資料１－１

泊発電所３号炉

確率論的地震ハザード変更に伴う地震PRA再評価結果及び事故シーケンスグループ等の選定への影響について

令和６年２月２６日
北海道電力株式会社

本資料中の［○○］（記載例：［補足○-○］）は，当該記載の抜粋元として，まとめ資料のページ番号等を示している。

無断複製・転載等禁止

【目次】

1．本日の説明事項 ・・・ 2

2．地震PRAの再評価 ・・ 3

3．確率論的地震ハザードの変更 ・・ 4

4．フラジリティへの影響 ・・・ 5

5．炉心損傷頻度への影響 ・・ 6

6．事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンスへの影響 ・・・・・・・・・・・・・・・ 7

7．まとめ ・・・ 9

１．本日の説明事項

- 「実用発電用原子炉及びその附属設備の位置、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）第37条に基づき，個別プラントの確率論的リスク評価を実施した。

- 泊発電所３号炉地震レベル１確率論的リスク評価（地震PRA）について，令和５年３月30日の第1130回審査会合にて暫定評価結果をご説明していたが，確率論的地震ハザード変更に伴い再評価を実施したことから，再評価結果及び事故シーケンスグループ等の選定への影響についてご説明する。

  - 地震PRAの暫定評価においては，令和3年9月29日の原子炉設置変更許可申請の一部補正における確率論的地震ハザードに基づいて評価を実施していた。

  - 令和５年11月17日の第1204回審査会合にて特定震源モデル及び領域震源モデルの分岐等を見直した確率論的地震ハザードを提示し，「概ね妥当な検討がなされている」と評価された。

  - 確率論的地震ハザード変更に伴い地震PRAの再評価を実施したことから，再評価結果及び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への影響についてご説明する。

2．地震PRAの再評価

✓ 外部事象（地震）に対してPRAを実施し，解釈に基づき必ず想定する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新たな事故シーケンスグループの追加要否を確認する。

