H29.5.15 日本原子力発電株式会社
東海第二発電所　事故シーケンスグループの抽出及び重要事故シーケンスの選定について　比較表

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 付録1<br>事故シーケンスグループ及び<br>重要事故シーケンス等の選定について<br><br>目 次<br><br>はじめに<br>1 炉心損傷防止対策の有効性評価の事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定について<br>1.1 事故シーケンスグループの分析について<br>1.1.1 炉心損傷に至る事故シーケンスの抽出、整理<br>1.1.2 抽出した事故シーケンスの整理<br>1.1.2.1 必ず想定する事故シーケンスグループとの対応<br>1.1.2.2 追加すべき事故シーケンスグループの検討<br>1.1.2.3 炉心損傷後の原子炉格納容器の機能への期待可否に基づく整理<br>1.2 有効性評価の対象となる事故シーケンスについて<br>1.3 重要事故シーケンスの選定について<br>1.3.1 重要事故シーケンス選定の考え方<br>1.3.2 重要事故シーケンスの選定結果<br><br>2 格納容器破損防止対策の有効性評価における格納容器破損モード及び評価事故シーケンスの選定について<br>2.1 格納容器破損モードの分析について<br>2.1.1 格納容器破損モードの抽出、整理<br><br>2.1.2 レベル1.5PRAの定量化結果及び影響度を踏まえた格納容器破損モードの検討<br><br>2.2 評価事故シーケンスの選定について<br>2.2.1 評価対象とするプラント損傷状態(PDS)の選定<br>2.2.2 評価事故シーケンスの選定の考え方及び選定結果<br>2.2.3 炉心損傷防止が困難な事故シーケンス等に対する格納容器破損防止対策の有効性<br>2.2.4 直接的に炉心損傷に至る事故シーケンスに対する対策<br><br>3 運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価の運転停止中事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンスの選定について | 付録1<br>事故シーケンスグループの抽出及び<br>重要事故シーケンスの選定について<br><br>目　　次<br><br>はじめに<br>1. 炉心損傷防止対策の有効性評価の事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定について<br><br>1.1 事故シーケンスの抽出<br>1.2 抽出した事故シーケンスの整理<br>1.2.1 必ず想定する事故シーケンスグループとの対応<br>1.2.2 追加すべき事故シーケンスグループの検討<br>1.2.3 解釈に基づく事故シーケンスグループの分類<br>1.2.4 有効性評価の対象となる事故シーケンス<br>1.3 重要事故シーケンスの選定<br>1.3.1 重要事故シーケンス選定の考え方<br>1.3.2 重要事故シーケンスの選定結果<br><br>2. 格納容器破損防止対策の有効性評価の格納容器破損モード抽出及び評価事故シーケンスの選定について<br><br>2.1 格納容器破損モードの抽出<br>2.2 抽出した格納容器破損モードの整理<br>2.2.1 必ず想定する格納容器破損モードとの対応<br>2.2.2 追加すべき格納容器破損モードの検討<br>2.3 評価事故シーケンスの選定<br>2.3.1 評価対象とするプラント損傷状態の選定<br>2.3.2 評価事故シーケンスの選定<br>2.3.3 炉心損傷防止が困難な事故シーケンス等における格納容器破損防止対策の有効性<br>2.3.4 必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事故シーケンスに対する対応<br><br>3. 運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価の運転停止中事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンスの選定について | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 3.1 運転停止中事故シーケンスグループの分析について | 3.1　事故シーケンスの抽出 | |
| 3.1.1 炉心損傷に至る運転停止中事故シーケンスグループの検討・整理 | 3.2　抽出した事故シーケンスの整理 | |
| | 3.2.1　必ず想定する事故シーケンスグループとの対応 | |
| | 3.2.2　追加すべき事故シーケンスグループの検討 | |
| 3.2 重要事故シーケンスの選定について | 3.3　重要事故シーケンスの選定 | |
| 3.2.1 重要事故シーケンスの選定の考え方 | 3.3.1　重要事故シーケンス選定の考え方 | |
| 3.2.2 重要事故シーケンスの選定結果 | 3.3.2　重要事故シーケンスの選定結果 | |
| | 4.　事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定に活用したＰＲＡの実施プロセスについて | |
| 表 | 表 | |
| 第 1-1 表 イベントツリーにより抽出した事故シーケンス | 第 1-1 表　イベントツリーにより抽出した事故シーケンス | |
| 第 1-2 表 PRA の結果に基づく新たな事故シーケンスグループの検討 | 第 1-2 表　ＰＲＡの結果に基づく新たな事故シーケンスグループの検討 | |
| 第 1-3 表 事故シーケンスグループの主要な炉心損傷防止対策と炉心損傷頻度 | 第 1-3 表　事故シーケンスグループの主要な炉心損傷防止対策及び炉心損傷頻度 | |
| 第 1-4 表 重要事故シーケンス等の選定 | 第 1-4 表　重要事故シーケンス等の選定 | |
| 第 2-1 表 格納容器破損モード別格納容器破損頻度 | 第 2-1 表　格納容器破損モード別格納容器破損頻度 | |
| 第 2-2 表 プラント損傷状態(PDS)の定義 | 第 2-2 表　プラント損傷状態（ＰＤＳ）の定義 | |
| 第 2-3 表 評価対象とするプラント損傷状態(PDS)の選定 | 第 2-3 表　評価対象とするプラント損傷状態（ＰＤＳ）の選定 | |
| 第 2-4 表 格納容器破損防止対策の評価事故シーケンスの選定 | 第 2-4 表　格納容器破損防止対策の評価事故シーケンスの選定 | |
| 第 3-1 表 運転停止中事故シーケンスグループ別炉心損傷頻度 | 第 3-1 表　運転停止中事故シーケンスグループ別炉心損傷頻度 | |
| 第 3-2 表 重要事故シーケンス(運転停止中)の選定について | 第 3-2 表　重要事故シーケンス（運転停止中）の選定 | |
| 第 3-3 表 炉心損傷までの余裕時間について | 第 3-3 表　燃料損傷までの余裕時間 | |
| 図 | 図 | |
| 第 1-1 図 事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定の全体プロセス | 第 1-1 図　事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定の全体プロセス | |
| 第 1-2 図 内部事象運転時レベル 1PRA イベントツリー | 第 1-2 図　内部事象レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー | |
| 第 1-3 図 地震レベル 1PRA 階層イベントツリー | 第 1-3 図　地震レベル１ＰＲＡにおける階層イベントツリー | |
| 第 1-4 図 地震レベル 1PRA イベントツリー | 第 1-4 図　地震レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー | |
| 第 1-5 図 津波レベル 1PRA 津波高さ別イベントツリー | 第 1-5 図　津波レベル１ＰＲＡにおける階層イベントツリー | |
| 第 1-6 図 津波レベル 1PRA イベントツリー | 第 1-6 図　津波レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー | |
| 第 1-7 図 プラント全体の CDF | 第 1-7 図　プラント全体の炉心損傷頻度 | |
| 第 1-8 図 各 PRA の結果と事故シーケンスグループ毎の寄与割合 | 第 1-8 図　事故シーケンスグループごとの寄与割合 | |
| 第 2-1 図 格納容器破損モード抽出及び評価事故シーケンス選定の全体プロセス | 第 2-1 図　格納容器破損モード抽出及び評価事故シーケンス選定の全体プロセス | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 第 2-2 図 シビアアクシデントで想定される事象進展と格納容器破損モード | 第 2-2 図　シビアアクシデントで想定される事象進展と格納容器破損モード | |
| 第 2-3 図 内部事象運転時レベル 1.5PRA イベントツリー | 第 2-3 図　内部事象レベル１．５ＰＲＡにおけるイベントツリー | |
| 第 2-4 図 内部事象運転時レベル 1.5PRA の定量化結果 | 第 2-4 図　格納容器破損モードごとの寄与割合 | |
| 第 3-1 図 運転停止中の原子炉における事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定の全体プロセス | 第 3-1 図　運転停止中原子炉における事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定の全体プロセス | |
| 第 3-2 図 定期検査時のプラント状態と主要パラメータの推移 | 第 3-2 図　施設定期検査時のプラント状態と主要パラメータの推移 | |
| | 第 3-3 図　停止時ＰＲＡにおけるプラント状態の分類及び定期検査工程 | ・第 3-3 図は内部事象停止時レベル１ＰＲＡの審査資料の図を参考に再掲したものであり，重要事故シーケンスの選定に用いていないため，実質的な相違ではない。 |
| 第 3-3 図 運転停止時における燃料損傷に至る事故シーケンスのグループ化（停止時 PRA イベントツリー） | 第 3-4 図　停止時ＰＲＡにおけるイベントツリー | |
| 第 3-4 図 事故シーケンスグループごとの寄与割合 | 第 3-5 図　事故シーケンスグループごとの寄与割合 | |
| 別紙 | 別紙 | |
| 1 有効性評価の事故シーケンスグループ選定における外部事象の考慮について | 1.　有効性評価の事故シーケンスグループ等の選定に際しての外部事象の考慮について | ・（東海第二：別紙 4）ＴＢＷシーケンスはＢＷＲ－５プラントのみ。 |
| 2 外部事象（地震）に特有の事故シーケンスについて | 2.　外部事象（地震）に特有の事故シーケンスについて | |
| 3 重大事故防止に関係する設備についての諸外国の調査結果 | 3.　諸外国における炉心損傷防止対策の調査結果について | |
| | 4.　ＴＢＷシーケンスの炉心損傷防止対策及び着眼点に基づく評価を踏まえた重要事故シーケンスの選定について | ・（東海第二：別紙 5）敷地に遡上する津波への対応方針及び防護対象設備について記載。 |
| | 5.　重大事故等対処設備の津波からの防護について | |
| 4 内部事象 PRA における主要なカットセットと FV 重要度に照らした重大事故等防止対策の対応状況 | 6.　内部事象ＰＲＡにおける主要なカットセット及びＦＶ重要度に照らした重大事故等防止対策の有効性について | ・（東海第二：別紙 8）Ｍａｒｋ－Ⅱの特徴を踏まえた格納容器破損モード「溶融炉心・コンクリート相互作用」の整理について記載。 |
| 5 地震 PRA、津波 PRA から抽出される事故シーケンスと対策の有効性 | 7.　地震ＰＲＡ，津波ＰＲＡにおける主要な事故シーケンスの対策について | |
| | 8.　格納容器破損モード「溶融炉心・コンクリート相互作用」の想定及びその対策について | |
| 6 「水素燃焼」及び「溶融物直接接触（シェルアタック）」を格納容器破損モードの評価対象から除外する理由 | 9.　格納容器直接接触（シェルアタック）を格納容器破損モードの評価対象から除外する理由について | |
| 7 格納容器隔離の分岐確率の根拠と格納容器隔離失敗事象への対応 | 10.　格納容器隔離失敗の分岐確率の根拠と格納容器隔離失敗事象への対応について | |
| | 11.　溶融炉心・コンクリート相互作用の評価対象プラント損傷状態について | |
| 8 炉内溶融燃料－冷却材相互作用（炉内 FCI）に関する知見の整理 | | ・（柏崎：別紙 8）レベル１．５ＰＲＡの審査資料の再掲 |
| 9 柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉 PRA ピアレビュー実施結果について | 12.　「ＰＲＡの説明における参照事項（平成 25 年 9 月　原子力規制庁）」への東海第二発電所のＰＲＡの対応状況について | ・（東海第二：別紙 11）「溶融炉心・コンクリート相互作用」の評価対象ＰＤＳの考え方について記載。 |
| 10「PRA の説明における参照事項（平成 25 年 9 月 原子力規制庁）」への柏崎刈羽 6 号及び 7 号炉の PRA の対応状況 | 13.　東海第二発電所　ＰＲＡピアレビュー実施結果及び今後の対応方針について | |
| 別添 | 別添 | |
| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7 号炉 確率論的リスク評価（PRA）について | 東海第二発電所　確率論的リスク評価（ＰＲＡ）について | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

## 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版）

はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日）(以下、「解釈」という。）に基づき、重大事故対策の有効性評価に係る事故シーケンスグループ等の選定に際しては、個別プラントの確率論的リスク評価（PRA）を活用している。

当社は従来から定期安全レビュー（PSR）等の機会に内部事象レベル 1PRA(出力運転時、停止時)、レベル 1.5PRA(出力運転時)を実施してきており、これらの PRA 手法を今回も適用した。また、外部事象としては、現段階で PRA 手法を適用可能な事象として、日本原子力学会において実施基準が標準化され、試評価等の実績を有する地震レベル 1PRA 及び津波レベル 1PRA を対象とし、これらの外部事象 PRA から抽出される建屋・構築物及び大型機器等の大規模な損傷から発生する事象についても事故シーケンスグループ等の選定に係る検討対象範囲とした。

今回実施する PRA の目的が重大事故対策設備の有効性評価を行う事故シーケンスグループ等の選定への活用にあることを考慮し、これまで整備してきたアクシデントマネジメント策（以下、「AM 策」という。）や福島第一原子力発電所事故以降に実施した各種対策等を含めず、プラント運転開始時より備えている手段・設備に期待する仮想的なプラント状態を評価対象として PRA モデルを構築した。

なお、今回の PRA の実施に際しては、原子力規制庁配布資料「PRA の説明における参照事項(平成 25 年 9 月)」を参照した。

＜今回の PRA の対象＞

| 対象 | 許認可 | モデル化採否 |
|---|---|---|
| 設計基準対象施設及びプラント運転開始時より備えている手段・設備 | 対象 | 期待する(「設計基準事故対処設備の機能を作動させるための手動操作」、「給復水系」、「外部電源復旧」等に期待する。) |
| AM 策(平成 4 年に計画・整備) | 対象外 | 期待しない |
| 緊急安全対策 | 対象外 | 期待しない |
| 重大事故等対処施設 | 現在申請中 | 期待しない |

1 炉心損傷防止対策の有効性評価の事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定について

炉心損傷防止対策の有効性評価において想定する事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シー

## 東二

はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日）（以下「解釈」という。）に基づき，重大事故対策の有効性評価に係る事故シーケンスグループ等の選定に際しては，個別プラントの確率論的リスク評価（以下「ＰＲＡ」という。）を活用している。

ＰＲＡの実施範囲は，一般社団法人日本原子力学会において実施基準が標準化されている等，現段階で実施可能な「内部事象出力運転時レベル１ＰＲＡ」，「内部事象出力運転時レベル１．５ＰＲＡ」，「内部事象停止時レベル１ＰＲＡ」，「地震レベル１ＰＲＡ」及び「津波レベル１ＰＲＡ」を対象とした。また，ＰＲＡが適用可能でないと判断した外部事象については，定性的な検討から分析を実施した。

今回実施するＰＲＡの目的が重大事故対策の有効性評価を行う事故シーケンスグループ等の選定への活用にあることを考慮し，これまでに整備したアクシデントマネジメント策（以下「AM策」という。）や福島第一原子力発電所事故以降に実施した各種対策等を含めず，設計基準事故対処設備の機能に期待したＰＲＡモデルを構築した。

なお，今回のＰＲＡの実施に際しては，原子力規制庁配布資料「ＰＲＡの説明における参照事項（平成 25 年 9 月）」を参照した。

＜今回のＰＲＡの評価対象＞

| 対象 | 今回のＰＲＡでの取り扱い |
|---|---|
| 設計基準事故対処設備 | 考慮する |
| AM要請（H4）以前から整備しているAM策 | 考慮しない（「ＥＣＣＳ手動起動」，「原子炉手動減圧」，「残留熱除去系の手動起動」等の「設計基準事故対処設備の機能を作動させるための手動操作」は考慮） |
| AM要請（H4）以降に整備したAM策 | 考慮しない |
| 緊急安全対策設備 | 考慮しない |
| 重大事故等対処設備 | 考慮しない |

1. 炉心損傷防止対策の有効性評価の事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定について

炉心損傷防止対策の有効性評価に係る事故シーケンスグループの抽出及び重要事故シーケンス

・東海第二は設計基準事故対処設備のみに期待している。プラント運開時から整備されている設備・対策であっても，設計基準事故対処設備ではない場合，考慮しない。

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ケンス選定の全体プロセスを第1-1 図に示す。本プロセスに従い、各検討ステップにおける実施内容を整理した。<br>【概要】<br><br>① 内部事象PRA、外部事象PRA(適用可能なものとして地震、津波を選定)及びPRA を適用できない外部事象等についての定性的検討から事故シーケンスグループの抽出を実施した。<br><br>② 抽出した事故シーケンスグループと必ず想定する事故シーケンスグループとの比較を行い、必ず想定する事故シーケンスグループ以外に抽出された外部事象特有の事故シーケンスグループについて、頻度、影響等を確認し、事故シーケンスグループとしての追加は不要とした。<br>③ 抽出した事故シーケンスグループ内の事故シーケンスについて、国内外の先進的な対策を講じても炉心損傷防止が困難なものは、格納容器破損防止対策の有効性評価にて取り扱うこととした。<br><br>④ 炉心損傷防止対策の有効性評価において想定する事故シーケンスグループ毎に、審査ガイドに記載の観点(共通原因故障・系統間依存性、余裕時間、設備容量、代表性)に基づき、有効性評価の対象とする重要事故シーケンスを選定した。<br><br>1.1 事故シーケンスグループの分析について<br>解釈には、炉心損傷防止対策の有効性評価に係わる事故シーケンスグループの、個別プラント評価による抽出に関して以下の通りに示されている。<br>１－１<br>(a) 必ず想定する事故シーケンスグループ<br>① BWR<br>・高圧・低圧注水機能喪失<br>・高圧注水・減圧機能喪失<br>・全交流動力電源喪失<br>・崩壊熱除去機能喪失<br>・原子炉停止機能喪失<br>・LOCA 時注水機能喪失<br>・格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA)<br>(b) 個別プラント評価により抽出した事故シーケンスグループ<br>① 個別プラントの内部事象に関する確率論的リスク評価(PRA)及び外部事象に関する PRA(適用可能なもの)又はそれに代わる方法で評価を実施すること。<br>② その結果、上記１－１(a)の事故シーケンスグループに含まれない有意な頻度又は影響をもたら | 選定の全体プロセスを第1-1図に示す。本プロセスに従い，各検討ステップにおける実施内容を整理した。<br>【概要】<br>(1) 事故シーケンスの抽出<br>内部事象ＰＲＡ，外部事象ＰＲＡ（適用可能なものとして地震及び津波を選定）及びＰＲＡが適用可能でないと判断した外部事象についての定性的検討から事故シーケンスの抽出を実施した。<br>(2) 抽出した事故シーケンスの整理<br>抽出した事故シーケンスと必ず想定する事故シーケンスグループとの比較を行い，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない事故シーケンスについては，頻度，影響等を確認し，事故シーケンスグループとしての追加要否を検討した。また，抽出した事故シーケンスグループ内の事故シーケンスについて，国内外の先進的な対策を講じても炉心損傷防止が困難な事故シーケンスは，格納容器破損防止対策の有効性評価にて取り扱うこととした。<br>(3) 重要事故シーケンスの選定<br>炉心損傷防止対策の有効性評価において想定する事故シーケンスグループごとに，「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（以下「審査ガイド」という。）」に記載の観点（共通原因故障・系統間依存性，余裕時間，設備容量，代表性）に基づき，有効性評価の対象とする重要事故シーケンスを選定した。<br><br>1.1 事故シーケンスの抽出<br>解釈には，炉心損傷防止対策の有効性評価に係る事故シーケンスグループの個別プラント評価による抽出に関し，以下のとおり示されている。<br>１－１<br>(a) 必ず想定する事故シーケンスグループ<br>①ＢＷＲ<br>・高圧・低圧注水機能喪失<br>・高圧注水・減圧機能喪失<br>・全交流動力電源喪失<br>・崩壊熱除去機能喪失<br>・原子炉停止機能喪失<br>・ＬＯＣＡ時注水機能喪失<br>・格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ）<br>(b) 個別プラント評価により抽出した事故シーケンスグループ<br>①個別プラントの内部事象に関する確率論的リスク評価（ＰＲＡ）及び外部事象に関するＰＲＡ（適用可能なもの）又はそれに代わる方法で評価を実施すること。<br>②その結果、上記１－１(a)の事故シーケンスグループに含まれない有意な頻度又は影響を | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| す事故シーケンスグループが抽出された場合には、想定する事故シーケンスグループとして追加すること。なお、「有意な頻度又は影響をもたらす事故シーケンスグループ」については、上記１－１(a)の事故シーケンスグループと炉心損傷頻度又は影響度の観点から同程度であるか等から総合的に判断するものとする。<br>上記１－１(b)①に関して、PRA の適用可能な外部事象については日本原子力学会における PRA 実施基準の標準化の状況、試評価実績の有無等を考慮し、地震及び津波とした。したがって、内部事象レベル 1PRA、地震レベル 1PRA 及び津波レベル 1PRA を実施し、事故シーケンスグループを評価した。実施した各 PRA の詳細は「柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉 重大事故対策の有効性評価に係る確率論的リスク評価(PRA)の結果について」に示す。<br>また、PRA の適用が困難と判断した地震、津波以外の外部事象については定性的な検討により発生する事故シーケンスの分析を行った。<br>実施した事故シーケンスグループに係る分析結果を以下に示す。<br><br>1.1.1 炉心損傷に至る事故シーケンスの抽出、整理<br>(1) PRA に基づく整理<br>内部事象レベル 1PRA では、各起因事象の発生後、炉心損傷を防止するための緩和手段等の組み合わせを評価し、第 1-2 図のイベントツリーを用いて分析することで炉心損傷に至る事故シーケンスを抽出している。<br>外部事象に関しては、PRA が適用可能な事象として地震レベル 1PRA 及び津波レベル 1PRA を実施し、内部事象と同様にイベントツリー分析を行い、炉心損傷に至る事故シーケンスを抽出した。第 1-3 図に地震 PRA の階層イベントツリーを、第 1-4 図に地震 PRA のイベントツリーを、第 1-5 図に津波 PRA の津波高さ別イベントツリーを、第 1-6 図に津波 PRA のイベントツリーを示す。<br>地震や津波の場合、各安全機能の喪失に至るプロセスは異なるものの、起因事象が内部事象と同じであれば、炉心損傷を防止するための緩和手段も同じであるため、事故シーケンスも内部事象と同様である。また、地震レベル 1PRA 及び津波レベル 1PRA では、内部事象レベル 1PRA では想定していない複数の安全機能や緩和機能を有する機器が同時に損傷する事象や、建屋・構築物等の大規模な損傷の発生により直接的に炉心損傷に至る事故シーケンスも扱っている。<br>各 PRA により抽出した事故シーケンスを第 1-1 表に、評価結果を第 1-7 図及び第 1-8 図に示す。<br><br>(2) PRA に代わる検討に基づく整理<br>PRA の適用が困難な地震、津波以外の外部事象(以下、「その他外部事象」と言う。)については、その他外部事象により誘発される起因事象について検討した。内部溢水及び内部火災では、小破断 LOCA や全給水喪失等の起因事象の発生が想定される。また、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災、人為事象等において想定される事象は、いずれも内部事象レベル 1PRA で想定する起因事象に包絡されるため、その他の外部事象を考慮しても新たな事故シーケンスグループは抽出されないと推定した。(別紙 1) | もたらす事故シーケンスグループが抽出された場合には、想定する事故シーケンスグループとして追加すること。なお、「有意な頻度又は影響をもたらす事故シーケンスグループ」については、上記１－１(a)の事故シーケンスグループと炉心損傷頻度又は影響度の観点から同程度であるか等から総合的に判断するものとする。<br>上記１－１(b)①に関して，内部事象レベル１ＰＲＡに加えてＰＲＡの適用可能な外部事象として，一般社団法人日本原子力学会において実施基準が標準化され，試評価等の実績を有する地震レベル１ＰＲＡ及び津波レベル１ＰＲＡを実施し，事故シーケンスグループの抽出を行った。<br><br>また，ＰＲＡの適用が困難と判断した地震及び津波以外の外部事象（以下「その他の外部事象」という。）については，定性的な検討により発生する事故シーケンスの分析を行った。<br>事故シーケンスグループの抽出及び分析結果を以下に示す。<br><br>(1)　ＰＲＡに基づく抽出<br>内部事象レベル１ＰＲＡでは，各起因事象の発生後，炉心損傷を防止するための緩和手段等の組合せを評価し，第 1-2 図のイベントツリーを用いて分析することで炉心損傷に至る事故シーケンスを抽出している。<br>地震ＰＲＡ及び津波ＰＲＡに関しては，建屋・構築物，大型機器等の大規模な損傷が発生し，直接的に炉心損傷に至る事故シーケンスや複数の機器等が同時に損傷し炉心損傷に至る事故シーケンスについても取り扱っており，プラントへ与える影響度の高い順に起因事象階層イベントツリーの形で整理することで，複合的な事象発生の組合せも含めた事故シーケンスの抽出を実施している。また，直接的に炉心損傷に至る事故シーケンス以外の事象については，内部事象ＰＲＡと同様に各起因事象の発生から炉心損傷に至ることを防止するための緩和機能等の組合せをイベントツリーで分析し，事故シーケンスを抽出している。<br>地震ＰＲＡの起因事象階層イベントツリー及びイベントツリーを第 1-3 図及び第 1-4 図に，津波ＰＲＡの起因事象階層イベントツリー及びイベントツリーを第 1-5 図及び第 1-6 図に示す。<br>また，各ＰＲＡより抽出した事故シーケンスを第 1-1 表に示す。<br><br>(2)　ＰＲＡに代わる検討に基づく分析<br>ＰＲＡの適用が困難と判断したその他の外部事象については，その他の外部事象によって誘発される事象について検討した。内部火災及び内部溢水では，同一区画内に近接設置されている安全施設や制御回路が共通要因で機能喪失する可能性があり，過渡事象等の発生が想定される。また，洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象，森林火災，人為事象等において想定される事象は，いずれも今回のＰＲＡで想定する起因事象に包絡されるため，その他の外部事象を考慮しても新たな事故シーケンスグループは抽出されないと | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| | 推定した。<br>したがって，その他の外部事象を考慮しても新たな事故シーケンスは抽出されないと判断した（別紙1）。 | |
| 1.1.2 抽出した事故シーケンスの整理<br>今回実施したレベル1PRAにより抽出した各事故シーケンス(第1-1　表参照)を、炉心損傷防止のための緩和機能の喪失状況、プラントの状態及び炉心損傷に至る主要因の観点で分類した結果と、解釈の１－１(a)に示されている必ず想定する事故シーケンスグループとの関係及び解釈の１－２に示されている要件との関係等を第1-2 表に整理した。また、整理の内容を1.1.2.1～1.1.2.3に示す。 | 1.2　抽出した事故シーケンスの整理<br>今回実施したＰＲＡにより抽出した各事故シーケンス（第1-1表）について，緩和機能の喪失状況，プラントの状態及び炉心損傷に至る要因等の観点で分類した結果と，解釈１－１(a)に示されている必ず想定する事故シーケンスグループとの関係及び解釈１－２に示されている要件との関係等を第1-2表，第1-7図及び第1-8図に整理した。また，整理の内容を以下に示す。 | |
| 1.1.2.1 必ず想定する事故シーケンスグループとの対応<br>今回実施したレベル1PRAにより抽出した各事故シーケンス(第1-1表参照)について、炉心損傷防止のための緩和機能の喪失状況、プラントの状態及び炉心損傷に至る主要因の観点で分類した。具体的には次の(a)～(g)及びこれ以外のシーケンスに分類した。緩和機能の喪失状況、プラントの状態の観点で、(a)～(g)は、解釈１－１(a)の必ず想定する事故シーケンスグループに対応するものとして整理した。 | 1.2.1　必ず想定する事故シーケンスグループとの対応<br>今回実施したＰＲＡにより抽出した各事故シーケンス（第1-1表）のうち，緩和機能の喪失状況，炉心損傷に至る要因及びプラントへの影響等の観点で，解釈１－１(a)の必ず想定する事故シーケンスグループに対応する事故シーケンスについて以下に示す。 | |
| (a) 高圧・低圧注水機能喪失(TQUV)<br>運転時の異常な過渡変化等の発生後、高圧注水機能を喪失し、原子炉の減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失して、炉心の著しい損傷に至るシーケンスを、事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に分類する。<br>(b) 高圧注水・減圧機能喪失(TQUX)<br>運転時の異常な過渡変化等の発生後、高圧注水機能及び原子炉減圧機能を喪失し、炉心の著しい損傷に至るシーケンスを、事故シーケンスグループ「高圧注水・減圧機能喪失」に分類する。<br><br>(c) 全交流動力電源喪失(長期TB，TBD，TBP，TBU)<br>外部電源喪失の発生時に非常用交流電源の確保に失敗する等、全交流動力電源喪失の発生後に、安全機能を有する系統及び機器が機能喪失することによって、炉心の著しい損傷に至るシーケンスを、事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」に分類する。<br><br>なお、PRAでは電源喪失のシーケンスを長期TB、TBD、TBP及びTBUに詳細化して抽出しているが、いずれも全交流動力電源喪失を伴う事故シーケンスグループであるため、解釈１－１(a)に記載の事故シーケンスグループでは「全交流動力電源喪失」に該当するものとして整理した。<br>(d) 崩壊熱除去機能喪失(TW)<br>運転時の異常な過渡変化等の発生後、原子炉の注水等の炉心の冷却に成功するものの、格納容器からの崩壊熱除去機能が喪失し、炉心損傷前に格納容器が過圧により破損、その後、炉心の著しい損傷 | (1)　高圧・低圧注水機能喪失（ＴＱＵＶ）<br>運転時の異常な過渡変化等の発生後，高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失し，炉心の冷却が十分に行われずに炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを解釈１－１(a)に記載の「高圧・低圧注水機能喪失」に分類する。<br>(2)　高圧注水・減圧機能喪失（ＴＱＵＸ）<br>運転時の異常な過渡変化等の発生後，高圧注水機能及び原子炉減圧機能が喪失し，炉心の冷却が十分に行われずに炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを解釈１－１(a)に記載の「高圧注水・減圧機能喪失」に分類する。<br>(3)　全交流動力電源喪失（長期ＴＢ，ＴＢＤ，ＴＢＰ，ＴＢＵ）<br>外部電源喪失の発生時に非常用交流電源の確保に失敗する等，全交流動力電源喪失の発生により，原子炉注水機能を有する系統及び機器が機能喪失し，炉心の冷却が十分に行われずに炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを解釈１－１(a)に記載の「全交流動力電源喪失」に分類する。<br>なお，ＰＲＡでは電源喪失に至る事故シーケンスとして長期ＴＢ，ＴＢＤ，ＴＢＰ及びＴＢＵを抽出しているが，いずれも全交流動力電源喪失を伴う事故シーケンスであるため，解釈１－１(a)に記載の「全交流動力電源喪失」に該当するものとして整理する。<br><br>(4)　崩壊熱除去機能喪失（ＴＷ，ＴＢＷ）<br>運転時の異常な過渡変化等の発生後，原子炉の注水等の炉心冷却に成功するものの，格納容器からの崩壊熱除熱機能が喪失することで，炉心損傷前に格納容器が破損し，その後，炉心の冷却 | ・ＴＢＷシーケンスはＢＷＲ－５プラントのみ。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| に至る恐れのあるシーケンスを、事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」として分類する。<br><br>(e) 原子炉停止機能喪失(TC)<br>運転時の異常な過渡変化の発生後、原子炉停止機能を喪失し、炉心の著しい損傷に至るシーケンスを、事故シーケンスグループ「原子炉停止機能喪失」として分類する。<br><br>(f) LOCA時注水機能喪失(AE，S1E，S2E)<br>大破断LOCAの発生後の高圧注水機能及び低圧注水機能の喪失、又は、中小破断LOCAの発生後の「高圧注水機能及び低圧注水機能」又は「高圧注水機能及び原子炉減圧機能」の喪失により、炉心の著しい損傷に至るシーケンスを、事故シーケンスグループ「LOCA時注水機能喪失」として分類する。<br>なお、PRAではLOCA時の注水機能喪失シーケンスを、破断口の大きさに応じてAE(大破断LOCA)、S1E(中破断LOCA)及びS2E(小破断LOCA)に詳細化して抽出しているが、いずれもLOCA時の注水機能喪失を伴う事故シーケンスグループであるため、解釈１－１(a)に記載の事故シーケンスグループでは「LOCA時注水機能喪失」に該当するものとして整理した。<br>(g) 格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA)(ISLOCA)<br>インターフェイスシステムLOCAの発生後、破断箇所の隔離に失敗し、ECCSによる原子炉水位の確保に失敗することで炉心の著しい損傷に至るシーケンスを、事故シーケンスグループ「格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA)」に分類する。<br><br>1.1.2.2 追加すべき事故シーケンスグループの検討<br><br>今回実施したレベル1PRAにより抽出した各事故シーケンス(第1-1　表参照)のうち、喪失する緩和機能及び発生する事象の観点で解釈１－１(a)の必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない事故シーケンスとしては、地震に伴い発生する地震特有の事象として以下の事故シーケンスグループを抽出した。 | が十分に行われずに炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを解釈１－１(a)に記載の「崩壊熱除去機能喪失」に分類する。<br>(5)　原子炉停止機能喪失（ＴＣ）<br>運転時の異常な過渡変化等の発生後，原子炉停止機能が喪失し，設計上の除熱能力を超える熱が格納容器に負荷されることで炉心損傷前に格納容器が破損し，その後，炉心の冷却が十分に行われずに炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを解釈１－１(a)に記載の「原子炉停止機能喪失」に分類する。<br>(6)　ＬＯＣＡ時注水機能喪失（ＡＥ，Ｓ１Ｅ，Ｓ２Ｅ）<br>ＬＯＣＡの発生後，高圧注水機能及び低圧注水機能が喪失，又は高圧注水機能及び原子炉減圧機能が喪失し，炉心の冷却が十分に行われずに炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを解釈１－１(a)に記載の「ＬＯＣＡ時注水機能喪失」に分類する。<br><br>(7)　格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ）（ＩＳＬＯＣＡ）<br>インターフェイスシステムＬＯＣＡの発生後，破損箇所の隔離に失敗し，格納容器貫通配管からの漏えいが防止できずに炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを解釈１－１(a)に記載の「格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ）」に分類する。<br><br>1.2.2　追加すべき事故シーケンスグループの検討<br>(1)　必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない事故シーケンス<br>今回実施したＰＲＡにより抽出した各事故シーケンス（第1-1表）のうち，緩和機能の喪失状況，炉心損傷に至る要因及びプラントへの影響等の観点で解釈１－１(a)に示されている必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない事故シーケンスグループとして，地震・津波特有の事象である以下の事故シーケンスを抽出した。<br>ａ．津波浸水による注水機能喪失<br>防潮堤を越流した津波により非常用海水ポンプが被水・没水し，最終ヒートシンクが喪失することにより，炉心損傷に至る事故シーケンスである。この事故シーケンスグループは，防潮堤の健全性が維持され，津波による影響の程度が特定できる事故シーケンスグループであり，炉心損傷頻度が有意であることを考慮し，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない事象として抽出した。<br>ｂ．防潮堤損傷<br>津波波力により防潮堤が損傷し，多量の津波が敷地内に浸水することで，非常用海水ポンプが被水・没水して最終ヒートシンクが喪失するとともに，屋内外の施設が広範囲にわたり機能喪失して炉心損傷に至る事故シーケンスである。この事故シーケンスは，防潮堤の損傷による | ・東海第二は津波特有の事故シーケンスを抽出。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| (5) 原子炉建屋損傷<br>大規模な地震では、原子炉建屋または、原子炉建屋を支持している基礎地盤が損傷することで、建屋内の原子炉格納容器、原子炉圧力容器等の機器及び構造物が大規模な損傷を受ける可能性がある。この場合、損傷の規模や緩和系に期待できる可能性を詳細に考慮することが困難なことから、炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br><br>(4) 格納容器・圧力容器損傷<br>大規模な地震では、原子炉圧力容器又は原子炉格納容器の損傷が発生する可能性がある。この場合、損傷の規模や緩和系による事象収束可能性の評価が困難なことから、炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br><br>(3) 格納容器バイパス<br>大規模な地震では、格納容器外で配管破断等が発生し、格納容器をバイパスした冷却材の流出が発生する可能性がある。格納容器バイパス事象はインターフェイスシステムLOCA とバイパス破断に細分化され、バイパス破断は常時開などの隔離弁に接続している配管が格納容器外で破損すると同時に隔離弁が閉失敗することで冷却材が流出する事象である。配管破断の程度や破断箇所の特定、影響緩和措置の成立性等に応じた網羅的な事象進展の評価が困難なことから炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br><br>(1) Excessive LOCA<br>大規模な地震では、原子炉格納容器内の一次冷却材圧力バウンダリにおいて、大破断LOCA を超える規模の損傷に伴う冷却材喪失(ExcessiveLOCA)が発生する可能性がある。具体的には、SRV の開放失敗による原子炉圧力上昇または地震による直接的な荷重により、原子炉格納容器内の一次冷却材配管が損傷に至るシナリオを想定している。大規模な地震においてLOCA が発生した場合であっても、破断の規模や使用可能な緩和設備の状況によっては炉心損傷を防止できる可能性も考えられるが、原子炉冷却材圧力バウンダリの損傷の規模や緩和系に応じた事象収束の評価が困難なため、保守的に | 津波の影響を特定することが困難であるため，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br>c．原子炉建屋損傷<br>地震による原子炉建屋の損傷により，建屋内の格納容器，原子炉圧力容器等の構造物及び機器が広範囲にわたり損傷する可能性のある事故シーケンスである。この事故シーケンスは原子炉建屋の損傷程度の特定が難しく，どの程度緩和設備に期待できるか厳密に特定することは困難であるため，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br>d．格納容器損傷<br>地震による格納容器の損傷により，格納容器内の機器及び原子炉圧力容器等の構造物が広範囲にわたり損傷する可能性のある事故シーケンスである。この事故シーケンスは格納容器の損傷程度の特定が難しく，どの程度緩和設備に期待できるか厳密に特定することは困難であるため，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br>e．原子炉圧力容器損傷<br>地震による原子炉圧力容器の支持機能喪失等により，原子炉圧力容器に接続されている原子炉冷却材圧力バウンダリ配管の損傷や，原子炉冷却材の流路閉塞が発生することにより，非常用炉心冷却系による炉心冷却効果が期待できなくなる可能性のある事故シーケンスである。この事故シーケンスは原子炉圧力容器の損傷程度の特定が難しく，どの程度緩和設備に期待できるか厳密に特定することは困難であるため，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br>f．格納容器バイパス<br>原子炉冷却材圧力バウンダリに接続している主蒸気隔離弁，原子炉冷却材浄化系隔離弁，給水系隔離弁等の損傷とそれらの弁に接続している格納容器外配管の破損が地震によって同時に発生することにより，原子炉冷却材が格納容器外へ流出する事故シーケンスである。この事故シーケンスは高温・高圧の蒸気や溢水により原子炉建屋内の他の機器への悪影響を及ぼす可能性があるが，格納容器外への流出量や他の機器へ及ぼす悪影響の程度の特定が難しく，どの程度緩和設備に期待できるか厳密に特定することは困難であるため，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br>g．原子炉冷却材圧力バウンダリ喪失（Ｅｘｃｅｓｓｉｖｅ　ＬＯＣＡ）<br>地震による原子炉冷却材圧力バウンダリを形成する格納容器内配管の破断，又は逃がし安全弁の開放失敗による原子炉圧力上昇により，大破断ＬＯＣＡ（再循環配管の両端破断）を超える規模の原子炉冷却材の流出（Ｅｘｃｅｓｓｉｖｅ　ＬＯＣＡ）が発生する事故シーケンスである。大規模な地震においてＬＯＣＡが発生した場合であっても，原子炉冷却材圧力バウンダリの損傷規模によっては炉心損傷を防止できる可能性も考えられるが，発生した場合の損傷規模及び漏えい量の特定が困難なため，保守的にＥｘｃｅｓｓｉｖｅ　ＬＯＣＡ相当のＬＯＣＡ | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| Excessive LOCA 相当の LOCA が発生するものとし、炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br><br>なお、後述するシーケンス選定の結果、大 LOCA について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を講じることが困難なシーケンスとして格納容器の機能に期待している。破断の規模や使用可能な緩和設備の状況によっては格納容器の機能に期待できる場合も考えられる。 | が発生することを想定し，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事象として抽出した。<br>なお，後述するシーケンス選定の結果，内部事象ＰＲＡにより抽出されるＥＣＣＳにより炉心損傷防止が可能な規模のＬＯＣＡ（大，中，小破断ＬＯＣＡ）を起因とする事故シーケンスについては，破断の規模に応じて炉心損傷防止が可能な事故シーケンスと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講じることが困難であり，格納容器の機能に期待する事故シーケンスに分類して整理している（「1.2.4　有効性評価の対象となる事故シーケンス」参照）。 | ・記載場所の相違（柏崎は1.2節に記載） |
| (2) 計測・制御系喪失<br>大規模な地震の発生により、計測・制御機能が喪失することで、プラントの監視及び制御が不能に陥る可能性がある。この事象が発生した際のプラント挙動が明確でないことから、炉心損傷に直結する事象として抽出した。 | h．計装・制御系喪失<br>地震による計装・制御系が損傷することにより，プラントの監視及び各種制御が広範に不能に陥る可能性のある事故シーケンスある。この事故シーケンスは計装・制御系喪失による影響の特定が難しく，どの程度緩和設備に期待できるか厳密に特定することは困難であるため，必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事象として抽出した。 | |
| 上記の事故シーケンスグループについて、解釈に従い、有効性評価における想定の要否を頻度又は影響等の観点から分析した。 | (2)　追加の要否の検討<br>(1) ａ．～ｈ．の必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない事故シーケンスグループについて，解釈に従い，新たに想定する事故シーケンスグループとしての追加の要否を頻度及び影響の観点から分析した。<br>津波特有の事象である「ａ．津波浸水による注水機能喪失」の事故シーケンスグループについては，炉心損傷頻度が $4.0\times10^{-6}$／炉年と有意な値であり，また，本事故シーケンスグループは敷地内への津波浸水によりプラントへの影響が他の事故シーケンスとは異なり，炉心損傷防止のために必要な対応が異なることから，新たに追加する事故シーケンスグループとして抽出した。<br>また，地震・津波特有の事象であるｂ．～ｈ．の各事故シーケンスについては，以下に示すとおり頻度及び影響の観点から検討した結果，解釈に基づき想定する事故シーケンスグループと比較して新たに追加する必要はないと総合的に判断した。 | |
| ① 炉心損傷頻度の観点<br>(1)～(5)の各事故シーケンスグループの炉心損傷頻度には、必ずしも炉心損傷に直結する程の損傷に至らない場合も含んでいる。別紙２の通り、これらの事故シーケンスグループは評価方法にかなりの保守性を有している。また、地震動に応じた詳細な損傷の程度や影響を評価することは困難なことから、現状、対象とする機器等や建屋の損傷を以て炉心損傷直結事象として整理しているが、実際には地震の程度に応じ、機能を維持した設計基準事故対処設備等が残る場合も想定される。機能を維持した設計基準事故対処設備等がある場合、それを用いた対応に期待することにより、炉心損傷を防止できる可能性もあると考える。これらを整理すると以下の様になる。 | （頻度の観点）<br>ｂ．～ｈ．の外部事象特有の各事故シーケンスについては，これらの事故シーケンスの中で炉心損傷頻度が最も大きい「ｂ．防潮堤損傷」の炉心損傷頻度においても，$3.3\times10^{-7}$／炉年であり，全炉心損傷頻度に対して0.4%程度と小さい寄与となっている。また，これらの事故シーケンスは別紙２に示すとおり，炉心損傷に至らない小規模な事象も含まれた結果であることを考慮すると，現実的な炉心損傷頻度は更に小さくなると推定される。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| a）炉心損傷直結と整理している事象が発生したが、損傷の程度が軽微であったり、機能喪失を免れた緩和機能によって炉心損傷を回避できる場合。<br>b）炉心損傷直結と整理している事象が発生したが、緩和機能による損傷の防止が可能な程度の損傷であり、機能喪失を免れた緩和機能があったものの、それらのランダム故障によって炉心損傷に至る場合。<br>c）緩和機能の有無に係らず炉心損傷を防止できない規模の炉心損傷直結事象が発生し、炉心損傷に至る場合。<br><br>a)～c)の整理の通り、a)の場合は炉心損傷を防止できると考えられるため、評価を詳細化することで(1)～(5)の各事故シーケンスグループの炉心損傷頻度は現在の値よりも更に小さい値になると推定される。また、機能を維持した設計基準事故対処設備等に期待した上で、そのランダム故障により炉心損傷に至る場合のシーケンスは、内部事象運転時レベル 1PRA の結果から抽出された既存の事故シーケンスグループに包絡されるものと考える。これらの事故シーケンスグループに対して、炉心損傷頻度の観点では、地震 PRA の精度を上げることが望ましいと考える。<br><br>② 影響(事象の厳しさ)の観点<br>(1)～(5)の各事故シーケンスグループが発生した際の事象の厳しさについて、建屋や機器の損傷の程度や組み合わせによって事象の厳しさに幅が生じると考えられ、定量的に分析することは難しいと考えるものの、地震と同時に炉心が損傷する状況は考え難い。現状、対象とする機器等や建屋の損傷を以て炉心損傷直結事象として整理しているが、実際には機能を維持した設計基準事故対処設備や重大事故等対処設備、可搬型の機器等で炉心損傷防止を試みるものと考える。この様に、事象の厳しさの観点では、高圧・低圧注水機能喪失や全交流動力電源喪失等と同等となる場合もあると考える。また、損傷の程度が大きく、設計基準事故対処設備や重大事故等対処設備に期待できない場合には、大規模損壊対策を含め、使用可能な設備によって臨機応変に影響緩和を試みる。<br><br>③炉心損傷防止対策の観点<br>現状、対象とする機器等や建屋の損傷を以て炉心損傷直結として整理している(1)～(5)の各事故シーケンスグループについて、炉心損傷直結としていることの保守性を踏まえて定性的に考察すると、①及び②で述べた通り、(1)～(5)の事象が発生するものの、機能を維持した設計基準事故対処設備等が残る場合も考えられる。この場合、炉心損傷に至るか否かは地震によって機能を喪失した設備及び機能を維持した設計基準事故対処設備等のランダム故障によるため、内部事象運転時レベル 1PRA の結果から抽出された既存の事故シーケンスグループに包絡されると考えられる。また、炉心損傷を防 | （影響度の観点）<br>b．～h．の各事故シーケンスが発生した際の影響については，具体的には炉心損傷に至るまでの時間余裕，炉心損傷の発生規模，放射性物質の放出量等の着眼点が考えられるが，外部ハザードによる建屋や機器の損傷程度や組合せを特定することは困難であり，炉心損傷に至らない小規模な事象から，建屋全体が崩壊し内部の安全系機器・配管のすべてが機能を喪失するような深刻な事故まで，事象発生時にプラントに及ぼす影響は大きな幅を有する。したがって，これらの外部事象特有の事故シーケンスは，炉心損傷防止対策の有効性評価の事故シーケンスとして単独で定義するものではなく，発生する事象の程度や組合せに応じて対応していくべきものである。<br>具体的には，炉心損傷に至らない小規模な事象の場合には，使用可能な炉心損傷防止対策や格納容器破損防止対策を柔軟に活用するとともに，建屋全体が崩壊し内部の安全系機器・配管のすべてが機能喪失するような深刻な事故の場合には，可搬型のポンプ・電源，放水砲等を駆使した大規模損壊対策による対応も含め，臨機応変に影響緩和を試みる。 | ・記載箇所の相違（東海第二は別紙2に記載） |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 止できる場合も考えられるため、炉心損傷頻度は現在の値よりも低下するものと考えられる。<br>損傷の程度が大きく、設計基準事故対処設備や重大事故等対処設備に期待できない場合には、大規模損壊対策を含め、建屋以外に分散配置した設備や可搬型の機器を駆使し、臨機応変に対応することによって、炉心損傷や格納容器破損を防止することになる。<br>上記の様に、(1)～(5)の各事故シーケンスグループは、実際のところプラントへの影響に不確かさが大きく、具体的なシーケンスを特定することが困難である。このため、外部事象に特有の事故シーケンスグループについては、炉心損傷防止対策の有効性評価の事故シーケンスグループとしてシーケンスを特定して評価するのではなく、発生する事象の程度や組合せに応じて炉心損傷防止対策や格納容器破損防止対策を柔軟に活用するとともに、建屋全体が崩壊し内部の安全系機器・配管の全てが機能を喪失するような深刻な損傷の場合には可搬型のポンプ、電源、放水設備等などを駆使した大規模損壊対策による影響緩和を図ることで対応するべきものと考える。<br><br>以上の検討を踏まえ、(1)～(5)の各事故シーケンスグループは、一定の安全系の機器の機能喪失に対する有効性を評価するシナリオとしては適当でない事象であり、新たに追加するシーケンスとはしないことを確認した。また、(1)～(5)の各事故シーケンスグループを頻度及び影響の観点から総合的に判断した結果、解釈に基づき想定する事故シーケンスグループと比較して有意な頻度又は影響をもたらす事故シーケンスグループとして、新たに追加するシーケンスには該当しないと判断した。<br>また、上記の検討及び別紙２ の通り、大規模な地震を受けた場合であっても、炉心損傷に直結するほどの損傷が生じることは考えにくいが、仮に損傷を受けたと想定した場合の事象収束対応については、参考としての評価実施を検討している。<br><br>1.1.2.3 炉心損傷後の原子炉格納容器の機能への期待可否に基づく整理<br>内部事象レベル1PRA、PRA が適用可能な外部事象として地震及び津波レベル1PRA を実施し、地震、津波以外の外部事象についてはPRA に代わる方法で概略評価を実施した結果、追加すべき新たな事故シーケンスグループは無いことを確認した。<br>従って、柏崎刈羽６ 号炉及び７ 号炉の有効性評価で想定する事故シーケンスグループは、解釈１－１(a)の必ず想定する事故シーケンスグループのみとなる。これについて、以下に示す解釈１－２の要件に基づいて整理し、各事故シーケンスグループの対策の有効性の確認における要件を整理した。<br><br>１－２ 第１項に規定する「炉心の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じたもの」とは，以下に掲げる要件を満たすものであること。<br>(a) 想定する事故シーケンスグループのうち炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待できるものにあっては，炉心の著しい損傷を防止するための十分な対策が計画されており，かつ，その対策が想定する範囲内で有効性があることを確認する。<br>(b) 想定する事故シーケンスグループのうち炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待することが困難なもの(格納容器先行破損シーケンス，格納容器バイパス等)にあっては，炉心 | 1.2.3　解釈に基づく事故シーケンスグループの分類<br><br>想定する事故シーケンスグループについて，以下に示す解釈１－２の要件との対応を確認し，各事故シーケンスグループの対策の有効性確認における要件を整理した。<br><br>１－２　第１項に規定する「炉心の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じたもの」とは、以下に掲げる要件を満たすものであること。<br>(a) 想定する事故シーケンスグループのうち炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待できるものにあっては、炉心の著しい損傷を防止するための十分な対策が計画されており、かつ、その対策が想定する範囲内で有効性があることを確認する。<br>(b) 想定する事故シーケンスグループのうち炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待することが困難なもの（格納容器先行破損シーケンス、格納容器バイパス等）にあっ | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認する。<br><br>１－４　上記１－２(a)の「十分な対策が計画されており」とは，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いう。<br><br>整理の結果は以下の通り。<br>○解釈１－２(a)に分類される事故シーケンスグループ<br>・高圧・低圧注水機能喪失<br>・高圧注水・減圧機能喪失<br>・全交流動力電源喪失<br>・LOCA 時注水機能喪失<br><br>○解釈１－２(b)に分類される事故シーケンスグループ<br>・崩壊熱除去機能喪失<br>・原子炉停止機能喪失<br>・格納容器バイパス(インターフェイスシステム LOCA)<br><br>1.2 有効性評価の対象となる事故シーケンスについて<br>事故シーケンスグループ別に事故シーケンス、炉心損傷防止対策について整理した結果を第 1-3 表に示す。<br>解釈１－２(a)の事故シーケンスグループに含まれる事故シーケンスに対しては、炉心の著しい損傷を防止するための対策として、国内外の先進的な対策と同等のものを講じることが要求されている。<br>一方で、事故シーケンスの中には、国内外の先進的な対策を考慮しても、炉心損傷防止対策を講じることが困難なシーケンスが存在する。具体的には以下の２つの事故シーケンスが該当する。なお、国内外の先進的な対策と柏崎刈羽６ 号炉及び７ 号炉の対策の比較を別紙３ に示す。 | ては、炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認する。<br><br>１－４　上記１－２(a)の「十分な対策が計画されており」とは、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いう。<br><br>上記要件に基づいて，事故シーケンスグループを分類した結果は以下のとおりとなる。<br>解釈１－２(a)に分類される事故シーケンスグループ<br>・高圧・低圧注水機能喪失<br>・高圧注水・減圧機能喪失<br>・全交流動力電源喪失<br>・ＬＯＣＡ時注水機能喪失<br>・津波浸水による注水機能喪失<br>解釈１－２(b)に分類される事故シーケンスグループ<br>・崩壊熱除去機能喪失<br>・原子炉停止機能喪失<br>・格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ）<br><br>解釈では１－２(a)に分類される事故シーケンスグループは，炉心損傷後に格納容器の機能に期待できるものであり，炉心損傷を防止するための十分な対策（国内外の先進的な対策と同等のもの）が講じられており，その有効性を確認することとされている。一方，１－２(b)に分類される事故シーケンスグループは，炉心損傷後の格納容器の機能に期待することが困難なもの（格納容器先行破損又は格納容器バイパスの事故シーケンス）であり，炉心損傷を防止するための対策の有効性を確認することとされている。<br><br>1.2.4　有効性評価の対象となる事故シーケンス<br>事故シーケンスグループ別に事故シーケンス及び炉心損傷防止対策等を整理した結果を第 1-3 表に示す。<br>解釈１－２(a)に分類される事故シーケンスグループに対しては．炉心の著しい損傷を防止するための対策として，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が要求されている。<br><br>一方で，第 1-3 表に整理した事故シーケンスの中には，国内外の先進的対策を考慮しても，炉心損傷防止対策を講ずるものが困難な事故シーケンスも存在する。具体的には以下に示す事故シーケンスが，国内外の先進的な対策を考慮してもすべての条件に対応できるような炉心損傷防止対策を講ずることが困難な事故シーケンスに該当する。なお，国内外の先進的な対策と東海第二発電所の対策の比較については別紙 3 に示すとおりである。 | ・東海第二は津波特有の事故シーケンスを新たな事故シーケンスグループとして抽出。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ①大LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧ECCS 注水失敗<br>②全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋原子炉停止失敗<br><br>①の事故シーケンスは、原子炉圧力容器から多量の冷却材が短時間で失われていく事象であり、大LOCA 後は数分以内に多量の注水を開始しなければ炉心損傷を防止することができない。今回の調査では、事象発生から極めて短時間に多量の注入が可能な対策(インターロックの追設等)は確認できなかったことから、このシーケンスを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講じることが困難なシーケンスとして整理した。<br><br>以上より、①の事故シーケンスについては、格納容器破損防止対策の有効性評価の対象とすることとし、炉心損傷防止対策の有効性評価の対象とする事故シーケンスから除外した(重要事故シーケンス選定の対象とする事故シーケンスから除外する)。<br>①の事故シーケンスについても、炉心損傷後の原子炉への注水や格納容器スプレイなどの実施により、事象の緩和に期待できる。また、今回整備した格納容器破損防止対策により原子炉格納容器の閉じ込め機能に期待できることを確認している(「2.2.3 炉心損傷防止が困難な事故シーケンス等における格納容器破損防止対策の有効性」参照)。<br>②の事故シーケンスは、原子炉スクラムの失敗と全交流動力電源の喪失が重畳する事故シーケンスである。制御棒による原子炉停止に期待できない場合の代替の原子炉停止手段としてはほう酸水注入系を設けているが、全交流動力電源の喪失によってほう酸水注入系が機能喪失に至ることから、炉心 | ①　大破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>②　直流電源喪失＋原子炉停止失敗<br>③　交流電源喪失＋原子炉停止失敗<br><br>①の事故シーケンスは，大破断ＬＯＣＡの発生により原子炉圧力容器から多量の冷却材が失われていく事象であり，ＬＯＣＡの破断規模が大きい場合は，極めて短時間のうちに多量の注水を開始しなければ炉心損傷を防止することができない。今回の先進的対策の調査では，事象発生から極めて短時間のうちに多量の注水が可能な対策（インターロックの追設等）は確認できなかったことから，本事故シーケンスを国内外の先進的対策を考慮しても，炉心損傷防止対策を講じることが困難な事故シーケンスとした。<br>また，本事故シーケンスについては，「2.3.3　炉心損傷防止が困難な事故シーケンス等における格納容器破損防止対策の有効性」に示すとおり，格納容器破損防止対策の有効性評価の対象とすることとし，格納容器の閉じ込め機能に期待できることを確認する。<br>②，③の事故シーケンスは，地震により炉内構造物等が損傷して原子炉停止機能が喪失する事故シーケンスグループと，直流電源喪失又は全交流動力電源喪失が重畳する事故シーケンスであり，代替の原子炉停止手段であるほう酸水注入系が機能喪失することから，炉心損傷を防止することができない（別紙7）。これらの事故シーケンスを抽出した地震レベル１ＰＲＡでは，炉内構造物等が地震発生と同時に最大加速度を受けるものとして評価しているが，実機のスクラム信号「地震加速度大」は，最大加速度よりも十分小さな加速度で発信し，炉内構造物等が損傷する前に制御棒の挿入が完了すると考えられる。このため，現実的にはこれらの事故シーケンスは発生し難いと考えられ，炉心損傷防止対策の有効性を確認する事故シーケンスとしては取り扱わないこととした。<br>なお，第1-3表に示すとおり，①～③の事故シーケンスの全炉心損傷頻度への寄与割合は，小さく，これらを除く全炉心損傷頻度の約 99.6%以上の事故シーケンスが炉心損傷防止対策の有効性評価の対象範囲に含まれていることを確認している。<br>以上より．炉心損傷防止対策の有効性評価の対象とする事故シーケンスの選定については，これらを除く事故シーケンスを対象に実施することとする。 | ・記載箇所の相違（東海第二は別紙２に記載） |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 損傷を防ぐことができない。今回の調査では、原子炉停止機能について、ほう酸水注入系に期待できない場合のバックアップとなる対策は確認できなかったことから、このシーケンスを、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講じることが困難なシーケンスとして整理した。<br>②の事故シーケンスは地震レベル1PRA から抽出された事故シーケンスである。原子炉スクラムの失敗の支配的な理由として、カットセットの分析結果(別紙 5)からは、地震による炉内構造物の損傷等が抽出されている。今回の地震レベル1PRA では、事象発生と同時に最大の地震加速度を受けるものとして評価しているが、事象発生と同時にどの程度の地震加速度が加えられるかについて、実際には不確かさが大きい。炉内構造物の HCLPF は「地震加速度大」のスクラム信号が発信される地震加速度よりも大幅に高い値であり、実際に大規模な地震が発生した場合には、地震による炉内構造物の損傷等が生じる前にスクラム信号が発信されると考えられる。また、地震レベル1PRA では同種系統間での完全相関を設定していることから、例えば1 本のみの制御棒挿入に失敗する場合であってもスクラム失敗により炉心損傷するものとして評価している。評価の詳細は別紙2 に示す。<br>以上の通り、②の事故シーケンスの CDF は保守的な設定のもとに評価したものであるが、現実的に想定すると、本事故シーケンスによって炉心損傷に至る頻度は十分に小さいと判断したことから、本事故シーケンスは、炉心の著しい損傷を防止する対策の有効性を確認するシーケンスに該当しないと判断した。<br>なお、第1-3 表に示すとおり、これらの事故シーケンスの全炉心損傷頻度への寄与割合は小さく、全炉心損傷頻度の約 96.5%以上の事故シーケンスが炉心損傷防止対策の有効性評価の対象範囲に含まれることを確認している。 | | |
| 1.3 重要事故シーケンスの選定について<br>1.3.1 重要事故シーケンス選定の考え方<br>(1) 重要事故シーケンス選定の着眼点にもとづく整理<br>設置変更許可申請における炉心損傷防止対策の有効性評価の実施に際しては、事故シーケンスグループ毎に重要事故シーケンスを選定している。重要事故シーケンスの選定にあたっては、「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」（以下、「審査ガイド」と言う。）に記載の4 つの着眼点を考慮している。今回の重要事故シーケンスの選定に係る具体的な考え方は以下のとおりである。また、シーケンスグループ毎に、シーケンスと各着眼点との関係を整理し、関係が強いと考えられるものから「高」、「中」、「低」と分類して整理した。<br>【審査ガイドに記載されている重要事故シーケンス選定の着眼点】<br>a. 共通原因故障又は系統間の機能の依存性によって複数の設備が機能喪失し、炉心の著しい損傷に至る。<br>b. 炉心損傷防止対策の実施に対する余裕時間が短い。<br>c. 炉心損傷防止に必要な設備容量(流量又は逃がし弁容量等)が大きい。<br>d. 事故シーケンスグループ内のシーケンスの特徴を代表している。 | 1.3　重要事故シーケンスの選定<br>1.3.1　重要事故シーケンス選定の考え方<br>設置変更許可申請書における炉心損傷防止対策の有効性評価の実施に際しては，事故シーケンスグループごとに重要事故シーケンスの選定を実施している。重要事故シーケンスの選定に当たっては，審査ガイドに記載の4つの着眼点を考慮している。なお，各着眼点については，事故シーケンスグループごとに関係が強いと考えられるものから「高」，「中」，「低」と分類して整理している。今回の重要事故シーケンスの選定に係る具体的な考え方は以下のとおりである。<br>【審査ガイドに記載の着眼点】<br>a．共通原因故障又は系統間の機能の依存性によって複数の設備が機能喪失し、炉心の著しい損傷に至る。<br>b．炉心損傷防止対策の実施に対する余裕時間が短い。<br>c．炉心損傷防止に必要な設備容量（流量又は逃がし弁容量等）が大きい。<br>d．事故シーケンスグループ内のシーケンスの特徴を代表している。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| a. 共通原因故障、系統間の機能依存性の観点<br>本PRA では、多重化された機器の共通原因故障を考慮しており、システム信頼性評価におけるフォールトツリーの中でモデル化している。このため、原子炉建屋損傷等の炉心損傷直結事象を除き、緩和系の失敗によって炉心損傷に至るシーケンスでは、共通原因故障が炉心損傷の原因の1 つとして抽出され得ることから、これらのシーケンスについては、炉心損傷頻度への寄与が大きい場合、共通原因故障の影響ありと判断する。<br>系統間の機能依存性については、ある安全機能の機能喪失によって必然的に別の系統も機能喪失に至る場合を系統間の機能依存性有りと判断する。例えば、2 つのフロントライン系に共通のサポート系が機能喪失し、それが炉心損傷頻度に大きく寄与する場合は機能依存性有りと判断する。<br><br>b. 余裕時間の観点<br>炉心損傷防止対策の対応操作に係る余裕時間を厳しくするため、事象が早く進展し、炉心損傷に至る時間が短い事故シーケンスを選定する。<br>【例1：LOCA 時注水機能喪失】<br>破断口径が大きい方が、原子炉冷却材の系外への流出量が多くなるため、炉心損傷防止対策の対応操作のための余裕時間が短くなる。<br>【例2：高圧・低圧注水機能喪失】<br>過渡事象(全給水喪失事象)は原子炉水位低(L3)が事象進展の起点となるため、通常水位から原子炉停止に至る手動停止、サポート系喪失と比較して事象進展が早い。手動停止、サポート系喪失は通常水位から原子炉停止に至るため、水位の低下後に原子炉停止に至る過渡事象よりも事象進展が遅い。このため過渡事象を起因とするシーケンスの余裕時間が短い。<br><br>c. 設備容量の観点<br>炉心損傷防止に際して炉心の冷却に必要となる注水量等、設備容量への要求が大きくなる事故シーケンスを選定する。<br>【例：LOCA 時注水機能喪失(中小LOCA)】<br>中小LOCA 後の緩和措置としては減圧及び低圧注水があるが、減圧に用いるSRV は十分な台数が備えられている一方、低圧注水の代替となる設備容量は低圧ECCS より少ない。このため代替となる設備容量の観点で低圧ECCS 失敗を含むシーケンスが厳しいと考える。<br><br>d. 事故シーケンスグループ内の代表性の観点<br>当該事故シーケンスグループの代表的な事故シーケンスとして、炉心損傷頻度が大きく、事故進展が事故シーケンスグループの特徴を有しているものを選定する。但し、「高」、「中」、「低」の分類については炉心損傷頻度のみに着目して整理した。 | a．共通原因故障，系統間機能依存性の観点<br>系統間の機能の依存性について，ある安全機能のサポート機能の喪失によって，複数の機器が機能喪失に至る場合を系統間機能依存性が高いと評価した。<br>【例1．事故シーケンスグループ(a)　高圧・低圧注水機能喪失】<br>サポート系喪失を起因とするシーケンスは，系統間機能依存性によって多重性を有する機能の片区分の設備が機能喪失することから「中」とした。<br>【例2．事故シーケンスグループ(c)　全交流動力電源喪失】<br>いずれのシーケンスでも全交流動力電源喪失に至り，電源を必要とする多くの設備が機能喪失することから「高」とした。<br><br>b．余裕時間の観点<br>余裕時間について，炉心損傷防止対策の対応操作に係る余裕時間を厳しくするため，事象が早く進展し，炉心損傷に至る時間が短い事故シーケンスを余裕時間が短いと評価した。<br>【例．事故シーケンスグループ(a)　高圧・低圧注水機能喪失】<br>事象発生により原子炉が自動停止する過渡事象及びサポート系喪失（自動停止）については，崩壊熱が高く事象進展が早いことから「高」とした。原子炉を通常停止させる過程において事象が発生する手動停止／サポート系喪失（手動停止）については，崩壊熱が低く事象進展が遅いことから「低」とした。<br><br>c．設備容量の観点<br>設備容量について，炉心損傷防止に際して，喪失した安全機能に係る対策の設備容量が大きくなる事故シーケンスを設備容量が大きいと評価した。<br>【例．事故シーケンスグループ(a)　高圧・低圧注水機能喪失】<br>事象進展が早く余裕時間が短い場合，崩壊熱が高く必要な設備容量が大きくなることから，着眼点b.と同様に，事象発生により原子炉が自動停止する過渡事象及びサポート系喪失（自動停止）については「高」，原子炉を通常停止させる過程において事象が発生する手動停止／サポート系喪失（手動停止）については「低」とした。<br><br>d．事故シーケンスグループ内での代表性の観点<br>代表性について，各事故シーケンスグループにおいて炉心損傷頻度が大きく，事象進展が事故シーケンスグループの特徴を有しているものを代表性が高いと評価した。<br>【例．事故シーケンスグループ(a)　高圧・低圧注水機能喪失】<br>事故シーケンスグループの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シー | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 今回の内部事象レベル 1PRA、地震レベル 1PRA 及び津波レベル 1PRA の結果のうち、シーケンスを選定するにあたって同一に整理できると考えられるものについては、炉心損傷頻度を足し合わせて上記の分類を実施した。本来、各 PRA は扱う事象が異なるため、結果の不確かさや評価の精度が異なるものであり、結果を足し合わせて用いることの可否(比較可能性)については、PRA の結果を活用する際の目的に照らして十分留意する必要がある。今回は重要事故シーケンスの選定の考え方を以下の通りとしていることから、結果の不確かさや PRA 間の評価の精度の違いを考慮しても、炉心損傷頻度を足し合わせて用いることによる問題は生じないものと考えた。<br><br>○今回の抽出された事故シーケンスについては、第 1-4 表に示す通り、結果的に、事故シーケンスグループ内において選定対象とした全ての事故シーケンス対して、概ね同じ重大事故等対処設備で対応できるものと考えている。このため、重要事故シーケンスの選定にあたっては、その対応の厳しさに重きを置いて選定することが適切と考え、主に着眼点ｂ 及びｃ によって重要事故シーケンスを選定している。これは、決定論的な評価である有効性評価においては、対応が厳しい事故シーケンスを評価することで、選定対象とした全ての事故シーケンス対しても重大事故等対処設備の有効性を確認できると考えたためである。<br>○着眼点ｄ については、対応の厳しさ等の選定理由が同等とみなせる場合にのみ重要事故シーケンスの選定の基準として用いており、結果的に崩壊熱除去機能喪失の事故シーケンスグループにおいてのみ、重要事故シーケンスの選定の理由としている。なお、崩壊熱除去機能喪失で選定した重要事故シーケンスは内部事象レベル 1PRA 及び地震レベル 1PRA から抽出されたシーケンスであったが、第 1-3 表に示す通り、いずれの PRA においても、事故シーケンスグループ内で最も高い炉心損傷頻度となったシーケンスである。<br><br>(2) 同一のシーケンスグループ内で対策が異なる場合の整理<br>事故シーケンスグループは、基本的に喪失した機能あるいはその組み合わせによって決定されるものであり、起因事象や機能喪失の原因には依存しない。しかしながら、事故シーケンスへの対策の観点では、同じ事故シーケンスグループに分類される事故シーケンスでも、喪失した機能の機能喪失の原因が異なる場合、有効な対策が異なることがある。<br>具体的には、高圧・低圧注水機能喪失及び全交流動力電源喪失がこれに該当すると考える。これらについては、内的又は地震を原因として各機能の喪失が生じる場合と、津波による浸水によって各機能の喪失が生じる場合がある。内的及び地震を原因とする場合は、重大事故等対処設備により、喪失した機能を代替することが有効と考えられる。一方、津波を原因とする場合について、今回評価対象 | ケンスグループ別ＣＤＦに対して 1%以上の寄与を持つシーケンスを「中」，1%未満のシーケンスを「低」とした。<br>なお，上記の代表性に係る評価においては，同じ事故シーケンスとして分類されたものについては，内部事象出力運転時レベル１ＰＲＡ，地震レベル１ＰＲＡ及び津波レベル１ＰＲＡに関わらず，同一の事故シーケンスとして扱い，炉心損傷頻度の比較を行っている。本来，各ＰＲＡは扱う事象が異なるため，結果の不確かさや評価の精度が異なるものであり，同一の事故シーケンスとして扱った上で炉心損傷頻度の比較を行うことの可否（比較可能性）については，ＰＲＡの結果を活用する際の目的に照らして十分留意する必要がある。今回は重要事故シーケンスの選定を目的としており，各ＰＲＡにおいて安全機能が喪失する要因となる事象は異なるが，同じ分類として整理される事故シーケンスについては，炉心状態や機能喪失している系統，使用可能な系統等に差異がなく，同じ炉心損傷防止対策が有効であると考えられることから，同一の事故シーケンスとして取り扱うことに問題は生じないものと判断した。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| としたプラント状態においては、浸水防止対策が最も有効であり、これにより機能喪失の原因自体を取り除くことができる。<br>これらの対策の観点での相違も踏まえ、今回は重大事故等対処設備の有効性を評価するにあたって適切と考えられるシーケンスを選定した。各々の事故シーケンスグループに対して考慮した内容の詳細は次の1.3.2 項に示す。<br><br>1.3.2 重要事故シーケンスの選定結果<br>1.3.1 項の選定の着眼点を踏まえ、同じ事故シーケンスグループに複数の事故シーケンスが含まれる場合には、事故進展が早いものなど、より厳しいシーケンスを重要事故シーケンスとして以下の通りに選定している。また、「(3)全交流動力電源喪失」では機能喪失の状況が異なるシーケンスが抽出されたため、4 つの事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。選定理由及び選定結果の詳細については第1-4 表に示す。<br><br>(1) 高圧・低圧注水機能喪失<br><br>② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）<br>・低圧代替注水系（常設）（復水補給水系） | 1.3.2　重要事故シーケンスの選定結果<br>1.3.1項の選定の着眼点を踏まえ，同じ事故シーケンスグループに複数の事故シーケンスが含まれる場合には，事象進展が早いもの等，より厳しい事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。なお，「(3)　全交流動力電源喪失」では，安全機能の喪失状況が異なる事故シーケンスが抽出されたため，複数の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。各事故シーケンスグループに対する重要事故シーケンスの選定理由及び選定結果について，第 1-4 表及び以下に示す。<br>(1)　高圧・低圧注水機能喪失<br>ⅰ）　事故シーケンス<br>①過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>②過渡事象＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>③手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>④手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>⑤サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>⑥サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>ⅱ）　事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ）に含まれる事故シーケンスは，運転時の異常な過渡変化等の発生後，高圧注水機能及び低圧注水機能を喪失し，炉心の冷却が十分に行われずに炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，代替注水手段による原子炉注水が考えられる。<br>ⅲ）　有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>機能喪失した高圧・低圧注水機能に対する代替注水手段として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替高圧電源装置 | ・東海第二は有効性評価において期待する全ての対策を記載。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ① 重要事故シーケンス<br>「過渡事象＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗」<br>③ 選定理由<br>本事故シーケンスグループには津波に伴って生じる事故シーケンス(第1-4 表の本事故シーケンスグループの⑦～⑩)が含まれている。いずれも炉心損傷頻度への寄与割合が高く、d. の着眼点では「高」又は「中」に分類されるが、その対策は防潮堤の設置や建屋内止水等の止水対策であり、事象進展に応じた重大事故等対処設備の有効性の確認には適さないと判断したため、これらの事故シーケンスは重要事故シーケンスとして選定していない。<br>このため、ランダム故障又は地震に伴って生じる事故シーケンス(第1-4 表の本事故シーケンスグループの①～⑥)から、着眼点「高」が多く、「高」の数が同じ場合は「中」の数が多いシーケンス(第1-4 表の本事故シーケンスグループの①)を選定した。<br>なお、ランダム故障又は地震に伴って生じる事故シーケンス(第1-4 表の本事故シーケンスグループの①～⑥)は有効と考えられる対策に差異が無い。このため、起因事象発生後の事象進展が早いと考えられる過渡事象を起因とし、減圧時に必要な減圧幅の観点で厳しいと考えられる、SRV 再閉失敗を含まない事故シーケンス(第1-4 表の本事故シーケンスグループの①)は、ランダム故障又は地震に伴って生じる事故シーケンス(第 1-4 表の本事故シーケンスグループの②～⑥)に対して包絡性を有しているものと考える。<br><br>(2) 高圧注水・減圧機能喪失<br><br>② 炉心損傷防止対策(有効性評価で主に考慮)<br>・減圧自動化ロジック<br><br>① 重要事故シーケンス | ・常設代替直流電源設備<br>ⅳ） 選定した重要事故シーケンス<br>①過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>ⅴ） 選定理由<br><br>着眼点における「高」の数が最も多い①の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。<br><br>なお，本事故シーケンスグループは，各事故シーケンスに対して有効と考えられる主な対策に差異がない。このため，起因事象発生後の事象進展が早いと考えられる過渡事象を起因とした①の事故シーケンスは，②～⑥の事故シーケンスに対して包絡性を有しているものと考える。<br><br>(2) 高圧注水・減圧機能喪失<br>ⅰ） 事故シーケンス<br>①過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗<br>②手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗<br>③サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗<br>ⅱ） 事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ)に含まれる事故シーケンスは，運転時の異常な過渡変化等の発生後，高圧注水機能及び原子炉減圧機能を喪失し，炉心の冷却が十分に行われずに炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，代替減圧手段による原子炉減圧後の低圧ＥＣＣＳによる原子炉冷却が考えられる。<br>ⅲ） 有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>機能喪失した高圧注水・減圧機能に対する代替減圧手段として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・低圧炉心スプレイ系<br>・過渡時自動減圧機能<br>・残留熱除去系<br>ⅳ） 選定した重要事故シーケンス | ・東海第二は津波特有の事故シーケンスを新たな事故シーケンスグループとして抽出。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 「過渡事象＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗」<br>③ 選定理由<br>着眼点「高」が多く、「高」の数が同じ場合は「中」の数が多いシーケンス(第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①)を選定した。<br>なお、本事故シーケンスグループは、各事故シーケンスに対して有効と考えられる対策に差異が無い。このため、起因事象発生後の事象進展が早いと考えられる過渡事象を起因とし、減圧時に必要な減圧幅の観点で厳しいと考えられる、SRV 再閉失敗を含まない事故シーケンス(第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①)は、本事故シーケンスは本事故シーケンスグループの他の事故シーケンスに対して(第 1-4 表の本事故シーケンスグループの②～⑥)に対して包絡性を有しているものと考える。<br>(3) 全交流動力電源喪失<br>本事故シーケンスグループからは、機能喪失の状況が異なるシーケンスが抽出されたため、4 つの事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。4 つの事故シーケンスは、PRA から抽出された電源喪失の事故シーケンスである、長期 TB、TBD、TBP 及び TBU と一致することから、この名称で事故シーケンスグループを詳細化した。<br>また、第 1-4 図に示す通り、各重要事故シーケンスそれぞれに対し、地震 PRA からは、全交流動力電源最終ヒートシンク喪失の重畳を伴う事故シーケンスも抽出されるが、全交流動力電源喪失時には、最終ヒートシンクの機能を有する設備も電源喪失によって機能喪失に至るため、地震による損傷の有無に係らず最終ヒートシンクの喪失が生じる。交流電源の復旧後については、電源供給に伴う最終ヒートシンクの復旧可否の観点で対応に違いが表れると考えられ、設備損傷によって最終ヒートシンクの機能喪失が生じている場合の方が緩和手段が少なくなる。但し、設備損傷によって最終ヒートシンクの喪失が生じている場合においても格納容器圧力逃がし装置による除熱が可能であり、交流電源の復旧によって最終ヒートシンクの機能を復旧可能な場合には、これに加えて代替原子炉補機冷却系の有効性を確認することができる。これを考慮し、重要事故シーケンスには、設備損傷による最終ヒートシンクの喪失を設定していない。 | ①過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋手動減圧失敗<br>ｖ） 選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い①の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。<br>なお，本事故シーケンスグループは，各事故シーケンスに対して有効と考えられる主な対策に差異がない。このため，起因事象発生後の事象進展が早いと考えられる過渡事象を起因とした①の事故シーケンスは，②～③の事故シーケンスに対して包絡性を有しているものと考える。<br><br>(3) 全交流動力電源喪失<br>本事故シーケンスグループからは，安全機能の喪失状況が異なるシーケンスが抽出されたため，原子炉圧力，余裕時間及び対応する主な炉心損傷防止対策に着目して事故シーケンスグループを以下の３つに細分化した。なお，ＴＢＵは，全交流動力電源喪失の発生後，高圧炉心冷却にも失敗する事故シーケンスであり，ＴＢＤは，区分Ⅰ及び区分Ⅱの直流電源の喪失により非常用ディーゼル発電機が機能喪失して全交流動力電源喪失に至り，区分Ⅰの直流電源喪失により原子炉隔離時冷却系が機能喪失し，高圧炉心スプレイ系にも失敗する事故シーケンスである。ＴＢＵにおいては直流電源が健全であるため，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の計装設備は健全である。一方，ＴＢＤにおいては区分Ⅰ及び区分Ⅱの直流電源の喪失により，設計基準事故対処設備の計装設備が機能喪失するが，重大事故等対処設備の計装設備は緊急用直流母線から給電されるため，計装設備の機能は維持される。また，ＴＢＤ，ＴＢＵはいずれも事象発生初期に高圧注水機能が喪失する事故シーケンスであること，主な炉心損傷防止対策はいずれも高圧代替注水系であることから，ひとつのグループとした。<br>①長期ＴＢ（ＲＣＩＣ成功）<br>②ＴＢＤ，ＴＢＵ（ＲＣＩＣ失敗）<br>③ＴＢＰ（ＲＣＩＣ機能喪失）<br>上記①は，全交流動力電源の喪失のみの事故シーケンスグループであるが，②，③は全交流動力電源の喪失に加えて炉心注水機能が喪失する事故シーケンスグループであり，他の事故シーケンスグループ「高圧注水・減圧機能喪失」又は「高圧・低圧注水機能喪失」が重畳する。<br>審査ガイドでは，全交流動力電源喪失の事故シーケンスグループの主要解析条件として，交流動力電源は 24 時間使用できないものとすることが記載されているが，この条件は，全交流動力電源喪失のみの①の事故シーケンスグループに対する条件と考えられる。このため，全交流動力電源喪失に，高圧注水・減圧機能喪失又は高圧・低圧注水機能喪失が重畳する②及び③の事故シーケンスグループについては，全交流動力電源喪失とは異なる新たな事故シーケンスグループとして追加することも考えられるが，①～③の事故シーケンスグループに対する炉心損傷防止対策である常設代替直流電源設備，高圧代替注水系及び低圧代替注水系（可搬型）は，全交流動力電源喪失に，高圧注水・減圧機能喪失又は高圧・低圧注水機能喪失が重畳した場合においても炉心 | ・東海第二は原子炉圧力，余裕時間及び対応する主な炉心損傷防止対策に着目して事故シーケンスグループを 3 つに細分化<br><br>・東海第二は，審査ガイドにおける全交流動力電源喪失の主要解析条件（交流動力電源は 24 時間使用できないものとする）の扱いについて記載 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| | 損傷が防止できる対策として整備することから，②及び③の事故シーケンスグループを全交流動力電源喪失の事故シーケンスグループとして取り扱うこととし，交流動力電源が 24 時間使用できない条件を適用し，対策の有効性を確認する。 | |
| a）長期 TB | (3-1) 長期ＴＢ<br>ⅰ） 事故シーケンス<br>①外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功）<br>②サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功）<br>ⅱ） 事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ)に含まれる事故シーケンスは，外部電源喪失の発生後，非常用ディーゼル発電機の故障により全交流動力電源喪失が発生し，高圧炉心スプレイ系による炉心冷却に失敗するが，原子炉隔離時冷却系による炉心冷却に成功する事故シーケンスであり，交流電源が復旧しない場合は蓄電池が枯渇することにより原子炉隔離時冷却系の運転継続が不能となり，炉心の冷却が十分に行われずに原子炉が高圧状態で炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，交流電源に依存しない代替注水手段による原子炉注水が考えられる。<br>ⅲ） 有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>本事故シーケンスグループの対策として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>ⅳ） 選定した重要事故シーケンス<br>①外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功）<br>ⅴ） 選定理由<br>「長期ＴＢ」に分類される①，②の事故シーケンスのうち，着眼点における「高」の数が多い①のシーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。<br>なお，「長期ＴＢ」に分類される事故シーケンスは，各事故シーケンスに対して有効と考えられる主な対策に差異がない。このため，①の事故シーケンスは②の事故シーケンスに対して包絡性を有しているものと考える。 | |
| ② 主な炉心損傷防止対策<br>・原子炉隔離時冷却系(所内直流電源設備の 24 時間確保)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>① 重要事故シーケンス<br>「外部電源喪失＋DG 喪失」<br>③ 選定理由<br>シーケンスとしては 1 種類のみ(第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①)抽出されたことからこれを選定した。 | | |
| b）TBU | (3-2) ＴＢＤ，ＴＢＵ | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ② 主な炉心損傷防止対策<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br><br>① 重要事故シーケンス<br>「外部電源喪失＋DG 喪失＋RCIC 失敗」<br>③ 選定理由<br>シーケンスとしては 1 種類のみ(第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①)抽出されたことからこれを選定した。<br><br>d) TBD<br>① 重要事故シーケンス<br>「外部電源喪失＋直流電源喪失」<br>② 炉心損傷防止対策<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>③ 選定理由<br>本事故シーケンスグループには 2 つの事故シーケンス(第 1-4 表の本事故シーケンスグループの | ⅰ） 事故シーケンス<br>③外部電源喪失＋直流電源失敗＋高圧炉心冷却失敗<br>④外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋高圧炉心冷却失敗<br>⑤サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋高圧炉心冷却失敗<br>ⅱ） 事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ)に含まれる事故シーケンスは，外部電源喪失の発生後，直流電源又は非常用ディーゼル発電機の故障により全交流動力電源喪失が発生し，高圧炉心冷却にも失敗することにより，炉心の冷却が十分に行われずに原子炉が高圧状態で炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，交流電源に依存しない高圧代替注水手段による原子炉注水，又は代替直流電源による原子炉減圧後の低圧代替注水手段による原子炉注水が考えられる。<br>ⅲ） 有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>本事故シーケンスグループの対策として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・高圧代替注水系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>ⅳ） 選定した重要事故シーケンス<br>③外部電源喪失＋直流電源失敗＋高圧炉心冷却失敗<br>ⅴ） 選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い③の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。<br>なお，「ＴＢＤ，ＴＢＵ」に分類される事故シーケンスは，各事故シーケンスに対して有効と考えられる主な対策に差異はないが，③の事故シーケンスは緊急用蓄電池への直流電源の切替操作が必要となることから，④，⑤の事故シーケンスに対して包絡性を有しているものと考える。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ①，②)が含まれている。<br>　しかしながら、浸水による電源設備の機能喪失を含む事故シーケンス(第 1-4　表の本事故シーケンスグループの②)は津波 PRA　から抽出されたシーケンスであり、頻度の観点で支配的であるものの、その発生原因が津波に伴う浸水によるものであり、対策としては防潮堤の設置や建屋内止水等の止水対策となるため、重大事故防止対策の有効性の確認には適さないと考える。<br>以上より、「外部電源喪失＋直流電源喪失」を重要事故シーケンスとして選定した。<br>c）TBP<br><br>② 主な炉心損傷防止対策<br>・原子炉隔離時冷却系(動作可能な範囲に原子炉圧力が保たれる間)<br>・高圧代替注水系(動作可能な範囲に原子炉圧力が保たれる間)<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br><br>① 重要事故シーケンス<br>「外部電源喪失＋DG 喪失＋SRV 再閉失敗」<br>③ 選定理由<br>　シーケンスとしては 1　種類のみ(第 1-4　表の本事故シーケンスグループの①)抽出されたことからこれを選定した。 | (3-3)ＴＢＰ<br>ｉ）　事故シーケンス<br>⑥外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＨＰＣＳ失敗<br>⑦サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＨＰＣＳ失敗<br>ⅱ）　事故シーケンスグループの特徴<br>ｉ)に含まれる事故シーケンスは，外部電源喪失の発生後，非常用ディーゼル発電機の故障により全交流動力電源喪失が発生し，高圧炉心スプレイ系に失敗するとともに逃がし安全弁再閉鎖失敗により原子炉圧力が徐々に低下することで，原子炉隔離時冷却系が運転不能となることにより，炉心の冷却が十分に行われずに，原子炉が低圧状態で炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，交流電源に依存しない代替注水手段による原子炉注水が考えられる。<br>ⅲ）　有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>本事故シーケンスグループの対策として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・高圧代替注水系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>ⅳ）　選定した重要事故シーケンス<br>⑥外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗<br>ⅴ）　選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い⑥の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。なお，「ＴＢＰ」に分類される事故シーケンスは，各事故シーケンスに対して有効と考えられる主な対策に差異がない。このため，⑥の事故シーケンスは，⑦の事故シーケンスに対して包絡性を有しているものと考える。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| (4) 崩壊熱除去機能喪失 | (4)　崩壊熱除去機能喪失<br>ｉ）　事故シーケンス<br>①過渡事象＋ＲＨＲ失敗<br>②過渡事象＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗<br>③外部電源喪失＋ＤＧ失敗（ＨＰＣＳ成功）<br>④外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗（ＨＰＣＳ成功）<br>⑤外部電源喪失＋直流電源失敗（ＨＰＣＳ成功）<br>⑥手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋ＲＨＲ失敗<br>⑦手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗<br>⑧サポート系喪失（自動停止）＋ＲＨＲ失敗<br>⑨サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗<br>⑩サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗（ＨＰＣＳ成功）<br>⑪サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗（ＨＰＣＳ成功）<br>⑫中小破断ＬＯＣＡ＋ＲＨＲ失敗<br>⑬大破断ＬＯＣＡ＋ＲＨＲ失敗<br>ⅱ）　事故シーケンスグループの特徴<br>ｉ）に含まれる事故シーケンスは，運転時の異常な過渡変化等の発生後，原子炉の注水等の炉心冷却に成功するものの，原子炉格納容器からの崩壊熱除熱機能が喪失することで，炉心損傷前に原子炉格納容器が破損し，その後，炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，代替除熱手段による格納容器除熱が考えられる。<br>ⅲ）　有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>機能喪失した崩壊熱除去機能に対する代替除熱手段として，ＲＨＲ故障時及び取水機能喪失時の状況を想定し，それぞれ以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>［ＲＨＲ故障時］<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・高圧炉心スプレイ系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>［取水機能喪失時］<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（常設） | |
| ② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）<br><br>a. RHR フロント系故障の場合<br>・格納容器圧力逃がし装置<br><br>b. RHR サポート系故障の場合<br>・代替原子炉補機冷却系（熱交換ユニット＋代替原子炉補機冷却海水ポンプ） | | ・東海第二の補機冷却系は海水直接通水のため，代替の熱交換ユニットは不要である。また，敷地に遡上する津波への対応として，常設の緊急用海水系を整備する。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| | ・手動減圧<br>・残留熱除去系<br>・緊急用海水系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | |
| ① 重要事故シーケンス<br>「過渡事象＋崩壊熱除去失敗」（RHR 失敗については、RHR フロント系故障またはサポート系故障を考慮） | ⅳ） 選定した重要事故シーケンス<br>①過渡事象＋ＲＨＲ失敗（ＴＷ，ＴＢＷ） | |
| ③ 選定理由<br>本事故シーケンスグループには LOCA に伴う事故シーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの⑦～⑨）が含まれており、いずれも格納容器圧力の上昇が早く、圧力上昇の抑制に必要な設備容量の観点でも厳しいことから、b. c. の着眼点では「高」に分類されるが、これらは LOCA から派生したシーケンスである。LOCA を起因とするシーケンスについては、崩壊熱除去機能の代替手段の有効性も含めて他のシーケンスグループで評価することから、これらの事故シーケンスは重要事故シーケンスの選定対象から除外した。<br>このため、この他の事故シーケンスから、着眼点「高」が多く、「高」の数が同じ場合は「中」の数が多いシーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①）を選定した。<br>なお、ランダム故障又は地震に伴って生じる事故シーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①～⑥）は有効と考えられる対策に差異が無い。このため、起因事象発生後の事象進展が早いと考えられる過渡事象を起因とし、減圧時に必要な減圧幅の観点で厳しいと考えられる、SRV 再閉失敗を含まない事故シーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①）は、ランダム故障又は地震に伴って生じる事故シーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①～⑥）に対して包絡性を有しているものと考える。 | ⅴ） 選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い事故シーケンスのうち，事故シーケンスグループ内のシーケンスの特徴を代表する観点から，①の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。なお，ａ．の着眼点について，⑥～⑨のシーケンスはサポート系１区分の喪失を起因としており，他の区分は健全であるため，対応手段が著しく制限される状態ではない。また，③，④，⑤，⑨，⑩のシーケンスは交流電源の喪失により崩壊熱除去機能が喪失しているものの，代替電源により崩壊熱除去機能の回復が可能であることから，対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>以上を踏まえ，本事故シーケンスグループに対する主要な炉心損傷防止対策の電源を代替電源とすると，各事故シーケンスに対して有効と考えられる主な対策に差異がない。このため，①の事故シーケンスは，②～⑬の事故シーケンスに対して包絡性を有しているものと考える（別紙 4）。 | |
| (5) 原子炉停止機能喪失 | (5) 原子炉停止機能喪失<br>ⅰ） 事故シーケンス<br>①過渡事象＋原子炉停止失敗<br>②サポート系喪失（自動停止）＋原子炉停止失敗<br>③中小破断ＬＯＣＡ＋原子炉停止失敗<br>④大破断ＬＯＣＡ＋原子炉停止失敗<br>ⅱ） 事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ）に含まれる事故シーケンスは，運転時の異常な過渡変化等の発生後，原子炉停止機能を | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）<br>・代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能<br>・ほう酸水注入系<br><br>① 重要事故シーケンス<br>「過渡事象＋原子炉停止失敗」<br>③ 選定理由<br>着眼点「高」の数が最も多いシーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①）を選定した。<br><br>なお、本事故シーケンスグループでは、過渡事象を起因とする事故シーケンスと LOCA を起因とする事故シーケンスが抽出されている。本事故シーケンスグループに対しては、重大事故等対処設備として代替制御棒挿入機能が整備されており、これに期待する場合、LOCA を起因とする事故シーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの②～④）の事象進展は LOCA 時注水機能喪失の事故シーケンスグループに包絡される。また、LOCA を起因とする場合、水位低下の観点では厳しいものの、水位低下及び LOCA に伴う減圧によってボイド率が上昇し，負の反応度が投入されると考えられることから、事象発生直後の反応度投入に伴う出力抑制の観点では過渡事象を起因とする事故シーケンスが（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①）厳しいと考えられる。<br>また、本事故シーケンスグループでは、非常用炉心冷却系が確保されているシーケンスが抽出されていることから、水位低下に対しては一定の対応が可能と考えられるため、反応度制御の観点で厳しい事故シーケンスを選定することが妥当であると考える。更に、LOCA と原子炉停止機能喪失が重畳する事故シーケンスの CDF は $1\times10^{-13}$ /炉年未満であり、他の事故シーケンスグループの事故シーケンスの CDF と比較しても極めて小さい。これらを踏まえると、反応度制御の観点で厳しい、過渡事象を起因とする事故シーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①）は、本事故シーケンスグループにおいて代表性を有しているものと考える。<br><br>(6) LOCA 時注水機能喪失 | 喪失し，設計上の除熱能力を超える熱が格納容器に負荷されることで炉心損傷前に原子炉格納容器が破損し，その後，炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，代替原子炉停止手段による原子炉出力抑制が考えられる。<br>ⅲ） 有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>機能喪失した原子炉停止機能に対する代替原子炉停止手段として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・代替原子炉再循環ポンプトリップ<br>・ほう酸水注入系<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・高圧炉心スプレイ系<br>・残留熱除去系<br>ⅳ） 選定した重要事故シーケンス<br>①過渡事象＋原子炉停止失敗<br>ⅴ） 選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い①の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。<br>なお，本事故シーケンスグループではＬＯＣＡを起因とする③，④の事故シーケンスについても抽出されている。ＬＯＣＡを起因とする場合，水位低下の観点では厳しいものの，水位低下及びＬＯＣＡに伴う減圧によってボイド率が上昇し，負の反応度が投入されると考えられることから，事象発生直後の反応度投入に伴う出力抑制の観点では，過渡事象を起因とする①の事故シーケンスが厳しいと考えられる。また，ＬＯＣＡを起因とする場合，原子炉冷却材の流出により，ほう酸水注入系が有効に機能しないことも考えられるが，本事故シーケンスグループに対する対策である代替制御棒挿入機能期待することにより対応可能である。さらに，ＬＯＣＡと原子炉停止機能喪失が重畳する③，④の事故シーケンスのＣＤＦはいずれも $1\times10^{-10}$ ／炉年未満であり，重要事故シーケンスである①の事故シーケンスと比較しても極めて小さい。これらを踏まえると，反応度制御の観点で厳しい過渡事象を起因とする①の事故シーケンスは，本事故シーケンスグループにおいて代表性を有しているものと考える。<br><br>(6) ＬＯＣＡ時注水機能喪失<br>ⅰ） 事故シーケンス<br>①中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>②中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系（常設）（復水補給水系）<br><br>① 重要事故シーケンス<br>「中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗」<br>③ 選定理由<br>着眼点「高」の数が最も多いシーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの③）を選定した。<br><br>なお、LOCA に伴って生じる事故シーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの①～④）は、配管破断規模の大きさ及び重畳する機能喪失が原子炉減圧機能喪失又は低圧注水機能喪失である点で異なっている。配管破断規模の大きさの観点では、中 LOCA の方が水位の低下が早く、厳しい事象と考えられる。重畳する機能喪失の観点では、減圧に用いる SRV は十分な台数が備えられている。一方、低圧注水の代替となる注水設備の容量は低圧 ECCS より少ない。このため代替となる設備容量の観点で低圧注水機能喪失を含むシーケンスが厳しいと考える。これらのことから、配管破断規模が大きく、低圧注水機能喪失を含むシーケンス（第 1-4 表の本事故シーケンスグループの③）は、本事故シーケンスグループの他の事故シーケンスに対しても包絡性を有しているものと考える。<br>また、(4)の崩壊熱除去機能喪失においても LOCA を含む事故シーケンス（第 1-4 表の事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」の⑦～⑨）が抽出されている。これについて、重要事故シーケンスによる包絡性を考えると、重要事故シーケンスに低圧 ECCS 注水失敗が含まれており、低圧 ECCS の機能喪失は残留熱除去系による格納容器除熱にも期待できないこととほぼ同義であることから、本重要事故シーケンスでは、格納容器除熱に関する重大事故等対処設備の有効性についても評価することとなる。このことから、本重要事故シーケンスは、事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」の LOCA を起因とする事故シーケンスに対しても包絡性を有しているものと考える。<br><br>(7) 格納容器バイパス（インターフェイスシステム LOCA） | ⅱ） 事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ）に含まれる事故シーケンスは，ＬＯＣＡの発生後，高圧注水機能の喪失に加え，低圧注水機能又は原子炉減圧機能を喪失し，炉心の冷却が十分に行われずに炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，代替注水手段による原子炉注水が考えられる。<br>ⅲ） 有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>機能喪失した注水機能に対する代替注水手段として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>ⅳ） 選定した重要事故シーケンス<br>①中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>ⅴ） 選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い①の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。<br>なお，本事故シーケンスグループに含まれる事故シーケンスは，重畳する機能喪失が低圧炉心冷却機能喪失又は原子炉減圧機能喪失である点で異なっているが，ⅲ）で示したとおり有効と考えられる主な対策に差異がない。このため，重要事故シーケンスとして選定した低圧炉心冷却機能が喪失する①の事故シーケンスは，原子炉減圧機能が喪失する②の事故シーケンスに対して包絡性を有しているものと考える。<br><br>(7) 格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ） | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）<br>・高圧炉心注水系<br><br>① 重要事故シーケンス<br>「ISLOCA」<br>③ 選定理由<br>シーケンスとしては１ 種類のみ（第1-4 表の本事故シーケンスグループの①）抽出されたことからこれを選定した。 | ⅰ） 事故シーケンス<br>①インターフェイスシステムＬＯＣＡ<br>ⅱ） 事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ）に含まれる事故シーケンスは，インターフェイスシステムＬＯＣＡの発生後，破損箇所の隔離に失敗し，格納容器貫通配管からの漏えいが防止できずに炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，破損系統の隔離及び破損系統を除くＥＣＣＳによる原子炉注水が考えられる。<br>ⅲ） 有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>インターフェイスシステムＬＯＣＡ発生時における対策として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・破損系統を除く原子炉注水機能<br>・手動減圧<br>・破損系統の隔離<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>ⅳ） 選定した重要事故シーケンス<br>①インターフェイスシステムＬＯＣＡ<br>ⅴ） 選定理由<br>抽出された事故シーケンスが １ つであることから，①を重要事故シーケンスとして選定した。<br><br>(8) 津波浸水による注水機能喪失<br>ⅰ） 事故シーケンス<br>①原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失<br>②最終ヒートシンク喪失（ＲＣＩＣ成功）<br>③最終ヒートシンク喪失＋高圧炉心冷却失敗<br>④最終ヒートシンク喪失＋逃がし安全弁再閉鎖失敗<br>ⅱ） 事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ）に含まれる事故シーケンスは，防潮堤を越流した津波により非常用海水ポンプが被水・没水し，最終ヒートシンクが喪失することにより，炉心損傷に至る事故シーケンスである。本事故シーケンスグループに対する対策としては，津波防護対策が考えられる。<br>ⅲ） 有効性を確認する主な炉心損傷防止対策<br>津波浸水による注水機能喪失発生時における対策として，以下の炉心損傷防止対策の有効性を確認する（別紙5）。<br>・津波防護対策<br>・原子炉隔離時冷却系 | ・東海第二は津波特有の事故シーケンスを新たな事故シーケンスグループとして抽出。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| | ・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・残留熱除去系<br>・緊急用海水系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>ⅳ）　選定した重要事故シーケンス<br>①原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失<br>ⅴ）　選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い①の事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。<br>なお，「津波浸水による注水機能喪失」に分類される事故シーケンスは，各事故シーケンスに対して有効と考えられる主な対策に差異がない。このため，①の事故シーケンスは②～④の事故シーケンスに対して包絡性を有しているものと考える。 | |
| なお、各事故シーケンスグループに含まれる事故シーケンスについて、炉心損傷に至る要因をカットセットレベルまで展開し、炉心損傷頻度の事故シーケンスに占める割合の観点で主要なカットセットに対する炉心損傷防止対策の整備状況等を確認した。（別紙4）<br><br>また、地震又は津波レベル1PRA から抽出される事故シーケンスは、地震又は津波によって起因事象が引き起こされるものの、起因事象の後のシーケンスは緩和系の成功・失敗（地震又は津波によって起因事象発生と同じタイミングで機能喪失している場合を含む）の分岐によって決定されることから、整理される事故シーケンスグループは内部事象PRAで抽出される事故シーケンスグループと同等となる。内部事象では喪失時の炉心損傷頻度への影響の大きな機器・系統等の信頼性向上や系統機能を代替する設備の設置が対策となるが、外部事象では内部事象の対策に加えて外部事象への対策（津波に対する止水対策等）も挙げられる。外部事象自体による損傷（起因事象）の発生防止対策を実施することによっても当該事故シーケンスの発生頻度は低下すること、及び、地震又は津波によって起因事象が発生した場合であってもその後の対応は内部事象による事故シーケンスに対する有効性評価で代表できることから、地震または津波レベル1PRA から抽出された事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定していない。（別紙5） | なお，各事故シーケンスグループにおける内部事象を起因とする事故シーケンスについて，炉心損傷に至る要因をカットセットレベルまで展開し，炉心損傷頻度の事故シーケンスに対する寄与割合の観点で主要なカットセットに対して，炉心損傷防止対策が概ね有効であることを確認している（別紙6）。<br>また，各事故シーケンスグループにおける地震又は津波を起因とする事故シーケンスについても，地震により直接炉心損傷に至る事故シーケンスを除いて，炉心損傷に至る要因をカットセットレベルまで展開し，主要なカットセットに対して炉心損傷防止対策が概ね有効であることを確認している（別紙7）。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

