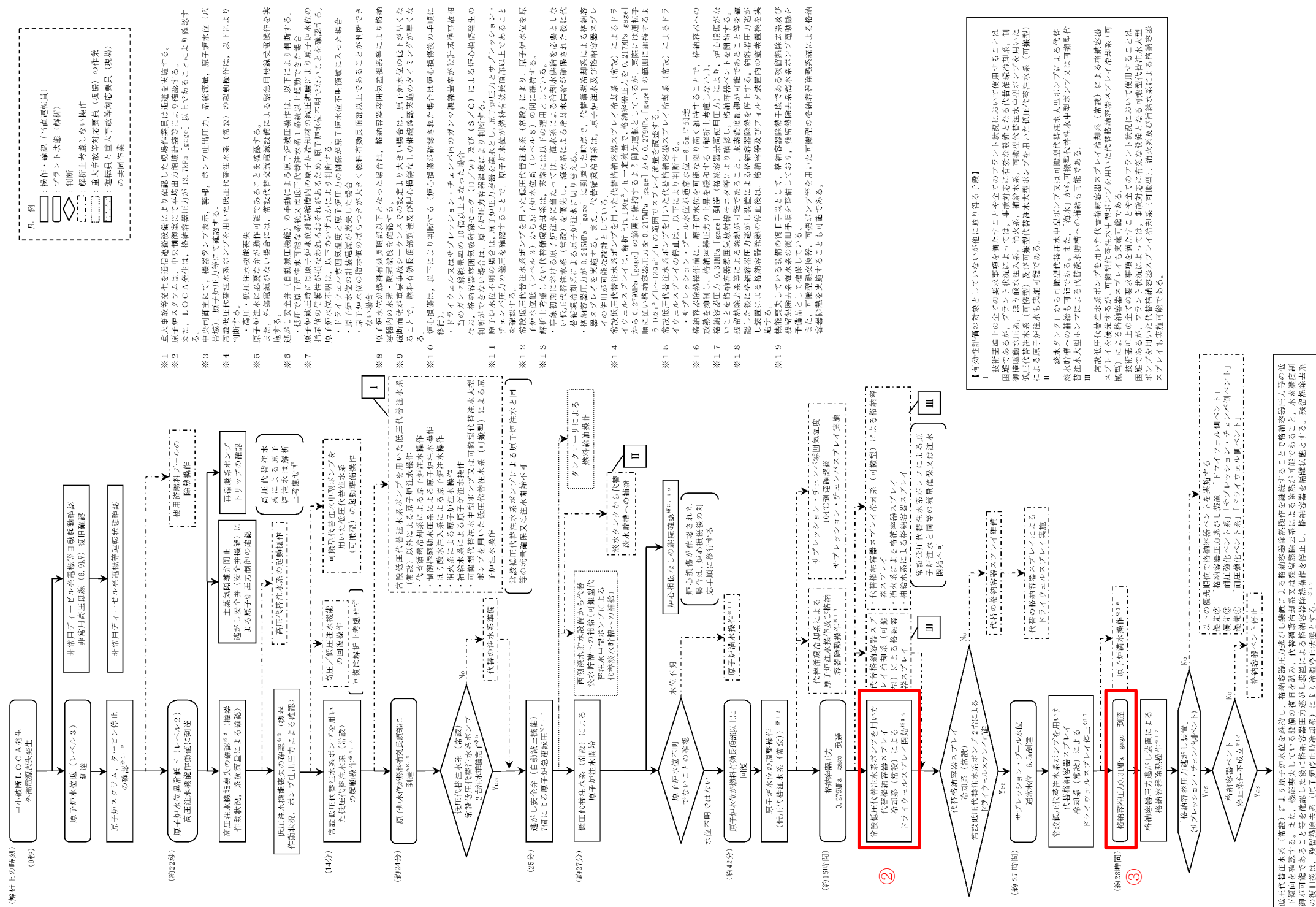


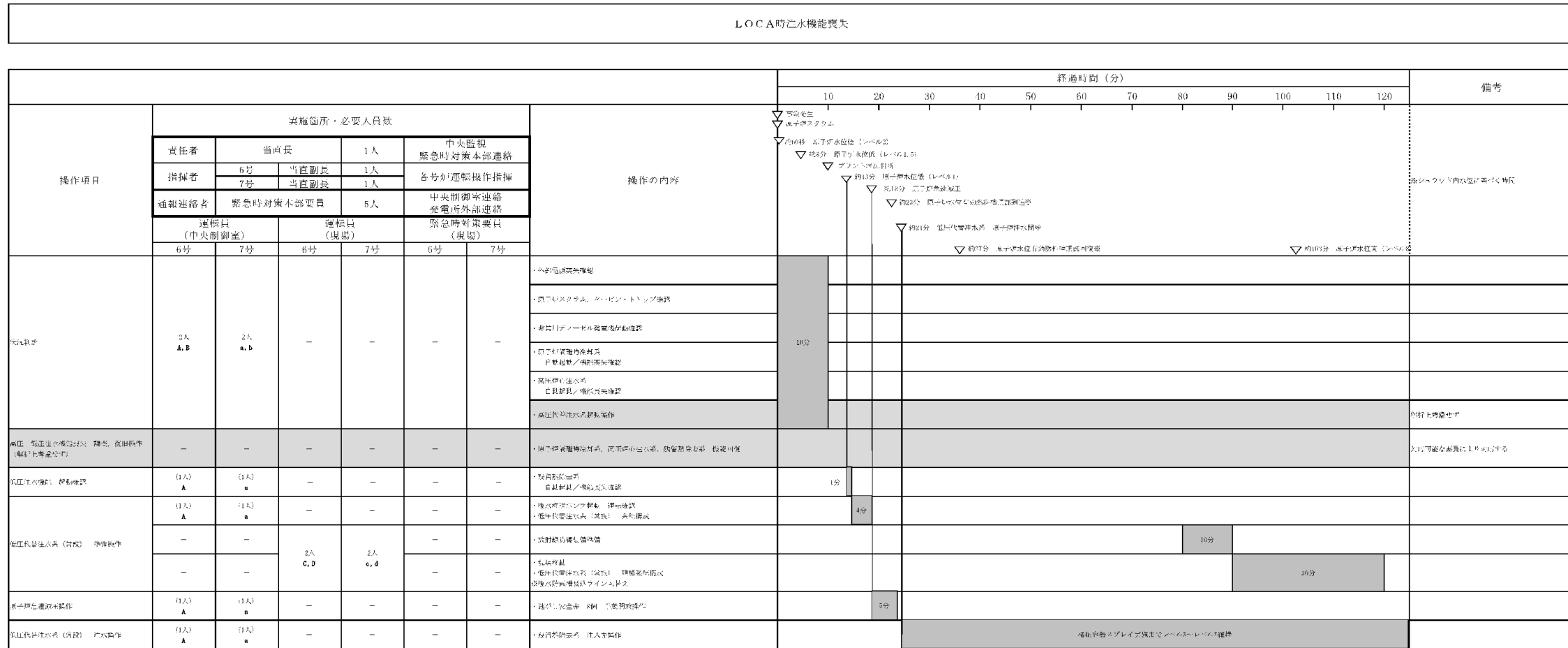
第 2.6.1-1(3) 図 「LOCA時注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (原子炉注水及び原子炉格納容器除熱)

備考
・設備設計の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

差異理由は、島根2号炉「第2.6.1-2図「LOCA時注水機能喪失」の対応手順の概要」の備考欄参照。

第2.6-2 図 LOCA時注水機能喪失（中破断LOCA）の対応手順の概要





差異理由は、島根2号炉「第2.6.1-3図「LOCA時注水機能喪失」の作業と所要時間」の備考欄参照。

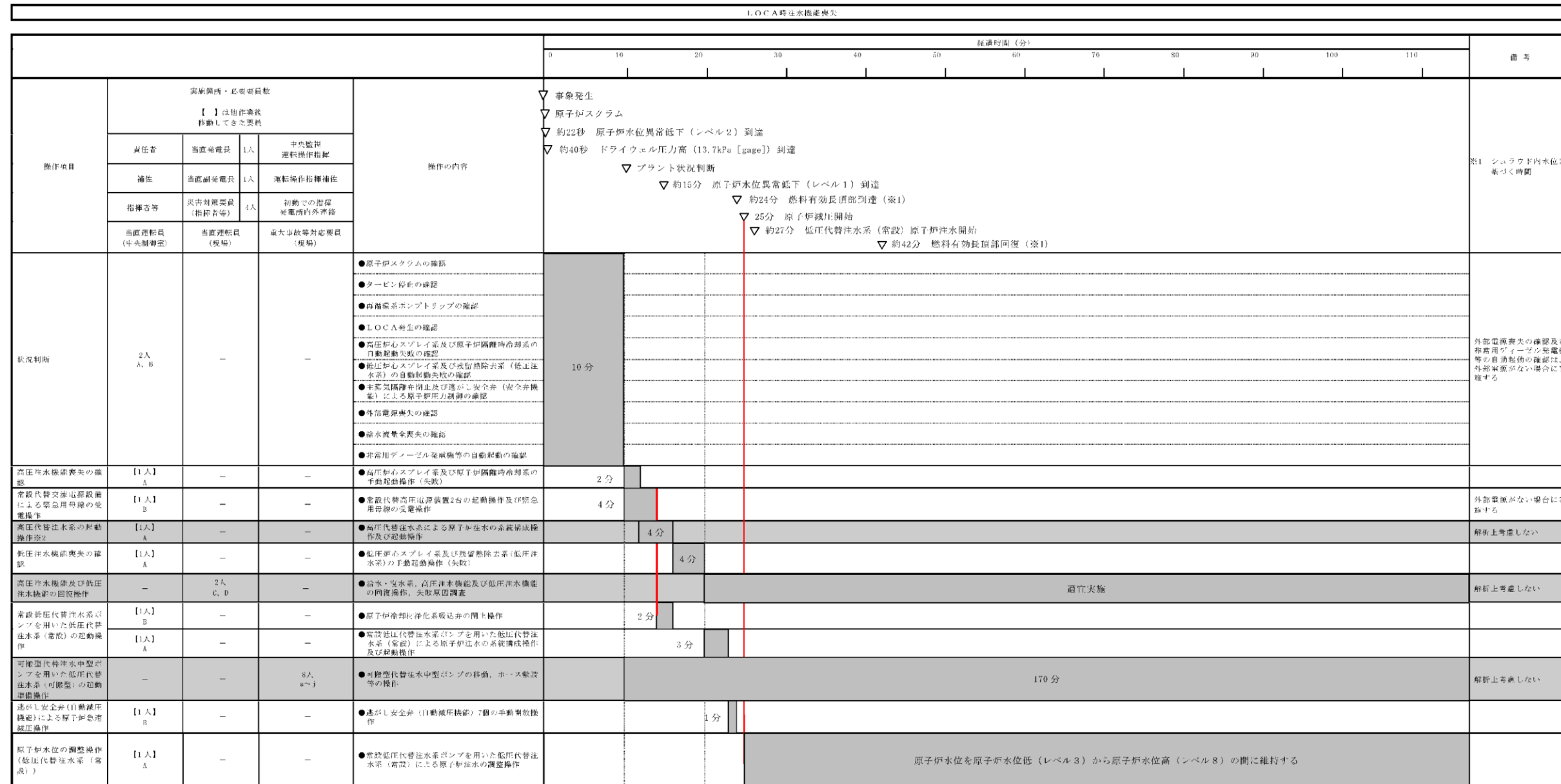
第2.6.5図 「LOCA時注水機能喪失」の作業と所要時間(1/2)

差異理由は、島根2号炉「第2.6.1-3図「LOCA時注水機能喪失」の作業と所要時間」の備考欄参照。

LOCA時注水機能喪失							経過時間(時間)												備考	
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
	運転口 (中央制御室)		運転口 (現場)		緊急時対応要員 (現場)			経過時間(時間)												
	6号	7号	6号	7号	6号	7号		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
迅速復旧作業(試験) 高圧注水	(1人) A	(1人) B	-	-	-	-	・高圧注水ポンプの投入準備	高圧注水ポンプの投入準備												
低圧注水ポンプの作業者(要員) 操作	(1人) A	(1人) B	-	-	-	-	・低圧注水ポンプの作業者の操作	低圧注水ポンプの作業者の操作												
原子炉冷却水(注水) 監視 (注)上乗せ作業	(1人) A	(1人) B	-	-	-	-	・モニタリング・注水監視 ・燃料プール水位監視	33分	・高圧注水ポンプの投入準備											
原子炉冷却水の注水 (注)上乗せ作業	(1人) A	(1人) B	-	-	-	-	・燃料ポンプの作業者の操作	39分	・燃料ポンプの作業者の操作											
原子炉冷却水の注水 (注)上乗せ作業	(1人) A	(1人) B	-	-	-	-	・原子炉冷却水の注水	原子炉冷却水の注水												
注水ポンプの作業者(要員) 操作	(1人) A	(1人) B	-	-	-	-	・燃料ポンプの作業者の操作	10分												
							・注水ポンプの作業者の操作	20分												
燃料ポンプの作業者(要員) 操作	(1人) B	(1人) C, D	-	-	-	-	・燃料ポンプの作業者の操作	10分												
							・注水ポンプの作業者の操作	20分												
							・燃料ポンプの作業者の操作	10分												
							・注水ポンプの作業者の操作	60分												
							・燃料ポンプの作業者の操作	60分												
燃料ポンプの作業者(要員) 操作	(1人) B	(1人) C, D	-	-	-	-	・燃料ポンプの作業者の操作	10分												
							・注水ポンプの作業者の操作	20分												
							・燃料ポンプの作業者の操作	10分												
							・注水ポンプの作業者の操作	20分												
燃料ポンプの作業者(要員) 操作	(1人) B	(1人) C, D	-	-	-	-	・燃料ポンプの作業者の操作	10分												
							・注水ポンプの作業者の操作	20分												
燃料ポンプ	(1人) A	(1人) B	-	-	-	-	・燃料ポンプの作業者の操作	10分												
注水ポンプ	-	-	-	-	-	-	・注水ポンプの作業者の操作	10分												

第2.6.5図 「LOCA時注水機能喪失」の作業と所要時間(2/2)

差異理由は、島根2号炉「第2.6.1-3図「LOCA時注水機能喪失」の作業と所要時間」の備考欄参照。



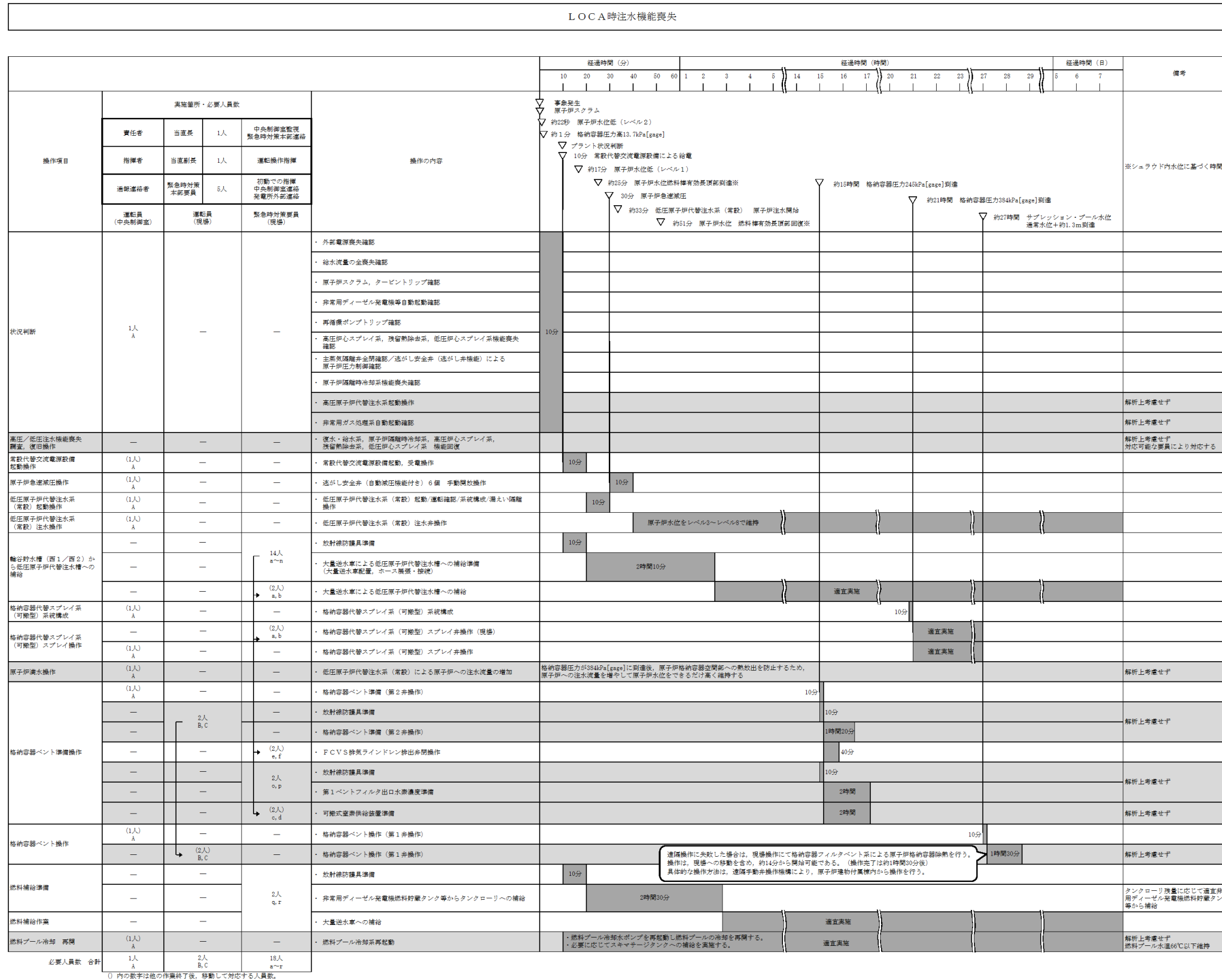
※2 本事故シナリオグループにおいては機密に期待しないこととする。

第2.6-3 図 LOCA時注水機能喪失の作業と所要時間 (1/2)

差異理由は、島根2号炉「第2.6.1-3図「LOCA時注水機能喪失」の作業と所要時間」の備考欄参照。

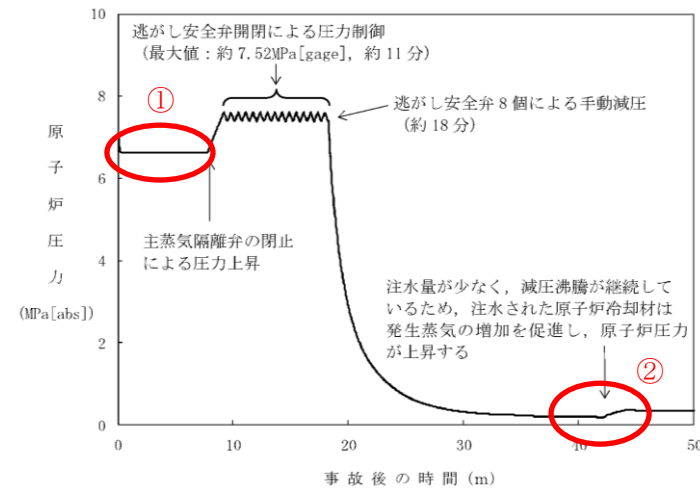
				LOCA時注水機能喪失												備考	
				経過時間(時間)												備考	
操作項目	要員数・必要要員数			操作の内容	経過時間(時間)												備考
	運転員 (中央制御室)	運転員 (現場)	重大事故等対応要員 (現場)		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	
原子炉水位の調整 操作(低圧代替注 水系統(常設))	【1人】 A	-	-	●常設低圧代替注水ポンプを用いた低圧代替注水 (常設)による原子炉注水の調整操作	▽25分 原子炉減圧開始 ▽約27分 低圧代替注水(常設)原子炉注水開始 ▽約16時間 格納容器圧力0.279MPa [gauge] 到達 ▽約24時間 サブプレッション・プール水位 通常水位 5.5m到達 ▽約27時間 サブプレッション・プール水位 通常水位 16.5m到達 ▽約28時間 格納容器圧力0.31MPa [gauge] 到達												
常設低圧代替注水 ポンプを用いた 代替格納容器ス プレイホライズ(常設) による格納容器冷 却発生	【1人】 A	-	-	●常設低圧代替注水ポンプを用いた代替格納容器ス プレイホライズ(常設)による格納容器冷却操作	原子炉水位を原子炉水位低(レベル3)から原子炉水位高(レベル8)の間に維持する												
代替凝縮冷却系 による原子炉注 水操作及び格納 容器除熱操作	【1人】 A	-	-	●代替凝縮冷却系による原子炉注水操作 ●代替凝縮冷却系による格納容器除熱操作	格納容器スプレイ中適宜状態監視												解所上考慮しない 代替凝縮冷却系のみで状 態維持が可能な場合は、 低圧代替注水(常設) による注水を停止する
原子炉注水操作	【1人】 A	-	-	●常設低圧代替注水ポンプを用いた低圧代替注水 (常設)による原子炉注水の調整操作	原子炉水位を可能な限り高く維持												解所上考慮しない
使用済燃料プールの 除熱操作	【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(注水ライン)を使用した使用済燃料プールへ の注水操作 ●緊急用排水系による排水系の水循環操作及び配 管操作 ●代替燃料プール冷却系の起動操作	適宜実施												解所上考慮しない 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
格納容器圧力逃 がし装置等によ る格納容器除熱 の準備操作	【1人】 A	-	-	●格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱の 準備操作(中央制御室での第一準備操作)	5分												
格納容器圧力逃 がし装置等によ る格納容器除熱 の準備操作	-	【2人】-1人 C, D, E	-	●第一準備操作箇所への移動 ●格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱の 準備操作(現場での第二準備操作)	123分												解所上考慮しない
格納容器圧力逃 がし装置等によ る格納容器除熱 操作(サブプレッ ション・チェンバ ー)	【1人】 A	-	-	●格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作 (中央制御室での第二準備操作) ●第二準備操作箇所への移動 ●格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作 (現場での第二準備操作)	格納容器ベント実施後、適宜状態監視												解所上考慮しない
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	-	-	3人 (班編)	●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												解所上考慮しない
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	-	-	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	180分												代替注水貯槽の構造まで には十分な時間がある
可搬型代替注水中 型ポンプによる 代替注水貯槽へ の補給操作	-	-	【2人】 a, b	●可搬型代替注水中型ポンプの起動操作及び水取補給 操作	適宜実施												代替注水貯槽の残量に応 じて補給量を調整する
タンクローリに よる燃料油油 操作	-	-	2人 (班編)	●可搬型設備用燃料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												タンクローリ残量に応じ て備蓄燃料タンクから給 油
必要要員合計	2人 A, B	3人 C, D, E	8人 a~h (班編要員5人)														

第2.6-3 図 LOCA時注水機能喪失の作業と所要時間 (2/2)

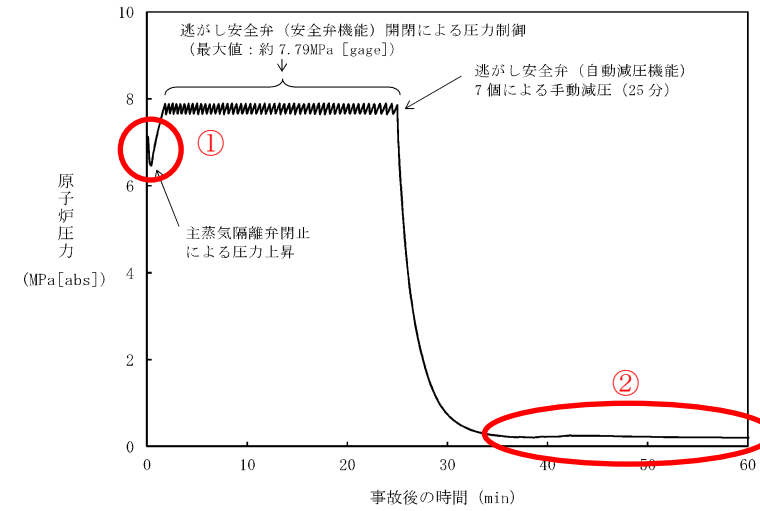


・ 解析結果の相違に基づく差異。
 ・ 設備設計・手順に基づく想定時間の差異。
 ・ 解析上考慮しない操作を含めて実際に実施する操作について要員の充足性を確認(ただし、事前に対応する要員を定めることが難しい機能回復操作を除く)。
 ・ 体制の相違
【柏崎6/7, 東海第二】
 島根2号炉は、シミュレータ訓練等において、中央制御室の対応を1名にて実施可能なことを確認している。

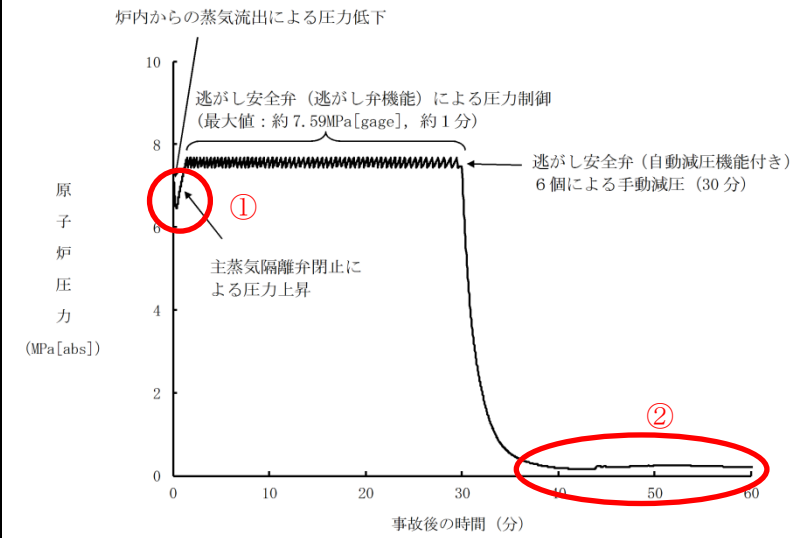
第 2.6.1-3 図 「LOCA時注水機能喪失」の作業と所要時間



第 2.6.6 図 原子炉圧力の推移



第 2.6-4 図 原子炉圧力の推移

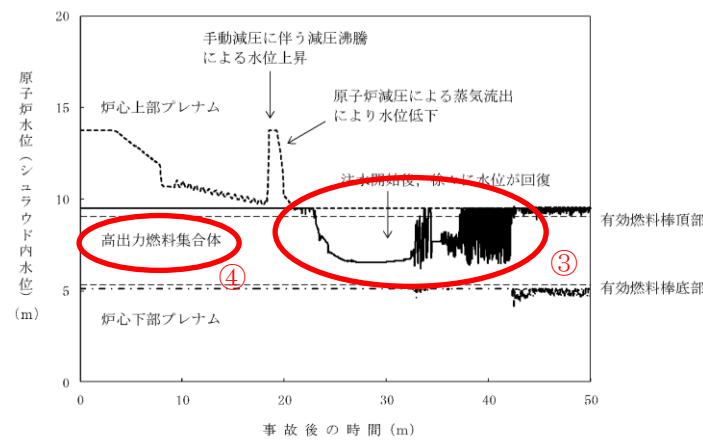


第 2.6.2-1(1) 図 原子炉圧力の推移

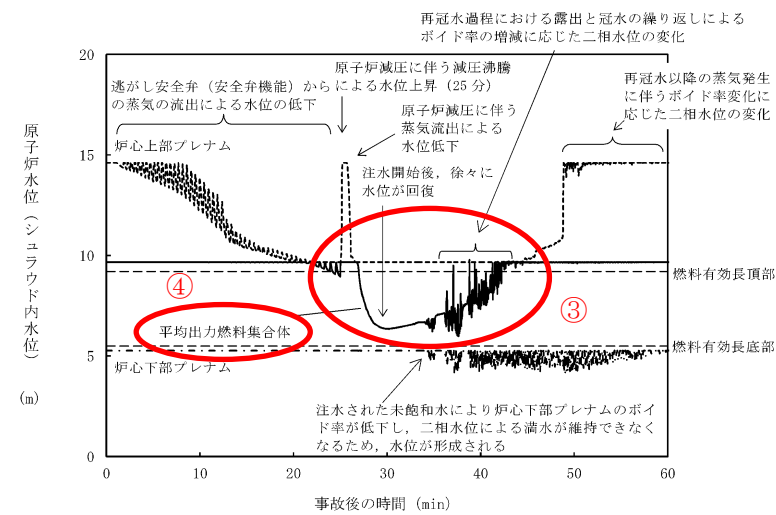
・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
 ①MS I V 閉動作の原子炉水位設定点 (島根 2号炉・東海第二:L2, 柏崎 6/7:L1.5) 及び破断面積の相違による水位低下速度の違いにより原子炉圧力上昇のタイミングが異なる。
【東海第二】
 ②ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の違いにより、島根 2号炉及び柏崎 6/7 では蒸気発生量による原子炉圧力上昇が発生。

【柏崎 6/7, 東海第二】
 ③ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の差異による原子炉水位回復の速さの違い。

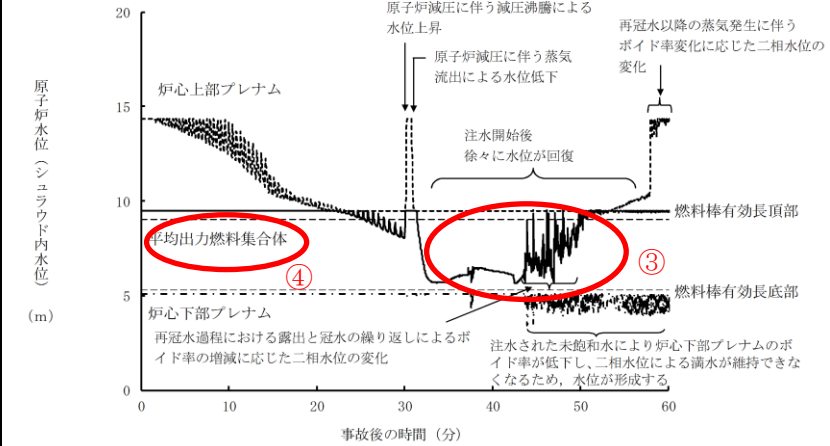
【柏崎 6/7】
 ④島根 2号炉は、平均出力燃料集合体にて PCT が発生しているため、平均出力燃料集合体の原子炉水位を示している。



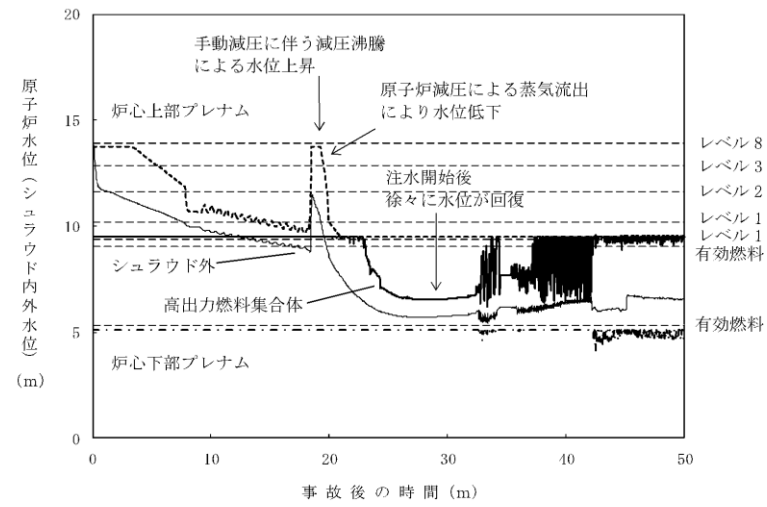
第 2.6.7 図 原子炉水位 (シュラウド内水位) の推移



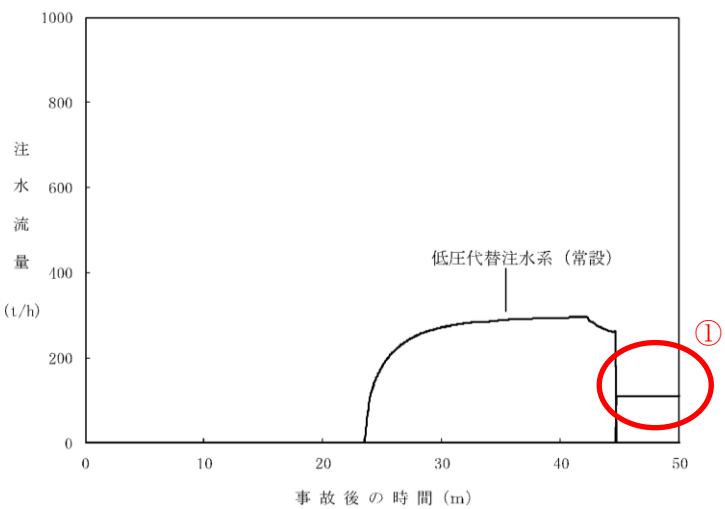
第 2.6-5 図 原子炉水位 (シュラウド内水位) の推移



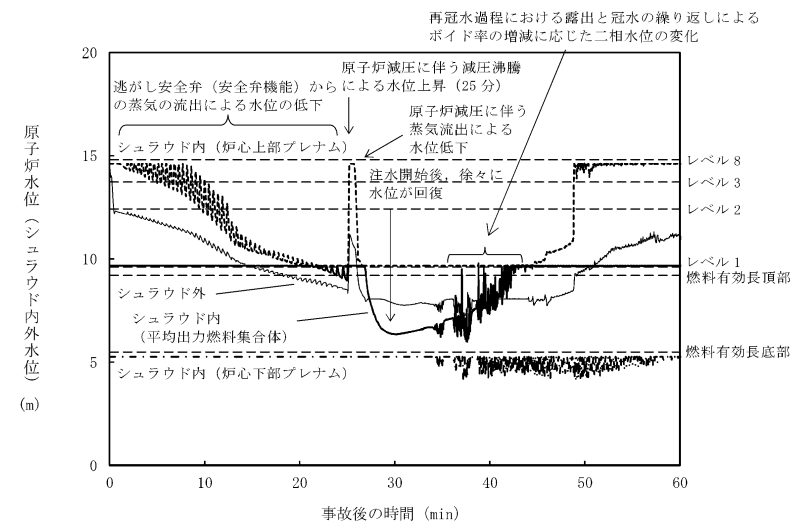
第 2.6.2-1(2) 図 原子炉水位 (シュラウド内水位) の推移



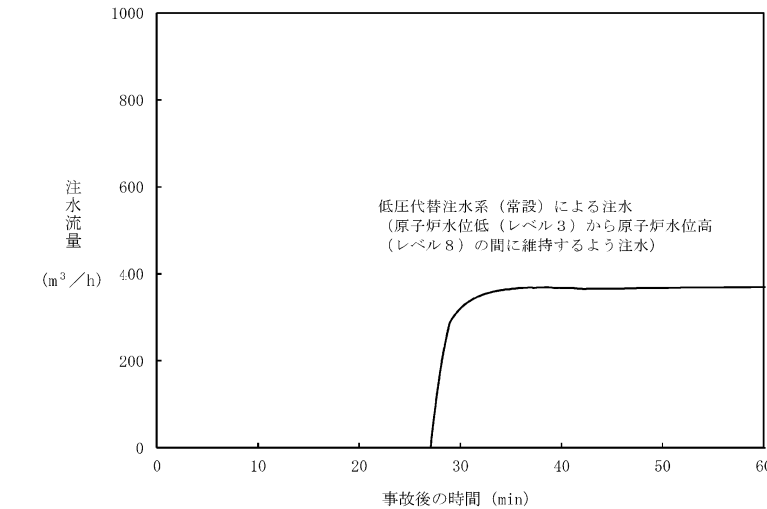
第 2.6.8 図 原子炉水位 (シユラウド内外水位) の推移



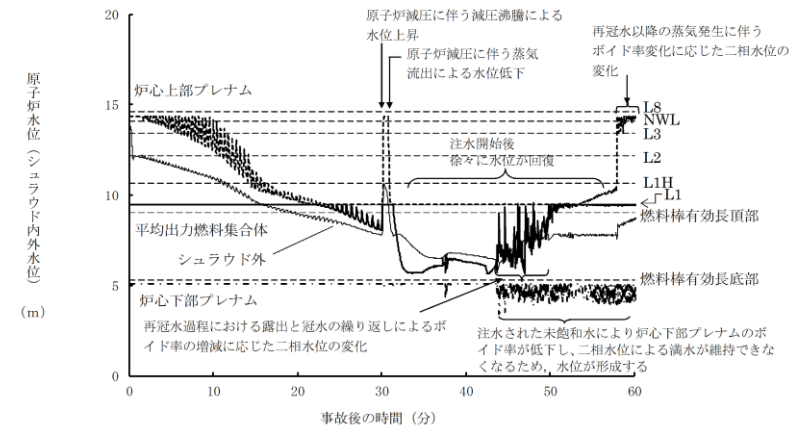
第 2.6.9 図 注水流量の推移



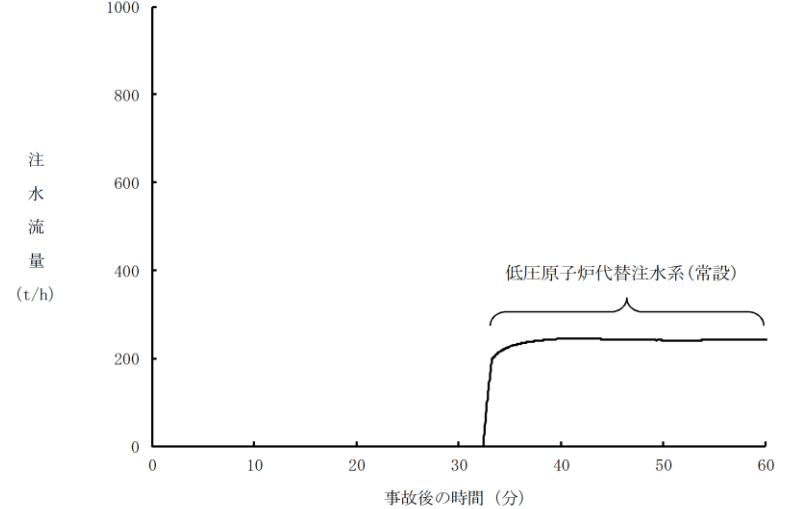
第 2.6-6 図 原子炉水位 (シユラウド内外水位) の推移



第 2.6-7 図 注水流量の推移

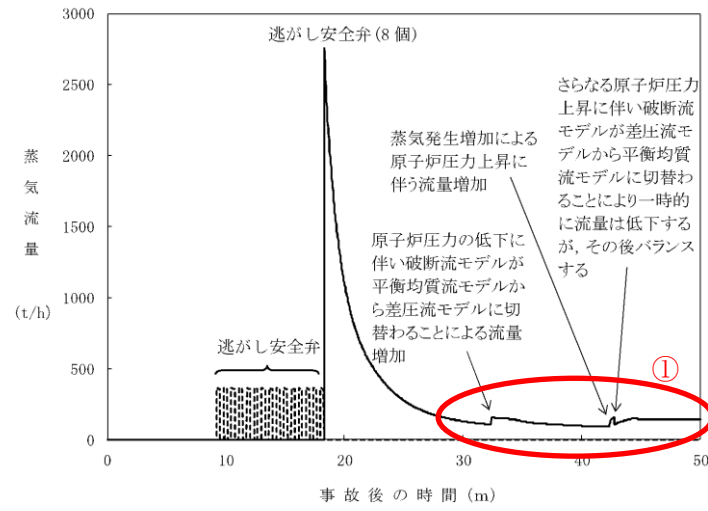


第 2.6.2-1(3) 図 原子炉水位 (シユラウド内外水位) の推移

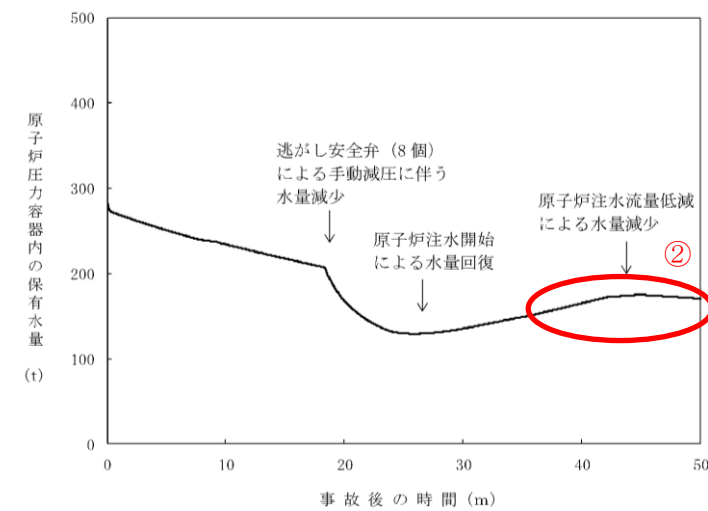


第 2.6.2-1(4) 図 注水流量の推移

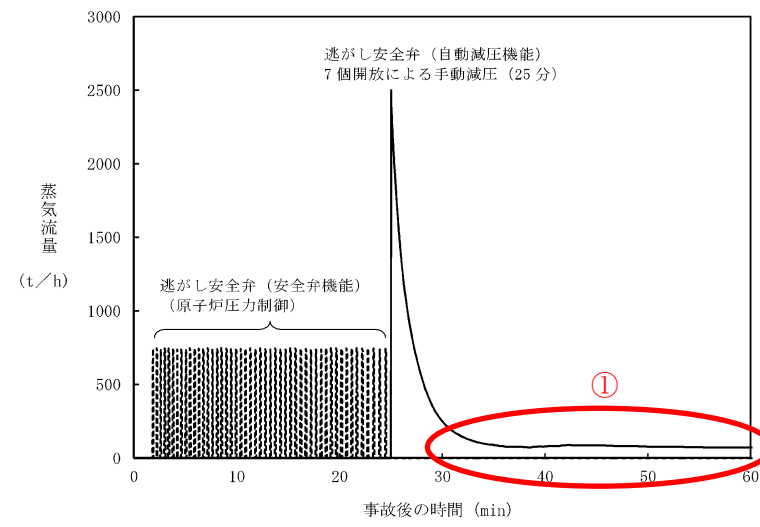
・解析結果の相違
【柏崎 6/7】
①柏崎 6/7 では炉心部冠水後、90m³/h 一定で注水を実施。