［補足3.2.1.b-1　P.7 ］

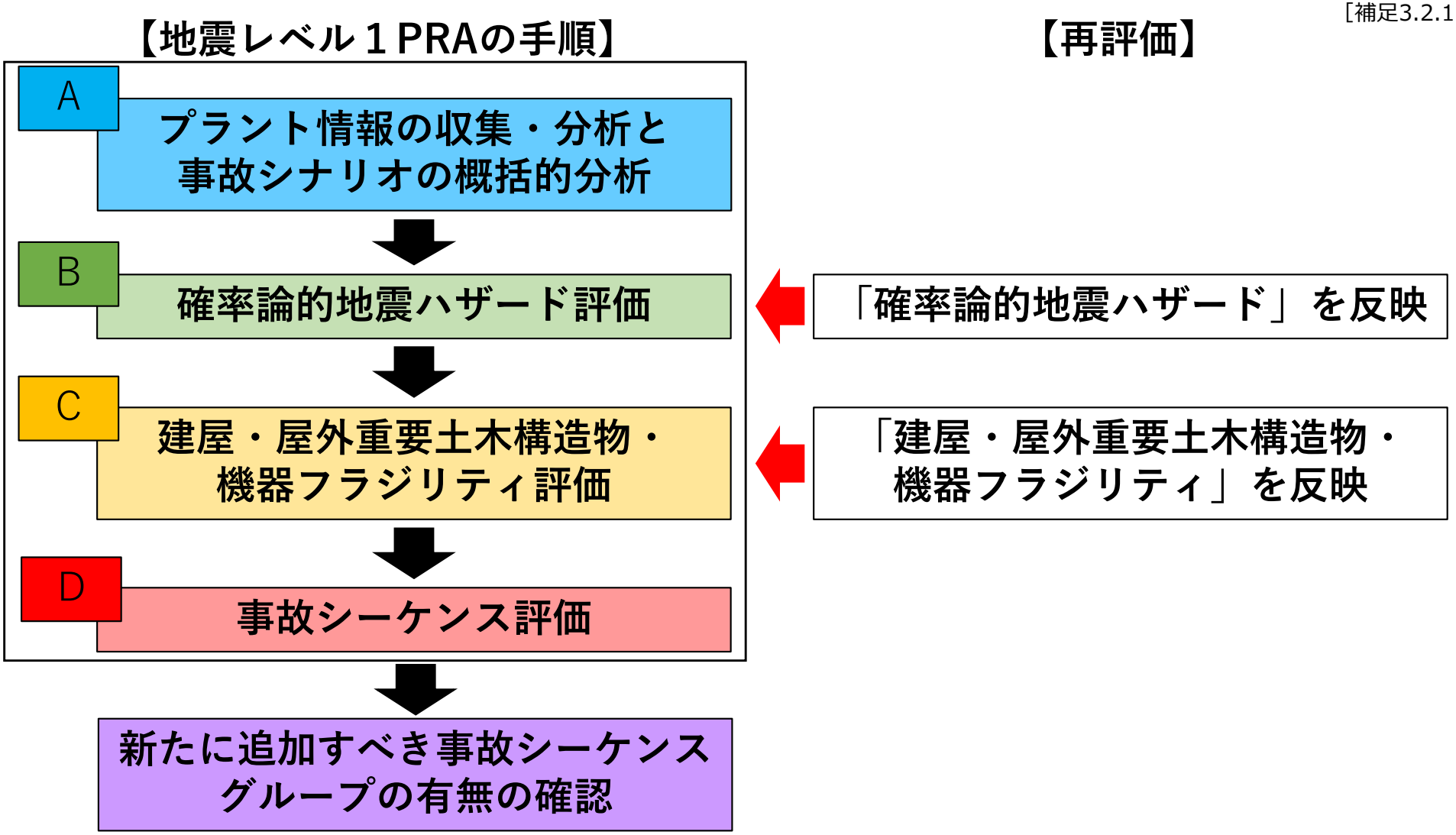


図　地震PRAの再評価イメージ

3．確率論的地震ハザードの変更

［補足3.2.1.b-1　P.1,2 ］

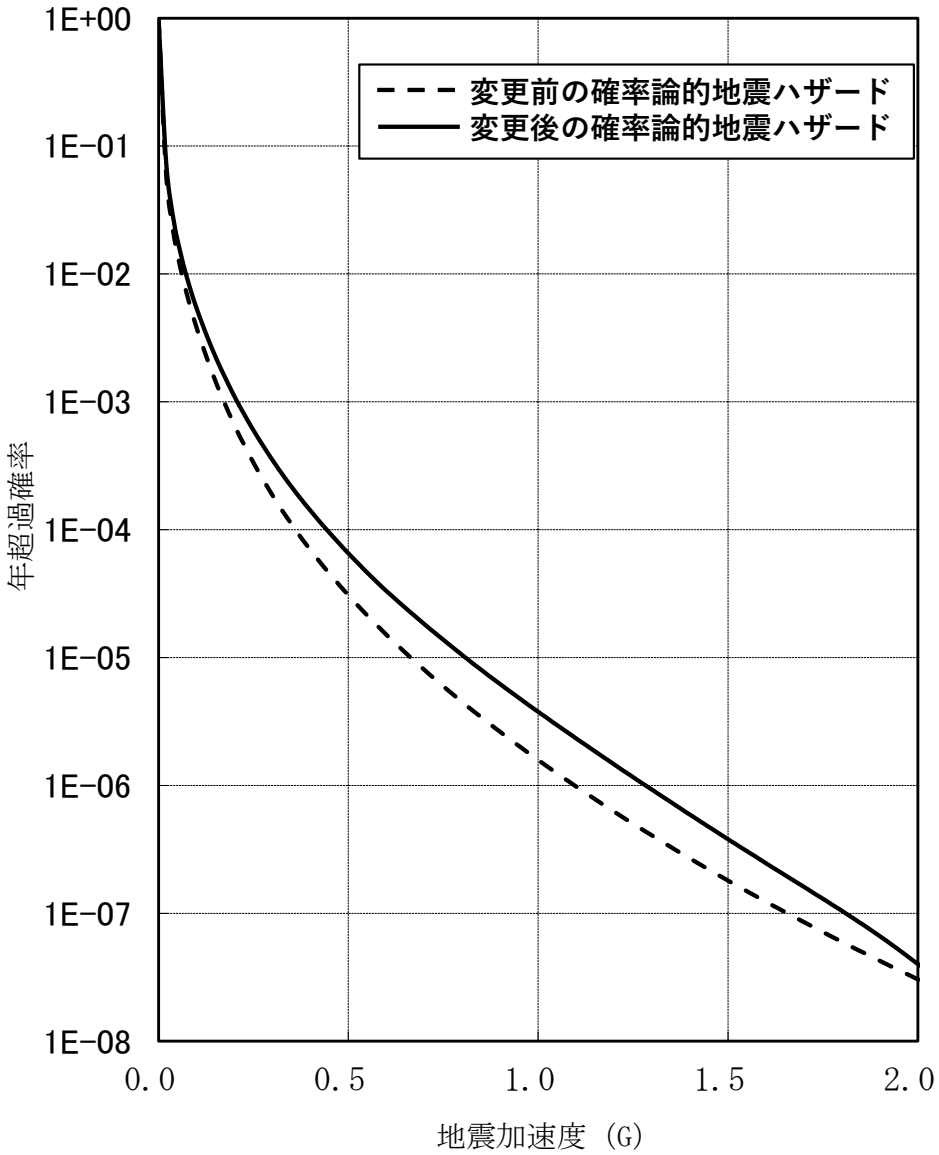


図　地震ハザード評価結果の比較

✓ 特定震源モデル及び領域震源モデルの分岐等の見直しにより，確率論的地震ハザードが大きくなっている。

４．フラジリティへの影響

✓ 確率論的地震ハザードの変更に伴い，建屋フラジリティ，屋外重要土木構造物フラジリティ及び機器フラジリティの再評価を実施した。

［令和５年３月30日 第1130回審査会合資料２－３－２　付録１　別添　第3.2.1.a-5表 ］
［付録１　別添　第3.2.1.a-5表 ］
［補足3.2.1.b-1　P.10］

表　建屋・屋外重要土木構造物・機器フラジリティ（抜粋）

	起因事象／影響緩和機能	機器名称	損傷モード	評価部位	変更前		変更後	
					中央値（G） β_r β_u	HCLPF（G）	中央値（G） β_r β_u	HCLPF（G）
建屋	原子炉建屋損傷	原子炉建屋	構造損傷	－	2.38 0.33 0.15	1.08	2.54 0.28 0.15	1.25
屋外重要土木構造物	海水系	海水取水ライン構造物（取水ピットポンプ室，原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室，原子炉補機冷却海水管ダクト）	構造損傷	－	4.77 0.13 0.21	2.72	3.72 0.15 0.21	2.04
機器	440V非常用電源	パワーコントロールセンタ　き電盤，き電盤（CLN限流装置付）	機能損傷	－	2.01 0.22 0.27	0.90	2.03 0.22 0.27	0.91
			構造損傷	基礎ボルト	3.27 0.19 0.21	1.71	3.30 0.19 0.21	1.73

5．炉心損傷頻度への影響

- ✓ 確率論的地震ハザード及びフラジリティの変更に伴い，炉心損傷頻度の再評価を実施した。
- ✓ その結果，建屋損傷等の外部事象特有の事故シーケンス（ハッチング部）の寄与割合が従前と同程度であることを確認した。

