

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	SAE8 r.3.0
提出年月日	令和4年11月30日

泊発電所3号炉
重大事故等対策の有効性評価

付録1 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ついて

令和4年11月
北海道電力株式会社

泊発電所3号炉
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ついて

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
 - 1.1 事故シーケンスグループの分析について
 - 1.1.1 炉心損傷に至る事故シーケンスの抽出，整理
 - 1.1.2 抽出した事故シーケンスの整理
 - 1.2 有効性評価の対象となる事故シーケンスについて
 - 1.3 重要事故シーケンスの選定について
 - 1.3.1 重要事故シーケンス選定の考え方
 - 1.3.2 重要事故シーケンスの選定結果
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及び評価事故シーケンスの選定について
 - 2.1 格納容器破損モードの分析について
 - 2.1.1 格納容器破損モードの抽出，整理
 - 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
 - 2.2 評価事故シーケンスの選定について
 - 2.2.1 評価対象とするプラント損傷状態（PDS）の選定
 - 2.2.2 評価事故シーケンス選定の考え方
 - 2.2.3 評価事故シーケンスの選定結果
 - 2.2.4 炉心損傷防止が困難な事故シーケンスにおける格納容器破損防止対策の有効性
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
 - 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
 - 3.1.1 燃料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 重要事故シーケンスの選定について
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

第1-1表	PRAの対象とした主な設備・系統
第1-2表	内部事象運転時レベル1 PRAにおける起因事象と発生頻度
第1-3表	地震レベル1 PRAにおける起因事象と発生頻度
第1-4表	津波高さ別の発生頻度
第1-5表	イベントツリーにより抽出される事故シーケンス
第1-6表	PRA結果に基づく新たな事故シーケンスグループの検討
第1-7表	事故シーケンスグループ別炉心損傷頻度（内部事象，地震，津波）
第1-8表	重要事故シーケンスの選定について
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）の選定について
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について
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

図

第1-1図	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
第1-2図	内部事象運転時レベル1 PRA イベントツリー
第1-3図	地震レベル1 PRA 階層イベントツリー
第1-4図	地震レベル1 PRA イベントツリー
第1-5図	津波レベル1 PRA イベントツリー
第1-6図	プラント全体の炉心損傷頻度
第1-7図	事故シーケンスグループ別の寄与割合
第2-1図	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
第2-2図	シビアアクシデントで想定される事故進展と格納容器破損モード
第2-3図	格納容器イベントツリー（CET）
第2-4図	内部事象運転時レベル1.5 PRAの定量化結果（格納容器破損モードごとの寄与割合）
第3-1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	停止時PRAにおけるイベントツリー
第3-3図	停止時PRAの定量化結果（運転停止中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等の選定に際しての外部事象の考慮について
- 別紙2 外部事象に特有の事故シーケンスについて
- 別紙3 諸外国の重大事故等対策に係る設備例について
- 別紙4 事故（蒸気発生器伝熱管破損，インターフェイスシステムLOCA）時の原子炉トリップ失敗の取扱いについて
- 別紙5 泊3号炉 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
- 別紙6 地震PRA，津波PRAにおける主要な事故シーケンスの対策等について
- 別紙7 津波レベル1 PRAにおける防潮堤の耐性評価結果について
- 別紙8 格納容器直接接触（シェルアタック）の除外理由について
- 別紙9 gモード（温度誘因蒸気発生器伝熱管破損（TI-SGTR））に係る追加要否の検討について
- 別紙10 βモード（格納容器隔離失敗）の想定について
- 別紙11 αモード（原子炉容器内の水蒸気爆発）の格納容器破損モードからの除外理由について
- 別紙12 ライナーアタックについて
- 別紙13 格納容器破損防止対策の評価事故シーケンスの選定について（補足）
- 別紙14 炉心損傷防止が困難な事故シーケンスにおける格納容器破損防止対策の有効性について
- 別紙15 泊3号炉 PRAピアレビュー実施結果について
- 別紙16 「PRAの説明における参照事項（平成25年9月原子力規制庁）」への泊3号炉PRAの対応状況

別添

- 泊発電所3号炉 確率論的リスク評価（PRA）について

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，重大事故等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。

当社は従来から定期安全レビュー等の機会に内部事象レベル 1 PRA（出力運転時，停止時），レベル 1.5 PRA（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 1 PRA 及び津波レベル 1 PRA 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。

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，事故シーケンスの定性的な分析を行い，事故シーケンスグループ等の選定に係る検討を実施した。

今回実施する PRA の目的が重大事故等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。）や緊急安全対策等を考慮しない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	許認可対象	モデル化採否
設計基準対象施設	対象	期待する※1
AM 策	対象外	作動信号発信失敗時の手動信号，自動作動失敗時の手動作動等，設計基準事故対処設備の機能を作動させるためのバックアップ操作のみ期待する
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 地震及び津波の PRA については，これまでに整備し今後整備していく設計基準対象施設を考慮する。

今回実施した PRA の詳細については「別添 泊発電所 3 号炉 確率論的リスク評価（PRA）について」に示す。

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。

【概要】

- ① 内部事象 P R A，外部事象 P R A（適用可能なものとして地震，津波を選定）及び P R A 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の抽出を実施した。
- ② 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外部事象特有の事故シーケンスについて，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要否を検討した。
- 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。
- 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（共通原因故障又は系統間の機能の依存性，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。

1.1 事故シーケンスグループの分析について

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て以下のとおりに示されている。

1-1

(a) 必ず想定する事故シーケンスグループ

② PWR

- ・ 2次冷却系からの除熱機能喪失
- ・ 全交流動力電源喪失
- ・ 原子炉補機冷却機能喪失
- ・ 原子炉格納容器の除熱機能喪失
- ・ 原子炉停止機能喪失
- ・ ECCS注水機能喪失
- ・ ECCS再循環機能喪失
- ・ 格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA、蒸気発生器伝熱管破損）

(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

- 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。
- 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。

これを踏まえ、泊3号炉を対象としたPRAの知見等を活用して、事故シーケンスグループの分析を実施している。

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。

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。

なお、当社では、福島第一原子力発電所事故発生以降、緊急安全対策を含めた様々な安全性向上策を整備してきているが、炉心損傷防災対策の有効性評価を行う事故シーケンスグループの選定という今回の原子炉設置変更許可申請での位置づけ

を考慮し，原則としてAM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等対処設備等を含めない，原子炉設置許可取得済の設備にのみ期待できる条件でPRAモデルを構築し，内部事象に加えて適用可能な外部事象として，地震，津波それぞれのレベル1 PRAについて評価を実施した。

実施した事故シーケンスグループに係る分析結果を1.1.1に示す。

1.1.1 炉心損傷に至る事故シーケンスの抽出，整理

(1) P R Aに基づく整理

内部事象レベル1 P R A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。P R Aの対象とした泊3号炉の主な設備系統を第1-1表に示す。また，選定した起因事象及びその発生頻度を第1-2表に示す。

外部事象に関しては，P R Aが適用可能な事象として地震レベル1 P R A及び津波レベル1 P R A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P R Aの階層イベントツリーを，第1-4図に地震P R Aのイベントツリーを，第1-5図に津波P R Aのイベントツリーを示す。地震によって生じる起因事象及びその発生頻度を第1-3表に，津波高さで発生するシナリオの観点から整理した津波高さ別の発生頻度を第1-4表に示す。

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，事故シーケンスは内部事象と同様である。また，地震レベル1 P R A及び津波レベル1 P R Aでは，内部事象レベル1 P R A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。

各P R Aにより抽出した事故シーケンスを第1-5表に，評価結果を第1-6図及び第1-7図に示す。

(2) P R Aに代わる検討に基づく整理

P R Aの適用が困難な地震，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，その他の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，外部電源喪失や主給水流量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1 P R A，地震レベル1 P R A又は津波レベル1 P R Aのいずれか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）

1.1.2 抽出した事故シーケンスの整理

今回実施したレベル1 P R Aにより抽出した各事故シーケンス（第1-5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1-6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。

1.1.2.1 必ず想定する事故シーケンスグループとの対応

今回実施したレベル 1 PRA により抽出した各事故シーケンス（第 1-5 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)～(h) 及びこれら以外の事故シーケンスに分類した。緩和機能の喪失状況、炉心損傷に至る主要因の観点で、(a)～(h) 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。

(a) 2 次冷却系からの除熱機能喪失

運転時の異常な過渡変化等の発生後、補助給水機能が喪失する事故シーケンスや破断した主蒸気管の隔離に失敗する事故シーケンス等、PWR プラントの特徴である蒸気発生器を使用した除熱に失敗して、炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを事故シーケンスグループ「2 次冷却系からの除熱機能喪失」に分類する。

(b) 全交流動力電源喪失

外部電源喪失の発生時に非常用所内交流電源の確保に失敗することにより全交流動力電源喪失が発生し、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事故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。

(c) 原子炉補機冷却機能喪失

原子炉補機冷却機能喪失後、起因事象の発生と同時に ECCS 等の緩和機能のサポート系も喪失し、従属的に RCP シール LOCA や加圧器逃がし弁/安全弁 LOCA が発生することによって、炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを事故シーケンスグループ「原子炉補機冷却機能喪失」に分類する。

(d) 原子炉格納容器の除熱機能喪失

LOCA 事象の発生後、原子炉容器への注水等の炉心の冷却に成功するものの、格納容器スプレイ注入及び再循環に失敗することにより原子炉格納容器からの除熱機能が喪失し、炉心損傷前に原子炉格納容器が過圧により破損、その後、炉心の著しい損傷に至るおそれのある事故シーケンスを事故シーケンスグループ「原子炉格納容器の除熱機能喪失」に分類する。

(e) 原子炉停止機能喪失

運転時の異常な過渡変化等の発生後、原子炉停止機能を喪失し、炉心の著しい損傷に至る事故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。

(f) E C C S注水機能喪失

大破断 L O C A の発生後の蓄圧注水機能及び低圧注水機能の喪失又は中小破断 L O C A の発生後の高圧注水機能の喪失により、炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを事故シーケンスグループ「E C C S注水機能喪失」として分類する。

なお、P R A では L O C A 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大破断 L O C A を起因とする事故シーケンス、中破断 L O C A を起因とする事故シーケンス及び小破断 L O C A を起因とする事故シーケンスに詳細化して抽出しているが、いずれも L O C A 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「E C C S注水機能喪失」に該当するものとして整理した。

(g) E C C S再循環機能喪失

大破断 L O C A の発生後、短期の 1 次系保有水の回復に成功した後の低圧再循環及び高圧再循環機能喪失又は中小破断 L O C A の発生後の短期の 1 次系保有水の回復に成功した後の高圧再循環機能喪失により、炉心の著しい損傷に至る事故シーケンスを事故シーケンスグループ「E C C S再循環機能喪失」として分類する。

なお、P R A では L O C A 時の再循環機能喪失シーケンスを破断口の大きさに応じて大破断 L O C A を起因とする事故シーケンス、中破断 L O C A を起因とする事故シーケンス及び小破断 L O C A を起因とする事故シーケンスに詳細化して抽出しているが、いずれも L O C A 時の再循環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「E C C S再循環機能喪失」に該当するものとして整理した。

(h) 格納容器バイパス（インターフェイスシステム L O C A，蒸気発生器伝熱管破損）

インターフェイスシステム L O C A の発生や蒸気発生器伝熱管破損の発生後に破損側蒸気発生器の隔離に失敗することにより、原子炉格納容器貫通配管等からの原子炉格納容器外への漏えいが防止できず炉心の著しい損傷に至る事故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 L O C A，蒸気発生器伝熱管破損）」に分類する。

1.1.2.2 追加すべき事故シーケンスグループの検討

今回実施したレベル 1 P R A により抽出した各事故シーケンス（第 1-5 表参照）のうち、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・津波特有の事象として以下の事故シーケンスを抽出した（別紙 2）。

【地震 P R A，津波 P R A にてご説明】

① 炉心損傷頻度の観点

【地震 P R A，津波 P R A にてご説明】

② 影響度 (事象の厳しさ) の観点

【地震 P R A，津波 P R A にてご説明】

③ 炉心損傷防止対策の観点

【地震 P R A，津波 P R A にてご説明】

1.1.2.3 炉心損傷後の格納容器の機能への期待可否に基づく整理

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

したがって、泊3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及び1-4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。

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。

- (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つては、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。
- (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）にあつては、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。

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。

整理の結果は以下のとおり。

- 1-2(a)に分類される事故シーケンスグループ
 - ・ 2次冷却系からの除熱機能喪失
 - ・ 全交流動力電源喪失
 - ・ 原子炉補機冷却機能喪失
 - ・ 原子炉停止機能喪失
 - ・ ECCS注水機能喪失
 - ・ ECCS再循環機能喪失
- 1-2(b)に分類される事故シーケンスグループ
 - ・ 原子炉格納容器の除熱機能喪失
 - ・ 格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA，蒸気発生器伝熱管破損）

1.2 有効性評価の対象となる事故シーケンスについて

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について整理した結果を第1-7表に示す。

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。

一方で、事故シナリオの中には、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事故シナリオが存在する。具体的には以下の1つの事故シナリオが該当する。

なお、国内外の先進的な対策と泊3号炉の対策の比較を別紙3に示す。

①原子炉補機冷却機能喪失+補助給水失敗

③大破断LOCA+低圧注入失敗

④大破断LOCA+蓄圧注入失敗

⑤中破断LOCA+蓄圧注入失敗

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

①の事故シナリオは、原子炉補機冷却機能喪失発生後に補助給水系による2次系からの冷却ができなければ、炉心損傷を防止することができない。今回の調査では、2次冷却系からの徐熱機能について、原子炉補機冷却機能喪失時に補助給水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、この事故シナリオ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事故シナリオとして整理した。

②～⑤の事故シナリオは、原子炉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、LOCA後に十分な注水ができ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、これらの事故シナリオ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事故シナリオとして整理した。

以上より、①～⑤の事故シナリオについては、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ナリオから除外した（重要事故シナリオ選定の対象とする事故シナリオから除外する）。

①～⑤の事故シナリオについても、フィードアンドブリードや原子炉への注水の継続等の実施により、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ナリオ等に対する格納容器破損防止対策の有効性」参照）。



【地震PRA，津波PRAにてご説明】

なお、第1-7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「」¹、全炉心損傷頻度の約「」²%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。

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

1.3 重要事故シーケンスの選定について

1.3.1 重要事故シーケンス選定の考え方

(1) 重要事故シーケンス選定の着眼点に基づく整理

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ごと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、審査ガイドに記載の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、事故シーケンスグループごとに、事故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。

- 【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】**
- 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。
 - b. 炉心損傷防止対策の実施に対する余裕時間が短い。
 - 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。
 - 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。

a. 共通原因故障，系統間の機能の依存性の観点

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、緩和機能の喪失によって炉心損傷に至る事故シーケンスでは、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、これらの事故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。

系統間の機能の依存性については、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ありと判断する。例えば、2つのフロントライン系（原子炉容器への注水等、事故時の基本的な安全機能を直接果たす系統）に共通のサポート系（電源等、フロントライン系の機能維持をサポートする系統）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ありと判断する。

また、「2次冷却系からの除熱機能喪失」の外部電源喪失事象では、バックアップのディーゼル発電機が機能することで常用系機器のみ機能喪失となり、安全機能のサポート機能喪失に比べれば系統間依存性は小さいと評価した（第 1-8 表中「中」で記載）。

【例：原子炉補機冷却機能喪失】

原子炉補機冷却機能の喪失時には、補機冷却水が必要な機器（ECCS系ポンプ）を使用できないものとして考慮する。

b. 余裕時間の観点

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。

【例 1：ECCS再循環機能喪失】

破断口径の大きい方が、1次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。

【例 2：原子炉格納容器の除熱機能喪失】

格納容器スプレイ注入失敗時の方が、格納容器スプレイ再循環失敗時に比べ除熱量が小さくなり原子炉格納容器内の温度及び圧力上昇が早いいため余裕時間が厳しく、破断口径の違いによる余裕時間の差異に比べ影響が大きい。

c. 設備容量の観点

炉心損傷防止に際して炉心の冷却に必要な注水量等、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。

【例：ECCS注水機能喪失】

破断口径の大きい方が1次冷却材の系外への流出が多いため、炉心損傷防止のために要求される設備容量（1次系への注水量）が大きくなる。

d. 事故シーケンスグループ内での代表性の観点

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、炉心損傷頻度が高く、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選定する。ただし、「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。

【例. 事故シーケンスグループ(c) 原子炉補機冷却機能喪失】

「原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールLOCA」については炉心損傷頻度の寄与割合が最も支配的であり、原子炉補機冷却機能喪失の代表的な組合せである。

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、事故シーケンスを選定するに当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とお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。

- 今回抽出された事故シーケンスについては、第1-8表に示すとおり、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に対して、おおむ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当たっては、その対応の厳しさに重きをお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に対しても重大事故等対策の有効性を確認できると考えたためである。
- 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いるが、結果的にいずれの事故シーケンスグループについても、重要事故シーケンス選定の理由としていない。

(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

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合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、喪失した機能の喪失原因が異なる場合、有効な対策が異なることがある。

格納容器バイパスは、格納容器バイパス時の漏えい経路の違いを考慮し、重要事故シーケンスを選定した。また、ECCS再循環機能喪失は、起因事象と喪失する緩和機能により対策が異なるが、高圧再循環の機能喪失を含む事故シーケンスへの

対策は他の事故シーケンスグループで有効性が確認され、かつ代替手段としての代替再循環にも期待できることから同一の事故シーケンスグループとし、包絡性を有する大破断 L O C A を起因とした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。

1.3.2 重要事故シーケンスの選定結果

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以下のとおり選定している。選定理由及び選定結果の詳細については第 1-8 表に示す。

(1) 2 次冷却系からの除熱機能喪失

① 重要事故シーケンス

「主給水流量喪失+補助給水失敗」

② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

・フィードアンドブリード

③ 選定理由

重要事故シーケンスとしては、1 次冷却材の温度及び圧力上昇が早く、運転員操作（フィードアンドブリード）開始までの余裕時間が短くかつ要求される設備容量（加圧器逃がし弁、高圧注入ポンプ）の観点で厳しい事象を選定する必要がある。

1 次冷却材温度については、「過渡事象」及び「手動停止」を含む事故シーケンス（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの③、④）では、事象発生後の一定期間主給水系が利用可能であり、「2 次冷却系の破断」を含む事故シーケンス（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの⑥、⑦）では、2 次側からの破断流が放出されることで 1 次系の除熱が促進される。

また、1 次冷却材圧力については、「小破断 L O C A」及び「蒸気発生器伝熱管破損」を含む事故シーケンス（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの①、⑧）では、自動で非常用炉心冷却設備作動信号が発信することで高圧注入が開始され、系外への漏えいに伴い 1 次系の減圧が促進される。

これに対して、「主給水流量喪失」及び「外部電源喪失」を含む事故シーケンス（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの②、⑤）は、主給水が全喪失することで、1 次系が早期に高温及び高圧状態となる事象であり、特に「主給水流量喪失」を含む事故シーケンス（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの②）では原子炉トリップ（蒸気発生器水位低）時点での蒸気発生器水量が少なく、除熱の観点でより厳しい事象となる。

以上から、本事故シーケンスグループに含まれる各事故シーケンスは主な

炉心損傷防止対策に差異がないため、起因事象発生後の事象進展が早く、除熱の観点でより厳しい事故シーケンス（第1-8表の本事故シーケンスグループの②）は本事故シーケンスグループの他の事故シーケンス（第1-8表の本事故シーケンスグループの①，③，④，⑤，⑥，⑦，⑧）に対して包絡性を有しているため、重要事故シーケンスとして「主給水流量喪失＋補助給水失敗」を選定する。

(2) 全交流動力電源喪失

① 重要事故シーケンス

「外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失＋RCPシールLOCA」

「外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失」

② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

・ 2次系強制冷却＋代替非常用発電機＋代替格納容器スプレイポンプによる代替炉心注水

③ 選定理由

抽出された事故シーケンス（第1-8表の本事故シーケンスグループの①）が1つであることからこれを選定した。ただし、共通原因故障、系統間依存性の観点から、従属的に発生する「原子炉補機冷却機能喪失」の重畳を考慮する。

また、「原子炉補機冷却機能喪失」時に生じるRCPシールからの漏えいについては、不確実さが伴うことから、RCPシールLOCAの発生の有無を考慮する。



【地震PRA，津波PRAにてご説明】

(3) 原子炉補機冷却機能喪失

① 重要事故シーケンス

「外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失＋RCPシールLOCA」

② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

・ 2次系強制冷却＋代替非常用発電機＋代替格納容器スプレイポンプによる代替炉心注水

③ 選定理由

共通原因故障、系統間依存性の観点から、原子炉補機冷却機能喪失により

補機冷却水が必要な機器は使用できない。「RCPシールLOCA」と「加圧器逃がし弁/安全弁LOCA」では「RCPシールLOCA」を含む事故シーケンス（第1-8表の本事故シーケンスグループの①）の方が、気相部放出である「加圧器逃がし弁/安全弁LOCA」よりも1次冷却材の流出量が多いため、保有水確保操作（2次系強制冷却，炉心注水準備）の余裕時間及び要求される設備容量の観点で厳しく，炉心損傷防止対策に差異がないことから，RCPシールLOCAを含む事故シーケンス（第1-8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の他の事故シーケンス（第1-8表の本事故シーケンスグループの②）に対して包絡性を有しており，代表的な事故シーケンスは「原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールLOCA」となる。ただし，「原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールLOCA」は，「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失」時に従属して発生することから，事象進展は同じであるため，重要事故シーケンスとしては，「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールLOCA」を選定する。

(4) 原子炉格納容器の除熱機能喪失

① 重要事故シーケンス

「大破断LOCA+低圧再循環失敗+格納容器スプレイ注入失敗」

② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

・格納容器内自然対流冷却

③ 選定理由

「格納容器スプレイ注入失敗」と「格納容器スプレイ再循環失敗」では，「格納容器スプレイ注入失敗」時の方（第1-8表の本事故シーケンスグループの①，③，⑤）が事象初期から格納容器スプレイによる原子炉格納容器内の除熱が期待できず除熱量が小さくなり，原子炉格納容器内の温度及び圧力上昇が早いため，運転員操作（格納容器内自然対流冷却）の余裕時間が厳しく，破断口径の違いによる余裕時間の差異に比べ影響が大きい。要求される設備容量の観点では，破断口径が大きい「大破断LOCA」を含む事故シーケンス（第1-8表の本事故シーケンスグループの①，②）が最も厳しい事象である。以上から，本事故シーケンスグループに含まれる各事故シーケンスは主な炉心損傷防止対策に差異がないため，起因事象発生後の事象進展が早く，要求される設備容量の観点でより厳しい事故シーケンス（第1-8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の他の事故シーケンス（第1-8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おり，重要事故シーケンスとして「大破断LOCA+低圧再循環失敗+格納容器スプレイ注入失敗」を選定する。

(5) 原子炉停止機能喪失

① 重要事故シーケンス

「主給水流量喪失+原子炉トリップ失敗」

「負荷の喪失+原子炉トリップ失敗」

② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

・共通要因故障対策盤（自動制御盤）（A T W S 緩和設備）

③ 選定理由

原子炉停止機能喪失に係る事故シーケンスは「原子炉トリップが必要な起
因事象+原子炉トリップ失敗」（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの①）
のみである。原子炉トリップが必要な起因事象としては、イベントツリーに
「A T W S」として定性的に示したもののうち、発生頻度が有意であり、1
次冷却材圧力及び温度の観点で厳しく、蒸気発生器 2 次側保有水が減少する
ことにより補助給水が必要となるような事象として、「外部電源喪失」、「主給
水流量喪失」及び「負荷の喪失」を評価対象として考える（別紙 4）。

「主給水流量喪失」は蒸気発生器 2 次側保有水量の減少により 2 次系によ
る除熱が悪化する事象である。主蒸気が継続して流れるため、共通要因故障
対策盤（自動制御盤）（A T W S 緩和設備）による主蒸気隔離により主蒸気を
遮断し、減速材温度上昇に伴う負の反応度帰還効果により出力抑制を図ると
ともに、蒸気発生器 2 次側保有水量を確保するため補助給水ポンプを起動さ
せる。「主給水流量喪失」以外の事象においては、事象発生に伴いタービント
リップが作動するため、共通要因故障対策盤（自動制御盤）（A T W S 緩和設
備）のうち、補助給水ポンプの起動のみに期待するか、共通要因故障対策盤
（自動制御盤）（A T W S 緩和設備）に期待しない事象である。したがって、
共通要因故障対策盤（自動制御盤）（A T W S 緩和設備）の作動に期待する事
象のうち、より多くの機能に期待する必要がある、原子炉冷却材圧力バウン
ダリ健全性確保の観点で厳しくなる「主給水流量喪失+原子炉トリップ失敗」
を選定する。また、「負荷の喪失」は圧力評価として最も厳しくなる事象であ
ることから、有効性評価における不確実さも考慮し、代表性の観点から「負荷
の喪失+原子炉トリップ失敗」も選定する。また、本事故シーケンスグループ
に含まれる各事故シーケンスは炉心損傷防止対策には差異がないため、炉心
損傷防止対策のうちより多くの機能に期待する必要がある、かつ原子炉冷却
材圧力バウンダリ健全性確保の観点で厳しい事象として選定した「主給水流
量喪失」を含む重要事故シーケンスと、圧力の観点で厳しい事象として選定
した「負荷の喪失」を含む重要事故シーケンスは他の事故シーケンスに対し
て包絡性を有している。

(6) E C C S 注水機能喪失

① 重要事故シーケンス

「中破断 L O C A + 高圧注入失敗」

② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

・ 2 次系強制冷却 + 低圧注入

③ 選定理由

L O C A 事象に関しては，破断口径が大きい「中破断 L O C A」（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの①）が 1 次冷却材の流出流量が多いため，運転員操作（2 次系強制冷却）の余裕時間及び要求される設備容量（低圧注入及び蓄圧注入）の観点で厳しい。したがって，配管破断口径が大きい事故シーケンス（第 1-8 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の他の事故シーケンス（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの②）に対して包絡性を有しており，重要事故シーケンスとして「中破断 L O C A + 高圧注入失敗」を選定する。なお，破断口径によって 2 次系強制冷却及び蓄圧注入のタイミングに影響を及ぼし炉心露出の状況が異なること，破断口径に不確かさが伴うことから，炉心損傷防止対策が有効な範囲を確認するため，2 インチ破断，4 インチ破断及び 6 インチ破断の評価を実施する。

(7) E C C S 再循環機能喪失

① 重要事故シーケンス

「大破断 L O C A + 高圧再循環失敗 + 低圧再循環失敗」

② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

・ 代替再循環

③ 選定理由

破断口径が大きい「大破断 L O C A」を含む事故シーケンス（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの①）が 1 次冷却材の流出流量が多く，再循環切替までの時間が短いことから，再循環が失敗する時点での崩壊熱が大きいいため，運転員操作（格納容器スプレイポンプを活用した代替再循環）の余裕時間及び要求される設備容量（再循環流量）の観点で厳しくなる。

また，「中破断 L O C A」又は「小破断 L O C A」を含む事故シーケンス（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの②，③）を起因とする事故シーケンスについては，炉心損傷防止対策として，2 次系強制冷却により 1 次冷却材を減圧させた後，低圧再循環によって長期の炉心冷却を確保する手段がある（本対策の有効性確認については，「中破断 L O C A + 高圧注入失敗」等の対策である「2 次系強制冷却 + 低圧注入」と使用形態が同じであるため，同対策の有効性を確認することで包絡できる）。さらにその手段に失敗した場合においても，格納容器スプレイポンプを活用した代替再循環に期待できる。

以上から，より厳しい「大破断 L O C A + 低圧再循環失敗 + 高圧再循環失敗」（第 1-8 表の本事故シーケンスグループの①）の対策を評価することで，その他の事故シーケンスについては包絡することができる。

(8) 格納容器バイパス

① 重要事故シーケンス

「インターフェイスシステムLOCA」

「蒸気発生器伝熱管破損+破損側蒸気発生器の隔離失敗」

② 炉心損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

・クールダウンアンドリサーキュレーション

③ 選定理由

格納容器バイパス時の漏えい経路の違いを考慮し、それぞれを重要事故シーケンスとして選定する。

なお、各事故シーケンスグループに含まれ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、炉心損傷頻度への寄与割合の観点で主要なカットセットに対する重大事故等防止対策の整備状況等をおおむね確認した。（別紙5）

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、地震又は津波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おおむね有効であることを確認した。（別紙6）

第 1-1 表 P R A の対象とした主な設備・系統

系統設備	概要
原子炉保護設備	2 out of 4 制御棒クラスタ 48 体
蓄圧注入系	蓄圧タンク 3 基 容量 約 41m ³ /基
高圧注入系	高圧注入ポンプ 2 台 ポンプ容量 約 280m ³ /h/台
低圧注入系	余熱除去ポンプ 2 台 ポンプ容量 約 850m ³ /h/台
補助給水設備	タービン動補助給水ポンプ 1 台 ポンプ容量 約 115m ³ /h/台 電動補助給水ポンプ 2 台 ポンプ容量 約 90m ³ /h/台
ディーゼル発電機	発電機 2 台 発電容量 約 7000kVA/台
直流電源設備	非常用蓄電池 2 組 容量 約 2400Ah/組 常用蓄電池 2 組 容量 約 2000Ah/組
原子炉補機冷却水設備	原子炉補機冷却水ポンプ 4 台 ポンプ容量 約 1400m ³ /h/台
原子炉補機冷却海水設備	原子炉補機冷却海水ポンプ 4 台 ポンプ容量 約 1700m ³ /h/台
原子炉格納容器スプレイ設備	格納容器スプレイポンプ 2 台 ポンプ容量 約 940m ³ /h/台

第1-2表 内部事象運転時レベル1 PRAにおける起因事象と発生頻度

区分	起因事象グループ	発生頻度 (/炉年)	備考
過渡事象	過渡事象	9.7×10^{-2}	主給水流量喪失を伴わず原子炉トリップに至る事象を想定しており、緩和機能として原子炉トリップ、補助給水に期待している。
	主給水流量喪失	1.1×10^{-2}	蒸気発生器への主給水が完全に停止し、蒸気発生器保有水量が減少し熱除去能力の低下により1次冷却材温度及び圧力が上昇する事象であり、緩和機能として、原子炉トリップ、補助給水に期待している。
	2次冷却系の破断	4.3×10^{-4}	原子炉格納容器内部における主蒸気管及び主給水管の完全両端破断を想定しており、緩和機能として、原子炉トリップ、主蒸気隔離、補助給水に期待している。
LOCA	ATWS	1.2×10^{-8}	運転時の異常な過渡変化において原子炉トリップに失敗する事象
	大破断LOCA	2.2×10^{-5}	原子炉冷却材圧力バウンダリの破断による1次冷却材の原子炉格納容器内の流出事故のうち、破断口面積が等価口径6インチから1次冷却系主配管の両端破断相当（配管断面積の2倍）未満のものであり、緩和機能として、蓄圧注入系、低圧注入/再循環、高圧再循環、格納容器スプレイ注入/再循環に期待している。
	中破断LOCA	6.8×10^{-5}	原子炉冷却材圧力バウンダリの破断による1次冷却材の原子炉格納容器内の流出事故のうち、破断口面積が等価口径2インチから6インチ未満のものであり、緩和機能として、蓄圧注入、高圧注入/再循環、格納容器スプレイ注入/再循環に期待している。
	小破断LOCA	2.2×10^{-4}	原子炉冷却材圧力バウンダリの破断による1次冷却材の原子炉格納容器内の流出事故のうち、破断口面積が等価口径3/8インチから2インチ未満のものであり、緩和機能として、原子炉トリップ、補助給水、高圧注入/再循環、格納容器スプレイ注入/再循環に期待している。
	原子炉補機冷却機能喪失	2.0×10^{-4}	原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系の機能喪失に伴う原子炉補機冷却機能の喪失を想定しており、緩和機能として原子炉トリップ、補助給水に期待している。また、原子炉補機冷却機能喪失の際、加圧器逃がし弁/安全弁LOCA、RCPシールドLOCAの発生を考慮している。
従属性を有する起因事象	外部電源喪失	4.8×10^{-3}	送電系統の故障等により、所内電源の一部又は全部が喪失し、運転状態が乱されるような事象であり、緩和機能として、原子炉トリップ、非常用所内交流電源、補助給水に期待している。
手動停止	手動停止	2.3×10^{-1}	常用系のトラブルで手動停止に至った事象を想定する。
ISLOCA	インターフェイスシステムLOCA	3.0×10^{-11}	1次冷却系と余熱除去系の間の隔離に失敗し、1次冷却系の圧力が余熱除去系に付加され発生する事象
	蒸気発生器伝熱管破断	2.4×10^{-3}	蒸気発生器における伝熱管1本の完全両端破断を想定しており、緩和機能として、原子炉トリップ、補助給水、破損側蒸気発生器の隔離に期待している。

第1-3表 地震レベル1 PRAにおける起回事象と発生頻度

起回事象	発生頻度（/年）

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

第1-4表 津波高さ別の発生頻度

津波分類	津波高さ	発生頻度（/年）

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

第1-5表 イベントツリーにより抽出される事故シーケンス

起因事象	イベントツリーにより抽出される事故シーケンス	内部	地震	津波	シーケ ンス No.
大破断 LOCA	大破断 LOCA+ 低圧再循環失敗+ 格納容器スプレイ再循環失敗	○	-	-	(1)
	大破断 LOCA+ 高圧再循環失敗+ 低圧再循環失敗	○			(2)
	大破断 LOCA+ 低圧再循環失敗+ 格納容器スプレイ注入失敗	○			(3)
	大破断 LOCA+ 蓄圧注入失敗	○			(4)
	大破断 LOCA+ 低圧注入失敗	○			(5)
中破断 LOCA	中破断 LOCA+ 格納容器スプレイ再循環失敗	○			(6)
	中破断 LOCA+ 高圧再循環失敗	○			(7)
	中破断 LOCA+ 格納容器スプレイ注入失敗	○			(8)
	中破断 LOCA+ 蓄圧注入失敗	○			(9)
	中破断 LOCA+ 高圧注入失敗	○			(10)
小破断 LOCA	小破断 LOCA+ 格納容器スプレイ再循環失敗	○			(11)
	小破断 LOCA+ 高圧再循環失敗	○			(12)
	小破断 LOCA+ 格納容器スプレイ注入失敗	○			(13)
	小破断 LOCA+ 高圧注入失敗	○			(14)
	小破断 LOCA+ 補助給水失敗	○			(15)
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	○			(16)
主給水流量喪失	主給水流量喪失+ 補助給水失敗	○			(17)
外部電源喪失	外部電源喪失+ 補助給水失敗	○			(18)
	外部電源喪失+ 非常用所内交流電源喪失	○			(19)
ATWS	原子炉トリップが必要な起因事象+ 原子炉トリップ失敗	○			(20)
2次冷却系の破断	2次冷却系の破断+ 補助給水失敗	○			(21)
	2次冷却系の破断+ 主蒸気隔離失敗	○			(22)
蒸気発生器伝熱管破損	蒸気発生器伝熱管破損+ 破損側蒸気発生器の隔離失敗	○			(23)
	蒸気発生器伝熱管破損+ 補助給水失敗	○			(24)
過渡事象	過渡事象+ 補助給水失敗	○			(25)
原子炉補機冷却機能喪失	原子炉補機冷却機能喪失+ RCP シール LOCA	○			(26)
	原子炉補機冷却機能喪失 + 加圧器逃がし弁/安全弁 LOCA	○			(27)
	原子炉補機冷却機能喪失+ 補助給水失敗	○			(28)
手動停止	手動停止+ 補助給水失敗	○			(29)
地震、津波により直接的に炉心損傷に至る事象					

