

泊発電所 3 号炉

確率論的津波ハザード確定に伴う津波PRA最終評価結果 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 1 2 月 2 4 日
北海道電力株式会社

本資料中の〔〇〇〕（記載例：〔付録 1 〇〇〕）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。

1. 本日の説明事項	3
2. 津波PRAの評価フロー	4
3. 対象プラントの設備配置の特徴	5
4. 確率論的津波ハザード評価	6
5. 津波PRAの評価結果	7
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	9
7. まとめ	11

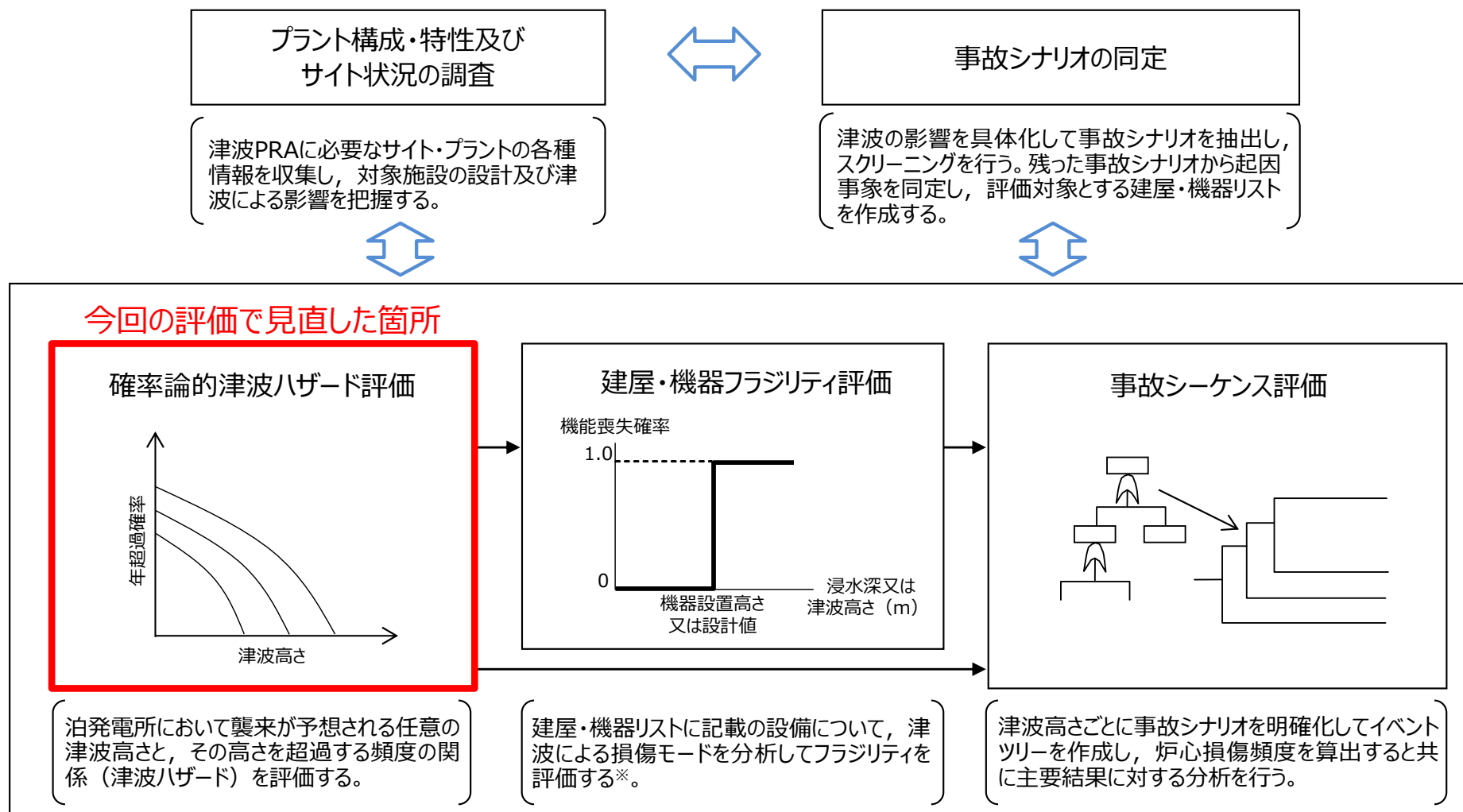
- 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下、「解釈」という）第37条に基づき、個別プラントの確率論的リスク評価を実施した。
- 泊発電所 3 号炉津波レベル 1 確率論的リスク評価（津波PRA）について、令和 5 年 3 月 30 日の第 1130 回審査会合にて暫定評価結果をご説明していたが、最新知見を反映した確率論的津波ハザードが確定したことから、最新のハザードに基づく津波PRAの評価結果及び事故シーケンスグループ等の選定への影響についてご説明する。
 - 津波PRAについては、第1130回審査会合時点で基準津波の評価結果が未確定であったため、暫定ハザードに基づく評価結果をご説明していた。
 - 令和 6 年 11 月 22 日の第 1298 回審査会合にて最新知見（後志海山東方の断層～ F_B －2断層の津波評価結果等）を反映した確率論的津波ハザードを提示し、「概ね妥当な検討がなされている」と評価された。
 - 最新知見を反映した確率論的津波ハザードに基づく津波PRAの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. 津波PRAの評価フロー

