

我が国におけるPRAの現状

－安全目標検討の参考として－

2025年7月24日
原子力エネルギー協議会
(ATENA : Atomic Energy Association)

(1) PRAの考慮範囲

(2) PRA結果として得られているリスクレベル

(3) リスクから得られたリスク寄与因子及び重要度

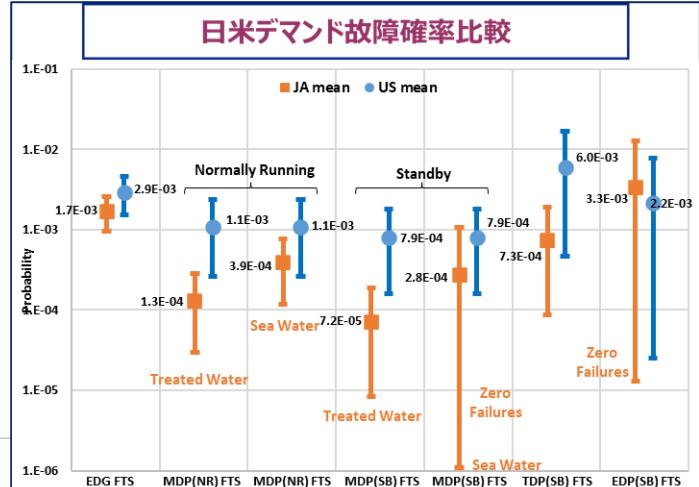
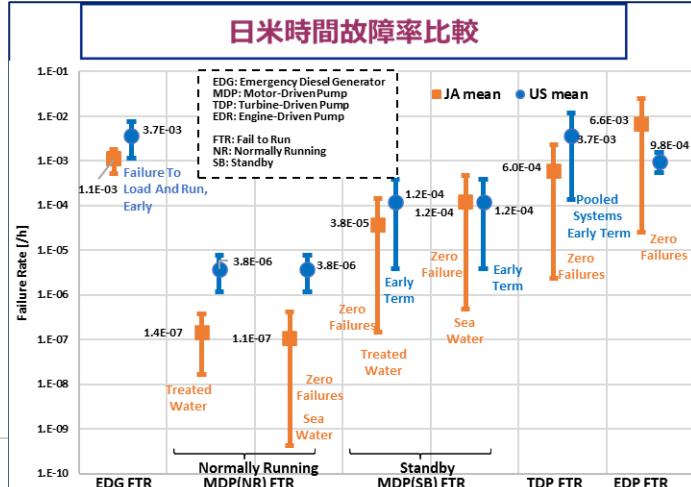
参考資料 (CDFの変遷)

はじめに

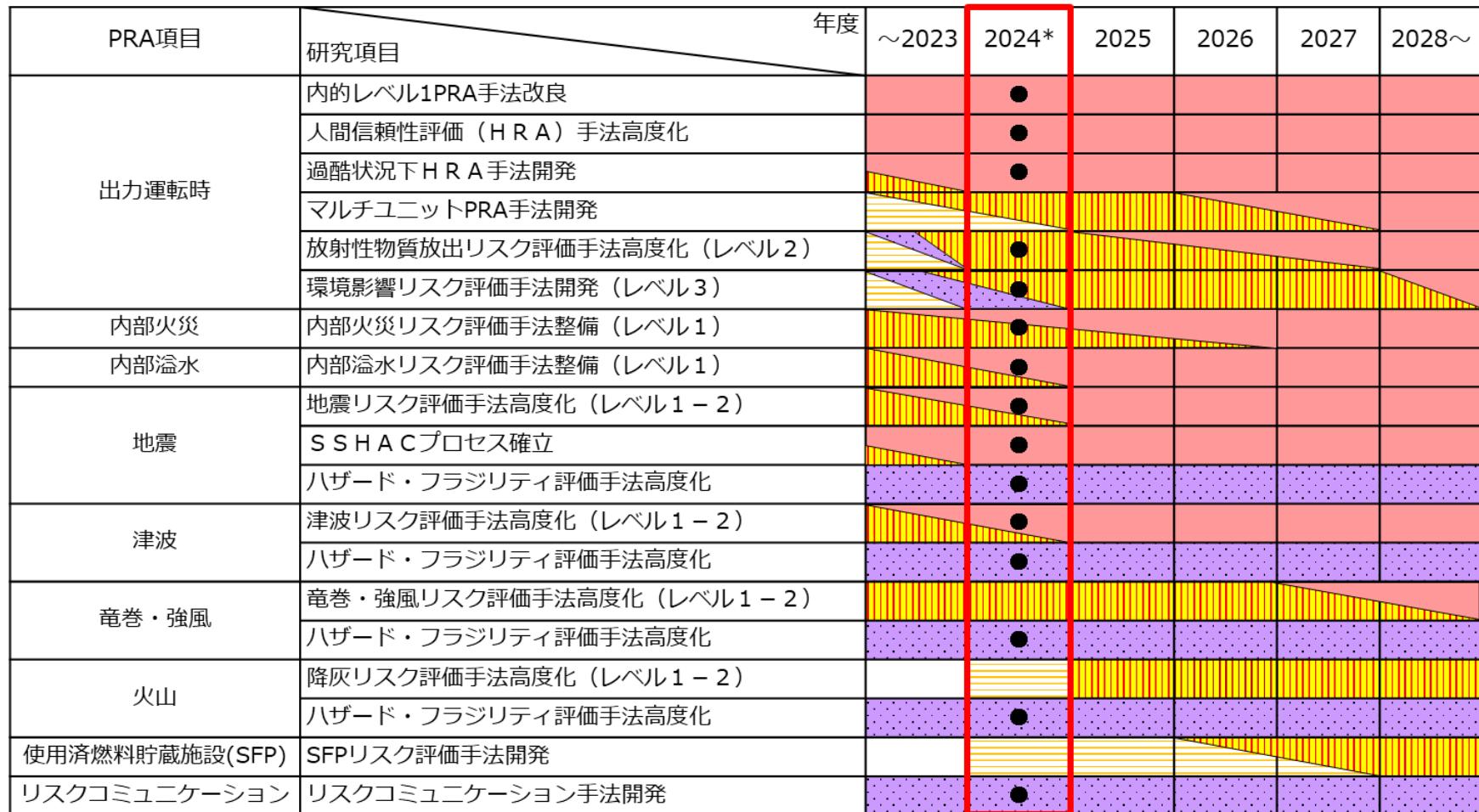
- ✓ 事業者は、TMI事故を契機にアクシデントマネジメント検討の中でPRAを整備して以降、定期安全レビューなどに活用してきた。
- ✓ 福島第一原子力発電所事故以降、新規制基準適合性審査の中で活用するとともに、原子力リスク研究センター（NRRC）の技術諮問委員会（TAC）、パイロットプラント（BWRは柏崎刈羽7号機、PWRは伊方3号機）を対象とした海外専門家レビュー、同知見の他プラントへの水平展開など、業界全体でPRAの高度化に取り組んできた。
- ✓ 高度化の例として、機器故障率については、国内一般機器故障率を策定しており、下図の通り日本の故障率は米国の値に比べておおむね低いが、その違いはほぼ一桁以内となっている。
- ✓ これらの成果は適宜PRAモデルに反映し、安全性向上評価(SAR)等を通じて原子力規制委員会に届け出るとともに、ホームページ等を通じて公表している。
- ✓ SARの届出は再稼働済みのプラントが対象となっており、本資料はSARを届出済みのPWR 3社について、最新の届出済 SARからPRAに関する公開情報を抜粋しまとめたものである。



「（1）PRAの考慮範囲」では、電力中央研究所のロードマップに従いPRAの研究状況を示すとともに、プラントごとの実機適用状況を示している。



(1) PRAの考慮範囲



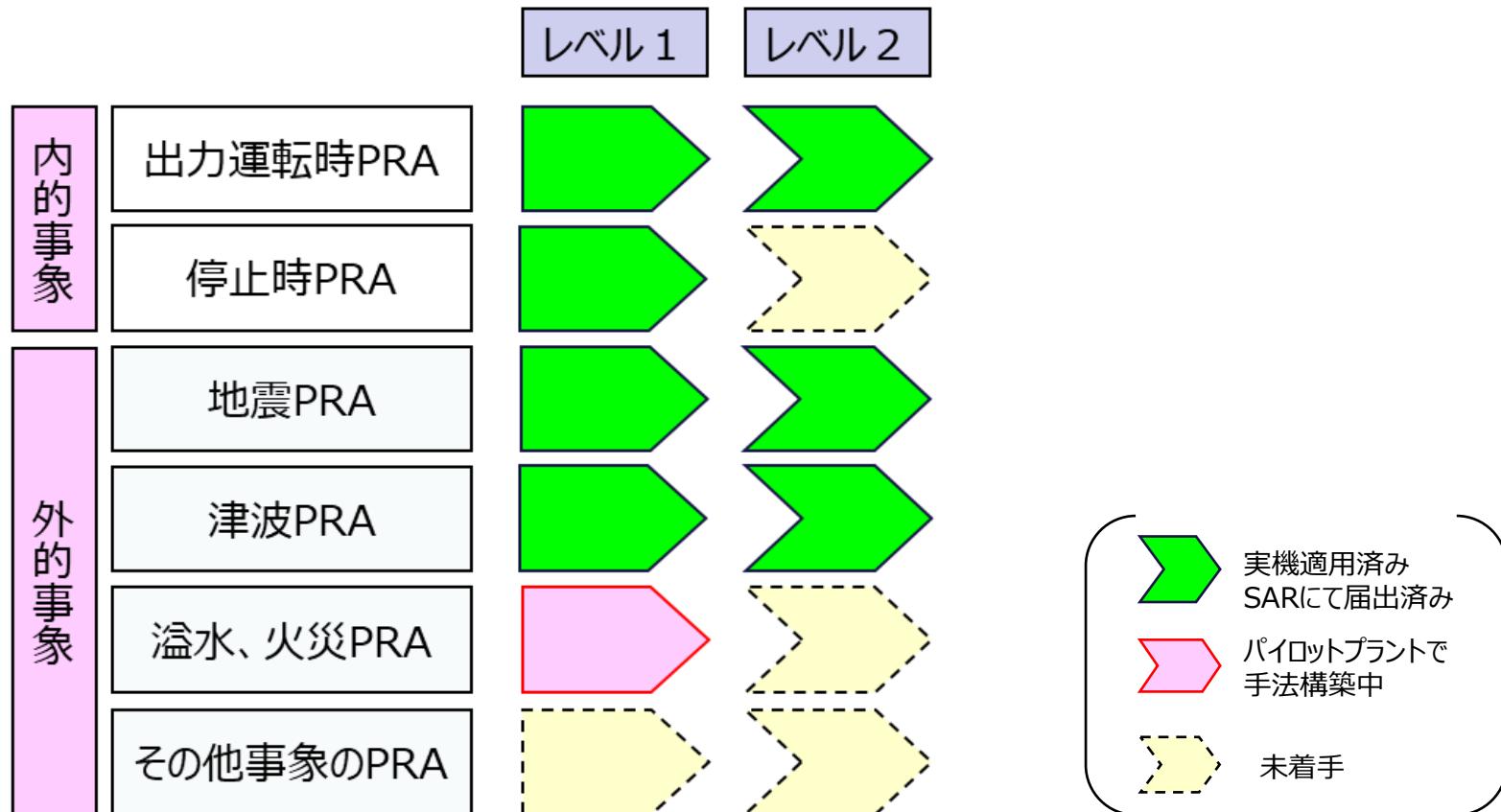
*●印は2025年3月時点で、各研究項目において、電気事業者におけるPRAの予備的検討や実機評価等の実務に適用できる成果や要素技術があるもの。