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

第1-6表 PRA結果に基づく新たな事故シナリオグループの検討

シナリオ No.	事故シナリオ	事故シナリオ別の炉心損傷頻度 (／炉年)				炉心損傷に 対する割 合	炉心損傷に 対する割 合	炉心損傷に 至る 主要因	グループ別 炉心損傷頻度 (／炉年)	全炉心損傷頻 度に対する割 合	解釈1-1(a)の 事故シナリオ グループ	規則 解釈
		内部事象	地震	津波	合計							
1	小破断LOCA+補助給水失敗	(15)			1.0E-08	全炉心損傷頻度に対する割合	全炉心損傷頻度に対する割合	蒸気発生器からの除熱に失敗		2次冷却系からの除熱機能喪失	1-2(a)	
	主給水流量喪失+補助給水失敗	(17)			6.2E-07							
	過渡事象+補助給水失敗	(25)			5.4E-06							
	手動停止+補助給水失敗	(29)			1.3E-05							
	外部電源喪失+補助給水失敗	(18)			1.3E-07							
	2次冷却系の破断+補助給水失敗	(21)			1.2E-06							
	2次冷却系の破断+主蒸気隔離失敗	(22)			7.7E-11							
	蒸気発生器伝熱管破損+補助給水失敗	(24)			1.1E-07							
	外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失	(19)			3.5E-06							
	原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールドLOCA	(26)			2.0E-04							
3	原子炉補機冷却機能喪失+加圧器逃がし弁/安全弁LOCA	(27)			9.0E-07	サポート機能(電源機能)の喪失	サポート機能(補機冷却機能)の喪失			全交流動力電源喪失	1-2(a)	
	原子炉補機冷却機能喪失+補助給水失敗	(28)			1.1E-08							
	大破断LOCA+低圧再循環失敗+格納容器スプレイ注入失敗	(3)			3.0E-13							
	大破断LOCA+低圧再循環失敗+格納容器スプレイ再循環失敗	(1)			6.2E-12							
4	中破断LOCA+格納容器スプレイ注入失敗	(8)			8.9E-09	格納容器内気相部冷却に失敗				原子炉格納容器の除熱機能喪失	1-2(b)	
	中破断LOCA+格納容器スプレイ再循環失敗	(6)			1.1E-08							
	小破断LOCA+格納容器スプレイ注入失敗	(13)			2.7E-08							
	小破断LOCA+格納容器スプレイ再循環失敗	(11)			3.6E-08							
	原子炉トリップが必要な起因事象+原子炉トリップ失敗	(20)			1.2E-08							
	大破断LOCA+低圧注入失敗	(5)			2.9E-09							
6	大破断LOCA+蓄圧注入失敗	(4)			9.4E-09	1次冷却系保有水の喪失				ECCS注水機能喪失	1-2(a)	
	中破断LOCA+蓄圧注入失敗	(9)			2.5E-11							
	中破断LOCA+高圧注入失敗	(10)			3.5E-08							
	小破断LOCA+高圧注入失敗	(14)			1.3E-06							
	大破断LOCA+高圧再循環失敗+低圧再循環失敗	(2)			1.7E-08							
	中破断LOCA+高圧再循環失敗	(7)			5.3E-08							
7	小破断LOCA+高圧再循環失敗	(12)			1.7E-07	炉心の長期冷却に失敗				ECCS再循環機能喪失	1-2(a)	
	インターフェーズシステムLOCA	(16)			3.0E-11							
	蒸気発生器伝熱管破損+破断側蒸気発生器の隔離失敗	(23)			2.8E-07							
合計					2.3E-04							

第 1-7 表 事故シナリオ別炉心損傷頻度 (内部事象, 地震, 津波)

事故シナリオグループ	事故シナリオ	対応する主要な炉心損傷防止対策	事故シナリオ別の炉心損傷頻度 (1/炉年)			全炉心損傷頻度に対する割合	グループ別炉心損傷頻度 (1/炉年)	全炉心損傷頻度に対する割合	備考								
			内部事象	地震	津波					合計							
			1.0E-08	6.2E-07	5.4E-06					1.3E-05	1.3E-07	1.2E-06	7.7E-11	1.1E-07			
1	2次冷却系からの除熱機能喪失	小破断LOCA + 補助給水失敗 主給水流量喪失 + 補助給水失敗 過渡事象 + 補助給水失敗 手動停止 + 補助給水失敗 外部電源喪失 + 補助給水失敗 2次冷却系の破断 + 補助給水失敗 2次冷却系の破断 + 主蒸気隔離失敗 蒸気発生器伝熱管破損 + 補助給水失敗	ファイード アンド ブリード	1.0E-08	6.2E-07	5.4E-06	1.3E-05	1.3E-07	1.2E-06	7.7E-11	1.1E-07	全炉心損傷頻度の約1%を炉心損傷防止対策でカバー					
	2	全交流動力電源喪失	外部電源喪失 + 非常用所内交流電源喪失	2次冷却系強制冷却 + 代替非常用発電機 + 代替格納容器スプレイポンプ	3.5E-06												
	3	原子炉補機冷却機能喪失	原子炉補機冷却機能喪失 + RCPシールドLOCA 原子炉補機冷却機能喪失 + 加圧器逃がし弁/安全弁LOCA 原子炉補機冷却機能喪失 + 補助給水失敗	2次冷却系強制冷却 + 代替格納容器スプレイポンプ ※1	2.0E-04	9.0E-07	1.1E-08										
	4	原子炉格納容器の除熱機能喪失	大破断LOCA + 低圧再循環失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗 大破断LOCA + 低圧再循環失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗 中破断LOCA + 格納容器スプレイ注入失敗 中破断LOCA + 格納容器スプレイ再循環失敗 小破断LOCA + 格納容器スプレイ注入失敗 小破断LOCA + 格納容器スプレイ再循環失敗	格納容器内自然対流冷却	3.0E-13	6.2E-12	8.9E-09	1.1E-08	2.7E-08	3.6E-08	1.2E-08		2.9E-09	9.4E-09	2.5E-11	3.5E-08	1.3E-06
		5	原子炉停止機能喪失	原子炉トリップが必要ない起因事象 + 原子炉トリップ失敗	共通要因故障対策 (自動制御盤) (ATWS緩和設備)	1.2E-08											
		6	ECCS注水機能喪失	大破断LOCA + 低圧注入失敗	※1	2.9E-09											
				大破断LOCA + 蓄圧注入失敗		9.4E-09											
7	ECCS再循環機能喪失	中破断LOCA + 蓄圧注入失敗	2次冷却系強制冷却 + 低圧注入	3.5E-08													
		小破断LOCA + 高圧注入失敗		1.3E-06													
8	格納容器パイパス	大破断LOCA + 高圧再循環失敗 + 低圧再循環失敗	代替再循環	1.7E-08													
		中破断LOCA + 高圧再循環失敗	2次冷却系強制冷却 + 低圧再循環 + 低圧再循環	5.3E-08													
8	格納容器パイパス	小破断LOCA + 高圧再循環失敗	クールドアウンアンドリサーキユレーション	1.7E-07													
		インターフェイシステムLOCA 蒸気発生器伝熱管破損 + 破損側蒸気発生器の隔離失敗		3.0E-11	2.8E-07	2.3E-04											
			合計														

ハッチング：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ナリオ。炉心への注水等により影響を緩和できる場合がある。
 ※1：格納容器破損防止対策として、格納容器スプレイ (代替格納容器スプレイポンプ) + 格納容器内自然対流冷却 (海水直接通水) 等に期待できる。

【地震PRA, 津波PRAにてご説明】

第 1-8 表 重要事故シナリオの選定について (1/4)

事故シナリオグループ	事故シナリオ (◎は選定した重要事故シナリオ)	重要事故シナリオの選定の考え方 備考 (a: 系統間機能依存性, b: 余裕時間, c: 設備容量, d: 代表シナリオ)				選定した重要事故シナリオと選定理由
		a	b	c	d	
2次冷却系からの除熱機能喪失	① 小破断LOCA + 補助給水失敗	低	低	低	低	<p>【重要事故シナリオの選定】 着眼点b, cの評価結果より、②の事故シナリオが最も「高」が多いことから、②「主給水流量喪失 + 補助給水失敗」を重要事故シナリオとして選定した。</p> <p>【重要事故シナリオの包絡性】 考えられる主な炉心損傷防止対策に差異がないため、起因事象発生後の事象進展が早く、除熱の観点でより厳しい主給水流量喪失を起因とした②の事故シナリオは、①, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧の事故シナリオに対して包絡性を有している。</p>
	◎ ② 主給水流量喪失 + 補助給水失敗	低	高	高	低	
	③ 過渡事象 + 補助給水失敗	低	中	中	中	
	④ 手動停止 + 補助給水失敗	低	中	中	高	
	⑤ 外部電源喪失 + 補助給水失敗	中	中	中	低	
	⑥ 2次冷却系の破断 + 補助給水失敗	低	低	低	低	
	⑦ 2次冷却系の破断 + 主蒸気隔離失敗	低	低	低	低	
	⑧ 蒸気発生器伝熱管破断 + 補助給水失敗	低	低	低	低	
対応する主要な炉心損傷防止対策	フィードアンドブリード					

第 1-8 表 重要事故シナリオの選定について (2/4)

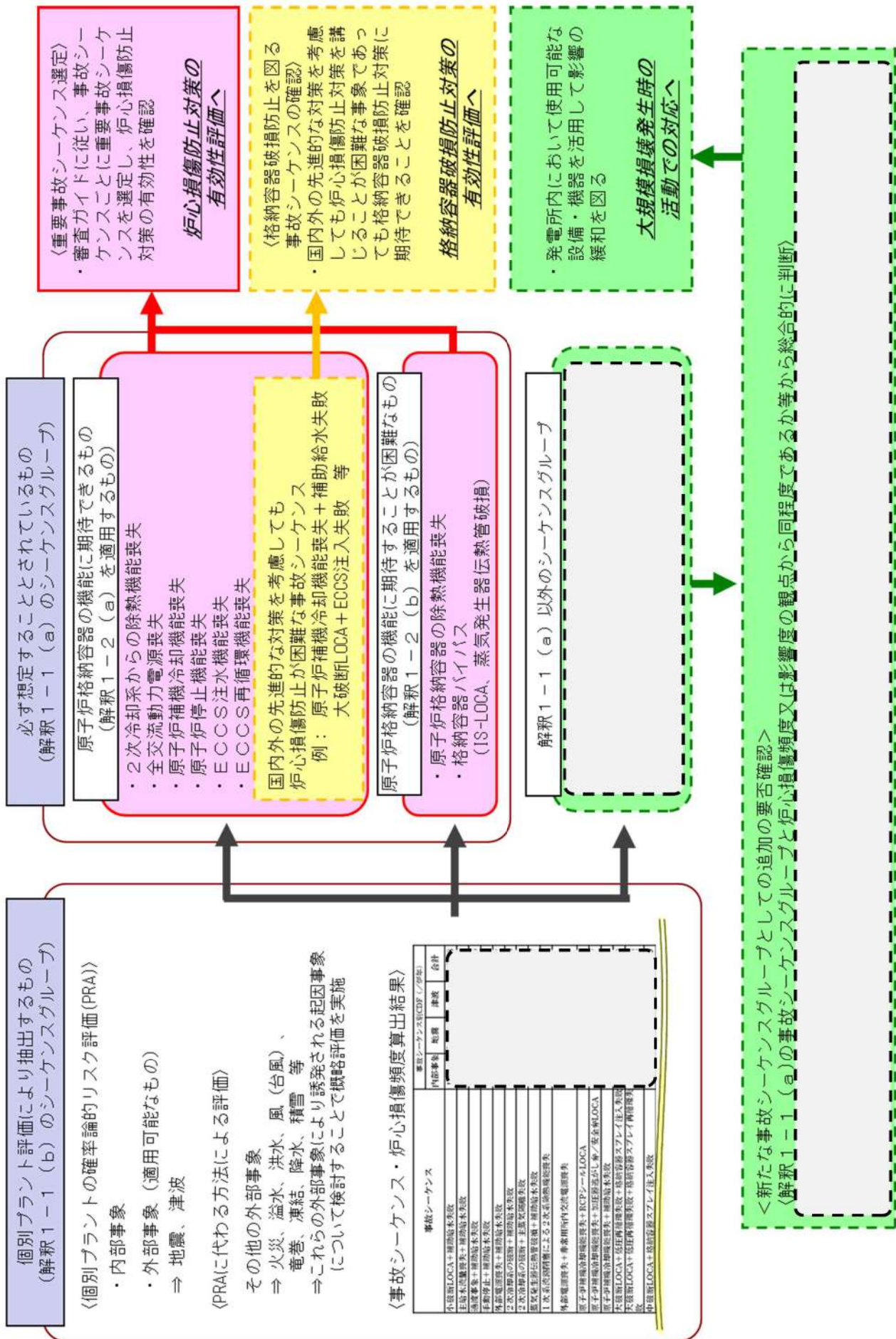
事故シナリオグループ	事故シナリオ (◎は選定した重要事故シナリオ)	対応する主要な炉心損傷防止対策	重要事故シナリオの選定の考え方				選定した重要事故シナリオと選定理由
			a	b	c	d	
全交流動力電源喪失	◎ ①外部電源喪失 + 非常用所内交流電源喪失	2次冷却系強制冷却 + 代替非常用発電機 + 代替格納容器スプレイポンプ	-	-	-	-	【重要事故シナリオの選定】 「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールドLOCA」+「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失」を重要事故シナリオとして選定。
	◎ ①原子炉補機冷却機能喪失 + RCPシールドLOCA		高	高	高	高	【重要事故シナリオの選定】 着眼点b, cの評価結果より、①の事故シナリオが最も「高」が多いことから、①「原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールドLOCA」を重要事故シナリオとして選定。 【重要事故シナリオの選定】 「原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールドLOCA」は、「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失」に從属的に発生することから、事象進展は同じであるため上記事故シナリオを選定。 また、「原子炉補機冷却機能喪失」時に生じるRCPシールドからの漏えいについては、不確実性が伴うことから、RCPシールドLOCAの発生の有無を考慮する。
原子炉補機冷却機能喪失		2次冷却系強制冷却 + 代替格納容器スプレイポンプ	高	中	中	低	【重要事故シナリオの選定】 本事故シナリオグループに含まれる各事故シナリオは炉心損傷防止対策に異ならないため、炉心損傷防止対策までの余裕時間が短くかつ要求される設備容量の観点で厳しい事象として選定した重要事故シナリオは他の重要事故シナリオに対して包絡性を有している。
	◎ ②原子炉補機冷却機能喪失 + 加圧器逃がし弁/安全弁LOCA		高	中	低	低	<aの観点> 原子炉補機冷却機能喪失により、補機冷却水が必要な機器は使用できないため「高」とした。 <b, cの観点> 加圧器逃がし弁/安全弁LOCAは気相部破断であり、1次冷却材の漏えいの観点でRCPシールドLOCAの方が厳しい事象であるため、RCPシールドLOCAを「高」とし、加圧器逃がし弁/安全弁LOCAを「中」とした。 <dの観点> 事故シナリオグループの中で最もCDFの高い事故シナリオについて、「高」とした。また、事故シナリオグループのうち最もCDFの高い事故シナリオのCDFに対して10%以上の事故シナリオについて、「中」とし、10%未満の事故シナリオについて、「低」とした。

第 1-8 表 重要事故シナリオの選定について (3/4)

事故シナリオグループ	事故シナリオ (◎は選定した重要事故シナリオ)	対応する主要な炉心損傷防止対策	重要事故シナリオの選定の考え方 備考 (a : 系統間機能依存性, b : 余裕時間, c : 設備容量, d : 代表シナリオ)				選定した重要事故シナリオと選定理由
			a	b	c	d	
原子炉格納容器の除熱機能喪失	◎ ①大破断LOCA+低圧再循環失敗+格納容器スプレイ注入失敗	格納容器内自然対流冷却	低	高	高	低	【重要事故シナリオの選定】 着眼点b, cの評価結果より, ①の事故シナリオが最も「高」が多いため, ①「大破断LOCA+低圧再循環失敗+格納容器スプレイ注入失敗」を重要事故シナリオとして選定した。 【重要事故シナリオの包絡性】 有効と考えられる主な炉心損傷防止対策に差異がないため, 起因事象発生後の事象進展が早く, 要求される設備容量の観点でより厳しい①の事故シナリオに対して包絡性を有している。
	②大破断LOCA+低圧再循環失敗+格納容器スプレイ再循環失敗		低	低	高	低	
	③中破断LOCA+格納容器スプレイ注入失敗		低	高	中	中	
	④中破断LOCA+格納容器スプレイ再循環失敗		低	低	中	中	
	⑤小破断LOCA+格納容器スプレイ注入失敗		低	高	低	中	
	⑥小破断LOCA+格納容器スプレイ再循環失敗		低	低	低	高	
原子炉停止機能喪失	◎ ①原子炉トリップが必要ない起因事象+原子炉トリップ失敗	共通要因故障対策盤(自動制御盤)	-	-	-	-	【重要事故シナリオの選定】 「主給水流失+原子炉トリップ失敗」を重要事故シナリオとして選定した。 【重要事故シナリオの包絡性】 有効と考えられる主な炉心損傷防止対策に差異がないため, 原子炉冷却材圧力パウンタリでの健全性確保の観点で厳しく, 圧力評価が厳しい主給水流失+及び負荷の喪失を起因とした事故シナリオは他の事故シナリオに対して包絡性を有している。

第1-8表 重要事故シケケンスの選定について (4/4)

事故シケケンスグループ	事故シケケンス (◎は選定した重要事故シケケンス)	対応する主要な 炉心損傷防止対策	重要事故シケケンスの選定の考え方				選定した重要事故シケケンスと選 定理由
			a	b	c	d	
ECCS注水 機能喪失	◎ ①中破断LOCA+高圧注入失敗	2次冷却系 強制冷却 + 低圧注入	低	高	高	低	<p>【重要事故シケケンスの選定】 着眼点b, cの評価結果より, ①の 事故シケケンスが最も「高」が多 いことから, ①「中破断LOCA+高圧注入失敗」 を重要事故シケケンスとして選定 した。</p> <p>【重要事故シケケンスの包絡性】 有効と考えられる主な炉心損傷防 止対策に差異がないため, 起因事 象発生後の事象進展が早く, 要求 される設備容量の観点により, ②の事 故シケケンスに対して包絡性を有 している。</p>
	◎ ②小破断LOCA+高圧注入失敗		低	中	中	高	
ECCS再循環 機能喪失	◎ ①大破断LOCA+高圧再循環失敗 +低圧再循環失敗	代替再循環	低	高	高	低	<p>【重要事故シケケンスの選定】 着眼点b, cの評価結果より, ①の 事故シケケンスが最も「高」が多 いことから, ①「大破断LOCA+低圧再循環失敗 +高圧再循環失敗」 を重要事故シケケンスとして選定 した。</p> <p>【重要事故シケケンスの包絡性】 左記d, eを踏まえ, 炉心損傷防止 対策までの余裕時間が短くかつ要 求される設備容量の観点により, ② ①の対策を評価することにより, その他の事故シケケンスについて は包絡することができる。</p>
	◎ ②中破断LOCA+高圧再循環失敗		低	中	中	中	
	◎ ③小破断LOCA+高圧再循環失敗		低	低	低	高	
格納容器 パイパス	◎ ①インターフェイスシステム LOCA	クルーダウンアン ドリサキエ ション	-	-	-	-	<p>①「インターフェイスシステム LOCA」, ②「蒸気発生器伝熱管破損 +破損側蒸気発生器の隔離失敗」 を重要事故シケケンスとして選定</p>
	◎ ②蒸気発生器伝熱管破損 +破損側蒸気発生器の隔離失敗		-	-	-	-	



第 1-1 図 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

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

大破断 LOCA	低圧 注入	蓄圧 注入	格納容器 スプレイ 注入	低圧 再循環	高圧 再循環	格納容器 スプレイ 再循環	事故シーケンス	事故シーケンス グループ	シーケ ンスNo.
							炉心冷却成功	炉心損傷なし	
							炉心冷却成功	炉心損傷なし	
							大破断 LOCA+低圧再循環失敗 +格納容器スプレイ再循環失敗	原子炉格納容器の 除熱機能喪失	(1)
							大破断 LOCA+高圧再循環失敗 +低圧再循環失敗	ECCS 再循環機能喪失	(2)
							炉心冷却成功	炉心損傷なし	
							大破断 LOCA+低圧再循環失敗 +格納容器スプレイ注入失敗	原子炉格納容器の 除熱機能喪失	(3)
							大破断 LOCA+蓄圧注入失敗	ECCS 注水機能喪失	(4)
							大破断 LOCA+低圧注入失敗	ECCS 注水機能喪失	(5)

中破断 LOCA	高圧注入	蓄圧注入	格納容器 スプレイ 注入	高圧 再循環	格納容器 スプレイ 再循環	事故シーケンス	事故シーケンス グループ	シーケ ンスNo.
						炉心冷却成功	炉心損傷なし	
						中破断 LOCA +格納容器スプレイ再循環失敗	原子炉格納容器の 除熱機能喪失	(6)
						中破断 LOCA+高圧再循環失敗	ECCS 再循環機能喪失	(7)
						中破断 LOCA +格納容器スプレイ注入失敗	原子炉格納容器の 除熱機能喪失	(8)
						中破断 LOCA+蓄圧注入失敗	ECCS 注水機能喪失	(9)
						中破断 LOCA+高圧注入失敗	ECCS 注水機能喪失	(10)

小破断 LOCA	原子炉 トリップ	補助給水	高圧注入	格納容器 スプレイ 注入	高圧 再循環	格納容器 スプレイ 再循環	事故シーケンス	事故シーケンス グループ	シーケ ンスNo.
							炉心冷却成功	炉心損傷なし	
							小破断 LOCA +格納容器スプレイ再循環失敗	原子炉格納容器の 除熱機能喪失	(11)
							小破断 LOCA+高圧再循環失敗	ECCS 再循環機能喪失	(12)
							小破断 LOCA +格納容器スプレイ注入失敗	原子炉格納容器の 除熱機能喪失	(13)
							小破断 LOCA+高圧注入失敗	ECCS 注水機能喪失	(14)
							小破断 LOCA+補助給水失敗	2次冷却系からの 除熱機能喪失	(15)
							ATWS のイベントツリーで整理 [※]	ATWS へ	

※ATWS の対象として考慮する起因事象については、発生頻度等の観点から別途整理する
(別紙 4)

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

インターフェイスシステム LOCA	原子炉トリップ	事故シナリオ	事故シナリオグループ	シナリオ No.
		インターフェイスシステム LOCA	格納容器バイパス	(16)
		ATWS のイベントツリーで整理*	ATWS へ	

主給水流量喪失	原子炉トリップ	補助給水	事故シナリオ	事故シナリオグループ	シナリオ No.
			炉心冷却成功	炉心損傷なし	(17)
			主給水流量喪失+補助給水失敗	2次冷却系からの除熱機能喪失	
			ATWS のイベントツリーで整理*	ATWS へ	

外部電源喪失	原子炉トリップ	非常用所内交流電源	補助給水	事故シナリオ	事故シナリオグループ	シナリオ No.
				炉心冷却成功	炉心損傷なし	(18)
				外部電源喪失+補助給水失敗	2次冷却系からの除熱機能喪失	
				外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失	全交流動力電源喪失	(19)
				ATWS のイベントツリーで整理*	ATWS へ	

ATWS		事故シナリオ	事故シナリオグループ	シナリオ No.
		原子炉トリップが必要な起因事象*+原子炉トリップ失敗	原子炉停止機能喪失	(20)

※ATWS の対象として考慮する起因事象については、発生頻度等の観点から別途整理する (別紙 4)

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

2次冷却系の 破断	原子炉トリッ プ	主蒸気隔離	補助給水	事故シーケンス	事故シーケンス グループ	シーケ ンス No.
				炉心冷却成功	炉心損傷なし	(21)
				2次冷却系の破断+補助給水失敗	2次冷却系からの 除熱機能喪失	
				2次冷却系の破断 +主蒸気隔離失敗	2次冷却系からの 除熱機能喪失	(22)
				ATWS のイベントツリーで整理 [※]	ATWS へ	

蒸気発生器 伝熱管破損	原子炉トリッ プ	補助給水	破損側 蒸気発生器の 隔離	事故シーケンス	事故シーケンス グループ	シーケ ンス No.
				炉心冷却成功	炉心損傷なし	(23)
				蒸気発生器伝熱管破損 +破損側蒸気発生器の隔離失敗	格納容器バイパス	
				蒸気発生器伝熱管破損 +補助給水失敗	2次冷却系からの 除熱機能喪失	(24)
				ATWS のイベントツリーで整理 [※]	ATWS へ	

過渡事象	原子炉トリッ プ	補助給水	事故シーケンス	事故シーケンス グループ	シーケ ンス No.
			炉心冷却成功	炉心損傷なし	(25)
			過渡事象+補助給水失敗	2次冷却系からの 除熱機能喪失	
			ATWS のイベントツリーで整理 [※]	ATWS へ	

原子炉補機 冷却機能喪失	原子炉 トリッ プ	補助給水	加圧器 逃がし弁/ 安全弁 LOCA	RCP シール LOCA	事故シーケンス	事故シーケンス グループ	シーケ ンス No.
					炉心冷却成功	炉心損傷なし	(26)
					原子炉補機冷却機能喪失 +RCP シール LOCA	原子炉補機 冷却機能喪失	
					原子炉補機冷却機能喪失 +加圧器逃がし弁/安全弁 LOCA	原子炉補機 冷却機能喪失	(27)
					原子炉補機冷却機能喪失 +補助給水失敗	原子炉補機 冷却機能喪失	(28)
					ATWS のイベントツリーで整理 [※]	ATWS へ	

手動停止	補助給水	事故シーケンス	事故シーケンス グループ	シーケ ンス No.
		炉心冷却成功	炉心損傷なし	(29)
		手動停止+補助給水失敗	2次冷却系からの 除熱機能喪失	

※ATWS の対象として考慮する起因事象については、発生頻度等の観点から別途整理する
(別紙4)

第1-2図 内部事象運転時レベル1 PRA イベントツリー (3/3)



第 1-3 図 地震レベル 1 PRA 階層イベントツリー

【地震PRA，津波PRAにてご説明】



第 1-4 図 地震レベル 1 PRA イベントツリー

【地震PRA，津波PRAにてご説明】



第 1-5 図 津波レベル 1 P R A イベントツリー

【地震 P R A，津波 P R A にてご説明】

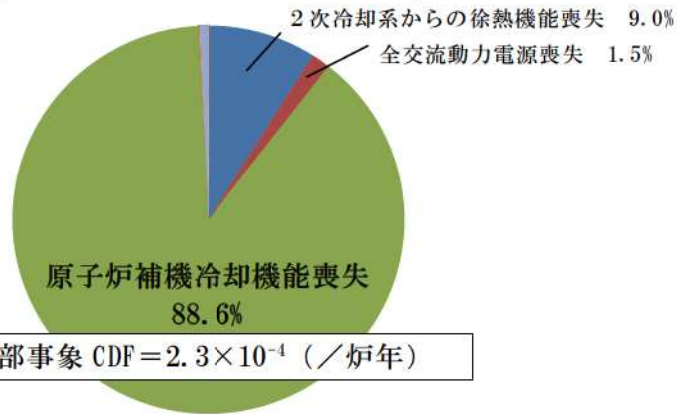
事故シーケンスグループ別

事象（内部／外部）別



第 1-6 図 プラント全体の炉心損傷頻度

内部事象運転時レベル 1 PRA



内部事象 CDF = 2.3×10^{-4} (／炉年)

地震レベル 1 PRA

津波レベル 1 PRA



第 1-7 図 事故シーケンスグループ別の寄与割合

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

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及び評価事故シーケンスの選定について

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。

【概要】

- ① 内部事象レベル 1、5 P R A 及び P R A 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。
- 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原子炉格納容器の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。
- 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の要否を検討した。
- ④ 格納容器破損モードごとに格納容器破損モード発生 viewpoint で厳しいプラント損傷状態（以下「P D S」という。）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。

2.1 格納容器破損モードの分析について

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、以下のとおりに示されている。

2 - 1

(a) 必ず想定する格納容器破損モード

- ・ 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）
- ・ 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱
- ・ 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用
- ・ 水素燃焼
- ・ 格納容器直接接触（シェルアタック）
- ・ 溶融炉心・コンクリート相互作用

(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

- ① 個別プラントの内部事象に関する P R A 及び外部事象に関する P R A（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。
- 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、5 P R A を実施し、格納容器破損モードを評価した。

具体的には、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の場合と同様に、重大事故等対処設備の有効性評価を行う格納容器破損モードの選定という今回の原子炉設置変更許可申請での位置付けを考慮し、これまでに整備してきたAM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等対処設備等を含めない、原子炉設置許可取得済の設備にのみ期待できるプラント状態を評価対象としたPRAモデルで内部事象レベル1.5PRAを実施している。

外部事象について、地震レベル1.5PRAは原子炉建屋、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過程に不確かさが大きく、定量評価結果の活用には損傷箇所、損傷モード等の精緻化の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。

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格納容器破損モードの分析を行った。

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

(1) PRAに基づく整理

内部事象レベル1.5PRAを実施し、事故の進展に伴い生じる原子炉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。

具体的には第2-2図のとおり炉心損傷前、原子炉容器破損前、原子炉容器破損直後、原子炉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ごとの格納容器破損頻度への寄与割合を第2-4図に示す。

① 蒸気発生器伝熱管破損（gモード）

蒸気発生器伝熱管破損を起因事象として炉心損傷が生じ、原子炉格納容器をバイパスして原子炉冷却材が環境中に放出される事象として分類する。

② インターフェイスシステムLOCA（vモード）

インターフェイスシステムLOCAの発生により、原子炉格納容器をバイパスして原子炉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。

③ 格納容器隔離失敗（βモード）

炉心が損傷した時点で、原子炉格納容器の隔離に失敗しており、原子炉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。

- ④ 原子炉容器内での水蒸気爆発（ α モード）
高温の溶融炉心が下部プレナムの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容器の蓋がミサイルとなって原子炉格納容器に衝突し、原子炉格納容器破損に至る事象として分類する。
- ⑤ 格納容器内の水蒸気爆発又は圧カスパイク（ η モード）
高温の溶融炉心が原子炉格納容器下部の水中に落下し、水蒸気爆発又は水蒸気による圧カスパイクが発生する可能性がある。このときに原子炉格納容器に付加される機械的エネルギーによって原子炉格納容器の破損に至る事象として分類する。
- ⑥ 溶融物直接接触（ μ モード）
1次冷却系が高圧状態で原子炉容器が破損した場合に、溶融炉心が原子炉格納容器内へ急激に分散し、原子炉格納容器壁に付着して熱的に原子炉格納容器の破損に至る事象として分類する。
- ⑦ 格納容器雰囲気直接加熱（ σ モード）
高圧状態で原子炉容器が破損した場合に、溶融炉心が原子炉格納容器の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、原子炉格納容器圧力が上昇し原子炉格納容器の破損に至る事象として分類する。
- ⑧ 水素燃焼又は水素爆轟（ γ モード、 γ' モード、 γ'' モード）
燃料被覆管と水蒸気の反応（ジルコニウム-水反応）、溶融炉心・コンクリート相互作用により発生する水素等の可燃性ガスが、大量に原子炉格納容器内に蓄積され燃焼する事象や、さらにガス濃度が高い場合に爆燃又は爆轟が発生し機械的荷重により原子炉格納容器が破損する事象として抽出しており、発生時期により原子炉容器破損以前（ γ モード）、直後（ γ' モード）及び長時間経過後（ γ'' モード）に分類する。
- ⑨ ベースマット溶融貫通（ ε モード）
原子炉容器の破損後、原子炉格納容器内に放出された溶融炉心が十分に冷却できない状態が継続した場合に、原子炉格納容器下部の側壁のコンクリートが浸食され、原子炉容器支持機能の喪失により原子炉格納容器の破損に至る事象として分類する。
- ⑩ 格納容器貫通部過温破損（ τ モード）
原子炉容器破損後、原子炉格納容器内で溶融炉心が冷却できない状態が継続した場合に、溶融炉心からの輻射及び対流によって原子炉格納容器の雰囲気が加熱され、格納容器の貫通部等が熱的に損傷し、原子炉格納容器の破損に至る事象として分類する。
- ⑪ 水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損（ δ モード）
炉心損傷後に溶融炉心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原子炉格納容器が過圧され、破損に至る事象又は溶融炉心が

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、原子炉格納容器内が過圧されて原子炉格納容器の破損に至る事象として分類する。

⑫ 水蒸気蓄積による格納容器先行破損（ θ モード）

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原子炉格納容器が炉心損傷前に破損する事象として分類する。

(2) P R Aに代わる検討に基づく整理

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、内部事象レベル1.5 P R A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P R A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ものと判断した。（別紙1））

2.1.2 内部事象レベル1.5 P R A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

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1.5 P R Aから抽出された格納容器破損モードと解釈2-1(a)に示されている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。

2-1

(a) 必ず想定する格納容器破損モード

- ・ 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）
- ・ 高压溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱
- ・ 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用
- ・ 水素燃焼
- ・ 格納容器直接接触（シェルアタック）
- ・ 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)～(3)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可否について検討を実施した。

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、原子炉格納容器が小さく、原子炉容器下部のペDESTALに開口部があるBWRマークI型の原子炉格納容器に特有の事象とみなされている。PWRでは原子炉格納容器が大きく、溶融炉心が壁面に流れる構造ではないため、発生の可能性がないと考えられることから、格納容器破損モードとして考慮しない。（別紙8）

※格納容器直接接触には、原子炉容器が高压の状態での破損した場合に、溶融炉心が急激に噴出し、噴出した溶融炉心が原子炉格納容器壁に接触しこれを侵食す

る事象が含まれる。本事象は、原子炉容器の破損までに減圧することが対策であり、「高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱」も対策が同一であることから、この事象に含まれると整理

(1) 蒸気発生器伝熱管破損，格納容器隔離失敗及びインターフェイスシステム L O C A

これらの破損モードは、事象の発生と同時に原子炉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）にあつては、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。

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した。

以下に、蒸気発生器伝熱管破損，格納容器隔離失敗及びインターフェイスシステム L O C A で想定した事象を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理由を示す。

a. 蒸気発生器伝熱管破損（gモード）

本破損モードはレベル 1.5 P R A 上の破損モードとして抽出されたが、解釈の要求事項として「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）にあつては、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「格納容器バイパス」にて有効性評価の対象としている。