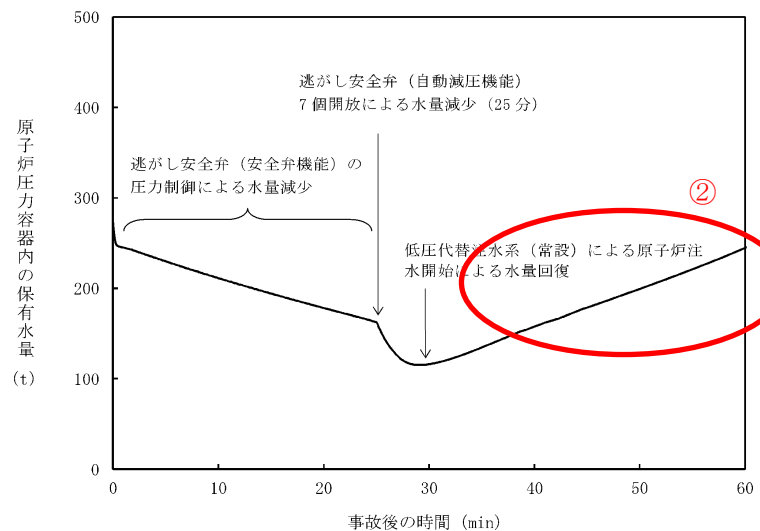
第 2.6.10 図 逃がし安全弁からの蒸気流量の推移



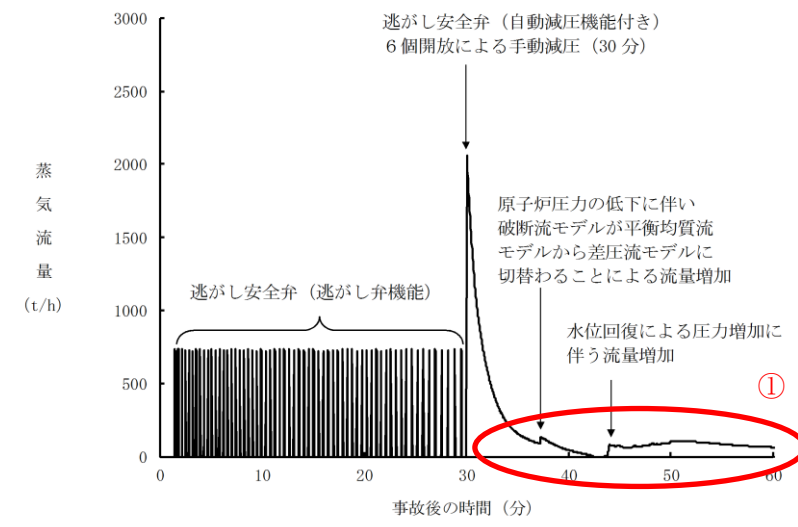
第 2.6.11 図 原子炉压力容器内の保有水量の推移



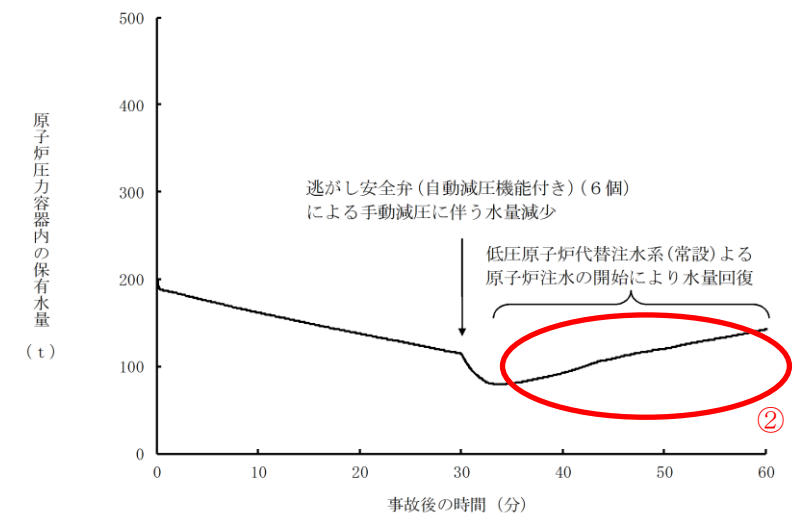
第 2.6-8 図 逃がし安全弁からの蒸気流量の推移



第 2.6-9 図 原子炉压力容器内の保有水量の推移



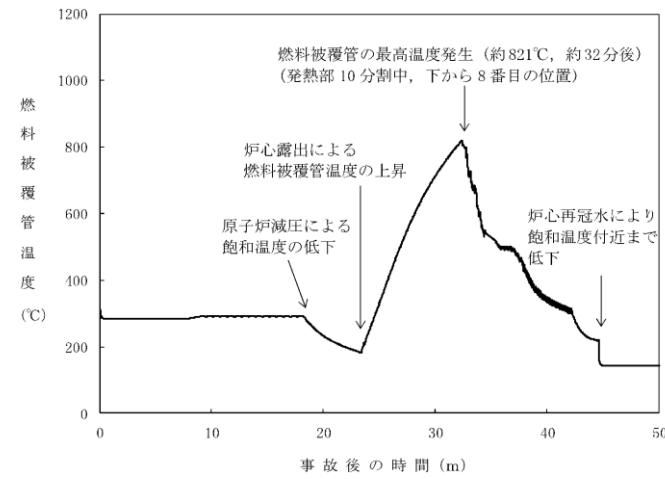
第 2.6.2-1(5) 図 逃がし安全弁からの蒸気流量の推移



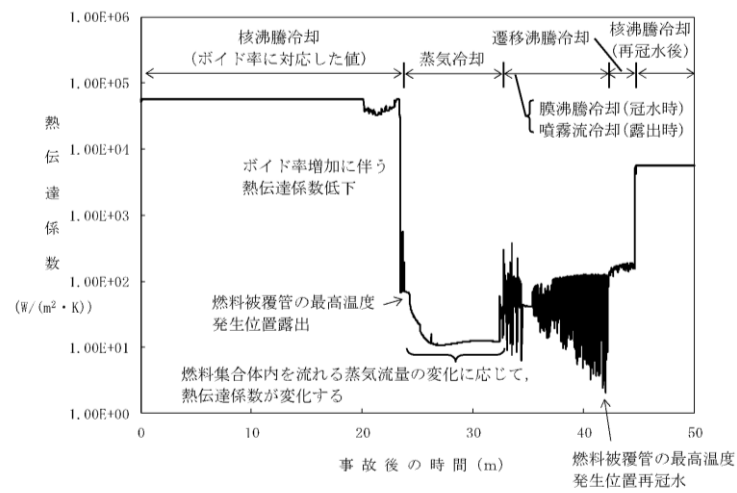
第 2.6.2-1(6) 図 原子炉压力容器内の保有水量の推移

・解析結果の相違
【東海第二】
 ①開放する逃がし安全弁の弁数の違い等に起因する蒸気流量の違いにより原子炉圧力低下速度が異なり、島根2号炉及び柏崎6/7では破断流モデルの切替えが発生する。

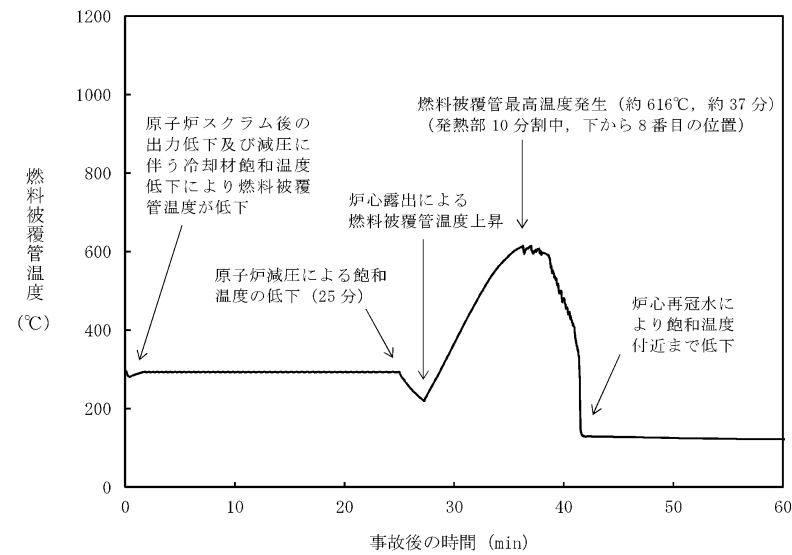
【柏崎6/7】
 ②柏崎6/7では炉心冠水後、90m³/h一定で注水することで流量が低減されるため水量が減少する。



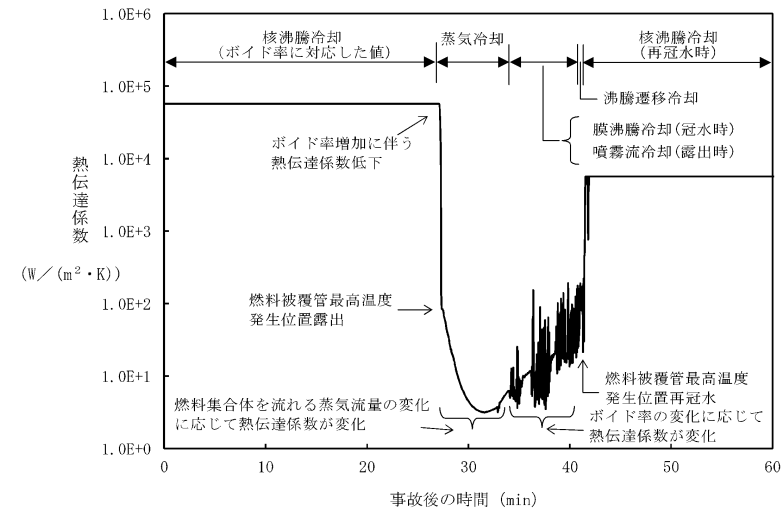
第 2.6.12 図 燃料被覆管温度の推移



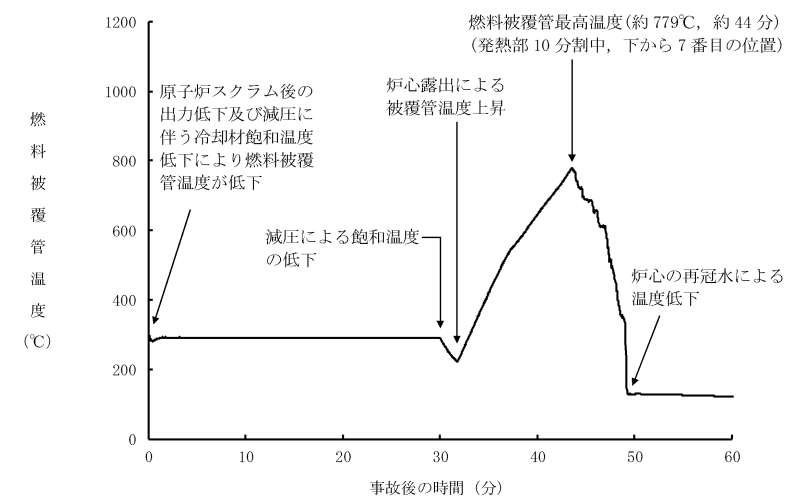
第 2.6.13 図 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数の推移



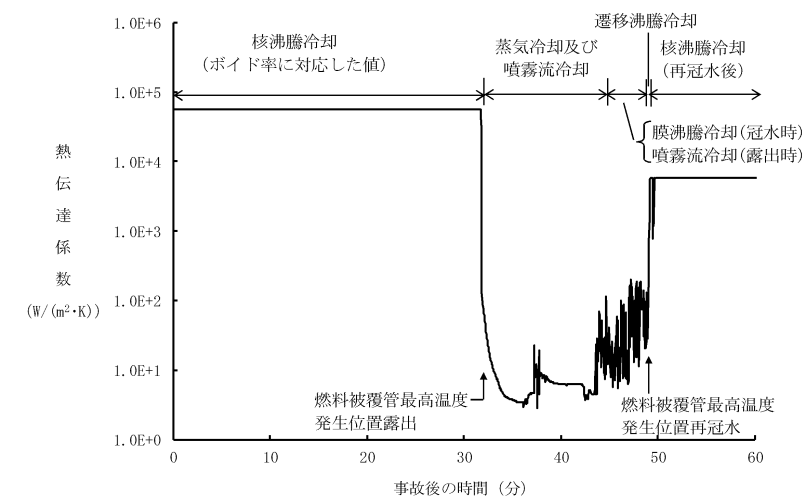
第 2.6-10 図 燃料被覆管温度の推移



第 2.6-11 図 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数の推移



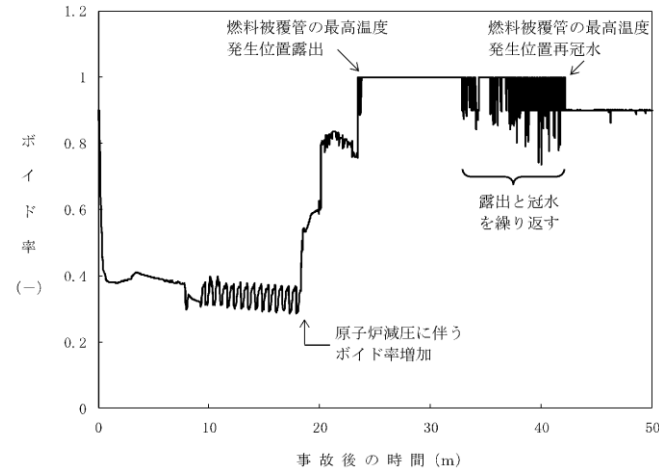
第 2.6.2-1(7) 図 燃料被覆管温度の推移



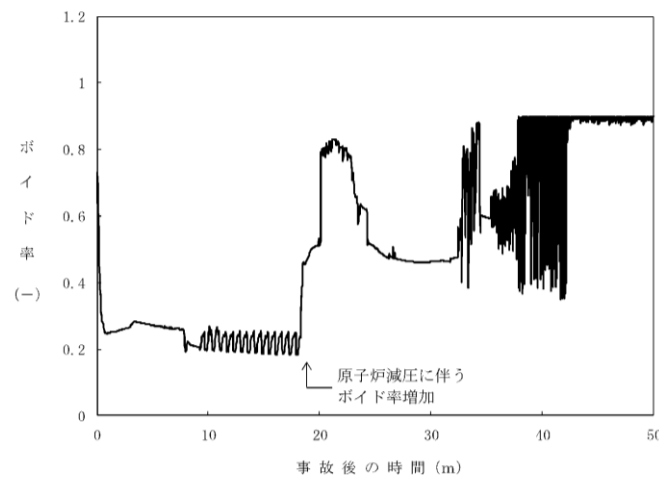
第 2.6.2-1(8) 図 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数の推移

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の違いにより炉心露出時間に違いがあるため燃料被覆管温度の挙動が異なる。

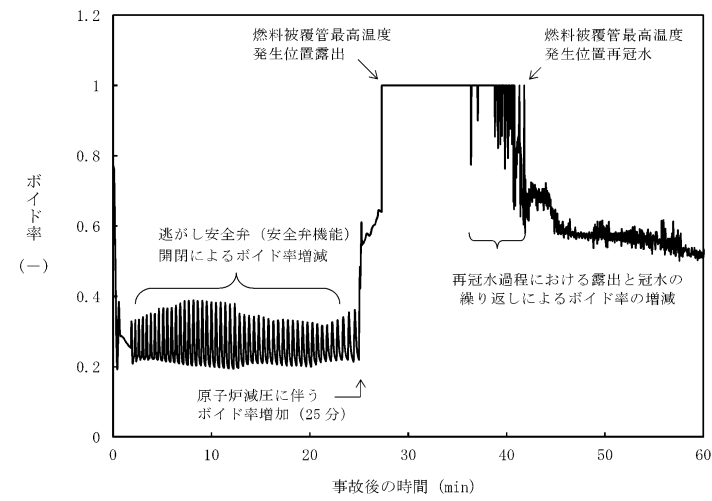
【柏崎 6/7, 東海第二】
ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の違いにより炉心露出時間に違いがあるため熱伝達係数の推移が異なる。



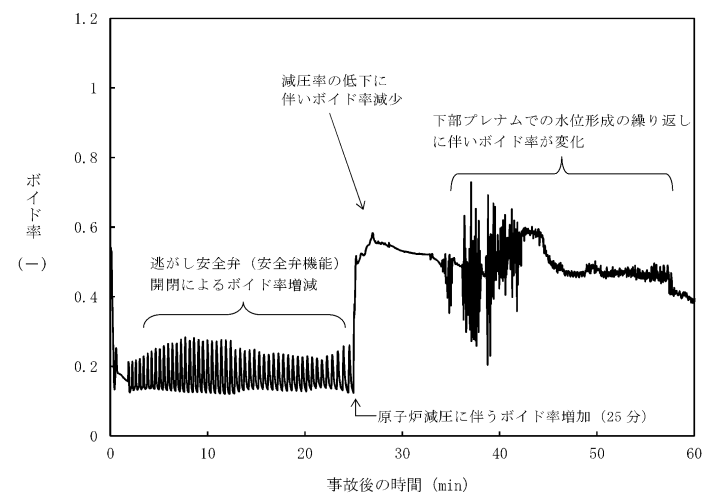
第 2.6.14 図 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率の推移



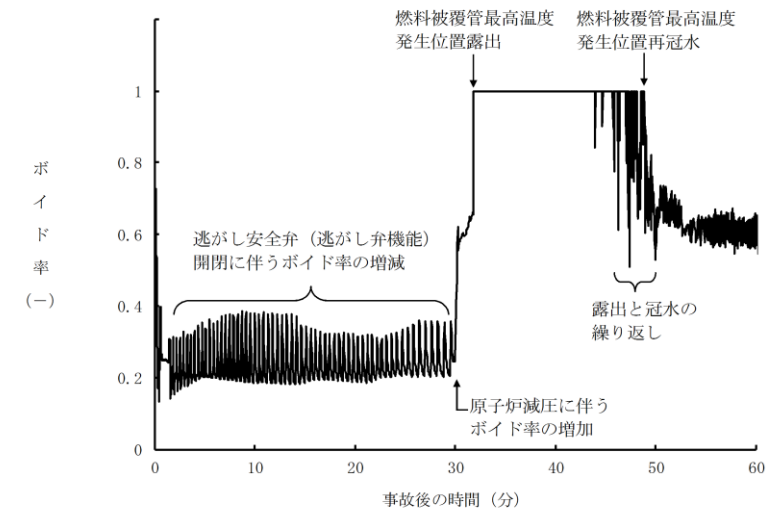
第 2.6.15 図 高出力燃料集合体のボイド率の推移



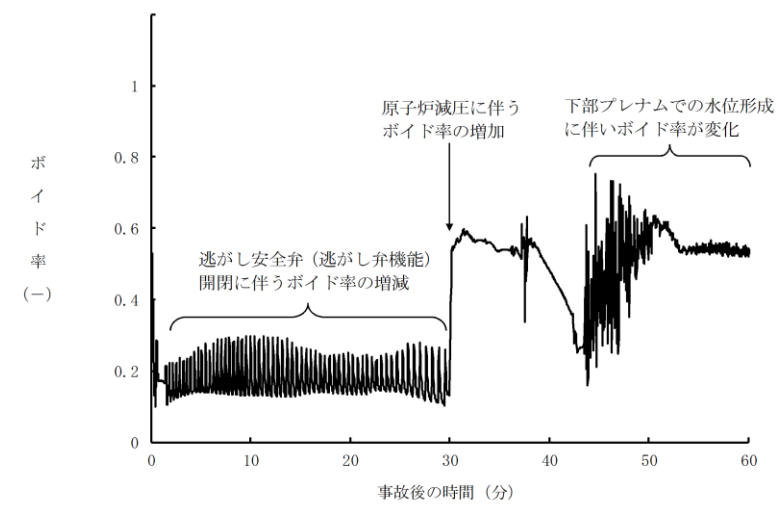
第 2.6-12 図 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率の推移



第 2.6-13 図 平均出力燃料集合体のボイド率の推移



第 2.6.2-1(9) 図 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率の推移

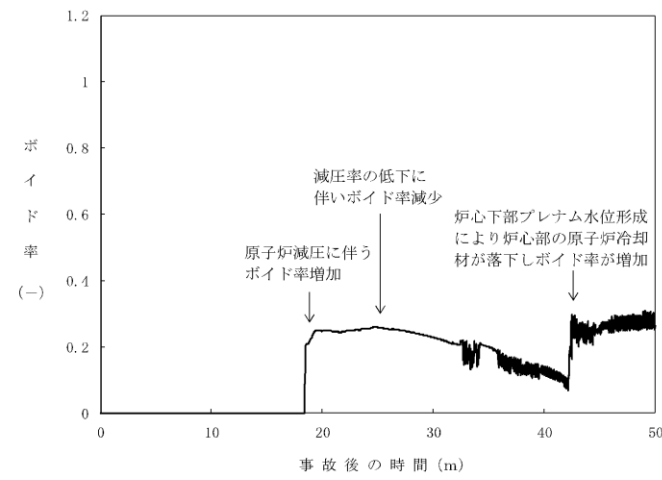


第 2.6.2-1(10) 図 平均出力燃料集合体のボイド率の推移

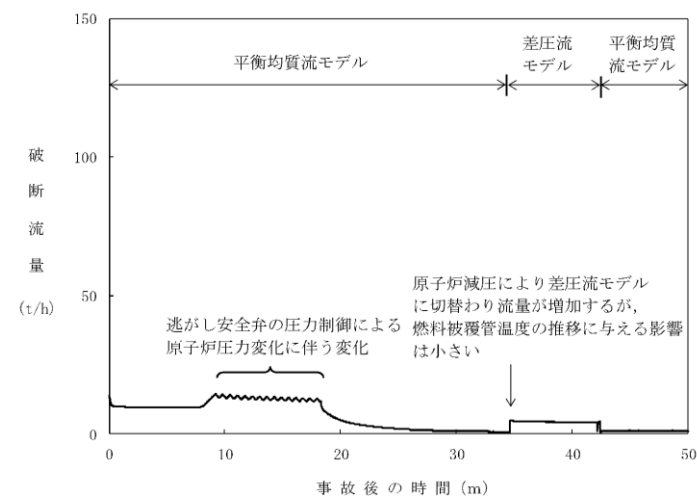
・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の違いにより炉心露出時間に違いがあるためボイド率の推移が異なる。

【柏崎 6/7, 東海第二】
ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の違いにより炉心露出時間に違いがあるためボイド率の推移が異なる。

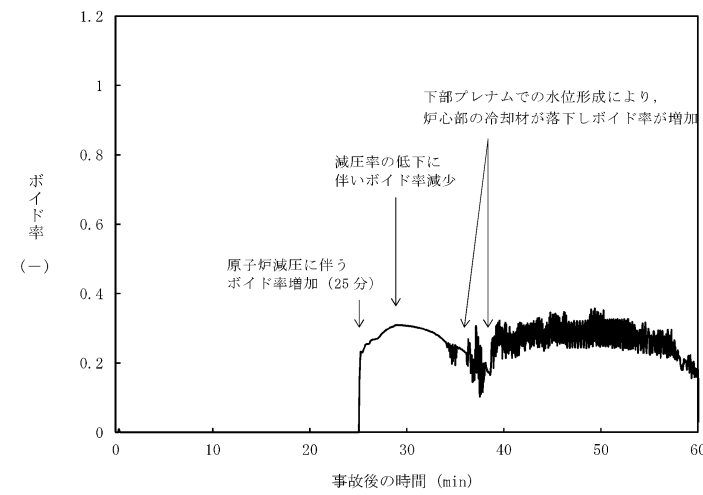
【柏崎 6/7】
島根 2号炉は、平均出力燃料集合体にて燃料被覆管の最高温度が発生しているため、高出力燃料集合体のボイド率を示している。



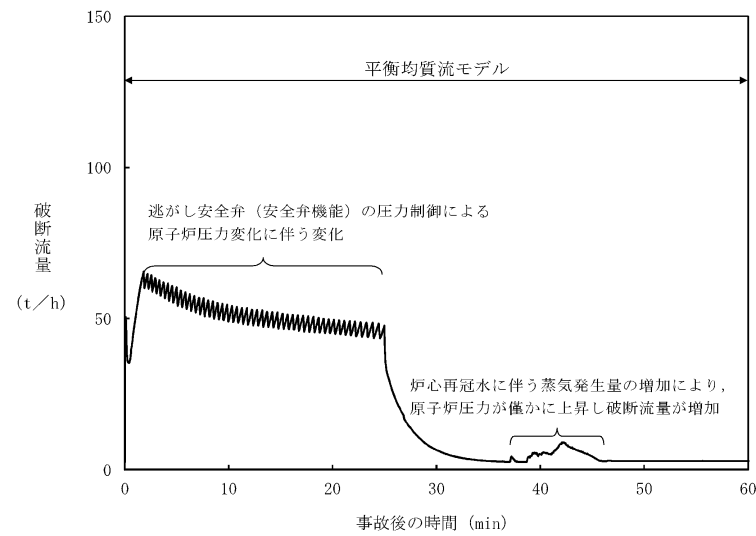
第 2.6.16 図 炉心下部プレナム部のボイド率の推移



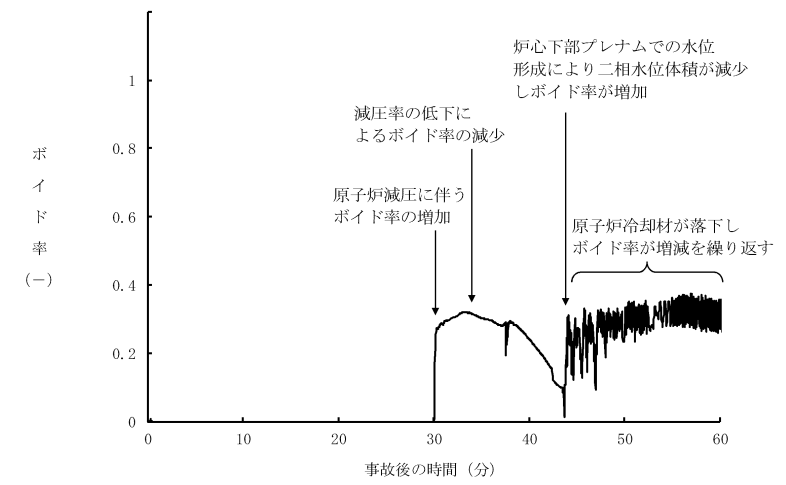
第 2.6.17 図 破断流量の推移



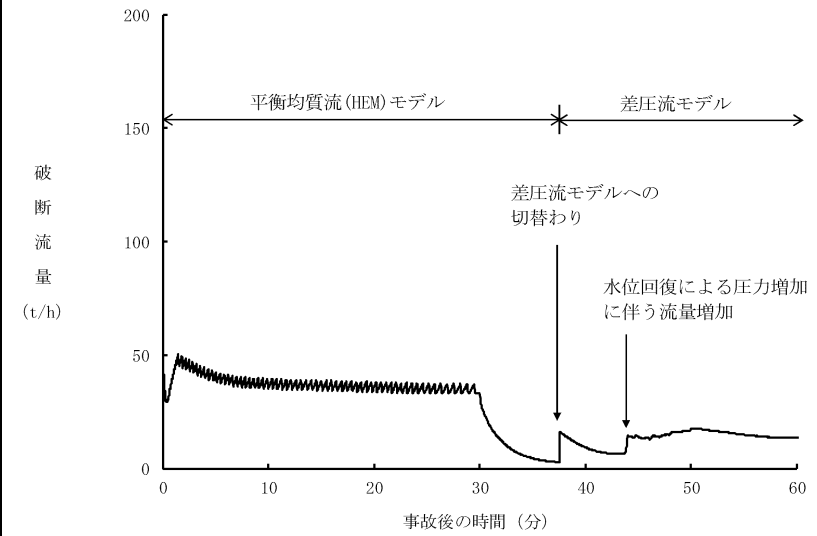
第 2.6-14 図 炉心下部プレナム部のボイド率の推移



第 2.6-15 図 破断流量の推移



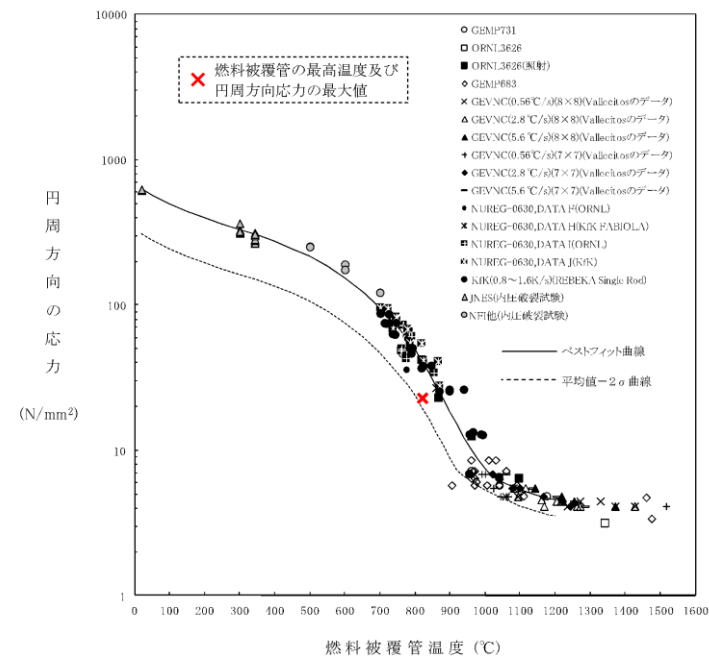
第 2.6.2-1(11) 図 炉心下部プレナム部のボイド率の推移



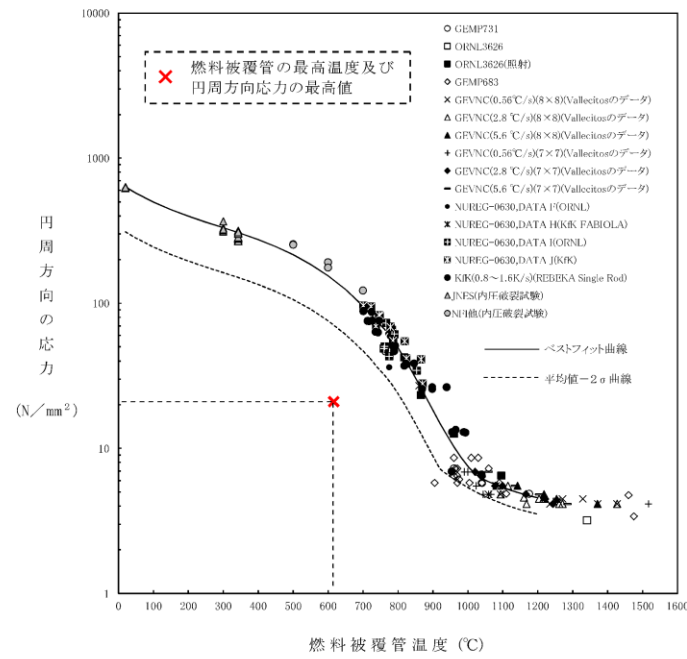
第 2.6.2-1(12) 図 破断流量の推移

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の違いにより炉心露出時間に違いがあるためボイド率の推移が異なる。

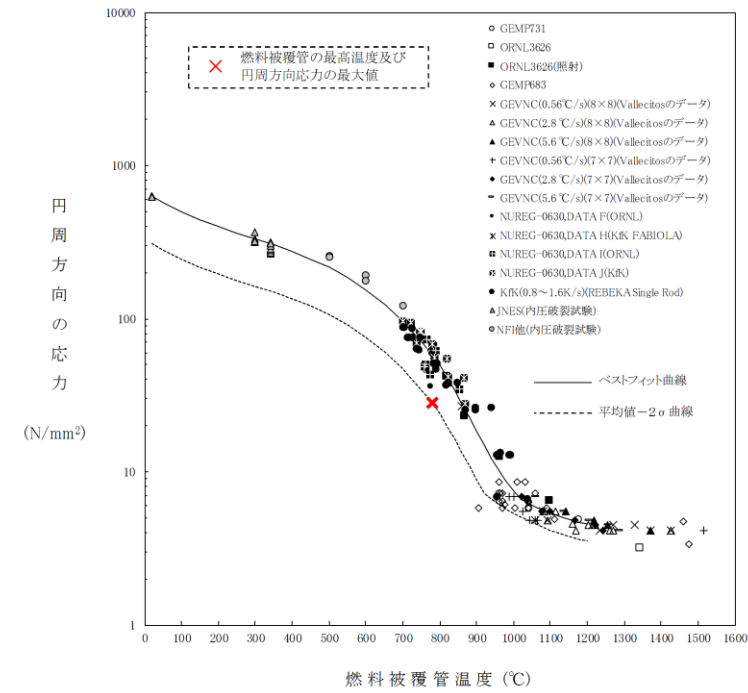
【柏崎 6/7, 東海第二】
破断面積の違いに起因する破断流量の差異。



第2.6.18図 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係

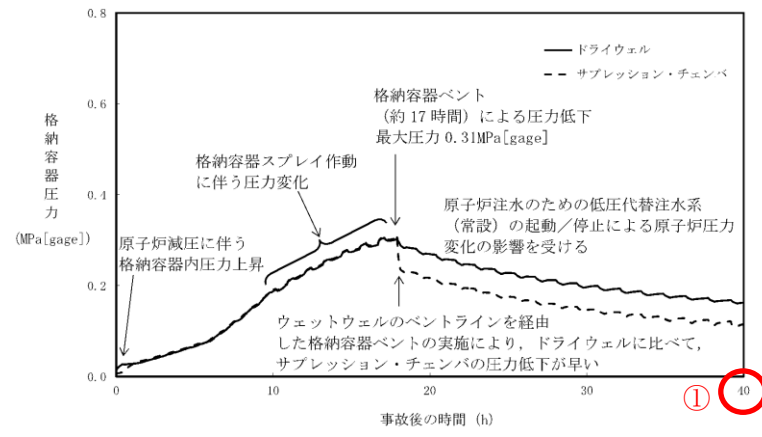


第2.6-16図 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係

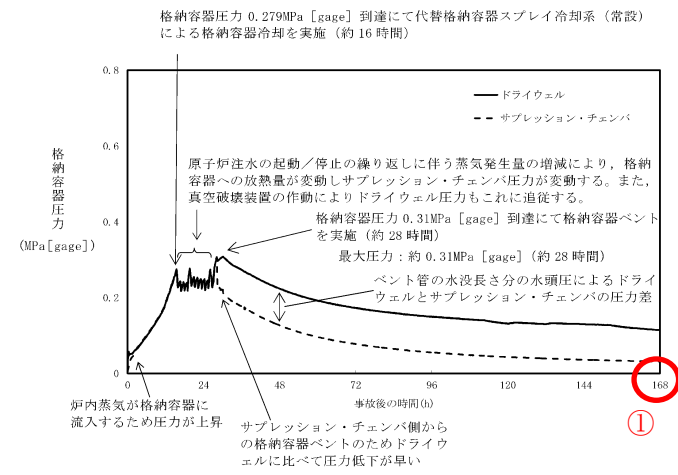


第2.6.2-1(13)図 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係

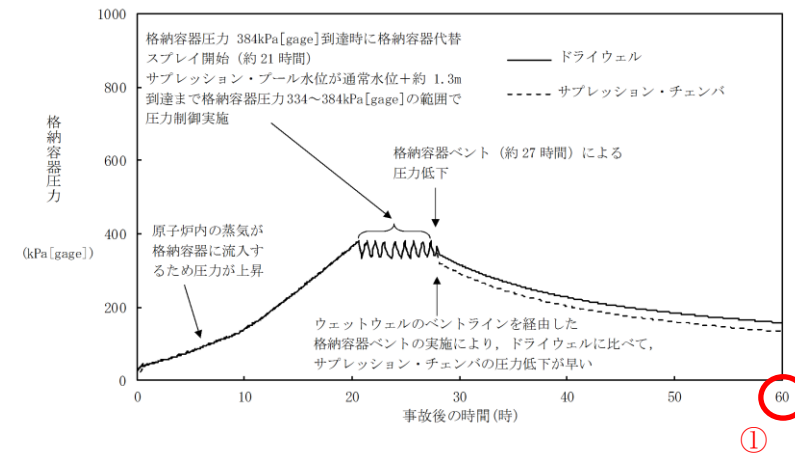
・解析結果の相違
【柏崎6/7, 東海第二】
破断面積設定の考え方の違いによる相違。