4

- ✓ 外部事象（津波）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。

[付録1 別添3.2.2 第3.2.2-1図]



※没水及び波力に対する機器の fragility 曲線は，決定論的に機器設置高さ又は設計値まで健全であるものとし，それを超えると機能喪失するステップ状の関数として評価した（付録1 別添3.2.2.c.）

図 津波PRAの評価フロー

3. 対象プラントの設備配置の特徴

5

✓ 泊発電所 3 号炉の津波防護施設等の概要を以下に示す。

- 基準津波による遡上波が設計基準対象施設に到達及び流入することを防止するために、防潮堤（T.P.19.0m）を設置
- 海と接続する取水路等からの敷地への流入を防止するために防水壁を設置
- 建屋への浸水の可能性がある経路、浸水口に対して、水密扉の設置、貫通部の止水処置等の浸水対策を実施
- 引き波対策として貯留堰を設置し、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な海水を確保可能な構造としている

[付録1 別添3.2.2 P.1,4, 第3.2.2.a-1図]

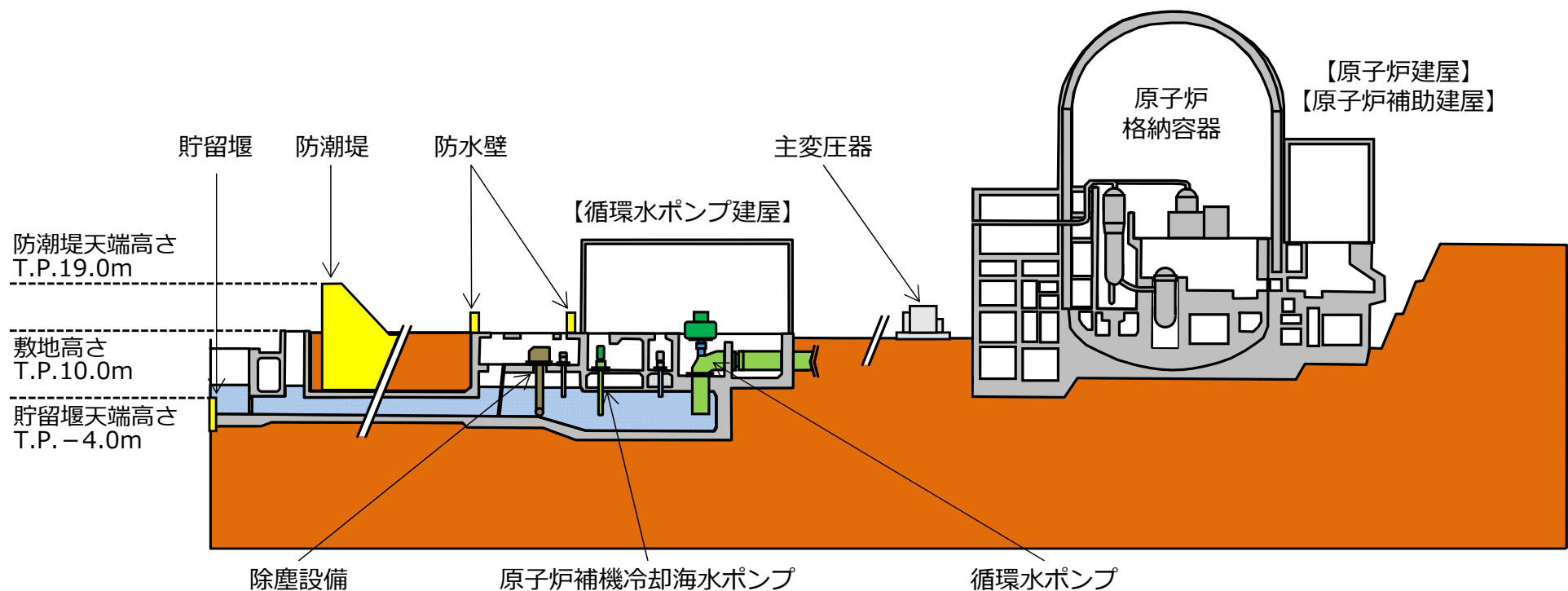


図 プラント設備配置の概略図

4. 確率論的津波ハザード評価

- ✓ 津波PRA学会標準，原子力発電所の津波評価技術2016，2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見等を踏まえて，確率論的津波ハザード評価を実施した。
- ✓ 泊発電所の防潮堤前面における津波水位T.P.19.0mに対する年超過確率は 1.4×10^{-7} である。

[付録1 別添3.2.2 P.5, 第3.2.2.b-5図]