出典：NRRC研究ロードマップ（2025年3月版） <https://criepi.denken.or.jp/jp/nrrc/intro/roadmap.html>

(1) PRAの考慮範囲

- ✓ 内的・外的事象それぞれ評価手法の高度化に取り組んでおり、下図の通り適用している。
- ✓ 設計情報としてSA設備と特重設備を含めた評価を実施している。
- ✓ HRAについては米国の最新評価ツール（HRA Calculator）を適用することで高度化している。

(内的・外的) 評価手法の高度化



(2) PRA結果として得られているリスクレベル

- ✓ 本章では以下のPRAで用いられるインプット情報、PRAで得られた結果を示している。

- 地震ハザード

特定の地点で、一定の期間内に特定の加速度を超える地震が発生する確率を図示したもの（1年あたりのそれを「年超過確率」と言う）。地震加速度が大きくなるほど発生確率は低くなるため、右下がりのカーブとなる。地震PRAにおけるインプット情報として用いられる。

- 津波ハザード

特定の地点で、一定の期間内に特定の高さを超える津波が発生する確率を図示したもの（1年あたりのそれを「年超過確率」と言う）。津波の高さが高くなるほど発生確率は低くなるため、右下がりのカーブとなる。津波PRAにおけるインプット情報として用いられる。

- 起因事象発生頻度

原子炉停止に至るなど、正常状態から逸脱するような事象（起因事象＝事故の起因となる事象）について、その事象の種類とそれぞれの発生頻度の情報。PRAにおけるインプット情報として用いられる。

- 炉心損傷頻度（CDF）

原子炉の炉心損傷が発生する頻度を表したもの。機器がランダムに故障することを起因としたもの（内的）と地震、津波を起因としたもので分けて評価している。

- 格納容器機能喪失頻度（CFF）

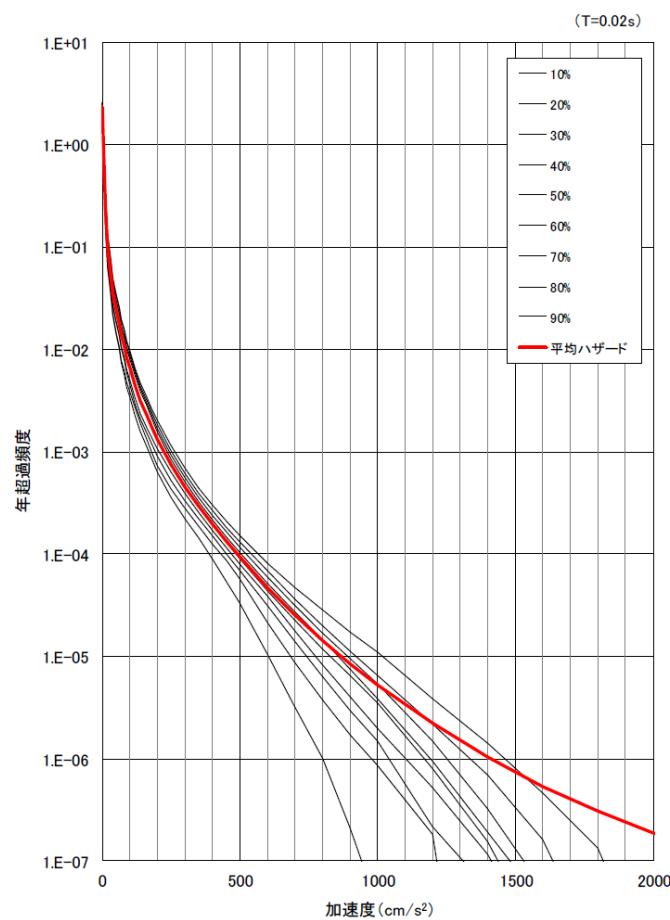
炉心損傷と併せて格納容器がその機能を喪失する頻度を表したもの。炉心損傷頻度同様、機器がランダムに故障することを起因としたもの（内的）と地震、津波を起因としたもので分けて評価している。

- 放出カテゴリごとのCs-137放出量評価結果

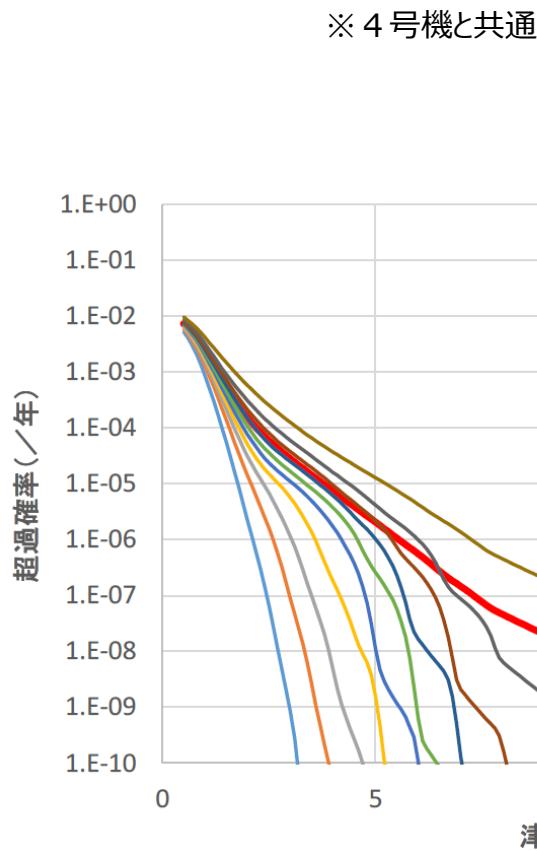
炉心損傷、格納容器機能喪失により放射性物質が環境放出される事故シナリオについて、Cs-137の環境放出量が100TBq※を超える頻度を表したもの。※福島第一原子力発電所の事故を踏まえて設定。

(2) PRA結果として得られているリスクレベル～ハザード評価結果～

関西電力 大飯3号機※ (第3回SAR)