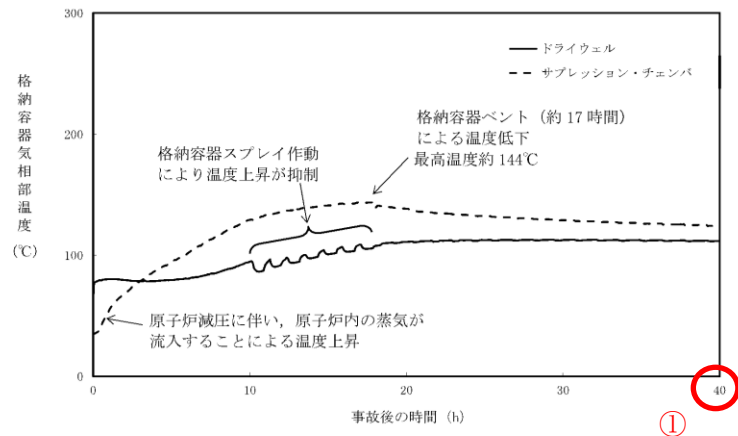
第 2.6.19 図 格納容器圧力の推移



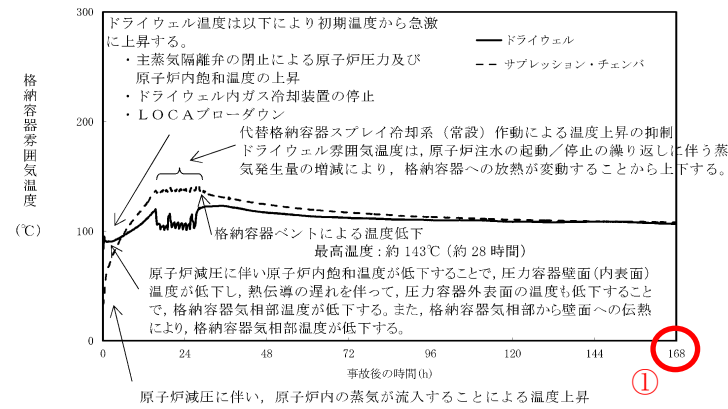
第 2.6-17 図 格納容器圧力の推移



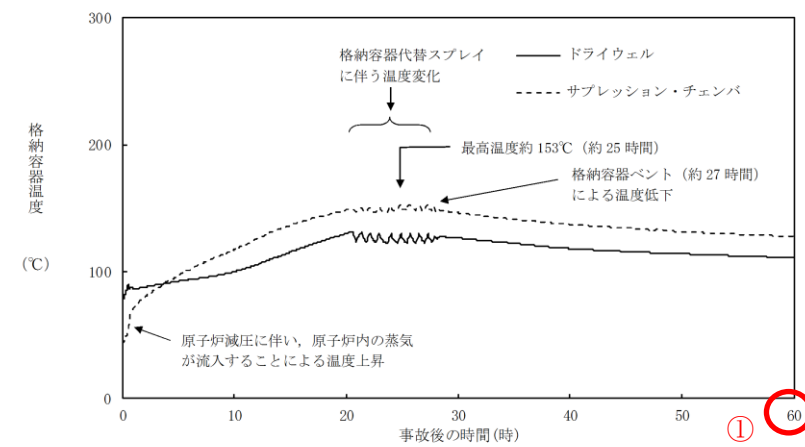
第 2.6.2-1(14) 図 格納容器圧力の推移



第 2.6.20 図 格納容器気相温度の推移

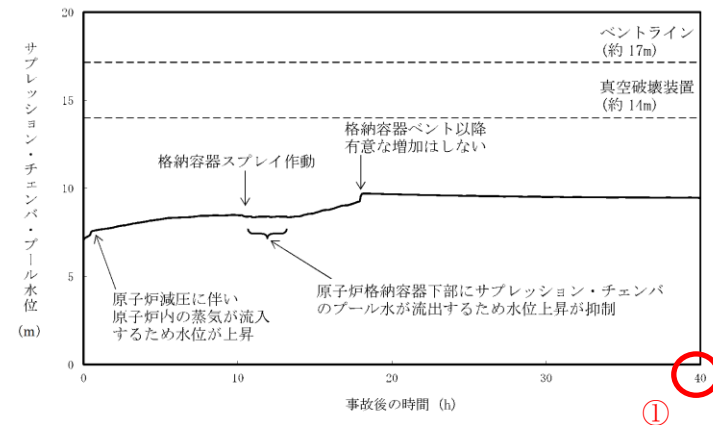


第 2.6-18 図 格納容器雰囲気温度の推移

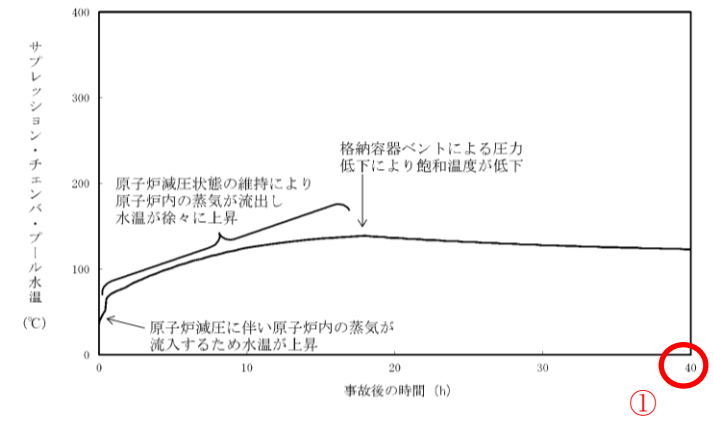


第 2.6.2-1(15) 図 格納容器温度の推移

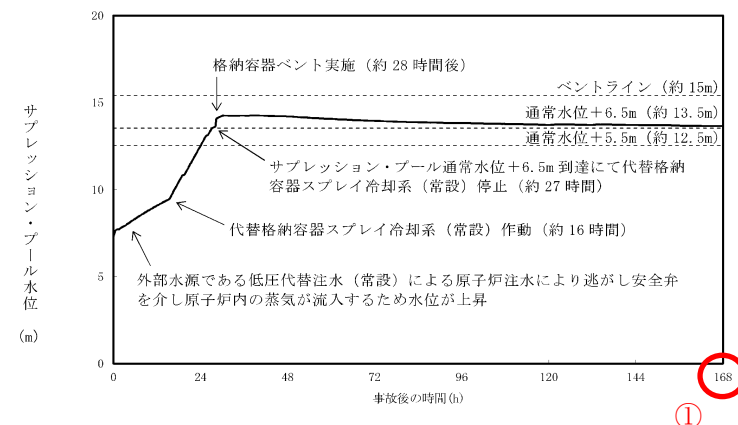
・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
①解析時間の相違。



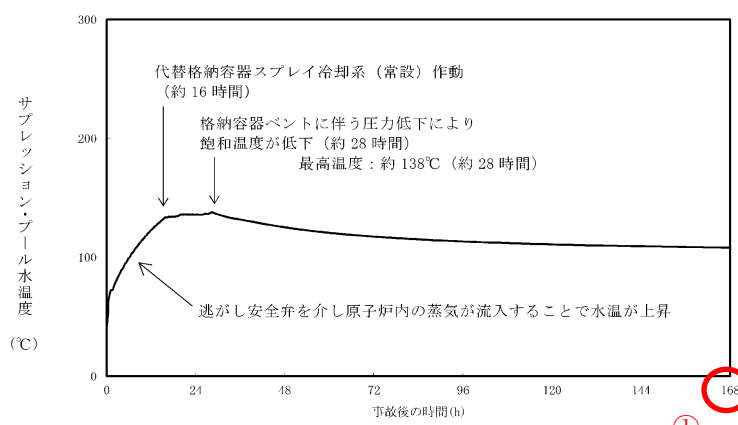
第2.6.21 図 サプレッション・チェンバ・プール水位の推移



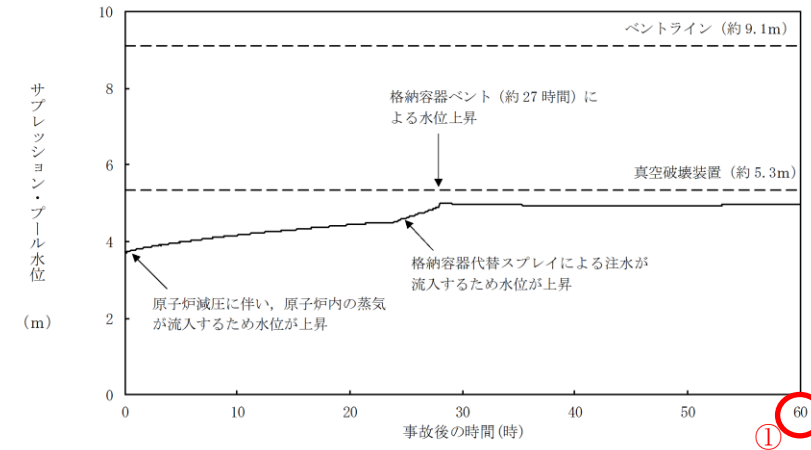
第2.6.22 図 サプレッション・チェンバ・プール水温の推移



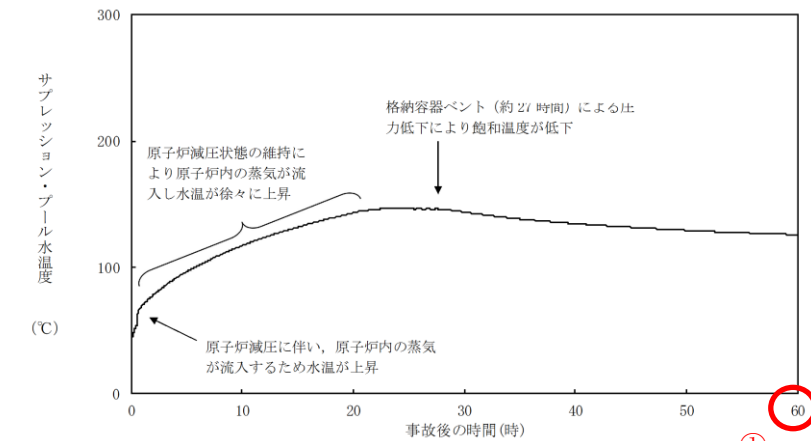
第2.6-19 図 サプレッション・プール水位の推移



第2.6-20 図 サプレッション・プール水温度の推移

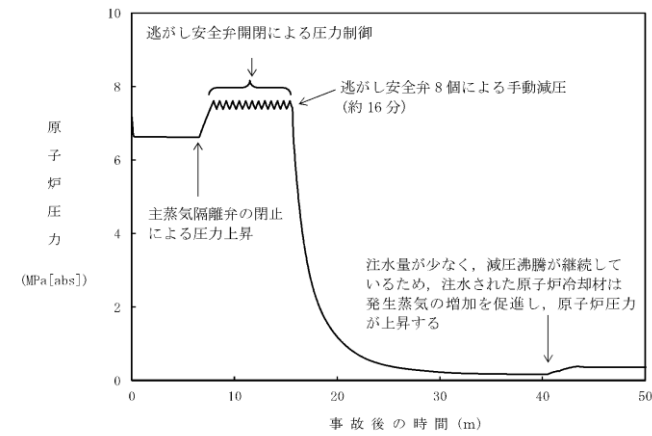


第2.6.2-1(16) 図 サプレッション・プール水位の推移

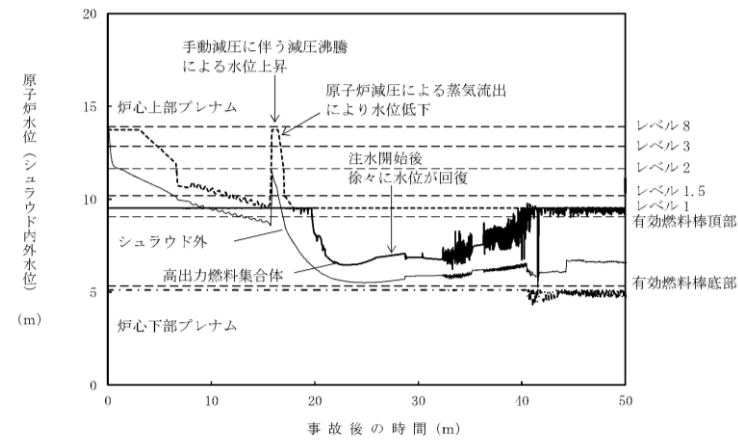


第2.6.2-1(17) 図 サプレッション・プール水温度の推移

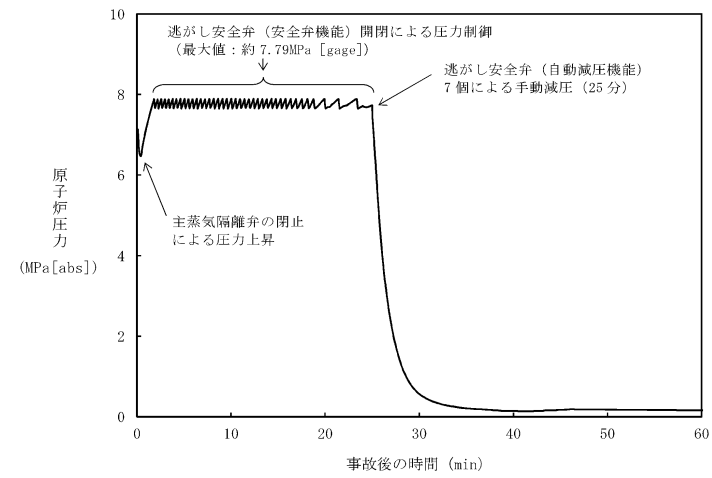
【柏崎6/7, 東海第二】
①解析時間の相違。



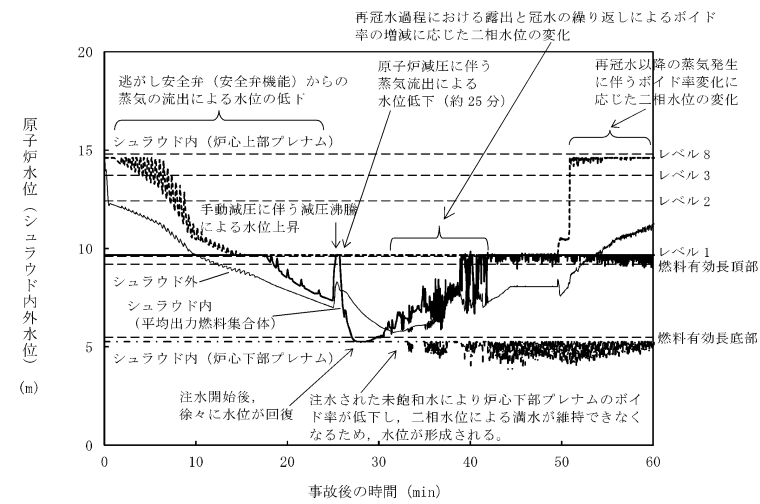
第 2.6.23 図 原子炉圧力の推移 (破断面積 : 5.6cm²)



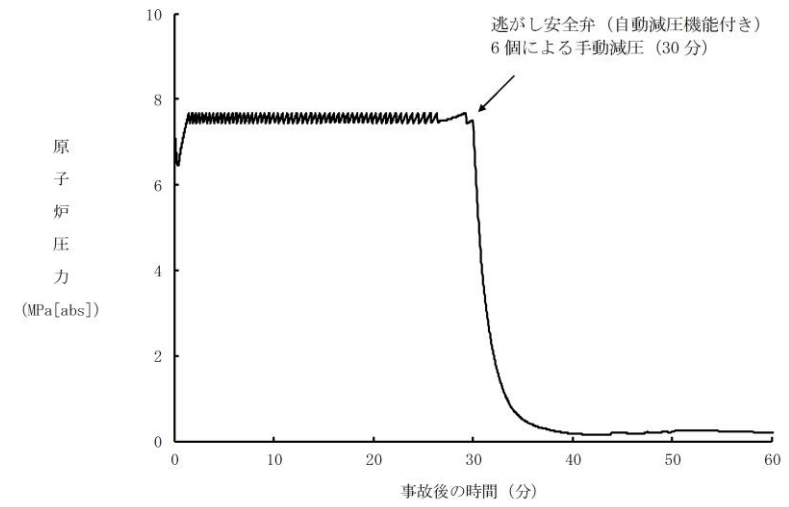
第 2.6.24 図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移 (破断面積 : 5.6cm²)



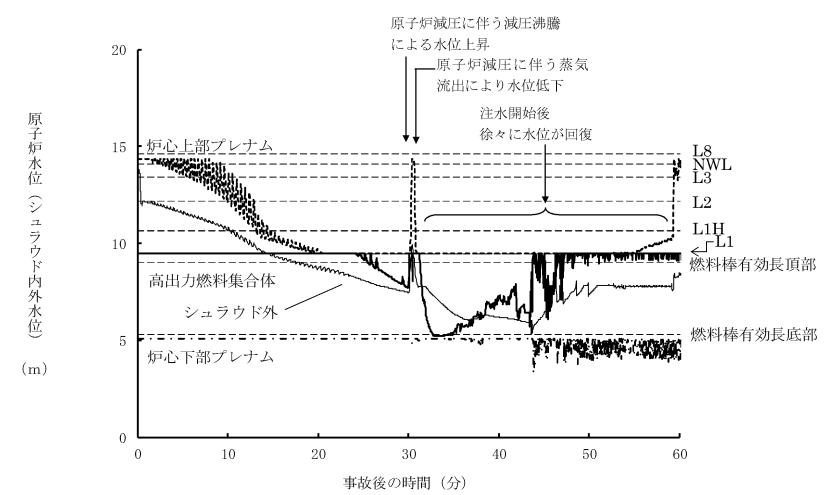
第 2.6-21 図 原子炉圧力の推移 (約 9.5cm²の破断)



第 2.6-22 図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) (約 9.5cm²の破断)

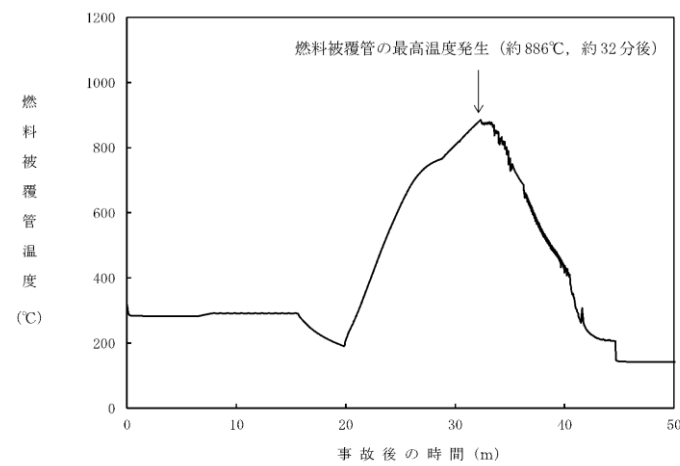


第 2.6.3-1(1) 図 原子炉圧力の推移 (約 4.2cm²の破断)

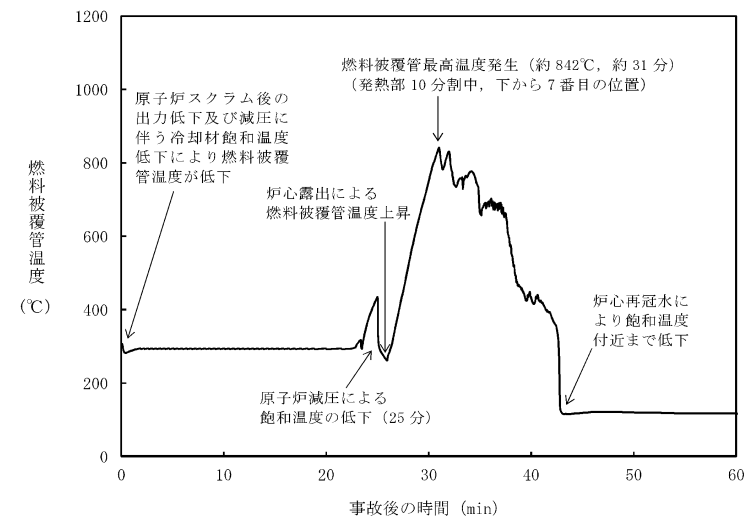


第 2.6.3-1(2) 図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) (約 4.2cm²の破断)

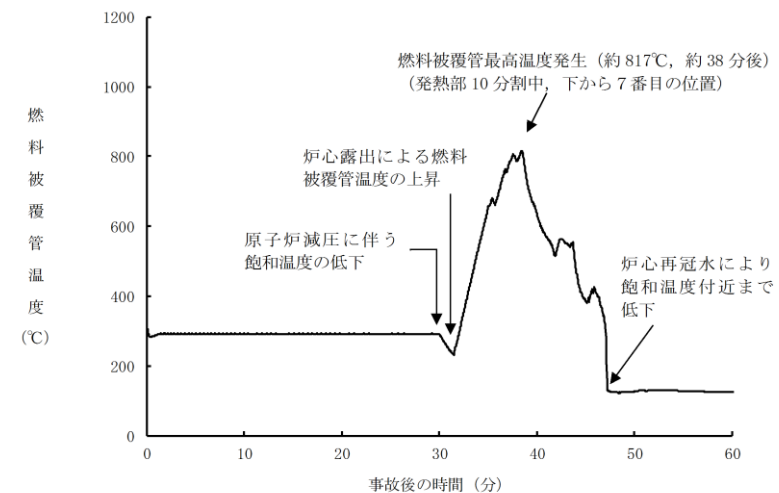
・解析結果の相違
 【柏崎 6/7, 東海第二】



第 2. 6. 25 図 燃料被覆管温度の推移 (破断面積 : 5. 6cm²)

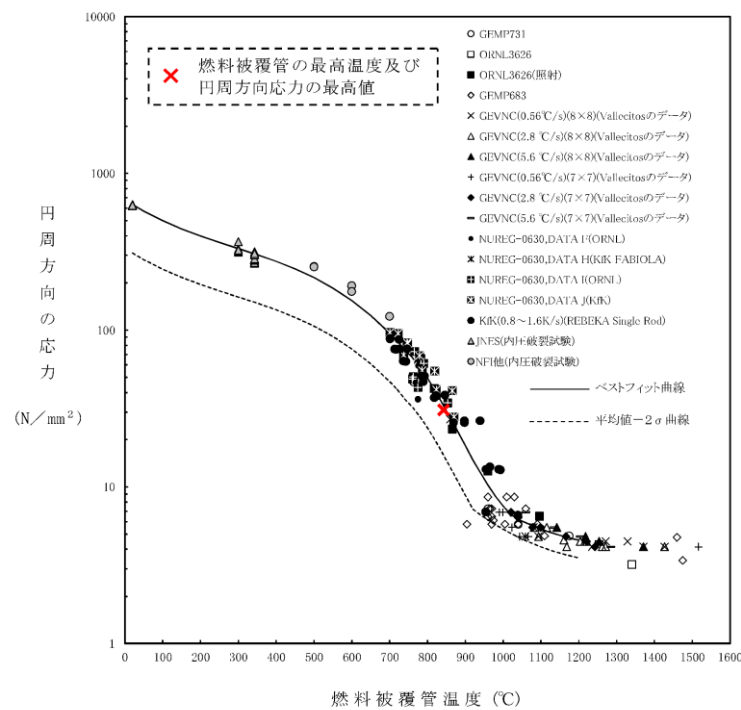


第 2. 6-23 図 燃料被覆管温度の推移 (約 9. 5cm²の破断)

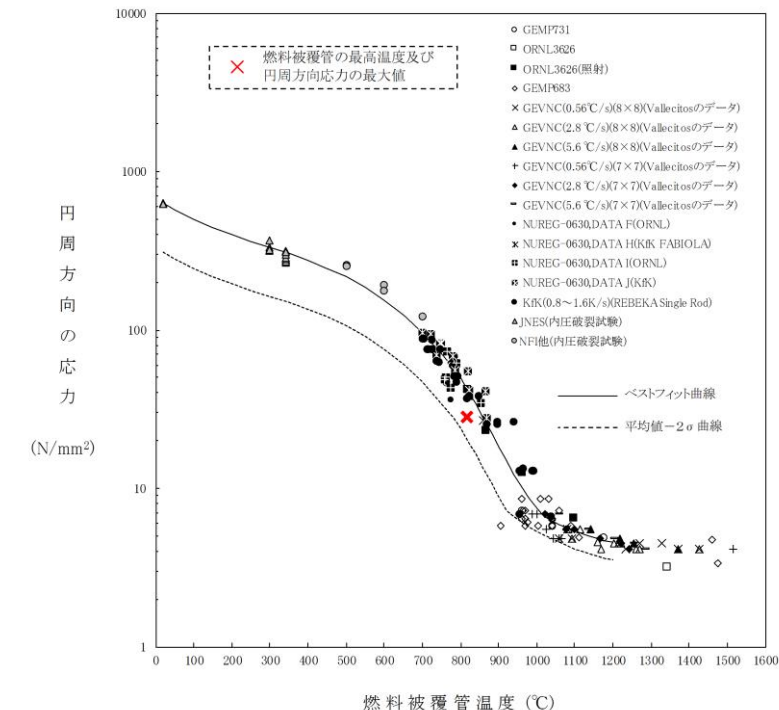


第 2. 6. 3-1(3)図 燃料被覆管温度の推移 (約 4. 2cm²の破断)

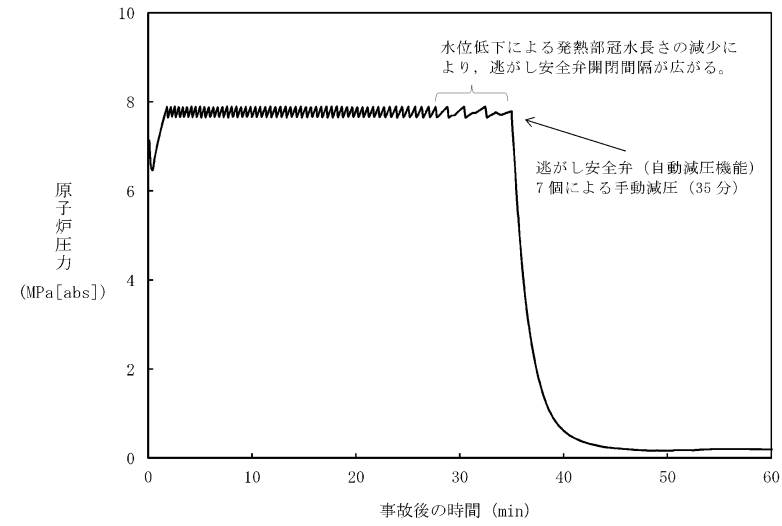
・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】



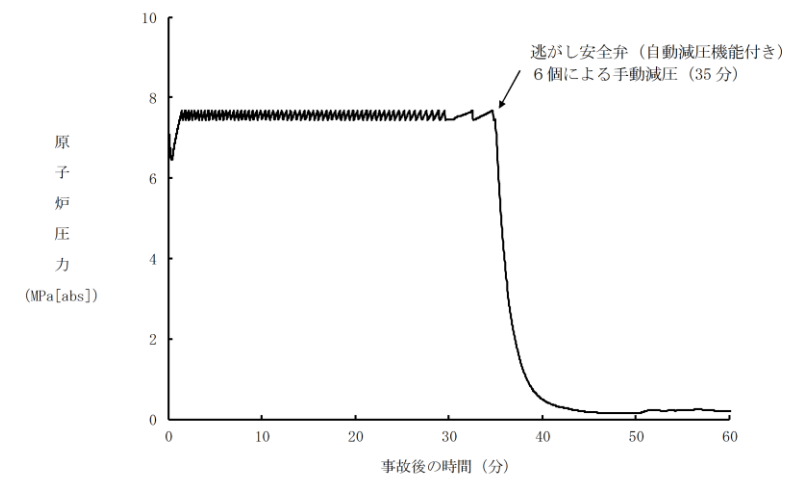
第 2. 6-24 図 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係 (約 9. 5cm²の破断)



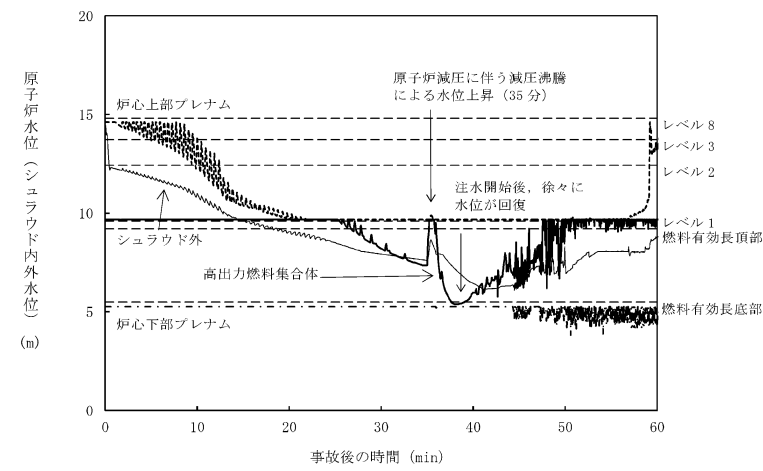
第 2. 6. 3-1(4)図 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係 (約 4. 2cm²の破断)



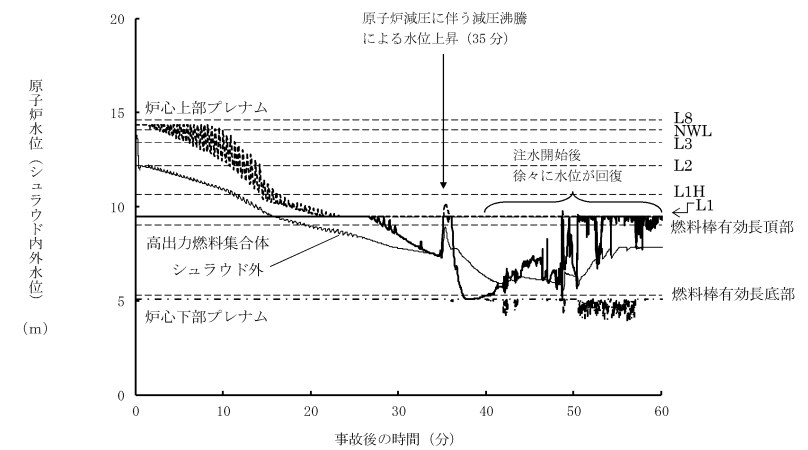
第 2.6-25 図 原子炉圧力の推移 (遅れ時間 10 分)



第 2.6.3-1(5)図 原子炉圧力の推移 (遅れ時間 5分)

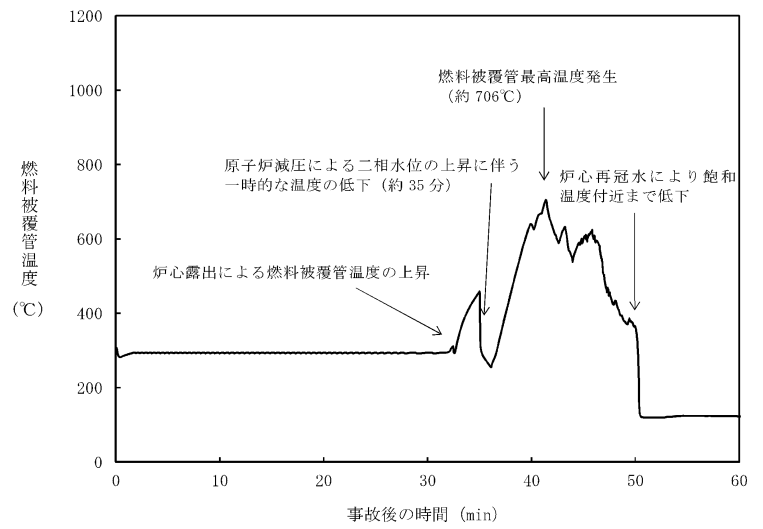


第 2.6-26 図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移 (遅れ時間 10 分)

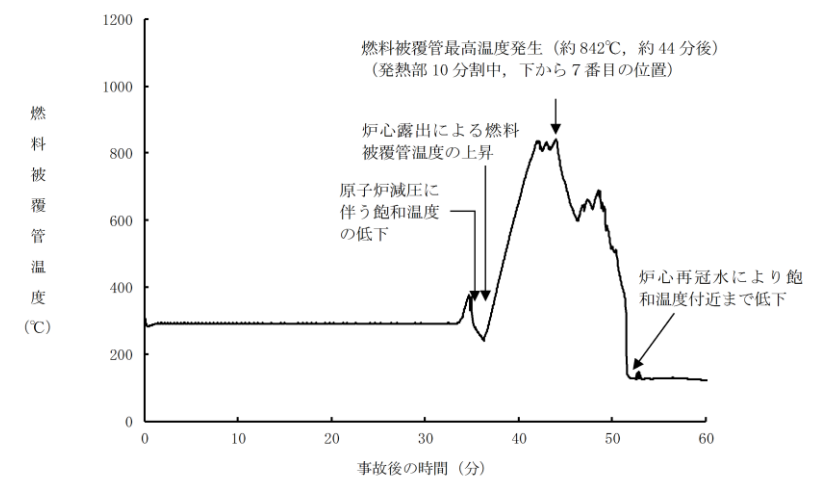


第 2.6.3-1(6)図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移 (遅れ時間 5分)

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】



第 2.6-27 図 燃料被覆管温度の推移 (遅れ時間 10 分)



第 2.6.3-1(7)図 燃料被覆管温度の推移 (遅れ時間 5 分)

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

第 2.6.1 表 「LOCA 時注水機能喪失」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
外部電源喪失及び原子炉スクラム確認	原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の破損等による外部電源喪失となり、原子炉スクラムしたことを確認する。	【非常用ディーゼル発電機】 【軽油タンク】	平均出力領域モニタ 起動領域モニタ
高圧・低圧注水機能喪失確認	原子炉水位による自動起動機が動作するが、各ポンプの自動起動失敗又は各ポンプの系統流量計の指示が上昇しないことにより高圧・低圧注水機能喪失を確認する。	-	原子炉水位 (SA) 原子炉水位 (SB) 【原子炉隔離時冷却系系統流量】 【高圧炉心注水系統流量】 【残留熱除去系ポンプ吐出圧力】
高圧代替注水による原子炉注水	高圧・低圧注水機能喪失確認後、高圧代替注水系統を起動し、原子炉水位を回復する。	高圧代替注水 燃料貯蔵タンク	原子炉水位 (SA) 高圧代替注水系統流量 高圧代替注水圧力 (SA)
逃がし安全弁による原子炉急減圧	高圧・低圧注水機能喪失確認後、低圧代替注水系統 (常設) を急減圧する。逃がし安全弁を起動し、原子炉急減圧を行う。	高圧代替注水 燃料貯蔵タンク	原子炉圧力 (SA) 原子炉圧力 (SB)
低圧代替注水系統 (常設) による原子炉注水	逃がし安全弁による原子炉急減圧により、低圧代替注水系統 (常設) の系統圧力を下回ると原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。原子炉水位は原子炉水位低 (レベル 3) から原子炉水位低 (レベル 8) の間で維持する。	可搬型代替注水ポンプ (A・2級) タンクローリ (4L)	原子炉圧力 (SA) 原子炉圧力 (SB) 高圧代替注水系統流量 (RR-B 系代替注水流量) 燃料貯蔵タンク内圧力 (D/C) 燃料貯蔵タンク内圧力 (S/C) 原子炉水位 (SA) 原子炉水位 (SB) 高圧代替注水系統流量 (RR-B 系代替注水流量) 高圧代替注水圧力 (SA)
代替燃料貯蔵タンク (常設) による原子炉注水	格納容器圧力が 0.18MPa (Level 1) に到達した直後、代替燃料貯蔵タンク (常設) により原子炉注水を供給する。格納容器圧力が 0.18MPa (Level 1) に到達した直後、代替燃料貯蔵タンク (常設) により原子炉注水を供給する。格納容器圧力は、代替燃料貯蔵タンク (常設) により原子炉注水が開始されるまで、0.18MPa (Level 1) を維持する。	可搬型代替注水ポンプ (A・2級) タンクローリ (4L)	格納容器内圧力 (D/C) 格納容器内圧力 (S/C) サブプレッジョン・チェンバ・プール水位 燃料貯蔵タンク内圧力 (D/C) 燃料貯蔵タンク内圧力 (S/C) 原子炉水位 (SA) 原子炉水位 (SB) 高圧代替注水系統流量 (RR-B 系代替注水流量) 高圧代替注水圧力 (SA)
格納容器圧力逃がし装置等による原子炉急減圧	格納容器圧力逃がし装置等による原子炉急減圧が実施される。	燃料貯蔵タンク	格納容器内圧力 (D/C) 格納容器内圧力 (S/C) サブプレッジョン・チェンバ・プール水位 燃料貯蔵タンク内圧力 (D/C) 燃料貯蔵タンク内圧力 (S/C) 原子炉水位 (SA) 原子炉水位 (SB) 高圧代替注水系統流量 (RR-B 系代替注水流量) 高圧代替注水圧力 (SA)

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

第 2.6-1 表 LOCA 時注水機能喪失における重大事故等対策について (1/3)

確認及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
外部電源喪失及び原子炉スクラム確認	原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の破損等による外部電源喪失となり、原子炉スクラムしたことを確認する。	非常用ディーゼル発電機 軽油貯蔵タンク	-	平均出力領域計装* 起動領域計装*
高圧・低圧注水機能喪失確認	原子炉水位による自動起動機が動作するが、各ポンプの自動起動失敗又は各ポンプの系統流量又は吐出圧力の指示が上昇しないことにより高圧・低圧注水機能喪失を確認する。	-	-	原子炉水位 (SA 広帯域) 原子炉水位 (SA 燃料域) 原子炉水位 (広帯域) 原子炉水位 (燃料域) 高圧炉心サブプレイ系系統流量* 低圧炉心サブプレイ系ポンプ吐出圧力* 残留熱除去系ポンプ吐出圧力*
高圧代替注水による原子炉注水	高圧注水機能喪失確認後、高圧代替注水系統を起動し、原子炉水位を回復する。	高圧代替注水系統 サブプレッジョン・チェンバ*	-	原子炉水位 (SA 広帯域) 原子炉水位 (SA 燃料域) 原子炉水位 (広帯域) 原子炉水位 (燃料域) 高圧代替注水系統流量
逃がし安全弁による原子炉急減圧	高圧・低圧注水機能喪失確認後、常設低圧代替注水系統 (常設) を急減圧して、中央制御室にて逃がし安全弁 (自動減圧機能) 7 個を全開し、原子炉急減圧を実施する。	常設代替交流電源設備 常設低圧代替注水系統 逃がし安全弁 (自動減圧機能)* 軽油貯蔵タンク	-	原子炉圧力 (SA)

* 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
② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

第 2.6.1-1 表 「LOCA 時注水機能喪失」の重大事故等対策について (1/3)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計装設備
外部電源喪失及び原子炉スクラム確認	原子炉の出力運転中に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の破損等による外部電源喪失となり、原子炉スクラムしたことを確認する。	【非常用ディーゼル発電機等】* 【非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等】*	-	平均出力領域計装*
高圧・低圧注水機能喪失確認	各ポンプの起動失敗又は各ポンプの出口流量の指示が上昇しないことにより高圧・低圧注水機能喪失を確認する。	-	-	原子炉水位 (SA) 原子炉水位 (広帯域)* 原子炉水位 (燃料域)* 【原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量】* 【高圧炉心サブプレイポンプ出口流量】* 【残留熱除去ポンプ出口圧力】* 【低圧炉心サブプレイポンプ出口圧力】*
高圧原子炉代替注水による原子炉注水	高圧・低圧注水機能喪失確認後、高圧原子炉代替注水系統を起動し、原子炉水位を回復する。	高圧原子炉代替注水系統 サブプレッジョン・チェンバ*	-	原子炉水位 (SA) 原子炉水位 (広帯域)* 原子炉水位 (燃料域)* 高圧原子炉代替注水流量
逃がし安全弁による原子炉急減圧	高圧・低圧注水機能喪失確認後、低圧原子炉代替注水系統 (常設) を起動し、中央制御室にて逃がし安全弁 (自動減圧機能付き) 6 個を全開し、原子炉急減圧を実施する。	常設代替交流電源設備 低圧原子炉代替注水ポンプ 逃がし安全弁 (自動減圧機能付き)*	-	原子炉圧力 (SA) 原子炉圧力*

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

備考
本文比較表に記載の差異以外で主要な差異について記載。
・記載方針の相違
【柏崎 6/7】
①島根 2 号炉は、既許可の対象設備を重大事故等対処設備として位置付けるものを明確化している。
【東海第二】
②島根 2 号炉は、重大事故等時に設計基準対処施設としての機能を期待する設備を「重大事故等対処設備 (設計基準拡張)」と位置付けている。

第 2.6-1-1 表 LOCA 時注水機能喪失における重大事故等対策について (2 / 3)

確認及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計表設備
低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水	逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、低圧代替注水系 (常設) の系統圧力を下回ると原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。原子炉水位は、原子炉水位低 (レベル 3) から原子炉水位高 (レベル 8) の間で維持する。	常設代替交流電源設備 常設低圧代替注水系ポンプ 代替淡水貯槽 西側貯蔵タンク 軽油貯蔵タンク 可搬型設備用軽油タンク	可搬型代替注水中型ポンプ タンクローリ	原子炉圧力 (SA) 原子炉圧力* 原子炉水位 (SA 広帯域) 原子炉水位 (SA 燃料域) 原子炉水位 (広帯域)* 原子炉水位 (燃料域)* 低圧代替注水系原子炉注水流量 (常設ライン用) 代替淡水貯槽水位
代替循環冷却系による原子炉注水及び格納容器除熱	代替循環冷却系を起動し、原子炉注水を実施する。また、格納容器圧力が 0.245MPa [gauge] に到達した場合は、格納容器スプレイを実施する。	緊急用海水系 代替循環冷却系 サブレーション・チェンバ* サブレーション・チェンバ圧力 サブレーション・プールの水温度 原子炉水位 (SA 広帯域) 原子炉水位 (SA 燃料域) 原子炉水位 (広帯域)* 原子炉水位 (燃料域)* 代替循環冷却系原子炉注水流量 代替格納容器スプレイ流量	-	原子炉圧力 (SA) 原子炉圧力* ドライウエル圧力 サブレーション・チェンバ圧力 サブレーション・プールの水温度 原子炉水位 (SA 広帯域) 原子炉水位 (SA 燃料域) 原子炉水位 (広帯域)* 原子炉水位 (燃料域)* 代替循環冷却系原子炉注水流量 代替格納容器スプレイ流量