なお、当該破損モードの格納容器破損頻度（C F F）（ 4.5×10^{-7} ／炉年）は、全格納容器破損頻度の約 0.2% の寄与割合であり、比較的小さい。

また、当該破損モードの 1 つの破損形態として温度誘因蒸気発生器伝熱管破損（T I - S G T R）が想定される。

本事象は炉心損傷後に 1 次冷却系が高圧かつ 2 次冷却系への給水がない限定的な条件で発生する可能性が生じるものであり、レベル 1 P R A の結果から同様のプラント状態に該当する事故シーケンスグループは以下の 3 つの事故シーケンスグループとなる。

【T I - S G T R 発生の可能性を有する事故シーケンスグループ】

- (a) 2 次冷却系からの除熱機能喪失
- (b) 全交流動力電源喪失
- (c) 原子炉補機冷却機能喪失

これらに対しては、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事故シーケンス「原子炉補機冷却機能喪失+補助給水失敗」及び「1次系流路閉塞による2次系除熱機能喪失」は、その発生頻度が 1.1×10^{-8} /炉年と非常に小さいが、主給水による蒸気発生器への給水により、炉心損傷を回避できる場合があること、さらに1次冷却系が高圧状態では、破損モード「高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱」への対策として1次冷却系強制減圧を行うことから、これが成功するとT I - S G T Rの発生確率はさらに低減される。

したがって、当該破損モードは発生する可能性が極めて低いこと及び炉心損傷防止対策の有効性によりその発生を回避でき有意な影響をもたらすものではないことから、個別プラント評価により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9)

b. インターフェイスシステムLOCA (ν モード)

本破損モードは、発生と同時に原子炉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原子炉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レベル1 P R A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。

原子炉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する。

したがって、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追加する必要はないと判断した。

なお、当該破損モードの格納容器破損頻度 (3.0×10^{-11} /炉年) の全格納容器破損頻度に対する寄与割合は0.1%未満である。

c. 格納容器隔離失敗 (β モード)

本破損モードは炉心が損傷した時点で原子炉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。

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、炉心損傷時点で原子炉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、原子炉格納容器貫通部スリーブからの漏えい等の機械的な破損や漏えい試験配管のフランジ閉め忘れ等の人的過誤による弁及びフランジの復旧忘れが考えられる。

これらの格納容器隔離失敗を防止するため、定期検査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、現状の運転管理として原子炉格納容器内の圧力を日常的に監視しているほか、原子炉格納容器圧力について12時間に1回確認する運用となっており、エアロッ

ク開放時には警報が発信することから、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。また、事故時において格納容器隔離信号発信時には隔離弁の閉止状態を運転員が確認する手順となっており、炉心損傷時に格納容器隔離失敗が発生している可能性は低いと考えられ、事故発生時に一定の確率で格納容器隔離失敗することを想定した場合においても、すべての炉心損傷防止対策の有効性を確認していることから、原子炉格納容器外への放射性物質の大規模な放出は防止可能である。(別紙 10)

今回実施した内部事象レベル 1.5 PRA では、国内 PWR 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 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、当該破損モードの格納容器破損頻度 (1.1×10^{-6} / 炉年、全格納容器破損頻度に対する寄与割合約 0.5%) を定量化した。国内の運転管理実績を考慮すれば、当該破損モードの格納容器破損頻度はさらに小さくなると推察される。(別紙 10)

以上、本事象は発生と同時に原子炉格納容器が隔離機能を喪失している事象であり、原子炉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、原子炉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原子炉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く、本格納容器破損モードに至る前に炉心損傷を防止することが重要と考えることから、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追加する必要はないと判断した。

【地震 PRA、津波 PRA にてご説明】

(2) 原子炉容器内での水蒸気爆発 (α モード)

本破損モードは、熔融炉心が原子炉容器下部プレナムの冷却水中に落下する際に水蒸気爆発が発生し、その衝撃により発生する原子炉容器構造物破損物がミサイルとなって原子炉格納容器を破損する事象を想定したものである。当該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原子炉格納容器の破損に至る可能性は極めて低いと評価されており (NUREG-1116, NUREG-1524)、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 11) また、当該破損モードの格納容器破損頻度 (1.7×10^{-9} / 炉年) につい

ても全格納容器破損頻度に対する寄与割合は 0.01% 以下と極めて小さい。

したがって、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。

(3) 水蒸気蓄積による格納容器先行破損 (θ モード)

本破損モードは、内部事象レベル 1.5 PRA 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）にあつては、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「原子炉格納容器の除熱機能喪失」にて有効性評価の対象としている。

なお、当該破損モードの格納容器破損頻度 (8.2×10^{-8} / 炉年) の全格納容器破損頻度に対する寄与割合は 0.1% 以下である。

したがって、当該破損モードは発生する可能性が低いこと及び炉心損傷防止対策の有効性によりその発生を回避でき有意な影響をもたらすものでないことから、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した。

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。

2.2 評価事故シーケンスの選定について

原子炉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ごとに評価事故シーケンスを選定している。

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。

(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）

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。

(2) 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱

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、原子炉容器破損までの余裕時間の観点で厳しいシーケンスを選定する。

(3) 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用

P R A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。

(4) 水素燃焼

水素燃焼の観点で厳しいシーケンスを選定する。また，炉心内の金属－水反応による水素発生量は，原子炉容器の下部が破損するまでに全炉心内のジルコニウム量の75%が水と反応するものとする。

(5) 溶融炉心・コンクリート相互作用

P R A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の観点から厳しいシーケンスを選定する。

上記に基づき，内部事象レベル1.5 P R A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の破損の際の結果が厳しくなると判断されるP D Sを選定し，その後，選定したP D S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する。

2.2.1 評価対象とするP D Sの選定

内部事象レベル1.5 P R Aでは，内部事象レベル1 P R A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原子炉格納容器の破損に至る事故シーケンスについて定量化している。

その際，原子炉格納容器内の事故進展の特徴を把握するために「事故のタイプと1次冷却材圧力」「炉心損傷時期」「格納容器内事故進展」の3つの属性に着目してレベル1 P R Aから抽出された事故シーケンスグループを分類し，P D Sとして定義している。P D Sの分類結果を第2-2表に示す。

(1) 事故のタイプと1次冷却系圧力

分類記号	状態の説明
A	1次冷却系の破断口径が大きく、低圧状態で炉心損傷に至るもの (起回事象：大中破断 LOCA)
S	1次冷却系の破断口径が小さく、中圧状態で炉心損傷に至るもの (起回事象：小破断 LOCA)
T	過渡事象が起因となり、高圧状態で炉心損傷に至るもの (起回事象：過渡事象)
G	格納容器バイパスで中圧状態のもの (起回事象：SGTR)
V	格納容器バイパスで低圧状態のもの (起回事象：IS-LOCA)

(2) 炉心損傷時期

分類記号	状態の説明
E	事故発生から短時間で炉心損傷に至るもの
L	事故発生から長時間で炉心損傷に至るもの

(3) 格納容器内事故進展（格納容器破損時期、熔融炉心の冷却手段）

分類記号	状態の説明
D	ECCS や格納容器スプレイ系による原子炉格納容器内注水がなく、熔融炉心の冷却が達成できない可能性があるもの。原子炉格納容器内除熱が行われていない状態で、炉心損傷後に原子炉格納容器の破損に至る可能性があるもの
W	ECCS や格納容器スプレイ系による原子炉格納容器内注水があり、熔融炉心の冷却が達成できる可能性があるもの。原子炉格納容器内除熱が行われていない状態で、炉心損傷後に原子炉格納容器の破損に至る可能性があるもの
I	ECCS や格納容器スプレイ系による原子炉格納容器内注水があり、熔融炉心の冷却が達成できる可能性があるもの。原子炉格納容器内除熱が行われている状態で、炉心損傷後に原子炉格納容器の破損に至る可能性があるもの
C	ECCS や格納容器スプレイ系による原子炉格納容器内注水があり、熔融炉心の冷却が達成できる可能性があるもの。原子炉格納容器内除熱が行われていない状態で、原子炉格納容器の破損後に炉心損傷に至る可能性があるもの

このPDSの定義に従い、格納容器破損モードごと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の選定を実施した。選定結果を第2-3表に示す。

なお、第2-2表において、原子炉格納容器破損時期が炉心損傷前と分類されているALC、SLC、V、G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「原子炉格納容器の除熱機能喪失」「格納容器バイパス」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。

2.2.2 評価事故シーケンス選定の考え方及び選定結果

2.2.1 項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。(別紙13)

評価事故シーケンスについては、事故進展を厳しくする観点から、複数の緩和機能の喪失を考慮する。なお、定量評価を行う際は、事故発生後に要求される安全機能の時系列に着目し、炉心損傷の直接要因となる安全機能が喪失する事故シーケンスに整理している。さらに、重大事故等対処設備の有効性を確認する観点から、全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮する。

また、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、これらの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5)

評価事故シーケンスの選定結果を以下に示す。

(1) 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧破損）

破断規模が大きく原子炉格納容器内へ短時間で大量の冷却材が放出され、原子炉格納容器内への注水により圧力上昇が抑制されないAEDから選定する。

① AEDに該当する事故シーケンス

- ・大破断LOCA+高圧注入失敗+低圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗
- ・中破断LOCA+高圧注入失敗+低圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗

② 選定理由

これらの事故シーケンスのうち、破断規模が大きく、原子炉格納容器圧力上昇の観点で厳しくなる大破断LOCAに起因する事故シーケンスとして「大破断LOCA+高圧注入失敗+低圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗」を選定する。

なお、評価事故シーケンスにおいては、代替格納容器スプレイポンプを用いた代替格納容器スプレイ並びに可搬型大型送水ポンプ車を用いた格納容器再循環ユニットへの海水通水による格納容器内自然対流冷却の有効性を確認する観点から、全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮する。

③ 選定結果

- ・大破断 L O C A + 高圧注入失敗 + 低圧注入失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗（全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮）

④ 格納容器破損防止対策

- ・代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ + 格納容器再循環ユニットへの海水通水による格納容器内自然対流冷却

(2) 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）

原子炉容器破損時に熔融炉心が高圧で原子炉格納容器内に分散することで原子炉格納容器内雰囲気への伝熱が大きく、補助給水及び原子炉格納容器内への注水がなく温度上昇が抑制されない T E D から選定する。

① T E D に該当する事故シーケンス

- ・外部電源喪失 + 非常用所内交流電源喪失
- ・手動停止 + 補助給水失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・過渡事象 + 補助給水失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・主給水流量喪失 + 補助給水失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・原子炉補機冷却機能喪失 + 補助給水失敗
- ・A T W S + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・2次冷却系の破断 + 補助給水失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・外部電源喪失 + 補助給水失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・2次冷却系の破断 + 主蒸気隔離失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗

② 選定理由

これらの事故シーケンスのうち、1次冷却材圧力が高圧で原子炉容器が破損した際に熔融炉心が原子炉格納容器内に分散する割合が多く、また、熔融炉心からの加熱により放出ガスが高温になる事故シーケンスとして「外部電源喪失 + 非常用所内交流電源喪失」を選定する。さらに、余裕時間及び要求される設備容量の観点で厳しくなるよう、外部電源喪失時の緩和機能である補助給水の失敗も考慮した「外部電源喪失 + 非常用所内交流電源喪失 + 補助給水失敗」を評価事故シーケンスとして選定する。

なお、評価事故シーケンスにおいては、代替格納容器スプレイポンプを用いた代替格納容器スプレイ及び可搬型大型送水ポンプ車を用いた格納容器再循環ユニットへの海水通水による格納容器内自然対流冷却の有効性を確認する観点から、原子炉補機冷却機能喪失の重畳も考慮する。

③ 選定結果

- ・外部電源喪失 + 非常用所内交流電源喪失 + 補助給水失敗（原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮）

④ 格納容器破損防止対策

- ・加圧器逃がし弁開放による1次冷却系強制減圧＋代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ＋格納容器再循環ユニットへの海水通水による格納容器内自然対流冷却

(3) 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱

1次冷却系が高圧で維持され、原子炉格納容器内への注水がなく高圧溶融物放出時の格納容器雰囲気直接加熱が抑制されないTEDから選定する。

① TEDに該当する事故シーケンス

「(2) 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」に示した事故シーケンスと同様。

② 選定理由

これらの事故シーケンスのうち、1次冷却材圧力が高圧で、原子炉容器が破損した際に溶融炉心が原子炉格納容器内に分散する割合が大きくなる事故シーケンスとして「外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失」を選定する。さらに、余裕時間及び要求される設備容量の観点で厳しくなるよう、外部電源喪失時の緩和機能である補助給水の失敗も考慮した「外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋補助給水失敗」を評価事故シーケンスとして選定する。

なお、評価事故シーケンスにおいては、代替格納容器スプレイポンプを用いた代替格納容器スプレイ及び可搬型大型送水ポンプ車を用いた格納容器再循環ユニットへの海水通水による格納容器内自然対流冷却の有効性を確認する観点から、原子炉補機冷却機能喪失の重畳も考慮する。

③ 選定結果

- ・外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋補助給水失敗（原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮）

④ 格納容器破損防止対策

- ・加圧器逃がし弁開放による1次冷却系強制減圧

(4) 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用

破断規模が大きく原子炉格納容器内へ短時間で大量の冷却材が放出されることで原子炉容器破損時の溶融炉心の崩壊熱が大きく、原子炉格納容器内が冷却されないAEWから選定する。

① AEWに該当する事故シーケンス

- ・大破断LOCA＋低圧再循環失敗＋高圧再循環失敗＋格納容器スプレイ再循環失敗
- ・大破断LOCA＋低圧再循環失敗＋高圧再循環失敗＋格納容器スプレイ注

入失敗

- ・大破断 L O C A + 蓄圧注入失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗
- ・大破断 L O C A + 蓄圧注入失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・大破断 L O C A + 低圧注入失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗
- ・大破断 L O C A + 低圧注入失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・中破断 L O C A + 高圧再循環失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗
- ・中破断 L O C A + 高圧再循環失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・中破断 L O C A + 蓄圧注入失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗
- ・中破断 L O C A + 蓄圧注入失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗
- ・中破断 L O C A + 高圧注入失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗

② 選定理由

これらの事故シーケンスのうち、破断規模が大きく原子炉容器破損時の崩壊熱が高い大破断 L O C A を起因とし、炉心損傷を早める観点から低圧注入失敗を、また原子炉下部キャビティ水のサブクール度が小さくなる観点から格納容器スプレイ再循環失敗を想定した「大破断 L O C A + 低圧注入失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗」を選定する。さらに、炉心損傷を早め、余裕時間及び要求される設備容量の観点で厳しくなるよう、高圧注入の失敗を考慮した「大破断 L O C A + 低圧注入失敗 + 高圧注入失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗」を評価事故シーケンスとして選定する。

また、原子炉下部キャビティに溜まる水のサブクール度が相対的に小さい方が、冷却水から蒸気が急激に生成し事象が厳しくなるため、格納容器スプレイによる注水は考慮せず、代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイを想定する。代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイは、格納容器スプレイポンプより開始時間が遅く流量も小さいため、原子炉下部キャビティ水のサブクール度は小さくなり、事象は厳しくなる。

なお、評価事故シーケンスにおいては、代替格納容器スプレイポンプを用いた代替格納容器スプレイ並びに可搬型大型送水ポンプ車を用いた格納容器再循環ユニットへの海水通水による格納容器内自然対流冷却の有効性を確認する観点から、全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重畳も考慮する。

③ 選定結果

- ・大破断 L O C A + 低圧注入失敗 + 高圧注入失敗 + 格納容器スプレイ再循環失敗（全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮。また、代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ注入の成功を想定。）

④ 格納容器破損防止対策

- ・不要（原子炉格納容器の耐力にて健全性を維持可能）

(5) 水素燃焼

破断規模が大きく原子炉格納容器内へ短時間で大量の冷却材が放出されることで事故進展に伴う水素発生速度が大きく、格納容器スプレイによる水蒸気の凝縮により原子炉格納容器内の水素濃度が高くなる A E I から選定する。

① A E I に該当する事故シーケンス

- ・大破断 L O C A + 低圧再循環失敗 + 高圧再循環失敗
- ・大破断 L O C A + 蓄圧注入失敗
- ・大破断 L O C A + 低圧注入失敗
- ・中破断 L O C A + 高圧再循環失敗
- ・中破断 L O C A + 蓄圧注入失敗
- ・中破断 L O C A + 高圧注入失敗

② 選定理由

これらの事故シーケンスのうち、破断規模が大きく事故進展が早くなり、初期から水素放出が開始され、かつ水素放出速度が大きくなる事故シーケンスとして「大破断 L O C A + 低圧注入失敗」を選定する。さらに、余裕時間及び要求される設備容量の観点で厳しくなるよう、高圧注入の失敗を考慮した「大破断 L O C A + 低圧注入失敗 + 高圧注入失敗」を評価事故シーケンスとして選定する。

③ 選定結果

- ・大破断 L O C A + 低圧注入失敗 + 高圧注入失敗

④ 格納容器破損防止対策

- ・原子炉格納容器内水素処理装置

(6) 溶融炉心・コンクリート相互作用

破断規模が大きく原子炉格納容器内へ短時間で大量の冷却材が放出されることで原子炉容器破損時の溶融炉心の崩壊熱が大きく、原子炉格納容器内への注水がなく原子炉下部キャビティへ落下する溶融炉心が冷却されない A E D から選定する。

① A E D に該当する事故シーケンス

「(1) 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧破損）」に示した事故シーケンスと同様。

② 選定理由

これらの事故シーケンスのうち、破断規模が大きく、事故進展が早く原子炉格納容器破損時の崩壊熱が高くなる大破断 L O C A に起因する事故シーケンスとして「大破断 L O C A + 高圧注入失敗 + 低圧注入失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗」を評価事故シーケンスとして選定する。

なお、評価事故シーケンスにおいては、代替格納容器スプレイポンプによ

る代替格納容器スプレイ及び可搬型大型送水ポンプ車を用いた格納容器再循環ユニットへの海水通水による格納容器内自然対流冷却の有効性を確認する観点から、全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮する。

③ 選定結果

- ・大破断 L O C A + 高圧注入失敗 + 低圧注入失敗 + 格納容器スプレイ注入失敗（全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮）

④ 格納容器破損防止対策

- ・代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ

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

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。

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、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）

①原子炉補機冷却機能喪失 + 補助給水失敗

③大破断 L O C A + 低圧注入失敗

④大破断 L O C A + 蓄圧注入失敗

⑤中破断 L O C A + 蓄圧注入失敗

【地震 P R A，津波 P R A にてご説明】

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、上記の事故シーケンスを含めて格納容器破損モードごとに選定している。したがって、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。（別紙 14）

【地震PRA，津波PRAにてご説明】

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

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，炉心損傷後の原子炉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。

原子炉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行い，事故の影響緩和を図る。

第2-1表 格納容器破損モード別格納容器破損頻度

格納容器の状態	想定される破損モード	モード名	格納容器破損頻度 (/炉年)	寄与割合 (%)*	解積で想定する格納容器破損モード	備考
格納容器バイパス	蒸気発生器伝熱管破損	g	4.5×10^{-7}	0.2	なし	<ul style="list-style-type: none"> 解積I-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」 →事故シナケンスグループ「格納容器バイパス」 TI-SGTRについては、炉心損傷防止対策により発生頻度が極めて低いと評価。(別紙9)
	温度誘因蒸気発生器伝熱管破損 (TI-SGTR)				なし	
	インターフェースシステムLOCA	v	3.0×10^{-11}	<0.1	なし	
格納容器隔離失敗	格納容器隔離失敗	β	1.1×10^{-6}	0.5	なし	重大事故の進展により原子炉格納容器へ物理的な負荷が発生することと原子炉格納容器の閉じ込め機能が喪失に至るものではない。また、すべての炉心損傷防止対策が有効なシナケンスであり、新たな有効性評価は不要である。(別紙10)
格納容器物理的破損	原子炉容器内での水蒸気爆発	α	1.7×10^{-9}	<0.1	なし	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。(別紙11)
	格納容器内の水蒸気爆発又は圧カスバイク	η	1.3×10^{-9}	<0.1	原子炉圧力容器外の溶融燃料 - 冷却材相互作用	
	溶融物直接接触	μ ^{※1, ※2}	2.0×10^{-8}	<0.1	高圧溶融物放出/ 格納容器雰囲気直接加熱	<p>※1 PWRで想定している溶融物直接接触は、原子炉容器圧力が高圧時に溶融炉心による原子炉容器の貫通が生じた場合に、高圧溶融物放出(飛散)により原子炉格納容器の壁に溶融炉心が接触し原子炉格納容器の壁を侵食する現象であり、解積で想定する格納容器破損モードでは「格納容器直接接触(シエルアタック)」ではなく「高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱」に対応する。</p> <p>(「格納容器直接接触(シエルアタック)」は溶融炉心が床に拡がりながら原子炉格納容器の壁に接触し、原子炉格納容器の壁を侵食する事象のため、BWRマークI型プラントに特有の事象であり、泊3号炉の格納容器破損モードとして考慮不要と判断した。)(別紙8, 12)</p> <p>※2 解積で想定する格納容器破損モード「高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱」に対し、μモード(溶融物直接接触)が「高圧溶融物放出」に、σモード(格納容器雰囲気直接加熱)が「格納容器雰囲気直接加熱」に該当する。</p>
	格納容器雰囲気直接加熱	σ ^{※2}	2.0×10^{-6}	1.0	高圧溶融物放出/ 格納容器雰囲気直接加熱	
	水素燃焼又は水素爆轟 (原子炉容器破損以前)	γ	3.5×10^{-10}	<0.1	水素燃焼	
	水素燃焼又は水素爆轟 (原子炉容器破損直後)	γ'	3.3×10^{-10}	<0.1	水素燃焼	
	水素燃焼又は水素爆轟 (原子炉容器破損後長時間経過後)	γ''	6.7×10^{-8}	<0.1	水素燃焼	
	ベースマット溶融貫通	ϵ	1.8×10^{-6}	0.9	溶融炉心・コンクリート相互作用	
	格納容器貫通部過温破損	τ	2.0×10^{-6}	0.9	雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)	
	水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損	δ	2.0×10^{-4}	96.4	雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧破損)	
水蒸気蓄積による格納容器先行破損	θ	8.2×10^{-8}	<0.1	なし		
合計			2.1×10^{-4}	100.0	なし	

ハッチング：内部事象レベル1.5PRAで抽出された格納容器破損モードのうち、解積に基づき必ず想定するものに含まれない格納容器破損モード * 四捨五入の都合上、合計は100%にはならない

第2-2表 プラント損傷状態（PDS）の定義

No	PDS	事故のタイプ	RCS 圧力	炉心損傷 時期	格納容器内事故進展		
					RWSP 水の 原子炉格納容 器への移送	原子炉格納容器 破損時期	原子炉格納容 器内熱除去 手段
1	AED	大中破断 LOCA	低圧	早期	×	炉心損傷後	×
2	AEW	大中破断 LOCA	低圧	早期	○	炉心損傷後	×
3	AEI	大中破断 LOCA	低圧	早期	○	炉心損傷後	○
4	ALC	大中破断 LOCA	低圧	後期	○	炉心損傷前	×
5	SED	小破断 LOCA	中圧	早期	×	炉心損傷後	×
6	SEW	小破断 LOCA	中圧	早期	○	炉心損傷後	×
7	SEI	小破断 LOCA	中圧	早期	○	炉心損傷後	○
8	SLW	小破断 LOCA	中圧	後期	○	炉心損傷後	×
9	SLI	小破断 LOCA	中圧	後期	○	炉心損傷後	○
10	SLC	小破断 LOCA	中圧	後期	○	炉心損傷前	×
11	TED	トランジェント	高圧	早期	×	炉心損傷後	×
12	TEW	トランジェント	高圧	早期	○	炉心損傷後	×
13	TEI	トランジェント	高圧	早期	○	炉心損傷後	○
14	V	インターフェイス システム LOCA	低圧			—	
15	G	SGTR	中圧			—	

注：ハッチング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 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。

第2-3表 評価対象とするプラント損傷状態（PDS）の選定について（1/3）

解釈で想定する格納容器破損モード	破損モード別CFF（/ 年）	該当するPDS	破損モード内CFFに対する割合	最も厳しいPDSの考え方	評価対象と選定したPDS			
解釈で想定する格納容器破損モード 蒸気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧破損）	2. 0E-04	SED	95.1%	【事象進展緩和の余裕時間の観点】 ・大中断断LOCA「A**」は、1次冷却系の流出を伴うことから、水位低下が早く事故進展が早い め、緩和操作のための時間余裕が短い。 【事象進展の厳しさの観点】 ・大中断断LOCA「A**」は、破断口から原子炉格納容器へ直接冷却材のプロローダウンが起こるため、 圧力上昇が厳しい。 ・大中断断LOCA「A**」は、炉心水位の低下・炉心露出が早いため、早期のジルコニウム-水反応に よる大量の水素発生により、圧力上昇が厳しい。 ・大中断断LOCA「A**」は、原子炉格納容器圧力が高く推移すること等、環境に放出される放射性物 量の観点でも厳しい事故シナリオとなつたと考えられる。 ・原子炉格納容器内に水の持ち込みのない「**D」は、原子炉格納容器内の圧力上昇について厳し い。 なお、「蒸気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧破損）」の破損モードに対する寄与割 合の大きいPDSはSEDであり、寄与割合は95.1%であるが、AEDと比較して圧力上昇が遅く事象進展に 余裕があると考えられることから、本破損モードの評価対象として選定していない。 以上より、AEDが最も厳しいPDSとなる。なお、いずれのPDSを選定しても、必要な監視機能を維持 可能である。	AED			
		TED	4.8%					
		SLW	0.1%					
		AEW	<0.1%					
		TEW	<0.1%					
		AED	<0.1%					
		SEW	<0.1%					
		蒸気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）	2. 1E-06		SED	98.5%	【事象進展緩和の余裕時間の観点】 ・蒸気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）については、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ナリオとなる。 ・TEDは、事象進展が早く、対応時間の余裕が少ない。 【事象進展の厳しさの観点】 ・原子炉格納容器内に水の持ち込みのない「**D」は、原子炉格納容器内の温度上昇について厳し い。 ・小中断断LOCA「S**」、過渡事象「T**」は、原子炉容器破損時に高圧で溶融炉心が原子炉格納容器内 に分散し、溶融炉心の表面積が大きくなり溶融炉心から原子炉格納容器内雰囲気への伝熱が大き くなることから、原子炉格納容器内の温度上昇について厳しい。 ・過渡事象「T**」は、補助給水による冷却がなく、原子炉格納容器内の温度上昇について厳しい。 ・大中断断LOCA「A**」は、低圧状態で炉心損傷に至ることから、原子炉容器破損時に溶融炉心が原 子炉格納容器内に分散せず、原子炉格納容器内の温度上昇について厳しい事象ではないと考えら れるため、選定対象から外した。 なお、「蒸気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の破損モードに対する寄与割 合の大きいPDSはSEDであり、寄与割合は98.5%であるが、TEDと比較して原子炉格納容器内の温度上 昇が小さいことから、本破損モードの評価対象として選定していない。 以上より、TEDが最も厳しいPDSとなる。なお、いずれのPDSを選定しても、必要な監視機能を維持 可能である。	TED
					TED	1.5%		
					SLW	<0.1%		
AEW	<0.1%							
TEW	<0.1%							
AED	<0.1%							
SEW	<0.1%							

ハッチング：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

第2-3表 評価対象とするプラント損傷状態（PDS）の選定について(2/3)

解釈で想定する格納容器破損モード	破損モード別CFF(／如年)	該当するPDS	破損モード内CFFに対する割合	最も厳しいPDSの考え方	評価対象と選定したPDS
2 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱	2.0E-06	SED	96.7%	<p>【事象進展緩和の余裕時間の観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉が高圧の状態での炉心損傷に至るシナケンスは、過渡事象「I**」であり、原子炉減圧までの時間余裕の観点でTEDが厳しい。 【事象進展の厳しさの観点】 過渡事象「I**」は、1次系の圧力が高く維持され、減圧の観点から厳しい。 原子炉格納容器内に水の持ち込みのない「**D」は、高圧溶融物放出時の格納容器雰囲気直接加熱の観点で最も厳しい。 <p>なお、「高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱」の破損モードに対する寄与割合の大きいPDSはSEDであり、寄与割合は96.7%であるが、LOCAにより1次系圧力が低下することから、本破損モードの評価対象として選定していない。</p> <p>以上より、TEDが最も厳しいPDSとなる。なお、いずれのPDSを選定しても、必要な監視機能を維持可能である。</p>	TED
		TEI	1.8%		
		TED	1.5%		
		SEI	<0.1%		
		TEW	<0.1%		
		SLW	<0.1%		
		SLI	<0.1%		
		SEW	<0.1%		
3 原子炉圧力容器外の溶融燃料—冷却材相互作用	1.3E-09	AEW	52.1%	<p>【事象進展緩和の余裕時間の観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 大中破断LOCA「A**」は、1次冷却系の流出を伴うことから、水位低下が早く事故進展が早いため、緩和操作のための時間余裕が短い。 【事象進展の厳しさの観点】 大中破断LOCA「A**」は、原子炉容器破損時の崩壊熱が高く、溶融炉心がより高温となる観点から厳しい。 原子炉格納容器内の冷却がない「**W」は、冷却水から蒸気が急激に生成する観点で厳しい。 過渡事象「I**」は、原子炉容器破損時の圧力が高圧であり、原子炉容器破損時に溶融炉心が原子炉格納容器内に分散することから、原子炉圧力容器外の溶融燃料—冷却材相互作用の観点から厳しい事象ではないと考えられる。 <p>以上より、AEWが最も厳しいPDSとなる。なお、いずれのPDSを選定しても、必要な監視機能を維持可能である。</p>	AEW
		AEI	25.2%		
		SEI	20.0%		
		SLW	2.5%		
		SLI	0.1%		
		SEW	0.1%		

ハッチング：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

第2-3表 評価対象とするプラント損傷状態（PDS）の選定について（3/3）

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	破損モード内CFF に対する割合	最も厳しいPDSの考え方	評価対象と 選定したPDS				
4 水素燃焼	6.8E-08	TEI	99.0%	<p>【事象進展緩和の余裕時間の観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大中破断LOCA「A**」は、1次冷却系の流出を伴うことから、水位低下が早く事故進展が早い。ため、緩和操作のための時間余裕が短い。 <p>【事象進展の厳しさの観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器が除熱される「**I」は、水蒸気が凝縮され水素濃度が高くなることから厳しい。 ・大中破断LOCA「A**」は、炉心内のジルコニウム-水反応による水素発生量を、全炉心内のジルコニウム量の75%が水と反応することを前提とすると、各PDSで炉心内のジルコニウム-水反応による水素発生量の差はなくなるため、事象進展が早く水素放出速度が大きいため厳しい。 <p>なお、「水素燃焼」の破損モードに対する寄与割合の大きいPDSはTEIであり、寄与割合は99.0%であるが、AEIと比較して事象進展に余裕があることから、本破損モードの評価対象として選定していない。</p> <p>以上より、AEIが最も厳しいPDSとなる。なお、いずれのPDSを選定しても、必要な監視機能を維持可能である。</p>	AEI				
		SED	0.9%						
		SEI	0.1%						
		TED	<0.1%						
		AEI	<0.1%						
		SLW	<0.1%						
		TEW	<0.1%						
		AEW	<0.1%						
		SLI	<0.1%						
		SEW	<0.1%						
		AED	<0.1%						
		5 溶融炉心・ コンクリート相互作用	1.8E-06			TEI	46.3%	<p>【事象進展緩和の余裕時間の観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大中破断LOCA「A**」は、1次冷却系の流出を伴うことから、水位低下が早く事故進展が早い。ため、緩和操作のための時間余裕が短い。 <p>【事象進展の厳しさの観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大中破断LOCA「A**」は、原子炉容器破損時の崩壊熱が高く厳しい。 ・大中破断LOCA「A**」は、原子炉圧力が低く、溶融炉心の分散の可能性がないため、原子炉下部キヤビティの溶融炉心の量を多くすることから厳しい。 ・原子炉格納容器内に水の持ち込みのない「**D」が、溶融炉心を冷却せずMCCIを抑制しない観点で厳しい。 ・過渡事象「T**」は、原子炉容器破損時の圧力が高圧であり、原子炉容器破損時に溶融炉心が原子炉格納容器内に分散することから、溶融炉心・コンクリート相互作用の観点から厳しい事象ではないと考えられる。 <p>なお、「溶融炉心・コンクリート相互作用」の破損モードに対する寄与割合の大きいPDSはTEI、TEDである。TEIの寄与割合は46.3%と高いが、原子炉格納容器内に注水されるため、AEDと比較してMCCIが抑制されると考えられることから、本破損モードの評価対象として選定していない。TEDの寄与割合は41.8%と高いが、AEDと比較して溶融炉心の分散の可能性が高いことや、事象進展に余裕があると考えられることから、本破損モードの評価対象として選定していない。なお、TEDについては、「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」「高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱」の破損モードに対して厳しく、評価対象として選定している。</p> <p>以上より、AEDが最も厳しいPDSとなる。なお、いずれのPDSを選定しても、必要な監視機能を維持可能である。</p>	AED
						SED	11.9%		
						TEW	<0.1%		
AED	<0.1%								
AEI	<0.1%								
SEI	<0.1%								
SLW	<0.1%								
AEW	<0.1%								
SLI	<0.1%								
SEW	<0.1%								