［補足3.2.1.b-1 P.12 ］

表 事故シーケンスグループの寄与割合（地震PRA）

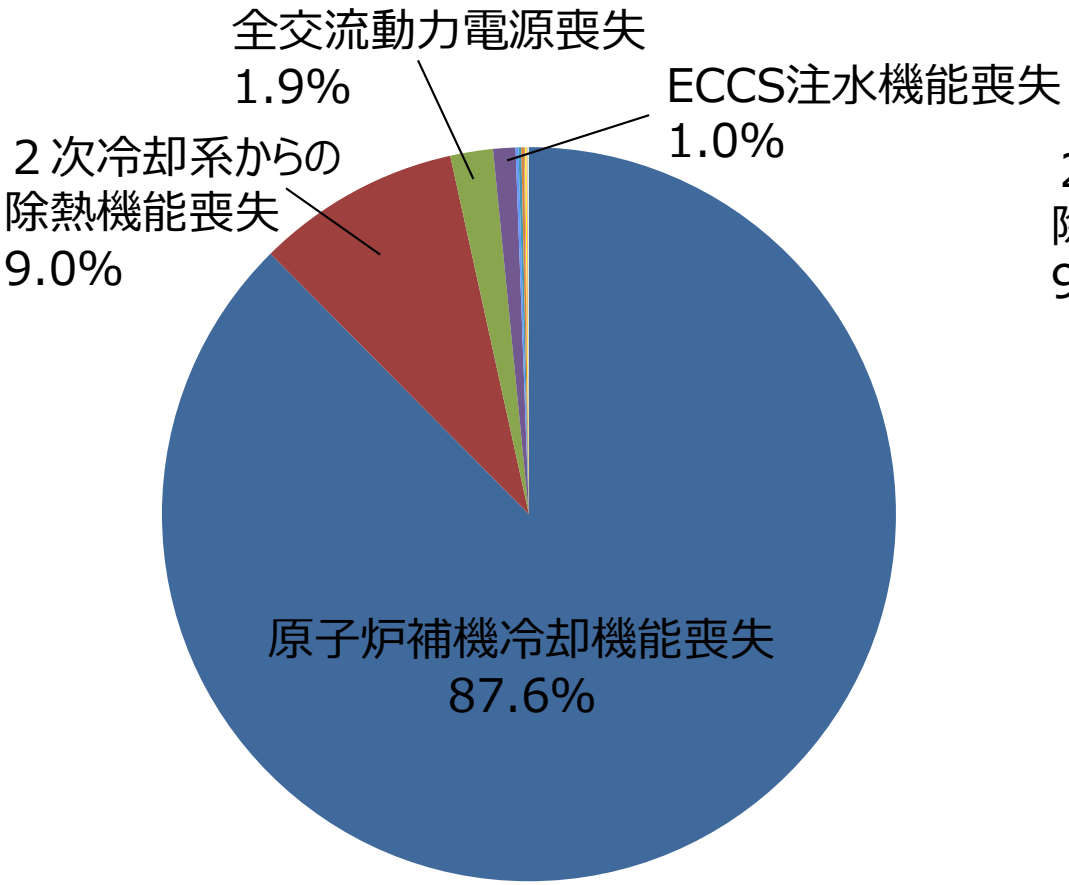
事故シーケンスグループ	変更前		変更後	
	CDF（／炉年）	寄与割合	CDF（／炉年）	寄与割合
２次冷却系からの除熱機能喪失	1.6E-07	6.9%	2.5E-07	7.1%
全交流動力電源喪失	8.3E-07	35.8%	1.3E-06	38.1%
原子炉補機冷却機能喪失	2.7E-08	1.1%	3.8E-08	1.1%
原子炉格納容器の除熱機能喪失	5.6E-09	0.2%	8.3E-09	0.2%
原子炉停止機能喪失	1.1E-07	4.7%	1.7E-07	4.7%
ECCS注水機能喪失	8.7E-07	37.7%	1.3E-06	37.3%
ECCS再循環機能喪失	2.7E-08	1.2%	3.7E-08	1.1%
格納容器バイパス	－	－	－	－
原子炉建屋損傷	4.7E-08	2.0%	1.6E-08	0.5%
原子炉格納容器損傷	1.8E-08	0.8%	2.4E-08	0.7%
原子炉補助建屋損傷	ε	<0.1%	ε	<0.1%
複数の信号系損傷	1.2E-07	5.3%	1.8E-07	5.2%
蒸気発生器伝熱管破損（複数本破損）	9.8E-08	4.2%	1.5E-07	4.1%
複数の安全機能喪失	－	－	－	－
合計	2.1E-06	100.0%	3.3E-06	100.0%