# 比較表

## 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版）

### 第 1-1 表 イベントツリーにより抽出した事故シーケンス

| 起因事象 | 事故シーケンス | 内部 | 地震 | 津波 |
|---|---|---|---|---|
| 過渡事象 | 高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ○ | ○ | － |
| | SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ○ | ○ | － |
| | 高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | ○ | － |
| | SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | ○ | － |
| | 崩壊熱除去失敗 | ○ | ○ | － |
| | SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | ○ | ○ | － |
| | 原子炉停止失敗 | ○ | ○ | － |
| 外部電源喪失 | 非常用交流電源喪失 | ○ | ○ | － |
| | 非常用交流電源喪失＋SRV 再閉失敗 | ○ | ○ | － |
| | 非常用交流電源喪失＋RCIC 失敗 | ○ | ○ | － |
| | 直流電源喪失 | ○ | ○ | － |
| | 非常用交流電源喪失＋原子炉停止失敗 | － | ○ | － |
| 通常停止 | 高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ○ | － | － |
| | SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ○ | － | － |
| | 高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － |
| | SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － |
| | 崩壊熱除去失敗 | ○ | － | － |
| | SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | ○ | － | － |
| サポート系喪失 | 高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ○ | － | － |
| | SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ○ | － | － |
| | 高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － |
| | SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － |
| | 崩壊熱除去失敗 | ○ | － | － |
| | SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | ○ | － | － |
| 大破断 LOCA | HPCF 失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | ○ | － | － |
| | RHR 失敗 | ○ | － | － |
| | 原子炉停止失敗 | ○ | － | － |
| 中破断 LOCA | HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | ○ | － | － |
| | HPCF 注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － |
| | RHR 失敗 | ○ | － | － |
| | 原子炉停止失敗 | ○ | － | － |
| 小破断 LOCA | 高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ○ | － | － |
| | 高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － |
| | 崩壊熱除去失敗 | ○ | － | － |
| | 原子炉停止失敗 | ○ | － | － |
| 格納容器バイパス(ISLOCA) | ISLOCA | ○ | － | － |
| 地震に伴う損傷 | Excessive LOCA | － | ○ | － |
| | 計測・制御系喪失 | － | ○ | － |
| | 格納容器バイパス | － | ○ | － |
| | 格納容器・圧力容器損傷 | － | ○ | － |
| | 原子炉建屋損傷 | － | ○ | － |
| 津波に伴う損傷 | 最終ヒートシンク喪失＋RCIC 失敗 | － | － | ○ |
| | 最終ヒートシンク喪失＋SRV 再閉失敗 | － | － | ○ |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失＋RCIC 失敗 | － | － | ○ |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失＋SRV 再閉失敗 | － | － | ○ |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失＋直流電源喪失 | － | － | ○ |

## 東二

### 第 1-1 表　イベントツリーにより抽出した事故シーケンス

| 起因事象 | 事故シーケンス | 内部 | 地震 | 津波 | シーケンス No. |
|---|---|---|---|---|---|
| 過渡事象 | 高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ○ | ○ | － | (1) |
| | 逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ○ | ○ | － | (2) |
| | 高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | ○ | － | (3) |
| | ＲＨＲ失敗 | ○ | ○ | － | (4) |
| | 逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | ○ | ○ | － | (5) |
| | 原子炉停止失敗 | ○ | ○ | － | (6) |
| 外部電源喪失 | ＤＧ失敗＋ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功） | ○ | ○ | － | (7) |
| | ＤＧ失敗＋高圧炉心冷却失敗 | ○ | ○ | － | (8) |
| | ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＨＰＣＳ失敗 | ○ | ○ | － | (9) |
| | 直流電源失敗＋ＨＰＣＳ失敗 | ○ | ○ | － | (10) |
| | ＤＧ失敗（ＨＰＣＳ成功） | ○ | ○ | － | (11) |
| | ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗（ＨＰＣＳ成功） | ○ | ○ | － | (12) |
| | 直流電源失敗（ＨＰＣＳ成功） | ○ | ○ | － | (13) |
| | 直流電源喪失＋原子炉停止失敗 | － | ○ | － | (14) |
| | 交流電源喪失＋原子炉停止失敗 | － | ○ | － | (15) |
| 手動停止／サポート系喪失（手動停止） | 高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ○ | － | － | (16) |
| | 逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ○ | － | － | (17) |
| | 高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － | (18) |
| | ＲＨＲ失敗 | ○ | － | － | (19) |
| | 逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | ○ | － | － | (20) |
| サポート系喪失（自動停止） | 高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ○ | － | － | (21) |
| | 逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ○ | － | － | (22) |
| | 高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － | (23) |
| | ＲＨＲ失敗 | ○ | － | － | (24) |
| | 逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | ○ | － | － | (25) |
| | 原子炉停止失敗 | ○ | － | － | (26) |
| サポート系喪失（直流電源故障） | （外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功） | ○ | － | － | (27) |
| | （外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋高圧炉心冷却失敗 | ○ | － | － | (28) |
| | （外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＨＰＣＳ失敗 | ○ | － | － | (29) |
| | （外部電源喪失＋）ＤＧ失敗（ＨＰＣＳ成功） | ○ | － | － | (30) |
| | （外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗（ＨＰＣＳ成功） | ○ | － | － | (31) |
| 中小破断ＬＯＣＡ | 高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ○ | － | － | (32) |
| | 高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | ○ | － | － | (33) |
| | ＲＨＲ失敗 | ○ | － | － | (34) |
| | 原子炉停止失敗 | ○ | － | － | (35) |
| 大破断ＬＯＣＡ | 高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ○ | － | － | (36) |
| | ＲＨＲ失敗 | ○ | － | － | (37) |
| | 原子炉停止失敗 | ○ | － | － | (38) |
| インターフェイスシステムＬＯＣＡ | インターフェイスシステムＬＯＣＡ | ○ | － | － | (39) |
| 地震に伴う損傷 | 原子炉建屋損傷 | － | ○ | － | (40) |
| | 格納容器損傷 | － | ○ | － | (41) |
| | 原子炉圧力容器損傷 | － | ○ | － | (42) |
| | 格納容器バイパス | － | ○ | － | (43) |
| | Ｅｘｃｅｓｓｉｖｅ　ＬＯＣＡ | － | ○ | － | (44) |
| | 計装・制御系喪失 | － | ○ | － | (45) |
| 津波に伴う損傷 | 防潮堤損傷 | － | － | ○ | (46) |
| | 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 | － | － | ○ | (47) |
| | 最終ヒートシンク喪失（ＲＣＩＣ成功） | － | － | ○ | (48) |
| | 最終ヒートシンク喪失＋ＲＣＩＣ失敗 | － | － | ○ | (49) |
| | 最終ヒートシンク喪失＋逃がし安全弁再閉鎖失敗 | － | － | ○ | (50) |

## 第 1-2 表 PRA の結果に基づく新たな事故シーケンスグループの検討(KK6)

| | 事故シーケンス | 事故シーケンス別 CDF(/炉年) 内部 | 地震 | 津波 | 合計 | 全 CDF に対する割合(%) | PRA における分類結果 | 解釈 1-1(a)の事故シーケンスグループ | ｸﾞﾙｰﾌﾟ別 CDF(/炉年) | 全 CDF に対する割合(%) | 解釈 1-2 との対応 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 過渡事象＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $1.1\times10^{-10}$ | $3.8\times10^{-9}$ | － | $3.9\times10^{-9}$ | < 0.1 | TQUV | 高圧・低圧注水機能喪失 | $1.6\times10^{-4}$ | 77.3 | (a) |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $7.4\times10^{-11}$ | $2.6\times10^{-9}$ | － | $2.7\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 通常停止＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $4.3\times10^{-10}$ | － | － | $4.3\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 通常停止＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $3.1\times10^{-10}$ | － | － | $3.1\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $3.2\times10^{-11}$ | － | － | $3.2\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $4.3\times10^{-12}$ | － | － | $4.3\times10^{-12}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋RCIC 失敗 | － | － | $5.3\times10^{-5}$ | $5.3\times10^{-5}$ | 26.4 | | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋SRV 再閉失敗 | － | － | $2.8\times10^{-7}$ | $2.8\times10^{-7}$ | 0.1 | | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋RCIC 失敗 | － | － | $1.0\times10^{-4}$ | $1.0\times10^{-4}$ | 50.5 | | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋SRV 再閉失敗 | － | － | $5.3\times10^{-7}$ | $5.3\times10^{-7}$ | 0.3 | | | | | |
| 2 | 過渡事象＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $1.8\times10^{-9}$ | $2.8\times10^{-8}$ | － | $3.0\times10^{-8}$ | < 0.1 | TQUX | 高圧注水・減圧機能喪失 | $3.6\times10^{-8}$ | < 0.1 | (a) |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $5.4\times10^{-11}$ | $2.9\times10^{-9}$ | － | $3.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 通常停止＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $2.0\times10^{-9}$ | － | － | $2.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 通常停止＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $1.2\times10^{-10}$ | － | － | $1.2\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $2.1\times10^{-10}$ | － | － | $2.1\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $4.6\times10^{-11}$ | － | － | $4.6\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | | | |
| 3 | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失) | $4.8\times10^{-10}$ | $1.9\times10^{-6}$ | － | $1.9\times10^{-6}$ | 0.9 | 長期 TB | 全交流動力電源喪失 | $2.7\times10^{-5}$ | 13.3 | (a) |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋SRV 再閉失敗 | $1.2\times10^{-10}$ | $1.0\times10^{-8}$ | － | $1.0\times10^{-8}$ | < 0.1 | TBP | | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋RCIC 失敗 | $6.0\times10^{-10}$ | $5.4\times10^{-8}$ | － | $5.4\times10^{-8}$ | < 0.1 | TBU | | | | |
| | 外部電源喪失＋直流電源喪失 | $8.1\times10^{-11}$ | $1.3\times10^{-7}$ | － | $1.3\times10^{-7}$ | 0.1 | TBD | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋直流電源喪失(電源設備浸水) | － | － | $2.5\times10^{-5}$ | $2.5\times10^{-5}$ | 12.2 | | | | | |
| 4 | 過渡事象＋崩壊熱除去失敗 | $5.0\times10^{-6}$ | $3.2\times10^{-6}$ | － | $8.2\times10^{-6}$ | 4.1 | TW | 崩壊熱除去機能喪失 | $1.2\times10^{-5}$ | 5.9 | (b) |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | $3.8\times10^{-7}$ | $1.4\times10^{-6}$ | － | $3.9\times10^{-7}$ | 0.2 | | | | | |
| | 通常停止＋崩壊熱除去失敗 | $2.7\times10^{-6}$ | － | － | $2.7\times10^{-6}$ | 1.3 | | | | | |
| | 通常停止＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | $2.1\times10^{-8}$ | － | － | $2.1\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋崩壊熱除去失敗 | $5.2\times10^{-7}$ | － | － | $5.2\times10^{-7}$ | 0.3 | | | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | $2.7\times10^{-9}$ | － | － | $2.7\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 小 LOCA＋崩壊熱除去失敗 | $5.0\times10^{-8}$ | － | － | $5.0\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 中 LOCA＋RHR 失敗 | $3.0\times10^{-8}$ | － | － | $3.0\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 大 LOCA＋RHR 失敗 | $3.0\times10^{-9}$ | － | － | $3.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| 5 | 過渡事象＋原子炉停止失敗 | $5.6\times10^{-12}$ | $9.2\times10^{-9}$ | － | $9.2\times10^{-9}$ | < 0.1 | TC | 原子炉停止機能喪失 | $1.4\times10^{-8}$ | < 0.1 | (b) |
| | 小 LOCA＋原子炉停止失敗 | $8.0\times10^{-14}$ | － | － | $8.0\times10^{-14}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 中 LOCA＋原子炉停止失敗 | $5.3\times10^{-14}$ | － | － | $5.3\times10^{-14}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 大 LOCA＋原子炉停止失敗 | $5.3\times10^{-15}$ | － | － | $5.3\times10^{-15}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋原子炉停止失敗 | － | $4.7\times10^{-9}$ | － | $4.7\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| 6 | 小 LOCA＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $9.8\times10^{-13}$ | － | － | $9.8\times10^{-13}$ | < 0.1 | S2E | LOCA 時注水機能喪失 | $1.1\times10^{-6}$ | 0.6 | (a) |
| | 小 LOCA＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $3.0\times10^{-12}$ | － | － | $3.0\times10^{-12}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | $3.9\times10^{-9}$ | － | － | $3.9\times10^{-9}$ | < 0.1 | S1E | | | | |
| | 中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $5.7\times10^{-11}$ | － | － | $5.7\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 大 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | $5.0\times10^{-10}$ | － | － | $5.0\times10^{-10}$ | < 0.1 | AE | | | | |
| | Excessive LOCA※1 | － | $1.1\times10^{-6}$ | － | $1.1\times10^{-6}$ | 0.5 | Excessive LOCA | 該当なし | | | |
| 7 | インターフェイスシステム LOCA(ISLOCA) | $9.5\times10^{-11}$ | － | － | $9.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | ISLOCA | 格納容器バイパス(ISLOCA) | $9.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | (b) |
| 8 | 計装・制御系喪失※1 | － | $1.9\times10^{-7}$ | － | $1.9\times10^{-7}$ | 0.1 | 計測・制御機能喪失 | 該当なし | $6.0\times10^{-6}$ | 3.0 | 該当なし |
| 9 | 格納容器バイパス※1 | － | $9.6\times10^{-7}$ | － | $9.6\times10^{-7}$ | 0.5 | 格納容器バイパス破断 | | | | |
| 10 | 格納容器・圧力容器損傷※1 | － | $1.2\times10^{-6}$ | － | $1.2\times10^{-6}$ | 0.6 | 圧力容器・格納容器損傷 | | | | |
| 11 | 原子炉建屋損傷※1 | － | $3.6\times10^{-6}$ | － | $3.6\times10^{-6}$ | 1.8 | 原子炉建屋損傷 | | | | |
| | 合計 | $8.7\times10^{-6}$ | $1.2\times10^{-5}$ | $1.8\times10^{-4}$ | $2.0\times10^{-4}$ | 100 | － | － | $2.0\times10^{-4}$ | 100 | |

※1 解釈１－１(a)の必ず想定する事故シーケンスグループに該当しないが、安全機能喪失時の対策の有効性を評価するためのシナリオとしては適当でないと判断し、新たに追加するシーケンスとはしないこととしたシーケンス。

## 第 1-2 表　ＰＲＡの結果に基づく新たな事故シーケンスグループの検討

| 事故シーケンス | シーケンスNo. | 事故シーケンス別CDF（／炉年） 内部事象 | 地震 | 津波 | 合計 | 全CDFに対する割合（%） | 解釈1-1との対応 | 事故シーケンスグループ | グループ別CDF（／炉年） | 全CDFに対する割合（%） | 解釈1-2との対応 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | (1) | 3.2E-10 | 4.6E-07 | － | 4.6E-07 | 0.8 | 1-1(a)の事故シーケンス | 高圧・低圧注水機能喪失 | 4.7E-07 | 0.6 | 1-2(a) |
| 過渡事象＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | (2) | 2.0E-10 | 2.5E-09 | － | 2.7E-09 | <0.1 | | | | | |
| 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | (16) | 4.2E-10 | － | － | 4.2E-10 | <0.1 | | | | | |
| 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | (17) | 4.3E-11 | － | － | 4.3E-11 | <0.1 | | | | | |
| サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | (21) | 2.5E-09 | － | － | 2.5E-09 | <0.1 | | | | | |
| サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | (22) | 3.0E-11 | － | － | 3.0E-11 | <0.1 | | | | | |
| 過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | (3) | 9.4E-09 | 1.3E-06 | － | 1.3E-06 | 1.7 | | 高圧注水・減圧機能喪失 | 1.3E-06 | 1.8 | 1-2(a) |
| 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | (18) | 2.6E-09 | － | － | 2.6E-09 | <0.1 | | | | | |
| サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | (23) | 8.3E-09 | － | － | 8.3E-09 | <0.1 | | | | | |
| 外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功） | (7) | 5.7E-08 | 5.6E-09 | － | 6.3E-08 | <0.1 | | 全交流動力電源喪失 | 2.7E-06 | 3.6 | 1-2(a) |
| サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗－ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功） | (27) | 2.0E-08 | － | － | 2.0E-08 | <0.1 | | | | | |
| 外部電源喪失＋直流電源喪失＋ＨＰＣＳ失敗 | (10) | 6.0E-12 | 2.1E-06 | － | 2.1E-06 | 2.8 | | | | | |
| 外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＨＰＣＳ失敗 | (9) | 3.0E-10 | 2.4E-09 | － | 2.7E-09 | <0.1 | | | | | |
| サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗－逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＨＰＣＳ失敗 | (29) | 2.3E-10 | － | － | 2.3E-10 | <0.1 | | | | | |
| 外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋高圧炉心冷却失敗 | (8) | 2.0E-10 | 4.4E-07 | － | 4.5E-07 | 0.6 | | | | | |
| サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗－高圧炉心冷却失敗 | (28) | 2.1E-08 | － | － | 2.1E-08 | <0.1 | | | | | |
| 過渡事象＋ＲＨＲ失敗 | (4) | 4.4E-05 | 5.4E-06 | － | 4.9E-05 | 65.1 | | 崩壊熱除去機能喪失 | 6.6E-05 | 87.6 | 1-2(b) |
| 過渡事象＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | (5) | 3.8E-07 | 2.9E-08 | － | 4.1E-07 | 0.5 | | | | | |
| 外部電源喪失＋ＤＧ失敗（ＨＰＣＳ成功） | (19) | 6.9E-07 | 6.4E-08 | － | 7.5E-07 | 1.0 | | | | | |
| 外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗（ＨＰＣＳ成功） | (20) | 3.6E-09 | 3.5E-10 | － | 4.0E-09 | <0.1 | | | | | |
| 外部電源喪失＋直流電源喪失（ＨＰＣＳ成功） | (24) | 6.9E-10 | 1.2E-11 | － | 7.0E-10 | <0.1 | | | | | |
| 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋ＲＨＲ失敗 | (25) | 9.9E-06 | － | － | 9.9E-06 | 13.2 | | | | | |
| 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | (33) | 5.2E-08 | － | － | 5.2E-08 | <0.1 | | | | | |
| サポート系喪失（自動停止）＋ＲＨＲ失敗 | (37) | 1.7E-06 | － | － | 1.7E-06 | 2.3 | | | | | |
| サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | (11) | 8.9E-09 | － | － | 8.9E-09 | <0.1 | | | | | |
| サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗（ＨＰＣＳ成功） | (12) | 4.1E-06 | － | － | 4.1E-06 | 5.4 | | | | | |
| サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗－逃がし安全弁再閉鎖失敗（ＨＰＣＳ成功） | (14) | 2.1E-08 | － | － | 2.1E-08 | <0.1 | | | | | |
| ＝小破断ＬＯＣＡ＋ＲＨＲ失敗 | (31) | 7.4E-08 | － | － | 7.4E-08 | <0.1 | | | | | |
| 大破断ＬＯＣＡ＋ＲＨＲ失敗 | (30) | 3.0E-09 | － | － | 3.0E-09 | <0.1 | | | | | |
| 過渡事象＋原子炉停止失敗 | (6) | 2.5E-08 | 7.9E-08 | － | 1.0E-07 | 0.1 | | 原子炉停止機能喪失 | 1.4E-07 | 0.2 | 1-2(b) |
| サポート系喪失（自動停止）＋原子炉停止失敗 | (26) | 3.8E-11 | － | － | 3.8E-11 | <0.1 | | | | | |
| ＝小破断ＬＯＣＡ＋原子炉停止失敗 | (38) | 5.4E-11 | － | － | 5.4E-11 | <0.1 | | | | | |
| 大破断ＬＯＣＡ＋原子炉停止失敗 | (34) | 2.2E-12 | － | － | 2.2E-12 | <0.1 | | | | | |
| 直流電源喪失＋原子炉停止失敗 | (14) | － | 2.6E-08 | － | 2.6E-08 | <0.1 | | | | | |
| 交流電源喪失＋原子炉停止失敗 | (15) | － | 1.4E-08 | － | 1.4E-08 | <0.1 | | | | | |
| ＝小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | (35) | 1.5E-11 | － | － | 1.5E-11 | <0.1 | | ＬＯＣＡ時注水機能喪失 | 3.2E-10 | <0.1 | 1-2(a) |
| ＝小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | (36) | 4.6E-12 | － | － | 4.6E-12 | <0.1 | | | | | |
| 大破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | (32) | 1.4E-12 | － | － | 1.4E-12 | <0.1 | | | | | |
| 原子炉冷却材圧力バウンダリ破失（ＥＸｃｅｓｓｉｖｅ　ＬＯＣＡ） | (44) | － | 3.0E-10 | － | 3.0E-10 | <0.1 | | － | | | |
| インターフェイスシステムＬＯＣＡ | (39) | 4.8E-10 | － | － | 4.8E-10 | <0.1 | | 格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ） | 4.8E-10 | <0.1 | 1-2(b) |
| 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 | (47) | － | － | 7.6E-07 | 7.6E-07 | 1.0 | 1-1(a)以外の事故シーケンス | 無浸水による注水機能喪失 | 4.0E-06 | 5.3 | 1-2(a) |
| 最終ヒートシンク喪失（ＲＣＩＣ成功） | (48) | － | － | 3.2E-06 | 3.2E-06 | 4.2 | | | | | |
| 最終ヒートシンク喪失＋高圧炉心冷却失敗 | (49) | － | － | 1.1E-08 | 1.1E-08 | <0.1 | | | | | |
| 最終ヒートシンク喪失＋逃がし安全弁再閉鎖失敗 | (50) | － | － | 1.7E-08 | 1.7E-08 | <0.1 | | | | | |
| 原子炉建屋損傷 | (40) | － | 1.5E-07 | － | 1.5E-07 | 0.2 | | － | 1.5E-07 | 0.2 | － |
| 格納容器損傷 | (41) | － | 4.1E-09 | － | 4.1E-09 | <0.1 | | | 4.1E-09 | <0.1 | |
| 原子炉圧力容器損傷 | (42) | － | 2.2E-07 | － | 2.2E-07 | 0.3 | | | 2.2E-07 | 0.3 | |
| 格納容器バイパス | (43) | － | 3.2E-08 | － | 3.2E-08 | <0.1 | | | 3.2E-08 | <0.1 | |
| 計装・制御系喪失 | (45) | － | 3.7E-10 | － | 3.7E-10 | <0.1 | | | 3.7E-10 | <0.1 | |
| 防潮堤損傷 | (46) | － | － | 3.3E-07 | 3.3E-07 | 0.4 | | | 3.3E-07 | 0.4 | |
| 合計 | | 6.1E-05 | 1.0E-05 | 4.3E-06 | 7.5E-05 | 99.6 | － | － | 7.5E-05 | 99.6 | － |

ハッチング：解釈に基づき想定する事故シーケンスグループと直接対応せず，全炉心損傷頻度への寄与及び影響度の観点から他の事故シーケンスグループと比較し，新たな事故シーケンスグループとしての追加は不要と判断したもの





赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応



31

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

## 第1-2 表 PRA の結果に基づく新たな事故シーケンスグループの検討(KK7)

| | 事故シーケンス | 事故シーケンス別 CDF(炉年) 内部 | 地震 | 津波 | 合計 | 全 CDF に対する割合 (%) | PRA における分類結果 | 解釈 1-1(a)の事故シーケンスグループ | グループ別 CDF(炉年) | 全 CDF に対する割合 (%) | 解釈 1-2 との対応 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 過渡事象＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $1.1\times10^{-10}$ | $9.2\times10^{-9}$ | － | $9.3\times10^{-9}$ | < 0.1 | TQUV | 高圧・低圧注水機能喪失 | $1.9\times10^{-4}$ | 79.6 | (a) |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $7.4\times10^{-11}$ | $4.0\times10^{-9}$ | － | $4.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 通常停止＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $4.3\times10^{-10}$ | － | － | $4.3\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 通常停止＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $3.1\times10^{-10}$ | － | － | $3.1\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $3.5\times10^{-11}$ | － | － | $3.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $4.3\times10^{-12}$ | － | － | $4.3\times10^{-12}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋RCIC 失敗 | － | － | $8.7\times10^{-5}$ | $8.7\times10^{-5}$ | 38.5 | | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋SRV 再閉失敗 | － | － | $4.6\times10^{-7}$ | $4.6\times10^{-7}$ | 0.2 | | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源搬送波)＋RCIC 失敗 | － | － | $1.0\times10^{-4}$ | $1.0\times10^{-4}$ | 42.6 | | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源搬送波)＋SRV 再閉失敗 | － | － | $5.3\times10^{-7}$ | $5.3\times10^{-7}$ | 0.2 | | | | | |
| 2 | 過渡事象＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $2.4\times10^{-8}$ | $2.2\times10^{-9}$ | － | $2.4\times10^{-8}$ | < 0.1 | TQUX | 高圧注水・減圧機能喪失 | $2.8\times10^{-3}$ | < 0.1 | (a) |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $5.2\times10^{-11}$ | $1.0\times10^{-9}$ | － | $1.1\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 通常停止＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $2.0\times10^{-9}$ | － | － | $2.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $1.2\times10^{-10}$ | － | － | $1.2\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 通常停止＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $4.1\times10^{-11}$ | － | － | $4.1\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | | | |
| 3 | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失) | $4.8\times10^{-10}$ | $3.8\times10^{-8}$ | － | $3.8\times10^{-8}$ | 1.5 | 長期 TB | 全交流動力電源喪失 | $2.9\times10^{-5}$ | 12.0 | (a) |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋SRV 再閉失敗 | $1.2\times10^{-10}$ | $2.0\times10^{-8}$ | － | $2.1\times10^{-8}$ | < 0.1 | TBP | | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋RCIC 失敗 | $6.0\times10^{-10}$ | $3.7\times10^{-7}$ | － | $3.7\times10^{-7}$ | 0.2 | TBU | | | | |
| | 外部電源喪失＋直流電源喪失 | $8.1\times10^{-11}$ | $6.0\times10^{-8}$ | － | $6.1\times10^{-8}$ | < 0.1 | TBD | | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源搬送波)＋直流電源喪失(電源設備浸水) | － | － | $2.5\times10^{-5}$ | $2.5\times10^{-5}$ | 10.3 | | | | | |
| 4 | 過渡事象＋崩壊熱除去失敗 | $5.0\times10^{-8}$ | $5.3\times10^{-6}$ | － | $1.0\times10^{-5}$ | 4.3 | TW | 崩壊熱除去機能喪失 | $1.4\times10^{-5}$ | 5.9 | (b) |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | $3.8\times10^{-7}$ | $2.3\times10^{-6}$ | － | $4.0\times10^{-7}$ | 0.2 | | | | | |
| | 通常停止＋崩壊熱除去失敗 | $2.7\times10^{-6}$ | － | － | $2.7\times10^{-6}$ | 1.1 | | | | | |
| | サポート系喪失＋崩壊熱除去失敗 | $2.1\times10^{-8}$ | － | － | $2.1\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失) | $5.5\times10^{-7}$ | － | － | $5.5\times10^{-7}$ | 0.2 | | | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | $2.9\times10^{-9}$ | － | － | $2.9\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 小 LOCA＋崩壊熱除去失敗 | $5.0\times10^{-8}$ | － | － | $5.0\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 中 LOCA＋RHR 失敗 | $3.0\times10^{-8}$ | － | － | $3.0\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 大 LOCA＋RHR 失敗 | $3.0\times10^{-9}$ | － | － | $3.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | | | |
| 5 | 過渡事象＋原子炉停止失敗 | $5.0\times10^{-12}$ | $1.8\times10^{-7}$ | － | $1.8\times10^{-7}$ | 0.1 | TC | 原子炉停止機能喪失 | $3.6\times10^{-7}$ | 0.1 | (b) |
| | 小 LOCA＋原子炉停止失敗 | $7.9\times10^{-14}$ | － | － | $7.9\times10^{-14}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 中 LOCA＋原子炉停止失敗 | $5.2\times10^{-14}$ | － | － | $5.2\times10^{-14}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 大 LOCA＋原子炉停止失敗 | $5.2\times10^{-15}$ | － | － | $5.2\times10^{-15}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋原子炉停止失敗 | － | $1.8\times10^{-7}$ | － | $1.8\times10^{-7}$ | 0.1 | | | | | |
| 6 | 小 LOCA＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | $9.9\times10^{-13}$ | － | － | $9.9\times10^{-13}$ | < 0.1 | S2E | LOCA 時注水機能喪失 | $8.2\times10^{-7}$ | 0.3 | (a) |
| | 小 LOCA＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $3.0\times10^{-12}$ | － | － | $3.0\times10^{-12}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | $3.9\times10^{-9}$ | － | － | $3.9\times10^{-9}$ | < 0.1 | S1E | | | | |
| | 中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋原子炉減圧失敗 | $5.7\times10^{-11}$ | － | － | $5.7\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | | | |
| | 大 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | $5.0\times10^{-10}$ | － | － | $5.0\times10^{-10}$ | < 0.1 | AE | | | | |
| | Excessive LOCA※1 | － | $8.2\times10^{-7}$ | － | $8.2\times10^{-7}$ | 0.3 | Excessive LOCA | 該当なし | | | |
| 7 | インターフェイスシステム LOCA(ISLOCA) | $9.5\times10^{-11}$ | － | － | $9.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | ISLOCA | 格納容器バイパス (ISLOCA) | $9.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | (b) |
| 8 | 計装・制御系喪失※4 | － | $6.9\times10^{-8}$ | － | $6.9\times10^{-8}$ | < 0.1 | 計測・制御機能喪失 | 該当なし | $4.9\times10^{-6}$ | 2.0 | 該当なし |
| 9 | 格納容器バイパス※4 | － | $1.2\times10^{-7}$ | － | $1.2\times10^{-7}$ | < 0.1 | 格納容器バイパス破断 | | | | |
| 10 | 格納容器・圧力容器損傷※4 | － | $8.9\times10^{-7}$ | － | $8.9\times10^{-7}$ | 0.4 | 圧力容器・格納容器損傷 | | | | |
| 11 | 原子炉建屋損傷※4 | － | $3.8\times10^{-6}$ | － | $3.8\times10^{-6}$ | 1.6 | 原子炉建屋損傷 | | | | |
| | 合計 | $8.7\times10^{-6}$ | $1.5\times10^{-3}$ | $2.1\times10^{-4}$ | $2.4\times10^{-4}$ | 100 | － | － | $2.4\times10^{-4}$ | 100 | |

※1 解釈1－1(a)の起因事象想定する事故シーケンスグループに該当しないが、安全機能喪失時の対策の有効性を評価するためのシナリオとしては適当でないと判断し、新たに追加するシーケンスとはしないこととしたシーケンス。

東二

## 比較表

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

### 第 1-3 表 事故シーケンスグループの主要な炉心損傷防止対策と炉心損傷頻度(KK6)

| 解釈の事故シーケンスグループ | 事故シーケンス | 対応する主要な炉心損傷防止対策 | 事故シーケンス別 CDF(/炉年) 内部 | 地震 | 津波 | 合計 | 全 CDF に対する割合(%)※1 | グループ別 CDF(/炉年) | 全 CDF に対する割合(%)※1 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高圧・低圧注水機能喪失 | 過渡事象＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | $1.1\times10^{-10}$ | $3.8\times10^{-9}$ | － | $3.9\times10^{-9}$ | < 0.1 | $1.6\times10^{-4}$ | 77.3 | |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $7.4\times10^{-11}$ | $2.6\times10^{-9}$ | － | $2.7\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| | 通常停止＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $4.3\times10^{-10}$ | － | － | $4.3\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | |
| | 通常停止＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $3.1\times10^{-10}$ | － | － | $3.1\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $3.2\times10^{-11}$ | － | － | $3.2\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $4.3\times10^{-12}$ | － | － | $4.3\times10^{-12}$ | < 0.1 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋RCIC 失敗 | ・津波による浸水防止 | － | － | $5.3\times10^{-5}$ | $5.3\times10^{-5}$ | 26.4 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋SRV 再閉失敗 | | － | － | $2.8\times10^{-7}$ | $2.8\times10^{-7}$ | 0.1 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋RCIC 失敗 | | － | － | $1.0\times10^{-4}$ | $1.0\times10^{-4}$ | 50.5 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋SRV 再閉失敗 | | － | － | $5.3\times10^{-7}$ | $5.3\times10^{-7}$ | 0.3 | | | |
| 高圧注水・減圧機能喪失 | 過渡事象＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ・減圧自動化ロジック(残留熱除去系ポンプ吐出圧確立+原子炉水位低(レベル 1)+ 600 秒経過で SRV4 弁開放)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・残留熱除去系(低圧注水，除熱) | $1.8\times10^{-9}$ | $2.8\times10^{-8}$ | － | $3.0\times10^{-8}$ | < 0.1 | $3.6\times10^{-8}$ | < 0.1 | |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $5.4\times10^{-11}$ | $2.9\times10^{-9}$ | － | $3.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| | 通常停止＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $2.0\times10^{-9}$ | － | － | $2.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| | 通常停止＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $1.2\times10^{-10}$ | － | － | $1.2\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $2.1\times10^{-10}$ | － | － | $2.1\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $4.6\times10^{-11}$ | － | － | $4.6\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | |
| 全交流動力電源喪失 | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失) | ・原子炉隔離時冷却系(所内直流電源設備の確保)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・常設代替交流電源設備<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | $4.8\times10^{-10}$ | $1.9\times10^{-6}$ | － | $1.9\times10^{-6}$ | 0.1 | $2.7\times10^{-5}$ | 13.3 | 全炉心損傷頻度の約 96.5%を炉心損傷防止対策でカバー |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋SRV 再閉失敗※2 | ・原子炉隔離時冷却系※3<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)※3<br>・上記の点線枠内の対策※3 | $1.2\times10^{-10}$ | $1.0\times10^{-8}$ | － | $1.0\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋RCIC 失敗 | ・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・上記の点線枠内の対策 | $6.0\times10^{-10}$ | $5.4\times10^{-8}$ | － | $5.4\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | |
| | 外部電源喪失＋直流電源喪失 | ・常設代替直流電源設備<br>・原子炉隔離時冷却系(所内直流電源設備の確保)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・上記の点線枠内の対策 | $8.1\times10^{-11}$ | $1.3\times10^{-7}$ | － | $1.3\times10^{-7}$ | < 0.1 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋直流電源喪失(電源設備浸水) | ・津波による浸水防止 | － | － | $2.5\times10^{-5}$ | $2.5\times10^{-5}$ | 12.3 | | | |
| 崩壊熱除去機能喪失 | 過渡事象＋崩壊熱除去失敗 | ・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・常設代替交流電源設備 | $5.0\times10^{-6}$ | $3.2\times10^{-6}$ | － | $8.2\times10^{-6}$ | 4.1 | $1.2\times10^{-5}$ | 5.9 | |
| | 過渡事象＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | | $3.8\times10^{-7}$ | $1.4\times10^{-6}$ | － | $3.9\times10^{-7}$ | 0.2 | | | |
| | 通常停止＋崩壊熱除去失敗 | | $2.7\times10^{-6}$ | － | － | $2.7\times10^{-6}$ | 1.3 | | | |
| | 通常停止＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | | $2.1\times10^{-8}$ | － | － | $2.1\times10^{-8}$ | < 0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋崩壊熱除去失敗 | | $5.2\times10^{-7}$ | － | － | $5.2\times10^{-7}$ | 0.3 | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | | $2.7\times10^{-9}$ | － | － | $2.7\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| | 小 LOCA＋崩壊熱除去失敗 | | $5.0\times10^{-9}$ | － | － | $5.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| | 中 LOCA＋RHR 失敗 | | $3.0\times10^{-9}$ | － | － | $3.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| | 大 LOCA＋RHR 失敗 | | $3.0\times10^{-9}$ | － | － | $3.0\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| 原子炉停止機能喪失 | 過渡事象＋原子炉停止失敗 | ・代替制御棒挿入機能<br>・代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能<br>・ほう酸水注入系<br>・高圧炉心注水系<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・残留熱除去系 | $5.6\times10^{-12}$ | $9.2\times10^{-9}$ | － | $9.2\times10^{-9}$ | < 0.1 | $1.4\times10^{-8}$ | < 0.1 | |
| | 小 LOCA＋原子炉停止失敗 | | $8.0\times10^{-14}$ | － | － | $8.0\times10^{-14}$ | < 0.1 | | | |
| | 中 LOCA＋原子炉停止失敗 | | $5.3\times10^{-14}$ | － | － | $5.3\times10^{-14}$ | < 0.1 | | | |
| | 大 LOCA＋原子炉停止失敗 | | $5.3\times10^{-15}$ | － | － | $5.3\times10^{-15}$ | < 0.1 | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋原子炉停止失敗※4 | － | － | $4.7\times10^{-9}$ | － | $4.7\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| LOCA 時注水機能喪失 | 小 LOCA＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | $9.8\times10^{-13}$ | － | － | $9.8\times10^{-13}$ | < 0.1 | $4.5\times10^{-9}$ | < 0.1 | |
| | 小 LOCA＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $3.0\times10^{-12}$ | － | － | $3.0\times10^{-12}$ | < 0.1 | | | |
| | 中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | | $3.9\times10^{-9}$ | － | － | $3.9\times10^{-9}$ | < 0.1 | | | |
| | 中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $5.7\times10^{-11}$ | － | － | $5.7\times10^{-11}$ | < 0.1 | | | |
| | 大 LOCA＋HPCF 失敗＋低圧注水失敗※5 | ・上記の点線枠内の対策※3 | $5.0\times10^{-10}$ | － | － | $5.0\times10^{-10}$ | < 0.1 | | | |
| 格納容器バイパス(ISLOCA) | インターフェイスシステム LOCA(ISLOCA) | ・ISLOCA 発生箇所の隔離<br>・高圧炉心注水系<br>・手動減圧<br>・低圧炉心注水系 | $9.5\times10^{-11}$ | － | － | $9.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | $9.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | |
| 合計 | | | $8.7\times10^{-6}$ | $5.3\times10^{-5}$ | $1.8\times10^{-4}$ | $1.9\times10^{-4}$ | 96.5 | $1.9\times10^{-4}$ | 96.5 | － |

※1 100%には第 1-2 表で除外した事故シーケンスの炉心損傷頻度も含む。　※2 原子炉圧力の変化の不確かさによって炉心損傷防止の成否が変わる事故シーケンス　※3 事象進展の時間余裕の観点から，炉心損傷防止の成否には不確かさが残るが，影響緩和に期待できる設備
※4 地震発生と同時に最大の地震加速度を受けるものとして評価している地震レベル 1PRA の設定上抽出されたものであるが，地震時の挙動を現実的に想定すると，基準地震動よりも十分小さな加速度でスクラム信号「地震加速度大」が発信され，炉内構造物が損傷する加速度に至る前に制御棒の挿入が完了すると考えられることから，現実的には発生し難いと考え，炉心損傷防止対策の有効性を確認する対象に該当しないと判断したシーケンス　※5 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講じることが困難なシーケンス

### 第 1-3 表　事故シーケンスグループの主要な炉心損傷防止対策及び炉心損傷頻度

| 事故シーケンスグループ | | 事故シーケンス | 対応する主要な炉心損傷防止対策 | 事故シーケンス別CDF（/炉年） 内部事象 | 地震 | 津波 | 合計 | 全CDF※1に対する割合(%) | グループ別CDF（/炉年） | 全CDF※1に対する割合(%) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高圧・低圧注水機能喪失 | | 過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ・高圧代替注水系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・代替補機冷却系<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替交流電源設備<br>・常設代替直流電源設備 | 2.2E-10 | 4.6E-07 | － | 4.6E-07 | 0.6 | 4.7E-07 | 6.6 | |
| | | 過渡事象＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 2.0E-10 | 2.1E-09 | － | 2.1E-09 | <0.1 | | | |
| | | 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 4.2E-10 | － | － | 4.2E-10 | <0.1 | | | |
| | | 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 4.3E-11 | － | － | 4.3E-11 | <0.1 | | | |
| | | サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 2.5E-09 | － | － | 2.5E-09 | <0.1 | | | |
| | | サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 2.0E-11 | － | － | 2.0E-11 | <0.1 | | | |
| 高圧注水・減圧機能喪失 | | 過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | ・高圧代替注水系<br>・低圧代替注水系<br>・代替格納容器スプレイ系<br>・過渡時自動減圧機能<br>・残留熱除去系 | 8.4E-09 | 1.3E-06 | － | 1.3E-06 | 1.7 | 1.3E-06 | 1.8 | |
| | | 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | | 2.6E-09 | － | － | 2.6E-09 | <0.1 | | | |
| | | サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | | 8.3E-09 | － | － | 8.3E-09 | <0.1 | | | |
| 全交流動力電源喪失 | 長期TB | 外部電源喪失＋DG 失敗＋HPCS 失敗（RCIC 成功） | ・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 5.7E-08 | 5.6E-06 | － | 6.3E-08 | <0.1 | 2.7E-06 | 3.6 | |
| | | サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）DG 失敗＋HPCS 失敗（RCIC 成功） | | 2.0E-08 | － | － | 2.0E-08 | <0.1 | | | |
| | TBD | 外部電源喪失＋直流電源喪失＋HPCS 失敗 | ・上記の点線枠内の対策 | 6.0E-12 | 2.1E-06 | － | 2.1E-06 | 2.8 | | | |
| | TBU | 外部電源喪失＋DG 失敗＋高圧炉心冷却失敗 | | 2.0E-10 | 4.4E-07 | － | 4.5E-07 | 0.6 | | | |
| | | サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）DG 失敗＋高圧炉心冷却失敗 | | 2.1E-08 | － | － | 2.1E-08 | <0.1 | | | |
| | TBP | 外部電源喪失＋DG 失敗＋逃がし安全弁再開失敗＋HPCS 失敗 | ・原子炉隔離時冷却系<br>・上記の点線枠内の対策 | 3.0E-10 | 2.4E-09 | － | 2.7E-09 | <0.1 | | | |
| | | サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）DG 失敗＋逃がし安全弁再開失敗＋HPCS 失敗 | | 2.3E-10 | － | － | 2.3E-10 | <0.1 | | | |
| 崩壊熱除去機能喪失 | | 過渡事象＋RHR 失敗 | ［RHR 故障中］<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・高圧炉心スプレイ系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替補機冷却系<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>［取水機能喪失時］<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・残留熱除去系<br>・緊急用海水系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 4.4E-05 | 3.4E-06 | － | 4.9E-05 | 68.1 | 6.6E-05 | 87.6 | 全炉心損傷頻度の約 99%を炉心損傷防止対策でカバー |
| | | 過渡事象＋逃がし安全弁再開失敗＋RHR 失敗 | | 3.8E-07 | 2.9E-08 | － | 4.1E-07 | 0.5 | | | |
| | | 外部電源喪失＋DG 失敗（HPCS 成功） | | 6.9E-07 | 6.4E-08 | － | 7.5E-07 | 1.0 | | | |
| | | 外部電源喪失＋DG 失敗＋逃がし安全弁再開失敗（HPCS 成功） | | 3.6E-09 | 3.3E-10 | － | 4.0E-09 | <0.1 | | | |
| | | 外部電源喪失＋直流電源喪失（HPCS 成功） | | 6.9E-10 | 1.2E-11 | － | 7.0E-10 | <0.1 | | | |
| | | 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋RHR 失敗 | | 5.9E-06 | － | － | 5.9E-06 | 13.2 | | | |
| | | 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋RHR 失敗 | | 8.2E-08 | － | － | 8.2E-08 | <0.1 | | | |
| | | サポート系喪失（自動停止）＋RHR 失敗 | | 1.7E-06 | － | － | 1.7E-06 | 2.3 | | | |
| | | サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋RHR 失敗 | | 8.9E-09 | － | － | 8.9E-09 | <0.1 | | | |
| | | サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）DG 失敗（HPCS 成功） | | 4.1E-06 | － | － | 4.1E-06 | 5.4 | | | |
| | | サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）DG 失敗＋逃がし安全弁再開失敗（HPCS 成功） | | 2.1E-08 | － | － | 2.1E-08 | <0.1 | | | |
| | | 中小破断 LOCA＋RHR 失敗 | | 7.4E-08 | － | － | 7.4E-08 | <0.1 | | | |
| | | 大破断 LOCA＋RHR 失敗 | | 2.0E-09 | － | － | 2.0E-09 | <0.1 | | | |
| 原子炉停止機能喪失 | | 過渡事象＋原子炉停止失敗 | ・代替制御棒挿入機能<br>・代替原子炉再循環ポンプトリップ<br>・ほう酸水注入系<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・高圧炉心スプレイ系<br>・残留熱除去系 | 2.5E-08 | 7.6E-08 | － | 1.0E-07 | 0.1 | 1.4E-07 | 0.2 | |
| | | サポート系喪失（自動停止）＋原子炉停止失敗 | | 3.8E-11 | － | － | 3.8E-11 | <0.1 | | | |
| | | 中小破断 LOCA＋原子炉停止失敗 | | 5.4E-13 | － | － | 5.4E-13 | <0.1 | | | |
| | | 大破断 LOCA＋原子炉停止失敗 | | 2.2E-12 | － | － | 2.2E-12 | <0.1 | | | |
| | | 直流電源喪失＋原子炉停止失敗※3 | － | － | 2.6E-08 | － | 2.6E-08 | <0.1 | | | |
| | | 交流電源喪失＋原子炉停止失敗※2 | | － | 1.4E-08 | － | 1.4E-08 | <0.1 | | | |
| LOCA 時注水機能喪失 | | 中小破断 LOCA＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗※3 | ・高圧代替注水系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・代替補機冷却系<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 1.5E-11 | － | － | 1.5E-11 | <0.1 | 2.2E-11 | <0.1 | |
| | | 中小破断 LOCA＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗※3 | | 4.6E-12 | － | － | 4.6E-12 | <0.1 | | | |
| | | 大破断 LOCA＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗※4 | － | 1.4E-12 | － | － | 1.4E-12 | <0.1 | | | |
| 格納容器バイパス | | インターフェイスシステム LOCA | ・破損系統を除く原子炉注水機能<br>・手動減圧<br>・破損系統の隔離<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 4.8E-10 | － | － | 4.8E-10 | <0.1 | 4.8E-10 | <0.1 | |
| 津波浸水による注水機能喪失 | | 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 | ・津波防護対策<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・残留熱除去系<br>・緊急用海水系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | － | － | 7.6E-07 | 7.6E-07 | 1.0 | 4.6E-06 | 5.3 | |
| | | 最終ヒートシンク喪失（RCIC 成功） | | － | － | 3.2E-06 | 3.2E-06 | 4.2 | | | |
| | | 最終ヒートシンク喪失＋高圧炉心冷却失敗 | | － | － | 1.1E-08 | 1.1E-08 | <0.1 | | | |
| | | 最終ヒートシンク喪失＋逃がし安全弁再開失敗 | | － | － | 1.7E-08 | 1.7E-08 | <0.1 | | | |
| 合計 | | | | 6.1E-05 | 1.6E-06 | 4.0E-06 | 7.5E-05 | 99.0 | 7.5E-05 | 99.0 | － |

※1：全CDFは第1-2表で新たな事故シーケンスグループとしての追加は不要と判断した事故シーケンスの炉心損傷頻度を含む
※2：地震発生と同時に最大の地震加速度を受けるものとして評価している地震レベル1PRAの設定上抽出された事故シーケンスであるが，地震時の挙動を現実的に想定すると，基準地震動よりも十分小さな加速度でスクラム信号「地震加速度大」が発信し，炉内構造物が損傷する加速度に到達する前に制御棒の挿入が完了すると考えられることから，現実的には発生しがたいと考え，炉心損傷防止対策の有効性を確認する対象としては取り扱わないと判断した事故シーケンス
※3：LOCAの破断面積が大きい場合は，国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷を防止することが困難な事故シーケンス
※4：国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷を防止することが困難な事故シーケンス

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応


33

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

東二

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

## 第 1-3 表　事故シーケンスグループの主要な炉心損傷防止対策と炉心損傷頻度(KK7)

| 解釈の事故シーケンスグループ | 事故シーケンス | 対応する主要な炉心損傷防止対策 | 事故シーケンス別 CDF(/炉年) 内部 | 地震 | 津波 | 合計 | 全 CDF に対する割合(%)※1 | グループ別 CDF(/炉年) | 全 CDF に対する割合(%)※1 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高圧・低圧注水機能喪失 | 過渡事象＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設D(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給)<br>・津波による浸水防止 | $1.1\times10^{-10}$ | $9.2\times10^{-9}$ | － | $9.3\times10^{-9}$ | ＜0.1 | $1.9\times10^{-4}$ | 79.6 | |
| | 過渡事象＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $7.4\times10^{-11}$ | $4.0\times10^{-9}$ | － | $4.0\times10^{-9}$ | ＜0.1 | | | |
| | 通常停止＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $4.3\times10^{-10}$ | － | － | $4.3\times10^{-10}$ | ＜0.1 | | | |
| | 通常停止＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $3.1\times10^{-10}$ | － | － | $3.1\times10^{-10}$ | ＜0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $3.5\times10^{-11}$ | － | － | $3.5\times10^{-11}$ | ＜0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | | $4.3\times10^{-12}$ | － | － | $4.3\times10^{-12}$ | ＜0.1 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋RCIC 失敗 | | － | － | $8.7\times10^{-5}$ | $8.7\times10^{-5}$ | 36.5 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋SRV 再開失敗 | | － | － | $4.6\times10^{-7}$ | $4.6\times10^{-7}$ | 0.2 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋RCIC 失敗 | | － | － | $1.0\times10^{-4}$ | $1.0\times10^{-4}$ | 42.6 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋SRV 再開失敗 | | － | － | $5.3\times10^{-7}$ | $5.3\times10^{-7}$ | 0.2 | | | |
| 高圧注水・減圧機能喪失 | 過渡事象＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ・減圧自動化ロジック(残留熱除去系ポンプ吐出圧確立＋原子炉水位低(レベル 1)＋600 秒経過で SRV4 弁開放)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・残留熱除去系(低圧注水，除熱) | $1.8\times10^{-9}$ | $2.2\times10^{-8}$ | － | $2.4\times10^{-8}$ | ＜0.1 | $2.8\times10^{-8}$ | ＜0.1 | |
| | 過渡事象＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $5.2\times10^{-11}$ | $1.0\times10^{-9}$ | － | $1.1\times10^{-9}$ | ＜0.1 | | | |
| | 通常停止＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $2.0\times10^{-9}$ | － | － | $2.0\times10^{-9}$ | ＜0.1 | | | |
| | 通常停止＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $1.2\times10^{-10}$ | － | － | $1.2\times10^{-10}$ | ＜0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $2.9\times10^{-10}$ | － | － | $2.9\times10^{-10}$ | ＜0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $4.1\times10^{-11}$ | － | － | $4.1\times10^{-11}$ | ＜0.1 | | | |
| 全交流動力電源喪失 | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失) | ・原子炉隔離時冷却系(所内直流電源設備の確保)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設D(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・常設代替交流電源設備<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | $4.8\times10^{-10}$ | $3.5\times10^{-6}$ | － | $3.5\times10^{-6}$ | 1.5 | $2.9\times10^{-5}$ | 12.0 | 全炉心損傷頻度の約 97.6%を炉心損傷防止対策でカバー |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋SRV 再開失敗※2 | ・原子炉隔離時冷却系※3<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備※3)<br>・上記の点線枠内の対策※3 | $1.2\times10^{-10}$ | $2.0\times10^{-8}$ | － | $2.1\times10^{-8}$ | ＜0.1 | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋RCIC 失敗 | ・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・上記の点線枠内の対策 | $6.0\times10^{-10}$ | $3.7\times10^{-7}$ | － | $3.7\times10^{-7}$ | 0.2 | | | |
| | 外部電源喪失＋直流電源喪失 | ・常設代替直流電源設備<br>・原子炉隔離時冷却系(所内直流電源設備の確保)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・上記の点線枠内の対策 | $8.1\times10^{-11}$ | $6.0\times10^{-8}$ | － | $6.1\times10^{-8}$ | ＜0.1 | | | |
| | 最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋直流電源喪失(電源設備浸水) | ・津波による浸水防止 | － | － | $2.5\times10^{-5}$ | $2.5\times10^{-5}$ | 10.3 | | | |
| 崩壊熱除去機能喪失 | 過渡事象＋崩壊熱除去失敗 | ・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設D(復水補給水系)<br>・常設代替交流電源設備 | $5.0\times10^{-6}$ | $5.3\times10^{-6}$ | － | $1.0\times10^{-5}$ | 4.3 | $1.4\times10^{-5}$ | 5.9 | |
| | 過渡事象＋SRV 再開失敗＋崩壊熱除去失敗 | | $3.8\times10^{-7}$ | $2.3\times10^{-6}$ | － | $4.0\times10^{-7}$ | 0.2 | | | |
| | 通常停止＋崩壊熱除去失敗 | | $2.7\times10^{-6}$ | － | － | $2.7\times10^{-6}$ | 1.1 | | | |
| | 通常停止＋SRV 再開失敗＋崩壊熱除去失敗 | | $2.1\times10^{-8}$ | － | － | $2.1\times10^{-8}$ | ＜0.1 | | | |
| | サポート系喪失＋崩壊熱除去失敗 | | $5.5\times10^{-7}$ | － | － | $5.5\times10^{-7}$ | 0.2 | | | |
| | サポート系喪失＋SRV 再開失敗＋崩壊熱除去失敗 | | $2.9\times10^{-8}$ | － | － | $2.9\times10^{-8}$ | ＜0.1 | | | |
| | 小 LOCA＋崩壊熱除去失敗 | | $5.0\times10^{-8}$ | － | － | $5.0\times10^{-8}$ | ＜0.1 | | | |
| | 中 LOCA＋RHR 失敗 | | $3.0\times10^{-8}$ | － | － | $3.0\times10^{-8}$ | ＜0.1 | | | |
| | 大 LOCA＋RHR 失敗 | | $3.0\times10^{-8}$ | － | － | $3.0\times10^{-8}$ | ＜0.1 | | | |
| 原子炉停止機能喪失 | 過渡事象＋原子炉停止失敗 | ・代替制御棒挿入機能<br>・代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能<br>・ほう酸水注入系<br>・高圧炉心注水系<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・残留熱除去系 | $5.0\times10^{-12}$ | $1.8\times10^{-7}$ | － | $1.8\times10^{-7}$ | 0.1 | $3.6\times10^{-7}$ | 0.1 | |
| | 小 LOCA＋原子炉停止失敗 | | $7.9\times10^{-14}$ | － | － | $7.9\times10^{-14}$ | ＜0.1 | | | |
| | 中 LOCA＋原子炉停止失敗 | | $5.2\times10^{-14}$ | － | － | $5.2\times10^{-14}$ | ＜0.1 | | | |
| | 大 LOCA＋原子炉停止失敗 | | $5.2\times10^{-15}$ | － | － | $5.2\times10^{-15}$ | ＜0.1 | | | |
| | 全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋原子炉停止失敗※4 | － | － | $1.8\times10^{-7}$ | － | $1.8\times10^{-7}$ | 0.1 | | | |
| LOCA 時注水機能喪失 | 小 LOCA＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設D(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | $9.9\times10^{-13}$ | － | － | $9.9\times10^{-13}$ | ＜0.1 | $4.5\times10^{-9}$ | ＜0.1 | |
| | 小 LOCA＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $3.0\times10^{-12}$ | － | － | $3.0\times10^{-12}$ | ＜0.1 | | | |
| | 中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | | $3.9\times10^{-9}$ | － | － | $3.9\times10^{-9}$ | ＜0.1 | | | |
| | 中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | $5.7\times10^{-11}$ | － | － | $5.7\times10^{-11}$ | ＜0.1 | | | |
| | 大 LOCA＋HPCF 失敗＋低圧注水失敗※5 | ・上記の点線枠内の対策※5 | $5.0\times10^{-10}$ | － | － | $5.0\times10^{-10}$ | ＜0.1 | | | |
| 格納容器バイパス(ISLOCA) | インターフェイスシステム LOCA(ISLOCA) | ・ISLOCA 発生箇所の隔離<br>・高圧炉心注水系<br>・手動減圧<br>・低圧炉心注水系 | $9.5\times10^{-11}$ | － | － | $9.5\times10^{-11}$ | ＜0.1 | $9.5\times10^{-11}$ | ＜0.1 | |
| 合計 | | | $8.7\times10^{-5}$ | $9.7\times10^{-6}$ | $2.1\times10^{-4}$ | $2.3\times10^{-4}$ | 97.6 | $2.3\times10^{-4}$ | 97.6 | － |

※1 100%には第 1-2 表で除外した事故シーケンスの炉心損傷頻度も含む。　※2 原子炉圧力の変化の不確かさによって炉心損傷防止の成否が変わる事故シーケンス　※3 事象進展の時間余裕の観点から，炉心損傷防止の成否には不確かさが残るが，影響緩和に期待できる設備
※4 地震発生と同時に最大の地震加速度を受けるものとして評価している地震レベル 1PRA の設定上抽出されたものであるが，地震時の挙動を現実的に想定すると，基準地震動よりも十分小さな加速度でスクラム信号「地震加速度大」が発信され，炉内構造物が損傷する加速度に至る前に制御棒の挿入が完了すると考えられることから，現実的には発生し難いと考え，炉心損傷防止対策の有効性を確認する対象に該当しないと判断したシーケンス　※5 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講じることが困難なシーケンス

## 第 1-4 表　重要事故シーケンス等の選定（1／2）

| 事故シーケンスグループ | | 事故シーケンス | | 対応する主要な炉心損傷防止対策 | 着眼点 a | b | c | d | 着眼点との関係と重要事故シーケンスの選定の考え方 | 選定した重要事故シーケンスと選定理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高圧・低圧注水機能喪失 | | ◎ | ①過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・格納容器圧力逃がし装置(大気放出ベント)<br>・常設代替直流電源設備<br>・常設代替交流電源設備 | 低 | 高 | 高 | 高 | 備考（a：炉心損傷・高圧溶融物放出防止，b：格納容器，c：放射性物質，d：代替低） | a．サポート系喪失を起因とする事故シーケンスは，系統間機能依存性によって同区分の複数の設備が機能喪失することから「中」とした。<br>b．原子炉が自動停止する過渡事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としている事故シーケンスについては事象進展が早いことから「高」とした。原子炉を通常停止させる手動停止／サポート系喪失（手動停止）を起因としている事故シーケンスについては「低」とした。<br>c．事象進展が早く余裕時間が短い場合，格納容器が高く必要な設備容量が大きくなることから，着眼点b．と同様に，過渡事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としている事故シーケンスを「高」，手動停止／サポート系喪失（手動停止）を起因としている事故シーケンスを「低」とした。<br>d．事故シーケンスグループの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別ＣＤＦに対して1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a．の着眼点について，③～⑤はサポート系1区分の喪失を起因としているが，他の区分は健全であるため，対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>b．c．の着眼点について，「高」と考えた事故シーケンスとして①，②，⑤，⑥を抽出。<br>d．頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | — | ②過渡事象＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 低 | 高 | 高 | 低 | | |
| | | — | ③手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | — | ④手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | — | ⑤サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| | | — | ⑥サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| 高圧注水・減圧機能喪失 | | ◎ | ①過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | ・低圧代替注水系<br>・過渡時自動減圧機能<br>・残留熱除去系 | 低 | 高 | 高 | 高 | a．サポート系喪失を起因とする事故シーケンスは，系統間機能依存性によって当該区分の複数の設備が機能喪失することから「中」とした。<br>b．原子炉が自動停止する過渡事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としている事故シーケンスについては事象進展が早いことから「高」とし，原子炉を通常停止させる手動停止／サポート系喪失（手動停止）を起因としている事故シーケンスについては「低」とした。<br>c．事象進展が早く余裕時間が短い場合，格納容器が高く必要な設備容量が大きくなることから，着眼点b．と同様に，過渡事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としている事故シーケンスを「高」とし，手動停止／サポート系喪失（手動停止）を起因としている事故シーケンスについては「低」とした。<br>d．事故シーケンスグループの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別ＣＤＦに対して1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a．の着眼点について，②，③はサポート系1区分の喪失を起因としているが，他の区分は健全であるため，対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>b．c．の着眼点について，「高」と考えた事故シーケンスとして①，③を抽出。<br>d．頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | — | ②手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | — | ③サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| 全交流動力電源喪失 | 長期ＴＢ | ◎ | ①外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功） | ・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替直流電源設備<br>・常設代替交流電源設備 | 高 | 低 | 低 | 高 | a．いずれの事故シーケンスも全交流動力電源喪失に至り，電源を必要とする多くの設備が機能喪失することから「高」とした。<br>b．いずれの事故シーケンスにおいても原子炉隔離時冷却系による炉心への注水に成功していることから，事象進展が遅いため「低」とした。<br>c．いずれの事故シーケンスにおいても原子炉隔離時冷却系による炉心への注水に成功しており，原子炉圧力容器内の必要容量は大きくないため「低」とした。<br>d．長期ＴＢの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a．b．c．の着眼点について，全事故シーケンスに共通であるため，選定理由から除外した。<br>d．頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | — | ②サポート系喪失（直流電源設備）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋ＨＰＣＳ失敗（ＲＣＩＣ成功） | | 高 | 低 | 低 | 中 | | |
| | ＴＢＤ<br>ＴＢＵ | ◎ | ③外部電源喪失＋直流電源喪失＋高圧炉心冷却失敗（ＴＢＤ） | ・高圧代替注水系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替直流電源設備<br>・常設代替交流電源設備 | 高 | 高 | 高 | 高 | a．いずれの事故シーケンスも全交流動力電源喪失に至り，電源を必要とする多くの設備が機能喪失することから「高」とした。<br>b．いずれの事故シーケンスも事象初期から原子炉への注水に失敗していることから，事象進展が早く余裕時間が短いため「高」とした。<br>c．いずれの事故シーケンスも事象初期から原子炉への注水に失敗しており，崩壊熱が高く原子炉圧力容器内の必要設備容量が大きいため「高」とした。<br>d．ＴＢＤ及びＴＢＵの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a．b．c．の着眼点について，全事故シーケンスに共通であるため，選定理由から除外した。<br>d．頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より，③を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | — | ④外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋高圧炉心冷却失敗（ＴＢＵ） | | 高 | 高 | 高 | 中 | | |
| | | — | ⑤サポート系喪失（直流電源設備）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋高圧炉心冷却失敗（ＴＢＵ） | | 高 | 高 | 高 | 低 | | |
| | ＴＢＰ | ◎ | ⑥外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再開失敗＋ＨＰＣＳ失敗 | ・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替直流電源設備<br>・常設代替交流電源設備 | 高 | 中 | 中 | 高 | a．いずれの事故シーケンスも全交流動力電源喪失に至り，電源を必要とする多くの設備が機能喪失することから「高」とした。<br>b．いずれの事故シーケンスも原子炉圧力の低下により原子炉隔離時冷却系が使用不能となるまでの余裕時間は，短期の原子炉注水に失敗している事故シーケンスに比べて長いことから「中」とした。<br>c．いずれの事故シーケンスも原子炉圧力の低下により原子炉隔離時冷却系が使用不能となるまでに崩壊熱がある程度低下することから，原子炉注水設備の必要容量は事象初期に注水に失敗する事故シーケンスに比べて小さいと考えられることから「中」とした。<br>d．ＴＢＰの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a．～d．の着眼点について，全事故シーケンスに共通であるが，d．の頻度の観点では空に比べて⑥の方が支配的となった。<br>以上より，⑥を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | — | ⑦サポート系喪失（直流電源設備）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再開失敗＋ＨＰＣＳ失敗 | | 高 | 中 | 中 | 中 | | |

◎：重要事故シーケンスとして選定したシーケンス

審査ガイドの着眼点a～dに対する影響度の観点から，良しい順に「高」，「中」，「低」とした。

## 第 1-4 表 重要事故シーケンス等の選定(1/3)

| 解釈の事故シーケンスグループ | | 主要な事故シーケンス※1 | 喪失した機能 | 対応する主要な炉心損傷防止対策（下線は有効性を確認する主な対策） | a | b | c | d | 備考(a：共通原因故障※2又は系統間機能依存性，b：余裕時間，c：設備容量，d：代表性) | 選定した重要事故シーケンスと選定理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高圧・低圧注水機能喪失 | ◎ | ①過渡事象＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ・高圧注水機能<br>・低圧注水機能 | ・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | 中 | 高 | 高 | 低 | a.主要な事故シーケンスのカットセットに共通原因故障が含まれている事故シーケンスを「中」とした。その上でサポート系喪失(1 系統)は，起因事象の時点で系統間の機能の依存性によって同区分の複数の設備が機能喪失することから「高」とした。また、最終ヒートシンク喪失に至るシーケンスでは，除熱を必要とする多くの機能が喪失するため「高」とした。<br>b.過渡事象(全給水喪失事象)は原子炉水位低(L3)が事象進展の起点となるため、通常水位から原子炉停止に至る手動停止、サポート系喪失と比較して事象進展が早い。このため過渡事象を起因とするシーケンスを「高」とした。手動停止、サポート系喪失は通常水位から原子炉停止に至るため、また、津波によるシーケンスでは津波襲来までに原子炉停止しているため、水位の低下後に原子炉停止に至る過渡事象よりも事象進展が遅いことから「低」とした。<br>c.SRV 再閉失敗を含む場合は SRV から一定程度減圧されるため、減圧に必要な逃がし安全弁の容量が少なく，再閉成功の場合よりも速やかに低圧状態に移行でき、低圧系での代替注水を開始できることから「低」とし、SRV 再閉失敗を含まない場合を「高」とした。<br>d.全 CDF に対して 10%以上又は事故シーケンスグループの中で最も CDF の高いシーケンスを「高」とした。また、全 CDF に対して 0.1%未満のシーケンスを「低」とした。 | a.⑤,⑥ではサポート系 1 区分の喪失を起因としているが、他の区分は健全であるため、対応手段が著しく制限される状態ではない。⑦～⑨の最終ヒートシンクの喪失の発生原因は津波に伴う浸水によるものであり、対策としては防潮堤の設置や建屋内止水等の止水対策となるため、重大事故防止対策の有効性の確認には適さない。<br>b.c.両着眼点について「高」と考えたシーケンスとして①を抽出。<br>d.頻度の観点では⑦，⑨が支配的であるが、起因となる最終ヒートシンクの喪失の発生原因は津波に伴う浸水によるものであり、浸水防止がその対策となるため、重大事故防止対策の有効性を確認するためのシーケンスには適さない。なお、⑦～⑨を除いた場合、①が支配的なシーケンスとなる。<br>以上より、①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | | | | 中 | 高 | 低 | 低 | | |
| | | | | | 中 | 低 | 高 | 低 | | |
| | | | | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | | | | 高 | 低 | 高 | 低 | | |
| | | | | | 高 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | ⑦最終ヒートシンク喪失＋RCIC 失敗 | ・高圧注水機能<br>・低圧注水機能<br>・全交流電源<br>(浸水又は最終ヒートシンク喪失に伴う喪失)<br>・除熱機能 | ・津波による浸水防止 | 高 | 低 | 高 | 高 | | |
| | | ⑧最終ヒートシンク喪失＋SRV 再閉失敗 | | | 高 | 低 | 低 | 中 | | |
| | | ⑨最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋RCIC 失敗 | | | 高 | 低 | 高 | 高 | | |
| | | ⑩最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋SRV 再閉失敗 | | | 高 | 低 | 低 | 中 | | |
| 高圧注水・減圧機能喪失 | ◎ | ①過渡事象＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | ・高圧注水機能<br>・原子炉減圧機能 | ・減圧自動化ロジック(残留熱除去系ポンプ吐出圧確立+原子炉水位低(レベル 1)+600 秒経過で SRV4 弁開放)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・残留熱除去系(低圧注水，除熱) | 中 | 高 | 高 | 高 | a.主要な事故シーケンスのカットセットに共通原因故障が含まれている事故シーケンスを「中」とした。その上でサポート系喪失(1 系統)は，起因事象の時点で系統間の機能の依存性によって同区分の複数の設備が機能喪失することから「高」とした。<br>b.過渡事象(全給水喪失事象)は原子炉水位低(L3)が事象進展の起点となるため、通常水位から原子炉停止に至る手動停止、サポート系喪失と比較して事象進展が早い。このため過渡事象を起因とするシーケンスを「高」とした。手動停止、サポート系喪失は通常水位から原子炉停止に至るため、水位の低下後に原子炉停止に至る過渡事象よりも事象進展が遅いことから「低」とした。<br>c.SRV 再閉失敗を含む場合は SRV から一定程度減圧されるため、バックアップ手段による減圧を実施した場合、減圧に必要な逃がし安全弁の容量が少なく，再閉成功の場合よりも速やかに低圧状態に移行でき、低圧系での注水を開始できることから「低」とし、SRV 再閉失敗を含まない場合を「高」とした。<br>d.全 CDF に対して 10%以上又は事故シーケンスグループの中で最も CDF の高いシーケンスを「高」とした。また、全 CDF に対して 0.1%未満のシーケンスを「低」とした。 | a.⑤,⑥ではサポート系 1 区分の喪失を起因としているが、他の区分は健全であるため、対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>b.c.両着眼点について「高」と考えたシーケンスとして①を抽出。<br>d.頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より、①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | | | | 中 | 高 | 低 | 低 | | |
| | | | | | 中 | 低 | 高 | 低 | | |
| | | | | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | | | | 高 | 低 | 高 | 低 | | |
| | | | | | 高 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | ②過渡事象＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | | 中 | 高 | 低 | 低 | | |
| | | ③通常停止＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | | 中 | 低 | 高 | 低 | | |
| | | ④通常停止＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | ⑤サポート系喪失＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | | 高 | 低 | 高 | 低 | | |
| | | ⑥サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | | 高 | 低 | 低 | 低 | | |

※1 ◎は選定した重要事故シーケンスを示す。　※2 地震 PRA では多重化された機器を完全従属としていることから、多重化された機器の損傷が生じるカットセットでは共通原因故障が生じるものとした。

## 比較表



赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

### 第 1-4 表　重要事故シーケンス等の選定（1／2）

| 事故シーケンスグループ | | | 事故シーケンス | 対応する主要な炉心損傷防止対策 | a | b | c | d | 備考（a：共通原因故障・系統間機能依存性，b：余裕時間，c：設備容量，d：代表性） | 選定した重要事故シーケンスと選定理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高圧・低圧注水機能喪失 | | ◎ | ①過渡事象－高圧炉心冷却失敗－低圧炉心冷却失敗 | ・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 低 | 高 | 高 | 高 | a．サポート系喪失を起因とする事故シーケンスは，系統間機能依存性によって同区分の複数の設備が機能喪失することから「中」とした。<br>b．原子炉が自動停止する過渡事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としている事故シーケンスについては事象進展が早いことから「高」とした。原子炉を通常停止させる手動停止／サポート系喪失（手動停止）については「低」とした。<br>c．事象進展が早く余裕時間が短い場合，高温蒸が高く必要な設備容量が大きくなることから，着眼点c.と同様に，逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>d．事故シーケンスグループの中で最もCDFの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ及CDFに対して1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a.の着眼点について，③～⑥はサポート系1区分の喪失を起因としているが，他の区分は健全であるため，対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>b.c.両着眼点について「高」と考えた事故シーケンスとして①，②，⑤，⑥を抽出<br>d.頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | | | | 低 | 高 | 高 | 低 | | |
| | | | | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | | | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | | | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| | | | | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| | | — | ②過渡事象－逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 低 | 高 | 高 | 低 | | |
| | | — | ③手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | — | ④手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | — | ⑤サポート系喪失（自動停止）－高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| | | — | ⑥サポート系喪失（自動停止）－逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| 高圧注水・減圧機能喪失 | | ◎ | ①過渡事象－高圧炉心冷却失敗－原子炉減圧失敗 | ・低圧炉心スプレイ系<br>・逃がし安全弁再閉鎖<br>・残留熱除去系 | 低 | 高 | 高 | 高 | a．サポート系喪失を起因とする事故シーケンスは，系統間機能依存性によって同区分の複数の設備が機能喪失することから「中」とした。<br>b．原子炉が自動停止する過渡事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としている事故シーケンスについては事象進展が早いことから「高」とし，原子炉を通常停止させる手動停止／サポート系喪失（手動停止）を起因としている事故シーケンスについては「低」とした。<br>c．事象進展が早く余裕時間が短い場合，高温蒸が高く必要な設備容量が大きくなることから，着眼点c.と同様に，逃がし安全弁再閉鎖失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>d．事故シーケンスグループの中で最もCDFの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ及CDFに対して1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a.の着眼点について，②，③はサポート系1区分の喪失を起因としているが，他の区分は健全であるため，対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>b.c.両着眼点について，「高」と考えた事故シーケンスとして①，③を抽出。<br>d.頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | — | ②手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | — | ③サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| 全交流動力電源喪失 | 長期TB | ◎ | ①外部電源喪失＋DG失敗＋HPCS失敗（RCIC成功） | ・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 高 | 低 | 低 | 高 | a．いずれの事故シーケンスも全交流動力電源喪失に至り，電源を必要とする多くの設備が機能喪失することから「高」とした。<br>b．いずれの事故シーケンスにおいても原子炉隔離時冷却系による炉心への注水に成功していることから，事象進展が遅いため「低」とした。<br>c．いずれの事故シーケンスにおいても原子炉隔離時冷却系による炉心への注水に成功しており，原子炉注水設備の必要容量は大きくないため「低」とした。<br>d．長期TBの三で最もCDFの高いドミナントシーケンスを「高」，1%以上の事故シーケンスを「三」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a.b.c.の着眼点について，全事故シーケンスに共通であるため，選定理由から除外した。<br>d.頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | | | | 高 | 低 | 低 | 三 | | |
| | | — | ②サポート系喪失（直流電源故障）－（外部電源喪失＋）DG失敗＋HPCS失敗（RCIC健全） | | | | | | | |
| | TBD TBU | ◎ | ③外部電源喪失＋直流電源失敗＋高圧炉心冷却失敗（TBD） | ・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 高 | 高 | 高 | 高 | a．いずれの事故シーケンスも全交流動力電源喪失に至り，電源を必要とする多くの設備が機能喪失することから「高」とした。<br>b．いずれの事故シーケンスも事象初期から原子炉への注水に失敗していることから，事象進展が早く余裕時間が短いため「高」とした。<br>c．いずれの事故シーケンスも事象初期から原子炉への注水に失敗しており，崩壊熱が高く原子炉注水設備の必要容量が大きいため「高」とした。<br>d．TBDおよびTBUの中で最もCDFの高いドミナントシーケンスを「高」，1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a.b.c.の着眼点について，全事故シーケンスに共通であるため，選定理由から除外した。<br>d.頻度の観点では③が支配的となった。<br>以上より，③を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | — | ④外部電源喪失＋DG失敗＋高圧炉心冷却失敗（TBU） | | 高 | 高 | 高 | 中 | | |
| | | — | ⑤サポート系喪失（直流電源故障）－（外部電源喪失＋）DG失敗＋高圧炉心冷却失敗（TBU） | | 高 | 高 | 高 | 低 | | |
| | TBP | ◎ | ⑥外部電源喪失＋DG失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋HPCS失敗 | ・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）<br>・残留熱除去系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 高 | 三 | 三 | 高 | a．いずれの事故シーケンスも全交流動力電源喪失に至り，電源を必要とする多くの設備が機能喪失することから「高」とした。<br>b．いずれの事故シーケンスも炉心圧力の低下により原子炉隔離時冷却系が使用不能となるまでに余裕時間は，初期の原子炉注水に失敗している事故シーケンスに比べて長いことから「中」とした。<br>c．いずれの事故シーケンスも炉心圧力の低下により原子炉隔離時冷却系が使用不能となるまでに崩壊熱がある程度低下することから，原子炉注水設備の必要容量は事象初期に注水に失敗する事故シーケンスに比べて小さいと考えられることから「中」とした。<br>d．TBPの三で最もCDFの高いドミナントシーケンスを「高」，1%以上の事故シーケンスを「三」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a.～c.の着眼点について，全事故シーケンスに共通であるが，d.の頻度の着眼点では⑥に比べて⑥の方が支配的となった。<br>以上より，⑥を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | | — | ⑦サポート系喪失（直流電源故障）－（外部電源喪失＋）DG失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋HPCS失敗 | | 高 | 三 | 三 | 三 | | |

◎　：重要事故シーケンスとして選定したシーケンス

着眼点a～dに対する影響度の観点から，厳しい順に「高」，「中」，「低」とした。



35

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|

**柏崎　6／7号（2017年2月15日版）**

第 1-4 表　重要事故シーケンス等の選定(2/3)

| 解釈の事故シーケンスグループ | 詳細化した事故シーケンスグループ | | 主要な事故シーケンス※1 | 喪失した機能：電源 | 喪失した機能：冷却機能 | 対応する主要な炉心損傷防止対策（下線は有効性を確認する主な対策） | a | b | c | d | 備考(a：共通原因故障※2又は系統間機能依存性, b：余裕時間, c：設備容量, d：代表性) | 選定した重要事故シーケンスと選定理由 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 全交流動力電源喪失 | 長期 TB | ◎ | ①全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失) | 全交流電源 | 原子炉隔離時冷却系(RCIC)を除く注水・除熱機能 | ・RCIC(所内直流電源設備の確保)<br>・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・常設代替交流電源設備<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | － | － | － | － | 抽出されたシーケンスが 1 つであることから着眼点に照らした整理は行わず、全ての着眼点について「－」とした。 | ①を重要事故シーケンスとして選定。 | 各重要事故シーケンスそれぞれに対し、地震 PRA からは、全交流動力電源と最終ヒートシンク喪失の重畳を伴う事故シーケンスも抽出されるが、全交流動力電源喪失時には、最終ヒートシンクの機能を有する設備も電源喪失によって機能喪失に至るため、地震による損傷の有無に係らず最終ヒートシンクの喪失が生じる。交流電源の復旧後については、電源供給に伴う最終ヒートシンクの復旧可否の観点で対応に違いが表れると考えられ、設備損傷によって最終ヒートシンクの機能喪失が生じている場合の方が緩和手段が少なくなる。但し、設備損傷によって最終ヒートシンクの喪失が生じている場合においても格納容器圧力逃がし装置による除熱が可能であり、交流電源の復旧によって最終ヒートシンクの機能を復旧可能な場合には、これに加えて代替原子炉補機冷却系の有効性を確認することができる。これを考慮し、重要事故シーケンスには、設備損傷による最終ヒートシンクの喪失を設定していない。 |
| | TBU | ◎ | ①全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋RCIC 失敗 | 全交流電源 | 全ての注水・除熱機能 | ・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・常設代替交流電源設備<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | － | － | － | － | 抽出されたシーケンスが 1 つであることから着眼点に照らした整理は行わず、全ての着眼点について「－」とした。 | ①を重要事故シーケンスとして選定。 | |
| | TBP | ◎ | ①全交流動力電源喪失(外部電源喪失＋DG 喪失)＋SRV 再閉失敗 | 全交流電源 | 全ての注水・除熱機能※3 | ・RCIC(動作可能な範囲に原子炉圧力が保たれる間)<br>・高圧代替注水系(動作可能な範囲に原子炉圧力が保たれる間)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・常設代替交流電源設備<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | － | － | － | － | 抽出されたシーケンスが 1 つであることから着眼点に照らした整理は行わず、全ての着眼点について「－」とした。 | ①を重要事故シーケンスとして選定。 | |
| | TBD | ◎ | ①外部電源喪失＋直流電源喪失 | 全交流電源※4<br>直流電源 | 全ての注水・除熱機能 | ・高圧代替注水系(常設代替直流電源設備)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・常設代替交流電源設備<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | 高 | － | － | 低 | a. 主要な事故シーケンスのカットセットに共通原因故障が含まれていること及び、電源を必要とする多くの機能が喪失することから「高」とした。<br>b. 事象発生後、いずれの注水手段にも期待できない点は同等であり、余裕時間に差異は無いと考えられることから「－」とした。<br>c. 原子炉圧力容器内が高圧状態で推移する点は同等であり、電源喪失後、少なくとも蒸気駆動の高圧注水及び制御用直流電源を確保すれば必要な設備容量は同等であることから「－」とした。<br>d. 全 CDF に対して 10%以上又は詳細化した事故シーケンスグループの中で最も CDF の高いシーケンスを「高」とした。また、全 CDF に対して 0.1%未満のシーケンスを「低」とした。 | ②は頻度の観点で支配的であるものの、その発生原因が津波に伴う浸水によるものであり、対策としては防潮堤の設置や建屋内止水等の止水対策となるため、重大事故防止対策の有効性の確認には適さない。<br><br>以上より、より多くの対策の有効性を確認出来る点で①が本事故シーケンスグループの事故シーケンスを代表していると考え、①を重要事故シーケンスとして選定。 | |
| | | － | ②最終ヒートシンク喪失＋全交流動力電源喪失(電源盤浸水)＋直流電源喪失(電源設備浸水) | 全交流電源<br>直流電源 | 全ての注水・除熱機能 | ・津波による浸水防止 | 高 | － | － | 高 | | | |

※1 ◎は選定した重要事故シーケンスを示す。　※2 地震 PRA では多重化された機器を完全従属としていることから、多重化された機器の損傷が生じるカットセットでは共通原因故障が生じるものとした。
※3 蒸気駆動の注水系が動作できない範囲に原子炉圧力が低下するまでは、RCIC を用いることで原子炉水位を維持することができる。
※4 全ての直流電源喪失により非常用ディーゼル発電機(DG)を起動できなくなることから，「外部電源喪失＋直流電源喪失」により，全交流動力電源喪失となる。

**東二**

第 1-4 表　重要事故シーケンス等の選定（2／2）

| 事故シーケンスグループ | | 事故シーケンス | 対応する主要な炉心損傷防止対策 | a | b | c | d | 備考（a：共通原因故障・系統間機能依存性，b：余裕時間，c：設備容量，d：代表性） | 選定した重要事故シーケンスと選定理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 崩壊熱除去機能喪失 | ◎ | ①過渡事象＋ＲＨＲ失敗 | [ＲＨＲ故障時]<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・高圧炉心スプレイ系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>[取水機能喪失時]<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・残留熱除去系<br>・緊急用海水系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 低 | 高 | 高 | 高 | a. 外部電源喪失及びサポート系喪失（直流電源故障）を起因とするシーケンスは，いずれも全交流動力電源喪失に至るシーケンスであり，電源を必要とする多くの設備が機能喪失することから「高」とした。また，サポート系喪失を起因とするシーケンスは，系統間機能依存性によって同区分の複数の設備が機能喪失することから「中」とした。<br>b. 原子炉が自動停止する過渡事象，外部電源喪失，サポート系喪失（自動停止），サポート系喪失（直流電源故障）及びＬＯＣＡを起因とするシーケンスは事象進展が早いことから「高」とした。原子炉を計画的に停止させる手動停止／サポート系喪失（手動停止）を起因としているシーケンスは事象進展が比較的遅いことから「低」とした。<br>c. 事象進展が早く余裕時間が短い場合，崩壊熱が高く必要な設備容量が大きくなることから，着眼点b.と同様に，過渡事象，外部電源喪失，サポート系喪失（自動停止），サポート系故障（直流電源故障）及びＬＯＣＡを起因としているシーケンスを「高」，手動停止／サポート系喪失（手動停止）を起因としているシーケンスを「低」とした。<br>d. 事故シーケンスグループの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別ＣＤＦに対して1%以上のシーケンスを「中」，1%未満のシーケンスを「低」とした。 | a. の着眼点について，⑥～⑪はサポート系１区分の喪失を起因としているが，他の区分は健全であるため，対応手段が著しく制限される状態ではない。また，③，④，⑤，⑩，⑪は電源の喪失により崩壊熱除去機能が喪失しているものの，代替電源により崩壊熱除去機能の回復が可能であることから，対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>b, c. の両着眼点について，「高」と考えたシーケンスとして①～⑤，⑧～⑬を抽出。<br>d. 頻度の観点では①が支配的となった。<br><br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | － | ②過渡事象＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | | 低 | 高 | 高 | 低 | | |
| | － | ③外部電源喪失＋ＤＧ失敗（ＨＰＣＳ成功） | | 高 | 高 | 高 | 中 | | |
| | － | ④外部電源喪失＋ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗（ＨＰＣＳ成功） | | 高 | 高 | 高 | 低 | | |
| | － | ⑤外部電源喪失＋直流電源失敗（ＨＰＣＳ成功） | | 高 | 高 | 高 | 低 | | |
| | － | ⑥手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋ＲＨＲ失敗 | | 中 | 低 | 低 | 中 | | |
| | － | ⑦手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | － | ⑧サポート系喪失（自動停止）＋ＲＨＲ失敗 | | 中 | 高 | 高 | 中 | | |
| | － | ⑨サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再閉鎖失敗＋ＲＨＲ失敗 | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| | － | ⑩サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗（ＨＰＣＳ成功） | | 高 | 高 | 高 | 中 | | |
| | － | ⑪サポート系喪失（直流電源故障）＋（外部電源喪失＋）ＤＧ失敗＋逃がし安全弁再閉鎖失敗（ＨＰＣＳ成功） | | 高 | 高 | 高 | 低 | | |
| | － | ⑫中小破断ＬＯＣＡ＋ＲＨＲ失敗 | | 低 | 高 | 高 | 低 | | |
| | － | ⑬大破断ＬＯＣＡ＋ＲＨＲ失敗 | | 低 | 高 | 高 | 低 | | |
| 原子炉停止機能喪失 | ◎ | ①過渡事象＋原子炉停止失敗 | ・代替制御棒挿入機能<br>・代替原子炉再循環ポンプトリップ<br>・ほう酸水注入系<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・高圧炉心スプレイ系<br>・残留熱除去系 | 低 | 高 | 高 | 高 | a. サポート系喪失を起因とする事故シーケンスは，系統間機能依存性によって当該区分の複数の設備が機能喪失することから「中」とした。<br>b. 原子炉停止に失敗した場合，いずれの事故シーケンスにおいても原子炉出力状態が維持され事象進展が早いことから全て「高」とした。<br>c. 原子炉停止に失敗した場合，いずれの事故シーケンスにおいても原子炉出力状態が維持されるため，原子炉を未臨界とするための必要な設備容量が大きくなることから，全て「高」とした。<br>d. 事故シーケンスグループの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別ＣＤＦに対して1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a. の着眼点について，②はサポート系１区分の喪失を起因としているが，他の区分は健全であるため，対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>b, c. の着眼点について，全事故シーケンスに共通であるため，選定理由から除外した。<br>d. 頻度の観点では①が支配的となった。なお，ＬＯＣＡと原子炉停止失敗が重畳する③，④のＣＤＦはいずれも1×10⁻¹⁰／炉年未満であり，極めて小さい。<br><br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | － | ②サポート系喪失（自動停止）＋原子炉停止失敗 | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| | － | ③中小破断ＬＯＣＡ＋原子炉停止失敗 | | 低 | 高 | 高 | 低 | | |
| | － | ④大破断ＬＯＣＡ＋原子炉停止失敗 | | 低 | 高 | 高 | 低 | | |
| ＬＯＣＡ時注水機能喪失 | ◎ | ①中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗 | ・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・代替格納容器スプレイ冷却系（常設）<br>・格納容器圧力逃がし装置又は耐圧強化ベント<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 低 | 高 | 高 | 高 | a. 中小破断ＬＯＣＡを起因とする事故シーケンスは，系統間機能依存性がないことから，全て「低」とした。<br>b. 中小破断ＬＯＣＡを起因とする事故シーケンスは，事象進展が早いことから全て「高」とした。<br>c. 中小破断ＬＯＣＡを起因とする事故シーケンスは，必要な設備容量が大きいことから全て「高」とした。<br>d. 事故シーケンスグループの中で最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別ＣＤＦに対して1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a, b, c. の着眼点について，全事故シーケンスに共通であるため，選定理由から除外した。<br>d. 頻度の観点では①が支配的となった。<br><br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | － | ②中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗 | | 低 | 高 | 高 | 中 | | |
| 格納容器バイパス | ◎ | ①インターフェイスシステムＬＯＣＡ | ・破損系統を除く原子炉注水機能<br>・手動減圧<br>・破損系統の隔離<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | － | － | － | － | 抽出されたシーケンスが1つであることから着眼点に照らした整理は行わず，全ての着眼点について「－」とした。 | ①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| 津波浸水による注水機能喪失 | ◎ | ①原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 | ・津波防護対策<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・手動減圧<br>・残留熱除去系<br>・緊急用海水系<br>・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備 | 高 | 高 | 高 | 中 | a. 原子炉建屋内浸水を起因とする事故シーケンスでは，建屋内の多くの設備が機能喪失することから「高」とした。最終ヒートシンク喪失を起因とする事故シーケンスでは，除熱を必要とする設備が機能喪失することから「中」とした。<br>b. 事象初期から原子炉への注水に失敗している事故シーケンスについては「高」，原子炉隔離時冷却系による原子炉注水に成功している事故シーケンスについては，「低」とした。逃がし安全弁再閉鎖失敗により原子炉隔離時冷却系が機能喪失する事故シーケンスは，原子炉隔離時冷却系が動作できない範囲に原子炉圧力が低下するまで炉心への注水が継続されるため，事象初期から注水に失敗している事故シーケンスと比較して，事象進展が遅いため「中」とした。<br>c. 原子炉建屋内浸水を起因とするシーケンスは，津波防護対策に要求される防護高さも高くなることから「高」とし，最終ヒートシンク喪失を起因とする事故シーケンスは「中」とした。<br>d. 最もＣＤＦの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別ＣＤＦに対して1%以上の事故シーケンスを「中」，1%未満の事故シーケンスを「低」とした。 | a. の着眼点について，「高」と考えた事故シーケンスとして，津波浸水により建屋内の多くの設備が機能喪失する①を抽出。<br>b. の着眼点について，「高」と考えた事故シーケンスとして①，③を抽出。<br>c. の着眼点について，「高」と考えた事故シーケンスとして①を抽出。<br>d. 頻度の観点では②が支配的となった。<br><br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。なお，②は頻度の観点では支配的となるが，津波防護対策に要求される防護高さは津波高さが高くなる①に包絡される。 |
| | － | ②最終ヒートシンク喪失（ＲＣＩＣ成功） | | 中 | 低 | 中 | 高 | | |
| | － | ③最終ヒートシンク喪失＋高圧炉心冷却失敗 | | 中 | 高 | 中 | 低 | | |
| | － | ④最終ヒートシンク喪失＋逃がし安全弁再閉鎖失敗 | | 中 | 中 | 中 | 低 | | |

◎：重要事故シーケンスとして選定したシーケンス
審査ガイドの着眼点a～dに対する影響度の観点から，厳しい順に「高」，「中」，「低」とした。

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

東二

## 第 1-4 表 重要事故シーケンス等の選定(3/3)

| 解釈の事故シーケンスグループ | | 主要な事故シーケンス※1 | 喪失した機能 | 対応する主要な炉心損傷防止対策（下線は有効性を確認する主な対策） | 着眼点と重要事故シーケンス選定の考え方 a | b | c | d | 備考(a：共通原因故障※2又は系統間機能依存性，b：余裕時間，c：設備容量，d：代表性) | 選定した重要事故シーケンスと選定理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 崩壊熱除去機能喪失 | ◎ | ①過渡事象＋崩壊熱除去失敗 | ・除熱機能 | ・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給)<br>・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・常設代替交流電源設備 | 中 | 中 | 低 | 高 | a.主要な事故シーケンスのカットセットに共通原因故障が含まれている事故シーケンスを「中」とした。その上でサポート系喪失(1 系統は、起因事象の時点で系統間の機能の依存性によって同区分の複数の設備が機能喪失することから「高」とした。<br>b.過渡事象(全給水喪失事象)は手動停止、サポート系喪失と比較して事象進展が早いことから「中」とした。また、LOCA は直接 D/W に蒸気が放出されるため、格納容器圧力上昇の観点で厳しいと考え「高」とした。<br>手動停止、サポート系喪失は通常水位から原子炉停止に至るため、水位の低下後に原子炉停止に至る過渡事象よりも事象進展が遅いことから「低」とした。<br>c. LOCA は直接 D/W に蒸気が放出されるため、S/C での蒸気凝縮に十分に期待できない分格納容器圧力上昇の観点で厳しいと考え「高」とした。他の起因事象については、崩壊熱除去に関する設備容量に差異は無いと考え「低」とした。<br>d.全 CDF に対して 10%以上又は事故シーケンスグループの中で最も CDF の高いシーケンスを「高」とした。また、全 CDF に対して 0.1%未満のシーケンスを「低」とした。 | a.⑤,⑥ではサポート系 1 区分の喪失を起因としているが、他の区分は健全であるため、対応手段が著しく制限される状態ではない。<br>b, c.⑦～⑨の両着眼点について LOCA を「高」としたが、これらは LOCA から派生したシーケンスであって、崩壊熱除去機能喪失に対する対策の有効性を確認するシーケンスとしては適切でないと考える。LOCA を起因とするシーケンスについては崩壊熱除去機能の代替手段も含めて他のシーケンスグループで評価する。よって、b の事象対応の余裕時間の観点で①②が厳しい。<br>d.頻度の観点では①が支配的となった。<br>以上より、①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | − | ②過渡事象＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | | | 中 | 中 | 低 | 中 | | |
| | − | ③通常停止＋崩壊熱除去失敗 | | | 中 | 低 | 低 | 中 | | |
| | − | ④通常停止＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | − | ⑤サポート系喪失＋崩壊熱除去失敗 | | | 高 | 低 | 低 | 中 | | |
| | − | ⑥サポート系喪失＋SRV 再閉失敗＋崩壊熱除去失敗 | | | 高 | 低 | 低 | 低 | | |
| | − | ⑦小 LOCA＋崩壊熱除去失敗 | | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| | − | ⑧中 LOCA＋RHR 失敗 | | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| | − | ⑨大 LOCA＋RHR 失敗 | | | 中 | 高 | 高 | 低 | | |
| 原子炉停止機能喪失 | ◎ | ①過渡事象＋原子炉停止失敗 | ・原子炉停止機能 | ・代替制御棒挿入機能<br>・代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能<br>・ほう酸水注入系<br>・高圧炉心注水系<br>・原子炉隔離時冷却系<br>・残留熱除去系 | 中 | 高 | 中 | 高 | a.主要な事故シーケンスのカットセットに共通原因故障が含まれている事故シーケンスを「中」とした。<br>b.過渡事象(主蒸気隔離弁閉)は LOCA と比較して反応度投入に伴う出力抑制の観点で厳しく、大 LOCA は LOCA 後の水位低下の観点で厳しいと考えられることから「高」とし、中小 LOCA については「中」とした。<br>c.停止機能の設備容量については事故シーケンス間に有意な差が無いと考えられるが、原子炉内が中圧～高圧で維持されるシーケンスでは注水可能な系統が高圧に限定されることから、RCIC の使用可能性も考慮し、過渡事象及び小 LOCA を「中」とし、中 LOCA については「高」、大 LOCA については「低」とした。<br>d.全 CDF に対して 10%以上又は事故シーケンスグループの中で最も CDF の高いシーケンスを「高」とした。また、全 CDF に対して 0.1%未満のシーケンスを「低」とした。 | a.全シーケンスに共通であるため選定理由から除外した。<br>b, c.本事故シーケンスグループに対しては、重大事故等対処設備として代替制御棒挿入機能が整備されており、これに期待する場合、②～④の事象進展は LOCA 時注水機能喪失の事故シーケンスグループに包絡される。事象発生直後の反応度投入に伴う出力抑制の観点では過渡事象を起因とする①が厳しい。<br>d.CDF の視点では①が支配的となった。なお、LOCA と原子炉停止機能喪失が重畳する事故シーケンスの CDF は $1\times10^{-13}$ /炉年未満であり，他の事故シーケンスグループの事故シーケンスの CDF と比較しても極めて小さい。<br>以上より、①を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | − | ②小 LOCA＋原子炉停止失敗 | | | 中 | 中 | 中 | 低 | | |
| | − | ③中 LOCA＋原子炉停止失敗 | | | 中 | 中 | 高 | 低 | | |
| | − | ④大 LOCA＋原子炉停止失敗 | | | 中 | 高 | 低 | 低 | | |
| LOCA 時注水機能喪失 | − | ①小 LOCA＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗 | ・高圧注水機能<br>・低圧注水機能 | ・手動減圧<br>・低圧代替注水系(常設)(復水補給水系)<br>・代替格納容器冷却スプレイ系<br>・代替原子炉補機冷却系(熱交換ユニット+代替原子炉補機冷却海水ポンプ)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・可搬型代替注水ポンプ(水源補給) | 中 | 低 | 高 | 低 | a.主要な事故シーケンスのカットセットに共通原因故障が含まれている事故シーケンスを「中」とした。<br>b.中 LOCA の方が事象進展が早いことから「高」とし、小 LOCA を「低」とした。<br>c 減圧に用いる SRV は十分な台数が備えられている一方、低圧注水の代替となる設備容量は低圧 ECCS より少ない。このため代替となる設備容量の視点で低圧 ECCS 失敗を含むシーケンスが厳しいと考え、「高」とし、原子炉減圧失敗を含むシーケンスを「低」とした。<br>d.全 CDF に対して 10%以上又は事故シーケンスグループの中で最も CDF の高いシーケンスを「高」とした。また、全 CDF に対して 0.1%未満のシーケンスを「低」とした。 | a.全シーケンスに共通であるため選定理由から除外した。<br>b, c.両着眼点について「高」と考えたシーケンスとして③を抽出。<br>d.頻度の視点では②が支配的となった。<br>以上より、③を重要事故シーケンスとして選定。 |
| | − | ②小 LOCA＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | | 中 | 低 | 低 | 低 | | |
| | ◎ | ③中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗 | | | 中 | 高 | 高 | 高 | | |
| | − | ④中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋原子炉減圧失敗 | | | 中 | 高 | 低 | 低 | | |
| 格納容器バイパス(ISLOCA) | ◎ | ①インターフェイスシステム LOCA(ISLOCA) | − | ・ISLOCA 発生箇所の隔離<br>・高圧炉心注水系<br>・手動減圧<br>・低圧炉心注水系 | − | − | − | − | 抽出されたシーケンスが 1 つであることから着眼点に照らした整理は行わず、全ての着眼点について「−」とした。 | ①を重要事故シーケンスとして選定。 |