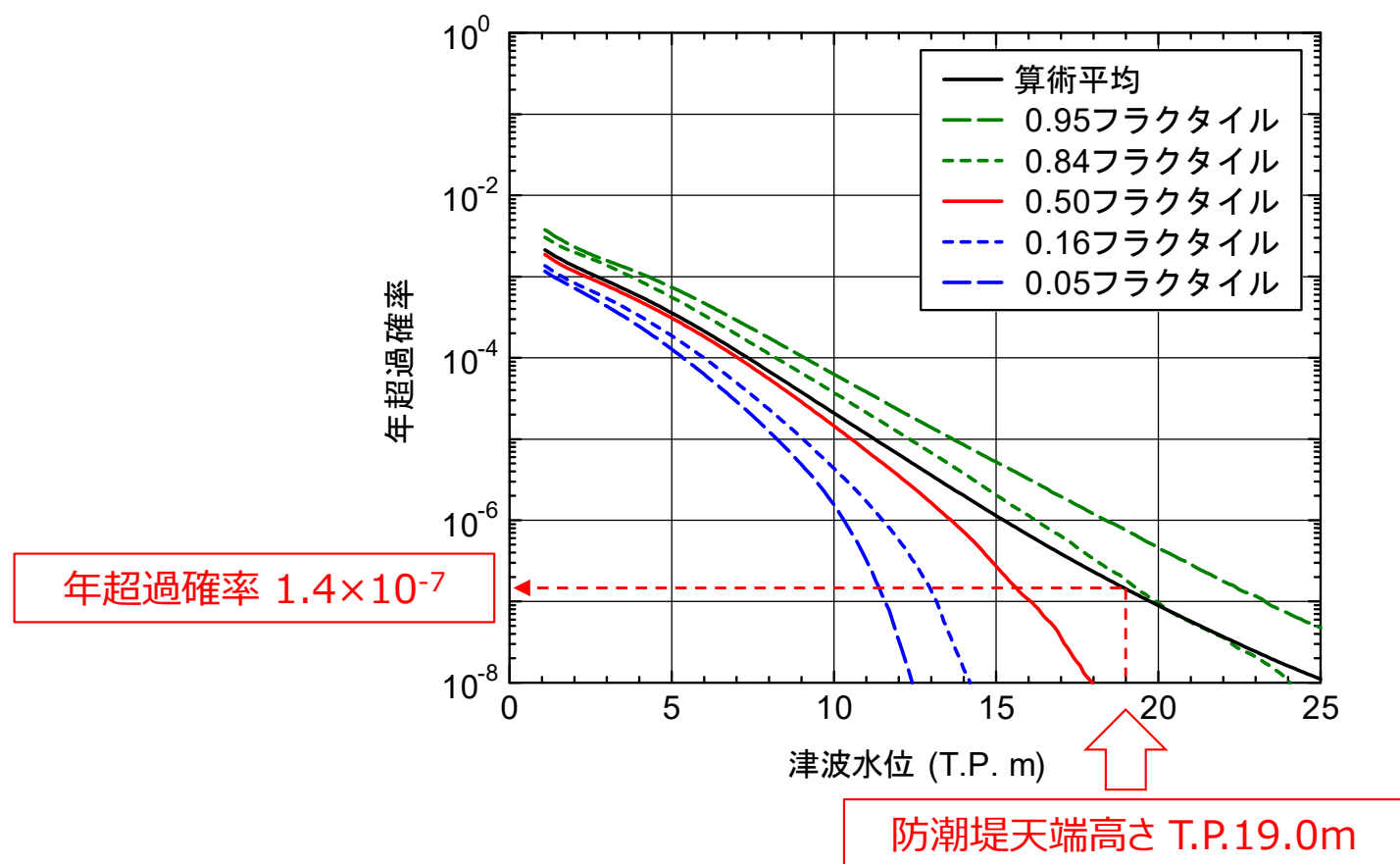


図 津波ハザード曲線（防潮堤前面）

5. 津波PRAの評価結果（1 / 2）

7

- ✓ 第1130回審査会合（令和5年3月30日）からの変更点は以下のとおり。
- ✓ 防潮堤高さの変更に伴い、津波PRAによる炉心損傷頻度は 1.4×10^{-7} （／炉年）に低減した。

[付録1 別添3.2.2 P.1,5,8]

1. 防潮堤の設計変更を反映

- 防潮堤高さを「T.P.16.5m」→「T.P.19.0m」に変更※1
- 「敷地及び建屋内浸水」が発生する津波高さを「T.P.16.5m～」→「T.P.19.0m～」に見直し

2. 確率論的津波ハザードを最新化