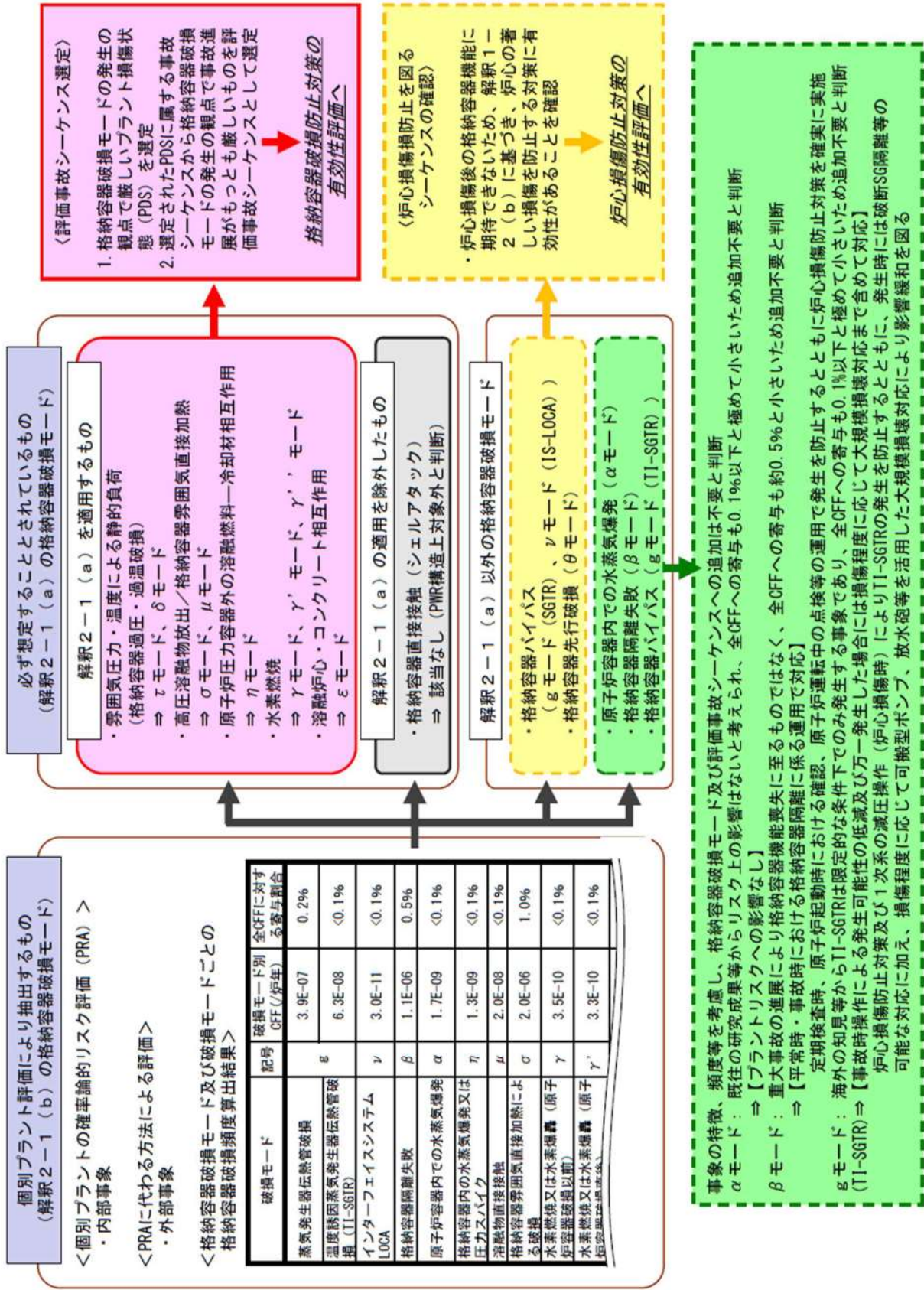
ハッチング：格納容器破損モードの発生の観点で事象進展が最も厳しくなると考えられるPDS

第2-4表 格納容器破損防止対策の評価事故シナリオの選定について (1/2)

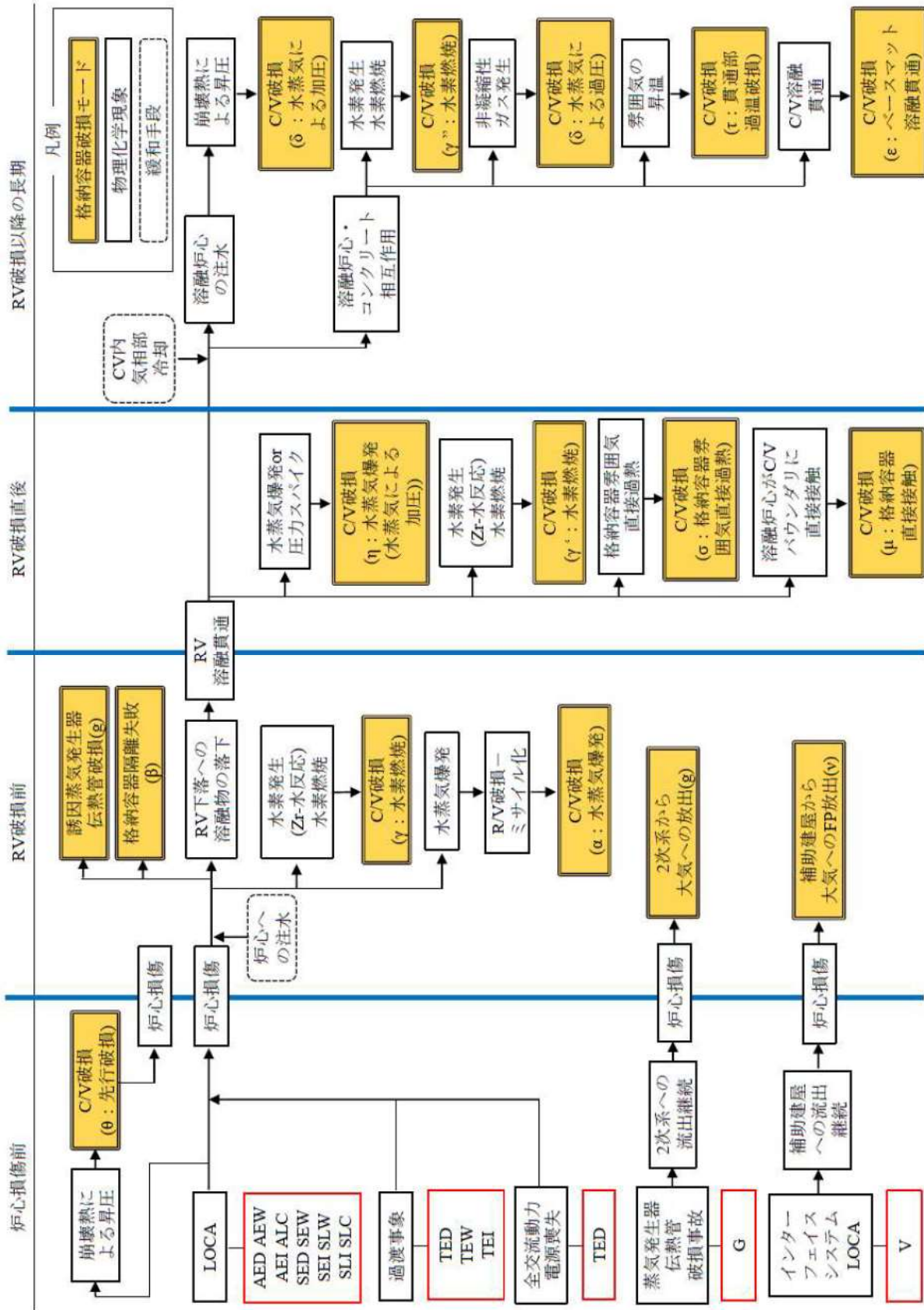
格納容器破損モード	最も厳しいPDS	事故シナリオ	選定	格納容器破損防止対策	評価事故シナリオの選定の考え方	
雰囲気圧力・温 度による静的負 荷 (格納容器過圧 破損)	AED	大破断LOCA+低圧注入失敗+高圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗	○	代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイトによる格納容器内自然対流冷却	【事象進展緩和の余裕時間の観点】 ・AEDのうち事象進展が早い大破断LOCAを選定した。 【事象進展の厳しさの観点】 ・対策の有効性の観点 ・格納容器過圧破損に対する対策とその有効性を確認する観点から、全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失を重畳させることで、電源復旧、注水機能確保のための対応時間が厳しく、原子炉格納容器破損防止対策による有効性を網羅的に確認できるシナリオを選定した。	
		中破断LOCA+低圧注入失敗+高圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-			
	TED	外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失	○			【事象進展緩和の余裕時間の観点】 ・事象進展を早める観点から補助給水失敗の重畳を考慮した。
		手動停止+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-			【事象進展の厳しさの観点】 ・TEDのうち1次系圧力が高圧で原子炉容器が破損した際に溶融炉心が原子炉格納容器内に分散する割合が多く、また、溶融炉心からの加熱により放出ガスが高温になる全交流動力電源喪失シナリオを選定した。
		過渡事象+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-			【対策の有効性の観点】 ・格納容器過温破損に対する対策とその有効性を確認する観点から、原子炉補機冷却機能喪失を重畳させることで、原子炉格納容器の冷却機能確保のための設備が多く、原子炉格納容器破損防止対策による有効性を網羅的に確認できるシナリオを選定した。
		主給水流量喪失+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-		加圧器逃がし弁開放による1次系強制減圧+代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイトによる格納容器内自然対流冷却	
		原子炉補機冷却機能喪失+補助給水失敗	-			
		ATWS+格納容器スプレイ注入失敗	-			
		2次冷却系の破断+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-			
		外部電源喪失+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-			
2次冷却系の破断+主蒸気隔離失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-					
高圧溶融物放出 / 格納容器雰囲気 気直接加熱	TED	外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失	○		【事象進展緩和の余裕時間の観点】 ・事象進展を早める観点から補助給水失敗の重畳を考慮した。	
		手動停止+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-		【事象進展の厳しさの観点】 ・TEDのうち1次系圧力が高圧で、原子炉容器が破損した際に溶融炉心が原子炉格納容器内に分散する割合が多い全交流動力電源喪失シナリオを選定した。	
	過渡事象+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-				
	主給水流量喪失+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-				
	原子炉補機冷却機能喪失+補助給水失敗	-		加圧器逃がし弁開放による1次系強制減圧		
	ATWS+格納容器スプレイ注入失敗	-				
	2次冷却系の破断+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-				
	外部電源喪失+補助給水失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-				
	2次冷却系の破断+主蒸気隔離失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-				
	2次冷却系の破断+主蒸気隔離失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-				

第2-4表 格納容器破損防止対策の評価事故シナリオの選定について(2/2)

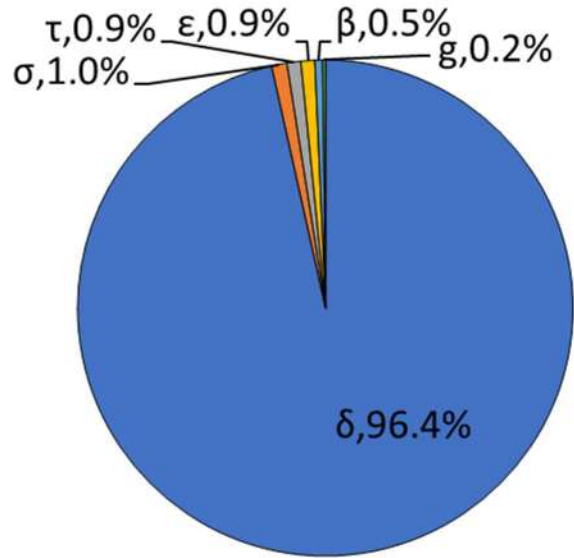
格納容器破損モード	最も厳しいPDS	事故シナリオ	選定	格納容器破損防止対策	評価事故シナリオの選定の考え方
3 原子炉圧力容器 外の溶融燃料— 冷却材相互作用	AEW	大破断LOCA+低圧再循環失敗+高圧再循環失敗+格納容器スプレイ再循環失敗	-	(原子炉格納容器の耐力にて健全性を維持可能)	【事象進展緩和の余裕時間の観点】 ・ AEWのうち事象進展が早い大破断LOCAを選定した。 ・ 事象進展を早める観点で高圧注入失敗の重量を考慮した。 【事象進展の厳しさの観点】 — 【対策の有効性の観点】 ・ 格納容器過圧破損に対する対策とその有効性を確認する観点から、全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失を重量させることで、電源復旧、注水機能確保のための設備が多く、原子炉格納容器破損防止対策による対応時間が厳しく、原子炉格納容器への注水、除熱対策の有効性を網羅的に確認できるシナリオを選定した。 ・ 原子炉下部キャビティ水のサブクール度を小さくするため、格納容器スプレイによる注水は考慮せず、代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイを用いた注入を想定した。
		大破断LOCA+低圧再循環失敗+高圧再循環失敗+格納容器スプレイ再循環失敗	-		
		大破断LOCA+蓄圧注入失敗+格納容器スプレイ再循環失敗	-		
		大破断LOCA+蓄圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-		
		大破断LOCA+低圧注入失敗+格納容器スプレイ再循環失敗	○		
		大破断LOCA+低圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-		
		中破断LOCA+高圧再循環失敗+格納容器スプレイ再循環失敗	-		
		中破断LOCA+高圧再循環失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-		
		中破断LOCA+蓄圧注入失敗+格納容器スプレイ再循環失敗	-		
		中破断LOCA+蓄圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-		
		中破断LOCA+高圧注入失敗+格納容器スプレイ再循環失敗	-		
		中破断LOCA+高圧注入失敗	-		
4 水素燃焼	AEI	大破断LOCA+低圧再循環失敗+高圧再循環失敗	-	原子炉格納容器内水素処理装置	【事象進展緩和の余裕時間の観点】 ・ AEIのうち事象進展の早い大破断LOCA+低圧注入失敗を選定する。 ・ 事象進展を早める観点から高圧注入失敗の重量を考慮する。 【事象進展の厳しさの観点】 — 【対策の有効性の観点】 —
		大破断LOCA+蓄圧注入失敗	-		
		大破断LOCA+低圧注入失敗	○		
		中破断LOCA+高圧再循環失敗	-		
		中破断LOCA+蓄圧注入失敗	-		
		中破断LOCA+高圧注入失敗	-		
5 溶融炉心・コン クリート相互作用	AED	大破断LOCA+低圧注入失敗+高圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗	○	代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ	【事象進展緩和の余裕時間の観点】 ・ AEDのうち事象進展が早い大破断LOCAを選定する。 【事象進展の厳しさの観点】 — 【対策の有効性の観点】 ・ 対策の有効性を確認する観点から全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重量を考慮する。
		中破断LOCA+低圧注入失敗+高圧注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗	-		



第2-1 図 格納容器破損モード及び評価事故シナリオ選定の全体プロセス



第2-2図 シビアアクシデントで想定される事故進展と格納容器破損モード



格納容器破損頻度： 2.1×10^{-4} / 炉年

破損モード	寄与割合 (%)
δ : 水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損	96.4
σ : 格納容器雰囲気直接加熱	1.0
τ : 格納容器貫通部過温破損	0.9
ε : ベースマット溶融貫通	0.9
β : 格納容器隔離失敗	0.5
γ : 蒸気発生器伝熱管破損	0.2
θ : 水蒸気蓄積による格納容器先行破損	<0.1
γ'' : 水素燃料又は水素爆轟 (原子炉容器破損後長時間経過後)	<0.1
μ : 溶融物直接接触	<0.1
α : 原子炉容器内水蒸気爆発	<0.1
η : 原子炉容器外水蒸気爆発	<0.1
γ : 水素燃焼又は水素爆轟 (原子炉容器破損以前)	<0.1
γ' : 水素燃焼又は水素爆轟 (原子炉容器破損直後)	<0.1
ν : インターフェイスシステム LOCA	<0.1

第2-4図 内部事象運転時レベル1. 5 PRAの定量化結果
(格納容器破損モード別の寄与割合)

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

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。

【概要】

- ① 内部事象P R A及びP R A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の抽出を実施した。
- ② 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外部事象特有の事故シーケンスについて、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要否を検討した。
- ③ 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、審査ガイドに記載の観点（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

解釈において、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、以下のとおり記載されている。

4-1

(a) 必ず想定する運転停止中事故シーケンスグループ

- ・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）
- ・全交流動力電源喪失
- ・原子炉冷却材の流出
- ・反応度の誤投入

(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

- ① 個別プラントの停止時に関するP R A（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。
- 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。

上記4-1(b)を踏まえて、泊3号炉を対象とした内部事象停止時レベル1 P R A評価を実施し、事故シーケンスグループの検討を行った。

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

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※¹で評価した停止時P R Aの結果を用いた。

※¹ 従来から整備してきたAM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等対処設備等を含めない条件

3.1.1 燃料損傷に至る運転停止中事故シーケンスグループの抽出、整理

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、停止時レベル1 P R A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、圧力等のプラントパラメータの類似性、保守点検状況等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POS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。また、POSごとの期間及び系統の待機状態を示した工程表を第3-3図に示す。

停止時P R Aにおいては、原子炉停止後の運転停止中の各POSにおいて燃料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アグラム、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し、燃料損傷に至る各事故シーケンスを抽出している。抽出した起因事象と発生頻度を第3-1表に示す。

3.1.1.1 選定した起因事象

- ・ 余熱除去機能喪失

余熱除去系の弁やポンプの故障等により余熱除去機能が喪失する事象。

- ・ 外部電源喪失

外部電源が喪失する事象。発生した場合には、非常用所内交流電源（ディーゼル発電機）が起動して交流電源を供給するが、ディーゼル発電機の起動に失敗した場合には崩壊熱除去が不可能となる可能性がある。

- ・ 原子炉補機冷却機能喪失

原子炉補機冷却水系の弁やポンプの故障等により、原子炉補機冷却機能が喪失する事象。発生した場合には崩壊熱除去が不可能となる可能性がある。

- ・ 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失

配管破断や運転員の弁の誤操作等により原子炉冷却材が系外へ流出する事象。低温停止時には、配管破断による原子炉冷却材の流出の可能性は低いと考えられ、弁の誤操作等による原子炉冷却材の流出を対象とする。

- ・ 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（水位維持失敗）

ミッドループ運転中に何らかの原因によりR C S水位が低下し、かつ水位低下が継続する事象。

- ・ 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（オーバードレン）

RCS水抜き操作時に、RCS水位がミッドループまで低下した後、水抜きを停止する通常の操作に失敗し、水位低下が継続する事象。

・反応度の誤投入[※]

希釈操作時の運転要領に基づき、必要な希釈量の算出又は設定に失敗し、異常の察知にも失敗する事象。

(※ 制御棒の誤引抜きについては、プラント停止中は高濃度ほう酸水で未臨界度が確保されること、起動時においてもほう素濃度が高い状況で制御バンクDを除く制御棒を全引抜きとすることから、制御棒誤引抜き時の反応度投入はわずかであることから本評価においては評価対象外と判断。)

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ともに、燃料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3-2表に示す。起因事象別の炉心損傷頻度への寄与割合を第3-5図に、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3-6図に示す。

3.1.2 抽出した事故シーケンスの整理

3.1.2.1 必ず想定する事故シーケンスグループとの対応

第3-2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(4)の事故シーケンスグループとして整理した。

(1) 崩壊熱除去機能喪失

余熱除去系の故障に伴い余熱除去機能が喪失し、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。

(2) 全交流動力電源喪失

外部電源喪失の発生時に非常用所内交流電源の電源確保に失敗する全交流動力電源喪失の発生により余熱除去機能が喪失し、燃料損傷に至る事故シーケンスを解釈4-1(a)に記載の「全交流動力電源喪失」に分類する。

(3) 原子炉冷却材の流出

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る原子炉冷却材の系外への流出により余熱除去機能が喪失し、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。

(4) 反応度の誤投入

プラント停止中に化学体積制御系の故障、誤操作等により反応度が添加されることで臨界に達し、燃料損傷に至る事故シーケンスを解釈4-1(a)に記載の「反応度の誤投入」に分類する。

3.1.2.2 追加すべき事故シーケンスグループの検討

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 重要事故シーケンスの選定について

3.2.1 重要事故シーケンスの選定の考え方

原子炉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損傷防止対策設備の有効性評価の実施に際しては、運転停止中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選定に当たっては、以下に示す審査ガイドに記載の3つの着眼点に沿って実施している。今回の重要事故シーケンスの選定に当たっての具体的な検討内容を以下に示す(第3-3表)。

【審査ガイドに記載の着眼点】

- a. 燃料損傷防止対策の実施に対する余裕時間が短い。
- b. 燃料損傷回避に必要な設備容量(流量等)が大きい。
- 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

崩壊熱が高く、余裕時間や必要な注水量の観点で厳しくなる事故シーケンスを選定している。

なお、崩壊熱および原子炉冷却材の保有水量の観点でより厳しいPOSにおける事故シーケンスの発生を考慮する。

b. 設備容量

設備容量については、事故シーケンスグループ内での必要な設備容量の大きさに応じて「高」、「中」、「低」と3つに分類した。

c. 代表性

第3-2表の事故シーケンスごとの炉心損傷頻度を比較し、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」、事故シーケンスグループ内での寄与割合が支配的な事故シーケンスの炉心損傷頻度に対して10%以上のものを「中」、10%に満たないものを「低」と3つに分類した。

3.2.2 重要事故シーケンスの選定結果

3.2.1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 3-3 表及び以下に示す。

(1) 崩壊熱除去機能喪失

① 重要事故シーケンス

- ・余熱除去機能喪失

② 選定理由

余裕時間について、「原子炉補機冷却機能喪失」はある一定期間余熱除去ポンプの利用が期待できるため着眼点 a を「中」とした。一方で、「余熱除去機能喪失」及び「外部電源喪失＋余熱除去系による冷却失敗」は、余熱除去系が使用できず余裕時間が短くなるため着眼点 a を「高」とした。「余熱除去機能喪失」及び「外部電源喪失＋余熱除去系による冷却失敗」は、余裕時間は同等であるものの、「外部電源喪失＋余熱除去系による冷却失敗」は「全交流動力電源喪失」に包絡される。このため、「余熱除去機能喪失」を代表として選定した。また、設備容量については各事象に差は生じないため着眼点 b はいずれも「高」とした。

なお、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、崩壊熱が高く、原子炉冷却材の保有水量が少ない燃料取出前のミッドループ運転中に余熱除去機能が喪失する事象を選定した。

また、代替格納容器スプレイポンプを用いた炉心注水の有効性を確認する観点から、充てんポンプの機能喪失の重畳を考慮する。

③ 燃料損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

- ・代替格納容器スプレイポンプによる代替炉心注水

(2) 全交流動力電源喪失

① 重要事故シーケンス

- ・外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失

② 選定理由

全交流動力電源喪失に係る事故シーケンスは当該シーケンスのみである。原子炉設置許可取得済みの設備の緩和機能以外の燃料損傷防止対策や自主的な AM 策に期待しない今回の PRA においては、外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故シーケンスが想定される。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、崩壊熱が高く、原子炉冷却材の保有水量が少ない燃料取出前のミッドループ運転中に全交流動力電源が喪失する事象を選定する。さらに、従属的に発生する原子炉補機冷却機能喪失の重畳を考慮する。

③ 燃料損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

- ・代替非常用発電機＋代替格納容器スプレイポンプによる代替炉心注水

(3) 原子炉冷却材の流出

① 重要事故シーケンス

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失

② 選定理由

原子炉冷却材の流出として想定される起因事象としては、プラント停止期間を通じて想定される弁の誤操作等による原子炉冷却材の流出事象に加えて、1次冷却系の水抜き操作実施時の水抜き停止操作の失敗による流出継続、ミッドループ運転中に何らかの原因で1次冷却系の水位維持に失敗する事象が想定される。原子炉設置許可取得済の設備の緩和機能以外の燃料損傷防止対策や自主的なAM策に期待しない今回のPRAにおいて、これらは原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失として直接的に燃料損傷に至る同一の事故シーケンスとして想定されるため、代表として1次冷却材の流出流量が多い原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失を着眼点a及びbの観点で「高」であるとして選定する。

なお、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、崩壊熱が高く、原子炉冷却材の保有水量が少ない燃料取出前のミッドループ運転中に原子炉冷却材が流出する事象を選定する。

③ 燃料損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

- ・充てんポンプによる炉心注入

(4) 反応度の誤投入

① 重要事故シーケンス

- ・反応度の誤投入

② 選定理由

反応度の誤投入に係る事故シーケンスは当該シーケンスのみである。原子炉設置許可取得済の設備の緩和機能以外の燃料損傷防止対策や自主的なAM策に期待しない今回のPRAにおいては、原子炉起動時におけるほう素の希釈操作失敗に伴う反応度の誤投入が想定される。

なお、原子炉起動前までは希釈が生じない措置を講じること及び臨界到達までの余裕時間を厳しく評価する観点から、原子炉起動前にほう素希釈運転中の化学体積制御系の弁の誤作動等による純水の注水により、1次冷却材が希釈され、原子炉が臨界に至る可能性がある事象を選定する。

③ 燃料損傷防止対策（有効性評価で主に考慮）

- ・純水注入停止操作

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燃料損傷防止対策の整備状況等を確認している（別紙5）。

第3-1表 内部事象停止時レベル1 PRAにおける起回事象と発生頻度

起回事象	発生頻度	説明
余熱除去機能喪失	5. 8E-8/hr	余熱除去系の弁やポンプの故障等により余熱除去機能が喪失する事象。
外部電源喪失	5. 5E-7/hr	外部電源が喪失する事象。発生した場合には、非常用所内交流電源（ディーゼル発電機）が起動して交流電源を供給するが、ディーゼル発電機の起動に失敗した場合には崩壊熱除去が不可能となる可能性がある。
原子炉補機冷却機能喪失	2. 3E-8/hr	原子炉補機冷却水系の弁やポンプ等の故障により、原子炉補機冷却機能が喪失する事象。発生した場合には崩壊熱除去が不可能となる可能性がある。
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	8. 2E-7/hr	配管破断や運転員の弁の誤操作等により原子炉冷却材が系外へ流出する事象。低温停止時には、配管破断による原子炉冷却材の流出の可能性は低いと考えられ、弁の誤操作等による原子炉冷却材の流出を対象とする。
水位維持失敗	4. 1E-6/ミッドループ	ミッドループ運転中に何らかの原因により RCS 水位が低下し、かつ水位低下が継続する事象。
オーバードレン	4. 1E-6/demand	RCS 水抜き操作時に、RCS 水位がミッドループまで低下した後、水抜きを停止する通常の操作に失敗し、水位低下が継続する事象。
反応度の誤投入	3. 1E-8/demand	希釈操作時の運転要領に基づき、必要な希釈量の算出又は設定に失敗し、異常の察知にも失敗する事象。 ※ 制御棒の誤引抜きについては、プラント停止中は高濃度ほう酸水で未臨界度が確保されること、起動時においてもほう酸濃度が高い状況で制御バンク D を除く制御棒を全引抜きとすることから、制御棒誤引抜き時の反応度投入は僅かであるため本評価においては評価対象外と判断。

第3-2表 運転停止中事故シークェンスグループ別炉心損傷頻度

事故シークェンス	シークェンス No.	事故シークェンス別 CDF (/ 年)	全CDFへの寄与割合* (事故シークェンス別)	炉心損傷に至る 主要因	グループ別 CDF (/ 年)	全CDFへの寄与割合* (グループ別)	運転停止中 事故シークェンスグループ	備考
余熱除去機能喪失	(1)	3.6E-5	約16%	余熱除去機能の喪失	6.1E-5	約10%	(1) 崩壊熱除去機能喪失	
外部電源喪失 + 余熱除去系による冷却失敗	(2)	1.1E-5	約2%					
原子炉補機冷却機能喪失	(3)	1.4E-5	約2%					
外部電源喪失 + 非常用所内交流電源喪失	(4)	1.4E-5	約2%	電源機能の喪失	1.4E-5	約2%	(2) 全交流動力電源喪失	全炉心損傷頻度の100%を燃料損傷防止対策にてカバー
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	(5)	5.1E-4	約85%	原子炉冷却材の喪失 (流出)	5.3E-4	約87%	(3) 原子炉冷却材の流出	
水位維持失敗	(6)	8.2E-6	約1%					
オーバードレン	(7)	8.2E-6	約1%					
反応度の誤投入	(8)	3.1E-8	<0.1%	反応度の誤投入	3.1E-8	<0.1%	(4) 反応度の誤投入	
合計		6.0E-4	100%	—	6.0E-4	100%	—	—

*四捨五入の都合上、合計は100%にはならない

第3-3表 重要事故シナリオ（運転停止中）の選定について（1/2）

事故シナリオグループ	事故シナリオ	燃料損傷防止対策	重要事故シナリオの選定の考え方			選定した重要事故シナリオと選定理由
			a	b	c	
(1) 崩壊熱除去機能喪失	○ 余熱除去機能喪失	代替格納容器 スプレイポンプ	高	高	高	<p>【重要事故シナリオの選定】 着眼点a, b, cの評価結果より「余熱除去機能喪失」が最も「高」が多いことから重要事故シナリオとして選定した。</p> <p>【重要事故シナリオの包絡性】 余熱除去系又は原子炉補機冷却系の故障により崩壊熱除去機能が喪失する事象は、事象進展が同じであるため、余裕時間の観点から代表として余熱除去系の故障による崩壊熱除去機能が喪失する事象を選定した。また、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、崩壊熱が高く、原子炉冷却材の保有水量が少なく燃料取出前のミッドループ運転中に崩壊熱除去機能が喪失する事象を選定した。</p> <p>【重要事故シナリオの選定】 グループで唯一の事故シナリオである「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失」を重要事故シナリオとして選定した。</p> <p>【重要事故シナリオの包絡性】 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、崩壊熱が高く、原子炉冷却材の保有水量が少ない燃料取出前のミッドループ運転中に全交流動力電源が喪失する事象を選定した。</p> <p>【重要事故シナリオの選定】 着眼点a, b, cの評価結果より「原子炉冷却材圧力パウンタリ機能喪失」が最も「高」が多いことから重要事故シナリオとして選定した。</p> <p>【重要事故シナリオの包絡性】 いずれの事故シナリオも原子炉冷却材の流出事象であり、流出流量の観点から原子炉冷却材圧力パウンタリ機能喪失で包絡できる。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、崩壊熱が高く、原子炉冷却材の保有水量が少ない燃料取出前のミッドループ運転中に原子炉冷却材圧力パウンタリ機能が喪失する事象を選定した。</p>
	外部電源喪失+余熱除去系による冷却失敗		高	高	中	
	原子炉補機冷却機能喪失		中	高	中	
(2) 全交流動力電源喪失	○ 外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失	代替非常用発電機+代替格納容器+スプレイポンプ	—	—	—	<p>全交流動力電源喪失に係る事故シナリオは「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失」のみである。</p>
(3) 原子炉冷却材の流出	○ 原子炉冷却材圧力パウンタリ機能喪失	充てんポンプ	高	高	高	<p>【重要事故シナリオの選定】 着眼点a, b, cの評価結果より「原子炉冷却材圧力パウンタリ機能喪失」が最も「高」が多いことから重要事故シナリオとして選定した。</p> <p>【重要事故シナリオの包絡性】 1次冷却材の流出流量が多い「原子炉冷却材圧力パウンタリ機能喪失」を「高」とし、それより流出流量の少ない「水位維持失敗」及び「オーバードレン」は「中」とした。</p> <p>【重要事故シナリオの選定】 事故シナリオの中で最もCDFの高い事故シナリオについて「高」とした。また、事故シナリオの中で最もCDFの高い事故シナリオについて「中」とし、10%未満の事故シナリオについて「低」とした。</p>
	水位維持失敗		中	中	低	
	オーバードレン		中	中	低	

審査ガイド（運転停止中）の着眼点 a, b, c に対する影響度の観点から、「高」、「中」、「低」とした。

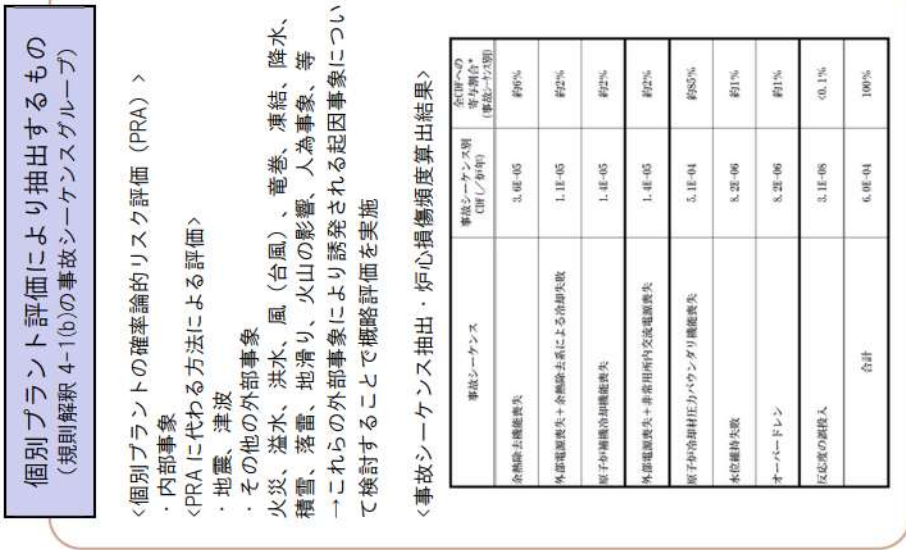
○：選定した重要事故シナリオ

第3-3表 重要事故シナリオ（運転停止中）の選定について（2/2）

事故シナリオグループ	事故シナリオ	燃料損傷防止対策	重要事故シナリオの選定の考え方 備考（a: 余裕時間, b: 設備容量, c: 代表シナリオ）			選定した重要事故シナリオと選定理由
			a	b	c	
(4) 反応度の誤投入	○ 反応度の誤投入	純水注入 停止操作	-	-	-	<p>選定した重要事故シナリオと選定理由</p> <p>【重要事故シナリオの選定】 グループで唯一の事故シナリオである「反応度の誤投入」を重要事故シナリオとして選定した。</p> <p>【重要事故シナリオの包絡性】 定期検査中、原子炉起動前までは余裕が生じない措置を講じること及び臨界到達までの余裕時間を厳しく評価する観点から、原子炉起動時における純水注入事象を選定した。</p>