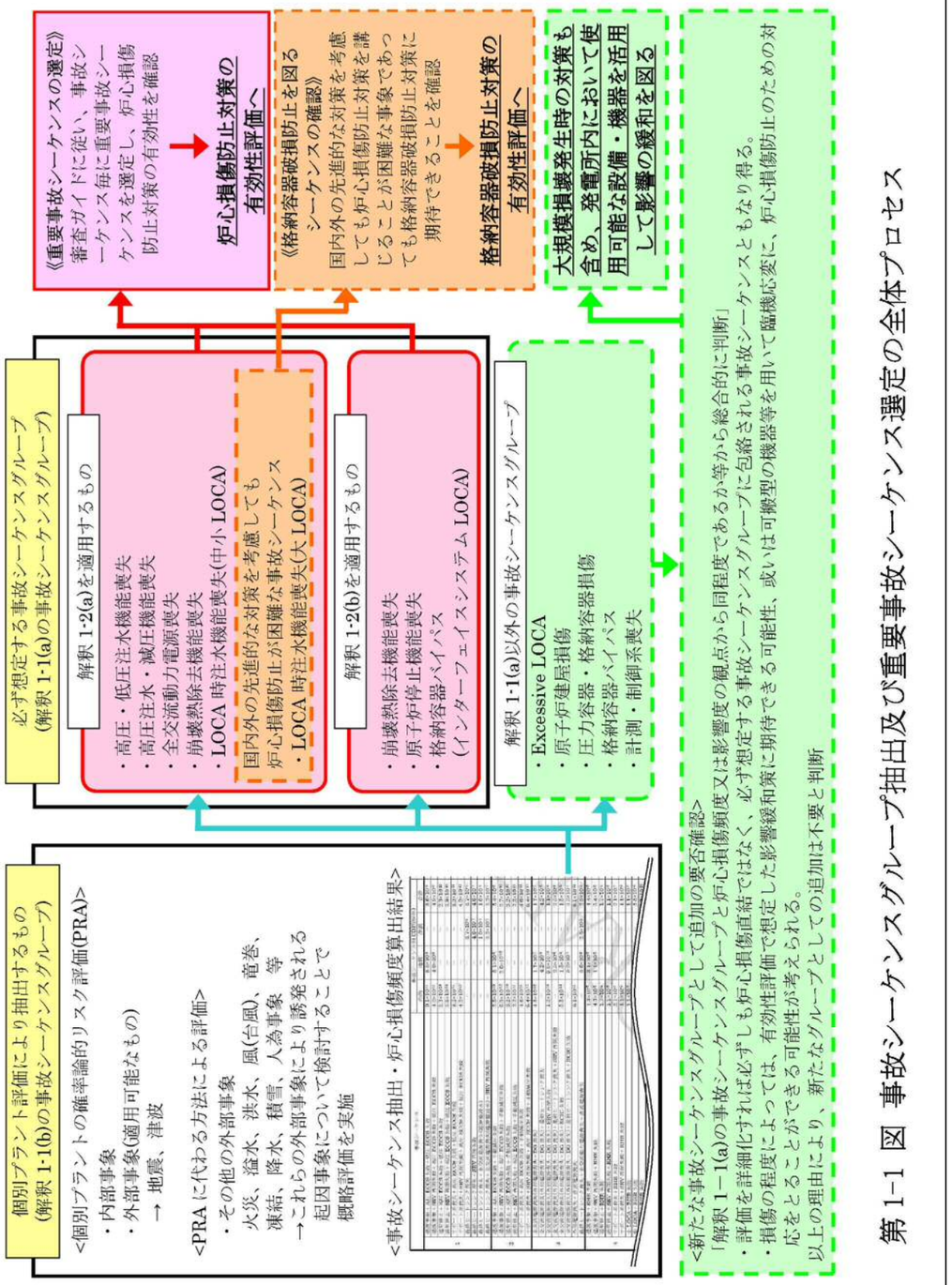
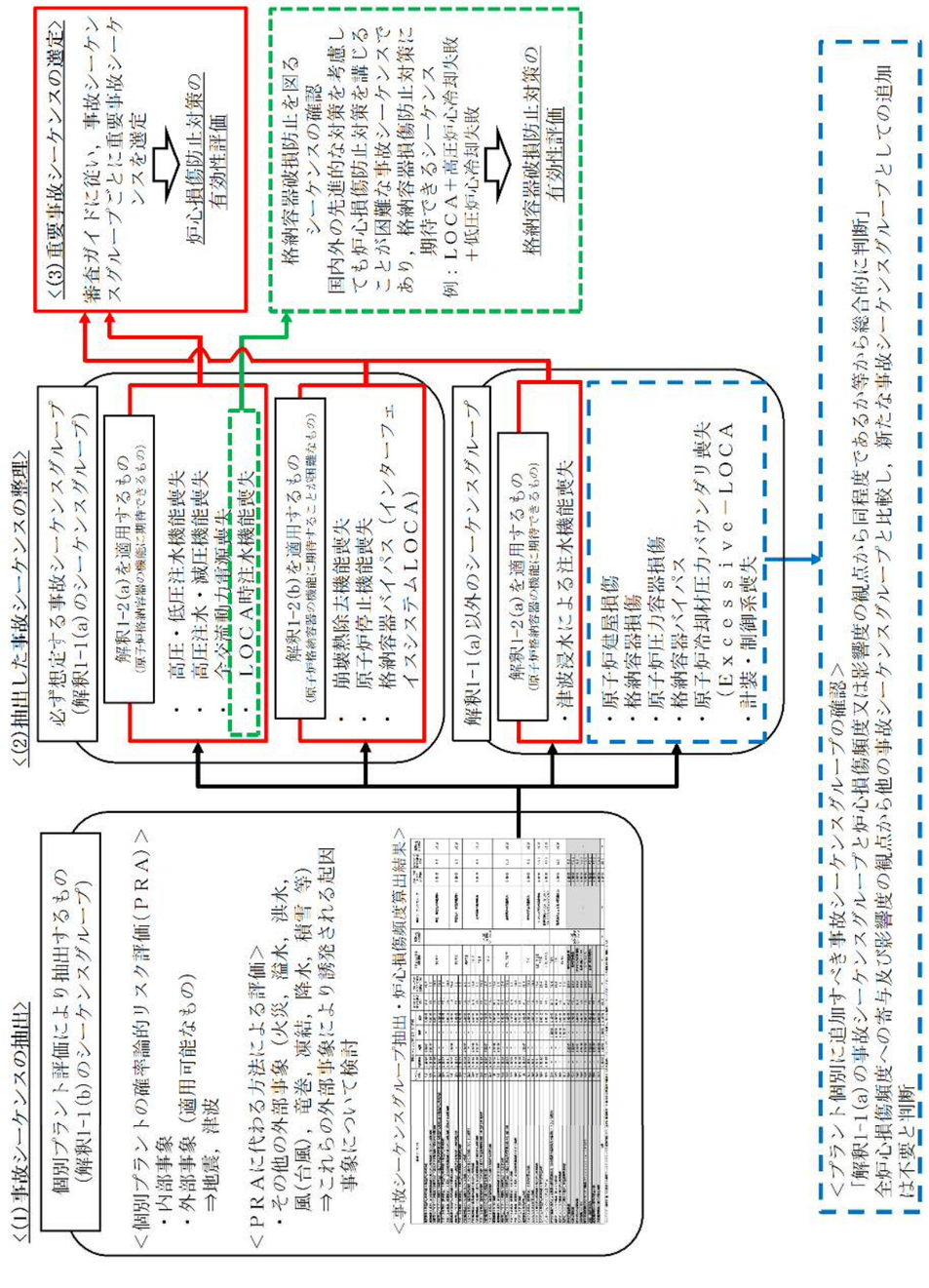
※1 ◎は選定した重要事故シーケンスを示す。　※2 地震 PRA では多重化された機器を完全従属としていることから、多重化された機器の損傷が生じるカットセットでは共通原因故障が生じるものとした。



37

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

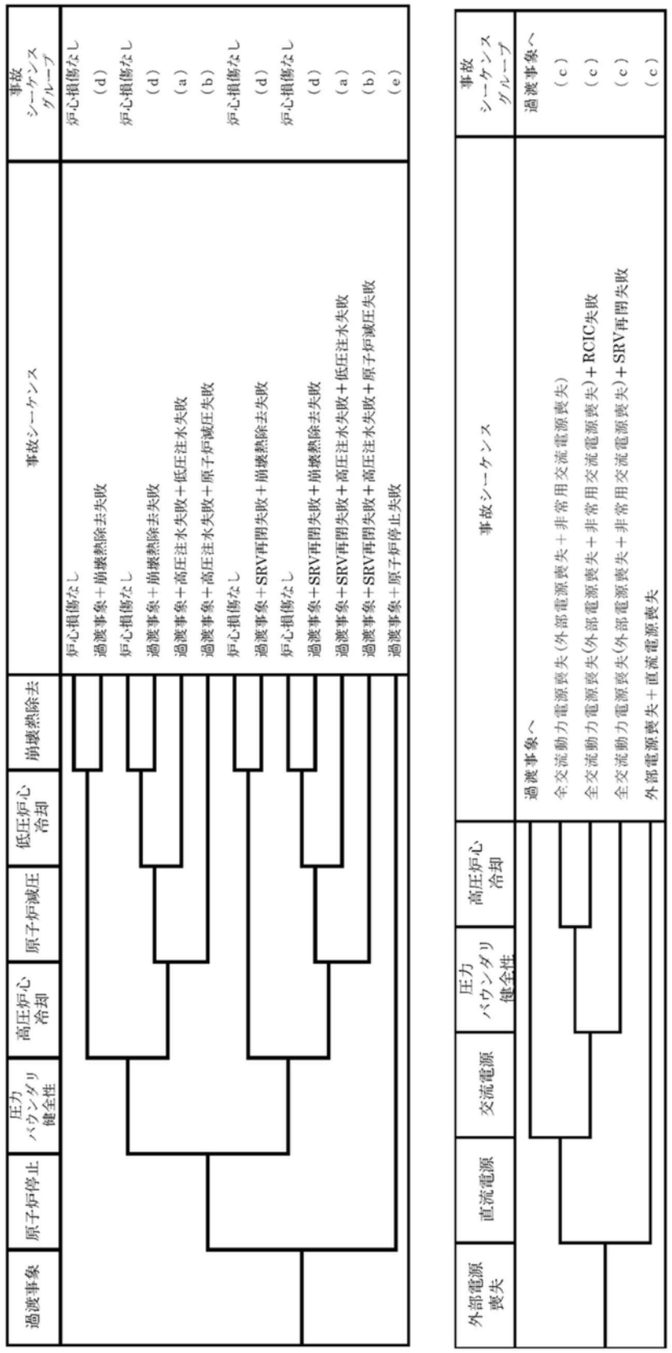
比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>第 1-1 図　事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンス選定の全体プロセス |  | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

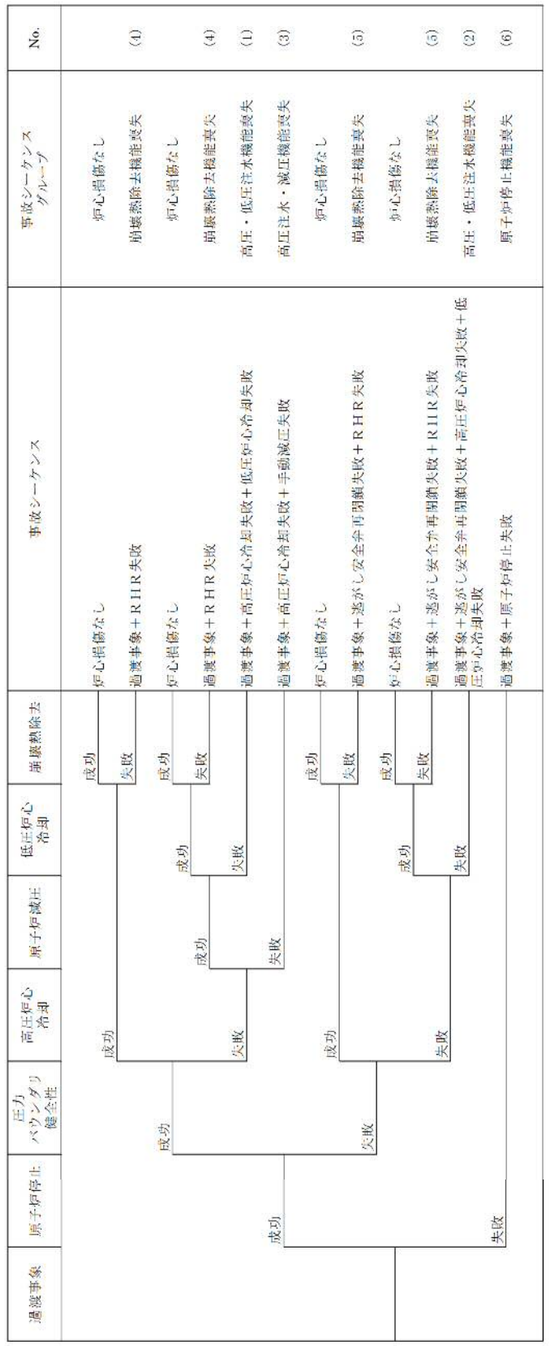
比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|




(a) 高圧・低圧注水機能喪失　(b) 高圧注水・減圧機能喪失　(c) 全交流動力電源喪失　(d) 崩壊熱除去機能喪失　(e) 原子炉停止機能喪失

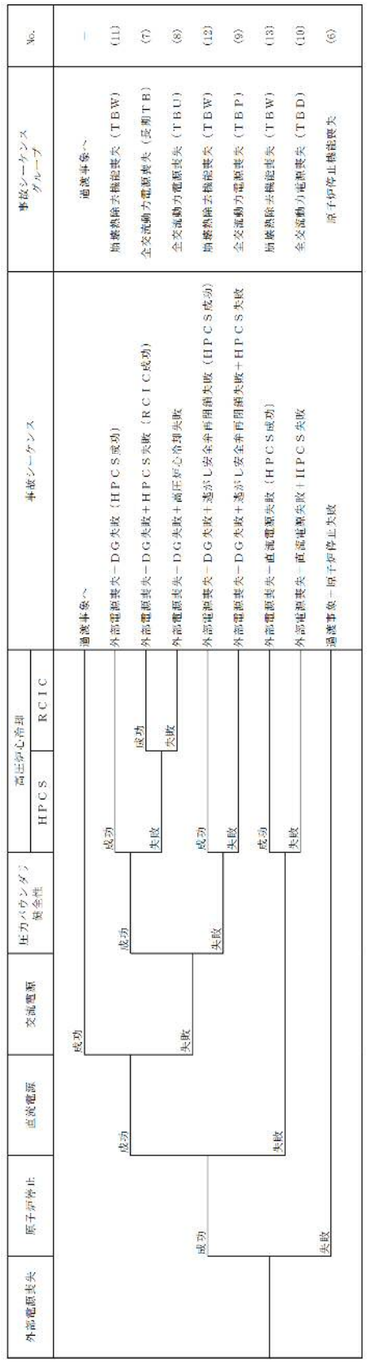
第1-2図 内部事象運転時レベル1PRAイベントツリー(1/3)




第1-2図　内部事象レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー（1／6）

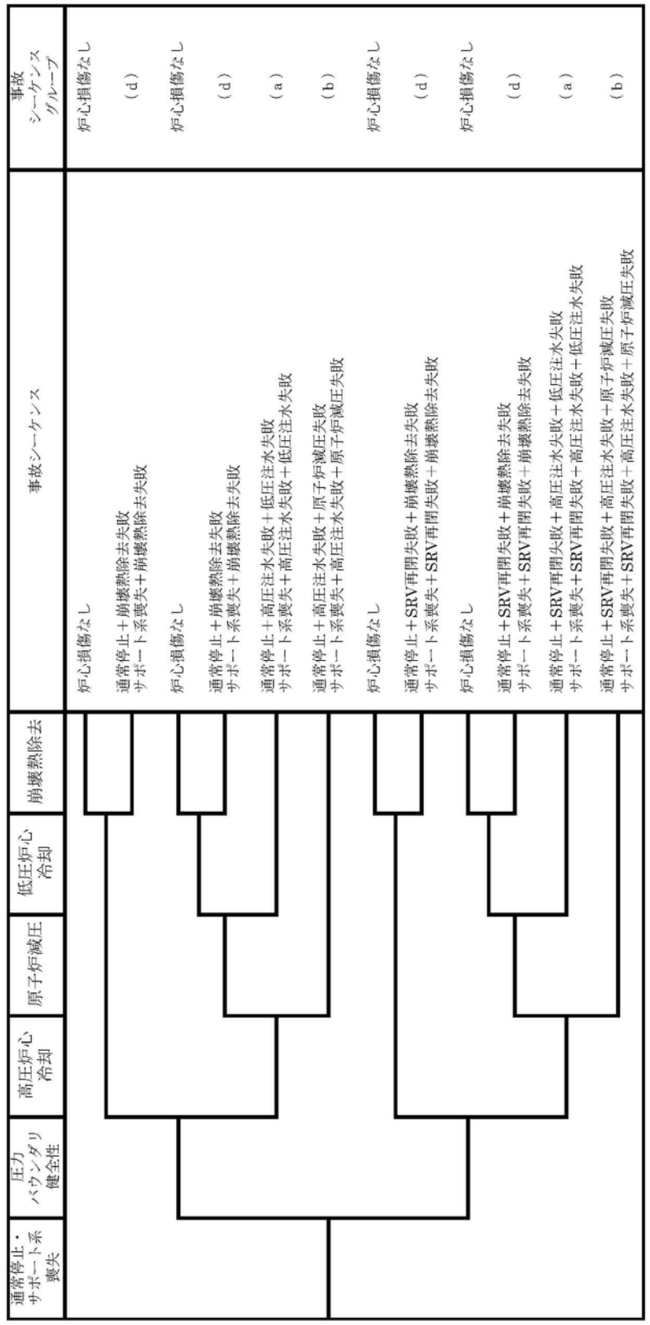
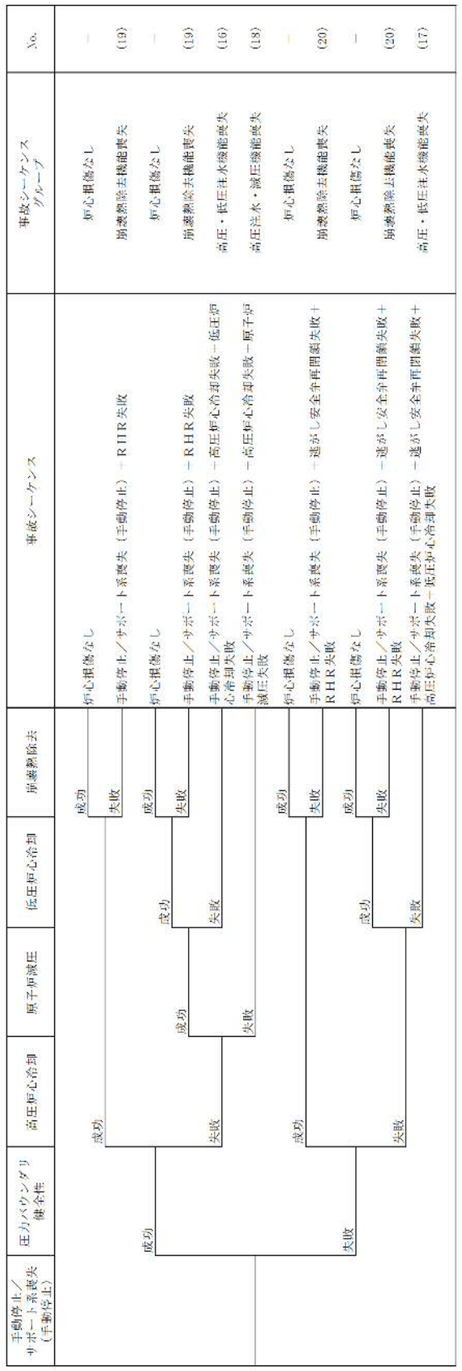
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| |  <br>第1-2図　内部事象レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー（2／7） | |

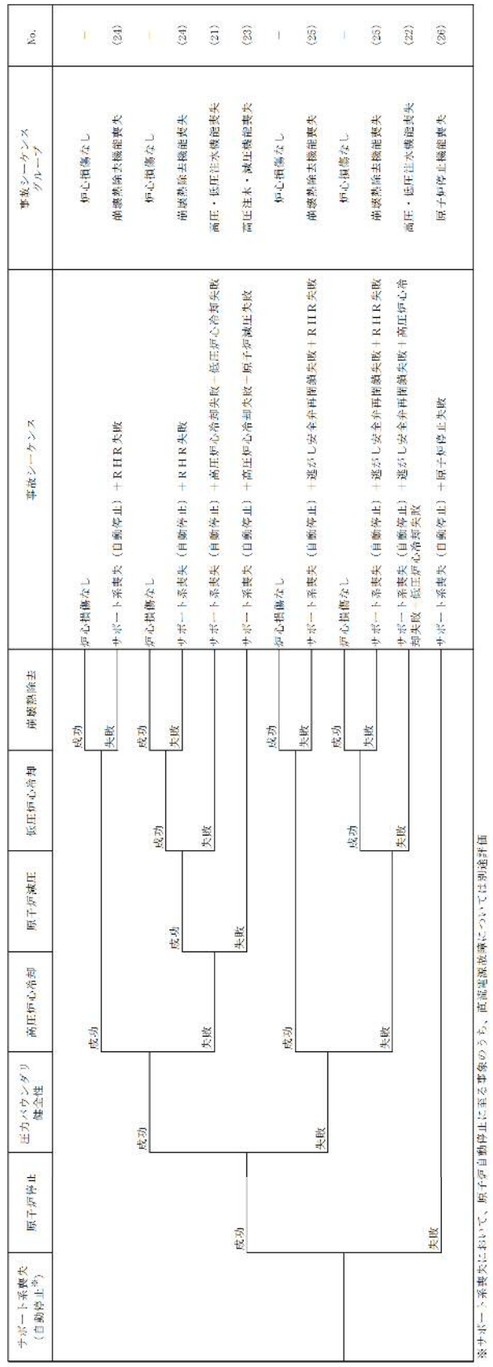
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>(a) 高圧・低圧注水機能喪失　(b) 高圧注水・減圧機能喪失　(d) 崩壊熱除去機能喪失<br>第1-2図 内部事象運転時レベル1PRA イベントツリー(2/3) |  <br>第1-2図 内部事象レベル1PRAにおけるイベントツリー (3／7) | |

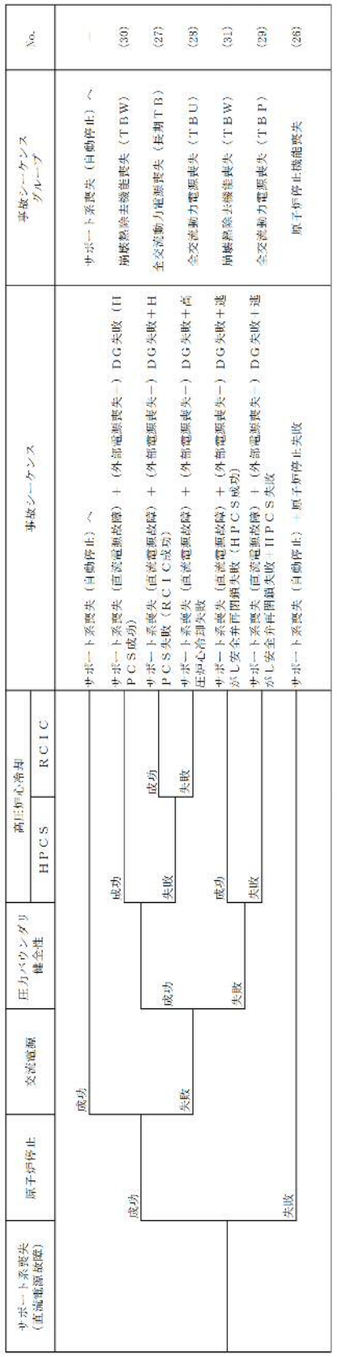
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| |  <br>第1-2図　内部事象レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー（4／7） | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

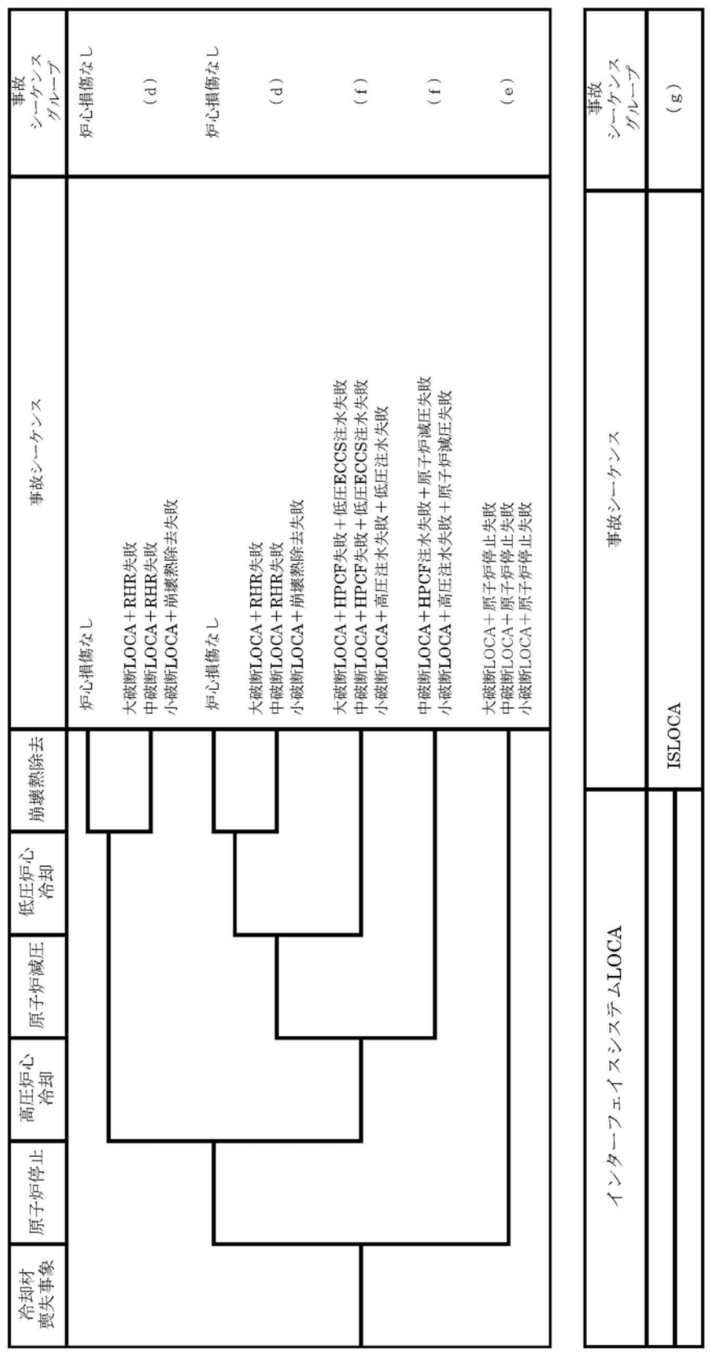
比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| |  <br>第1-2図　内部事象レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー（5／7） | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

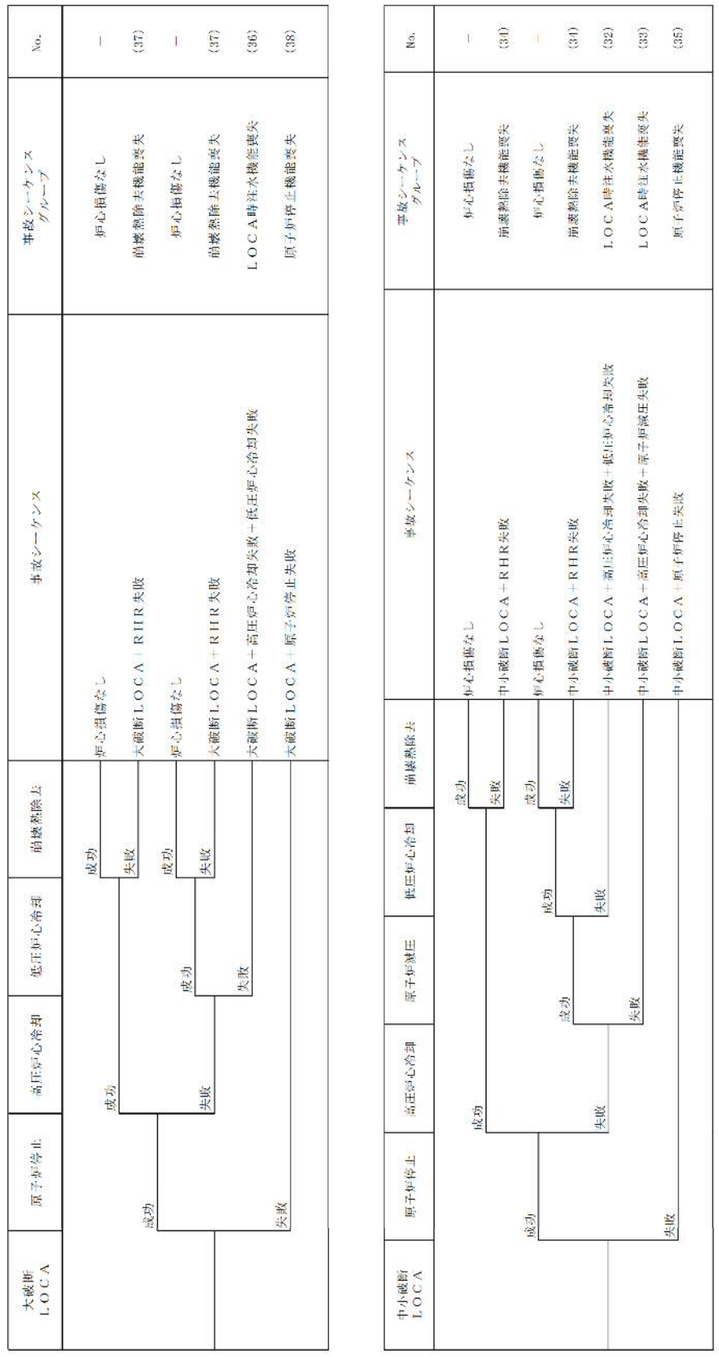
比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|




(d) 崩壊熱除去機能喪失　(e) 原子炉停止機能喪失　(f) LOCA時注水機能喪失　(g) 格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA)

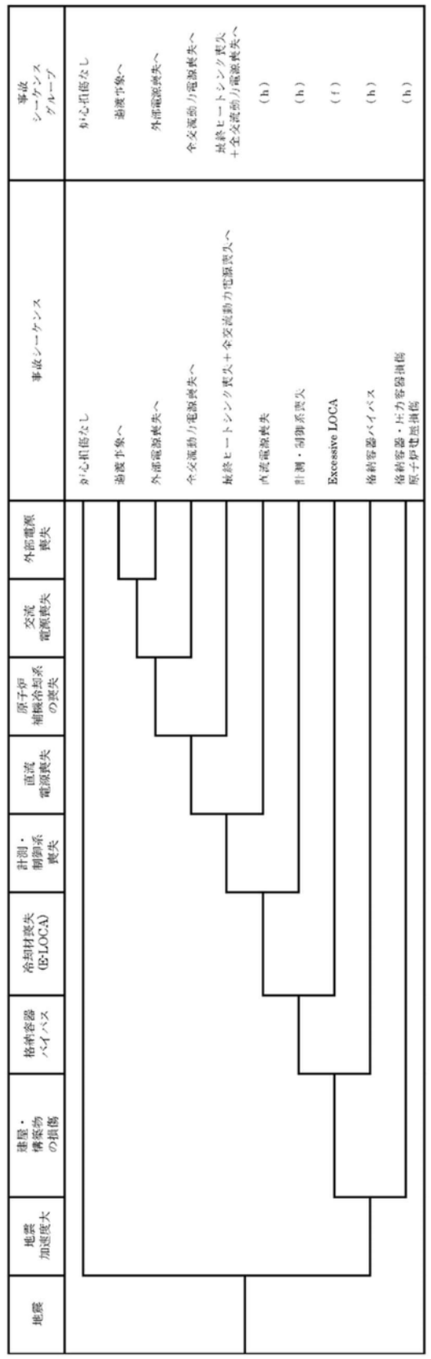
第1-2図 内部事象運転時レベル1PRA イベントツリー(3/3)




第1-2図　内部事象レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー（6／7）

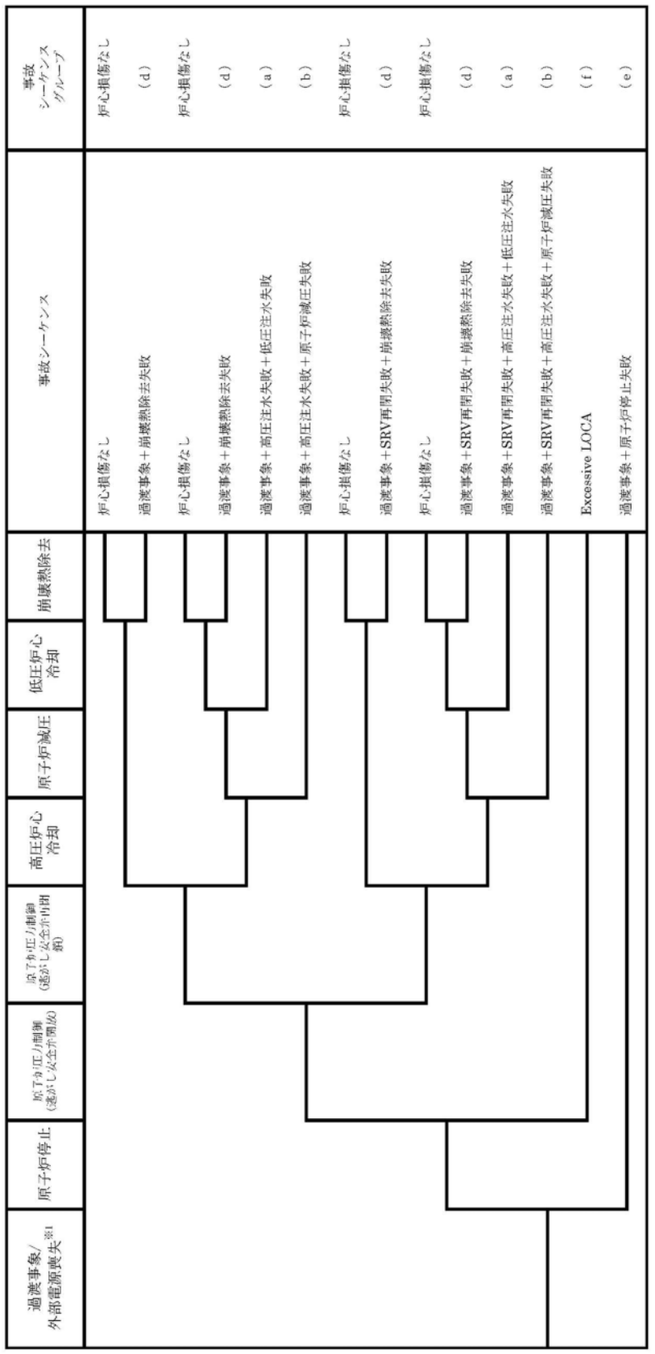
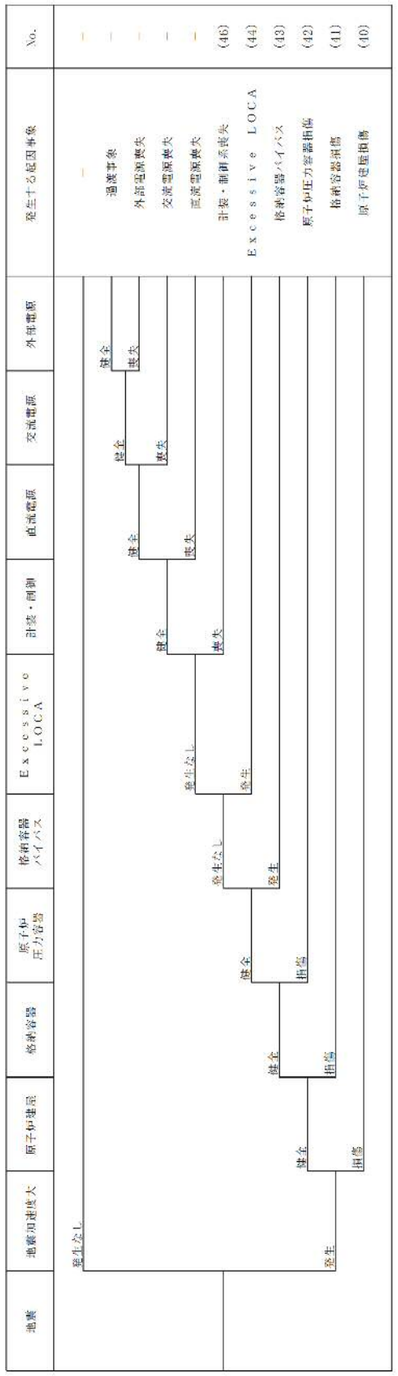
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>(a)　高圧・低圧注水機能喪失　(b)　高圧注水・減圧機能喪失　(c)　全交流動力電源喪失　(d)　崩壊熱除去機能喪失　(f)　LOCA 時注水機能喪失<br>(h)　炉心損傷直結シーケンス　E-LOCA：Excessive -LOCA<br>第 1-3 図 地震レベル 1PRA 階層イベントツリー | <br>第 1-2 図　内部事象レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー（7／7） | |

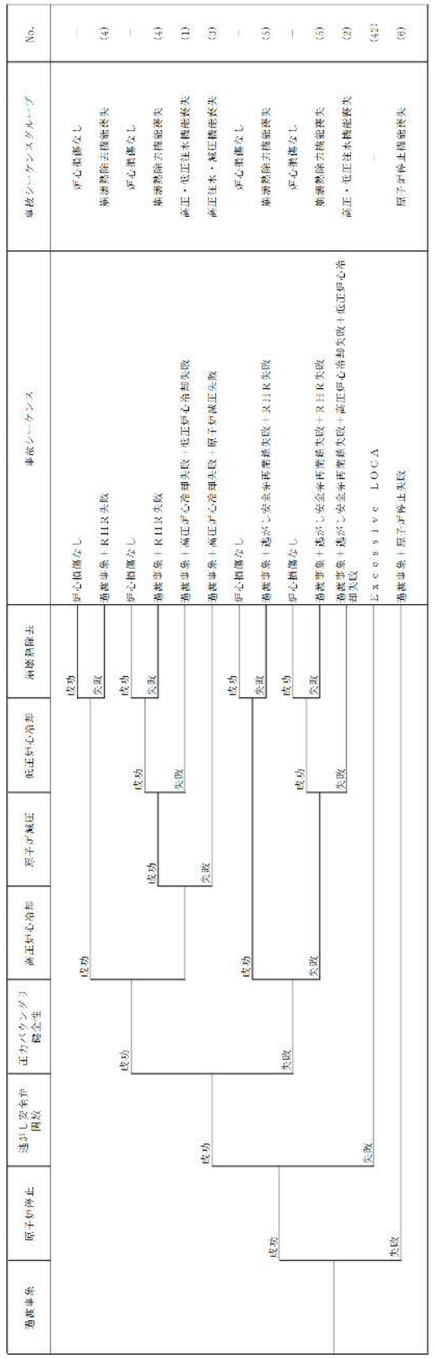
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>※1DG 全喪失を伴わない外部電源喪失は過渡事象として整理した。<br>(a) 高圧・低圧注水機能喪失　(b) 高圧注水・減圧機能喪失　(d) 崩壊熱除去機能喪失　(e) 原子炉停止機能喪失　(f) LOCA時注水機能喪失<br>第1-4図 地震レベル1PRA イベントツリー(1/2) |  <br>第1-3図 地震レベル1PRAにおける階層イベントツリー | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

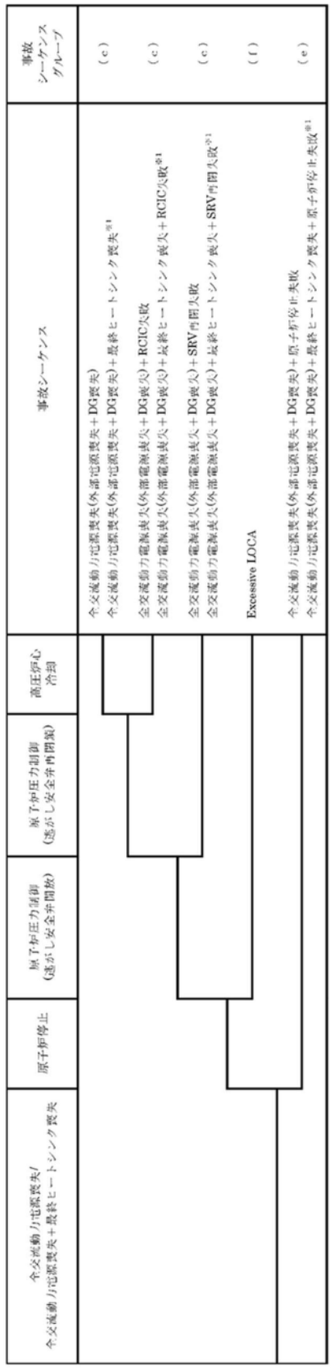
比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| |  <br>第1-4図　地震レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー（1／3） | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

## 柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

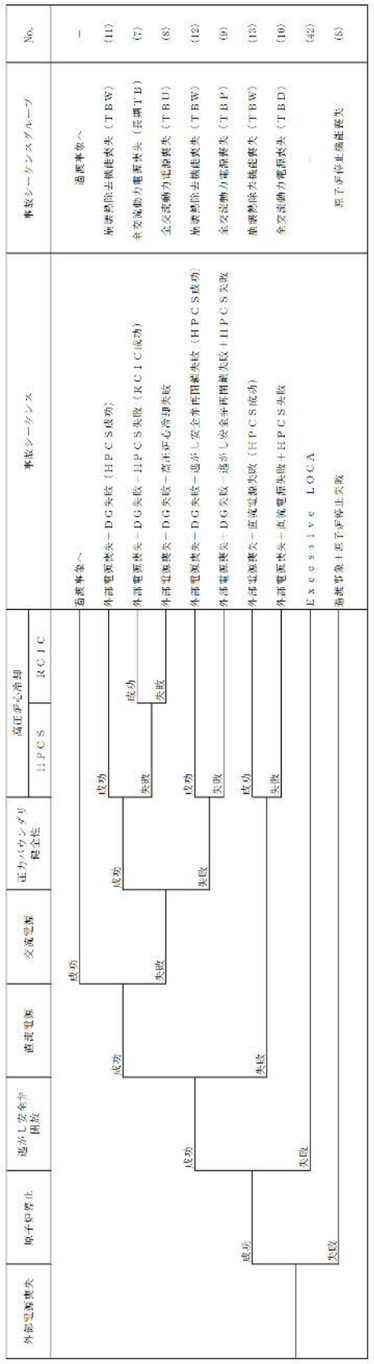



※1 全交流動力電源喪失が生じた時点で最終ヒートシンク喪失も発生することから、全交流動力電源喪失の事故シーケンスとして整理した。

(e) 全交流動力電源喪失　(e) 原子炉停止機能喪失　(f) LOCA時注水機能喪失

第1-4図 地震レベル1PRA イベントツリー(2/2)

## 東二

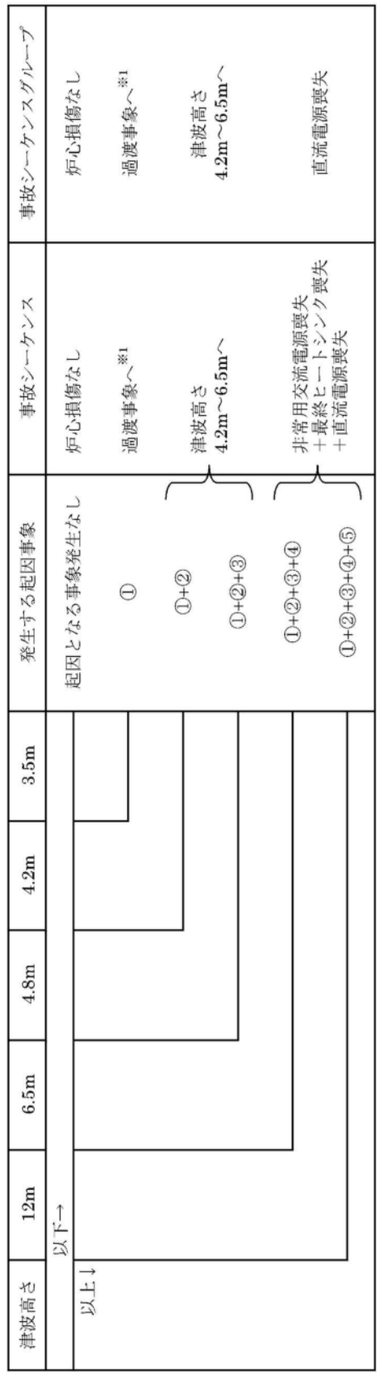



第1-4図 地震レベル1PRAにおけるイベントツリー (2/3)

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

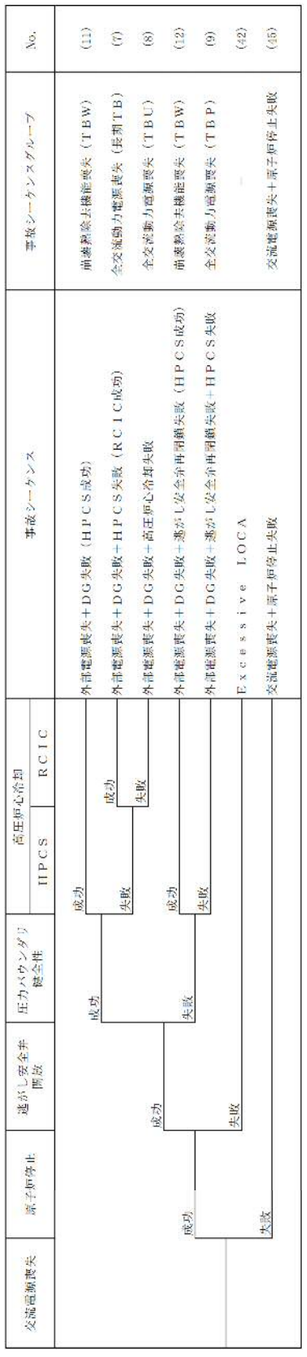
柏崎　６／７号（2017年２月15日版）

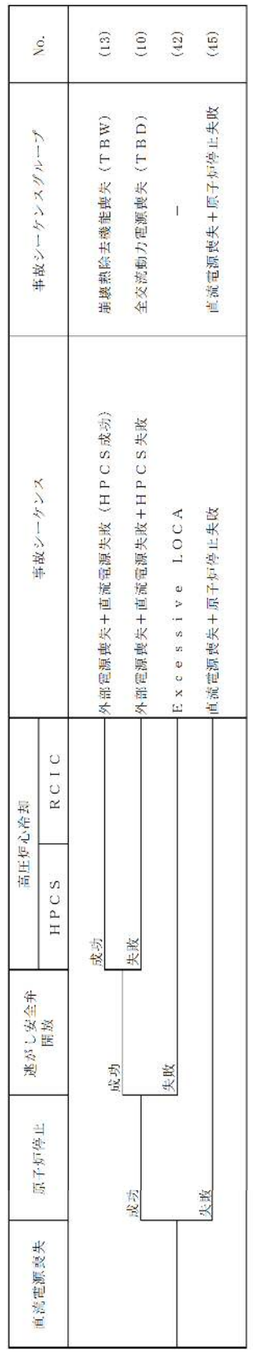



※1 内部事象のイベントツリーに包絡されるものと整理した。
①過渡事象　②最終ヒートシンク喪失(LUHS)　③全交流動力電源喪失(SBO)　④直流電源喪失　⑤外部電源喪失

第1-5 図 津波レベル1PRA 津波高さ別イベントツリー

東二



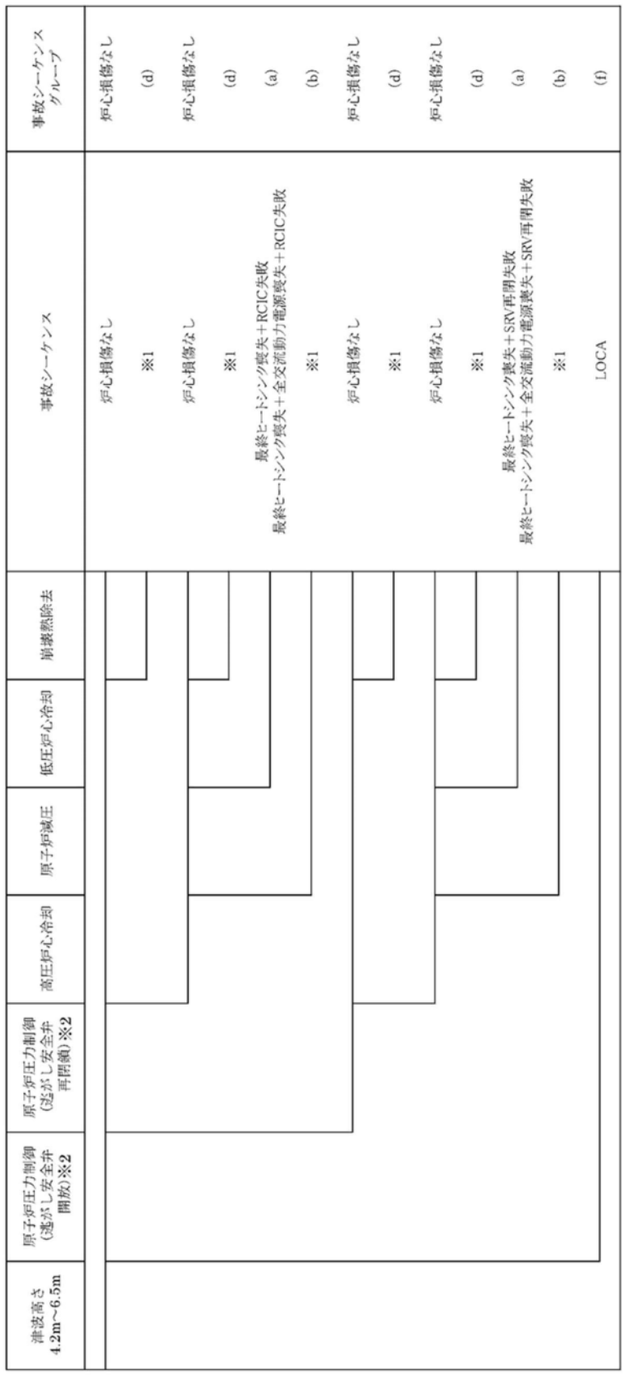




第1-4 図　地震レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー（3／3）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

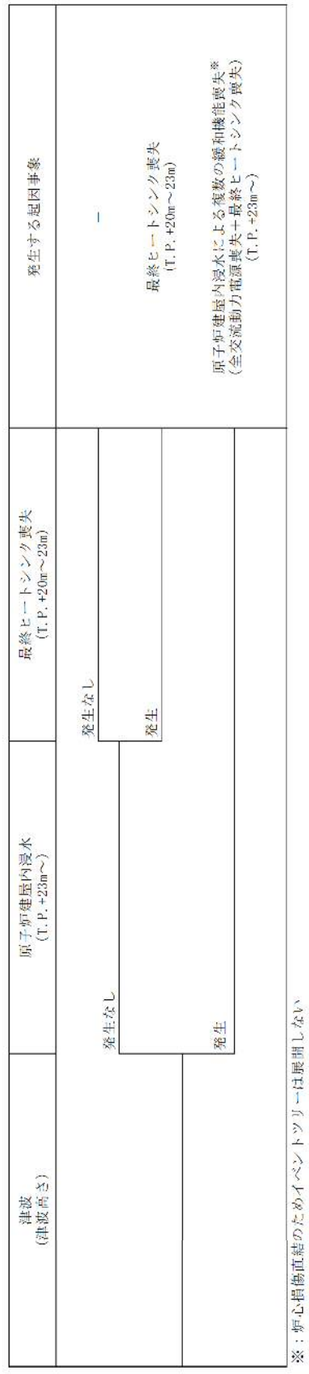
柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版）




※1　イベントツリー上はシーケンスを抽出できるが、津波によって注水機能を全て喪失して炉心損傷に至るため、当該シーケンスは発生しない。
※2　当該へディングはランダム故障を考慮して設定している。これは当該へディングが、逃がし安全弁の逃がし弁機能又は安全弁機能による、津波襲来後の過渡的な状況下での原子炉圧力制御を考慮しているものであって、少なくとも安全弁機能には期待できることを考慮すると、津波による機能喪失は想定されないためである。当該へディングの非信頼度への津波による影響は無いが、全ての事故シーケンスを抽出する観点から、ランダム故障による分岐確率(内部事象 PRA での値と同じ)を設定して分析している。
(a) 高圧・低圧注水機能喪失　(b) 高圧注水・減圧機能喪失　(d) 崩壊熱除去機能喪失　(f) LOCA 時注水機能喪失

第 1-6 図 津波レベル 1PRA イベントツリー

東二



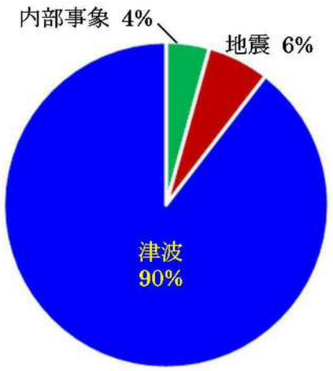
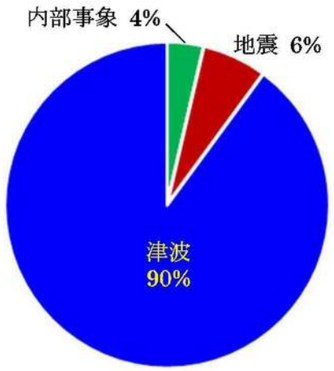
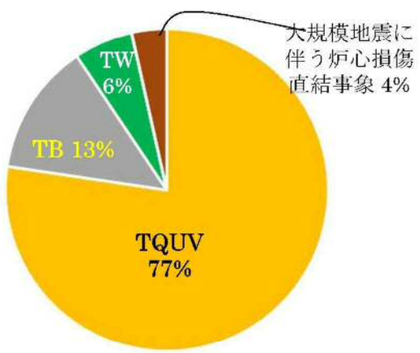
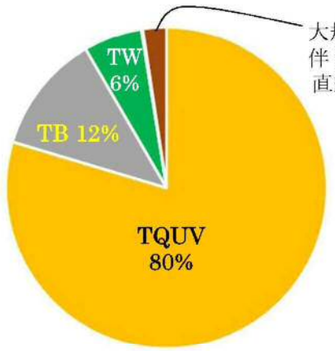

※：炉心損傷直結のためイベントツリーは展開しない

第 1-5 図　津波レベル１ＰＲＡにおける階層イベントツリー

第 1-6 図　津波レベル１ＰＲＡにおけるイベントツリー

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

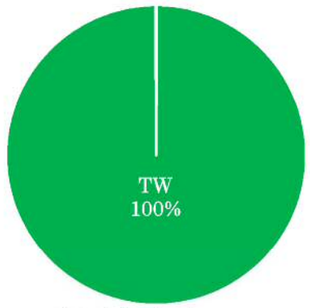
比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>KK6 事象別<br>  <br>KK7 事象別<br>  <br>KK6 事故シーケンスグループ別<br>  <br>KK7 事故シーケンスグループ別<br>KK6 全 CDF：2.0×10⁻⁴/炉年<br>KK7 全 CDF：2.4×10⁻⁴/炉年<br>第 1-7 図 プラント全体の CDF | | |

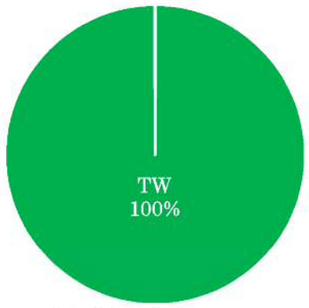
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

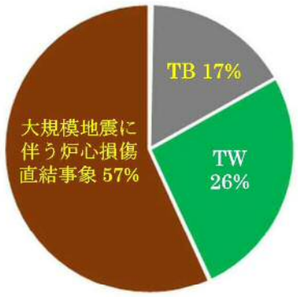
## 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版）



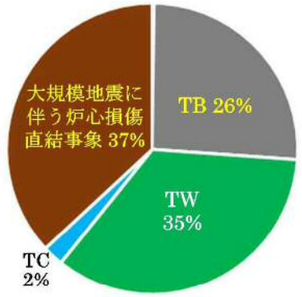

KK6 内部事象運転時レベル 1PRA
（CDF：8.7×10-6 /炉年）



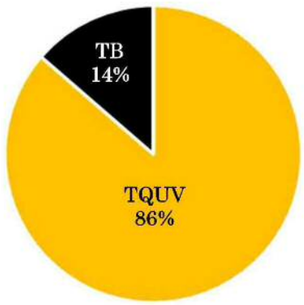

KK7 内部事象運転時レベル 1PRA
（CDF：8.7×10-6 /炉年）



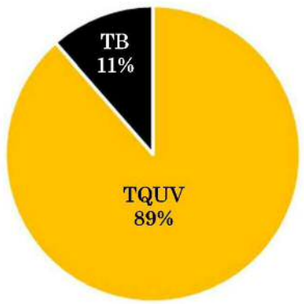

KK6 地震レベル 1PRA
（CDF：1.2×10-5 /炉年）




KK7 地震レベル 1PRA
（CDF：1.5×10-5 /炉年）



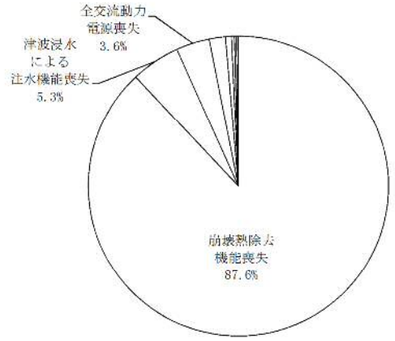

KK6 津波レベル 1PRA
（CDF：1.8×10-4 /炉年）

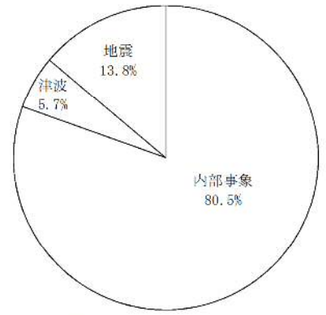



KK7 津波レベル 1PRA
（CDF：2.1×10-4 /炉年）

第 1-8 図 各 PRA の結果と事故シーケンスグループ毎の寄与割合

## 東二

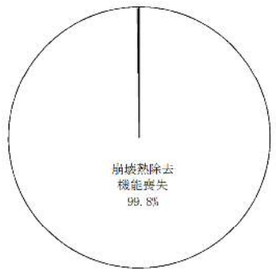


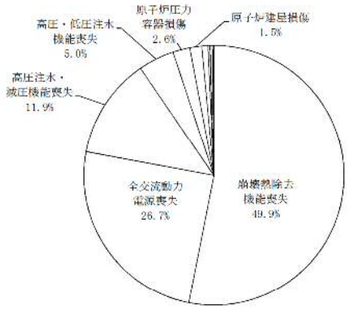

（ＣＤＦ：7.5×10$^{-5}$／炉年）

事故シーケンスグループ別　　事象別

第 1-7 図　プラント全体の炉心損傷頻度




内部事象レベル１ＰＲＡ
（ＣＤＦ：6.1×10$^{-5}$／炉年）




地震レベル１ＰＲＡ
（ＣＤＦ：1.0×10$^{-5}$／炉年）

津波レベル１ＰＲＡ
（ＣＤＦ：4.0×10$^{-6}$／炉年）

第 1-8 図　事故シーケンスグループごとの寄与割合

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ２ 格納容器破損防止対策の有効性評価における格納容器破損モード及び評価事故シーケンスの選定について<br><br>格納容器破損防止対策の有効性評価の格納容器破損モード及び評価事故シーケンス選定の全体プロセスを第2-1 図に示す。また、以下に各検討ステップにおける実施内容を整理した。<br>【概要】<br><br>① 内部事象レベル1.5PRA 及びPRA を適用できない外部事象に係る定性的検討から格納容器破損モードを抽出し、解釈の記載との比較検討・分類を実施した。<br><br>② 抽出された格納容器破損モードのうち、炉心損傷発生時点で格納容器機能に期待できない格納容器バイパス、格納容器先行破損に該当するものは、解釈 1-2(b)に基づき炉心損傷防止対策の有効性評価の対象とした。<br>③ 国内外で得られている知見や実プラントでの運用等も踏まえた検討を行い、新たに追加すべき格納容器破損モードはないものと判断した。<br><br>④ 格納容器破損モード毎に格納容器破損モード発生の観点で厳しいプラント損傷状態(PDS)を選定し、その中で厳しい事故シーケンスを検討し、格納容器破損防止対策の有効性評価の評価事故シーケンスとして選定した。 | 2. 格納容器破損防止対策の有効性評価の格納容器破損モード抽出及び評価事故シーケンスの選定について<br><br>格納容器破損防止対策の有効性評価に係る格納容器破損モード抽出及び評価事故シーケンス選定における全体プロセスを第2-1図に，全体プロセスの概要を以下に示す。<br>【概要】<br>(1) 格納容器破損モードの抽出<br>内部事象レベル１．５ＰＲＡを用いて格納容器破損モードを抽出した。また，ＰＲＡが適用可能でないと判断した外部事象については定性的検討から格納容器破損モードを抽出した。<br>(2) 抽出した格納容器破損モードの整理<br>抽出した格納容器破損モードのうち，炉心損傷発生時点で格納容器機能に期待できない格納容器先行破損又は格納容器バイパスに該当するものは，解釈に基づき炉心損傷防止対策の有効性評価の対象とした。また，解釈に示されている必ず想定する格納容器破損モードに対応しない格納容器破損モードについては，国内外で得られている知見や実プラントでの運用等も踏まえた確認を行い，新たな格納容器破損モードとしての追加の要否を検討した。<br>(3) 評価事故シーケンスの選定<br>格納容器破損モードごとに格納容器破損モード発生の観点で厳しいプラント損傷状態（ＰＤＳ）を選定し，その中で最も事象進展が厳しい事故シーケンスを有効性評価における評価事故シーケンスとして選定した。<br>なお，評価事故シーケンスの選定に当たっては，国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷防止対策を講ずることが困難な事故シーケンスも含めて実施した。 | ・記載場所の相違（柏崎は2.2.3節に記載）。 |
| 2.1 格納容器破損モードの分析について<br>解釈には、格納容器破損防止対策の有効性評価に係る格納容器破損モードの選定に係る個別プラント評価による抽出に関して以下の通りに示されている。 | 2.1 格納容器破損モードの抽出<br>解釈には，格納容器破損防止対策の有効性評価に係る格納容器破損モードの個別プラント評価による抽出に関し，以下のとおり示されている。 | |
| ２－１<br>(a) 必ず想定する格納容器破損モード<br>・雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)<br><br>・高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱<br>・原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用<br>・水素燃焼<br>・格納容器直接接触(シェルアタック)<br>・溶融炉心・コンクリート相互作用<br>(b) 個別プラント評価により抽出した格納容器破損モード | ２－１<br>(a) 必ず想定する格納容器破損モード<br>・ 雰囲気圧力・温度による静的負荷<br>（格納容器過圧・過温破損）<br>・ 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱<br>・ 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用<br>・ 水素燃焼<br>・ 格納容器直接接触（シェルアタック）<br>・ 溶融炉心・コンクリート相互作用<br>(b) 個別プラント評価により抽出した格納容器破損モード | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ① 個別プラントの内部事象に関する PRA 及び外部事象に関する PRA(適用可能なもの)又はそれに代わる方法で評価を実施すること。<br>② その結果、上記２－１(a)の格納容器破損モードに含まれない有意な頻度又は影響をもたらす格納容器破損モードが抽出された場合には、想定する格納容器破損モードとして追加すること。 | ① 個別プラントの内部事象に関するＰＲＡ及び外部事象に関するＰＲＡ（適用可能なもの）又はそれに代わる方法で評価を実施すること。<br>② その結果，上記２－１（a)の格納容器破損モードに含まれない有意な頻度又は影響をもたらす格納容器破損モードが抽出された場合には，想定する格納容器破損モードとして追加すること。 | |
| 上記２－１(b)①に基づき、内部事象レベル 1.5PRA を実施し、格納容器破損モードを評価した。外部事象について、地震レベル 1.5PRA は建屋、格納容器等の損傷から格納容器の閉じ込め機能喪失に至る過程の不確かさが大きく、定量評価結果の活用に際しては損傷箇所、損傷モード等の精緻化検討が必要な段階であるため、現段階では事故シーケンス選定の検討に適用しないこととした。<br>また、PRA の適用が困難と判断した外部事象については定性的な検討により発生する事故シーケンスの分析を行った。<br>実施した内部事象レベル 1.5PRA の詳細は「柏崎刈羽原子力発電所６号炉及び７号炉 重大事故対策の有効性評価に係る確率論的リスク評価(PRA)の結果について」に示す。<br>実施した事故シーケンスグループに係る分析結果を以下に示す。 | 上記２－１(b)①に関して，内部事象レベル１．５ＰＲＡを用いて格納容器破損モードの抽出を行った。また，ＰＲＡが適用可能でないと判断した外部事象については，定性的な検討により発生する格納容器破損モードの分析を行った。なお，地震レベル１．５ＰＲＡについては，原子炉建屋，格納容器，格納容器隔離弁等の損傷から格納容器の閉じ込め機能喪失に至る過程に不確かさが大きくなる傾向にあり，国内でも試解析例はあるものの，定量評価結果の活用に際しては損傷箇所，損傷モード等の精緻化検討が必要であるため，現段階では事故シーケンス選定の検討に適用可能でないものと判断している。実施した格納容器破損モード抽出に係る分析結果を以下に示す。 | |
| 2.1.1 格納容器破損モードの抽出、整理<br>(1) PRA に基づく整理<br>内部事象レベル 1.5PRA を実施し、事故の進展に伴い生じる格納容器の健全性に影響を与える負荷の分析から、以下の①～⑫に示す格納容器破損モードの抽出を行った。<br>具体的には第 2-2 図の通り炉心損傷前、原子炉圧力容器破損前、原子炉圧力容器破損直後、原子炉圧力容器破損以降の各プラント状態に分類し、それぞれの状態で発生する負荷を抽出している。また、事故進展中に実施される緩和手段等を考慮し、第 2-3 図に示す格納容器イベントツリーを作成し、格納容器破損に至る格納容器破損モードを整理している。内部事象レベル 1.5PRA から抽出された格納容器破損モード及び定量化結果を第 2-1 表に示す。また、格納容器破損モード毎の格納容器破損頻度（以下、「CFF」と言う。）への寄与割合を第 2-4 図に示す。 | (1) ＰＲＡに基づく整理<br>内部事象レベル１．５ＰＲＡにおいては，事故の進展に伴い生じる格納容器の健全性に影響を与える負荷を分析し，格納容器破損モードを抽出した。<br>具体的には第 2-2 図のとおり炉心損傷前，原子炉圧力容器破損前，原子炉圧力容器破損直後，事故後期の各プラント状態に分類し，それぞれの状態で発生する負荷を抽出している。また，事故進展中に実施される緩和手段等を考慮し，第 2-3 図に示すイベントツリーを作成し，格納容器破損に至る格納容器破損モードを整理している。内部事象レベル１．５ＰＲＡから抽出された各格納容器破損モードを以下に示す。また，格納容器破損モードにおける定量化結果を第 2-1 表及び第 2-4 図に示す。 | |
| ①原子炉未臨界確保失敗時の過圧破損<br>原子炉停止失敗時に、炉心で発生した大量の水蒸気が格納容器へ放出され、格納容器圧力が早期に上昇して、格納容器が過圧破損に至る事象として分類する。 | ａ．未臨界確保失敗時の過圧破損（炉心損傷前）<br>原子炉の未臨界達成に失敗した場合に，原子炉出力が維持されることで炉心で大量に発生する水蒸気により格納容器圧力が上昇し，格納容器が早期に過圧されて破損する格納容器破損モードとして抽出した。 | |
| ②過圧破損(炉心損傷前)<br>炉心の冷却が達成される中で、水蒸気の蓄積による準静的加圧で格納容器が炉心損傷前に破損する事象として分類する。 | ｂ．崩壊熱除去失敗時の過圧破損（炉心損傷前）<br>炉心冷却に成功し崩壊熱除去に失敗した場合に，崩壊熱によって炉心で発生する水蒸気により格納容器圧力が徐々に上昇し，格納容器が過圧されて破損する格納容器破損モードとして抽出した。 | |
| ③インターフェイスシステム LOCA | ｃ．格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ） | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| インターフェイスシステムLOCA の発生により、格納容器をバイパスして冷却材が原子炉建屋内に放出される事象として分類する。<br><br>④格納容器隔離失敗<br>炉心が損傷した時点で、格納容器の隔離に失敗しており、格納容器の閉じ込め機能を喪失している事象として分類する。<br>⑨過圧破損（炉心損傷後）<br>炉心損傷後に溶融物の冷却が達成される中で、崩壊熱によって発生する水蒸気によって格納容器が過圧され、破損に至る事象、又は、デブリが冷却されない場合に、溶融炉心・コンクリート相互作用による非凝縮性ガスの発生が継続し、格納容器内が過圧されて格納容器の破損に至る事象として分類する。<br>⑤水蒸気爆発（原子炉圧力容器内での水蒸気爆発）<br>高温の溶融物が下部プレナムの冷却水中に落下して水蒸気爆発が発生し、その際の発生エネルギーによって原子炉圧力容器の蓋がミサイルとなって格納容器に衝突し、格納容器破損に至る事象として分類する。<br>⑩過温破損<br>原子炉圧力容器破損後、格納容器内で溶融物への注水がない場合に、溶融物からの輻射及び対流によって格納容器雰囲気が加熱され、格納容器貫通部等が熱的に損傷し、格納容器の破損に至る事象として分類する。<br>⑥格納容器雰囲気直接加熱<br>高圧状態で原子炉圧力容器が破損した場合に、溶融物が格納容器雰囲気中を飛散する過程で微粒子化し、雰囲気ガスとの直接的な熱伝達等による急激な加熱・加圧の結果、格納容器内圧力が上昇し格納容器破損に至る事象として分類する。<br>⑦水蒸気爆発（格納容器内での水蒸気爆発）<br>高温の溶融物が格納容器下部ドライウェルの冷却水中に落下し、水蒸気爆発または水蒸気による圧力スパイクが発生する可能性がある。このときに格納容器に付加される機械的エネルギーによって格納容器破損に至る事象として分類する。<br><br>⑧格納容器直接接触<br>原子炉圧力容器破損後に格納容器下部ドライウェルへ落下した溶融物が格納容器下部ドライウェルの床からその外側のドライウェルの床に広がり、高温の溶融物がドライウェルの壁（バウンダリ）に接触してドライウェル壁の一部が溶融貫通し、格納容器破損に至る事象として分類する。 | インターフェイスシステムＬＯＣＡの発生後，原子炉冷却材の流出が継続して炉心損傷に至り，格納容器をバイパスして放射性物質等が原子炉建屋内に放出される格納容器破損モードとして抽出した。<br>ｄ．格納容器バイパス（格納容器隔離失敗）<br>炉心損傷時点で，格納容器の隔離に失敗しており，隔離失敗箇所から放射性物質等が原子炉建屋内に放出される格納容器破損モードとして抽出した。<br>ｅ．崩壊熱除去失敗時の過圧破損（炉心損傷後，サプレッション・プールへの溶融物落下なし）<br>炉心損傷後，溶融物の崩壊熱によって発生する水蒸気，溶融炉心・コンクリート相互作用によって発生する非凝縮性ガス等により格納容器圧力が徐々に上昇し，格納容器が過圧されて破損する格納容器破損モードとして抽出した。<br><br>ｆ．過温破損（炉心損傷後，サプレッション・プールへの溶融物落下なし）<br>炉心損傷後に，溶融物の崩壊熱によって格納容器雰囲気温度が徐々に上昇し，格納容器が加熱されることにより，格納容器貫通部の取付部又はフランジシール部などが熱的に損傷し，格納容器が破損する格納容器破損モードとして抽出した。<br>ｇ．高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱<br>原子炉圧力容器が高圧状態で破損し，微粒子化した溶融物が格納容器空間部に飛散することで，格納容器雰囲気が直接加熱されて急速な圧力上昇が生じることにより格納容器が破損する格納容器破損モードとして抽出した。<br>ｈ．原子炉圧力容器外溶融燃料－冷却材相互作用（ペデスタル）<br>原子炉圧力容器破損後，溶融物がペデスタル（ドライウェル部）内の冷却水中に落下した場合又はペデスタル（ドライウェル部）内に放出された溶融物に対して注水を実施した場合に，溶融物と水の接触に伴い水蒸気爆発または水蒸気による圧力スパイクが発生する可能性があり，その際に生じる荷重により格納容器が破損する格納容器破損モードとして抽出した。 | ・（柏崎の⑤，⑧について）柏崎の審査資料では格納容器の健全性に影響を与える負荷全般を記載しており，東海第二の審査資料では格納容器の健全性に影響を与える負荷のうち，ＰＲＡにおいて想定した格納容器破損モードのみを記載している。<br>なお，柏崎は⑤の炉内ＦＣＩを2.1.1(4)においてスクリーンアウトしている。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| | ｉ．崩壊熱除去失敗時の過圧破損（炉心損傷後，サプレッション・プールへの溶融物落下あり）<br>原子炉圧力容器破損後，ペデスタル（ドライウェル部）内に放出された溶融物が冷却できない場合，ペデスタル（ドライウェル部）床面のコンクリートが侵食され，溶融物はペデスタル（ドライウェル部）床面を貫通してサプレッション・プールに落下する。その後，サプレッション・プールにおける溶融物の崩壊熱によって発生する水蒸気，及び溶融炉心・コンクリート相互作用によって発生する非凝縮性ガス等により格納容器圧力が徐々に上昇し，格納容器が過圧されて破損する格納容器破損モードとして抽出した。<br>ｊ．過温破損（炉心損傷後，サプレッション・プールへの溶融物落下あり）<br>原子炉圧力容器破損後，ペデスタル（ドライウェル部）内に放出された溶融物が冷却できない場合，ペデスタル（ドライウェル部）床面のコンクリートが侵食され，溶融物はペデスタル（ドライウェル部）床面を貫通してサプレッション・プールに落下する。その後，溶融物の崩壊熱によって格納容器雰囲気が加熱され，格納容器貫通部の取付部又はフランジシール部などが熱的に損傷し，格納容器が破損する格納容器破損モードとして抽出した。<br>ｋ．原子炉圧力容器外溶融燃料－冷却材相互作用（サプレッション・プール）<br>原子炉圧力容器破損後，ペデスタル（ドライウェル部）内に放出された溶融物が冷却できない場合，ペデスタル（ドライウェル部）床面のコンクリートが侵食され，溶融物はペデスタル（ドライウェル部）床面を貫通してサプレッション・プールに落下する。溶融物がサプレッション・プールに落下した時に，溶融物と水の接触に伴い水蒸気爆発または水蒸気による圧力スパイクが発生する可能性があり，その際に生じる荷重により格納容器が破損する格納容器破損モードとして抽出した。 | ・（東二のｉ．～l．について）格納容器の型式の違い（東海第二のレベル１．５ＰＲＡから抽出された，ペデスタル床破損後の格納容器破損モードについて記載）。 |
| ⑪コア・コンクリート反応継続<br>原子炉圧力容器の破損後、格納容器内に放出された溶融物が冷却できない場合に、下部ドライウェル側壁のコンクリートが浸食され、原子炉圧力容器支持機能が喪失する事象又は格納容器のベースマットが溶融貫通し、格納容器破損に至る事象として分類する。 | １．溶融炉心・コンクリート相互作用<br>原子炉圧力容器破損後，ペデスタル（ドライウェル部）内に放出された溶融物が冷却できない場合，ペデスタル（ドライウェル部）床面のコンクリートが浸食され，溶融物はペデスタル（ドライウェル部）床面を貫通してサプレッション・プールに落下する。その後，サプレッション・プールにおける溶融物の冷却ができない場合，溶融炉心・コンクリート相互作用が継続し，ベースマット溶融貫通に先行してペデスタル（ドライウェル部）側壁の侵食により原子炉圧力容器支持機能が喪失することで格納容器が破損する格納容器破損モードとして抽出した。 | ・（柏崎の⑫について）柏崎の審査資料では格納容器の健全性に影響を与える負荷全般を記載しており，東海第二の審査資料では格納容器の健全性に影響を与える負荷のうち，ＰＲＡにおいて想定した格納容器破損モードのみを記載している。<br>なお，東二は⑫の水素燃焼を 2.3(4)において評価事故シーケンスに選定している。 |
| ⑫水素燃焼<br>格納容器内に酸素等の反応性のガスが混在していた場合にジルコニウム-水反応等によって発生した水素と反応して激しい燃焼が生じ、原子炉格納容器破損に至る事象として分類する。 | | |
| (2) PRA に代わる検討に基づく整理<br>地震、津波及びその他の外部事象等に対する格納容器破損モードについて、内部事象運転時レベル 1.5PRA の知見等を活用して検討した結果、地震、津波及びその他の外部事象等についても、炉心損傷後の格納容器内の事象進展は内部事象と同等であると考えられることから、格納容器破損モードは内部事象と同等であり、今回、内部事象 PRA から選定した格納容器破損モードに追加すべきものはない | (2)　ＰＲＡに代わる検討に基づく整理<br>外部事象の影響としては，地震時には原子炉建屋損傷等の直接炉心損傷に至る事象が発生した場合に格納容器破損への影響が想定されるが，当該事象については地震レベル１ＰＲＡの知見から解釈に基づき想定する事故シーケンスグループと比較して新たに追加する必要はないと総合的に判断しており，内部事象レベル１．５ＰＲＡから抽出した格納容器破損モードに追加すべき | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ものと判断した。(別紙 1) | ものはないと判断した。<br>また，津波やその他の自然現象については，格納容器が直接損傷する可能性は低く，炉心損傷後の格納容器内の部地理現象は内部事象と同等と考えられるため、内部事象レベル１．５ＰＲＡから抽出された格納容器破損モードに追加すべきものはないものと判断した（別紙 1)。 | |
| 2.1.2 レベル 1.5PRA の定量化結果及び影響度を踏まえた格納容器破損モードの検討<br><br>第 2-1 表に示す格納容器破損モードについて、2.1.1 項に示すレベル 1.5PRA から抽出された格納容器破損モードと解釈に基づき必ず想定する以下の格納容器破損モードとの対応について検討を行った。 | 2.2　抽出した格納容器破損モードの整理<br>2.2.1　必ず想定する格納容器破損モードとの対応<br>抽出した格納容器破損モードについて，以下の解釈に基づき必ず想定する格納容器破損モードとの対応の確認を第 2-1 表に示すとおり行った。 | |
| ２－１<br>(a) 必ず想定する格納容器破損モード<br>・雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)<br>・高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱<br>・原子炉圧力容器外の溶融燃料―冷却材相互作用<br>・水素燃焼<br>・格納容器直接接触(シェルアタック)<br>・溶融炉心・コンクリート相互作用 | ２－１<br>(a)　必ず想定する格納容器破損モード<br>・ 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）<br>・ 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱<br>・ 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用<br>・ 水素燃焼<br>・ 格納容器直接接触（シェルアタック）<br>・ 溶融炉心・コンクリート相互作用 | |
| 確認の結果、上記の必ず想定する格納容器破損モードに分類されない以下(1)～(5)の破損モードが抽出されたため，これを新たな格納容器破損モードとして追加することの要否について検討を実施した。 | なお，レベル１．５ＰＲＡより抽出した溶融物がサプレッション・プールへ落下した後に発生する格納容器破損モードについては，ペデスタル（ドライウェル部）床における溶融炉心・コンクリート相互作用に引き続いて発生する格納容器破損モードであること，及び当該格納容器破損モードの防止のためにはペデスタル（ドライウェル部）床における溶融炉心・コンクリート相互作用を防止することが有効であることを考慮し，解釈に基づき必ず想定する格納容器破損モード「溶融炉心・コンクリート相互作用」として整理した（別紙 8)。 | ・柏崎は溶融物がサプレッション・プールに落下しない格納容器構造であるが，東海第二は溶融物がサプレッション・プールへ落下する格納容器構造であるため，抽出される格納容器破損モードが異なっている。 |
| なお、必ず想定する格納容器破損モードのうち、格納容器直接接触(シェルアタック)は、格納容器下部ドライウェルの床面とその外側のドライウェルの床面とが同一レベルに構成されている BWR MARK-I 型の格納容器に特有の破損モードであり、柏崎刈羽原子力発電所 6,7 号炉の RCCV 型格納容器では、デブリが原子炉格納容器バウンダリに直接接触することはない構造であることから、格納容器破損モードとして考慮しない。(別紙 6)<br>また、柏崎刈羽原子力発電所 6,7 号炉では、運転中、格納容器内を窒素で置換し、酸素濃度を低く管理しているため、水素及び酸素が可燃限界に至る可能性が十分小さい。このため、本破損モードはレベル 1.5PRA の定量化において想定する格納容器破損モードからは除外した。一方、格納容器内の | また，必ず想定する格納容器破損モードのうち「格納容器直接接触（シェルアタック)」については，原子炉格納容器下部のペデスタル床とドライウェル床の高さが同じ高さで構成されているＭａｒｋ－Ⅰ型格納容器に特有の事象であり，東海第二発電所のＭａｒｋ－Ⅱ型格納容器では，溶融物が直接ドライウェル壁面に接触しない構造であることから，レベル１．５ＰＲＡにおいて格納容器破損モードとして考慮していない。(別紙 9)<br>また，必ず想定する格納容器破損モードのうち「水素燃焼」については，東海第二発電所では運転中は格納容器内を窒素置換により酸素濃度を低く管理しており，起因事象発生後 24 時間のうちに水素及び酸素が可燃限界に至る可能性が十分に小さいことから，今回のレベル１．５ＰＲＡでは格納容 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 窒素置換が水素燃焼の発生防止対策であることを踏まえ、窒素置換対策の有効性として炉心の著しい損傷が起こるような重大事故時においても格納容器内雰囲気が水素の可燃限界以下(水素濃度がドライ条件に換算して4%以下又は酸素濃度5%以下)に維持できることを確認する必要があると考える。よって、水素燃焼については、有効性評価の評価対象とする格納容器破損モードとした。(別紙6) | 器破損モードとして考慮していない。ただし，炉心の著しい損傷が起こるような重大事故時において，実際に長期（事象発生から７日間）にわたって格納容器内雰囲気が水素の可燃限界以下（水素濃度が13vol%以下又は酸素濃度が 5vol%以下）に維持可能であることを確認する必要があると考える。そのため，「水素燃焼」については，有効性評価の評価対象とする格納容器破損モードとした。 | |
| | 2.2.2　追加すべき格納容器破損モードの検討<br>抽出した格納容器破損モードについて，必ず想定する格納容器破損モードに対応しない以下の(1)～(3)の破損モードが抽出されたため，これらを有効性評価の評価対象とする新たな格納容器破損モードとして追加することの必要性について検討を実施した。 | |
| (1) 原子炉未臨界確保失敗時の過圧破損<br>本破損モードはレベル 1.5PRA 上の破損モードとして抽出されたが、解釈の要求事項に「炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待することが困難なもの(格納容器先行破損シーケンス、格納容器バイパス等)にあっては、炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認する。」と記載されており、炉心損傷防止対策の事故シーケンスグループ「原子炉停止機能喪失」にて有効性評価の対象としている。なお、当該破損モードのCFF(5.1×$10^{-12}$ /炉年)の全CFFに対する寄与割合は0.1%未満である。<br>従って、当該破損モードを個別プラント評価により抽出された格納容器破損モードとして評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した。 | (1)　過圧破損（未臨界確保失敗）<br>本破損モードはレベル１．５ＰＲＡ上の破損モードとして抽出されたが，格納容器先行破損シーケンスである本破損モードは，解釈１－２（b）に従い炉心損傷防止対策の事故シーケンスグループ「原子炉停止機能喪失」にて炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認する。<br>したがって，本破損モードを有効性評価の対象とする格納容器破損モードとして追加する必要はないと判断した。 | |
| (2) 過圧破損(炉心損傷前)<br>本破損モードはレベル 1.5PRA 上の破損モードとして抽出されたが、解釈の要求事項に「炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待することが困難なもの(格納容器先行破損シーケンス、格納容器バイパス等)にあっては、炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認する。」と記載されており、炉心損傷防止対策の事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」にて有効性評価の対象としている。なお、当該破損モードのCFF(8.7×$10^{-6}$ /炉年)の全CFFに対する寄与割合は約99.9%である。<br>従って、当該破損モードを個別プラント評価により抽出された格納容器破損モードとして評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した。 | (2)　過圧破損（崩壊熱除去失敗）<br>本破損モードはレベル１．５ＰＲＡ上の破損モードとして抽出されたが，格納容器先行破損シーケンスである本破損モードは，解釈１－２（b）に従い炉心損傷防止対策の事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」にて炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認する。<br>したがって，本破損モードを有効性評価の対象とする格納容器破損モードとして追加する必要はないと判断した。 | |
| (3) 格納容器隔離失敗及びインターフェイスシステムLOCA<br>これらの破損モードは、事象の発生と同時に格納容器の隔離機能を喪失している事象であり、解釈の要求事項における「炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待することが困難なもの(格納容器先行破損シーケンス、格納容器バイパス等)にあっては、炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認する。」に該当する事故シーケンスグループである。<br>このため、講じるべき対策は炉心損傷防止であり、これらの破損モードを個別プラント評価により | (3)　格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ，格納容器隔離失敗）<br>これらの破損モードは，事象発生と同時に格納容器の隔離機能を喪失している事象であり，格納容器バイパスであるこれらの破損モードに対して講じるべき対策は炉心損傷防止対策となる。このため，これらの破損モードを有効性評価の対象とする格納容器破損モードとして追加する必要はないと判断した。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 抽出された格納容器破損モードとして評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した。<br>以下に、格納容器隔離失敗及びインターフェイスシステムLOCA で想定した事象及び評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した理由を示す。<br><br>(3)-2 インターフェイスシステムLOCA<br>本破損モードは、発生と同時に格納容器の隔離機能は喪失しているものの、炉心損傷までには時間余裕のある事象である。対策としては炉心損傷の防止又は炉心損傷までに格納容器の隔離機能を復旧することが挙げられる。炉心損傷防止の観点では内部事象運転時レベル1PRA の結果から重要事故シーケンスとして抽出し、有効性評価の対象としている。<br>格納容器の隔離機能を復旧したものの、炉心損傷を防止できなかった場合、その後の事象進展は原子炉圧力容器内の状況に応じて、評価対象とした評価事故シーケンスに包絡されるものと考える。<br>従って、当該破損モードを個別プラント評価により抽出された格納容器破損モードとして評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した。<br>なお、当該破損モードのCFF(9.5×$10^{-11}$ /炉年)の全CFF に対する寄与割合は0.1%未満である。<br><br>(3)-1 格納容器隔離失敗<br>本破損モードは炉心が損傷した時点で格納容器の隔離に失敗している事象を想定したものである。<br>格納容器隔離失敗は炉心損傷の発生に伴う物理的な現象に由来するものではなく、炉心損傷時点で格納容器が隔離機能を喪失している事象を示している。隔離機能喪失の原因として、ランダム要因による貫通部の機器の破損や人的過誤を考慮している。<br>現状の運転管理として格納容器内の圧力を日常的に監視している他、格納容器圧力について１日１回記録を採取していることから、格納容器隔離失敗に伴う大規模な漏えいが生じた場合、速やかに検知できる可能性が高いと考える。(別紙7)<br><br>今回実施したレベル1.5PRA では、国内BWR プラントの格納容器隔離失敗の実績が無いことから、NUREG/CR-4220 で評価された隔離失敗確率を固定分岐確率として設定し当該破損モードのCFF(5.5×$10^{-11}$ /炉年、全CFF に対する寄与割合0.1%未満)を定量化した。国内の運転管理実績を考慮すれば、当該破損モードのCFF はさらに小さくなると推定される。(別紙7)<br><br>以上、本事象は発生と同時に格納容器が隔離機能を喪失している事象であり、格納容器内で発生する物理化学現象を重大事故等対処設備を用いて抑制し、格納容器の機能喪失を防止する対策とはならない。通常の運転管理において格納容器の状態を確認する運用とすることが対策であり、本事象の分岐に至る前の事故シーケンスによる炉心損傷を防止することが重要な事象と考えることから、格納容器隔離失敗を個別プラント評価により抽出された格納容器破損モードとして評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した。 | 以下にインターフェイスシステムＬＯＣＡ及び格納容器隔離失敗について，評価シーケンスに追加する必要はないと判断した理由を示す。<br><br>ａ．インターフェイスシステムＬＯＣＡ<br>本破損モードは，レベル１．５ＰＲＡ上の破損モードとして抽出されたが，格納容器バイパスである本破損モードは，解釈１－２（b）に従い炉心損傷防止対策の事故シーケンスグループ「格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ）」にて炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認する。<br><br>したがって，本破損モードを有効性評価の対象とする格納容器破損モードとして追加する必要はないと判断した。<br><br>ｂ．格納容器隔離失敗<br>本破損モードは，炉心が損傷した時点で格納容器隔離に失敗している破損モードとして抽出されており，事象の進展に伴う物理的な現象に由来するものではなく，炉心損傷時点で格納容器が隔離機能を喪失している事象となる。<br>隔離失敗の原因としては，格納容器貫通部，アクセス部等からの漏えい等の機械的破損や格納容器漏えい試験後の弁の復旧忘れ等の人的過誤が考えられる。これらの隔離失敗を防止するため，定期試験時及び原子炉起動前における格納容器隔離機能の確認や手順書に基づく確実な操作を実施している。さらに出力運転中は格納容器内を窒素置換し管理しているため，格納容器からの漏えいが存在する場合は，格納容器圧力の低下等により速やかに検知できる可能性が高いと考える。<br>また，今回実施したレベル１．５ＰＲＡでは，国内ＢＷＲプラントの格納容器隔離失敗の実績がないことから，ＮＵＲＥＧ／ＣＲ－４２２０に記載された米国における通常運転時の長期間の格納容器隔離失敗実績に基づき，本破損モードのＣＦＦ（5.5E-10／炉年）を定量化しているが，国内の運転管理実績を考慮すれば，本破損モードのＣＦＦはさらに小さくなると推定される。<br>以上より，本破損モードは事象の進展に伴い発生するものではなく，事象発生前に格納容器の隔離機能が喪失している事象であり，通常の運転管理において格納容器の状態を確認する運用とすることが対策であること，また，本破損モードにより格納容器隔離機能が喪失する頻度は十分に低いことから，重大事故等対処設備の有効性評価の対象とする格納容器破損モードとして追加する必要はないと判断した（別紙10）。 | ・インターフェイスシステムＬＯＣＡを格納容器破損モードとして追加する必要はないとした考え方は異なるものの，対策の有効性を炉心損傷防止対策の事故シーケンスグループにて確認するという方針は同様である。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| また、格納容器隔離失敗については地震レベル1PRA においても抽出されており、地震レベル1PRAでは、地震によって格納容器を貫通する高圧及び低圧設計の配管が格納容器外で破断する事象を想定している。<br>破断箇所や破断の程度の組み合わせを特定することは困難であるため、定量的に分析することは難しいが、破断箇所及び喪失した機能に応じて炉心損傷防止を試みる対応が発生するものと考える。<br>炉心損傷の後に格納容器の破損に至る事象ではなく、地震により格納容器の隔離機能が先行して喪失する事象であるため、その対応は炉心損傷防止が重要となる。この観点から、地震レベル1PRA で抽出された格納容器隔離失敗についても、評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した。 | また，格納容器隔離失敗については，地震レベル１ＰＲＡにおいても抽出されており，地震レベル１ＰＲＡでは，地震によって格納容器を貫通する配管が格納容器外で破断する事象を想定している。<br>しかしながら，地震による配管の破断箇所や破断の程度の組合せを特定することは困難であり，本破損モードについては，有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして単独で定義するものではなく，発生する事象の程度や組合せに応じて対応していくべきものと考える。また，地震レベル１ＰＲＡの評価から，本破損モードにより格納容器隔離機能が喪失する頻度は十分に低いことを確認している。<br>以上のことから，地震ＰＲＡから抽出される格納容器隔離失敗についても，重大事故等対処設備の有効性評価の対象とする格納容器破損モードとして追加する必要はないと判断した。 | |
| (4) 水蒸気爆発(原子炉圧力容器内での水蒸気爆発)<br>本破損モードについては各種研究により得られた知見から格納容器破損に至る可能性は極めて低いと評価されており、国内においてもリスクの観点からは大きな影響がないものと認識されている。(別紙8)<br>従って、当該破損モードを個別プラント評価により抽出された格納容器破損モードとして評価事故シーケンスに追加する必要はないと判断した。 | | ・(柏崎の(4)について) 柏崎の審査資料では格納容器の健全性に影響を与える負荷全般を記載しており，東海第二の審査資料では格納容器の健全性に影響を与える負荷のうち，ＰＲＡにおいて想定した格納容器破損モードのみを記載している。 |
| 以上から、PRA の知見等を踏まえて、格納容器破損防止対策の有効性評価において、追加すべき新たな格納容器破損モードはないことを確認した。 | 以上より，ＰＲＡの知見等を踏まえ，格納容器破損防止対策の有効性評価において，解釈に基づき想定する格納容器破損モードに追加すべき新たな格納容器破損モードはないと判断した。 | |
| 2.2 評価事故シーケンスの選定について<br>設置変更許可申請における格納容器破損防止対策の有効性評価の実施に際しては、格納容器破損モード毎に評価事故シーケンスを選定している。<br>評価事故シーケンス選定にあたっては、審査ガイド「3.2.3 格納容器破損モードの主要解析条件等」の各破損モードの主要解析条件に示されている、当該破損モードの観点で厳しいシーケンスの選定を考慮している。<br>(1) 雰囲気圧力・温度による静的負荷<br>PRA に基づく格納容器破損シーケンスの中から、過圧及び過温の観点で厳しいシーケンスを選定する。また、炉心損傷防止対策における「想定する事故シーケンスグループのうち炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待できるもの」を包絡するものとする。<br><br>(2) 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱<br>PRA に基づく格納容器破損シーケンスの中から、原子炉圧力が高く維持され、減圧の観点で厳しいシーケンスを選定する。 | 2.3　評価事故シーケンスの選定<br>格納容器破損防止対策の有効性評価の実施に際しては，格納容器破損モードごとに評価事故シーケンスを選定している。<br>評価事故シーケンス選定に当たっては，審査ガイド「3.2.3　格納容器破損モードの主要解析条件等」の各破損モードの主要解析条件に示されている，当該破損モードの観点で厳しい事故シーケンスの選定を考慮している。<br>(1)　雰囲気圧力・温度による静的負荷<br>過圧及び過温の観点で厳しい事故シーケンスを選定する。また，炉心損傷防止対策における想定する事故シーケンスグループのうち炉心の著しい損傷後の格納容器の機能に期待できるものを包絡するものとする。<br><br>(2)　高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱<br>原子炉圧力が高く維持される事故シーケンスの中から，減圧までの余裕時間の観点から厳しいシーケンスを選定する。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| (3) 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用<br>PRA に基づく格納容器破損シーケンスの中から、原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用の観点で厳しいシーケンスを選定する。 | (3) 原子炉圧力容器外溶融燃料－冷却材相互作用<br>原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用の観点から厳しい事故シーケンスを選定する。 | |
| (4) 水素燃焼<br>水素燃焼の観点で厳しいシーケンスを選定する。柏崎刈羽原子力発電所6,7 号炉では、運転中、格納容器内を窒素で置換し、酸素濃度を低く管理しているため、水素が可燃限界に至る可能性が十分小さいことから、本破損モードはレベル1.5PRA の定量化において想定する格納容器破損モードから除外しているが、評価事故シーケンスとしては炉心損傷後の格納容器内の酸素濃度上昇の観点で厳しいシーケンスを選定する。 | (4) 水素燃焼<br>水素燃焼の観点から厳しい事故シーケンスを選定する。東海第二発電所では，運転中，格納容器内を窒素で置換し，酸素濃度を低く管理しており，炉心損傷に伴い水素濃度は容易に可燃限界を超えることから，可燃限界到達の観点では酸素濃度の上昇が律速となる。このため，格納容器内の酸素濃度上昇の観点で厳しい事故シーケンスを選定する。 | |
| (5) 溶融炉心・コンクリート相互作用<br>PRA に基づく格納容器破損シーケンスの中から、溶融炉心・コンクリート相互作用(MCCI)の観点から厳しいシーケンスを選定する。<br><br>上記に基づき、レベル1.5PRA の知見を活用した格納容器破損防止対策に係る評価事故シーケンスの選定では、先ず格納容器破損モード毎に格納容器破損の際の結果が厳しくなると判断されるプラント損傷状態(PDS)を選定し、その後、選定した PDS を含むシーケンスの中から結果が厳しくなると判断されるシーケンスを評価事故シーケンスとして選定することとした。この選定プロセスにより、有効性評価に適した、厳しいシーケンスが選定されるものと考える。<br><br>2.2.1 評価対象とするプラント損傷状態(PDS)の選定<br>レベル1.5PRA では、レベル1PRA で炉心損傷に至る可能性があるものとして抽出された事故シーケンスから、さらに事象が進展して格納容器破損に至る事故シーケンスを定量化している。その際、格納容器内の事故進展の特徴を把握するために「格納容器破損時期」、「原子炉圧力容器圧力」、「炉心損傷時期」及び「電源確保」の4 つの属性に着目してレベル1PRA から抽出された事故シーケンスグループを分類し、PDS として定義している。PDS の分類結果を第2-2 表に示す。<br><br>ここで、AE、S1E、S2E は LOCA として1 つのプラント損傷状態とした。これは事故進展解析の結果、冷却材の流出口の大きさが炉心損傷後の事象の進展速度に大きな影響を及ぼすものではないと考えたためである。<br>この PDS の定義に従い、格納容器破損モード毎に格納容器破損頻度、当該破損モードに至る可能性のある全ての PDS を整理した。また、各格納容器破損モードの発生の観点で事象進展が最も厳しくなると考えられる PDS を検討し、評価対象とする PDS を選定した。選定結果を第2-3 表に示す。 | (5) 溶融炉心・コンクリート相互作用<br>ペデスタル（ドライウェル部）における溶融炉心・コンクリート相互作用の観点から厳しい事故シーケンスを選定する（別紙11）。<br><br>上記に基づき，レベル１．５ＰＲＡの知見を活用した格納容器破損防止対策に係る評価事故シーケンスの選定では，先ず，格納容器破損モードごとに格納容器破損の際の結果が厳しくなると判断されるプラント損傷状態（ＰＤＳ）を選定し，その後，選定したＰＤＳを含む事故シーケンスの中から余裕時間，設備容量及び代表性の観点より，評価事故シーケンスを選定することとした。<br><br>2.3.1 評価対象とするプラント損傷状態の選定<br>レベル１．５ＰＲＡでは，レベル１ＰＲＡで炉心損傷に至る可能性があるものとして抽出された事故シーケンスから，さらに事象が進展して格納容器破損に至る事故シーケンスを定量化している。その際，格納容器内の事故進展の特徴を把握するため，「格納容器破損時期」，「原子炉圧力」，「炉心損傷時期」及び「電源の状態」の４つの項目を用いて，レベル１ＰＲＡから抽出された事故シーケンスグループを分類し，分類したものをＰＤＳとして，第2-2表に示すとおり定義した。<br><br>上記のＰＤＳの定義に従い，格納容器破損モードごとに余裕時間，設備容量及び格納容器破損モードの発生の観点で最も厳しくなると考えられるＰＤＳを 2.3(1)～(5)に示した観点で検討し，評価対象とするＰＤＳを第2-3表に示すとおり選定した。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| なお、第 2-2 表において、格納容器破損時期が炉心損傷前と分類されている TW、TC、ISLOCA については、格納容器先行破損の事故シーケンスであることから、解釈の要求事項を踏まえ、事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」、「原子炉停止機能喪失」、「格納容器バイパス(インターフェイスシステム LOCA)」にて炉心損傷防止対策の有効性評価の対象としている。したがって、これらの PDS は、第 2-3 表に示す評価対象とする PDS の選定では考慮していない。 | なお，原子炉圧力容器外溶融燃料－冷却材相互作用のＰＤＳ選定については，溶融炉心・コンクリート相互作用の対策であるペデスタル（ドライウェル部）への事前水張りが与える影響を考慮し，ＰＲＡから抽出されないＰＤＳも対象に含めて選定を実施した。また，雰囲気圧力・温度による静的負荷（過圧・過温）のＰＤＳ選定については，過圧・過温の各々において損傷炉心冷却までは同じシーケンスとなり，各事故シーケンスの対策は損傷炉心への注水（損傷炉心冷却）の点で同じとなることから，有効性評価では過圧・過温を同じ事故シーケンスで評価している。<br>さらに，格納容器破損時期が炉心損傷前に分類されているＴＷ，ＴＢＷ，ＴＣ及びＩＳＬＯＣＡについては，格納容器先行破損又は格納容器バイパスに該当するＰＤＳとなることから，解釈の要求事項を踏まえ，事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」，「原子炉停止機能喪失」及び「格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ）にて炉心損傷防止対策の有効性評価の対象としている。したがって，これらのＰＤＳは，格納容器破損防止対策の有効性評価の評価対象とするＰＤＳとして考慮していない。 | ・東海第二のレベル１．５ＰＲＡでは，ペデスタル（ドライウェル部）の事前水張は実施しない前提で評価しているが，有効性評価ではＭＣＣＩ対策として事前水張を実施するため，ＰＲＡから抽出されるＰＤＳ以外も含めてＰＤＳを選定することを記載。<br>・有効性評価では過圧・過温を同じ事故シーケンスで評価していることを記載。 |
| 2.2.2 評価事故シーケンスの選定の考え方及び選定結果<br>2.2.1 項で格納容器破損モード毎に選定した PDS に属する事故シーケンスを比較し、格納容器破損モードの発生の観点で事象進展が最も厳しくなると考えられる事故シーケンスを検討し、評価事故シーケンスを選定した。選定結果を第 2-4 表に示す。<br>なお、重大事故対処設備により、「雰囲気圧力・温度による静的負荷」のシーケンスを除いた評価事故シーケンスに至るシナリオは全て防止できるため、有効性評価においては重大事故対処設備に期待せず、「雰囲気圧力・温度による静的負荷」のシーケンスを除いた評価事故シーケンス炉心損傷に至る状況を仮定している。<br><br>また、各格納容器破損モードについて、格納容器破損頻度が支配的となる PDS と主要なカットセットの整理を実施し、格納容器破損頻度の観点で支配的となるカットセットに対して今回整備した格納容器破損防止対策が有効であることを確認した。(別紙 4) | 2.3.2　評価事故シーケンスの選定<br>2.3.1 で格納容器破損モードごとに選定したＰＤＳに属する事故シーケンスを整理し，余裕時間，設備容量及び代表制の観点から評価事故シーケンスを選定した。各格納容器破損モードに対する評価事故シーケンスの選定理由及び選定結果について，第 2-4 表に示す。<br>なお，原子炉圧力容器の破損が前提となる「高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱（ＤＣＨ)」，「原子炉圧力容器外溶融燃料－冷却材相互作用（ＦＣＩ)」，「溶融炉心・コンクリート相互作用（ＭＣＣＩ)」の格納容器破損モードについては，物理現象及びその対策の有効性を確認する観点から，一部の重大事故等対処設備による対応に期待せず，原子炉圧力容器破損まで事象が進展する状況を仮定して評価することとする。<br>また，各格納容器破損モードについて，格納容器破損頻度が支配的となるＰＤＳと主要なカットセットの整理を行い，格納容器破損頻度の観点で支配的となるカットセットに対して，今回整備した格納容器破損防止対策が概ね有効であることを確認している（別紙 6)。 | |
| 2.2.3 炉心損傷防止が困難な事故シーケンス等に対する格納容器破損防止対策の有効性<br>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講ずることが困難な事故シーケンスグループのうち、格納容器破損防止対策に期待できるものについては、今回整備した格納容器破損防止対策により格納容器の閉じ込め機能に期待できることを確認している。<br>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講ずることが困難な事故シーケンス及び該当する PDS は以下の通り。以下の事故シーケンスは、「炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待できる」事故シーケンスである。(1.2 項参照)<br>・大 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗<br>2.2.1 項の PDS 選定では、上記の PDS を含めて格納容器破損モード毎に厳しい PDS を選定している。従って、炉心損傷防止が困難な事故シーケンス等についても、今回整備した格納容器破損防止対 | 2.3.3　炉心損傷防止が困難な事故シーケンス等における格納容器破損防止対策の有効性<br>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講ずることが困難な事故シーケンスのうち，格納容器破損防止対策に期待できるものについては，以下の事故シーケンスである<br><br>①　大破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗<br>格納容器破損防止対策の有効性評価における評価シーケンスの選定では，上記シーケンスを含めて選定を実施しており，有効性評価において格納容器破損防止対策が有効に機能することを確認す | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 策により、格納容器の閉じ込め機能に期待できることを確認している。<br><br>2.2.4 直接的に炉心損傷に至る事故シーケンスに対する対策<br><br>1.1.2.2 項において、炉心損傷防止に係る有効性評価において想定する事故シーケンスグループとして新たに追加する必要がないと判断した事故シーケンスグループについては、炉心損傷後の格納容器の閉じ込め機能に期待することが困難な場合が考えられる。一方で、プラントの損傷規模によっては、設計基準事故対処設備や今回整備した重大事故等対処設備により格納容器破損の防止が可能な場合も考えられる。<br>格納容器の閉じ込め機能が喪失するような大規模損傷が生じた場合は、可搬型設備（消防車、電源車等）による対応や放射性物質の拡散を防止する対策（放水設備、シルトフェンス等）により敷地外への放射性物質の拡散抑制等を行い、事故の影響緩和を図る。 | る。<br><br>2.3.4　必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない炉心損傷に直結する事故シーケンスに対する対応<br>1.2.2 で炉心損傷防止対策の有効性評価において想定する事故シーケンスグループとして新たに追加する必要がないと判断した事故シーケンスグループについては，炉心損傷後の格納容器の閉じ込め機能に期待することが困難な場合が考えられる。一方で，プラントの損傷規模によっては，使用可能な設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を柔軟に活用することにより，格納容器破損の防止が可能な場合も考えられる。<br>格納容器の閉じ込め機能が喪失するような深刻な事故が生じた場合は，可搬型のポンプ・電源，放水砲等を駆使した大規模損壊対策による対応も含め，敷地外への放射性物質の拡散抑制等を実施し，臨機応変に影響緩和を試みる。 | |