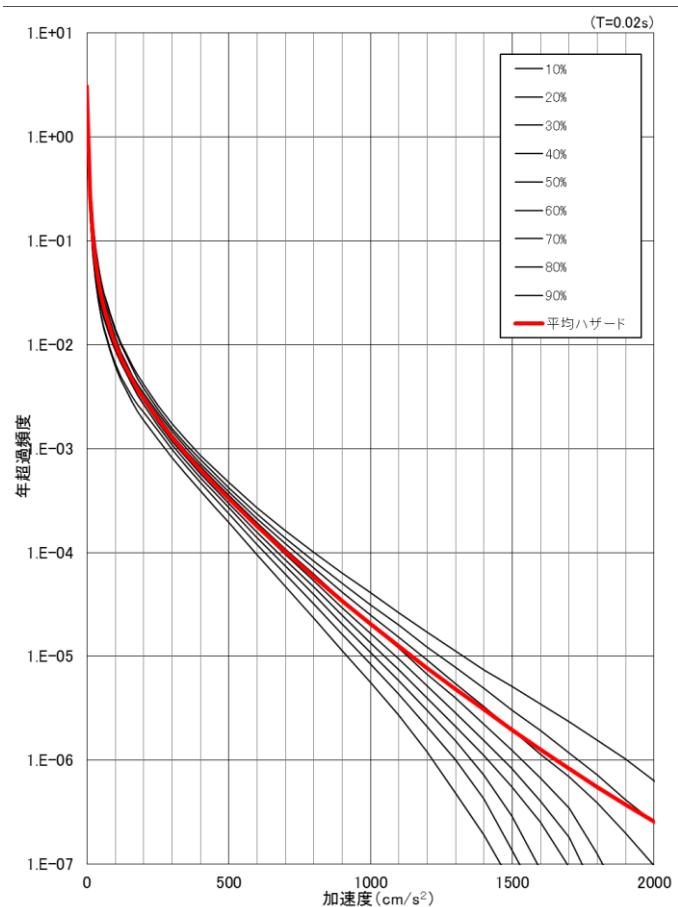
地震ハザード



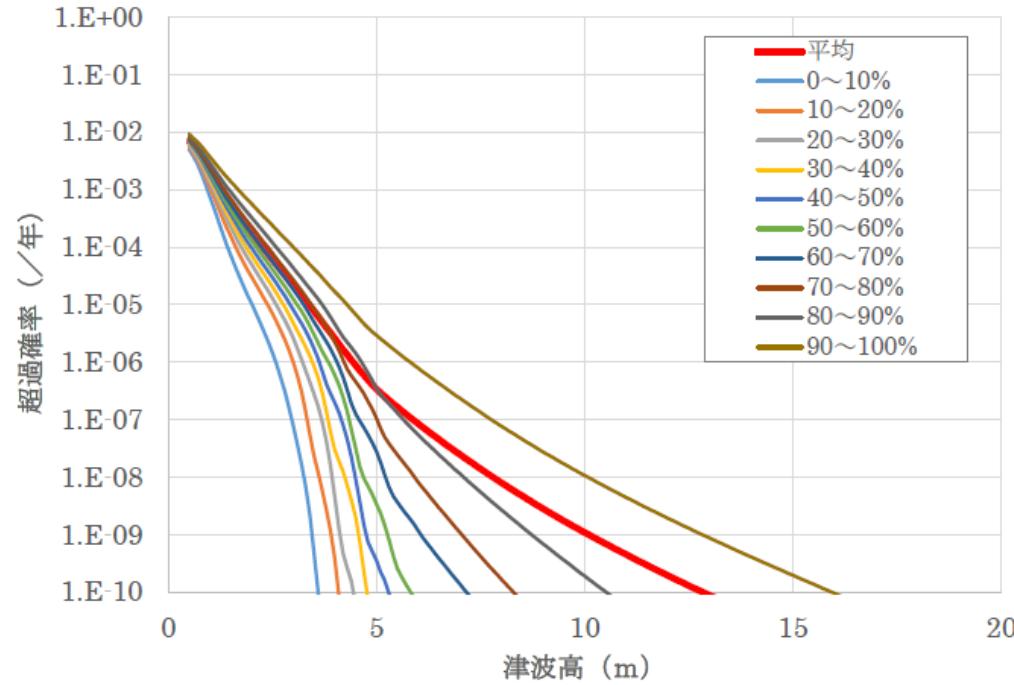
津波ハザード

(2) PRA結果として得られているリスクレベル～ハザード評価結果～

関西電力 美浜3号機（第1回SAR）

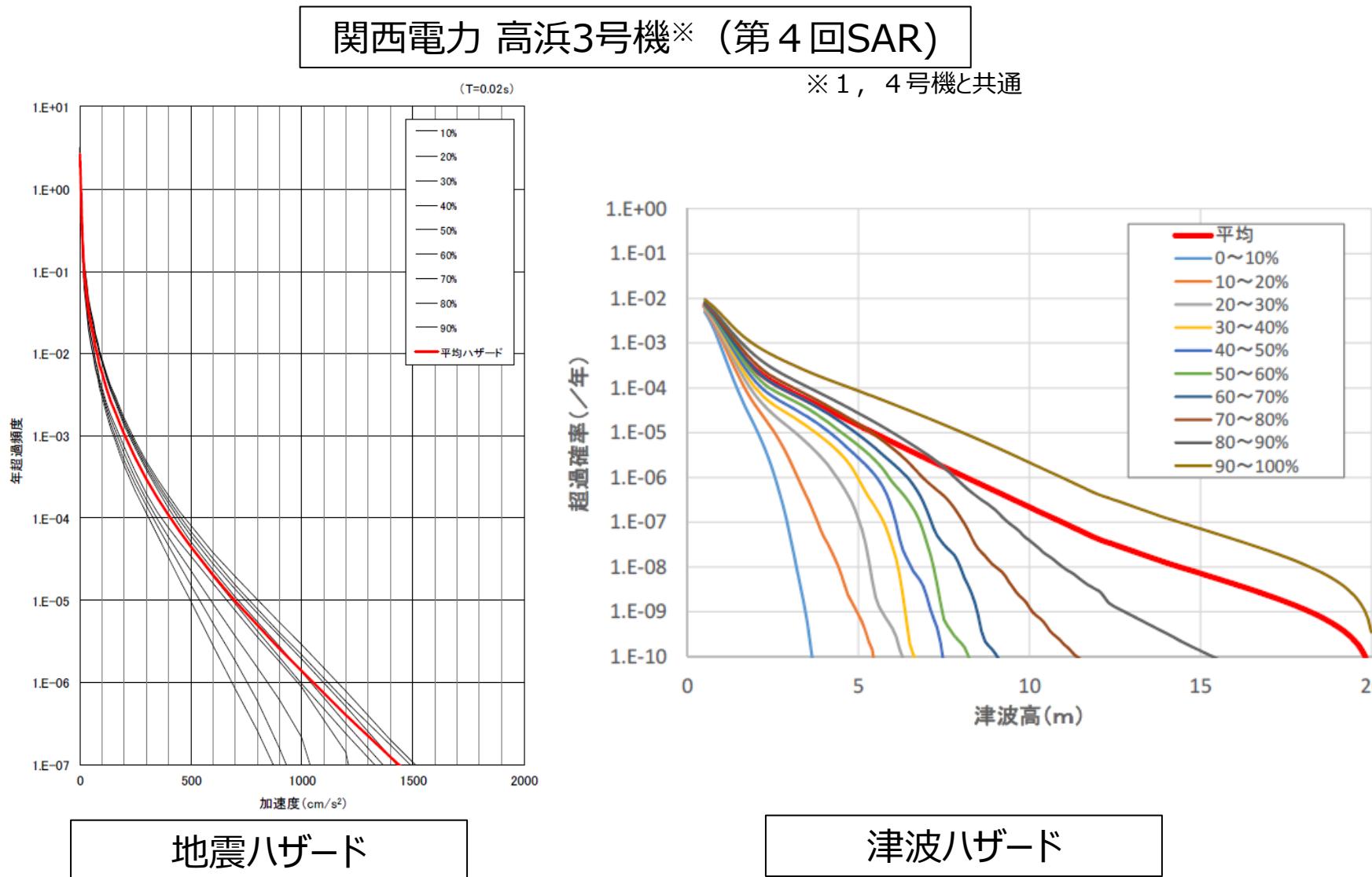


地震ハザード



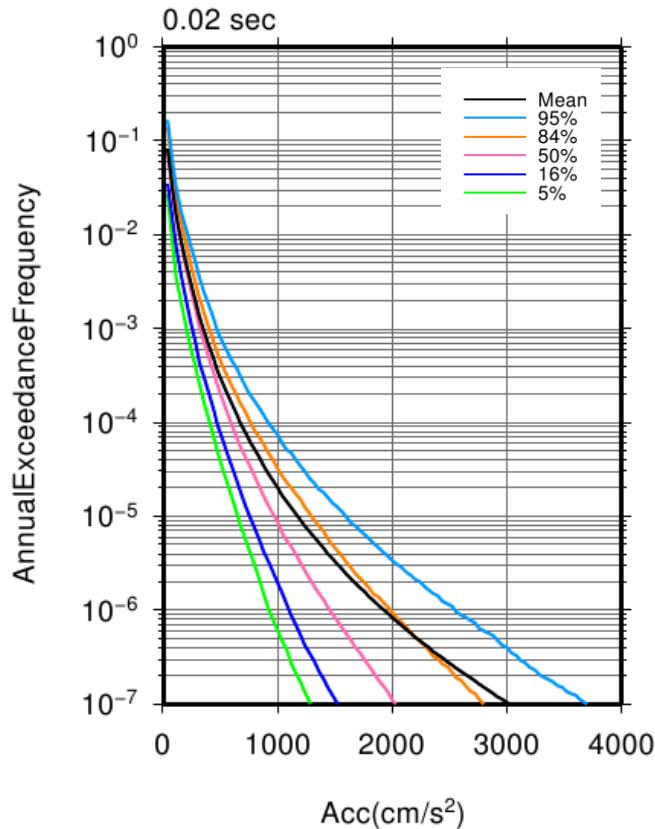
津波ハザード

(2) PRA結果として得られているリスクレベル～ハザード評価結果～



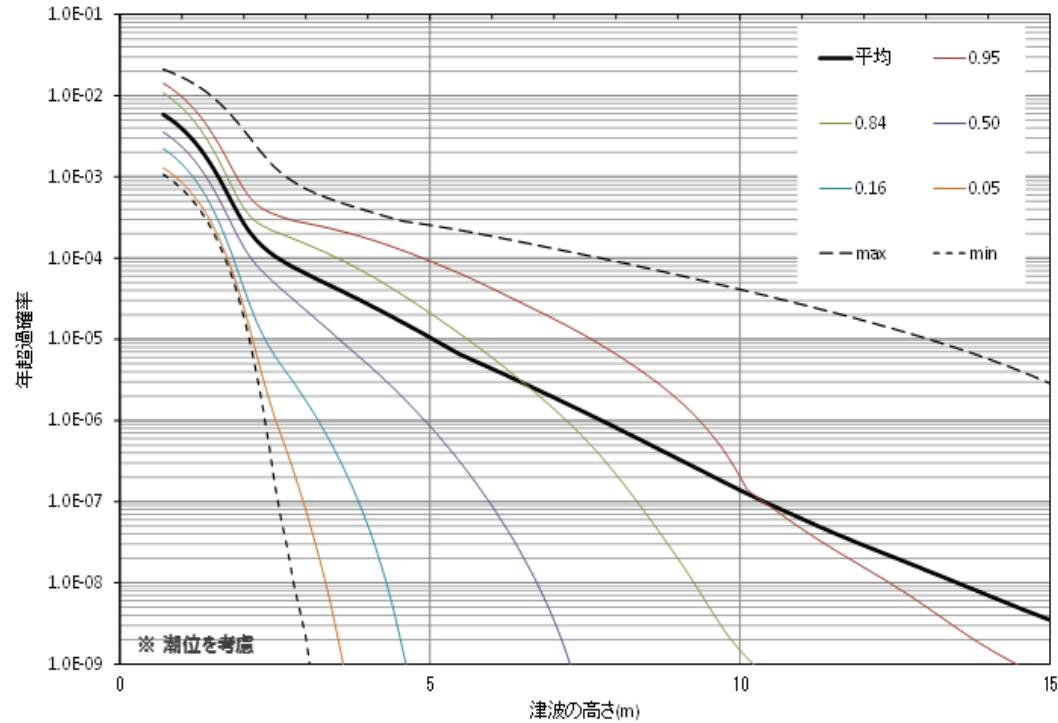
(2) PRA結果として得られているリスクレベル～ハザード評価結果～

四国電力 伊方3号機 (第4回SAR)



fractal 地震ハザード曲線 (周期0.02秒、水平方向)