②

* 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
：有効性評価上考慮しない操作

第 2.6.1-1 表 「LOCA 時注水機能喪失」の重大事故等対策について (2 / 3)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬型設備	計表設備
低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉注水	逃がし安全弁 (自動減圧機能付き) による原子炉急速減圧により、低圧原子炉代替注水系 (常設) の系統圧力を下回ると原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。原子炉水位は原子炉水位低 (レベル 3) から原子炉水位高 (レベル 8) の間で維持する。	常設代替交流電源設備 非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等* 低圧原子炉代替注水ポンプ 低圧原子炉代替注水貯槽	大量送水車 タンクローリ	原子炉圧力 (SA) 原子炉圧力* 原子炉水位 (SA) 原子炉水位 (広帯域)* 原子炉水位 (燃料域)* 代替注水流量 (常設) 低圧原子炉代替注水貯槽水位
格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による原子炉格納容器冷却	格納容器圧力が 384kPa [gauge] に到達した場合、格納容器代替スプレイ系 (可搬型) により原子炉格納容器冷却を実施する。 格納容器圧力が 334kPa [gauge] まで降下した場合、又はサブレーション・プールの水位が通常水位 + 約 1.3m に到達した場合は、格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による格納容器スプレイを停止する。	非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等* 代替注水流量 (常設) 低圧原子炉代替注水貯槽	大量送水車 タンクローリ	ドライウエル圧力 (SA) サブレーション・チェンバ圧力 (SA) 格納容器代替スプレイ流量 サブレーション・プールの水位 (SA)

②

*：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
【 】：重大事故等対処設備 (設計基準拡張)

第2.6-1 表 LOCA時注水機能喪失における重大事故等対策について (3/3)

確認及び操作	手 順	重大事故等対処設備	
		常設設備	可搬型設備
代替格納容器スプレイ冷却系(常設)による格納容器冷却	格納容器圧力が0.279MPa [gage] に到達した場合、代替格納容器スプレイ冷却系(常設)により格納容器冷却を実施する。また、低圧代替注水系(常設)による原子炉注水を継続する。	常設代替交流電源設備 常設低圧代替注水系ポンプ 代替淡水貯槽 西側淡水貯水設備 軽油貯蔵タンク 可搬型設備用軽油タンク	可搬型代替注水中型ポンプ タンクローリー
格納容器圧力逃がし装置による格納容器除熱	格納容器圧力が0.31MPa [gage] に到達した場合、格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を実施する。	格納容器圧力逃がし装置 耐圧強化ベント系	ドライウエル圧力 サブプレッション・チェンバ圧力 サブプレッション・プール水位 格納容器雰囲気放射線モニタ(D/W) 格納容器雰囲気放射線モニタ(S/C) フィルタ装置圧力 フィルタ装置出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)

②

* 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

第2.6.1-1 表 「LOCA時注水機能喪失」の重大事故等対策について (3/3)

判断及び操作	手 順	重大事故等対処設備	
		常設設備	可搬型設備
格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱	サブプレッション・プール水位が通常水位+約1.3mに到達した場合、格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を実施する。	格納容器フィルタベント系	ドライウエル圧力(SA) サブプレッション・チェンバ圧力(SA) サブプレッション・プール水位(SA) 格納容器雰囲気放射線モニタ(ドライウエル)* 格納容器雰囲気放射線モニタ(サブプレッション・チェンバ)* スクラバ容器水位 スクラバ容器圧力 第1ベントフィルタ出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)

②

*：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
【 】：重大事故等対処設備(設計基準拡張)

第2.6.2表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (1/4)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード	原子炉側：SAFER, CHASTE 原子炉格納容器側：MAAP	-
原子炉熱出力	3, 926MW	定格原子炉熱出力として設定
原子炉圧力	7. 07MPa [gage]	定格原子炉圧力として設定
原子炉水位	通常運転水位 (セパレータスカスタ下端から+119cm)	通常運転時の原子炉水位として設定
炉心流量	52, 200t/h	定格流量として設定
炉心入口温度	約 278℃	熱平衡計算による値
炉心入口サブクール度	約 10℃	熱平衡計算による値
燃料	9×9燃料 (A型)	-
最大線出力密度	44. 0kW/m	① 設計限界値として設定
原子炉停止後の崩壊熱	ANSI/ANS-5. 1-1979 燃焼度 33GWd/t	② サイクル末期の燃焼度のばらつきを考慮し、10%の保守性を考慮して設定
格納容器容積 (ドライウエル)	7, 350m ³	③ ドライウエル内体積の設計値 (定体積から内部機器及び構造物の体積を除いた値)
格納容器容積 (ウェットウエル)	空間部：5, 960m ³ 液相部：3, 580m ³	④ ウェットウエル内体積の設計値 (内部機器及び構造物の体積を除いた値)
真空破壊装置	3, 43kPa (ドライウエル・サブプレッション・チェンバ間差圧)	真空破壊装置の設定値
サブプレッション・チェンバ・プール水位	7, 05m (通常運転水位)	⑤ 通常運転時のサブプレッション・チェンバ・プール水位として設定
サブプレッション・チェンバ・プール水温	35℃	通常運転時のサブプレッション・チェンバ・プール水温の上限値として設定
格納容器圧力	5, 2kPa [gage]	通常運転時の格納容器圧力として設定
格納容器温度	57℃	⑥ 通常運転時の格納容器温度として設定
外部水源の温度	50℃ (事象開始12時間以降は45℃, 事象開始24時間以降は40℃)	⑦ 復水移送ポンプ吐出温度を参考に設定

第2.6-2表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (1/5)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード	原子炉側：SAFER 格納容器側：MAAP	-
原子炉熱出力	3, 293MW	定格原子炉熱出力として設定
原子炉圧力 (圧力容器ドーム部)	6. 93MPa [gage]	定格原子炉圧力として設定
原子炉水位	通常運転水位 (セパレータスカート下端から+126 cm)	通常運転時の原子炉水位として設定
炉心流量	48, 300t/h	定格流量として設定
炉心入口温度	約 278℃	熱平衡計算による値
炉心入口サブクール度	約 9℃	熱平衡計算による値
燃料	9×9燃料 (A型)	-
最大線出力密度	44. 0kW/m	① 通常運転時の熱的制限値として設定
原子炉停止後の崩壊熱	ANSI/ANS-5. 1-1979 燃焼度 33GWd/t	② 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として設定
格納容器体積 (ドライウエル)	5, 700m ³	設計値
格納容器体積 (サブプレッション・チェンバ)	空間部：4, 100m ³ 液相部：3, 300m ³	③ 設計値 (通常運転時のサブプレッション・チェンバ水位の下限値として設定)

第2.6.2-1表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (1/4)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード	原子炉側：SAFER 原子炉格納容器側：MAAP	-
原子炉熱出力	2, 436MW	定格原子炉熱出力として設定
原子炉圧力	6. 93MPa [gage]	定格原子炉圧力として設定
原子炉水位	通常水位 (気水分離器下端から+83 cm)	通常運転時の原子炉水位として設定
炉心流量	35. 6×10 ⁴ t/h	定格炉心流量として設定
炉心入口温度	約 278℃	熱平衡計算による値
炉心入口サブクール度	約 9℃	熱平衡計算による値
燃料	9×9燃料 (A型)	9×9燃料 (A型)、9×9燃料 (B型) は熱力学的な特性は同等であり、その相違は燃料棒最大線出力密度の保守性に包絡されること、また、9×9燃料の方がMOX燃料よりも崩壊熱が大きく、燃料被覆管温度上昇の観点で厳しいため、MOX燃料の評価は9×9燃料 (A型) の評価に包絡されることを考慮し、代表的に9×9燃料 (A型) を設定
最大線出力密度	44. 0kW/m	① 通常運転時の熱的制限値を設定 (高出力燃料集合体)
原子炉停止後の崩壊熱	ANSI/ANS-5. 1-1979 燃焼度 33GWd/t	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
格納容器容積 (ドライウエル)	7, 900m ³	③ ドライウエル内体積の設計値 (内部機器及び構造物の体積を除いた値) を設定
格納容器容積 (サブプレッション・チェンバ)	空間部：4, 700m ³ 液相部：2, 800m ³	④ サブプレッション・チェンバ内体積の設計値 (内部機器及び構造物の体積を除いた値) を設定
真空破壊装置	3, 43kPa (ドライウエル・サブプレッション・チェンバ間差圧)	真空破壊装置の設定値を設定

- ・解析条件の相違
- 【柏崎6/7】
- ①条件設定は同じだが、通常運転時の熱的制限値を設定していることを明確に記載。
- 【東海第二】
- ②条件設定は同じだが、設定プロセスが異なり、平衡炉心サイクル末期の炉心平均燃焼度に対して、ばらつきとして10%の保守性を考慮し設定。
- 【柏崎6/7, 東海第二】
- ③島根2号炉及び柏崎6/7は、格納容器容積(サブプレッション・チェンバ)及びサブプレッション・プール水位の解析条件を通常水位で設定。東海第二では圧力抑制効果を厳しくする観点で、通常運転時のサブプレッション・プール水位の下限値を設定。

第 2.6.2 表 主要解析条件 (LOCA 時注水機能喪失) (2/4)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
起因事象	原子炉压力容器下部のドレン配管の破断 破断面積は 1cm ²	中小破断 LOCA に対する条件を下記に基づき設定 ・破断箇所は非常用炉心冷却系のような大配管を除いた中小配管 (計測配管を除く) のうち、流出量が大きくなる箇所として有効燃料棒頂部より低い位置にある配管を選定。原子炉压力容器下部のドレン配管の破断 LOCA は、液相の流出が長期的に継続し、原子炉の高圧状態が維持されるため、注水のための原子炉減圧が必要となり、厳しい事象となる ・破断面積は炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で、事故シナケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積として 1cm ² を設定
事故条件		
安全機能の喪失に対する仮定	高圧注水機能、低圧注水機能及び原子炉減圧機能喪失	高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心注水系の機能喪失を、低圧注水機能として残留熱除去系 (低圧注水モード) の機能喪失を設定。原子炉減圧機能として自動減圧系の機能喪失を設定
外部電源	外部電源なし	外部電源の有無を比較し、外部電源なしの場合は給復水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから、外部電源なしを設定

第 2.6-2 表 主要解析条件 (LOCA 時注水機能喪失) (2/5)

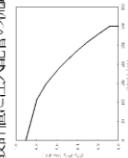
項目	主要解析条件	条件設定の考え方
初期条件	真空破壊装置 3.45kPa (ドライウエル・サブプレッション・チェンバール差圧) サブプレッション・プール水位 6.983m (通常運転範囲の下限値) サブプレッション・プール水温度 32℃ 格納容器圧力 5kPa [gauge] 格納容器雰囲気温度 57℃ 外部水源の温度 35℃	真空破壊装置の設定値 ③ 通常運転時のサブプレッション・プール水位の下限値として設定 通常運転時のサブプレッション・プール水温度の上限値として設定 ④ 通常運転時の格納容器圧力を包含する値 通常運転時の格納容器雰囲気温度 (ドライウエル内ガス冷却装置の設計温度) として設定 年間の気象条件変化を包含する高めの水温を設定
事故条件	再循環系配管の破断 破断面積は約 3.7cm ² 安全機能の喪失に対する仮定 高圧注水機能、低圧注水機能及び原子炉減圧機能喪失 外部電源	中小破断 LOCA に対する条件を下記に基づき設定 ・破断箇所は、冷却材の流出流量が大きくなるため炉心冷却の観点で厳しい液相部配管とし、液相部配管はシユラウド内外で燃料被覆管温度及び事象進展に有意な差がないことから、原子炉压力容器に接続される配管の中で接続位置が低く最大口径となる配管を選定 ・破断面積は炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で、事故シナケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積として約 3.7cm ² を設定 高圧注水機能として高圧炉心サブレイ系及び原子炉隔離時冷却系並びに低圧注水機能として低圧炉心サブレイ系及び残留熱除去系 (低圧注水系) の機能喪失を設定 原子炉減圧機能として自動減圧系の機能喪失を設定 外部電源なしの場合は給水・復水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから、外部電源なしを設定 また、原子炉スクラムまで炉心の冷却の観点で厳しくなり、外部電源がある場合を包含する条件として、原子炉スクラム低下 (レベル 2) にて発生するものとする

第 2.6.2-1 表 主要解析条件 (LOCA 時注水機能喪失) (2/4)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
初期条件	サブプレッション・プール水位 3.61m (通常運転水位) ③ サブプレッション・プール水温度 35℃ 格納容器圧力 5kPa [gauge] ④ 格納容器温度 57℃ 外部水源の温度 35℃	通常時のサブプレッション・プール水位として設定 通常時のサブプレッション・プール水温度の上限値として設定 ④ 通常運転時の格納容器圧力として設定 通常運転時の格納容器温度として設定 屋外貯水槽の水温度として実測値及び夏季の外気温度を踏まえて設定
事故条件	起因事象 再循環配管の破断 破断面積は約 3.1cm ² 安全機能の喪失に対する仮定 高圧注水機能喪失 低圧注水機能喪失 減圧機能喪失 外部電源	中小破断 LOCA に対する条件を下記に基づき設定 ・破断箇所は、冷却材の流出流量が大きくなるため炉心冷却の観点で厳しい液相部配管とし、液相部配管はシユラウド内外で燃料被覆管温度及び事象進展に有意な差がないことから、原子炉压力容器に接続される配管の中で接続位置が低く最大口径となる配管を選定 ・破断面積は炉心損傷防止対策の有効性を確認する上で、事故シナケンスグループ「LOCA 時注水機能喪失」の事象進展の特徴を代表できる破断面積として約 3.1cm ² を設定 高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心サブレイ系の機能喪失を、低圧注水機能として低圧炉心サブレイ系及び残留熱除去系 (低圧注水モード) の機能喪失を、減圧機能として自動減圧系の機能喪失を設定 外部電源なしの場合は復水・給水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから、外部電源なしを設定 また、原子炉スクラムまでの炉心の冷却の観点で厳しくなり、外部電源がある場合を包含する条件として、原子炉スクラム低下 (レベル 2) にて発生するものとする

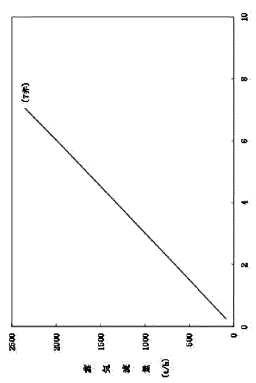
・解析条件の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
④島根 2号炉においても、通常運転時の格納容器温度はドライウエル冷却機にて制御されており、条件設定の考え方としては同様。

第2.6.2表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (3/4)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
原子炉スクラム信号	炉心流量急減 (遅れ時間: 2.05秒) 逃がし弁機能 7.51 MPa [gage] × 1 個, 363 t/h/個 7.58 MPa [gage] × 1 個, 367 t/h/個 7.65 MPa [gage] × 4 個, 370 t/h/個 7.72 MPa [gage] × 4 個, 373 t/h/個 7.79 MPa [gage] × 4 個, 377 t/h/個 7.86 MPa [gage] × 4 個, 380 t/h/個	安全保護系等の遅れ時間を考慮して設定 逃がし安全弁の逃がし弁機能の設計値として設定
逃がし安全弁	自動減圧機能付き逃がし安全弁の8個を閉する一時的原子炉急減圧の蒸気流量の関係 ⑤	逃がし安全弁の設計値に基づき蒸気流量及び原子炉圧力の関係から設定
低圧代替注水系 (常設)	最大300m ³ /hで注水、その後は炉心を冠水維持するよう注水	設計値に注入配管の液相圧損を考慮した値として設定 
代替格納容器スプレイ冷却系 (常設)	140m ³ /hにて原子炉格納容器内へスプレイ 格納容器圧力が0.62MPa [gage]における最大排出流量31.6kg/sに対して、原子炉格納容器二次隔離弁の中間開操作 (流路面積70%開) にて原子炉格納容器除熱	格納容器圧力及び温度抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、設定 格納容器圧力逃がし装置等の設定値を考慮して、格納容器圧力及び温度を低下させる排出流量を確保可能な弁開度として設定
格納容器圧力逃がし装置等		

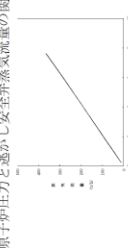
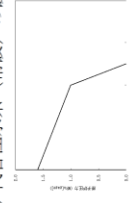
重大事故等対策に関連する機器条件

第2.6-2表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (3/5)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
原子炉スクラム信号	原子炉水位低 (レベル3) (遅れ時間: 1.05秒) 安全弁機能 7.79MPa [gage] × 2 個, 385.2t/h (1個当たり) 8.10MPa [gage] × 4 個, 400.5t/h (1個当たり) 8.17MPa [gage] × 4 個, 403.9t/h (1個当たり) 8.24MPa [gage] × 4 個, 407.2t/h (1個当たり) 8.31MPa [gage] × 4 個, 410.6t/h (1個当たり)	安全保護系等の遅れ時間を考慮して設定 逃がし安全弁の安全弁機能の設計値として設定
逃がし安全弁	逃がし安全弁 (自動減圧機能) の7個を閉することによる原子炉急減圧 ⑤ <原子炉圧力と逃がし安全弁7個の蒸気流量の関係> 	逃がし安全弁の設計値に基づき蒸気流量及び原子炉圧力の関係から設定

重大事故等対策に関連する機器条件

第2.6.2-1表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (3/4)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
原子炉スクラム信号	原子炉水位低 (レベル3) (遅れ時間: 1.05秒) 逃がし弁機能 7.58MPa [gage] × 2 個, 367t/h/個 7.65MPa [gage] × 3 個, 370t/h/個 7.72MPa [gage] × 3 個, 373t/h/個 7.79MPa [gage] × 4 個, 377t/h/個	保有水量の低下を保守的に評価するスクラム条件を設定 逃がし安全弁の逃がし弁機能の設計値として設定
逃がし安全弁	逃がし安全弁 (自動減圧機能付き) の6個を閉する一時的原子炉急減圧 (原子炉圧力と逃がし安全弁蒸気流量の関係) ⑤ 	逃がし安全弁の設計値に基づき蒸気流量及び原子炉圧力の関係から設定
低圧原子炉代替注水系 (常設)	最大250m ³ /hにて原子炉注水、その後は炉心を冠水維持可能な注水量に制御	低圧原子炉代替注水系 (常設) の設計値として設定 
格納容器代替スプレイ系 (可搬型)	120m ³ /hにて原子炉格納容器内へスプレイ	格納容器温度及び圧力抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、設定
格納容器フィルタバント系	格納容器圧力 427kPa [gage]における最大排出流量9.8kg/sに対して、第1弁の中央制御室からの遠隔操作による全開操作にて原子炉格納容器除熱	格納容器フィルタバント系の設計値として設定

重大事故等対策に関連する機器条件

・解析条件の相違
【東海第二】
⑤島根2号炉及び柏崎6/7は、逃がし安全弁1個当たりの蒸気流量をグラフに記載。

第2.6-2表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (4/5)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する機器条件	低圧代替注水系 (常設)	<p>常設低圧代替注水系ポンプ2台による注水特性</p>
	代替格納容器スプレイ冷却系 (常設)	
	最大 378m ³ /h (格納容器スプレイ実施前)	
	230m ³ /h (格納容器スプレイ実施中)	設計に基づき、併用時の注入先圧力及び系統圧損を考慮しても確保可能な流量を設定
	130m ³ /h (にて格納容器内へスプレイ)	格納容器雰囲気温度及び圧力抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、設定
	格納容器圧力逃がし装置等	格納容器圧力逃がし装置等の設計値を考慮して、格納容器圧力及び雰囲気温度を低下させるのに必要な排出流量として設定

・解析条件の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

第2.6.2表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (4/4)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する操作条件	低圧代替注水系 (常設) の追加起動及び中央制御室における系統構成	高圧・低圧注水機能喪失を確認後実施するが、事象判断時間を考慮して、事象発生から14分後に開始し、操作時間は約4分間として設定
	逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作	中央制御室操作における低圧代替注水系 (常設) の準備時間を考慮して設定
	代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による原子炉格納容器冷却操作	設計基準事故時の最高圧力を踏まえて設定
	格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱操作	格納容器最高使用圧力を踏まえて設定

第2.6-2表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (5/5)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する操作条件	逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作	中央制御室において、状況判断の時間、高圧・低圧注水機能喪失の確認時間及び低圧代替注水系 (常設) の準備時間を考慮して設定
	代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による格納容器冷却操作	格納容器最高使用圧力に対する余裕を考慮して設定
	格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作	格納容器最高使用圧力を踏まえて設定

第2.6.2-1表 主要解析条件 (LOCA時注水機能喪失) (4/4)

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する操作条件	常設代替交流電源設備の起動、受電及び低圧原子炉代替注水系 (常設) 起動、系統構成	高圧・低圧注水機能喪失を確認後実施するが、事象判断時間を考慮して、事象発生から10分後に開始し、操作時間は20分間として設定
	逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作	低圧原子炉代替注水系 (常設) の準備時間を考慮して設定
	格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による原子炉格納容器冷却操作	格納容器最高使用圧力に対する余裕を考慮して設定
	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱操作	中央制御室における操作所要時間を考慮して設定 操作開始条件は格納容器最高使用圧力に対する余裕を考慮して設定

・解析条件の相違
【柏崎6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料2.6.1</p> <p style="text-align: center;"><u>中小破断LOCAの事象想定について</u></p> <p>1. 「LOCA時注水機能喪失」(中小破断LOCA)の事象進展 中小破断LOCAでは、シナリオの前提条件として全ての非常炉心冷却系が機能喪失としていることから、事象直後から原子炉注水ができず原子炉水位の低下が早い^{※1}。また、サブレーション・チェンバ・プールを介さずに原子炉格納容器内に冷却材が漏えいすることから、格納容器圧力の上昇も早く格納容器ベントを実施する^{※2}ことになる。</p> <p>※1 低圧代替注水系(常設)による原子炉注水は事象発生の約24分後から始まり、注水開始の1分前に原子炉水位は有効燃料棒頂部(以下「TAF」という。)まで低下している。</p> <p>※2 事象発生後、約17時間後に格納容器圧力が0.31MPa[gage]に到達し格納容器ベントを実施する。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 2.6.1</p> <p style="text-align: center;">「LOCA時注水機能喪失」の事故条件の設定について</p> <p>1. 事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」の特徴 「LOCA時注水機能喪失」は、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管に小破断LOCA又は中破断LOCAが発生した後に、原子炉へ注水する機能が喪失するとともに、破断口及び逃がし安全弁からの原子炉冷却材の流出により、原子炉水位が低下し、緩和措置が取られない場合には炉心が露出することで炉心損傷に至ることが特徴である。よって、「LOCA時注水機能喪失」においては、重大事故等対処設備である<u>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)</u>による原子炉注水を実施する。また、低圧注水機能喪失に伴い残留熱除去系による崩壊熱除去機能喪失を想定することから、代替循環冷却系に期待できない場合は、格納容器圧力逃がし装置等を用いた格納容器除熱を実施する。</p> <p>LOCA事象は、破断位置及び破断面積により原子炉冷却材の流出流量や原子炉圧力挙動が変化し、事象進展や評価結果に影響を与えることから、「LOCA時注水機能喪失」の炉心損傷防止対策の有効性評価における破断位置及び破断面積の事故条件設定の考え方について以下に示す。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 2.6.1</p> <p style="text-align: center;">「LOCA時注水機能喪失」の事故条件の設定について</p> <p>1. 事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」の特徴 「LOCA時注水機能喪失」は、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管に小破断LOCA又は中破断LOCAが発生した後に、原子炉へ注水する機能が喪失するとともに、破断口及び逃がし安全弁からの原子炉冷却材の流出により、原子炉水位が低下し、緩和措置が取られない場合には炉心が露出することで炉心損傷に至ることが特徴である。よって、「LOCA時注水機能喪失」においては、重大事故等対処設備である<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水を実施する。また、低圧注水機能喪失に伴い残留熱除去系による崩壊熱除去機能喪失を想定することから、格納容器フィルタベント系を用いた原子炉格納容器除熱を実施する。</p> <p>LOCA事象は、破断位置及び破断面積により原子炉冷却材の流出流量や原子炉圧力挙動が変化し、事象進展や評価結果に影響を与えることから、「LOCA時注水機能喪失」の炉心損傷防止対策の有効性評価における破断位置及び破断面積の事故条件設定の考え方について、以下に示す。</p>	<p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】 島根2号炉は、LOCA時注水機能喪失の事故条件を、破断箇所の違いや減圧操作開始時間の遅れによる影響を踏まえて設定していることから、資料の記載方針が一般的に異なる(資料構成が異なるため、柏崎6/7との相違箇所への下線は一部を除いて引いていない)。</p>

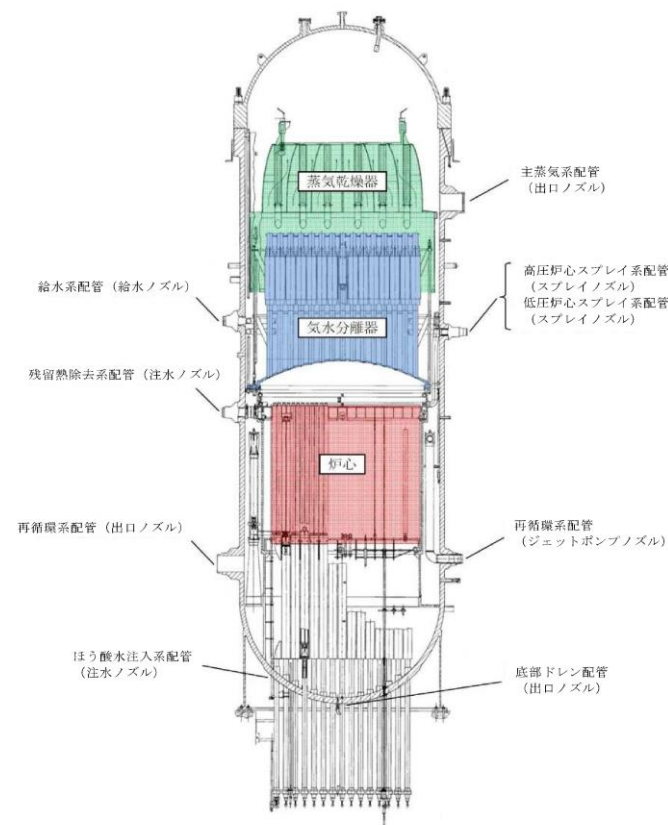
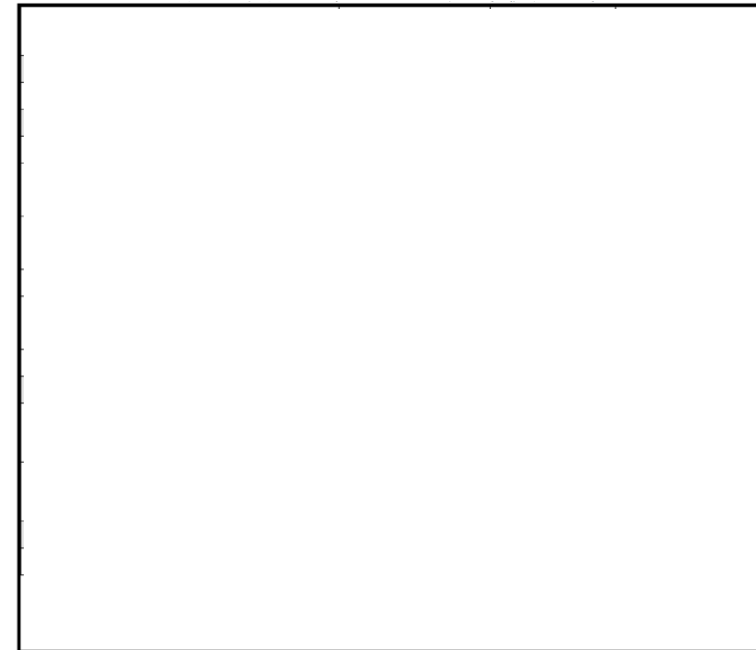
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2. 中小破断LOCA の評価に関連する規定と評価の考え方</p> <p>中小破断LOCA を評価するにあたり、「実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備基準に関する規則の解釈」及びそれに対する「審査ガイド」に基づき、以下の条件を満たす必要がある。</p> <p>① 燃料被覆管の最高温度が1,200℃以下であること。 ② 燃料被覆管の酸化量は、酸化反応が著しくなる前の被覆管厚さの15%以下であること。 ③ 格納容器圧力逃がし装置を使用する事故シナシグループの有効性評価では、敷地境界での実効線量を評価し、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくリスクを与えないこと（発生事故当たりおおむね5mSv以下）。</p> <p>中小破断LOCAの評価では、1. で述べた事象進展のとおり、①、②の要件を満たす破断（破断面積）であっても、燃料被覆管の破裂を伴う場合は、③の要件を満たすことができなくなるため、炉心損傷防止としての有効性を評価するにあたっては、燃料被覆管の破裂を引き起こさないことを判定の目安^{※3}としている。</p> <p>※3 炉心損傷の判断は、格納容器内雰囲気放射線レベル計（CAMS）を用いて行う。ドライウェル又はサブプレッション・チェンバ内のγ線線量率の状況を確認し、設計基準事故相当のγ線線量率の10倍を超えた場合に炉心損傷と判断する。また、CAMSが使用不能の場合は「原子炉圧力容器表面温度：300℃以上」を判断基準として手順に追加する方針である。</p>	<p>2. 事故シナシグループ「LOCA時注水機能喪失」に対する評価項目</p> <p>「LOCA時注水機能喪失」は格納容器圧力逃がし装置等を使用する事故シナシグループであるため、「実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備基準に関する規則の解釈」及び「実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイド」に基づき、以下の評価項目をいずれも満足する必要がある。</p> <p>①炉心の著しい損傷が発生するおそれのないものであり、かつ炉心を十分に冷却できるものであること (a) 燃料被覆管の最高温度が1,200℃以下であること (b) 燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の被覆管厚さの15%以下であること ②格納容器圧力逃がし装置等を使用する事故シナシグループの有効性評価では、敷地境界での実効線量を評価し、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくリスクを与えないこと（発生事故当たりおおむね5mSv以下）</p> <p><u>燃料被覆管温度の最高温度が1,200℃以下で、①の評価項目を満足する場合でも、燃料被覆管の最高温度が約900℃を超え、破裂が発生する燃料棒の割合が1%を超えると、燃料棒ギャップ中に蓄積した放射性物質が原子炉冷却材中に放出され、破断口及び逃がし安全弁を介して格納容器内に蓄積し、格納容器ベント実施時に環境に放出されることで、非居住区域境界及び敷地境界での実効線量が5mSvを超過し、②の評価項目を満足しない（添付資料2.6.7参照）。また、この場合には、格納容器内空間線量率がドライウェルで約4.8×10³Gy/h、サブプレッション・チェンバで約4.3×10⁴Gy/hを超えることから、炉心損傷後の運転手順へ移行する判断基準を上回る。</u></p> <p><u>以上により、炉心損傷防止対策の有効性評価においては、燃料被覆管の破裂が発生しないことを判断の目安とする。</u></p>	<p>2. 事故シナシグループ「LOCA時注水機能喪失」に対する評価項目</p> <p>「LOCA時注水機能喪失」は格納容器フィルタベント系を使用する事故シナシグループであるため、「実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備基準に関する規則の解釈」及び「実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイド」に基づき、以下の評価項目をいずれも満足する必要がある。</p> <p>①炉心の著しい損傷が発生するおそれのないものであり、かつ炉心を十分に冷却できるものであること (a)燃料被覆管の最高温度が1,200℃以下であること (b)燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の被覆管厚さの15%以下であること ②格納容器フィルタベント系を使用する事故シナシグループの有効性評価では、敷地境界での実効線量を評価し、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくリスクを与えないこと（発生事故当たりおおむね5mSv以下）</p> <p>「LOCA時注水機能喪失」の評価では、燃料被覆管の最高温度が1,200℃以下で、①の評価項目を満たす破断（破断面積）であっても、燃料被覆管の破裂を伴う場合は、②の要件を満たすことができなくなる可能性があるため、炉心損傷防止としての有効性を評価するにあたっては、燃料被覆管の破裂を引き起こさないことを判定の目安^{※1}としている。</p> <p>※1：炉心損傷の判断は、格納容器内雰囲気放射線モニタ（CAMS）を用いて行う。ドライウェル又はサブプレッション・チェンバ内のγ線線量率の状況を確認し、設計基準事故相当のγ線線量率の10倍を超えた場合に炉心損傷と判断する。また、CAMSが使用不能の場合は「原子炉圧力容器表面温度：300℃以上」を判断基準として手順に追加する方針である。</p>	<p>・運用の相違 【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉は、耐圧強化ベントを使用しない。（以降、同様な相違については記載省略）</p> <p>・記載方針の相違 【東海第二】 島根2号炉は、減圧・注水操作が遅れて、燃料被覆管が破裂した場合の評価を添付資料2.1.4「減圧・注水操作が遅れる場合の影響について（高圧・低圧注水機能喪失）」に記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 中小破断LOCA の評価</p> <p>(1) 中小破断LOCA の解析条件設定について</p> <p>2. で述べた評価の考え方にに基づき、解析条件は低圧代替注水系（常設）の原子炉注水により燃料被覆管破裂を回避できる範囲を設定することとした。中小破断LOCA の破断想定箇所としては、TAF を境に、上部配管と下部配管の二つに分けられるが、冷却材の流出量が最も大きくなる箇所は水頭がかかり、かつ、液相部である下部配管となる。よって、原子炉圧力容器下部のドレン配管に1cm² の破断が生じることを解析条件として設定した。</p> <p>なお、解析条件の設定に際してはSAFER のPCT 評価結果を参考に燃料被覆管破裂が発生する配管破断面積の目安を設定し（1cm²）、有効性評価結果は、これに基づくCHASTE の詳細な評価結果を示している。図1に破断面積1cm² と5.6cm² のパラメータ推移の比較を示す。なお、SAFER と比較し輻射による詳細な影響が考慮され燃料被覆管温度が詳細に評価されるCHASTE 評価によれば、多少大きめの破断面積（5.6cm² まで）では、燃料被覆管破裂を回避することは可能であり、図1に示すように事象の進展について大きく差が生じるものではない。また、運転員操作である原子炉減圧の開始時間についてもほぼ同等であり、LOCA 時の運転員操作（原子炉水位の低下を確認し、非常用炉心冷却系機能喪失を確認した上で、速やかに原子炉減圧及び低圧代替注水を開始すること）は変わることはなく、1cm² の破断面積は本事象の特徴を代表できる条件であると考えられる。</p>	<p>3. 「LOCA時注水機能喪失」の事故条件設定の考え方</p> <p>3.1 破断位置の事故条件設定の考え方</p> <p>(1) 破断位置の分類</p> <p>LOCAの破断を想定する原子炉冷却材圧力バウンダリに接続する配管は、大きく以下の3通りに分類することができる。また、原子炉圧力容器に接続する代表的な配管（ノズル）を第1表及び第1図に示す。</p> <p>a. 気相部配管</p> <p>気相部配管に破断が発生した場合は、液相部配管破断と比較して破断流量は小さくなる。また、原子炉の減圧が促進されることから、低圧の原子炉注水開始が早くなる。</p> <p>b. シュラウド外の液相部配管</p> <p>液相部配管に破断が発生した場合は、配管の接続位置が低いほど水頭圧の影響により破断流量は大きくなる。シュラウド外の液相部配管に破断が発生した場合、燃料棒が配置されるシュラウド内からの原子炉冷却材流出は、崩壊熱による蒸発及びジェットポンプ上端からのオーバーフローとなる。このため、シュラウド内に崩壊熱相当の流量で注水することにより、ジェットポンプ上端までのシュラウド内冠水は維持され、炉心冷却は確保される。</p> <p>c. シュラウド内の液相部配管</p> <p>シュラウド内の液相部配管に破断が発生した場合、シュラウド内からの原子炉冷却材流出は、崩壊熱による蒸発、ジェットポンプ上端からのオーバーフロー及び破断口からの流出となる。このため、ジェットポンプ上端までのシュラウド内冠水を維持するためには、崩壊熱相当の流量に破断流量を加えた原子炉注水が必要となる。</p>	<p>3. 「LOCA時注水機能喪失」の事故条件設定の考え方</p> <p>3.1 破断位置の事故条件設定の考え方</p> <p>(1) 破断位置の分類</p> <p>LOCAの破断を想定する原子炉冷却材圧力バウンダリに接続する配管は、大きく以下の3通りに分類することができる。また、原子炉圧力容器に接続する代表的な配管（ノズル）を表1及び図1に示す。</p> <p>a. 気相部配管</p> <p>気相部配管に破断が発生した場合は、液相部配管破断と比較して破断流量は小さくなる。また、原子炉の減圧が促進されることから、低圧の原子炉注水開始が早くなる。</p> <p>b. シュラウド外の液相部配管</p> <p>液相部配管に破断が発生した場合は、配管の接続位置が低いほど水頭圧の影響により破断流量は大きくなる。シュラウド外の液相部配管に破断が発生した場合、燃料棒が配置されるシュラウド内からの原子炉冷却材流出は、崩壊熱による蒸発及びジェットポンプ上端からのオーバーフローとなる。このため、シュラウド内に崩壊熱相当の流量で注水することにより、ジェットポンプ上端までのシュラウド内冠水は維持され、炉心冷却は確保される。</p> <p>c. シュラウド内の液相部配管</p> <p>シュラウド内の液相部配管に破断が発生した場合、シュラウド内からの原子炉冷却材流出は、崩壊熱による蒸発、ジェットポンプ上端からのオーバーフロー及び破断口からの流出となる。このため、ジェットポンプ上端までのシュラウド内冠水を維持するためには、崩壊熱相当の流量に破断流量を加えた原子炉注水が必要となる。</p>	