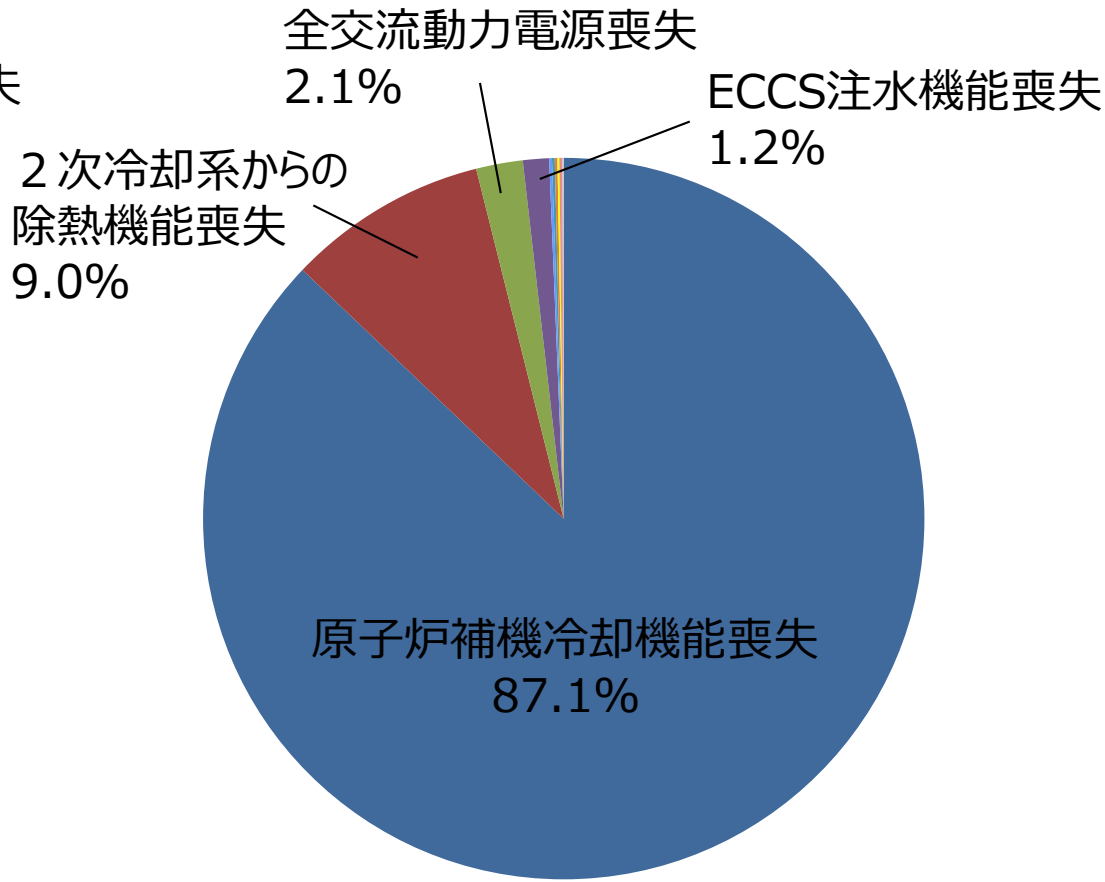
ε：1.0E-15未満

6．事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンスへの影響

✓ 変更後の内部事象、地震及び津波を合計したプラント全体の全炉心損傷頻度の評価結果は 2.3×10^{-4}（／炉年）であり数値に変動はなかった。

［補足3.2.1.b-1　P.3,6 ］





全炉心損傷頻度：2.3×10^{-4}（／炉年） 【変更前】	全炉心損傷頻度：2.3×10^{-4}（／炉年） 【変更後】

図　事故シーケンスグループ毎の寄与割合

6．事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンスへの影響

✓ 建屋損傷等の地震特有の事故シーケンスの寄与割合は従前と同程度であり，頻度と影響の観点から総合的な判断に変更はないことから，新たな事故シーケンスグループの追加，重要事故シーケンスの変更はない。