地震ハザード

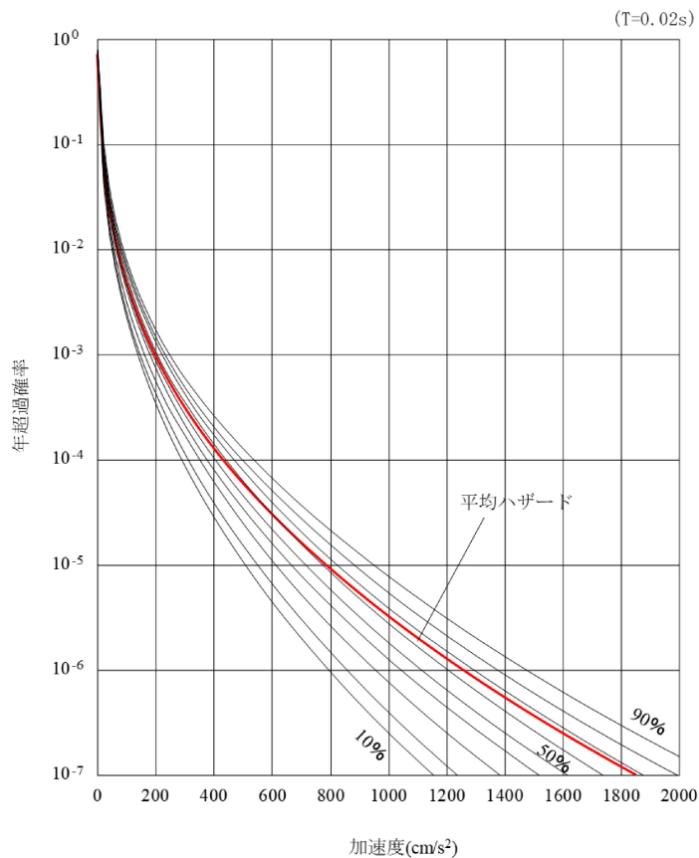


fractal 津波ハザード曲線 (3号炉敷地前面、水位上昇側)

津波ハザード

(2) PRA結果として得られているリスクレベル～ハザード評価結果～

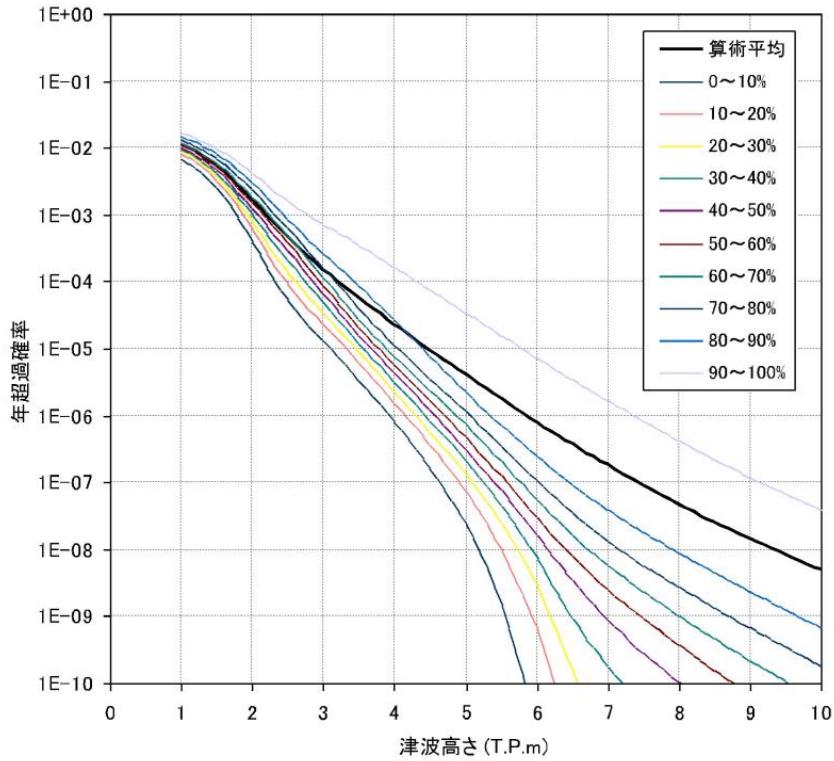
九州電力 川内 1号機※ (第6回SAR)



フラクタイル地震ハザード曲線（周期0.02秒、水平方向）

地震ハザード

※川内 2号機と共通

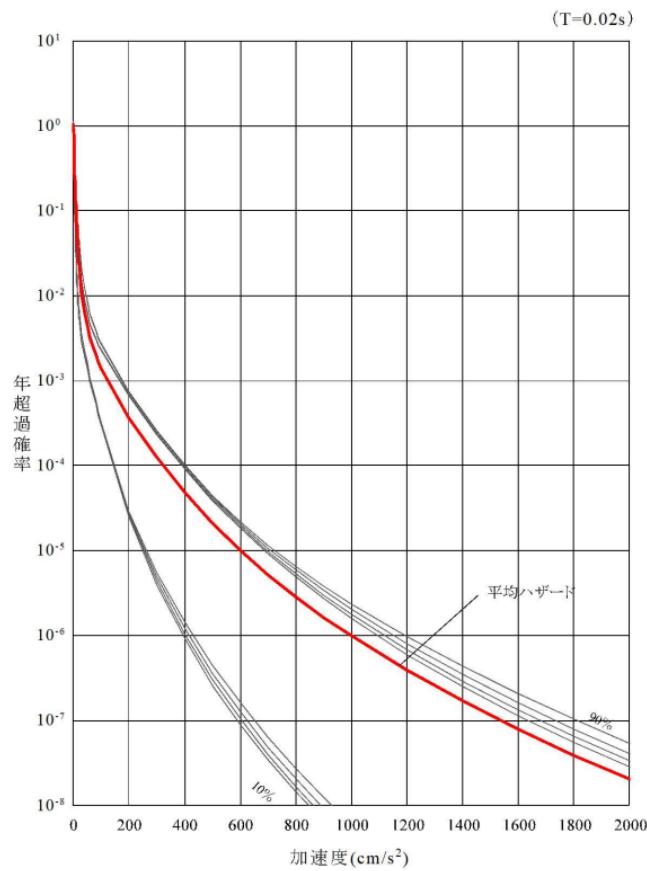


フラクタイル津波ハザード曲線（取水口位置、水位上昇側）

津波ハザード

(2) PRA結果として得られているリスクレベル～ハザード評価結果～

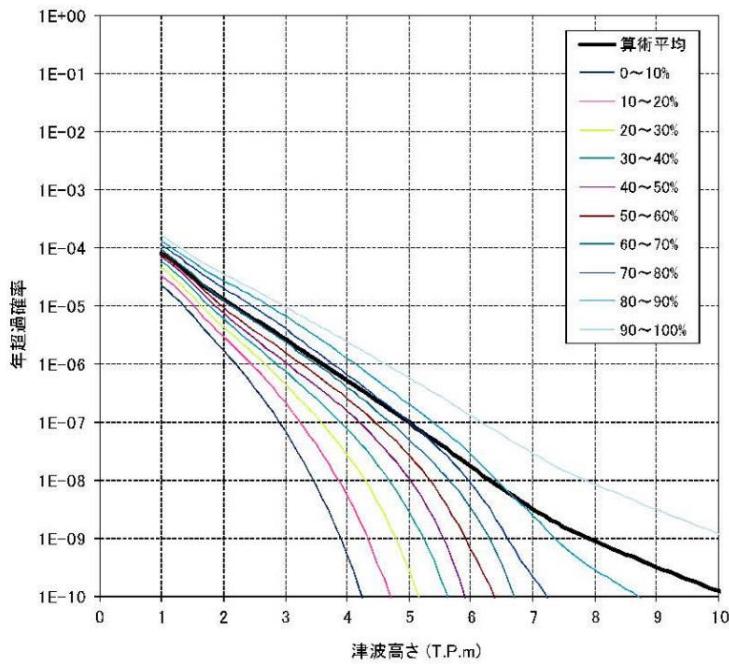
九州電力 玄海 3号機※ (第1回SAR)



フラクタイル地震ハザード曲線（周期0.02秒、水平方向）

地震ハザード

※玄海 4号機と共に



フラクタイル津波ハザード曲線（取水ピット前面位置、水位上昇側）

津波ハザード

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~起因事象発生頻度~

関西電力 大飯3号機※ (第3回SAR)

※ 4号機と共に

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉容器破損	7.1E-08
大破断LOCA	2.2E-06
中破断LOCA	9.2E-05
小破断LOCA	2.0E-04
加圧器逃がし弁/安全弁LOCA	9.5E-08
極小LOCA	2.5E-03
インターフェイスシステムLOCA	7.2E-07
主給水流量喪失	9.2E-03
負荷の喪失	2.5E-02
過渡事象	5.6E-02
主給水管破断	5.6E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁上流)	2.0E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁下流)	1.8E-03
蒸気発生器伝熱管破損	3.9E-03
外部電源喪失	6.8E-03
制御用空気系の部分喪失	4.8E-05
制御用空気系の全喪失	4.4E-04