第1表 代表的な原子炉压力容器に接続する配管



表1 代表的な原子炉压力容器に接続する配管



第1図 代表的な原子炉压力容器に接続する配管

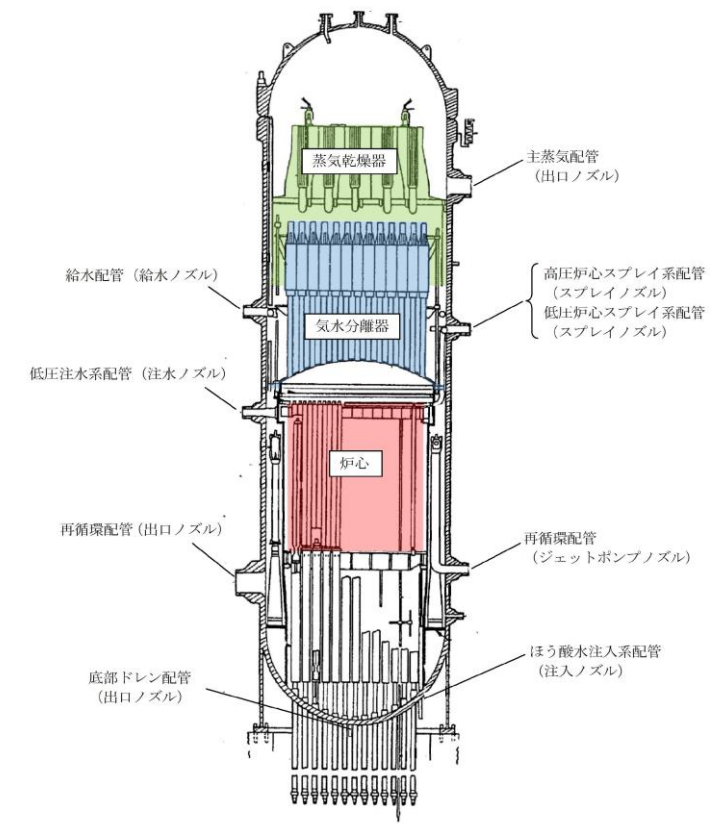


図1 代表的な原子炉压力容器に接続する配管

・設備設計の相違
【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																				
	<p>(2) 破断位置の違いによる影響について</p> <p>破断位置の違いによる燃料被覆管温度挙動への影響を確認するため、気相部配管として主蒸気系配管（出口ノズル）及びシュラウド内の液相部配管として配管高さの低い底部ドレン配管（出口ノズル）にベースケースと同じ約 3.7 cm^2 (0.004ft^2) の破断面積を設定した場合の感度解析を実施した。原子炉圧力、原子炉水位及び燃料被覆管温度挙動の比較を第2図に、評価結果の比較を第2表に示す。</p> <p>この結果、気相部配管の破断を想定した場合は、シュラウド内外の液相部配管に破断を想定した場合と比較して、燃料被覆管最高温度が低くなる。また、液相部配管の破断を想定した場合にはシュラウド内外で燃料被覆管温度及び事象進展に有意な差はない。したがって、格納容器破損防止対策の有効性評価（雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損））において原子炉冷却材圧力バウンダリに接続する配管の中で最大口径である再循環系配管（出口ノズル）の破断を想定していることを考慮し、「LOCA時注水機能喪失」で想定する破断位置は、再循環系配管（出口ノズル）を設定した。</p> <p style="text-align: center;">第2表 破断位置の感度解析結果</p> <table border="1" data-bbox="952 1163 1697 1350"> <thead> <tr> <th>破断位置</th> <th>破断面積</th> <th>燃料被覆管最高温度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a. 主蒸気系配管（出口ノズル） （気相部配管）</td> <td rowspan="3">約 3.7 cm^2</td> <td>約 338°C</td> </tr> <tr> <td>b. 再循環系配管（出口ノズル） （シュラウド外の液相部配管）</td> <td>約 616°C</td> </tr> <tr> <td>c. 底部ドレン配管（出口ノズル） （シュラウド内の液相部配管）</td> <td>約 617°C</td> </tr> </tbody> </table>	破断位置	破断面積	燃料被覆管最高温度	a. 主蒸気系配管（出口ノズル） （気相部配管）	約 3.7 cm^2	約 338°C	b. 再循環系配管（出口ノズル） （シュラウド外の液相部配管）	約 616°C	c. 底部ドレン配管（出口ノズル） （シュラウド内の液相部配管）	約 617°C	<p>(2) 破断位置の違いによる影響について</p> <p>破断位置の違いによる燃料被覆管温度挙動への影響を確認するため、気相部配管として主蒸気配管及びシュラウド内の液相部配管として配管高さの低い底部ドレン配管にベースケースと同じ約 3.1 cm^2 の破断面積を設定した場合の感度解析を実施した。原子炉圧力、原子炉水位及び燃料被覆管温度挙動の比較を図2に評価結果の比較を表2に示す。</p> <p>この結果、気相部配管の破断を想定した場合は、シュラウド内外の液相部配管に破断を想定した場合と比較して、燃料被覆管温度が低くなる。また、液相部配管の破断を想定した場合にはシュラウド内外で燃料被覆管温度及び事象進展に有意な差はない。したがって、格納容器破損防止対策の有効性評価（雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損））において原子炉冷却材圧力バウンダリに接続する配管の中で最大口径である再循環配管（出口ノズル）の破断を想定していることを考慮し、「LOCA時注水機能喪失」で想定する破断位置は、再循環配管（出口ノズル）を設定した。</p> <p style="text-align: center;">表2 破断位置の感度解析結果</p> <table border="1" data-bbox="1774 1163 2472 1350"> <thead> <tr> <th>破断位置</th> <th>破断面積</th> <th>燃料被覆管最高温度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主蒸気配管 （気相部配管）</td> <td rowspan="3">約 3.1 cm^2</td> <td>約 489°C</td> </tr> <tr> <td>再循環配管（出口ノズル） （シュラウド外の液相部配管）</td> <td>約 779°C</td> </tr> <tr> <td>底部ドレン配管 （シュラウド内の液相部配管）</td> <td>約 782°C</td> </tr> </tbody> </table>	破断位置	破断面積	燃料被覆管最高温度	主蒸気配管 （気相部配管）	約 3.1 cm^2	約 489°C	再循環配管（出口ノズル） （シュラウド外の液相部配管）	約 779°C	底部ドレン配管 （シュラウド内の液相部配管）	約 782°C	<p>・解析条件の相違 【東海第二】</p> <p>・解析結果の相違 【東海第二】</p>
破断位置	破断面積	燃料被覆管最高温度																					
a. 主蒸気系配管（出口ノズル） （気相部配管）	約 3.7 cm^2	約 338°C																					
b. 再循環系配管（出口ノズル） （シュラウド外の液相部配管）		約 616°C																					
c. 底部ドレン配管（出口ノズル） （シュラウド内の液相部配管）		約 617°C																					
破断位置	破断面積	燃料被覆管最高温度																					
主蒸気配管 （気相部配管）	約 3.1 cm^2	約 489°C																					
再循環配管（出口ノズル） （シュラウド外の液相部配管）		約 779°C																					
底部ドレン配管 （シュラウド内の液相部配管）		約 782°C																					

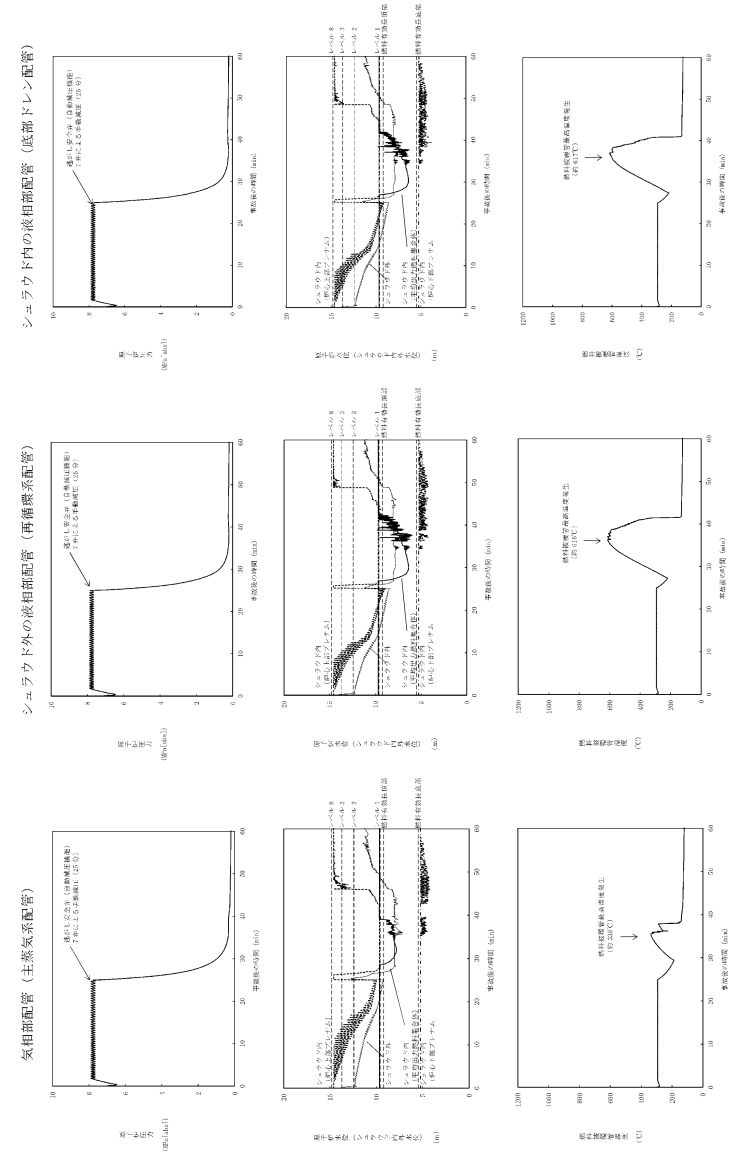
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																		
	<p>3.2 破断面積の事故条件設定の考え方</p> <p>(1) 燃料被覆管の破裂を回避可能な破断面積の範囲</p> <p>2. に示すとおり、「LOCA時注水機能喪失」では、燃料被覆管の破裂が発生しないことを判断の目安としている。この考え方に基づき、<u>常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水により燃料被覆管の破裂を回避できる破断面積を感度解析により確認し、再循環系配管(出口ノズル)に対して<u>約9.5cm²</u>の破断面積の範囲までは燃料被覆管の破裂発生を防止することが可能であることを確認した。ベースケース(約3.7cm²)と感度解析ケース(約9.5cm²)との原子炉圧力、原子炉水位及び燃料被覆管温度挙動の比較を第3図に、感度解析の結果を第3表に示す。</p> <p>第3図に示すとおり、ベースケースと感度解析ケースとでは、事象進展に有意な差が生じるものではない。また、逃がし安全弁(自動減圧機能)の手動操作による原子炉減圧(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)の操作条件(事象発生後25分後)は、10分間の状況判断の後に<u>高圧炉心スプレイ系等の手動起動を試みる操作</u>など一連の操作時間を考慮して設定したものであり、パラメータを起点とした条件設定としていないことから、破断面積の違いによる影響はない。</p> <p style="text-align: center;">第3表 破断面積の感度解析結果</p> <table border="1" data-bbox="952 1251 1700 1348"> <thead> <tr> <th>破断位置</th> <th>破断面積</th> <th>破裂の有無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>再循環系配管(出口ノズル)</td> <td>約9.5 cm²</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>(シュラウド外の液相部配管)</td> <td>約9.6 cm²</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table>	破断位置	破断面積	破裂の有無	再循環系配管(出口ノズル)	約9.5 cm ²	無	(シュラウド外の液相部配管)	約9.6 cm ²	有	<p>3.2 破断面積の事故条件設定の考え方</p> <p>(1) 燃料被覆管の破裂を回避可能な破断面積の範囲</p> <p>2. に示すとおり、「LOCA時注水機能喪失」では、燃料被覆管の破裂が発生しないことを判断の目安としている。この考え方に基づき、<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水により燃料被覆管の破裂を回避できる破断面積を感度解析により確認し、再循環配管(出口ノズル)に対して<u>約4.2cm²</u>の破断面積の範囲までは燃料被覆管の破裂発生を防止することが可能であることを確認した。ベースケース(約3.1cm²)と感度解析ケース(約4.2cm²)との原子炉圧力、原子炉水位及び燃料被覆管温度挙動の比較を図3に、感度解析の結果を表3に示す。</p> <p>図3に示すとおり、ベースケースと感度解析ケースとでは、事象進展に有意な差が生じるものではない。また、逃がし安全弁(自動減圧機能付き)の手動操作による原子炉減圧(<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水)の操作条件(事象発生後30分後)は、10分間の状況判断の後に<u>常設代替交流電源設備の準備操作</u>など一連の操作時間を考慮して設定したものであり、パラメータを起点とした条件設定としていないことから、破断面積の違いによる影響はない。</p> <p style="text-align: center;">表3 破断面積の感度解析結果</p> <table border="1" data-bbox="1760 1251 2487 1348"> <thead> <tr> <th>破断位置</th> <th>破断面積</th> <th>破裂の有無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>再循環配管(出口ノズル)</td> <td>約4.2 cm²</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>(シュラウド外の液相部配管)</td> <td>約4.3 cm²</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table>	破断位置	破断面積	破裂の有無	再循環配管(出口ノズル)	約4.2 cm ²	無	(シュラウド外の液相部配管)	約4.3 cm ²	有	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析結果の相違【東海第二】 ・解析条件の相違【東海第二】 減圧操作開始までに想定する操作の相違。 ・解析結果の相違【東海第二】
破断位置	破断面積	破裂の有無																			
再循環系配管(出口ノズル)	約9.5 cm ²	無																			
(シュラウド外の液相部配管)	約9.6 cm ²	有																			
破断位置	破断面積	破裂の有無																			
再循環配管(出口ノズル)	約4.2 cm ²	無																			
(シュラウド外の液相部配管)	約4.3 cm ²	有																			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(2) 有効性評価における破断面積の事故条件の設定</p> <p>有効性評価においては、逃がし安全弁(自動減圧機能)の手動操作による原子炉減圧(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)に対して評価上の操作時間余裕を確認している。</p> <p>再循環系配管(出口ノズル)に対して破断面積の事故条件を燃料被覆管の破裂発生防止が可能な限界である約 9.5cm²の破断を設定すると、評価上の操作時間余裕がなくなることから、炉心損傷防止対策の有効性評価では、燃料被覆管の破裂発生を防止可能な範囲で事象進展の特徴を代表でき、かつ10分程度の操作時間余裕が確保できる破断面積として、再循環系配管(出口ノズル)に対して約3.7cm²の破断を事故条件として設定する。</p> <p>また、約9.5cm²の破断を想定し、これが運転員等操作の操作時間余裕を考慮せずに、燃料被覆管の破裂発生防止が可能な最大の破断面積となることを確認する。</p> <p>なお、実際にLOCAが発生した場合、破断面積を確認することはできないため、運転手順においては、LOCA発生の確認(ドライウェル圧力が13.7kPa[gage]に到達)後に炉心損傷発生の有無によってその後の対応手順を選択することとしている。また、LOCA時の高圧及び低圧注水機能が喪失する場合の有効性評価は、炉心損傷防止対策としての「LOCA時注水機能喪失」及び格納容器破損防止対策としての「雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)」により小破断LOCAから大破断LOCAまでの範囲を確認している。</p>	<p>(2) 有効性評価における破断面積の事故条件の設定</p> <p>有効性評価においては、逃がし安全弁(自動減圧機能付き)の手動操作による原子炉減圧(低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉注水)に対して評価上の操作余裕を確認している。</p> <p>再循環配管(出口ノズル)に対して破断面積の事故条件を燃料被覆管温度の破裂発生防止が可能な限界である約4.2cm²の破断を設定すると、評価上の操作時間余裕がなくなることから、炉心損傷防止対策の有効性評価では、燃料被覆管の破裂発生を防止可能な範囲で事象進展の特徴を代表でき、かつ、5分程度の操作時間余裕が確保できる破断面積として、再循環配管(出口ノズル)に対して約3.1cm²の破断を事故条件として設定する。</p> <p>また、約4.2cm²の破断を想定し、これが運転員等操作時間の操作時間余裕を考慮せずに、燃料被覆管の破裂発生防止が可能な最大の破断面積となることを確認する。</p> <p>なお、実際のLOCAが発生した場合、破断面積を確認することはできないため、運転手順においては、LOCA発生の確認(ドライウェル圧力が13.7kPa[gage]に到達)後に炉心損傷発生の有無によってその後の対応手順を選択することとしている。また、LOCA時の高圧及び低圧注水機能が喪失する場合の有効性評価は、炉心損傷防止対策としての「LOCA時注水機能喪失」及び格納容器破損防止対策としての「雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)」により小破断LOCAから大破断LOCAまでの範囲を確認している。</p>	<p>・解析結果の相違 【東海第二】</p> <p>・解析結果の相違 【東海第二】</p> <p>ベースケースの破断面積の設定が異なることによる、減圧操作の余裕時間の相違。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																							
<p>(2) 炉心損傷防止対策が有効である破断面積について</p> <p>(1)に示すとおり、原子炉圧力容器下部のドレン配管の破断面積が5.6cm²までは炉心損傷防止対策が有効であり、同様の注水設備で炉心損傷防止対策が有効という観点で、TAF以上の位置に接続された配管(RHR配管)に適用するとその破断面積は420cm²となる。この破断面積(420cm²)は、「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)」で解析条件としているRHR吸込配管完全破断の約半分の面積に相当するものであり、図2に示すとおり、低圧代替注水系(常設)により燃料被覆管破裂を回避できる。</p> <p>PRAではNUREG-1150の定義と同様に漏えいを表1 LOCA 関連事象の分類定義のとおりに分類しており、125A(約126cm²)以上の配管破断は大破断LOCAと定義されることから、炉心損傷防止対策が有効であるTAF以上の位置に接続された配管の破断面積は、大破断LOCA相当となる。一方、TAF以下の配管のLOCAは、破断面積が小さく、表1(NUREG-1150の定義)では気相破断や液相破断の区別がないため、破断面積としては小破断LOCA相当となる。しかしなが液相の流出が長期的に継続し、さらにTAF以上の配管と異なり原子炉の高圧状態が維持されるため、注水のための原子炉減圧が必要となることから、事象進展の厳しさとしては中破断LOCA相当となる。</p> <p>上記より、炉心損傷防止対策が有効である破断面積LOCAの範囲は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・TAF以下の配管では5.6cm²以下の破断面積のLOCA ・TAF以上の配管では420cm²以下の破断面積のLOCAとなる。 <p>また、破断面積が、炉心損傷防止対策が有効である破断面積より大きい場合、操作に要する時間を考慮すると、自動起動のイ</p>	<p>(3) 炉心損傷防止対策が有効である破断面積について</p> <p>気相部配管、シュラウド内の液相部配管及びシュラウド外の液相部配管に対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)による原子炉注水により燃料被覆管の破裂を回避できる破断面積を感度解析により確認した。評価結果を第4表並びに第4図及び第5図に示す。</p> <p>この結果、低圧代替注水系(常設)による炉心損傷防止対策が有効に実施可能な破断面積の範囲は以下のとおりとなる。</p> <p>a. 主蒸気系配管(出口ノズル)(気相部配管)：約224cm²以下</p> <p>b. 再循環系配管(出口ノズル)(シュラウド外の液相部配管)：約9.5cm²以下</p> <p>c. 底部ドレン配管(出口ノズル)(シュラウド内の液相部配管)：約9.2cm²以下</p> <p>確率論的リスク評価(以下「PRA」という。)では、NUREG-1150の定義と同様にLOCAを第5表のとおり分類しており、5inch(約127cm²)以上の配管破断は大破断LOCAと定義されることから、炉心損傷防止対策が有効に実施可能な気相部配管の破断面積は大破断LOCA相当となる。一方、液相部配管破断は炉心損傷防止対策が有効に実施可能な破断面積は小さいが、原子炉冷却材の流出が長期的に継続すること及び原子炉の高圧状態が維持されるための原子炉減圧が必要となることから、事象進展の厳しさとしては中破断LOCA相当となる。</p> <p style="text-align: center;">第4表 破断面積の感度解析結果</p> <table border="1" data-bbox="955 1465 1697 1633"> <thead> <tr> <th>破断位置</th> <th>破断面積</th> <th>破裂の有無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a. 主蒸気系配管(出口ノズル)(気相部配管)</td> <td>約224 cm²</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td></td> <td>約225 cm²</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>b. 再循環系配管(出口ノズル)(シュラウド外の液相部配管)</td> <td>約9.5 cm²</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td></td> <td>約9.6 cm²</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>c. 底部ドレン配管(出口ノズル)(シュラウド内の液相部配管)</td> <td>約9.2 cm²</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td></td> <td>約9.3 cm²</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table>	破断位置	破断面積	破裂の有無	a. 主蒸気系配管(出口ノズル)(気相部配管)	約224 cm ²	無		約225 cm ²	有	b. 再循環系配管(出口ノズル)(シュラウド外の液相部配管)	約9.5 cm ²	無		約9.6 cm ²	有	c. 底部ドレン配管(出口ノズル)(シュラウド内の液相部配管)	約9.2 cm ²	無		約9.3 cm ²	有	<p>(3) 炉心損傷防止対策が有効である破断面積について</p> <p>気相部配管、シュラウド内の液相部配管及びシュラウド外の液相部配管に対して低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉注水により燃料被覆管の破裂を回避できる破断面積を感度解析により確認した。評価結果を表4並びに図4及び図5に示す。</p> <p>この結果、低圧原子炉代替注水系(常設)による炉心損傷防止対策が有効に実施可能な破断面積の範囲は以下のとおりとなる。</p> <p>a. 主蒸気配管(気相部配管)：約120cm²以下</p> <p>b. 再循環配管(出口ノズル)(シュラウド外の液相部配管)：約4.2cm²以下</p> <p>c. 底部ドレン配管(シュラウド内の液相部配管)：約4.0cm²以下</p> <p>確率論的リスク評価(以下「PRA」という。)では、NUREG-1150の定義と同様に表5のとおり分類しており、5inch(約127cm²)以上の配管破断は大破断LOCAと定義されることから、炉心損傷防止対策が有効に実施可能な気相部配管の破断面積は大破断LOCA相当となる。一方、液相部配管破断は炉心損傷防止対策が有効に実施可能な破断面積は小さいが、原子炉冷却材の流出が長期的に継続すること及び原子炉の高圧状態が維持されるため原子炉減圧が必要となることから、事象進展の厳しさとして中破断LOCA相当となる。</p> <p style="text-align: center;">表4 破断面積の感度解析結果</p> <table border="1" data-bbox="1757 1474 2487 1663"> <thead> <tr> <th>破断位置</th> <th>破断面積</th> <th>破裂の有無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">主蒸気配管(気相部配管)</td> <td>約120 cm²</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>約121 cm²</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">再循環配管(出口ノズル)(シュラウド外の液相部配管)</td> <td>約4.2 cm²</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>約4.3 cm²</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">底部ドレン配管(シュラウド内の液相部配管)</td> <td>約4.0 cm²</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>約4.1 cm²</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table>	破断位置	破断面積	破裂の有無	主蒸気配管(気相部配管)	約120 cm ²	無	約121 cm ²	有	再循環配管(出口ノズル)(シュラウド外の液相部配管)	約4.2 cm ²	無	約4.3 cm ²	有	底部ドレン配管(シュラウド内の液相部配管)	約4.0 cm ²	無	約4.1 cm ²	有	<p>・解析結果の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>減圧開始時間や設備設計が異なることから、各配管の破断面積が異なる。</p> <p>・評価結果の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p>
破断位置	破断面積	破裂の有無																																								
a. 主蒸気系配管(出口ノズル)(気相部配管)	約224 cm ²	無																																								
	約225 cm ²	有																																								
b. 再循環系配管(出口ノズル)(シュラウド外の液相部配管)	約9.5 cm ²	無																																								
	約9.6 cm ²	有																																								
c. 底部ドレン配管(出口ノズル)(シュラウド内の液相部配管)	約9.2 cm ²	無																																								
	約9.3 cm ²	有																																								
破断位置	破断面積	破裂の有無																																								
主蒸気配管(気相部配管)	約120 cm ²	無																																								
	約121 cm ²	有																																								
再循環配管(出口ノズル)(シュラウド外の液相部配管)	約4.2 cm ²	無																																								
	約4.3 cm ²	有																																								
底部ドレン配管(シュラウド内の液相部配管)	約4.0 cm ²	無																																								
	約4.1 cm ²	有																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																														
<p>ンターロックがなければ炉心損傷の回避は困難であり、炉心損傷回避が困難なシナリオとして、大破断LOCAでの原子炉格納容器の過圧・過温防止のシナリオにて包絡する整理としている。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> <p style="text-align: center;">表1 LOCA関連事象の分類定義</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 150px; margin: 10px 0;"></div> <p>原子炉圧力容器下部のドレン配管破断のようなTAF以下に存在する配管の破断は、液相破断LOCAとなり、RHR配管のようなTAF以上に存在する配管の破断は最終的に気相破断LOCAとなる。両事象では起因事象が異なるため、プラントパラメータ（原子炉圧力、原子炉水位等）の推移が異なり、かつ、運転員による事象緩和のための操作の開始時間も異なることから、単純に両事象の厳しさを比較するのは困難である。</p> <p>しかしながら、ここでは液相破断LOCAと気相破断LOCAの事象の厳しさを比較するため、流出量による比較を行う。各破断LOCAによる流出量は次式により算出を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ RHR配管破断LOCAの流出量 <ul style="list-style-type: none"> ＝破断口からの液相流出（RHR配管上部の保有水のみ） ＋崩壊熱による蒸発分 ・ ドレン配管破断の流出量 <ul style="list-style-type: none"> ＝破断口からの液相流出（ボトムからの継続流出）＋ 	<p style="text-align: center;">第5表 LOCA関連事象の分類定義</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">事象分類</th> <th style="width: 35%;">状態定義</th> <th style="width: 50%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>漏えい</td> <td>常用系（CRDポンプ等）で補給可能な範囲</td> <td rowspan="5" style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>小破断LOCA</td> <td>R C I Cで注水可能な範囲</td> </tr> <tr> <td>中破断LOCA</td> <td>小破断LOCAと大破断LOCAの中間範囲</td> </tr> <tr> <td>大破断LOCA</td> <td>事象発生により原子炉が減圧状態になる範囲</td> </tr> <tr> <td>DBA超過LOCA</td> <td>設計基準事象でのLOCAを超える範囲</td> </tr> </tbody> </table>	事象分類	状態定義		漏えい	常用系（CRDポンプ等）で補給可能な範囲		小破断LOCA	R C I Cで注水可能な範囲	中破断LOCA	小破断LOCAと大破断LOCAの中間範囲	大破断LOCA	事象発生により原子炉が減圧状態になる範囲	DBA超過LOCA	設計基準事象でのLOCAを超える範囲	<p style="text-align: center;">表5 LOCA関連事象の分類定義</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">事象分類</th> <th style="width: 35%;">状態定義</th> <th style="width: 10%;">等価破断径</th> <th style="width: 40%;">流出流量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>漏えい</td> <td>常用系（CRDポンプ等）で補給可能な範囲</td> <td rowspan="5" style="border: 1px solid black;"></td> <td rowspan="5" style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>小破断LOCA</td> <td>R C I Cで注水可能な範囲</td> </tr> <tr> <td>中破断LOCA</td> <td>小破断LOCAと大破断LOCAの中間範囲</td> </tr> <tr> <td>大破断LOCA</td> <td>事象発生により原子炉が減圧状態になる範囲</td> </tr> <tr> <td>DBA超過LOCA</td> <td>設計基準事象でのLOCAを超える範囲</td> </tr> </tbody> </table>	事象分類	状態定義	等価破断径	流出流量	漏えい	常用系（CRDポンプ等）で補給可能な範囲			小破断LOCA	R C I Cで注水可能な範囲	中破断LOCA	小破断LOCAと大破断LOCAの中間範囲	大破断LOCA	事象発生により原子炉が減圧状態になる範囲	DBA超過LOCA	設計基準事象でのLOCAを超える範囲	
事象分類	状態定義																																
漏えい	常用系（CRDポンプ等）で補給可能な範囲																																
小破断LOCA	R C I Cで注水可能な範囲																																
中破断LOCA	小破断LOCAと大破断LOCAの中間範囲																																
大破断LOCA	事象発生により原子炉が減圧状態になる範囲																																
DBA超過LOCA	設計基準事象でのLOCAを超える範囲																																
事象分類	状態定義	等価破断径	流出流量																														
漏えい	常用系（CRDポンプ等）で補給可能な範囲																																
小破断LOCA	R C I Cで注水可能な範囲																																
中破断LOCA	小破断LOCAと大破断LOCAの中間範囲																																
大破断LOCA	事象発生により原子炉が減圧状態になる範囲																																
DBA超過LOCA	設計基準事象でのLOCAを超える範囲																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>崩壊熱による蒸発分</p> <p>図3 に各破断LOCA の崩壊熱による蒸発分を含めた流出量の比較を示した。図3 に示すとおり、ドレン配管破断LOCA は液相の流出が長期的に継続するため、合計の流出量はRHR 配管破断LOCA より大きくなり、厳しい事象となる。</p>			



第2図 破断位置の違いによるパラメータ推移の違いの比較

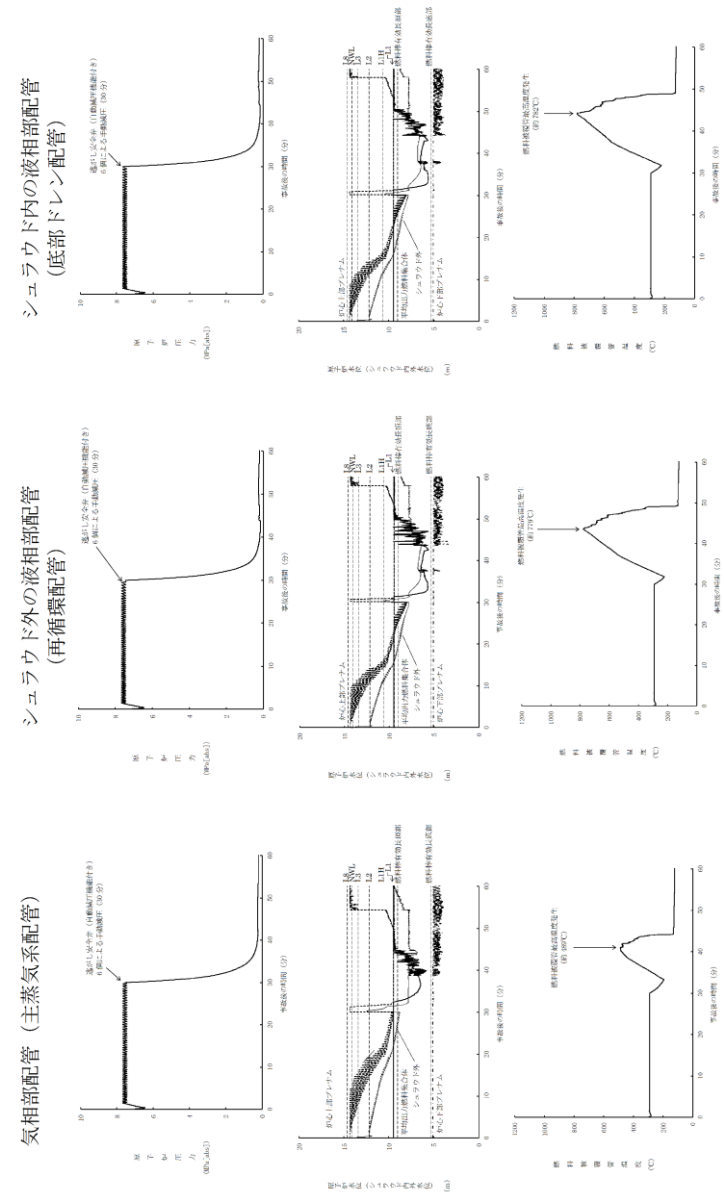
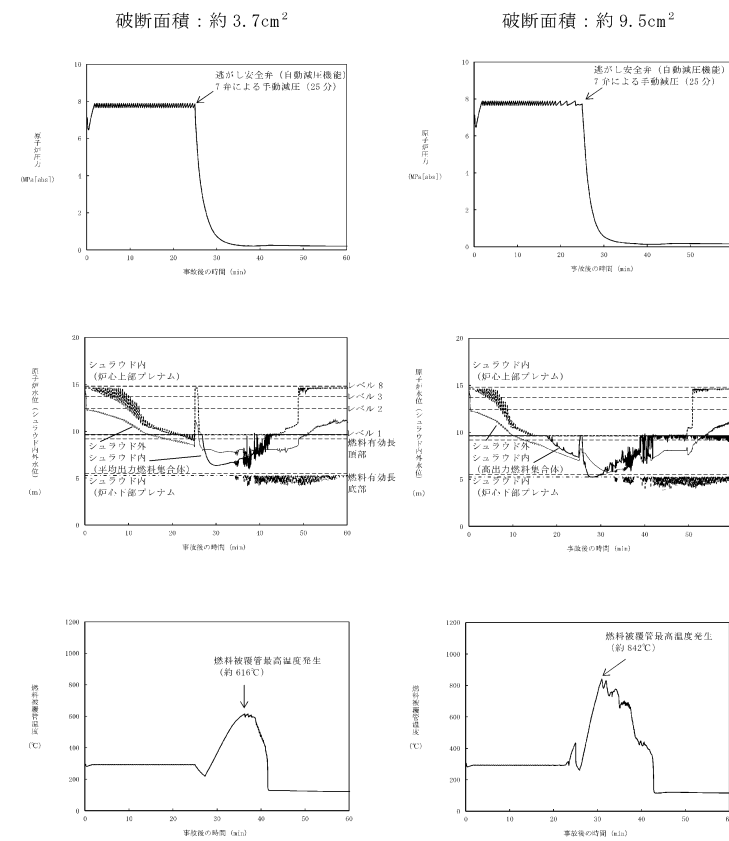


図2 破断位置の違いによるパラメータ推移の違いの比較

・解析結果の相違
【東海第二】



第3 図 破断面積約3.7cm²と約9.5cm²とのパラメータ推移の比較

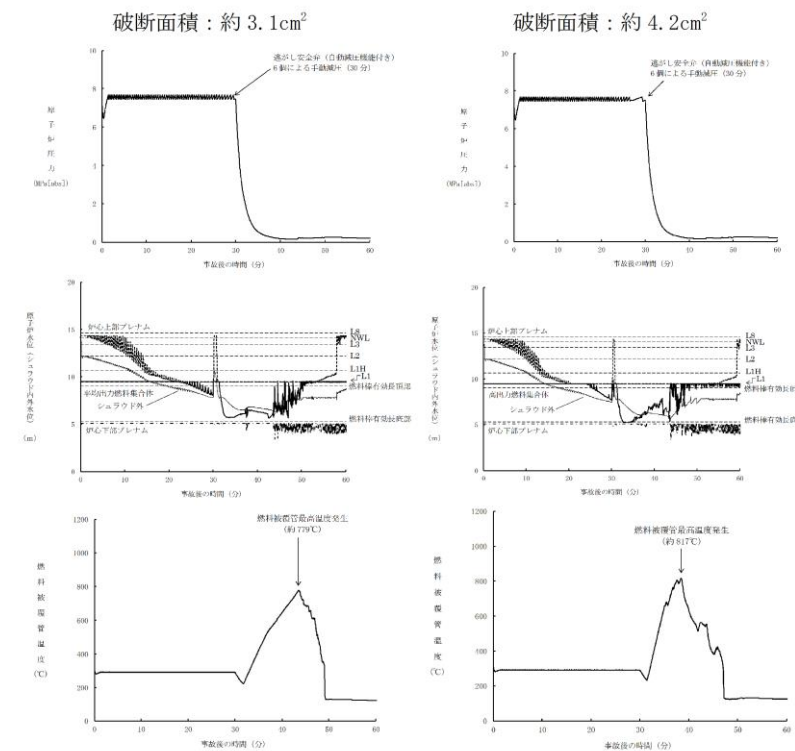
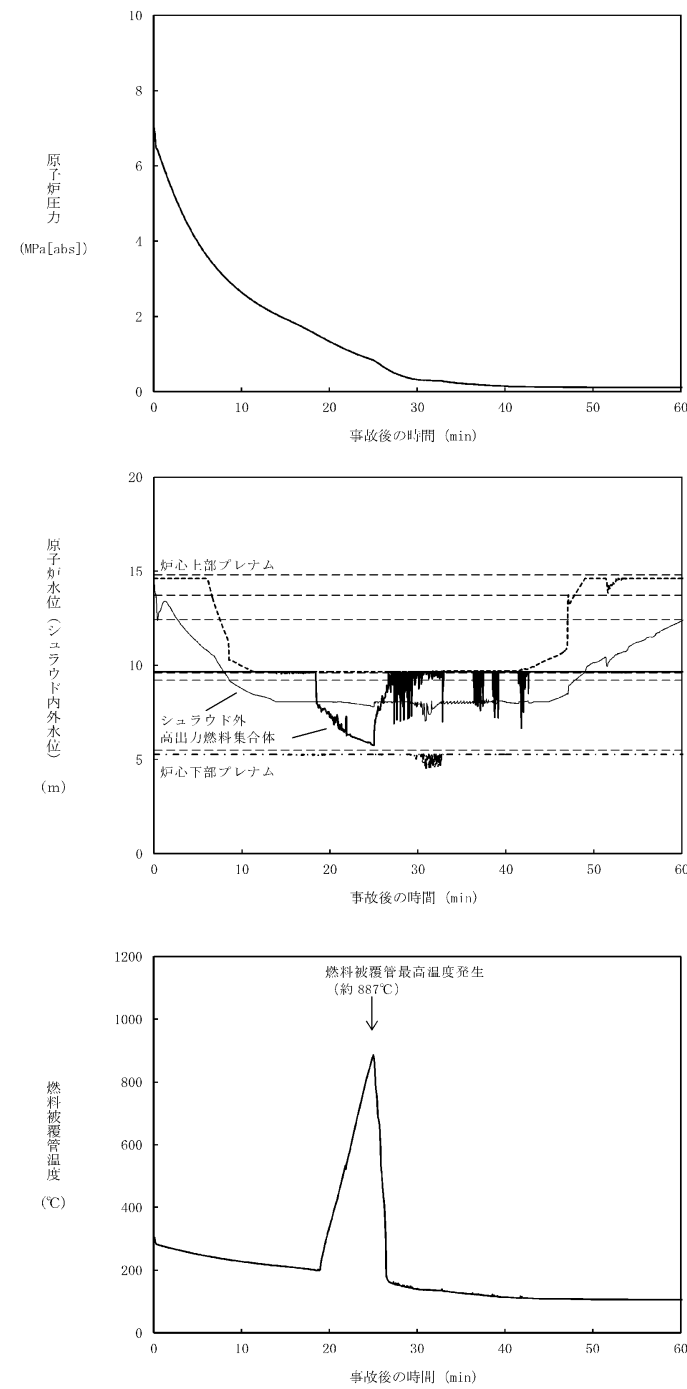


図3 破断面積約3.1cm²と約4.2cm²とのパラメータ推移の比較

・解析結果の相違
【東海第二】

・解析結果の相違
【東海第二】



第4図 主蒸気系配管に約 224cm²の破断面積を設定した場合

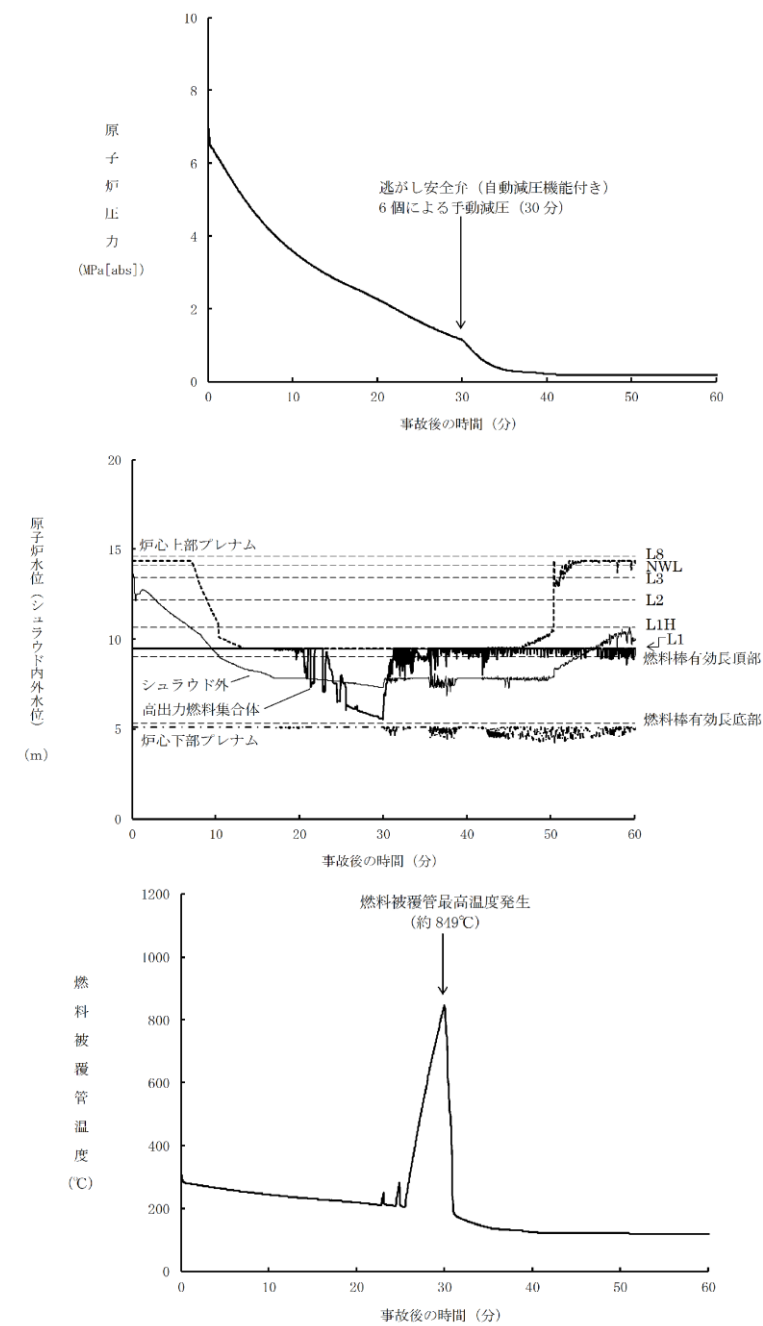
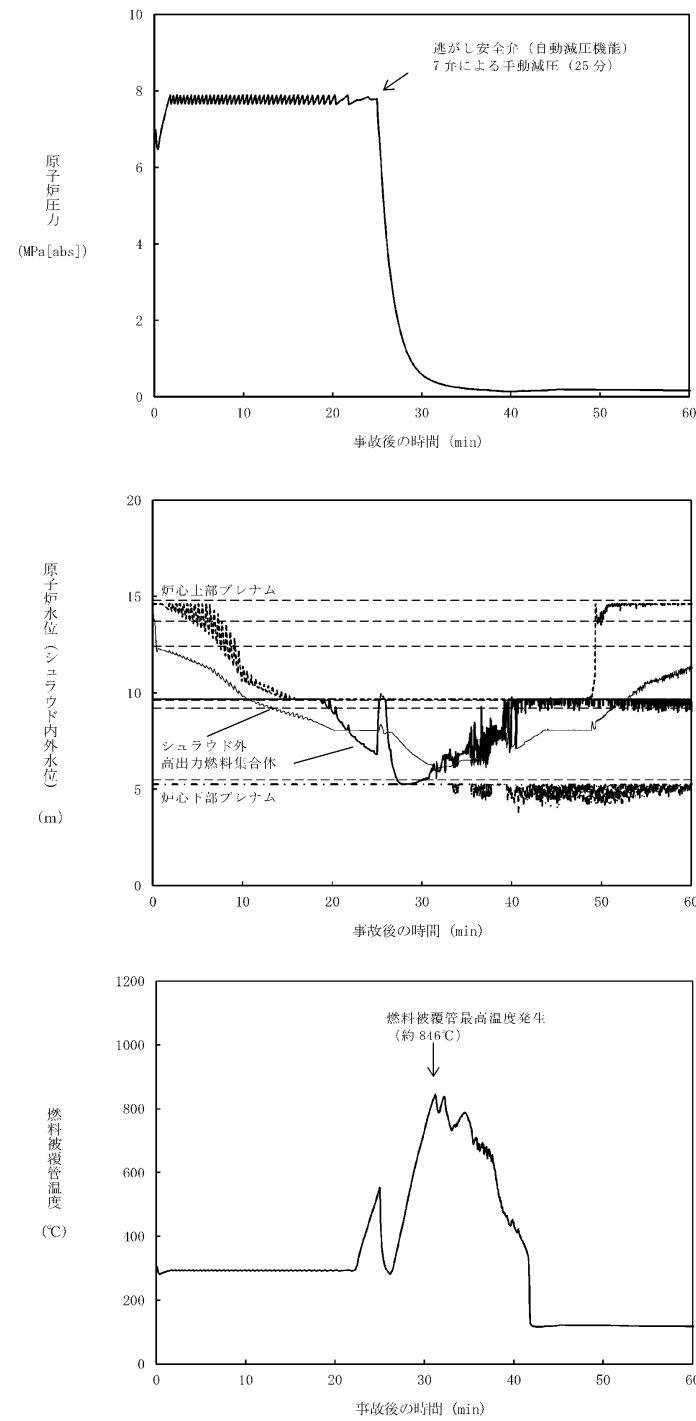