［補足3.2.1.b-1 P.3,5 ］

表 確率論的地震ハザード変更後のプラント全体のPRAの結果

事故シーケンス	事故シーケンス別の炉心損傷頻度（／炉年）				全炉心損傷頻度に対する割合	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)の事故シーケンスグループ	規則解釈
	内部事象	地震	津波	合計						
小破断LOCA＋補助給水失敗	1.0E-08	6.1E-08	－	7.1E-08	＜0.1%	蒸気発生器からの除熱に失敗	2.1E-05	9.0%	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	6.2E-07	7.8E-08	－	6.9E-07	0.3%					
過渡事象＋補助給水失敗	5.4E-06	－	－	5.4E-06	2.4%					
手動停止＋補助給水失敗	1.3E-05	－	－	1.3E-05	5.6%					
外部電源喪失＋補助給水失敗	1.3E-07	4.0E-08	－	1.7E-07	0.1%					
２次冷却系の破断＋補助給水失敗	1.2E-06	8.0E-09	－	1.2E-06	0.5%					
２次冷却系の破断＋主蒸気隔離失敗	7.7E-11	1.7E-09	－	1.8E-09	＜0.1%					
蒸気発生器伝熱管破損＋補助給水失敗	1.1E-07	－	－	1.1E-07	＜0.1%					
１次系流路閉塞による２次系除熱機能喪失	－	6.1E-08	－	6.1E-08	＜0.1%					
外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失	3.5E-06	1.3E-06	－	4.8E-06	2.1%	サポート機能(電源機能)の喪失	4.8E-06	2.1%	全交流動力電源喪失	1-2(a)
原子炉補機冷却機能喪失＋RCPシールLOCA	2.0E-04	3.8E-08	－	2.0E-04	86.7%	サポート機能(補機冷却機能)の喪失	2.0E-04	87.1%	原子炉補機冷却機能喪失	1-2(a)
原子炉補機冷却機能喪失＋加圧器逃がし弁／安全弁LOCA	9.0E-07	1.6E-10	－	9.0E-07	0.4%					
原子炉補機冷却機能喪失＋補助給水失敗	1.1E-08	6.3E-10	－	1.2E-08	＜0.1%					
大破断LOCA＋低圧再循環失敗＋格納容器スプレイ注入失敗	3.0E-13	5.0E-13	－	7.9E-13	＜0.1%	格納容器内気相部冷却に失敗	9.1E-08	＜0.1%	原子炉格納容器の除熱機能喪失	1-2(b)
大破断LOCA＋低圧再循環失敗＋格納容器スプレイ再循環失敗	6.2E-12	ε	－	6.2E-12	＜0.1%					
中破断LOCA＋格納容器スプレイ注入失敗	8.9E-09	5.0E-09	－	1.4E-08	＜0.1%					
中破断LOCA＋格納容器スプレイ再循環失敗	1.1E-08	3.1E-10	－	1.1E-08	＜0.1%					
小破断LOCA＋格納容器スプレイ注入失敗	2.7E-08	2.9E-09	－	3.0E-08	＜0.1%					
小破断LOCA＋格納容器スプレイ再循環失敗	3.6E-08	1.2E-10	－	3.6E-08	＜0.1%					
原子炉トリップが必要な起因事象＋原子炉トリップ失敗	1.2E-08	1.7E-07	－	1.8E-07	0.1%	反応度抑制に失敗	1.8E-07	0.1%	原子炉停止機能喪失	1-2(a)