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉補機冷却水系の部分喪失(AorBヘッダ喪失)	3.9E-04
原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ喪失)	3.5E-03
原子炉補機冷却水系の全喪失	1.7E-05
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	3.7E-06
原子炉補機冷却海水系の全喪失	5.6E-06
安全系高圧交流母線の部分喪失	4.9E-04
安全系高圧交流母線の全喪失	1.9E-10
安全系低圧交流母線の部分喪失	7.5E-03
安全系低圧交流母線の全喪失	ε
安全系直流母線の部分喪失	3.4E-03
安全系直流母線の全喪失	9.1E-09
手動停止	1.8E-01
ATWS1 (タービントリップが必要な事象)	2.5E-09
ATWS2 (タービントリップが不要な事象)	2.1E-09

ε : カットオフより小さい値

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~起因事象発生頻度~

関西電力 美浜3号機 (第1回SAR)

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉容器破損	7.1E-08
大破断LOCA	4.9E-06
中破断LOCA	9.1E-05
小破断LOCA	2.0E-04
加圧器逃がし弁/安全弁LOCA	1.7E-07
極小LOCA	2.5E-03
インターフェイスシステムLOCA	7.6E-07
主給水流量喪失	9.2E-03
負荷の喪失	2.4E-02
過渡事象	5.6E-02
外部電源喪失	6.8E-03
制御用空気系の部分喪失	5.0E-05
制御用空気系の全喪失	3.5E-05
主給水管破断	5.6E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁上流)	2.0E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁下流)	1.8E-03
蒸気発生器伝熱管破損	2.9E-03

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉補機冷却水系の部分喪失（A,Bヘッダ喪失）	ϵ
原子炉補機冷却水系の部分喪失（Cヘッダ喪失）	1.8E-03
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	2.7E-05
原子炉補機冷却水系の全喪失	1.1E-06
原子炉補機冷却海水系の全喪失	1.4E-07
安全系高圧交流母線の部分喪失	5.1E-04
安全系高圧交流母線の全喪失	2.1E-10
安全系低圧交流母線の部分喪失	4.4E-03
安全系低圧交流母線の全喪失	9.5E-09
安全系直流電源の部分喪失	4.5E-03
安全系直流電源の全喪失	1.6E-08
手動停止	1.8E-01
ATWS1 (タービントリップが必要な事象)	1.1E-08
ATWS2 (タービントリップが必要な事象)	9.3E-09

$\epsilon: 1.0E-12/炉年未満$

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~起因事象発生頻度~

関西電力 高浜3号機※ (第4回SAR)

※4号機と共に

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉容器破損	7.1E-08
大破断LOCA	4.9E-06
中破断LOCA	9.1E-05
小破断LOCA	2.0E-04
加圧器逃がし弁/安全弁LOCA	9.4E-08
極小LOCA	2.5E-03
インターフェイスシステムLOCA	7.2E-07
主給水流量喪失	9.2E-03
負荷の喪失	2.4E-02
過渡事象	5.6E-02
外部電源喪失	6.8E-03
制御用空気系の部分喪失	7.2E-05
制御用空気系の全喪失	5.1E-04
主給水管破断	5.6E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁上流)	2.0E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁下流)	1.8E-03
蒸気発生器伝熱管破損	2.9E-03

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉補機冷却水系の部分喪失(A,Bヘッダ喪失)	6.6E-05
原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ喪失)	2.5E-03
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	2.8E-07
原子炉補機冷却水系の全喪失	2.0E-06
原子炉補機冷却海水系の全喪失	6.1E-08
安全系高圧交流母線の部分喪失	5.1E-04
安全系高圧交流母線の全喪失	2.1E-10
安全系低圧交流母線の部分喪失	5.6E-03
安全系低圧交流母線の全喪失	1.7E-08
安全系直流電源の部分喪失	3.4E-03
安全系直流電源の全喪失	9.1E-09
手動停止	1.8E-01
ATWS1 (タービントリップが必要な事象)	1.1E-08
ATWS2 (タービントリップが不要な事象)	9.3E-09

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~起因事象発生頻度~

関西電力 高浜 1号機 (第1回SAR)

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉容器破損	7.1E-08
大破断LOCA	4.9E-06
中破断LOCA	9.1E-05
小破断LOCA	2.0E-04
加圧器逃がし弁/安全弁LOCA	1.0E-07
極小LOCA	2.5E-03
インターフェイスシステムLOCA	7.6E-07
主給水流量喪失	9.2E-03
負荷の喪失	2.4E-02
過渡事象	5.6E-02
外部電源喪失	6.8E-03
制御用空気系の部分喪失	5.0E-05
制御用空気系の全喪失	1.2E-05
主給水管破断	5.6E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁上流)	2.0E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁下流)	1.8E-03
蒸気発生器伝熱管破損	2.9E-03
原子炉補機冷却水系の部分喪失(A,Bヘッダ喪失)	3.8E-07
原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ喪失)	8.6E-04
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	2.7E-05

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉補機冷却水系の全喪失	1.6E-06
原子炉補機冷却海水系の全喪失	1.2E-07
安全系高圧交流母線の部分喪失	5.1E-04
安全系高圧交流母線の全喪失	2.1E-10
安全系低圧交流母線の部分喪失	4.4E-03
安全系低圧交流母線の全喪失	9.5E-09
安全系直流母線の部分喪失	4.5E-03
安全系直流母線の全喪失	1.6E-08
手動停止	1.8E-01
ATWS1 (タービントリップが必要な事象)	1.1E-08
ATWS2 (タービントリップが不要な事象)	9.3E-09

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~起因事象発生頻度~

四国電力 伊方3号機 (第4回SAR)

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉容器破損	7.2E-08
大破断LOCA	5.0E-06
中破断LOCA	8.9E-05
小破断LOCA	1.9E-04
加圧器逃がし弁/安全弁LOCA	1.1E-07
極小LOCA	2.5E-03
インターフェイスシステムLOCA（余熱除去系）	8.0E-07
インターフェイスシステムLOCA (充てん/抽出のアンバランス)	8.5E-11
インターフェイスシステムLOCA (余熱除去系及び充てん/抽出のアンバランス以外)	2.2E-08
1次冷却材ポンプ封水リーク	1.0E-03
主給水流量喪失	9.2E-03
負荷の喪失	2.3E-02
主蒸気隔離弁の誤閉止（1or2弁）	4.3E-04
主蒸気隔離弁の誤閉止（全弁）	3.3E-05
過渡事象1（加圧器逃がし弁作動無）	2.1E-02
過渡事象2（加圧器逃がし弁作動有）	8.4E-04
主給水管破断	5.7E-04
主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）	1.8E-04
主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）	1.8E-03
蒸気発生器伝熱管破損	2.9E-03

※：評価上A or Bヘッダ喪失後には全喪失に至るものと想定した。
 ε : 1.0E-12/炉年未満

起因事象	発生頻度（／炉年）
外部電源喪失	6.4E-03
制御用空気系の部分喪失	6.0E-05
制御用空気系の全喪失	8.4E-04
原子炉補機冷却水系の部分喪失(AorBヘッダ喪失)	0.0E+00※
原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ喪失)	2.5E-03
原子炉補機冷却水系の全喪失	2.4E-05
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	9.2E-05
原子炉補機冷却海水系の全喪失	1.9E-06
安全系高圧交流母線の部分喪失	6.8E-04
安全系高圧交流母線の全喪失	3.6E-10
安全系低圧交流母線の部分喪失	5.1E-03
安全系低圧交流母線の全喪失	ε
安全系直流母線の部分喪失	3.5E-03
安全系直流母線の全喪失	9.7E-09
安全系計装用母線の部分喪失	2.9E-07
安全系計装用母線の全喪失	ε
中央制御室空調系の喪失	9.9E-05
安全補機開閉器室空調系の部分喪失	8.1E-05
安全補機開閉器室空調系の全喪失	1.7E-05
空調用冷水系の部分喪失	1.9E-03
空調用冷水系の全喪失	7.2E-06
手動停止	9.4E-02

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~起因事象発生頻度~

九州電力 川内 1号機 (第5回SAR)

※川内 2号機と共に

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉容器破損	7.1E-08
大破断LOCA	4.9E-06
中破断LOCA	8.9E-05
小破断LOCA	1.9E-04
加圧器逃がし弁/安全弁LOCA	7.8E-08
極小LOCA	2.5E-03
インターフェイスシステムLOCA	7.2E-07
主給水流量喪失	9.1E-03
負荷の喪失	2.4E-02
過渡事象	5.6E-02
主給水管破断	5.5E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁上流)	2.0E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁下流)	1.8E-03
蒸気発生器伝熱管破損	2.9E-03
外部電源喪失	6.7E-03
制御用空気系の部分喪失	4.8E-05
制御用空気系の全喪失	1.9E-04

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉補機冷却水系の部分喪失(A又はBヘッダ喪失)	0.0E+00
原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ喪失)	2.8E-03
原子炉補機冷却水系の全喪失	1.5E-06
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	3.2E-05
原子炉補機冷却海水系の全喪失	3.1E-07
安全系高圧交流母線の部分喪失	4.9E-04
安全系高圧交流母線の全喪失	1.9E-10
安全系低圧交流母線の部分喪失	4.2E-03
安全系低圧交流母線の全喪失	8.6E-09
安全系直流母線の部分喪失	3.2E-03
安全系直流母線の全喪失	8.5E-09
手動停止	1.8E-01
ATWS1 (タービントリップが必要な事象)	1.0E-08
ATWS2 (タービントリップが不要な事象)	9.0E-09

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~起因事象発生頻度~

九州電力 玄海 3号機 (第3回SAR)