図4 主蒸気配管に約 120cm²の破断面積を設定した場合



第5 図 原子炉圧力容器底部ドレン配管に約 9.2cm²の破断面積を設定した場合

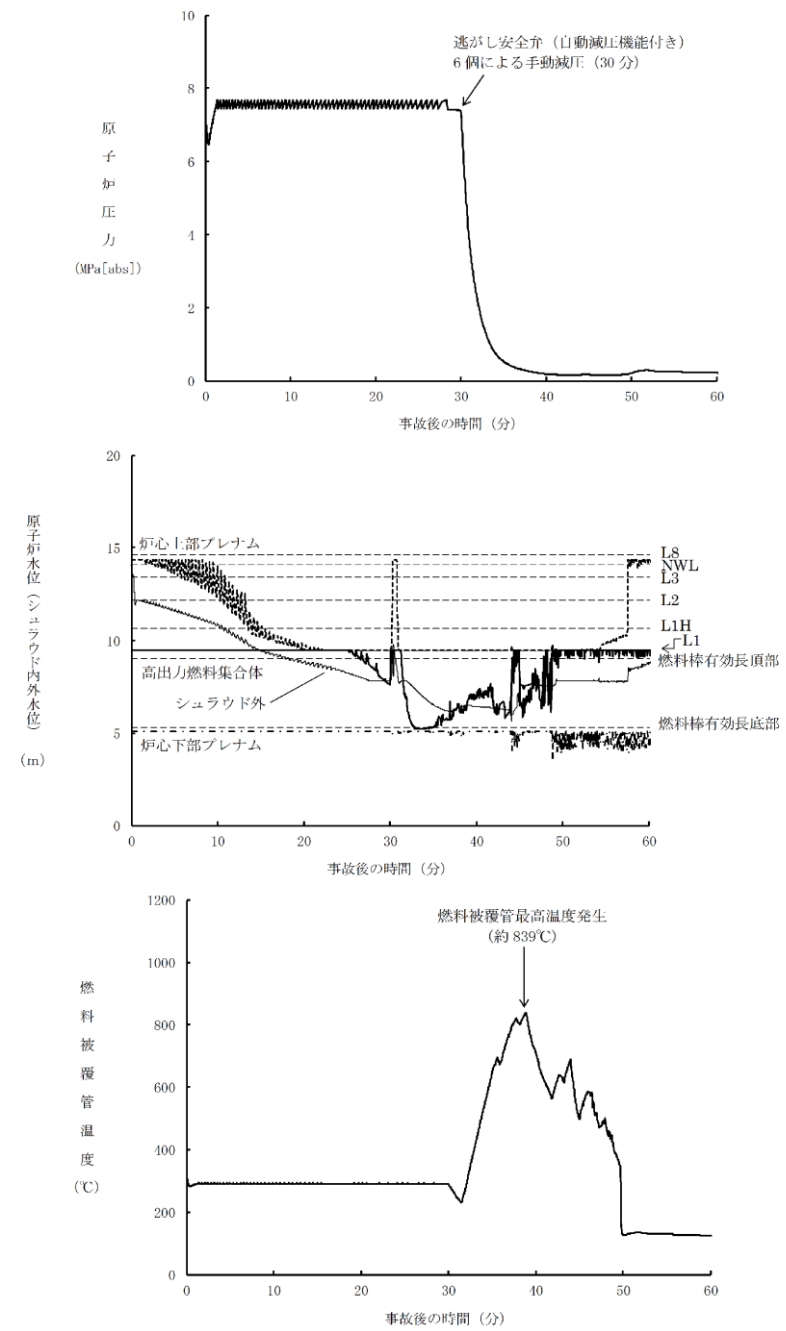


図5 底部ドレン配管に約 4.0cm²の破断面積を設定した場合

・解析結果の相違
【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) <u>原子炉圧力容器下部のドレン配管の破断に伴う炉心損傷の発生頻度について</u></p> <p>原子炉圧力容器バウンダリの溶接箇所において配管の破断が起こり、LOCAが発生することを想定し、かつ、<u>非常用炉心冷却系によるLOCA発生後の事象緩和に期待できないものとして炉心損傷頻度を算出した(式1)</u>。なお、LOCA発生頻度及び全非常用炉心冷却系機能喪失確率はPRAで用いた値とした。表2に各系統における溶接線数とLOCA後炉心損傷頻度について示す。</p> <p>原子炉圧力容器下部のドレン配管の破断によりLOCAが発生し、非常用炉心冷却系による事象緩和ができず炉心損傷に至る頻度は3.1×10^{-10} [/炉年]である。なお、破断面積5.6cm^2以下のLOCAは、炉心損傷防止可能であるため、実態の炉心損傷に至る頻度は3.1×10^{-10} [/炉年]より小さくなる。</p> <p>また、国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷を防ぐことができない大破断LOCAについては、PRAにおいて、炉心損傷頻度は5.0×10^{-10} [/炉年]としている。なお、破断面積420cm^2以下のLOCAは、炉心損傷防止可能であるため、実態の炉心損傷に至る頻度は5.0×10^{-10} [/炉年]より小さくなる。したがって、<u>原子炉圧力容器下部のドレン配管の破断により発生するLOCAで炉心損傷に至る頻度は十分に小さいものであると整理される。</u></p> <p>・ <u>CUWボトムドレン配管の破断による炉心損傷頻度</u></p> $= \frac{\text{CUWボトムドレン配管の溶接線数}}{\text{原子炉冷却材圧力バウンダリでの全溶接線数}} \times \text{各LOCA発生頻度} \times \text{全ECCS機能喪失確率} \dots\dots(式1)$	<p>(4) <u>再循環系配管の破断に伴う炉心損傷の発生頻度について</u></p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリの溶接箇所における配管の破断により、LOCAが発生することを想定し、かつ、<u>非常用炉心冷却系によるLOCA発生後の事象緩和に期待できないものとして、以下の式により炉心損傷頻度を算出した。</u></p> <p>【比較のため、後述の一部を記載】</p> <p>再循環系配管の破断によりLOCAが発生し、<u>非常用炉心冷却系による事象緩和ができず、炉心損傷に至る頻度は1.8×10^{-8} /炉年</u>である。なお、破断面積約9.5cm^2以下のLOCAは炉心損傷防止が可能であるため、<u>実際に炉心損傷に至る頻度は1.8×10^{-8} /炉年より小さくなる。</u></p> <p>また、国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷防止対策を有効に実施することが困難である大破断LOCAについては、PRAにおいて、炉心損傷頻度を3.0×10^{-9} /炉年としている。なお、気相部配管の破断面積224cm^2以下のLOCAは、炉心損傷防止が可能であるため、<u>実際に炉心損傷に至る頻度は3.0×10^{-9} /炉年より小さくなる。</u>したがって、再循環系配管の破断により発生するLOCAで炉心損傷に至る頻度は十分に小さいものであると整理される。</p> <p>【ここまで】</p> <p>配管の破断による炉心損傷頻度</p> $= \sum \frac{\text{配管の機能維持に係る溶接線数}}{\text{原子炉冷却材圧力バウンダリでの全溶接線数}} \times \text{各LOCA発生頻度} \times \text{各LOCA発生時の条件付き炉心損傷確率}$ <p><u>各系統の配管口径別の溶接線数と炉心損傷頻度を第5表に示す。なお、LOCA発生頻度及び全非常用炉心冷却系機能喪失確率はPRAで用いた値を使用した。</u></p>	<p>(3) <u>再循環配管の破断に伴う炉心損傷の発生頻度について</u></p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリの溶接箇所において配管の破断が起こり、LOCAが発生することを想定し、かつ、<u>全非常用炉心冷却系等によるLOCA発生後の事象緩和に期待できないものとして炉心損傷頻度を算出した(式1)</u>。なお、LOCA発生頻度及び全非常用炉心冷却系等機能喪失確率はPRAで用いた値とした。表6に各系統の配管口径別の溶接線数と炉心損傷頻度について示す。</p> <p>再循環配管の破断によりLOCAが発生し、<u>全非常用炉心冷却系等による事象緩和ができず炉心損傷に至る頻度は2.3×10^{-9} /炉年</u>である。なお、破断面積約3.1cm^2以下のLOCAは、炉心損傷防止可能であるため、<u>実態の炉心損傷に至る頻度は2.3×10^{-9} /炉年より小さくなる。</u></p> <p>また、国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷を防ぐことができない大破断LOCAについては、PRAにおいて、炉心損傷頻度は3.6×10^{-10} [/炉年]としている。なお、気相部配管の破断面積約120cm^2以下のLOCAは、炉心損傷防止可能であるため、<u>実態の炉心損傷に至る頻度は3.6×10^{-10} /炉年より小さくなる。</u>したがって、再循環配管の破断により発生するLOCAで炉心損傷に至る頻度は十分に小さいものであると整理される。</p> <p>・ <u>配管の破断による炉心損傷頻度</u></p> $= \sum \frac{\text{配管の機能維持に係る溶接線数}}{\text{原子炉冷却材圧力バウンダリでの全溶接線数}} \times \text{各LOCA発生頻度} \times \text{各LOCA発生時の条件付き炉心損傷確率} \dots\dots(式1)$	<p>・ 設備設計の相違 【柏崎6/7】 型式の相違により破断を想定する配管が異なる。</p> <p>・ 設備設計の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、ECCS系とRCICを考慮しているため。</p> <p>・ 評価結果の相違 【柏崎6/7、東海第二】</p> <p>・ 評価結果の相違 【柏崎6/7、東海第二】</p> <p>・ 評価結果の相違 【柏崎6/7、東海第二】</p>

表2 各系統における溶接線数とLOCA後炉心損傷頻度

系統	小破断 LOCA			中破断 LOCA			
	溶接線数 ^{※1}	配管破断発生頻度 [1/炉年]	全 ECCS 喪失確率	溶接線数 ^{※1}	配管破断発生頻度 [1/炉年]	全 ECCS 喪失確率	炉心損傷頻度 ^{※5} [1/炉年]
HPCF (B)	25 ^{※2}	2.8×10 ⁻⁵	— ^{※6}	25 ^{※2}	1.9×10 ⁻⁵	— ^{※6}	炉心損傷に至らない
HPCF (C)	8	8.8×10 ⁻⁶	— ^{※6}	8	6.0×10 ⁻⁶	— ^{※6}	
RCIC	128 ^{※3}	1.4×10 ⁻⁴	— ^{※6}	128 ^{※3}	9.6×10 ⁻⁵	— ^{※6}	
LPFL (A)	26 ^{※4}	2.9×10 ⁻⁵	— ^{※6}	26 ^{※4}	2.0×10 ⁻⁵	— ^{※6}	
LPFL (B)	19	2.1×10 ⁻⁵	— ^{※6}	19	1.5×10 ⁻⁵	— ^{※6}	
LPFL (C)	17	1.9×10 ⁻⁵	— ^{※6}	17	1.3×10 ⁻⁵	— ^{※6}	
CUW ボトムドレン配管	21	2.3×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻⁷	20	1.5×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁵	
その他の原子炉冷却材圧力バウンダリ	30	3.3×10 ⁻⁵	— ^{※6}	26	2.0×10 ⁻⁵	— ^{※6}	炉心損傷に至らない
合計	274	3.0×10 ⁻⁴		269	2.0×10 ⁻⁴		

※1 溶接線数はクラス1機器の検査カテゴリ B-F 及び B-J から抽出
 ※2 HPCF (B) に合流する SLC の配管を考慮
 ※3 主蒸気系及び給水系の溶接部のうち、RCIC の機能喪失に繋がる箇所を考慮
 ※4 給水系の溶接部のうち、LPFL (A) の機能喪失に繋がる箇所を考慮
 ※5 全ての非常用炉心冷却系の機能喪失により、事象緩和ができずに炉心損傷に至る
 ※6 CUW ボトムドレン配管の破断による炉心損傷頻度の算出には不要のため、記載せず

第5表 各系統における溶接線数とLOCA後炉心損傷頻度

系統	小破断 LOCA				中破断 LOCA			
	溶接線数 ^{※1}	配管破断発生頻度 (1/炉年)	条件付き炉心損傷確率	炉心損傷頻度 (1/炉年)	溶接線数 ^{※1}	配管破断発生頻度 (1/炉年)	条件付き炉心損傷確率	炉心損傷頻度 (1/炉年)
RCIC	33	1.3×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}	33	8.4×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}
HPCS	19	7.2×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}	19	4.8×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}
LPCS	19	7.2×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}	19	4.8×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}
RHR-A	21	8.0×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}	21	5.3×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}
RHR-B	21	8.0×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}	21	5.3×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}
RHR-C	21	8.0×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}	21	5.3×10 ⁻⁶	— ^{※2}	— ^{※2}
PLR	193	7.4×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻⁸	193	4.9×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁴	7.4×10 ⁻⁹
底部ドレン	118	4.5×10 ⁻⁵	— ^{※2}	— ^{※2}	118	3.0×10 ⁻⁵	— ^{※2}	— ^{※2}
その他の原子炉冷却材圧力バウンダリ	342	1.3×10 ⁻⁴	— ^{※2}	— ^{※2}	342	8.7×10 ⁻⁵	— ^{※2}	— ^{※2}
合計	787	3.0×10 ⁻⁴			787	2.0×10 ⁻⁴		

※1 溶接線数はクラス1機器の検査カテゴリ B-F 及び B-J から抽出。
 ※2 再循環系配管の破断による炉心損傷頻度の算出には不要であるため、記載を省略した。

再循環系配管の破断により LOCA が発生し、非常用炉心冷却系による事象緩和ができず、炉心損傷に至る頻度は 1.8×10^{-8} / 炉年である。なお、破断面積約 9.5 cm^2 以下の LOCA は炉心損傷防止が可能であるため、実際に炉心損傷に至る頻度は 1.8×10^{-8} / 炉年より小さくなる。

また、国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷防止対策を有効に実施することが困難である大破断 LOCA については、PRA において、炉心損傷頻度を 3.0×10^{-9} / 炉年としている。なお、気相部配管の破断面積

224 cm^2 以下の LOCA は、炉心損傷防止が可能であるため、実際に炉心損傷に至る頻度は 3.0×10^{-9} / 炉年より小さくなる。したがって、再循環系配管の破断により発生する LOCA で炉心損傷に至る頻度は十分に小さいものであると整理される。

表6 各系統における溶接線とLOCA後炉心損傷頻度

系統	小破断 LOCA				中破断 LOCA			
	溶接線数 ^{※1}	配管破断発生頻度 [1/炉年]	条件付き炉心損傷確率	炉心損傷頻度 [1/炉年]	溶接線数 ^{※1}	配管破断発生頻度 [1/炉年]	条件付き炉心損傷確率	炉心損傷頻度 [1/炉年]
HPCS	5	3.6×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}	5	2.4×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}
RCIC	81 ^{※2}	5.8×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}	81 ^{※2}	3.9×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}
LPCI (A)	9	6.4×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}	9	4.3×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}
LPCI (B)	9	6.4×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}	9	4.3×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}
LPCI (C)	7	5.0×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}	7	3.3×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}
LPCS	5	3.6×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}	5	2.4×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}
CUW	68	4.9×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}	68	3.2×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}
PLR	107	7.7×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻³	1.4×10 ⁻⁹	107	5.1×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻³	9.2×10 ⁻¹⁰
SLC	40	2.9×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}	40	1.9×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}
RHR	20	1.4×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}	20	9.5×10 ⁻⁶	— ^{※3}	— ^{※3}
その他の原子炉圧力バウンダリ	68	4.9×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}	68	3.2×10 ⁻⁵	— ^{※3}	— ^{※3}
合計	419	3.0×10 ⁻⁴			419	2.0×10 ⁻⁴		

※1 溶接線数はクラス1機器の検査カテゴリ B-F 及び B-J 等から抽出。
 ※2 主蒸気系及び給水系の溶接部のうち、原子炉隔離時冷却系の機能喪失に繋がる箇所を考慮。
 ※3 再循環系配管の破断による炉心損傷頻度の算出には不要のため、記載せず。

・設備設計の相違
 【柏崎6/7, 東海第二】

・記載箇所の相違
 【東海第二】

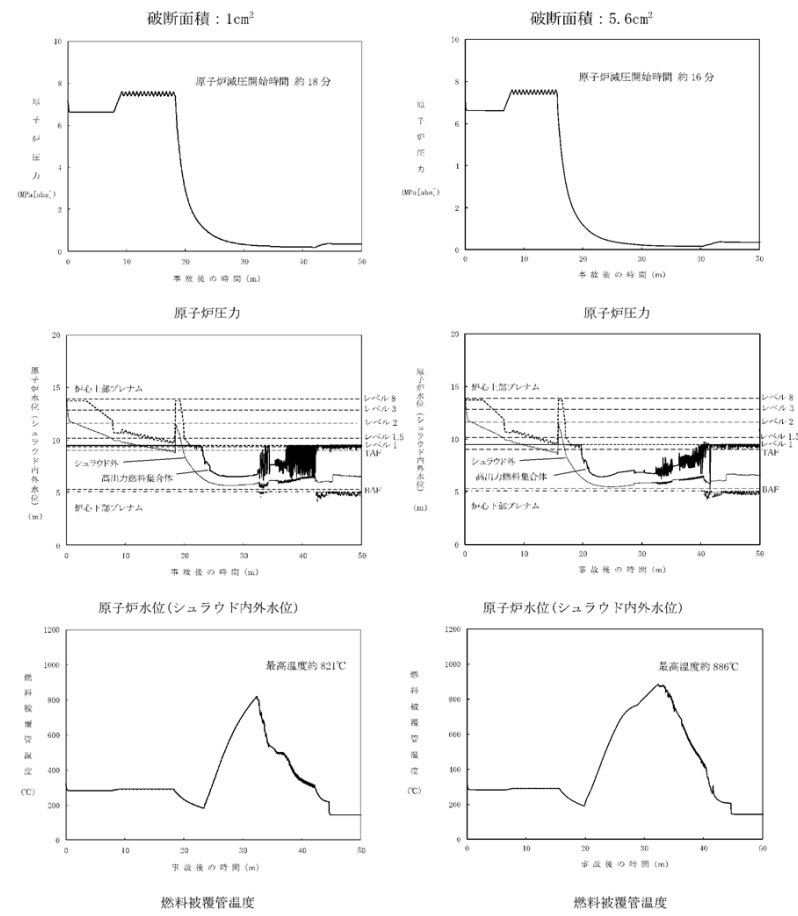
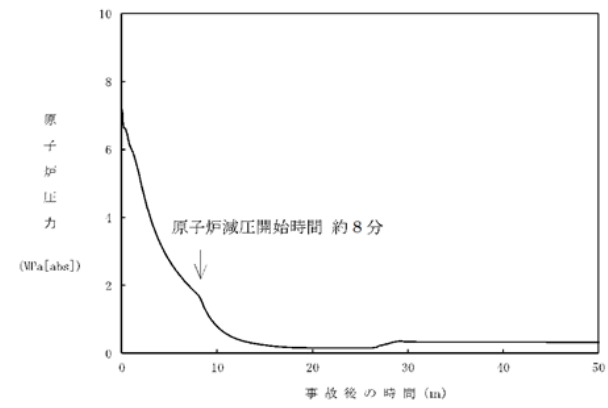
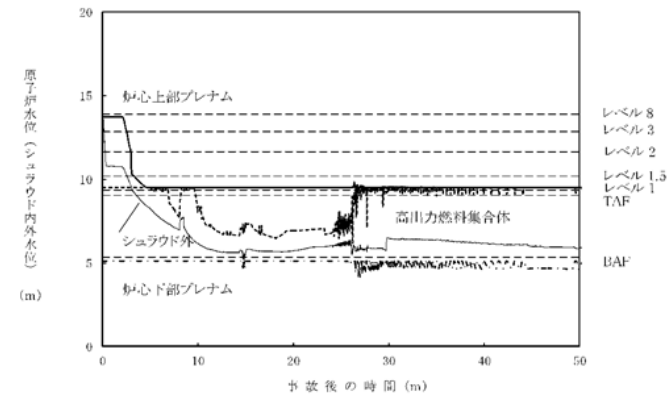


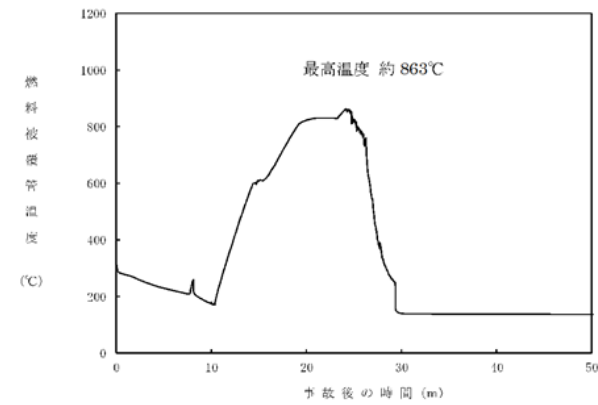
図1 破断面積1cm²と5.6cm²のパラメータ推移の比較



原子炉圧力



原子炉水位(シュラウド内外水位)



燃料被覆管温度

図2 RHR吸入配管が破断面積420cm²で破断した場合のパラメータ推移

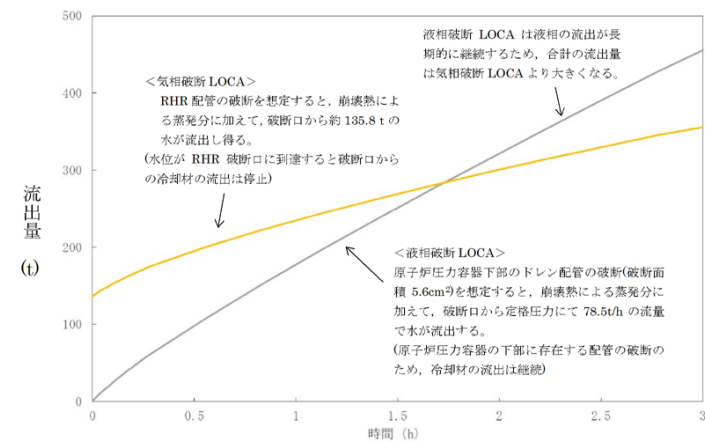


図3 崩壊熱による蒸発分を含めた液相破断LOCAと気相破断LOCAの流出量の比較

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4. 国内外の先進的な対策との比較</p> <p>炉心損傷防止対策が有効である破断面積以上のLOCA に対しては、重大事故等対処設備による炉心損傷の回避は困難であるが、対策が「十分な対策が計画されていること」(国内外の先進的な対策と同等のものが講じられていること)を確認する必要がある。</p> <p>着眼点として、「著しい炉心損傷」をもたらすような配管破断が生じた場合でも炉心損傷を回避できる大容量かつ即時の原子炉注水手段、LOCA 時のペースの速い格納容器圧力上昇を抑制し格納容器ベントを回避できる格納容器除熱手段が必要となる。</p> <p>柏崎刈羽6号及び7号炉と欧米のプラントで講じられている諸対策を、LOCA以外の事故シーケンスグループも含めて対比したものを別表-1に示す。</p> <p>別表-1に示すとおり、LOCA 以外の事故シーケンスグループも含め、基本的に全ての機能に対して国外と同等の対策を講じてきている。</p> <p>特に、表3に示すとおり、高圧注水機能の強化策である蒸気駆動の高圧代替注水系(HPAC)は、国外では見られない対策であり、時間余裕の小さい事象初期に重要な高圧注水機能の多重性を向上させる点、駆動源の多様性を向上させる点で有用な対策となっている。</p> <p>しかしながら、LOCA が生じた場合に燃料被覆管破裂を確実に回避できる大容量かつ即時の原子炉注水手段(インターロックを備えている等)及びLOCA 時のペースの速い格納容器圧力上昇を抑制し格納容器ベントを回避できる格納容器除熱手段については、確認されなかった。</p>	<p>(5) 国内外の先進的な対策との比較</p> <p>炉心損傷防止対策が有効な破断面積以上のLOCA に対しては、炉心損傷防止対策を有効に実施することが困難であることから、審査ガイドに基づき、「LOCA時注水機能喪失」に対する重大事故等対策である低圧代替注水系(常設)が国内外の先進的な対策と同等であることを確認する。</p> <p>炉心損傷防止対策が有効な破断面積以上のLOCA に対して炉心損傷防止対策を有効に実施するためには、LOCA時の原子炉水位低下速度に対して、燃料被覆管の破裂を回避できる大容量かつ即時の原子炉注水手段が必要となる。東海第二発電所と国外のプラントで講じられている炉心損傷防止対策の比較を第6表に示す。</p> <p>第6表に示すとおり、国外プラントにおいてLOCA時の原子炉水位低下速度に対して、燃料被覆管の破裂を回避できる大容量かつ即時の原子炉注水手段については確認されなかった。</p> <p>なお、東海第二発電所の重大事故等対策のうち高圧注水機能の強化策である蒸気駆動の常設高圧代替注水系ポンプは、国外では見られない対策であり、大破断LOCAを除く事象初期において重要な高圧注水機能の多重性向上及び駆動源の多様性向上の観点で有用な対策である。</p>	<p>4. 国内外の先進的な対策との比較</p> <p>炉心損傷防止対策が有効である破断面積以上のLOCA に対しては、重大事故等対処設備による炉心損傷の回避は困難であるが、対策が「十分な対策が計画されていること」(国内外の先進的な対策と同等のものが講じられていること)を確認する必要がある。</p> <p>着眼点として、「著しい炉心損傷」をもたらすような配管破断が生じた場合でも炉心損傷を回避できる大容量かつ即時の原子炉注水手段、LOCA時のペースの速い格納容器圧力上昇を抑制し格納容器ベントを回避できる原子炉格納容器除熱手段が必要となる。</p> <p>島根原子力発電所2号炉と欧米のプラントで講じられている諸対策を、LOCA以外の事故シーケンスグループも含めて対比したものを別表1に示す。</p> <p>別表1に示すとおり、LOCA以外の事故シーケンスグループも含め、基本的にすべての機能に対して国外と同等の対策を講じてきている。</p> <p>特に、表3に示すとおり、高圧注水機能の強化策である蒸気駆動の高圧原子炉代替注水系は、国外では見られない対策であり、時間余裕の小さな事象初期に重要な高圧注水機能の多重性を向上させる点、駆動源の多様性を向上させる点で有用な対策となっている。</p> <p>しかしながら、LOCAが生じた場合に燃料被覆管破裂を確実に回避できる大容量かつ即時の原子炉注水手段(インターロックを備えている等)及びLOCA時のペースの速い格納容器圧力上昇を抑制し格納容器ベントを回避できる原子炉格納容器除熱手段については、確認されなかった。</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、LOCA以外の事故シーケンスグループについても記載している。</p>

表3 原子炉への注水機能の整理

原子炉の状態		駆動源		
		電動駆動	蒸気駆動	ディーゼル駆動
SBOでは給電された後に機能する		大規模な LOCA を除き事象初期から機能する	LOCA も含む各事象で機能する	
原子炉が 高圧	大破断 LOCA を除くと事象初期は高圧 →時間余裕の小さい事象初期に重要	<ul style="list-style-type: none"> • HPCF×2 • CRD • 給復水系 	<ul style="list-style-type: none"> • RCIC • HPAC (当社) 	—
原子炉が 低圧	大破断 LOCA を除くと原子炉減圧後に必要	<ul style="list-style-type: none"> • LPFL×3 • MUWC×3 • 消防車 	(蒸気駆動は不適)	・ 消火ポンプ

以上

表7 原子炉への注水機能の整理

原子炉の状態		駆動源	
		電 動	蒸気駆動
SBOでは給電された後に機能する		大規模な LOCA を除き事象初期から機能する	
原子炉が 高圧	大破断 LOCA を除くと事象初期は高圧 →時間余裕の小さい事象初期に重要	<ul style="list-style-type: none"> • 高圧炉心スプレイ系×1 • 制御棒駆動系 • 給復水系 	<ul style="list-style-type: none"> • 原子炉隔離時冷却系 • 高圧原子炉代替注水系
原子炉が 低圧	大破断 LOCA を除くと原子炉減圧後に必要	<ul style="list-style-type: none"> • 残留熱除去系 (低圧注水モード) ×3 • 低圧炉心スプレイ系×1 • 復水輸送系×2 • 低圧原子炉代替注水系 (常設・可搬型) 	(蒸気駆動は不適)

・ 設備設計の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考 ・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】
-------------------------------------	-------------------------	--------------	----------------------------------

別表 1 米国・欧州での重大事故等対策に関する設備例の比較 (2 / 5)

分類	事後シナリオグループ	想定する機能	重大事故等対策にかかわる設備又は機件					時期の概要
			島根原子力発電所2号炉	和国	ドイツ	スウェーデン	フィンランド	
2	高圧注水・高圧隔離減圧	炉心冷却	【1】西側熱除去系 (低圧注水モード) 等 - 炉心冷却用注水系 (高圧) - 高圧炉心冷却用注水系 (高圧型) - 高圧炉心冷却用注水系	1と同様	1と同様	—	1と同様	1と同様
		原子炉高圧	・代替自動高圧隔離減圧 ・高圧隔離減圧信頼性向上策 - 予備の電源系への配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電	1と同様	・多相化炉内冷却減圧系 (過剰安全弁駆動用電源等) - 予備及び炉心冷却用注水系 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電	・高圧隔離減圧ロジック	・高圧隔離減圧信頼性向上策 - 予備の電源系への配電 - 可搬型電源からの配電	・高圧隔離減圧信頼性向上策 - 予備の電源系への配電 - 可搬型電源からの配電
		格納容器冷却	【1】可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様
		高圧電源設備	・高圧電源設備の信頼性向上策 - 予備の電源系への配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電	1と同様	・高圧電源設備の信頼性向上策 - 予備の電源系への配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電	・高圧電源設備の信頼性向上策 - 予備の電源系への配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電	・高圧電源設備の信頼性向上策 - 予備の電源系への配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電	・高圧電源設備の信頼性向上策 - 予備の電源系への配電 - 可搬型電源からの配電 - 可搬型電源からの配電
		給水機	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様

※ : 有効性評価において有効性を評価した対策 (注) 本件は、米国においてNRCの要請によって実施された、西側熱除去系に関する制約緩和 (TIPF) に関連して、NRCより出された Generic Letter 89-20 遵拠 1 の部分2より抽出したものである。

【1】 : 設計基準事故対応設備

・設備設計の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

別表 1 米国・欧州での重大事故等対策に関する設備例の比較 (5 / 5)

分類	事故シナリオ グループ	重大事故等対策にかかる設備又は操作							
		島根原子力発電所2号炉	東海	ドイツ	スウェーデン	フィンランド	対照の概要		
5	事故シナリオグループ LOCA発生後 炉心冷却 機能喪失 炉心溶融 炉心溶融 炉心溶融	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様
		1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様
		3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様
6	炉心溶融 炉心溶融 炉心溶融 炉心溶融	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様
		3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様
7	炉心溶融 炉心溶融 炉心溶融 炉心溶融	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様	1と同様
		3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様	3と同様

※：有効性評価において有効性を評価した対策
【】：設計基準事故対応設備

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

【比較のため、「添付資料2.3.1.1」の一部を記載】

敷地境界での実効線量評価について

【事象の概要】

- 全交流動力電源喪失が発生するが、原子炉隔離時冷却系により原子炉への注水は継続され、炉心冠水は維持される。発生した蒸気は逃がし安全弁を通じてサブプレッション・チェンバ (S/C) に移行する。
- 全交流動力電源喪失発生から約16時間後、格納容器圧が0.31MPa (gage) 到達するため、S/Cのスクラビング効果を実施する。

【評価結果】

敷地境界での実効線量は、5mSvに対して十分小さい。(ドライウェル、サブプレッション・チェンバのいずれのベントラインを経由した場合であっても、原子炉格納容器内での自然沈着や格納容器スプレイによる除去に期待できるため、S/C内でのスクラビング等による除染係数(無機よう素に対しDF5)に対して遜色ない効果※が得られるものと考えられる。

※「59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について 添付資料 5 格納容器等への無機よう素の沈着効果について」

【評価結果】

敷地境界での実効線量
約 4.9×10^{-2} mSv
よう素: 約 4.3×10^{-2} mSv
希ガス: 約 5.8×10^{-3} mSv

敷地境界での実効線量
約 9.9×10^{-3} mSv
よう素: 約 7.0×10^{-4} mSv
希ガス: 約 9.2×10^{-3} mSv

格納容器圧力逃がし装置から放出する場合
相対濃度 (x/Q) 約 1.2×10^{-6} (s/m³)
相対線量 (D/Q) 約 1.9×10^{-19} (Gy/Bq)

よう素フィルタの除染係数 (DF) 50 (有機よう素のみこの効果を考える。)

格納容器圧力逃がし装置の除染係数 (DF) 1000 (希ガス及び有機よう素は、この効果を考えない。)

格納容器圧力逃がし装置から放出する場合
相対濃度 (x/Q) 約 6.2×10^{-6} (s/m³)
相対線量 (D/Q) 約 1.2×10^{-19} (Gy/Bq)

追加放出された有機よう素のうち、気相部へ移行する割合: 10%

追加放出された有機よう素のうち、炉水中の核分裂生成物
希ガス: 約 9.9×10^{14} Bq
よう素: 約 6.5×10^{13} Bq (無機: 96%, 有機: 4%)
炉水中の核分裂生成物
よう素: 約 1.3×10^{12} Bq

S/Cの除染係数 (DF) 10[#] (希ガス及び有機よう素は、この効果を考えない。)
※ Standard Review Plan 6.5.5Cに基づき設定

東海第二発電所 (2018.9.12版)

添付資料 2.6.2

非居住区域境界及び敷地境界での実効線量評価について

【事象の概要】

- LOCAが発生し、高圧・低圧注水機能が喪失するが、低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水により炉心は冠水が維持される。発生した蒸気は逃がし安全弁を通じてサブプレッション・チェンバに移行する。
- 事象発生から約28時間後、格納容器圧力が0.31MPa (gage) 到達することにより格納容器ベント操作を実施する。

【評価結果】

敷地境界での実効線量は、5mSvに対して十分小さい。

※「59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について 添付資料 5 格納容器等への無機よう素の沈着効果について」

【事象の概要】

- LOCAが発生し、高圧・低圧注水機能が喪失するが、低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水により炉心は冠水が維持される。発生した蒸気は逃がし安全弁を通じてサブプレッション・チェンバに移行する。
- 事象発生から約28時間後、格納容器圧力が0.31MPa (gage) 到達することにより格納容器ベント操作を実施する。

【評価結果】

敷地境界での実効線量は、5mSvに対して十分小さい。

※「59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について 添付資料 5 格納容器等への無機よう素の沈着効果について」

希ガス	有機	よう素
約 1.6×10^{-14} Bq (以上全体の1%)	約 3.8×10^{-14} Bq (以上全体の96%)	約 1.7×10^{14} Bq
10% (※1)	—	約 8.1%
—	—	— (※2)
約 1.5×10^{-14} Bq (※3)	約 2.0×10^{-14} Bq (※3)	約 2.1×10^{14} Bq (※3)

※1: 10%は有機よう素のうち、気相部へ移行する割合を示す。
※2: ドライウェル・サブプレッション・チェンバのいずれのベントラインを経由した場合であっても、原子炉格納容器内での自然沈着や格納容器スプレイによる除去に期待できるため、S/C内でのスクラビング等による除染係数(無機よう素に対しDF5)に対して遜色ない効果※が得られるものと考えられる。
※3: Standard Review Plan 6.5.5Cに基づき設定

島根原子力発電所 2号炉

添付資料 2.6.2

敷地境界での実効線量評価について

【事象の概要】

- LOCAが発生し、高圧・低圧注水機能が喪失するが低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉注水により原子炉水位は回復・維持される。発生した蒸気は逃がし安全弁を通じてサブプレッション・チェンバ (S/C) に移行する。
- 事象発生から約27時間後、サブプレッション・プール水位が、通常水位+約1.3mに到達することにより格納容器ベントを実施する。

【評価結果】

敷地境界での実効線量は、5mSvに対して十分小さい。(ドライウェル、サブプレッション・チェンバのいずれのベントラインを経由した場合であっても、原子炉格納容器内での自然沈着や格納容器スプレイによる除去に期待できるため、S/C内でのスクラビング等による除染係数(無機よう素に対しDF5)に対して遜色ない効果※が得られるものと考えられる。

※「59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について 添付資料 5 格納容器等への無機よう素の沈着効果について」

【事象の概要】

- LOCAが発生し、高圧・低圧注水機能が喪失するが低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉注水により原子炉水位は回復・維持される。発生した蒸気は逃がし安全弁を通じてサブプレッション・チェンバ (S/C) に移行する。
- 事象発生から約27時間後、サブプレッション・プール水位が、通常水位+約1.3mに到達することにより格納容器ベントを実施する。

【評価結果】

敷地境界での実効線量は、5mSvに対して十分小さい。(ドライウェル、サブプレッション・チェンバのいずれのベントラインを経由した場合であっても、原子炉格納容器内での自然沈着や格納容器スプレイによる除去に期待できるため、S/C内でのスクラビング等による除染係数(無機よう素に対しDF5)に対して遜色ない効果※が得られるものと考えられる。

※「59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について 添付資料 5 格納容器等への無機よう素の沈着効果について」

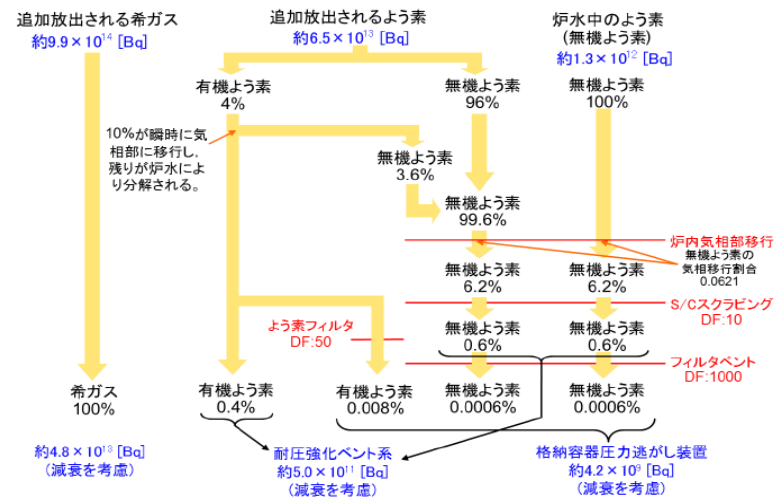
希ガス	有機	よう素
約 1.6×10^{-14} Bq (以上全体の1%)	約 3.8×10^{-14} Bq (以上全体の96%)	約 1.7×10^{14} Bq
10% (※1)	—	約 8.1%
—	—	— (※2)
約 1.5×10^{-14} Bq (※3)	約 2.0×10^{-14} Bq (※3)	約 2.1×10^{14} Bq (※3)