大破断LOCA＋低圧注入失敗	2.9E-09	2.5E-07	－	2.5E-07	0.1%	１次冷却系保有水の喪失	2.7E-06	1.2%	ECCS注水機能喪失	1-2(a)
大破断LOCA＋蓄圧注入失敗	9.4E-09	9.1E-11	－	9.5E-09	＜0.1%					
中破断LOCA＋蓄圧注入失敗	2.5E-11	3.0E-13	－	2.5E-11	＜0.1%					
中破断LOCA＋高圧注入失敗	3.5E-08	3.9E-07	－	4.2E-07	0.2%					
小破断LOCA＋高圧注入失敗	1.3E-06	1.6E-07	－	1.5E-06	0.6%					
大破断LOCAを上回る規模のLOCA（Excess LOCA）	－	5.2E-07	－	5.2E-07	0.2%					
大破断LOCA＋低圧再循環失敗＋高圧再循環失敗	1.7E-08	9.4E-09	－	2.6E-08	＜0.1%	炉心の長期冷却に失敗	2.8E-07	0.1%	ECCS再循環機能喪失	1-2(a)
中破断LOCA＋高圧再循環失敗	5.3E-08	1.8E-08	－	7.1E-08	＜0.1%					
小破断LOCA＋高圧再循環失敗	1.7E-07	1.0E-08	－	1.8E-07	0.1%					
インターフェイスシステムLOCA	3.0E-11	－	－	3.0E-11	＜0.1%	格納容器貫通配管からの漏えい防止に失敗	2.8E-07	0.1%	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(b)
蒸気発生器伝熱管破損＋破損側蒸気発生器の隔離失敗	2.8E-07	－	－	2.8E-07	0.1%					
原子炉建屋損傷※1	－	1.6E-08	－	1.6E-08	＜0.1%	外部事象による大規模な損傷	1.6E-08	＜0.1%	該当なし	
原子炉格納容器損傷※1	－	2.4E-08	－	2.4E-08	＜0.1%		2.4E-08	＜0.1%		
原子炉補助建屋損傷※1	－	ε	－	ε	＜0.1%		ε	＜0.1%		
複数の信号系損傷※1	－	1.8E-07	－	1.8E-07	0.1%		1.8E-07	0.1%		
蒸気発生器伝熱管破損（複数本破損）※1	－	1.5E-07	－	1.5E-07	0.1%		1.5E-07	0.1%		
複数の安全機能喪失※1	－	－	2.9E-07	2.9E-07	0.1%		2.9E-07	0.1%		
合計	2.3E-04	3.3E-06	2.9E-07	2.3E-04	100.0%	－	2.3E-04	100.0%	－	

ε：1.0E-15未満

７．まとめ

■評価結果のまとめ

- 確率論的地震ハザード変更に伴い，地震PRAの再評価を実施した。
- 再評価の結果，地震PRAの炉心損傷頻度は2.1×10^{-6}（／炉年）から3.3×10^{-6}（／炉年）となったが，地震特有の事故シーケンスの寄与割合は従前と同程度であった。
- プラント全体の全炉心損傷頻度は2.3×10^{-4}（／炉年）で変更はなく，<u>確率論的地震ハザード変更に伴う新たな事故シーケンスグループの追加，重要事故シーケンスの変更はない。</u>
- 津波PRAについては，確率論的津波ハザードが未確定のため，最終評価結果についてはハザード確定後に別途提示する。

■今後の予定

- 確率論的津波ハザード確定後の最終評価結果が得られ次第，シーケンス選定に対する影響の有無についてご説明する。