## 第 2-1 表 格納容器破損モード別格納容器破損頻度

| PRA から抽出された格納容器破損モード | CFF (/炉年) | 全 CFF に占める割合(%) | 解釈 2-1(a)で想定する破損モード | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 原子炉未臨界確保失敗時の過圧破損 | $5.1\times10^{-12}$ | < 0.1 | 雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損) | 解釈 1-2(b)に基づき、「炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認」→事故シーケンスグループ「原子炉未臨界確保失敗」 |
| 過圧破損(炉心損傷前) | $8.7\times10^{-6}$ | 99.9 | | 解釈 1-2(b)に基づき、「炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認」→事故シーケンスグループ「崩壊熱除去機能喪失」 |
| 過圧破損(炉心損傷後) | $3.9\times10^{-10}$ | < 0.1 | | － |
| 過温破損 | $8.4\times10^{-9}$ | 0.1 | | － |
| 格納容器雰囲気直接加熱 | $1.2\times10^{-12}$ | < 0.1 | 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱 | － |
| 水蒸気爆発(原子炉圧力容器内での水蒸気爆発) | － | － | なし | 各種研究により得られた知見から、原子炉圧力容器内で水蒸気爆発が発生し、格納容器破損に至る可能性は極めて低いと評価。(別紙８) |
| 水蒸気爆発(格納容器内での水蒸気爆発) | $3.8\times10^{-13}$ | < 0.1 | 原子炉圧力容器外での溶融燃料－冷却材相互作用 | － |
| コア・コンクリート反応継続 | $1.2\times10^{-11}$ | < 0.1 | 溶融炉心・コンクリート相互作用 | － |
| インターフェイスシステム LOCA | $9.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | なし | 解釈 1-2(b)に基づき「炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認」→事故シーケンスグループ「格納容器バイパス(インターフェイスシステム LOCA)」 |
| 格納容器隔離失敗 | $5.5\times10^{-11}$ | < 0.1 | なし | 通常の運転管理において格納容器の状態を確認する運用としていること、本破損モードの CFF 及び全 CFF に対する寄与割合が極めて小さいこと、格納容器隔離失敗を考慮すべき PDS の多くについて炉心損傷防止対策の有効性を確認しており、格納容器外への放射性物質の大規模な放出防止が可能と考えられることから、格納容器隔離失敗を個別プラント評価により抽出された格納容器破損モードとして追加する必要はないと判断。 |
| 水素燃焼 | － | － | 水素燃焼 | 柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉では、運転中、格納容器内を窒素で置換しており、酸素濃度を低く管理しているため、水素及び酸素が可燃限界に至る可能性が十分小さいと評価し、PRA で定量化する格納容器破損モードから除外しているが、有効性評価においては窒素置換の有効性を確認する観点で有効性評価の対象とする。 |
| 格納容器直接接触(シェルアタック) | － | － | 格納容器直接接触(シェルアタック) | RCCV 型の格納容器である柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉では構造的に発生する可能性は無い格納容器破損モードであることから、有効性評価における評価対象から除外した。 |
| 合計 | $8.7\times10^{-6}$ | 100 | | |

注：灰色の箇所は、格納容器破損防止対策の有効性評価で考慮しないことを意味する。

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

## 第2-1表　格納容器破損モード別格納容器破損頻度

| レベル１．５ＰＲＡから抽出した格納容器破損モード | 格納容器破損頻度（／炉年） | 寄与割合（%） | 解釈２-１（a）の必ず想定する格納容器破損モード | 備　考 |
|---|---|---|---|---|
| 未臨界確保失敗時の過圧破損（炉心損傷前） | 2.5E-08 | <0.1 | なし | 解釈１－２（ｂ）に基づき，「炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性がある」ことを確認 ⇒事故シーケンスグループ「原子炉停止機能喪失」 |
| 崩壊熱除去失敗時の過圧破損（炉心損傷前） | 6.0E-05 | 99.7 | なし | 解釈１－２（ｂ）に基づき，「炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性がある」ことを確認 ⇒事故シーケンスグループ「崩壊熱除去失敗」 |
| 格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ） | 4.8E-10 | <0.1 | なし | 解釈１－２（ｂ）に基づき，「炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性がある」ことを確認 ⇒事故シーケンスグループ「格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ）」 |
| 格納容器バイパス（格納容器隔離失敗） | 6.1E-10 | <0.1 | なし | 本破損モードは，事象の進展に伴い発生するものではなく，格納容器隔離に失敗しないように運用上の対策をとっていること，格納容器の隔離機能が喪失する頻度が十分に低いことから，個別プラント評価により抽出された格納容器破損モードとして追加する必要はないと判断 |
| 崩壊熱除去失敗時の過圧破損（炉心損傷後，サプレッション・プールへの溶融物落下なし） | 2.2E-09 | <0.1 | 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧/過温破損） | － |
| 過温破損（炉心損傷後，サプレッション・プールへの溶融物落下なし） | 7.9E-08 | 0.2 | | － |
| 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱 | 8.5E-09 | <0.1 | 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱 | － |
| 溶融燃料－冷却材相互作用（ペデスタル） | 2.2E-14 | <0.1 | 圧力容器外での溶融燃料－冷却材相互作用 | － |
| 崩壊熱除去失敗時の過圧破損（炉心損傷後，サプレッション・プールへの溶融物落下あり） | 1.8E-08 | <0.1 | 溶融炉心・コンクリート相互作用 | Ｍａｒｋ－Ⅱ型格納容器特有の溶融物がサプレッション・プールへ落下した後に発生する破損モードについては，ペデスタル（ドライウェル部）床における溶融炉心・コンクリート相互作用に引き続いて発生する破損モードであること，及び当該破損モードの防止のためにはペデスタル（ドライウェル部）床における溶融炉心・コンクリート相互作用を防止することが有効であることを考慮し，解釈に基づき必ず想定する破損モード「溶融炉心・コンクリート相互作用」として整理した。 |
| 過温破損（炉心損傷後，サプレッション・プールへの溶融物落下あり） | 4.7E-10 | <0.1 | | |
| 溶融燃料－冷却材相互作用（サプレッション・プール） | 2.5E-09 | <0.1 | | |
| 溶融炉心・コンクリート相互作用 | 1.3E-10 | <0.1 | | |
| 合計 | 6.1E-05 | 100 | － | － |

注：ハッチングは，格納容器破損防止対策の有効性評価で考慮しないことを示す。

東二

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応



64

第 2-2 表 プラント損傷状態(PDS)の定義

| PDS | PCV 破損時期 | RPV 圧力 | 炉心損傷時期 | プラント損傷時点での電源有無 |
|---|---|---|---|---|
| TQUV | 炉心損傷後 | 低圧 | 早期 | AC/DC 電源有 |
| TQUX | 炉心損傷後 | 高圧 | 早期 | AC/DC 電源有 |
| 長期 TB | 炉心損傷後 | 高圧 | 後期 | DC 電源有<br>AC 電源無 |
| TBU | 炉心損傷後 | 高圧 | 早期 | DC 電源有<br>AC 電源無 |
| TBP | 炉心損傷後 | 低圧 | 早期 | DC 電源有<br>AC 電源無 |
| TBD | 炉心損傷後 | 高圧 | 早期 | DC 電源無 |
| LOCA<br>・AE(大 LOCA)<br>・S1E(中 LOCA)<br>・S2E(小 LOCA) | 炉心損傷後 | 低圧※ | 早期 | AC/DC 電源有 |
| TW | 炉心損傷前 | － | 後期 | － |
| TC | 炉心損傷前 | － | 早期 | － |
| 格納容器バイパス(ISLOCA) | 炉心損傷前 | － | 早期 | － |

※　S1E や S2E では、高圧状態で炉心損傷に至る場合が考えられるが、LOCA は速やかな冷却材流出の影響を確認する PDS として、大 LOCA をその代表として扱うこととし、高圧状態かつ早期に炉心損傷に至る事象は TQUX で代表させることとした。

注：網掛けは格納容器先行破損に至る事故シーケンスであることから、解釈 1-2(b)に基づき、「炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性があることを確認」する。このため、格納容器破損防止対策の有効性評価の対象外とする PDS を示す。

比較表

東二

第2-2表　プラント損傷状態（ＰＤＳ）の定義

| ＰＤＳ | 格納容器破損時期 | 原子炉圧力 | 炉心損傷時期 | 電源確保 |
|---|---|---|---|---|
| ＴＱＵＶ | 炉心損傷後 | 低圧 | 早期 | 交流電源　有<br>直流電源　有 |
| ＴＱＵＸ | 炉心損傷後 | 高圧 | 早期 | 交流電源　有<br>直流電源　有 |
| 長期ＴＢ | 炉心損傷後 | 高圧 | 後期 | 交流電源　無<br>直流電源　有 |
| ＴＢＵ | 炉心損傷後 | 高圧 | 早期 | 交流電源　無<br>直流電源　有 |
| ＴＢＰ | 炉心損傷後 | 低圧 | 早期 | 交流電源　無<br>直流電源　有 |
| ＴＢＤ | 炉心損傷後 | 高圧 | 早期 | 交流電源　無<br>直流電源　無 |
| ＴＷ | 炉心損傷前 | － | 後期 | － |
| ＴＢＷ | 炉心損傷前 | － | 後期 | － |
| ＴＣ | 炉心損傷前 | － | 早期 | － |
| ＬＯＣＡ | 炉心損傷後 | 低圧 | 早期 | 交流電源　有<br>直流電源　有 |
| ＩＳＬＯＣＡ | 炉心損傷前 | － | 早期 | － |

注：ハッチングは炉心損傷前に格納容器破損に至る事故シーケンスであることから，解釈１－２（ｂ）に基づき，「炉心の著しい損傷を防止する対策に有効性がある」ことを確認する。このため，格納容器破損防止対策の有効性評価の対象外とするＰＤＳを示す。

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応



65

## 第2-3 表 評価対象とするプラント損傷状態(PDS)の選定

| 解釈で想定する格納容器破損モード | | 破損モード別CFF(/炉年) | 該当するPDS | PDS別CFF(/炉年) | 破損モードのCFFに占める割合(%) | 最も厳しいPDSの考え方 | 選定したPDS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧破損) | $3.9\times10^{-10}$ | TQUV | $2.5\times10^{-13}$ | 0.1 | 【事象進展(過圧・過温)緩和の余裕時間及び設備容量の厳しさ】<br>・TQUX、TQUV、TB の各シナリオと比較し、LOCA は一次冷却材の流出を伴うことから水位低下が早く、事象進展が早い。<br>・過圧破損については長期 TB や TBU が支配的であることから、全交流動力電源喪失の寄与が高い。<br>・過圧破損については対策として格納容器の除熱が必要となる。<br>・過温破損については LOCA の寄与が高い。<br>・過温破損については対策として格納容器(損傷炉心)への注水が必要となる。<br>・LOCA に ECCS 注水機能喪失及び全交流動力電源喪失を加えることで、電源の復旧、注水機能の確保等必要となる事故対処設備が多く、格納容器破損防止対策を講じるための対応時間が厳しいシナリオとなる。これにより、格納容器への注水・除熱対策の有効性を網羅的に確認可能なシナリオとなる。なお、いずれの PDS を選定しても必要な監視機能は維持可能である。<br>以上より、LOCA に SBO を加え、過圧及び過温への対策の有効性を総合的に評価するための PDS とする。 | LOCA<br>+SBO |
| | | | TQUX | $1.8\times10^{-10}$ | 46.3 | | |
| | | | LOCA | $3.0\times10^{-18}$ | < 0.1 | | |
| | | | 長期 TB | $1.1\times10^{-10}$ | 29.0 | | |
| | | | TBU | $8.0\times10^{-11}$ | 20.5 | | |
| | | | TBP | $1.6\times10^{-11}$ | 4.2 | | |
| | | | TBD | － | | | |
| | 雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損) | $8.4\times10^{-9}$ | TQUV | $9.5\times10^{-10}$ | 11.4 | | |
| | | | TQUX | $2.2\times10^{-9}$ | 26.7 | | |
| | | | LOCA | $4.5\times10^{-9}$ | 53.5 | | |
| | | | 長期 TB | $2.7\times10^{-10}$ | 3.2 | | |
| | | | TBU | $2.9\times10^{-10}$ | 3.5 | | |
| | | | TBP | $5.7\times10^{-11}$ | 0.7 | | |
| | | | TBD | $8.0\times10^{-11}$ | 1.0 | | |
| 2 | 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱(DCH) | $1.2\times10^{-12}$ | TQUV | － | | 【事象進展緩和(減圧)の余裕時間の厳しさ】<br>・長期 TB は事象初期において RCIC による冷却が有効な PDS であり、減圧までの時間余裕の観点では TQUX、TBD、TBU の方が厳しい。<br>・高圧状態で炉心損傷に至る点では TQUX、TBD、TBU に PDS 選定上の有意な違いは無い。<br>以上より、最も厳しい PDS から、TQUX を代表として選定した。なお、いずれの PDS を選定しても必要な監視機能は維持可能である。 | TQUX |
| | | | TQUX | $3.5\times10^{-14}$ | 2.9 | | |
| | | | LOCA | － | | | |
| | | | 長期 TB | $1.1\times10^{-12}$ | 96.4 | | |
| | | | TBU | $4.7\times10^{-15}$ | 0.4 | | |
| | | | TBP | － | | | |
| | | | TBD | $3.3\times10^{-15}$ | 0.3 | | |
| 3 | 原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用(炉外 FCI) | $3.8\times10^{-13}$ | TQUV | $1.1\times10^{-16}$ | < 0.1 | 【事象(FCI における発生エネルギーの大きさ)の厳しさ】<br>・溶融炉心落下時の発生エネルギーは、格納容器下部の水中に落下する溶融炉心の量が多く、溶融炉心の保有エネルギーが大きいほど大きくなる。この観点から、高圧の状態が維持される TQUX 及び TBU、長期 TB は選定対象から除外した。<br>・LOCA は、炉内での蒸気の発生状況の差異から、酸化ジルコニウムの質量割合が他の低圧破損シーケンス(TQUV、TBP)より小さくなり※、デブリの内部エネルギーが小さくなると考えられる。また、LOCA では破断口から高温の冷却材が流出し、格納容器下部ドライウェルに滞留する。FCI は低温の水に落下する場合の方が厳しい事象であることから、LOCA を選定対象から除外した。<br>・TBP について、事象初期の RCIC による一時的な注水を考慮すると、TQUV に比べて水位低下が遅く、事象進展が遅い。<br>・過渡事象のうち、原子炉の水位低下が早い事象を選定することで対応が厳しいシーケンスとなる。<br>以上より、TQUV が最も厳しい PDS となる。なお、いずれの PDS を選定しても必要な監視機能は維持可能である。<br>※LOCA 事象は一次冷却材の流出を伴い、発生蒸気によるジルコニウム酸化割合が他の低圧破損シーケンスよりも少ないため。 | TQUV |
| | | | TQUX | $1.3\times10^{-13}$ | 35.2 | | |
| | | | LOCA | $2.1\times10^{-13}$ | 56.3 | | |
| | | | 長期 TB | $9.7\times10^{-15}$ | 2.5 | | |
| | | | TBU | $1.9\times10^{-14}$ | 4.9 | | |
| | | | TBP | $4.0\times10^{-15}$ | 1.1 | | |
| | | | TBD | － | | | |
| 4 | 溶融炉心・コンクリート相互作用(MCCI) | $1.2\times10^{-11}$ | TQUV | $1.6\times10^{-14}$ | 0.1 | 【事象(MCCI に寄与する溶融炉心のエネルギーの大きさ)の厳しさ】<br>・MCCI の観点からは、格納容器下部に落下する溶融炉心の割合が多くなる原子炉圧力容器が低圧で破損に至るシーケンスが厳しい。この観点で、高圧の状態が維持される TQUX 及び TBU、長期 TB を選定対象から除外した。<br>・LOCA は格納容器下部ドライウェルへの冷却材の流入の可能性があり、MCCI の観点で厳しい事象ではないと考えられるため、選定対象から除外した。<br>・過渡事象のうち、原子炉の水位低下が早い事象を選定することで対応が厳しいシーケンスとなる。<br>以上より、TQUV が最も厳しい PDS となる。なお、いずれの PDS を選定しても必要な監視機能は維持可能である。 | TQUV |
| | | | TQUX | $8.1\times10^{-12}$ | 69.9 | | |
| | | | LOCA | $2.2\times10^{-20}$ | < 0.1 | | |
| | | | 長期 TB | $1.5\times10^{-12}$ | 12.7 | | |
| | | | TBU | $1.7\times10^{-12}$ | 14.4 | | |
| | | | TBP | $3.2\times10^{-13}$ | 2.8 | | |
| | | | TBD | － | | | |
| 5 | 水素燃焼 | － | － | － | | 【有効性評価に関する審査ガイドの選定基準等との整合】<br>・審査ガイド 3.2.3(4)b.(a)では「PRA に基づく格納容器破損シーケンスの中から水素燃焼の観点から厳しいシーケンスを選定する。」と記載されているが、柏崎刈羽原子力発電所(KK6 号炉及び 7 号炉では格納容器内を窒素で置換しているため、水素燃焼による格納容器破損シーケンスは抽出されない。このため、KK6 号炉及び 7 号炉において評価することが適切と考えられる炉心損傷シーケンスを PDS として選定するものとする。<br>【評価において着目するパラメータ】<br>・KK6 号炉及び 7 号炉では、格納容器内が窒素置換され、初期酸素濃度が低く保たれている。また、炉心損傷に伴い、水素濃度は容易に可燃限界を超えることから、水素燃焼防止の観点からは酸素濃度が重要になる。このため、水の放射線分解に伴う酸素濃度の上昇に着目する。<br>【KK6 号炉及び 7 号炉において評価する事故シーケンス】<br>・KK6 号炉及び 7 号炉において、国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷を防止できない事故シーケンスであるが、格納容器においてその事象進展を緩和できる考えられる事故シーケンスとしては、大 LOCA と ECCS 注水機能の喪失が重畳する事故シーケンスが抽出されている。このため、PDS としては LOCA(大 LOCA＋ECCS 注水機能喪失)を選定することが適切と考えられる。これに加え、「雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)」の評価事故シーケンスでは、対応の厳しさの観点で SBO の重畳を設定していることを考慮し、LOCA(大 LOCA＋ECCS 注水機能喪失)+SBO を PDS として選定する。 | LOCA<br>+SBO |

## 第2-3表　評価対象とするプラント損傷状態（ＰＤＳ）の選定

| 解釈で想定する格納容器破損モード | 格納容器破損頻度(/炉年) | ＰＤＳ | 格納容器破損頻度(/炉年) | 寄与割合(%) | 評価対象となるＰＤＳの選定の考え方 | 評価対象ＰＤＳ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧破損） | 2.2E-09 | ＴＱＵＶ | － | － | 【事象進展（過圧・過温）緩和の余裕時間及び設備容量の厳しさ】<br>・他のＰＤＳと比較して，ＬＯＣＡは炉心損傷までの猶予を伴うことから，水位低下が遅く，事象進展が遅い。<br>・過圧破損については対策として格納容器の除熱が必要となる。<br>・過温破損については対策として格納容器（損傷炉心）への注水が必要となる。<br>・ＬＯＣＡにＥＣＣＳ注水機能喪失及び全交流動力電源喪失を加えることで，電源の復旧，注水機能の確保等必要となる事故対処設備が多く，格納容器破損防止対策を講じるための対応時間が厳しくなり，事象等級への注水・除熱対策の有効性を網羅的に確認可能なシナリオとなる。なお，いずれのＰＤＳを選定しても必要な監視機能は維持可能である。<br>以上より，ＬＯＣＡにＳＢＯを加え，過圧及び過温への対策の有効性を総合的に評価するためのＰＤＳとする。 | ＬＯＣＡ<br>＋ＳＢＯ |
| | | ＴＱＵＸ | 2.2E-09 | 100.0 | | |
| | | 長期ＴＢ | － | － | | |
| | | ＴＢＵ | － | － | | |
| | | ＴＢＰ | － | － | | |
| | | ＴＢＤ | － | － | | |
| | | ＬＯＣＡ | － | － | | |
| 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損） | 7.9E-08 | ＴＱＵＶ | － | － | | |
| | | ＴＱＵＸ | 6.3E-09 | 8.0 | | |
| | | 長期ＴＢ | 6.9E-08 | 86.7 | | |
| | | ＴＢＵ | 4.2E-09 | 5.3 | | |
| | | ＴＢＰ | － | － | | |
| | | ＴＢＤ | 5.9E-12 | <0.1 | | |
| | | ＬＯＣＡ | 2.1E-11 | <0.1 | | |
| 高圧溶融物／格納容器雰囲気直接加熱（ＤＣＨ）※1 | 8.5E-09 | ＴＱＵＶ | － | － | 【事象進展緩和（減圧）の余裕時間の厳しさ】<br>・長期ＴＢは事象初期においてＲＣＩＣによる冷却が有効なＰＤＳであり，減圧までの余裕時間の観点ではＴＱＵＸ，ＴＢＤ，ＴＢＵの方が厳しい。<br>・高圧状態で原子炉圧力容器破損に至る点ではＴＱＵＸ，ＴＢＤ，ＴＢＵにＰＤＳ選定上の有意な違いはない。<br>以上より，最も厳しいＰＤＳから，ＴＱＵＸを評価対象ＰＤＳとして選定する。なお，いずれのＰＤＳを選定しても必要な監視機能は維持可能である。 | ＴＱＵＸ |
| | | ＴＱＵＸ | 2.4E-11 | 0.3 | | |
| | | 長期ＴＢ | 8.5E-09 | 99.5 | | |
| | | ＴＢＵ | 1.6E-11 | 0.2 | | |
| | | ＴＢＰ | － | － | | |
| | | ＴＢＤ | 2.2E-14 | <0.1 | | |
| | | ＬＯＣＡ | － | － | | |
| 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用（ＦＣＩ）※1，2 | 2.2E-14 | ＴＱＵＶ | － | － | 【事象（ＦＣＩにおける発生エネルギーの大きさ）の厳しさ】<br>・溶融燃料－冷却材相互作用の発生エネルギーは，格納容器下部の水中に落下する溶融炉心の量が多く，保有エネルギーが大きくなるほど厳しくなる。この観点から，高圧状態が維持されるＰＤＳであるＴＱＵＸ，ＴＢＤ，ＴＢＵ，長期ＴＢはＦＣＩの観点で厳しい事象とはならないと考えられる。<br>・ＬＯＣＡは，炉内での蒸気の発生状況の差異から，酸化ジルコニウムの質量割合が他の低圧破損シーケンス（ＴＱＵＶ，ＴＢＰ）より小さくなり，デブリの内部エネルギーが小さくなると考えられる※3。<br>・ＴＢＰについて，事象初期のＲＣＩＣによる一時的な注水を考慮すると，ＴＱＵＶに比べて水位低下が遅く事象進展が遅い。<br>・過渡事象のうち，原子炉の水位低下が早い事象を選定することで対応が厳しいシーケンスとなる。<br>以上より，ＦＣＩの厳しさの観点でＴＱＵＶを評価対象ＰＤＳとして選定する。なお，いずれのＰＤＳを選定しても必要な監視機能は維持可能である。<br>※3：ＬＯＣＡ事象は原子炉冷却材の流出を伴い，発生蒸気によるジルコニウム酸化割合が他の低圧破損シーケンスよりも少ないため。 | ＴＱＵＶ |
| | | ＴＱＵＸ | 2.2E-14 | 100.0 | | |
| | | 長期ＴＢ | － | － | | |
| | | ＴＢＵ | － | － | | |
| | | ＴＢＰ | － | － | | |
| | | ＴＢＤ | － | － | | |
| | | ＬＯＣＡ | 2.8E-20 | <0.1 | | |
| 溶融炉心・コンクリート相互作用（ＭＣＣＩ）※1 | 2.1E-08 | ＴＱＵＶ | 3.3E-09 | 16.7 | 【事象（ＭＣＣＩに寄与する溶融炉心のエネルギーの大きさ）及び事象緩和のための対応の厳しさ】<br>・ＭＣＣＩの観点からは，ペデスタル（ドライウェル※2）に落下する溶融炉心の割合が多くなる原子炉圧力容器が低圧で破損に至るシーケンスが厳しい。この観点で，高圧状態が維持されるＰＤＳであるＴＱＵＸ，ＴＢＤ，ＴＢＵ，長期ＴＢはＭＣＣＩの観点で厳しい事象とはならないと考えられる。<br>・ＬＯＣＡは，原子炉圧力容器破損のタイミングが破損事象より早いため，溶融炉心の物理挙動は過渡事象において早いが，有効性評価における本格的な格納容器破損モード下に対しては，原子炉圧力容器破損までの原子炉注水に期待していない評価としていること，原子炉圧力容器破損までの余裕時間は事象発生から数時間以上あることから，事象後半のための対応操作の観点で大きな差異はない。<br>・ＦＣＩとＭＣＣＩは原子炉圧力容器破損に発生する一連の物理現象であることから，ＦＣＩと同じＰＤＳを選定することにより，一連のプラント挙動を監視することができる。<br>以上より，対ＭＣＣＩへの対応の厳しさの観点でＴＱＵＶを評価対象ＰＤＳとして選定する。なお，いずれのＰＤＳを選定しても必要な監視機能は維持可能である。 | ＴＱＵＶ |
| | | ＴＱＵＸ | 7.0E-10 | 3.3 | | |
| | | 長期ＴＢ | － | － | | |
| | | ＴＢＵ | 1.7E-08 | 78.6 | | |
| | | ＴＢＰ | 5.2E-10 | 2.5 | | |
| | | ＴＢＤ | － | － | | |
| | | ＬＯＣＡ | 6.8E-16 | <0.1 | | |
| 水素燃焼 | － | － | － | － | 【有効性評価に関する審査ガイドの選定基準等との整合】<br>・審査ガイドでは，「ＰＲＡに基づく格納破損シーケンスの中から水素燃焼の観点から厳しいシーケンスを選定する。」と記載されているが，東海第二発電所では格納容器内を窒素で置換しているため，レベル１．５ＰＲＡでは水素燃焼により格納容器が破損するシーケンスは考慮していない。このため，東海第二発電所において評価することが適切と考えられる評価事故シーケンスを選定するものとする。<br>【評価において着目するパラメータ】<br>・東海第二発電所では，格納容器内が窒素置換され，初期酸素濃度が低く保たれている。また，炉心損傷に伴い，水素は容易に可燃限界を超えることから，水素燃焼防止の観点では酸素濃度が重要となる。このため，水の放射線分解に伴う酸素濃度の上昇に着目する。<br>【東海第二発電所において評価するシーケンス】<br>・東海第二発電所において，国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷を防止できない事故シーケンスであるが，格納容器においてその事象進展を緩和できると考えられる事故シーケンスとして，ＬＯＣＡとＥＣＣＳ注水機能喪失が重畳する事故シーケンスが抽出されている。このため，評価シーケンスとしては，ＬＯＣＡ（ＬＯＣＡ＋ＥＣＣＳ注水機能喪失）を選定することが適切であると考えられる。これに加え，「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」の評価シーケンスでは，対応の厳しさの観点でＳＢＯの重畳を想定していることを考慮し，ＬＯＣＡ＋ＳＢＯをＰＤＳとして選定する。 | ＬＯＣＡ<br>＋ＳＢＯ |

※1：ＤＣＨ，ＦＣＩ，ＭＣＣＩにおいて選定した評価事故シーケンスについては，重大事故等対策による対応により原子炉圧力容器内での事象収束が可能だが，原子炉圧力容器破損が重畳となる破損モードにおける物理現象及びその対策の有効性を確認する観点から仮想的に一部の重大事故等対処設備による対応に期待せず，原子炉圧力容器破損まで事象が進展することを仮定して評価することとする。





赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応



66

## 第 2-4 表 格納容器破損防止対策の評価事故シーケンスの選定

| 格納容器破損モード | 評価対象としたPDS | | 該当する事故シーケンス※1 | 格納容器破損防止対策 | 評価事故シーケンス選定の考え方 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧破損) | LOCA+SBO | ◎ | ①大 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(デブリ冷却成功)＋RHR 失敗 | ・低圧代替注水系(常設)による原子炉注水<br>・代替格納容器スプレイ冷凍系による格納容器の圧力制御<br>・格納容器圧力逃がし装置による除熱<br>・代替循環冷却(低圧代替注水系及び代替原子炉補機冷却系を用いた除熱) | 【事象進展(過圧)緩和の余裕時間及び設備容量の厳しさ】<br>・中小 LOCA と比較し、大 LOCA は原子炉水位の低下が早いため、対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>・中小 LOCA と比較し、大 LOCA は水位回復に必要な流量が多いため、必要な設備容量の観点で厳しい。<br>以上より、①を評価事故シーケンスとして選定。 | 左記の通り、過圧・過温各々において、損傷炉心冷却失敗までは同じ事故シーケンスが選定される。また、各評価事故シーケンスの対策は損傷炉心への注水(損傷炉心冷却)の点で同じとなることから、有効性評価では過圧・過温を同じ事故シーケンスで評価している。 |
| | | — | ②中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(デブリ冷却成功)＋RHR 失敗 | | | |
| | | — | ③中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋原子炉減圧失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(デブリ冷却成功)＋RHR 失敗 | | | |
| | | — | ④小 LOCA＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(デブリ冷却成功)＋RHR 失敗 | | | |
| | | — | ⑤小 LOCA＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(デブリ冷却成功)＋RHR 失敗 | | | |
| 雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損) | LOCA+SBO | ◎ | ①大 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋下部 D/W 注水失敗 | | 【事象進展(過温)緩和の余裕時間及び設備容量の厳しさ】<br>・中小 LOCA と比較し、大 LOCA は原子炉水位の低下が早いため、対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>・中小 LOCA と比較し、大 LOCA は水位回復に必要な流量が多いため、必要な設備容量の観点で厳しい。<br>以上より、①を評価事故シーケンスとして選定。 | |
| | | — | ②中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋低圧 ECCS 注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋下部 D/W 注水失敗 | | | |
| | | — | ③中 LOCA＋HPCF 注水失敗＋原子炉減圧失敗＋損傷炉心冷却失敗＋下部 D/W 注水失敗 | | | |
| | | — | ④小 LOCA＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋下部 D/W 注水失敗 | | | |
| | | — | ⑤小 LOCA＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗＋損傷炉心冷却失敗＋下部 D/W 注水失敗 | | | |
| 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱(DCH) | TQUX | ◎ | ①過渡事象＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗＋炉心損傷後の原子炉減圧失敗＋DCH 発生 | ・原子炉圧力容器破損までに手動操作により原子炉を減圧 | 【余裕時間の厳しさ】<br>・過渡事象(全給水喪失事象)は原子炉水位低(L3)が事象進展の起点となるため、通常水位から原子炉停止に至る手動停止、サポート系喪失と比較して事象進展が早い。このため、対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>【事象(DCH 発生時の炉圧)の厳しさ】<br>・原子炉圧力容器破損時には原子炉圧力が高圧で維持されている場合の方が、DCH 発生の可能性及び発生時の影響の観点で厳しいと考えられるこのため、SRV 再開失敗を含まないシーケンスの方が厳しい。<br>以上より、①を評価事故シーケンスとして選定。 | |
| | | — | ②過渡事象＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗＋炉心損傷後の原子炉減圧失敗＋DCH 発生 | | | |
| | | — | ③通常停止＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗＋炉心損傷後の原子炉減圧失敗＋DCH 発生 | | | |
| | | — | ④通常停止＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗＋炉心損傷後の原子炉減圧失敗＋DCH 発生 | | | |
| | | — | ⑤サポート系喪失＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗＋炉心損傷後の原子炉減圧失敗＋DCH 発生 | | | |
| | | — | ⑥サポート系喪失＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋原子炉減圧失敗＋炉心損傷後の原子炉減圧失敗＋DCH 発生 | | | |
| 原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用(FCI) | TQUV | ◎ | ①過渡事象＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋FCI 発生 | ・なし。(原子炉圧力容器外の溶融燃料・冷却材相互作用が発生しても格納容器圧力バウンダリの機能喪失には至らない。なお、本事象では、発生時の厳しさの観点から格納容器下部ドライウェルへの水張りを考慮して有効性評価を実施している。) | 【余裕時間の厳しさ】<br>・過渡事象(全給水喪失事象)は原子炉水位低(L3)が事象進展の起点となるため、通常水位から原子炉停止に至る手動停止、サポート系喪失と比較して事象進展が早い。このため、対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>【事象(FCI 発生時)の厳しさ】<br>・いずれのシーケンスも原子炉圧力が低圧の状態で原子炉容器破損に至ることから、定性的にも各シーケンスで FCI が発生した際の事象の厳しさを比較することは困難である。<br>以上より、発生頻度の観点で大きいと考えられる SRV 再開失敗を含まない、①を評価事故シーケンスとして選定。 | |
| | | — | ②過渡事象＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋FCI 発生 | | | |
| | | — | ③通常停止＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋FCI 発生 | | | |
| | | — | ④通常停止＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋FCI 発生 | | | |
| | | — | ⑤サポート系喪失＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋FCI 発生 | | | |
| | | — | ⑥サポート系喪失＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋FCI 発生 | | | |
| 溶融炉心・コンクリート相互作用(MCCI) | TQUV | ◎ | ①過渡事象＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(下部 D/W 注水成功)＋デブリ冷却失敗 | ・溶融炉心落下までに格納容器下部ドライウェルへの水張り及び落下後の崩壊熱除去に必要な流量での注水 | 【余裕時間の厳しさ】<br>・過渡事象(全給水喪失事象)は原子炉水位低(L3)が事象進展の起点となるため、通常水位から原子炉停止に至る手動停止、サポート系喪失と比較して事象進展が早い。このため、対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>【事象(MCCI 発生時)の厳しさ】<br>・いずれのシーケンスも原子炉圧力が低圧の状態で原子炉容器破損に至ることから、定性的にも各シーケンスで MCCI が発生した際の事象の厳しさを比較することは困難である。<br>以上より、発生頻度の観点で大きいと考えられる SRV 再開失敗を含まない、①を評価事故シーケンスとして選定。 | |
| | | — | ②過渡事象＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(下部 D/W 注水成功)＋デブリ冷却失敗 | | | |
| | | — | ③通常停止＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(下部 D/W 注水成功)＋デブリ冷却失敗 | | | |
| | | — | ④通常停止＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗<br>＋損傷炉心冷却失敗＋(下部 D/W 注水成功)＋デブリ冷却失敗 | | | |
| | | — | ⑤サポート系喪失＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗＋損傷炉心冷却失敗＋(下部 D/W 注水成功)＋デブリ冷却失敗 | | | |
| | | — | ⑥サポート系喪失＋SRV 再開失敗＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗<br>＋損傷炉心冷却失敗＋(下部 D/W 注水成功)＋デブリ冷却失敗 | | | |
| 水素燃焼 | LOCA+SBO | — | — | ・窒素置換による格納容器雰囲気の不活性化 | 【事象(酸素濃度上昇)の厳しさ】<br>・ジルコニウム-水反応による水素の過剰な発生を抑制する観点から、炉心損傷後に交流電源を復旧して原子炉注水を実施し、その後の事象進展に対応するシナリオを評価するものとする。<br>・格納容器ベントを実施する場合、格納容器内の水素及び酸素が大気中に放出され、格納容器内の水素及び酸素濃度が大きく低下することから、格納容器ベントを実施しないシナリオを評価するものとする。<br>・重大事故等対処設備によって炉心損傷を防止できる PDS についても、事象発生後の格納容器内の気体の流れ等、酸素濃度の上昇の観点で LOCA+SBO と大きく異なる PDS については、有効性評価において適宜その感度を確認するものとする。 | |

※1 ◎は選定した重要事故シーケンスを示す。また、各シーケンスの赤字で示した部分が炉心損傷まで、青字で示した部分が炉心損傷以降のシーケンスを示す。

## 第2-4表　格納容器破損防止対策の評価事故シーケンスの選定

| 格納容器破損モード | 評価対象としたPDS | | 該当する事故シーケンス※2 | 格納容器破損防止対策 | 評価対象事故シーケンスの選定の考え方 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧破損） | LOCA＋SBO | ◎ | ① 大破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋（デブリ冷却成功）＋格納容器注水（ドライウェル）失敗※3 | ・低圧代替注水系(常設)<br>・代替格納容器スプレイ冷凍系(常設)<br>・格納容器圧力逃がし装置<br>・代替循環冷却系 | 【余裕時間の厳しさ】<br>・中小破断ＬＯＣＡと比較し、大破断ＬＯＣＡは原子炉水位の低下が早いため、対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>【設備容量の厳しさ】<br>・中小破断ＬＯＣＡと比較し、大破断ＬＯＣＡは原子炉水位回復に必要な流量が大きいため、必要な設備容量の観点で厳しい。<br>【代表性】<br>・①、②は原子炉減圧の成否で異なるシーケンスとなっているものの、発生頻度の大きさの観点で、①が代表性を有する。<br>以上より、①を評価事故シーケンスとして選定。 | 左記のとおり、過圧・過温の各々において損傷炉心冷却失敗までは同じ事故シーケンスとなり、各事故シーケンスの対策は損傷炉心への注水（損傷炉心冷却）の点で同じとなることから、有効性評価では過圧・過温を同じ事故シーケンスで評価している。 |
| | | — | ② 中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋（デブリ冷却成功）＋格納容器注水（ドライウェル）失敗※3 | | | |
| | | — | ③ 中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗＋損傷炉心冷却失敗＋（デブリ冷却成功）＋格納容器注水（ドライウェル）失敗※3 | | | |
| 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損） | LOCA＋SBO | ◎ | ① 大破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋格納容器注水（ドライウェル）失敗 | | 【余裕時間の厳しさ】<br>・中小破断ＬＯＣＡと比較し、大破断ＬＯＣＡは原子炉水位の低下が早いため、対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>【設備容量の厳しさ】<br>・中小破断ＬＯＣＡと比較し、大破断ＬＯＣＡは原子炉水位回復に必要な流量が大きいため、必要な設備容量の観点で厳しい。<br>【代表性】<br>・①、②は原子炉減圧の成否で異なるシーケンスとなっているものの、発生頻度の大きさの観点で、①が代表性を有する。<br>以上より、①を評価事故シーケンスとして選定。 | |
| | | — | ② 中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋格納容器注水（ドライウェル）失敗 | | | |
| | | — | ③ 中小破断ＬＯＣＡ＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗＋損傷炉心冷却失敗＋格納容器注水（ドライウェル）失敗 | | | |
| 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱（DCH）※1 | TQUX | ◎ | ① 過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋手動減圧失敗－炉心損傷後の手動減圧失敗＋ＤＣＨ | ・原子炉手動減圧 | 【余裕時間の厳しさ】<br>・原子炉が自動停止する運転事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としているシーケンスは，過渡停止させるシーケンスと比較して事象進展が早い。このため，対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>【設備容量の厳しさ】<br>・原子炉が自動停止する運転事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としているシーケンスは，過渡停止させるシーケンスと比較して事象進展が早い。このため，対応時の余裕時間に必要な設備容量の観点で厳しい。<br>【代表性】<br>・①～③は過渡事象が異なるものの，同じ事故シーケンスとなり，各事故シーケンスの対策は同様であることから，代表性を有するものとして過渡事象を選定。<br>以上より，①を評価事故シーケンスとして選定。 | |
| | | — | ② 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋手動減圧失敗＋炉心損傷後の手動減圧失敗＋ＤＣＨ | | | |
| | | — | ③ サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋手動減圧失敗＋炉心損傷後の手動減圧失敗＋ＤＣＨ | | | |
| 原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用（FCI）※1 | TQUV | ◎ | ① 過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋ＦＣＩ（ペデスタル）※4 | なし<br>（原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用が発生しても格納容器圧力バウンダリの機能喪失には至らないことを確認する） | 【余裕時間の厳しさ】<br>・原子炉が自動停止する運転事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としているシーケンスは，過渡停止させるシーケンスと比較して事象進展が早い。このため，対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>【設備容量の厳しさ】<br>・格納容器下部注水系（常設）によるペデスタル（ドライウェル部）への事前水張は，デブリ落下前に実施するため，必要となる設備容量はシーケンス間で差異がない。<br>【代表性】<br>・発生頻度の大きさの観点で，起因に安全弁再開失敗を含まない事故シーケンス(①，③，⑤)が代表性を有する。①，③，⑤は起因事象が異なるものの，同じ事故シーケンスとなり，各事故シーケンスの対策は同様であることから，代表性を有するものとして過渡事象を選定。<br>【事象（ＦＣＩ発生時）の厳しさ】<br>・いずれのシーケンスも原子炉圧力が低圧状態で原子炉容器破損に至ることから，定性的にも各シーケンスでＦＣＩが発生した際の事象の厳しさを比較することは困難である。<br>以上より，①を評価事故シーケンスとして選定。 | |
| | | — | ② 過渡事象＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋ＦＣＩ（ペデスタル）※4 | | | |
| | | — | ③ 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋ＦＣＩ（ペデスタル）※4 | | | |
| | | — | ④ 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋ＦＣＩ（ペデスタル）※4 | | | |
| | | — | ⑤ サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋ＦＣＩ（ペデスタル）※4 | | | |
| | | — | ⑥ サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋ＦＣＩ（ペデスタル）※4 | | | |
| 溶融炉心・コンクリート相互作用（MCCI）※1 | TQUV | ◎ | ① 過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋デブリ冷却失敗（ペデスタル） | ・格納容器下部注水系（常設） | 【余裕時間の厳しさ】<br>・原子炉が自動停止する運転事象及びサポート系喪失（自動停止）を起因としているシーケンスは，過渡停止させるシーケンスと比較して事象進展が早い。このため，対応時の余裕時間の観点で厳しい。<br>【設備容量の厳しさ】<br>・格納容器下部注水系（常設）によるペデスタル（ドライウェル部）への事前水張は，デブリ落下前に実施するため，必要となる設備容量はシーケンス間で差異がない。<br>【代表性】<br>・発生頻度の大きさの観点で，起因に安全弁再開失敗を含まない事故シーケンス(①，③，⑤)が代表性を有する。①，③，⑤は起因事象が異なるものの，同じ事故シーケンスとなり，各事故シーケンスの対策は同様であることから，代表性を有するものとして過渡事象を選定。<br>【事象（ＭＣＣＩ発生時）の厳しさ】<br>・いずれのシーケンスも原子炉圧力が低圧状態で原子炉容器破損に至ることから，定性的にも各シーケンスでＭＣＣＩが発生した際事象の厳しさを比較することは困難である。<br>以上より，①を評価事故シーケンスとして選定。 | |
| | | — | ② 過渡事象＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋デブリ冷却失敗（ペデスタル） | | | |
| | | — | ③ 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋デブリ冷却失敗（ペデスタル） | | | |
| | | — | ④ 手動停止／サポート系喪失（手動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋デブリ冷却失敗（ペデスタル） | | | |
| | | — | ⑤ サポート系喪失（自動停止）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋デブリ冷却失敗（ペデスタル） | | | |
| | | — | ⑥ サポート系喪失（自動停止）＋逃がし安全弁再開失敗＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗＋損傷炉心冷却失敗＋デブリ冷却失敗（ペデスタル） | | | |
| 水素爆発 | LOCA＋SBO | — | — | ・窒素置換による格納容器雰囲気の不活性化 | 【事象（酸素濃度上昇）の厳しさ】<br>・ジルコニウム-水反応による水素の過剰な発生を抑制する観点から，炉心損傷後に交流電源を復旧して原子炉注水を実施し，その後の事象進展に対応するシナリオを評価するものとする。<br>・格納容器ベントを実施する場合，格納容器内の水素及び酸素が大気中に放出され，格納容器内の水素及び酸素濃度が大きく低下することから，格納容器ベントを実施しないシナリオを評価するものとする。<br>・重大事故等対処設備によって炉心損傷を防止できるＰＤＳについても，事象発生後の格納容器内の気体の流れ等，酸素濃度の上昇の観点でＬＯＣＡ＋ＳＢＯと大きく異なるＰＤＳについては，有効性評価において適宜その感度を確認するものとする。 | |

◎：選定した重要事故シーケンス
※1：ＤＣＨ，ＦＣＩ，ＭＣＣＩにおいて選定した評価事故シーケンスについては，広域水蒸気爆発による影響により原子炉圧力容器外での事象収束が可能だが，原子炉圧力容器破損が直接となる破損モードにおける物理現象及びその対策の有効性を網羅する観点から仮定的に一部の重大事故等対処設備による対応に期待せず，原子炉圧力容器破損まで事象が進展することを仮定して評価することとする。
※2：各シーケンスの赤字で示した部分が炉心損傷まで，青字で示した部分が炉心損傷以降のシーケンスを示す。
※3：ＰＤＳがＬＯＣＡに該当するシーケンスでは，炉心及びペデスタル（ドライウェル部）への注水機能が喪失し，デブリ冷却に必要な必須設備に至るシーケンスは抽出されないが，過渡観察の観点となる重大事故等対処設備による圧力容器（損傷炉心）への注水（デブリ冷却）を考慮して評価シーケンスを選定する。
※4：ＰＤＳがＴＱＵＶに該当するシーケンスでは，ペデスタル（ドライウェル部）への注水機能が喪失するためＦＣＩが発生するシーケンスは抽出されないが，ＭＣＣＩ対策である事前水張りによりＦＣＩが発生する可能性を考慮して評価シーケンスを選定する。

## 比較表

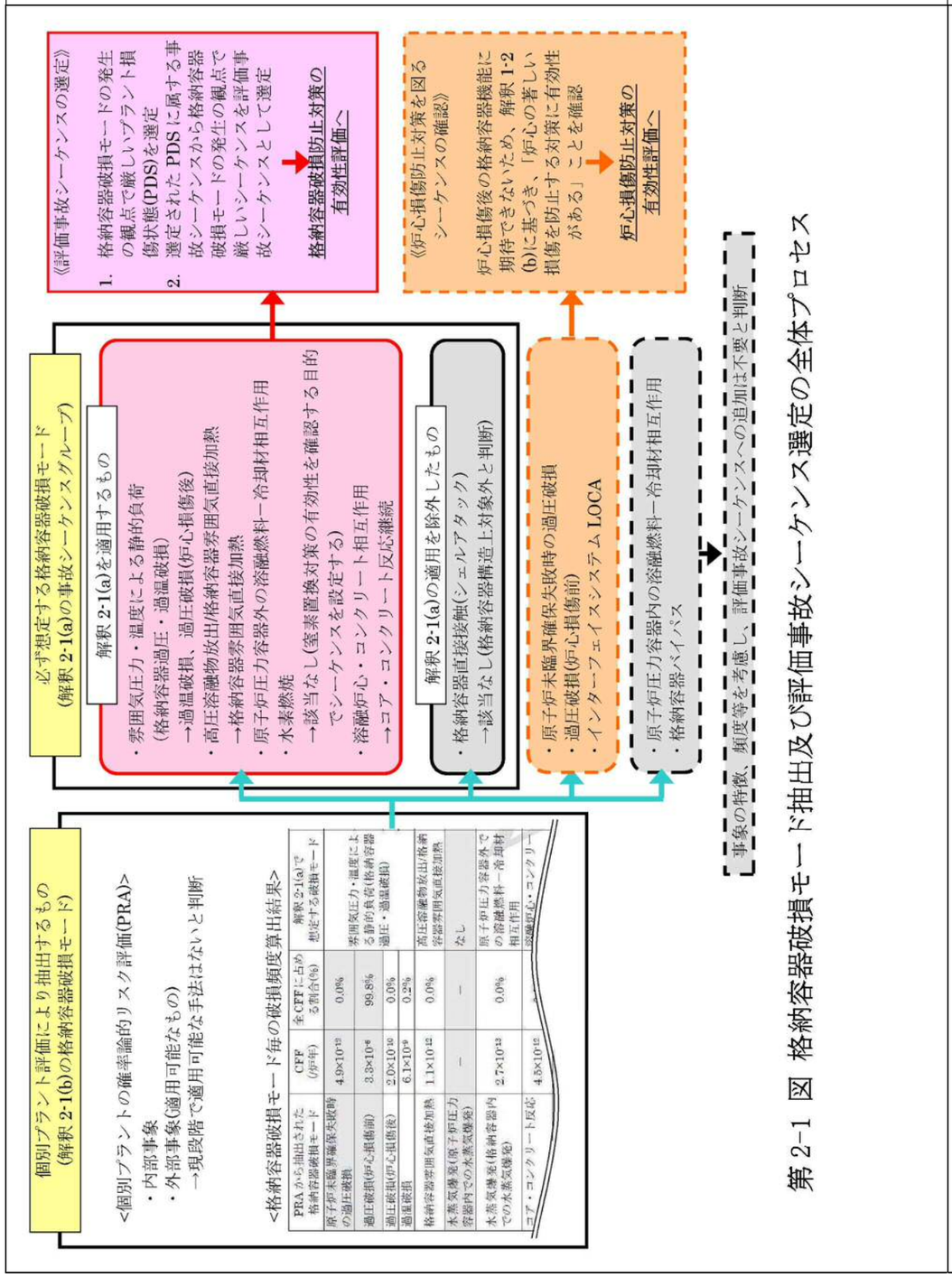
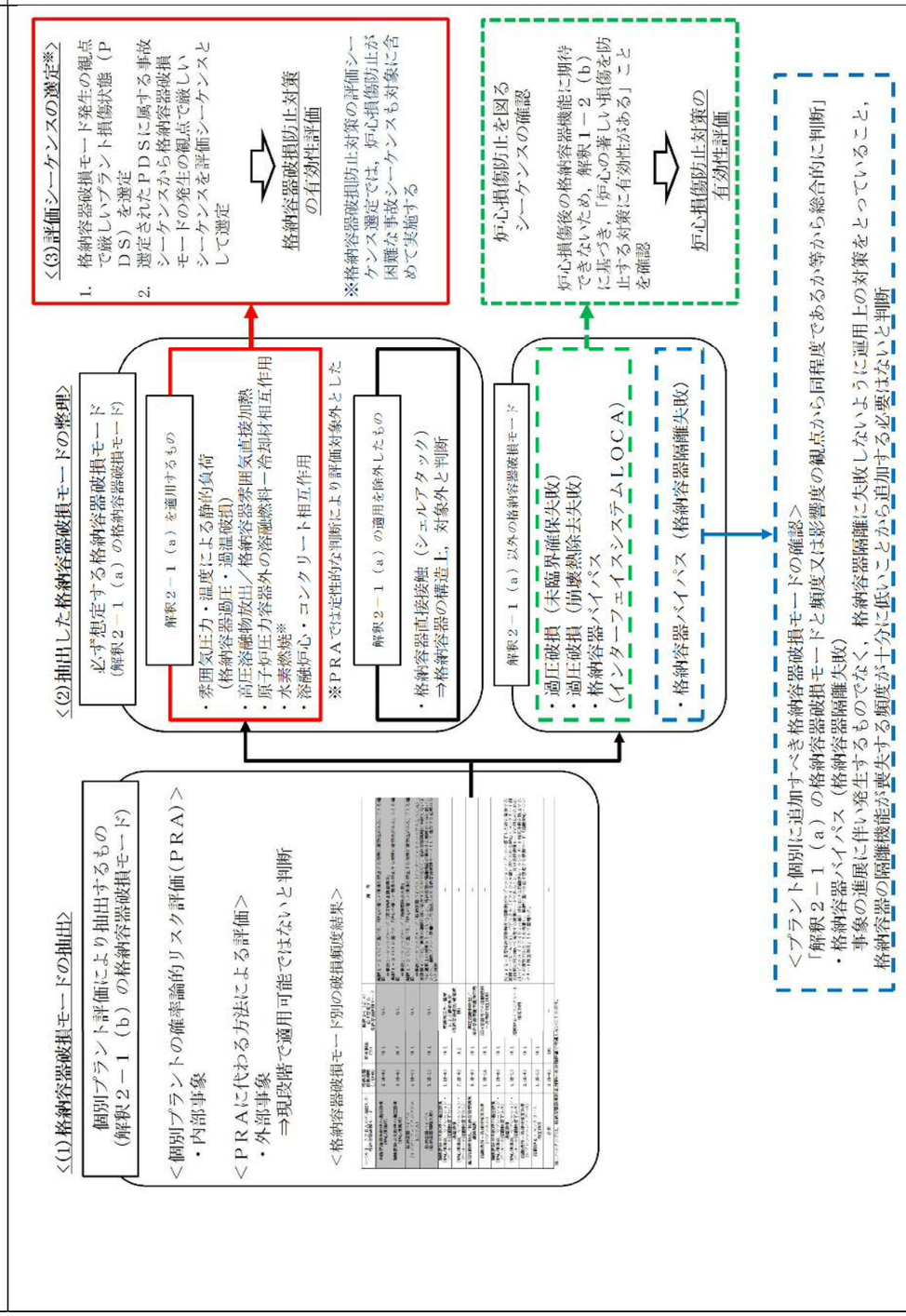
| | |
|---|---|
| 赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）<br>青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）<br>緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）<br>黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応 | 東二 |



67

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

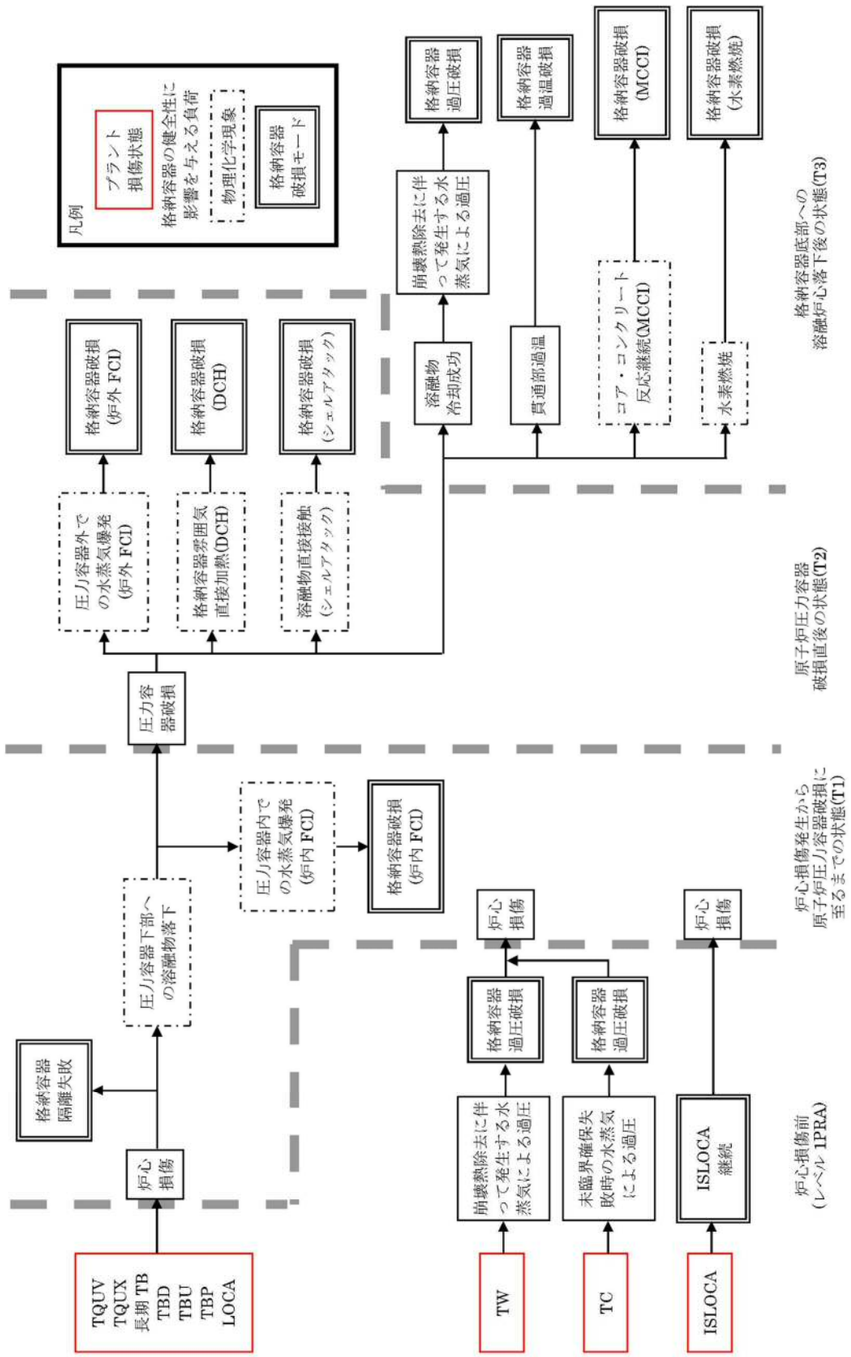
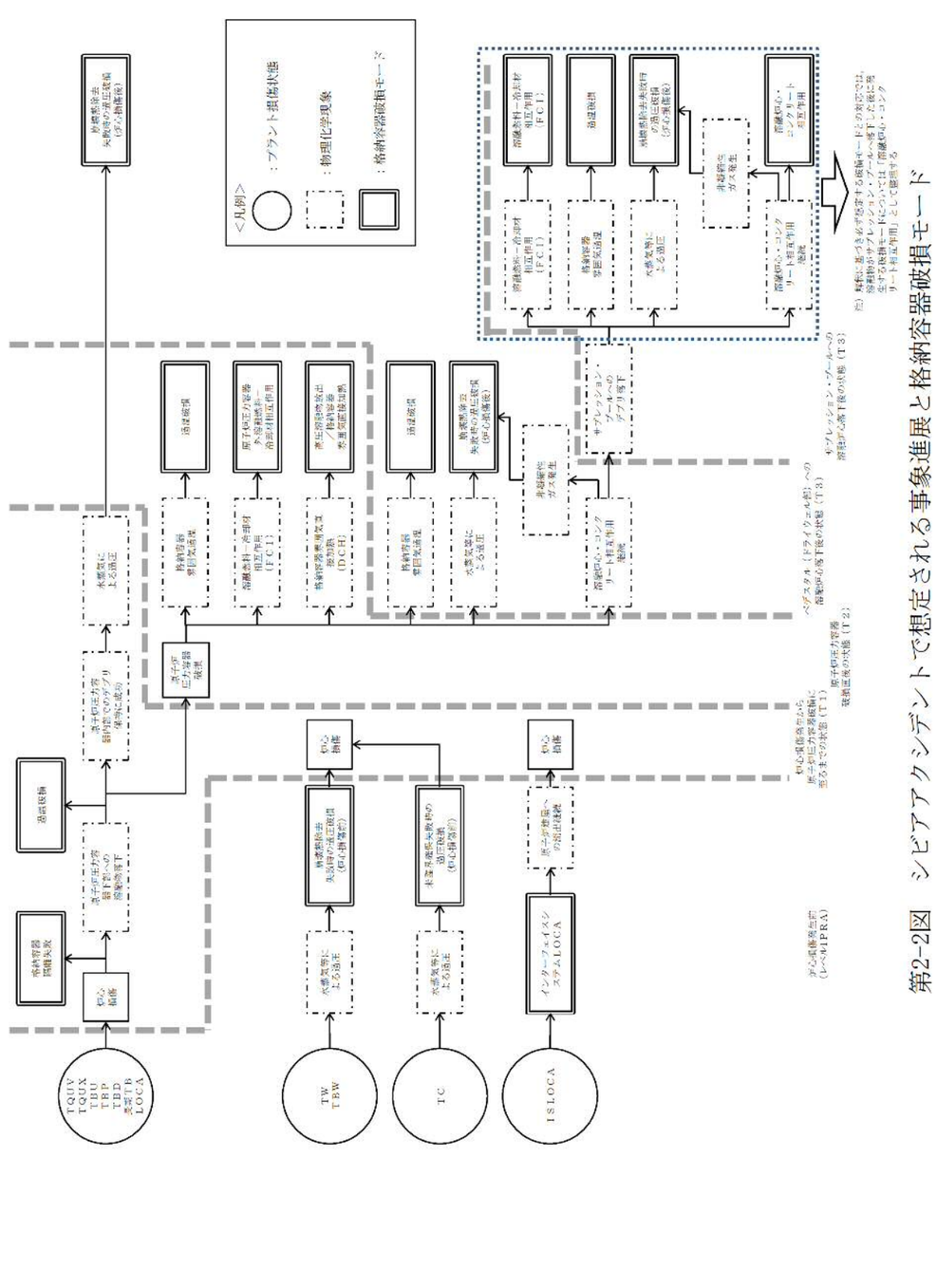
| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  |  | |

第2-1 図　格納容器破損モード抽出及び評価事故シーケンス選定の全体プロセス

第2-1図　格納容器破損モード抽出及び評価事故シーケンス選定の全体プロセス

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

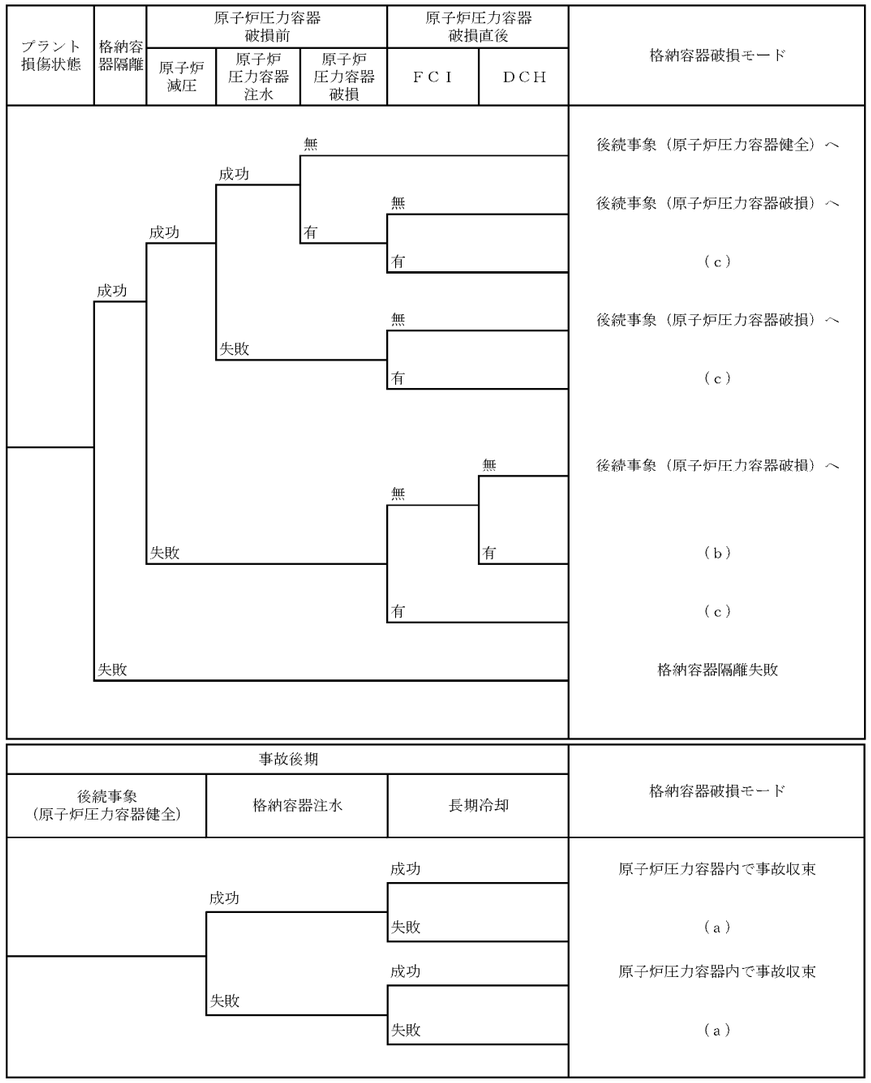
比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>第2-2 図 シビアアクシデントで想定される事象進展と格納容器破損モード |  <br>第2-2図 シビアアクシデントで想定される事象進展と格納容器破損モード | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

# 比較表

## 柏崎　６／７号（2017年２月15日版）

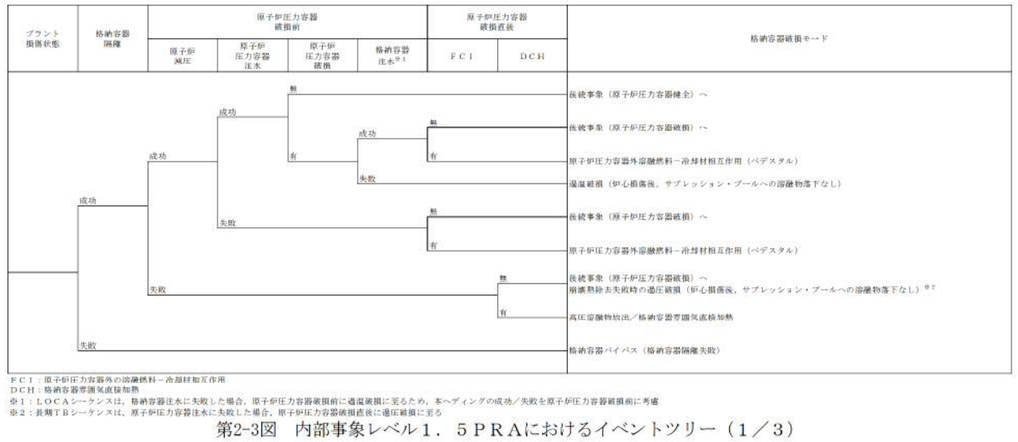



(a) 雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)
(b) 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接過加熱(DCH)
(c) 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用(FCI)

第 2-3 図 内部事象運転時レベル 1.5PRA イベントツリー(1/2)※

※ 本イベントツリーでは炉心損傷後の物理現象の不確かさを踏まえて分岐及び格納容器破損モードを表示している。

## 東二




ＦＣＩ：原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用
ＤＣＨ：格納容器雰囲気直接加熱
※1：ＬＯＣＡシーケンスは，格納容器注水に失敗した場合，原子炉圧力容器破損前に過温破損に至るため，本ヘディングの成功／失敗を原子炉圧力容器破損前に考慮
※2：長期ＴＢシーケンスは，原子炉圧力容器注水に失敗した場合，原子炉圧力容器破損直後に過圧破損に至る

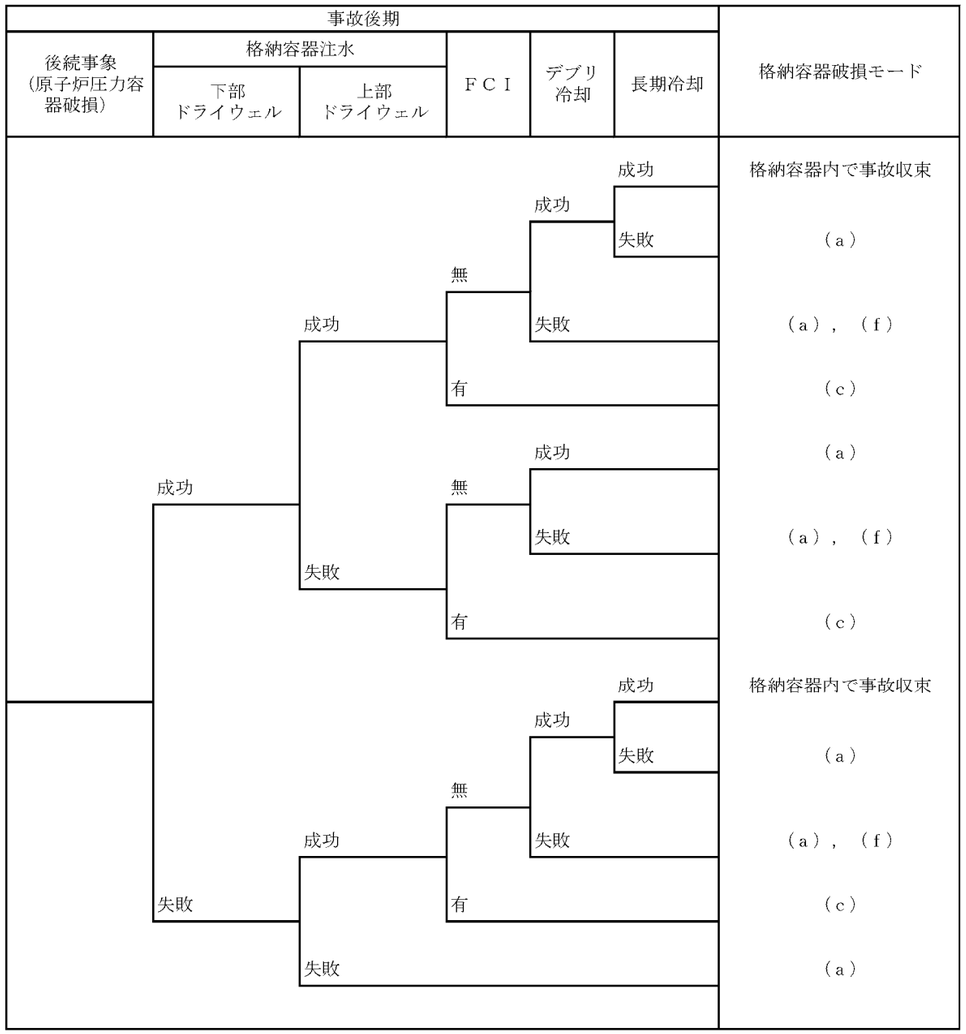
第2-3図　内部事象レベル１．５ＰＲＡにおけるイベントツリー（１／３）

第2-3図　内部事象レベル１．５ＰＲＡにおけるイベントツリー（２／３）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

# 比較表

## 柏崎　６／７号（2017年２月15日版）

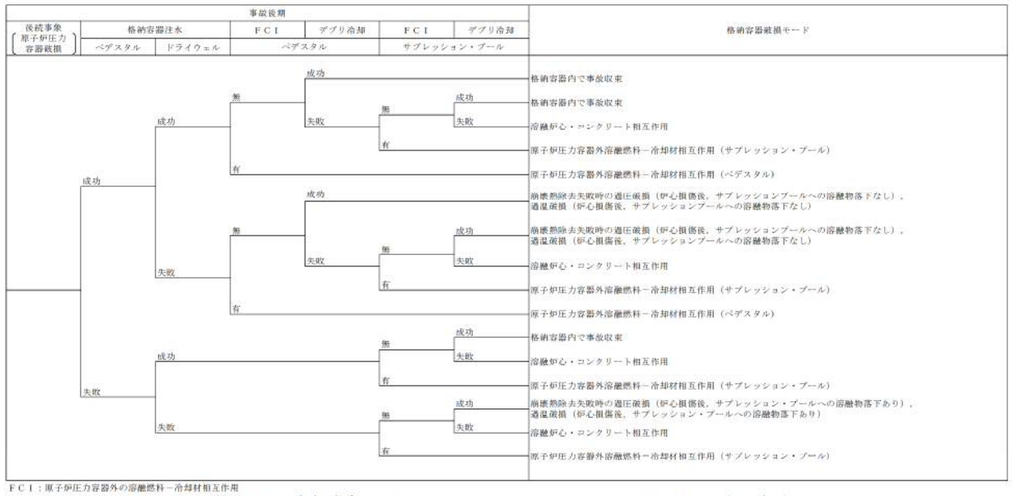



(a)　雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)
(c)　原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用(FCI)
(f)　溶融炉心・コンクリート相互作用

第 2-3 図 内部事象運転時レベル 1.5PRA イベントツリー(2/2)※

※ 本イベントツリーでは炉心損傷後の物理現象の不確かさを踏まえて分岐及び格納容器破損モードを表示している。

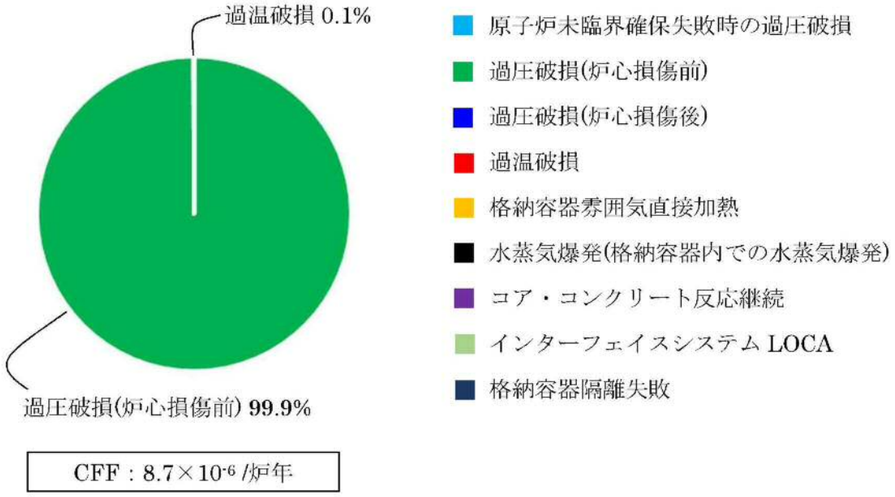
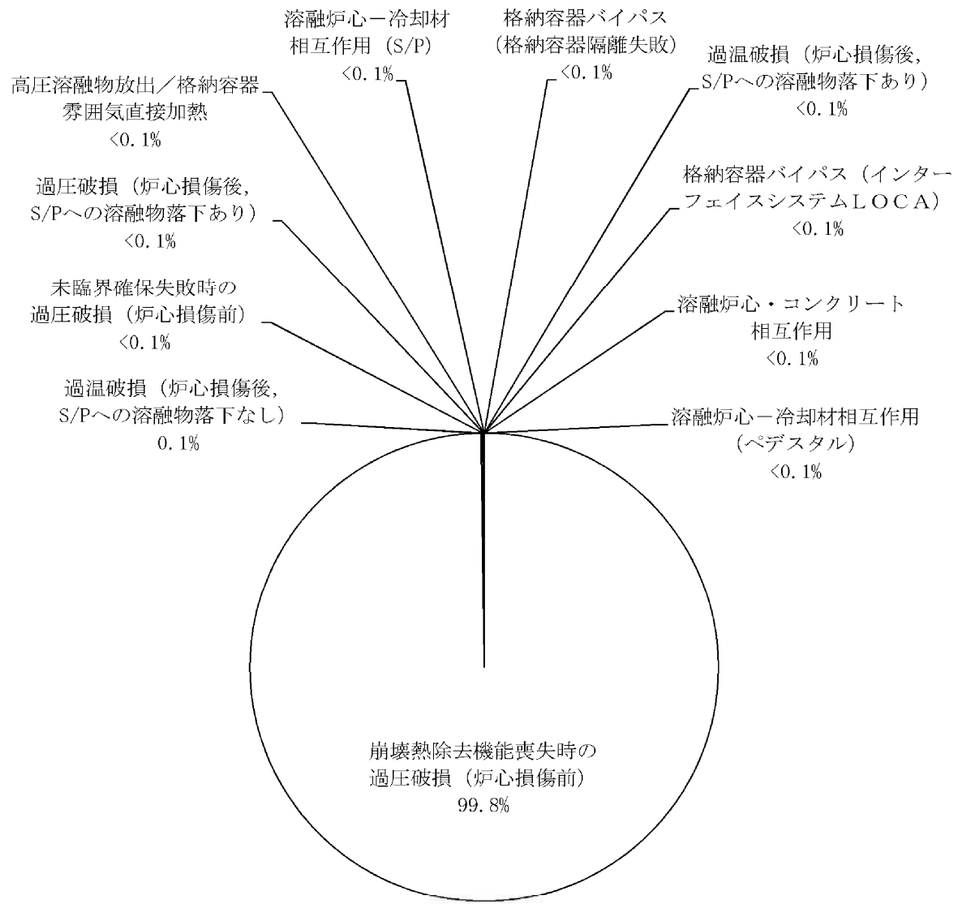
## 東二




第2-3図　内部事象レベル１．５ＰＲＡにおけるイベントツリー（３／３）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>第 2-4 図 内部事象運転時レベル 1.5PRA の定量化結果 |  <br>格納容器破損頻度：6.1E-05<br>第2-4図　格納容器破損モードごとの寄与割合 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| ３　運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価の運転停止中事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンスの選定について<br><br>運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価の事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス選定の全体プロセスは第 3-1 図に示すとおりであり、本プロセスにより各検討ステップにおける実施内容を整理した。 | 3.　運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価の運転停止中事故シーケンスグループ抽出及び重要事故シーケンスの選定について<br><br>運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価において想定する事故シーケンスグループの抽出及び重要事故シーケンスの選定における全体プロセスと実施結果の概要を第 3-1 図に，全体プロセスの概要を以下に示す。<br>【概要】<br>(1)　事故シーケンスの抽出<br>運転停止中における内部事象レベル１ＰＲＡ及びＰＲＡを適用できない外部事象についての定性的検討から事故シーケンスを抽出した。<br>(2)　抽出した事故シーケンスの整理<br>抽出した事故シーケンスについて，解釈に示されている必ず想定する事故シーケンスグループとの比較検討・分類を実施した。<br>(3)　重要事故シーケンスの選定<br>有効性評価の対象とする事故シーケンスグループごとに「実用発電用原子炉に係る運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価に関する審査ガイド（以下「停止時審査ガイド」という。）」に記載の観点（余裕時間，設備容量，代表性）に基づき，有効性評価の対象とする重要事故シーケンスを選定した。 | |
| 3.1 運転停止中事故シーケンスグループの分析について<br>解釈において、運転停止中原子炉における燃料破損防止対策の有効性評価に係る運転停止中事故シーケンスグループの個別プラント評価による抽出に関し、以下の通り記載されている。<br>４－１<br>(a)必ず想定する運転停止中事故シーケンスグループ<br>・崩壊熱除去機能喪失(RHR の故障による停止時冷却機能喪失)<br><br>・全交流動力電源喪失<br>・原子炉冷却材の流出<br>・反応度の誤投入<br>(b)個別プラント評価により抽出した運転停止中事故シーケンスグループ<br><br>①個別プラントの停止時に関する PRA(適用可能なもの)又はそれに代わる方法で評価を実施すること。<br>②その結果、上記４－１(a)の運転停止中事故シーケンスグループに含まれない有意な頻度又は影響をもたらす運転停止中事故シーケンスグループが抽出された場合には、想定する運転停止中事故シーケンスグループとして追加すること。 | 3.1　事故シーケンスの抽出<br>解釈には，運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価に係る運転停止中事故シーケンスグループの個別プラント評価による抽出に関し，以下のとおり示されている。<br>４－１<br>(a)　必ず想定する運転停止中事故シーケンスグループ<br>・崩壊熱除去機能喪失<br>（ＲＨＲの故障による停止時冷却機能喪失）<br>・全交流動力電源喪失<br>・原子炉冷却材の流出<br>・反応度の誤投入<br>(b)　個別プラント評価により抽出した運転停止中事故シーケンスグループ<br>①個別プラントの停止時に関するＰＲＡ（適用可能なもの）又はそれに代わる方法で評価を実施すること。<br>②その結果，上記４－１(a)の運転停止中事故シーケンスグループに含まれない有意な頻度又は影響をもたらす運転停止中事故シーケンスグループが抽出された場合には，想定する運転停止中事故シーケンスグループとして追加すること。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 上記４－１(b)を踏まえて、柏崎刈羽６　号炉及び７　号炉を対象とした内部事象停止時レベル1PRA評価を実施し、事故シーケンスグループの検討を行った。<br>なお、事故シーケンスグループの選定は、炉心損傷防止対策に係る事故シーケンスグループの分析と同様、従来の設置許可取得時の設計で考慮していた設備のみ期待できる条件*で評価した停止時ＰＲＡの結果を用いた。<br>＊従来から整備してきたアクシデントマネジメント策や福島第一原子力発電所事故以降に実施した各種対策、新規制基準に基づき配備する重大事故対策設備などを含めない条件 | 上記４－１(b)に関して，内部事象停止時レベル１ＰＲＡを実施し，事故シーケンスグループの抽出を行った。 | |
| 3.1.1 炉心損傷に至る運転停止中事故シーケンスグループの検討・整理<br>定期検査期間中はプラントの状態が大きく変化することから、停止時レベル1PRA　においては、定期検査における評価対象期間を設定し、原子炉の水位、温度、圧力などのプラントパラメータの類似性、保守点検状況などに応じた緩和設備の使用可能性、起因事象、成功基準に関する類似性によって、評価対象期間を幾つかのプラント状態(以下POS　という)に分類し評価を行う。分類したプラント状態を、状態ごとのプラントの主要なパラメータとともに第3-2　図に示す。<br>停止時PRA　においては、原子炉停止後の運転停止中の各プラント状態において炉心損傷へ波及する可能性のある起因事象について、マスターロジックダイヤグラム、過去の国内プラントのトラブル事例等から選定し、ここから炉心損傷に至ることを防止するための緩和手段の組み合わせ等を第3-3　図のイベントツリーで分析し、炉心損傷に至る各事故シーケンスを抽出している。<br>抽出された事故シーケンス別の炉心損傷頻度を整理し、審査ガイドの「必ず想定する運転停止中事故シーケンスグループ」に含まれるか、それ以外の事故シーケンスグループであるかを確認すると共に、炉心損傷状態を分類した。事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度を第3-1　表に示す。事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度への寄与割合を第3-4　図に示す。 | 停止時ＰＲＡにおいては，施設定期検査中はプラントの状態が大きく変化することから，原子炉の水位・温度・圧力，崩壊熱除去等に対する余裕時間及び使用可能な設備の組み合わせ等によって，評価対象期間をいくつかのプラント状態を分類して評価する。分類したプラント状態を，状態ごとのプラントの主要パラメータとともに第3-2図に示す。また，今回の停止時ＰＲＡにおけるプラント状態の分類及び定期検査工程を第3-3図に示す。<br>停止時ＰＲＡにおいては，原子炉の運転停止中の各プラント状態において燃料損傷へ波及する可能性のある起因事象をマスターロジックダイアグラム及び過去の国内プラントのトラブル事例等から選定し，ここから燃料損傷に至ることを防止するための緩和手段の組合せ等を第3-4図のイベントツリーで分析することにより，燃料損傷に至る事故シーケンスを抽出している。<br>停止時ＰＲＡより抽出した事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度を第3-1表，事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度への寄与割合を第3-5図に示す。 | |
| ＜選定した起因事象＞<br>a.　崩壊熱除去機能喪失(RHR　機能喪失[フロントライン]、代替除熱機能喪失[フロントライン]、補機冷却系機能喪失)<br>運転中の除熱・代替除熱設備が弁やポンプの故障により機能喪失する事象。<br><br>b.　外部電源喪失<br>送電系統のトラブル等により外部電源が喪失する事象。発生した場合には、非常用所内電源(非常用ディーゼル発電機)が起動して交流電源を供給するが、非常用ディーゼル発電機の起動に失敗した場合に注水又は崩壊熱除去機能が喪失する可能性がある。 | 3.2　抽出した事故シーケンスの整理<br>3.2.1　必ず想定する事故シーケンスグループとの対応<br>第3-1表に示す停止時ＰＲＡにより抽出した各事故シーケンスについて，緩和機能の喪失状況，プラントの状態及び燃料損傷に至る要因の観点で必ず想定する事故シーケンスグループに対応する(1)から(3)の事故シーケンスとして整理した。<br>(1)　崩壊熱除去機能喪失<br>運転中の残留熱除去系の故障が発生した後，崩壊熱除去・炉心冷却に失敗し，燃料損傷に至る事故シーケンスを解釈４－１(a)に記載の「崩壊熱除去機能喪失」に分類する。<br>(2)　全交流動力電源喪失<br>外部電源喪失の発生時に非常用交流電源の電源確保に失敗する等，全交流動力電源喪失の発生後に，崩壊熱除去・炉心冷却の失敗により，燃料損傷に至る事故シーケンスを解釈４－１(a)に記載の「全交流動力電源喪失」に分類する。 | ・柏崎は起因事象を記載しているが，東二は事故シーケンスグループを記載。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| c. 一次冷却材バウンダリ機能喪失(RIP・CRD・LPRM 点検時及びCUW ブロー時における作業・操作誤りによる冷却材流出)<br>配管破断や運転員の弁の誤操作、点検時の人的過誤などにより原子炉冷却材が系外へ流出する事象。停止時には配管破断による原子炉冷却材の流出の可能性は低いため、弁の誤操作などによる原子炉冷却材流出を対象とする。 | (3)　原子炉冷却材の流出<br>原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統の誤操作等により原子炉冷却材が系外に流出後，崩壊熱除去・炉心冷却に失敗し，燃料損傷に至る事故シーケンスを解釈４－１(a)に記載の「原子炉冷却材の流出」に分類する。 | |
| 3.2 重要事故シーケンスの選定について<br>設置変更許可申請における運転停止中原子炉における燃料破損防止対策設備の有効性評価の実施に際しては、３．１で抽出した3 つの運転停止中事故シーケンスグループに、必ず想定する運転停止中事故シーケンスグループである「反応度の誤投入」*を追加した４つのグループについて重要事故シーケンスの選定を実施した。<br>＊プラント停止時には原則として全制御棒が挿入されており、複数の人的過誤や機器故障が重畳しない限り反応度事故に至る可能性はない。また万一、反応度事故が起こり臨界に至った場合でも、局所的な事象で収束し、燃料の著しい破損又は大規模な炉心損傷に至ることは考え難いことから停止時ＰＲＡの起因事象から除外した(報告書 添付資料 3.1.2.b-1)。 | なお，必ず想定する事故シーケンスグループのうち「反応度の誤投入」については，プラント停止時には原則として全制御棒が挿入されており，複数の人的過誤や機器故障が重畳しない限り反応度事故に至る可能性はないこと，万一反応度事故が起こり臨界に至った場合でも，局所的な事象で収束し，燃料の著しい損傷に至ることは考え難いことから，今回の停止時ＰＲＡでは考慮していない。<br>ただし，万一上記のような反応度事故が起こった場合においても，実際に局所的な事象で収束し，燃料の著しい損傷に至らないことを確認するため，「反応度の誤投入」については，有効性評価の評価対象とする事故シーケンスグループとした。 | |
| | 3.2.2　追加すべき事故シーケンスグループの検討<br>今回実施したＰＲＡでは，緩和機能の喪失状況，プラントの状態及び燃料損傷に至る要因の観点で解釈４－１（ａ）に示されている必ず想定する事故シーケンスグループに対応しない事故シーケンスは抽出されなかった。そのため，解釈に基づき想定する事故シーケンスグループに追加すべき新たな事故シーケンスグループはないと判断した。 | |
| 3.2.1 重要事故シーケンスの選定の考え方<br>重要事故シーケンスの選定にあたっては、以下に示す審査ガイドに記載の着眼点に沿って実施しており、具体的な検討内容を以下に示す(第 3-2 表)。 | 3.3　重要事故シーケンスの選定<br>3.3.1　重要事故シーケンス選定の考え方<br>運転停止中原子炉における燃料破損防止対策の有効性評価の実施に際しては，事故シーケンスグループごとに重要事故シーケンスの選定を実施している。重要事故シーケンスの選定に当たっては，審査ガイドに記載の３つの着眼点を考慮している。今回の重要事故シーケンスの選定に係る具体的な考え方は以下のとおりである。 | |
| 【審査ガイドに記載の着眼点】<br>a. 燃料損傷防止対策の実施に対する余裕時間が短い。<br>b. 燃料損傷回避に必要な設備容量(流量等)が大きい。<br>c. 運転停止中事故シーケンスグループ内のシーケンスの特徴を代表している。 | 【審査ガイドに記載の着眼点】<br>ａ．燃料損傷防止対策の実施に対する余裕時間が短い。<br>ｂ．燃料損傷回避に必要な設備容量（流量等）が大きい。<br>ｃ．運転停止中事故シーケンスグループ内のシーケンスの特徴を代表している。 | |
| a. 余裕時間<br>プラントの状態や起因事象等によって炉心損傷までの余裕時間(第 3-2, 3-3 表)は異なるものの、いずれも緩和措置の実施までに掛かる時間に比べて十分時間がある。 | ａ．余裕時間の観点<br>余裕時間について，燃料損傷防止対策の対応操作に係る余裕時間を厳しくするため，事象が早く進展し，燃料損傷に至る時間が短い事故シーケンスを余裕時間が短いと評価した。燃料損 | ・東二は重要事故シーケンスの選定に係る考え方を記載。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 反応度の誤投入については、事象発生後も崩壊熱除去や注水機能は喪失しないため、それらの緩和措置実施までの余裕時間の考慮は不要である。<br>b. 設備容量<br>プラントの状態や起因事象等によって必要となる注水量は異なるものの、いずれも緩和措置の設備容量に比べて十分ある(第3-2,3-3 表)。<br>反応度の誤投入については、事象発生後も崩壊熱除去や注水機能は喪失しないため、それらの緩和措置実施までの余裕時間の考慮は不要である。<br>c. 代表シーケンス<br>第3-1 表の主要シーケンス毎の燃料損傷頻度を比較し、事故シーケンスグループ内での寄与割合が支配的なものを「高」、支配的ではないが1%以上のものを「中」、1%に満たないものを「低」と３つに分類した。<br><br>3.2.2 重要事故シーケンスの選定結果<br><br>(1) 崩壊熱除去機能喪失<br><br>燃料損傷防止対策(有効性評価で主に考慮)<br>・待機中の残留熱除去系[低圧注水モード]<br><br>重要事故シーケンス：崩壊熱除去機能喪失（RHR 機能喪失[フロントライン]）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 傷までの余裕時間を第3-3表に示す。<br><br>b．設備容量の観点<br>設備容量について，燃料損傷防止に際して，喪失した安全機能に係る対策の設備容量が大きくなる事故シーケンスを設備容量が大きいと評価した。<br><br>c．事故シーケンスグループ内での代表性の観点<br>代表性について，各事故シーケンスグループにおいて炉心損傷頻度が大きく，事象進展が事故シーケンスグループの特徴を有しているものを代表性が高いと評価した。<br><br>3.3.2 重要事故シーケンスの選定結果<br>3.3.1 項の選定の着眼点を踏まえ，同じ事故シーケンスグループに複数の事故シーケンスが含まれる場合には，事象進展が早いもの等，より厳しい事故シーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。各事故シーケンスグループに対する重要事故シーケンスの選定理由及び選定結果について，第3-2表及び以下に示す。<br>(1) 崩壊熱除去機能喪失<br>ⅰ） 事故シーケンス<br>①残留熱除去系の故障（ＲＨＲ喪失）<br>＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>②残留熱除去系の故障（ＲＨＲＳ喪失）<br>＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>③外部電源喪失＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>ⅱ） 事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ)に含まれる事故シーケンスは，運転中の残留熱除去系に故障等が発生した後，崩壊熱除去・炉心冷却に失敗し，燃料損傷に至る事故シーケンスとなる。<br>ⅲ） 有効性を確認する主な燃料損傷防止対策<br>ⅱ）の特徴を有する事故シーケンスの対応として，以下の燃料損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・待機中の残留熱除去系<br>ⅳ） 選定した重要事故シーケンス<br>①残留熱除去系の故障（ＲＨＲ喪失）<br>＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 選定理由：代表性の観点から、RHR 機能喪失[フロントライン]を起因事象とする事故シーケンスを選定した。<br>有効性評価では外部電源喪失との重畳を考慮しており、外部電源喪失時に原子炉補機冷却系(海水ポンプを含む)が故障した場合については事象進展が全交流動力電源喪失と同様となるため、「補機冷却系機能喪失」及び「外部電源喪失」を起因事象とする事故シーケンスの対策の有効性については全交流動力電源喪失の事故シーケンスにて確認する。 | ｖ）　選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い①のシーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。 | ・東海第二は，ＥＣＣＳの補機冷却系と非常用ＤＧの補機冷却系が独立しているため，ＥＣＣＳの補機冷却系を喪失しても全交流動力電源喪失に至らない。 |
| (2)全交流動力電源喪失 | (2)　全交流動力電源喪失<br>ｉ）　事故シーケンス<br>①外部電源喪失＋交流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>②外部電源喪失＋直流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>ⅱ）　事故シーケンスグループの特徴<br>ｉ)に含まれる事故シーケンスは，外部電源喪失の発生時に非常用交流電源の電源確保に失敗する等，全交流動力電源喪失の発生後に，崩壊熱除去・炉心冷却の失敗によって，燃料損傷に至る事故シーケンスとなる。 | |
| 燃料損傷防止対策(有効性評価で主に考慮)<br>・常設代替交流電源設備<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・代替原子炉補機冷却系 | ⅲ）　有効性を確認する主な燃料損傷防止対策<br>ⅱ）の特徴を有する事故シーケンスの対応として，以下の燃料損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・常設代替直流電源設備<br>・常設代替高圧電源装置<br>・低圧代替注水系（常設） | ・東海第二は，設計基準事故対処設備の補機冷却系である残留熱除去系海水系を代替の交流電源により運転する対策としている。 |
| 重要事故シーケンス：外部電源喪失＋交流電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | ⅳ）　選定した重要事故シーケンス<br>①外部電源喪失＋交流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | |
| 選定理由：代表性の観点から外部電源喪失とともに非常用ディーゼル発電機が機能喪失し、全交流動力電源喪失に至る事故シーケンスを選定する。<br>「外部電源喪失＋直流電源喪失」は炉心損傷頻度が低く、常設代替交流電源設備や可搬型代替直流電源設備、常設代替直流電源設備による電源供給、隣接プラントからの電源供給、可搬型代替注水ポンプ（消防車）による注水等により炉心損傷が防止できることから選定しない。 | ｖ）　選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い①のシーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。<br>なお，直流電源が喪失する②のシーケンスについては，炉心損傷頻度が低く，ⅲ）に示した対策により①のシーケンスと同様に燃料損傷防止が可能であり，さらに可搬型代替直流電源設備による非常用ディーゼル発電機の起動による対応にも期待できることから選定しない。 | |
| (3)原子炉冷却材の流出 | (3)　原子炉冷却材の流出<br>ｉ）　事故シーケンス<br>①原子炉冷却材の流出（ＲＨＲ切替時のＬＯＣＡ）<br>＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>②原子炉冷却材の流出（ＣＵＷブロー時のＬＯＣＡ） | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| | ＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>③原子炉冷却材の流出（ＣＲＤ点検時のＬＯＣＡ）<br>＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>④原子炉冷却材の流出（ＬＰＲＭ点検時のＬＯＣＡ）<br>＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗<br>ⅱ）　事故シーケンスグループの特徴<br>ⅰ）に含まれる事故シーケンスは，原子炉冷却材圧力バウンダリに接続された系統の誤操作等により原子炉冷却材が系外に流出後，崩壊熱除去・炉心冷却の失敗によって，燃料損傷に至る事故シーケンスとなる。 | |
| 燃料損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）<br>・待機中の残留熱除去系［低圧注水モード］ | ⅲ）　有効性を確認する主な燃料損傷防止対策<br>ⅱ）の特徴を有する事故シーケンスの対応として，原子炉冷却材の流出を補う，以下の燃料損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・待機中の残留熱除去系 | |
| 重要事故シーケンス：原子炉冷却材流出（RHR 切り替え時のミニフロー弁操作誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | ⅳ）　選定した重要事故シーケンス<br>①原子炉冷却材の流出（ＲＨＲ切替時のＬＯＣＡ）<br>＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | |
| 選定理由：「RHR 切り替え時のミニフロー弁操作誤り」は、発生しても燃料の露出に至らないためにPRA で起因事象の選定の際に除外した事象であるが審査ガイドにおける有効性評価の評価項目である「放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること」を考慮し、改めて重大事故シーケンスの選定対象として追加した。<br>「RIP 点検時の作業誤り」等の点検作業に伴う冷却材流出事象は、運転操作に伴う冷却材流出事象と異なり、作業・操作場所と漏洩発生箇所が同一であるため、認知が容易であること、また「RHR 切り替え時のミニフロー弁操作誤り」は流出流量が87m³/h と他の漏洩事象より大きいことから、事故シーケンスを重大事故シーケンスとして選定した。 | ⅴ）　選定理由<br>着眼点における「高」の数が最も多い①のシーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。また，事象発生時の原子炉水位については，対策実施の余裕時間及び燃料損傷回避に必要な設備容量を厳しく評価する観点から，通常水位の状態でＲＨＲ切替時のＬＯＣＡが発生することを想定する。<br>なお，流出流量の大きい③（ＣＲＤ点検時ＬＯＣＡ），④（ＬＰＲＭ点検時のＬＯＣＡ）のシーケンスについては，ＬＯＣＡによる流出流量と比較して，燃料損傷防止対策となる待機中のＥＣＣＳ・低圧代替注水系（常設）の設備容量が十分大きいこと，作業・操作場所と漏えい発生個所が同一であるため認知が容易であることから選定しない。また，②のシーケンスについては，原子炉ウェル水位を低下させる操作であるため，原子炉ウェル水位は適宜監視されており，中央制御室の運転員の他にＮＲ／Ｗの運転員も廃液収集タンク等の水位高を認知することができるため，認知が容易であることから選定しない。 | |
| (4)反応度の誤投入<br>重要事故シーケンス：反応度の誤投入 | (4)　反応度の誤投入 | |
| 選定理由：代表性の観点から停止余裕検査や停止時冷温臨界試験などの制御棒が２本以上引き抜ける試験時に、制御棒１本が全引き抜きされている状態から、他の１本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって引き抜かれ、臨界近接を認知出来ずに臨界に至る事象を想定する。 | ⅰ）　事故シーケンスグループの特徴<br>反応度事故により，燃料損傷に至る事故シーケンスとなる。本評価では，代表性の観点から，停止余裕検査や冷温臨界試験等の制御棒が２本以上引き抜ける試験において，制御棒１本が全引き抜きされている状態から，他の１本の制御棒が操作量の制限を超える誤った操作によって引き抜かれ，臨界近接を認知できずに臨界に至る事象を想定する。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| なお、各事故シーケンスグループに分類される事故シーケンスについて、炉心損傷に至る要因をカットセットレベルまで展開し、燃料損傷頻度の事故シーケンスに占める割合の観点で主要なカットセットに対する重大事故防止対策の整備状況等を確認している。（別紙４） | ⅱ）　有効性を確認する主な燃料損傷防止対策<br>ⅰ）の特徴を有する事故シーケンスの対応として，以下の燃料損傷防止対策の有効性を確認する。<br>・起動領域モニタペリオド短々（10 秒）による原子炉自動スクラム<br><br>なお，各事故シーケンスグループに分類される事故シーケンスについて，燃料損傷に至る要因をカットセットレベルまで展開し，炉心損傷頻度の事故シーケンスに占める割合の観点で，主要なカットセットに対する重大事故防止対策の整備状況等を確認している（別紙 6）。 | |