※1: 10%は有機よう素のうち、気相部へ移行する割合を示す。
※2: ドライウェル・サブプレッション・チェンバのいずれのベントラインを経由した場合であっても、原子炉格納容器内での自然沈着や格納容器スプレイによる除去に期待できるため、S/C内でのスクラビング等による除染係数(無機よう素に対しDF5)に対して遜色ない効果※が得られるものと考えられる。
※3: Standard Review Plan 6.5.5Cに基づき設定

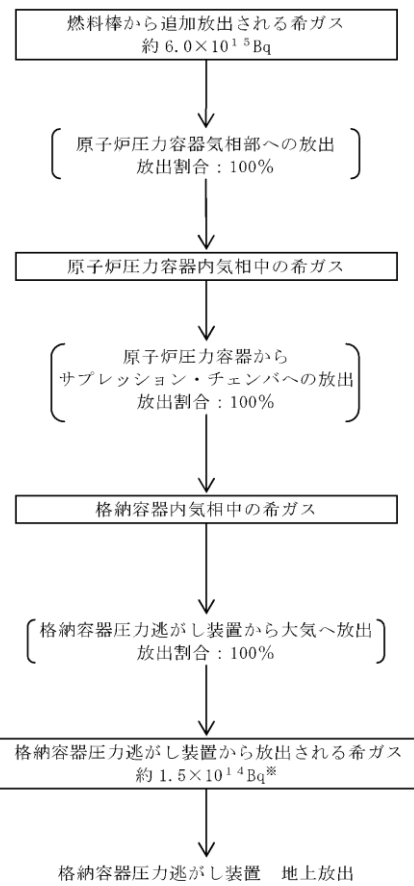
備考

- 解析結果の相違
- 【柏崎6/7, 東海第二】
- 設備設計の相違
- 【柏崎6/7, 東海第二】
- 島根2号炉 (Mark-I 改) と柏崎6/7 (ABWR) の最高使用圧力の相違。
- 運用の相違
- 【柏崎6/7, 東海第二】
- 島根2号炉では、耐圧強化ベントを自主対策設備と位置付けている。

核分裂生成物の環境中への放出について



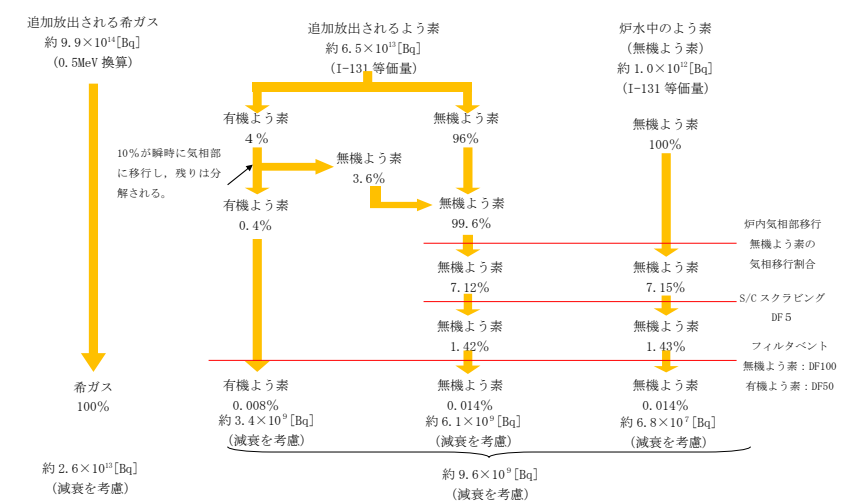
【ここまで】



※：ベント開始（事象発生 28 時間後）までの放射性物質の自然減衰を考慮

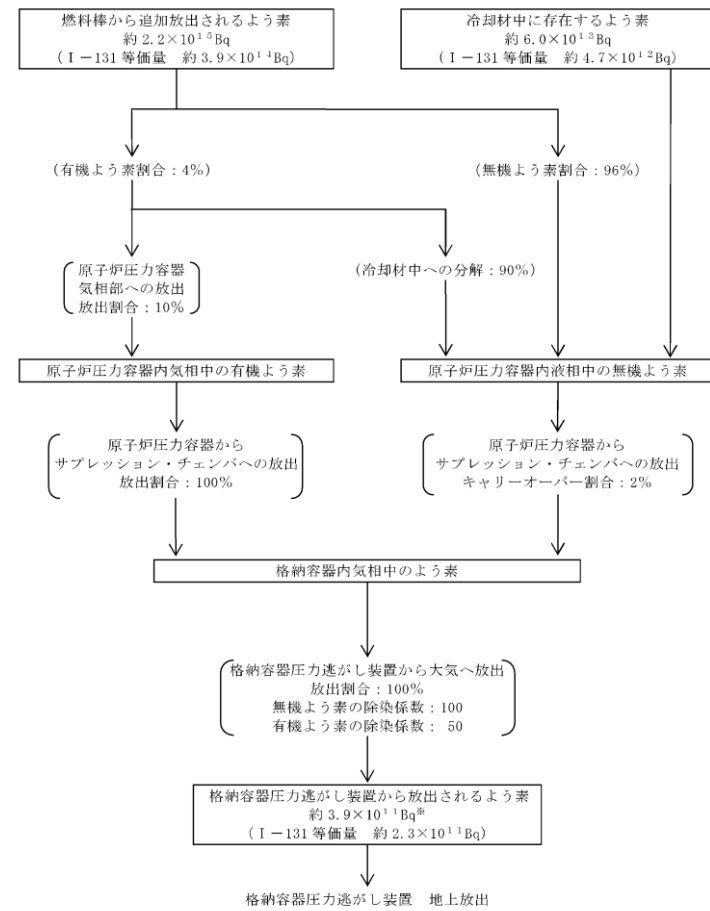
第1 図 格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント時の放射性希ガスの大気放出過程 (γ線実効エネルギー 0.5MeV 換算値)

核分裂生成物の環境中への放出について



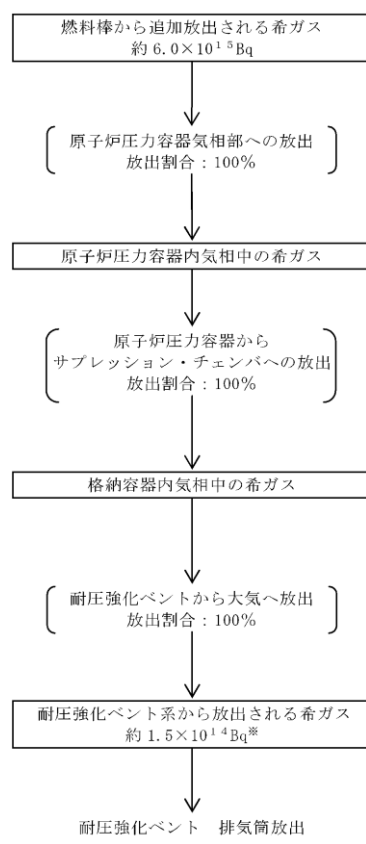
・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

・解析結果の相違
【東海第二】



※: ベント開始 (事象発生 28 時間後) までの放射性物質の自然減衰を考慮

第 2 図 格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント時の
放射性よう素の大気放出過程

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p style="text-align: center;">※：ベント開始（事象発生 28 時間後）までの放射性物質の自然減衰を考慮</p> <p style="text-align: center;">第 3 図 耐圧強化ベント系による格納容器ベント時の 放射性希ガスの大気放出過程 (γ線実効エネルギー 0.5MeV 換算値)</p>		<p>・運用の相違 【東海第二】 島根 2 号炉では、耐圧強化ベントを自主対策設備と位置付けている。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>燃料棒から追加放出されるよう素 約 2.2×10^{13} Bq (I-131 等価量 約 3.9×10^{11} Bq)</p> <p>冷却材中に存在するよう素 約 6.0×10^{13} Bq (I-131 等価量 約 4.7×10^{12} Bq)</p> <p>(有機よう素割合: 4%) (無機よう素割合: 96%)</p> <p>(原子炉圧力容器 気相部への放出 放出割合: 10%) (冷却材中への分解: 90%)</p> <p>原子炉圧力容器内気相中の有機よう素 原子炉圧力容器内液相中の無機よう素</p> <p>(原子炉圧力容器から サプレッション・チェンバへの放出 放出割合: 100%) (原子炉圧力容器から サプレッション・チェンバへの放出 キャリーオーバー割合: 2%)</p> <p>格納容器内気相中のよう素</p> <p>(耐圧強化ベントから大気へ放出 放出割合: 100% 無機よう素の除染係数: 1 有機よう素の除染係数: 1)</p> <p>耐圧強化ベント系から放出されるよう素 約 3.7×10^{13} Bq[※] (I-131 等価量 約 2.2×10^{11} Bq)</p> <p>耐圧強化ベント 排気筒放出</p> <p>※: ベント開始 (事象発生 28 時間後) までの放射性物質の自然減衰を考慮</p> <p>第 4 図 耐圧強化ベント系による格納容器ベント時の放射性よう素の大気放出過程</p>		<p>・運用の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2号炉では, 耐圧強化ベントを自主対策設備と位置付けている。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料2.6.2</p> <p style="text-align: center;">安定状態について</p> <p>LOCA 時注水機能喪失時の安定状態については以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却により，炉心冠水が維持でき，また，冷却のための設備がその後も機能維持できると判断され，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合，安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>原子炉格納容器安定状態：炉心冠水後に，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた原子炉格納容器除熱機能（格納容器圧力逃がし装置等，残留熱除去系又は代替循環冷却系）により，格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ，また，原子炉格納容器除熱のための設備がその後も機能維持できると判断され，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合，安定状態が確立されたものとする。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 2.6.5</p> <p style="text-align: center;">安定状態について（LOCA時注水機能喪失）</p> <p>LOCA 時注水機能喪失時の安定状態については、以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却が維持可能であり，また，冷却のための設備がその後も機能維持でき，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合に安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>格納容器安定状態：炉心冷却が維持された後に，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた格納容器除熱により格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ，また，格納容器除熱のための設備がその後も機能維持でき，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合に安定状態が確立されたものとする。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 2.6.3</p> <p style="text-align: center;">安定状態について（LOCA時注水機能喪失）</p> <p>LOCA時注水機能喪失時の安定状態については以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却により，炉心冠水が維持でき，また，冷却のための設備がその後も機能維持できると判断され，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合，安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>原子炉格納容器安定状態：炉心冠水後に，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた原子炉格納容器除熱機能（格納容器フィルタベント系，残留熱除去系又は残留熱代替除去系）により，格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ，また，原子炉格納容器除熱のための設備がその後も機能維持できると判断され，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合，安定状態が確立されたものとする。</p>	<p>備考</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7，東海第二】 耐圧強化ベントを使用しない。（以降，同様な相違については記載省略）</p>
<p>【安定状態の確立について】</p> <p>原子炉安定停止状態の確立について</p> <p>逃がし安全弁を開維持することで，<u>低压代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し，炉心の冷却が維持され，原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>原子炉格納容器安定状態の確立について</p> <p>炉心冷却を継続し，事象発生から約17 時間後に格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を開始することで，格納容器圧力及び温度は安定又は低下傾向になり，格納容器温度は150℃を下回るとともに，ドライウエル温度は，<u>低压注水継続の</u></p>	<p>【安定状態の確立について】</p> <p>原子炉安定停止状態の確立について</p> <p>逃がし安全弁により原子炉減圧状態を維持し，<u>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）</u>による原子炉注水を継続することで，炉心の冷却は維持され原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>格納容器安定状態の確立について</p> <p>炉心冷却を継続し，事象発生約 28 時間後に格納容器圧力逃がし装置等を用いた格納容器除熱を実施することで，格納容器圧力及び温度は安定又は低下傾向となる。<u>格納容器雰囲気温度は 150℃を下回るとともに，ドライウエル雰囲気温度は，</u>低压</p>	<p>【安定状態の確立について】</p> <p>原子炉安定停止状態の確立について</p> <p>逃がし安全弁を開維持することで，<u>低压原子炉代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し，炉心の冷却が維持され，原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>原子炉格納容器安定状態の確立について</p> <p>炉心冷却を継続し，事象発生から約 27 時間後に格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を開始することで，格納容器圧力及び温度は安定又は低下傾向になり，格納容器温度は150℃を下回るとともに，<u>ドライウエル温度は，</u>低压注水継</p>	<p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>ための逃がし安全弁の機能維持が確認されている126℃を上回ることなく、原子炉格納容器安定状態が確立される。なお、除熱機能として格納容器圧力逃がし装置等を使用するが、<u>本事象より使用までの時間が短く放射性物質の減衰効果が少ない</u>「2.3.1 全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG 喪失）」の実効線量約4.9×10^{-2}mSv 以下となり、燃料被覆管破裂は発生しないため、<u>周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、敷地境界での実効線量評価は5mSv を十分に下回る。</u></p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、<u>代替循環冷却系を用いて又は残留熱除去系機能を復旧して除熱を行い、さらに原子炉格納容器を隔離することによって、安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能となる。</u>(添付資料2.1.1 別紙1)</p>	<p>注水継続のための逃がし安全弁の機能維持が確認されている126℃を上回ることなく、<u>格納容器安定状態が確立される。</u>なお、除熱機能として格納容器圧力逃がし装置等を使用するが、敷地境界における実効線量の評価結果は約6.2×10^{-1}mSv となり、また、燃料被覆管の破裂も発生しないことから、周辺公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、<u>代替循環冷却系又は残留熱除去系の復旧により除熱を行い、格納容器ベントを閉止し格納容器を隔離することで、安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能となる。</u> (添付資料 2. 1. 2 別紙 1)</p>	<p>続のための逃がし安全弁の機能維持が確認されている126℃を上回ることなく、<u>原子炉格納容器安定状態が確立される。</u>なお、除熱機能として格納容器フィルタベント系を使用するが、敷地境界における実効線量の評価結果は約1.7×10^{-2}mSv となり、また、燃料被覆管の破裂も発生しないことから、<u>周辺公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</u></p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、<u>残留熱代替除去系を用いて又は残留熱除去系機能を復旧して除熱を行い、さらに原子炉格納容器を隔離することによって、安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能となる。</u> (添付資料 2. 1. 1 別紙 1 参照)</p>	<p>・解析結果の相違 【東海第二】 ・記載箇所相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、敷地境界での実効線量評価は、格納容器フィルタベント系の使用までの時間が最も短い本事象により実施しているが、柏崎 6/7 は「2.3.1」が最も短くなることから、「2.3.1」の評価を代表としている。</p>

表2 解析条件を最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータとなる影響 (LOCA時注水機能喪失) (2/3)

項目	解析条件 (初期条件、事故条件及び機器条件) の		条件設定の考え方	運転員等操作時間による影響	評価項目となるパラメータによる影響
	解析条件	最確条件			
格納容器圧力	5.2kPa[range] (実測値)	約 3kPa[range] ~ 約 7kPa[range] (実測値)	通常運転時の格納容器圧力と 過空運転時の格納容器圧力と して設定	最確条件とした場合は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、ゆらぎによる格納容器圧力の上昇幅が格納容器圧力の上昇幅に比べて小さい。例えば、事故発生から格納容器ベントまでの圧力上昇率 (平均) は1時間あたり約18kPaであるのに対して、ゆらぎによる圧力上昇率は約2kPaであり、格納容器ベント時間が約7分間となる程度である。したがって、事故進展による影響は小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、ゆらぎによる格納容器圧力の上昇幅が格納容器圧力の上昇幅に比べて小さい。例えば、事故発生から格納容器ベントまでの圧力上昇率 (平均) は1時間あたり約18kPaであるのに対して、ゆらぎによる圧力上昇率は約2kPaであり、格納容器ベント時間が約7分間となる程度である。したがって、事故進展による影響は小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
	57℃	約43℃~約62℃ (実測値)	通常運転時の格納容器温度と して設定	最確条件とした場合は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、ゆらぎによる格納容器温度の上昇幅が格納容器温度の上昇幅に比べて小さい。例えば、事故発生から格納容器ベントまでの圧力上昇率 (平均) は1時間あたり約18kPaであるのに対して、ゆらぎによる圧力上昇率は約2kPaであり、格納容器ベント時間が約7分間となる程度である。したがって、事故進展による影響は小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、ゆらぎによる格納容器温度の上昇幅が格納容器温度の上昇幅に比べて小さい。例えば、事故発生から格納容器ベントまでの圧力上昇率 (平均) は1時間あたり約18kPaであるのに対して、ゆらぎによる圧力上昇率は約2kPaであり、格納容器ベント時間が約7分間となる程度である。したがって、事故進展による影響は小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
初期条件 格納容器圧力	3.43MPa (ドライウエル・サブプレ ッション・チェンバ内圧 力)	3.43MPa (ドライウエル・サブプレ ッション・チェンバ内圧 力) (設計値)	格納容器圧力の設定値	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。
	外部水源の温 度	50℃ (事故開始時は約50℃ 以降は45℃、発電開始24時 以降は40℃)	復元後送水ポンプ組用温度を参 照して設定 格納容器を冷却できる条件	最確条件とした場合は、解析条件で設定している水温よりも低くなる可能性がある。また、格納容器圧力の上昇に対する格納 容器の冷却能力は格納容器の冷却能力に比べて小さい。したがって、事故進展による影響は小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、解析条件で設定している水温よりも低くなる可能性がある。また、格納容器圧力の上昇に対する格納 容器の冷却能力は格納容器の冷却能力に比べて小さい。したがって、事故進展による影響は小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
外部水源の容 量	約21,400m ³	21,400m ³ 以上 (外部貯水タンク+復元 貯留水)	通常運転時の格納容器圧力と 格納容器の冷却能力を 参考に設定	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。
燃料の容量	約2,040kWh	2,040kWh以上 (格納タンク容量)	通常運転時の格納容器圧力と 格納容器の冷却能力を 参考に設定	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。

第2表 解析条件を最確条件とした場合に運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータによる影響 (2/6)

項目	解析条件の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間による影響	評価項目となるパラメータによる影響
	解析条件	最確条件			
初期条件 原子炉停止後の 崩壊熱	ANSI/ANS-5.1-1979 熱密度 35kW/l	ANSI/ANS-5.1-1979 平均的熱密度 約 31kW/l (実測値)	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熱密度とし て設定	最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも低くなる可能性がある。発生する崩壊熱は崩壊後の燃料燃焼温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も減少することから、格納容器圧力及び空室温度の上昇は格納容器ベントにより抑制されることから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも低くなる可能性がある。発生する崩壊熱は崩壊後の燃料燃焼温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も減少することから、格納容器圧力及び空室温度の上昇は格納容器ベントにより抑制されることから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
	格納容器圧力	5kPa[range]	約 2.2kPa[range] ~ 約 1.7kPa[range] (実測値)	通常運転時の格納容器圧力を含む する値として設定	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
格納容器 空室温度	57℃	約 25℃~約 68℃ (実測値)	通常運転時の格納容器空室温度 (ドライウエル内ガス冷却装置の 設計温度) として設定	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
格納容器体積 (ドライウエル)	5,700m ³	5,700m ³ (設計値)	設計値	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
格納容器体積 (サブプレッション・ チェンバ)	空間部: 4,100m ³ 液相部: 3,300m ³	空間部: 約 4,058 m ³ ~ 約 4,092 m ³ 液相部: 約 3,308 m ³ ~ 約 3,312 m ³ (実測値)	設計値 (通常運転時のサブプレッ ション・プール水位の下限値に基づき設 定)	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。

表2 解析条件を最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータによる影響 (LOCA時注水機能喪失) (2/4)

項目	解析条件 (初期条件、事故条件及び機器条件) の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間による影響	評価項目となるパラメータによる影響
	解析条件	最確条件			
格納容器容積 (ドライウエル)	7,900m ³	7,900m ³ (設計値)	ドライウエル内体積の設計値 (4.0%の余裕を考慮) の値を 採用して設定	最確条件と最確条件と同様であることから、事故進展による影響はない。運転員等操作時間による影響はない。	最確条件と最確条件と同様であることから、事故進展による影響はない。運転員等操作時間による影響はない。
	格納容器容積 (サブプレッ ション・チェン バ)	空間部: 4,700m ³ 液相部: 2,800m ³	空間部: 約 4,650 m ³ ~ 約 4,750 m ³ 液相部: 約 2,750 m ³ ~ 約 2,850 m ³ (実測値)	通常運転時のサブプレッ ション・プール水位として設定	最確条件と最確条件と同様であることから、事故進展による影響はない。運転員等操作時間による影響はない。
真空破壊装置	3.43MPa (ドライウエル・ サブプレッション・ チェンバ内圧 力)	3.43MPa (ドライウエル・ サブプレッション・ チェンバ内圧 力) (設計値)	真空破壊装置の設定値	最確条件と最確条件と同様であることから、事故進展による影響はない。運転員等操作時間による影響はない。	最確条件と最確条件と同様であることから、事故進展による影響はない。運転員等操作時間による影響はない。
	サブプレッ ション・チェン バ水位	3.4kPa (通常運転水位)	通常運転時のサブプレッ ション・ プール水位として設定	最確条件とした場合は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、ゆらぎによるサブプレッション・チェンバ水位低下分の熱容量は通常水位に比べて非常に小さい。例えば、ゆらぎによる水位低下分 (通常水位 - 0.02m) の熱容量は約2,800kWh相当であり、その割合は約0.02%程度であり、その低下割合は約0.02%程度であり、したがって、事故進展による影響は小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、ゆらぎによるサブプレッション・チェンバ水位低下分の熱容量は通常水位に比べて非常に小さい。例えば、ゆらぎによる水位低下分 (通常水位 - 0.02m) の熱容量は約2,800kWh相当であり、その割合は約0.02%程度であり、したがって、事故進展による影響は小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
サブプレッ ション・ プール水温	35℃	約19℃~約35℃ (実測値)	通常運転時のサブプレッ ション・ プール水温として 設定	最確条件とした場合は、解析条件で設定している水温よりも低くなる可能性がある。格納容器の熱容量が大きくなり、格納容器圧力の上昇は抑制されることから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、解析条件で設定している水温よりも低くなる可能性がある。格納容器の熱容量が大きくなり、格納容器圧力の上昇は抑制されることから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
格納容器圧力	5kPa[range]	約5kPa[range] (実測値)	通常運転時の格納容器圧力と して設定	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
	格納容器温度	57℃	約45℃~約67℃程度 (実測値)	通常運転時の格納容器温度と して設定	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
外部水源の温 度	35℃	31℃以下 (実測値)	屋外貯水罐の水温温度として 実測値及び夏季の外気温度を 用いて設定	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。	最確条件とした場合は、解析条件で設定している圧力よりも低くなる可能性がある。格納容器圧力が低めに推移することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。ただし、ゆらぎによる格納容器圧力の変動は3kPa程度と非常に小さいことから、評価項目となるパラメータによる影響は小さい。
外部水源の容 量	7,700m ³	7,700m ³ 以上 (合計貯水)	低圧原子炉冷却水供給設備 貯水罐の容量を参考に、最確 条件を超過できる条件を設定	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。
燃料の容量	1,180kWh	1,180kWh以上 (合計貯水)	発電明断内に計画している合 計貯水容量を参考に、最確条件を 超過できる条件を設定	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。	最確条件とした場合は、解析条件より最も格納容器の余裕が 入ることとなる。また、事故発生後時間後からの可搬性圧注 水ポンプ (A 2 級) による運転により格納容器は格納 されないことから、運転員等操作時間による影響はない。

表 2 解析条件を最確条件とした場合の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 (LOCA時注水機能喪失) (3/3)

Table with 4 columns: 項目 (Item), 解析条件 (Analysis Conditions), 運転条件 (Operating Conditions), 条件設定の考え方 (Thoughts on Condition Setting), 運転員等操作時間に与える影響 (Impact on Operator Action Time), 評価項目となるパラメータに与える影響 (Impact on Evaluation Parameters). Rows include items like '起動事故' (Startup Accident), '外部電源' (External Power), '原子炉冷却系' (Nuclear Cooling System), and '燃料' (Fuel).

第 2 表 解析条件を最確条件とした場合に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 (3/6)

Table with 4 columns: 項目 (Item), 解析条件 (Analysis Conditions), 運転条件 (Operating Conditions), 条件設定の考え方 (Thoughts on Condition Setting), 運転員等操作時間に与える影響 (Impact on Operator Action Time), 評価項目となるパラメータに与える影響 (Impact on Evaluation Parameters). Rows include items like 'サブプレッシャ・プール水位' (Subpressure Pool Level), 'サブプレッシャ・プール水位' (Subpressure Pool Level), '真空破壊装置' (Vacuum Breaker), and '燃料の存量' (Fuel Inventory).

第2表 解析条件を最確条件とした場合に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 (5/6)

項目	解析条件の不確かさ		条件設定の考え方	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
	解析条件	最確条件			
原子炉スクラム信号	原子炉水位低 (レベル3) 信号 (遅れ時間 1.05秒)	原子炉水位低 (レベル3) 信号 (遅れ時間 1.05秒)	安全保護系等の遅れ時間を考慮して設定	解析条件と最確条件は同様であることから、事象進展に影響はない。運転員等操作時間に与える影響はない。	解析条件と最確条件は同様であることから、事象進展に影響はない。評価項目となるパラメータに与える影響はない。
	逃がし安全弁	(原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.79MPa [Gauge] ~ 8.31MPa [Gauge] 385.2t/h (1 胴当たり) 410.6t/h (1 胴当たり) (原子炉手動減圧機作時) 逃がし安全弁 (自動減圧機能) 7 胴を開放することによる原子炉減圧	(原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.79MPa [Gauge] ~ 8.31MPa [Gauge] 385.2t/h (1 胴当たり) 410.6t/h (1 胴当たり) (原子炉手動減圧機作時) 逃がし安全弁 (自動減圧機能) 7 胴を開放することによる原子炉減圧	逃がし安全弁の設計値に基づき原子炉圧力と蒸気流量の関係から設定	解析条件と最確条件と同等であることから、事象進展に影響はない。運転員等操作時間に与える影響はない。

表2 解析条件を最確条件とした場合の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 (LOCA時注水機能喪失) (4/4)

項目	解析条件 (初期条件、事故条件) の不確かさ		条件設定の考え方	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
	解析条件	最確条件			
原子炉スクラム信号	原子炉水位低 (レベル3) (遅れ時間 1.05秒)	原子炉水位低 (レベル3) 等	保水水量の低下を保守的に評価するスクラム条件を設定	実態が解析上の想定より早くスクラムした場合は、燃料被覆管温度は低めの結果を与えることになり、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。	実態が解析上の想定より早くスクラムした場合は、燃料被覆管温度は低めの結果を与えることになり、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。
逃がし安全弁	逃がし弁機能 7.58~7.79MPa [Gauge] 367~377t/h/胴	逃がし弁機能 7.58~7.79MPa [Gauge] 367~377t/h/胴	逃がし安全弁の速がし弁機能の設計値として設定	解析条件と最確条件は同様であることから、事象進展に与える影響はない。運転員等操作時間に与える影響はない。	解析条件と最確条件は同様であることから、事象進展に与える影響はない。評価項目となるパラメータに与える影響はない。
低圧原子炉代替注水系 (常設)	最大250m ³ /hにて原子炉注水、その後は炉心を冠水維持可能な注水量に制御	最大250m ³ /hにて原子炉注水、その後は炉心を冠水維持可能な注水量に制御	低圧原子炉代替注水系 (常設) の設計値として設定	実際の注水量が解析より多い場合 (注水特性 (設計) の保守性)、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の操作として冠水維持可能な注水量に制御するが、注水後の流量調整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。	実際の注水量が解析より多い場合 (注水特性 (設計) の保守性)、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の操作として冠水維持可能な注水量に制御するが、注水後の流量調整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。
格納容器代替注水系 (可搬型)	120m ³ /hにて原子炉格納容器内へスプレイレイ	120m ³ /h以上にて原子炉格納容器内へスプレイレイ	格納容器速度及び圧力抑制に必要なスプレイレイ流量を考慮し、設定	スプレイレイ流量は運転員による調整が行われ、その増減により圧力抑制効果に影響を受けるが、操作手順に変わりはなく、評価項目となるパラメータに与える影響はない。	スプレイレイ流量は運転員による調整が行われ、その増減により圧力抑制効果に影響を受けるものの、格納容器内に蓄積される崩壊蒸気量に変わりはないことから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。
格納容器フィルタータレント系	格納容器圧力427kPa [Gauge] における最大排出流量9.8kg/sに對して、第1弁を全開操作にて原子炉格納容器除熱	格納容器圧力427kPa [Gauge] における最大排出流量9.8kg/sに對して、第1弁を全開操作にて原子炉格納容器除熱	格納容器フィルタータレント系の設計値として設定	解析条件と最確条件は同様であることから、事象進展に与える影響はない。運転員等操作時間に与える影響はない。	解析条件と最確条件は同様であることから、事象進展に与える影響はない。評価項目となるパラメータに与える影響はない。

第2表 解析条件を最確条件とした場合に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 (6/6)

項 H	解析条件の不確かさ		条件設定の考え方	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
	解析条件	最確条件			
原子力発電所等に対する 事故等対策に 関連する機器条件	(原子炉注水水平線時) (2台) ・注水流量: $0\text{m}^3/\text{h} \sim 375\text{m}^3/\text{h}$ ・注水圧力: $0.0\text{MPa}[\text{GIG}] \sim 2.38\text{MPa}[\text{GIG}]$ (原子炉注水と格納 容器スプレイ併用時) ・注水流量: $230\text{m}^3/\text{h}$	(原子炉注水水平線時) (2台) ・注水流量: $0\text{m}^3/\text{h} \sim 375\text{m}^3/\text{h}$ ・注水圧力: $0.0\text{MPa}[\text{GIG}] \sim 2.38\text{MPa}[\text{GIG}]$ (原子炉注水と格納 容器スプレイ併用時) ・注水流量: $230\text{m}^3/\text{h}$ 以上	設計値に注水配管の 流路圧損を考慮した値として設定	実際の注水量が解析より多い場合(注水後の操作として冠水維持可能な注水量に調整するが、注水後の流量調整操作であることから、運転員等操作時間には与える影響はない。	実際の注水量が解析より多い場合(注水特性(設計値)の保守性)、原子炉水位の回復が早くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。
	スプレイ流量: $130\text{m}^3/\text{h}$ (一定)	スプレイ流量: $102\text{m}^3/\text{h} \sim 130\text{m}^3/\text{h}$	格納容器周囲気温度及び注水圧力 系圧圧損を考慮して、設定	最確条件とした場合、サブプレッシャ・プール水位の上昇が緩和されることから、サブプレッシャ・プールの注水開始の起点とする運転員等操作の開始は遅くなる。	最確条件とした場合でも、スプレイ流量は、格納容器圧力の上昇を抑制可能な範囲で調整し、また、代替格納容器スプレイ冷却系(常設)の停止後に格納容器最高運転圧力に到達した時点で格納容器ベントを実施する運転員等操作に変わりはない。格納容器圧力の最高値はおおむね格納容器ベント時の圧力で決定されるため、評価項目となるパラメータに与える影響はない。
	排気流量: $13.4\text{kg}/\text{s}$ (格納容器圧力 $0.31\text{MPa}[\text{gauge}]$ において)	排気流量: $13.4\text{kg}/\text{s}$ 以上 (格納容器圧力 $0.31\text{MPa}[\text{gauge}]$ において)	格納容器圧力及び注水圧力 系圧圧損を考慮して、格納容器圧力及び注水圧力 系圧圧損を低下させるのに必要な 排出流量として設定	実際の注水量が解析より多い場合、格納容器圧力及び注水圧力系圧圧損を考慮して、格納容器圧力及び注水圧力系圧圧損を低下させるのに必要な排出流量として設定	実際の注水量が解析より多い場合、格納容器圧力及び注水圧力系圧圧損を考慮して、格納容器圧力及び注水圧力系圧圧損を低下させるのに必要な排出流量として設定

第 3 表 操作条件が要員の配置による他の操作、評価項目となるパラメータ及び操作時間余裕に与える影響 (4/4)

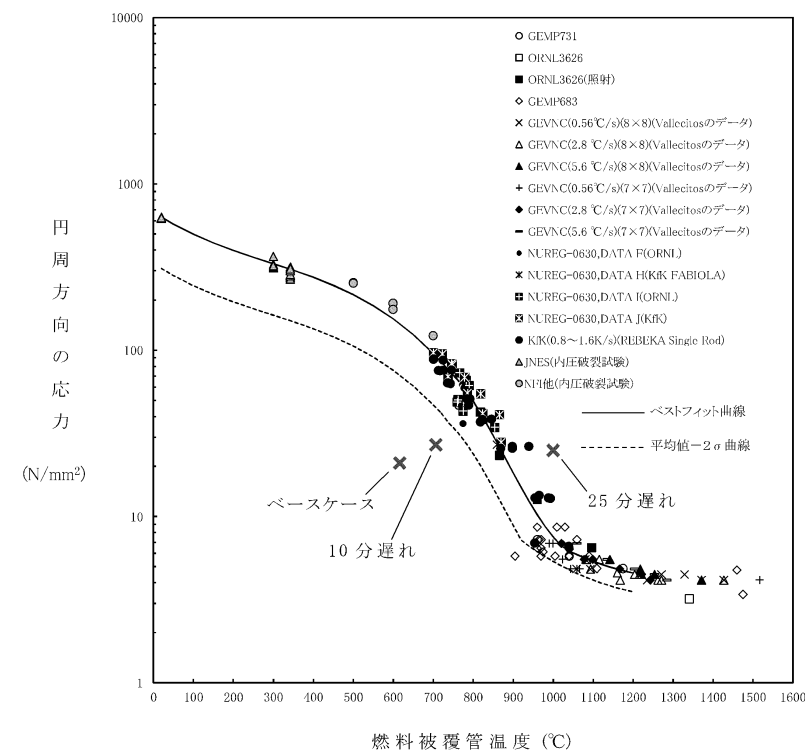
項目	解析上の操作開始条件	条件設定の考え方	操作不確かさ要因	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響	操作時間余裕	訓練実績等
代替淡水貯槽への補給操作	代替淡水貯槽を水源とした注水の開始時点	代替淡水貯槽への補給は、解析条件ではないが、解析で想定している操作の成立や継続に必要な作業であり、代替淡水貯槽が枯渇しないように設定	操作不確かさ要因 代替淡水貯槽の枯渇までには24時間以上の時間余裕があり、補給開始までの準備時間180分を考慮しても、十分な時間余裕がある。	—	—	—	代替淡水貯槽への補給は所要時間180分のところ、訓練実績等により約164分で実施可能なことを確認した。
代替淡水貯槽への補給に用いている可搬型代替注水中型ボンプへの燃料給油操作	代替淡水貯槽への補給開始から適宜	可搬型代替注水中型ボンプへの燃料給油は、解析条件ではないが、解析で想定している操作の成立や継続に必要な作業であり、燃料が枯渇しないように設定	可搬型代替注水中型ボンプの燃料枯渇までには約210分の時間余裕があり、給油開始までの準備時間110分（タンクローリーへの給油90分及び可搬型代替注水中型ボンプへの給油20分）を考慮しても、十分な時間余裕がある。	—	—	—	可搬型代替注水中型ボンプへの燃料給油は所要時間110分のところ、訓練実績等により約98分で実施可能なことを確認した。

機
組
条
件

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">添付資料 2.6.7</p> <p style="text-align: center;"><u>原子炉注水開始が遅れた場合の影響について</u> (<u>LOCA時注水機能喪失</u>)</p> <p>逃がし安全弁（自動減圧機能）の手動による原子炉減圧操作が遅れることで、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）による原子炉注水の開始時間が有効性評価における設定よりも遅れた場合の評価項目となるパラメータに与える影響を確認した。</p> <p>なお、解析は、ベースケースと同様に輻射熱伝達を保守的に取り扱うSAFERコードを使用している。</p> <p>1. <u>燃料被覆管破裂を回避可能な範囲での原子炉減圧の時間余裕</u></p> <p>逃がし安全弁（自動減圧機能）の手動による原子炉減圧操作が有効性評価における設定よりも <u>10分及び25分</u>遅れた場合の感度解析結果を第1表に示す。</p> <p>また、燃料棒破裂発生時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を第1図に、逃がし安全弁（自動減圧機能）の手動による原子炉減圧操作が <u>10分</u>遅れた場合の原子炉圧力、原子炉水位（シュラウド内外水位）、燃料被覆管温度及び燃料被覆管酸化割合の推移を第2図から第5図に示す。</p> <p>第1図に示すとおり、<u>10分</u>の遅れ時間を想定した場合でも、燃料被覆管の破裂は発生しないことから、運転員による原子炉減圧操作には少なくとも <u>10分</u>程度の時間余裕は確保されている。</p> <p>2. <u>燃料被覆管に破裂が発生した場合の非居住区域境界及び敷地境界での実効線量評価</u></p> <p><u>炉心損傷防止対策の有効性評価においては、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくリスクを与えないことを考慮し、燃料被覆管の破裂が発生しないことを目安としている。</u></p> <p><u>一方で、実際の炉心は線出力密度の異なる燃料棒から構成されており、線出力密度の高い一部の燃料棒のみに破裂が発生し、</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料 2.6.5</p> <p style="text-align: center;"><u>減圧・注水操作の時間余裕について</u></p> <p>事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」では、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の中小破断の発生後、<u>高圧注水機能、低圧注水機能が喪失することから、逃がし安全弁（自動減圧機能付き）を用いた急速減圧及び低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉注水を実施することとしている。</u></p> <p>ここでは、<u>逃がし安全弁（自動減圧機能付き）を用いた原子炉急速減圧操作が遅れ、事象発生35分後（遅れ時間5分）に開始した場合の影響について評価した。</u>なお、解析は、ベースケースと同様に輻射熱伝達を保守的に取り扱うSAFERコードを使用している。</p> <p>逃がし安全弁（自動減圧機能付き）の手動による原子炉減圧操作が有効性評価における設定よりも <u>5分</u>遅れた場合の感度解析結果を表1に示す。</p> <p>また、燃料棒破裂発生時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を図1に、逃がし安全弁（自動減圧機能付き）の手動による原子炉減圧操作が <u>5分</u>遅れた場合の原子炉圧力、原子炉水位（シュラウド内外水位）、燃料被覆管温度及び燃料被覆管酸化割合の推移を図2から図5に示す。</p> <p>図1に示すとおり、<u>5分</u>の遅れ時間を想定した場合でも、燃料被覆管破裂は発生しないことから、運転員による原子炉減圧操作には少なくとも <u>5分</u>程度の時間余裕は確保されている。</p>	<p>・解析結果の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>ベースケースの破断面積の設定が異なることによる、減圧操作の余裕時間の相違。</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、減圧・注水操作が遅れて、燃料被覆管が破裂した場合の評価を添付資料2.1.3「減圧・注水操作</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>その他の燃料棒には破裂が発生しない場合もある。一部の燃料棒に破裂が発生しても、炉心全体に対する破裂割合が低い場合には、非居住区域境界及び敷地境界での実効線量が評価項目である5mSv以下となることが考えられる。よって、逃がし安全弁（自動減圧機能）の手動による原子炉減圧操作が有効性評価における設定よりも25分遅れ、線出力密度の高い一部の燃料棒に破裂が発生するとした場合の非居住区域境界及び敷地境界における実効線量を評価した。具体的には、燃料棒線出力密度の違いによる燃料被覆管の破裂発生の有無を解析により確認し、許認可で想定する代表的な9×9燃料（A型）平衡炉心において、破裂が発生する燃料棒線出力密度を超える燃料棒本数から炉心全体に対する燃料棒の破裂発生割合を設定し、この破裂発生割合を考慮した非居住区域境界及び敷地境界での実効線量を評価した。評価結果を第2表及び第3表に示す。</u></p> <p><u>評価の結果、25分の減圧操作遅れを仮定した場合には、燃料棒線出力密度が約36.1kW/mを超える燃料棒に破裂が発生し、その割合は全燃料棒の約0.2%となる。これを踏まえて、実効線量の評価においては、保守的に全燃料棒の1%に破裂が発生するものとする、非居住区域境界及び敷地境界での実効線量の最大値は約4.4mSvとなり、評価項目である5mSvを下回る。なお、この場合には、格納容器内空間線量率がドライウエルで最大約4.8×10^3Gy/h、サプレッション・チェンバで最大約4.3×10^4Gy/hとなり、炉心損傷後の運転操作へ移行する判断基準を上回る。</u></p>		<p>が遅れる場合の影響について（高圧・低圧注水機能喪失）」に記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備 考																							
	<p data-bbox="973 254 1679 285"><u>第1表 減圧遅れによる燃料被覆管温度及び酸化量への影響</u></p> <table border="1" data-bbox="952 348 1700 457"> <thead> <tr> <th>ベースケースの減圧時間からの遅れ時間</th> <th>燃料被覆管最高温度</th> <th>燃料被覆管の酸化量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10分</td> <td>約706℃</td> <td>1%以下</td> </tr> <tr> <td>25分</td> <td>約1,000℃</td> <td>約5%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1026 615 1629 688"><u>第2表 燃料被覆管の破裂本数と全炉心の破裂割合 (遅れ時間 25分)</u></p> <div data-bbox="952 701 1694 1224" style="border: 1px solid black; height: 249px; width: 250px;"></div> <p data-bbox="973 1287 1679 1360"><u>第3表 非居住区域境界及び敷地境界での実効線量評価結果 (遅れ時間 25分)</u></p> <table border="1" data-bbox="952 1394 1670 1524"> <thead> <tr> <th>使用するベント設備</th> <th>実効線量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">格納容器圧力逃がし装置による ドライウェルベント</td> <td>非居住区域境界：約1.1mSv</td> </tr> <tr> <td>敷地境界：約2.8mSv</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">耐圧強化ベント系による ドライウェルベント</td> <td>非居住区域境界：約4.4mSv</td> </tr> <tr> <td>敷地境界：約4.4mSv</td> </tr> </tbody> </table>	ベースケースの減圧時間からの遅れ時間	燃料被覆管最高温度	燃料被覆管の酸化量	10分	約706℃	1%以下	25分	約1,000℃	約5%	使用するベント設備	実効線量	格納容器圧力逃がし装置による ドライウェルベント	非居住区域境界：約1.1mSv	敷地境界：約2.8mSv	耐圧強化ベント系による ドライウェルベント	非居住区域境界：約4.4mSv	敷地境界：約4.4mSv	<p data-bbox="1739 254 2496 327"><u>表1 減圧・注水操作遅れによる燃料被覆管温度及び酸化量への影響</u></p> <table border="1" data-bbox="1748 344 2487 422"> <thead> <tr> <th>ベースケースの減圧操作からの遅れ時間</th> <th>燃料被覆管最高温度</th> <th>燃料被覆管の酸化割合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5分</td> <td>約842℃</td> <td>1%以下</td> </tr> </tbody> </table>	ベースケースの減圧操作からの遅れ時間	燃料被覆管最高温度	燃料被覆管の酸化割合	5分	約842℃	1%以下	<p data-bbox="2534 254 2742 327">・解析結果の相違 【東海第二】</p> <p data-bbox="2534 615 2742 688">・記載方針の相違 【東海第二】</p> <p data-bbox="2534 705 2807 1094">島根2号炉は、減圧・注水操作が遅れて、燃料被覆管が破裂した場合の評価を添付資料2.1.3「減圧・注水操作が遅れる場合の影響について(高圧・低圧注水機能喪失)」に記載している。</p>
ベースケースの減圧時間からの遅れ時間	燃料被覆管最高温度	燃料被覆管の酸化量																								
10分	約706℃	1%以下																								
25分	約1,000℃	約5%																								
使用するベント設備	実効線量																									
格納容器圧力逃がし装置による ドライウェルベント	非居住区域境界：約1.1mSv																									
	敷地境界：約2.8mSv																									
耐圧強化ベント系による ドライウェルベント	非居住区域境界：約4.4mSv																									
	敷地境界：約4.4mSv																									
ベースケースの減圧操作からの遅れ時間	燃料被覆管最高温度	燃料被覆管の酸化割合																								
5分	約842℃	1%以下																								