- 最新知見を反映した確率論的津波ハザード評価結果※2に基づく評価を実施



津波PRAの評価結果（新旧比較）

評価項目	暫定評価 (第1130回審査会合)	今回評価
炉心損傷頻度（津波）	2.9×10^{-7} （／炉年）※3	1.4×10^{-7} （／炉年）※3

※1 防潮堤高さの変更については、第1192回審査会合（令和5年10月5日）にてご説明

※2 確率論的津波ハザード評価結果については、第1298回審査会合（令和6年11月22日）にてご説明

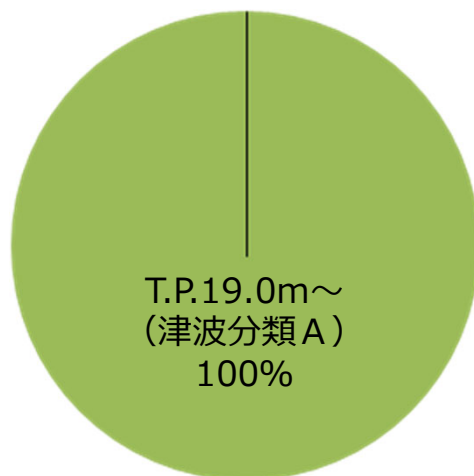
※3 防潮堤高さを超える津波が発生した場合、評価上は必ず炉心損傷に至ると仮定しているため、炉心損傷頻度は津波発生頻度と等しい値となる