※玄海 4号機と共に

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉容器破損	7.1E-08
大破断LOCA	2.2E-06
中破断LOCA	9.0E-05
小破断LOCA	1.9E-04
加圧器逃がし弁/安全弁LOCA	8.8E-08
極小LOCA	2.5E-03
インターフェイスシステムLOCA	7.4E-07
主給水流量喪失	9.1E-03
負荷の喪失	2.5E-02
過渡事象	5.6E-02
主給水管破断	5.5E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁上流)	2.0E-04
主蒸気管破断(主蒸気隔離弁下流)	1.8E-03
蒸気発生器伝熱管破損	3.8E-03
外部電源喪失	6.7E-03
制御用空気系の部分喪失	5.1E-05
制御用空気系の全喪失	2.5E-03

起因事象	発生頻度（／炉年）
原子炉補機冷却水系の部分喪失(Aヘッダ喪失)	3.1E-03
原子炉補機冷却水系の部分喪失(Bヘッダ喪失)	0.0E+00
原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ喪失)	5.3E-05
原子炉補機冷却水系の全喪失	1.5E-05
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	1.3E-05
原子炉補機冷却海水系の全喪失	3.1E-06
安全系高圧交流母線の部分喪失	4.9E-04
安全系高圧交流母線の全喪失	1.9E-10
安全系低圧交流母線の部分喪失	1.1E-02
安全系低圧交流母線の全喪失	ε
安全系直流母線の部分喪失	3.4E-03
安全系直流母線の全喪失	9.2E-09
手動停止	1.8E-01
ATWS1 (タービントリップが必要な事象)	2.5E-09
ATWS2 (タービントリップが不要な事象)	2.1E-09

ε : カットオフ値 (1.0E-12 (/炉年)) 未満

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~炉心損傷頻度~

内的PRAで得られた炉心損傷頻度 (CDF)

	プラント	SAR	CDF					エラー ファクター
			5%値	中央値	95%値	平均値	点推定値	
関西	美浜3号	第1回	6.8E-07	1.9E-06	7.0E-06	2.6E-06	3.2E-06	3.2
	高浜1号	第1回	6.4E-07	1.8E-06	6.9E-06	2.5E-06	3.0E-06	3.3
	高浜3号	第4回	2.0E-07	4.9E-07	1.4E-06	6.3E-07	7.5E-07	2.6
	高浜4号	第4回	2.0E-07	4.9E-07	1.4E-06	6.3E-07	7.5E-07	2.6
	大飯3号	第3回	3.1E-07	8.0E-07	2.7E-06	1.1E-06	1.2E-06	3.0
	大飯4号	第3回	3.1E-07	8.0E-07	2.7E-06	1.1E-06	1.2E-06	3.0
四国	伊方3号	第4回	7.5E-07	2.2E-06	7.8E-06	2.9E-06	3.1E-06	3.2
九州	川内1号	第5回	6.9E-07	2.0E-06	7.8E-06	2.8E-06	3.0E-06	3.4
	川内2号	第5回	6.9E-07	2.0E-06	7.8E-06	2.8E-06	3.0E-06	3.4
	玄海3号	第3回	1.1E-06	2.9E-06	9.1E-06	3.8E-06	4.3E-06	2.8
	玄海4号	第4回	1.1E-06	2.9E-06	9.1E-06	3.8E-06	4.3E-06	2.8

伊方3号機を例に過去からのCDFの変遷について参考資料 (p29) に示す。

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ～炉心損傷頻度～

地震PRAで得られた炉心損傷頻度 (CDF)

	プラント	SAR	CDF					エラー ファクター
			5%値	中央値	95%値	平均値	点推定値	
関西	美浜3号	第1回	2.0E-07	9.5E-07	3.9E-06	1.4E-06	1.4E-06	4.4E+00
	高浜1号	第1回	1.2E-08	2.2E-07	1.1E-06	3.5E-07	3.9E-07	9.6E+00
	高浜3号	第4回	1.1E-08	1.2E-07	6.5E-07	2.0E-07	2.5E-07	7.7E+00
	高浜4号	第4回	1.1E-08	1.2E-07	6.5E-07	2.0E-07	2.5E-07	7.7E+00
	大飯3号	第3回	1.9E-08	1.8E-07	2.2E-06	4.5E-07	5.1E-07	1.1E+01
	大飯4号	第3回	1.9E-08	1.8E-07	2.2E-06	4.5E-07	5.1E-07	1.1E+01
四国	伊方3号	第4回	1.3E-07	6.6E-07	3.1E-06	1.0E-06	1.4E-06	4.9E+00
九州	川内1号	第6回	8.3E-08	5.8E-07	3.0E-06	9.3E-07	9.9E-07	6.0E+00
	川内2号	第6回	3.9E-08	3.1E-07	1.9E-06	5.6E-07	5.8E-07	7.1E+00
	玄海3号	第1回	2.2E-09	1.1E-07	1.3E-06	4.2E-07	4.7E-07	2.5E+01
	玄海4号	第1回	1.4E-09	8.3E-08	1.1E-06	3.5E-07	3.8E-07	2.9E+01

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ～炉心損傷頻度～

津波PRAで得られた炉心損傷頻度 (CDF)

	プラント	SAR	CDF					エラー ファクター
			5%値	中央値	95%値	平均値	点推定値	
関西	美浜3号	第1回	3.4E-17	1.1E-10	3.2E-07	4.0E-08	5.0E-08	9.7E+04
	高浜1号	第1回	5.4E-14	4.6E-09	2.0E-06	3.4E-07	4.3E-07	6.1E+03
	高浜3号	第4回	1.8E-13	9.4E-10	5.7E-07	9.4E-08	1.2E-07	1.8E+03
	高浜4号	第4回	1.8E-13	9.4E-10	5.7E-07	9.4E-08	1.2E-07	1.8E+03
	大飯3号	第3回	1.7E-25	1.0E-16	3.3E-08	3.4E-09	3.7E-09	4.4E+08
	大飯4号	第3回	1.7E-25	1.0E-16	3.3E-08	3.4E-09	3.7E-09	4.4E+08
四国	伊方3号	第4回	9.7E-21	1.0E-12	1.5E-07	1.8E-08	2.3E-08	3.9E+06
九州	川内1号	第6回	1.9E-19	2.3E-11	5.3E-08	5.8E-09	7.5E-09	5.2E+05
	川内2号	第6回	1.9E-19	2.3E-11	5.3E-08	5.8E-09	7.5E-09	5.2E+05
	玄海3号	第1回	4.2E-26	4.0E-16	3.0E-10	4.7E-11	4.6E-11	8.5E+07
	玄海4号	第1回	4.2E-26	4.0E-16	3.0E-10	4.7E-11	4.6E-11	8.5E+07

(2) PRA結果として得られているリスクレベル～格納容器機能喪失頻度～

内的PRAで得られた格納容器機能喪失頻度 (CFF)

	プラント	SAR	CFF					エラー ファクター
			5%値	中央値	95%値	平均値	点推定値	
関西	美浜3号	第1回	9.9E-08	2.5E-07	8.1E-07	3.3E-07	4.2E-07	2.9
	高浜1号	第1回	8.6E-08	2.1E-07	7.0E-07	2.8E-07	3.7E-07	2.9
	高浜3号	第4回	4.4E-08	1.3E-07	5.5E-07	2.0E-07	2.4E-07	3.5
	高浜4号	第4回	4.4E-08	1.3E-07	5.5E-07	2.0E-07	2.4E-07	3.5
	大飯3号	第3回	7.3E-08	2.0E-07	7.4E-07	2.8E-07	3.1E-07	3.2
	大飯4号	第3回	7.3E-08	2.0E-07	7.4E-07	2.8E-07	3.1E-07	3.2
四国	伊方3号	第4回	8.2E-08	2.0E-07	6.8E-07	2.7E-07	3.0E-07	2.9
九州	川内1号	第5回	9.5E-08	2.4E-07	1.0E-06	3.7E-07	4.4E-07	3.3
	川内2号	第5回	9.5E-08	2.4E-07	1.0E-06	3.7E-07	4.4E-07	3.3
	玄海3号	第3回	1.4E-07	3.4E-07	1.1E-06	4.9E-07	6.5E-07	2.9
	玄海4号	第4回	1.4E-07	3.4E-07	1.1E-06	4.9E-07	6.5E-07	2.9

(2) PRA結果として得られているリスクレベル～格納容器機能喪失頻度～

地震PRAで得られた格納容器機能喪失頻度 (CFF)

	プラント	SAR	CFF					エラー ファクター
			5%値	中央値	95%値	平均値	点推定値	
関西	美浜3号	第1回	4.7E-08	3.0E-07	1.7E-06	5.3E-07	5.3E-07	6.0E+00
	高浜1号	第1回	4.1E-09	1.2E-07	7.0E-07	2.0E-07	2.1E-07	1.3E+01
	高浜3号	第4回	1.2E-09	4.4E-08	3.2E-07	8.5E-08	1.0E-07	1.6E+01
	高浜4号	第4回	1.2E-09	4.4E-08	3.2E-07	8.5E-08	1.0E-07	1.6E+01
	大飯3号	第3回	2.8E-09	7.1E-08	1.6E-06	2.7E-07	3.0E-07	2.4E+01
	大飯4号	第3回	2.8E-09	7.1E-08	1.6E-06	2.7E-07	3.0E-07	2.4E+01
四国	伊方3号	第4回	1.4E-08	7.9E-08	5.1E-07	1.6E-07	2.0E-07	6.1E+00
九州	川内1号	第6回	3.6E-08	3.1E-07	1.9E-06	5.4E-07	5.5E-07	7.2E+00
	川内2号	第6回	2.4E-08	2.3E-07	1.5E-06	4.2E-07	4.3E-07	7.9E+00
	玄海3号	第1回	1.0E-09	6.9E-08	8.3E-07	2.5E-07	3.5E-07	2.8E+01
	玄海4号	第1回	7.6E-10	5.4E-08	7.3E-07	2.2E-07	3.0E-07	3.1E+01

(2) PRA結果として得られているリスクレベル～格納容器機能喪失頻度～

津波PRAで得られた格納容器機能喪失頻度 (CFF)