第1図 燃料棒破裂発生時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の
円周方向の応力※の関係

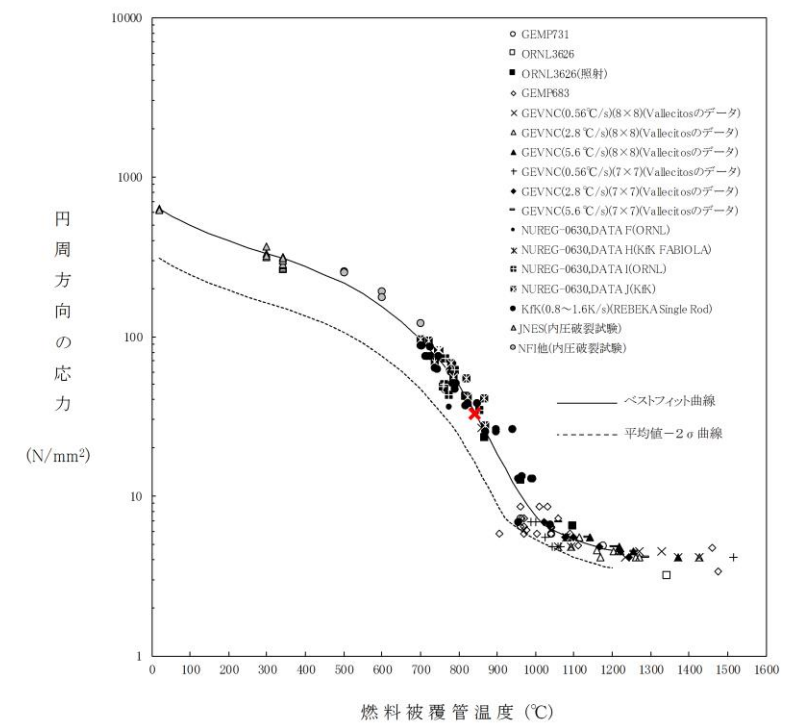
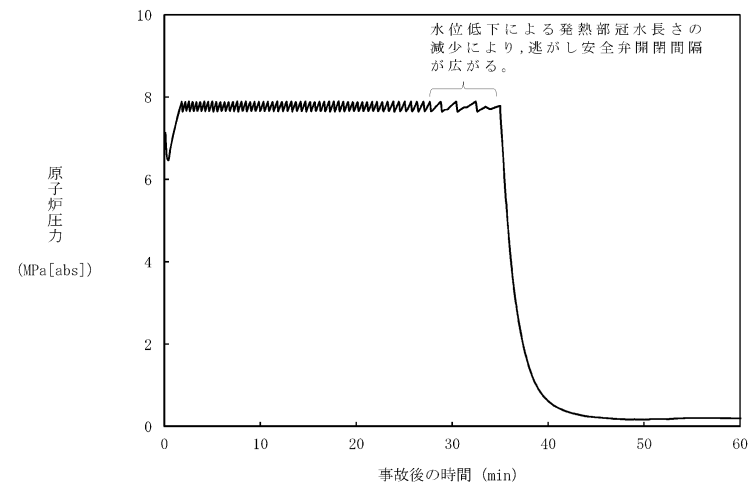


図1 燃料棒破裂発生時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の
円周方向の応力の関係

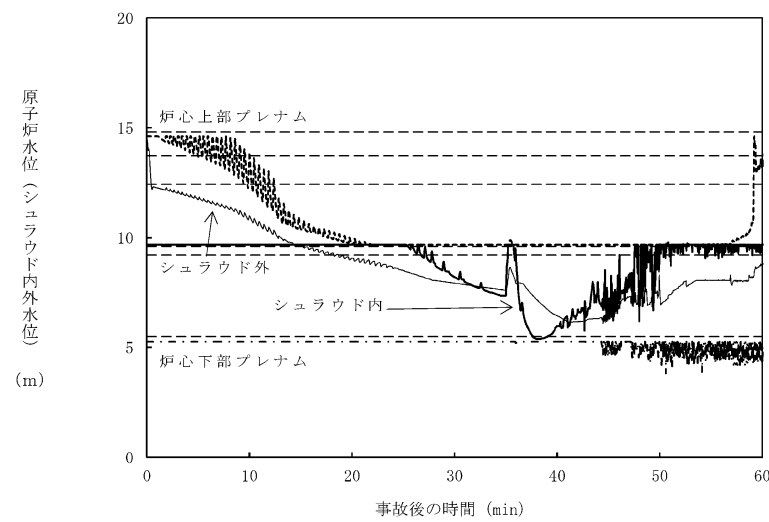
・解析結果の相違
【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備 考
	<p>※ <u>燃料被覆管の円周方向の応力算出方法について</u></p> <p>燃料被覆管の破裂については、S A F E Rの解析結果である燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係から判定する。</p> <p>燃料被覆管の円周方向応力σについては、次式により求められる。</p> $\sigma = \frac{D}{2t}(P_{in} - P_{out})$ <p>ここで、</p> <p>D : 燃料被覆管内径 t : 燃料被覆管厚さ P_{in} : 燃料被覆管内側にかかる圧力 P_{out} : 燃料被覆管外側にかかる圧力 (=原子炉圧力)</p> <p>である。</p> <p>燃料被覆管内側にかかる圧力P_{in}は、燃料プレナム部とギャップ部の温度及び体積より、次式で計算される。</p> $P_{in} = \left(\frac{\frac{V_p T_F}{V_F T_p}}{1 + \frac{V_p T_F}{V_F T_p}} \right) \frac{NRT_p}{V_p}$ <p>ここで、</p> <p>V : 体積 添字_p : 燃料プレナム部 T : 温度 F : ギャップ部 N : ガスモル数 R : ガス定数</p> <p>である。</p> <p>燃料棒に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係図に示される実験は、L O C A条件下での燃料棒の膨れ破裂挙動を把握することが目的であり、燃料被覆管内にガスを封入して圧力をかけた状態で加熱することによりL O C A条件を模擬している。このため、これらの実験ではペレット-被覆管の接触圧を考慮していない。</p> <p>また、燃料被覆管内側にかかる圧力のうち、ペレット-被覆管の接触圧は、設計用出力履歴において最大線出力密度を維持</p>		<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、燃料被覆管の円周方向の応力算出方法を添付資料2.1.3「減圧・注水操作が遅れる場合の影響について(高圧・低圧注水機能喪失)」に記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備 考
	<p>する最大燃焼度，すなわち燃料被覆管温度評価を最も厳しくする燃焼度の時に運転中の最大値を取るものの，スクラムによる出力低下に伴って接触圧は緩和される。このため，燃料被覆管内側にかかる圧力にペレット-被覆管の接触圧を考慮しない。</p>		



第2図 原子炉圧力の推移 (遅れ時間 10分)



第3図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移 (遅れ時間 10分)

※ シュラウド内外水位はボイドを含む場合は、二相水位を示している。

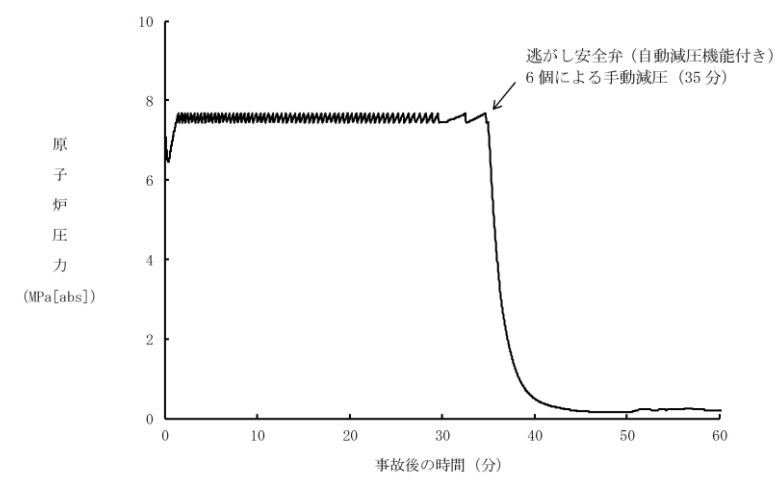


図2 原子炉圧力の推移 (遅れ時間 5分)

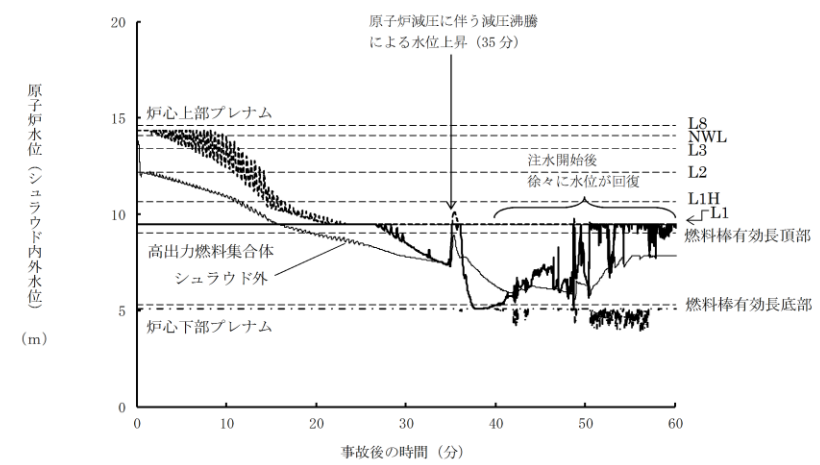
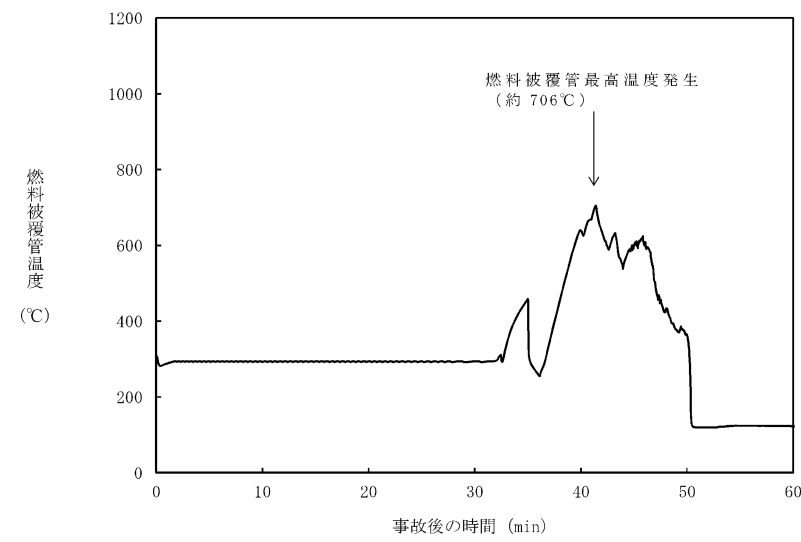
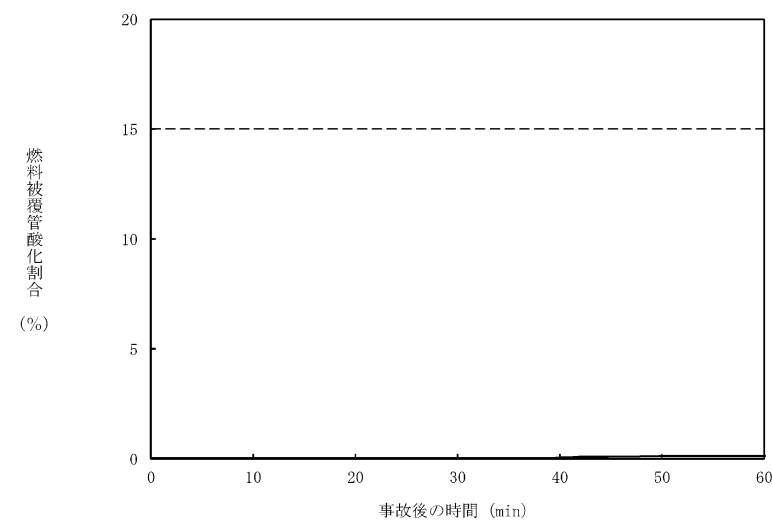


図3 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移 (遅れ時間 5分)

・解析結果の相違
【東海第二】



第4図 燃料被覆管温度の推移 (遅れ時間 10分)



第5図 燃料被覆管酸化割合の推移 (遅れ時間 10分)

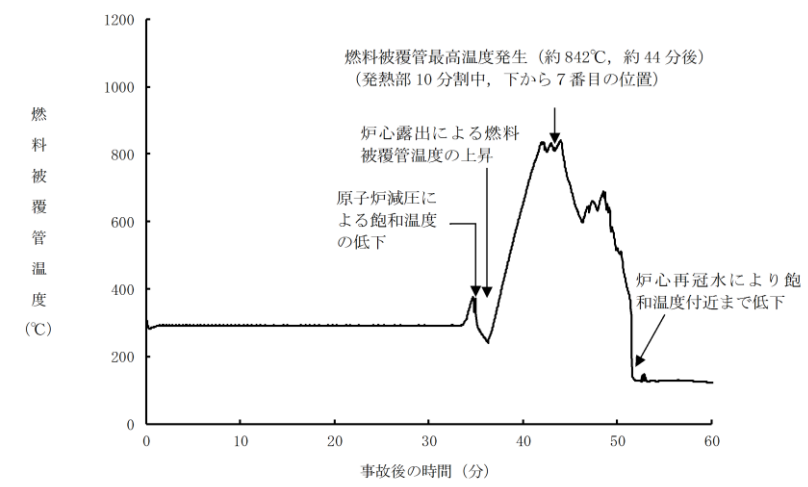


図4 燃料被覆管温度の推移 (遅れ時間 5分)

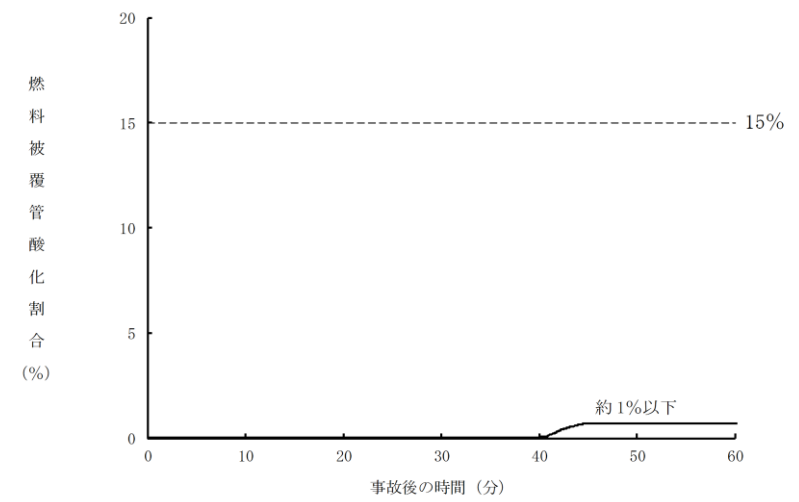
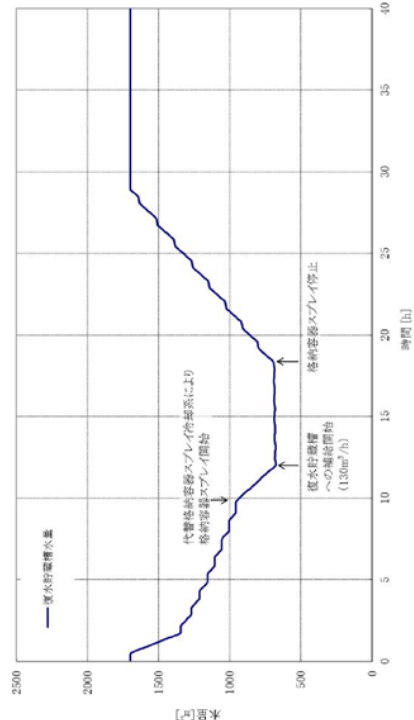
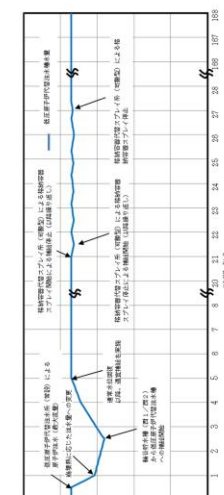
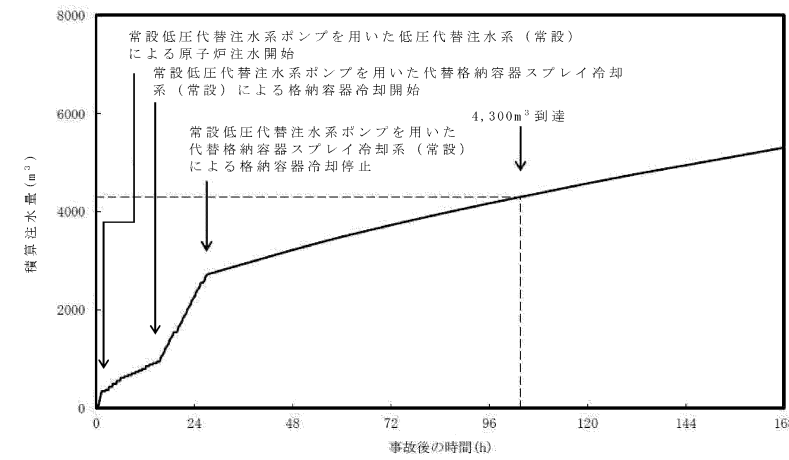


図5 燃料被覆管酸化割合の推移 (遅れ時間 5分)

・解析結果の相違
【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>添付資料 2.6.5</p> <p>7 日間における水源の対応について (LOCA時注水機能喪失)</p>  <p>○水源 復水貯蔵槽水量：約1,700m³ 淡水貯水池：約18,000m³</p> <p>○水使用パターン ①低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水 事象発生後に原子炉冠水までは定格流量で注水する。 冠水後は、原子炉水位高 (レベル8) ~原子炉水位低 (レベル3) の範囲で注水する (約110m³/h)。 ②代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による代替格納容器スプレイ 格納容器圧力が0.18MPa [gauge]到達後に開始し、 原子炉水位高 (レベル8) ~原子炉水位低 (レベル3) までの間、代替格納容器スプレイを実施する (140m³/h)。 ③淡水貯水池から復水貯蔵槽への移送 事象発生12時間後から可搬型代替注水ポンプ (A-2級) 4台を用いて130m³/hで淡水貯水池の水を復水貯蔵槽へ給水する。</p> <p>○時間評価 (右上図) 事象発生12時間までは復水貯蔵槽を水源として原子炉注水及び代替格納容器スプレイを実施するため、復水貯蔵槽水量は減少する。事象発生12時間後から復水貯蔵槽への補給を開始するため、水量の減少割合は低下する。格納容器ベントと同時に格納容器スプレイを停止し、その後は崩壊熱相当で注水することから復水貯蔵槽水量は回復し、以降安定して冷却が可能である。</p> <p>○水源評価結果 時間評価の結果から復水貯蔵槽が枯渇することはない。また、7日間の対応を考慮すると、6号及び7号炉のそれぞれで約5,400m³必要となる。6号及び7号炉の同時被災を考慮すると、約10,800m³必要となる。各号炉の復水貯蔵槽に約1,700m³及び淡水貯水池に約18,000m³の水を保有することから、6号及び7号炉の同時被災を考慮した場合も必要水量を確保可能であり、安定して冷却を継続することが可能である。</p>	<p>添付資料2.6.8</p> <p>7 日間における水源の対応について (LOCA時注水機能喪失)</p> <p>1. 水源に関する評価</p> <p>① 淡水源 (有効水量)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・代替淡水貯槽：約4,300 m³ ・西側淡水貯水設備：約4,300 m³ <p>2. 水使用パターン</p> <p>① 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) による原子炉注水事象発生25分後、定格流量で代替淡水貯槽を水源とした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) による原子炉注水を実施する。 炉心冠水後は、原子炉水位高 (レベル8) 設定点から原子炉水位低 (レベル3) 設定点の範囲で注水する。</p> <p>② 常設低圧代替注水系ポンプを用いた代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による格納容器冷却格納容器圧力が0.279 MPa [gauge]に到達する事象発生約16 時間後、代替淡水貯槽を水源とした常設低圧代替注水系ポンプを用いた代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による格納容器冷却を実施する。 サプレッション・プール水位が通常水位+ 6.5mに到達後、常設低圧代替注水系ポンプを用いた代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による格納容器冷却を停止する。</p> <p>③ 西側淡水貯水設備から代替淡水貯槽への補給 可搬型代替注水中型ポンプによる水源補給準備が完了後、西側淡水貯水設備の水を代替淡水貯槽へ補給する。</p> <p>3. 時間評価 原子炉注水等によって、代替淡水貯槽の水量は減少する。 可搬型代替注水中型ポンプによる水源補給の準備が完了する事象発生約 360 分時点で代替淡水貯槽は枯渇していない。その後、西側淡水貯水設備から代替淡水貯槽への補給を実施するため、代替淡水貯槽は枯渇することがない。</p>	<p>添付資料 2.6.6</p> <p>7 日間における水源の対応について (LOCA時注水機能喪失)</p>  <p>○水源 低圧原子炉代替注水槽：約740m³ 輪谷貯水槽 (西1 / 西2) ※：約7,000m³ (約3,500m³ × 2) ※設置許可基準規則56条【解釈】1b)項を満足するための代替淡水源 (措置)</p> <p>○水使用パターン ①低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉注水 事象発生後、炉心冠水まで最大流量 (250m³/h) で注水する。 炉心冠水後は、崩壊熱に応じた注水量で注水する。 ②輪谷貯水槽 (西1 / 西2) から低圧原子炉代替注水槽への移送 事象発生2時間30分後から大量送水車を用いて120m³/hで低圧原子炉代替注水槽へ移送する。 ③格納容器代替注水系 (可搬型) による格納容器スプレイ 事象発生21時間後から格納容器圧力に応じ、120m³/hで間欠運転を実施。</p> <p>○時間評価 (右上図) 事象発生後2時間30分までは低圧原子炉代替注水槽を水源として原子炉注水を実施するため、低圧原子炉代替注水槽水量は減少する。事象発生2時間30分後から低圧原子炉代替注水槽への補給を開始するため水量は回復する。事象発生21時間後から格納容器圧力に応じた格納容器スプレイを実施するため、低圧原子炉代替注水槽への移送を一旦停止するが、格納容器スプレイは間欠運転であるため、格納容器スプレイ停止後は低圧原子炉代替注水槽への移送を再開し、以降安定して冷却が可能である。</p> <p>○水源評価結果 時間評価の結果から低圧原子炉代替注水槽が枯渇することはない。また、7日間の対応を考慮すると、約3,400m³必要となる。低圧原子炉代替注水槽に約740m³及び輪谷貯水槽 (西1 / 西2) に約7,000m³の水を保有することから、必要水量は確保可能であり、安定して冷却を継続することが可能である。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水量評価結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 ・解析条件の相違 【柏崎 6/7】 <p>島根 2号炉は、事象発生後から必要な可搬型設備を準備し、使用することを想定。</p>



第1 図 外部水源による積算注水量（LOCA時注水機能喪失）

4. 水源評価結果

時間評価の結果から代替淡水貯槽が枯渇することはない。また、7日間の対応を考慮すると、合計約5,320m³の水が必要となる。代替淡水貯槽及び西側淡水貯水設備に合計約8,600m³の水を保有することから必要水量を確保している。このため、安定して冷却を継続することが可能である。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)

東海第二発電所 (2018.9.12版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

7日間における燃料の対応について (LOCA時注水機能喪失)

プラント状況: 6号及び7号炉停止中。1~5号炉停止中。
 事象: LOCA時注水機能喪失は6号及び7号炉を想定。保守的に全ての設備が、事象発生直後から燃料を消費するものとして評価する。
 なお、全プラントで外部電源喪失が発生することとし、5号炉原子炉内緊急時対応用可搬型電源装置等、プラントに関連しない設備は対象としない。

炉号	時系列		判定
	7日間の軽油消費量	7日間の軽油消費量	
7号炉	事象発生直後~事象発生後7日間 非常用ディーゼル発電機 3台起動。 1,493L/h×24h×7日×3台=752,472L ※1	復水貯蔵槽給水用 可搬型代替注水ポンプ (A~C級) 21L/h×24h×7日×4台=14,112L	7日間の軽油消費量は約768kLであり、7日間対応可能。
6号炉	事象発生直後~事象発生後7日間 非常用ディーゼル発電機 3台起動。 1,493L/h×24h×7日×3台=752,472L ※1	復水貯蔵槽給水用 可搬型代替注水ポンプ (A~C級) 21L/h×24h×7日×4台=14,112L	6号炉軽油タンク容量は約1,029kL (53%)であり、7日間対応可能。
1号炉	事象発生直後~事象発生後7日間 非常用ディーゼル発電機 3台起動。 1,879L/h×24h×7日×3台=631,344L ※2		1号炉軽油タンク容量は約652kL (53%)であり、7日間対応可能。
2号炉	事象発生直後~事象発生後7日間 非常用ディーゼル発電機 3台起動。 1,879L/h×24h×7日×2台=631,344L ※2		2号炉軽油タンク容量は約652kL (53%)であり、7日間対応可能。
3号炉	事象発生直後~事象発生後7日間 非常用ディーゼル発電機 2台起動。 1,879L/h×24h×7日×2台=631,344L ※2		3号炉軽油タンク容量は約652kL (53%)であり、7日間対応可能。
4号炉	事象発生直後~事象発生後7日間 非常用ディーゼル発電機 2台起動。 1,879L/h×24h×7日×2台=631,344L ※2		4号炉軽油タンク容量は約652kL (53%)であり、7日間対応可能。
5号炉	事象発生直後~事象発生後7日間 非常用ディーゼル発電機 2台起動。 1,879L/h×24h×7日×2台=631,344L ※2		5号炉軽油タンク容量は約652kL (53%)であり、7日間対応可能。
その他	5号炉原子炉建屋内部緊急時対応用可搬型電源装置 1台起動。 45L/h×24h×7日×1台=7,560L ※3 9L/h×24h×7日×3台=4,536L		1~7号炉軽油タンク及びガスタービン発電機用燃料タンク (容量約591kL) (合計)は約591kLであり、7日間対応可能。

添付資料 2.6.6

※1 事故収束に必要な非常用ディーゼル発電機は1台であるが、保守的に非常用ディーゼル発電機3台を起動させて評価した。
 ※2 事故収束に必要な非常用ディーゼル発電機は1台であるが、保守的に非常用ディーゼル発電機2台を起動させて評価した。
 ※3 保安規定に基づく数量。

7日間における燃料の対応について (LOCA時注水機能喪失)

保守的に全ての設備が、事象発生直後から7日間燃料を消費するものとして評価する。

時系列	合計	判定
非常用ディーゼル発電機 2台起動*1 (燃料消費率は保守的に定格出力運転時を想定) 1,440.4L/h (燃料消費率) × 168h (運転時間) × 2台 (運転台数) =約 484.0kL	7日間の軽油消費量約 755.5kL	軽油貯蔵タンクの容量は約 800kLであり、7日間対応可能
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 1台起動*2 (燃料消費率は保守的に定格出力運転時を想定) 775.6L/h (燃料消費率) × 168h (運転時間) × 1台 (運転台数) =約 130.3kL		
常設代替高圧電源装置 2台起動*3 (燃料消費率は保守的に定格出力運転時を想定) 420.0L/h (燃料消費率) × 168h (運転時間) × 2台 (運転台数) =約 141.2kL		
可搬型代替注水中型ポンプ 1台起動 (西側淡水貯水設備から代替淡水貯槽への補給) 35.7L/h (燃料消費率) × 168h (運転時間) × 1台 (運転台数) =約 6.0kL	7日間の軽油消費量約 6.0kL	可搬型設備用軽油タンクの容量は約 210kLであり、7日間対応可能
緊急時対策用発電機 1台起動 (燃料消費率は保守的に定格出力運転時を想定) 411L/h (燃料消費率) × 168h (運転時間) × 1台 (運転台数) =約 70.0kL	7日間の軽油消費量約 70.0kL	緊急時対策用発電機燃料貯蔵タンクの容量は約 75kLであり、7日間の対応可能

※1 事故収束に必要なディーゼル発電機は非常用ディーゼル発電機1台であるが、保守的にディーゼル発電機2台の起動を仮定した。
 ※2 事故収束に必要なディーゼル発電機は1台であるが、保守的に起動を仮定した。
 ※3 緊急用母線の電源を、常設代替高圧電源装置2台で確保することを仮定した。

添付資料 2.6.9

添付資料 2.6.7

7日間における燃料の対応について (LOCA時注水機能喪失)

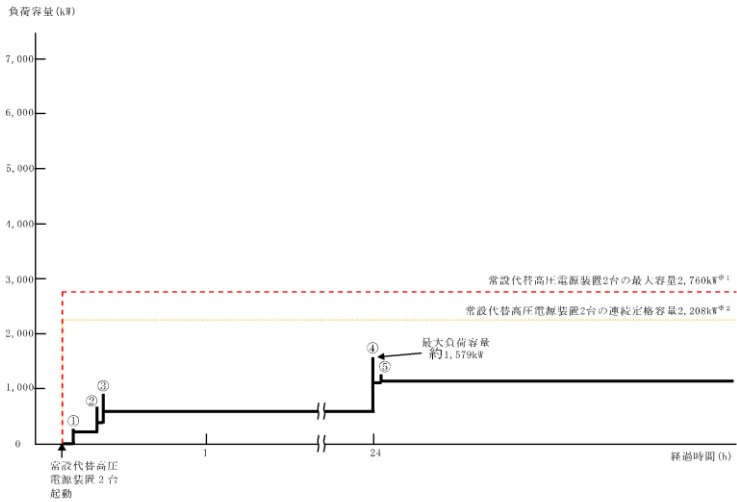
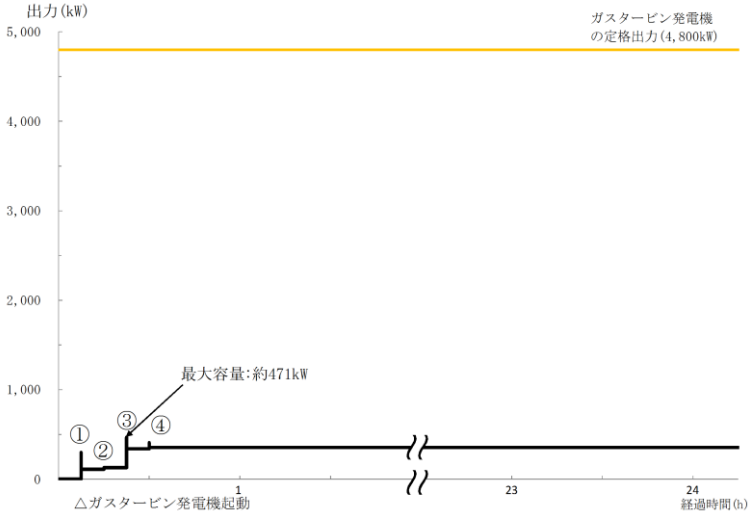
保守的にすべての設備が、事象発生直後から7日間燃料を消費するものとして評価する。

時系列	合計	判定
非常用ディーゼル発電機 2台起動*1 (燃料消費率は保守的に最大負荷 (定格出力運転) 時を想定) 1,618m³/h×24h×7日×2台=543,648m³	7日間の軽油消費量約 711m³	非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等の容量は約 730m³であり、7日間対応可能
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 1台起動 (燃料消費率は保守的に最大負荷 (定格出力運転) 時を想定) 0,927m³/h×24h×7日×1台=155,736m³		
大量送水車 1台起動 0,0652m³/h×24h×7日×1台=10,9536m³		
ガスタービン発電機 1台起動 (燃料消費率は保守的に最大負荷 (定格出力運転) 時を想定) 2,09m³/h×24h×7日×1台=351,12m³	7日間の軽油消費量約 352m³	ガスタービン発電機用軽油タンクの容量は約 450m³であり、7日間対応可能
緊急時対策用発電機 1台 (燃料消費率は保守的に最大負荷 (定格出力運転) 時を想定) 0,0469 m³/h×24h×7日×1台=7,8792m³	7日間の軽油消費量約 8m³	緊急時対策用燃料地下タンクの容量は約 45m³であり、7日間対応可能

※1 事故収束に必要な非常用ディーゼル発電機は1台であるが、保守的に非常用ディーゼル発電機2台を起動させて評価した。

・設備設計の相違
【柏崎 6/7】
 島根 2号炉は、緊急時対策所用発電機用の燃料タンクを有している。また、モニタリングポストは非常用交流電源設備又は常設代替交流電源設備による電源供給が可能である。

・評価結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																							
資料なし	添付資料 2.6.10 常設代替交流電源設備の負荷 (LOCA時注水機能喪失) 主要負荷リスト 【電源設備：常設代替高压電源装置】 <table border="1" data-bbox="952 470 1688 680"> <thead> <tr> <th>起動順序</th> <th>主要機器名称</th> <th>負荷容量 (kW)</th> <th>負荷起動時の最大負荷容量 (kW)</th> <th>定常時の連続最大負荷容量 (kW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>緊急用母線自動起動負荷 ・緊急用直流125V充電器 ・その他必要な負荷</td> <td>約120 約97</td> <td>約245</td> <td>約217</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>常設低圧代替注水系ポンプ</td> <td>約190</td> <td>約702</td> <td>約407</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>常設低圧代替注水系ポンプ</td> <td>約190</td> <td>約892</td> <td>約597</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>緊急用海水ポンプ その他必要な負荷</td> <td>約510 約4</td> <td>約1,579</td> <td>約1,111</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>代替燃料プール冷却系ポンプ</td> <td>約30</td> <td>約1,220</td> <td>約1,141</td> </tr> </tbody> </table>  <p data-bbox="991 1234 1484 1255">常設代替高压電源装置の負荷積算イメージ</p> <p data-bbox="991 1268 1466 1297">※1 常設代替高压電源装置定格出力運転時の容量 (1,380kW×運転台数=最大容量) ※2 常設代替高压電源装置定格出力運転時の80%の容量 (1,380kW×0.8×運転台数=連続定格容量)</p>	起動順序	主要機器名称	負荷容量 (kW)	負荷起動時の最大負荷容量 (kW)	定常時の連続最大負荷容量 (kW)	①	緊急用母線自動起動負荷 ・緊急用直流125V充電器 ・その他必要な負荷	約120 約97	約245	約217	②	常設低圧代替注水系ポンプ	約190	約702	約407	③	常設低圧代替注水系ポンプ	約190	約892	約597	④	緊急用海水ポンプ その他必要な負荷	約510 約4	約1,579	約1,111	⑤	代替燃料プール冷却系ポンプ	約30	約1,220	約1,141	添付資料 2.6.8 常設代替交流電源設備の負荷 (LOCA時注水機能喪失) 主要負荷リスト 電源設備：ガスタービン発電機 定格出力：4,800kW <table border="1" data-bbox="1742 533 2490 753"> <thead> <tr> <th>起動順序</th> <th>主要機器</th> <th>負荷容量 (kW)</th> <th>負荷起動時の最大負荷容量 (kW)</th> <th>定常時の最大負荷容量 (kW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>ガスタービン発電機付帯設備</td> <td>約111</td> <td>約300</td> <td>約111</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>代替所内電気設備負荷 (自動投入負荷)</td> <td>約18</td> <td>約129</td> <td>約129</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>低圧原子炉代替注水ポンプ</td> <td>約210</td> <td>約471</td> <td>約339</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>低圧原子炉代替注水設備非常用送風機</td> <td>約15</td> <td>約409</td> <td>約354</td> </tr> </tbody> </table>  <p data-bbox="1872 1331 2368 1360">常設代替交流電源設備の負荷積算イメージ</p>	起動順序	主要機器	負荷容量 (kW)	負荷起動時の最大負荷容量 (kW)	定常時の最大負荷容量 (kW)	①	ガスタービン発電機付帯設備	約111	約300	約111	②	代替所内電気設備負荷 (自動投入負荷)	約18	約129	約129	③	低圧原子炉代替注水ポンプ	約210	約471	約339	④	低圧原子炉代替注水設備非常用送風機	約15	約409	約354	・設備設計の相違 【東海第二】 常設代替電源設備から電源供給する負荷が異なる。
起動順序	主要機器名称	負荷容量 (kW)	負荷起動時の最大負荷容量 (kW)	定常時の連続最大負荷容量 (kW)																																																						
①	緊急用母線自動起動負荷 ・緊急用直流125V充電器 ・その他必要な負荷	約120 約97	約245	約217																																																						
②	常設低圧代替注水系ポンプ	約190	約702	約407																																																						
③	常設低圧代替注水系ポンプ	約190	約892	約597																																																						
④	緊急用海水ポンプ その他必要な負荷	約510 約4	約1,579	約1,111																																																						
⑤	代替燃料プール冷却系ポンプ	約30	約1,220	約1,141																																																						
起動順序	主要機器	負荷容量 (kW)	負荷起動時の最大負荷容量 (kW)	定常時の最大負荷容量 (kW)																																																						
①	ガスタービン発電機付帯設備	約111	約300	約111																																																						
②	代替所内電気設備負荷 (自動投入負荷)	約18	約129	約129																																																						
③	低圧原子炉代替注水ポンプ	約210	約471	約339																																																						
④	低圧原子炉代替注水設備非常用送風機	約15	約409	約354																																																						