5. 津波PRAの評価結果（2 / 2）

✓ 津波PRAによる事故シーケンスの抽出結果に変更はない。

[付録1 別添3.2.2 第3.2.2.d-3,5表, 第3.2.2.d-2,3図]

■ 津波高さごとの炉心損傷頻度

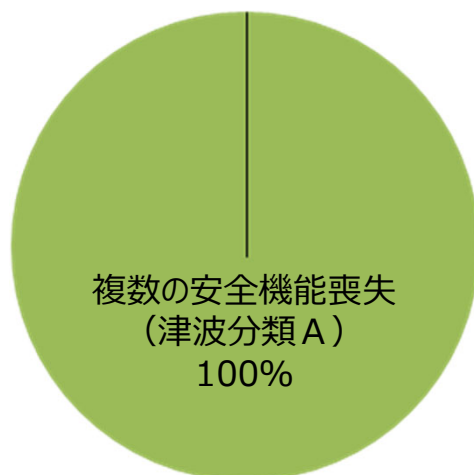


津波高さごとの炉心損傷頻度

津波分類	津波高さ	津波発生頻度 (／年)	炉心損傷頻度 (／炉年)	寄与割合 (%)
A	T.P.19.0m～※	1.4×10^{-7}	1.4×10^{-7}	100

※ 保守的に設定した津波高さT.P.19.0mによる津波波力に対して決定論に基づき防潮堤の構造成立性を確認していることから、津波高さT.P.19.0mに対する防潮堤の機能維持を前提として評価している [付録1 別紙7]
また、T.P.19.0m未満の津波に対しては取水路、放水路等の開口部より発電所敷地内への浸水が発生せず、津波によるプラントへの影響がないことを確認している [付録1 補足3.2.2.d-1]

■ 事故シーケンスグループごとの炉心損傷頻度



事故シーケンスグループごとの炉心損傷頻度

津波分類	シーケンスグループ	概要	炉心損傷頻度 (／炉年)	寄与割合 (%)
A	複数の安全機能喪失	T.P.19.0mを超える津波により、敷地及び原子炉建屋又は原子炉補助建屋に浸水することで、緩和設備が機能喪失し、炉心損傷に至る。	1.4×10^{-7}	100