## 第 3-1 表 運転停止中事故シーケンスグループ別燃料損傷頻度（K７）

| 上欄シーケンス | | 対応する上欄の燃料損傷防止対策（下線部は有効性評価で用いる重大事故等対処設備等を示す） 炉心損傷防止に必要な機能 | 対策設備 | 燃料損傷頻度(/定期検査) | 全炉心損傷頻度に対する寄与割合(%) | 事故シーケンスグループ | 事故シーケンスグループに対する寄与割合(%) | 燃料損傷頻度(/定期検査) | 全炉心損傷頻度に対する寄与割合(%) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 崩壊熱除去機能喪失(RHR機能喪失[フロントライン])＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 崩壊熱除去機能*2 | —*2 | 1.1E-10 | 1% | 崩壊熱除去機能喪失 | 1% | 1.1E-08 | 98% | 全炉心損傷頻度の100%を燃料損傷防止対策にてカバー |
| | | 原子炉への注水機能 | ・待機中のECCS（残留熱除去系[低圧注水モード]）*3<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・MUWP、SPCU、FP、消防車*4 | | | | | | | |
| | 崩壊熱除去機能喪失(代替除熱機能喪失[フロントライン])＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 崩壊熱除去機能*2 | —*2 | 1.6E-12 | <0.1% | | <0.1% | | | |
| | | 原子炉への注水機能 | ・上記の破線内の注水対策 | | | | | | | |
| | 崩壊熱除去機能喪失(補機冷却系機能喪失)＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 崩壊熱除去機能*2 | ・代替原子炉補機冷却系 | 1.1E-08 | 97% | | 98% | | | |
| | | 原子炉への注水機能 | ・上記の破線内の注水対策 | | | | | | | |
| | 外部電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 原子炉への注水設備に必要な交流電源の復旧 | ・常設代替交流電源設備 | 6.7E-11 | 1% | | 1% | | | |
| | | 崩壊熱除去機能*2 | ・代替原子炉補機冷却系 | | | | | | | |
| | | 原子炉への注水機能 | ・上記の破線内の注水対策 | | | | | | | |
| 2 | 外部電源喪失＋直流電源喪失 | 原子炉への注水設備に必要な交流電源の復旧 | ・隣接プラントからの低圧電源融通<br>・非常用ディーゼル発電機（直流電源の復旧後）<br>・常設代替交流電源設備 | 1.8E-11 | <0.5% | 全交流動力電源喪失 | 13% | 1.4E-10 | 1% | |
| | | 原子炉への注水設備に必要な直流電源の復旧（D/G起動等の為） | ・常設代替直流電源設備<br>・可搬型代替直流電源設備 | | | | | | | |
| | | 崩壊熱除去機能*2 | ・代替原子炉補機冷却系（交流電源復旧後） | | | | | | | |
| | | 原子炉への注水機能 | ・低圧代替注水系（常設）（交流電源復旧後）<br>・FP、消防車*4 | | | | | | | |
| | 外部電源喪失＋交流電源喪失 | 原子炉への注水設備に必要な交流電源の復旧 | ・常設代替交流電源設備 | 1.2E-10 | 1% | | 87% | | | |
| | | 崩壊熱除去機能*2 | ・代替原子炉補機冷却系（交流電源復旧後） | | | | | | | |
| | | 原子炉への注水機能 | ・低圧代替注水系（常設）（交流電源復旧後）<br>・消防車*4 | | | | | | | |
| 3 | 原子炉冷却材流出(CRD点検(交換)時の作業誤り)＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 原子炉への注水機能（事象の認知を含めたもの） | ・待機中のECCS（残留熱除去系[低圧注水モード]）<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・MUWP、SPCU、FP、消防車*4 | 4.3E-15 | <0.1% | 原子炉冷却材の喪失 | <0.1% | 4.6E-11 | <0.5% | |
| | 原子炉冷却材流出(LPRM点検(交換)時の作業誤り)＋崩壊熱除去・注水系失敗 | | | 2.7E-11 | <0.1% | | <0.1% | | | |
| | 原子炉冷却材流出(RIP点検時の作業誤り)＋崩壊熱除去・注水系失敗 | | | 8.3E-12 | <0.1% | | 18% | | | |
| | 原子炉冷却材流出(CUWブロー時の操作誤り)＋崩壊熱除去・注水系失敗 | | | 3.8E-11 | <0.5% | | 82% | | | |
| 合計 | | — | | 1.1E-08 | 100% | — | — | 1.1E-08 | 100% | — |

*1　寄与割合は小数点以下を四捨五入
*2　停止時において崩壊熱除去機能が喪失した場合であっても、原子炉注水を実施することで炉心損傷を防止できる
（原子炉建屋（原子炉開放時）や格納容器（原子炉未開放時）へ崩壊熱を逃すことで炉心損傷を防止し、その後長期的な安定状態の確保の為に残留熱除去系等を復旧する）
*3　PRA上、残留熱除去系の喪失も考えられるがその場合は事象進展や対策が「全交流動力電源喪失」と同様になるため、ガイド等を参照し、対策に追加
*4　使用する注水ラインや設備によっては必ずしも重大事故等対処設備ではないが、シーケンスによって使用できる可能性のある緩和設備

## 比較表

### 第3-1表　運転停止中事故シーケンスグループ別炉心損傷頻度

| 事故シーケンスグループ | 事故シーケンス | 対応する主要な燃料損傷防止対策（下線は有効性を確認する主な対策） 燃料損傷防止に必要な機能 | 燃料損傷防止対策 | シーケンス別CDF（／施設定期検査） | 全CDFに対する寄与割合（%） | グループ別CDFに対する寄与割合（%） | 事故シーケンスグループ別CDF（／施設定期検査） | 全CDFに対する寄与割合（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 崩壊熱除去機能喪失 | ①残留熱除去系の故障（RHR喪失）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 崩壊熱除去機能※1 | ・緊急用海水系（RHRS喪失時） | 9.9E-07 | 20.0 | 69.5 | 1.4E-06 | 27.3 |
| | ②残留熱除去系の故障（RHRS喪失）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 原子炉への注水機能 | ・待機中のECCS（残留熱除去系（低圧注水系））※2<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・消火系，補給水系※3 | 1.2E-07 | 2.5 | 8.7 | | |
| | ③外部電源喪失－崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | | | 3.1E-07 | 6.3 | 21.8 | | |
| 全交流動力電源喪失 | ①外部電源喪失－交流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 電源の復旧<br>崩壊熱除去機能※1<br>原子炉への注水機能 | ・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替直流電源設備<br>・可搬型代替直流電源設備（DG起動に使用）（直流電源失敗時）<br>・緊急用海水系<br>・低圧代替注水系（常設）（交流電源復旧後）<br>・常設代替注水系（可搬型）<br>・消火系※3 | 3.5E-06 | 71.1 | 100.0 | 3.5E-06 | 72.7 |
| | ②外部電源喪失－直流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | | | 1.3E-10 | ＜0.1 | ＜0.1 | | |
| 原子炉冷却材の流出 | ①原子炉冷却材の流出（RHR切替時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 原子炉への注水機能 | ・待機中のECCS（残留熱除去系（低圧注水系））<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・消火系，補給水系※3 | 8.3E-11 | ＜0.1 | 44.6 | 1.9E-10 | ＜0.1 |
| | ②原子炉冷却材の流出（CUWブロー時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | | | 5.8E-11 | ＜0.1 | 31.2 | | |
| | ③原子炉冷却材の流出（CRD点検時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | | | 4.5E-11 | ＜0.1 | 24.2 | | |
| | ④原子炉冷却材の流出（LPRM点検時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | | | 9.8E-14 | ＜0.1 | ＜0.1 | | |
| 合計 | | — | | 5.0E-06 | 100.0 | — | 5.0E-06 | 100.0 |

※1：停止時においては崩壊熱除去機能が喪失した場合であっても，原子炉注水を実施することで燃料損傷を防止できる
（原子炉建屋（原子炉開放時）又は格納容器（原子炉未開放時）へ崩壊熱を逃すことで燃料損傷を防止し，その後長期的な安定状態の確保のために残留熱除去系等を復旧する）
※2：停止時PRAの評価上，残留熱除去系の喪失も考えられるが，その場合の事象進展及び対策は「全交流動力電源喪失」と同様になるため，ガイド等を参照し，対策に追加
※3：重大事故等対処設備ではないが，シーケンスによって使用できる可能性のある緩和設備

東二

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応



80

## 第 3-2 表 重要事故シーケンス（運転停止中）の選定について（１／２）

| 事故シーケンス | 主要事故シーケンス*1 | | | 対応する主要な燃料損傷防止対策（下線部は有効性評価で用いる重大事故等対処設備等を示す） 炉心損傷防止に必要な機能 | 対策設備 | 着眼点（a. 余裕時間、b. 設備容量、c. 代表性）a. | b. | c. | 着眼点と選定理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 崩壊熱除去機能喪失 | ◎ | 崩壊熱除去機能喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | ①崩壊熱除去機能喪失（RHR機能喪失［フロントライン］）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 崩壊熱除去機能*2 | —*3 | 低 | 低 | 中 | a. 異常の認知や待機中のECCS・低圧代替注水系の起動といった緩和措置の実施までに掛かる時間（最大2時間）に比べて十分時間がある（最も短いPOS-Sで約3.9時間）ため「低」とした |
| | | | | 原子炉への注水機能 | ・待機中のECCS<br>（残留熱除去系［低圧注水系］）*4<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・MUWP、SPCU、FP、消防車*5 | | | | |
| | — | | ②崩壊熱除去機能喪失（代替除熱機能喪失［フロントライン］）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 崩壊熱除去機能*3 | —*3 | 低 | 低 | 低 | b. 待機中のECCS・低圧代替注水系といった緩和措置の設備容量（HPCF 727m3/h、LPFL 954m3/h、MUWC（原子炉側注水）90m3/h）に比べて十分小さいため（最も崩壊熱の大きなPOS-Sにおいても51m3/h）「低」とした |
| | | | | 原子炉への注水機能 | ・上記の装置内の注水対策 | | | | |
| | —*2 | | ③崩壊熱除去機能喪失（補機冷却系機能喪失）－崩壊熱除去・注水系失敗 | 崩壊熱除去機能*3 | ・代替原子炉補機冷却系 | 低 | 低 | 高 | c. 事故シーケンスグループに対する寄与割合が98%と支配的である③の事故シーケンスを「高」とし，寄与割合が1%である①と④の事故シーケンスを「中」とした |
| | | | | 原子炉への注水機能 | ・上記の装置内の注水対策 | | | | |
| | —*2 | 外部電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | ④外部電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 原子炉への注水に必要な交流電源の復旧 | ・常設代替交流電源設備 | 低 | 低 | 中 | ・②の代替除熱機能喪失［フロントライン］はCUW等であり、これらの使用潮間は①で想定しているRHRよりも崩壊熱が減少した場合であるため、「a. 余裕時間」、「b. 設備容量」が①の想定より厳しくなく、②の事故シーケンスは選定しない<br>・有効性評価では外部電源喪失の重畳を考慮しており、③の事故シーケンスに外部電源喪失の重畳を考慮すると「全交流動力電源喪失」で考慮している⑩の事故シーケンスと同様の事象進展及び対策となるため（全交流動力電源喪失の有効性評価では補機冷却系機能喪失も考慮しているため）、④の事故シーケンスは選定しない<br>・④の事故シーケンスはD／Gに期待できるシナリオであり、「全交流動力電源喪失」で考慮している⑩の事故シーケンスと比べて事象進展や対策が厳しくなく選定しない<br>・以上から、①のRHR機能喪失［フロントライン］を起因事象とする事故シーケンスを選定 |
| | | | | 崩壊熱除去機能*3 | ・代替原子炉補機冷却系 | | | | |
| | | | | 原子炉への注水機能 | ・上記の装置内の注水対策 | | | | |
| 全交流動力電源喪失 | — | 外部電源喪失＋直流電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | ①外部電源喪失＋直流電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 原子炉への注水設備に必要な交流電源の復旧 | ・隣接プラントからの低圧電源融通<br>・非常用ディーゼル発電機（直流電源の復旧後）<br>・常設代替交流電源設備 | 低 | 低 | 中 | a. GTGの起動、低圧代替注水系による注水といった緩和措置の実施までに掛かる時間（約70分）に比べて十分時間（最も短いPOS-Sで約3.9時間）があるため「低」とした |
| | | | | 原子炉への注水に必要な直流電源の復旧（D/G起動等の為） | ・常設代替直流電源設備<br>・可搬型代替直流電源設備 | | | | b. 待機中のECCS・低圧代替注水系といった緩和措置の設備容量（HPCF 727m3/h、LPFL 954m3/h、MUWC（原子炉側注水）90m3/h）に比べて十分小さいため（最も崩壊熱の大きなPOS-Sにおいても51m3/h）「低」とした |
| | | | | 崩壊熱除去機能*3 | ・代替原子炉補機冷却系（交流電源復旧後） | | | | |
| | | | | 原子炉への注水機能 | ・低圧代替注水系（常設）（交流電源復旧後）<br>・FP、消防車*5 | | | | c. 事故シーケンスグループに対する寄与割合が78%と支配的である②の事故シーケンスを「高」とした |
| | ◎ | 外部電源喪失＋交流電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | ②外部電源喪失＋交流電源喪失＋崩壊熱除去・注水系失敗 | 原子炉への注水設備に必要な交流電源の復旧 | ・常設代替交流電源設備 | 低 | 低 | 高 | ・①の「外部電源喪失＋直流電源喪失」を含む事故シーケンスは炉心損傷頻度が低く、常設代替交流電源設備や可搬型代替直流電源設備等による電源供給や消防車による注水により�心損傷が防止できることから選定しない*6*7<br>・以上を踏まえた上で、ガイドの主要解析条件も参照し、外部電源喪失時に原子炉補機冷却系の機能が喪失して全交流動力電源喪失に至るシーケンス（②の事故シーケンス）を重要事故シーケンスとして選定 |
| | | | | 崩壊熱除去機能*3 | ・代替原子炉補機冷却系（交流電源復旧後） | | | | |
| | | | | 原子炉への注水機能 | ・低圧代替注水系（常設）（交流電源復旧後）<br>・消防車*5 | | | | |

*1 ◎は選定した重要事故シーケンスを示す。
*2 ◎の全交流動力電源喪失に至る事故シーケンスにて、対策の有効性を確認
*3 停止時において崩壊熱除去機能が喪失した場合であっても、原子炉注水を実施することで炉心損傷を防止できる
（原子炉建屋（原子炉開放時）や格納容器（原子炉未開放時）へ崩壊熱を逃すことで炉心損傷を防止し、その後長期的な安定状態の確保の為に残留熱除去系等を復旧する）
*4 PRA上、残留熱除去系の喪失も考えられるがその場合は事象進展や対策が「全交流動力電源喪失」と同様になるため、ガイド等を参照し、対策に追加
*5 使用する注水ラインや設備によっては必ずしも重大事故等対処設備ではないが、シーケンスによって使用できる可能性のある緩和設備
*6 発生頻度が低く、主要な起事象である蓄電池の共通原因故障については、PRA上は区分Ⅳのバッテリーの直流電源融通やＡＭ策として増強した蓄電池（区分Ⅰの増強（A,A-2）等）を考慮していないため、さらに発生の可能性は低くなると考えられる
*7 発生の可能性が低く、発生を仮定してもその影響が限定的であるため、リスク評価上重要性が低いと判断し、PRAの評価対象から除外したもの

## 第3-2表　重要事故シーケンス（運転停止中）の選定

| 事故シーケンスグループ | 事故シーケンス | | 対応する主要な燃料損傷防止対策（下線は有効性を確認する主な対策） 燃料損傷防止に必要な機能 | 燃料損傷防止対策 | 着眼点との対応と重要事故シーケンスの選定の考え方 a | b | c | 備考（a：余裕時間，b：設備容量，c：代表性） | 選定した重要事故シーケンスと選定理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 崩壊熱除去機能喪失 | ◎ | ①残留熱除去系の故障（RHR停止）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 崩壊熱除去機能*2 | ・緊急用海水系（RHRS停止時） | 低 | 低 | 高 | a. 余裕時間については，シーケンス間で差異がなく，異常の認知及び待機中のECCS・低圧代替注水系（常設）の起動といった緩和措置の実施に多くの時間を使用的に対策もった時間（約2時間）に比べて十分な余裕時間がある（最も短いPOS－Sにおいても約4.1時間）であり，さらにPOSでは更にさらに余裕時間が見込める）ことから，全てのシーケンスにおいて「低」とした。<br>b. 原子炉への注水に必要な設備容量については，シーケンス間で差がなく，待機中のECCS・低圧代替注水系（常設）の設備容量（残留熱除去系：1,965 m3/h，低圧代替注水系（常設）：378 m3/h）に比べて十分小さい（最も崩壊熱の大きなPOS－Sにおいても約60 m3/h）ことから，全てのシーケンスにおいて「低」とした。<br>c. 事故シーケンスグループの中で最もCDFの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別CDFに対して1%以上のシーケンスを「中」，1%未満のシーケンスを「低」とした。 | a. bの着眼点について，全シーケンスに共通であるため，選定理由から除外した。<br>c. 頻度の観点では，①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。<br>なお，外部電源喪失を起因とする⑩のシーケンスは，非常用ディーゼル発電機に期待できるため，「全交流動力電源喪失」で考慮しているシーケンスと同様として事象進展や対策が厳しくないことから選定しない。 |
| | | ②残留熱除去系の故障（RHRS停止）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 原子炉への注水機能 | ・待機中のECCS（残留熱除去系（低圧注水系））*2<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・消火系，補給水系*3 | 低 | 低 | 中 | | |
| | — | ③外部電源喪失＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | | | 低 | 低 | 中 | | |
| 全交流動力電源喪失 | ◎ | ①外部電源喪失＋交流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 電源の復旧 | ・常設代替高圧電源装置<br>・常設代替交流電源設備<br>・可搬型代替交流電源設備（D/G起動に使用）（蓄電池枯渇時） | 低 | 低 | 高 | a. 余裕時間については，シーケンス間で差異がなく，常設代替高圧電源装置，常設代替交流電源設備による給電，低圧代替注水系（常設）による注水といった緩和措置の実施に掛かる時間（約65分）に比べて十分な余裕時間がある（最も短いPOS－Sにおいても4.1時間であり，その他のPOSでは更にさらに余裕時間が見込める）ことから，全てのシーケンスにおいて「低」とした。<br>b. 原子炉への注水に必要な設備容量については，シーケンス間で差がなく，待機中のECCS・低圧代替注水系（常設）の設備容量（残留熱除去系：1,965 m3/h，低圧代替注水系（常設）：378 m3/h）に比べて十分小さい（最も崩壊熱の大きなPOS－Sにおいても約60 m3/h）ことから，全てのシーケンスにおいて「低」とした。<br>c. 事故シーケンスグループの中で最もCDFの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別CDFに対して1%以上のシーケンスを「中」，1%未満のシーケンスを「低」とした。 | a. bの着眼点について，全シーケンスに共通であるため，選定理由から除外した。<br>c. 頻度の観点では，①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。<br>なお，直流電源喪失となる②のシーケンスは，炉心損傷頻度が低く，有効性を確認する起因事象の選定により⑩のシーケンスと同様に燃料損傷防止が可能であり，さらに可搬型代替直流電源設備による非常用ディーゼル発電機の起動による対応も期待できることから選定しない。 |
| | — | ②外部電源喪失＋直流電源失敗＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 崩壊熱除去機能*2 | ・緊急用海水系 | 低 | 低 | 低 | | |
| | | | 原子炉への注水機能 | ・低圧代替注水系（常設）（交流電源復旧後）<br>・常設代替注水系（可搬型）<br>・消火系*3 | 低 | 低 | 低 | | |
| 原子炉停止時の過出 | ◎ | ①原子炉停止時の過出（RHR切替時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 原子炉への注水機能 | ・待機中のECCS（残留熱除去系（低圧注水系））<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・消火系，補給水系*3 | 高 | 低 | 高 | a. 燃料損傷までの余裕時間が最も短いシーケンス（①RHR切替時，②CUWブロー時：3.5時間）を「低」，最も長いシーケンス（④LPRM点検時：12.1時間）を「低」，それ以外のシーケンス（③CRD点検時：5.6時間）を「中」とした。<br>流出流量が多い場，燃料損傷回避のために必要な注水設備の容量が大きくなることを考慮し，冷却材流出流量が多い系シーケンスを「高」，最も少ないシーケンスを「低」，それ以外のシーケンスを「中」とした。<br>事故シーケンスグループの中で最もCDFの高いドミナントシーケンスを「高」，事故シーケンスグループ別CDFに対して1%以上のシーケンスを「中」，1%未満のシーケンスを「低」とした。<br>①RHR切替時のLOCAについては，ウェル満水時（POS－B）及び通常水位時（POS－A 等）のどちらでも起こり得る可能性があるが，保有水量が少なく，余裕時間の観点で厳しい通常水位時を選定して整理点に基づく整理を行った。なお，通常水位時においても，原子炉水位計による警報発生による速やかな冷却材流出事象の検知等に期待できることも考えられるが，評価上考慮しないものとする。 | a. の着眼点について，「高」と考えたシーケンスとして①，②を抽出。<br>b. の着眼点について，②，③は流出流量が比較的多くなるが，燃料損傷防止対策である待機中のECCS・低圧代替注水系（常設）の設備容量は，①，④における流出流量と比較して十分大きい。<br>c. 頻度の観点では，①が支配的となった。<br>以上より，①を重要事故シーケンスとして選定。<br>なお，流出流量の大きい②，③のシーケンスについては，CRD点検時，LPRM点検時のLOCAにおける流出流量と比較して，燃料損傷防止対策となる待機中のECCS・低圧代替注水系（常設）の設備容量（残留熱除去系：1,965 m3/h，低圧代替注水系（常設）：378 m3/h）が十分大きいこと，冷温・停止時は高い冷却材温度が同一であるため，影響が軽微であることから選定しない。<br>また，②のシーケンスについては，原子炉ウェル水位は通常運転中より低く操作であるため，原子炉ウェル水位は通常運転中とされており，中間開放の運転員の操作の為にNR／WO運転員も常駐水集タンク等の水位高を認知することができるため，認知が容易であることから選定しない。 |
| | — | ③原子炉停止時の過出（CRD点検時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | 原子炉への注水機能 | ・待機中のECCS（残留熱除去系（低圧注水系））<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・低圧代替注水系（可搬型）<br>・消火系，補給水系*3 | 高 | 高 | 中 | | |
| | — | ④原子炉停止時の過出（LPRM点検時のLOCA）＋崩壊熱除去・炉心冷却失敗 | | | 低 | 中 | 低 | | |
| 設計基準の超過 | ◎ | 用語時の抜引き抜き*4 | 安全保護機能 | ・安全保護系（起動阻害装置の原子炉出力モリタリア低（10%）信号による原子炉スクラム） | — | — | — | 代表性の観点から停止中に実施される検査等により，異常反応度挿入を有する制御棒Ｍが抜引き抜きされている状態から，前の1本の制御棒が操作誤の用法を超える誤った操作によって引き抜かれ，臨界近接を経即中子に臨界に至る事象を選定する。 | |

◎：重要事故シーケンスとして選定したシーケンス

※1：停止時において崩壊熱除去機能が喪失した場合であっても，原子炉注水を実施することで燃料損傷を防止できる
（原子炉建屋（原子炉開放時）又は格納容器（原子炉未開放時）へ崩壊熱を逃すことで燃料損傷を防止し，その後長期的な安定状態の確保のために残留熱除去系等を復旧する）
※2：停止時PRAの評価上，残留熱除去系の喪失も考えられるが，その場合の事象進展及び対策は「全交流動力電源喪失」と同様になるため，ガイド等を参照し，対策に追加
※3：重大事故等対処設備ではないが，シーケンスによって使用できる可能性のある緩和設備
※4：発生の可能性が低く，発生を仮定してもその影響が限定的であるため，リスク評価上重要性が低いと判断し，PRAの評価対象から除外したもの





赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応



81

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

東二

## 第 3-2 表 重要事故シーケンス（運転停止中）の選定について（2／2）

| 事故シーケンス | 主要事故シーケンス*1 | | | | 対応する主要な燃料損傷防止対策（下線部は有効性評価で用いる重大事故等対処設備等を示す） | | 着眼点（a.余裕時間、b.設備容量、c.代表シーケンス） | | | 着眼点と選定理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 炉心損傷防止に必要な機能 | 対策設備 | a. | b. | c. | |
| 原子炉冷却材の流出 | － | 原子炉冷却材流出＋崩壊熱除去・注水系失敗 | ①原子炉冷却材流出（CRD点検（交換）時の作業誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | | 原子炉への注水機能（事象の認知を含めたもの） | ・待機中のECCS（残留熱除去系（低圧注水系））<br>・低圧代替注水系（常設）<br>・MUWP、SPCU、FP、消防車*3 | 低 | 低 | 低 | a<br>異常の認知、　漏えい箇所の隔離や待機中のECCS・低圧代替注水系の起動といった緩和措置の実施までに掛かる時間（最大2時間）に比べて十分時間がある（2時間以上）ため「低」とした |
| | － | | ②原子炉冷却材流出（LPRM点検（交換）時の作業誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | | | | 低 | 低 | 低 | b<br>待機中のECCS・低圧代替注水系といった緩和措置の設備容量（HPCF 727m3/h、LPFL 954m3/h、MUWC(原子炉補注水) 90m3/h）に比べて十分小さいため（最も冷却材流出量の大きなRHR切り替え時のミニフロー弁操作誤りにおいても87m3/h）「低」とした |
| | － | | ③原子炉冷却材流出（RIP点検時の作業誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | | | | 低 | 低 | 高 | c<br>事故シーケンスグループに対する寄与割合が89%と支配的である③の事故シーケンスを「高」とし，寄与割合が11%である④の事故シーケンスを「中」とした |
| | － | | ④原子炉冷却材流出（CUWブロー時の操作誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | | | | 低 | 低 | 中 | ・③の「RHR切り替え時のミニフロー弁操作誤り」は、燃料の露出に至らないためにPRAで起因事象の選定の際に除外した事象であるが審査ガイドにおける有効性評価の評価項目である「放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること」を考慮し、改めて重大事故シーケンスの選定対象として追加した<br>・「RIP点検時の作業誤り」等の点検作業に伴う冷却材流出事象（①，②，③の事故シーケンス）は、運転操作に伴う冷却材流出事象と異なり，作業・操作場所と漏洩発生箇所が同一であるため，認知が容易であること，また「RHR切り替え時のミニフロー弁操作誤り」は流出流量が87m³/hと他の損傷事象（①～④の事故シーケンス）より大きいことから，③の事故シーケンスを重大事故シーケンスとして選定した |
| | ◎ | | ⑤原子炉冷却材流出（RHR切り替え時のミニフロー弁操作誤り）＋崩壊熱除去・注水系失敗 | | | | 低 | 低 | － | |
| 反応度誤投入事象 | ◎ | 反応度の誤投入 | ①反応度の誤投入*6*7 | | 安全保護機能及び原子炉停止機能 | ・安全保護系<br>・原子炉停止機能 | － | － | － | a，b　事象発生後も崩壊熱除去や注水機能は喪失しないため，それらの緩和設備実施までの余裕時間の考慮は不要<br>c<br>PRA評価において選定していない起因事象*5による事故シーケンスであるため、「－」とした<br>・代表性の観点から停止中に実施される試験等により，最大反応度係数を有する制御棒1本が全引き抜きされている状態から，他の1本の制御棒が操作盤の制限を超える誤った操作によって引き抜かれ，臨界近傍を認知できずに臨界に至る事象を想定 |

*1　◎は選定した重要事故シーケンスを示す。
*2　⑥の全交流動力電源喪失に至る事故シーケンスにて、対策の有効性を確認
*3　停止時において崩壊熱除去機能が喪失した場合であっても、原子炉注水を実施することで炉心損傷を防止できる
（原子炉建屋（原子炉開放時）や格納容器（原子炉未開放時）へ崩壊熱を逃すことで炉心損傷を防止し、その後長期的な安定状態の確保の為に残留熱除去系等を復旧する）
*4　PRA上、残留熱除去系の喪失も考えられるがその場合は事象進展や対策が「全交流動力電源喪失」と同様になるため、ガイド等を参照し、対策に追加
*5　使用する注水ラインや設備によっては必ずしも重大事故等対処設備ではないが、シーケンスによって使用できる可能性のある緩和設備
*6　発生頻度が低く、主要な起事象である蓄電池の共通原因故障については、PRA上はEG分Ⅳのバッテリーの直流電源絶縁やAM策として増強した蓄電池（EG分Ⅰの増強（A,A-2）等）を考慮していないため、さらに発生の可能性は低くなると考えられる
*7　発生の可能性が低く、発生を仮定してもその影響が限定的であるため、リスク評価上重要性が低いと判断し、PRAの評価対象から除外したもの

## 第 3-3 表 炉心損傷までの余裕時間について

(a) 崩壊熱除去機能喪失及び外部電源喪失を起因事象とする場合

| POS | 炉心損傷までの余裕時間(h) |
|---|---|
| S | 3.9 |
| A | 5.6 |
| B－1 | 130 |
| B－2 | 202 |
| B－3 | 142 |
| B－4 | 278 |
| C－1 | 27 |
| C－2 | 28 |
| D | 31 |

(b) 一次冷却材バウンダリ機能喪失を起因事象とする場合

| 冷却材流出事象 | CRD点検 | LPRM点検 | RIP点検 | RHR切替時*1 | CUWブロー | RHR切替時*1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| POS | B2 | | | B*1 | C1 | A,C,D*1 |
| 炉心損傷に至る流出量($m^3$) | 2699 | | | | 173 | 173 |
| 冷却材流出量($m^3$/h) | | | | 87 | | 84 |
| 炉心損傷までの余裕時間(h) | | | | | | —(2時間以上)*4 |

*1 RHR切り替え時のミニフロー弁操作誤りについては冷却材流出はRHR吸い込み配管高さで停止するためPRA評価上、起因事象から除外しているが、原子炉停止直後を除き人的過誤自体は発生の可能性があるため、POS A～Dとする

*4 当該事象による冷却材流出はRHR吸い込み配管高さで停止するため「—」とした。その後に蒸発による水位低下を考慮しても2時間以上の余裕時間がある

## 第3-3表　燃料損傷までの余裕時間（1／2）

(a)「崩壊熱除去機能喪失」,「全交流動力電源喪失」の場合

| ＰＯＳ | プラント状態の推移 | 原子炉水位 | 燃料損傷までの余裕時間（h）※1 |
|---|---|---|---|
| S | 原子炉冷温停止への移行状態 | 通常水位 | 4.1 |
| A | ＰＣＶ／ＰＲＶ開放への移行状態 | | 6.0 |
| B1 | 原子炉ウェル満水状態 | 原子炉ウェル満水 | 54.7 |
| B2 | | | 92.4 |
| B3 | | | 109.3 |
| B4 | | | 157.7 |
| B5 | | | 177.3 |
| B6 | | | 203.0 |
| C1 | ＰＣＶ／ＰＲＶ閉鎖への移行状態 | 通常水位 | 37.6 |
| C2 | | | 40.1 |
| D | 起動準備状態 | | 42.8 |

※１：原子炉ウェル満水状態における余裕時間の評価は，燃料の取出状態に関わらず，以下のとおり保守的な仮定を基に評価

崩壊熱　　：炉心及び使用済燃料プール内の燃料の崩壊熱を考慮

保有水量　　：原子炉側のみの水量を考慮（使用済燃料プールの保有水量を含めない）

東二

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応



83

第3-3表　燃料損傷までの余裕時間（2／2）

(b)「原子炉冷却材の流出」の場合

| 事故シーケンス | POS | 原子炉水位 | 燃料損傷に至るまでの保有水量（$m^3$）※2 | 冷却材流出流量（$m^3$／h） | 燃料損傷までの余裕時間（h） |
|---|---|---|---|---|---|
| RHR切替時のLOCA | B | 原子炉ウェル満水 | | | 22.7 |
| | C，D | 通常水位 | | | 3.5 |
| CUWブロー時のLOCA | C，D | 通常水位 | | | 3.5 |
| CRD点検時のLOCA | B | 原子炉ウェル満水 | | | 5.5 |
| LPRM点検時のLOCA | B | 原子炉ウェル満水 | | | 12.1 |

※2：原子炉ウェル満水状態における保有水量は，原子炉側のみの水量を考慮（プールゲートが閉止状態であることを想定し，使用済燃料プールの保有水量を含めない）
なお，崩壊熱による原子炉冷却材の減少については，崩壊熱による水温上昇により蒸発が開始するまでに，原子炉冷却材の流出による水位低下により燃料損傷に至ることから考慮しない

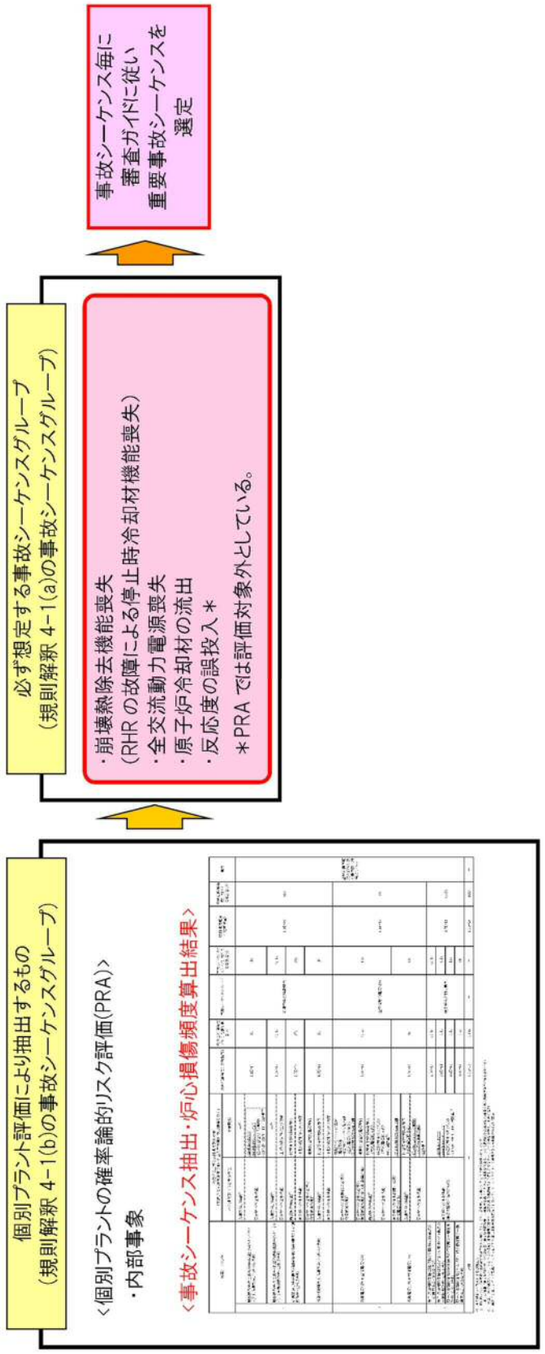
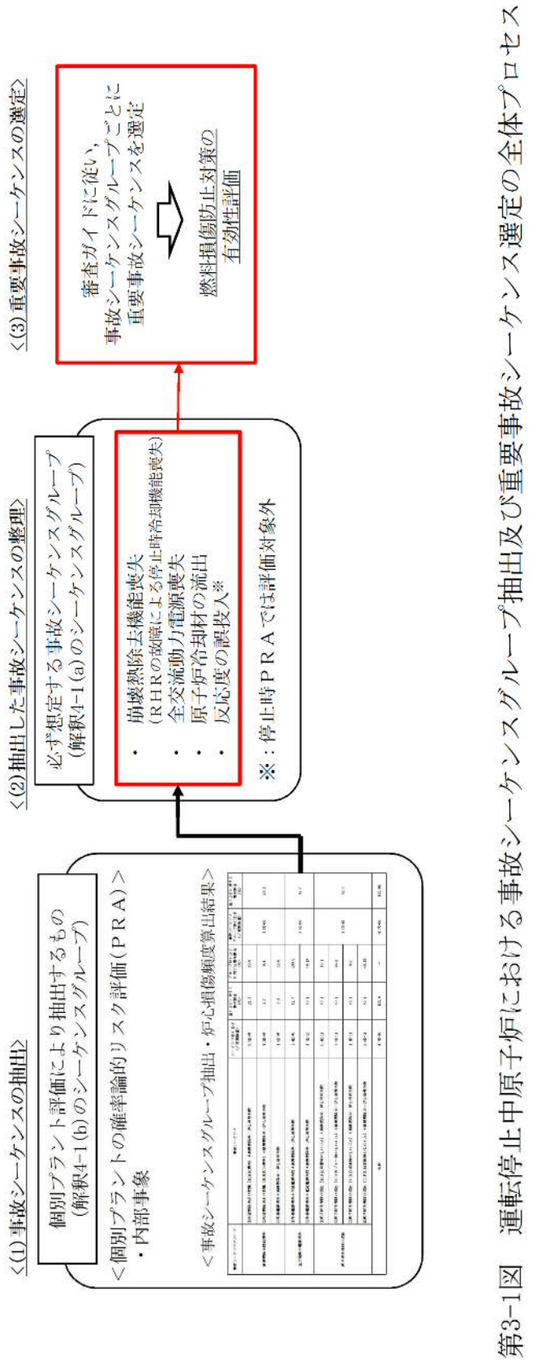
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応



84

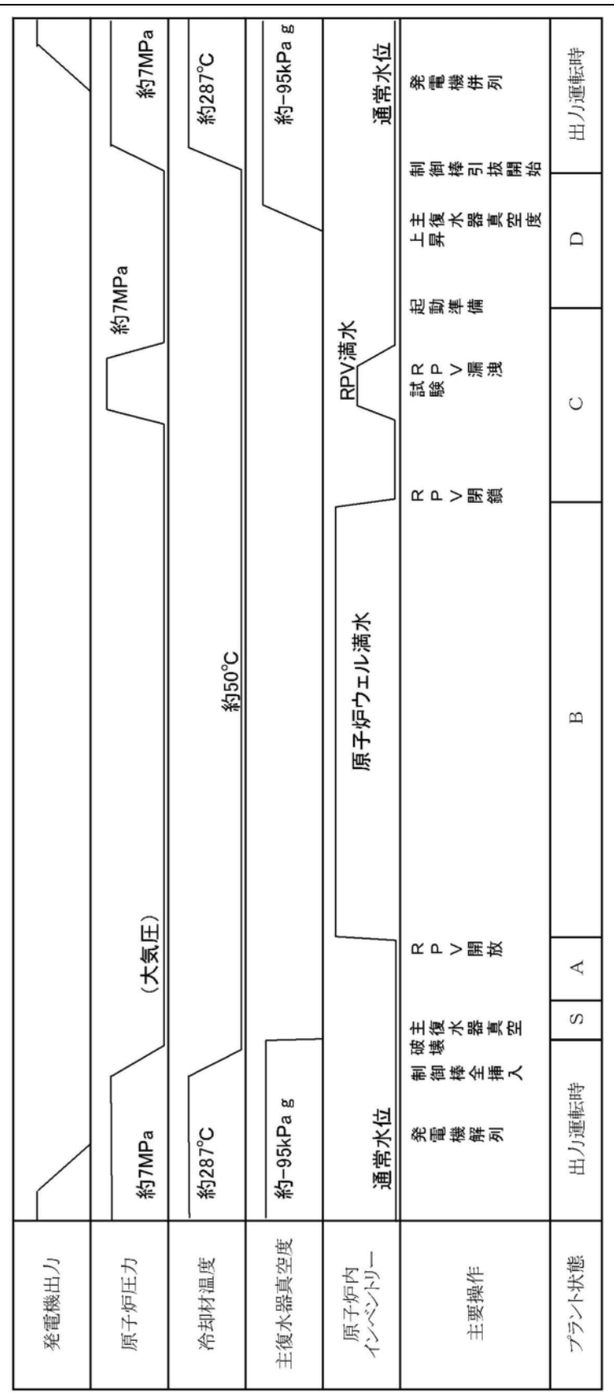
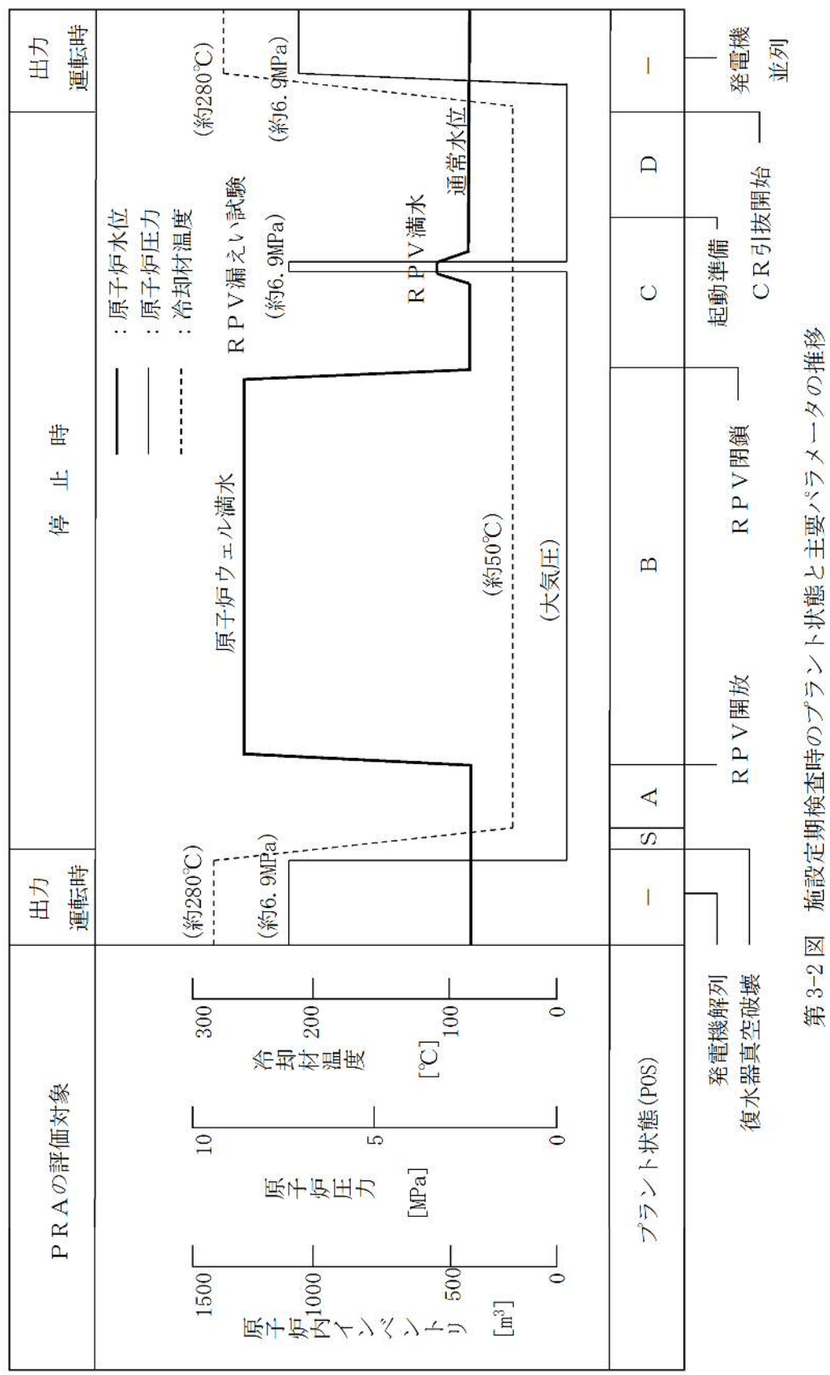
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>第 3-1 図 運転停止中の原子炉における事故シーケンス選定の全体プロセス |  <br>第3-1図　運転停止中原子炉における事故シーケンス選定の全体プロセス | |

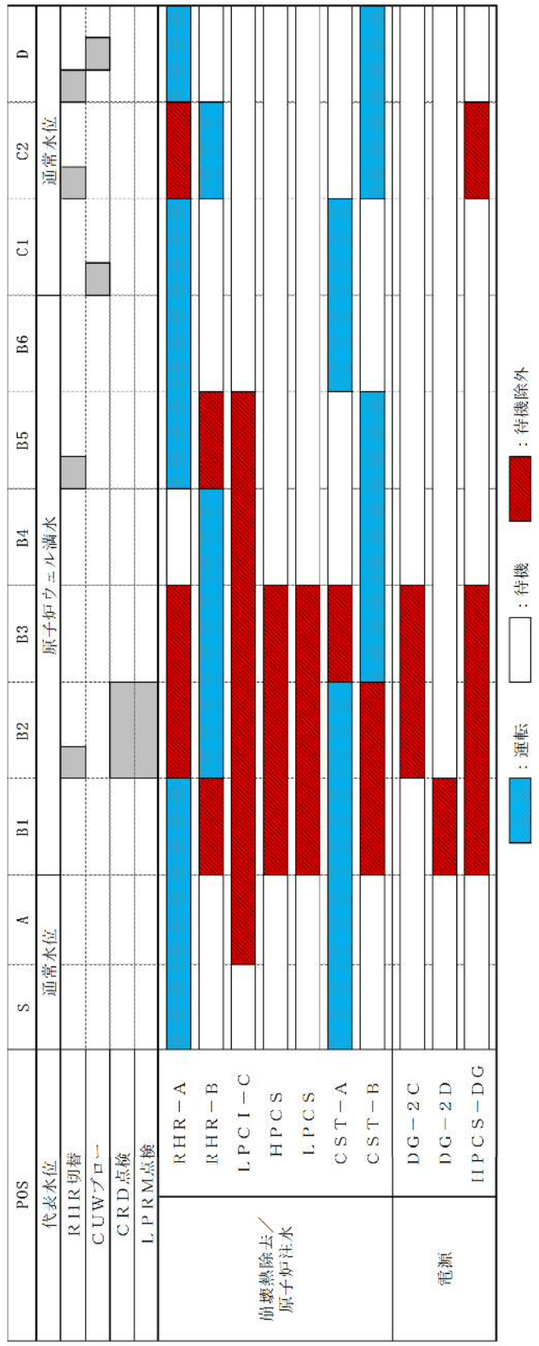
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>第3-2図　定期検査時のプラント状態と主要パラメータの推移 |  <br>第3-2図　施設定期検査時のプラント状態と主要パラメータの推移 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

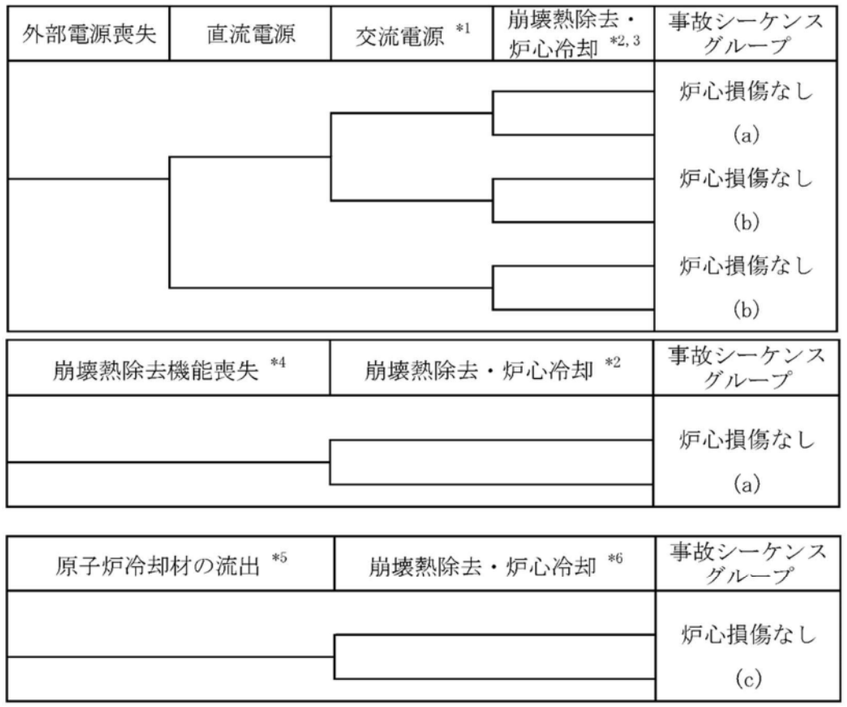
比較表

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| |  <br>第3-3図　停止時ＰＲＡにおけるプラント状態の分類及び定期検査工程 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

## 柏崎　６／７号（2017年２月15日版）




(a)　崩壊熱除去機能喪失　(b)　全交流動力電源喪失　(c)　原子炉冷却材の流出

*1　D/G 全台が機能喪失し、かつ外部電源復旧等に失敗するかどうかを示すヘディング

*2　除熱機能(RHR、CUW)及び注水機能(HPCF、LPFL、MUWC、FP）の確保に失敗するかどうかを示すヘディング

*3　直流電源喪失時または全交流動力電源喪失時において、HPCF、LPFL、MUW の注水機能は期待できないが、原子炉開放中(POS B)における消火系（FP）のディーゼル駆動消火ポンプによる原子炉ウェル・燃料プールへの注水についてのみ、エンジン駆動用蓄電池により制御電源が供給されるため、その機能を期待する

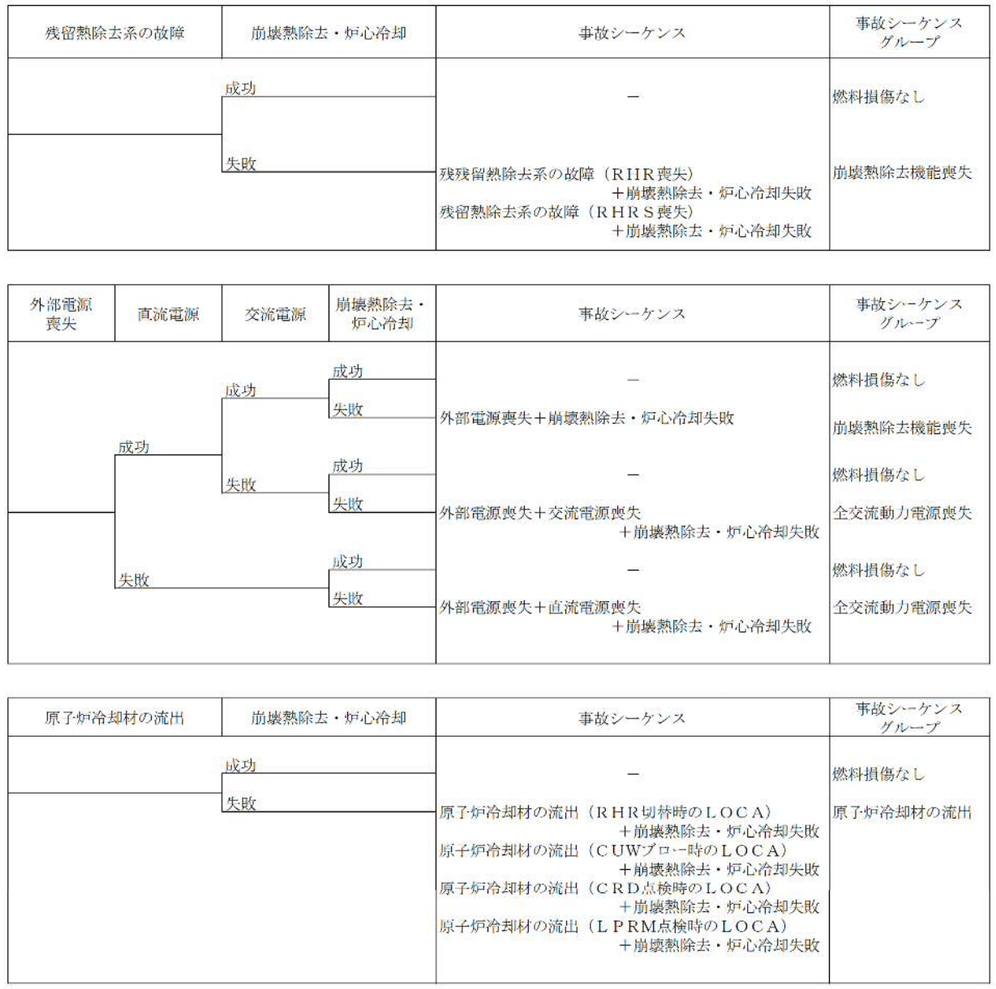
*4　RHR・代替除熱設備(CUW)機能喪失（フロントライン系故障）及び RHR 機能喪失（サポート系故障）

*5　RIP・CRD・LPRM 点検時、CUW ブロー時における作業・操作誤りにより冷却材流出

*6　事象を認知し、注水に成功するかどうかを示すヘディング(除熱機能(RHR、CUW)には期待しない)
漏洩箇所隔離の成功・失敗により注水機能の成功基準が異なる

第 3-3 図 運転停止時における燃料損傷に至る事故シーケンスの
グループ化(停止時ＰＲＡイベントツリー)

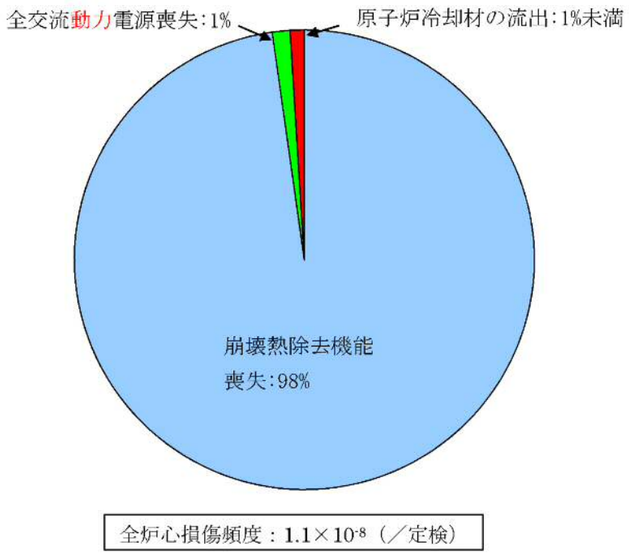
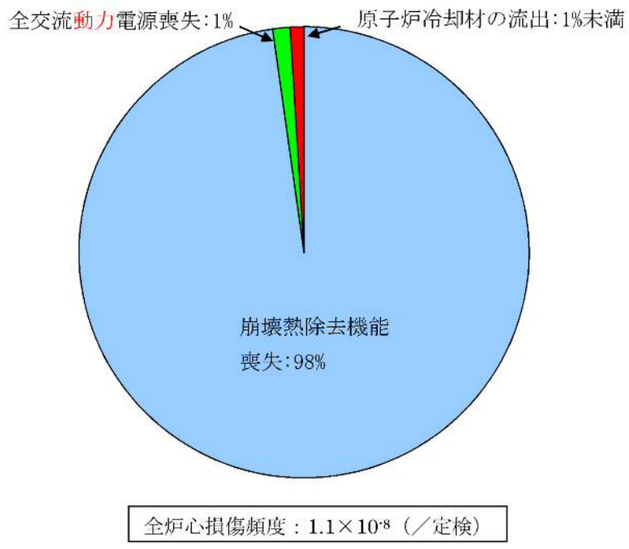
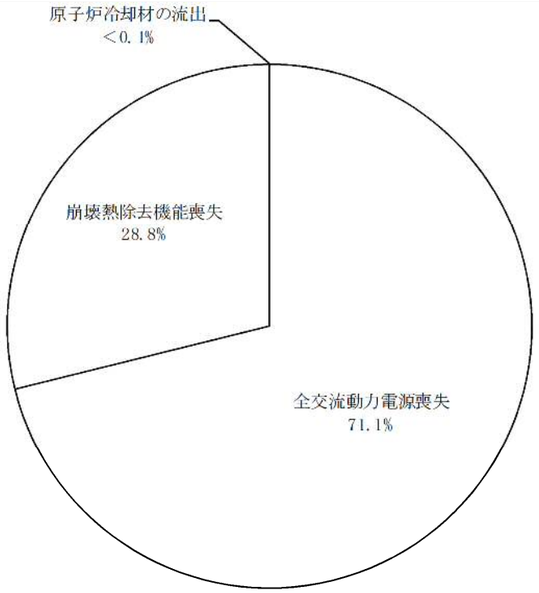
## 東二




第3-4図　停止時ＰＲＡにおけるイベントツリー

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | |
|---|---|---|
|  <br>第 3-4 図 事故シーケンスグループごとの寄与割合（Ｋ６）<br><br>  <br>第 3-4 図 事故シーケンスグループごとの寄与割合（Ｋ７） |  <br>（ＣＤＦ：5.0×10$^{-6}$／施設定期検査）<br><br>第3-5図　事故シーケンスグループごとの寄与割合 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | |
|---|---|---|
| 4　事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定に活用した PRA　の実施プロセスについて<br>事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定に際して適用可能とした PRA は、一般社団法人 日本原子力学会において標準化された実施基準を参考に実施した。<br>これらの PRA について、PRA の実施プロセスの確認及び更なる品質向上を目的とし、一般社団法人日本原子力学会の実施基準への対応状況及び PRA の手法の妥当性について、海外のレビュアーを含む専門家によるピアレビューを実施した。なお、本ピアレビューでは、第三者機関から発行されている「PSA ピアレビューガイドライン」（平成 21 年 6 月 一般社団法人 日本原子力技術協会）を参考にした。ピアレビューの結果、実施した PRA において、事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定結果に影響を及ぼすような技術的な問題点が無いことを確認した。（別紙 9）<br>また、各 PRA について、「PRA の説明における参照事項」（平成 25 年 9 月原子力規制庁）への対応状況を確認した。（別紙 10） | 4.　事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定に活用したＰＲＡの実施プロセスについて<br>事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定に際して適用可能としたＰＲＡは，一般社団法人　日本原子力学会において標準化された実施基準を参考に実施し，各実施項目について「ＰＲＡの説明における参照事項」（原子力規制庁　平成25年9月）の記載事項への適合性を確認した。（別紙12）<br>また，今回のＰＲＡの評価プロセスの確認及び更なる品質向上を目的として，専門家によるピアレビューを実施した。その結果，今回実施したＰＲＡにおいて，事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定結果に影響を及ぼすような技術的な問題点がないことを確認した。（別紙 13） | ・東海第二においても PRA び説明における参照事項への対応状況を別紙 14 で確認している。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 別紙１<br>有効性評価の事故シーケンスグループ選定における外部事象の考慮について<br><br>重大事故の有効性評価に係る個別プラントの事故シーケンスグループ選定に際しては、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準を定める規則の解釈（以下、「解釈」という。）に「個別プラントの内部事象に関する確率論的リスク評価（PRA）及び外部事象に関する PRA（適用可能なもの）又はそれに代わる方法で評価すること。」と記載されている。<br>今回の申請書作成にあたって、外部事象に関しては PRA 手法が適用可能な段階にあると判断した地震、津波を対象に出力運転時レベル 1PRA を実施した。<br>内部溢水、内部火災及びその他の外部事象については、PRA 手法の確立に向けた検討が進められている段階であったり、現実的な定量評価の実施に向けて必要なデータ整備を進めていく段階であることから、現段階では「適用可能なもの」に含まれないと判断し、「それに代わる方法」として、これらの外部事象に誘発される起因事象について検討することで、これらの外部事象の影響を考慮した場合の事故シーケンスグループ選定への影響について以下の通り、整理した。<br><br>1. 炉心損傷防止対策の事故シーケンスグループの選定に係る検討<br>1.1 内部溢水、内部火災の影響<br>今回は PRA の適用を見合わせたが、内部溢水、内部火災についてはレベル 1PRA の手法確立・個別プラントへの展開に係わる検討作業がある程度進んでいる。このことを踏まえ、PRA を念頭にして、内部溢水、内部火災の発生によって誘発される可能性がある起因事象を、定性的な分析によって抽出した。<br>抽出結果を表 1 に示す。<br>表 1 に示す起因事象が発生した場合、屋内に設置されている安全機器の機能喪失を経て炉心損傷に至る可能性があるが、これらを起因とする事故シーケンスは、同機器のランダム故障・誤操作を想定する内部事象レベル 1PRA に用いた起因事象に含まれている。<br>また、設計基準対象施設によって、溢水、火災の影響拡大防止対策が図られることで、異なる区画等、広範囲における重畳的な安全機器の同時機能喪失発生を防止できると考える。<br>従って、溢水・火災を起因とした炉心損傷頻度の定量化には上記の課題が残るものの、定性的な起因事象の抽出結果から想定される事故シーケンスは、内部事象レベル 1PRA の検討から得られる事故シーケンスの一部として分類出来るため、新たに追加が必要となる事故シーケンスグループが発生する可能性は低いと考える。 | 別紙１<br>有効性評価の事故シーケンスグループ等の選定に際しての外部事象の考慮について<br><br>重大事故の有効性評価に係る個別プラントでの事故シーケンスグループの選定に際しては，「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に，「個別プラントの内部事象に関する確率論的リスク評価（ＰＲＡ）及び外部事象に関するＰＲＡ（適用可能なもの）又はそれに代わる方法で評価を実施すること。」と記載されている。<br>今回の申請に当たって，外部事象に関しては手法が適用可能な段階にあると判断した地震，津波を対象に出力運転時レベル１ＰＲＡを実施した。<br>内部溢水，内部火災及びその他外部事象に関するレベル１ＰＲＡ及び外部事象レベル１．５ＰＲＡ並びに停止時レベル１ＰＲＡについては，ＰＲＡ手法の確立に向けた検討が進められている段階，又は現実的な定量評価の実施に向けて必要なデータ整備を進めていく段階であることから，現段階では「適用可能なもの」に含まれないと判断し，「それに代わる方法」として，これら外部事象の影響を考慮した場合の事故シーケンスグループ選定への影響について以下のとおり整理した。<br><br>1.　炉心損傷防止対策の事故シーケンスグループ抽出に係る検討<br>1.1　内部溢水，内部火災の影響<br>今回はＰＲＡの適用を見合わせたが，内部溢水，内部火災についてはレベル１ＰＲＡの手法確立・個別プラントへの展開に係わる検討作業がある程度進んでいる。このことを踏まえ，ＰＲＡを念頭にして，内部溢水，内部火災の発生によって誘発される可能性がある起因事象を，定性的な分析によって抽出した。抽出結果を表１に示す。<br><br>表１に示す起因事象が発生した場合，屋内に設置されている安全機器の機能喪失を経て炉心損傷に至る可能性があるが，これらを起因とする事故シーケンスは，同機器のランダム故障・誤操作を想定する内部事象出力運転時レベル１ＰＲＡにおいて評価対象とした起因事象に含まれている。<br>また，設計基準対象施設によって，内部溢水，内部火災の影響拡大防止が図られることで，異なる区画等，広範囲における重畳的な安全機器の同時機能喪失発生を防止できると考える。<br>したがって，内部溢水・内部火災を起因とした炉心損傷頻度の定量化には上記の課題が残るものの，定性的な起因事象の抽出結果から想定される事故シーケンスは，内部事象出力運転時レベル１ＰＲＡの検討から得られる事故シーケンスの一部として分類できるため，新たに追加が必要となる事故シーケンスグループが発生する可能性は低いと考える。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

## 柏崎　６／７号（2017 年２月 15 日版）

表1　内部溢水／火災により誘発される起因事象の例

| 起因事象 | 起因事象を誘発する要因の例 |
|---|---|
| 外部電源喪失 | ・内部溢水／火災による常用母線などの機能喪失　等 |
| 非隔離事象 | ・内部溢水／火災による原子炉冷却材流量制御系の誤動作<br>・内部溢水／火災による工学的安全施設制御系の誤動作　等 |
| 隔離事象 | ・内部溢水／火災による主蒸気隔離弁の誤閉止　等 |
| 全給水喪失 | ・内部溢水／火災による給水ポンプの機能喪失　等 |
| 大ＬＯＣＡ | ・火災によるＡＤＳ作動回路の誤動作　等 |
| ＲＰＳ誤動作 | ・内部溢水／火災による原子炉保護系の故障　等 |
| 原子炉補機冷却系故障 | ・内部溢水／火災による原子炉補機冷却系ポンプの機能喪失　等 |
| 手動停止 | ・内部溢水／火災の発生による安全機能への影響の可能性に伴う計画外停止 |

1.2　その他の外部事象の影響

その他の外部事象としては、設置許可基準の解釈第六条第２項に具体的な自然現象として以下が記載されている。

> 敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象又は森林火災等から適用されるもの

また、設置許可基準規則の解釈第六条第８項に具体的な人為事象として以下が記載されている。

> 敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等。

これらの地震、津波を除く各種自然現象及び人為事象がプラントに与え得る影響について、設計基準及びそれを超える場合、現象等の重畳を含めて定性的に分析した結果を別紙１（補足）に示す。

地震，津波以外の自然現象及び人為事象について、事故シーケンスの発生可能性を検討した結果、内部事象、地震及び津波レベル 1PRA にて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。

## 東二

表1　内部溢水及び内部火災により誘発される起因事象

| 起因事象 | 起因事象を誘発する要因の例 |
|---|---|
| 外部電源喪失 | 内部溢水及び内部火災による常用母線等の機能喪失　等 |
| 非隔離事象 | 内部溢水及び内部火災による原子炉冷却材流量制御系の誤動作<br>内部溢水及び内部火災による工学的安全施設制御系の誤動作　等 |
| 隔離事象 | 内部溢水及び内部火災による主蒸気隔離弁の誤閉止　等 |
| 全給水喪失 | 内部溢水及び内部火災による給水流量の全喪失　等 |
| 逃がし安全弁誤開放 | 内部火災による逃がし安全弁作動回路の誤動作　等 |
| 手動停止 | 内部溢水及び内部火災による安全機能への影響の可能性に伴う計画外停止 |

1.2　その他の外部事象の影響

その他の外部事象としては，解釈第６条第２項に自然現象，及び第８項に外部人為事象として，具体的に以下が記載されている。

> 第６条（外部からの衝撃による損傷の防止）
> （中略）
> ２　第１項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象又は森林火災等から適用されるものをいう。
> （中略）
> ８　第３項に規定する「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。

これらの地震，津波を除く各種自然現象及び外部人為事象がプラントに与え得る影響について，設計基準及びそれを超える場合，現象等の重畳を含めて定性的に分析した結果を添付１に示す。

地震，津波以外の自然現象及び外部人為事象について，起因事象発生の可能性を検討した結果，出力運転時を対象として実施した内部事象，地震及び津波レベル１ＰＲＡにて抽出した起因事象を誘発する要因による事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。

## 相違理由

ＳＲＶの誤開放を大ＬＯＣＡとして整理している

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 2. 格納容器破損モード選定に係る検討<br>外部事象レベル 1.5PRA については、地震 PRA のみ学会標準に一部関連する記載があるものの、その他の事象については標準的な PRA 手法が確立されておらず、定量評価を実施できる状況ではないことから、以下のとおり定性的な検討を実施した。<br><br>2.1 地震の影響<br>地震がプラントに与え得る特有の影響について、新たに有効性評価の対象として追加すべき格納容器破損モードの観点で定性的に分析した結果を別紙 1(補足 2)に示す。<br>また、地震時レベル 1PRA の結果からは、地震特有の炉心損傷モードとして原子炉建屋損傷や格納容器損傷等の炉心損傷直結事象が抽出されている。これらの事象では格納容器も破損に至るが、この場合の格納容器破損は事象進展によって格納容器に負荷が加えられて破損に至るものではなく、地震による直接的な格納容器の閉じ込め機能喪失である。これらについて格納容器破損防止の観点での対策は、緩和系による収束ではなく耐震補強等による発生防止によって達成されるものであり、有効性評価における評価事故シーケンスとしては適切でないと考える。<br><br>従って、有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして、内部事象レベル 1.5PRA にて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。<br><br>2.2 津波の影響<br>津波がプラントに与え得る特有の影響について、建屋外部の設備が機能喪失することは想定されるものの、格納容器が津波による物理的負荷(波力・漂流物の衝撃力)によって直接損傷することは想定し難い。また、炉心損傷後の格納容器内の物理化学現象についても内部事象レベル 1.5PRA で想定するものと同等と考えられる。<br>従って、有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして、内部事象レベル 1.5PRA にて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。<br><br>2.3 溢水・火災の影響<br>1.1 に示したレベル 1PRA の観点での起因事象の検討からも、炉心損傷に至る事故シーケンスグループとしては内部事象レベル 1PRA で用いた事象以外に追加すべきものは発生しないものと推定しており、格納容器が直接破損することも想定し難い。また、炉心損傷後の格納容器内の物理化学現象についても内部事象レベル 1.5PRA で想定するものと同等と考えられる。<br>従って、有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして、内部事象レベル 1.5PRA にて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないも | 2. 格納容器破損防止対策の格納容器破損モードの抽出に係る検討<br>外部事象レベル１．５ＰＲＡについては，地震ＰＲＡのみ学会標準に一部関連する記載があるものの，その他の事象については標準的なＰＲＡ手法が確立されておらず，定量評価を実施できる状況ではないことから，以下のとおり定性的な検討を実施した。<br><br>2.1 地震の影響<br>地震がプラントに与え得る特有の影響について，新たに有効性評価の対象として追加すべき格納容器破損モードの観点で定性的に分析した結果を添付 2 に示す。<br>また，出力運転時を対象として実施した地震時レベル１ＰＲＡの結果からは，地震特有の事象として原子炉建屋損傷や格納容器損傷等の炉心損傷直結事象が抽出されている。これらの事象については，深刻な事故の場合には格納容器も破損に至るが，この場合の格納容器破損は事象進展によって格納容器に負荷が加えられて破損に至るものではなく，地震による直接的な格納容器の閉じ込め機能喪失である。これらについては，耐震補強等による事象の発生防止を図ること，あるいは大規模損壊対策として可搬型のポンプ・電源，放水砲等を駆使した対応により影響緩和を試みることで対応していく事象であり，有効性評価において取り扱う事象としては適切でないと考える。<br>したがって，有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして，内部事象出力運転時レベル１．５ＰＲＡにて抽出した格納容器破損モード以外に新たに追加が必要となる格納容器破損モードはないものと判断した。<br><br>2.2 津波の影響<br>津波がプラントに与え得る特有の影響について，建物外部の設備が機能喪失することは想定されるものの，格納容器が津波による物理的負荷（波力・漂流物の衝撃力）によって直接損傷することは想定し難い。また，炉心損傷後の格納容器内の物理化学現象についても内部事象出力運転時レベル１．５ＰＲＡで想定するものと同等と考えられる。<br>したがって，有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして，内部事象出力運転時レベル１．５ＰＲＡにて抽出した格納容器破損モード以外に新たに追加が必要となる格納容器破損モードはないものと判断した。<br><br>2.3 内部溢水，内部火災の影響<br>1.1 に示した起因事象の検討からも，炉心損傷に至る事故シーケンスグループとしては内部事象出力運転時レベル１ＰＲＡで用いた事象以外に追加すべきものは発生しないと推定しており，格納容器が直接破損することは想定し難い。また，炉心損傷後の格納容器内の物理化学現象についても内部事象出力運転時レベル１．５ＰＲＡで想定するものと同等と考えられる。<br>したがって，有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして，内部事象出力運転時レベル１．５ＰＲＡにて抽出した格納容器破損モード以外に新たに追加が必要となる格納容器破損モード | 影響緩和方針の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| のと判断した。 | はないものと判断した。 | |
| 2.4 その他外部事象の影響<br>1.2 に示したプラントに与える影響の検討からは、屋外施設の損傷によるサポート系の機能喪失が想定されるものの、炉心損傷に至る事故シーケンスグループとしては内部事象レベル 1PRA の結果抽出されたシーケンスグループに追加すべきものは発生しないものと推定している。また、炉心損傷後の格納容器内の物理化学現象についても内部事象レベル 1.5PRA で想定するものと同等と考えられる。<br>従って、有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして、内部事象レベル 1.5PRA にて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。 | 2.4　その他の外部事象の影響<br>1.2に示したプラントに与える影響の検討からは，屋外施設の損傷によるサポート系の機能喪失が想定されるものの，炉心損傷に至る事故シーケンスグループとしては，内部事象出力運転時レベル１ＰＲＡの結果抽出された事故シーケンスグループに追加すべきものは発生しないものと推定している。また，炉心損傷後の格納容器内の物理化学現象についても内部事象出力運転時レベル１．５ＰＲＡで想定するものと同等と考えられる。<br>したがって，有効性評価の対象とすべき格納容器破損モードとして，内部事象出力運転時レベル１．５ＰＲＡにて抽出した格納容器破損モード以外に新たに追加が必要となる格納容器破損モードはないものと判断した。 | |
| 3. 運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の事故シーケンスグループ抽出に係る検討<br>停止時レベル1PRA については、地震、津波、内部溢水、内部火災及びその他外部事象に関するレベル1PRA の標準的なPRA 手法が確立されておらず、定量評価を実施できる状況にない。このため、出力運転時の地震、津波レベル1PRAの評価結果、内部溢水、内部火災及びその他の外部事象に関する整理、図1 に示す内部事象停止時レベル1PRA のマスターロジックダイヤグラムを参考に、地震、津波、内部溢水、内部火災及びその他の外部事象によって発生する起因事象を以下の通り定性的に分析し、起因事象の抽出結果を表2 にまとめた。<br>更に抽出した起因事象をもとに、内部事象停止時レベル1PRA にて抽出した事故シーケンスグループ以外に、新たに追加が必要となる事故シーケンスグループの有無を確認した。 | 3.　運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の事故シーケンスグループ抽出に係る検討<br>停止時レベル１ＰＲＡについては，地震，津波，内部溢水，内部火災及びその他外部事象に関するレベル１ＰＲＡの標準的なＰＲＡ手法が確立されておらず，定量評価を実施できる状況にない。このため，出力運転時の地震・津波レベル１ＰＲＡの評価結果，内部溢水・内部火災及びその他の外部事象に関する整理，図１に示す内部事象停止時レベル１ＰＲＡのマスターロジックダイアグラムを参考に，地震・津波・内部溢水・内部火災及びその他の外部事象により発生する起因事象を以下のとおり定性的に分析し，表２にまとめた。<br>さらに，抽出した起因事象を基に，内部事象停止時レベル１ＰＲＡにて抽出した事故シーケンスグループ以外に，新たに追加が必要となる事故シーケンスグループの有無を確認した。 | |
| 3.1 出力運転時と運転停止中のプラント状態等の差異<br>運転停止中における燃料損傷防止対策の事故シーケンスグループの抽出においては、出力運転時を対象に実施した整理を参考に評価を行ったが、評価に当たってはその前提として、出力運転時と運転停止中のプラント状態等の差異を把握することが重要と考え、その整理を行った。整理にあたり、一般的な出力運転時と運転停止中の違いとして以下の観点に着目し、それぞれについて事故シーケンスグループの抽出において、考慮が必要であるか確認した。<br>・崩壊熱，原子炉冷却材の温度・圧力<br>運転停止中の崩壊熱、原子炉冷却材の温度・圧力は出力運転時と比べ、小さくなるため、事象進展は緩やかになるが、事故シーケンスグループの抽出においては影響しない。<br>・燃料損傷防止に必要となる機能<br>運転停止中の燃料損傷防止に必要となる機能は、出力運転時と異なり、原子炉停止機能、高圧注水機能等が不要となる。そのため、事故シーケンスグループの抽出においてはこれらの差異について考慮する必要がある。 | 3.1　出力運転時と運転停止中のプラント状態等の差異<br>運転停止中における燃料損傷防止対策の事故シーケンスグループの抽出においては，出力運転時を対象に実施した整理を参考に評価を行ったが，評価に当たってはその前提として，出力運転時と運転停止中のプラント状態等の差異を把握することが重要と考え，その整理を行った。整理に当たり，一般的な出力運転時と運転停止中の違いとして以下の観点に着目し，それぞれについて事故シーケンスグループの抽出において，考慮が必要であるか確認した。<br>・崩壊熱，原子炉冷却材の温度・圧力<br>運転停止中の崩壊熱，原子炉冷却材の温度・圧力は出力運転時と比べ小さくなるため，事象進展は緩やかになるが，事故シーケンスグループの抽出においては影響しない。<br>・燃料損傷防止に必要となる機能<br>運転停止中の燃料損傷防止に必要となる機能は，出力運転時と異なり，原子炉停止機能，高圧注水機能が不要となる。そのため，事故シーケンスグループの抽出においては，これらの差異について考慮する必要がある。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ・原子炉水位，原子炉圧力容器・原子炉格納容器の状態<br>原子炉水位の変化は時間余裕へ影響するものの、事故シーケンスグループ抽出には影響しない。<br>運転停止中は原子炉圧力容器・原子炉格納容器が開放されている状態も考えられるが、これらの状態に依らず、運転停止中の必要な機能は変化しないため、事故シーケンスグループの抽出において考慮不要である。<br>・緩和設備・サポート系設備の状態<br>運転停止中において、一部の緩和設備及びサポート系設備の点検又は試験によりその機能に期待できない状態も想定される。ただし、期待できる設備は少なくなるものの、必要な機能は保安規定により担保されるものであり、また既に内部事象停止時レベル1PRA でこれら設備の点検又は試験により機能に期待できないことは考慮されている。そのため、本観点は事故シーケンスグループの抽出において考慮不要である。<br>・停止時特有の作業の影響<br>運転停止中において、出力運転時と異なり、点検作業等に伴う開口箇所の発生など現場の状態が異なることが考えられる。そのため、事故シーケンスグループの抽出においてはこれらの差異について考慮する必要がある。<br><br>以上より、運転停止中における燃料損傷防止対策の事故シーケンスグループの抽出においては、出力運転時を対象に実施した整理を参考にする際は「燃料損傷防止に必要となる機能」、「停止時特有の作業の影響」について考慮する必要がある。<br><br>3.2 地震の影響<br>個々の機器が地震を受けた際に損傷する可能性は運転時と停止時で異なるものでは無いが、各系統の機能喪失がプラントに与える影響の観点では運転時と停止時で異なり、停止時には、燃料の崩壊熱除去に関連する系統が重要となる。<br>停止時に燃料の崩壊熱除去を継続している系統は崩壊熱除去に関する系統及びそのサポート系であり、フロント系としては残留熱除去系、サポート系としては原子炉補機冷却系及び外部電源が該当する。<br>地震により原子炉補機冷却系又は残留熱除去系が機能喪失すると「崩壊熱除去機能喪失」の起因事象が発生し、また、碍子、所内電源設備等の送受電設備が損傷すると「外部電源喪失」の起因事象が発生する。これらの起因事象が発生した場合、屋内に設置されている安全機器の機能喪失を経て燃料損傷に至る可能性があるが、事故シーケンスは、同機器のランダム故障・誤操作を想定する内部事象運転停止時レベル1PRA にて抽出されたものに含まれる。<br><br>地震特有の事象として、原子炉建屋、原子炉格納容器の建屋・構築物の損傷、格納容器バイパス、 | ・原子炉水位，原子炉圧力容器・格納容器の状態<br>原子炉水位の変化は時間余裕へ影響するものの，事故シーケンスグループ抽出には影響しない。<br>運転停止中は原子炉圧力容器・格納容器が開放されている状態も考えられるが，これらの状態に依らず，運転停止中の必要な機能は変化しないため，事故シーケンスグループの抽出において考慮不要である。<br>・緩和設備・サポート系設備の状態<br>運転停止中において，一部の緩和設備及びサポート系設備の点検又は試験によりその機能に期待できない状態も推定される。ただし，期待できる設備は少なくなるものの，必要な機能は原子炉施設保安規定により担保されるものであり，また既に内部事象停止時レベル１ＰＲＡでこれらの設備の点検又は試験により期待できないことは考慮されている。そのため，本観点は事故シーケンスグループの抽出において考慮不要である。<br>・停止時特有の作業の影響<br>運転停止中において，出力運転時とは異なり，点検作業等に伴う開口箇所の発生など現場の状態が異なることが考えられる。そのため，事故シーケンスグループの抽出においては，これらの差異について考慮する必要がある。<br><br>以上より，運転停止中における燃料損傷防止対策の事故シーケンスグループの抽出においては，出力運転時を対象に実施した整理を参考にする際は，「燃料損傷防止に必要となる機能」，「停止時特有の作業の影響」について考慮する必要がある。<br><br>3.2　地震の影響<br>地震により個々の機器が損傷する可能性は運転時と運転停止中で異なるものではないが，各系統の機能喪失がプラントに与える影響の観点では運転時と運転停止中で異なり，運転停止中は燃料の崩壊熱除去に関連する系統が重要となる。<br>運転停止中に燃料の崩壊熱を除去している系統は，残留熱除去系及びそのサポート系である残留熱除去系海水系，外部電源から給電される所内電源設備である。<br><br>地震により残留熱除去系又は残留熱除去系海水系が機能喪失すると「残留熱除去系の故障」の起因事象が発生し，碍子又は所内電源設備等の送受電設備が損傷すると「外部電源喪失」の起因事象が発生する。これらの起因事象が発生した場合，屋内に設置されている安全機能を有する系統が機能喪失した場合は燃料損傷に至るが，この事故シーケンスは，同じ系統がランダム故障等で発生することを想定している内部事象停止時レベル１ＰＲＡにて抽出される事故シーケンスと同じである。<br>地震特有の事象として，原子炉建屋損傷，格納容器損傷，原子炉圧力容器損傷，格納容器バイパ | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 原子炉冷却材圧力バウンダリ（Excessive-LOCA）、計測制御電源喪失の発生が挙げられるが、これらについては出力運転中を対象とした炉心損傷に至る事故シーケンスの抽出における考え方と同様、損傷の規模に応じて、機能を維持した設計基準事故対処設備や重大事故等対処設備、可搬型の機器等で炉心損傷防止を試みるものと考える。一方、損傷の程度が大きく、設計基準事故対処設備又は重大事故等対処設備に期待できない場合には、大規模損壊対策を含め、建屋以外に分散配置した設備や可搬型の機器を駆使し、影響緩和を図ることで対応するべきものと考える。<br>したがって、運転停止時の地震の発生を考慮しても、内部事象停止時レベル1PRA において抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。 | ス，原子炉冷却材圧力バウンダリ喪失（Ｅｘｃｅｓｓｉｖｅ　ＬＯＣＡ），計装・制御系喪失が発生すると，直接炉心損傷至る事象が発生するが，これらについては出力運転中を対象とした炉心損傷に至る事故シーケンスの抽出における考え方と同様，損傷の規模に応じて，機能を維持した設計基準事故対処設備や重大事故等対処設備，可搬型の機器等で燃料損傷防止を試みるものと考える。一方，損傷の程度が大きく，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備に期待できない場合には，大規模損壊対策を含め，原子炉建屋以外に分散配置した設備や可搬型の機器を駆使し，影響緩和を図ることで対応するべきものと考える。<br>したがって，運転停止中の地震の発生を考慮しても，内部事象停止時レベル１ＰＲＡにおいて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。 | |
| 3.3 津波による影響<br>停止時には点検等に伴い、運転時には無い開口が生じている可能性が考えられるが、運転時の津波PRA においても、地下開口部からの浸水を考慮していることから、浸水及びその伝播経路については運転時と停止時において相違はないものと考えるが、各系統の機能喪失がプラントに与える影響の観点では運転時と停止時で異なり、停止時には、燃料の崩壊熱除去に関連する系統が重要となる。<br>停止時に燃料の崩壊熱除去を継続している系統は崩壊熱除去に関する系統及びそのサポート系であり、フロント系としては残留熱除去系、サポート系としては原子炉補機冷却系及び外部電源が該当する。外部電源について、運転時の津波PRA では期待していないことから、停止時においても期待しないものとすると、そのバックアップとなる非常用電源が重要となる。<br>津波により海水が建屋内へ浸水すると、海水が機器の設置高さに到達した時点で、原子炉補機冷却水系の機能喪失が発生し、「崩壊熱除去機能喪失」の起因事象が発生する。以降、海水の浸水高さに応じて「全交流動力電源喪失」「直流電源喪失」が発生すると考えられる。浸水高さに応じて発生する起因事象が異なるという考え方は、出力運転時を対象とした津波PRA と同様である。また、燃料損傷防止対策も出力運転時を対象とした津波PRA と同様、津波による浸水防止である。したがって、運転停止時の津波の発生を考慮しても、内部事象停止時レベル1PRA において抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。<br>なお、プラント停止時において、必要な浸水防止対策がすべて喪失することがないように複数の同時点検等は実施しないなど、少なくとも１区分は機能維持可能な運用とする。 | 3.3　津波による影響<br>運転停止中は機器の点検等に伴い，運転時にはない開口が生じている可能性が考えられるが，運転停止中においても防潮堤の機能は維持されることから，防潮堤を超え敷地に遡上する津波に対するプラントへの影響は運転時と運転停止中において相違ないものと考えるが，各系統の機能喪失がプラントに与える影響の観点では運転時と運転停止中で異なり，運転停止中には燃料の崩壊熱除去に関連する系統が重要となる。<br>運転停止中に燃料の崩壊熱を除去している系統は，残留熱除去系及びそのサポート系である残留熱除去系海水系，外部電源から給電される所内電源設備である。<br>津波が防潮堤を超えると残留熱除去系海水系ポンプが機能喪失するため，「残留熱除去系の故障」の起因事象が発生する。また，津波が防潮堤位置でT.P.＋23m を超えると原子炉建屋内浸水により残留熱除去系が機能喪失するため，「残留熱除去系の故障」の起因事象が発生する。これらの起因事象に対する燃料損傷防止対策は出力運転時津波レベル１ＰＲＡと同様，津波防護対策，常設代替高圧電源装置及び低圧代替注水系（常設，可搬型）である。<br>したがって，運転停止中原子炉の津波の発生を考慮しても，内部事象停止時レベル１ＰＲＡにおいて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。 | 出力運転時津波レベル１ＰＲＡにおける防潮堤の考慮の有無の相違<br>プラント型式の相違による運用の相違 |
| 3.4 内部溢水，内部火災の影響<br>個々の機器が溢水又は火災の影響を受けた際に損傷する可能性は運転時と停止時で異なるものでは無いが、各系統の機能喪失がプラントに与える影響の観点では運転時と停止時で異なり、停止 | 3.4　内部溢水，内部火災の影響<br>内部溢水，内部火災により個々の機器が損傷する可能性は運転時と運転停止中で異なるものではないが，各系統の機能喪失がプラントに与える影響の観点では運転時と運転停止中で異なり，運転 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 時には、燃料の崩壊熱除去に関連する系統が重要となる。<br>停止時に燃料の崩壊熱除去を継続している系統は崩壊熱除去に関する系統及びそのサポート系であり、フロント系としては残留熱除去系、サポート系としては原子炉補機冷却系及び外部電源が該当する。<br>内部溢水、内部火災により原子炉補機冷却系又は残留熱除去系が機能喪失すると「崩壊熱除去機能喪失」の起因事象が発生し、外部電源設備が機能喪失すると「外部電源喪失」の起因事象が発生するが、これらを起因とする事故シーケンスは、同機器のランダム要因による同系統の機能喪失を想定する内部事象運転停止時レベル1PRA にて抽出された事故シーケンスに含まれている。<br>したがって、運転停止時の内部溢水又は内部火災の発生を考慮しても、内部事象停止時レベル1PRA において抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。<br>なお、停止時においても必要な溢水、火災の影響拡大防止対策を講じ、異なる区画等、広範囲における重畳的な安全機器の同時機能喪失の発生を防止する※。<br>※溢水：定期検査時等でのハッチ開放時の運用（9 条-別添1-補足21）に示すように異区分の安全機器の点検中に当該ハッチを開放しないなど、溢水が複数の安全機能に影響しないよう対応を実施する<br>火災：原子炉停止中も必要な防護処置等は実施される | 停止中は燃料の崩壊熱除去に関連する系統が重要となる。<br>運転停止中に燃料の崩壊熱を除去している系統は，残留熱除去系及びそのサポート系である残留熱除去系海水系，外部電源から給電される所内電源設備である。<br><br>内部溢水，内部火災により運転中の残留熱除去系又は残留熱除去系海水系が機能喪失すると「残留熱除去系の故障」の起因事象が発生し，所内電源設備が機能喪失すると「外部電源喪失」の起因事象が発生するが，これらを起因とする事故シーケンスは，同系統の機器のランダム故障による機能喪失を想定する内部事象停止時レベル１ＰＲＡにおいて抽出した起因事象に含まれている。<br>したがって，運転停止中の内部溢水，内部火災の発生する起因事象の発生を考慮しても，内部事象停止時レベル１ＰＲＡにおいて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。<br>なお，運転停止中においても必要な内部溢水，内部火災の影響拡大防止対策を講じ，異なる区画等，広範囲における重畳的な安全機能を有する機器の同時機能喪失の発生を防止する。 | |
| 3.5 その他の外部事象の影響<br>地震、津波以外の自然現象及び人為事象について、出力運転時の整理（別紙1（補足1））を参考に起因事象が発生し得るかを確認した。確認の結果、出力運転時と運転停止中を比較し、プラント状態、必要な機能の違いが評価に影響しないことを確認した。<br>その他の自然現象の発生に伴う起因事象は、内部事象停止時レベル1PRA において抽出される起因事象に包含されるため、内部事象停止時レベル1PRA において抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。 | 3.5　その他の外部事象の影響<br>地震，津波以外の自然現象及び外部人為事象について，運転時を対象とした整理を参考に，運転停止中に起因事象が発生し得るかを確認した。その結果，その他の外部事象の発生に伴う起因事象は，内部事象停止時レベル１ＰＲＡにおいて抽出した起因事象に包含されるため，内部事象停止時レベル１ＰＲＡにて抽出した事故シーケンスグループ以外に新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないものと判断した。 | |
| 4. まとめ<br>今回の事故シーケンスグループ等の選定に際して、現段階でPRA を適用可能と判断した出力運転時地震レベル1PRA、出力運転時津波レベル1PRA 以外の外部事象について、定性的な分析・推定から新たに追加すべき事故シーケンスグループ等は発生しないものと評価した。<br><br>なお、今回定性的な分析とした各PRA や地震発生時に想定される地震随伴津波、地震随伴火災および地震随伴溢水を対象としたPRA については、手法整備の研究及び実機プラントへの適用の検討を順次進めていく予定である。<br>以 上 | 4.　まとめ<br>今回の事故シーケンスグループ等の選定に際して，現段階でＰＲＡを適用可能と判断した出力運転時地震レベル１ＰＲＡ，出力運転時津波レベル１ＰＲＡ以外の外部事象について，定性的な分析・推定から新たに追加すべき事故シーケンスグループ及び格納容器破損モードはないものと評価した。<br>なお，今回定性的な分析とした各ＰＲＡや地震発生時に想定される地震随伴津波，地震随伴火災及び地震随伴溢水を対象としたＰＲＡについては，手法整備の研究及び実機プラントへの適用の検討を順次進めていく予定である。<br>以上 | |

シーケンス選定（別紙 1）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

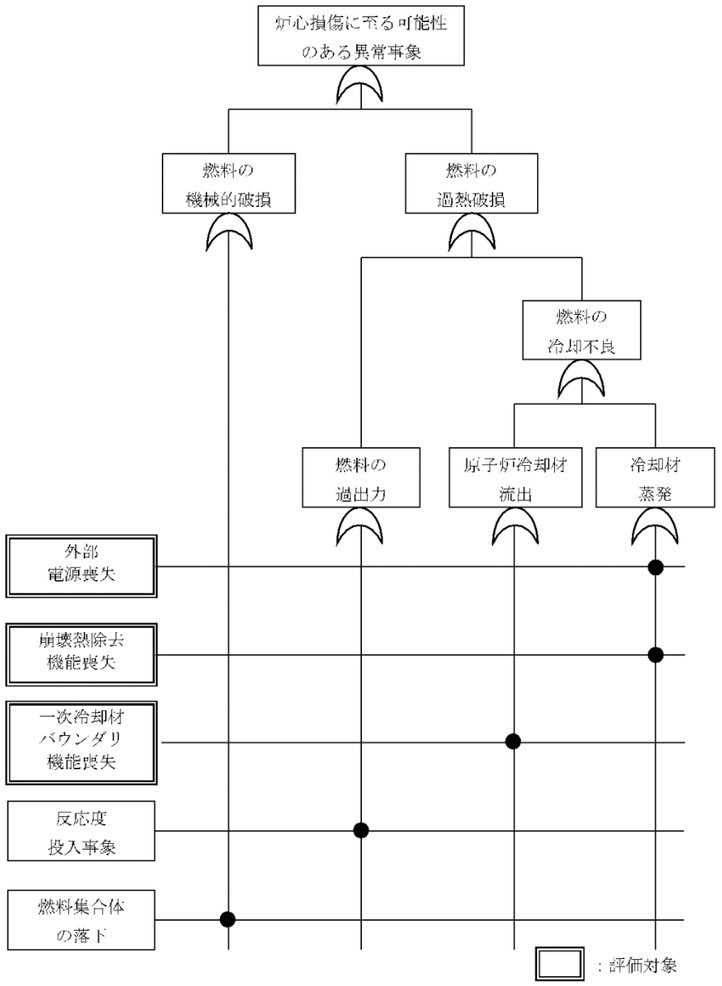
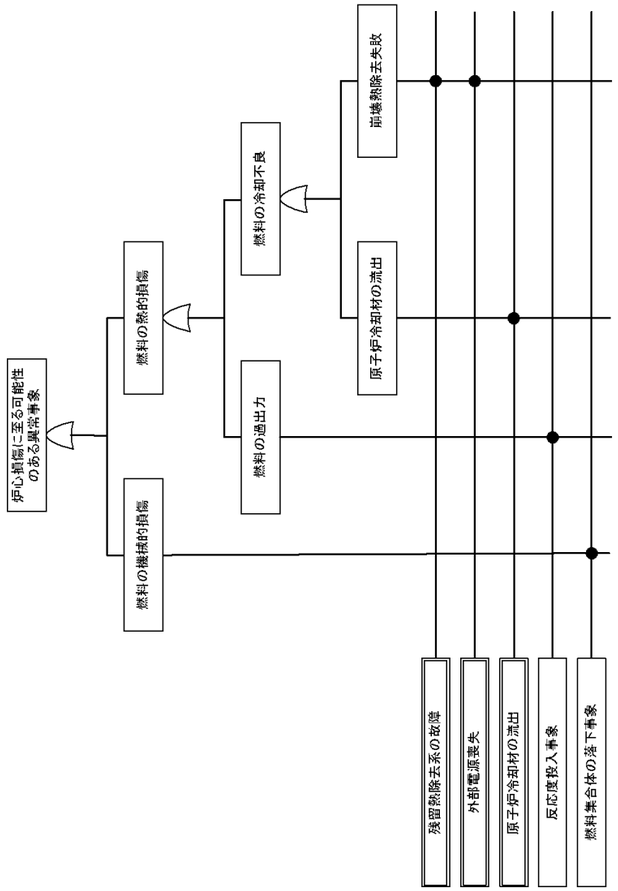
| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
|  <br>図 1　炉心損傷に至る可能性のある異常事象マスターロジックダイヤグラム |  <br>図 1　内部事象停止時レベル 1 PRA のマスターロジックダイアグラム | |

表２　運転停止中原子炉における各外部事象で発生する起因事象及び事故シーケンスの抽出結果

| 想定される系統・機器の損傷 | | | | 起因事象 | 主な炉心損傷防止対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 地震 | 津波 | 内部火災・内部溢水 | その他の外部事象 | | |
| ・外部電源設備（送受電設備）の損傷※1 | ・外部電源設備（受電設備）の水没※1 | ・外部電源設備（送受電設備）の機能喪失 | ・外部電源設備（送受電設備）の機能喪失（積雪，低温，火山，風（台風），竜巻，地滑り） | 外部電源喪失 | ・常設代替交流電源設備<br>・代替原子炉補機冷却系<br>・低圧代替注水系（常設・可搬）<br>・津波による浸水防止※3 |
| ・原子炉補機冷却系の損傷<br>・残留熱除去系の損傷 | ・建屋内浸水による原子炉補機冷却系・冷却海水系、残留熱除去系ポンプ等の水没 | ・原子炉補機冷却系ポンプの機能喪失等 | ・海水系の閉塞（火山，生物学的事象，風（台風），竜巻） | 崩壊熱除去機能喪失 | |
| －※2 | － | － | － | 一次冷却材バウンダリ機能喪失 | － |
| ・建屋・構築物（原子炉建屋）<br>・建屋・構築物（格納容器・圧力容器）<br>・格納容器バイパス<br>・原子炉冷却材圧力バウンダリ喪失（E-LOCA）<br>・計測制御電源喪失 | － | － | － | 直接炉心損傷に至る事象 | ・出力運転中の地震PRAに基づき、直接炉心損傷に至る可能性のある起因事象を抽出しているが、別紙２に示すとおり、評価方法にはかなりの保守性を有し、かつ、大きな不確かさを有する。出力運転中の取り扱いと同様、機能維持した設計基準事故対処設備、及び炉心損傷防止対策を柔軟に活用し影響緩和を図ることで対応すべきものと考える。 |

※１：出力運転時PRAでは全交流動力電源喪失・直流電源喪失を起因事象として取り扱っているが、停止時PRAでは緩和系として取り扱っているため起因事象の抽出の対象としない（事故シーケンスとしては全交流動力電源喪失（外部電源喪失＋全非常用ディーゼル発電機喪失），直流電源喪失を設定）。

※２：原子炉冷却材圧力バウンダリ喪失は「E-LOCA」として直接炉心損傷に至る事象に整理する。

※３：プラント停止時において，必要な浸水防止対策がすべて喪失することがないように複数の同時点検等は実施しないなど、少なくとも１区分は機能維持可能な運用とする。

東二

表２　運転停止中原子炉における各外部事象で発生する起因事象の抽出結果

| 外部事象／起因事象 | 地震 | 津波 | 内部火災・内部溢水 | その他の外部事象 | 主な燃料損傷防止対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 残留熱除去系の故障 | ・残留熱除去系の損傷<br>・残留熱除去系海水系の損傷 | ・残留熱除去系海水系の機能喪失<br>・原子炉建屋内浸水による残留熱除去系の機能喪失 | ・残留熱除去系ポンプの停止<br>・残留熱除去系海水系ポンプの停止<br>等 | ・残留熱除去系海水系の機能喪失（竜巻，落雷） | ・常設代替高圧電源装置<br>・低圧代替注水系（常設，可搬型）<br>・緊急用海水系<br>・津波防護対策 |
| 外部電源喪失 | ・送受電設備の損傷 | ・送受電設備の機能喪失 | ・送受電設備の機能喪失 | ・送受電設備の機能喪失（凍結，積雪，火山，竜巻，森林火災，落雷） | |
| 原子炉冷却材の流出 | －※1 | － | － | － | － |
| 反応度投入事象 | － | － | － | － | － |
| 直接炉心損傷に至る事象 | ・原子炉建屋損傷<br>・格納容器損傷<br>・原子炉圧力容器損傷<br>・格納容器バイパス<br>・原子炉冷却材圧力バウンダリ喪失（Ｅｘｃｅｓｓｉｖｅ－ＬＯＣＡ）<br>・計測・制御系喪失 | － | － | － | ・出力運転時を対象とした地震レベル１ＰＲＡ結果に基づき，直接炉心損傷に至る起因事象を抽出しているが，別紙２に示すとおり，評価方法にはかなりの保守性を有し，かつ，大きな不確かさを有する。出力運転中の取り扱いと同様，機能維持した設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を柔軟に活用し影響緩和を図ることで対応すべきものと考える。 |