	プラント	SAR	CFF					エラー ファクター
			5%値	中央値	95%値	平均値	点推定値	
関西	美浜3号	第1回	1.5E-17	5.0E-11	1.9E-07	2.8E-08	2.6E-08	1.1E+05
	高浜1号	第1回	7.9E-15	1.5E-09	9.6E-07	2.1E-07	2.5E-07	1.1E+04
	高浜3号	第4回	1.2E-14	1.7E-10	2.1E-07	4.1E-08	5.0E-08	4.2E+03
	高浜4号	第4回	1.2E-14	1.7E-10	2.1E-07	4.1E-08	5.0E-08	4.2E+03
	大飯3号	第3回	1.7E-25	2.0E-17	2.8E-08	2.9E-09	3.1E-09	4.1E+08
	大飯4号	第3回	1.7E-25	2.0E-17	2.8E-08	2.9E-09	3.1E-09	4.1E+08
四国	伊方3号	第4回	1.1E-26	1.7E-20	7.7E-08	8.9E-09	1.1E-08	2.7E+09
九州	川内1号	第6回	1.4E-20	4.0E-12	1.1E-08	1.4E-09	2.5E-09	8.6E+05
	川内2号	第6回	1.4E-20	4.0E-12	1.1E-08	1.4E-09	2.5E-09	8.6E+05
	玄海3号	第1回	4.1E-26	7.9E-17	3.0E-10	4.6E-11	4.6E-11	8.5E+07
	玄海4号	第1回	4.1E-26	7.9E-17	3.0E-10	4.6E-11	4.6E-11	8.5E+07

(2) PRA結果として得られているリスクレベル ~Cs-137放出量評価~

放出カテゴリごとのCs-137放出量評価結果

括弧書きはCs-137放出量 (TBq)
発生頻度は内的での評価結果

	プラント	SAR	格納容器 バイパス	格納容器破損			隔離 失敗	合計	健全 (設 計漏え い)	管理放出
				エネジエ ティック	先行破損	その他				
関 西	美浜3号	第1回	1.5E-07 (>100)	2.4E-09 (>100)	2.0E-08 (>100)	1.3E-07 (>100)	1.2E-07 (>100)	4.2E-07	1.8E-06 (約2.2)	8.9E-07 (約1.1)
	高浜1号	第1回	1.3E-07 (>100)	2.8E-09 (>100)	1.8E-08 (>100)	2.1E-07 (>100)	1.6E-08	3.8E-07	1.8E-06 (約2.7)	8.6E-07 (約1.1)
	高浜3号	第4回	1.3E-07 (>100)	2.7E-10 (>100)	2.5E-09 (>100)	4.1E-08 (>100)	6.9E-08 (>100)	2.4E-07	3.6E-07 (約2.9)	1.3E-07 (約0.66)
	高浜4号	第4回	1.3E-07 (>100)	2.7E-10 (>100)	2.5E-09 (>100)	4.1E-08 (>100)	6.9E-08 (>100)	2.4E-07	3.6E-07 (約2.9)	1.3E-07 (約0.66)
	大飯3号	第3回	1.6E-07 (>100)	9.5E-10 (>100)	1.0E-08 (>100)	7.9E-08 (>100)	5.5E-08 (>100)	3.1E-07	7.4E-07 (約1.6)	2.1E-07 (約0.89)
	大飯4号	第3回	1.6E-07 (>100)	9.5E-10 (>100)	1.0E-08 (>100)	7.9E-08 (>100)	5.5E-08 (>100)	3.1E-07	7.4E-07 (約1.6)	2.1E-07 (約0.89)
四 国	伊方3号	第4回	1.4E-07 (>100)	1.9E-09 (>100)	2.1E-09 (>100)	5.6E-08 (>100)	9.8E-08 (>100)	3.0E-07	2.3E-06 (約3.4)	4.1E-07 (約0.69)
九 州	川内1号	第5回	2.1E-07 (>100)	2.2E-09 (>100)	9.8E-09 (>100)	1.3E-07 (>100)	8.2E-08 (>100)	4.4E-07	1.9E-06 (約3.2)	6.9E-07 (約0.79)
	川内2号	第5回	2.1E-07 (>100)	2.2E-09 (>100)	9.8E-09 (>100)	1.3E-07 (>100)	8.2E-08 (>100)	4.4E-07	1.9E-06 (約3.2)	6.9E-07 (約0.79)
	玄海3号	第3回	3.8E-07 (>100)	2.5E-09 (>100)	4.6E-09 (>100)	1.4E-07 (>100)	1.2E-07 (>100)	6.5E-07	2.7E-06 (約0.86)	6.8E-07 (約1.3)
	玄海4号	第4回	3.8E-07 (>100)	2.5E-09 (>100)	4.6E-09 (>100)	1.4E-07 (>100)	1.2E-07 (>100)	6.5E-07	2.7E-06 (約0.86)	6.8E-07 (約1.3)

(3) リスクから得られたリスク寄与因子及び重要度

- ✓ 本章ではPRA結果をもとに分析した情報として以下を示している。
 - 事故シーケンスグループ※別 炉心損傷頻度 (CDF) と寄与割合
炉心損傷頻度に対する事故シーケンスグループごとの寄与割合を示したもの。これにより、どのグループがリスクに大きく寄与しているかが把握でき、リスク軽減策を検討する際の優先順位等を検討するための材料となる。
 - 格納容器機能喪失モード※別 格納容器機能喪失頻度 (CFF) と寄与割合
格納容器機能喪失頻度に対する格納容器機能喪失モードごとの寄与割合を示したもの。これにより、どのグループがリスクに大きく寄与しているかが把握でき、リスク軽減策を検討する際の優先順位等を検討するための材料となる。
- ※ 「事故シーケンスグループ」とは、無数にある炉心損傷に至る事故シーケンスについて、類似するものをまとめて少数のグループに分類したもの。
(これにより、リスク寄与割合の分析を行いやすくできる)
「格納容器機能喪失モード」も同様、格納容器機能喪失に至る無数のシーケンスで、類似するものをまとめて少数のグループに分類したもの。
(主に格納容器の破損モードで分類)

(3) リスクから得られたリスク寄与因子及び重要度

事故シーケンスグループ別 炉心損傷頻度 (CDF)と寄与割合

	プラント	SAR	事故シーケンスグループ								合計
			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	原子炉格納容器の徐熱機能喪失	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	
関西	美浜3号	第1回	3.4E-07 (10.6 %)	6.0E-07 (18.8 %)	5.2E-07 (16.3 %)	2.4E-08 (0.8 %)	2.2E-10 (<0.1 %)	2.7E-07 (8.4 %)	1.3E-06 (40.6 %)	1.4E-07 (4.4 %)	3.2E-06
	高浜1号	第1回	3.3E-07 (11.0%)	4.5E-07 (15.1%)	4.7E-07 (15.8%)	2.2E-08 (0.7%)	7.0E-10 (<0.1%)	2.1E-07 (7.0%)	1.4E-06 (46.4%)	1.2E-07 (4.0%)	3.0E-06
	高浜3号	第4回	1.5E-07 (19.5%)	1.2E-07 (16.2%)	4.8E-08 (6.5%)	6.8E-09 (0.9%)	1.0E-08 (1.4%)	2.6E-07 (34.4%)	2.9E-08 (3.9%)	1.3E-07 (17.2%)	7.5E-07
	高浜4号	第4回	1.5E-07 (19.5%)	1.2E-07 (16.2%)	4.8E-08 (6.5%)	6.8E-09 (0.9%)	1.0E-08 (1.4%)	2.6E-07 (34.4%)	2.9E-08 (3.9%)	1.3E-07 (17.2%)	7.5E-07
	大飯3号	第3回	6.1E-07 (50.4%)	8.3E-08 (6.9%)	1.2E-07 (10.2%)	9.1E-09 (0.8%)	2.7E-09 (0.2%)	2.0E-07 (16.7%)	2.3E-08 (1.9%)	1.6E-07 (12.9%)	1.2E-06
	大飯4号	第3回	6.1E-07 (50.4%)	8.3E-08 (6.9%)	1.2E-07 (10.2%)	9.1E-09 (0.8%)	2.7E-09 (0.2%)	2.0E-07 (16.7%)	2.3E-08 (1.9%)	1.6E-07 (12.9%)	1.2E-06
四国	伊方3号	第4回	3.5E-07 (11.2 %)	1.7E-07 (5.6 %)	9.2E-07 (29.7 %)	2.1E-09 (<0.1 %)	3.2E-08 (1.0 %)	9.7E-08 (3.1 %)	1.4E-06 (44.7 %)	1.4E-07 (4.6 %)	3.1E-06
九州	川内1号	第5回	3.1E-07 (10.2%)	2.2E-07 (7.2%)	3.7E-07 (12.2%)	1.3E-08 (0.4%)	6.3E-10 (<0.1%)	1.4E-07 (4.5%)	1.8E-06 (58.6%)	2.1E-07 (6.9%)	3.0E-06
	川内2号	第5回	3.1E-07 (10.2%)	2.2E-07 (7.2%)	3.7E-07 (12.2%)	1.3E-08 (0.4%)	6.3E-10 (<0.1%)	1.4E-07 (4.5%)	1.8E-06 (58.6%)	2.1E-07 (6.9%)	3.0E-06
	玄海3号	第3回	7.7E-07 (18.0%)	2.3E-07 (5.5%)	1.3E-06 (31.1%)	4.6E-09 (0.1%)	7.7E-10 (<0.1%)	2.3E-07 (5.3%)	1.3E-06 (31.5%)	3.6E-07 (8.4%)	4.3E-06
	玄海4号	第4回	7.7E-07 (18.0%)	2.3E-07 (5.5%)	1.3E-06 (31.1%)	4.6E-09 (0.1%)	7.7E-10 (<0.1%)	2.3E-07 (5.3%)	1.3E-06 (31.5%)	3.6E-07 (8.4%)	4.3E-06