○：選定した重要事故シナリオ

審査ガイド（運転停止中）の着眼点 a, b, c に対する影響度の観点から、「高」、「中」、「低」とした。



〈個別プラントの確率的リスク評価 (PRA) 〉

- ・内部事象
- ・PRAに代わる方法による評価
- ・地震、津波
- ・その他の外部事象

火災、溢水、洪水、風 (台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、人為事象、等

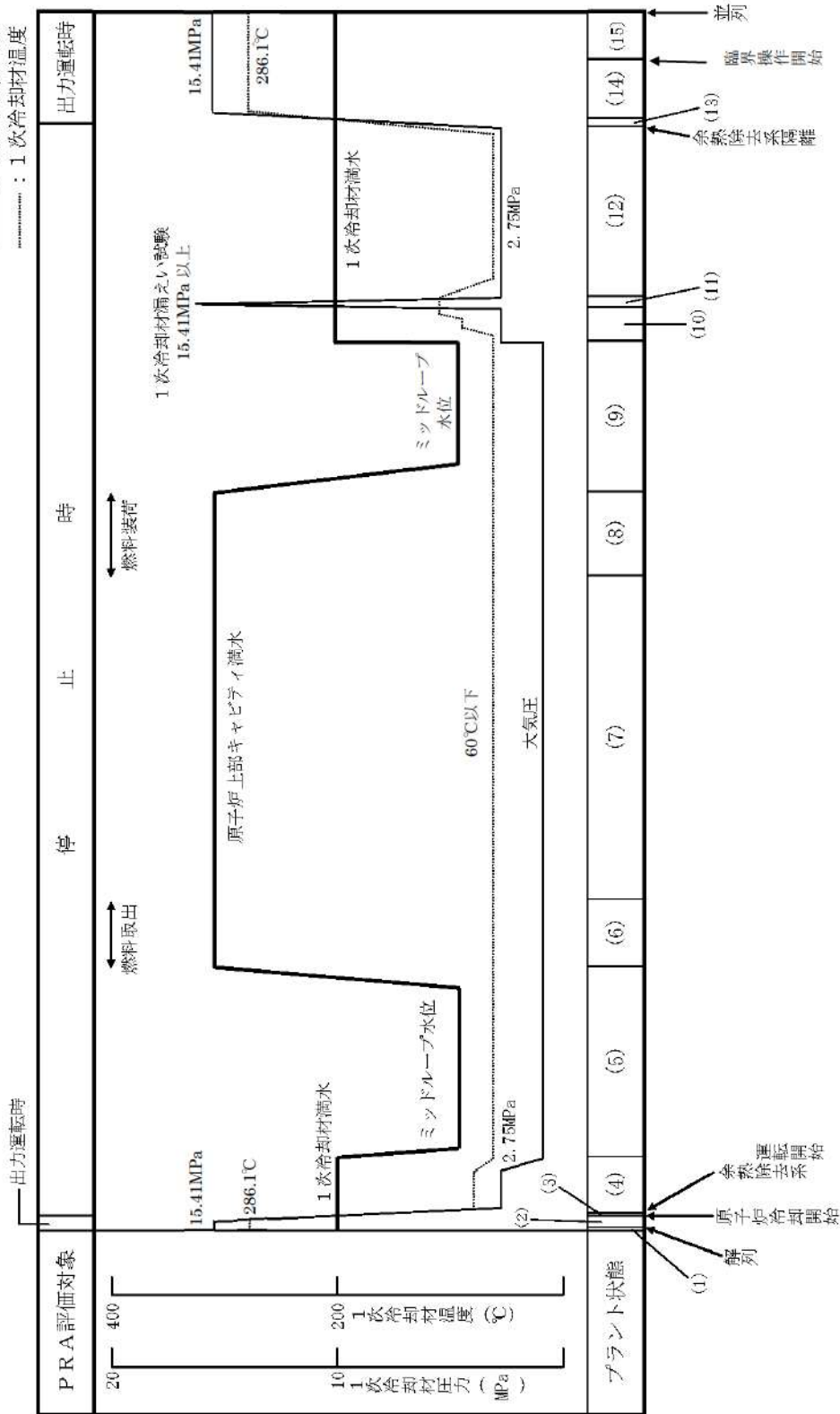
→これらの外部事象により誘発される起回事象について検討することで概略評価を実施

〈事故シークエンス抽出・炉心損傷頻度算出結果〉

事故シークエンス	炉心損傷頻度 (回/年)	炉心損傷頻度 算出率 (%)
全熱除去機能喪失	3.0E-05	約0%
外部電源喪失+全熱除去系による冷却失敗	1.1E-05	約0%
原子炉補機冷却機能喪失	1.4E-05	約0%
外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失	1.4E-05	約0%
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	3.1E-04	約0.3%
本位燃料失敗	8.2E-06	約0%
オーバードレン	8.2E-06	約0%
反応度の誤投入	3.1E-08	0.0%
合計	6.0E-04	100%

第3-1図 運転停止中原子炉における事故シークエンスグループ及び重要事故シークエンス選定の全体プロセス

— : 1次冷却材水位
 — : 1次冷却材圧力
 : 1次冷却材温度



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

プラント状態 系統/システム	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
	部分出力運 転	高温停止状 態 (非常用炉 心冷却設備 作動信号ブ ロックま で)	高温停止状 態 (余熱除去 運転開始ま で)	余熱除去運 転 ①RCS 満 水	余熱除去運 転 ②スコールド アップ	原子炉キヤ ビティ満水	燃料取り出 し状態	原子炉キヤ ビティ満水	余熱除去運 転 ③スコールド アップ	余熱除去運 転 ④RCS 満 水	1次冷却系 の構造試験	余熱除去運 転 ⑤RCS 満 水	高温停止状 態 (余熱除去 系隔離以 降)	高温停止状 態 (非常用炉 心冷却設備 作動信号ブ ロック解除 以降)	部分出力運 転
運転モード 6.6kV M/C 母線	A	—	3	5	6	6	—	6	6	5	4	5	3	3	2
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
440V PCC 母線	A1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
440V RCC 母線	A1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125V 非常用直流母線	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100V 計装用母線	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
外部電源	主変圧器	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	予備変圧器	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ディーゼル発電機	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
非常用直流電源 (バッテリー)	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
箱機冷却海水ポンプ	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
箱機冷却海水供給母管	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

○：使用可能 (運転中) △：使用可能 (待機中) ×：使用不可 —：検討対象外

第3-3図 POSの分類及び定期検査工程(1/2)

プラント状態 システム/システム	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
	部分出力運 転	高温停止状 態 (非常用停 心冷却設備 作動信号ブ ロックま で)	高温停止状 態 (余熱除去 運転開始ま で)	余熱除去運 転 ①RCS 満 水	余熱除去運 転 ②RCS 満 水	原子炉キヤ ビティ満水	燃料取り出 し状態	原子炉キヤ ビティ満水	③カットループ	余熱除去運 転 ④RCS 満 水	1 次冷却系 の漏洩試験	⑤RCS 満 水	高温停止状 態 (余熱除去 系隔離以 降)	高温停止状 態 (非常用停 心冷却設備 作動信号ブ ロック解除 以降)	部分出力運 転
運転モード	1.2	3	3	5	6	6	—	6	6	5	4	5	3	3	2
補機冷却水ポンプ +補機冷却水冷却器	A	—	○	○	○	—	—	—	○	○	○	○	○	—	—
	B	—	△	○	○	—	—	—	○	△	△	○	△	—	—
	C	—	○	○	×	×	—	—	×	×	○	×	○	—	—
	D	—	△	△	×	×	—	—	×	×	△	×	△	—	—
補機冷却水供給母管	A	—	—	○	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
	B	—	—	○	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
制御用空気圧縮機	A	—	—	○	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
	B	—	—	×	×	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—
余熱除去ポンプ	A	—	△	○	○	—	—	—	○	△	△	○	△	—	—
	B	—	△	△	△	—	—	—	△	△	△	△	△	—	—
安全補機閉閉器室 換気空調系 空調用冷水設備	A	—	—	○	○	—	—	—	○	○	○	—	—	—	—
	B	—	—	×	×	—	—	—	×	×	×	—	—	—	—
	A	—	—	○	○	—	—	—	○	○	○	—	—	—	—
	B	—	—	○	○	—	—	—	○	○	○	—	—	—	—
C	—	—	×	×	—	—	—	×	×	×	—	—	—	—	
D	—	—	×	×	—	—	—	×	×	×	—	—	—	—	
ディーゼル発電機室 換気空調系	A	—	△	△	△	—	—	—	△	△	△	△	△	—	—
	B	—	△	△	△	—	—	—	△	△	△	△	△	—	—
	C	—	△	△	△	—	—	—	△	△	△	△	△	—	—
	D	—	△	△	△	—	—	—	△	△	△	△	△	—	—

○：使用可能 (運転中) △：使用可能 (待機中) ×：使用不可 —：検討対象外

第3-3図 POSの分類及び定期検査工程 (2/2)

余熱除去機能喪失	事故シーケンス	事故シーケンスグループ	シーケンスNo.
	余熱除去機能喪失	崩壊熱除去機能喪失	(1)

外部電源喪失	非常用所内交流電源	余熱除去系による冷却	事故シーケンス	事故シーケンスグループ	シーケンスNo.
			炉心冷却成功	-	-
			外部電源喪失+余熱除去系による冷却失敗	崩壊熱除去機能喪失	(2)
			外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失	全交流動力電源喪失	(4)

原子炉補機冷却機能喪失	事故シーケンス	事故シーケンスグループ	シーケンスNo.
	原子炉補機冷却機能喪失	崩壊熱除去機能喪失	(3)

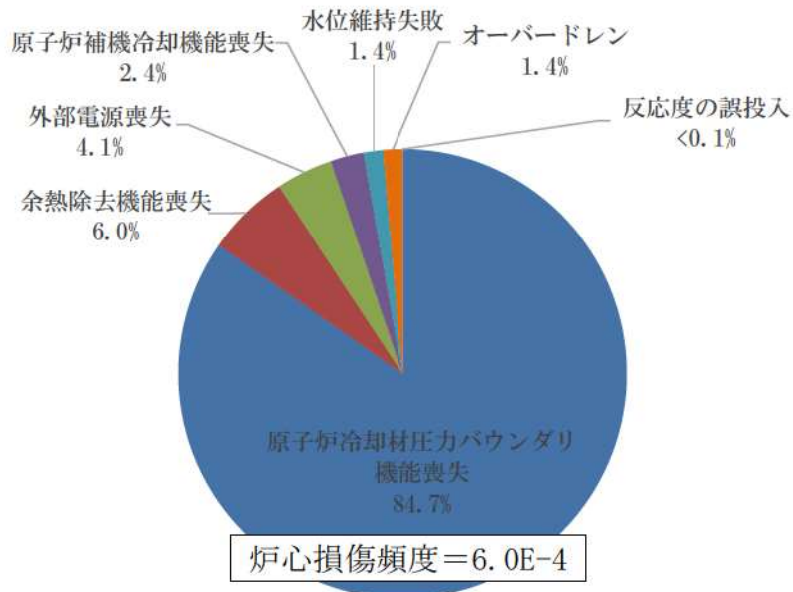
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	事故シーケンス	事故シーケンスグループ	シーケンスNo.
	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	原子炉冷却材の流出	(5)

水位維持失敗	事故シーケンス	事故シーケンスグループ	シーケンスNo.
	水位維持失敗	原子炉冷却材の流出	(6)

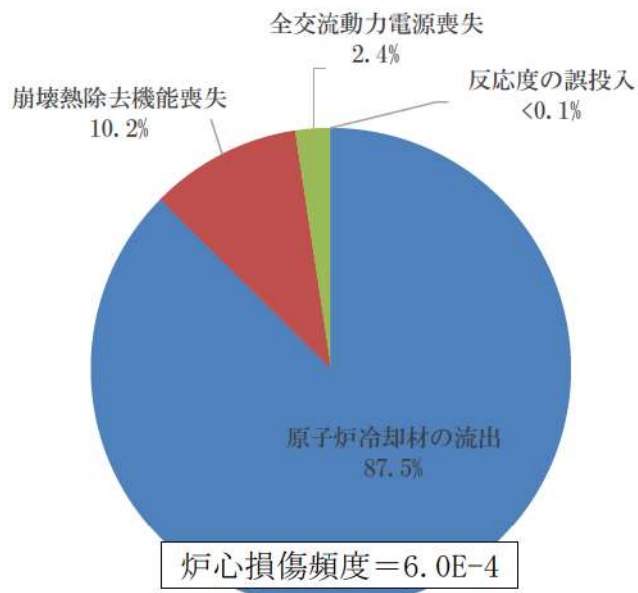
オーバードレン	事故シーケンス	事故シーケンスグループ	シーケンスNo.
	オーバードレン	原子炉冷却材の流出	(7)

反応度の誤投入	事故シーケンス	事故シーケンスグループ	シーケンスNo.
	反応度の誤投入	反応度の誤投入	(8)

第3-4図 停止時PRAにおけるイベントツリー



第3-5図 停止時PRAの定量化結果
(起因事象別の寄与割合)



第3-6図 停止時PRAの定量化結果
(運転停止中事故シーケンスグループごとの寄与割合)

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P R Aの実施プロセスについて

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に際して適用可能としたP R A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。

これらのP R Aについて、P R A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P R Aの手法の妥当性について、海外のレビュ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「P S A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P R A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。その結果を別紙 1 5 に示す。

また、各実施項目について、「P R Aの説明における参照事項」（平成 25 年 9 月原子力規制庁）において参照すべき事項として挙げられているレベル 1 P R A（内部事象，内部事象（停止時），外部事象（地震及び津波）），レベル 1. 5 P R A（内部事象，外部事象（地震））の対応状況を確認した。その結果を別紙 1 6 に示す。

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

重大事故等対策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等の選定に際しては、「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すること。」と記載されている。

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、津波を対象にレベル1 PRAを実施した。内部溢水、内部火災及びその他外部事象に関するレベル1 PRA及び外部事象レベル1.5 PRA並びに停止時レベル1 PRA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等選定への影響について以下のとおり整理した。

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

1.1 内部溢水、内部火災の影響

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1 PRAの手法確立・個別プラントへの展開に係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。

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、これらに起因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1 PRAにおいて評価対象とした起因事象に含まれている。

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。

したがって、内部溢水・内部火災に起因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1 PRA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

生ずる可能性は低いと考える。

1.2 その他外部事象の影響

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「人為事象」という。）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1 PRA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。

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

外部事象レベル1.5 PRA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ため以下のとおり定性的な検討を実施した。

2.1 地震の影響

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。

また、出力運転時を対象として実施した地震レベル1 PRAの結果からは、地震特有の影響として原子炉建屋損傷や原子炉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原子炉格納容器も破損に至るが、この場合の原子炉格納容器破損は事象進展によって原子炉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原子炉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する。

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、内部事象レベル1.5 PRA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。

2.2 津波の影響

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、原子炉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、炉心損傷後の原子炉格納容器内の物理化学現象についても内部事象レベル1.5 PRAで想定するものと同等と考えられる。

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、内部事象レベル1.5 PRA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。

2.3 内部溢水、内部火災の影響

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レベル1 PRA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、原子炉格納容器が直接破損することも想定し難い。また、炉心損傷後の原子炉格納容器内の物理化学現象についても内部事象レベル1.5 PRAで想定するものと同等と考えられる。

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、内部事象レベル1.5 PRA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。

2.4 その他外部事象の影響

1.2 に示したプラントに与え得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1 PRAにて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、炉心損傷後の原子炉格納容器内の物理化学現象についても内部事象レベル1.5 PRAで想定するものと同等と考えられる。

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、内部事象レベル1.5 PRA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. 停止時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

停止時レベル1 PRA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1 PRA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1 PRA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1 PRA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。

さらに、抽出した起因事象を基に、内部事象停止時レベル1 PRA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 出力運転時と停止時のプラント状態等の差異

停止時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、出力運転時と停止時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停止時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。

- ・崩壊熱、原子炉冷却材の温度・圧力

停止時の崩壊熱、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。一方、原子炉冷却材の温度・圧力に応じて原子炉冷却材の冷却手段が変わることにより期待できる緩和機能が異なるため、事故シーケンスグループの抽出においては、この差異について考慮する必要がある。

- ・燃料損傷防止に必要となる機能

停止時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。

- ・原子炉水位、原子炉容器・原子炉格納容器の状態

プラントの停止起動に伴う運転員操作やメンテナンスに伴う1次冷却系の水位操作、機器の待機除外等によりプラント状態が様々に変化するため、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。

停止時は原子炉容器・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、停止時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。

- ・緩和設備・サポート系設備の状態

停止時において、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1 PRA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。

- ・停止時特有の作業の影響

停止時において、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。

以上より、停止時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、「崩壊熱、原子炉冷却材の温度・圧力」、「燃料損傷防止に必要となる機能」、「原子炉水位、原子炉容器・原子炉格納容器の状態」及び「停止時特有の作業の影響」について考慮する必要がある。

3.2 地震の影響

地震により個々の機器が損傷する可能性は出力運転時と停止時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出力運転時と停止時で異なり、停止時は燃料の崩壊熱除去に関連する系統や原子炉水位に関連する系統が重要となる。

停止時に燃料の崩壊熱を除去している系統は余熱除去系及びそのサポート系である原子炉補機冷却水系、原子炉補機冷却海水系及び外部電源から給電される所内電源系統である。

地震により余熱除去系が機能喪失すると「余熱除去機能喪失」の起因事象、原子炉補機冷却水系や原子炉補機冷却海水系が機能喪失すると「原子炉補機冷却機能喪失」の起因事象、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。また、地震により配管の破断や弁等の損傷が発生すると「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失」の起因事象、原子炉水位の調整に係る機器の損傷が発生すると「水位維持失敗」の起因事象、原子炉冷却材の水抜き操作時に抽出ラインの機器の損傷が発生すると「オーバードレン」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1 PRAにて抽出される事故シーケンスと同じである。

地震特有の事象として、蒸気発生器伝熱管破損（複数本破損）、大破断 LOCA を上回る規模の LOCA（Excess LOCA）、原子炉建屋損傷、原子炉格納容器損傷、原子炉補助建屋損傷、電動弁損傷による原子炉補機冷却機能喪失、1次系流路閉塞による2次系除熱機能喪失、複数の信号系損傷の発生があげられるが、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、可搬型の機器等で燃料損傷防止を試みるものとする。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、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べきものとする。

したがって、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1 PRA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。

3.3 津波の影響

停止時においては、点検作業等に伴い、出力運転時にはない開口が生じている可能性が考えられ、事故シーケンスの選定においては、この差異について考慮する必要がある。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。

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余熱除去系、サポート系としては原子炉補機冷却水系、原子炉補機冷却海水系及び外部電源が該当する。外部電源について、運転時の津波レベル1 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。そのバックアップとなる非常用電源が重要となる。

津波により海水が敷地内に浸水し、循環水ポンプ建屋外壁扉の下端レベルの高さを越えた場合に、原子炉補機冷却海水系の機能喪失が発生し、「原子炉補機冷却機能喪失」の起因事象が発生する。ただし、これを起因とする事故シーケンスに対しては、内部事象停止時レベル1 PRAから抽出される「全交流動力電源喪失」の起因事象が発生する。

失」の事故シーケンスグループと同様、代替非常用発電機、代替格納容器スプレイポンプ等により燃料損傷を防止できる。

津波特有の事象として「複数の安全機能喪失」の発生が挙げられるが、これ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する。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する。

以上より、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1 P R A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。

なお、停止時は、代替非常用発電機等の重大事故等対処設備が点検に伴い待機除外となる場合もあるものの、燃料損傷防止対策が全て喪失するような複数の同時点検等は実施しない運用とするとともに、必要な浸水防止対策が全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等、少なくとも1区分は機能維持可能な運用とする。

3.4 内部溢水、内部火災の影響

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出力運転時と停止時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出力運転時と停止時で異なり、停止時は燃料の崩壊熱除去に関連する系統や原子炉水位に関連する系統が重要となる。

停止時に燃料の崩壊熱を除去している系統は、余熱除去系及びそのサポート系である原子炉補機冷却水系、原子炉補機冷却海水系及び外部電源から給電される所内電源系統である。

内部溢水、内部火災により運転中の余熱除去系が機能喪失すると「余熱除去機能喪失」の起因事象、原子炉補機冷却水系や原子炉補機冷却海水系が機能喪失すると「原子炉補機冷却機能喪失」の起因事象、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。また、内部溢水、内部火災により弁等の損傷が発生すると「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失」の起因事象、原子炉水位の調整に係る機器の損傷が発生すると「水位維持失敗」の起因事象、原子炉冷却材の水抜き操作時に抽出ラインの機器の損傷が発生すると「オーバードレン」の起因事象、化学体積制御系の損傷により「反応度の誤投入」の起因事象が発生する。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1 P R Aで考慮している起因事象に含まれている。

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1 P R A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。

なお、停止時においても、燃料損傷防止に必要な機能を全て喪失することのないよう、必要な内部溢水、内部火災の影響拡大防止対策を維持する運用とする。

3.5 その他の外部事象の影響

地震、津波以外の自然現象及び人為事象について、出力運転時を対象とした整理を参考に、停止時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1 P R Aにおいて抽出した起因事象に含まれるため、内部事象停止時レベル1 P R A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

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P R A適用可能と判断した出力運転時地震レベル1 P R A，出力運転時津波レベル1 P R A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発生しないものと評価した。

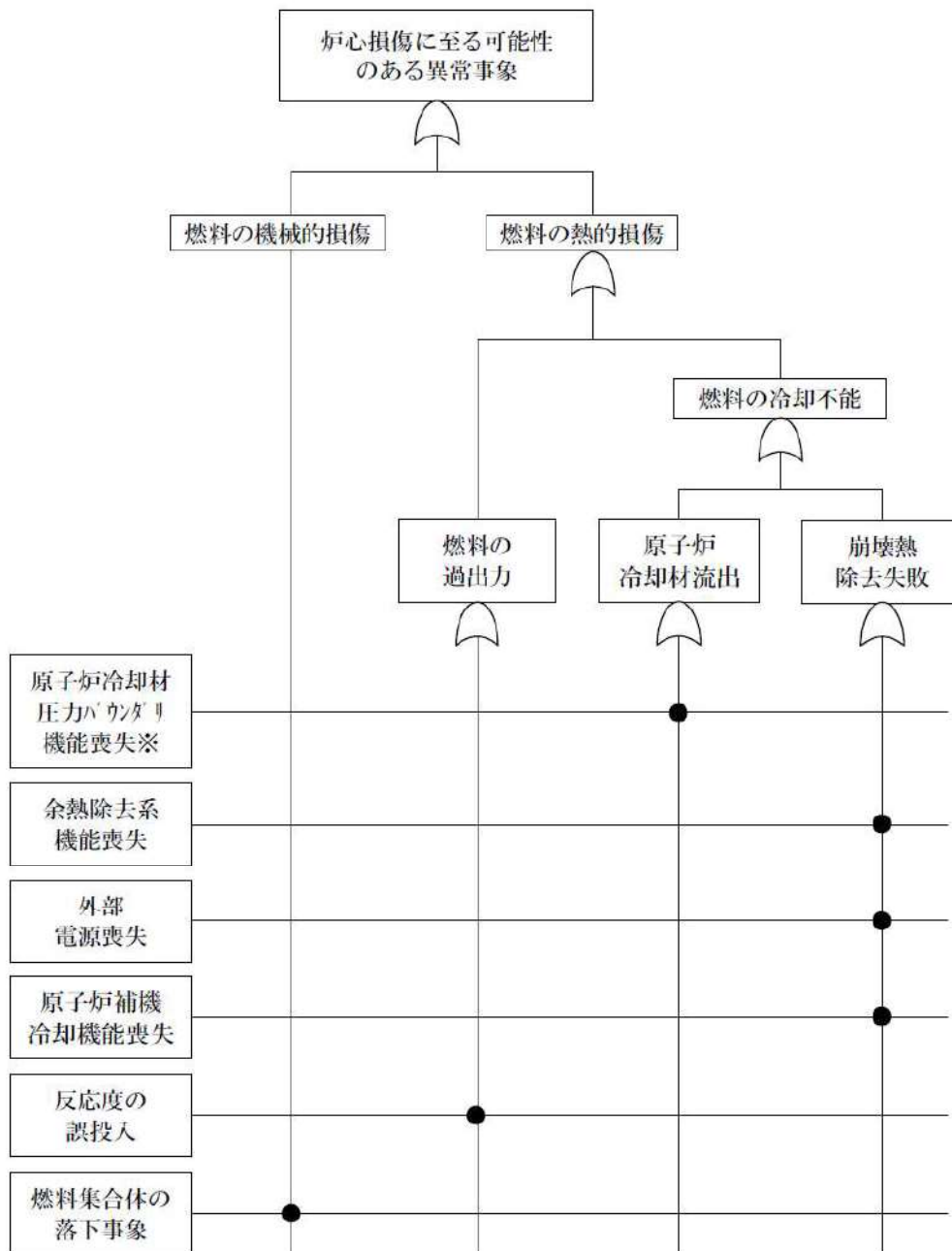
なお、今回定性的な分析とした各P R Aや地震発生時に想定される地震随伴津波，地震随伴火災及び地震随伴溢水を対象としたP R Aについては、手法整備の研究及び実機プラントへの適用の検討を順次進めていく予定である。

表 1 内部溢水，内部火災により発生する代表的な起因事象

起因事象	起因事象を誘発する要因の例
小破断 LOCA	内部溢水・内部火災による加圧器逃がし弁制御回路の誤作動 内部火災による RCP シール冷却機能喪失
インターフェイスシステム LOCA	内部火災による隔離弁制御回路の誤作動
主給水流量喪失	内部溢水・内部火災による主給水ポンプ等の機能喪失
2次冷却系の破断	内部溢水・内部火災による主蒸気逃がし弁制御回路の誤作動
過渡事象/手動停止	内部溢水・内部火災による原子炉トリップ/手動停止
外部電源喪失	内部溢水・内部火災による常用母線等の機能喪失
原子炉補機冷却機能喪失	内部溢水・内部火災による原子炉補機冷却水ポンプ等の機能喪失

表2 運転停止中における各外部事象で発生する起因事象及び事故シナリオの抽出結果

起因事象	外部事象	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
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	水位維持失敗	<ul style="list-style-type: none"> 配管の破断 弁等の損傷 充てん抽出流量の調整に係る機器の損傷 	-	<ul style="list-style-type: none"> 弁等の損傷 充てん抽出流量の調整に係る機器の損傷 	-	<ul style="list-style-type: none"> 充てんポンプや代替格納容器スプレイポンプ等による代替炉心注水
オーバードレン		<ul style="list-style-type: none"> 余熱除去系の損傷 	-	<ul style="list-style-type: none"> 抽出ラインの機器の損傷 余熱除去系の損傷 	-	
外部電源喪失		<ul style="list-style-type: none"> 外部電源設備（送受電設備）の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> 外部電源設備（送受電設備）の被水、没水 	<ul style="list-style-type: none"> 外部電源設備（送受電設備）の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> 外部電源設備（送受電設備）の損傷（凍結、積雪、火山の影響、落雷） 森林火災、落雷 	<ul style="list-style-type: none"> 代替非常用発電機による給電 代替格納容器スプレイポンプによる代替炉心注水
原子炉補機冷却機能喪失		<ul style="list-style-type: none"> 原子炉補機冷却水系又は原子炉補機冷却海水系の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉補機冷却海水ポンプの被水、没水 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉補機冷却水系又は原子炉補機冷却海水系の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉補機冷却水系又は原子炉補機冷却海水系の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> 代替格納容器スプレイポンプによる代替炉心注水
反応度の誤投入		-	-	<ul style="list-style-type: none"> 化学体積制御系の損傷 	-	<ul style="list-style-type: none"> 希釈停止操作
直接燃料損傷に至る事象		<ul style="list-style-type: none"> 蒸気発生器伝熱管破損（複数本破損） 大破断 LOCA を上回る規模の LOCA (Excess LOCA) 原子炉建屋損傷 原子炉格納容器損傷 原子炉補助建屋損傷 電動弁損傷による原子炉補機冷却機能喪失 1 次系流路閉塞による 2 次系除熱機能喪失 複数の信号系損傷 	<ul style="list-style-type: none"> 複数の安全機能喪失 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 出力運転中の地震 PRA 及び津波 PRA に基づき、直接燃料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と対応すべきものと考えられる。



※原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失、水位維持失敗、オーバードレンを想定

図1 起因事象の抽出に用いたマスターロジックダイヤグラム

添付資料

添付1 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

添付2 地震レベル1.5 PRAについて

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

「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26年6月19日原子力規制委員会決定））第37条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に設計することを求められる構造物、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して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。

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。

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。

さら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。

また、自然現象、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。

1. 前提条件

(1) 評価対象事象

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、そもそも泊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。

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11事象を対象に実施するものとする。

- ・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
- ・高潮

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 11 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 5 事象については、他事象に包絡される（降水、風（台風）、高潮）か、起因事象の発生はない（地滑り、生物学的事象）ことを確認している。（補足 1）

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 2）

(2) 想定範囲

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。

2. 評価方法

2.1 起因事象の特定

(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。

(2) 評価対象設備の選定

(1) 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) 起因事象になり得るシナリオの選定

(1) で抽出した損傷・機能喪失モードに対して、(2) 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。

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得るシナリオを選定する。

なお、起因事象の選定、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（レベル 1PSA 編）：2008」（以下「学会標準」という。）に示される考え方などを参考に行う。

(4) 起回事象の特定

(3)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回事象の特定を行う。

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。

2.2 事故シーケンスの特定

2.1(4)にて特定した起回事象について、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。

また、新たな事故シーケンスにつながる可能性のある起回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得るかについて確認を行う。

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

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回事象について特定した結果（補足 1-1～6 参照）、内部事象や地震、津波レベル1PRAで考慮している起回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、起回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 1-7）。したがって、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。

4. 設計基準を超える自然現象の重畳の考慮について

(1) 自然現象の重畳影響

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。

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増加）

II. ある自然現象の防護施設がほか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：地震により浸水防止機能が喪失して浸水量が増加）

III-1. ほか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）

III-2. ほか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。単一事象としては想定していない。）

(2) 自然現象の重畳によるシナリオの選定

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) I～III-2に示した重畳影響の確認を実施した。

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を考慮不要と判断し確認対象から除外した。

○泊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（No. は補足1参照）

No. 2：隕石，No. 4：河川の迂回，No. 5：砂嵐（塩を含んだ嵐），No. 13：洪水，No. 20：氷晶，No. 22：湖又は河川の水位低下，No. 23：湖又は河川の水位上昇，No. 27：カルスト，No. 30：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（No. は補足1参照）

No. 11：海岸浸食，No. 12：干ばつ，No. 16：濃霧，No. 18：霜・白霜，No. 19：極高温，No. 24：もや，No. 25：塩害，塩雲，No. 29：高温水（海水温高）

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の確認結果を補足3に示す。また、人為事象との重畳影響については、補足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。

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

重畳により影響度合いが大きくなるのみであり、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。

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

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。

III-1. ほか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

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。

III-2. ほかの自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

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、雪崩、土砂崩れ及び地滑りと降水等の組合せであったが、屋外設備（外部電源等）の損傷を想定しても、起因事象としては外部電源喪失及び手動停止であり、新しいシナリオは生じない。

(3) 重畳影響評価のまとめ

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・人為事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、自然現象の重畳により追加すべき新たな事故シーケンスは発生しないものと判断した。

5. 全体まとめ

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のある起因事象について特定した結果、内部事象や地震PRA及び津波PRA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。

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。

(補足資料)

補足1 過酷な自然現象により考え得る起因事象等

補足1-1 凍結事象に対する事故シーケンス抽出

補足1-2 積雪事象に対する事故シーケンス抽出

補足1-3 火山の影響に対する事故シーケンス抽出

補足1-4 竜巻事象に対する事故シーケンス抽出

補足1-5 森林火災事象に対する事故シーケンス抽出

補足1-6 落雷事象に対する事故シーケンス抽出

補足1-7 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

補足2 過酷な人為事象により考え得る起因事象等

補足3 自然現象の重畳確認結果

補足4 人為事象に関わる重畳の影響について

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (1 / 11)

No.	自然現象	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	凍結 ※詳細は補足1-1 参照	温度	ディーゼル発電機燃料油貯油槽及びディーゼル発電機燃料油貯油槽から燃料油サービスタンクまでの配管及び弁の軽油が凍結した場合に、ディーゼル発電機が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。 泊発電所周辺の海水が凍結することは起こり得ないと考えられるため、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。 送電線や碍子へ着氷することによって相間短絡を起し、「外部電源喪失」に至るシナリオ。 安全施設の機能に影響が及ぶ規模の隕石等については有意な発生頻度とはならない。したがって、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。
		閉塞	
		電気的影響	
2	隕石	荷重	送電線や碍子へ着氷することによって相間短絡を起し、「外部電源喪失」に至るシナリオ。 安全施設の機能に影響が及ぶ規模の隕石等については有意な発生頻度とはならない。したがって、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。
		荷重 (衝突)	
		荷重 (衝撃波)	
3	降水	浸水	津波の評価に包絡される。 積雪の評価に包絡される。(No.6 参照)
		浸水	
		荷重	
4	河川の迂回	浸水	泊発電所は海水を冷却源としてしていることから、河川等からの取水不可によるプラントへの影響はななく、また、泊発電所周辺において氾濫することにより安全施設の機能に影響を及ぼすような河川はないことから、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。 周辺に砂丘等がないため考慮しない。
5	砂嵐 (塩を含んだ風)	閉塞	泊発電所は海水を冷却源としてしていることから、河川等からの取水不可によるプラントへの影響はななく、また、泊発電所周辺において氾濫することにより安全施設の機能に影響を及ぼすような河川はないことから、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。 周辺に砂丘等がないため考慮しない。
6	積雪 ※詳細は補足1-2 参照	荷重	泊発電所は海水を冷却源としてしていることから、河川等からの取水不可によるプラントへの影響はななく、また、泊発電所周辺において氾濫することにより安全施設の機能に影響を及ぼすような河川はないことから、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。 周辺に砂丘等がないため考慮しない。

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (2/11)

No.	自然現象	設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価
6	積雪 ※詳細は補足1-2 参照	<p>設備等の損傷・機能喪失モードの抽出</p> <p>想定される起因事象等</p> <p>原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置している主蒸気管等が物理的に損傷し、機能喪失することで、「2次冷却系の破断」又は「手動停止」に至るシナリオ</p> <p>原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置しているアニュラス空気浄化設備が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ</p> <p>原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置している空調用冷水膨張タンクが物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ</p> <p>原子炉補助建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置している中央制御室が物理的に損傷し、機能喪失することで、「複数の信号系損傷」に至るシナリオ</p> <p>原子炉補助建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置している補助建屋空調装置、安全補機閉器室空調装置、蓄電池室空調装置、中央制御室空調装置又は試料採取室空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ</p> <p>ディーゼル発電機建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置しているディーゼル発電機が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。</p> <p>タービン建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置しているタービンや発電機が物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」に至るシナリオ</p> <p>タービン建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置している給水設備が物理的に損傷し、機能喪失することで、「主給水流量喪失」に至るシナリオ</p> <p>循環水ポンプ建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置している循環水ポンプが物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ</p> <p>電気建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に、その直下に設置している2次系設備や電気系設備の制御盤が物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ</p> <p>275kV 開閉所、66kV 開閉所（後備用）、変圧器が積雪荷重により物理的に損傷し、機能喪失することで、「外部電源喪失」に至るシナリオ</p>

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (3/11)

No.	自然現象	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
6	積雪 ※詳細は補足1-2 参照	荷重	燃料油貯油槽タンク室の頂版が積雪荷重により崩落した場合に、ディーゼル発電機燃料油貯油槽の機能喪失に至り、ディーゼル発電機が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。 積雪荷重によりディーゼル発電機の付属機器が損傷した場合、ディーゼル発電機が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。 積雪荷重により主蒸気逃がし弁消音器が損傷した場合、主蒸気逃がし弁が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。 積雪荷重により主蒸気安全弁排気管が損傷した場合、主蒸気安全弁が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。 積雪荷重によりタービン動補助給水ポンプ排気管が損傷した場合、タービン動補助給水ポンプが機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。
		荷重 (堆積)	送電線や母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。 積雪によりディーゼル発電機の給気口、吸気口が閉塞した場合、ディーゼル発電機が機能喪失することとで、「手動停止」に至るシナリオ。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。 積雪により原子炉建屋給気ガラの外気取入口が閉塞した場合、制御用空気圧縮機室換気装置、電動補助給水ポンプ室換気装置及びディーゼル発電機室換気装置が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。 積雪により主蒸気管室給気ガラの外気取入口が閉塞した場合、タービン動補助給水ポンプ室換気装置及び主蒸気管室換気装置が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。
7	高潮	電気的影響 着雪による送電線の相間短絡	津波の評価に包絡される。
8	火山の影響 ※詳細は補足1-3 参照	閉塞 (給気等)	原子炉建屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置している燃料取替用水ピットが物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。 原子炉建屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置している原子炉補機冷却水サージタンクが物理的に損傷し、機能喪失することで、「原子炉補機冷却機能喪失」に至るシナリオ。
		浸水 高潮による設備の浸水	

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (5/11)