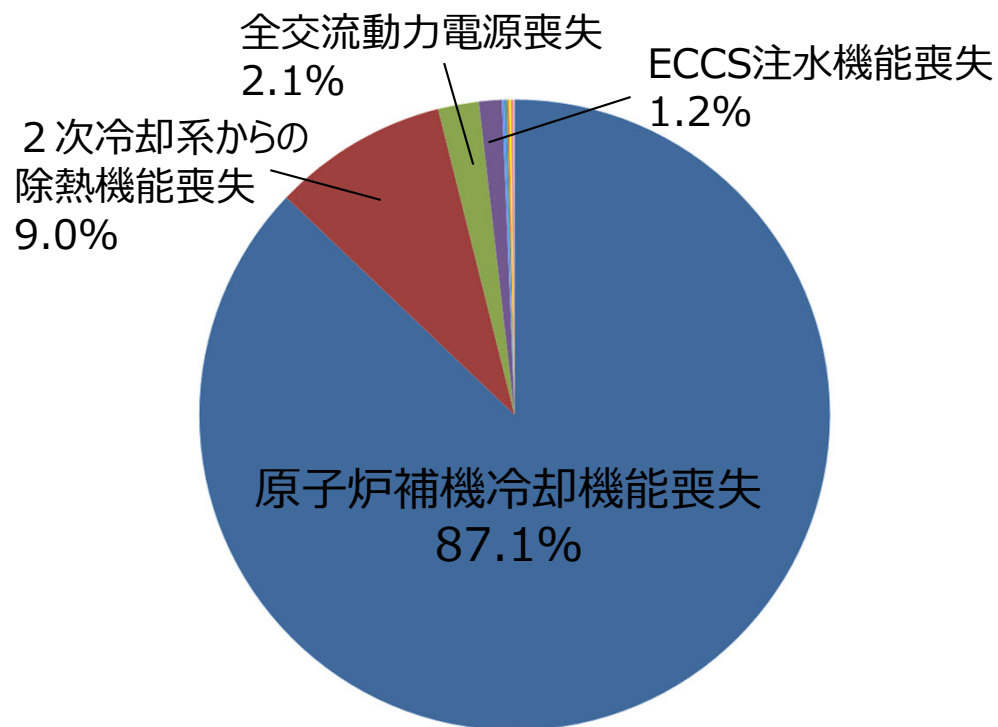
6. 事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンスへの影響（1 / 2）

9

✓ プラント全体の全炉心損傷頻度は 2.3×10^{-4} （／炉年）であり数値に変動はない。

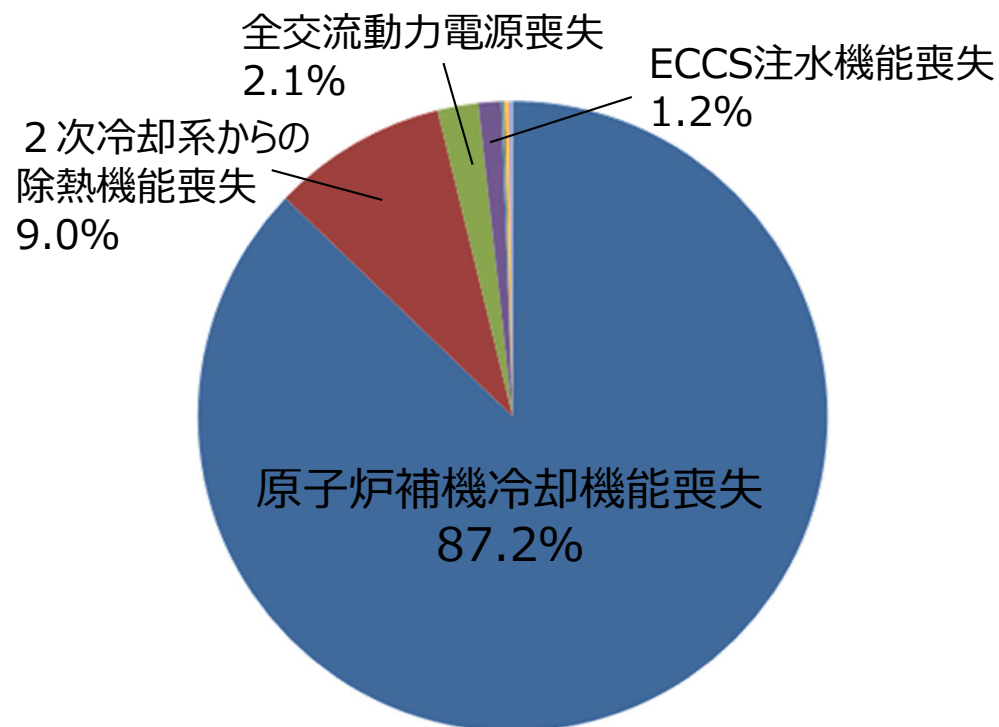
[付録1 第1-6図]

暫定評価
(第1246回審査会合, 令和6年4月18日)