※１：原子炉冷却材圧力バウンダリ喪失は直接炉心損傷に至る事象として整理する。

相違理由

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 別紙１（補足１）<br>有効性評価の事故シーケンスグループの選定に際しての地震・津波以外の外部事象の考慮について<br><br>「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第 1306193 号（平成２５年６月１９日原子力規制委員会決定））第 37 条第 1-1 項では，運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対して原子炉の安全性を損なうことがないよう設計することを求められる構築物，系統及び機器がその安全機能を喪失した場合であって，炉心の著しい損傷に至る可能性があると想定する事故シーケンスグループを抽出するため，個別プラントの PRA 又はそれに代わる方法で評価を実施することが求められている。<br>外部事象の内，日本原子力学会標準として実施基準が定められており PRA の適用実績がある地震及び津波については，それぞれ PRA を実施し事故シーケンスグループの抽出を実施している。（ただし，地震随伴火災や津波随伴火災など，随伴事象の評価はまだ未成熟であり，今回，評価はできていない。）<br>また，地震，津波以外の自然現象については現段階での PRA 評価は実施困難であるため，「それに代わる方法」として以下に示す方法にて定性的に事故シーケンスグループの抽出を行い，重大事故の有効性評価において新たに追加が必要となる事故シーケンスグループの有無について確認を行った。<br><br>更に人為事象についても定性的に事故シーケンスグループの抽出を行い，重大事故の有効性評価において新たに追加が必要となる事故シーケンスグループの有無について確認を行った。<br><br>1. 前提条件<br>(1) 評価対象事象<br>設計基準を設定する自然現象の選定は，一般的な事象に加え，国内外の規格基準から収集した様々な自然現象に対し，そもそも柏崎刈羽原子力発電所において発生する可能性があるか，非常に苛酷な状況を想定した場合，プラントの安全性が損なわれる可能性があるか，影響度の大きさから代表事象による評価が可能かといった観点でスクリーニングを実施している。<br>従って，設計基準の設定を行っていないものについては，そもそもプラントの安全性が損なわれる可能性が無いか（もしくは有意な頻度では発生しないか），影響度の大きさが他の自然現象に包絡されるものであるため，事故シーケンスの有無の確認は，設計基準を設定している以下の 7 事象を対象に実施するものとする。<br>＜設計基準設定事象＞<br>・ 風（台風）<br>・ 竜巻 | 別紙１（添付１）<br>有効性評価の事故シーケンスグループの選定に関しての地震・津波以外の外部事象の考慮について<br><br>「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第1306193号（平成２５年６月１９日原子力規制委員会決定））第37条第1-1項では，運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対して原子炉の安全性を損なうことがないよう設計することを求められる構築物，系統及び機器がその安全機能を喪失した場合であって，炉心の著しい損傷に至る可能性があると想定する事故シーケンスグループを抽出するため，個別プラントのＰＲＡ又はそれに代わる方法で評価を実施することが求められている。<br>外部事象のうち，日本原子力学会標準として実施基準が定められておりＰＲＡの適用実績がある地震及び津波については，それぞれＰＲＡを実施し事故シーケンスグループの抽出を実施している。<br><br>また，地震，津波以外の自然現象については現段階でのＰＲＡ評価は実施困難であるため，「それに代わる方法」として以下に示す方法にて定性的に事故シーケンスグループの抽出を行い，重大事故等対策の有効性評価において新たに追加が必要となる事故シーケンスグループの有無について確認を行った。<br>さらに外部人為事象についても定性的に事故シーケンスグループの抽出を行い，重大事故等対策の有効性評価において新たに追加が必要となる事故シーケンスグループの有無について確認を行った。<br>また，自然現象，外部人為事象が重畳することによる影響についても，定性的な評価を行い，重大事故等対策の有効性評価において新たに追加が必要となる事故シーケンスグループの有無について確認を行った。<br><br>1. 前提条件<br>(1) 評価対象事象<br>設計基準を設定する自然現象（以下「設計基準設定事象」という。）の設定は，一般的な事象に加え，国内外の規格基準から収集した様々な自然現象に対し，そもそも東海第二発電所において発生する可能性があるか，プラントの安全性が損なわれる可能性があるか，影響度の大きさから代表事象による評価が可能かといった観点でスクリーニングを実施している。（補足1）<br>したがって，設計基準設定事象以外のものについては，そもそもプラントの安全性が損なわれる可能性がないか，有意な頻度では発生しないか，若しくは影響度の大きさから他の自然現象に包絡されるものであるため，事故シーケンスの有無の確認は，設計基準設定事象である以下の12事象を対象に実施するものとする。<br>・極低温（凍結）<br>・降水（豪雨（降雨））<br>・積雪（暴風雪） | 設計基準事象設定方針の相違<br><br>設計基準事象設定方針の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ・ 低温（凍結） | ・高潮 | 設計基準事象設定方針の相違 |
| ・ 降水 | ・火山（火山活動・降灰） | |
| ・ 積雪 | ・生物学的事象 | 設計基準事象設定方針の相違 |
| ・ 落雷 | ・洪水（外部洪水） | 設計基準事象設定方針の相違 |
| ・ 火山 | ・風（台風）<br>・竜巻 | |
| | ・森林火災 | 設計基準事象設定方針の相違 |
| | ・落雷 | |
| | ・地滑り | 設計基準事象設定方針の相違 |
| なお，設計基準設定事象以外については，上述の通り，基本的には事故シーケンスに至ることはない（もしくは，有意な頻度では発生しない）と判断しているものの，各自然現象により想定される発電所への影響（損傷・機能喪失モード）を踏まえ，考え得る起因事象について整理しており，その結果からも上記 7 事象に加え詳細評価が必要な事象は無いことを確認している。（添付資料 1-1） | なお，設計基準設定事象以外については，上述のとおり，基本的には事故シーケンスに至ることはないか，有意な頻度では発生しないか，若しくは影響度の大きさから他の自然現象に包絡されるものであると判断しているものの，各自然現象により想定される発電所への影響（損傷・機能喪失モード）を踏まえ，考え得る起因事象について整理しており，その結果からも上記12事象に加え詳細評価が必要な事象は無いことを確認している。なお，このうち6事象については，他事象に包絡される（降水（豪雨（降雨）），高潮，風（台風），洪水（外部洪水））か，起因事象の発生はない（生物学的事象，地滑り）ことを確認している。（補足2） | 設計基準事象抽出方針の相違<br>設計基準事象抽出方針の相違 |
| また，各人為事象により想定される発電所への影響（損傷・機能喪失モード）を踏まえ，考え得る起因事象についても整理しており，その結果から新たな起因事象が無いこと，事象の影響として設計基準設定自然現象に包絡されることを確認している。（添付資料 1-2） | また，各外部人為事象により想定される発電所への影響（損傷・機能喪失モード）を踏まえ，考え得る起因事象についても整理しており，その結果から新たな起因事象がないこと，事象の影響として設計基準設定事象に包絡されることを確認している。（補足3） | |
| (2) 想定範囲 | (2)想定範囲 | |
| 上記自然現象については，それぞれ考慮すべき最も苛酷と考えられる条件を設計基準として設定している。具体的には，既往最大や年超過確率 $10^{-4}$/年～$10^{-5}$/年を目安としていることから，それよりも低頻度（10-7/年）で発生する規模を仮定する。 | 上記設計基準設定事象については，それぞれ考慮すべき最も過酷と考えられる条件を設定している。具体的には，設計基準設定を超えた規模を仮定する。 | 事象想定規模の相違（年超過確率は用いない） |
| 2. 評価方法 | 2. 評価方法 | |
| 2.1 起因事象の特定 | 2.1　起因事象の特定 | |
| (1) 構築物，系統及び機器（以下，設備等）の損傷・機能喪失モードの抽出 | (1)構築物，系統及び機器（以下「設備等」という。）の損傷・機能喪失モードの抽出 | |
| 1.にて示した風，積雪等の自然現象が既往最大や年超過確率 $10^{-4}$/年～$10^{-5}$/年といった設計基準よりも低頻度（$10^{-7}$/年）となる規模で発生した場合に，発電所に与える影響は地震，津波ほど十分な知見がない。そこで，ここでは国外の評価事例，国内のトラブル事例及び規格・基準にて示されている発電所の影響を収集し，対象とする自然現象が発生した場合に設備等へどのような影響を与えるか（設備等への損傷・機能喪失モード）の抽出を行う。 | 1.にて示した風，積雪等の自然現象が設計基準を超える規模で発生した場合に，発電所に与える影響は地震，津波ほど十分な知見がない。そこで，ここでは国外の評価事例，国内のトラブル事例及び規格・基準にて示されている発電所の影響を収集し，対象とする自然現象が発生した場合に設備等へどのような影響を与えるか（設備等への損傷・機能喪失モード）の抽出を行う。 | 事象想定規模の相違（年超過確率は用いない） |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| (2) 評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性がある設備等の内，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。 | (2)評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性がある設備等のうち，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。 | |
| (3) 起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定する。<br>シナリオの選定にあたっては，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象となりうるシナリオを選定する。<br>なお，起因事象の選定は，日本原子力学会標準「原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的安全評価に関する実施基準：2008（レベル 1 PSA 編)」（以下，学会標準）等に示される考え方などを参考に行う。 | (3)起因事象となりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定する。<br>シナリオの選定に当たっては，事故シーケンスグループ抽出に当たって考慮すべき起因事象となりうるシナリオを選定する。<br>なお，起因事象の選定は，日本原子力学会標準「原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的安全評価に関する実施基準：2008（レベル１ＰＳＡ編）」（以下，「学会標準」）に示される考え方などを参考に行う。 | |
| (4) 起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて発生可能性を評価し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行う。<br>なお，過去の観測実績や統計的な評価結果等をもとに発生可能性を評価可能なものについては，有意な頻度（$10^{-7}$/年）又は影響のある事故シーケンスの要因となる可能性について考察を行う。 | (4)起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて発生可能性を評価し，事故シーケンスグループ抽出に当たって考慮すべき起因事象の特定を行う。<br>なお，過去の観測実績等をもとに発生可能性を評価可能なものについては，影響のある事故シーケンスの要因となる可能性について考察を行う。 | 事象想定規模の相違（年超過確率は用いない） |
| 2.2 事故シーケンスの特定<br>2.1(4)項にて特定した起因事象について，内部事象レベル 1PRA や地震，津波レベル 1PRA にて考慮しておらず，重大事故の有効性評価において追加すべき新たな事故シーケンスにつながる可能性のあるものの有無について確認を行う。<br>また，新たな事故シーケンスにつながる可能性のある起因事象が確認された場合，事故シーケンスに至る可能性について評価の上，有意な影響のある事故シーケンスとなりうるかについて確認を行う。<br>事故シーケンスに至る可能性の評価については，旧原子力安全・保安院指示に基づき実施したストレステストでの評価方法などを参考に実施するものとする。 | 2.2　事故シーケンスの特定<br>2.1(4)項にて特定した起因事象について，内部事象レベル１ＰＲＡや地震，津波レベル１ＰＲＡにて考慮しておらず，重大事故の有効性評価において追加すべき新たな事故シーケンスにつながる可能性のあるものの有無について確認を行う。<br>また，新たな事故シーケンスにつながる可能性のある起因事象が確認された場合，事故シーケンスに至る可能性について評価の上，有意な影響のある事故シーケンスとなりうるかについて確認を行う。<br>事故シーケンスに至る可能性の評価については，旧原子力安全・保安院指示に基づき実施したストレステストでの評価方法などを参考に実施するものとする。 | |
| 3. 個別事象評価のまとめ<br>1.に示した各評価対象事象について，事故シーケンスに至る可能性について検討を実施した結果（添付資料参照），内部事象や地震，津波レベル 1PRA にて抽出した事故シーケンスグループに対して新たに追加が必要となる事故シーケンスグループは発生しないものと判断した。 | 3.個別事象評価のまとめ<br>1.にて示した各評価対象事象について，事故シーケンスに至る可能性のある起因事象について特定した結果（補足2-1～6参照），内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡで考慮している起因事象に包含されることを確認した。また，各評価対象事象によって機能喪失する可能性のある緩和設備について確認し，起因事象が発生した場合であっても，緩和設備が機能維持すること等により，必要な機能を確保することは可能であることを確認した（補足2-7）。したがって，内部事象や地震， | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 津波レベル１ＰＲＡにて抽出した事故シーケンスに対して新たに追加すべき事故シーケンスは発生しないものと判断した。 | |
| 4. 設計基準を超える自然現象の重畳の考慮について<br>(1) 自然現象の重畳影響<br>自然現象の重畳評価においては，損傷・機能喪失モードの相違に応じて，以下に示す影響を考慮する必要がある。また，事象の想定範囲は，自然現象の重ね合わせが設計基準より低頻度（$10^{-7}$/年）で発生する規模を仮定する。<br>Ⅰ．各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース。（例：積雪と火山灰による堆積荷重の重ね合わせ）<br>Ⅱ．ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース。（例：地震により止水機能が喪失して浸水量が増加）<br>Ⅲ-1．他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース。<br>（例：降水による火山灰密度の増加（降水時は，火山灰自体が発電所へ届きにくくなると考えられるため，堆積後の降水を想定））<br>Ⅲ-2．他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース（例：斜面に火山灰が堆積した後に大量の降水により滑り，プラント周辺まで火山灰を含んだ水が押し寄せる状態。単独事象としては想定していない。） | 4. 設計基準を超える自然現象の重畳の考慮について<br>(1) 自然現象の重畳影響<br>自然現象の重畳評価については，損傷・機能喪失モードの相違に応じて，以下に示す影響を考慮する必要がある。<br>Ⅰ．各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース（例：積雪と降下火砕物による堆積荷重の組合せ）<br>Ⅱ．ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより影響が増長するケース（例：地震により止水機能が喪失して浸水量が増加）<br>Ⅲ-1．他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース（例：降水による降下火砕物密度の増加（降水時は降下火砕物自体が発電所へ届きにくくなると考えられるため，堆積後の降水を想定））<br>Ⅲ-2．他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース（例：斜面に降下火砕物が堆積した後に大量の降水により滑り，プラント周辺まで降下火砕物を含んだ水が押し寄せる状態。単独事象としては想定していない。） | 事象想定規模の相違（統計は用いない） |
| (2) 自然現象の重畳によるシナリオの選定<br>基本的には設計基準を設定する自然現象の選定において収集した自然現象について，(1)項Ⅰ～Ⅲ-2 に示した重畳影響の確認を実施した。<br>ただし，以下の観点から明らかに事故シーケンスにはつながらないと考えられるものについては重畳影響考慮不要と判断し確認対象から除外した。<br>○柏崎刈羽原子力発電所及びその周辺では発生しない（もしくは，発生が極めて稀）と判断した事象。<br>No. 8：結氷板，海氷，氷壁，No. 11：砂嵐，No. 22：外部洪水，No. 23：池・河川の水位低下，No. 24：河川の迂回，No. 25：干ばつ，No. 39：隕石，衛星の落下 | (2) 自然現象の重畳によるシナリオの選定<br>基本的には一般的な事象に加え，国内外の規格基準から収集した自然現象について(1)項Ⅰ～Ⅲ-2に示した重畳影響の確認を実施した。<br>ただし，以下の観点から明らかに事故シーケンスにはつながらないと考えられるものについては重畳影響考慮不要と判断し確認対象から除外した。<br>○東海第二発電所及びその周辺では発生しない（若しくは，発生が極めて稀）と判断した事象<br>No. 2：隕石，No. 9：土壌の収縮又は膨張，No. 14：雪崩，No. 24：草原火災，No. 28：ハリケーン，No. 31：氷壁，No. 32：土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ），No. 42：地滑り，No. 43：カルスト，No. 44：地下水による浸食，No. 53：土石流，No. 54：水蒸気 | 事象の収集及び抽出方法の相違 |
| ○単独事象での評価において設備等への影響が無い（もしくは，非常に小さい）と判断した事象で，他の事象との重畳を考慮しても明らかに設備等への影響が無い判断した事象。<br>No. 7：霜，霜柱，No. 12：霧，靄，No. 16：低温水（海水温低） | ○単独事象での評価において設備等への影響がない（若しくは，非常に小さい）と判断した事象で，他の事象との重畳を考慮しても明らかに設備等への影響が無いと判断した事象<br>No. 4：河川の迂回，No. 16：海岸浸食，No. 17：干ばつ，No. 21：濃霧，No. 23：霜・白霜，No. 26：極高温，No. 34：湖又は河川の水位低下，No. 36：陥没，地盤沈下，地割れ，No. 38：もや，No. 39：塩害・塩雲，No. 40：地面の隆起，No. 51：低温水（海水温低），No. 52：泥湧出（液状化） | 事象の収集及び抽出方法の相違 |
| 確認した結果としては，重畳影響Ⅰ～Ⅲ-1 については，以下に示す理由から，単独事象での評価 | 確認した結果としては，重畳影響Ⅰ～Ⅲ-1については，以下に示す理由から，単独事象での評価 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| において抽出されたシナリオが生じることはなく，重畳影響Ⅲ-2 についても，他事象にて抽出したシナリオであり，新たなものは確認されなかった。個別自然現象の重畳影響確認結果を添付資料 3 に示す。また，外部人為事象の重畳影響については，添付資料 4 に示すとおり自然現象の重畳影響に包絡されると判断した。<br>Ⅰ．各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース<br>重畳により影響度合いが大きくなるのみであり，元もと，単独事象で設計基準を超える事象に対してシナリオの抽出を行っていることを踏まえると，新たなシナリオは生じない。<br>Ⅱ．ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース<br>単独の自然現象に対するシナリオの選定において，設計基準を越える事象を評価対象としているということは，つまり設備耐力や防護対策に期待していないということであり，単独事象の評価において抽出された以外の新たなシナリオは生じない。<br>Ⅲ-1．他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース<br>一方の自然現象の前提条件が，他方の自然現象により変化し，元の自然現象の影響度が大きくなったとしても，Ⅰ.と同様，単独事象で設計基準を超える事象に対してシナリオ抽出を行っているため，新たなシナリオは生じない。<br>Ⅲ-2．他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース<br>単独事象では影響が及ばない評価であったのに対し，事象が重畳することにより影響が及ぶようになるものは，火山灰と降水の組み合わせのみであったが，屋外設備（変圧器，軽油タンク等）の損傷を想定しても，起因事象としては外部電源喪失，全交流動力電源喪失であり，新しいシナリオが生じるものではない。<br><br>(3) 重畳事象評価のまとめ<br>事故シーケンスの抽出という観点においては，上述のとおり，自然現象が重畳することにより，単独事象の評価で選定されたシナリオに対し新たなものが生じることはなく，自然現象重畳により追加すべき新たな事故シーケンスはないと判断した。<br><br>5．全体まとめ<br>地震，津波以外の自然現象，人為事象について，事故シーケンスに至る可能性を検討した結果，内部事象や地震，津波レベル1PRAにて抽出した事故シーケンスグループに対して新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないと判断した。<br>また，地震，津波を含む，各自然現象の重畳影響についても確認を実施した結果，単独事象での評価と同様に，内部事象や地震，津波レベル1PRAにて抽出した事故シーケンスグループに対して新たに追加が必要となる事故シーケンスグループはないと判断した。 | において抽出されたシナリオ以外のシナリオが生じることはなく，重畳影響Ⅲ-2についても，他事象にて抽出したシナリオであり，新たなものが確認されなかった。個別自然現象の重畳影響確認結果を補足4に示す。また，外部人為事象との重畳影響については，補足5に示すとおり自然現象の重畳影響に包絡されると判断した。<br>Ⅰ．各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース<br>重畳により影響度合いが大きくなるのみであり，元々，単独で設計基準を超える事象に対してシナリオの抽出を行っていることを踏まえると，新たなシナリオは生じない。<br>Ⅱ．ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース<br>単独の自然現象に対するシナリオの選定において，設計基準を超える事象を評価対象としているということは，つまり設備耐力や防護対策に期待していないということであり，単独事象の評価において抽出された以外の新たなシナリオは生じない。<br>Ⅲ-1．他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース<br>一方の自然現象の前提条件が，他方の自然現象により変化し，元の自然現象の影響度が大きくなったとしても，Ⅰ．と同様，単独で設計基準を超える事象に対してシナリオ抽出を行っているため，新たなシナリオは生じない。<br>Ⅲ-2．他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース<br>単独事象では影響が及ばない評価であったのに対し，事象が重畳することにより影響が及ぶようになるものは，降下火砕物と降水の組合せのみであったが，屋外設備（送変電設備，海水ポンプ等）の損傷を想定しても，起因事象としては外部電源喪失，全交流動力電源喪失及び最終ヒートシンク喪失であり，新しいシナリオは生じない。<br><br>(3) 重畳影響評価まとめ<br>事故シーケンスの抽出という観点においては，上述のとおり，自然現象が重畳することにより，単独事象の評価で特定されたシナリオに対し新たなものが生じることはなく，自然現象重畳により新たに追加すべき事故シーケンスは発生しないものと判断した。<br><br>5. 全体まとめ<br>地震，津波以外の自然現象，外部人為事象について，事故シーケンスに至る可能性のある起因事象について特定した結果，内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡにて抽出した事故シーケンスに対して新たに追加すべき事故シーケンスは発生しないものと判断した。<br>また，地震，津波を含む，各自然現象の重畳影響についても確認を実施した結果，単独事象での評価と同様に，内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡにて抽出した事故シーケンスに対して新たに追加すべき事故シーケンスは発生しないものと判断した。 | 設備の相違<br>設備の相違による起因事象の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| （添付資料） | 補足資料 | |
| | 補足 1 想定される自然現象及び発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるものの選定について | 事象の収集及び抽出方法を提示 |
| 添付資料1-1 各自然現象について考え得る起因事象の抽出 | 補足 2 過酷な自然現象により考え得る起因事象等 | |
| 添付資料1-2 各人為事象について考え得る起因事象の抽出 | 補足 3 過酷な外部人為事象により考え得る起因事象等 | |
| 添付資料2-1 設計基準を超える積雪事象に対する事故シーケンス抽出 | 補足 2-2 積雪事象に対する事故シーケンス抽出 | |
| 添付資料2-2 設計基準を超える低温事象に対する事故シーケンス抽出 | 補足 2-1 低温（凍結）事象に対する事故シーケンス抽出 | |
| 添付資料2-3 設計基準を超える落雷事象に対する事故シーケンス抽出 | 補足 2-6 落雷事象に対する事故シーケンス抽出 | |
| 添付資料2-4 設計基準を超える火山事象に対する事故シーケンス抽出 | 補足 2-3 火山事象に対する事故シーケンス抽出 | |
| 添付資料2-5 設計基準を超える風（台風）事象に対する事故シーケンス抽出 | | |
| 添付資料2-6 設計基準を超える竜巻事象に対する事故シーケンス抽出 | 補足 2-4 竜巻事象に対する事故シーケンス抽出 | |
| 添付資料2-7 設計基準を超える降水に対する事故シーケンス抽出 | | |
| | 補足 2-5 森林火災事象に対する事故シーケンス抽出 | 設計基準事象の抽出及び評価内容の相違 |
| 添付資料3 自然現象重畳影響確認結果 | 補足 2-7 起因事象の発生が考えられるその他の自然現象と起因事象発生時の対応 | 起因事象の発生時及びその対応について提示 |
| 添付資料4 外部人為事象に関わる重畳の影響について | 補足 4 自然現象の重畳確認結果 | |
| 以 上 | 補足 5 外部人為事象に関わる重畳の影響について | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 補足 1<br>想定される自然現象及び発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるものの選定について<br><br>想定される自然現象及び発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下，「想定される外部人為事象」という。）について選定を行った。<br><br>（1）想定される自然現象及び想定される外部人為事象の抽出<br>設置許可基準規則の解釈第 6 条 2 項及び 8 項において，「想定される自然現象（地震及び津波を除く。）」と「安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象」として，以下のとおり例示されている。<br>第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）<br>（中略）<br>2　第 1 項に想定する「想定される自然現象」とは，敷地の自然環境を基に，洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象又は森林火災等から適用されるものをいう。<br>（中略）<br>8　第 3 項に規定する「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは，敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり，飛来物（航空機落下等），ダムの崩壊，爆発，近隣工場等の火災，有毒ガス，船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。<br><br>想定される自然現象及び想定される外部人為事象について網羅的に抽出するための基準等については，国外の基準として「Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants （IAEA,April 2010）」を，また外部人為事象を選定する観点から「DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE（NEI-12-06 August 2012)」，日本の自然現象を網羅する観点から「日本の自然災害（国会資料編纂会 1998 年)」を参考にした。これらの基準等に基づき抽出した想定される自然現象を第 1-1 表に，想定される外部人為事象を第 1-2 表に示す。<br>なお，その他に NRC の「NUREG/CR-2300 PRA Procedures Guide （NRC,January 1983）」等の基準も事象収集の対象としたが，これら追加した基準の事象により，「(3) 設計上考慮すべき想定される自然現象及び外部人為事象の選定結果」において選定される事象が増加することはなかった。 | 事象の収集及び抽出方法を提示 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 第 1-1 表　考慮する外部ハザードの抽出（想定される自然現象）<br>（丸数字は，外部ハザードを抽出した文献を示す。） | 事象の収集及び抽出方法を提示 |

| No | 外部ハザード | 外部ハザードを抽出した文献等 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ |
| 1-1 | 極低温（凍結） | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-2 | 隕石 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-3 | 降水（豪雨（降雨）） | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-4 | 河川の迂回 | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-5 | 砂嵐 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-6 | 静振 | ○ | | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-7 | 地震活動 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-8 | 積雪（暴風雪） | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-9 | 土壌の収縮又は膨張 | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-10 | 高潮 | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-11 | 津波 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-12 | 火山（火山活動・降灰） | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-13 | 波浪・高波 | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-14 | 雪崩 | ○ | ○ | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-15 | 生物学的事象 | ○ | | | ○ | | ○ | ○ | | ○ |
| 1-16 | 海岸浸食 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-17 | 干ばつ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-18 | 洪水（外部洪水） | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-19 | 風（台風） | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-20 | 竜巻 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-21 | 濃霧 | ○ | | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-22 | 森林火災 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-23 | 霜・白霜 | ○ | ○ | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-24 | 草原火災 | ○ | | | | | | | | ○ |
| 1-25 | ひょう・あられ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-26 | 極高温 | ○ | ○ | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-27 | 満潮 | ○ | | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-28 | ハリケーン | ○ | | | | ○ | | ○ | | |
| 1-29 | 氷結 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-30 | 氷晶 | | | ○ | | | | | | ○ |
| 1-31 | 氷壁 | | | ○ | | | | | | ○ |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | | | | | | | | | | 相違理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-32 | 土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ） | | ○ | | | | | | | |
| | 1-33 | 落雷 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| | 1-34 | 湖または河川の水位低下 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| | 1-35 | 湖または河川の水位上昇 | | | ○ | | ○ | | | | |
| | 1-36 | 陥没・地盤沈下・地割れ | ○ | ○ | | | | | | | ○ |
| | 1-37 | 極限的な圧力（気圧高低） | | | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-38 | もや | | | ○ | | | | | | |
| | 1-39 | 塩害，塩雲 | | | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-40 | 地面の隆起 | | ○ | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-41 | 動物 | | | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-42 | 地滑り | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| | 1-43 | カルスト | | | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-44 | 地下水による浸食 | | | ○ | | | | | | |
| | 1-45 | 海水面低 | | | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-46 | 海水面高 | | ○ | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-47 | 地下水による地滑り | | | ○ | | | | | | |
| | 1-48 | 水中の有機物 | | | ○ | | | | | | |
| | 1-49 | 太陽フレア，磁気嵐 | ○ | | | | | | | | ○ |
| | 1-50 | 高温水（海水温高） | | | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-51 | 低温水（海水温低） | | | ○ | | | | | | ○ |
| | 1-52 | 泥湧出（液状化） | | ○ | | | | | | | |
| | 1-53 | 土石流 | | ○ | | | | | | | ○ |
| | 1-54 | 水蒸気 | | ○ | | | | | | | ○ |
| | 1-55 | 毒性ガス | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | | ○ |

①DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)
②「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998 年
③Specific Safety Guide (SSG-3) “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants”, IAEA, April 2010
④ 「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
⑤ NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE”,NRC, January 1983
⑥ 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造および設備の基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
⑦ Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 “Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications”
⑧ B.5.b Phase2&3 Submittal Guideline (NEI-06-12 December 2006) -2011.5 NRC 公表
⑨「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」一般社団法人 日本原子力学会

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 第 1-2 表　外部ハザードの抽出（想定される外部人為事象）<br>（丸数字は，外部ハザードを抽出した文献を示す。） | 事象の収集及び抽出方法を提示 |

| No | 外部ハザード | 外部ハザードを抽出した文献等 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ |
| 2-1 | 衛星の落下 | ○ | | ○ | | | | ○ | | ○ |
| 2-2 | ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故(ｶﾞｽなど)，ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故によるサイト内爆発等 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | |
| 2-3 | 交通事故（化学物質流出含む） | ○ | | ○ | ○ | ○ | | ○ | | ○ |
| 2-4 | 有毒ガス | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 2-5 | タービンミサイル | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 2-6 | 飛来物（航空機落下） | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2-7 | 工業施設又は軍事施設事故 | ○ | | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 2-8 | 船舶の衝突（船舶事故） | ○ | | ○ | ○ | | ○ | | | ○ |
| 2-9 | 自動車または船舶の爆発 | ○ | | ○ | | | | | | ○ |
| 2-10 | 船舶から放出される固体液体不純物 | | | ○ | | | | | | ○ |
| 2-11 | 水中の化学物質 | | | ○ | | | | | | |
| 2-12 | プラント外での爆発 | | | ○ | ○ | | ○ | | | ○ |
| 2-13 | プラント外での化学物質の流出 | | | ○ | | | | | | ○ |
| 2-14 | サイト貯蔵の化学物質の流出 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | |
| 2-15 | 軍事施設からのミサイル | | | ○ | | | | | | |
| 2-16 | 掘削工事 | | ○ | ○ | | | | | | |
| 2-17 | 他のユニットからの火災 | | | ○ | | | | | | |
| 2-18 | 他のユニットからのミサイル | | | ○ | | | | | | |
| 2-19 | 他のユニットからの内部溢水 | | | ○ | | | | | | |
| 2-20 | 電磁的障害 | | | ○ | ○ | | ○ | | | ○ |
| 2-21 | ダムの崩壊 | | | ○ | ○ | | ○ | | | ○ |
| 2-22 | 内部溢水 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 2-23 | 火災（近隣工場等の火災） | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ |

①DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)
②「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998 年
③Specific Safety Guide (SSG-3) “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants”, IAEA, April 2010
④ 「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
⑤ NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE”,NRC, January 1983
⑥ 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造および設備の基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
⑦ASME/ANS RA-Sa-2009 ″Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications″
⑧ B.5.b Phase2&3 Submittal Guideline (NEI-06-12 December 2006) -2011.5 NRC 公表
⑨「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」一般社団法人 日本原子力学会

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

<table>
<tr><th>柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版）</th><th>東二</th><th>相違理由</th></tr>
<tr><td></td><td>（2）設計上考慮すべき想定される自然現象及び想定される外部人為事象の選定<br>（1）で網羅的に抽出した事象について，東海第二発電所において設計上考慮すべき事象を選定するため，海外での評価手法※を参考とした第 1-3 表の除外基準のいずれかに該当するものは除外して事象の選定を行った。<br><br>第 1-3 表　考慮すべき事象の除外基準（参考 1 参照）<br><table><tr><td>基準Ａ</td><td>プラントに影響を与えるほど接近した場所に発生しない。（例：No.1-5 砂嵐）</td></tr><tr><td>基準Ｂ</td><td>ハザード進展・襲来が遅く，事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。（例：No.1-16 海岸浸食）</td></tr><tr><td>基準Ｃ</td><td>プラント設計上，考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等若しくはそれ以下，またはプラントの安全性が損なわれることがない(例：No.1-21 濃霧）</td></tr><tr><td>基準Ｄ</td><td>影響が他の事象に包絡される。（例：No.1-27 満潮）</td></tr><tr><td>基準Ｅ</td><td>発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No.1-2 隕石）</td></tr><tr><td>基準Ｆ</td><td>外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価している。または故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項（例：No.2-5 タービンミサイル）</td></tr></table>※ASME/ANS RA-Sa-2009 “Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications”<br><br>（3）設計上考慮すべき想定される自然現象及び想定される外部人為事象の選定結果<br>（2）で検討した除外基準に基づき，東海第二発電所において設計上考慮すべき事象を選定した結果を第 1-4 表及び第 1-5 表に示す。<br>第 6 条に該当する「想定される自然現象」として，以下の 12 事象を選定した。<br>・洪水（外部洪水）<br>・風（台風）<br>・竜巻<br>・極低温（凍結）<br>・降水（豪雨（降雨））<br>・積雪（暴風雪）<br>・落雷<br>・地滑り<br>・火山（火山活動・降灰）<br>・生物学的事象<br>・森林火災<br>・高潮<br>また，「想定される外部人為事象」として，以下の 7 事象を選定した。<br>・飛来物（航空機落下）<br>・ダムの崩壊</td><td>事象の収集及び抽出方法を提示</td></tr>
</table>

シーケンス選定（別紙 1）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ・プラント外での爆発<br>・火災（近隣工場等の火災）<br>・有毒ガス<br>・船舶の衝突（船舶事故）<br>・電磁的障害 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 第 1-4 表　設計基準において想定される自然現象の選定結果 | 事象の収集及び抽出方法を提示 |

| No. | 外部ハザード | 選定基準 | 選定 | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|
| 1-1 | 極低温（凍結） | － | ○ | 「凍結」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 1-2 | 隕石 | E※1 | × | 安全施設の機能に影響を及ぼす規模の隕石が衝突する可能性は極めて低い。 |
| 1-3 | 降水<br>（豪雨（降雨）） | － | ○ | 「降水」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 1-4 | 河川の迂回 | B | × | 発電所周辺の河川（久慈川）までは距離があり（約 2km），また，迂回事象は進展が遅く，進展防止対策が可能であるため，安全性の影響はないことから除外する。 |
| 1-5 | 砂嵐 | A,D | × | 発電所及びその周辺には砂漠砂丘は存在せず，安全施設の機能に影響はないことから除外する。<br>大陸からの黄砂の影響については，「火山（火山活動・降灰）」に包絡される。 |
| 1-6 | 静振 | D | × | 静振は，津波や波浪といった事象に誘因されるものであり，それ単体での影響はなく，「津波」に包絡される。 |
| 1-7 | 地震活動 | F | × | 「第 4 条 地震による損傷の防止」にて評価される。 |
| 1-8 | 積雪（暴風雪） | － | ○ | 「積雪」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 1-9 | 土壌の収縮または<br>膨張 | A,C | × | 地盤の収縮または膨張が発生したとしても，施設荷重によって有意な圧密沈下･クリープ沈下は生じず，また膨潤性の地質でもない。なお，安全上重要な施設は岩着や杭基礎であり，影響はないことから除外する。 |
| 1-10 | 高潮 | － | ○ | 「高潮」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 1-11 | 津波 | F | × | 「第 5 条 津波による損傷の防止」にて評価される。 |
| 1-12 | 火山<br>（火山活動・降灰） | － | ○ | 「火山」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 1-13 | 波浪・高波 | D | × | 波浪は，風浪（風によってその場所に発生する波）とうねり（他の場所で発生した風浪の伝わり，風が静まった後に残される波）の混在した現象であり，高波は波浪の波高が高いものを指すが，設計基準津波による影響の方が大きく，「津波」に包絡される。 |
| 1-14 | 雪崩 | A | × | 安全上重要な施設は周辺斜面と十分な離隔距離があること，発電所敷地内及び敷地周辺の地形に急傾斜はなく，雪崩が起きる可能性はないことから除外する。 |
| 1-15 | 生物学的事象 | － | ○ | 「生物学的事象」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 1-16 | 海岸浸食 | B | × | 基本的に取水に係る土木構築物はコンクリート製であり浸食はほとんどなく，仮に海底砂の流出等による海底勾配の変化が生じるような場合でも，非常に緩やかに進行するものと考えられ，保守管理による不具合防止が可能であるため，安全施設の機能の影響はないことから除外する。 |
| 1-17 | 干ばつ | C | × | 発電所は海水を冷却源としていることから，安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。また，淡水は復水貯蔵タンク等により保管していることから，干ばつが発生したとしても安全施設の機能に影響を及ぼすことはないことから除外する。 |
| 1-18 | 洪水（外部洪水） | － | ○ | 「洪水」としてプラントへの影響評価を実施する。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | | | | | 相違理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-19 | 風（台風） | － | ○ | 「風（台風）」としてプラントへの影響評価を実施する。 | 事象の収集及び抽出方法を提示 |
| | 1-20 | 竜巻 | － | ○ | 「竜巻」としてプラントへの影響評価を実施する。 | |
| | 1-21 | 濃霧 | C | × | 設備に損傷を与えることはなく，安全施設の機能に影響はないことから除外する。 | |
| | 1-22 | 森林火災 | － | ○ | 「森林火災」としてプラントへの影響評価を実施する。 | |
| | 1-23 | 霜・白霜 | C | × | 設備に損傷を与えることはなく，安全施設の機能に影響はないことから除外する。 | |
| | 1-24 | 草原火災 | A | × | 発電所及びその周辺には草原は存在しないことから除外する。 | |
| | 1-25 | ひょう・あられ | D | × | ひょう（直径5mm以上），あられ（直径5mm未満）は氷の粒であり，仮に直径10cm程度のひょうを想定した場合でも，竜巻の設計飛来物（鋼製材：長さ4.2m，幅0.3m，奥行0.2m）の衝突荷重に比べ十分小さいことから，ひょう，あられにより安全施設の機能が損なわれる恐れはなく，「竜巻」に包絡される。 | |
| | 1-26 | 極高温 | C | × | 気温は1日の中で高低差があるため高温期間は一時的であること，仮に水戸の過去最高気温（38.4℃）が継続したとしても，建屋内空調は海水にて冷却していることから室内の気温上昇の影響は著しくなく，安全機能に影響はないことから除外する。 | |
| | 1-27 | 満潮 | D | × | 発電所周辺の既往最高潮位がT.P+1.46mであり，設計津波による影響の方が大きいことから，「津波」に包絡される。 | |
| | 1-28 | ハリケーン | A | × | 日本がハリケーンの影響を受けることはないことから除外する。 | |
| | 1-29 | 氷結 | D | × | 氷結とは水の凝固であり，影響は凍結と同等と考えられることから，「極低温（凍結）」に包絡される。 | |
| | 1-30 | 氷晶 | D | × | 氷晶とは氷の結晶であり，仮に堆積しても影響は凍結と同等と考えられることから，「極低温（凍結）」に包絡される。 | |
| | 1-31 | 氷壁 | A | × | 氷壁とは氷河の末端や氷山などの絶壁を指すが，発電所周辺で氷壁を含む海氷の発生，流氷の到達事例はないことから除外する。 | |
| | 1-32 | 土砂崩れ<br>（山崩れ，がけ崩れ） | A | × | 発電所敷地内及び敷地周辺に土砂崩れを発生させるような急傾斜地形，山，がけはないことから除外する。 | |
| | 1-33 | 落雷 | － | ○ | 「落雷」としてプラントへの影響評価を実施する。 | |
| | 1-34 | 湖または河川の<br>水位低下 | C | × | 発電所は海水を冷却源としていることから，湖または河川の水位低下による安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。また，淡水は復水貯蔵タンク等により保管していることから，湖または河川の水位低下が発生したとしても安全施設の機能に影響を及ぼすことはないことから除外する。 | |
| | 1-35 | 湖または河川の<br>水位上昇 | D | × | 河川等の水位上昇により氾濫が発生したとしても，影響は外部からの洪水と同等を考えられるため，「洪水（外部洪水）」に包絡される。 | |
| | 1-36 | 陥没・地盤沈下・地割れ | F | × | 陥没・地盤沈下・地割れ等地盤の変状を伴う変形は地盤の脆弱性に係る事象であり，「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | | | | | 相違理由 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-37 | 極限的な圧力（気圧高低） | D | × | 低気圧，高気圧による気圧の変化については予測可能であり，必要に応じて事前の備えが可能である。一方，同様の影響がある竜巻については，検知から対応までの時間的余裕が少ないことに加え，風荷重や飛来物衝突といったその他の影響も同時に考慮する必要があることから，竜巻の方がプラントへ及ぼす影響が大きいため，「竜巻」に包絡される。 | 事象の収集及び抽出方法を提示 |
| | 1-38 | もや | C | × | 設備に損傷を与えることはなく，安全施設の機能に影響はないことから除外する。 | |
| | 1-39 | 塩害，塩雲 | B | × | 塩害による腐食の影響については，事象進展が遅く保守管理による不具合防止が十分可能であることから除外する。 | |
| | 1-40 | 地面の隆起 | F | × | 地面の隆起は地震による地盤の変状を伴う変形であり，「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。 | |
| | 1-41 | 動物 | D | × | 動物を生物学的事象として考慮するため，「生物学的事象」に包絡される。 | |
| | 1-42 | 地滑り | － | ○ | 「地滑り」としてプラントへの影響評価を実施する。 | |
| | 1-43 | カルスト | A | × | カルストとは石灰岩地域で雨水・地下水の溶食によって生じた地形であるが，発電所敷地内及び敷地周辺に石灰岩地形は認められないことから除外する。 | |
| | 1-44 | 地下水による浸食 | A | × | 敷地には地盤を浸食する地下水脈は認められず，また，敷地内の地下水位分布は海に向かってこう配を示しており，浸食をもたらす流れは発生しないことから除外する。 | |
| | 1-45 | 海水面低 | D | × | 海水面低は，津波，干潮により発生する事象であるが，津波によるものの規模が大きく，「津波」に包絡される。 | |
| | 1-46 | 海水面高 | D | × | 海水面高は，津波，満潮，高潮により発生する事象であるが，津波によるものの規模が大きく，「津波」に包絡される。 | |
| | 1-47 | 地下水による地滑り | D | × | 影響は地滑り事象と同様であると考えられることから，「地滑り」に包絡される。 | |
| | 1-48 | 水中の有機物 | D | × | プランクトン等の海生生物を生物学的事象として考慮するため，「生物学的事象」に包絡される。 | |
| | 1-49 | 太陽フレア，磁気嵐 | C | × | 太陽フレア，磁気嵐により誘導電流が発生する可能性があるが，影響が及んだとしても変圧器等の一部に限られること，仮に発電所外を含めた送変電設備に影響が及ぶような場合においても，プラント停止など適切な措置を講じることとしているため，安全施設の機能が損なわれることはないと考えられるため除外する。 | |
| | 1-50 | 高温水（海水温高） | B | × | 設計条件を上回る海水温度高に対し定格出力維持が困難な場合も想定されるが，温度を監視しており，出力低下やプラント停止措置にて十分対応可能であることから，安全施設の機能が損なわれることはないため除外する。 | |
| | 1-51 | 低温水（海水温低） | C | × | 取水温度の低下は冷却性能の低下につながるものではなく，安全施設の機能に影響はないため除外する。 | |
| | 1-52 | 泥湧出（液状化） | F | × | 地盤の脆弱性に係る影響であり，「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1-53 | 土石流 | A | × | 発電所敷地内及び敷地周辺には土石流を発生させるような地形,地質は認められないことから除外する。 |
| 1-54 | 水蒸気 | A | × | 火山事象により発生する事象であるが，周辺に火山がないことから除外する。 |
| 1-55 | 毒性ガス | D | × | 火山事象，外部火災事象により発生する事象であるが，周辺に火山はなく，また，外部火災事象にて有毒ガスの評価を行うことから，「森林火災」に包絡される。 |

※1：NUREG-1407 “Procedure and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events (IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities”によると，隕石や人工衛星については，衝突の確率が $10^{-9}$ と非常に小さいため，起因事象頻度は低く IPEEE の評価対象から除外する旨が記載されている。

なお，本記載の基となった NUREG/CR-5042,Supplement2 によると，1 ポンド以上の隕石の年間落下件数と地表の一定面積に落下する確率を面積比で概算した結果，100 ポンド以上の隕石が 10,000 平方フィートに落下する確率は $7\times10^{-10}$／炉年，100,000 平方フィートに落下する確率は $6\times10^{-8}$／炉年，隕石落下による津波の確率は $9\times10^{-10}$／炉年と評価されている。

地球近傍の天体が，地球に衝突する確率及び衝突した際の被害状況を表す尺度として，トリノスケールがあるが，NASA によると 2017 年において，今後 100 年間に衝突する可能性がある全ての天体について，レベル 0 とされている。レベル 0 とは，衝突確率が 0 か可能な限り 0 に近い，又は衝突したとしても大気中で燃え尽き被害がほとんど発生しないことを示す。NASA のリストにおいて，2017 年現在最も衝突確率の高い $2010RF_{12}$ が，今後 100 年間に東海第二発電所へ落下する確率を計算する。

地球の表面積：510,072,000km$^2$
東海第二発電所を含む敷地面積：0.66km$^2$
$2012RF_{12}$ の衝突確率（2017 年現在）：$5.0\times10^{-2}$

東海第二発電所敷地内に衝突する確率は概算で以下のとおりであり，極頻度である。
$5.0\times10^{-2}\times(0.66\div510,072,000)=6.5\times10^{-11}$

その他，ＩＡＥＡの SAFETY STANDARDS SERIES No.NS-R-1,“SAFETY OF NUCLEAR POWER PLANTS:DESIGN”では，想定起因事象で考慮しないものとして，自然または人間に起因する外部事象であって，極めて起こりにくいもののたとえとして隕石や人工衛星の落下を挙げている。

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 第 1-5 表　設計基準において想定される外部人為事象の選定結果 | 事象の収集及び抽出方法を提示 |

| No. | 外部ハザード | 選定基準 | 選定 | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|
| 2-1 | 衛星の落下 | E※2 | × | 安全施設の機能に影響を及ぼす人工衛星が落下する可能性は非常に低いと考えられることから除外する。 |
| 2-2 | ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故(ｶﾞｽなど)，ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故によるサイト内爆発等 | A,D | × | 発電所周辺のＬＮＧ基地内のパイプライン（約1.5km）は，十分な離隔距離が確保されていることから，影響は「爆発（プラント外での爆発）」，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 |
| 2-3 | 交通事故<br>（化学物質流出含む） | D | × | 敷地外において，タンクローリ等の可動施設の輸送事故（流出含む）影響については，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。<br>敷地内の交通事故は，車両の制限速度の設定等により管理されることから，安全機器へ損傷を与えるほどの衝突は発生しない。 |
| 2-4 | 有毒ガス | － | ○ | 「有毒ガス」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 2-5 | タービンミサイル | E,F | × | 「第18条 蒸気タービン」にて評価される。 |
| 2-6 | 飛来物（航空機落下） | － | ○ | 「航空機落下」として，プラントへの影響評価を実施する。 |
| 2-7 | 工業施設又は<br>軍事施設事故 | A,D | × | 発電所周辺の大規模な工業施設は，十分な離隔距離が確保されていることから，「爆発（プラント外での爆発）」，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。<br>また，発電所近傍に安全施設に影響を及ぼすような軍事施設はない。 |
| 2-8 | 船舶の衝突<br>（船舶事故） | － | ○ | 「船舶の衝突」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 2-9 | 自動車又は船舶の爆発 | A,D | × | 発電所周辺の幹線道路及び定期航路は，十分な離隔距離が確保されていることから，「爆発（プラント外での爆発）」，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 |
| 2-10 | 船舶から放出される固体液体不純物 | D | × | 流出物の影響は船舶事故発生時と同等と考えられ，「船舶の衝突（船舶事故）」に包絡される。 |
| 2-11 | 水中の化学物質 | D | × | 水中の化学物質の影響は船舶事故発生時と同等と考えられ，「船舶の衝突（船舶事故）」に包絡される。 |
| 2-12 | プラント外での爆発 | － | ○ | 「爆発」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 2-13 | プラント外での化学物質流出 | D | × | 発電所周辺の航路は，十分な離隔距離が確保されていることから，「船舶の衝突（船舶事故）」及び「有毒ガス」に包絡される。 |
| 2-14 | サイト貯蔵の化学物質の流出 | D | × | 屋内は空調管理，排水管理されていることから影響はないが，屋外貯蔵の化学物質流出の影響は「有毒ガス」に包絡される。 |
| 2-15 | 軍事施設からのミサイル | A | × | 偶発的なミサイル到達は考え難いことから除外する。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2-16 | 掘削工事 | A | × | 敷地内の工事は管理されており，事前調査で埋設ケーブル・配管位置の確認を行うため，損傷は回避できることから除外する。<br>敷地外の工事はプラントに影響を与えないことから除外する。 |
| 2-17 | 他のユニットからの火災 | D | × | 近隣工場等の火災と影響は同様と考えられることから，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 |
| 2-18 | 他のユニットからのミサイル | A | × | 安全施設に影響を及ぼすようなミサイル源はないため除外する。 |
| 2-19 | 他のユニットからの内部溢水 | F | × | 「第 9 条 溢水による損傷の防止等」にて評価される。 |
| 2-20 | 電磁的障害 | － | ○ | 「電磁的障害」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 2-21 | ダムの崩壊 | － | ○ | 「ダムの崩壊」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 2-22 | 内部溢水 | F | × | 「第 9 条 溢水による損傷の防止等」にて評価される。 |
| 2-23 | 火災<br>（近隣工場等の火災） | － | ○ | 「近隣工場等の火災」としてプラントへの影響評価を実施する。 |

※２：人口衛星が落下した場合については，衛星の大部分が大気圏で燃え尽き，一部破片が落下する可能性があるものの原子炉施設に影響を及ぼすことはないものと考えられる。

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ＜参考１＞<br>**基準Ａ：プラントに影響を与えるほど接近した場所に発生しない。**<br>発電所の立地点の自然環境は一様ではなく，発生する自然事象は地域性があるため，発電所立地点において明らかに起こり得ない事象は対象外とする。<br><br>**基準Ｂ：ハザード進展・襲来が遅く，事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。**<br>事象発生時の発電所への影響の進展が緩慢であって，影響の緩和又は排除の対策が容易に講じることが出来る事象は対象外とする。例えば，発電所の海岸の浸食の事象が発生しても，進展が遅いため補強工事等により侵食を食い止めることができる。<br><br>**基準Ｃ：プラント設計上，考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等若しくはそれ以下，又はプラントの安全性が損なわれることがない。**<br>事象が発生しても，プラントへの影響が極めて限定的で炉心損傷事故のような重大な事故にはつながらない事象は対象外とする。例えば，外気温が上昇しても，屋外設備でも故障に至る可能性は小さく，また，冷却海水の温度が直ちに上昇しないことから冷却は維持できるので，影響は限定的である。<br><br>**基準Ｄ：影響が他の事象に包絡される。**<br>プラントに対する影響が同様とみなせる事象については，相対的に影響が大きいと判断される事象に包絡して合理的に検討する。<br><br>**基準Ｅ：発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。**<br>航空機落下の評価では発生頻度が低い事象（$10^{-7}$／年以下）は考慮すべき事象からは対象外としており，同様に発生頻度がごく稀な事象は対象外とする。<br><br>**基準Ｆ：外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項により評価を実施している。又は故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項**<br>第四条 地震による損傷の防止，第五条 津波による損傷の防止，第九条 溢水による損傷の防止等，第十八条 蒸気タービンにより評価を実施するもの，または，故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止に該当しないものについては，対象外とする。 | 事象の収集及び抽出方法を提示 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ＜参考２＞<br>設計基準において想定される自然現象の抽出フロー | 事象の収集及び抽出方法を提示 |

国内外の基準等に基づき，考えられる自然現象を網羅的に抽出

第 1-1 表　考慮する外部ハザードの抽出（想定される自然現象）

（丸数字は，外部ハザードを抽出した文献を示す。）

| No. | 外部ハザード | 外部ハザードを抽出した文献等 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ |
| 1-1 | 極低温（凍結） | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 1-2 | 隕石 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| ~~1-3~~ | ~~降水（豪雨（降雨））~~ | ~~○~~ | ~~○~~ | ~~○~~ | ~~○~~ | ~~○~~ | ~~○~~ | ~~○~~ | | ~~○~~ |
| 1-4 | 河川の迂回 | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | | ○ |
| 1-5 | 砂嵐 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |

-06

③Specific Safety Guide (SSG-3) “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants”, IAEA, April 2010
④「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
⑤ NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE”, NRC, January 1983
⑥「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造および設備の基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
⑦ Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 “Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications”
⑧ B.5.b Phase2&3 Submittal Guideline (NEI-06-12 December 2006) -2011.5 NRC 公表
⑨「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」一般社団法人 日本原子力学会

敷地の自然環境を考慮し，海外での評価手法※を参考とした除外基準に該当するものを除外

第 1-4 表　設計基準において想定される自然現象の選定結果

| No. | 外部ハザード | 選定基準 | 選定 | 備　考 |
|---|---|---|---|---|
| 1-1 | 極低温（凍結） | － | ○ | 「凍結」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 1-2 | 隕石 | E※1 | × | 安全施設の機能に影響を及ぼす規模の隕石が衝突する可能性は極めて低い。 |
| 1-3 | 降水<br>（豪雨（降雨）） | － | ○ | 「降水」としてプラントへの影響評価を実施する。 |
| 1-4 | 河川の迂回 | B | × | 発電所周辺の河川（久慈川）までは距離があり（約2km），また，迂回事象は進展が遅く，進展防止対策が可能であるため，安全性の影響はないことから除外する。 |
| ~~1-5~~ | ~~砂嵐~~ | ~~A~~ | ~~×~~ | ~~発電所及びその周辺には砂漠砂丘は存在せず，安全施設の機能に影響はない。~~ |

| | |
|---|---|
| 基準 A | プラントに影響を与えるほど接近した場所に発生しない。（例：No.1-5 砂嵐） |
| 基準 B | ハザード進展・襲来が遅く，事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。（例：No.1-16 海岸浸食） |
| 基準 C | プラント設計上，考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等若しくはそれ以下，またはプラントの安全性が損なわれることがない（例：No.1-21 濃霧） |
| 基準 D | 影響が他の事象に包絡される。（例：No.1-27 満潮） |
| 基準 E | 発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No.1-2 隕石） |
| 基準 F | 外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価している。または故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項（例：No.2-5 タービンミサイル） |

※ASME/ANS RA-Sa-2009 “Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications”

選定の結果，設計基準において想定される自然現象として 12 事象を選定

| | |
|---|---|
| ・洪水 | ・落雷 |
| ・風（台風） | ・地滑り |
| ・竜巻 | ・火山 |
| ・凍結 | ・生物学的事象 |
| ・降水 | ・森林火災 |
| ・積雪 | ・高潮 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 設計基準において想定される外部人為事象の抽出フロー<br><br>国内外の基準等に基づき，考えられる外部人為事象を網羅的に抽出<br>↓<br>敷地及び敷地周辺の状況を考慮し，海外での評価手法※を参考とした除外基準に該当するものを除外<br>↓<br>選定の結果，設計基準において想定される外部人為事象として 7 事象を選定 | 事象の収集及び抽出方法を提示 |

第 1-2 表　外部ハザードの抽出（想定される外部人為事象）

（丸数字は，外部ハザードを抽出した文献を示す。）

| No. | 外部ハザード | 外部ハザードを抽出した文献等 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ |
| 2-1 | 衛星の落下 | ○ | | ○ | | | | ○ | | ○ |
| 2-2 | ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故(ｶﾞｽなど)，ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故によるサイト内爆発等 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | |
| 2-3 | 交通事故（化学物質流出含む） | ○ | | ○ | ○ | ○ | | ○ | | ○ |
| 2-4 | 有毒ガス | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 2-5 | タービンミサイル | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |

①DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)
②「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998 年
③Specific Safety Guide (SSG-3) “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants”, IAEA, April 2010
④「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」(制定：平成 25 年 6 月 19 日)
⑤ NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE”,NRC, January 1983
⑥「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造および設備の基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
⑦ Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 “Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications”
⑧ B.5.b Phase2&3 Submittal Guideline (NEI-06-12 December 2006) -2011.5 NRC 公表
⑨「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」一般社団法人 日本原子力学会

第 1-5 表　設計基準において想定される外部人為事象の選定結果

| No. | 外部ハザード | 選定基準 | 選定 | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|
| 2-1 | 衛星の落下 | E※2 | × | 安全施設の機能に影響を及ぼす人工衛星が落下する可能性は非常に低いと考えられることから除外する。 |
| 2-2 | ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故(ｶﾞｽなど)，ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故によるサイト内爆発等 | A,D | × | 発電所周辺のＬＮＧ基地内のパイプライン（約1.5km）は，十分な離隔距離が確保されていることから，影響は「爆発（プラント外での爆発）」，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 |
| | | | | 敷地外において，タンクローリ等の可動施設の輸送事故（流出含む）影響については，「火災（近隣工場等 |
| | No.1-5 砂嵐） | | | |
| | 基準Ｂ | ハザード進展・襲来が遅く，事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。（例：No.1-16 海岸浸食） | | |
| | 基準Ｃ | プラント設計上，考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等若しくはそれ以下，またはプラントの安全性が損なわれることがない（例：No.1-21 濃霧） | | |
| | 基準Ｄ | 影響が他の事象に包絡される。（例：No.1-27 満潮） | | |
| | 基準Ｅ | 発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No.1-2 隕石） | | |
| | 基準Ｆ | 外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価している。または故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項（例：No.2-5 タービンミサイル） | | |

※ASME/ANS RA-Sa-2009 “Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications”

| | |
|---|---|
| ・飛来物<br>・ダムの崩壊<br>・爆発<br>・近隣工場等の火災 | ・有毒ガス<br>・船舶の衝突<br>・電磁的障害 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

東二

＜各自然現象について考え得る起因事象の抽出＞

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 1 | 降水 | ①浸水<br>建屋内浸水による機器浸水 | 津波の影響に包絡される。津波の事故シーケンスは，津波のレベル1PRAに示すとおり。 |
| | | ②荷重（堆積荷重）<br>建屋屋上での雨水排水不可（排水能力超過）による滞留 | 建屋屋上への荷重については，排水設計がなされており，設計想定を超える降水に対しても十分な強度を有していると考えられるため，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 2 | 積雪<br>※別途，詳細評価 | ①荷重（堆積荷重）<br>建屋及び屋外機器への堆積 | ・ 原子炉建屋が天井崩落した場合に，原子炉補機冷却系が機能喪失し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。<br>・ タービン建屋が天井崩落した場合にタービン建屋や発電機に影響が及びタービントリップに至るシナリオ。<br>・ コントロール建屋が天井崩落した場合に，建屋最上階に設置している中央制御室が物理的又は積雪（雪融け水含む）により機能喪失し，計測制御系機能喪失に至るシナリオ。さらには中央制御室の下階に位置している直流電源設備が溢水により機能喪失に至るシナリオ。<br>・ 軽油タンク天井が積雪荷重により崩落した場合には，軽油タンク機能喪失に至り，以下②に示す外部電源喪失が発生している状況下においては，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。 |
| | | ②相間短絡<br>送電・変電設備の屋外設備への着氷 | ・ 送電線や碍子へ雪が着氷（着氷雪）することによって，相間短絡を起こし外部電源が喪失するシナリオ。 |
| | | ③閉塞（空調）<br>給排気口の閉塞（堆積又は付着による給気口閉塞） | ・ D/G 室空調給気口の閉塞により，非常用ディーゼル発電設備が機能喪失に至るような場合において，上記②の外部電源喪失が同時発生した場合に，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。 |
| 3 | 雪崩 | ①荷重（衝突）<br>雪崩による建屋及び屋外機器への荷重 | 建屋周辺に急峻な斜面が無いことから，プラントの安全性に影響を与えるような雪崩は発生せず，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |

添付資料1－1

過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象<br>（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価<br>設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 極低温（凍結）<br>※詳細評価は補足2-1参照 | 温度 | 屋外タンク及び配管内流体の凍結 | 復水貯蔵タンク・配管内流体の凍結により補給水系が喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 軽油貯蔵タンク内流体の凍結により非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線への着氷による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | ヒートシンク（海水）の凍結 | 東海第二発電所周辺の海水が凍結することは考え難いため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| | | 電気的影響 | 着氷による送電線の相間短絡 | 送電線が着氷により短絡，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 |
| 2 | 隕石 | 荷重 | 荷重（衝突） | NUREGやIAEAのSAFETY STANDARDS SERIESでも言及されている様に，有意な発生頻度とはならない。（10-9／年以下） |
| | | | 荷重（衝撃波） | |
| | | 浸水 | 随伴津波による水没に伴う設備の浸水 | |
| 3 | 降水<br>（豪雨（降雨）） | 浸水 | 降水による設備の浸水 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| 4 | 河川の迂回 | 浸水 | 河川の迂回による敷地内浸水 | 事象の進展が遅く，設備等への影響の緩和又は排除が可能である。 |
| | | 渇水 | 工業用水の枯渇 | 事象の進展が遅く，設備等への影響の緩和又は排除が可能である。 |
| 5 | 砂嵐 | 閉塞（吸気等） | 砂塵，大陸からの黄砂による吸気口の閉塞 | 火山（No.12）の評価に包絡される。 |
| 6 | 静振 | 浸水 | 静振による設備の浸水 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| | | 渇水 | 静振による海水の枯渇 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| 7 | 地震活動 | 地震PRAにて評価される。 | | |
| 8 | 積雪（暴風雪）<br>※詳細評価は補足2-2参照 | 荷重 | 荷重（堆積） | 建屋屋上への積雪に伴う原子炉建屋（原子炉棟）損傷により原子炉補機冷却系サージタンクが損傷，機能喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 建屋屋上への積雪に伴う原子炉建屋（附属棟）損傷により中央制御室換気系が損傷，機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 建屋屋上への積雪に伴う原子炉建屋（廃棄物処理棟）損傷により気体廃棄物処理系が損傷，機能喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 建屋屋上への積雪に伴うタービン建屋損傷によりタービン，発電機が損傷，機能喪失し，過渡事象「非隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 建屋屋上への積雪に伴うタービン建屋損傷によりタービン補機冷却系サージタンクが損傷，機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 超高圧開閉所等への積雪による送電線，送受電設備の損傷に伴い機能喪失し，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 |

補足2

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 4 | ひょう，あられ | ①荷重（衝突）<br>建屋及び屋外機器へのひょう（又はあられ）の衝突 | 竜巻の影響に包絡される。（No.10参照） |
| 5 | 氷嵐/雨氷/みぞれ | ①荷重（堆積）<br>建屋及び屋外機器への雨氷等の着氷 | 火山及び積雪の影響に包絡される。（火山はNo.26，積雪はNo.2参照） |
| | | ②閉塞（空調）<br>建屋や屋外機器への雨氷等の着氷 | 積雪の影響に包絡される。（No.2参照） |
| 6 | 氷晶 | ①荷重（堆積）<br>建屋及び屋外機器への付着 | 火山及び積雪の影響に包絡される。（火山はNo.26，積雪はNo.2参照） |
| | | ②閉塞（空調）<br>建屋及び屋外機器への付着 | 積雪の影響に包絡される。（No.2参照） |
| 7 | 霜，霜柱 | ①－<br>建屋および屋外機器への霜の付着，敷地での霜柱生成 | 建物や屋外設備への霜付着による影響はなく，霜柱についても発生範囲は上露出範囲であるため，プラントの安全性が損なわれるような影響は発生せず，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 8 | 結氷板，流氷，氷壁 | ①閉塞（取水）<br>流氷などによる取水口閉塞 | 柏崎刈羽原子力発電所及びその周辺においては発生せず，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 9 | 風（台風含む）<br>※別途，詳細評価 | ①荷重（風圧，衝突）<br>風圧（又は飛来物衝突）による建屋，設備の損傷 | ・風荷重によりタービン建屋が損傷し，タービン，発電機に影響が及んでタービントリップに至るシナリオ。<br>・風荷重による送変電設備の損傷により外部電源喪失に至るシナリオ。<br>・風荷重にて軽油タンク等が損傷し，かつ同時に外部電源喪失が発生し，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。<br>※飛来物衝突影響については竜巻の影響に包絡される。 |
| | | ②閉塞（取水）<br>台風による漂流物による取水口閉塞 | 台風による漂流物により取水口が閉塞した場合，原子炉補機冷却海水ポンプによる取水ができなくなり，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。 |

東二

過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象<br>（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価<br>設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 積雪（暴風雪）<br>※詳細評価は補足2-2参照 | 荷重 | 荷重（堆積） | 復水貯蔵タンクへの積雪により復水貯蔵タンクが損傷，補給水系が喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 非常用ディーゼル発電機吸気フィルタ及び排気ファンが積雪荷重により損傷することにより非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線への着雪に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 残留熱除去系海水系ポンプモータが積雪により損傷，残留熱除去系海水系が機能喪失し，「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系ポンプモータへの積雪による損傷に伴う高圧炉心スプレイ系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 非常用ディーゼル発電機海水系ポンプモータへの積雪による損傷に伴い非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線への着雪に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 補機冷却海水系ポンプモータが積雪荷重により損傷，補機冷却海水系が機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 循環水ポンプモータが積雪荷重により損傷，循環水ポンプが機能喪失，復水器真空度喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | 電気的影響 | 着雪による送電線の相間短絡 | 送電線が着雪により短絡，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | 積雪又は吸込みにより非常用ディーゼル発電機給気口，吸気フィルタの閉塞に伴い非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線への着雪に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 中央制御室換気系の給気口は，地面より約5.6m，約19mの２箇所に設置されており，堆積物による閉塞は考え難いため，シナリオの選定は不要である。 |
| | | | | 積雪又は吸込みにより残留熱除去系海水系ポンプモータ空気冷却器が閉塞，残留熱除去系海水系が機能喪失し，「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 積雪又は吸込みにより高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系ポンプモータ空気冷却器が閉塞，高圧炉心スプレイ系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 積雪又は吸込みにより非常用ディーゼル発電機海水系ポンプモータ空気冷却器の閉塞に伴い非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線への着雪に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 積雪又は吸込みにより補機冷却海水系ポンプモータ空気冷却器が閉塞，補機冷却海水系が機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 積雪又は吸込みにより循環水ポンプモータ空気冷却器が閉塞，循環水ポンプが機能喪失，復水器真空度喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| 9 | 土壌の収縮<br>又は膨張 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | 施設荷重によって有意な圧密沈下・クリープ沈下は生じず，また，膨潤性の地質でもない。なお，安全上重要な施設は岩着や杭基礎であり，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。<br>また本事象は，事象の進展が遅く，設備等への影響の緩和又は排除が可能である。 |

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 10 | 竜巻<br>※別途，詳細評価 | ①荷重（風圧，気圧差，及び衝突）<br>風圧，気圧差または飛来物損傷による建屋設備損傷 | ・風荷重及び気圧差荷重によるタービン建屋損傷または，飛来物が建屋外壁を貫通し，タービンや発電機に衝突することに伴いタービントリップに至るシナリオ。<br>・送変電設備損傷に伴い外部電源喪失に至るシナリオ。<br>・軽油タンク等が損傷，かつ外部電源喪失している状況下において，非常用ディーゼル発電設備の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。<br>・循環水ポンプが飛来物の衝突により損傷し，復水器の真空度が低下することに伴い出力低下または手動停止に至るシナリオ。 |
| | | ②閉塞（取水）<br>竜巻により取水口周辺の海に飛散した資機材等による取水口閉塞 | ・竜巻により資機材，車両等が飛散して取水口周辺の海に入り取水口を閉塞させた場合，原子炉補機冷却海水ポンプによる取水ができなくなり，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。 |
| 11 | 砂嵐 | ①閉塞（空調）<br>空調フィルタの閉塞 | 砂嵐や黄砂は柏崎刈羽原子力発電所及びその周辺においては発生していないこと，及び発生を仮定してもその影響はNo.26火山の火山灰による「③閉塞（空調）」事象に包絡されることから，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 12 | 霧，靄 | ①－<br>発電所敷地内での霧，靄（もや）の発生による設備等への影響無し | 安全施設の機能が損なわれることはなく，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 13 | 高温 | ①外気温度高<br>外気温度高による機器等の冷却能力低下 | 空調設計条件を超過する可能性はあるものの，1日の中でも気温の変動があり高温状態が長時間にわたり継続しないこと，空調設備が余裕をもって設計されていること，また，外気温度高により即安全性が損なわれることはないことから，安全施設の機能が損なわれることはない。よって，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |

東二

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

## 過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象<br>（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 10 | 高潮 | 浸水 | 高潮による設備の浸水 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| 11 | 津波 | 津波PRAにて評価される。 | | |
| 12 | 火山（火山活動・降灰）<br>※詳細評価は補足2-3参照 | 荷重 | 荷重（堆積） | 建屋屋上への降下火砕物堆積に伴う原子炉建屋（原子炉棟）損傷により原子炉補機冷却系サージタンクが損傷，機能喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 建屋屋上への降下火砕物の堆積に伴う原子炉建屋（附属棟）損傷により中央制御室換気系が損傷，機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 建屋屋上への降下火砕物の堆積に伴う原子炉建屋（廃棄物処理棟）損傷により気体廃棄物処理系が損傷，機能喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 建屋屋上への降下火砕物の堆積に伴うタービン建屋損傷によりタービン，発電機が損傷，機能喪失し，過渡事象「非隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 建屋屋上への降下火砕物の堆積に伴うタービン建屋損傷によりタービン補機冷却系サージタンクが損傷，機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 超高圧開閉所への降下火砕物の堆積による送電線，送受電設備の損傷に伴い機能喪失し，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 復水貯蔵タンクへの降下火砕物の堆積により復水貯蔵タンクが損傷，補給水系が喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 非常用ディーゼル発電機吸気フィルタ及び排気ファンが降下火砕物の堆積による損傷に伴い非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線への降下火砕物の付着に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 残留熱除去系海水系ポンプモータが降下火砕物の堆積により損傷，残留熱除去系海水系が機能喪失し，「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系ポンプモータへの降下火砕物の堆積による損傷に伴う高圧炉心スプレイ系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 非常用ディーゼル発電機海水系ポンプモータへの降下火砕物の堆積により損傷に伴い非常用ディーゼル発電機が機能喪失し，送電線への降下火砕物の付着に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 補機冷却海水系ポンプモータが降下火砕物の堆積荷重により損傷，補機冷却海水系が機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 循環水ポンプモータが降下火砕物の堆積荷重により損傷，循環水ポンプが機能喪失，復水器真空度喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | 閉塞（海水系） | 海水ストレーナの閉塞 | 降下火砕物により残留熱除去系海水ストレーナが閉塞，又は熱交換器の伝熱管，海水ポンプ軸受の異常摩耗により，残留熱除去系海水系が機能喪失し，「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 降下火砕物により高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水ストレーナが閉塞，又は熱交換器の伝熱管，海水ポンプ軸受の異常摩耗により，高圧炉心スプレイ系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 14 | 低温<br>※別途，詳細評価 | ①外気温度低（凍結）<br>屋外配管・タンクの内部流体凍結 | 軽油タンク等内の軽油の凍結と着氷による相間短絡によって外部電源喪失が同時発生し，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇となり全交流動力電源喪失に至るシナリオ。 |
| 15 | 高温水<br>（海水温高） | ①海水温度高（冷却機能低下：海水系）<br>取水温度高に伴う冷却性能への影響 | 海水温度高に伴う復水器真空度低下により，タービントリップに至るシナリオ。 |
| 16 | 低温水<br>（海水温低） | ①－<br>取水温度低に伴う海水系機器への影響無し | 取水温度低について冷却性能の劣化につながらず，影響無いため，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 17 | 極限的な圧力<br>（気圧高/低） | ①荷重（気圧差）<br>気圧差による空調設備等への影響 | 竜巻の影響に包絡される。（No.10参照） |
| 18 | 落雷<br>※別途，詳細評価 | ①雷サージ及び誘導電流<br>過電圧による設備損傷 | ・落雷により計測制御機器に発生するノイズの影響により，プラントスクラムに至るシナリオ。<br>・屋外設備への雷サージの影響により，外部電源喪失及びその他過渡事象に至るシナリオ。<br>・屋外設置のタンク類（軽油タンク，液化窒素貯槽）の内，軽油タンクと屋内非常用ディーゼル発電設備制御盤を融通するケーブルへの雷サージによる非常用ディーゼル発電設備機能喪失が外部電源喪失と同時に発生し，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。<br>・建屋内外への雷による誘導電流の影響により，各種設備が機能喪失となり，その他過渡事象に至るシナリオ。なお，その他過渡事象については，内部事象レベル1PRA等にて考慮されている。 |
| 19 | 高潮 | ①浸水<br>高潮による建屋や機器への浸水影響 | 津波の影響に包絡される。津波の事故シーケンスは，津波のレベル1PRAに示すとおり。 |
| 20 | 波浪 | ①浸水<br>波浪による建屋や機器への浸水影響 | 津波の影響に包絡される。津波の事故シーケンスは，津波のレベル1PRAに示すとおり。 |



過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象<br>（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 12 | 火山（火山活動・降灰）<br>※詳細評価は補足2-3参照 | 閉塞（海水系） | 海水ストレーナの閉塞 | 降下火砕物により非常用ディーゼル発電機海水ストレーナが閉塞，又は熱交換器の伝熱管，海水ポンプ軸受の異常摩耗により，非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線への降下火砕物の付着に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 降下火砕物により補機冷却系海水ストレーナが閉塞，又は熱交換器の伝熱管，海水ポンプ軸受の異常摩耗により，補機冷却海水系が機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 降下火砕物により循環水ポンプ潤滑水ストレーナが閉塞，又は熱交換器の伝熱管，海水ポンプ軸受の異常摩耗により，循環水ポンプが機能喪失，復水器真空度喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | 降下火砕物の堆積又は吸込みにより非常用ディーゼル発電機吸気口，吸気フィルタが閉塞，非常用ディーゼル発電機が機能喪失し，「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 中央制御室換気系の給気口は，地面より約5.6m，約19mの２箇所に設置されており，堆積物による閉塞は考え難いため，シナリオの選定は不要である。<br>また，吸気口へ降下火砕物の吸込みによりフィルタが閉塞した場合でも，フィルタの取替及び清掃が可能であることからシナリオの選定は不要である。 |
| | | | | 降下火砕物の堆積又は吸込みにより残留熱除去系海水系ポンプモータ空気冷却器が閉塞，残留熱除去系海水系が機能喪失し，「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 降下火砕物の堆積又は吸込みにより高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系ポンプモータ空気冷却器が閉塞，高圧炉心スプレイ系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 降下火砕物の堆積又は吸込みにより非常用ディーゼル発電機海水系ポンプモータ空気冷却器が閉塞，非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線への降下火砕物の付着に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 降下火砕物の堆積又は吸込みにより補機冷却海水系ポンプモータ空気冷却器が閉塞，補機冷却海水系が機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 降下火砕物の堆積又は吸込みにより循環水ポンプモータ空気冷却器が閉塞，循環水ポンプが機能喪失，復水器真空度喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | 腐食 | 腐食成分による化学的影響 | 事象の進展が遅く，設備等への影響の緩和又は排除が可能である。 |
| | | 電気的影響 | 降下火砕物の付着による送電線の相間短絡 | 送電線が降下火砕物の付着により短絡，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 |
| 13 | 波浪・高波 | 浸水 | 波浪・高波による設備の浸水 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| 14 | 雪崩 | 荷重 | 荷重（衝突） | 東海第二発電所敷地周辺には急傾斜地はなく，雪崩を起こすことは考え難いため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 15 | 生物学的事象 | 閉塞（海水系） | 取水口，海水ストレーナの閉塞 | 除塵装置により海生生物等の襲来への対策を実施しており，取水口及び海水ストレーナの閉塞は考え難いため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| | | 電気的影響 | 齧歯類（ネズミ等）によるケーブル類の損傷 | 貫通部のシール等，小動物の侵入防止対策を実施しており，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |

東二

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 21 | 風津波 | ①浸水<br>風津波による建屋や機器への浸水影響 | 津波の影響に包絡される。津波の事故シーケンスは，津波のレベル1 PRAに示すとおり。 |
| 22 | 外部洪水 | ①浸水<br>発電所敷地の浸水による建屋や機器への影響（津波を除く） | 津波以外の外部洪水としては，ダムの決壊や河川の氾濫など考えられるが，柏崎刈羽原子力発電所へ影響を及ぼす範囲にダムや河川はない。従って，本事象によるプラントへの影響は無いことから，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 23 | 池・河川の水位低下 | ①－<br>河川等の水位低下による設備等への影響無し | 柏崎刈羽原子力発電所は海水を冷却源としていることから，河川等からの取水不可によるプラントへの影響は無く，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 24 | 河川の迂回 | ①－<br>河川の迂回による設備等への影響無し | 柏崎刈羽原子力発電所は海水を冷却源としていることから，河川等からの取水不可によるプラントへの影響は無く，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 25 | 干ばつ | ①－<br>干ばつに伴う河川等からの取水不可による設備等への影響無し | 柏崎刈羽原子力発電所は海水を冷却源としていることから，河川等からの取水不可によるプラントへの影響は無く，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |



東二

過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 16 | 海岸浸食 | 渇水 | 海岸浸食による海水の枯渇 | 事象の進展が遅く，設備等への影響の緩和又は排除が可能である。 |
| 17 | 干ばつ | 渇水 | 工業用水の枯渇 | 事象の進展が遅く，設備等への影響の緩和又は排除が可能である。 |
| 18 | 洪水（外部洪水） | 浸水 | 洪水による設備の浸水 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| 19 | 風（台風） | 荷重 | 荷重（風） | 竜巻（No.20）の評価に包絡される。 |
| | | | 荷重（衝突） | 竜巻（No.20）の評価に包絡される。 |
| 20 | 竜巻<br>※詳細評価は補足2-4参照 | 荷重 | 荷重（風及び気圧差） | 原子炉建屋は十分な厚さを有した鉄筋コンクリート造であり，風荷重よりも大きい地震荷重に対して設計されていることから，極めて発生することが稀な設計基準を超える風荷重を想定しても建屋の頑健性は維持できると考えるため，シナリオの選定は不要である。 |
| | | | | 気圧差により原子炉建屋ブローアウトパネルが開放，原子炉棟の負圧維持機能が喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 風荷重及び気圧差荷重に伴うタービン建屋損傷によりタービン，発電機が損傷，機能喪失し，過渡事象「非隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 風荷重及び気圧差荷重に伴うタービン建屋損傷によりタービン補機冷却系サージタンクが損傷，機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 風荷重及び気圧差荷重による送電線，送受電設備の損傷に伴い機能喪失し，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 主排気筒は風荷重に対して裕度を持った設計がなされていることから，発生することが極めて稀な設計基準を超える風荷重を想定しても排気筒の頑健性は維持できると考えるため，シナリオの選定は不要である。 |
| | | | | 非常用ガス処理系配管及び排気筒は風荷重に対して裕度を持った設計がなされていることから，発生することが極めて稀な設計基準を超える風荷重を想定しても非常用ガス処理系配管及び排気筒の頑健性は維持できると考えるため，シナリオの選定は不要である。 |
| | | | | 風荷重により復水貯蔵タンクが損傷，補給水系が喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 気圧差により中央制御室換気系ファン，ダクト，ダンパが損傷，中央制御室換気系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 風荷重により非常用ディーゼル発電機排気ファン，吸気フィルタ，消音器の損傷に伴い非常用ディーゼル発電機が機能喪失，送電線の風荷重に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 風荷重により残留熱除去系海水系が損傷，残留熱除去系海水系が機能喪失し，「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 風荷重により高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系が損傷，高圧炉心スプレイ系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 風荷重により非常用ディーゼル発電機海水系が損傷，非常用ディーゼル発電機が機能喪失し，送電線の風荷重に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 26 | 火山<br>※別途，詳細評価 | ①荷重（堆積）<br>建築物やタンク等上部への降下火山灰の堆積による天井崩落 | ・原子炉建屋屋上が火山灰堆積荷重により崩落し，建屋最上階に設置している原子炉補機冷却系のサージタンクが物理的に損傷，機能喪失し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。<br>・タービン建屋屋上が火山灰堆積荷重により崩落し，建屋最上階に設置しているタービン，発電機に影響が及びタービントリップに至るシナリオ。<br>・コントロール建屋屋上が火山灰堆積荷重により崩落し，建屋最上階に設置している中央制御室内設備が損傷し，計測制御系機能喪失に至るシナリオ。<br>・軽油タンクが火山灰堆積荷重により天井崩落，破損に至り，以下⑤に示す外部電源喪失が発生している状況下においては，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。 |
| | | ②閉塞（取水）<br>降下火山灰の取水口及び海水系への取込みによる閉塞 | 海水中の火山灰が高濃度な場合に，熱交換器の伝熱管，海水ポンプ軸受の閉塞による異常磨耗や海水ストレーナの自動洗浄能力を上回ることによる閉塞により，海水系設備の機能喪失，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。 |
| | | ③閉塞（空調）<br>降下火山灰の換気空調系への取込みによる閉塞 | D/G 室空調給気口閉塞により，非常用ディーゼル発電設備の機能喪失に至る場合において，以下⑤の外部電源喪失が発生している状況下では，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。 |
| | | ④腐食<br>火山灰に付着している腐食成分による化学的影響 | 腐食の進行は時間スケールの長い事象であり，発電所の運転に支障をきたす程度の短時間で事象が進展することはなく，適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。よって，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| | | ⑤相間短絡<br>火山灰の送電網又は変圧器への付着による相間短絡 | 火山灰が送電網の碍子や変圧器へ付着し，霧や降雨の水分を吸収することによって，相間短絡を起こし外部電源喪失に至るシナリオ。 |

添付資料1－1

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

東二

過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象<br>（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 20 | 竜巻<br>※詳細評価は補足2-4参照 | 荷重 | 荷重（風及び気圧差） | 風荷重により補機冷却海水ポンプが損傷，補機冷却海水系が機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 風荷重により循環水系が損傷，循環水ポンプが機能喪失，復水器真空度喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | 荷重（衝突） | 飛来物の衝突，屋内への貫通により原子炉補機冷却系サージタンクが損傷，機能喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通により原子炉建屋ガス処理系／非常用ガス処理系配管，非常用ガス処理系排気筒が損傷，原子炉建屋ガス処理系／非常用ガス処理系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通によりほう酸水注入系が損傷，ほう酸水注入系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通により可燃性ガス濃度制御系が損傷，可燃性ガス濃度制御系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通により中央制御室換気系が損傷，機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通により気体廃棄物処理系が損傷，機能喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突による送電線，送受電設備の損傷に伴い機能喪失し，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突により排気筒が損傷し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突により非常用ガス処理系配管及び排気筒が損傷し，過渡事象「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通によりタービン，発電機が損傷，機能喪失し，過渡事象「非隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通によりタービン補機冷却系サージタンクが損傷，機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通により原子炉補機冷却系熱交換器又はポンプが損傷，機能喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通によりタービン補機冷却系熱交換器又はポンプが損傷，機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突，屋内への貫通により主蒸気管が損傷，機能喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突により復水貯蔵タンクが損傷，補給水系が喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突により非常用ディーゼル発電機排気ファン，吸気フィルタ，消音器が損傷し，非常用ディーゼル発電機が機能喪失し，送電線の風荷重に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 27 | 地滑り | ①荷重（衝突）<br>地滑りに伴う土砂等の建屋・屋外設備への衝突 | ・送電設備については，斜面に設置されているものもあり，地滑りにより送電設備が倒壊することで，外部電源喪失に至るシナリオ。<br>・一方，周辺斜面と原子炉建屋等の基幹となる原子炉施設は十分な離隔距離を有しており，プラントの安全性に影響が及ぶことはないと判断。 |
| 28 | 海水中の地滑り | ①閉塞（取水）<br>海水中の地滑りに伴う取水口閉塞 | ・港湾内については，海底に地滑りの発生しうる起伏がないため，発生可能性がない。<br>・港湾外の地滑りに伴い発生可能性のある津波については，津波事象として考慮。津波の事故シーケンスは，津波のレベル1 PRAに示すとおり。 |
| 29 | 地面隆起/低潮位 | ①地盤安定性<br>地盤の隆起に伴う建屋や屋外設備の傾斜等による損壊 | 地面隆起は，地震の随伴事象である。原子炉建屋等の基幹となる原子炉施設は岩着や杭基礎で施工されており，地震時は一体となって震動することから，プラントの安全性に影響が及ぶような部分的な地面隆起は発生せず，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 30 | 土地の浸食，<br>カルスト | ①地盤安定性<br>土壌の流出による荒廃，地盤沈下に伴う建屋や屋外設備の周辺地面の浸食による設備等の損壊 | 土地の浸食は，時間スケールの長い事象であり，発電所の運転に支障をきたす程度の短時間で事象が進展することはなく，適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。よって，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 31 | 土の伸縮 | ①地盤安定性<br>建屋・屋外設備の周辺地面の変状による設備等の損壊 | 原子炉建屋等の基幹となる原子炉施設は，岩着や杭基礎等の工法にて施工されており，土の伸縮による影響を受けにくい。また，土の伸縮は，時間スケールの長い事象であり，発電所の運転に支障をきたす程度の短時間で事象が進展することはなく，適切な運転管理や保守管理により対処可能。よって，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |

東二

過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象<br>（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 20 | 竜巻<br>※詳細評価は補足2-4参照 | 荷重 | 荷重（衝突） | 飛来物の衝突により残留熱除去系海水系が損傷，残留熱除去系海水系が機能喪失し，「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突により高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系が損傷，高圧炉心スプレイ系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突により非常用ディーゼル発電機海水系が損傷，非常用ディーゼル発電機が機能喪失し，送電線の風荷重に伴う短絡による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突により補機冷却海水系が損傷，補機冷却海水系が機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 飛来物の衝突により循環水系が損傷，循環水ポンプが機能喪失，復水器真空度喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| 21 | 濃霧 | 濃霧により設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 | | |
| 22 | 森林火災<br>※詳細評価は補足2-5参照 | 温度 | 輻射熱 | 森林火災の輻射熱により送受電設備が損傷した場合，「外部電源喪失」に至るシナリオ。（敷地外） |
| | | | | 想定しうる最大の火災影響評価において，防火帯外縁（火炎側）から十分な離隔距離があることを考慮すると，設備等が損傷することはない。また，森林火災の輻射熱による影響について，24時間駐在している自衛消防隊による早期の消火活動も可能であり，森林火災に対する影響緩和策を講じることができるため，シナリオの選定は不要である。 |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | ばい煙のモータ空気冷却器給気口への侵入について，モータは空気を取込まない構造であり，また，空冷モータの冷却流路の口径は，ばい煙の粒径より広いことから閉塞し難いため，シナリオの選定は不要である。 |
| | | | | ばい煙の吸込みにより非常用ディーゼル発電機吸気フィルタが閉塞した場合でも，フィルタの取替及び清掃が可能であることからシナリオの選定は不要である。 |
| | | | | ばい煙の吸込みにより中央制御室換気系給気フィルタが閉塞した場合でも，フィルタの取替及び清掃が可能であることからシナリオの選定は不要である。 |
| 23 | 霜・白霜 | 霜・白霜により設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 | | |
| 24 | 草原火災 | 敷地周辺に草原はないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 | | |
| 25 | ひょう・あられ | 荷重 | 荷重（衝突） | 竜巻（No.20）の評価に包絡される。 |
| 26 | 極高温 | 日本の気候や一日の気温変化を考慮すると，設備等に影響を与えるほどの極高温になることは考え難いため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 | | |
| 27 | 満潮 | 浸水 | 満潮による設備の浸水 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| 28 | ハリケーン | 日本がハリケーンの影響を受けることはないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 | | |
| 29 | 氷結 | 電気的影響 | 着氷 | 凍結（No.1）の評価に包絡される。 |
| 30 | 氷晶 | 電気的影響 | 着氷 | 凍結（No.1）の評価に包絡される。 |

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 32 | 海岸浸食 | ①冷却機能低下：海水系<br>海岸線の後退，海底勾配の変化による取水設備性能への影響 | 海岸浸食は，時間スケールの長い事象であり，発電所の運転に支障をきたす程度の短時間で事象が進展することはなく，適切な運転管理や保守管理により対処可能。本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 33 | 地下水<br>（多量/枯渇） | ①浸水<br>地下水の建屋地下階への流入による設備等の浸水 | 多量の地下水流入については，時間スケールの長い事象であり，発電所の運転に支障をきたす程度の短時間で事象が進展することはなく，適切な運転管理や保守管理により対処可能。本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| | | ②－<br>地下水の枯渇 | 地下水は活用しておらず，安全施設の機能が損なわれることはないと判断。従って，本事象によるプラントへの影響は無く，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 34 | 地下水による浸食 | ①地盤安定性<br>建屋・屋外構築物の地下部（地下階，基礎部）土壌浸食 | 安全上重要な建屋や屋外設備は，岩着や杭基礎等の工法にて施工されており，発電所の運転に支障をきたす程度の短時間で事象が進展することはなく，適切な運転管理や保守管理により対処可能。本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| | | ②浸水<br>建屋地下部の浸食による建屋内への地下水の流入 | 基本的に設備等の機能に影響を及ぼすほどの地下水が建屋内へ流入する可能性は稀である。また，仮に浸食があっても，時間スケールの長い事象であり，発電所の運転に支障をきたす程度の短時間で事象が進展することはなく，適切な運転管理や保守管理により対処可能。本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |



## 過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象<br>（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 31 | 氷壁 | 電気的影響 | 着氷 | 東海第二発電所敷地周辺には氷壁を含む海氷の発生，流氷の到達は考え難いことため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 32 | 土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ） | 荷重 | 荷重（衝突） | 東海第二発電所敷地周辺には土砂崩れを発生させるような地形はないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 33 | 落雷<br>※詳細評価は補足2-6参照 | 電気的影響 | 屋内外計測制御設備に発生するノイズ | ノイズにより安全保護回路が誤動作した場合，「隔離事象」又は「原子炉緊急停止系誤動作」に至るシナリオ。 |
| | | | | ノイズにより安全保護回路以外の計測制御系が誤動作した場合，「非隔離事象」，「全給水喪失」又は「水位低下事象」に至るシナリオ。 |
| | | | 直撃雷 | 直撃雷による送電線，送受電設備の損傷に伴い機能喪失し，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 直撃雷により残留熱除去系海水ポンプモータが損傷，残留熱除去系海水系が機能喪失し，「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 直撃雷により高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水ポンプモータが損傷，高圧炉心スプレイ系が機能喪失し，手動停止／サポート系喪失（手動停止）「計画外停止」に至るシナリオ。 |
| | | | | 直撃雷により非常用ディーゼル発電機海水ポンプモータが損傷，非常用ディーゼル発電機が機能喪失し，送電線の直撃雷による「外部電源喪失」が同時発生し，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 |
| | | | | 直撃雷により補機冷却海水系ポンプモータが損傷，補機冷却海水系が機能喪失し，サポート系喪失（自動停止）「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 |
| | | | | 直撃雷により循環水ポンプモータが損傷，循環水系が機能喪失，復水器真空度喪失し，過渡事象「隔離事象」に至るシナリオ。 |
| | | | 誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷 | 誘導雷サージにより計測制御系が損傷した場合，計測・制御系喪失により制御不能に至るシナリオ。 |
| 34 | 湖又は河川の水位低下 | 渇水 | 工業用水の枯渇 | 海水を冷却源としていること，淡水は復水貯蔵タンク等に保管しており設備等への影響の緩和又は排除が可能であることから，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 35 | 湖又は河川の水位上昇 | 浸水 | 湖又は河川の水位上昇による設備の浸水 | 洪水（外部洪水）（No.18）の評価に包絡される。 |
| 36 | 陥没，地盤沈下，地割れ | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | 安全上重要な施設は岩盤に設置されており，地下水の流動等による陥没は発生しない。<br>また，敷地及びその近傍に活断層は分布していないことから，地震に伴う地殻変動によって安全施設の機能に影響を及ぼすような不等沈下・地割れは発生しないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 37 | 極限的な圧力（気圧高低） | 荷重 | 気圧差（気圧高低） | 竜巻（No.20）の評価に包絡される。 |
| 38 | もや | もやにより設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 | | |
| 39 | 塩害・塩雲 | 腐食 | 塩害による腐食 | 事象の進展が遅く，設備等への影響の緩和又は排除が可能である。 |

東二

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 35 | 森林火災 | ①熱影響<br>輻射熱による建屋・屋外設備への熱影響 | 森林火災が送電設備に延焼し，外部電源喪失に至るシナリオ。<br>発電所周辺監視区域の境界に沿って森林を伐採しており，構外から延焼する状況に対して一定の効果があると考えられること，敷地境界から出火した場合であっても，防火帯を設定しておりプラントまでの離隔距離が十分あること，防火帯内側への延焼を仮定した場合でも街路樹等が燃えるだけで火災の規模は限定的なため，消火が可能であると考えられること，プラント近傍は非植生であり，仮に危険物（軽油タンク）に延焼した場合であっても原子炉建屋外壁面が 200℃未満であることを評価で確認していることから，原子炉建屋等の基幹となる原子炉施設への影響は無く，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| | | ②外気取入機器及び人への影響<br>ばい煙などによる閉塞（空調）影響および人への影響 | ばい煙の換気空調系への取込みは，火山の影響に包絡される。(No.26 参照)<br>ばい煙を取り込むことによる人への影響については，発電所敷地内の林縁とプラント間に十分な離隔距離があることから，影響はないと判断。ばい煙が中央制御室空調外気取入口まで達する仮定した場合でも，再循環運転を行うことで影響を抑えられるため，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 36 | 生物学的事象 | ①閉塞（取水）<br>海生生物（くらげ等）の襲来による取水口閉塞 | 大量発生したくらげ等の海生生物により，取水口が閉塞した場合に，原子炉補機冷却海水ポンプによる取水ができなくなり，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。 |
| | | ②個別設備の機能喪失<br>齧歯類（ネズミ等）によるケーブル類の損傷，電気機器接触による地絡など | ネズミ等齧歯類によるケーブル類の損傷，電気機器接触による地絡などは，個別機器の不具合というランダム事象に整理される。このようなランダム事象は，内部事象レベル1PRA 等にて，その他過渡事象として考慮されている。 |
| 37 | 静振 | ①浸水<br>港湾内での潮位振動による取水への影響 | 津波の影響に包絡される。津波の事故シーケンスは，津波のレベル1PRA に示すとおり。（浸水影響の最も大きい津波の評価においては，数値シミュレーションを実施しており，その中で静振の影響も考慮されている。） |
| | | ②冷却機能低下：海水系<br>港湾内での潮位振動による取水への影響 | |

東二

過酷な自然事象により考え得る起因事象等

| No | 自然現象<br>（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 40 | 地面の隆起 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | 東海第二発電所の敷地及びその近傍に活断層は分布していないことから，地震に伴う地殻変動によって安全施設の機能に影響を及ぼすような地盤の隆起は発生しないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 41 | 動物 | 物理的損傷 | ケーブル類の損傷 | 生物学的事象（No.15）の評価に包絡される。 |
| 42 | 地滑り | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | 地すべり地形分布図及び土砂災害危険箇所図によると，東海第二発電所の敷地及びその近傍には地滑りを起こすような地形は存在しないため，敷地内における地滑りによる設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 43 | カルスト | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | 発電所敷地及び敷地周辺にカルスト地形は認められず，発電所の地質もカルストを形成する要因はないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 44 | 地下水による浸食 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | 敷地には地盤を浸食する地下水脈は認められず，また，敷地内の地下水位分布は海に向かってこう配を示しており，浸食をもたらす流れは発生しないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 45 | 海水面低 | 渇水 | 海水面の低下による海水の枯渇 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| 46 | 海水面高 | 浸水 | 海水面の上昇による設備の浸水 | 津波（No.11）の評価に包絡される。 |
| 47 | 地下水による地滑り | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | 地滑り（No.42）の評価に包絡される。 |
| 48 | 水中の有機物 | 閉塞（海水系） | 取水口，海水ストレーナの閉塞 | 生物学的事象（No.15）の評価に包絡される。 |
| 49 | 太陽フレア，磁気嵐 | 電気的影響 | 磁気嵐による誘導電流 | 磁気嵐に伴う送電線に誘導電流が発生し，その影響は，落雷（No.33）の評価に包絡される。 |
| 50 | 高温水（海水温高） | 温度 | 高温水 | 高温水による海水系に影響するため，生物学的事象（No.15）の評価に包絡される。 |
| 51 | 低温水（海水温低） | 低温水により設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 | | |
| 52 | 泥湧出（液状化） | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | 安全上重要な施設の基礎地盤は岩盤または液状化対策（地盤改良）済みの地盤であり，液状化に伴う地盤変状の影響を受けないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 53 | 土石流 | 荷重 | 荷重（衝突） | 東海第二発電所周辺には土石流が発生する地形，地質はないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 54 | 水蒸気 | 周辺での水蒸気の発生は考え難く，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 | | |
| 55 | 毒性ガス | 閉塞（吸気等） | 毒性ガスの吸込みによる吸気フィルタ等の閉塞 | 森林火災（No.22）の評価に包絡される。 |

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 1－1<br>（下表） | | 事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違 |

| No | 自然現象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 38 | 塩害，塩雲 | ①塩害による屋外構築物・設備の腐食 | 腐食は，発電所の運転に支障をきたす時間スケールで事象進展しないことから，安全施設の機能が損なわれる恐れはなく，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 39 | 隕石/衛星の落下 | ①荷重（衝突）<br>隕石衝突に伴う建屋・屋外設備の損傷<br>②荷重（衝突）<br>発電所敷地への隕石落下に伴う衝撃波<br>③浸水<br>隕石の発電所近海への落下に伴う津波 | 安全施設の機能に影響が及ぶ規模の隕石等の衝突については，有意な発生頻度とはならない。<br>従って，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 40 | 太陽フレア<br>磁気嵐 | ①誘導電流<br>太陽フレアの地磁気誘導電流による変圧器の損傷 | 磁気嵐により誘導電流が発生し，変圧器等の送電・変電設備の損傷により，外部電源喪失に至るシナリオ。<br>ただし，磁気嵐の影響を受けるのは，こう長の長い送電線であり，D/G 及び非常用電源母線への影響はなく，プラントの安全性への影響はないと判断。 |
| 41 | 土石流 | ①荷重（衝突）<br>土石流による建屋及び屋外機器への荷重 | 敷地内に渓流がなく，土石流危険区域に指定されていないことから土石流が敷地内に到達することはない。従って，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象の発生は無いと判断。 |
| 42 | 泥湧出 | ①地盤安定性<br>地盤の脆弱化に伴う建屋や屋外設備の傾斜等による損壊 | ・地震による液状化で損傷が想定される機器は，地震動による損傷も想定しており，地震の影響に包絡される。地震の事故シーケンスは，地震時レベル 1PRA に示すとおり。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

柏崎　6／7号（2017年2月15日版）

東二

相違理由

（補足資料の順は柏崎に合わせて提示）

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

補足3

添付資料1－2

＜各人為事象について考え得る起因事象の抽出＞

| No | 人為事象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 1 | 航空機落下（偶発） | ①荷重（衝突）<br>航空機が建屋等へ衝突 | 偶発的な事故による原子炉施設への落下については，設計上の考慮の要否を「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について」（総合資源エネルギー調査会　原子力安全・保安部会　原子炉安全小委員会、平成14年7月22日、平成21年6月30日一部改正）に従い落下確率を求めて判断している。<br>その結果，落下確率は約3.4×10$^{-8}$（回／炉・年）となり，設計上の考慮が必要な1.0×10$^{-7}$（回／炉・年）を下回っていることから，原子炉施設への落下の可能性は十分低く，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象は無いと判断。 |
| | | ②熱影響<br>輻射熱による建屋・屋外設備への熱影響 | 原子炉施設から一定の距離離れた場所（落下確率が1.0×10$^{-7}$（回／炉・年）となる位置）に大型航空機が落下した場合であっても，原子炉建屋外壁や屋外設備の温度上昇が許容値以下であることを確認済みである。仮に想定を超える大型の航空機が落下した場合であっても，現状有する余裕にて包絡可能と考えられるため，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象は無いと判断。 |
| 2 | ダムの崩壊 | ①浸水<br>ダムの崩壊に伴う洪水による建屋や機器への浸水影響 | 発電所周辺にダムの崩壊により洪水となる河川は無いため，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象は無いと判断。 |
| 3 | 火災・爆発 | ①熱影響，爆風圧<br>発電所内に保管されている危険物の火災や爆発による影響 | 非常用ディーゼル発電設備の軽油タンクで火災が発生した場合であっても原子炉建屋の温度が許容値以上に上昇しないことを確認。<br>非常用ディーゼル発電設備の軽油タンク全数が焼損した場合は，ディタンクの枯渇により非常用ディーゼル発電設備が機能喪失に至るが，外部電源と同時に機能喪失することは無いため，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象は無いと判断。 |

過酷な外部人為事象により考え得る起因事象等

| No | 外部人為事象（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 1 | 衛星の落下 | 荷重 | 荷重（衝突） | NUREGやIAEAのSAFETY STANDARDS SERIESでも言及されている様に，有意な発生頻度とはならない。（10$^{-9}$/年以下） |
| | | | 荷重（爆風圧） | |
| | | 浸水 | 随伴津波による設備の浸水 | |
| 2 | パイプライン事故（ガスなど），パイプライン事故によるサイト内爆発等 | 荷重 | 荷重（衝突） | プラント外での爆発（No.12）の評価に包絡される。 |
| | | | 荷重（爆風圧） | プラント外での爆発（No.12）の評価に包絡される。 |
| | | 温度 | 輻射熱 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の影響に包絡される。 |
| 3 | 交通事故（化学物質の流出含む） | 温度 | 輻射熱 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の評価に包絡される。 |
| 4 | 有毒ガス | 有毒ガス | 有毒ガスの侵入 | 鉄道路線，主要道路，航路及び石油コンビナート施設は発電所から十分な離隔距離が確保されており，危険物を搭載した車両及び船舶を含む事故等による当該発電所への有毒ガスの影響はない。また，中央制御室換気系においては閉回路による再循環運転も可能であるため，影響はない。 |
| 5 | タービンミサイル | 荷重 | 荷重（衝突） | 有意な衝突頻度にならない。 |
| 6 | 飛来物（航空機落下） | 荷重 | 荷重（衝突） | 航空機落下確率評価結果が防護方針の要否判断の基準である10$^{-7}$回／炉年を超えないため，航空機落下による防護設計を必要としない。なお，当該事象が万が一発生した場合には，大規模損壊及び大規模な火災が発生することを想定し，大規模損壊対策による影響緩和を図ることで対応する。 |
| | | | 荷重（爆風圧） | |
| | | 温度 | 輻射熱 | |
| | | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | |
| 7 | 工業施設又は軍事施設事故 | 荷重 | 荷重（衝突） | プラント外での爆発（No.12）の評価に包絡される。 |
| | | | 荷重（爆風圧） | プラント外での爆発（No.12）の評価に包絡される。 |
| | | 温度 | 輻射熱 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の評価に包絡される。 |