No.	自然現象	設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価	想定される起因事象等
	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 火山の影響 ※詳細は補足1-3 参照	荷重	荷重 (堆積)	275kV 開閉所, 66kV 開閉所 (後備用), 変圧器が降下火砕物の堆積荷重により物理的に損傷し, 機能喪失すること, 「外部電源喪失」に至るシナリオ。 燃料油貯油槽タンク室の頂版が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に, ディーゼル発電機燃料油貯油槽の機能喪失に至り, ディーゼル発電機が機能喪失すること, 「手動停止」に至るシナリオ。 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。 降下火砕物の堆積荷重によりディーゼル発電機の付属機器が損傷した場合に, ディーゼル発電機が機能喪失すること, 「手動停止」に至るシナリオ。 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。 降下火砕物の堆積荷重により主蒸気逃がし弁消音器が損傷した場合に, 主蒸気逃がし弁が機能喪失すること, 「手動停止」に至るシナリオ。 降下火砕物の堆積荷重により主蒸気安全弁排気管が損傷した場合に, 主蒸気安全弁が機能喪失すること, 「手動停止」に至るシナリオ。
	閉塞 (海水系)	海水ストレーナ等の閉塞	降下火砕物の堆積荷重によりタービン動補助給水ポンプ排気管が損傷した場合に, タービン動補助給水ポンプが機能喪失すること, 「手動停止」に至るシナリオ。
	閉塞 (給気等)	給気口等の閉塞	循環水系が降下火砕物により閉塞又は循環水ポンプ軸受が異常摩耗した場合に, 循環水系が機能喪失すること, 「手動停止」又は「手動停止」に至るシナリオ。 降下火砕物の吸込み又は給気口への堆積によりディーゼル発電機の給気口, 吸気口が閉塞した場合, ディーゼル発電機設備が機能喪失すること, 「手動停止」に至るシナリオ。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。
		給気口等の閉塞	降下火砕物の吸込み又は給気口への堆積により原子炉建屋給気ガラの外気取入口が閉塞した場合に, 制御用空気圧縮機室換気装置, 電動補助給水ポンプ室換気装置及びディーゼル発電機室換気装置が機能喪失すること, 「手動停止」に至るシナリオ。
	腐食	腐食成分による化学的影響	降下火砕物の吸込み又は給気口への堆積により主蒸気管室給気ガラの外気取入口が閉塞した場合に, タービン動補助給水ポンプ室換気装置及び主蒸気管室換気装置が機能喪失すること, 「手動停止」に至るシナリオ。
	電気的影響	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡	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塗装 (アクリルシリコン樹脂系又はシリコン樹脂系) 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であることから, 本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。 降下火砕物が送電線や碍子へ付着し, 水分を吸収することによって, 相間短絡を起し, 「外部電源喪失」に至るシナリオ。

過酷な自然現象により考え得る起回事象等 (6/11)

No.	自然現象	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	想定される起回事象等
9	雪崩	荷重	安全施設の機能に影響を及ぼすような雪崩が発生する可能性は低いことから、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起回事象の発生はないと判断。
10	生物学的事象	閉塞 (海水系)	大量発生したクラゲ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、「原子炉補機冷却機能喪失」に至るシナリオが考えられるが、除塵設備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等の閉塞は考え難いため、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起回事象の発生はないと判断。
		電気的影響	小動物が屋外設置の端子箱内等に侵入した場合、相間短絡又は地絡を起こし、外部電源の一部が喪失する可能性がある。ただし、複数系統ある外部電源が同時に機能喪失する可能性は極めて低いことから、「外部電源喪失」に至るシナリオは考え難いため、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起回事象の発生はないと判断。
11	海岸浸食	冷却機能低下	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であることから、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起回事象の発生はないと判断。
12	干ばつ	渇水	泊発電所は海水を冷却源としていること及び海水淡水化設備により淡水を確保可能であることから、河川等からの取水不可によるプラントへの影響はなく、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起回事象の発生はないと判断。
13	洪水	浸水	津波以外の洪水としては、ダムが決壊や河川の氾濫等が考えられるが、泊発電所周辺にダムや堰堤はなく、また、敷地周辺の河川は、いずれも発電所とは丘陵地により隔てられている。したがって、本事象によるプラントへの影響はないことから、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起回事象の発生はないと判断。
		荷重	竜巻の評価に包絡される。(No.15 参照)
14	風 (台風)	荷重 (風及び気圧差)	
		閉塞 (海水系)	
15	竜巻 ※詳細は補足1-4参照	荷重	タービン建屋が風荷重及び気圧差荷重により損傷した場合に、建屋上層階に設置しているタービンや発電機が物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」に至るシナリオ。 タービン建屋が風荷重及び気圧差荷重により損傷した場合に、建屋上層階に設置している給水設備が物理的に損傷し、機能喪失することで、「主給水流量喪失」に至るシナリオ。

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (7/11)

No.	自然現象	設備等の損傷・機能喪失モードの抽出	設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価
15	竜巻 ※詳細は補足 1-4 参照	荷重 (風及び気圧差)	<p>想定される起因事象等</p> <p>循環水ポンプ建屋が風荷重及び気圧差荷重により損傷した場合に、建屋上層階に設置している循環水ポンプが物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>風荷重及び気圧差荷重により 275kV 開閉所、66kV 開閉所 (後備用)、変圧器又は送電線が物理的に損傷し、機能喪失することで、「外部電源喪失」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重により制御用空圧縮機室換気装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重により電動補助給水ポンプ室換気装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重によりディーゼル発電機室換気装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重によりタービン動補助給水ポンプ室換気装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重により主蒸気管室換気装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重により補助建屋空調装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重により安全補機開閉器室空調装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重により蓄電池室排気装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重により中央制御室空調装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>気圧差荷重により試料採取室空調装置が損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>飛来物の衝撃荷重により 275kV 開閉所、66kV 開閉所 (後備用)、変圧器又は送電線が損傷し、機能喪失することで、「外部電源喪失」に至るシナリオ。</p> <p>飛来物の衝撃荷重により排気筒が損傷した場合、アニュラス空気浄化設備が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>飛来物の衝撃荷重によりディーゼル発電機の付属機器が損傷した場合、ディーゼル発電機が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。</p>

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (8/11)

No.	自然現象	設備等の損傷・機能喪失モードの抽出	設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価
15	竜巻 ※詳細は補足1-4 参照	荷重	<p>想定される起因事象等</p> <p>飛来物の衝撃荷重により主蒸気逃がし弁消音器が損傷した場合、主蒸気逃がし弁が機能喪失すること で、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>飛来物の衝撃荷重により主蒸気安全弁排気管が損傷した場合、主蒸気安全弁が機能喪失すること で、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>飛来物の衝撃荷重によりタービン動補助給水ポンプ排気管が損傷した場合、タービン動補助給水ポン プが機能喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>飛来物の衝撃荷重によりディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管が損傷した場合、ディーゼル発電機 が機能喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。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。</p> <p>原子炉建屋に設置している炉内核計測装置の付属機器が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷 した場合、炉内核計測装置が機能喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している制御用空気圧縮装置が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機 能喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している補助給水設備が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失 すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している1次系純水タンクが建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能 喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置しているブローダウン設備が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能 喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している制御棒駆動装置電源が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機 能喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している原子炉トリップ遮断器盤が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷 し、機能喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している制御棒制御装置が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪 失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している主蒸気管室空調装置に建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機 能喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している主蒸気管等が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能 喪失すること、「2次冷却系の破断」又は「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している燃料取替用水ピットが建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷 し、機能喪失すること、「手動停止」に至るシナリオ。</p>

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (9/11)

No.	自然現象	設備等の損傷・機能喪失モードの抽出	設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価
15 電巻 ※詳細は補足I-4 参照	<p>荷重</p> <p>荷重 (衝突)</p>	<p>想定される起因事象等</p>	<p>原子炉建屋に設置している原子炉補機冷却水サージタンクが建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「原子炉補機冷却機能喪失」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉建屋に設置している空調用冷水膨張タンクが建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉補助建屋に設置している補助建屋空調装置に建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉補助建屋に設置している安全補助機器室空調装置が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉補助建屋に設置している蓄電池室排気装置が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉補助建屋に設置している中央制御室空調装置が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>原子炉補助建屋に設置している試料採取室空調装置が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>ディーゼル発電機建屋に設置しているディーゼル発電機が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>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。</p> <p>タービン建屋に設置しているタービンや発電機が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」に至るシナリオ。</p> <p>タービン建屋に設置している給水設備が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「主給水流量喪失」に至るシナリオ。</p> <p>循環水ポンプ建屋に設置している循環水ポンプが建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ。</p> <p>循環水ポンプ建屋に設置している原子炉補機冷却海水ポンプが建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「原子炉補機冷却機能喪失」に至るシナリオ。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。</p> <p>電気建屋に設置している2次系設備や電気系設備の制御盤が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ。</p>

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (10/11)

No.	自然現象	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	竜巻 ※詳細は補足1-4 参照	閉塞 (海水系)	取水口の閉塞 飛来物が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、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。
16	濃霧	—	安全施設の機能が損なわれることはなく、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。
17	森林火災 ※詳細は補足1-5 参照	温度	放射熱 送電線が森林火災の放射熱により損傷した場合に、「外部電源喪失」に至るシナリオ。
		閉塞 (給気等)	想定し得る最大の火災影響評価において、防火帯外縁（火災側）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。 給気口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、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。
18	霜・白霜	—	建屋及び屋外機器への霜付着による影響はないため、プラントの安全性が損なわれるような影響は発生せず、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。
19	極高温	温度	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つ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。したがって、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。
20	氷晶	温度	泊発電所周辺の海水が凍結することは起こり得ないと考えられるため、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。
21	落雷 ※詳細は補足1-6 参照	電気的影響	ノイズにより安全保護回路が誤動作した場合に、「過渡事象」又は「手動停止」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設備が誤動作した場合に、「過渡事象」、「主給水流量喪失」又は「手動停止」に至るシナリオ
		電気的影響	直撃雷による設備損傷 直撃雷により275kV開閉所（後備用）、変圧器又は送電線が損傷し、機能喪失すること で、「外部電源喪失」に至るシナリオ
		電気的影響	誘導雷サージにより計測制御設備が損傷した場合に、「複数の信号系損傷」に至るシナリオ

過酷な自然現象により考え得る起因事象等 (11/11)

No.	自然現象	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
22	湖又は河川の水位低下	渇水	工業用水の枯渇
23	湖又は河川の水位上昇	浸水	設備の浸水
24	もや	—	—
25	塩害・塩雲	腐食	塩分による化学的影響
26	地滑り	荷重	
27	カルスト	地盤安定性	建屋, 屋外設備の損傷
28	太陽フレア, 磁気嵐	電氣的影響	磁気嵐による誘導電流
29	高温水 (海水温高)	温度	冷却機能への影響
30	低温水 (海水温低)	温度	—

【破線開部分】 追而【地滑りの影響評価】

本頁の【破線開部分】は6条における地滑りにおける地滑りの影響評価について、当社空中写真判読、公刊の地滑りに関する知見等を踏まえた再評価結果の反映するため。

凍結事象に対する事故シーケンス抽出

1. 起因事象の特定

- (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

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。

- ①屋外タンク及び配管内流体の凍結
- ②ヒートシンク（海水）の凍結
- ③着氷による送電線の相間短絡

- (2) 評価対象設備の選定

(1)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。

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。

- ①屋外タンク及び配管内流体の凍結
 - ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽及びディーゼル発電機燃料油貯油槽からサービスタンクまでの配管及び弁（以下「燃料油貯油槽等」という。）
- ②ヒートシンク（海水）の凍結
 - ・取水設備（海水）
- ③着氷による送電線の相間短絡
 - ・送電線

- (3) 起因事象になり得るシナリオの選定

(1)で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)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。

- ①屋外タンク及び配管内流体の凍結
 - ・燃料油貯油槽等の凍結

低温によって燃料油貯油槽等の軽油が凍結した場合に，ディーゼル発電機設備が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナ

リオ。仮に③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。

②ヒートシンク（海水）の凍結

低温によって泊発電所周辺の海水が凍結することは起こり得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。

③着氷による送電線の相間短絡

・送電線の地絡，短絡

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

(3)で選定した各シナリオについて、想定を超える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。

①屋外タンク及び配管内流体の凍結

・燃料油貯油槽等の凍結

ディーゼル発電機の燃料として使用している軽油は低温時の使用環境を考慮した油種としており、また、燃料油貯油槽等は地中に埋設されていることから、燃料油貯油槽等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得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。

②ヒートシンク（海水）の凍結

(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着氷による送電線の相間短絡

・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ず、送電線の相間短絡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

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1 PRA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。

よって，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。

積雪事象に対する事故シーケンス抽出

1. 起因事象の特定

- (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

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。

- ①建屋屋上や屋外設備に対する積雪荷重
- ②着雪による送電線の相間短絡
- ③給気口等の閉塞
- ④積雪によるアクセス性や作業性の悪化

(2) 評価対象設備の選定

(1)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。

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。

- ①建屋屋上や屋外設備に対する積雪荷重

<建屋>

- ・原子炉建屋
- ・原子炉補助建屋
- ・タービン建屋
- ・ディーゼル発電機建屋
- ・循環水ポンプ建屋
- ・電気建屋

<屋外設備>

- ・外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器）
- ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽及び付属配管（以下「燃料油貯油槽等」という。）
- ・ディーゼル発電機の付属機器（排気消音器等）
- ・主蒸気逃がし弁消音器
- ・主蒸気安全弁排気管
- ・タービン動補助給水ポンプ排気管

- ②着雪による送電線の相間短絡

- ・送電線
- ③給気口等の閉塞
 - ・ディーゼル発電機の付属機器（給気口，吸気口）
 - ・原子炉建屋給気ガラリ（外気取入口）
 - ・主蒸気管室給気ガラリ（外気取入口）
- ④積雪によるアクセス性や作業性の悪化
 - －（アクセスルート）

(3) 起因事象になり得るシナリオの選定

(1)で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)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。

①建屋屋上や屋外設備に対する積雪荷重

<建屋>

・原子炉建屋

原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置している燃料取替用水ピットが物理的に損傷し，機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置している原子炉補機冷却水サージタンクが物理的に損傷し，機能喪失することで，「原子炉補機冷却機能喪失」に至るシナリオ。

原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置している主蒸気管等が物理的に損傷し，機能喪失することで，「2次冷却系の破断」又は「手動停止」に至るシナリオ。

原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置しているアニュラス空気浄化設備が物理的に損傷し，機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

原子炉建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置している空調用冷水膨張タンクが物理的に損傷し，機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

・原子炉補助建屋

原子炉補助建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下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）の影響により機能喪失し，「複数の信号系損傷」に至るシナリオ。

原子炉補助建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置している補助建屋空調装置，安全補機開閉器室空調

装置，蓄電池室空調装置，中央制御室空調装置又は試料採取室空調装置が物理的に損傷し，機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

- ディーゼル発電機建屋

ディーゼル発電機建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置しているディーゼル発電機が物理的に損傷し，機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。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。

- タービン建屋

タービン建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置しているタービンや発電機が物理的に損傷し，機能喪失することで，「過渡事象」に至るシナリオ。

タービン建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置している給水設備が物理的に損傷し，機能喪失することで，「主給水流量喪失」に至るシナリオ。

- 循環水ポンプ建屋

循環水ポンプ建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置している循環水ポンプが物理的に損傷し，機能喪失することで，復水設備が機能喪失し，「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ。

- 電気建屋

電気建屋屋上が積雪荷重により崩落した場合に，その直下に設置している2次系設備や電気系設備の制御盤が物理的に損傷し，機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

<屋外設備>

- 外部電源系（275kV開閉所，66kV開閉所（後備用），変圧器）

275kV開閉所，66kV開閉所（後備用），変圧器が積雪荷重により物理的に損傷し，機能喪失することで，「外部電源喪失」に至るシナリオ。

- 燃料油貯油槽等

燃料油貯油槽タンク室の頂版が積雪荷重により崩落し，その直下に設置している燃料油貯油槽等が損傷した場合，ディーゼル発電機が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。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。

- ディーゼル発電機の付属機器

積雪荷重によりディーゼル発電機の付属機器が損傷した場合，

ディーゼル発電機が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。

- ・主蒸気逃がし弁消音器

積雪荷重により主蒸気逃がし弁消音器が損傷した場合、主蒸気逃がし弁が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・主蒸気安全弁排気管

積雪荷重により主蒸気安全弁排気管が損傷した場合、主蒸気安全弁が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・タービン動補助給水ポンプ排気管

積雪荷重によりタービン動補助給水ポンプ排気管が損傷した場合、タービン動補助給水ポンプが機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

②着雪による送電線の相間短絡

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給気口等の閉塞

- ・ディーゼル発電機の付属機器の閉塞

積雪によりディーゼル発電機の給気口、吸気口が閉塞した場合、ディーゼル発電機が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。

- ・原子炉建屋給気ガラリの外気取入口の閉塞

積雪により原子炉建屋給気ガラリの外気取入口が閉塞した場合、制御用空気圧縮機室換気装置、電動補助給水ポンプ室換気装置及びディーゼル発電機室換気装置が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・補助建屋給気ガラリの外気取入口の閉塞

補助建屋給気ガラリの外気取入口は、地面より約 13m 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。

- ・主蒸気管室給気ガラリの外気取入口の閉塞

積雪により主蒸気管室給気ガラリの外気取入口が閉塞した場合、タービン動補助給水ポンプ室換気装置及び主蒸気管室換気装置が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

④積雪によるアクセス性や作業性の悪化

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、設計基準事故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。

そのため①～③の影響評価の結果として、可搬型代替交流電源設備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。

(4) 起回事象の特定

(3)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（起回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回事象の特定を行った。

①建屋屋上や屋外設備に対する積雪荷重

積雪事象が各建屋屋上や屋外設備の許容荷重を上回った場合には、(3)にて選定した各シナリオが発生する可能性はあるが、各建屋屋上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得ないと考えられるため、考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

②着雪による送電線の相間短絡

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ず、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、起回事象として特定する。

③給気口等の閉塞

積雪事象によりディーゼル発電機の給気口、吸気口が閉塞した場合には、(3)にて選定したシナリオが発生する可能性があるが、ディーゼル発電機の給気口、吸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得ないと考えられるため、考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

また、原子炉建屋給気ガラリ及び主蒸気管室給気ガラリの外気取入口が閉塞した場合には、(3)で選定したシナリオが発生する可能性があるが、原子炉建屋給気ガラリ及び主蒸気管室給気ガラリ

の外気取入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得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。

2. 事故シーケンスの特定

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1 PRA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。

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。

火山の影響に対する事故シーケンス抽出

1. 起因事象の特定

- (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

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（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な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。

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。

- ①建屋屋上や屋外設備に対する降下火砕物の堆積荷重
- ②降下火砕物による海水ストレーナ等の閉塞
- ③降下火砕物による給気口等の閉塞
- 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
- ⑤降下火砕物の付着による送電線の相間短絡
- ⑥降下火砕物によるアクセス性や作業性の悪化

- (2) 評価対象設備の選定

(1)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。

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。

- ①建屋屋上や屋外設備に対する降下火砕物の堆積荷重
<建屋>
 - ・原子炉建屋
 - ・原子炉補助建屋
 - ・タービン建屋

- ・ディーゼル発電機建屋
- ・循環水ポンプ建屋
- ・電気建屋

<屋外設備>

- ・外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器）
 - ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽及び付属配管（以下「燃料油貯油槽等」という。）
 - ・ディーゼル発電機の付属機器（排気消音器等）
 - ・主蒸気逃がし弁消音器
 - ・主蒸気安全弁排気管
 - ・タービン動補助給水ポンプ排気管
- ②降下火砕物による海水ストレーナ等の閉塞
- ・原子炉補機冷却海水系
 - ・循環水系
- ③降下火砕物による給気口等の閉塞
- ・ディーゼル発電機の付属機器（給気口，吸気口）
 - ・原子炉建屋給気ガラリ（外気取入口）
 - ・主蒸気管室給気ガラリ（外気取入口）
- 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
- ・屋外設備全般
- ⑤降下火砕物の付着による送電線の相間短絡
- ・送電線
- ⑥降下火砕物によるアクセス性や作業性の悪化
- －（アクセスルート）

(3) 起回事象になり得るシナリオの選定

(1)で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)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。

①建屋屋上や屋外設備に対する降下火砕物の堆積荷重

<建屋>

- ・原子炉建屋

原子炉建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に，その直下に設置している燃料取替用水ピットが物理的に損傷し，機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

原子炉建屋屋上が降下火砕物堆積荷重により崩落した場合に，その直下に設置している原子炉補機冷却水サージタンクが物理的に損傷し，機能喪失することで，「原子炉補機冷却機能喪失」

に至るシナリオ。

原子炉建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置している主蒸気管等が物理的に損傷し、機能喪失することで、「2次冷却系の破断」又は「手動停止」に至るシナリオ。

原子炉建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置しているアニュラス空気浄化設備が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

原子炉建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置している空調用冷水膨張タンクが物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 原子炉補助建屋

原子炉補助建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置している中央制御室内設備が物理的に損傷し、機能喪失することで、「複数の信号系損傷」に至るシナリオ。

原子炉補助建屋屋上が降下火砕物の荷重により崩落した場合に、その直下に設置している中央制御室空調装置，安全補機開閉器室空調装置，蓄電池室空調装置，補助建屋空調装置又は試料採取室空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ディーゼル発電機建屋

ディーゼル発電機建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置しているディーゼル発電機が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。

- タービン建屋

タービン建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置しているタービンや発電機が物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」に至るシナリオ。

タービン建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置している給水設備が物理的に損傷し、機能喪失することで、「主給水流量喪失」に至るシナリオ。

- 循環水ポンプ建屋

循環水ポンプ建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置している循環水ポンプが物理的に損傷し、機能喪失することで、復水設備が機能喪失し、「手動停

止」に至るシナリオ。

- ・電気建屋

電気建屋屋上が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に、その直下に設置している2次系設備や電気系設備の制御盤が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

<屋外設備>

- ・外部電源系（275kV開閉所，66kV開閉所（後備用），変圧器）

275kV開閉所，66kV開閉所（後備用），変圧器が降下火砕物の堆積荷重により物理的に損傷し，機能喪失することで，「外部電源喪失」に至るシナリオ。

- ・燃料油貯油槽等

燃料油貯油槽タンク室の頂版が降下火砕物の堆積荷重により崩落した場合に，燃料油貯油槽等が損傷した場合，ディーゼル発電機が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。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。

- ・ディーゼル発電機の付属機器

降下火砕物の堆積荷重によりディーゼル発電機の付属機器が損傷した場合に，ディーゼル発電機が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。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。

- ・主蒸気逃がし弁消音器

降下火砕物の堆積荷重により主蒸気逃がし弁消音器が損傷した場合に，主蒸気逃がし弁が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

- ・主蒸気安全弁排気管

降下火砕物の堆積荷重により主蒸気安全弁排気管が損傷した場合に，主蒸気安全弁が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

- ・タービン動補助給水ポンプ排気管

降下火砕物の堆積荷重によりタービン動補助給水ポンプ排気管が損傷した場合に，タービン動補助給水ポンプが機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

②降下火砕物による海水ストレーナ等の閉塞

- ・原子炉補機冷却海水系

原子炉補機冷却海水海水ポンプ出口ストレーナはうず巻式（自洗式）で海生生物を連続的に除去できるものであり，降下

火砕物も同様に除去できる。また，原子炉補機冷却海水海水ポンプ出口ストレーナのメッシュを通過した降下火砕物の粒子は十分小さく，下流の機器に対して閉塞等の影響を与えることはないため，シナリオの選定は不要である。

原子炉補機冷却海水ポンプ軸受には異物逃がし機構が設けられており，異物逃がし機構の間隙より小さい粒径の降下火砕物は侵入せず，大きい粒径の降下火砕物は取水路内に沈殿する。仮に侵入する降下火砕物があっても，原子炉補機冷却海水ポンプの振動を監視し，必要に応じ循環水ポンプを停止して取水流量を大幅に低減することにより，確実に取水路内に沈殿させることができるため，シナリオの選定は不要である。

- ・循環水系

循環水系が降下火砕物により閉塞又は循環水ポンプ軸受が異常摩耗した場合に，循環水系が機能喪失することで，「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ。

③降下火砕物による給気口等の閉塞

- ・ディーゼル発電機の付属機器の閉塞

降下火砕物の吸込み又は給気口への堆積によりディーゼル発電機の給気口，吸気口が閉塞した場合，ディーゼル発電機が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。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。

- ・原子炉建屋給気ガラリの外気取入口の閉塞

降下火砕物により原子炉建屋給気ガラリの外気取入口が閉塞した場合に，制御用空気圧縮機室換気装置，電動補助給水ポンプ室換気装置及びディーゼル発電機室換気装置が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

- ・補助建屋給気ガラリの外気取入口の閉塞

補助建屋給気ガラリの外気取入口は，地面より約 13m 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，外気取入口への降下火砕物の吸込みにより外気取入口が閉塞した場合でも，フィルタの取替え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。

- ・主蒸気管室給気ガラリの外気取入口の閉塞

降下火砕物により主蒸気管室給気ガラリの外気取入口が閉塞した場合に，タービン動補助給水ポンプ室換気装置及び主蒸気管室換気装置が機能喪失することで，「手動停止」に至るシナリオ。

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

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塗装（アクリルシリコン樹脂系又はシリコン樹脂系）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。

⑤降下火砕物の付着による送電線の相間短絡

降下火砕物が送電線や碍子へ付着し、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。

⑥降下火砕物によるアクセス性や作業性の悪化

降下火砕物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、設計基準事故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。

そのため上記①～⑤の影響評価の結果として、可搬型代替交流電源設備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。

(4) 起回事象の特定

(3)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するの裕度評価（起回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回事象の特定を行った。

①建屋屋上や屋外設備に対する降下火砕物の堆積荷重

降下火砕物の堆積が各建屋屋上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、各建屋屋上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得ないと考えられるため、考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

②降下火砕物による海水ストレーナ等の閉塞

循環水系の降下火砕物による閉塞又は循環水ポンプ軸受の異常摩耗による損傷の可能性を否定できないことから、循環水系の損傷に伴う手動停止は考えられるため、起回事象として特定する。

③降下火砕物による給気口等の閉塞

降下火砕物の吸込み又は給気口若しくは吸気口への堆積により

ディーゼル発電機の給気口、吸気口が閉塞した場合には、(3)③で選定したシナリオが発生する可能性があるが、ディーゼル発電機の給気口、吸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又はフィルタの取替え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得ないと考えられるため、考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

また、原子炉建屋給気ガラリ及び主蒸気管室給気ガラリの外気取入口が閉塞した場合には、(3)③で選定したシナリオが発生する可能性があるが、原子炉建屋給気ガラリ及び主蒸気管室給気ガラリの外気取入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又はフィルタの取替え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得ないと考えられるため、考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

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

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、起回事象として特定しない。

⑤ 降下火砕物の付着による送電線の相間短絡

降下火砕物の影響を受ける可能性がある送電線は、発電所内外の広範囲にわたり、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、起回事象として特定する。

2. 事故シーケンスの特定

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回事象として外部電源喪失及び手動停止を特定したが、運転時の内部事象や地震、津波レベル1 PRA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。

よって、火山の影響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する。

竜巻事象に対する事故シーケンス抽出

1. 起因事象の特定

- (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

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。

- ①風荷重及び気圧差荷重による建屋や設備等の損傷
- ②飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷
- 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
- 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
- ⑤竜巻襲来後のがれき散乱によるアクセス性や作業性の悪化

- (2) 評価対象設備の選定

(1)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。

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ため、飛来物が直接衝突する壁は損傷し、その一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。

- 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>

- ・原子炉建屋
- ・原子炉補助建屋
- ・タービン建屋
- ・ディーゼル発電機建屋
- ・循環水ポンプ建屋
- ・電気建屋

<屋外設備>

- ・外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器，送電線）
- ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽
- ・排気筒

- ・ディーゼル発電機の付属機器（排気消音器等）
- ・主蒸気逃がし弁消音器
- ・主蒸気安全弁排気管
- ・タービン動補助給水ポンプ排気管
- ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管

<屋内設備>

- ・制御用空気圧縮機室換気装置
- ・電動補助給水ポンプ室換気装置
- ・ディーゼル発電機室換気装置
- ・タービン動補助給水ポンプ室換気装置
- ・主蒸気管室換気装置
- ・補助建屋空調装置
- ・安全補機開閉器室空調装置
- ・蓄電池室排気装置
- ・中央制御室空調装置
- ・試料採取室空調装置

②飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷

<建屋>

- ・原子炉建屋
- ・原子炉補助建屋
- ・タービン建屋
- ・ディーゼル発電機建屋
- ・循環水ポンプ建屋
- ・電気建屋

<屋外設備>

- ・外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器，送電線）
- ・排気筒
- ・ディーゼル発電機の付属機器（排気消音器等）
- ・主蒸気逃がし弁消音器
- ・主蒸気安全弁排気管
- ・タービン動補助給水ポンプ排気管
- ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管

<屋内設備>

- ・炉内核計測装置の付属機器
- ・制御用空気圧縮装置
- ・補助給水設備
- ・1次系純水タンク

- ・ブローダウン設備
 - ・制御棒駆動装置電源
 - ・原子炉トリップ遮断器盤
 - ・制御棒制御装置
 - ・主蒸気管室空調装置
 - ・主蒸気管等
 - ・燃料取替用水ピット
 - ・原子炉補機冷却水サージタンク
 - ・空調用冷水膨張タンク
 - ・補助建屋空調装置
 - ・安全補機開閉器室空調装置
 - ・蓄電池室排気装置
 - ・中央制御室空調装置
 - ・試料採取室空調装置
 - ・ディーゼル発電機
 - ・タービン及び発電機
 - ・給水設備
 - ・循環水ポンプ
 - ・原子炉補機冷却海水ポンプ
 - ・2次系設備及び電気系設備の制御盤
- 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
- ・①及び②にて選定した設備等
- 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
- ・取水口
- ⑤竜巻襲来後のがれき散乱によるアクセス性や作業性の悪化
- －（アクセスルート）

(3) 起因事象になり得るシナリオの選定

(1)で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して，(2)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。

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>

・原子炉建屋

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されると考えるため、シナリオの選定は不要である。

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く、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。

- 原子炉補助建屋

原子炉建屋同様、原子炉補助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、原子炉補助建屋設計時の地震荷重よりも小さく、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。

- ディーゼル発電機建屋

原子炉建屋同様、ディーゼル発電機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、ディーゼル発電機建屋設計時の地震荷重よりも小さく、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。

- タービン建屋

タービン建屋は、建屋上層部は鉄骨造である。万一、風荷重及び気圧差荷重による破損に至るような場合に、建屋上層階に設置しているタービンや発電機が物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」に至るシナリオ。

また、建屋上層階に設置している給水設備が物理的に損傷し、機能喪失することで、「主給水流量喪失」に至るシナリオ。

- 循環水ポンプ建屋

循環水ポンプ建屋上層部は鉄骨造である。万一、風荷重及び気圧差荷重による破損に至るような場合に、建屋上層階に設置している循環水ポンプが物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ。

- 電気建屋

原子炉建屋同様、電気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，電気建屋設計時の地震荷重よりも小さく，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。

<屋外設備>

- 外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器，送電線）
風荷重及び気圧差荷重により 275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器又は送電線が物理的に損傷し，機能喪失することで，「外部電源喪失」に至るシナリオ。
- ディーゼル発電機燃料油貯油槽
ディーゼル発電機燃料油貯油槽は地下に設置されており，風荷重の影響を受けないことから，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ディーゼル発電機燃料油貯油槽の頑健性は維持されると考えられるため，シナリオの選定は不要である。
- 排気筒
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られるため，シナリオの選定は不要である。
- ディーゼル発電機の付属機器
ディーゼル発電機の付属機器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ディーゼル発電機の付属機器の頑健性は維持されると考えられるため，シナリオの選定は不要である。
- 主蒸気逃がし弁消音器
主蒸気逃がし弁消音器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主蒸気逃がし弁消音器の頑健性は維持されると考えられるため，シナリオの選定は不要である。
- 主蒸気安全弁排気管
主蒸気安全弁排気管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主蒸気安全弁排気管の頑健性は維持されると考えられるため、シナリオの選定は不要である。

- ・タービン動補助給水ポンプ排気管

タービン動補助給水ポンプ排気管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タービン動補助給水ポンプ排気管の頑健性は維持されると考えられるため、シナリオの選定は不要である。

- ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管

ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管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ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管の頑健性は維持されると考えられるため、シナリオの選定は不要である。

<屋内設備>

- ・制御用空気圧縮機室換気装置

気圧差荷重により制御用空気圧縮機室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・電動補助給水ポンプ室換気装置

気圧差荷重により電動補助給水ポンプ室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・ディーゼル発電機室換気装置

気圧差荷重によりディーゼル発電機室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・タービン動補助給水ポンプ室換気装置

気圧差荷重によりタービン動補助給水ポンプ室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・主蒸気管室換気装置

気圧差荷重により主蒸気管室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・補助建屋空調装置

気圧差荷重により補助建屋空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで「手動停止」に至るシナリオ。

- ・安全補機開閉器室空調装置

気圧差荷重により安全補機開閉器室空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・蓄電池室排気装置

気圧差荷重により蓄電池室排気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 中央制御室空調装置

中央制御室空調装置は、原子炉補助建屋に設置されており、気圧差荷重によりダクト、ファン、ダンパ等の損傷が考えられる。中央制御室空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」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複数の信号系損傷により制御不能に至るシナリオの選定は不要である。

- 試料採取室空調装置

気圧差荷重により試料採取室空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

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。

<建屋>

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。

<屋外設備>

- 外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器，送電線）

風荷重により発生可能性のあるシナリオと同様。

- 排気筒

飛来物の衝撃荷重により排気筒が損傷した場合、アニュラス空気浄化設備が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ディーゼル発電機の付属機器

飛来物の衝撃荷重によりディーゼル発電機の付属機器が損傷した場合、ディーゼル発電機が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。

- 主蒸気逃がし弁消音器

飛来物の衝撃荷重により主蒸気逃がし弁消音器が損傷した場合、主蒸気逃がし弁が機能喪失することで、「手動停止」に至る。

るシナリオ。

- 主蒸気安全弁排気管

飛来物の衝撃荷重により主蒸気安全弁排気管が損傷した場合、主蒸気安全弁が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- タービン動補助給水ポンプ排気管

飛来物の衝撃荷重によりタービン動補助給水ポンプ排気管が損傷した場合、タービン動補助給水ポンプが機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管

飛来物の衝撃荷重によりディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管が損傷した場合、ディーゼル発電機が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。

<屋内設備>

- 炉内核計測装置

原子炉建屋に設置している炉内核計測装置の付属機器が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により損傷した場合、炉内核計測装置が機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 制御用空気圧縮装置

原子炉建屋に設置している制御用空気圧縮装置が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 補助給水設備

原子炉建屋に設置している補助給水設備が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 1次系純水タンク

原子炉建屋に設置している1次系純水タンクが建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ブローダウン設備

原子炉建屋に設置しているブローダウン設備が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 制御棒駆動装置電源