全炉心損傷頻度： 2.3×10^{-4} （／炉年）

今回評価



全炉心損傷頻度： 2.3×10^{-4} （／炉年）

プラント全体の炉心損傷頻度（事故シーケンスグループ別）（新旧比較）

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 (2 / 2)

10

✓ 津波PRAに基づく新たな事故シーケンスグループの追加および重要事故シーケンスの変更はない。

PRA結果に基づく新たな事故シーケンスグループの検討

[付録1 第1-6表]

事故シーケンス	シーケンス No.	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	(15)	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	(17)	6.2E-07	7.8E-08	—	6.9E-07	0.3%					
過渡事象+補助給水失敗	(25)	5.4E-06	—	—	5.4E-06	2.4%					
手動停止+補助給水失敗	(29)	1.3E-05	—	—	1.3E-05	5.6%					
1 外部電源喪失+補助給水失敗	(18)	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	(21)	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	(22)	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	(24)	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	(35)	—	6.1E-08	—	6.1E-08	<0.1%					
2 外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失	(19)	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)
3 原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールLOCA	(26)	2.0E-04	3.8E-08	—	2.0E-04	86.8%	サポート機能(補機冷却機能)の喪失	2.0E-04	87.2%	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	(27)	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	(28)	1.1E-08	6.3E-10	—	1.2E-08	<0.1%					
4 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	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	(1)	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)	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	(6)	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	(13)	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	(11)	3.6E-08	1.2E-10	—	3.6E-08	<0.1%					
5 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	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)
6 大破断LOCA+低圧注入失敗	(5)	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	(4)	9.4E-09	9.1E-11	—	9.5E-09	<0.1%					
中破断LOCA+蓄圧注入失敗	(9)	2.5E-11	3.0E-13	—	2.5E-11	<0.1%					
中破断LOCA+高圧注入失敗	(10)	3.5E-08	3.9E-07	—	4.2E-07	0.2%					
小破断LOCA+高圧注入失敗	(14)	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)	(30)	—	5.2E-07	—	5.2E-07	0.2%					
7 大破断LOCA+低圧再循環失敗+高圧再循環失敗	(2)	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	(7)	5.3E-08	1.8E-08	—	7.1E-08	<0.1%					
小破断LOCA+高圧再循環失敗	(12)	1.7E-07	1.0E-08	—	1.8E-07	0.1%					
8 インターフェイスシステムLOCA	(16)	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	(23)	2.8E-07	—	—	2.8E-07	0.1%					
9 原子炉建屋損傷	(32)	—	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	(33)	—	2.4E-08	—	2.4E-08	<0.1%		2.4E-08	<0.1%		
原子炉補助建屋損傷	(34)	—	ε	—	ε	<0.1%		ε	<0.1%		
複数の信号系損傷	(36)	—	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)	(31)	—	1.5E-07	—	1.5E-07	0.1%		1.5E-07	0.1%		
複数の安全機能喪失	(37)	—	—	1.4E-07	1.4E-07	0.1%		1.4E-07	0.1%		
合計		2.3E-04	3.3E-06	1.4E-07	2.3E-04	—	—	2.3E-04	—	—	

ε: 1.0E-15未満

□: 津波PRA結果から抽出された事故シーケンス

■ 評価結果のまとめ

- 最新知見を反映した確率論的津波ハザードに基づき津波PRAを実施した。
- 暫定ハザードに基づく津波PRAの炉心損傷頻度は 2.9×10^{-7} （／炉年）であったが、最新のハザードに基づく評価結果は 1.4×10^{-7} （／炉年）となった。
- プラント全体の全炉心損傷頻度に占める津波特有の事故シーケンスの寄与割合は従前と同様に0.1%程度と小さく、先行プラント実績を踏まえても十分に低い頻度（ 10^{-7} オーダー）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、新たな事故シーケンスグループの追加および重要事故シーケンスの変更はないことを確認した。