枠囲みの内容は核物質防護上の機密事項に属しますので公開できません。

| No | 人為事象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 4 | 有毒ガス | ①中央制御室居住性の低下<br>有毒ガスが中央制御室内に取り込まれることによる運転操作への影響 | 発電所周辺には有毒ガスの発生源となる危険物を貯蔵している石油コンビナートは無い。発電所構内で貯蔵している物質（塩素，窒素）が漏えいした場合であっても，中央制御室の空調系を再循環モード運転へ移行することにより，有毒ガスの影響を遮断できるため，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象は無いと判断。 |
| 5 | 船舶の衝突 | ①冷却機能低下：海水系<br>漂流船舶が取水設備を損傷させることによる冷却機能への影響 | 漂流船舶が発電所港湾内に侵入した場合であっても，カーテンウォールにより直接取水設備を損傷させることは無いが，仮に更に内部へ侵入し，取水設備を損傷させた場合は，最終ヒートシンクが喪失に至るシナリオとなる。 |
| 6 | 電磁的障害 | ①電磁波によるノイズ<br>電磁波を放出する機器による計測制御系へのノイズ発生で安全機能の誤動作，誤不動作 | 中央制御室や現場にある操作盤については，電波障害試験により耐性を確認しているが，想定を上回る影響が生じた場合は，計測制御系への外乱が想定される。事象影響としては落雷の影響に包絡される。 |
| 7 | パイプライン事故 | ①熱影響，爆風圧<br>パイプラインの損傷・破裂による火災，爆風 | パイプラインは道路下に埋設されており，埋設深度も法令で定められている。また，緊急時にはガスの遮断が行われるため，爆発が発生したとしても外部に対する影響は限定的である。仮に飛来物が発電所へ届く場合があったとしても，事象影響としては竜巻の影響に包絡される。 |
| 8 | 第三者の不法な接近 | ①－<br>原子炉施設内に悪意を持った第三者が侵入 | 原子炉施設内への侵入だけでは起因事象の発生は無い。（原子炉施設への影響はNo.10妨害破壊行為に包絡。） |
| 9 | 航空機衝突（意図） | ①荷重（衝突）<br>航空機が建屋等へ衝突 | |
| | | ②熱影響<br>輻射熱による建屋・屋外設備への熱影響 | |

## 過酷な外部人為事象により考え得る起因事象等

| No | 外部人為事象（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 8 | 船舶の衝突（船舶事故） | 閉塞（海水系） | 取水口の閉塞 | 発電所周辺の航路は十分な離隔距離が確保されており，航路を通行する船舶が漂流した場合であっても，敷地に到達する可能性は低く，さらに，敷地前面の防波堤に衝突して止まるものと考えられるため，取水性に影響はない。<br>万が一，カーテンウォール前面に小型船舶が到達した場合であっても，カーテンウォールにより阻害されること，呑みロは広く取水口が閉塞される可能性は低いことから，取水性に影響はない。<br>また，構内に入港する船舶について，港湾内で事故が発生した場合でも，カーテンウォールにより阻害されること，呑みロは広く取水口が閉塞される可能性は低いことから，取水性に影響はない。 |
| | | | 油漏えいによる海水系ストレーナの閉塞 | 船舶の座礁により重油流出事故が発生した場合であっても，カーテンウォールにより低層の海水が取水路に流入することから，取水性に影響はない。 |
| 8 | 船舶の衝突（船舶事故） | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の影響に包絡される。 |
| 9 | 自動車又は船舶の爆発 | 荷重 | 荷重（衝突） | プラント外での爆発（No.12）の評価に包絡される。 |
| | | | 荷重（爆風圧） | プラント外での爆発（No.12）の評価に包絡される。 |
| | | 温度 | 輻射熱 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の評価に包絡される。 |
| 10 | 船舶から放出される固体・液体不純物 | 閉塞（海水系） | 固体・液体不純物の放出による海水系ストレーナの閉塞 | 船舶の衝突（船舶事故）（No.8）の評価に包絡される。 |
| 11 | 水中の化学物質 | 閉塞（海水系） | 海水中に流出した化学物質による海水系ストレーナの閉塞 | 船舶の衝突（船舶事故）（No.8）の評価に包絡される。 |
| 12 | プラント外での爆発 | 荷重 | 荷重（衝突） | 東海第二発電所周辺には，ＬＮＧ基地（敷地北方約1.5km）があるため，発電所から十分な離隔距離が確保されていることを確認している。<br>鹿島臨海地区石油コンビナート等特別防災区域は，東海第二発電所周辺で石油コンビナート等特別防災区域に指定されている唯一の区域であり，また，発電所から約50km以上の距離があることから，爆発の影響が安全施設の安全機能に及ぼすおそれはない。<br>また，本発電所敷地周辺の社会環境からみて，発電所周辺での爆発等に起因する飛来物による影響はない。 |
| | | | 荷重（爆風圧） | |
| | | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の評価に包絡される。 |
| 13 | プラント外での化学物質の流出 | 閉塞（海水系） | 化学物質の流出による海水系ストレーナの閉塞 | 船舶の衝突（船舶事故）（No.8）の評価に包絡される。 |
| | | 有毒ガス | 有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の評価に包絡される。 |
| 14 | サイト貯蔵の化学物質の流出 | 有毒ガス | 有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の評価に包絡される。 |

東二

相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）<br>青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）<br>緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）<br>黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応 |
|---|

## 柏崎 6／7号（2017年2月15日版）

枠囲みの内容は核物質防護上の機密事項に属しますので公開できません。

| No | 人為事象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 10 | 妨害破壊行為 | ①衝撃力<br>爆発物等による衝撃力 | 安全機能を有する複数機器の破壊，無力化，悪意操作による外乱の発生が想定される。事象影響としては，内部事象レベル1PRAに包絡される。 |
| | | ②中央制御室の占拠等<br>悪意操作，サボタージュ | |
| 11 | サイバーテロ | ①制御システムのハッキング<br>制御システムのハッキングによる悪意操作 | 外部回線と制御システムは接続されていないため，制御機能がハッキングされることは無い。仮に発電所内部への侵入等により，直接制御システムがハッキングされた場合は悪意操作等による影響が考えられるが，事象影響としては，内部事象レベル1PRAに包絡される。 |
| 12 | 産業施設の事故 | ①熱影響，爆風圧<br>発電所外の産業施設の事故による火災，爆発 | 発電所敷地周辺に石油コンビナート施設は無いため，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象は無いと判断。 |
| 13 | 輸送事故 | ①熱影響，爆風圧<br>危険物輸送車両や船舶の発電所敷地周辺における事故による火災，爆風 | 危険物輸送車両や船舶にて火災，爆発が発生した場合でも危険限界距離以上離れている。爆風により飛来物を想定した場合であっても竜巻の影響に包絡される。 |
| 14 | 軍事活動によるミサイルの飛来 | ①荷重（衝突）<br>ミサイルが建屋等へ衝突 | |
| | | ②熱影響<br>輻射熱による建屋・屋外設備への熱影響 | |

## 東二

### 過酷な外部人為事象により考え得る起因事象等

| No | 外部人為事象（色塗り部は6条の設計基準設定事象） | 設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | | 想定される起因事象等 |
| 15 | 軍事施設からのミサイル | 荷重 | 荷重（衝突） | 偶発的なミサイル到達は考え難いため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| | | | 荷重（爆風圧） | |
| | | 温度 | 輻射熱 | |
| 16 | 掘削工事 | 物理的損傷 | 掘削工事による配管・ケーブル類の損傷 | 敷地内で，地面の掘削工事を行う場合は，事前調査で埋設ケーブル・配管位置の確認を行うため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。<br>敷地外で，地面の掘削工事を行う場合は，送電鉄塔の損傷の可能性があるが，複数回線が同時に損傷するシナリオは考え難い。 |
| 17 | 他のユニットからの火災 | 温度 | 輻射熱 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | 火災（近隣工場等の火災）（No.23）の評価に包絡される。 |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の評価に包絡される。 |
| 18 | 他のユニットからのミサイル | 荷重 | 荷重（衝突） | 有意なミサイル源はないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 19 | 他のユニットからの内部溢水 | 浸水 | 内部溢水による設備の浸水 | 東海発電所分も含めた屋外タンク及び貯槽類からの溢水を想定しても，東海第二発電所の安全施設への影響が無いことを確認したため，他のユニットからの内部溢水の影響による設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 20 | 電磁的障害 | 電気的影響 | サージ及び誘導電流 | 安全保護回路は，日本工業規格（ＪＩＳ）等に基づき，ラインフィルタや絶縁回路の設置により，サージ・ノイズの侵入を防止するとともに，鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止する設計としており，安全機能を損なうことはないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| | | | 過電圧 | |
| 21 | ダムの崩壊 | 浸水 | ダムの崩壊による浸水 | 敷地周辺の地形及び上流に位置している久慈川水系の竜神ダムの保有水量から判断して，ダムの崩壊が発生した場合においても，敷地が久慈川の洪水による被害を受けることはないため，設備の損傷・機能喪失が発生するシナリオは考え難い。 |
| 22 | 内部溢水 | 別紙1　表1に示すとおり。 | | |
| 23 | 火災（近隣工場等の火災） | 温度 | 輻射熱 | 自然現象　森林火災（No.22）の評価に包絡される。 |
| | | ばい煙，有毒ガス | ばい煙による閉塞 | 自然現象　森林火災（No.22）の評価に包絡される。 |
| | | | ばい煙，有毒ガスの侵入 | 有毒ガス（No.4）の評価に包絡される。 |

## 相違理由

事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 1－2<br>No<br>15<br>人為事象<br>サイト内外での掘削<br>設備等の損傷・機能喪失モードの抽出<br>①物理的損傷<br>発電所内外において地面の掘削工事を行い、設備の一部を損傷<br>考えうる起因事象等<br>地面の掘削工事を行う場合は，埋設物の管理図面により事前調査を行い，予め埋設物の位置を確認する。仮に埋設物を損傷させた場合の影響として，埋設ケーブル切断による外部電源喪失に至るシナリオとなる。<br>また，発電所内外の送電鉄塔を掘削工事により倒壊させた場合も外部電源喪失に至るシナリオとなる。<br>いずれも事象影響としては，内部事象レベル 1PRA に包絡される。<br>16<br>内部溢水<br>①浸水<br>原子炉施設内の配管等の破損による保有水の漏えいの影響<br>別紙 1 表 1 のとおり。<br>（外部電源喪失，非隔離事象，隔離事象，全給水喪失，RPS 誤動作，原子炉補機冷却系故障，手動停止）<br>17<br>タービンミサイル<br>①荷重（衝突）<br>タービンの一部が飛来物となって衝突<br>「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第一一条（安全施設）5 の要求に従い，飛散物としてタービンミサイルの評価を行っている。「タービンミサイル評価について」（昭和 52 年 7 月 20 日原子力委員会原子炉安全専門審査会）に基づき評価した結果，6 号炉は $8.49\times10^{-8}$／年，7 号炉は $8.52\times10^{-8}$／年であり，基準である $10^{-7}$／年を下回っているため，発生の可能性は十分低く，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象は無いと判断。 | | 事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | | | | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 事象の抽出方法，対象設備及び評価結果の相違 |

添付資料 1－2

| No | 人為事象 | 設備等の損傷・機能喪失モードの抽出 | 考えうる起因事象等 |
|---|---|---|---|
| 18 | 重量物輸送 | ①荷重（落下）<br>輸送中の燃料集合体の落下による破損 | 燃料取替機は燃料取替作業中の燃料集合体落下防止対策（フェイル・セイフ設計など）がとられているため，燃料集合体の落下事故の発生確率は非常に小さく，さらにその発生を仮定した場合でも破損した燃料からの放射性物質の放出量は僅かであり，外部への影響は小さいことが評価されている。従って，本事象から事故シーケンスの抽出にあたって考慮すべき起因事象は無いと判断。 |
| | | ②荷重（衝突）<br>重量物輸送車両やクレーン等の重機の転倒による屋外設備の損壊 | 作業に重機を使用する場合は，転倒防止対策を行うため発生することは考えにくいが，仮に重機が転倒した場合は変圧器や軽油タンクの損壊が想定される。これにより，外部電源喪失とディタンク枯渇による非常用ディーゼル発電設備の機能喪失により全交流動力電源喪失に至るシナリオが考えられるが，重機転倒による損傷範囲は重機の大きさに限定されるため，起因事象として考慮する必要は無いと判断。（考慮した場合であっても追加の起因事象ではない。） |
| 19 | 化学物質の放出による水質悪化 | ①冷却機能低下：海水系<br>発電所内で保管されている化学物質が港湾内へ放出され，または船舶事故により化学物質が流出し，海水系の冷却機能へ影響 | 発電所内で保管している化学物質については，堰の設置や建屋内保管により漏えい拡大防止対策をしており，港湾内への流出は考えにくい。船舶事故にて流出する可能性は否定できない。従って，本事象による影響を考慮する必分希釈されていると想定できる。仮に影響が生じた場合は最終ヒートシンク喪失に至ることは無いと考えるが，仮に影響が生じた場合は最終ヒートシンク喪失に至るシナリオとなる。 |
| 20 | 油流出 | ①冷却機能低下：海水系<br>船舶等から流出した油が海水系の冷却機能へ影響 | 海水の取水については，カーテンウォールを設置して深層取水を行っており，油が直接海水系に流入することは考えにくいが，仮に影響が生じた場合は最終ヒートシンク喪失に至るシナリオとなる。 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 2-1<br>設計基準を超える積雪事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1．起因事象の特定<br>（1）構築物，系統及び機器（以下，設備等）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>積雪事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例や国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>① 建屋天井や屋外設備に対する荷重<br>② 送電変電設備の屋外設備への着氷<br>③ 空調給気口の閉塞<br>④ 積雪によるアクセス性や作業性の悪化<br><br>（2）評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等の内，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す建屋及び屋外設置（屋外に面した設備含む）の設備等を評価対象設備として選定した。<br><br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋<br>・コントロール建屋<br>・タービン建屋<br>＜屋外設備＞<br>・送変電設備<br>・軽油タンク及び非常用ディーゼル発電設備燃料移送系（以下，軽油タンク等）<br>・中央制御室換気空調設備<br>・ディーゼル発電機非常用給気設備（6 号機），非常用電気品区域空調設備（7 号機）（以下，D/G 室空調） | 補足 2-2<br>積雪事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1．起因事象の特定<br>(1)構築物，系統及び機器（以下「設備等」という）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>積雪事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例や国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>①建屋天井や屋外設備に対する積雪荷重<br>②着雪による送電線の相間短絡<br>③給気フィルタ等の閉塞<br><br>(2)評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等のうち，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す建屋及び屋外設置（屋外に面した設備含む）の設備等を評価対象設備として選定した。<br>①建屋天井や屋外設備に対する積雪荷重<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）<br><br>・タービン建屋<br>＜屋外設備＞<br>・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>・非常用ディーゼル発電機の附属機器（排気ファン，吸気フィルタ等）<br>・復水貯蔵タンク<br>・残留熱除去系海水系<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>・非常用ディーゼル発電機海水系<br>・補機冷却海水系<br>・循環水系<br>②着雪による送電線の相間短絡<br>・送電線<br>③給気フィルタ等の閉塞<br>・非常用ディーゼル発電機の附属機器（給気口，吸気フィルタ）<br>・中央制御室換気系（給気口） | （補足資料の順は柏崎に合わせて提示）<br><br>設計基準事象においては屋外作業は不要であることから，損傷・機能喪失モードの抽出不要とした。<br><br>設備の相違<br><br>設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ・残留熱除去系海水系（モータ）<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系（モータ）<br>・非常用ディーゼル発電機海水系（モータ）<br>・補機冷却海水系（モータ）<br>・循環水系（モータ） | |
| (3) 起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モード毎に，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>①建屋天井や屋外設備に対する荷重<br>建屋及び屋外設備に対する積雪荷重により発生可能性のあるシナリオは以下のとおり。<br>＜建屋＞<br>○原子炉建屋<br>原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している原子炉補機冷却系のサージタンクが物理的に機能喪失することで，原子炉補機冷却系が喪失し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。 | (3)起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>①建屋天井や屋外設備に対する積雪荷重<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋<br>原子炉建屋（原子炉棟）屋上が積雪荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している原子炉補機冷却系サージタンクが物理的に機能喪失した場合，原子炉補機冷却系の機能喪失による「隔離事象」に至るシナリオ。<br>原子炉建屋（附属棟）屋上が積雪荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している中央制御室換気系が物理的に機能喪失した場合，中央制御室換気系の機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。<br>原子炉建屋（廃棄物処理棟）屋上が積雪荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している気体廃棄物処理設備が機能喪失することによる「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違 |
| ○タービン建屋<br>タービン建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，タービンや発電機に影響が及び，タービントリップに至るシナリオ。 | ・タービン建屋<br>タービン建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置しているタービンや発電機に影響が及び「非隔離事象」に至るシナリオ。また，タービン補機冷却系サージタンクに影響が及び，「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 | 設備の相違<br>設備の相違 |
| ○コントロール建屋<br>コントロール建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している中央制御室が物理的又は積雪（雪融け水含む）により機能喪失し，計測制御系機能喪失に至るシナリオ。その後，中央制御室の下階に位置している直流電源設備へ溢水が伝播し機能喪失に至るシナリオ。 | | 設備の相違 |
| ＜屋外設備＞ | ＜屋外設備＞ | |
| ○軽油タンク等<br>軽油タンク天井が積雪荷重により崩落した場合には，軽油タンク機能喪失に至る可能性があり，以下②に示す外部電源喪失が発生している状況下においては，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。 | ・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>超高圧開閉所屋上，特別高圧開閉所，変圧器が積雪荷重により崩落し，送受電設備に影響が及び，「外部電源喪失」に至るシナリオ。<br>・復水貯蔵タンク<br>復水貯蔵タンク天板が積雪荷重により崩落し，保有水が喪失した場合，補給水系の喪失 | 設備の相違<br>設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | により「計画外停止」に至るシナリオ。 | |
| | ・非常用ディーゼル発電機の附属機器<br>積雪荷重により非常用ディーゼル発電機の附属機器が損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に②の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| | ・残留熱除去系海水系<br>積雪荷重により残留熱除去系海水系ポンプが損傷した場合，残留熱除去系海水系の機能喪失による「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| | ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>積雪荷重により高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系ポンプが損傷した場合，高圧炉心スプレイ系の機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| | ・非常用ディーゼル発電機海水系<br>積雪荷重により非常用ディーゼル発電機海水系ポンプが損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に②の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| | ・補機冷却海水系<br>積雪荷重により補機冷却海水系ポンプが損傷した場合，タービン補機冷却系喪失による「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| | ・循環水系<br>積雪荷重により循環水ポンプが損傷した場合，復水器真空度喪失による「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| ②送変電設備の屋外設備への着氷<br>送電線や碍子へ雪が着氷（着氷雪）することによって，相間短絡を起こし外部電源が喪失するシナリオ。 | ②着雪による送電線の相間短絡<br>送電線や碍子へ着雪することによって相間短絡を起こし，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 | |
| ③空調給気口の閉塞<br>中央制御室換気空調および D/G 室空調給気口閉塞による各空調設備が機能喪失に至る。（ただし，中央制御室換気空調については，外気遮断による再循環運転が可能な設計となっているため，考慮すべきシナリオとしては抽出不要とする。）<br>仮に D/G 室空調給気口の閉塞により，非常用ディーゼル発電設備が機能喪失に至るような場合において，上記②の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，全交流動力電源喪失に至る。 | ③給気フィルタ等の閉塞<br>・非常用ディーゼル発電機附属機器の閉塞<br>積雪により非常用ディーゼル発電機室の給気口，吸気フィルタが閉塞した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に②の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 | |
| | ・中央制御室換気系給気口の閉塞<br>中央制御室換気系の給気口は，地面より約 5.6m，約 19m の 2 箇所に設置されており，堆積物による閉塞は考え難いため，シナリオの選定は不要である。 | 設備の相違による評価結果の相違 |
| | ・海水ポンプモータ空気冷却器給気口の閉塞<br>積雪により残留熱除去系海水系ポンプモータの空気冷却器給気口が閉塞した場合，残留熱除去系海水系の機能喪失による「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| | 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水ポンプモータの空気冷却器給気口が閉塞し | 設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | た場合，高圧炉心スプレイ系の機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。<br>非常用ディーゼル発電機海水ポンプモータの空気冷却器給気口が閉塞した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に②の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。<br>補機冷却海水系ポンプモータの空気冷却器給気口が閉塞した場合，タービン補機冷却系喪失による「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。<br>循環水ポンプモータの空気冷却器給気口が閉塞した場合，復水器真空度喪失による「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違 |
| ④積雪によるアクセス性や作業性の悪化<br>積雪により屋外現場へのアクセス性や屋外での作業性に影響を及ぼす可能性があるものの，設計基準対象施設のみで対応可能なシナリオであれば基本的に屋外での現場対応はなく，仮にアクセス性や屋外の作業性へ影響が及んだ場合であっても構内の道路又はアクセスルートについては，除雪を行うことから問題はない。作業が必要になるケースが確認された場合に，別途，詳細検討するものとする。 | | 設計基準事象においては屋外作業は不要であることから，損傷・機能喪失モードの抽出不要とした。 |
| (4) 起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を越える積雪事象に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>①建屋天井や屋外設備に対する荷重により発生可能性のあるシナリオ<br>積雪荷重が各建屋天井の許容荷重を上回った場合には，(3)項で選定した各シナリオが発生する可能性はあるものの，最終ヒートシンク喪失，タービントリップについては，運転時の内部事象レベル1PRA でも考慮していること，計測制御系機能喪失については，地震や津波のレベル1PRA でも考慮していることから追加のシナリオではない。軽油タンクについても，天井の許容荷重を上回る積雪荷重によって破損に至る可能性はあるものの，外部電源喪失との重畳による全交流動力電源喪失は，運転時の内部事象や地震，津波のレベル1PRA でも考慮しているものであり，追加のシナリオではない。<br>なお，各建屋や軽油タンクの天井が崩落するような積雪事象は，年超過確率評価上，$10^{-7}$/年より小さい事象であること（表4.1参照），積雪事象の進展速度の遅さを踏まえると除雪管理が可能であることから，発生可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因とはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては選定不要であると判断した。 | (4)起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を超える積雪事象に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出に当たって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>①建屋天井や屋外設備に対する積雪荷重<br>積雪事象が各建屋天井や屋外設備の許容荷重を上回った場合には，(3)項にて選定した各シナリオが発生する可能性はあるが，各建屋天井の崩落や屋外設備が損傷するような積雪事象は，積雪事象の進展速度を踏まえると除雪管理が可能であることから，発生可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因にはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては選定不要であると判断した。 | 評価方法の相違<br>年超過確率を用いない |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

<table>
<tr><th>柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版）</th><th>東二</th><th>相違理由</th></tr>
<tr><td>
表 4.1　各建屋・タンクの積雪荷重と年超過頻度の比較
<table>
<tr><th>建屋・タンク</th><th>積雪荷重</th><th>年超過頻度</th><th>結果</th></tr>
<tr><td>原子炉建屋</td><td>6 号炉 357cm<br>7 号炉 361cm</td><td>266cm：$10^{-7}$/年未満<br>（$10^{-4}$/年：135.9cm<br>$10^{-7}$/年：213.3cm）</td><td>積雪荷重を超えるまでに大きな裕度がある</td></tr>
<tr><td>タービン建屋</td><td>6 号炉 266cm<br>7 号炉 266cm</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>コントロール建屋</td><td>371cm</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>軽油タンク</td><td>6 号炉 321cm<br>7 号炉 321cm</td><td></td><td></td></tr>
</table>
②送変電設備の屋外設備への着氷<br>
着氷に対して設計上の配慮はなされているものの，設計基準を超える積雪事象に対して発生を否定できないため，送変電設備の損傷に伴う外部電源喪失については考慮すべき起因事象として選定する。<br>
③空調給気口の閉塞<br>
仮にD/G 室空調給気口閉塞により非常用ディーゼル発電設備が機能喪失に至り，かつ同時に外部電源喪失に至ることを想定した場合，全交流動力電源喪失に至ることとなるが，全交流動力電源喪失については，運転時の内部事象や地震，津波レベル1PRA でも考慮しており，追加のシナリオではない。<br>
なお，基本的には除雪管理が可能であるが，D/G室空調給気口が閉塞に至る積雪深さは，年超過確率評価上，$10^{-7}$/年より小さくなること，積雪の給気口への付着・堆積についても除雪管理が可能であることから，積雪事象による給気口閉塞事象の発生可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因とはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては選定不要であると判断した。（表4.2にD/G室空調及び中央制御室換気空調給気口を示す。）<br>
表 4.2　各空調吸排気口の高さと年超過頻度の比較
<table>
<tr><th>空調吸排気口</th><th>設置高さ</th><th>年超過頻度</th><th>結果</th></tr>
<tr><td>D/G 室空調(A)<br>給気口</td><td>6 号炉：11.7m<br>7 号炉：11.5m</td><td>（266cm：$10^{-7}$/年未満<br>$10^{-4}$/年：135.9cm）<br>$10^{-7}$/年：213.3cm</td><td>積雪荷重を超えるまでに大きな裕度がある</td></tr>
<tr><td>D/G 室空調(A)<br>排気口</td><td>7.8m</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>D/G 室空調(B)<br>給気口</td><td>6 号炉：11.7m<br>7 号炉：11.5m</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>D/G 室空調(B)<br>排気口</td><td>7.8m</td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td><td>
②着雪による送電線の相間短絡<br>
着雪に対して設計上の配慮はなされているものの，設計基準を超える積雪事象に対しては発生を否定できないため，送電線の着雪による短絡を想定した場合，外部電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として選定する。<br>
③給気フィルタ等の閉塞<br>
積雪事象により非常用ディーゼル発電機室の給気口，吸気フィルタが閉塞した場合には，(3)項にて選定したシナリオが発生する可能性があるが，非常用ディーゼル発電機室の給気口，吸気フィルタが閉塞するような積雪事象は，積雪事象の進展速度を踏まえると除雪管理が可能であることから，発生可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因にはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては選定不要であると判断した。<br>
また，モータ空気冷却器給気口が閉塞した場合には，(3)項で選定したシナリオが発生する可能性があるが，モータ空気冷却器給気口が閉塞するような積雪事象は，積雪事象の進展速度を踏まえると除雪管理が可能であることから，発生可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因にはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては選定不要であると判断した。
</td><td>
設備の相違及び評価方法の相違<br><br>
年超過確率を用いない
</td></tr>
</table>

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

<table>
<tr><th>柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版）</th><th>東二</th><th>相違理由</th></tr>
<tr><td>
<table>
<tr><td>D/G 室空調(C)<br>給気口</td><td>6 号炉：11.7m<br>7 号炉：11.5m</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>D/G 室空調(C)<br>排気口</td><td>7.8m</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>中央制御室換気<br>空調設備給気口</td><td>4.2m</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>中央制御室換気<br>空調設備排気口</td><td>4.2m</td><td></td><td></td></tr>
</table>
2. 事故シーケンスの特定<br>
1. (3)項にて起因事象となりうるシナリオを以下のとおり選定した。<br>
○原子炉建屋の天井が崩落した場合に，原子炉補機冷却系が機能喪失し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。<br>
○タービン建屋の天井が崩落した場合にタービンや発電機に影響が及びタービントリップに至るシナリオ。<br>
○コントロール建屋の天井が崩落した場合に，建屋最上階に設置している中央制御室が物理的又は積雪（雪融け水含む）により機能喪失し，計測制御系機能喪失に至るシナリオ。さらには中央制御室の下階に位置している直流電源設備が溢水により機能喪失に至るシナリオ。<br>
○軽油タンクの天井が崩落した場合で，かつ外部電源喪失が発生している状況下において，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。<br>
○送電線や碍子へ雪が着氷することによって，相間短絡を起こし外部電源が喪失するシナリオ。<br>
○D/G 室空調給気口閉塞により非常用ディーゼル発電設備が機能喪失，かつ外部電源喪失の同時発生により全交流動力電源喪失に至るシナリオ。<br>
上記シナリオについては，いずれも運転時の内部事象や地震，津波レベル 1PRA にて考慮しているものであり，追加すべき新たなものはない。<br>
また，1.(4)項での起因事象の特定結果のとおり，上記シナリオの内，建屋又は軽油タンクの天井崩落や D/G 室空調給気口閉塞については，事象の発生頻度が表 4.1 及び表 4.2 に示したように非常に小さいこと，除雪管理により発生を防止可能なことから，発生自体が非常に稀な事象であり，事故シーケンス抽出にあたって考慮すべき起因事象として選定不要であると判断した。<br>
よって，事故シーケンス抽出にあたって考慮すべき起因事象は，外部電源喪失のみとなるが，各建屋及び軽油タンク等の健全性が確保される限り，非常用交流電源等の必要な影響緩和設備の機能維持が図られるため，事故シーケンスに至ることはない。<br>
従って，積雪事象を要因として発生しうる有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは生じないと判断した。<br>
以 上
</td><td>
2.　事故シーケンスの特定<br>
1. にて設計基準を超える積雪事象に対し発生可能性のある起因事象として外部電源喪失を特定したが，運転時の内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡにて考慮していることから，追加すべき新しい事故シーケンスではない。<br>
よって，積雪を起因とする有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは新たに生じないと判断した。
</td><td>評価内容の相違</td></tr>
</table>

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 2-2<br>設計基準を超える低温事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1) 構築物，系統及び機器（以下，設備等）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>柏崎刈羽原子力発電所の立地環境，国外の評価事例や国内で発生したトラブル事例等から低温に対する発電所への影響を調査し，その結果，以下の通り機能喪失モードを抽出した。<br>① 屋外タンク及び配管内流体の凍結<br>② ヒートシンク（海水）の凍結<br>③ 着氷による送電線の相間短絡<br><br>(2) 評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等の内，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す屋外設置の設備等を評価対象設備として選定した。<br>（屋外設備）<br>・軽油タンク及び非常用ディーゼル発電設備燃料移送系（以下，軽油タンク等）<br><br>・取水設備（海水）<br><br>・送変電設備<br><br>(3) 起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>① 屋外タンク及び配管内流体の凍結<br><br>低温によって軽油タンク等内の軽油が凍結するとともに，以下③に示す外部電源喪失が発生している状況下においては，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至る。 | 補足 2-1<br>低温（凍結）事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1)構築物，系統及び機器（以下「設備等」という）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>低温事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例や国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>①屋外タンク及び配管内流体の凍結<br>②ヒートシンク（海水）の凍結<br>③着氷による送電線の相間短絡<br><br>(2)評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等のうち，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す屋外設置の設備等を評価対象設備として選定した。<br>①屋外タンク及び配管内流体の凍結<br>・軽油貯蔵タンク及び非常用ディーゼル発電機用燃料移送系（以下「軽油貯蔵タンク等」という）<br>・復水貯蔵タンク及び附属配管（以下「復水貯蔵タンク等」という）<br>②ヒートシンク（海水）の凍結<br>・取水設備（海水）<br>③着氷による送電線の相間短絡<br>・送電線<br><br>(3)起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>①屋外タンク及び配管内流体の凍結<br>・軽油貯蔵タンク等の凍結<br>低温によって軽油貯蔵タンク等の軽油が凍結するとともに，以下③に示す外部電源喪失が発生している状況下においては，非常用ディーゼル発電機デイタンクの燃料枯渇により「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。<br>・復水貯蔵タンク等の凍結<br>低温によって復水貯蔵タンク等の保有水が凍結した場合，補給水系の喪失により「計画外停止」に至るシナリオ。 | （補足資料の順は柏崎に合わせて提示）<br><br>設備の相違<br><br>設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ② ヒートシンク（海水）の凍結<br>低温によって柏崎刈羽原子力発電所周辺の海水が凍結することは起こりえないと考えられるため，この損傷・機能喪失モードは考慮しない。<br>③ 着氷による送電線の相間短絡<br>送電線や碍子へ雪が着氷（着氷雪）することによって，相間短絡を起こし外部電源が喪失するシナリオ。 | ②ヒートシンク（海水）の凍結<br>低温によって東海第二発電所周辺の海水が凍結することは起こりえないと考えられるため，この損傷・機能喪失モードについては考慮しない。<br>③着氷による送電線の相間短絡<br>・送電線の地絡，短絡<br>送電線や碍子へ着氷することによって相間短絡を起こし，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 | |
| (4) 起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を越える低温事象に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>① 屋外タンク及び配管内流体の凍結 | (4)起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を超える低温（凍結）事象に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出に当たって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>①屋外タンク及び配管内流体の凍結 | |
| 低温に対して設計上の配慮はなされているものの，設計基準を超える低温事象に対しては発生を否定できないため，軽油タンク等内の軽油の凍結を想定した場合，外部電源喪失の同時発生時においては，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により全交流動力電源喪失に至るシナリオは考えられる。 | ・軽油貯蔵タンク等の凍結<br>燃料移送系が凍結するような低温事象は，事前に予測が可能であり，燃料移送系の循環運転等による凍結防止対策が可能であることから，燃料移送系が凍結する可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因にはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。 | 評価方法の相違 |
| ただし，軽油タンク等内の軽油が凍結に至る温度－20℃は，年超過確率評価上，約 $10^{-7}$/年（$10^{-7}$/年の年超過頻度に対する温度は－16.0℃）未満となることから，起因事象としての発生頻度は十分に小さい。 | | 年超過確率は用いない |
| | ・復水貯蔵タンク等の凍結<br>復水貯蔵タンク等の保有水が凍結するような低温事象は，事前に予測が可能であり，復水貯蔵タンク等の循環運転等による凍結防止対策が可能であることから，保有水が凍結する可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因にはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。 | 設備の相違 |
| ② ヒートシンク（海水）の凍結<br>上述のとおり，この損傷・機能喪失モードは考慮しないため，想定するシナリオはない。 | ②ヒートシンク（海水）の凍結<br>(3)②のとおり，この損傷・機能喪失モードは考慮しないため，起因事象として特定しない。 | |
| ③ 送変電設備の屋外設備への着氷 | ③着氷による送電線の相間短絡<br>・送電線の地絡，短絡 | |
| 着氷に対して設計上の配慮はなされているものの，設計基準を超える低温事象に対しては発生を否定できないため，送変電設備の損傷に伴う外部電源喪失については考慮すべきシナリオとして選定する。 | 着氷に対して設計上の配慮はなされているものの，設計基準を超える低温事象に対しては発生を否定できないため，送電線の損傷に伴う外部電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 2. 事故シーケンスの特定<br>1. にて設計基準を超える低温事象に対し発生可能性のある起因事象として全交流動力電源喪失と外部電源喪失を選定したが，いずれも運転時の内部事象や地震，津波レベル 1PRA にて考慮していることから，追加すべき新しい事故シーケンスではない。<br>また，上述のとおり，軽油タンク等内の軽油が凍結に至る低温事象は，年超過確率評価上，約 $10^{-7}$/年と非常に稀な事象であることから，低温事象を要因とする全交流動力電源喪失についての詳細評価は不要と考えられる。<br>よって，事故シーケンス抽出にあたって考慮すべき起因事象は，外部電源喪失のみとなるが，軽油タンク等内の軽油が凍結する可能性の小ささを踏まえると，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは生じないと判断した。<br>以上 | 2. 事故シーケンスの特定<br>1. にて設計基準を超える低温事象に対し発生可能性のある起因事象として外部電源喪失を特定したが，運転時の内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡにて考慮していることから，追加すべき新しい事故シーケンスではない。<br>よって，低温（凍結）を起因とする有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは新たに生じないと判断した。 | 年超過確率を用いない |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 2-3<br>設計基準を超える落雷事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1) 構築物，系統及び機器（以下，設備等）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>落雷事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例，国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>① 落雷により屋内外計測制御設備に発生するノイズ<br><br>② 落雷により屋外設備に発生する雷サージ<br>③ 落雷により屋外及び屋内設備に発生する誘導電位<br><br>(2) 評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備の内，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>ただし，落雷については，建屋内外を含め全ての設備等に影響が及ぶ可能性が考えられるため，具体的な設備の特定は実施せず，次項の起因事象になりうるシナリオの選定にあたっては，影響範囲が同様である地震 PRA の評価を参照し行うこととする。<br><br>(3) 起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>シナリオの作成に関しては，「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価に関する実施基準：2007」（(社)日本原子力学会）および柏崎刈羽原子力発電所 7 号炉に対する地震 PRA の起因事象選定の考え方から，落雷での発生可能性のある起因事象となりうるシナリオについて検討した。<br>ただし，落雷の影響として構造損傷は発生しないことから，地震 PRA にて考慮している起因事象 | 補足 2-6<br>落雷事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1)構築物，系統及び機器（以下「設備等」という）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>落雷事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例，国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>① 屋内外計測制御設備に発生するノイズ<br>② 直撃雷による設備損傷<br>③ 誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷<br><br>(2)評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等のうち，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す屋内設置の設備及び屋外設置の設備を評価対象設備として選定した。<br>①屋内外計測制御設備に発生するノイズ<br>・計測制御系<br>②直撃雷による設備損傷<br>・外部電源系<br>・残留熱除去系海水系<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>・非常用ディーゼル発電機海水系<br>・補機冷却海水系<br>・循環水系<br>③誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷<br>・計測制御系<br><br>(3)起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。 | （補足資料の順は柏崎に合わせて提示）<br><br>選定方法の相違（参照として地震ＰＲＡを用いない）<br><br>選定方法の相違（参照として地震ＰＲＡを用いない） |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| の内，原子炉格納容器及び圧力容器の損傷，LOCA 事象といった建屋・構造物の損傷については除外した。<br>　また，設計基準を上回る落雷では，ノイズにより計測制御設備が誤動作しスクラムする可能性がある。また，雷サージや誘導電位によりプラントが影響を受けた場合，その異常（タービントリップ等）を検知しスクラムすることから，プラントスクラム後を想定した。<br>　落雷については単発雷を想定すると，複数の系統に期待出来る設備については区分分離が実施されているので，機能喪失することはない。従って，想定を超える落雷の複数発生により生じるシナリオを想定した。<br>① 落雷により屋内外計測制御設備に発生するノイズ<br>　計測制御設備誤動作によりプラントスクラムに至るシナリオ。 | ①屋内外計測制御系設備に発生するノイズ<br>・計測制御系<br>　ノイズにより安全保護回路が誤動作した場合，「隔離事象」又は「原子炉緊急停止系誤動作」に至るシナリオ。<br>　ノイズにより安全保護回路以外の計測制御系が誤動作した場合，「非隔離事象」，「全給水喪失」又は「水位低下事象」に至るシナリオ。<br>②直撃雷による設備損傷<br>・外部電源系<br>　直撃雷により外部電源系が損傷した場合，外部電源系の機能喪失による「外部電源喪失」に至るシナリオ。<br>・残留熱除去系海水系<br>　直撃雷により残留熱除去系海水系が損傷した場合，残留熱除去系海水系の機能喪失による「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>　直撃雷により高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系が損傷した場合，高圧炉心スプレイ系の機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。<br>・非常用ディーゼル発電機海水系<br>　直撃雷により非常用ディーゼル発電機海水系が損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。<br>・補機冷却海水系<br>　直撃雷により補機冷却海水系が損傷した場合，タービン補機冷却系喪失による「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。<br>・循環水系<br>　直撃雷により循環水系が損傷した場合，復水器真空度喪失による「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違<br>設備の相違及び評価方法の相違<br>設備の相違及び評価方法の相違<br>設備の相違及び評価方法の相違<br>設備の相違及び評価方法の相違<br>設備の相違及び評価方法の相違 |
| ② 落雷により屋外設備に発生する雷サージ | ③誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 屋外設備（送電線や送電鉄塔，変圧器，屋外設置タンク）への落雷により，当該設備の機能喪失に至るシナリオ。また，外部とのケーブルを融通している建屋内の制御盤・電源盤が機能喪失に至るシナリオ。<br>③ 落雷により屋外及び屋内設備に発生する誘導電位<br>屋外及び屋内設備に発生する誘導電位により，建屋内設備が機能喪失するシナリオ。 | ・計測制御系<br>誘導雷サージにより計測制御系が損傷した場合，計測・制御系喪失により制御不能に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| (4) 起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を上回る落雷（雷撃電流値）に対する裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>① 落雷により計測制御設備に発生するノイズ<br>当該事象の発生時には，計測制御設備誤動作によりプラントスクラムに至る可能性はあるが，ノイズの影響は計測制御設備に限定され，仮に誤動作に至る場合でもプラントはスクラムし，以降の事象進展については内部事象 PRA における過渡事象に含まれるため，起因事象としてはその他過渡事象として整理する。スクラム以外の誤動作（ポンプの誤起動等）については，設備の機能喪失には至らず，かつ復旧についても容易であることから，起因事象としては抽出しない。 | (4)起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を上回る落雷に対する起因事象発生可能性評価を実施し，事故シーケンスグループ抽出に当たって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>①屋内外計測制御設備に発生するノイズ<br>落雷によって安全保護回路に発生するノイズの影響により誤動作する可能性を否定出来ず，隔離事象又は原子炉緊急停止系誤動作に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。<br>また，落雷によって安全保護回路以外の計測制御系に発生するノイズの影響により誤動作する可能性を否定出来ず，非隔離事象，全給水喪失又は水位低下事象に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。<br>なお，上記事象以外の誤動作（ポンプの誤起動等）については、設備の機能喪失には至らず，かつ復旧についても容易であることから，起因事象としては特定しない。 | |
| | ②直撃雷による設備損傷<br>外部電源系に過渡な電流が発生した場合，機器には雷サージの影響を緩和するため保安器が設置されているが，落雷が発生した場合，外部電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。<br>残留熱除去系海水系は，避雷設備の効果を期待できるが，海水ポンプモータ部に関しては落雷によって機能喪失する可能性を否定出来ない。また，区分分離が実施された複数の系統に期待できるが，同時に機能喪失することを保守的に考慮し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオは考えられるため起因事象として特定する。<br>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系は，避雷設備の効果を期待できるが，海水ポンプモータ部に関しては落雷によって機能喪失する可能性を否定出来ないことから，計画外停止に至るシナリオは考えられるため起因事象として特定する。<br>非常用ディーゼル発電機海水系は，避雷設備の効果を期待できるが，海水ポンプモータ部に関しては落雷によって機能喪失する可能性を否定出来ない。また，区分分離が実施された複数の系統に期待できるが，同時に機能喪失することを保守的に考慮し，全交流動力電源喪失に至るシナリオは考えられるため起因事象として特定する。<br>補機冷却海水系は，避雷設備の効果を期待できるが，海水ポンプモータ部に関しては落雷 | 設備の相違及び評価方法の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ② 落雷により屋外設備に発生する雷サージ<br>屋外変圧器に過度な電流が発生した場合，機器には雷サージの影響を緩和するため保安器が設置されているが，設計を超える落雷が発生した場合，外部電源喪失に至る可能性がある。さらに，屋外設置のタンク類(軽油タンク，液化窒素貯槽)の内，軽油タンクと屋内非常用ディーゼル発電設備制御盤を融通するケーブルへの雷サージによる非常用ディーゼル発電設備機能喪失に至る場合，全交流動力電源喪失となることから起因事象として抽出した。また，シナリオとして抽出されない各個別機器の機能喪失についてはその他過渡事象として考慮した。<br>③　落雷により屋外及び屋内設備に発生する誘導電位<br>落雷による屋外及び屋内設備へ発生する誘導電位については，その影響が広範囲に渡るため，地震 PRA にて選定される起因事象の内，建屋・構造物の損傷を除外した起因事象として下記を抽出した。ただし，スクラム後の状態を想定していることから，ATWS については対象外とし，下記に含まれない事象についてはその他過渡事象とした。柏崎刈羽原子力発電所 7 号炉に対する地震 PRA での起因事象選定のフローを参考に落雷により発生しうる起因事象選定を実施した。（図 1 参照）<br>・外部電源喪失<br>・全交流動力電源喪失<br>・原子炉補機冷却系喪失<br>・直流電源喪失<br>・計測・制御系喪失に伴う制御不能<br>・その他過渡事象<br><br>上記起因事象の内，安全上重要な設備の損傷を要因とするものについて，設計基準雷撃電流値 200kA を超える雷撃電流値に対する裕度（起因事象発生可能性）を評価した。<br>評価は，過去に実施した雷インパルス試験結果をもとに，雷撃電流により発生する誘導電位が各設備の絶縁耐力値を上回る雷撃電流値を評価し，その雷撃電流値の発生可能性について評価を実施した。具体的には，印加電流とそれにより発生する誘導電位は比例関係にあることが知られていることから，過去の雷インパルス試験結果から印加電流（雷撃電流）に応じて発生する誘導電位を推定し，各設備の絶縁耐力値（設計値が低い計測制御設備：雷インパルス試験絶縁耐力値 1000V）との比較により機能喪失判断を実施した。6 号炉の場合，印加電流に対し発生しうる最大の誘導電圧は 200kA 換算で 709.3V であるが（表 1 参照），この関係から絶縁耐力値 1000V に達する雷撃電流値は 282kA（発生頻度は $8.7\times10^{-6}$ 件／年）で設備損傷と判断する。 7 号炉の場合表 2 より絶縁耐 | によって機能喪失する可能性を否定出来ない。また，区分分離が実施された複数の系統に期待できるが，同時に機能喪失することを保守的に考慮し，タービン・サポート系故障に至るシナリオは考えられるため起因事象として特定する。<br>循環水ポンプモータ部に関しては落雷によって機能喪失する可能性を否定出来ないため，隔離事象に至るシナリオは考えられるため起因事象として特定する。<br>③誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷<br>落雷による誘導雷サージを接地網に効果的に導くことが出来ない場合には，電気盤内の絶縁耐力が低い回路が損傷し，原子炉施設の安全保護系機能が喪失する。しかし，安全保護回路はシールド付きケーブルを使用し，屋内に設置されているため，損傷に至る有意なサージの侵入はないものと判断されることから，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。<br>なお，安全保護回路以外の計測制御系は，誘導雷サージの影響により損傷し，安全保護回路以外の計測・制御系喪失により制御不能に至る可能性を否定出来ない。制御不能となった場合は，非隔離事象，全給水喪失又は水位低下事象に至る可能性は考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|

力値 1000V に達する雷撃電流値は 620kA（発生頻度 $1.4\times10^{-7}$ 件／年）となる。従って，安全上重要な設備が損傷に至る雷撃が発生する可能性は非常に小さく，かつ起因事象の発生には複数区分の設備が損傷することが必要となるため，落雷を要因とする上記起因事象の発生は極低頻度事象であるため考慮不要とした。

表 1. 雷インパルス試験結果によるケーブルへの誘導電圧(6 号炉)

| 発点－ 着点 | ケーブル種類 | 誘導電圧測定値(V)（（ ）内は印加電流(A)） | | 誘導電圧 200kA 換算値(V) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 発点側 | 着点側 | 発点側 | 着点側 |
| R/B(FMCRD)－ C/B | 計装 | 0.6(900) | 1.06(888) | 133.3 | 238.7 |
| R/B(4F 東側)－ T/B | 計装 | 3.22(908) | 0.012(884) | 709.3 | 2.7 |
| R/B(4F 東側以外)－ T/B | 制御 | 0.84(900) | 0.042(900) | 186.7 | 9.3 |
| R/B2F － B3F | 計装 | 0.1(888) | 0.24(896) | 22.5 | 53.6 |

表 2. 雷インパルス試験結果によるケーブルへの誘導電圧(7 号炉)

| 発点－ 着点 | ケーブル種類 | 誘導電圧測定値(V)（（ ）内は印加電流(A)） | | 誘導電圧 200kA 換算値(V) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 発点側 | 着点側 | 発点側 | 着点側 |
| R/B(FMCRD)－ C/B | 計装 | 1.1(868) | 0.34(872) | 253.5 | 78.0 |
| R/B(4F 東側)－ T/B | 計装 | 5.04(876) | 0.32(868) | 1150.7 ※ | 73.7 |
| R/B(4F 東側以外)－ T/B | 制御 | 1.04(904) | 1.4(868) | 230.1 | 322.6 |
| R/B2F － B3F | 計装 | 0.12(864) | 0.66(872) | 27.8 | 151.4 |

※柏崎刈羽原子力発電所 7 号炉の場合，R/B(4F 東側)－ T/B 間で最大約 1150V/200kA の誘導電位が発生するが，当該区間を融通しているのは「R/A 外気差圧発信器」のみであり，差圧発信器にはアレスタ（雷インパルス試験耐電圧値：15kV）が内蔵されており，機器に影響を及ぼすことは無い。

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|

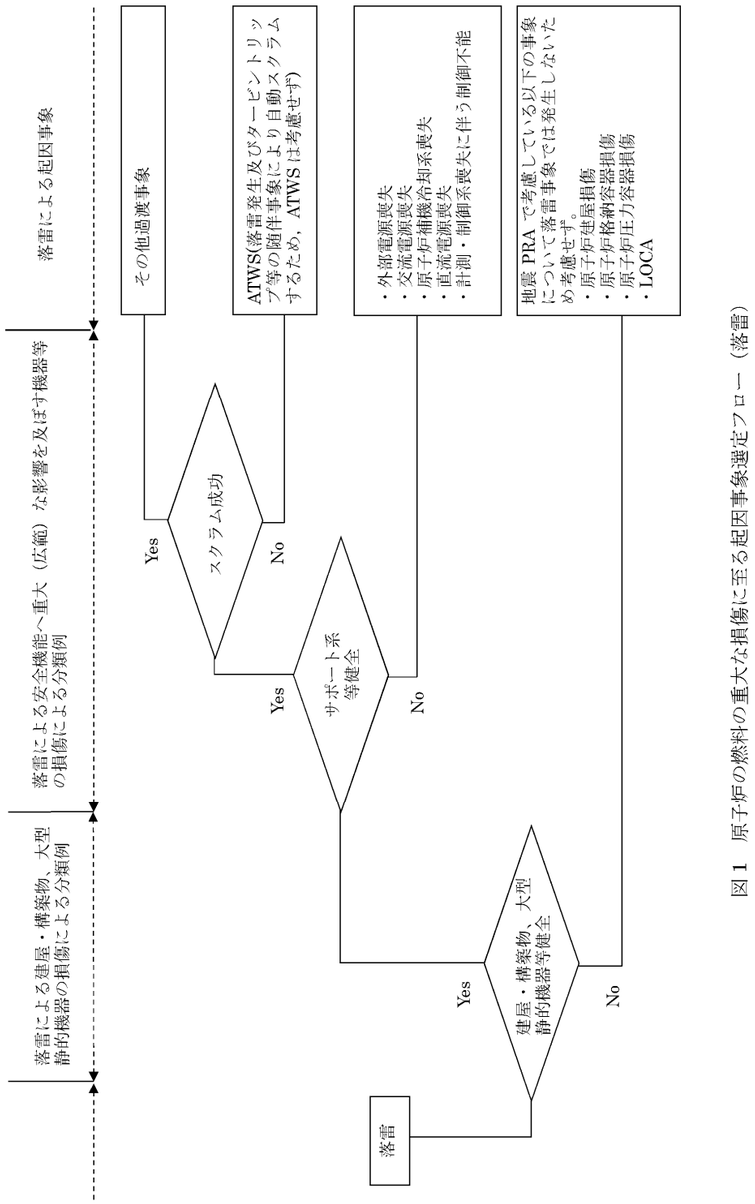



図 1　原子炉の燃料の重大な損傷に至る起因事象選定フロー（落雷）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ２．事故シーケンスの特定<br>1．にて設計基準を超える落雷事象に対し発生可能性のあるシナリオ及び起因事象として以下の通り抽出した。<br>○落雷により計測制御機器に発生するノイズの影響により，プラントスクラムに至るシナリオ<br>○屋外設備への雷サージの影響により，外部電源喪失，全交流動力電源喪失及びその他過渡事象に至るシナリオ<br>○建屋内外への雷による誘導電流の影響により，各種設備が機能喪失に至るシナリオ<br><br>上記のシナリオにおける起因事象については，内部事象や地震，津波レベル 1PRA にて考慮しており，落雷により追加するべき事故シーケンスは無いと判断した。<br>また，上記シナリオの発生頻度は，1.(4)に示した通り極低頻度であること，または発生した場合であっても緩和設備に期待出来ることから，有意な頻度または影響をもたらす事故シーケンスには至らないものと判断した。<br>以上 | 2. 事故シーケンスの特定<br>1. にて設計基準を超える落雷事象に対し発生可能性のある起因事象として以下を特定した。<br><br>・安全保護回路に発生するノイズの影響に伴う隔離事象又は原子炉緊急停止系誤動作<br>・安全保護回路以外の計測制御系に発生するノイズの影響に伴う非隔離事象，全給水喪失又は水位低下事象<br>・外部電源系の損傷に伴う外部電源喪失<br>・残留熱除去系海水系の損傷に伴う最終ヒートシンク喪失<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系の損傷に伴う計画外停止<br>・非常用ディーゼル発電機海水系の損傷，かつ外部電源喪失の同時発生による全交流動力電源喪失<br>・補機冷却海水系の損傷に伴うタービン・サポート系故障<br>・循環水系の損傷に伴う隔離事象<br>・安全保護回路以外の計測制御系の損傷に伴う非隔離事象，全給水喪失又は水位低下事象<br>上記起因事象については，いずれも運転時の内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡにて考慮していることから，追加すべき新しい事故シーケンスではない。<br>よって，落雷を起因とする有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは新たに生じないと判断される。 | 評価方法の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 2-4<br>設計基準を超える火山事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1) 構築物，系統及び機器（以下，設備等）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>火山事象の内，火砕流や火山弾といった原子力発電所の火山影響評価ガイド（制定 平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 13061910 号 原子力規制委員会決定）（以下，影響評価ガイド）において設計対応不可とされている事象については，影響評価ガイドに基づく立地評価にて原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性が無いと判断されている。よって，個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行うため抽出した降下火砕物のうち火山灰（以下，降下火山灰）を対象に原子力発電所への影響を検討するものとする。<br>降下火山灰により設備等に発生する可能性のある影響について，影響評価ガイドも参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>① 降下火山灰の堆積荷重による静的荷重<br>② 降下火山灰による取水口及び海水系の閉塞<br>③ 降下火山灰による換気空調系フィルタの閉塞<br>④ 火山灰に付着している腐食成分による化学的影響<br>⑤ 火山灰の送電網又は変圧器への付着による相間短絡<br>⑥ 降下火山灰によるアクセス性や作業性の悪化<br><br>(2) 評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備の内，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br><br>① 降下火山灰の堆積荷重による静的荷重<br>（建屋）<br>原子炉建屋，コントロール建屋，タービン建屋<br><br>（屋外設備）<br>軽油タンク，非常用ディーゼル発電設備燃料移送系（以下，軽油タンク等） | 補足 2-3<br>火山事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1)構築物，系統及び機器（以下「設備等」という）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>火山事象のうち，火山性土石流といった原子力発電所の火山影響評価ガイド（制定 平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 13061910 号 原子力規制委員会決定）（以下「影響評価ガイド」という）において設計対応不可とされている事象については，影響評価に基づく立地評価にて原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性が無いと判断されている。よって，個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行うため抽出した降下火砕物を対象に原子力発電所への影響を検討するものとする。<br>降下火砕物により設備等に発生する可能性のある影響について，影響評価ガイドも参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>①降下火砕物の堆積荷重<br>②降下火砕物による海水ストレーナ等の閉塞<br>③降下火砕物による給気フィルタ等の閉塞<br>④降下火砕物に付着している腐食成分による化学的影響<br>⑤降下火砕物の付着による送電線の相間短絡<br><br>(2)評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等のうち，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す建屋及び屋外設置（屋外に面した設備含む）の設備等を評価対象設備として選定した。<br>①降下火砕物の堆積荷重<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）<br>・タービン建屋<br>＜屋外設備＞<br>・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>・非常用ディーゼル発電機の附属機器（排気ファン，吸気フィルタ等）<br>・復水貯蔵タンク<br>・残留熱除去系海水系<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>・非常用ディーゼル発電機海水系 | 設計基準事象においては屋外作業は不要であることから，損傷・機能喪失モードの抽出不要とした。<br><br>設備の相違<br><br>設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ・補機冷却海水系<br>・循環水系 | |
| ② 降下火山灰による取水口及び海水系の閉塞<br>取水口及び海水系（原子炉補機冷却海水系） | ②降下火砕物による海水ストレーナ等の閉塞<br>・残留熱除去系海水系<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>・非常用ディーゼル発電機海水系<br>・補機冷却海水系<br>・循環水系 | |
| ③ 降下火山灰による換気空調系フィルタの閉塞<br>・中央制御室換気空調<br>・ディーゼル発電機室非常用給気設備（6 号炉），非常用電気品区域換気空調（7 号炉）（以下，D/G 室空調） | ③降下火砕物による給気フィルタ等の閉塞<br>・非常用ディーゼル発電機の附属機器（給気口，吸気フィルタ）<br>・中央制御室換気系（給気口）<br>・残留熱除去系海水系（モータ）<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系（モータ）<br>・非常用ディーゼル発電機海水系（モータ）<br>・補機冷却海水系（モータ）<br>・循環水系（モータ） | 設備の相違 |
| ④ 火山灰に付着している腐食成分による化学的影響<br>軽油タンク等 | ④降下火砕物に付着している腐食成分による化学的影響<br>・屋外設備全般 | 設置場所の相違による評価対象設備の相違 |
| ⑤ 火山灰の送電網又は変圧器への付着による相間短絡<br>送変電設備 | ⑤降下火砕物の付着による送電線の相間短絡<br>・送電線 | |
| ⑥ 降下火山灰によるアクセス性や作業性の悪化<br>－（アクセスルート） | | 設計基準事象においては屋外作業は不要であることから，損傷・機能喪失モードの抽出不要とした。 |
| (3) 起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>① 降下火山灰の堆積荷重による静的荷重<br>建屋及び屋外設備に対する降下火山灰堆積荷重により発生可能性のあるシナリオは以下のとおり。<br>＜建屋＞<br>○原子炉建屋<br>原子炉建屋屋上が火山灰堆積荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している原子炉補機冷却系のサージタンクが物理的に損傷，機能喪失し，最終ヒートシンク喪失に至る。 | (3)起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>①降下火砕物の堆積荷重<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋<br>原子炉建屋（原子炉棟）屋上が降下火砕物による堆積荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している原子炉補機冷却系サージタンクが物理的に機能喪失することによる「隔離事象」に至るシナリオ。<br>原子炉建屋（附属棟）屋上が降下火砕物による堆積荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している中央制御室換気系が物理的に機能喪失した場合，中央制御室換気系の | 設備の相違<br>設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。<br>原子炉建屋（廃棄物処理棟）屋上が降下火砕物による堆積荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している気体廃棄物処理設備が機能喪失することによる「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| ○タービン建屋<br>タービン建屋屋上が火山灰堆積荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置しているタービン，発電機に影響が及び，タービントリップに至る。 | ・タービン建屋<br>タービン建屋屋上が降下火砕物による堆積荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置しているタービンや発電機に影響が及び，「非隔離事象」に至るシナリオ。また，タービン補機冷却系サージタンクに影響が及び，「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| ○コントロール建屋<br>コントロール建屋屋上が火山灰堆積荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している中央制御室内設備が損傷し，計測制御系機能喪失に至る。 | | |
| ＜屋外設備＞ | ＜屋外設備＞ | |
| ○軽油タンク<br>軽油タンクが火山灰堆積荷重により天井崩落，破損に至り，以下⑤に示す外部電源喪失が発生している状況下においては，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至る。 | ・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>超高圧開閉所屋上，特別高圧開閉所，変圧器が降下火砕物による堆積荷重により崩落し，送受電設備に影響が及び，「外部電源喪失」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| | ・復水貯蔵タンク<br>復水貯蔵タンク天板が降下火砕物による堆積荷重により崩落し，保有水が喪失した場合，補給水系の喪失により「計画外停止」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| | ・非常用ディーゼル発電機の附属機器<br>降下火砕物による堆積荷重により非常用ディーゼル発電機の附属機器が損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に⑤の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| | ・残留熱除去系海水系<br>降下火砕物による堆積荷重により残留熱除去系海水系ポンプが損傷した場合，残留熱除去系海水系の機能喪失による「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| | ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>降下火砕物による堆積荷重により高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系ポンプが損傷した場合，高圧炉心スプレイ系の機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| | ・非常用ディーゼル発電機海水系<br>降下火砕物による堆積荷重により非常用ディーゼル発電機海水系ポンプが損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に⑤の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| | ・補機冷却海水系<br>降下火砕物による堆積荷重により補機冷却海水系ポンプが損傷した場合，タービン補機冷却系喪失による「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ・循環水系<br>降下火砕物による堆積荷重により循環水ポンプが損傷した場合，復水器真空度喪失による「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| ② 降下火山灰による取水口及び海水系の閉塞<br>海水中への降下火山灰による取水口や海水系への影響については，定量的な裕度評価は困難ではあるが，降下火山灰に対する取水量や取水設備構造などを考慮すると，取水口閉塞の発生は考えにくく，考慮すべきシナリオとしては抽出不要と考えられる。<br>海水系については，海水中の火山灰が高濃度な場合には，熱交換器の伝熱管，海水ポンプ軸受の閉塞による異常磨耗や海水ストレーナの自動洗浄能力を上回ることによる閉塞により，海水系設備の機能喪失，最終ヒートシンク喪失に至る。 | ②降下火砕物による海水ストレーナ等の閉塞<br>海水中への降下火砕物によって海水ストレーナが閉塞，熱交換器の伝熱管が閉塞及び海水ポンプ軸受が閉塞により異常摩耗した場合，残留熱除去系海水系の機能喪失による「最終ヒートシンク喪失」，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系の機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。非常用ディーゼル発電機海水系の機能喪失，仮に⑤の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。補機冷却海水系の機能喪失による「タービン・サポート系故障」，循環水系の機能喪失に伴う復水器真空度喪失による「隔離事象」に至るシナリオ。 | 評価方法の相違 |
| ③ 降下火山灰による換気空調系フィルタの閉塞 | ③降下火砕物による給気フィルタ等の閉塞<br>・非常用ディーゼル発電機附属機器の閉塞<br>降下火砕物の吸込み又は給気口への堆積により非常用ディーゼル発電機室の給気口，吸気フィルタが閉塞した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に⑤の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。 | 評価方法の相違 |
| 降下火山灰によって中央制御室換気空調および D/G 室空調給気口閉塞により各空調設備が機能喪失に至る。（ただし，中央制御室換気空調については，外気遮断による再循環運転が可能な設計となっているため，考慮すべきシナリオとしては抽出不要とする。）<br>D/G 室空調給気口閉塞により，非常用ディーゼル発電設備の機能喪失に至る場合において，以下⑤の外部電源喪失が発生している状況下では，全交流動力電源喪失に至る。 | ・中央制御室換気系給気口の閉塞<br>中央制御室換気系の給気口は，地面より約 5.6m，約 19m の 2 箇所に設置されており，堆積物による閉塞は考え難いためシナリオの選定は不要である。また，吸気口へ降下火砕物の吸込みによりフィルタが閉塞した場合でも，フィルタの取替及び清掃が可能であることからシナリオの選定は不要である。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| | ・海水ポンプモータ空気冷却器給気口の閉塞<br>降下火砕物の吸込み又は給気口への堆積により残留熱除去系海水系ポンプモータの空気冷却器給気口が閉塞した場合，残留熱除去系海水系の機能喪失による「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。<br>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水ポンプモータの空気冷却器給気口が閉塞した場合，高圧炉心スプレイ系の機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。<br>非常用ディーゼル発電機海水ポンプモータの空気冷却器給気口が閉塞した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に⑤の外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。<br>補機冷却海水系ポンプの空気冷却器給気口が閉塞した場合，タービン補機冷却系喪失による「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。<br>循環水ポンプの空気冷却器給気口が閉塞した場合，復水器真空度喪失による「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| ④ 火山灰に付着している腐食成分による化学的影響<br>火山灰が屋外設備に付着することによる腐食については，屋外設備表面には耐食性の塗装 | ④降下火砕物に付着している腐食成分による化学的影響<br>降下火砕物が屋外設備に付着することによる腐食については，屋外設備表面には耐食性の | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

<table>
<tr><th>柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版）</th><th>東二</th><th>相違理由</th></tr>
<tr><td>（エポキシ等）が施されており腐食の抑制効果が考えられること，腐食の進展速度の遅さを考慮し，適切な保全管理が可能と判断，考慮すべきシナリオとしては抽出不要とする。<br><br>⑤ 火山灰の送電網又は変圧器への付着による相間短絡<br>火山灰が送電網の碍子や変圧器へ付着し，霧や降雨の水分を吸収することによって，相間短絡を起こし外部電源喪失に至る。<br>⑥ 降下火山灰によるアクセス性や作業性の悪化<br>降下火山灰により屋外現場へのアクセス性や屋外での作業性に影響を及ぼす可能性があるものの，設計基準対象施設のみで対応可能なシナリオであれば基本的に屋外での現場対応はなく，仮にアクセス性や屋外の作業性へ影響が及んだ場合であっても構内の道路又はアクセスルートについては，除灰を行うことから問題はない。<br>そのため上記①～⑤の影響評価の結果として，電源車の接続といった屋外での作業が必要になるケースが確認された場合に，別途，詳細検討するものとする。<br><br>(4) 起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて、想定を超える降下火山灰に対しての裕度評価を実施し、事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。（火山事象については、積雪や落雷のように年超過確率の評価が困難であるため、それに基づく起因事象発生可能性の考慮は実施しない。）<br>①建屋天井や屋外設備に対する荷重により発生可能性のあるシナリオ<br>設計として想定している降下火山灰堆積量 30cm は、表 4.1 に示す各建屋天井及び軽油タンクの許容荷重より小さく、裕度を有しているものの、各建屋及び軽油タンクの許容荷重以上に堆積した場合には、(3)項で選定した各シナリオに至る可能性がある。<br>ただし、最終ヒートシンク喪失、タービントリップ、計測制御系機能喪失、全交流動力電源喪失については、内部事象や地震、津波のレベル 1PRA でも考慮している事象であることから、追加のシナリオではない。<br>表 4.1　各建屋・タンクの火山灰堆積による許容荷重<br><table><tr><th>建屋・タンク</th><th>許容荷重</th></tr><tr><td>原子炉建屋</td><td>6 号炉：71cm<br>7 号炉：72cm</td></tr><tr><td>タービン建屋</td><td>6 号炉：53cm<br>7 号炉：53cm</td></tr><tr><td>コントロール建屋</td><td>74cm</td></tr><tr><td>軽油タンク</td><td>6 号炉：64cm<br>7 号炉：64cm</td></tr></table></td>
<td>塗装（エポキシ樹脂系等）が施されており腐食の抑制効果が考えられること，腐食の進展速度の遅さを考慮し，適切な保全管理が可能と判断したため，この損傷・機能喪失モードについては考慮しない。<br>⑤降下火砕物の付着による送電線の相間短絡<br>降下火砕物が送電線や碍子へ付着し，霧や降雨の水分を吸収することによって，相間短絡を起こし「外部電源喪失」に至るシナリオ。<br><br>(4)起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を超える降下火砕物に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br><br>①降下火砕物の堆積荷重<br>降下火砕物の堆積が各建屋天井や屋外設備の許容荷重を上回った場合には，(3)①にて選定した各シナリオが発生する可能性はあるが，各建屋天井の崩落や屋外設備が損傷するような火山事象は，火山事象の進展速度を踏まえると除灰管理が可能であることから，発生可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因にはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。</td>
<td>設計基準事象においては屋外作業は不要であることから，損傷・機能喪失モードの抽出不要とした。</td></tr>
</table>

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ②降下火山灰による取水口及び海水系の閉塞 | ②降下火砕物による海水ストレーナ等の閉塞<br>海水系ストレーナの閉塞については，降下火砕物の粒径とストレーナ目開きを比較すると，粒径の方が大きく，ストレーナ閉塞の可能性を否定できないが，海水ストレーナは切替え及び清掃が可能であることから，機能喪失することは考えにくいため，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。 | ストレーナ目開きより降下火砕物の粒径が大きいことによって評価が必要となった |
| 海水中の降下火山灰による海水系への影響については、火山灰の性質である硬度を考慮すると、海水中の降下火山灰によって熱交換器の伝熱管や海水ポンプ軸受の異常摩耗は進展しにくく、また、海水ストレーナの自動洗浄機能によって、機能喪失することは考えにくい、しかし、何らかの理由で、海水中の火山灰が大量に流入した場合には、海水系が機能喪失し、最終ヒートシンク喪失に至る可能性はある。ただし、最終ヒートシンク喪失は内部事象や地震、津波のレベル 1PRA でも考慮している事象であることから、追加のシナリオではない。 | 熱交換器の伝熱管，海水ポンプ軸受の異常摩耗については，降下火砕物の硬度を考慮すると，海水中の降下火砕物によって熱交換器の伝熱管や海水ポンプ軸受の異常摩耗は進展しにくく，機能喪失することは考えにくいため，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。 | 設備の相違<br>設計基準事象での評価内容（降下火砕物の特性）を考慮した評価を実施 |
| ③降下火山灰による換気空調系フィルタの閉塞<br>D/G 室空調フィルタへの降下火山灰の影響については，設計基準を超える降下火山灰に対しても，フィルタ交換が可能な構造であることを考慮すると，換気空調系フィルタの閉塞発生可能性が十分に低減されると考えられるが，定量的な裕度評価が困難であり，何らかの理由で大量の火山灰が流入した場合は，非常用ディーゼル発電機の機能喪失に至る。ただし，非常用ディーゼル発電機の機能喪失は内部事象や地震，津波のレベル 1PRA でも考慮しており追加のシナリオではない。 | ③降下火砕物による給気フィルタ等の閉塞<br>降下火砕物の吸込み又は給気口への堆積により非常用ディーゼル発電機室の給気口，吸気フィルタを閉塞した場合には，(3)③にて選定したシナリオが発生する可能性があるが，非常用ディーゼル発電機室の給気口，吸気フィルタが閉塞するような火山事象は，火山事象の進展速度を踏まえると除灰管理又はフィルタの交換が可能であることから，発生可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因にはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。<br>また，モータ空気冷却器給気口が閉塞した場合には，(3)③にて選定したシナリオが発生する可能性があるが，モータ空気冷却器給気口が閉塞するような火山事象は，火山事象の進展速度を踏まえると除灰管理が可能であることから，発生可能性は非常に稀であり，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因にはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては選定不要であると判断した。 | 設計基準事象での評価内容（降下火砕物の特性）を考慮した評価を実施<br>設計基準事象での評価内容（降下火砕物の特性）を考慮した評価を実施 |
| ④ 火山灰に付着している腐食成分による化学的影響<br>火山灰が屋外設備に付着することによる腐食については，屋外設備表面に耐食性の塗装（エポキシなど）が施されており腐食の抑制効果があること，及び腐食の進展速度が遅いことを考慮し，適切な保全管理により発生防止が可能であるため，腐食を要因とする起因事象は考慮不要である。 | ④降下火砕物に付着している腐食成分による化学的影響<br>降下火砕物が屋外設備に付着することによる腐食については，(3)④のとおり，この損傷・機能喪失モードは考慮しないため，起因事象として特定しない。 | |
| ⑤ 火山灰の送電網又は変圧器への付着による相間短絡<br>降下火山灰の影響を受ける可能性がある送変電設備は，発電所内外の広範囲に渡るため，全域における管理が困難なことを踏まえると設備等の不具合による外部電源喪失の発生可能性は否定できない。ただし，外部電源喪失は内部事象や地震，津波でも考慮しており追加のシナリオではない。 | ⑤降下火砕物の付着による送電線の相間短絡<br>降下火砕物の影響を受ける可能性がある送受電設備は，発電所内外の広範囲に渡るため，全域における管理が困難なことを踏まえると設備等の不具合による外部電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | |
| 2. 事故シーケンスの特定 | 2. 事故シーケンスの特定 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 1.(3)項にて起因事象となりうるシナリオを以下のとおり選定したが，いずれのシナリオについても，内部事象または地震，津波レベル 1PRA にて考慮しているものであり，追加すべき新たなものはない。<br>・原子炉建屋天井崩落による最終ヒートシンク喪失<br>・タービン建屋天井崩落によるタービントリップ<br>・コントロール建屋天井崩落による計測制御系機能喪失<br>・軽油タンク等の損傷及び外部電源喪失の重畳による全交流動力電源喪失<br>・海水系の閉塞による最終ヒートシンク喪失<br>・D/G 室空調給気口閉塞及び外部電源喪失による全交流動力電源喪失<br>・送電網又は変圧器への相間短絡による外部電源喪失<br>また，上記シナリオの内，各建屋及び軽油タンクの天井の崩落については，除灰により発生防止を図ることが可能であること，D/G 室空調給気口閉塞についてもフィルタ交換により発生防止を図ることが可能であることから，それぞれ発生自体が影響のある事故シーケンスとはならないものと判断した。<br>以上 | 1.にて設計基準を超える火山事象に対し発生可能性のある起因事象として外部電源喪失を特定したが，運転時の内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡにて考慮していることから，追加すべき新しい事故シーケンスではない。<br>よって，火山事象を起因とする有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは新たに生じないと判断した。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 2-5<br>設計基準を超える風（台風）事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1) 構築物，系統及び機器（以下，設備等）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>風（台風）事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例，国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br><br>① 風荷重による建屋や設備等の損傷<br>② 強風により取水口周辺の海に飛散した資機材等による取水口閉塞<br>③ 強風によるアクセス性や作業性の悪化<br><br>(2) 評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等の内，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す建屋及び屋外設置の設備等を評価対象設備として選定した。<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋，コントロール建屋，タービン建屋<br>＜屋外設備＞<br>・送変電設備<br>・軽油タンク，非常用ディーゼル発電設備燃料移送系（以下，軽油タンク等）<br>・取水口<br><br>(3) 起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モード毎に，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br><br>① 風荷重による建屋や設備等の損傷<br>建屋及び屋外設備に対する風荷重により発生可能性のあるシナリオは以下のとおり。<br>＜建屋＞<br>○原子炉建屋<br>風速については，年超過確率評価上，10-7/年となる風速は 55.7m/s（地上高 10m，10 分間平均風速）となるが，原子炉建屋については十分な厚さを有した鉄筋コンクリート造のため，この程度の極めて発生することが稀な風荷重を想定しても建屋の頑健性は維持されると考えられる。 | | 東海第二は，竜巻に包絡される評価であるため、記載なし |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ○コントロール建屋<br>風速については，年超過確率評価上，10-7/年となる風速は 55.7m/s（地上高 10m，10 分間平均風速）となるが，コントロール建屋は十分な厚さを有した鉄筋コンクリート造であり，極端な風荷重を想定しても建屋の頑健性は維持されると考えられる。<br>○タービン建屋<br>タービン建屋については，建屋上層部が鉄骨造である。万が一，風荷重により破損に至るような場合は，鉄骨造である建屋上層部が考えられる。その場合の影響範囲としては，タービンや発電機が想定され，シナリオとしてはタービントリップが考えられる。<br>＜屋外設備＞<br>○送変電設備<br>風荷重により送変電設備が損傷した場合，外部電源が喪失する。<br>○軽油タンク等<br>風速については，年超過確率評価上，10-7/年となる風速は 55.7m/s（地上高 10m，10 分間平均風速）となるが，この程度の風荷重に対しても軽油タンク等が損傷に至ることは無いものの，仮にこれを上回る風荷重に対し軽油タンク等が損傷し，かつ送変電設備の損傷により外部電源喪失に至っているとすると，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により全交流動力電源喪失に至る。<br><br>②強風により取水口周辺の海に飛散した資機材等による取水口閉塞<br>強風により資機材，車両等が飛散して取水口周辺の海に入り取水口を閉塞させた場合，原子炉補機冷却海水ポンプの取水ができなくなり最終ヒートシンク喪失に至るシナリオが考えられるが，取水口を閉塞させる程の資機材や車両等の飛散は考えられないことから考慮不要とする。<br><br>③“アクセス性や作業性の悪化”<br>強風により屋外現場へのアクセス性や屋外での作業性に影響を及ぶ可能性があるものの，設計基準対処設備のみで対応可能なシナリオであれば基本的に屋外現場対応はなく，仮にアクセス性や屋外作業へ影響が及んだ場合であっても問題はない。<br>そのため上記①の影響評価の結果として，電源車の接続といった屋外での作業が必要となるケースが確認された場合に，別途，詳細検討するものとする。<br><br>(4) 起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を超える風荷重に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。 | | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ① 建屋や屋外設備に対する“荷重”により発生可能性のあるシナリオ<br>＜建屋＞<br>タービン建屋上層部は鉄骨造であり風荷重に対して設計上の配慮はなされているものの，設計基準を大幅に超える風荷重が建屋に作用した場合，建屋が損傷してタービン，発電機に影響を及ぼす可能性は否定できないため，タービン建屋損傷に伴うタービントリップについては考慮すべきシナリオとして選定する。<br>なお，原子炉建屋及びコントロール建屋については，鉄筋コンクリート造であり，風荷重よりも大きい地震荷重に対して設計されていることから，年超過確率 $10^{-7}$/年の風速 55.7m/s（地上高 10m，10 分間平均風速）を超える風荷重が作用した場合であっても大規模損傷に至らないと考えられることから風荷重による建屋損傷シナリオは考慮不要とした。<br>＜屋外設備＞<br>○送変電設備損傷に伴う外部電源喪失<br>風荷重に対して設計上の配慮はなされているものの，設計基準を超える風荷重に対して発生を否定できないため，送変電設備の損傷に伴う外部電源喪失については考慮すべきシナリオとして選定する。<br>○軽油タンク等損傷に伴う全交流動力電源喪失<br>仮に軽油タンク等が損傷し，かつ外部電源喪失の同時発生を想定すると全交流動力電源喪失に至るが，軽油タンク等は，年超過確率評価上，10-7/年となる風速 55.7m/s（地上高 10m，10 分間平均風速）の風荷重が作用した場合であっても損傷に至らないことから，起因事象としての発生頻度は十分小さく詳細評価は不要と考えられる。<br><br>２．事故シーケンスの特定<br>1．(3)項にて起因事象となりうるシナリオを以下のとおり選定した。<br>○タービン建屋損傷に伴いタービントリップに至るシナリオ<br>○送変電設備損傷に伴い外部電源喪失に至るシナリオ<br>○軽油タンク等が損傷，かつ外部電源が喪失している状況下において，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至るシナリオ<br>上記シナリオについては，運転時の内部事象や地震，津波レベル 1PRA にて考慮しており追加のシナリオはない。<br>また，上記シナリオの内，全交流動力電源喪失シナリオは，軽油タンク等の損傷可能性（年超過確率評価上，＜10-7/年）を考慮すると，発生自体が非常に稀な事象であり，起因事象としてはタービントリップと外部電源喪失のみを考慮すればよく，原子炉建屋及びコントロール建屋，軽油タンク等の損傷可能性を踏まえると，これら起因事象から有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは生じないと判断した。<br>以上 | | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 2-6<br>設計基準を超える竜巻事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1) 構築物，系統及び機器（以下，設備等）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>竜巻事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例，国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>① 風荷重及び気圧差荷重による建屋や設備等の損傷<br>② 飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷<br>③ 風荷重，気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重を組み合わせた荷重による建屋や設備等の損傷<br>④ 竜巻により取水口周辺の海に飛散した資機材等による取水口閉塞<br>⑤ 竜巻襲来後のガレキ散乱によるアクセス性や作業性の悪化<br><br>(2) 評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等の内，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す建屋及び屋外設置の設備等を評価対象設備として選定した。ただし，屋内設備については，飛来物の建屋外壁貫通を考慮すると屋内設備に影響が及ぶ可能性が考えられるが，個別機器としては特定せず，地上 1 階以上かつ PCV 外の機器については損傷を前提とする。<br><br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋，コントロール建屋，タービン建屋<br><br>＜屋外設備＞<br>・送変電設備，軽油タンク，非常用ディーゼル発電設備燃料移送系 | 補足 2-4<br>竜巻事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1)構築物，系統及び機器（以下「設備等」という）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>竜巻事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例，国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>①風荷重及び気圧差荷重による建屋や設備等の損傷<br>②飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷<br>③風荷重，気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重を組み合わせた荷重による建屋や設備等の損傷<br>④竜巻により取水口周辺の海に飛散した資機材等による取水口閉塞<br><br>(2)評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等のうち，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す建屋，屋外及び屋内設置の設備等を評価対象設備として選定した。ただし，屋内設備については，飛来物の建屋外壁貫通を考慮すると屋内設備に影響が及ぶ可能性が考えられるため，飛来物が直接衝突する壁は損傷し，そのひとつ内側の壁との間に設置されている設備等を対象とする。<br>①風荷重及び気圧差荷重による建屋や設備等の損傷<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）<br>・タービン建屋<br>＜屋外設備＞<br>・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>・主排気筒<br>・非常用ガス処理系<br>・復水貯蔵タンク<br>・非常用ディーゼル発電機の附属設備（排気ファン，吸気フィルタ等）<br>・残留熱除去系海水系<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>・非常用ディーゼル発電機海水系<br>・補機冷却海水系<br>・循環水系 | 設計基準事象においては屋外作業は不要であることから，損傷・機能喪失モードの抽出不要とした。<br><br>竜巻による屋内設備への影響範囲及び評価範囲を定義した。<br><br>設備の相違<br><br>設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ＜屋内設備＞<br>・中央制御室換気系<br>②飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）<br>・タービン建屋<br>＜屋外設備＞<br>・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>・主排気筒<br>・非常用ガス処理系<br>・復水貯蔵タンク<br>・非常用ディーゼル発電機の附属設備（排気ファン，吸気フィルタ等）<br>・残留熱除去系海水系<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>・非常用ディーゼル発電機海水系<br>・補機冷却海水系<br>・循環水系<br>＜屋内設備＞<br>・原子炉補機冷却系<br>・原子炉建屋ガス再循環系／非常用ガス処理系<br>・ほう酸水注入系<br>・可燃性ガス濃度制御系<br>・中央制御室換気系<br>・気体廃棄物処理設備<br>・タービン補機冷却系<br>・タービン及び発電機<br>・原子炉補機及びタービン補機冷却系熱交換器，ポンプ<br>・主蒸気管（主蒸気隔離弁以降の配管）<br>③風荷重，気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重を組合せた荷重による建屋や設備等の損傷<br>・①及び②にて選定した設備等<br>④竜巻により取水口周辺の海に飛散した資機材等による取水口閉塞<br>・取水口 | |
| (3) 起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討 | (3)起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>シナリオの作成に関しては，「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価に関する実施基準：2007」（(社)日本原子力学会）および柏崎刈羽原子力発電所 7 号機に対する地震 PRA の結果から，地震により発生する起因事象を参照し，竜巻での発生可能性のある起因事象となりうるシナリオについて検討した。<br>竜巻の影響としては，飛来物の建屋外壁貫通が考えられるものの，原子炉建屋等の大規模破損に至ることは考えられないこと，更には原子炉格納容器及び原子炉格納容器内の設備まで影響を及ぼすことは考えられないことから，地震 PRA にて考慮している起因事象の内，原子炉格納容器の損傷，原子炉圧力容器の損傷，LOCA 事象といった建屋・構造物の損傷については除外した。<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モード毎に，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。 | 検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。 | 地震とは事象や影響が異なると考えられるため，設計基準で考慮した影響モードを参照し，評価を行うこととした。 |
| ① 風荷重及び気圧差荷重による建屋や設備等の損傷<br>建屋及び屋内外設備に対する風荷重及び気圧差荷重により発生可能性のあるシナリオは以下のとおり。 | ①風荷重及び気圧差荷重による建屋や設備等の損傷 | |
| ＜建屋＞ | ＜建屋＞ | |
| ○原子炉建屋<br>竜巻の最大風速については，年超過確率評価上，$10^{-7}$/年となる風速は 90m/s 程度となるが，原子炉建屋については十分な厚さを有した鉄筋コンクリート造であり，風荷重よりも大きい地震荷重に対して設計されていることから，この程度の極めて発生することが稀な風荷重に対しても建屋の頑健性は維持されると考えられる。また，風荷重に加えて気圧差荷重が作用した場合であっても，風荷重と気圧差荷重を組み合わせた荷重は，原子炉建屋設計時の地震荷重よりも小さいため建屋の頑健性は維持されると考えられる。ただし，ブローアウトパネルは，建屋内外の差圧により開放する。 | ・原子炉建屋<br>原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）は十分な厚さを有した鉄筋コンクリート造であり，風荷重よりも大きい地震荷重に対して設計されていることから，極めて発生することが稀な設計基準を超える風荷重を想定しても建屋の頑健性は維持されると考えるため，シナリオの選定は不要である。<br>また，風荷重に加えて気圧差荷重が作用した場合であっても，風荷重と気圧差荷重を組み合わせた荷重は，原子炉建屋設計時の地震荷重よりも小さいため，建屋の頑健性は維持されると考えるため，シナリオの選定は不要である。<br>ただし，ブローアウトパネルは建屋内外の差圧による開放に至る場合に「計画外停止」に至るシナリオ。 | 設備の相違<br>年超過確率を用いない |
| ○コントロール建屋<br>原子炉建屋同様，コントロール建屋は十分な厚さを有した鉄筋コンクリート造であり，風荷重よりも大きい地震荷重に対して設計されていることから，この程度の極めて発生することが稀な風荷重に対しても建屋の頑健性は維持されると考えられる。また，風荷重に加えて気圧差荷重が作用した場合であっても，風荷重と気圧差荷重を組み合わせた荷重は，コントロール建屋設計時の地震荷重よりも小さいため建屋の頑健性は維持されると考えられる。 | | 設備の相違 |
| ○タービン建屋<br>タービン建屋については，建屋上層部が鉄骨造であるため，年超過確率 $10^{-7}$/年以下である風速 92m/s を超える竜巻の風荷重及び気圧差荷重により破損に至る可能性が高いと考えられる。その場合の影響範囲としては，タービンや発電機が想定され，シナリオとしてはタービントリ | ・タービン建屋<br>タービン建屋については，建屋上層部は鉄骨造である。万が一，風荷重及び気圧差荷重による破損に至るような場合に，建屋最上階に設置しているタービンや発電機に影響が及び，「非隔離事象」に至るシナリオ。また，タービン補機冷却系サージタンクに影響が及 | 設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ップが考えられる。<br>＜屋外設備＞<br>○送変電設備<br>風荷重により送変電設備が損傷した場合，外部電源が喪失する。<br><br>○軽油タンク，非常用ディーゼル発電設備燃料移送系<br>竜巻の最大風速については，年超過確率評価上，$10^{-7}$/年となる風速は 90m/s 程度となるが，この程度の風荷重に対しても軽油タンク等が損傷に至ることは無いものの，仮にこれを上回る風荷重に対し軽油タンク等が損傷した場合で，かつ送変電設備の損傷により外部電源喪失に至っているとすると，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により全交流動力電源喪失に至るシナリオが考えられる。 | び，「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。<br>＜屋外設備＞<br>・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>風荷重及び気圧差荷重により超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器に影響が及び「外部電源喪失」に至るシナリオ。<br>・主排気筒<br>主排気筒は風荷重に対して裕度を持った設計がなされていることから，発生することが極めて稀な設計基準を超える風荷重を想定しても排気筒の頑健性は維持されると考えるため，シナリオの選定は不要である。<br>・非常用ガス処理系<br>非常用ガス処理系配管及び排気筒は風荷重に対して裕度を持った設計がなされていることから，発生することが極めて稀な設計基準を超える風荷重を想定しても非常用ガス処理系配管及び排気筒の頑健性は維持されると考えるため，シナリオの選定は不要である。<br>・復水貯蔵タンク<br>風荷重及び気圧差荷重により復水貯蔵タンクが損傷した場合，補給水系の喪失により「計画外停止」に至るシナリオ。<br>・非常用ディーゼル発電機の附属機器<br>風荷重により非常用ディーゼル発電機の附属機器が損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。<br>・残留熱除去系海水系<br>風荷重により残留熱除去系海水系が損傷した場合，残留熱除去系海水系の機能喪失による「最終ヒートシンク喪失」に至るシナリオ。<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>風荷重により高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系が損傷した場合，高圧炉心スプレイ系の機能喪失による「計画外停止」に至るシナリオ。<br>・非常用ディーゼル発電機海水系<br>風荷重により非常用ディーゼル発電機海水系が損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，仮に外部電源喪失の同時発生を想定した場合，「全交流動力電源喪失」に至るシナリオ。<br>・補機冷却海水系<br>風荷重により補機冷却海水系ポンプが損傷した場合，タービン補機冷却系喪失による「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。<br>・循環水系<br>風荷重により循環水ポンプが損傷した場合，復水器真空度喪失による「隔離事象」に至 | 設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違<br>設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ＜屋内設備＞<br>・ タービン建屋上層部が風荷重及び気圧差荷重により破損に至った場合，タービンや発電機への影響が想定され，シナリオとしてはタービントリップが考えられる。<br>・ 非常用電気品区域換気空調設備は，原子炉建屋内に設置されており風荷重の影響を直接受けないが，気圧差荷重によりダクト，ファン，ダンパ等の損傷が考えられる。それらの設備の損傷により，非常用ディーゼル発電機室の換気が困難になった場合，非常用ディーゼル発電機室温度の上昇に伴い，非常用ディーゼル発電機が機能喪失，交流動力電源喪失に至るシナリオが考えられる。また，その状況下において，送変電設備の損傷により外部電源喪失にも至っているとすると，全交流動力電源喪失となる。<br>・ 中央制御室換気空調設備は，コントロール建屋に設置されており，気圧差荷重によりダクト，ファン，ダンパ等への影響が考えられる。<br>　それら設備の損傷により中央制御室の換気が困難になった場合，中央制御室内の温度が上昇するが，即，中央制御室内の機器へ影響が及ぶことはなく，また，竜巻の影響は瞬時であり竜巻襲来後の対応は十分可能であるため計測・制御系喪失により制御不能に至るシナリオは考慮不要とする。<br><br>② 飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷<br>　建屋及び建屋内外設備に対する飛来物の衝撃荷重により発生可能性のあるシナリオは以下のとおり。<br>＜建屋＞<br>○原子炉建屋，コントロール建屋，タービン建屋<br>　飛来物が建屋外壁を貫通することにより，屋内設備に波及的影響を及ぼすことが考えられるが，発生可能性のあるシナリオについては，＜屋内設備＞で考慮することとする。<br>＜屋外設備＞<br>○送変電設備<br>風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。<br>○軽油タンク，非常用ディーゼル発電設備燃料移送系<br>風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。 | るシナリオ。<br>＜屋内設備＞<br>・中央制御室換気系は，原子炉建屋（附属棟）内に設置されており風荷重の影響を受けないが，気圧差荷重によりダクト，ファン，ダンパ等の損傷が考えられる。中央制御室換気系が損傷した場合，中央制御室換気系が機能喪失し，「計画外停止」に至るシナリオ。なお，それらの設備の損傷により中央制御室の換気が困難になった場合，中央制御室の温度が上昇するが，即，中央制御室の機器へ影響が及ぶことはなく，また，竜巻の影響は瞬時であり，竜巻襲来後の対応は十分可能であるため計測・制御系喪失により制御不能に至るシナリオの選定は不要である。<br>②飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷<br>　建屋及び屋内外設備に対する飛来物の衝撃荷重により発生可能性のあるシナリオは以下のとおり。<br>＜建屋＞<br>　飛来物が建屋外壁を貫通することにより，屋内設備に波及的影響を及ぼすことが考えられるが，発生可能性のあるシナリオについては，＜屋内設備＞で選定する。<br>＜屋外設備＞<br>・送受電設備<br>　風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。<br>・主排気筒<br>　飛来物による衝突荷重により主排気筒が損傷した場合，「隔離事象」に至るシナリオ。<br>・非常用ガス処理系<br>　飛来物による衝突荷重により非常用ガス処理系配管及び排気筒が損傷した場合，「計画外停止」に至るシナリオ。<br>・復水貯蔵タンク<br>　風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。<br>・非常用ディーゼル発電機の附属機器 | 設備の相違<br><br>設備の相違<br><br>設備の相違<br><br>設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。 | |
| | ・残留熱除去系海水系 | 設備の相違 |
| | 風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。 | |
| | ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系 | 設備の相違 |
| | 風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。 | |
| | ・非常用ディーゼル発電機海水系 | 設備の相違 |
| | 風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。 | |
| | ・補機冷却海水系 | 設備の相違 |
| | 風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。 | |
| | ・循環水系 | 設備の相違 |
| | 風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。 | |
| ＜屋内設備＞ | ＜屋内設備＞ | |
| ・ 原子炉建屋最上階に設置している原子炉補機冷却系のサージタンクに建屋外壁を貫通した飛来物が衝突して全数機能喪失した場合，原子炉補機冷却系が喪失し，最終ヒートシンク喪失に至る可能性があるが，原子炉補機冷却系のサージタンクは，多重化されていることに加えて分散配置されているため原子炉補機冷却系のサージタンクに建屋外壁を貫通した飛来物が衝突して全数機能喪失する確率は極低頻度であること，更には，竜巻の襲来確率が極低頻度であることを考慮すると，補機冷却系が喪失するのは $10^{-7}$/年より小さくなることから，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオは考慮不要とする。 | ・原子炉建屋（原子炉棟）に設置している原子炉補機冷却系サージタンクに建屋外壁を貫通した飛来物が衝突した場合，原子炉補機冷却系が機能喪失することによる「隔離事象」に至るシナリオ。原子炉建屋ガス再循環系／非常用ガス処理系に建屋外壁を貫通した飛来物が衝突して機能喪失した場合，「計画外停止」に至るシナリオ。ほう酸水注入系に建屋外壁を貫通した飛来物が衝突して機能喪失した場合，「計画外停止」に至るシナリオ。可燃性ガス濃度制御系に建屋外壁を貫通した飛来物が衝突して機能喪失した場合，「計画外停止」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| ・ 原子炉建屋 3 階に設置している非常用ディーゼル発電設備ディタンクに建屋外壁を貫通した飛来物が衝突して全数機能喪失した場合で，かつ送変電設備の損傷により外部電源喪失に至っているとすると，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により全交流動力電源喪失に至るシナリオが考えられるが，原子炉建屋 3 階の非常用ディーゼル発電設備ディタンク室のコンクリート外壁の厚さは 70cm であり，飛来物の衝突に対して貫通を避けるための十分な厚さであるため，貫通することはないと考えられる。したがって，飛来物による非常用ディーゼル発電設備ディタンクの損傷は考慮不要とする。 | ・原子炉建屋（附属棟）に設置している中央制御室換気系に建屋外壁を貫通した飛来物が衝突した場合，中央制御室換気系が機能喪失することによる「計画外停止」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| ・ 原子炉建屋 1 階に設置している非常用ディーゼル発電設備に建屋扉を貫通した飛来物が衝突して全数機能喪失した場合や 3 階に設置している非常用ディーゼル発電設備室空調給気口に飛来物が衝突して閉塞し，全数機能喪失した場合で，かつ送変電設備の損傷により外部電源喪失に至っているとすると，全交流動力電源喪失に至るシナリオが考えられるが，非常用ディーゼル発電設備及び空調給気口は多重化されていることに加えて分散配置されているため，非常用ディーゼル発電設備が全数機能喪失する確率は極低頻度であること，更には，竜巻の襲来確率が極低頻度であることを考慮すると，非常用ディーゼル発電設備の機能が喪失するのは $10^{-7}$/年より小さくなることから，全交流動力電源喪失に至るシナリオは考慮不要とする。 | ・原子炉建屋（廃棄物処理棟）に設置している気体廃棄物処理設備に建屋外壁を貫通した飛来物が衝突した場合，気体廃棄物処理系が機能喪失することによる「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| ・ コントロール建屋最上階に設置している中央制御室内の計測・制御設備に建屋外壁を貫通し | | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| た飛来物が衝突して安全系設備の制御に係る設備が全数機能喪失した場合，計測制御系機能喪失に至るシナリオが考えられるが，飛来物の衝突により安全系設備の制御に係る設備が全数機能喪失するのは，極低頻度であると考えられることから飛来物による計測制御系機能喪失シナリオは考慮不要とする。<br>・ タービン建屋 2 階に設置しているタービンや発電機に建屋外壁を貫通した飛来物が衝突した場合のシナリオとしては，タービントリップが考えられる。<br>・ タービン建屋 1 階に設置している循環水ポンプに建屋外壁を貫通した飛来物が衝突して全数機能喪失した場合，復水器の真空度が低下し，出力低下または手動停止に至る。 | ・タービン建屋に設置しているタービンや発電機，タービン補機冷却系サージタンクに建屋外壁を貫通した飛来物が衝突した場合，「非隔離事象」に至るシナリオ。また，タービン補機冷却系が機能喪失することによる「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。原子炉補機冷却系熱交換器又はポンプに建屋外壁を貫通した飛来物が衝突した場合，「隔離事象」に至るシナリオ。タービン補機冷却系熱交換器又はポンプに建屋外壁を貫通した飛来物が衝突した場合，「タービン・サポート系故障」に至るシナリオ。主蒸気管に建屋外壁を貫通した飛来物が衝突した場合，「隔離事象」に至るシナリオ。 | 設備の相違 |
| ただし，上記シナリオの内，タービントリップ以外は，飛来物発生の要因である大規模竜巻の発生頻度が極低頻度であり，更に飛来物が発生し建屋へ衝突，壁を貫通する可能性，壁を貫通したとしてもそれにより屋内設備が機能喪失に至る可能性を考慮すると，発生可能性は極めて小さい。加えて，安全系に関わる設備（原子炉補機冷却系，非常用ディーゼル発電設備ディタンクなど）は多重化されており，複数区分の設備が同時に損傷に至らない限り上述の起因事象には至らないことから，極めて稀な事象であり詳細評価不要と判断した。 | | 年超過確率は用いない，及び評価方法の相違 |
| ③ 風荷重，気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重を組み合わせた荷重による建屋や設備等の損傷<br>建屋及び屋内外設備に対する組み合わせ荷重により発生可能性のあるシナリオについては，①，②に包絡される。 | ③風荷重，気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重を組み合わせた荷重による建屋や設備等の損傷<br>建屋及び屋内外設備に対する組合せ荷重により発生可能性のあるシナリオについては，①，②に包絡される。 | |
| ④竜巻により取水口周辺の海に飛散した資機材等による取水口閉塞<br>竜巻により資機材，車両等が飛散して取水口周辺の海に入り取水口を閉塞させた場合，原子炉補機冷却海水ポンプの取水ができなくなり最終ヒートシンク喪失に至るシナリオが考えられるが，取水口を閉塞させる程の資機材や車両等の飛散は考えられないことから考慮不要とする。 | ④竜巻により取水口周辺の海に飛散した資機材等による取水口閉塞<br>竜巻により資機材，車両等が飛散した取水口周辺の海に入り取水口を閉塞させる可能性があるが，取水口は呑み口が広く，閉塞させるほどの資機材や車両等の飛散は考えられないことから考慮不要とする。 | |
| ⑤“アクセス性や作業性の悪化”<br>竜巻襲来後のガレキ散乱により屋外現場へのアクセス性や屋外での作業性に影響を及ぶ可能性があるものの，設計基準対処設備のみで対応可能なシナリオであれば基本的に屋外現場対応はなく，仮にアクセス性や屋外作業へ影響がおよんだ場合であっても問題はない。<br>そのため上記①～④の影響評価の結果として，電源車の接続といった屋外での作業が必要となるケースが確認された場合に，別途，詳細検討するものとする。 | | 設計基準事象においては屋外作業は不要であることから，損傷・機能喪失モードの抽出不要とした。 |
| (4) 起因事象の特定 | (4) 起因事象の特定 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| (3)項で選定した各シナリオについて，想定を超える風荷重，気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>① 建屋や建屋内外設備に対する“風荷重及び気圧差荷重”により発生可能性のあるシナリオ<br>＜建屋＞ | (3)項で選定した各シナリオについて，想定を超える風荷重，気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>①風荷重及び気圧差荷重による建屋や設備等の損傷<br>＜建屋＞ | |
| | 建屋内外差圧の発生に伴う原子炉建屋ブローアウトパネルの開放による計画外停止に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| タービン建屋上層部は鉄骨造であり年超過確率 $10^{-7}$/年以下である風速 92m/s を超える竜巻の風荷重及び気圧差荷重が建屋に作用した場合，建屋が損傷してタービン，発電機に影響を及ぼす可能性は否定できないため，タービン建屋損傷に伴うタービントリップについては考慮すべきシナリオとして選定するが，運転時の内部事象および地震，津波レベル 1PRA でも考慮しているものであり追加のシナリオではない。<br>なお，原子炉建屋及びコントロール建屋については，鉄筋コンクリート造であり，風荷重よりも大きい地震荷重に対して設計されており，年超過確率 $10^{-7}$/年以下である風速 92m/s を超える竜巻の風荷重及び気圧差荷重が作用した場合であっても大規模損傷に至らないことから風荷重及び気圧差荷重による建屋損傷シナリオは考慮不要としている。 | タービン建屋上層部は鉄骨造であり，風荷重に対して設計上の配慮はなされているものの，想定を超える風荷重が建屋に作用した場合，建屋が損傷してタービン，発電機及びタービン補機冷却系サージタンクに影響を及ぼす可能性は否定できないため，タービン建屋損傷に伴う非隔離事象，タービン・サポート系故障に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 事象想定規模の相違<br>設備の相違<br>設備の相違及び評価方法の相違 |
| ＜屋外設備＞<br>○送変電設備損傷に伴う外部電源喪失<br>風荷重に対して設計上の配慮はなされているものの，設計基準を超える風荷重及び気圧差荷重に対して発生を否定できないため，送変電設備の損傷に伴う外部電源喪失については考慮すべきシナリオとして選定する。 | ＜屋外設備＞<br>超高圧開閉所や送受電設備が損傷した場合，風荷重に対して設計上の配慮はなされているものの，想定を超える風荷重に対しては発生を否定できないため，超高圧開閉所や送受電設備の損傷に伴う外部電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | |
| ○軽油タンク等損傷に伴う全交流動力電源喪失<br>仮に軽油タンク等が損傷し，かつ外部電源喪失の同時発生を想定すると全交流動力電源喪失に至るが，軽油タンク等は，年超過確率 $10^{-7}$/年以下である風速 92m/s を超える竜巻の風荷重及び気圧差荷重が作用した場合であっても損傷に至らないことから，起因事象としての発生頻度は十分小さく詳細評価は不要と判断した。 | 復水貯蔵タンクが損傷した場合，補給水系が喪失し，計画外停止に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 非常用ディーゼル発電機の附属機器が損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，また，外部電源喪失の同時発生による全交流動力電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 残留熱除去系海水系が損傷した場合，残留熱除去系の機能喪失による最終ヒートシンク喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系が損傷した場合，高圧炉心スプレイ系の機能喪失による計画外停止に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 非常用ディーゼル発電機海水系が損傷した場合，非常用ディーゼル発電機の機能喪失，また，外部電源喪失の同時発生による全交流動力電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 補機冷却海水系が損傷した場合，タービン補機冷却系喪失によるタービン・サポート系故障に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 循環水系が損傷した場合，復水器真空度喪失に伴う隔離事象に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| ＜屋内設備＞ | ＜屋内設備＞ | |
| ○タービン建屋の損傷によりタービンや発電機に影響及ぼすことによるタービントリップ<br>先述のとおり，タービン建屋損傷によりタービンや発電機に影響を及ぼす可能性は否定できないため，タービン建屋損傷に伴うタービントリップについては考慮すべきシナリオとして選定するが，運転時の内部事象および地震，津波レベル 1PRA でも考慮しているものであり追加のシナリオではない。 | 中央制御室換気系が損傷した場合，中央制御室換気系が機能喪失し，計画外停止に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| ○非常用電気品区域換気空調設備損傷に伴う全交流動力電源喪失<br>非常用電気品区域換気空調設備の内，気圧差の影響を受けやすいダクトについては，設計を超える荷重が作用した場合変形する可能性はあるものの，一定の風量は確保可能であると考えられるため，非常用電気品区域換気空調設備損傷に伴う非常用ディーゼル発電設備の機能喪失（外部電源喪失状況下においては全交流動力電源喪失）がシナリオとしては考えられる。しかし，内部事象レベル 1PRA でも考慮しており追加のシナリオではない。 | | |
| ② 建屋や建屋内外設備に対する“飛来物の衝撃荷重”により発生する可能性のあるシナリオ | ②飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷 | |
| ＜建屋＞<br>原子炉建屋，コントロール建屋及びタービン建屋は，飛来物が建屋外壁を貫通することにより，屋内設備に波及的影響を及ぼすが，発生可能性のあるシナリオは，＜屋内設備＞で考慮することとする。 | ＜建屋＞<br>原子炉建屋，タービン建屋は，飛来物が建屋を貫通することにより，屋内設備に波及的影響を及ぼすが，＜屋内設備＞として起因事象を特定する。 | |
| ＜屋外設備＞ | ＜屋外設備＞ | |
| ○送変電設備損傷に伴う外部電源喪失<br>飛来物の衝撃荷重に対して発生を否定できないため，送変電設備の損傷に伴う外部電源喪失については考慮すべきシナリオとして選定するが，運転時の内部事象および地震，津波レベル 1PRA でも考慮しているものであり追加のシナリオではない。 | 超高圧開閉所や送電線が飛来物により損傷した場合，(4)①と同様に送受電設備の損傷に伴う外部電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違及び評価方法の相違 |
| ○軽油タンク等損傷に伴う全交流動力電源喪失<br>仮に軽油タンク等が損傷し，かつ外部電源喪失の同時発生を想定すると全交流動力電源喪失に至るが，全交流動力電源喪失は運転時の内いるものであり追加のシナリオではない。 | 主排気筒が飛来物により損傷した場合，気体廃棄物処理系の機能喪失に伴う隔離事象に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| ○軽油タンク等損傷に伴う全交流動力電源喪失<br>仮に軽油タンク等が損傷し，かつ外部電源喪失の同時発生を想定すると全交流動力電源喪失に至るが，全交流動力電源喪失は運転時の内部事象および地震，津波レベル 1PRA でも考慮しているものであり追加のシナリオではない。 | 非常用ガス処理系配管及び排気筒が飛来物により損傷した場合，非常用ガス処理系の機能喪失による計画外停止に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 復水貯蔵タンクが飛来物により損傷した場合，(4)①と同様に補給水系が喪失し，計画外停止に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 非常用ディーゼル発電機の附属機器が飛来物により損傷した場合，(4)①と同様に非常用ディーゼル発電機の機能喪失，また，外部電源喪失の同時発生による全交流動力電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 残留熱除去系海水系が飛来物により損傷した場合，(4)①と同様に残留熱除去系の機能喪失による最終ヒートシンク喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定す | 設備の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | る。<br>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系が飛来物により損傷した場合，(4)①と同様に高圧炉心スプレイ系の機能喪失による計画外停止に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 非常用ディーゼル発電機海水系が飛来物により損傷した場合，(4)①と同様に非常用ディーゼル発電機の機能喪失，また，外部電源喪失の同時発生による全交流動力電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 補機冷却海水系が飛来物により損傷した場合，(4)①と同様にタービン補機冷却系喪失によるタービン・サポート系故障に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | 循環水系が飛来物により損傷した場合，(4)①と同様に復水器真空度喪失に伴う隔離事象に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| ＜屋内設備＞ | ＜屋内設備＞<br>飛来物が原子炉建屋への衝突，貫通した場合，屋内設備の損傷の可能性を否定できないことから，原子炉補機冷却系の機能喪失に伴う隔離事象，原子炉建屋ガス再循環系／非常用ガス処理系の機能喪失に伴う計画外停止，ほう酸水注入系の機能喪失に伴う計画外停止，可燃性ガス濃度制御系の機能喪失に伴う計画外停止，中央制御室換気系の機能喪失に伴う計画外停止，気体廃棄物処理系の機能喪失に伴う隔離事象に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| ○飛来物がタービンや発電機に衝突することに伴うタービントリップ<br>タービン建屋上層部は鉄骨造であり，外壁については，原子炉建屋やコントロール建屋に比べて強度が低い材質であるため飛来物の貫通リスクが高く，タービン建屋 2 階に設置しているタービンや発電機に飛来物が衝突する可能性は否定できないため，飛来物がタービンや発電機に衝突することに伴うタービントリップについては考慮すべきシナリオとして選定するが，運転時の内部事象および地震，津波レベル 1PRA でも考慮しているものであり追加のシナリオではない。<br>○循環水ポンプが飛来物の衝突により損傷し，復水器の真空度が低下することに伴い出力低下または手動停止に至るシナリオ<br>タービン建屋 1 階の循環水ポンプエリアの外壁には，開口部（ルーバ）があるため飛来物の侵入リスクが高く，循環水ポンプに飛来物が衝突し，循環水ポンプが損傷する可能性がある。その場合の影響としては，復水器真空度低下に伴う出力低下または手動停止などの措置が考えられるが，運転時の内部事象および地震，津波レベル 1PRA でも考慮しているものであり追加のシナリオではない。 | 飛来物がタービン建屋へ衝突，貫通した場合，(4)①と同様にタービン，発電機の損傷に伴う非隔離事象，タービン補機冷却系の損傷に伴うタービン・サポート系故障，原子炉補機冷却系の損傷に伴う隔離事象，主蒸気管の損傷に伴う隔離事象に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。 | 設備の相違 |
| | ③風荷重，気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重を組み合わせた荷重による建屋や設備等の損傷<br>(3)③のとおり，建屋及び屋内外設備に対する組合せ荷重により発生可能性のあるシナリオについては，①，②に包絡されるため，起因事象として特定不要であると判断した。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ２．炉心損傷事故シーケンスの特定<br>1．(3)項にて起因事象となりうるシナリオを以下のとおり選定した。<br>○風荷重及び気圧差荷重によるタービン建屋損傷または，飛来物が建屋外壁を貫通し，タービンや発電機に衝突することに伴いタービントリップに至るシナリオ<br>○送変電設備損傷に伴い外部電源喪失に至るシナリオ<br>○軽油タンク等が損傷，かつ外部電源喪失している状況下において，非常用ディーゼル発電設備の燃料枯渇により，全交流動力電源喪失に至るシナリオ<br>○循環水ポンプが飛来物の衝突により損傷し，復水器の真空度が低下することに伴い出力低下または手動停止に至るシナリオ<br>上記シナリオについては，運転時の内部事象及び地震，津波レベル 1PRA にて考慮しており追加のシナリオはない。<br>また，上記シナリオの内，全交流動力電源喪失シナリオは，軽油タンク等の損傷可能性（年超過確率 $10^{-7}$/年未満）を考慮すると，発生自体が非常に稀な事象であることから起因事象としてはタービントリップと外部電源喪失のみを考慮すればよく，原子炉建屋及びコントロール建屋，軽油タンク等の損傷可能性及び飛来物の建屋貫通による屋内設備の損傷可能性を踏まえると，これら起因事象から有意な影響のある炉心損傷事故シーケンスは生じないと判断した。<br>以 上 | 2.　事故シーケンスの特定<br>1. にて設計基準を超える竜巻事象に対し発生可能性のある起因事象として以下を選定した。<br>・原子炉建屋ブローアウトパネルの開放に伴う計画外停止<br>・原子炉補機冷却系の損傷に伴う隔離事象<br>・原子炉建屋ガス再循環系／非常用ガス処理系の損傷に伴う計画外停止<br>・ほう酸水注入系の損傷に伴う計画外停止<br>・可燃性ガス濃度制御系の損傷に伴う計画外停止<br>・中央制御室換気系の機能喪失に伴う計画外停止<br>・気体廃棄物処理系の機能喪失に伴う隔離事象<br>・タービン，発電機の損傷に伴う非隔離事象<br>・タービン補機冷却系の損傷に伴うタービン・サポート系故障<br>・主蒸気系の損傷に伴う隔離事象<br>・送電線の損傷に伴う外部電源喪失<br>・主排気筒の損傷に伴う隔離事象<br>・復水貯蔵タンクの損傷に伴う計画外停止<br>・非常用ディーゼル発電機の附属機器の損傷，かつ外部電源喪失の同時発生に伴う全交流動力電源喪失<br>・残留熱除去系海水系の損傷に伴う最終ヒートシンク喪失<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系の損傷に伴う計画外停止<br>・非常用ディーゼル発電機海水系の損傷，かつ外部電源喪失の同時発生に伴う全交流動力電源喪失<br>・補機冷却海水系の損傷に伴うタービン・サポート系故障<br>・循環水系の損傷に伴う隔離事象<br>上記起因事象については，いずれも運転時の内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡにて考慮していることから，追加すべき新しい事故シーケンスではない。<br>よって，竜巻を起因とする有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは新たに生じないと判断した。 | 設備の相違<br><br>評価方法の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 補足 2-5<br>森林火災事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1.　起因事象の特定<br>(1)構築物，系統及び機器（以下「設備等」という）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>森林火災により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例，国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>①輻射熱による建屋や設備等への損傷<br>②ばい煙による設備等の閉塞<br><br>(2)評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等のうち，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す建屋及び屋外設置の設備等を評価対象設備として選定した。<br>①輻射熱による建屋や設備等への損傷<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）<br>・タービン建屋<br>＜屋外設備＞<br>・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>・復水貯蔵タンク<br>・非常用ディーゼル発電機の附属設備（排気ファン，吸気フィルタ等）<br>・主排気筒<br>・非常用ガス処理系<br>・残留熱除去系海水系<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系<br>・非常用ディーゼル発電機海水系<br>・補機冷却海水系<br>・循環水系<br><br>②ばい煙による設備等の閉塞<br>・非常用ディーゼル発電機の附属設備（空気冷却器等）<br>・中央制御室換気系<br>・残留熱除去系海水系（モータ）<br>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系（モータ） | 設計基準事象の抽出方法の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ・非常用ディーゼル発電機海水系（モータ）<br>・補機冷却海水系（モータ）<br>・循環水系（モータ）<br>・中央制御室換気系<br><br>(3)起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>①輻射熱による建屋や設備等への損傷<br>＜建屋＞<br>森林火災の輻射熱による建屋への影響については，想定しうる最大の火災影響評価において，防火帯外縁（火炎側）から十分な離隔距離があることを考慮すると，建屋の許容温度を下回り，建屋が損傷することはない。また，森林火災の輻射熱による建屋影響について，24 時間駐在している自衛消防隊による早期の消火活動も可能であり，森林火災に対する影響緩和策を講じることができることから，シナリオの選定は不要である。<br>＜屋外設備＞<br>・送受電設備（超高圧開閉所，特別高圧開閉所，変圧器）<br>森林火災の輻射熱により送受電設備が損傷した場合，「外部電源喪失」に至るシナリオ。<br>なお，送受電設備への影響については，想定しうる最大の火災影響評価において，防火帯外縁（火炎側）から十分な離隔距離があることを考慮すると，敷地内の送受電設備が損傷することはない。また，森林火災の輻射熱による影響について，24 時間駐在している自衛消防隊による早期の消火活動も可能であり，森林火災に対する影響緩和策を講じることができる。<br>・復水貯蔵タンク<br>森林火災の輻射熱による復水貯蔵タンクへの影響については，想定しうる最大の火災影響評価において，防火帯外縁（火炎側）から十分な離隔距離があることを考慮すると，復水貯蔵タンク水の最高使用温度を下回り，タンクが損傷することはない。また，森林火災の輻射熱による影響について，24 時間駐在している自衛消防隊による早期の消火活動も可能であり，森林火災に対する影響緩和策を講じることができることから，シナリオの選定は不要である。<br>・非常用ディーゼル発電機の附属設備<br>森林火災の輻射熱による非常用ディーゼル発電機の附属設備への影響については，想定しうる最大の火災影響評価において，防火帯外縁（火炎側）から十分な離隔距離があることを考慮すると，非常用ディーゼル発電機の附属設備が受ける輻射強度は低いため，非常用ディーゼル発電機の附属設備が損傷することはない。また，森林火災の輻射熱による影 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 響について，24 時間駐在している自衛消防隊による早期の消火活動も可能であり，森林火災に対する影響緩和策を講じることができることから，シナリオの選定は不要である。<br>・主排気筒<br>森林火災の輻射熱による主排気筒への影響については，想定しうる最大の火災影響評価において，防火帯外縁（火炎側）から十分な離隔距離があることを考慮すると，主排気筒が受ける輻射強度は低いため，主排気筒が損傷することはない。また，森林火災の輻射熱による影響について，24 時間駐在している自衛消防隊による早期の消火活動も可能であり，森林火災に対する影響緩和策を講じることができることから，シナリオの選定は不要である。<br>・非常用ガス処理系<br>森林火災の輻射熱による非常用ガス処理系排気筒及び配管への影響については，想定しうる最大の火災影響評価において，防火帯外縁（火炎側）から十分な離隔距離があることを考慮すると，非常用ガス処理系排気筒及び配管が受ける輻射強度は低いため，海水系が損傷することはない。また，森林火災の輻射熱による影響について，24 時間駐在している自衛消防隊による早期の消火活動も可能であり，森林火災に対する影響緩和策を講じることができることからシナリオの選定は不要である。<br>・残留熱除去系海水系／高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系／非常用ディーゼル発電機海水系／補機冷却海水系／循環水系（以下「海水系」という）<br>森林火災の輻射熱による海水系への影響については，想定しうる最大の火災影響評価において，防火帯外縁（火炎側）から十分な離隔距離があることを考慮すると，海水系が受ける輻射強度は低いため，海水系が損傷することはない。また，森林火災の輻射熱による影響について，24 時間駐在している自衛消防隊による早期の消火活動も可能であり，森林火災に対する影響緩和策を講じることができることから，シナリオの選定は不要である。<br><br>②ばい煙による設備等の閉塞<br>・非常用ディーゼル発電機の附属設備（空気冷却器等）の閉塞<br>非常用ディーゼル発電機を構成する機器の間隙は，ばい煙の粒径より広いことから閉塞し難いため，シナリオの選定は不要である。<br>・非常用ディーゼル発電機の附属設備（吸気フィルタ等）の閉塞<br>森林火災で発生するばい煙の非常用ディーゼル発電機吸気フィルタへの吸込みによりフィルタが閉塞した場合でも，フィルタの取替及び清掃が可能であることからシナリオの選定は不要である。<br>・海水系ポンプモータ空気冷却器給気口の閉塞<br>海水系ポンプモータは外気を取込まない構造であり，また，空冷モータの冷却流路の口径は，ばい煙の粒径より広いことから閉塞し難いため，シナリオの選定は不要である。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | ・中央制御室換気系の閉塞<br>森林火災で発生するばい煙の中央制御室換気系吸気口への吸込みによりフィルタが閉塞した場合でも，フィルタの取替及び清掃が可能であることからシナリオの選定は不要である。<br><br>(4)起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，森林火災に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>①輻射熱による建屋や設備等への損傷<br>＜建屋＞<br>森林火災の輻射熱による各建屋の損傷については，(3)①のとおり，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。<br>＜屋外設備＞<br>森林火災の輻射熱により送電線が損傷する可能性が否定できないため，送電線の損傷に伴う外部電源喪失に至るシナリオは考えられるため，起因事象として特定する。その他の屋外設備についての損傷のシナリオについては，(3)①及び(3)②のとおり，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。<br><br>②ばい煙等による設備等の閉塞<br>森林火災のばい煙等による設備等の閉塞については，(3)②のとおり，考慮すべき起因事象としては特定不要であると判断した。<br><br>2.　事故シーケンスの特定<br>1. にて森林火災に対し発生可能性のある起因事象として外部電源喪失を特定したが，運転時の内部事象や地震，津波レベル１ＰＲＡにて考慮していることから，追加すべき新しい事故シーケンスではない。<br>よって，森林火災を起因とする有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは新たに生じないと判断した。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料2-7<br>設計基準を超える降水事象に対する事故シーケンス抽出<br><br>1. 起因事象の特定<br>(1) 構築物，系統及び機器（以下，設備等）の損傷・機能喪失モードの抽出<br>降水事象により設備等に発生する可能性のある影響について，国外の評価事例や国内で発生したトラブル事例も参照し，以下のとおり，損傷・機能喪失モードを抽出した。<br>① 建屋天井に対する荷重<br>② 敷地内での雨水の滞留による屋外機器の没水<br>③ 建屋内浸水による機器の没水または被水<br>④ 降水によるアクセス性や作業性の悪化<br>(2) 評価対象設備の選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モードに対し，影響を受ける可能性のある設備等の内，プラントの運転継続や安全性に影響を及ぼす可能性のある設備等を評価対象設備として選定する。<br>具体的には，以下に示す建屋及び屋外設置の設備等を評価対象設備として選定した。<br>＜建屋＞<br>・原子炉建屋<br>・コントロール建屋<br>・タービン建屋<br>・廃棄物処理建屋<br>＜屋外設備＞<br>・送変電設備<br>・軽油タンク及び非常用ディーゼル発電設備燃料移送系（以下，軽油タンク等）<br>(3) 起因事象になりうるシナリオの選定<br>(1)項で抽出した各損傷・機能喪失モード毎に，(2)項で選定した評価対象設備への影響を検討の上，発生可能性のあるシナリオを選定した。<br>① 建屋天井に対する荷重<br>建屋に対する雨水荷重により発生可能性のあるシナリオは以下のとおり。<br>＜建屋＞<br>○原子炉建屋<br>原子炉建屋屋上が雨水荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している原子炉補機冷却系のサージタンクが物理的に機能喪失することで，原子炉補機冷却系が喪失し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。また，雨水が下層階へ伝播し，ディーゼル発電設備及び非常用電源盤が没水又は被水により機能喪失し，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。<br>○タービン建屋 | | 設計基準事象の抽出方法の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| タービン建屋屋上が雨水荷重により崩落した場合に，タービンや発電機に影響が及び，タービントリップに至るシナリオ。また，タービン建屋熱交換器エリア屋上が雨水荷重により崩落した場合に，没水又は被水により原子炉補器冷却系及び同海水系が機能喪失し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。また，循環水ポンプが機能喪失し，復水器真空度低からプラントスクラムに至るシナリオ。<br>○コントロール建屋<br>コントロール建屋屋上が雨水荷重により崩落した場合に，建屋最上階に設置している中央制御室が物理的に又は没水若しくは被水により機能喪失し，計測制御系機能喪失に至るシナリオ。その後，中央制御室の下階に位置している直流電源設備へ雨水が伝播し直流電源喪失に至るシナリオ。<br>○廃棄物処理建屋<br>廃棄物処理建屋屋上が雨水荷重により崩落した場合に，RIP M/G セットや換気空調補機常用冷却水系が没水又は被水により機能喪失し，プラントスクラムに至るシナリオ。<br>② 敷地内での雨水の滞留による屋外機器の没水<br>敷地内で雨水が滞留した場合に，非常用ディーゼル発電設備燃料移送系の燃料移送ポンプが没水し機能喪失する可能性があり，降水の影響により屋外の送変電設備の機能喪失と重畳し，全交流動力電源喪失に至るシナリオ。<br>③ 建屋内浸水による機器の没水または被水<br>本損傷・機能喪失モードにより発生する事故シーケンスは，発生原因が浸水によるものであり，対策は建屋周辺の止水対策となるため，重大事故防止対策の有効性の確認のためのシーケンスには適さない。よってこの損傷・機能喪失モードは考慮しない。<br>④ 降水によるアクセス性や作業性の悪化<br>降水により屋外現場へのアクセス性や屋外での作業性に影響を及ぼす可能性があるものの，設計基準対象施設のみで対応可能なシナリオであれば基本的に屋外での現場対応はなく，仮にアクセス性や屋外の作業性へ影響が及んだ場合であっても問題はない。<br>そのため上記①～③の影響評価の結果として，電源車の接続といった屋外での作業が必要になるケースが確認された場合に，別途，詳細検討するものとする。<br>(4) 起因事象の特定<br>(3)項で選定した各シナリオについて，想定を越える降水事象に対しての裕度評価（起因事象発生可能性評価）を実施し，事故シーケンスグループ抽出にあたって考慮すべき起因事象の特定を行った。<br>① 建屋天井に対する荷重により発生可能性のあるシナリオ<br>雨水荷重が各建屋天井の許容荷重を上回った場合には，(3)項で選定した各シナリオが発生する可能性はあるものの，最終ヒートシンク喪失，タービントリップ及びプラントスクラムについては，運転時の内部事象レベル1PRA でも考慮していること，計測制御系機能喪失及び直 | | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 流電源機能喪失については，地震や津波のレベル1PRA でも考慮していることから追加のシナリオではない。<br>なお，年超過発生確率10-7/年相当の降水（159.2 mm/h）時には，一部の屋上において雨水の流入量が排水量を上回る。このうち原子炉建屋とタービン建屋の間の2mギャップ（MSトンネル室直上除く）及びタービン建屋東側HVACエリアの屋上では，建屋パラペット高さまで雨水が滞留する可能性があり，これらの箇所では天井が損傷する可能性が否定できない。仮にこれらの箇所の天井が崩落するもっとも厳しい状況を考えた場合には，雨水の伝播経路上にある原子炉補機冷却系サージタンク水位計,ディーゼル発電設備，非常用電源盤及びタービン建屋の常用機器が没水又は被水し，機能喪失することで最終ヒートシンク喪失と全交流動力電源喪失が発生する可能性がある。この時，原子炉建屋最地下階においてRCICが没水により機能喪失する可能性もあることからAM要請以降に整備したアクシデントマネジメント策に期待しない場合には，炉心損傷に至る。但し，このような事故シーケンスは津波PRAで考慮されていることから追加の事故シーケンスグループではない。<br>② 敷地内での雨水の滞留による屋外機器の没水<br>全交流電源喪失については，運転時の内部事象レベル1PRA でも考慮していることから追加のシナリオではない。<br>なお，年超過発生確率10-7/年相当の降水時においても一部滞留水が発生するものの，排水用フラップゲートから滞留水をすみやかに海域に排水することが可能である。よって，敷地内での雨水の滞留による屋外機器の没水は，有意な頻度又は影響のある事故シーケンスの要因とはなりえないと考えられるため，考慮すべき起因事象としては選定不要であると判断した。<br><br>2. 事故シーケンスの特定<br>1. (3)項にて起因事象となりうるシナリオを以下のとおり選定した。<br>○原子炉建屋の天井が崩落した場合に，原子炉補機冷却系が機能喪失し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ。<br>○タービン建屋の天井が崩落した場合にタービンや発電機に影響が及びタービントリップに至るシナリオ。<br>○タービン建屋熱交換器エリアの天井が崩落した場合に，原子炉補機冷却系及び同海水系が機能喪失し，最終ヒートシンク喪失に至るシナリオ<br>○タービン建屋熱交換器エリアの天井が崩落した場合に，循環水ポンプが機能喪失し，復水器真空度低からプラントスクラムに至るシナリオ<br>○コントロール建屋の天井が崩落した場合に，建屋最上階に設置している中央制御室が物理的に又は没水もしくは被水により機能喪失し，計測制御系機能喪失に至るシナリオ。さらには中央制御室の下階に位置している直流電源設備が溢水により機能喪失に至るシナリオ。<br>○廃棄物処理建屋の天井が崩落した場合に，RIP M/Gセットや換気空調補機常用冷却水系が没水 | | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 又は被水により機能喪失し，プラントスクラムに至るシナリオ。<br>○降水の影響により屋外の送変電設備が機能喪失し外部電源喪失が発生している状態で，燃料移送ポンプが没水により機能喪失し，非常用ディーゼル発電設備（ディタンク）の燃料枯渇により，全交流電源喪失に至るシナリオ。<br>上記シナリオについては，いずれも運転時の内部事象や地震，津波レベル1PRAのいずれかにおいて考慮しているものであり，追加すべき新たなものはない。<br><br>また，1.(4)項での起因事象の特定結果のとおり，年超過発生確率$10^{-7}$/年相当の降水時においてはタービン建屋東側HVACエリアの天井崩落によりタービントリップが発生する可能性が否定できないものの，緩和設備に期待できることから有意な影響又は頻度を持つ事故シーケンスとはならない。<br>従って，降水事象を要因として発生しうる有意な頻度又は影響のある事故シーケンスは生じないと判断した。<br>以上 | | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 補足 2-7<br>表 1　起因事象の発生が考えられるその他の自然現象と起因事象発生時の対応 | 個別事象評価のまとめを追加（起因事象の発生時及びその対応について提示） |