原子炉建屋に設置している制御棒駆動装置電源が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失するこ

とで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 原子炉トリップ遮断器盤

原子炉建屋に設置している原子炉トリップ遮断器盤が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 制御棒制御装置

原子炉建屋に設置している制御棒制御装置が建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 主蒸気管室空調装置

原子炉建屋に設置している主蒸気管室空調装置に建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 主蒸気管等

原子炉建屋に設置している主蒸気管等が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「2次冷却系の破断」又は「手動停止」に至るシナリオ。

- 燃料取替用水ピット

原子炉建屋に設置している燃料取替用水ピットが建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 原子炉補機冷却水サージタンク

原子炉建屋に設置している原子炉補機冷却水サージタンクが建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「原子炉補機冷却機能喪失」に至るシナリオ。

- 空調用冷水膨張タンク

原子炉建屋に設置している空調用冷水膨張タンクが建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 補助建屋空調装置

原子炉補助建屋に設置している補助建屋空調装置に建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- 安全補機開閉器室空調装置

原子炉補助建屋に設置している安全補機開閉器室空調装置が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

- ・蓄電池室排気装置

原子炉補助建屋に設置している蓄電池室排気装置が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。
- ・中央制御室空調装置

原子炉補助建屋に設置している中央制御室空調装置が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。

なお、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複数の信号系損傷により制御不能に至るシナリオの選定は不要である。
- ・試料採取室空調装置

原子炉補助建屋に設置している試料採取室空調装置が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。
- ・ディーゼル発電機

ディーゼル発電機建屋に設置しているディーゼル発電機が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「手動停止」に至るシナリオ。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。
- ・タービン及び発電機

タービン建屋に設置しているタービンや発電機が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」に至るシナリオ。
- ・給水設備

タービン建屋に設置している給水設備が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「主給水流量喪失」に至るシナリオ。
- ・循環水ポンプ

循環水ポンプ建屋に設置している循環水ポンプが建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ。
- ・原子炉補機冷却海水ポンプ

取水ピットポンプ室に設置している原子炉補機冷却海水ポンプが建屋外壁を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、

機能喪失することで、「原子炉補機冷却機能喪失」に至るシナリオ。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。

・ 2次系設備及び電気系設備の制御盤

電気建屋に設置している2次系設備や電気系設備の制御盤が建屋外壁や天井を貫通した飛来物の衝突により物理的に損傷し、機能喪失することで、「過渡事象」又は「手動停止」に至るシナリオ。

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

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

竜巻により飛散した資機材，車両等が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竜巻襲来後のがれき散乱によるアクセス性や作業性の悪化

竜巻襲来後のがれき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が及ぶ可能性があるものの，設計基準事故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。

そのため①～④の影響評価の結果として，可搬型代替交流電源設備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。

(4) 起回事象の特定

(3)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（起回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回事象の特定を行った。

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>

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，発電機及び給水設備に影響を及ぼす可能性は否定できず，タービン建屋損傷に伴う過渡事象及

び主給水流量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。

循環水ポンプ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、建屋が損傷して循環水ポンプに影響を及ぼす可能性は否定できず、循環水ポンプ建屋損傷に伴う過渡事象又は手動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。

<屋外設備>

外部電源系が損傷した場合、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ず、外部電源系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。

<屋内設備>

制御用空気圧縮機室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

電動補助給水ポンプ室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

ディーゼル発電機室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

タービン動補助給水ポンプ室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

主蒸気管室換気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

補助建屋空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

安全補機開閉器室空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

蓄電池室排気装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

中央制御室空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、

手動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。

試料採取室空調装置が物理的に損傷し、機能喪失することで、手動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。

②飛来物の衝撃荷重による建屋や設備等の損傷

<建屋>

原子炉建屋，原子炉補助建屋，タービン建屋，ディーゼル発電機建屋，循環水ポンプ建屋及び電気建屋は，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>

外部電源系が飛来物により損傷した場合，(4)①と同様に外部電源系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。

排気筒が飛来物により損傷した場合，アニュラス空気浄化装置が機能喪失することで，手動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。

ディーゼル発電機の付属機器が飛来物により損傷した場合，ディーゼル発電機が機能喪失することで，手動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。

主蒸気逃がし弁消音器が飛来物により損傷した場合，主蒸気逃がし弁が機能喪失することで，手動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。

主蒸気安全弁排気管が飛来物により損傷した場合，主蒸気安全弁が機能喪失することで，手動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。

タービン動補助給水ポンプ排気管が飛来物により損傷した場合，タービン動補助給水ポンプが機能喪失することで，手動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。

ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管が飛来物により損傷した場合，ディーゼル発電機設備が機能喪失することで，手動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。

<屋内設備>

飛来物が原子炉建屋へ衝突し，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，

炉内核計測装置の機能喪失に伴う手動停止，

制御用空気圧縮装置の機能喪失に伴う手動停止，

補助給水設備の機能喪失に伴う手動停止，
1次系純水タンクの機能喪失に伴う手動停止，
ブローダウン設備の機能喪失に伴う手動停止，
制御棒駆動装置電源の機能喪失に伴う手動停止，
原子炉トリップ遮断器盤の機能喪失に伴う手動停止，
制御棒制御装置の機能喪失に伴う手動停止，
主蒸気管室空調装置の機能喪失に伴う手動停止，
主蒸気管等の機能喪失に伴う2次冷却系の破断，
燃料取替用水ピットの機能喪失に伴う手動停止，
原子炉補機冷却水サージタンクの機能喪失に伴う原子炉補機冷却機能喪失，

空調用冷水膨張タンクの機能喪失に伴う手動停止
は考えられるため，起因事象として特定する。

飛来物が原子炉補助建屋へ衝突し，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，

補助建屋空調装置の機能喪失に伴う手動停止，
安全補機開閉器室空調装置の機能喪失に伴う手動停止，
蓄電池室排気装置の機能喪失に伴う手動停止，
中央制御室空調装置の機能喪失に伴う手動停止，
試料採取室空調装置の機能喪失に伴う手動停止，
は考えられるため，起因事象として特定する。

飛来物がディーゼル発電機建屋へ衝突し，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，ディーゼル発電機の機能喪失に伴う手動停止は考えられるため，起因事象として特定する。

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過渡事象，
給水設備の損傷に伴う主給水流量喪失
は考えられるため，起因事象として特定する。

飛来物が循環水ポンプ建屋へ衝突，貫通した場合，(4)①と同様に循環水ポンプの損傷に伴う過渡事象，手動停止は考えられるため，起因事象として特定する。

飛来物が電気建屋へ衝突し，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，2次系設備や電気系設備の制御盤の機能喪失に伴う手動停止は考えられるため，起因事象として特定する。

- 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

(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。

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

(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。

2. 事故シーケンスの特定

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。

- ・タービン，発電機の損傷に伴う過渡事象
- ・給水設備の損傷に伴う主給水流量喪失
- ・循環水ポンプの損傷に伴う過渡事象又は手動停止
- ・外部電源系の損傷に伴う外部電源喪失
- ・制御用空気圧縮機室換気装置の損傷に伴う手動停止
- ・電動補助給水ポンプ室換気装置の損傷に伴う手動停止
- ・ディーゼル発電機室換気装置の損傷に伴う手動停止
- ・タービン動補助給水ポンプ室換気装置の損傷に伴う手動停止
- ・主蒸気管室換気装置の損傷に伴う手動停止
- ・補助建屋空調装置の損傷に伴う手動停止
- ・安全補機開閉器室空調装置の損傷に伴う手動停止
- ・蓄電池室排気装置の損傷に伴う手動停止
- ・中央制御室空調装置の損傷に伴う手動停止
- ・試料採取室空調装置の損傷に伴う手動停止
- ・排気筒の損傷に伴う手動停止
- ・ディーゼル発電機の付属機器の損傷に伴う手動停止
- ・炉内核計測装置の損傷に伴う手動停止
- ・制御用空気圧縮装置の損傷に伴う手動停止
- ・補助給水設備の損傷に伴う手動停止
- ・1次系純水タンクの損傷に伴う手動停止
- ・ブローダウン設備の損傷に伴う手動停止
- ・制御棒駆動装置電源の損傷に伴う手動停止
- ・原子炉トリップ遮断器盤の損傷に伴う手動停止
- ・制御棒制御装置の損傷に伴う手動停止
- ・主蒸気管室空調装置の損傷に伴う手動停止
- ・主蒸気管等の損傷に伴う2次冷却系の破断
- ・燃料取替用水ピットの損傷に伴う手動停止
- ・原子炉補機冷却水サージタンクの損傷に伴う原子炉補機冷却機能喪

失

- ・空調用冷水膨張タンクの損傷に伴う手動停止
- ・ディーゼル発電機の損傷に伴う手動停止
- ・2次系設備や電気系設備の制御盤の損傷に伴う手動停止

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1 PRA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。

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。

森林火災事象に対する事故シーケンス抽出

1. 起回事象の特定

- (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

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。

- ① 輻射熱による建屋や設備等の損傷
- ② ばい煙による設備等の閉塞

(2) 評価対象設備の選定

(1)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。

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。

- ① 輻射熱による建屋や設備等の損傷

<建屋>

- ・原子炉建屋
- ・原子炉補助建屋
- ・タービン建屋
- ・ディーゼル発電機建屋
- ・循環水ポンプ建屋
- ・電気建屋

<屋外設備>

- ・外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器，送電線）
- ・ディーゼル発電機の付属機器（排気消音器等）
- ・排気筒
- ・主蒸気逃がし弁消音器
- ・主蒸気安全弁排気管
- ・タービン動補助給水ポンプ排気管

- ② ばい煙による設備等の閉塞

- ・ディーゼル発電機の付属機器（給気口，吸気口）
- ・原子炉建屋給気ガラリ（外気取入口）

- ・補助建屋給気ガラリ（外気取入口）
- ・電気建屋給気ガラリ（外気取入口）

(3) 起因事象になり得るシナリオの選定

(1)で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して、(2)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。

①輻射熱による建屋や設備等の損傷

<建屋>

森林火災の輻射熱による建屋への影響については、想定し得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時間駐在している初期消火要員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。

<屋外設備>

- ・外部電源系（275kV開閉所，66kV開閉所（後備用），変圧器，送電線）

森林火災の輻射熱により外部電源系が損傷した場合、「外部電源喪失」に至るシナリオ。

なお、外部電源系への影響については、想定し得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、防火帯内の外部電源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時間駐在している初期消火要員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。

- ・ディーゼル発電機の付属機器（排気消音器等）

森林火災の輻射熱によるディーゼル発電機の付属設備への影響については、想定し得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、ディーゼル発電機の付属設備が受ける輻射強度は低いため、ディーゼル発電機の付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響について、24時間駐在している初期消火要員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。

- ・排気筒

森林火災の輻射熱による排気筒への影響については、想定し得

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、排気筒が受ける輻射強度は低いため、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 時間駐在している初期消火要員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。

- 主蒸気逃がし弁消音器

森林火災の輻射熱による主蒸気逃がし弁消音器への影響については、想定し得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、主蒸気逃がし弁消音器が受ける輻射強度は低いため、主蒸気逃がし弁消音器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 時間駐在している初期消火要員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。

- 主蒸気安全弁排気管

森林火災の輻射熱による主蒸気安全弁排気管への影響については、想定し得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、主蒸気安全弁排気管が受ける輻射強度は低いため、主蒸気安全弁排気管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 時間駐在している初期消火要員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。

- タービン動補助給水ポンプ排気管

森林火災の輻射熱によるタービン動補助給水ポンプ排気管への影響については、想定し得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、タービン動補助給水ポンプ排気管が受ける輻射強度は低いため、タービン動補助給水ポンプ排気管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 時間駐在している初期消火要員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。

② ばい煙による設備等の閉塞

- ディーゼル発電機の付属機器の閉塞

森林火災で発生するばい煙のディーゼル発電機の吸気口への吸込みにより吸気口が閉塞した場合でも、フィルタの取替え及び清

掃が可能であることからシナリオの選定は不要である。

- ・原子炉建屋給気ガラリの外気取入口の閉塞

森林火災で発生するばい煙の原子炉建屋給気ガラリの外気取入口への吸込みにより給気口が閉塞した場合でも、フィルタの取替え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。

- ・主蒸気管室給気ガラリの外気取入口の閉塞

森林火災で発生するばい煙の補助建屋給気ガラリの外気取入口への吸込みにより給気口が閉塞した場合でも、フィルタの取替え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。

(4) 起回事象の特定

(3) 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（起回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回事象の特定を行った。

① 輻射熱による建屋や設備等への影響

<建屋>

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、考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

<屋外設備>

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ず、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、起回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のとおり、考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

② ばい煙による設備等の閉塞

森林火災のばい煙等により設備等が閉塞した場合には、(3) ②のとおり、考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

2. 事故シーケンスの特定

1. にて森林火災に対し発生可能性のある起回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1 PRA 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。

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。

落雷事象に対する事故シーケンス抽出

1. 起回事象の特定

- (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

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。

- ①屋内外計測制御設備に発生するノイズ
- ②直撃雷による設備損傷
- ③誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷

(2) 評価対象施設の選定

(1)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。

具体的には、以下に示す屋内設置の設備等及び屋外設置の設備等を評価対象設備として選定した。

- ①屋内外計測制御設備に発生するノイズ
 - ・計測制御設備
- ②直撃雷による設備損傷
 - ・外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器，送電線）
- ③誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷
 - ・計測制御設備

(3) 起回事象になり得るシナリオの選定

(1)で抽出した各損傷・機能喪失モードに対して、(2)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。

- ①屋内外計測制御設備に発生するノイズ

・計測制御設備

ノイズにより安全保護回路が誤動作した場合に、「過渡事象」又は「手動停止」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設備が誤動作した場合に、「過渡事象」，「主給水流量喪失」又は「手動停止」に至るシナリオ

②直撃雷による設備損傷

- ・外部電源系（275kV 開閉所，66kV 開閉所（後備用），変圧器，送電線）

直撃雷により外部電源系が損傷し，機能喪失することで，「外部電源喪失」に至るシナリオ

③誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷

- ・計測制御設備

誘導雷サージにより計測制御設備が損傷した場合に，「複数の信号系損傷」に至るシナリオ

(4) 起回事象の特定

(3)で選定した各シナリオについて，想定を超える落雷事象に対しての裕度評価（起回事象発生可能性）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回事象の特定を行った。

①屋内外計測制御設備に発生するノイズ

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できず，過渡事象又は手動停止に至るシナリオは考えられるため，起回事象として特定する。

また，落雷によって安全保護回路以外の計測制御設備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できず，過渡事象，主給水流量喪失又は手動停止に至るシナリオは考えられるため，起回事象として特定する。

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，起回事象としては特定しない。

②直撃雷による設備損傷

外部電源系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，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，起回事象として特定する。

③誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷

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できない場合には，電気盤内の絶縁耐力が低い回路が損傷し，発電用原子炉施設の安全保護系機能が喪失する。しかし，安全保護回路は金属シールド付ケーブルを使用し，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，考慮すべき起回事象としては特定不要であると判断した。

なお、安全保護回路以外の計測制御設備は、誘導雷サージの影響により損傷し、機能喪失することにより制御不能に至る可能性を否定できない。制御不能となった場合は、過渡事象、主給水流量喪失又は手動停止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。

2. 事故シーケンスの特定

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。

- ・安全保護回路に発生するノイズの影響に伴う過渡事象又は手動停止
- ・安全保護回路以外の計測制御設備に発生するノイズの影響に伴う過渡事象、主給水流量喪失又は手動停止
- ・外部電源系の損傷に伴う外部電源喪失
- ・安全保護回路以外の計測制御設備の損傷に伴う過渡事象、主給水流量喪失又は手動停止

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1 P R A 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。

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した。

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 (1 / 2)

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	関係設備の機能喪失への対応	
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。 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。 建屋外の機器には影響しないものと考えられる。 建屋外の機器に対しては、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。	
		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。 建屋外の機器には着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。 建屋外の機器には影響しないものと考えられる。 建屋外の機器に対しては、降雪等の対応により機能を維持できるものと考えられる。	
火山の影響	手動停止	降下火砕物の閉塞による海水系の損傷に伴う手動停止	建屋内の機器には影響しないものと考えられる。 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あると考えられる。	建屋内の機器には影響しないものと考えられる。 建屋外の機器には影響しないものと考えられる。 建屋外の機器に対しては、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。	
	外部電源喪失	送電線や碍子へ降下火砕物が付着し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。 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あると考えられる。	建屋内の機器には影響しないものと考えられる。 建屋外の機器には影響しないものと考えられる。 建屋外の機器に対しては、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	手動停止	気圧差荷重や、飛来物の衝突による原子炉建屋のブローアウトパネルの開放や、循環水ポンプ等の損傷に伴う手動停止	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はなく、また外壁の内側の緩和設備は異なるエリアに配置されていることから、飛来物により複数の緩和設備が同時に機能喪失する確率は十分に低い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。	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はなく、また外壁の内側の緩和設備は異なるエリアに配置されていることから、飛来物により複数の緩和設備が同時に機能喪失する確率は十分に低い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。	
	過渡事象	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手動停止	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はないものと考えられる。 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あると考えられる。	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はなく、また外壁の内側の緩和設備は異なるエリアに配置されていることから、飛来物により複数の緩和設備が同時に機能喪失する確率は十分に低い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。	
	2次冷却系の破断	風荷重や、飛来物の衝突による給水設備や主蒸気管等々の損傷に伴う2次冷却系の破断	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手動停止	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はないものと考えられる。 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あると考えられる。	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はなく、また外壁の内側の緩和設備は異なるエリアに配置されていることから、飛来物により複数の緩和設備が同時に機能喪失する確率は十分に低い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。
	主給水流量喪失	風荷重や、飛来物の衝突による給水設備の損傷に伴う主給水流量喪失	風荷重や、飛来物の衝突による原子炉補機冷却海水ポンプの損傷に伴う原子炉補機冷却機能喪失	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はないものと考えられる。 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あると考えられる。	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はなく、また外壁の内側の緩和設備は異なるエリアに配置されていることから、飛来物により複数の緩和設備が同時に機能喪失する確率は十分に低い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。
	原子炉補機冷却機能喪失	風荷重や、飛来物の衝突による原子炉補機冷却機能喪失	風荷重や、飛来物の衝突による原子炉補機冷却機能喪失	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はないものと考えられる。 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あると考えられる。	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はなく、また外壁の内側の緩和設備は異なるエリアに配置されていることから、飛来物により複数の緩和設備が同時に機能喪失する確率は十分に低い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。
	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	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	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はないものと考えられる。 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あると考えられる。	建屋内の設備のうち、飛来物が直接衝突する十分な厚さを有した外壁と一つ内側の頑健性のある壁との間に設置されている設備以外には影響はなく、また外壁の内側の緩和設備は異なるエリアに配置されていることから、飛来物により複数の緩和設備が同時に機能喪失する確率は十分に低い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。

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（2/2）

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	関係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。 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。 建屋外の機器に対して、森林火災が拡大されるまでの時間的余裕が十分にあることから、あらかじ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	過渡事象	計測制御設備に発生するノイズの影響による過渡事象	建屋内の機器には影響しないものと考えられる。 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。 建屋外の機器に対して、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。
	手動停止	計測制御設備に発生するノイズの影響による手動停止		
	主給水流量喪失	計測制御設備に発生するノイズの影響による主給水流量喪失		
	外部電源喪失	直撃雷による外部電の損傷に伴う外部電源喪失		

過酷な人為事象により考え得る起因事象等 (1 / 3)

No.	自然現象	設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価		想定される起因事象等
		設備等の損傷・機能喪失モードの抽出		
1	衛星の落下	安全施設の機能に影響が及ぶ規模の衛星等の衝突については有意な発生頻度とはならない。したがって、本事象から事故シナリオの抽出に当たっては考慮すべき起因事象の発生はないと判断。		
2	パイプライン事故	荷重	荷重 (衝突)	発電所周辺にはパイプラインはないため、本事象から事故シナリオの抽出に当たっては考慮すべき起因事象はないと判断。
			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	
3	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発電所への有毒ガスの影響は無い。
4	タービンミサイル	有意な衝突頻度にならないため、本事象から事故シナリオの抽出に当たっては考慮すべき起因事象はないと判断。		
5	飛来物 (航空機落下)	荷重	荷重 (衝突)	航空機落下確率の評価結果が防護方針の要否判断の 10^{-7} (回/年・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。
		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	

過酷な人為事象により考え得る起因事象等 (2 / 3)

No.	自然現象	設計基準を超える事象の発生を想定した場合の評価		想定される起因事象等
		設備等の損傷・機能喪失モードの抽出		
6	船舶の衝突	閉塞 (海水系)	取水口の閉塞	漂流船舶が発電所港湾内に侵入した場合であっても、パイプスクリーンにより直接取水設備を損傷させることはないが、仮に内部へ侵入し、取水設備を損傷させた場合、原子炉補機冷却機能喪失に至るシナリオとなる。
			固体・液体不純物の放出による海水系ストレーナ等の閉塞	
7	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等の閉塞	発電所周辺に化学プラントは立地していない。また、敷地内の化学薬品は適切に管理しており、流出した場合においても堰等により拡散防止が図られている。したがって、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象はないと判断。なお、仮に発生を想定しても、その影響は船舶衝突 (No.6) の評価に包絡される。
8	爆発	荷重	荷重 (衝突)	発電所敷地外 10km 以内の範囲において、爆発により安全施設に影響を及ぼすような石油コンビナート施設はないため、爆発の影響が安全施設の安全機能に影響を及ぼすおそれはない。発電所周辺において高圧ガス施設等の産業施設があるが、その危険物貯蔵等量から想定すると、石油コンビナート等に相当する施設はなく、爆発を想定しても、飛来物及び爆風圧の影響が及ばない離隔距離を確保している。
			荷重 (爆風圧)	
9	軍事施設からのミサイル	偶発的なミサイル到達は考え難いため、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象はないと判断。		

過酷な人為事象により考え得る起因事象等 (3 / 3)

No.	自然現象	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	掘削工事	敷地内で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。 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。	
11	内部溢水	別紙1 表1に示すとおり。	
12	電磁的障害	電気的影響	安全保護回路は、日本産業規格 (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。
		サージ・ノイズ 電磁波	
13	ダム の 崩壊	浸水	発電所敷地境界から東約 8km の地点に共和ダムが存在するが、発電所まで距離が離れており、発電所との間には丘陵地が分布していることから、ダムの崩壊による安全施設の安全機能に影響を及ぼすおそれはない。
		温度	自然現象 森林火災 (No. 18) の影響に包絡される。
14	近隣工場等の火災		自然現象 森林火災 (No. 18) の影響に包絡される。
		ばい煙、有毒ガス	換気空調系の外気取入経路には平型フィルタを設置しているため、一定以上のばい煙は平型フィルタにより侵入を阻止できる。また、ばい煙の侵入が想定される場合でも、外気取入ダンプの閉止、又は空調系停止や閉回路循環運転によりばい煙の侵入を阻止できる。したがって、本事象から事故シナリオの抽出に当たって考慮すべき起因事象の発生はないと判断。

自然現象の重量確認結果 (1/6)

【凡例】 結核：以下の理由により、重量影響考慮不要
 ・ 拍發電所及びその周辺では発生しない(又は、発生が極めて稀)と判断した事象
 ・ 取巻電所及びその周辺において設備等への影響が小さい(又は、非常に小さい)事象で、他の事象との重量を考慮しても明らかに設備等への影響がないと判断した事象
 ・ 各自然現象が重畳した場合でも単独事象同士の影響が小さい(又は、非常に小さい)事象で、他の事象との重量を考慮しても明らかに設備等への影響がないと判断した事象
 I : 各自然現象から同じ影響がそれぞれに作用し、重ね合わさって増長するケース。
 II : ある自然現象の影響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機能条件が変化し、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	No.	重量事象	自然現象	相傳・機能喪失モード	地盤			津波			凍結			隕石		
					相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード	相傳・機能喪失モード
地震	1	高重 (地震)	地盤による高重	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
津波	2	高重 (衝突)	津波による設備の浸水	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
凍結	3	閉塞 (海水系)	凍結による取水口、海水ストレーナ等の閉塞	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
隕石	4	高重 (衝突)	機内落下物による設備の浸水	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
降水	5	高重 (衝突)	降石に伴う津波による設備の浸水	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
河川の氾濫	6	高重 (衝突)	洪水による送電線の相間短絡	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
砂嵐 (低気圧)	7	高重 (衝突)	送電線の浸水	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
積雪	8	高重 (衝突)	雪の堆積による高重	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
高潮	9	高重 (衝突)	高潮による設備の浸水	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
火山の影響	10	高重 (衝突)	降下火砕物の堆積による高重	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
雪崩	11	高重 (衝突)	積雪による送電線の相間短絡	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
生物学的事象	12	高重 (衝突)	取水口、海水ストレーナ等の閉塞	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
海岸浸食	13	高重 (衝突)	小動物の侵入による高重、地盤	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
干ばつ	14	高重 (衝突)	取水機能への影響	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
洪水	15	高重 (衝突)	洪水による設備の浸水	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
風 (台風)	16	高重 (衝突)	高重 (風)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
竜巻	17	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
雷害	18	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
森林火災	19	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
高・白雷	20	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
極高温	21	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
氷害	22	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
落雷	23	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
湖又は河川の水位低下	24	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
湖又は河川の水立上昇	25	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
塩害・塩害	26	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
過積り	27	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
カラス	28	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
太陽フレア・電気嵐	29	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
高気圧 (海水系高)	30	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
低気圧 (海水系低)	31	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
取水機	32	高重 (衝突)	高重 (衝突)	III-1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II

本頁の破線囲部分 は 6 条における地滑りの影響評価について、当社空中写真判読、公刊の地滑りに関する知見等を踏まえた再評価結果の反映するため。 追而【地滑りの影響評価】

自然現象の重量確認結果 (2/6)

- 【凡例】 斜線：以下の理由により、重量影響考慮不要
 ・ 泊来電所及びその周辺では発生しない(又は、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(又は、非常に小さい)事象で、他の事象との重量を考慮しても明らかに設備等への影響がないと判断した事象
 I：各自然現象が重複した場合でも単独事象同士の影響評価により増長しない
 II：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。
 III-1：他の自然現象の防除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-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。

No.	主事象	相対・機能喪失モード	降水		河川の迂回		積雪		高潮
			浸水	荷重	浸水	荷重	電気的影響	閉塞(給気等)	
1	地震現象 地震	地震による荷重 荷重(衝突)	—	—	発生しない	—	—	—	—
2	津波	津波による設備の浸水 高圧タンク、配管内液体の凍結 海水による設備の浸水	I	—	—	—	—	—	I
3	凍結	凍結による送電線の相間短絡 電気的影響	—	—	—	—	I	—	—
4	陽石	荷重(衝突) 荷重(衝突)	—	—	発生しない	—	—	—	—
5	降水	浸水 雨水による設備の浸水	—	—	発生しない	—	—	—	—
6	河川の迂回	設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—
7	砂嵐(風を含む)嵐	荷重(堆積)	III-1	I	—	—	—	—	—
8	積雪	電気的影響 雪による送電線の相間短絡	—	—	—	—	—	—	—
9	高潮	閉塞(給気等) 給気口等の閉塞	—	—	—	—	—	—	—
10	火山の影響	荷重(海水系) 閉塞(給気等) 降下火砕物の堆積による荷重	III-1	I	—	—	—	—	—
11	雪崩	腐食 降下火砕物の付着による送電線の相間短絡	—	—	—	—	I	—	—
12	生物学的事象	電気的影響 取込口、海水ストレートナ等の閉塞	—	—	発生しない	—	—	—	—
13	海洋侵食	電気的影響 取込口、海水ストレートナ等の閉塞	—	—	発生しない	—	—	—	—
14	干ばつ	冷却機能低下	—	—	影響が小さい	—	—	—	—
15	洪水	—	—	—	発生しない	—	—	—	—
16	風(台風)	荷重 閉塞	—	—	—	—	—	—	—
17	竜巻	荷重 閉塞	—	—	—	—	—	—	—
18	濃霧	閉塞	—	—	影響が小さい	—	—	—	—
19	森林火災	温度 閉塞(給気等)	—	—	—	—	—	—	—
20	重・白霜	温度	—	—	—	—	—	—	—
21	極寒	温度	—	—	—	—	—	—	—
22	氷晶	温度	—	—	—	—	—	—	—
23	落雷	電気的影響	—	—	—	—	—	—	—
24	潮又は河川の水位低下	—	—	—	—	—	—	—	—
25	潮又は河川の水位上昇	浸水	—	—	発生しない	—	—	—	—
26	もや	—	—	—	発生しない	—	—	—	—
27	嵐雪・雪害	電気的影響	—	—	影響が小さい	—	—	—	—
28	地滑り	—	—	—	発生しない	—	—	—	—
29	カルスト	地震安定性	—	—	—	—	—	—	—
30	太陽フレア、磁気嵐	電気的影響	—	—	—	—	—	—	—
31	高温水(海水電流)	冷却機能低下	—	—	影響が小さい	—	—	—	—
32	低温水(海水電流)	冷却機能低下	—	—	影響が小さい	—	—	—	—

追函【地滑りの影響評価】

本頁の 破線囲部分 は 6 条における地滑りの影響評価について、当社空中写真判読、公刊の地滑りに関する知見等を踏まえた再評価結果の反映するため。

自然現象の重量確認結果 (3/6)

【凡 例】 斜線：以下の理由により、重量影響考慮不要
 ・拍撃箇所及びその周辺では発生しない(又は、発生が極めて稀)と判断した事象
 ・自然現象での詳細においては設備等への影響がない(又は、非常に小さい)事象で、他の事象との重量を考慮しても明らかに設備等への影響がないと判断した事象
 I：各自然現象から同時に影響がそれぞれに作用し、重ね合わさって増長するケース。
 II：ある自然現象の防衛施設が他の自然現象により前提条件が変化し、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	損傷・機能喪失モード		火山の影響		雪崩	生物学的事象		海岸侵食	干ばつ
	重量	備考	荷重 (堆積)	閉塞 (海水系)		閉塞 (海水系)	電気的影響		
1 自然現象	重量 (地震)	重量・機能喪失モード							
2 津波	荷重 (衝突) 浸水	地震による荷重 津波による設備の浸水			III-2				
3 凍結	閉塞 (海水系) 閉塞 電気的影響	燃焼物による取水口、海水ストレーナ等の閉塞 屋外タンク、配管内流体の凍結 ヒートシンク (海水) の凍結 蓄水による送電線の相間短絡							
4 円石	荷重	荷重 (衝突)							
5 降水	浸水	円石に伴う短絡による設備の浸水			III-2				
6 河川の迂回	浸水	設備の浸水							
7 砂嵐 (風を含んだ嵐)	閉塞 (堆積)	空調フィルタの閉塞			III-2				
8 積雪	電気的影響	雪の堆積による荷重							
9 高潮	閉塞 (給気等)	蓄雪による送電線の相間短絡		I					
10 火山の影響	閉塞 (海水系) 閉塞 (給気等)	落下物体の堆積による荷重 高潮による設備の浸水			III-2				
11 雪崩	閉塞 (給気等)	落下物体の堆積による荷重							
12 生物学的事象	閉塞 (海水系)	取水口、海水ストレーナ等の閉塞							
13 海抜侵食	電気的影響	小動物の侵入による短絡、絶縁							
14 干ばつ	冷却機能低下	取水機能への影響							
15 洪水	浸水	洪水による設備の浸水							
16 風 (台風)	荷重	荷重 (衝突) 荷重 (短絡) 閉塞 (海水系)		III-1					
17 竜巻	閉塞	閉塞 (海水系)							
18 噴霧	荷重	荷重 (衝突) 閉塞 (給気等)							
19 森林火災	温度	放射熱							
20 霜・白霜	閉塞 (給気等)	送電線等の閉塞		I					
21 積雪	温度	気温、室温、海水温の上昇							
22 氷溜	温度	ヒートシンク (海水) の凍結							
23 霧	電気的影響	屋内外計測計設置による設備損傷 送電線サージによる電気室内の電子回路損傷							
24 潮又は河川の水位低下		設備の浸水							
25 潮又は河川の水位上昇		設備の浸水							
26 地震	電気的影響	電分の付着による送電線の相間短絡							
27 噴霧	温度	放射熱							
28 地滑り	重量	地盤安定性							
29 ガラス	電気的影響	短絡							
30 太陽フレア、磁気嵐	電気的影響	電気嵐による送電線							
31 高風水 (海水温高)	冷却機能低下	取水機能への影響							
32 低風水 (海水温低)	冷却機能低下	取水機能への影響							

追而【地滑りの影響評価】

本頁の破線間部分は6条における地滑りの影響評価について、当社空中写真判読、公開の地滑りに関する知見等を踏まえた再評価結果の反映するため。

自然現象の重量確認結果 (4/6)

【凡例】 斜線：以下の理由により、重量影響考慮不要
 ・ 拍撃電圧及びその周辺では発生しない（又は、発生が極めて稀）と判断した事象
 ・ 相隣事象での評価において設備等への影響がない（又は、非常に小さい）事象で、他の事象との重量を考慮しても明らかに設備等への影響がないと判断した事象
 - : 各自然現象が重量した場合でも単事象同士の影響評価により増長しない
 I : 各自然現象から同じ影響がそれぞれに作用し、重ね合わさって増長するケース。
 II : ある自然現象の防衛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	No.	重量事象	洪水		風（台風）				電巻			落雷	
			浸水	発生しない	荷重（風）	荷重（衝突）	荷重（気圧差）	閉塞（海水系）	荷重（風）	荷重（衝突）	荷重（気圧差）		閉塞（海水系）
重量事象			相隣・機能喪失モード	相隣・機能喪失モード									
自然現象			相隣・機能喪失モード	相隣・機能喪失モード									
1		地震（地盤） 荷重（衝突） 浸水	地震による荷重 荷重（衝突） 津波による設備の浸水	発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	III-1	I II	— — —
2		津波	津波による設備の浸水	発生しない	II	II	II	II	II	II	—	II	—
3		凍結 出度 出度 電気的影響	凍結物による取水口、海水ストレーナー等の閉塞 屋外ケーブル、配管内配線の凍結 ケーブルの凍結 海水による送電線の相間短絡	発生しない 発生しない	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
4		落石	荷重（衝突） 浸水	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
5		降氷	荷重（衝突） 浸水	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
6		河川の迂回	荷重（衝突） 浸水	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
7		砂嵐（積雪を含んだ風）	荷重（衝突） 浸水	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
8		積雪	荷重（衝突） 浸水	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
9		高潮	荷重（衝突） 浸水	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
10		火山の影響	荷重（衝突） 浸水	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
11		雷撃	電気的影響	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12		生物学的事象	荷重（衝突） 浸水	発生しない 発生しない	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
13		海洋侵襲	電気的影響	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14		干ばつ	冷却機能低下	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15		洪水	浸水	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16		風（台風）	荷重 閉塞	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
17		電巻	荷重 閉塞	発生しない 発生しない	I II	I II	I II	I II	I II	I II	— —	— —	— —
18		落雷	閉塞	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19		森林火災	温度 閉塞（給気等）	影響が小さい	III-1	III-1	III-1	III-1	III-1	III-1	—	—	—
20		雷・白雷	温度 閉塞	影響が小さい	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21		極高温	温度	影響が小さい	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22		氷晶	閉塞	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23		落雷	電気的影響	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24		湖又は河川の水位低下	—	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25		湖又は河川の水位上昇	浸水	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26		干ばつ	冷却機能低下	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27		嵐波・嵐雲	電気的影響	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28		地滑り	相隣・機能喪失モード	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29		カラス	相隣・機能喪失モード	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30		大雷（雷）	電気的影響	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31		高雷水（海水高）	冷却機能低下	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32		低雷水（海水低）	冷却機能低下	発生しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—