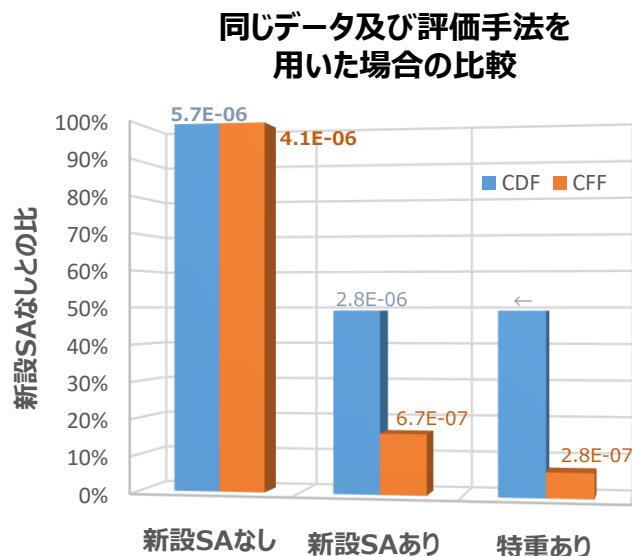
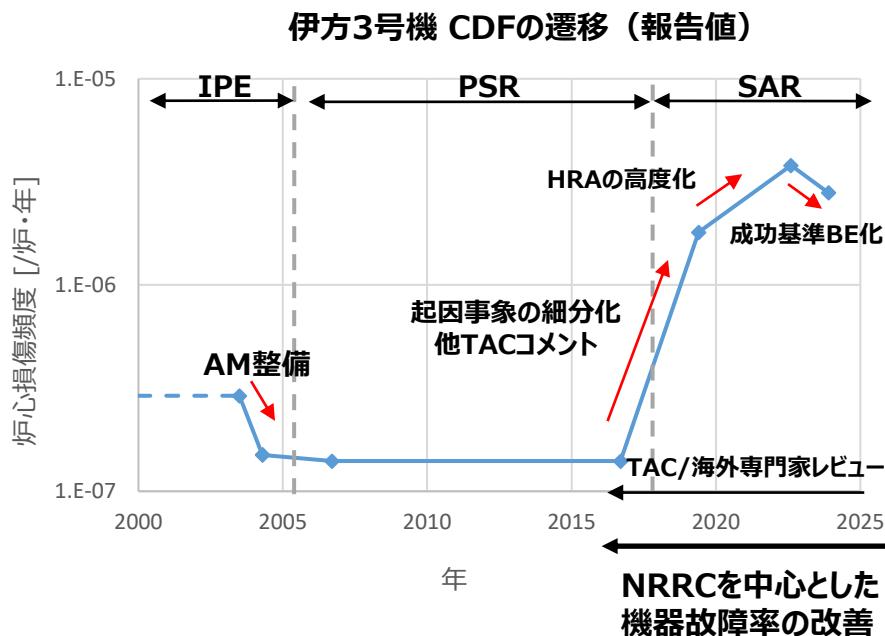
(3) リスクから得られたリスク寄与因子及び重要度

格納容器機能喪失モード別 格納容器機能喪失頻度 (CFF)と寄与割合

別紙参照

参考資料 CDFの変遷（高度化の経緯：伊方3号機の例）

- 伊方3号機では、当初、TAC提言（起因事象や機器故障率、HRA導入等）を中心に取組み、2017年から、NRRCの支援のもと海外専門家レビューを実施。
- これらの高度化により、アクシデントマネジメント整備後の旧PSAモデルと比較した場合にCDF等は大きく上昇したが、新規制基準対応で追加したSA設備や特重施設により、CDFは約1/2、CFFは約1/10に低減。
- このように、現実的なリスク評価を進めつつ、追加安全対策による安全性向上の効果も確認している。



<https://criepi.denken.or.jp/jp/nrrc/event/ws2024/3-1-2.pdf>

	プラント	SAR	格納容器機能喪失モード														合計
			α	β	γ	γ'	γ''	δ	ϵ	θ	η	σ	ν	g	τ	μ	
			原子炉容器内水蒸気爆発	格納容器隔離失敗	水素燃焼（原子炉容器破損前）	水素燃焼（原子炉容器破損直後）	水素燃焼（原子炉容器破損後長期）	水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損	ベースマット溶融貫通	水蒸気蓄積による格納容器先行破損	原子炉容器外水蒸気爆発	格納容器雰囲気直接加熱	インターフェイスシステムLOCA	蒸気発生器伝熱管破損	格納容器過温破損	格納容器直接接触	
関西	美浜3号	第1回	1.8E-10 <0.1%	1.2E-07 28.6%	ϵ <0.1%	ϵ <0.1%	1.3E-11 <0.1%	1.3E-07 31.0%	4.1E-09 1.0%	2.0E-08 4.8%	2.2E-09 0.5%	2.4E-12 <0.1%	5.1E-08 12.1%	9.6E-08 22.9%	8.0E-11 <0.1%	2.4E-12 <0.1%	4.2E-07 100.0%
	高浜1号	第1回	2.5E-10 <0.1%	1.6E-08 4.3%	1.2E-13 <0.1%	4.0E-13 <0.1%	5.7E-11 <0.1%	2.0E-07 54.9%	4.6E-09 1.2%	1.8E-08 4.8%	2.5E-09 0.7%	1.6E-11 <0.1%	5.4E-08 14.6%	7.1E-08 19.2%	3.5E-10 <0.1%	1.6E-11 <0.1%	3.7E-07 100.0%
	高浜3号	第4回	1.1E-11 <0.1%	6.9E-08 28.4%	ϵ <0.1%	ϵ <0.1%	ϵ <0.1%	4.0E-08 16.6%	3.8E-10 0.2%	2.5E-09 1.0%	2.6E-10 0.1%	ϵ <0.1%	5.3E-08 22.0%	7.7E-08 31.8%	2.1E-11 <0.1%	ϵ <0.1%	2.4E-07 100.0%
	高浜4号	第4回	1.1E-11 <0.1%	6.9E-08 28.4%	ϵ <0.1%	ϵ <0.1%	ϵ <0.1%	4.0E-08 16.6%	3.8E-10 0.2%	2.5E-09 1.0%	2.6E-10 0.1%	ϵ <0.1%	5.3E-08 22.0%	7.7E-08 31.8%	2.1E-11 <0.1%	ϵ <0.1%	2.4E-07 100.0%
	大飯3号	第3回	4.2E-11 <0.1%	5.5E-08 17.8%	ϵ <0.1%	2.4E-10 <0.1%	1.4E-10 <0.1%	6.8E-08 21.8%	2.2E-09 0.7%	1.0E-08 3.3%	5.2E-10 0.2%	4.7E-12 <0.1%	7.6E-08 24.5%	8.8E-08 28.4%	9.7E-09 3.1%	4.7E-12 <0.1%	3.1E-07 100.0%
	大飯4号	第3回	4.2E-11 <0.1%	5.5E-08 17.8%	ϵ <0.1%	2.4E-10 <0.1%	1.4E-10 <0.1%	6.8E-08 21.8%	2.2E-09 0.7%	1.0E-08 3.3%	5.2E-10 0.2%	4.7E-12 <0.1%	7.6E-08 24.5%	8.8E-08 28.4%	9.7E-09 3.1%	4.7E-12 <0.1%	3.1E-07 100.0%
四国	伊方3号	第4回	1.5E-10 <0.1%	9.8E-08 32.6%	ϵ <0.1%	ϵ <0.1%	ϵ <0.1%	5.5E-08 18.1%	1.1E-09 0.4%	2.1E-09 0.7%	1.8E-09 0.6%	ϵ <0.1%	5.0E-08 16.7%	9.3E-08 30.9%	7.0E-12 <0.1%	ϵ <0.1%	3.0E-07 100.0%
九州	川内1号	第5回	1.8E-10 (<0.1%)	8.2E-08 (18.6%)	ϵ (<0.1%)	ϵ (<0.1%)	ϵ (<0.1%)	1.3E-07 (30.3%)	1.1E-09 (0.3%)	9.8E-09 (2.2%)	2.0E-09 (0.5%)	ϵ (<0.1%)	5.0E-08 (11.3%)	1.6E-07 (36.8%)	7.3E-11 (<0.1%)	ϵ (<0.1%)	4.4E-07 100%
	川内2号	第5回	1.8E-10 (<0.1%)	8.2E-08 (18.6%)	ϵ (<0.1%)	ϵ (<0.1%)	ϵ (<0.1%)	1.3E-07 (30.3%)	1.1E-09 (0.3%)	9.8E-09 (2.2%)	2.0E-09 (0.5%)	ϵ (<0.1%)	5.0E-08 (11.3%)	1.6E-07 (36.8%)	7.3E-11 (<0.1%)	ϵ (<0.1%)	4.4E-07 100%
	玄海3号	第3回	1.4E-10 (<0.1%)	1.2E-07 (18.2%)	5.0E-12 (<0.1%)	3.2E-10 (<0.1%)	ϵ (<0.1%)	8.6E-08 (13.2%)	6.1E-09 (0.9%)	4.6E-09 (0.7%)	2.0E-09 (0.3%)	ϵ (<0.1%)	9.2E-08 (14.1%)	2.9E-07 (44.6%)	5.1E-08 (7.8%)	ϵ (<0.1%)	6.5E-07 100%
	玄海4号	第4回	1.4E-10 (<0.1%)	1.2E-07 (18.2%)	5.0E-12 (<0.1%)	3.2E-10 (<0.1%)	ϵ (<0.1%)	8.6E-08 (13.2%)	6.1E-09 (0.9%)	4.6E-09 (0.7%)	2.0E-09 (0.3%)	ϵ (<0.1%)	9.2E-08 (14.1%)	2.9E-07 (44.6%)	5.1E-08 (7.8%)	ϵ (<0.1%)	6.5E-07 100%

発生頻度は内的での評価結果