| 自然現象 | 考慮対象とした起因事象 | 起因事象の発生シナリオ | 想定される他の緩和系設備への影響 | 緩和系設備の機能喪失への対応 |
|---|---|---|---|---|
| 低温（凍結） | 外部電源喪失 | 送電線や碍子へ着氷することによって相間短絡を起こすことによる外部電源喪失 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられる。<br>建屋外の機器には低温による影響が生じる可能性が考えられる。 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられることから，必要な緩和機能は維持できるものと考えられる。<br>建屋外の機器に対しても，凍結防止対策により機能を維持できるものと考えられる。 |
| 積雪 | 外部電源喪失 | 送電線や碍子へ着雪することによって相間短絡を起こすことによる外部電源喪失 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられる。<br>建屋外の機器には積雪による影響が生じる可能性が考えられる。 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられることから，必要な緩和機能は維持できるものと考えられる。<br>建屋外の機器に対しても，除雪等の対応により機能を維持できるものと考えられる。 |
| 火山 | 外部電源喪失 | 送電線や碍子へ降下火砕物が付着し，霧や降雨の水分を吸収することによって相間短絡を起こすことによる外部電源喪失 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられる。<br>建屋外の機器には降下火砕物の堆積による影響が生じる可能性が考えられる。 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられることから，必要な緩和機能は維持できるものと考えられる。<br>建屋外の機器に対しても，除灰等の対応により機能を維持できるものと考えられる。 |
| 竜巻 | 計画外停止 | 気圧差荷重や，飛来物の衝突による原子炉建屋ブローアウトパネルの開放や，原子炉建屋ガス処理系等の損傷に伴う計画外停止 | 建屋内の機器のうち，飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁とひとつ内側の頑健性のある壁との間に設置されている機器以外には影響ないものと考えられる。<br>建屋外の機器には風荷重や飛来物の衝突による影響が生じる可能性が考えられる。 | 建屋内の機器のうち，飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁とひとつ内側の頑健性のある壁との間に設置されている機器以外には影響ないものと考えられる。<br>建屋外の機器に対しても，竜巻の局所性を考慮して位置的分散を図ることにより建屋外の防護設備を設置することにより建屋外の機器に期待できるものと考えられる。 |
| | 非隔離事象 | 風荷重や，飛来物の衝突によるタービンや発電機の損傷に伴う非隔離事象 | | |
| | タービン・サポート系故障 | 風荷重や，飛来物の衝突によるタービン補機冷却系の損傷に伴うタービン・サポート系故障 | | |
| | 隔離事象 | 風荷重や，飛来物の衝突による循環水ポンプ等の損傷に伴う隔離事象 | | |
| | 外部電源喪失 | 風荷重や，飛来物の衝突による外部電源系の損傷に伴う外部電源喪失 | | |
| | 全交流動力電源喪失 | 風荷重や，飛来物の衝突による非常用ディーゼル発電機の機能喪失，及び外部電源喪失の同時発生による全交流動力電源喪失 | | |
| | 最終ヒートシンク喪失 | 風荷重や，飛来物の衝突による残留熱除去系海水系の損傷による最終ヒートシンク喪失 | | |

シーケンス選定（別紙 1）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

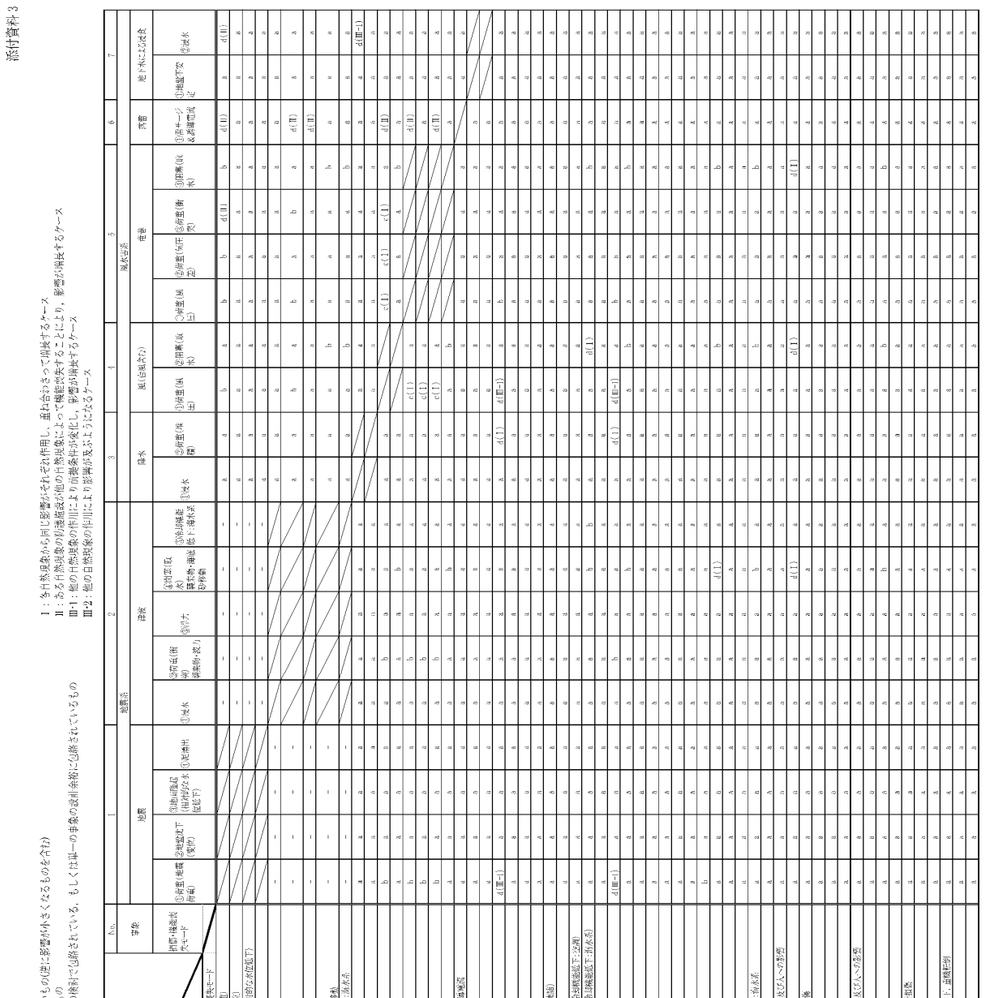
| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | | 個別事象評価のまとめを追加（起因事象の発生時及びその対応について提示） |

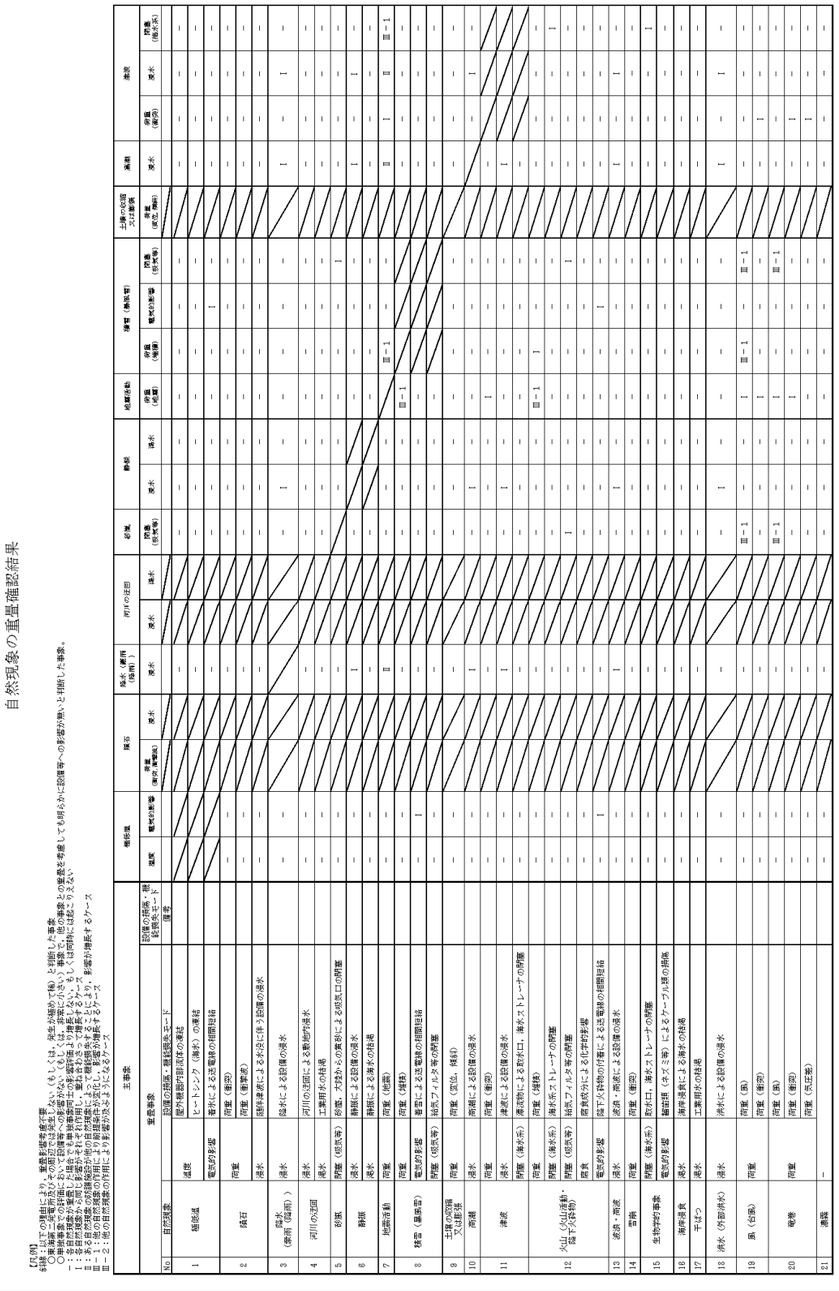
| 自然現象 | 考慮対象とした起因事象 | 起因事象の発生シナリオ | 想定される他の緩和系設備への影響 | 緩和系設備の機能喪失への対応 |
|---|---|---|---|---|
| 森林火災 | 外部電源喪失 | 送電線の輻射熱による損傷に伴う外部電源喪失 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられる。<br>建屋外の機器には輻射熱による影響が生じる可能性が考えられる。 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられることから，必要な緩和機能は維持できるものと考えられる。<br>建屋外の機器に対しても，森林火災が起大されるまでの時間的余裕が十分にあることから，予め散水する等の必要な安全措置を講ずることにより機能を維持できるものと考えられる。 |
| 落雷 | 隔離事象 | 安全保護回路に発生するノイズの影響や直撃雷による循環水系の損傷に伴う隔離事象 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられる。<br>建屋外の機器には直撃雷による影響が生じる可能性が考えられる。 | 建屋内の機器には影響しないものと考えられることから，必要な緩和機能は維持できるものと考えられる。<br>建屋外の機器に対しても，落雷の局所性を考慮して位置的分散を図ること及び避雷設備を設置することにより建屋外の機器に期待できるものと考えられる。 |
| | 原子炉緊急停止系誤動作等 | 安全保護回路に発生するノイズの影響に伴う原子炉緊急停止系誤動作 | | |
| | 非隔離事象 | 安全保護回路以外の計測制御系に発生するノイズの影響に伴う非隔離事象 | | |
| | 全給水喪失 | 安全保護回路以外の計測制御系に発生するノイズの影響に伴う全給水喪失 | | |
| | 水位低下事象 | 安全保護回路以外の計測制御系に発生するノイズの影響に伴う水位低下事象 | | |
| | 外部電源喪失 | 直撃雷による外部電源系の損傷に伴う外部電源喪失 | | |
| | 最終ヒートシンク喪失<br>計画外停止 | 直撃雷による残留熱除去系海水系の損傷に伴う最終ヒートシンク喪失<br>直撃雷による高圧炉心スプレイ系発電機海水系の損傷に伴う最終ヒートシンク喪失 | | |
| | 全交流動力電源喪失 | 直撃雷による非常用ディーゼル発電機の機能喪失，及び外部電源喪失の同時発生による全交流動力電源喪失 | | |
| | タービン・サポート系故障 | 直撃雷による補機冷却海水系の損傷に伴うタービン・サポート系故障 | | |

# シーケンス選定（別紙 1）

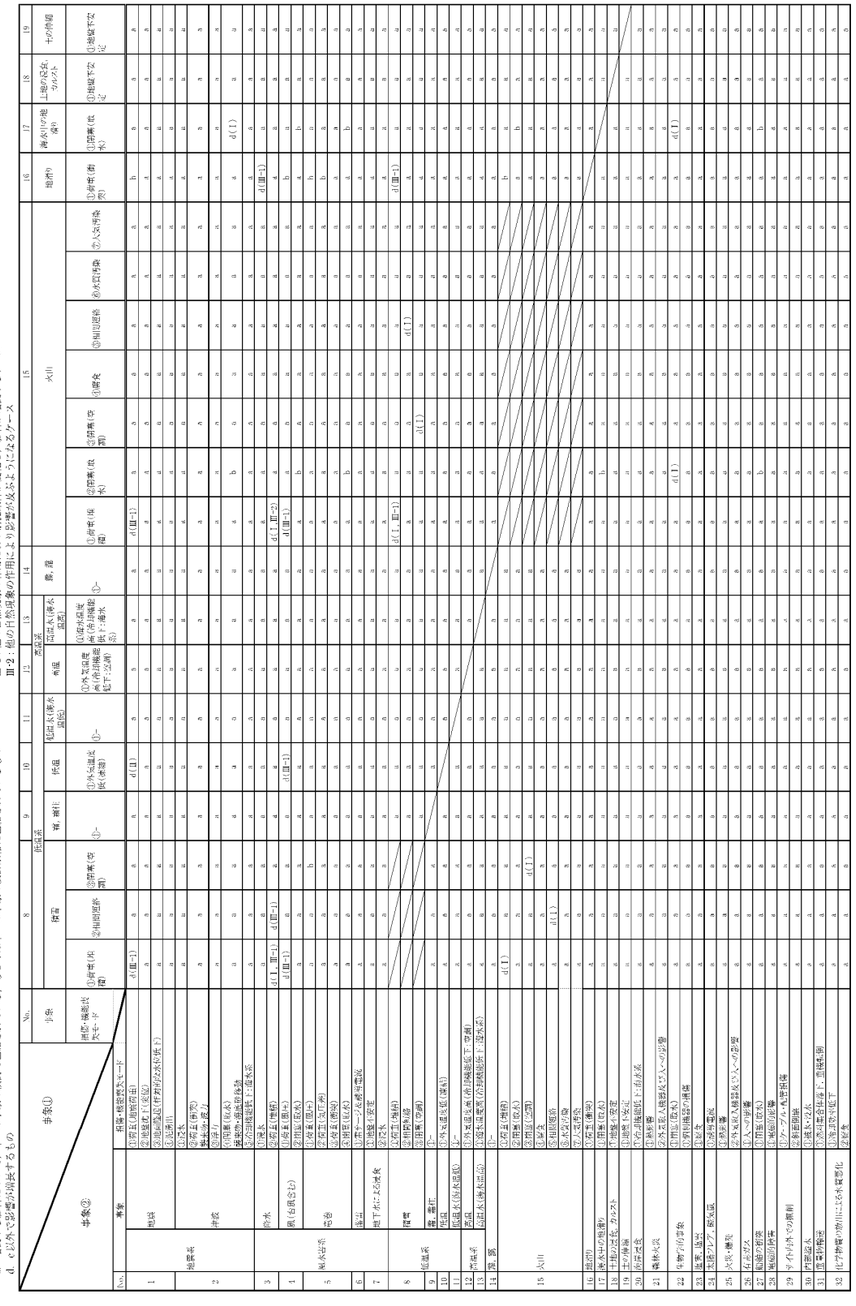
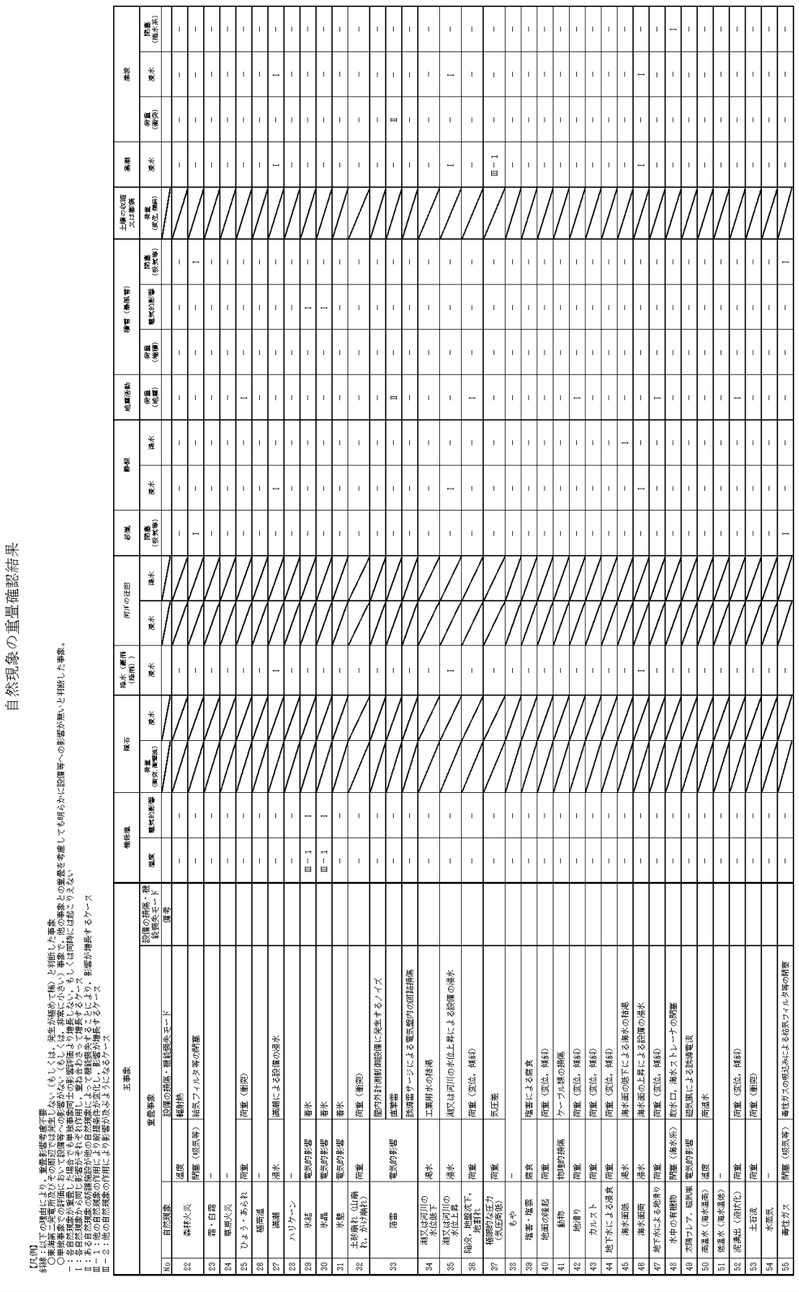
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 添付資料 3<br>補足4 | | 評価対象とした自然現象数の相違 |



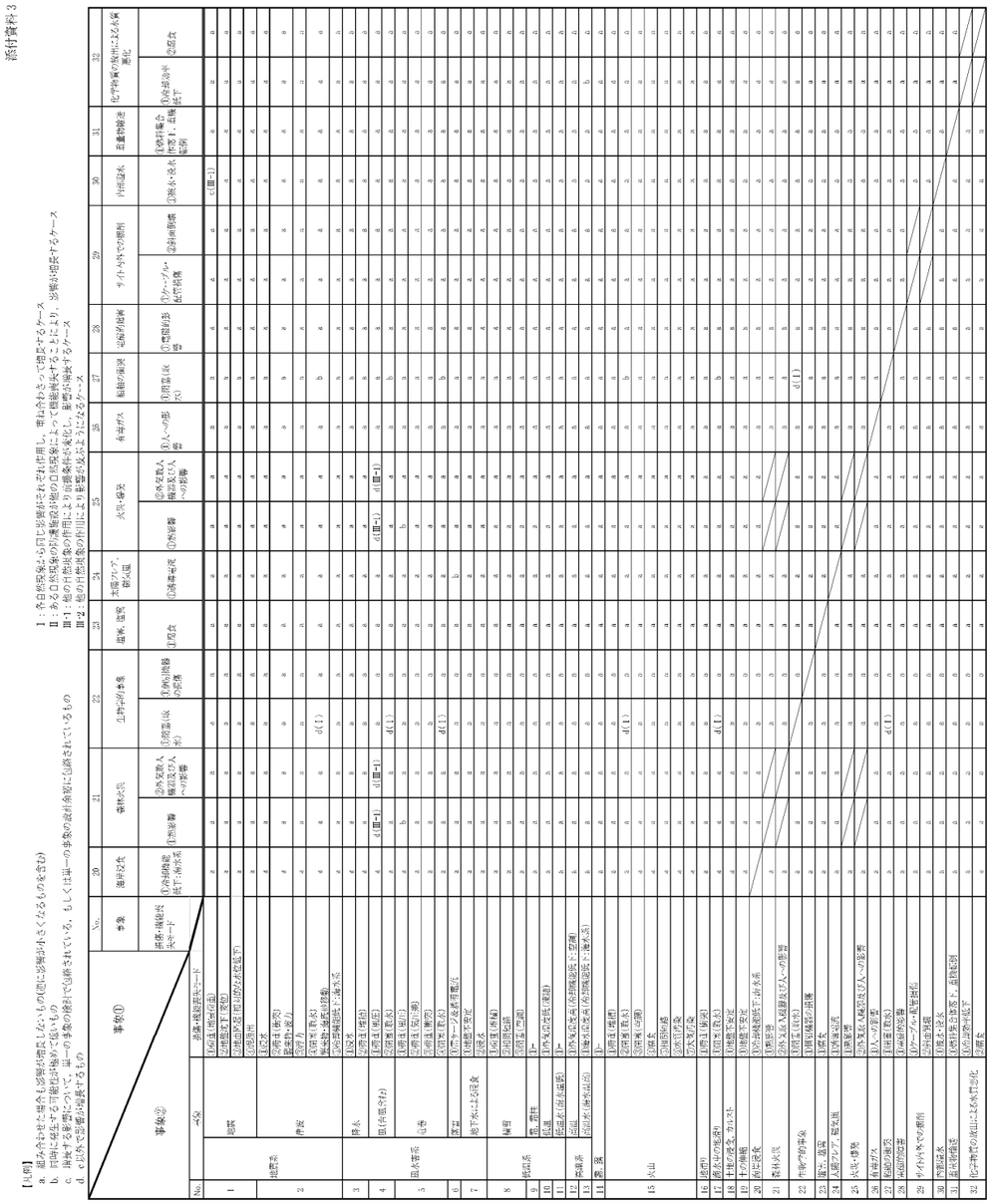
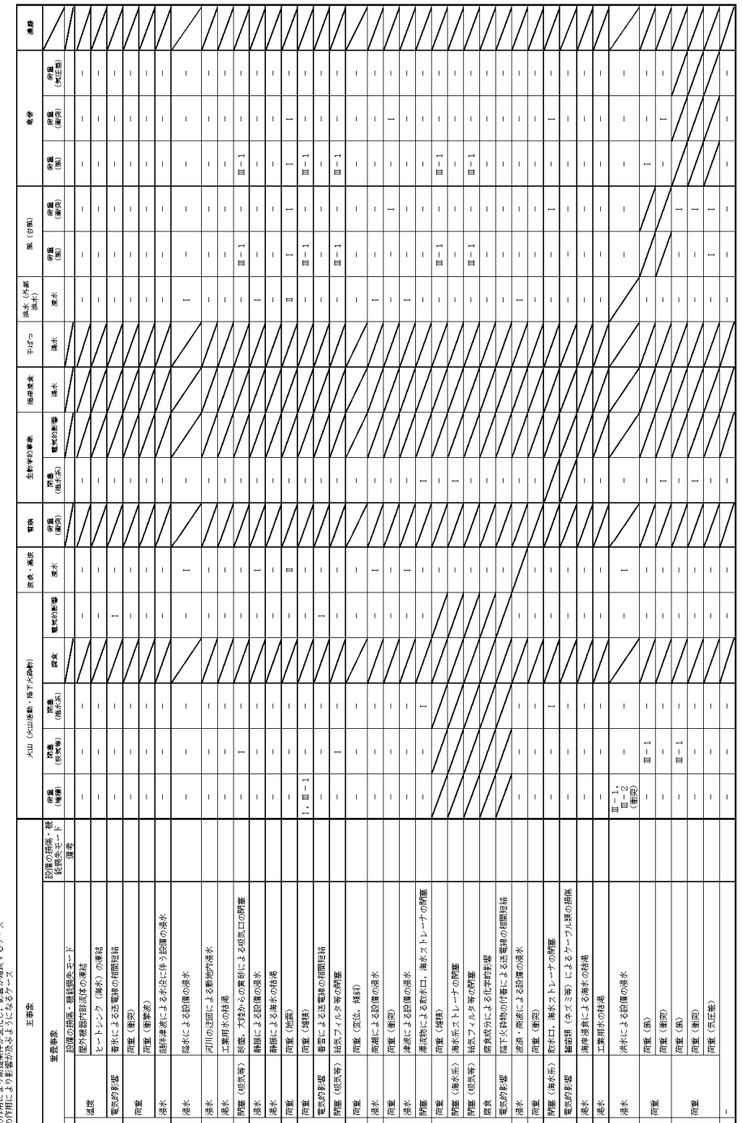


赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
|  |  | 評価対象とした自然現象数の相違 |

# シーケンス選定（別紙 1）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
|  |  | 評価対象とした自然現象数の相違 |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7号（2017年2月15日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | （下表） | 評価対象とした自然現象数の相違 |

自然現象の重畳確認結果

【凡例】
斜線：以下の理由により，重畳影響考慮不要
○東海第二発電所及びその周辺では発生しない（もしくは，発生が極めて稀）と判断した事象
○単独事象での評価において設備等への影響がない（もしくは，非常に小さい）事象で，他の事象との重畳を考慮しても明らかに設備等への影響が無いと判断した事象。
－：各自然現象が重畳した場合でも単独事象同士の影響評価より増長しない，もしくは同時には起こりえない
Ⅰ：各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース
Ⅱ：ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース
Ⅲ－1：他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース
Ⅲ－2：他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

| 主事象 | | | | | 火山（火山活動・降下火砕物） | | | | | 波浪・高波 | 雪崩 | 生物学的事象 | | 海岸浸食 | 干ばつ | 洪水（外部洪水） | 風（台風） | | 竜巻 | | | 濃霧 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重畳事象 | | | | 設備の損傷・機能喪失モード | 荷重（堆積） | 閉塞（吸気等） | 閉塞（海水系） | 腐食 | 電気的影響 | 浸水 | 荷重（衝突） | 閉塞（海水系） | 電気的影響 | 浸水 | 渇水 | 浸水 | 荷重（風） | 荷重（衝突） | 荷重（風） | 荷重（衝突） | 荷重（気圧差） | ＼ |
| No | 自然現象 | 設備の損傷・機能喪失モード | | 備考 | | | | ＼ | | | ＼ | | ＼ | ＼ | ＼ | | | | | | | ＼ |
| 22 | 森林火災 | 温度 | 輻射熱 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | | － | Ⅰ | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | Ⅲ－1 | － | Ⅲ－1 | － | － | ＼ |
| 23 | 霜・白霜 | － | | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 24 | 草原火災 | － | | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 25 | ひょう・あられ | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | Ⅰ | Ⅰ | － | － | － | ＼ |
| 26 | 極高温 | － | | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 27 | 満潮 | 浸水 | 満潮による設備の浸水 | | － | － | － | ＼ | － | Ⅰ | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | Ⅰ | － | － | － | － | － | ＼ |
| 28 | ハリケーン | － | | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 29 | 氷結 | 電気的影響 | 着氷 | | － | － | － | ＼ | Ⅰ | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 30 | 氷晶 | 電気的影響 | 着氷 | | － | － | － | ＼ | Ⅰ | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 31 | 氷壁 | 電気的影響 | 着氷 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 32 | 土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ） | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 33 | 落雷 | 電気的影響 | 屋内外計測制御設備に発生するノイズ | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| | | | 直撃雷 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| | | | 誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 34 | 湖又は河川の水位低下 | 渇水 | 工業用水の枯渇 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 35 | 湖又は河川の水位上昇 | 浸水 | 湖又は河川の水位上昇による設備の浸水 | | － | － | － | ＼ | － | Ⅰ | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | Ⅰ | － | － | － | － | － | ＼ |
| 36 | 陥没，地盤沈下，地割れ | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 37 | 極限的な圧力（気圧高低） | 荷重 | 気圧差 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 38 | もや | － | | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 39 | 塩害・塩雲 | 腐食 | 塩害による腐食 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 40 | 地面の隆起 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 41 | 動物 | 物理的損傷 | ケーブル類の損傷 | | － | － | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 42 | 地滑り | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 43 | カルスト | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 44 | 地下水による浸食 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 45 | 海水面低 | 渇水 | 海水面の低下による海水の枯渇 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 46 | 海水面高 | 浸水 | 海水面の上昇による設備の浸水 | | － | － | － | ＼ | － | Ⅰ | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | Ⅰ | － | － | － | － | － | ＼ |
| 47 | 地下水による地滑り | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 48 | 水中の有機物 | 閉塞 | 取水口，海水ストレーナの閉塞 | | － | － | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 49 | 太陽フレア，磁気嵐 | 電気的影響 | 磁気嵐による誘導電流 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 50 | 高温水（海水温高） | 温度 | 高温水 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 51 | 低温水（海水温低） | － | | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 52 | 泥湧出（液状化） | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 53 | 土石流 | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 54 | 水蒸気 | － | | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | － | － | － | ＼ |
| 55 | 毒性ガス | 閉塞（吸気等） | 毒性ガスの吸込みによる給気フィルタ等の閉塞 | | － | － | － | ＼ | － | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | Ⅲ－1 | － | Ⅲ－1 | － | Ⅲ－1 | ＼ |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
|  | （下記「自然現象の重畳確認結果」参照） | 評価対象とした自然現象数の相違 |

## 自然現象の重畳確認結果

【凡例】
斜線：以下の理由により，重畳影響考慮不要
○東海第二発電所及びその周辺では発生しない（もしくは，発生が極めて稀）と判断した事象
○単独事象での評価において設備等への影響がない（もしくは，非常に小さい）事象で，他の事象との重畳を考慮しても明らかに設備等への影響が無いと判断した事象。
－：各自然現象が重畳した場合でも単独事象同士の影響評価より増長しない，もしくは同時には起こりえない
Ⅰ：各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース
Ⅱ：ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース
Ⅲ－１：他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース
Ⅲ－２：他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

| 主事象 | | | | | 森林火災 | 森林火災 | 霜・白霜 | 草原火災 | ひょう・あられ | 極高温 | 高潮 | ハリケーン | 氷結 | 氷晶 | 氷壁 | 土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ） | 落雷 | 落雷 | 落雷 | 湖又は河川の水位低下 | 湖又は河川の水位上昇 | 陥没，地盤沈下，地割れ | 極限的な圧力（気圧高低） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重畳事象 | | | | 設備の損傷・機能喪失モード | 温度 | 閉塞（吸気等） | ＼ | ＼ | 荷重（衝突） | ＼ | 浸水 | ＼ | 電気的影響 | 電気的影響 | 電気的影響 | 荷重（衝突） | 電気的影響（ノイズ） | 電気的影響（直撃雷） | 電気的影響（雷サージ） | 浸水 | 浸水 | 荷重（変位，傾斜） | 荷重（気圧差） |
| No | 自然現象 | 設備の損傷・機能喪失モード | | 備考 | | | ＼ | ＼ | | ＼ | | ＼ | | | ＼ | ＼ | | | | ＼ | | ＼ | |
| 1 | 極低温 | 温度 | 屋外機器内部流体の凍結 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | | ヒートシンク（海水）の凍結 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 電気的影響 | 着氷による送電線の相間短絡 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 2 | 隕石 | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | | 荷重（衝撃波） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 浸水 | 随伴津波による水没に伴う設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 3 | 降水（豪雨（降雨）） | 浸水 | 降水による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － |
| 4 | 河川の迂回 | 浸水 | 河川の迂回による敷地内浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 渇水 | 工業用水の枯渇 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 5 | 砂嵐 | 閉塞（吸気等） | 砂塵，大陸からの黄砂による吸気口の閉塞 | | － | Ⅰ | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 6 | 静振 | 浸水 | 静振による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － |
| | | 渇水 | 静振による海水の枯渇 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 7 | 地震活動 | 荷重 | 荷重（地震） | | － | － | ＼ | ＼ | Ⅰ | ＼ | Ⅱ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | Ⅱ | － | ＼ | Ⅱ | ＼ | － |
| 8 | 積雪（暴風雪） | 荷重 | 荷重（堆積） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 電気的影響 | 着雪による送電線の相間短絡 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | Ⅰ | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | | － | Ⅰ | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 9 | 土壌の収縮又は膨張 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 10 | 高潮 | 浸水 | 高潮による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | Ⅲ－１ |
| 11 | 津波 | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | ＼ | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | Ⅱ | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 浸水 | 津波による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － |
| | | 閉塞 | 漂流物による取水口，海水ストレーナの閉塞 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 12 | 火山（火山活動・降下火砕物） | 荷重 | 荷重（堆積） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 閉塞（海水系） | 海水系ストレーナの閉塞 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | | － | Ⅰ | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 腐食 | 腐食成分による化学的影響 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 電気的影響 | 降下火砕物の付着による送電線の相間短絡 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 13 | 波浪・高波 | 浸水 | 波浪・高波による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － |
| 14 | 雪崩 | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 15 | 生物学的事象 | 閉塞（海水系） | 取水口，海水ストレーナの閉塞 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 電気的影響 | 齧歯類（ネズミ等）によるケーブル類の損傷 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 16 | 海岸浸食 | 渇水 | 海岸浸食による海水の枯渇 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 17 | 干ばつ | 渇水 | 工業用水の枯渇 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 18 | 洪水（外部洪水） | 浸水 | 洪水による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － |
| 19 | 風（台風） | 荷重 | 荷重（風） | | Ⅲ－１ | Ⅲ－１ | ＼ | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | Ⅱ | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | | 荷重（衝突） | | － | － | ＼ | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | Ⅱ | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 20 | 竜巻 | 荷重 | 荷重（風） | | Ⅲ－１ | Ⅲ－１ | ＼ | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | Ⅱ | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | | 荷重（衝突） | | － | － | ＼ | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | Ⅱ | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | | 荷重（気圧差） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | Ⅰ |
| 21 | 濃霧 | － | | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
|  | （下表参照） | 評価対象とした自然現象数の相違 |

自然現象の重畳確認結果

【凡例】
斜線：以下の理由により，重畳影響考慮不要
　○東海第二発電所及びその周辺では発生しない（もしくは，発生が極めて稀）と判断した事象
　○単独事象での評価において設備等への影響がない（もしくは，非常に小さい）事象で，他の事象との重畳を考慮しても明らかに設備等への影響が無いと判断した事象。
－：各自然現象が重畳した場合でも単独事象同士の影響評価より増長しない，もしくは同時には起こりえない
Ⅰ：各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース
Ⅱ：ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース
Ⅲ－１：他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース
Ⅲ－２：他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

| 主事象 | | | | | 森林火災 | | 霜・白霜 | 草原火災 | ひょう・あられ | 極高温 | 満潮 | ハリケーン | 氷結 | 氷晶 | 氷壁 | 土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ） | 落雷 | | | 湖又は河川の水位低下 | 湖又は河川の水位上昇 | 陥没，地盤沈下，地割れ | 極限的な圧力（気圧高低） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重畳事象 | | | | 設備の損傷・機能喪失モード | 温度 | 閉塞（吸気等） | ＼ | ＼ | 荷重（衝突） | ＼ | 浸水 | ＼ | 電気的影響 | 電気的影響 | 電気的影響 | 荷重（衝突） | 電気的影響（ノイズ） | 電気的影響（直撃雷） | 電気的影響（雷サージ） | 渇水 | 浸水 | 荷重（変位，傾斜） | 荷重（気圧差） |
| No | 自然現象 | 設備の損傷・機能喪失モード | | 備考 | | | ＼ | ＼ | | ＼ | | ＼ | | | ＼ | ＼ | | | | ＼ | | ＼ | |
| 22 | 森林火災 | 温度 | 輻射熱 | | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | － | ＼ | | ＼ | | | ＼ | ＼ | | | | ＼ | | ＼ | |
| 23 | 霜・白霜 | － | | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 24 | 草原火災 | － | | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 25 | ひょう・あられ | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 26 | 極高温 | － | | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 27 | 満潮 | 浸水 | 満潮による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | Ⅲ－1 |
| 28 | ハリケーン | － | | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 29 | 氷結 | 電気的影響 | 着氷 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | ＼ | Ⅰ | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 30 | 氷晶 | 電気的影響 | 着氷 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 31 | 氷壁 | 電気的影響 | 着氷 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 32 | 土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ） | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 33 | 落雷 | 電気的影響 | 屋内外計測制御設備に発生するノイズ | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | － | ＼ | － |
| | | | 直撃雷 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | － | ＼ | － |
| | | | 誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | ＼ | － | ＼ | － |
| 34 | 湖又は河川の水位低下 | 渇水 | 工業用水の枯渇 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 35 | 湖又は河川の水位上昇 | 浸水 | 湖又は河川の水位上昇による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | ＼ | ＼ | － |
| 36 | 陥没，地盤沈下，地割れ | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 37 | 極限的な圧力（気圧高低） | 荷重 | 気圧差 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅲ－1 | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅲ－1 | ＼ | ＼ |
| 38 | もや | － | | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 39 | 塩害・塩雲 | 腐食 | 塩害による腐食 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 40 | 地面の隆起 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 41 | 動物 | 物理的損傷 | ケーブル類の損傷 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 42 | 地滑り | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 43 | カルスト | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 44 | 地下水による浸食 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 45 | 海水面低 | 渇水 | 海水面の低下による海水の枯渇 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 46 | 海水面高 | 浸水 | 海水面の上昇による設備の浸水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | Ⅰ | ＼ | Ⅲ－1 |
| 47 | 地下水による地滑り | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 48 | 水中の有機物 | 閉塞 | 取水口，海水ストレーナの閉塞 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 49 | 太陽フレア，磁気嵐 | 電気的影響 | 磁気嵐による誘導電流 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 50 | 高温水（海水温高） | 温度 | 高温水 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 51 | 低温水（海水温低） | － | | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 52 | 泥湧出（液状化） | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 53 | 土石流 | 荷重 | 荷重（衝突） | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 54 | 水蒸気 | － | | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |
| 55 | 毒性ガス | 閉塞（吸気等） | 毒性ガスの吸込みによる給気フィルタ等の閉塞 | | － | － | ＼ | ＼ | － | ＼ | － | ＼ | － | － | ＼ | ＼ | － | － | － | ＼ | － | ＼ | － |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 自然現象の重畳確認結果 | 評価対象とした自然現象数の相違 |

【凡例】
結果：以下の理由により，重畳影響等確認不要
○：重畳影響等の発生に対する防護対策の実施，もしくは，発生が確認されず（無）と判断した事象
－：各自然現象が重畳しても，他の事象に影響を与えない，もしくは，他の事象との重畳を考慮しても明らかに設備等への影響が無いと判断した事象。
－１：各自然現象が重畳した場合，他の事象に影響を与えるが，もしくは同時には起こりえない
－２：他の自然現象の同時発生を考慮しても，重畳時の影響が増長しないもの，影響が増長するケース
－３：他の自然現象の作用により設備等が劣化し，影響が増長するケース

主要事象

| No. | 自然現象 | 主要事象 | 設備の損傷・機能喪失モード | もや | 地震・地盤 | 地盤の地滑り | 動物 | 地滑り | スウェット | 地下水による浸食 | 海水 | 海水生物 | 海水による腐食 | 海水による閉塞 | 地下水による浸食 | 水中の有機物 | フィルタ，電気的影響 | 海水温度 | 低温水（海水温度） | 低温水（海水量） | 高温水（海水温度） | 高温水（海水量） | 土石流 | 火砕流 | 竜巻（飛来物） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 地震動 | 温度 | 屋外機器内部筐体の劣化<br>ヒートシンク（海水）の劣化 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 電気的影響 | 電気による応電線の相間短絡 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 荷重 | 荷重（衝撃） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 2 | 積雪 | 荷重 | 建屋倒壊による外装に伴う設備の浸水 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 3 | 降水（豪雨（竜巻）） | 浸水 | 降水による設備の浸水 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 4 | 河川の氾濫 | 浸水 | 河川の氾濫による敷地内浸水 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 荷重 | 工業用水の枯渇 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 5 | 砂塵 | 閉塞（吸気等） | 砂塵，不純物からの異物による吸気口の閉塞 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 6 | 静電 | 浸水 | 静電による設備の浸水 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 7 | 地震活動 | 荷重 | 荷重（地震） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 荷重 | 荷重（雑物） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 8 | 積雪（暴風雪） | 電気的影響 | 暴雪による応電線の相間短絡 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 9 | 土壌の空隙又は膨張 | 荷重 | 荷重（沼沢，傾斜） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 10 | 雨雨 | 浸水 | 雨雨による設備の浸水 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 荷重 | 荷重（衝突） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 11 | 津波 | 浸水 | 津波による設備の浸水 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 閉塞 | 異物による取水口，海水ストレーナの閉塞 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 荷重 | 荷重（衝撃） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 12 | 火山（火山灰降下，降下火砕物） | 閉塞（海水系） | 海水ストレーナの閉塞 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 腐食 | 降灰成分による化学的影響 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 電気的影響 | 降下火砕物の付着による応電線の相間短絡 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 13 | 波浪・雨波 | 浸水 | 波浪・雨波による設備の浸水 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 14 | 雪崩 | 荷重 | 荷重（衝突） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 15 | 生物学的事象 | 閉塞（海水系） | 取水口，海水ストレーナの閉塞 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 電気的影響 | 齧歯類（ネズミ等）によるケーブル類の損傷 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 16 | 海洋汚染 | 浸水 | 海洋汚染による海水の枯渇 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 17 | 干ばつ | 浸水 | 工業用水の枯渇 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 18 | 洪水（外部洪水） | 浸水 | 洪水による設備の浸水 | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 19 | 風（台風） | 荷重 | 荷重（風） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 荷重 | 荷重（衝突） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 20 | 竜巻 | 荷重 | 荷重（風） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 荷重 | 荷重（衝突） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| | | 荷重 | 荷重（吹圧差） | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |
| 21 | 凍結 | － | | / | / | / | － | － | / | / | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | － | / | / | － |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017年２月15日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| | 自然現象の重畳確認結果（下表） | 評価対象とした自然現象数の相違 |

自然現象の重畳確認結果

【凡例】
斜線：以下の理由により，重畳影響考慮不要
　○東海第二発電所及びその周辺では発生しない（もしくは，発生が極めて稀）と判断した事象
　○単独事象での評価において設備等への影響がない（もしくは，非常に小さい）事象で，他の事象との重畳を考慮しても明らかに設備等への影響が無いと判断した事象。
－：各自然現象が重畳した場合でも単独事象同士の影響評価より増長しない，もしくは同時には起こりえない
Ⅰ：各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース
Ⅱ：ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース
Ⅲ－１：他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース
Ⅲ－２：他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

| 主事象 | | | | | もや | 塩害・塩雲 | 地面の隆起 | 動物 | 地滑り | カルスト | 地下水による浸食 | 海水面低 | 海水面高 | 地下水による地滑り | 水中の有機物 | 太陽フレア，磁気嵐 | 高温水（海水温高） | 低温水（海水温低） | 泥湧出（液状化） | 土石流 | 水蒸気 | 毒性ガス |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重畳事象 | | | | 設備の損傷・機能喪失モード | ／ | 腐食 | 荷重（変位，傾斜） | 物理的損傷 | 荷重（変位，傾斜） | 荷重（変位，傾斜） | 荷重（変位，傾斜） | 渇水 | 浸水 | 荷重（変位，傾斜） | 閉塞（海水系） | 電気的影響 | 温度 | ／ | 荷重（変位，傾斜） | 荷重（衝突） | ／ | 閉塞（吸気等） |
| No | 自然現象 | 設備の損傷・機能喪失モード | | 備考 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 森林火災 | 温度 | 輻射熱 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| | | 閉塞（吸気等） | 給気フィルタ等の閉塞 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | Ⅰ |
| 23 | 霜・白霜 | － | | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 24 | 草原火災 | － | | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 25 | ひょう・あられ | 荷重 | 荷重（衝突） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 26 | 極高温 | － | | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 27 | 満潮 | 浸水 | 満潮による設備の浸水 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | Ⅰ | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 28 | ハリケーン | － | | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 29 | 氷結 | 電気的影響 | 着氷 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 30 | 氷晶 | 電気的影響 | 着氷 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 31 | 氷壁 | 電気的影響 | 着氷 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 32 | 土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ） | 荷重 | 荷重（衝突） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 33 | 落雷 | 電気的影響 | 屋内外計測制御設備に発生するノイズ | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | Ⅰ | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| | | | 直撃雷 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | Ⅰ | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| | | | 誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | Ⅰ | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 34 | 湖又は河川の水位低下 | 渇水 | 工業用水の枯渇 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 35 | 湖又は河川の水位上昇 | 浸水 | 湖又は河川の水位上昇による設備の浸水 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | Ⅰ | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 36 | 陥没，地盤沈下，地割れ | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 37 | 極限的な圧力（気圧高低） | 荷重 | 気圧差 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | Ⅲ－１ | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 38 | もや | － | | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 39 | 塩害・塩雲 | 腐食 | 塩害による腐食 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 40 | 地面の隆起 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 41 | 動物 | 物理的損傷 | ケーブル類の損傷 | | ／ | ／ | ／ | ／ | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 42 | 地滑り | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | ／ | ／ | ／ | － | ／ | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 43 | カルスト | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 44 | 地下水による浸食 | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 45 | 海水面低 | 渇水 | 海水面の低下による海水の枯渇 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | ／ | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 46 | 海水面高 | 浸水 | 海水面の上昇による設備の浸水 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | ／ | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 47 | 地下水による地滑り | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | ／ | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 48 | 水中の有機物 | 閉塞 | 取水口，海水ストレーナの閉塞 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | Ⅲ－１ | － | － | ／ | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 49 | 太陽フレア，磁気嵐 | 電気的影響 | 磁気嵐による誘導電流 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | ／ | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 50 | 高温水（海水温高） | 温度 | 高温水 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 51 | 低温水（海水温低） | － | | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 52 | 泥湧出（液状化） | 荷重 | 荷重（変位，傾斜） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 53 | 土石流 | 荷重 | 荷重（衝突） | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 54 | 水蒸気 | － | | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | － |
| 55 | 毒性ガス | 閉塞（吸気等） | 毒性ガスの吸込みによる給気フィルタ等の閉塞 | | ／ | ／ | ／ | － | － | ／ | ／ | － | － | － | － | － | － | ／ | ／ | ／ | ／ | ／ |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

## 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版）

添付資料 4

外部人為事象に関わる重畳の影響について

外部事象のうち，自然現象同士が重畳することによる影響については，添付資料 3 に示すように組み合わせを考慮し，単独事象とは異なる新たな影響が発生しないことを確認した。一方，外部人為事象については，以下に示す理由から個々の組み合わせについて確認する必要はなく，自然現象同士の重畳影響評価に包絡されると考える。

【理由】自然現象と比べて外部人為事象は影響範囲が限定的（狭い）である。
自然現象の影響は，原子炉施設全体に対して同時に作用する点が特徴である。一方，外部人為事象の場合は，人工物の事故等により引き起こされるものであり，影響範囲は当該人工物の大きさや内包する危険物量等により決まる。従って，外部人為事象の場合，低頻度事象を仮定しようとしても，実際に設置されている設備や立地状況等により制限され，際限なく事象影響範囲が拡がるということはない。
以上より，各外部人為事象により生じる影響の特徴を踏まえ，それぞれの影響を包絡する自然現象について重畳影響を確認しておくことで，外部人為事象についても重畳影響を確認したことと同等になる。（表 1 参照）

表 1　自然現象に包絡される外部人為事象

| 自然現象 | 特徴 | 包絡される外部人為事象<br>（No. は添付資料 1-2 中の事象の番号） |
|---|---|---|
| 地　震 | 原子炉施設全体に対して同時に外力が作用し，複数の機器が同時に機能喪失する場合がある。敷地の変動等により屋外設備の基礎や地中設備の損傷が生じうる。 | No. 9 航空機衝突（意図）<br>No. 14 軍事活動によるミサイルの飛来<br>No. 15 サイト内外での掘削 |
| 津　波 | 原子炉施設への浸水により，複数の機器が同時に機能喪失する場合がある。波力により海水系機器を損傷させる可能性がある。 | No. 5 船舶の衝突<br>No. 16 内部溢水<br>No. 19 化学物質の放出による水質悪化<br>No. 20 油流出 |
| 落　雷 | 原子炉施設への落雷により，広範な範囲で計測系，制御系を損傷させる可能性がある。 | No. 6 電磁的障害<br>No. 10 妨害破壊行為<br>No. 11 サイバーテロ |
| 竜　巻 | 移動しながら広範囲にわたって風圧，気圧差，飛来物による影響を与える。特に飛来物については，屋外設備だけではなく，建屋内の設備を損傷させる場合もある。 | No. 7 パイプライン事故（飛来物）<br>No. 13 輸送事故（飛来物）<br>No. 18 重量物輸送（重機等の転倒） |

なお，表 1 のとおり自然現象に包絡される事象以外の“その他の事象”については以下のとおりである。

## 東二

補足 5

外部人為事象に関わる重畳の影響について

外部事象のうち，自然現象同士が重畳することによる影響については，補足 4 に示すように組合せを考慮し，単独事象とは異なる新たな影響が発生しないことを確認した。一方，外部人為事象については，以下に示す理由から個々の組み合わせについて確認する必要はなく，自然現象同士の重畳影響評価に包絡されると考える。

【理由】自然現象と比べて外部人為事象は影響範囲が限定的（狭い）である。
自然現象の影響は，原子力施設全体に対して同時に作用する点が特徴である。一方，外部人為事象の場合は，人工物の事故等により引き起こされるものであり，影響範囲は当該人工物の大きさや内包する危険物量等により決まる。したがって，外部人為事象の場合，低頻度事象を仮定しようとしても，実際に設置されている設備や立地状況等により制限され，際限なく事象影響範囲が拡がるということはない。
以上より，各外部人為事象により生じる影響の特徴を踏まえ，それぞれの影響を包絡する自然事象について重畳影響を確認しておくことで，外部人為事象についても重畳影響を確認したことと同等になる。（表 1 参照）

表 1　自然現象に包絡される外部人為事象

| 自然現象 | 特徴 | 包絡される外部人為事象 |
|---|---|---|
| 地震 | 原子炉施設全体に対して外力が作用し，複数の機器が同時に機能喪失する場合がある。敷地の変動等により屋外設備の基礎や地中設備の損傷が生じうる。 | No. 16 掘削工事 |
| 津波 | 原子炉施設への浸水により，複数の機器が同時に機能喪失する場合がある。波力により海水系機器を損傷させる可能性がある。 | No. 8 船舶の衝突<br>No. 10 船舶から放出される固体・液体不純物<br>No. 11 水中の化学物質<br>No. 13 プラント外での化学物質の流出<br>No. 22 内部溢水 |
| 落雷 | 原子炉施設への落雷により，広範な範囲で計測系，制御系を損傷させる可能性がある。 | No. 20 電磁的障害 |
| 竜巻 | 移動しながら広範囲にわたって風圧，飛来物による影響を与える。特に飛来物については，屋外設備だけではなく，建屋内の設備を損傷させる可能性がある。 | No. 2 パイプライン事故<br>No. 7 工業施設又は軍事施設事故<br>No. 9 自動車又は船舶の爆発<br>No. 12 プラント外での爆発 |

なお，表 1 のとおり自然現象に包絡される外部人為事象以外の“その他の事象”については，以下のとおりである。

## 相違理由

設計基準事象抽出方法の相違

設計基準事象抽出方法の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 【その他の事象】<br><br>（1） 外部人為事象の影響の方が大きい場合<br>火災による熱影響については，自然現象では「森林火災」，外部人為事象では「No. 1 航空機落下（偶発）」，「No. 3 火災・爆発」，「No. 7 パイプライン事故」及び「No. 13 輸送事故」が該当するが，原子炉施設に対して最も厳しい影響がある事象は「No. 3 火災・爆発」にて想定している軽油タンクの火災である。軽油タンク火災と原子炉施設周辺で発生し得る重畳事象としては，「森林火災」と「No. 1 航空機落下（偶発）」が挙げられる。<br>軽油タンクの消火設備が機能せず，かつ「森林火災」が防火帯を越えて延焼する事象は低頻度事象と推定されること，軽油タンクへ偶発的に航空機が落下することによる重畳事象については，$10^{-7}$／年程度の低頻度事象ではあるものの外部火災評価の中で許容値以下の熱影響に止まることを確認済みであることを踏まえると，事象の重畳により新たな起因事象の追加は無い。<br><br>爆発による影響については，「No. 7 パイプライン事故」，「No. 9 航空機衝突（意図）」，「No. 13 輸送事故」及び「No. 14 軍事活動によるミサイルの飛来」で想定されるが，それぞれの事象の特徴を踏まえれば，個別の重畳影響評価をするまでもなく，自然現象同士の重畳事象を評価することで影響が包絡される。（「No. 7 パイプライン事故」については，パイプラインが地中に埋設されているため単独事象として影響が無いと判断。「No. 13 輸送事故」については，発電所前面の海上航路約 30km の場所を航行する輸送船舶が漂流して発電所港湾内に侵入すること自体が非常に稀な事象であること，及び発電所港湾内に侵入し得る最大規模の高圧ガス輸送船舶の爆発事故を想定した場合であっても，爆風圧の影響が原子炉施設へ及ばないことを確認済みであることを踏まえ，単独事象として影響が無いと判断。また，「No. 9 航空機衝突（意図）」及び「No. 14 軍事活動によるミサイルの飛来」は，損傷規模が地震に包絡される。）<br><br>（2）事象の影響について考慮が不要な場合<br>以下に挙げる外部事象については，重畳影響を考慮するまでもなく，単独事象として原子炉施設への影響を考慮する必要が無いものとして整理している。<br>○単独事象として発生頻度が稀な事象（$10^{-7}$／年以下）<br>No. 1 航空機落下（偶発）（原子炉施設への衝突）<br>No. 17 タービンミサイル（原子炉施設への衝突） | 【その他の事象】<br><br>（1）外部人為事象の影響の方が大きい場合<br>火災による熱影響については，自然現象では「森林火災」，外部人為事象では「No. 2 パイプライン事故」，「No. 3 交通事故（化学物質の流出含む）」，「No. 6 飛来物（航空機落下）」，「No. 7 工業施設又は軍事施設事故」，「No. 9 自動車又は船舶の爆発」及び「No. 23 火災（近隣工場等の火災）」で想定されるが，このうち，原子炉施設に対して最も厳しい熱影響がある事象は，「No. 6 飛来物（航空機落下）」である。航空機落下と原子炉施設周辺で発生し得る重畳事象としては，「森林火災」と「No. 23 火災（近隣工場等の火災）」の溶融炉灯油タンク火災が挙げられるものの，「森林火災」の熱影響は，溶融炉灯油タンク火災の影響に包絡できる。<br>偶発的に落下する航空機による火災と，溶融炉灯油タンク火災が組み合わされる重畳事象については，$10^{-7}$／年程度の低頻度事象であるものの外部火災評価の中で許容値以下の熱影響に止まることを確認済みであることを踏まえると，事象の重畳による新たな起因事象の追加はない。<br>爆風圧による影響については，「No. 2 パイプライン事故」，「No. 7 工業施設又は軍事施設事故」，「No. 9 自動車又は船舶の爆発」及び「No. 12 プラント外での爆発」で想定されるが，それぞれの事象の特徴を踏まえれば，個別の重畳影響評価をするまでもなく，自然現象同士の重畳影響を評価することで影響が包絡される。（「No. 2 パイプライン事故」については，爆風圧の影響が原子炉施設へ影響のある範囲にないため単独事象として影響がないと判断。「No. 7 工業施設又は軍事施設事故」については，軍事施設は発電所近傍にないこと，工業施設の爆発を想定した場合であっても，爆風圧の影響が原子炉施設へ及ばないことを確認済みであることを踏まえ，単独事象として影響がないと判断。「No. 9 自動車又は船舶の爆発」については，交通事故による自動車の爆発や発電所港湾内に侵入し得る最大規模の高圧ガス輸送船舶の爆発事故を想定した場合であっても，爆風圧の影響が原子炉施設へ及ばないことを確認済みであることを踏まえ，単独事象として影響がないと判断。「No. 12 プラント外での爆発」については，発電所周辺の社会環境からみて，爆風圧の影響が発電所へ及ばないことを確認済みであることを踏まえ，単独事象として影響がないと判断。）<br><br>（2）外部人為事象の影響について考慮が不要な場合<br>以下にあげる外部人為事象については，重畳影響を考慮するまでもなく，単独事象として原子炉施設への影響を考慮する必要がないものとして整理している。<br>○単独事象として発生頻度が稀な事象（$10^{-7}$/年以下）<br>No. 1 衛星の落下<br>No. 5 タービンミサイル<br>No. 6 飛来物（航空機落下）<br>No. 15 軍事施設からのミサイル | 設計基準事象の評価内容の相違<br><br>設計基準事象の評価内容の相違 |

シーケンス選定（別紙 1）

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ○発生源となる施設が発電所へ影響が及ぶ範囲にない事象<br>No. 2 ダムの崩壊<br>No. 7 パイプライン事故（火災，爆発）<br>No. 12 産業施設の事故 | ○発生源となる施設が発電所へ影響の及ぶ範囲にない事象<br>No. 18 他ユニットからのミサイル<br>No. 19 他ユニットからの内部溢水<br>No. 21 ダムの崩壊 | 設計基準事象の評価内容の相違 |
| ○発生しても影響が軽微な事象，影響を遮断できる事象<br>No. 4 有毒ガス<br>No. 8 第三者の不法な接近<br>No. 18 重量物輸送（燃料集合体落下） | ○発生しても影響が軽微な事象，影響を遮断できる事象<br>No. 4 有毒ガス<br>No. 14 サイト貯蔵の化学物質の流出<br>No. 17 他ユニットからの火災 | 設計基準事象の評価内容の相違 |
| 事象毎の状況を以下の表２にまとめる。 | 事象毎の状況を表２にまとめる。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

## 柏崎　6／7 号（2017 年 2 月 15 日版）

表２　各外部人為事象が包絡される自然現象等

| No. | 外部人為事象 | 包絡される自然現象等 | |
|---|---|---|---|
| 1 | 航空機落下（偶発） | 【 － 】 | 衝突は低頻度事象。（その他の事象（２）のとおり。）<br>熱影響は No.3 火災・爆発に包絡。（その他の事象（１）のとおり。） |
| 2 | ダムの崩壊 | 【 － 】 | 影響が及ぶ範囲に発生源となる施設無し。<br>（その他の事象（２）のとおり。） |
| 3 | 火災・爆発 | 【 － 】 | 影響確認済み。<br>（その他の事象（１）のとおり。） |
| 4 | 有毒ガス | 【 － 】 | 影響を遮断可能。<br>（その他の事象（２）のとおり。） |
| 5 | 船舶の衝突 | 【津波】 | 海水系機器の損傷 |
| 6 | 電磁的障害 | 【落雷】 | 計測系，制御系機器へのノイズ影響等 |
| 7 | パイプライン事故 | 【竜巻】 | 飛来物による影響。熱影響等はその他の事象（１），（２）のとおり。 |
| 8 | 第三者の不法な接近 | 【 － 】 | 侵入行為では影響無し。（その他の事象（２）のとおり。）<br>原子炉施設への影響は No. 10 妨害破壊行為に包絡。 |
| 9 | 航空機衝突（意図） | 【地震】 | 広範な範囲の機器等の同時損傷。 |
| 10 | 妨害破壊行為 | 【落雷】 | 機器の破壊，無力化，悪意操作による外乱。 |
| 11 | サイバーテロ | 【落雷】 | 機器の悪意操作等による外乱。 |
| 12 | 産業施設の事故 | 【 － 】 | 影響が及ぶ範囲に発生源となる施設無し。<br>（その他の事象（２）のとおり。） |
| 13 | 輸送事故 | 【竜巻】 | 飛来物による影響。熱影響等はその他の事象（１）のとおり。 |
| 14 | 軍事活動によるミサイルの飛来 | 【地震】 | 広範な範囲の機器等の同時損傷。 |
| 15 | サイト内外での掘削 | 【地震】 | 敷地の変動等による屋外設備の基礎や地中設備の損傷。 |
| 16 | 内部溢水 | 【津波】 | 広範な範囲の機器等の同時浸水。 |
| 17 | タービンミサイル | 【 － 】 | 低頻度事象。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 18 | 重量物輸送 | 【竜巻】 | 重機の転倒等による屋外設備の損壊。燃料集合体落下はその他の事象（２）のとおり。 |
| 19 | 化学物質の放出による水質悪化 | 【津波】 | 海水系機器の機能低下。 |
| 20 | 油流出 | 【津波】 | 海水系機器の機能低下。 |

凡例：【　】包絡される自然現象

以　上

## 東二

表２　各外部人為事象が包絡される自然現象等

| No. | 外部人為事象 | 包絡される自然現象等 | |
|---|---|---|---|
| 1 | 衛星の落下 | 【 — 】 | 低頻度事象。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 2 | パイプライン事故（ガスなど），パイプライン事故によるサイト内爆発等 | 【竜巻】 | 飛来物による影響。<br>熱影響，爆風圧の影響はその他の事象（１）のとおり。 |
| 3 | 交通事故（化学物質の流出含む） | 【 — 】 | 熱影響はその他の事象（１）のとおり。 |
| 4 | 有毒ガス | 【 — 】 | 影響を緩和可能。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 5 | タービンミサイル | 【 — 】 | 低頻度事象。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 6 | 飛来物（航空機落下） | 【 — 】 | 熱影響はその他の事象（１）のとおり。<br>落下は低頻度事象。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 7 | 工業施設又は軍事施設事故 | 【竜巻】 | 飛来物による影響。<br>熱影響，爆風圧の影響はその他の事象（１）のとおり。 |
| 8 | 船舶の衝突（船舶事故） | 【津波】 | 海水系機器の性能低下。 |
| 9 | 自動車又は船舶の爆発 | 【竜巻】 | 飛来物による影響。<br>熱影響，爆風圧の影響はその他の事象（１）のとおり。 |
| 10 | 船舶から放出される固体・液体不純物 | 【津波】 | 海水系機器の性能低下。 |
| 11 | 水中の化学物質 | 【津波】 | 海水系機器の性能低下。 |
| 12 | プラント外での爆発 | 【竜巻】 | 飛来物による影響。<br>熱影響，爆風圧の影響はその他の事象（１）のとおり。 |
| 13 | プラント外での化学物質の流出 | 【津波】 | 海水系機器の性能低下。 |
| 14 | サイト貯蔵の化学物質の流出 | 【 — 】 | 影響を緩和可能。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 15 | 軍事施設からのミサイル | 【 — 】 | 低頻度事象。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 16 | 掘削工事 | 【地震】 | 敷地の変動等により屋外設備の基礎や地中設備の損傷。 |
| 17 | 他ユニットからの火災 | 【 — 】 | 影響を緩和可能。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 18 | 他ユニットからのミサイル | 【 — 】 | 影響の及ぶ範囲に発生源となる施設なし。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 19 | 他ユニットからの内部溢水 | 【 — 】 | 影響の及ぶ範囲に発生源となる施設なし。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 20 | 電磁的障害 | 【落雷】 | 計測系，制御系へのノイズ影響等。 |
| 21 | ダムの崩壊 | 【 — 】 | 影響の及ぶ範囲に発生源となる施設なし。（その他の事象（２）のとおり。） |
| 22 | 内部溢水 | 【津波】 | 広範囲の機器等の同時浸水。 |
| 23 | 火災（近隣工場等の火災） | 【 — 】 | 影響確認済み。（その他の事象（１）のとおり。） |

凡例：【　】包絡される自然事象

## 相違理由

設計基準事象の評価内容の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| 別紙 1（補足 2）<br>＜地震レベル 1.5PRA について＞<br><br>１．はじめに<br>実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第三十七条（重大事故等の拡大の防止等）にて要求されている原子炉格納容器の破損の防止に関する有効性評価に関し、必ず想定すべき格納容器破損モード以外の破損モードの有無について、内部事象についてはレベル 1.5PRA により確認を実施済みであるが、地震事象特有の影響について以下にて確認を実施した。<br><br>２．地震事象特有の原子炉格納容器破損モードについて<br>炉心損傷後の原子炉格納容器の健全性に影響を与える物理現象による事象進展に関し内部事象と地震事象の差はなく、地震事象特有の影響としては、地震動により直接的に原子炉格納容器が損傷する場合、原子炉格納容器の隔離機能又は圧力抑制機能に係る設備が損傷することで格納容器破損に至る場合が考えられる。<br>(1) 原子炉格納容器本体の損傷<br>地震動による原子炉建屋の損傷影響により原子炉格納容器が破損に至る、または原子炉格納容器本体が直接的に破損に至るケースは、地震事象特有の格納容器破損モードであり、日本原子力学会標準「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準」では、原子炉建屋破損のχモードとして分類されている。<br>このケースの場合、炉心損傷時に原子炉格納容器の放射性物質閉じ込め機能は既に喪失しており、内部事象レベル 1.5PRA では、格納容器隔離失敗として考慮している。<br>(2) 原子炉格納容器隔離機能喪失<br>地震動により原子炉格納容器隔離弁が閉鎖できなくなることで、炉心損傷により発生した放射性物質が原子炉格納容器外へ直接放出される可能性がある。このケースについては、原子炉格納容器本体の損傷と同様に炉心損傷時には原子炉格納容器の放射性物質閉じ込め機能は喪失している状態であり、内部事象レベル 1.5PRA では格納容器隔離失敗として考慮している。<br>(3) 原子炉格納容器圧力抑制機能喪失<br>地震動により残留熱除去系(格納容器スプレイ冷却モード)や格納容器ベント管、圧力抑制室の損傷により原子炉格納容器圧力が抑制できなくなり、原子炉格納容器が過圧破損に至る可能性がある。<br>このケースについては、内部事象レベル 1.5PRA において、水蒸気(崩壊熱)蓄積等による過圧によって格納容器が破損に至る過圧破損モードとして考慮されている。<br><br>以上を踏まえると、地震事象特有の影響として原子炉格納容器本体や隔離弁等の破損が考えられるものの、地震事象特有の格納容器破損モードは無く、内部事象レベル 1.5PRA と同様であるといえる。 | 添付 2<br>地震レベル１．５ＰＲＡについて<br><br>１．はじめに<br>実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則第三十七条（重大事故等の拡大の防止等）にて要求されている格納容器の破損の防止に関する有効性評価に関し，必ず想定すべき格納容器破損モード以外の破損モードの有無について，内部事象についてはレベル１．５ＰＲＡにより確認を実施済みであるが，地震事象特有の影響について以下にて確認を実施した。<br><br>２．地震事象特有の格納容器破損モードについて<br>炉心損傷後の格納容器の健全性に影響を与える物理現象による事象進展に関し内部事象と地震事象の差はなく，地震事象特有の影響としては，地震動により直接的に格納容器本体が損傷する場合，格納容器の隔離機能又は圧力抑制機能に係る設備が損傷することで格納容器破損に至る場合が考えられる。<br>(1)格納容器本体の損傷<br>地震動による原子炉建屋の損傷影響により格納容器が破損に至る，または格納容器が直接的に破損に至るケースは，地震事象特有の格納容器破損モードであり，（社）日本原子力学会標準「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：２００７」では，原子炉建屋破損のχモードとして分類されている。<br>このケースの場合，炉心損傷時に格納容器の放射性物質閉じ込め機能は既に喪失しており，内部事象レベル１．５ＰＲＡでは格納容器隔離失敗として考慮している。<br>(2)格納容器隔離機能喪失<br>地震動により格納容器隔離弁が閉鎖できなくなることで，炉心損傷により発生した放射性物質が格納容器外へ直接放出される可能性がある。このケースについては，格納容器本体の損傷と同様に炉心損傷時には格納容器の放射性物質閉じ込め機能は喪失している状態であり，内部事象レベル１．５ＰＲＡでは格納容器隔離失敗として考慮している。<br>(3)格納容器圧力抑制機能喪失<br>地震動により残留熱除去系（格納容器スプレイ冷却モード），格納容器ベント管，もしくは圧力抑制室の損傷により格納容器圧力を抑制出来なくなり，格納容器が過圧破損に至る可能性がある。このケースについては，内部事象レベル１．５ＰＲＡにおいて，水蒸気（崩壊熱）の蓄積等による過圧によって格納容器が破損に至る過圧破損モードとして考慮されている。 | |

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）
黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

| 柏崎　６／７号（2017 年 2 月 15 日版） | 東二 | 相違理由 |
|---|---|---|
| ３．原子炉格納容器破損防止対策に係る有効性評価事故シーケンスについて<br>上述の通り、地震事象特有の影響として原子炉格納容器や隔離機能等の地震動による損傷が考えられるものの、格納容器破損モードとしては内部事象レベル 1.5PRA と同様である。<br>また、地震動による直接的な原子炉格納容器や隔離機能等の損傷については、重大事故の事象進展により格納容器へ圧力荷重、熱荷重といった物理的な負荷が加わった結果として放射性物質閉じ込め機能が喪失に至るものではない。そのため、原子炉格納容器破損防止対策の有効性評価の判断基準に照らすと、重大事故対策の有効性評価の観点としてではなく、対象設備の耐震性の観点から評価がなされるべきものと判断される。<br>加えて原子炉格納容器本体の損傷については、内部事象レベル 1.5PRA でも想定していない機器の損傷モードであるが、原子炉格納容器が損傷に至るような大規模地震を想定した場合、その損傷の程度や緩和系設備使用可否の評価、事故シナリオを特定することは非常に困難である。従って、そのような状況下においては、地震によるプラントの損傷の程度や事象進展に応じて、様々な格納容器破損防止対策を臨機応変に組み合わせて影響緩和を図るとともに、大規模損壊対策として放水砲等の影響緩和措置を講じられるようにしておくことが重要であると考えられる。<br><br>４．地震レベル 1.5PRA について<br>内的事象 PRA では、レベル 1PRA の結果抽出された炉心損傷に至る事故シーケンスグループをレベル 1.5PRA 評価の起点となるようプラント損傷状態を定義した上で、炉心損傷に至るまでのプラント状態などの観点から原子炉格納容器の健全性に影響を与える事象(過温破損、水蒸気爆発など)を抽出しているが、地震レベル 1.5PRA では、地震事象特有の影響として原子炉建屋、原子炉格納容器等の損傷から原子炉格納容器の閉じ込め機能喪失に至るシナリオを考慮する必要がある。<br><br>具体的には、地震レベル 1PRA において緩和系に期待することができず、炉心損傷直結事象として整理している原子炉建屋損傷や Excessive-LOCA といった事故シナリオが対象となるものの、現段階では、それら事故の起因となる設備の損傷の規模や範囲の特定を行うことは困難かつ不確実さが大きく、これらの事故シナリオが発生した場合の事象進展(炉心損傷までの時間余裕や緩和系の健全性など)を定量化することが困難な状況にある。<br>そのため、今後、対象設備の損傷影響評価などの精緻化を進めるとともに、実機適用へ向けた検討を進めていくところである。<br>以 上 | ３．格納容器破損防止対策に係る有効性評価事故シーケンスについて<br>上述の通り，地震事象特有の影響として格納容器や隔離機能等の地震動による損傷が考えられるものの，重大事故の事象進展により格納容器へ圧力荷重，熱荷重といった物理的な負荷が加わった結果として放射性物質閉じ込め機能が喪失に至るものではない。そのため，格納容器破損防止対策の有効性評価の判断基準に照らすと，重大事故対策の有効性評価の観点としてではなく，対象設備の耐震性の観点から評価がなされるべきものと判断される。<br><br>加えて格納容器本体の損傷については，内部事象レベル１．５ＰＲＡでも想定していない機器の損傷モードであるが，格納容器が損傷に至るような大規模地震を想定した場合，その損傷の程度や緩和系設備使用可否の評価，事故シナリオを特定することは非常に困難である。したがって，そのような状況下においては，地震によるプラントの損傷の程度や事象進展に応じて，様々な格納容器破損防止対策を臨機応変に組み合わせて影響緩和を図るとともに，大規模損壊対策として放水砲等の影響緩和措置を講じられるようにしておくことが重要と考えられる。<br><br>４．地震レベル１．５ＰＲＡについて<br>内部事象ＰＲＡでは，レベル１ＰＲＡの結果抽出された炉心損傷に至る事故シーケンスグループをレベル１．５ＰＲＡ評価の起点となるようプラント損傷状態を定義した上で，炉心損傷に至るまでのプラント状態などの観点から格納容器の健全性に影響を与える事象（過温破損，水蒸気爆発など）を抽出しているが，地震レベル１．５ＰＲＡでは，地震事象特有の影響として原子炉建屋，格納容器等の損傷から格納容器の閉じ込め機能喪失に至るシナリオを考慮する必要がある。<br>具体的には，地震レベル１ＰＲＡにおいて緩和系に期待することができず，炉心損傷直結事象として整理している原子炉建屋損傷やＥｘｃｅｓｓｉｖｅ　ＬＯＣＡといった事故シナリオが対象となるものの，現段階では，それら事故の起因となる設備の損傷の規模や範囲の特定には困難かつ不確実さが大きく，これらの事故シナリオが発生した場合の事象進展（炉心損傷までの時間余裕や緩和系の健全性など）を定量化することが困難な状況にある。<br>そのため，今後，対象設備の損傷影響評価などの精緻化を進めるとともに，実機適用へ向けた検討を進めていくところである。 | |