本頁の破線囲部分は6条における地滑りの影響評価について、当社空中写真判読、公刊の地滑りに関する知見等を踏まえた再評価結果の反映するため。追面【地滑りの影響評価】

自然現象の重量確認結果 (5/6)

【凡例】 斜線：以下の理由により、重量影響考慮不要
 ・ 柏架電所及びその周辺では発生しない(又は、発生が極めて稀)と判断した事象
 ・ 単発事象での評価においても、相乗現象同士の影響評価により増長しない。
 ・ 各自然現象が重畳した場合でも、相乗現象同士の影響評価により増長しない。
 I : 各自然現象から同じ影響がそれぞれに作用し、重畳によ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。

No.	主事象	相乗・機能喪失モード	相乗・機能喪失モード備考	森林火災	霜・白霜	極高温	氷晶	落雷	電気的影響 (ノイズ)	電気的影響 (電撃雷)	湖又は河川の 水位低下	湖又は河川の 水位上昇
1	地震	地震による荷重 前重(衝突)	—	閉塞 (結露等)	—	—	閉塞	—	—	—	—	—
2	津波	津波による設備の浸水 前重(浸水)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	凍結	凍結による設備の浸水 前重(凍結)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	積石	積石による設備の浸水 前重(積石)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	降水	降水による設備の浸水 前重(降水)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	河川の浮田	河川の浮田による設備の浸水 前重(浮田)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	砂嵐(埋没を含む)	砂嵐による設備の浸水 前重(砂嵐)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	積雪	積雪による設備の浸水 前重(積雪)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	高潮	高潮による設備の浸水 前重(高潮)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	火山の影響	火山の影響による設備の浸水 前重(火山)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	雪崩	雪崩による設備の浸水 前重(雪崩)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	生物学的事象	生物学的事象による設備の浸水 前重(生物学的事象)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	海岸侵食	海岸侵食による設備の浸水 前重(海岸侵食)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	干ばつ	干ばつによる設備の浸水 前重(干ばつ)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	洪水	洪水による設備の浸水 前重(洪水)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	風(台風)	風による設備の浸水 前重(風)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	竜巻	竜巻による設備の浸水 前重(竜巻)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	感露	感露による設備の浸水 前重(感露)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	森林火災	森林火災による設備の浸水 前重(森林火災)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	霜・白霜	霜・白霜による設備の浸水 前重(霜・白霜)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	極高温	極高温による設備の浸水 前重(極高温)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	氷晶	氷晶による設備の浸水 前重(氷晶)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	落雷	落雷による設備の浸水 前重(落雷)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	湖又は河川の水位低下	湖又は河川の水位低下による設備の浸水 前重(湖又は河川の水位低下)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	湖又は河川の水位上昇	湖又は河川の水位上昇による設備の浸水 前重(湖又は河川の水位上昇)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	雷害	雷害による設備の浸水 前重(雷害)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	嵐雪・風雪	嵐雪・風雪による設備の浸水 前重(嵐雪・風雪)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	地震(浮田)	地震(浮田)による設備の浸水 前重(地震(浮田))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	大雷(雷害)	大雷(雷害)による設備の浸水 前重(大雷(雷害))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	高湿度(海水高)	高湿度(海水高)による設備の浸水 前重(高湿度(海水高))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	高湿度(海水高)	高湿度(海水高)による設備の浸水 前重(高湿度(海水高))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	低湿度(海水高)	低湿度(海水高)による設備の浸水 前重(低湿度(海水高))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

追記【地滑りの影響評価】

本頁の破線囲部分は6条における地滑りの影響評価について、当社空中写真判読、公刊の地滑りに関する知見等を踏まえた再評価結果の反映するため。

自然現象の重量確認結果 (6 / 6)

【凡例】 斜線：以下の理由により、重量影響考慮不要

- ・拍撃荷重及びその周辺では発生しない(又は、発生が極めて稀)と判断した事象
- ・用地事象での評価において設備等への影響がない(又は、非常に小さい)事象で、他の事象との重量を考慮しても明らかには設備等への影響がないと判断した事象
- ・各自然現象が重複した場合でも単独事象同士の影響評価により増長しない
- Ⅰ：各自然現象から同じ影響が他の自然現象によって重複することによ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掲条件が変化し、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。

No.	主事象	重複事象	相抵・機能喪失モード	もや	塩害・塩害	地滑り	カルスト	太陽フレア、磁気嵐	高温水(海水) 高温	高温水(海水) 低温	冷却機能低下
1	地震	地震による荷重	相抵・機能喪失モード	—	電気的影響	地盤安定性	発生しない	—	影響が小さい	—	発生しない
2	津波	津波による荷重	津波による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
3	凍結	凍結による荷重	凍結による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
4	雨石	雨石による荷重	雨石に伴う津波による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
5	降水	降水による荷重	降水による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
6	河川の迂回	河川による荷重	河川による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
7	砂嵐(塩を含んだ風)	砂嵐による荷重	砂嵐による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
8	積雪	積雪による荷重	積雪による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
9	高潮	高潮による荷重	高潮による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
10	火山の影響	火山による荷重	火山による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
11	雷	雷による荷重	雷による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
12	生物学的事象	生物学的事象による荷重	生物学的事象による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
13	海岸侵食	海岸侵食による荷重	海岸侵食による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
14	干ばつ	干ばつによる荷重	干ばつによる設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
15	洪水	洪水による荷重	洪水による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
16	風(台風)	風による荷重	風による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
17	竜巻	竜巻による荷重	竜巻による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
18	濃霧	濃霧による荷重	濃霧による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
19	森林火災	森林火災による荷重	森林火災による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
20	雷・自雷	雷による荷重	雷による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
21	極高温	極高温による荷重	極高温による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
22	水害	水害による荷重	水害による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
23	落雷	落雷による荷重	落雷による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
24	潮又は河川の水位低下	潮又は河川の水位低下による荷重	潮又は河川の水位低下による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
25	潮又は河川の水位上昇	潮又は河川の水位上昇による荷重	潮又は河川の水位上昇による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
26	もや	もやによる荷重	もやによる設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
27	塩害・塩害	塩害による荷重	塩害による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
28	カルスト	カルストによる荷重	カルストによる設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
29	太陽フレア、磁気嵐	太陽フレア、磁気嵐による荷重	太陽フレア、磁気嵐による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
30	高温水(海水) 高温	高温水(海水) 高温による荷重	高温水(海水) 高温による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
31	高温水(海水) 低温	高温水(海水) 低温による荷重	高温水(海水) 低温による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—
32	冷却機能低下	冷却機能低下による荷重	冷却機能低下による設備の浸水	—	—	—	—	—	—	—	—

追記【地滑りの影響評価】

本頁の 破線囲部分 は 6 条における地滑りの影響評価について、当社空中写真判読、公刊の地滑りに関する知見等を踏まえた再評価結果の反映するため。

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 3 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、人為事象については、以下に示す理由から個々の組合せについて確認する必要はなく、自然現象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の特徴である。一方、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、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、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 自然現象と包絡される人為事象

自然現象	特徴	包絡される人為事象 (No. は補足 2 中の事象の番号)
地震	発電用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可能性がある。敷地の変動等により屋外設備の基礎や地中設備を損傷させる可能性がある。	No. 10 掘削工事
津波	発電用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可能性がある。波力により海水系機器を損傷させる可能性がある。	No. 6 船舶の衝突 No. 7 水中の化学物質 No. 11 内部溢水
落雷	発電用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. 12 電磁的障害
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. 8 爆発

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

【その他の事象】

(1) 人為事象の影響の方が大きい場合

火災による熱影響については、自然現象では「森林火災」、人為事象では「No. 5 飛来物（航空機落下）」及び「No. 14 近隣工場等の火災」で想定されるが、このうち、発電用原子炉施設に対して最も厳しい熱影響がある事象は、「No. 14 近隣工場等の火災」の 3 号炉補助ボイラー燃料タンク火災である。3 号炉補助ボイラー燃料タンク火災と発電用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. 5 飛来物（航空機落下）」が挙げられるものの、「森林火災」の熱影響は、航空機落下の熱影響に包絡できる。

偶発的に落下する航空機による火災と、3 号炉補助ボイラー燃料タンク火災が組み合わせられ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、事象の重畳による新たな起因事象の追加はない。

爆風圧による影響については「No. 8 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事象を評価することで影響が包絡される。

- ・「No.8 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

(2) 人為事象の影響について考慮が不要な場合

以下にあ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、単独事象として発電用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。

○単独事象として発生頻度が稀な事象 (10^{-7} /年以下)

No.1 衛星の落下

No.4 タービンミサイル

No.5 飛来物（航空機落下）

No.9 軍事施設からのミサイル

○発生源となる施設が発電所へ影響を及ぼす範囲にない事象

No.2 パイプライン事故

No.13 ダムの崩壊

○発生しても影響が軽微な事象，影響を遮断できる事象

No.3 有毒ガス

事象ごとの状況を表2にまとめる。

表2 各人為事象が包絡される自然現象等

No.	人為事象	包絡される人為事象 (No. は補足2中の事象の番号)
1	衛星の落下	【一】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	【一】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）
3	有毒ガス	【一】影響確認済み（その他の事象(2)のとおり）
4	タービンミサイル	【一】低頻度事象（その他の事象(2)のとおり）
5	飛来物 (航空機落下)	【一】熱影響はその他の事象(1)のとおり
6	船舶の衝突	【津波】海水系機器の性能低下
7	水中の化学物質	【津波】海水系機器の性能低下
8	爆発	【竜巻】飛来物による影響 熱影響、爆風圧の影響はその他の事象(1) のとおり
9	軍事施設からのミサイル	【一】低頻度事象（その他の事象(2)のとおり）
10	掘削工事	【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
11	内部溢水	【津波】広範囲の機器等の同時浸水
12	電磁的障害	【落雷】計測系、制御系へのノイズ影響等
13	ダム の 崩 壊	【一】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）
14	近隣工場等の火災	【一】影響確認済み（その他の事象(1)のとおり）

地震レベル 1. 5 P R A について

1. 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. 5 P R A 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。

2. 地震事象特有の格納容器破損モードについて

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本体が損傷する場合，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原子炉格納容器破損に至る場合が考えられる。

(1) 原子炉格納容器本体の損傷

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又は原子炉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，（一社）日本原子力学会標準「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価実施基準：2015」では，原子炉建屋破損の χ モードとして分類されている。

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. 5 P R A では格納容器隔離失敗として考慮している。

(2) 格納容器隔離機能喪失

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. 5 P R A では格納容器隔離失敗として考慮している。

(3) 格納容器圧力抑制機能喪失

地震動による格納容器スプレイ系の損傷により原子炉格納容器圧力

を抑制できなくなり、原子炉格納容器が過圧破損に至る可能性がある。このケースについては、内部事象レベル1.5 PRAにおいて、水蒸気(崩壊熱)蓄積等による過圧によって原子炉格納容器が破損に至る過圧破損モードとして考慮している。

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

上述のとおり、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、重大事故の事象進展により原子炉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。

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1.5 PRA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。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合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。

4. 地震レベル1.5 PRAについて

内部事象PRAでは、レベル1 PRA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1.5 PRA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、水蒸気爆発等)を抽出しているが、地震レベル1.5 PRA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。

具体的には、地震レベル1 PRA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大破断LOCAを上回る規模のLOCA(Excess 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かさが大きく、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等)を定量化することが困難な状況にある。

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。

諸外国の重大事故等対策に関する設備例について

1. 調査方法

諸外国（米国及び欧州）の既設プラントにおいて整備している先進的な炉心損傷防止対策について、以下の書類等から調査を実施した。

- ・原子力規制機関（米国 NRC，フランス ASN 等）の規制要求文書
- ・米国における最終安全解析書（FSAR）の事業者文書
- ・欧州におけるストレステスト報告書 等

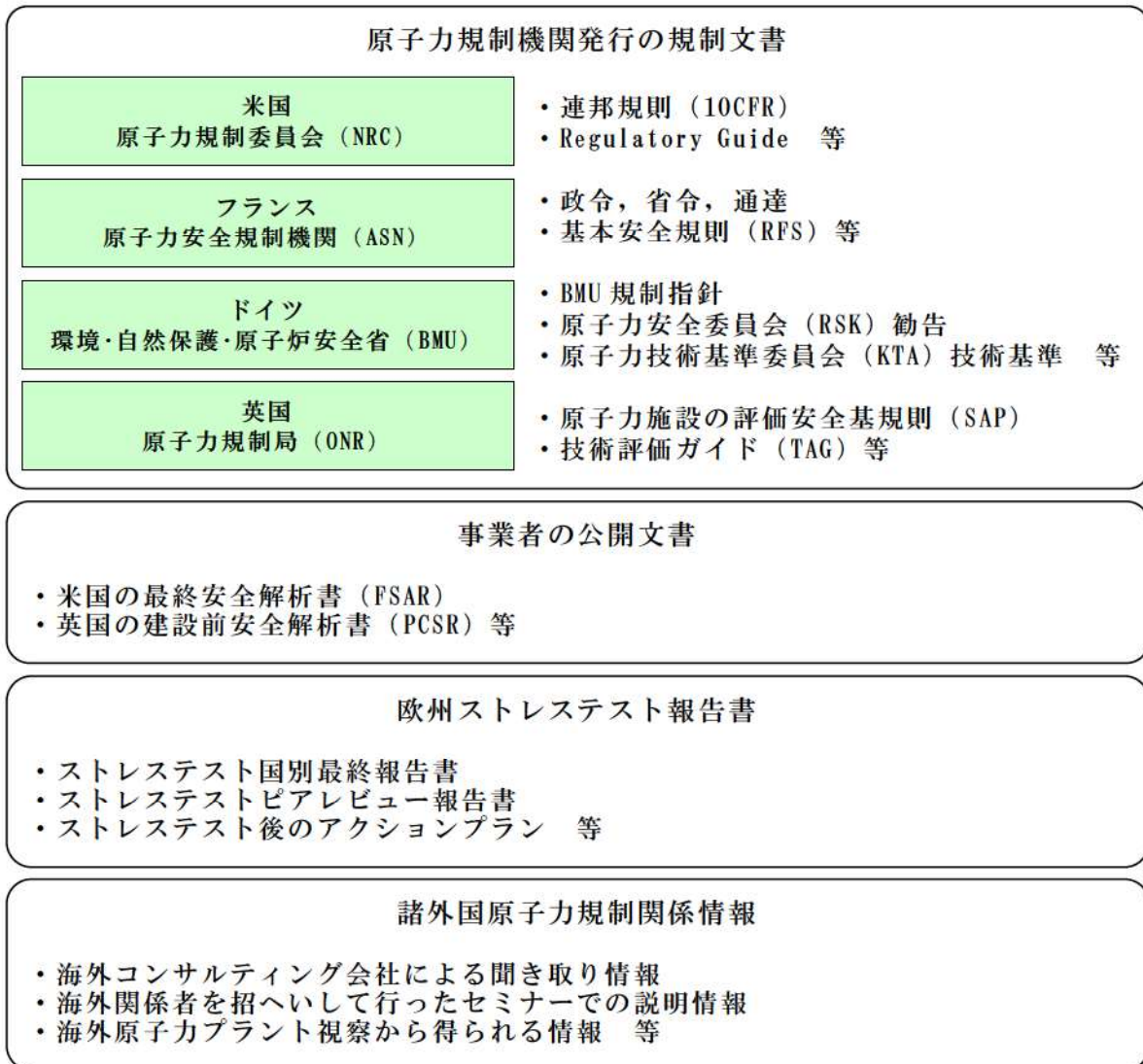
また、原子力規制関係の調査委託会社の提携先であるコンサルティング機関から得られる情報、諸外国の原子力関係者を招いたセミナーでの情報、諸外国原子力プラントの視察情報等についても調査を実施した（図 1 参照）。

2. 調査結果

調査可能な範囲内で得られた国外既設プラントにおける炉心損傷防止対策について、泊 3 号炉で整備している対策と比較した結果を表 1 に示す。

すべての事故シーケンスグループにおいて、国外の既設プラントで整備されている各機能の対策が、泊 3 号炉においても整備されていることを確認した。

また、事故シーケンスグループの中で有効性を確認できる対策の確保が困難と考えられる「ECCS 注水機能喪失」については、炉心損傷を回避するためには、ECCS 相当の容量の注水設備がシーケンシャルに動作することが必要であり、調査可能な範囲内において関連する情報の調査を実施したが、事象発生確率が低い等の理由により諸外国においても設備面の対策がとられていないことを確認した。



【情報入手先】

- ・原子力安全推進協会（JANSI）
- ・国外原子力規制関係情報の調査委託会社

図1 諸外国で整備している炉心損傷防止対策の調査方法

表1 米国・欧州での重大事故等対策に関する設備例の比較(2/8)

分類	事故シナリオグループ	想定する機能	重大事故等対策に係る操作又は設備					下線部：自主対策設備	【】：設計基準事故対応設備
			泊発電所3号炉*	米国	フランス	ドイツ	英国		
2-1	全交流動力電源喪失(1/3)	代替電源設備(交流)	<ul style="list-style-type: none"> 代替非常用発電機 	<ul style="list-style-type: none"> サイト内ガスタービン発電機 空冷式非常用ディーゼル発電機(既設) 	<ul style="list-style-type: none"> サイト共用ガスタービン発電機 ディーゼル発電機 小型蒸気タービン駆動発電機(追設、RCPシール注水に用いる小型試験用ポンプの給電にも使用) 	<ul style="list-style-type: none"> 独立非常用ディーゼル発電機 	—	<ul style="list-style-type: none"> 水冷式非常用発電機 サイト共用ガスタービン発電機 	<p>米国においては、ディーゼル発電機の追加設置等を実施している。また、欧州においては、非常用ディーゼル発電機とは別の独立非常用のディーゼル発電機を設置しているほか、全交流動力電源喪失に伴いRCPシールLOCAが発生する場合は、RCPシール注水用蒸気駆動発電機を設置している。</p> <p>当社においては、常設の交流代替電源として、2台の代替非常用発電機を設置している。また、恒設の非常用ガスタービン発電機の設置を計画している。</p>
		代替電源設備(直流)	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型代替電源車 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ディーゼル発電機 	—	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ディーゼル発電機 	—	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ディーゼル発電機 	<p>欧米においては、可搬式の交流代替電源である可搬型ディーゼル発電機を配備している。当社でも同等の設備を配備しており、代替非常用発電機が機能しない場合にも、原子炉の安全停止に必要な電源を供給可能である。</p> <p>欧米においては、ユニット間での電源接続を整理している。</p> <p>当社においても、自主対策設備として、同等の手段を整備している。</p>
		(直流)	<ul style="list-style-type: none"> 既設蓄電池による給電 不要負荷切り離しによる蓄電池容量保持 可搬型直流電源用発電機+可搬型直流変換器 蓄電池(重大事故等対応用)の追設 	<ul style="list-style-type: none"> ユニット間での交流電源接続 	<ul style="list-style-type: none"> ユニット間での交流電源接続 第3の送電線(地中埋設) 	<ul style="list-style-type: none"> 既設蓄電池による給電 不要負荷切り離しによる蓄電池容量保持 携帯型パナチリ充電器等による蓄電池充電 	<ul style="list-style-type: none"> 既設蓄電池による給電 不要負荷切り離しによる蓄電池容量保持 携帯型パナチリ充電器等による蓄電池充電 	<ul style="list-style-type: none"> 既設蓄電池による給電 	<p>欧米においては、既設蓄電池による給電手段を整備しているほか、給電時間延長対策として、負荷切り離しによる蓄電池容量確保や蓄電池充電手段を整備しており、当社においても同様の手段を整備している。</p> <p>米国においては、携帯型パナチリ充電器等による蓄電池充電を整備しており、欧州においては、発電機による蓄電池充電手段を整備している。</p> <p>当社においては、蓄電池を追設するともに、可搬型直流電源用発電機及び可搬型直流変換器を整備している。</p>
		代替RCPシール注水	<ul style="list-style-type: none"> 2次系制御冷却+代替格納容器スプレイポンプによる炉心注水 	<ul style="list-style-type: none"> 動圧試験用ポンプ シール注水 RCPシャットダウンシール 	<ul style="list-style-type: none"> 小型試験用ポンプを用いたシール注水(+小型蒸気タービン駆動発電機) standstillシール 	<ul style="list-style-type: none"> パナチリ充電用小型ディーゼル発電機 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急充てんポンプ(蒸気タービン駆動格納式)によるシール注水 	—	<p>全交流動力電源喪失に伴いRCPシールLOCAが発生する場合は、欧米では試験用ポンプ等によるRCPシール注水手段等を整備している。また、フランスやドイツにおいては、standstillシールを整備している。米国においてはRCPシャットダウンシールを採用している。当社においては、RCPシールLOCAが発生する可能性のある10分程度で代替ポンプ等によりシール冷却を確実に回復することは困難と考えられることから、RCPシールLOCAへの対策としては、LOCA発生後に2次系制御冷却により早期に1次系圧力を低下させ、代替格納容器スプレイポンプにより炉心注水する手段を整備している。</p>

表1 米国・欧州での重大事故等対策に関する設備例の比較(3/8)

※：有効性評価において有効性を評価した対策 下線部：自主対策設備 【】：設計基準事故対応設備

分類	事故シナリオグループ	想定する機能	重大事故等対策に係る操作又は設備					対策の概要
			米国	フランス	ドイツ	英国	スウェーデン	
2-1	全交流動力電源喪失(2/3)	炉心冷却	<ul style="list-style-type: none"> 2次系強制冷却 2次系強制冷却 	<ul style="list-style-type: none"> 2次系強制冷却 2次系強制冷却 	<ul style="list-style-type: none"> 2次系強制冷却 2次系強制冷却 	<ul style="list-style-type: none"> 2次系強制冷却 2次系強制冷却 	<ul style="list-style-type: none"> 2次系強制冷却 2次系強制冷却 	<p>全交流動力電源喪失に最終ヒートシンク喪失が重畳する場合は、欧米においては、2次系強制冷却による1次系冷却手段を整備しており、当社においても蒸気発生器への給水及び主蒸気逃がし弁の開放による2次系強制冷却手段を整備している。</p>
		(炉心注水)	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器スプレイスライム系一余熱除去系をイライオンを用いた代替格納容器スプレイスライムによる炉心注水* 高圧再循環* (可搬型大型送水ポンプ車による高圧注水ポンプ冷却用海水通水*) 充てんポンプ(自己冷却) 	<ul style="list-style-type: none"> 非安全系充てんポンプ(+代替高圧交流電源) 余熱除去系統とは別系統の低圧注水系 低圧注水系と格納容器スプレイスライム系との接続スリートを離れた炉心注水(連続スリートを設置：事故後3日) 	<ul style="list-style-type: none"> 独立非常用系の余熱除去系 (DIR) 低圧注水系と格納容器スプレイスライム系との接続スリートを切替える炉心注水 	<ul style="list-style-type: none"> 空冷式熱除去装置 (乾式冷却塔) 	<ul style="list-style-type: none"> 放水トンネルからの取水 (取水制御対策) 冷却水再循環 (排水制御対策) 	<p>各国対策として、米国では非安全系充てんポンプによる炉心注水手段、フランスでは低圧注水系一余熱除去系と格納容器スプレイスライム系との接続スリートを切替える炉心注水手段、ドイツでは航空機落下等の外傷事象又はテロ事象に対応するためのいわゆるバンカーシールドとしての、地下水等を水源とする独立非常用系の熱除去設備等による炉心注水手段等を整備している。</p> <p>当社においては、電動機の冷却水が不要な代替格納容器スプレイスライム系による炉心注水手段(格納容器スプレイスライム系一余熱除去系タイラインを使用)、可搬型大型送水ポンプ車による高圧再循環手段、充てんポンプ(自己冷却)による炉心注水手段を整備している。</p>
		(最終ヒートシンク)	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型大型送水ポンプ車による冷却用海水通水 	<ul style="list-style-type: none"> PIIシステム(可搬式ポンプ+可搬式熱交換器、大・中LOCA発生15日以降の崩壊熱除去が目的) 代替ヒートシンクとしてEVI及びSRU 	<ul style="list-style-type: none"> 非常用サーパービス水系(冷却水：河水、地下水) 	<ul style="list-style-type: none"> 放水トンネルからの取水 (取水制御対策) 冷却水再循環 (排水制御対策) 	<p>欧州においては、地下水等をヒートシンクとする熱交換器やポンプ等を含む独立非常用サーパービス系の余熱除去設備や空冷式熱除去設備(乾式冷却塔)を整備している。</p> <p>当社においては、最終ヒートシンク喪失時の対策として、独立性があり、電源の不要な可搬型大型送水ポンプ車により、冷却用の海水を通水する手段を整備している。</p>	
		(給水源)	<ul style="list-style-type: none"> 燃料取替用水タンク(ほう酸水補給：ほう酸ホルドアップタンク、使用済燃料ピット、クロスタイを有する他ユニットの燃料取替用水タンク、大型水源と組み合わせたほう酸水貯水タンク) 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料取替用水タンク(ほう酸水補給) 	<ul style="list-style-type: none"> 代替ほう酸水貯水タンク 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料取替用水タンク 	<p>欧米においては、燃料取替用水タンクからの給水が可能であるほか、燃料取替用水タンクが枯渇した場合に、その他水源からほう酸水等を燃料取替用水タンクへ補給する手段を整備しており、当社においても燃料取替用水タンクからの給水手段、同ピットへのほう酸水給水手段のほか、淡水や海水の給水手段も整備している。自主対策設備として整備している。</p>	

表1 米国・欧州での重大事故等対策に関する設備例の比較(4/8)

分類	事故 シークェンス グループ	想定する 機能	重大事故等対策に係る操作又は設備					対策の概要	
			米国	フランス	ドイツ	英国	スウェーデン		
2-1	全交流動力電源喪失 (3/3)	原子炉格納容器 冷却	<p>泊発電所3号炉</p> <ul style="list-style-type: none"> 格納容器内自然対流冷却※(可搬型大型送水ポンプ車による冷却用海水を通水※。格納容器再循環ユニット2台) 	<p>米国</p> <ul style="list-style-type: none"> ファンクラー×5台 	<p>フランス</p> <ul style="list-style-type: none"> — 	<p>ドイツ</p> <ul style="list-style-type: none"> — 	<p>英国</p> <ul style="list-style-type: none"> ファンクラー(空冷式熱除去設備(乾式冷却塔)によるユニットの冷却)×4台 	<p>スウェーデン</p> <ul style="list-style-type: none"> — 	<p>対策の概要</p> <p>米国、英国ともファンクラーを用いた冷却手段を整備しているが、英国では、格納容器冷却ファン熱交換器の冷却手段として空冷式熱除去設備(乾式冷却塔)を整備している。</p> <p>当社においては、格納容器再循環ユニットに可搬型大型送水ポンプ車により海水を通水すること、全交流動力電源喪失等により格納容器再循環ファンが停止している場合においても、格納容器内自然対流冷却により格納容器内雰囲気冷却する手段を整備している。</p>
		まとめ	<ul style="list-style-type: none"> 可搬式ディーゼル駆動消火用ポンプによる代替格納容器スプレイ 	<ul style="list-style-type: none"> 低圧注入系と格納容器スプレイ系の連絡スリープを用いた格納容器除熱(連絡スリープ設置：事故後3日) PIU システム(可搬式ポンプ+可搬式熱交換器、大・中 LOCA 発生15日以降の副熱除去が目的) 	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> — 	<p>米国においては、ディーゼル駆動消火ポンプを用いた代替格納容器スプレイ手段を整備している。</p> <p>フランスにおいては、格納容器スプレイ系が全喪失した場合においても、低圧注入系と格納容器スプレイ系の連絡スリープを用いた低圧注入系による代替格納容器スプレイ手段を確保している。</p> <p>当社においては、代替格納容器スプレイポンプを用いた代替格納容器スプレイを整備している。また、系統汚染のため再循環時に使用できず、使用準備に時間を要するもの、代替格納容器スプレイポンプのバックアップとして有効な格納容器スプレイポンプ(自己冷却)に加え、火災が発生していない場合に有効なディーゼル/電動機駆動消火ポンプにより格納容器内雰囲気冷却する手段を自主対策設備として整備している。</p>
			<p>上述の調査結果より、国外の既設プラントで整備されている対策が、泊発電所3号炉においても整備されていることを確認した。なお、「複数の信号系損傷(地震起因)」における欧米の対策状況について、調査可能な範囲において調査を実施したが、当該事故シークェンスを想定した対策に関連する情報は無いことを確認した。</p>						

表1 米国・欧州での重大事故等対策に関する設備例の比較(5/8)

分類	事故 シークェンス グループ	想定する 機能	重大事故等対策に係る操作又は設備				対策の概要		
			泊発電所3号炉	米国	フランス	ドイツ		英国	スウェーデン
2-2	原子炉補機冷却機能喪失	代替補機冷却	<p>泊発電所3号炉</p> <ul style="list-style-type: none"> 可搬型大型送水ポンプ車による冷却用海水通水 	—	<ul style="list-style-type: none"> 代替ヒートシンクとして BWI 及び SRU 	<ul style="list-style-type: none"> 非常用サービスイ系(冷却水:河川水,地下水) 	<ul style="list-style-type: none"> 空冷式予備熱除去設備(乾式冷却塔による代替補機冷却) 	—	<p>最終ヒートシンク喪失が発生した場合、ドイツでは、河川水又は地下水を最終ヒートシンクとした非常用サービスイ系が設置されているほか、英国では、耐震性を備え冷温停止時における原子炉補機冷却系統負荷の除去が可能で、乾式冷却塔による空冷式予備熱除去設備を整備している。</p> <p>当社においては、可搬型大型送水ポンプ車により、冷却用の海水を通水する手段を整備している。</p>
		海水系の代替手段	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型大型送水ポンプ車 	<ul style="list-style-type: none"> 補助海水ポンプ 	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 放水トンネルからの取水(取水溜り対策) 冷却水再循環(排水溜り対策) 	<p>原子炉補機冷却海水系の喪失による最終ヒートシンク喪失が発生した場合、米国では補助海水ポンプによる最終ヒートシンクへの熱の移送手段を整備している。また、スウェーデンでは海面の凍結等の影響による冷却水取水部、排水部の閉塞時における冷却水確保手段として、冷却水を冷却系の入口又は冷却水取水部へ再循環させる手段を整備している。</p> <p>当社においては、原子炉補機冷却海水ポンプが使用不能となった場合においても、電源が不要であり、取水口と別の箇所から取水可能な可搬型大型送水ポンプ車による海水供給又は原子炉補機冷却海水ポンプの復旧により、最終ヒートシンクへの熱の移送が可能である。</p>	
		まとめ	<p>上述の調査結果より、国外の既設プラントで整備されている対策が、泊発電所3号炉においても整備されていることを確認した。なお、「原子炉補機冷却機能喪失+補助給水失敗(内部事象)」における既来の対策状況について、調査可能な範囲において調査を実施したが、当該事故シークェンスを想定した対策に関連する情報は、以下に概要を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○米国 <ul style="list-style-type: none"> 米国 IPE (NUREG-1560, Vol.1-6) における「原子炉補機冷却機能喪失+補助給水失敗」の脆弱性と対策事例について調査したが、当該シークェンスに対する対策に関する記載は確認できなかった。 ○欧州 <ul style="list-style-type: none"> 欧州で確認可能な事業者公開文書である、英国の Sizewell B の建設前安全解析書 (PCSR) を確認した。 <p>補機冷却系については、いくつかの補機冷却系喪失との複合事象が考慮されているが、当該シークェンスに関する情報は確認できなかった。</p>						

※：有効性評価において有効性を評価した対策 下線部：自主対策設備 ○：設計基準事故対処設備

表1 米国・欧州での重大事故等対策に関する設備例の比較(6/8)

分類	事故シナリオグループ	想定する機能	重大事故等対策に係る操作又は設備					対策の概要
			泊発電所3号炉	米国	フランス	ドイツ	英国	
3	格納容器除熱機能喪失	原子炉格納容器冷却	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器内自然対流冷却* (原子炉補助冷却水*又は可搬型大型送水ポンプ車による冷却用海水通水) 代替格納容器スプレイポンプ 	<ul style="list-style-type: none"> 2-1-1における、「原子炉格納容器冷却」と同様 	<ul style="list-style-type: none"> 2-1-1における、「原子炉格納容器冷却」と同様 	<ul style="list-style-type: none"> 2-1-1における、「原子炉格納容器冷却」と同様 	<ul style="list-style-type: none"> 2-1-1における、「原子炉格納容器冷却」と同様 	<p>欧州における原子炉格納容器の冷却手段は、2-1-1と同様である。</p> <p>当社においては、格納容器内自然対流冷却における冷却水として、原子炉補助冷却水又は海水が使用可能であること以外は、2-1-1と同様である。</p>
4	原子炉停止機能喪失	原子炉停止	<ul style="list-style-type: none"> 共通要因故障対策盤(自動制御盤)(ATWS緩和設備)* (タービントリップ、主蒸気隔離及び補助給水ポンプの起動) 	<ul style="list-style-type: none"> ATWS緩和系自動回路 	<ul style="list-style-type: none"> ATWS緩和系自動回路 	<ul style="list-style-type: none"> ATWS緩和系自動回路 	<ul style="list-style-type: none"> ATWS緩和系自動回路 	<p>ATWS対策設備として、欧米においては、ATWS緩和系自動回路(AMSAC*)を整備している。</p> <p>当社プラントについても、自動で主蒸気隔離弁の閉止及びタービントリップを行うとともに、補助給水ポンプを自動起動することで、原子炉固有の負の反応度補償効果により原子炉出力を抑制し、炉心の蒸除去を行う。共通要因故障対策盤(自動制御盤)(ATWS緩和設備)を設置している。</p> <p>*1: ATWS mitigation system actuation circuitry ATWS発生時に補助給水系を自動起動し、タービントリップさせる(当社は主蒸気隔離もあわせて整備)</p>
		まとめ	<ul style="list-style-type: none"> 緊急ほうげん注水(化学体積制御系) 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急ほうげん注水入系 大容量ポンプ(アイゼル駆動) 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急ほうげん注水入系 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急ほうげん注水入系 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急ほうげん注水入系 	<p>欧米においては、ATWS発生時に原子炉を未臨界に移行するためのほうげん注水の炉心注水手段を整備している。</p> <p>当社においては、手動で化学体積制御系による緊急ほうげん注水手段を整備している。</p>
		まとめ	<p>上述の調査結果より、国外の既設プラントで整備されている対策が、泊発電所3号炉においても整備されていることを確認した。</p>					

