

第 3.1.2.2.1.4.5 表 事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度

事故シーケンスグループ	炉心損傷頻度 (／炉年)	割合
2 次冷却系からの除熱機能喪失	1.4E-07	33.2%
全交流動力電源喪失	1.6E-07	37.9%
原子炉補機冷却機能喪失	3.0E-08	6.9%
原子炉格納容器の除熱機能喪失	4.5E-10	0.1%
原子炉停止機能喪失	2.5E-10	< 0.1%
E C C S 注水機能喪失	7.3E-08	16.9%
E C C S 再循環機能喪失	2.6E-09	0.6%
原子炉建屋損傷	ε	< 0.1%
原子炉格納容器損傷	1.6E-08	3.7%
蒸気発生器伝熱管破損(複数本破損)	2.7E-09	0.6%
合計	4.3E-07	100.0%

ε : カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.1.4.7 表 プラント損傷状態ごとの炉心損傷頻度

プラント損傷状態	炉心損傷頻度 (／炉年)	割合
AED	4.9E-08	11.2%
AEW	3.2E-09	0.7%
AEI	1.9E-08	4.4%
ALC	ε	<0.1%
SED	5.0E-08	11.6%
SEW	ε	<0.1%
SEI	1.1E-10	<0.1%
SLW	1.1E-08	2.6%
SLI	6.5E-10	0.1%
SLC	4.0E-09	0.9%
TED	2.7E-07	63.0%
TEW	2.1E-09	0.5%
TEI	2.2E-09	0.5%
G	2.7E-09	0.6%
B	1.6E-08	3.8%
合計	4.3E-07	100.0%

ε：カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.1.4.9 表 炉心損傷頻度の不確実さ解析結果

加速度区分	炉心損傷頻度（／炉年）				エラー ファクタ
	5%値	50%値	95%値	平均値	
区分 1（0.2G～0.4G）	3.6E-09	5.6E-08	4.0E-07	1.1E-07	1.1E+01
区分 2（0.4G～0.6G）	1.8E-09	1.4E-08	5.9E-08	2.1E-08	5.7E+00
区分 3（0.6G～0.8G）	3.6E-10	3.2E-09	1.4E-08	4.8E-09	6.2E+00
区分 4（0.8G～1.0G）	3.9E-11	8.9E-10	1.3E-08	4.2E-09	1.8E+01
区分 5（1.0G～1.2G）	8.2E-11	1.2E-08	2.8E-07	5.9E-08	5.8E+01
区分 6（1.2G～1.3G）	1.3E-10	3.3E-08	2.5E-07	6.7E-08	4.4E+01
区分 7（1.3G～1.4G）	9.8E-12	4.1E-08	2.8E-07	6.5E-08	1.7E+02
区分 8（1.4G～1.5G）	2.3E-13	3.3E-08	2.5E-07	5.5E-08	1.0E+03
合計	1.2E-08	2.5E-07	1.3E-06	3.9E-07	1.0E+01

第 3.1.2.2.1.4.11 表 炉心損傷頻度の感度解析結果
(冗長設備の相関性を考慮した感度解析)

加速度区分	①炉心損傷頻度 (／炉年) (完全相関)		②炉心損傷頻度 (／炉年) (相関性なし)		C D F 比 ②／①
区分 1 (0.2G～0.4G)	1.4E-07	32.6%	1.4E-07	40.0%	1.0E+00
区分 2 (0.4G～0.6G)	2.6E-08	6.0%	2.6E-08	7.4%	1.0E+00
区分 3 (0.6G～0.8G)	5.9E-09	1.4%	5.9E-09	1.7%	1.0E+00
区分 4 (0.8G～1.0G)	4.6E-09	1.1%	1.3E-09	0.4%	2.8E-01
区分 5 (1.0G～1.2G)	6.1E-08	14.2%	1.9E-08	5.4%	3.1E-01
区分 6 (1.2G～1.3G)	6.9E-08	16.0%	4.1E-08	11.7%	5.9E-01
区分 7 (1.3G～1.4G)	6.5E-08	15.1%	4.9E-08	14.0%	7.5E-01
区分 8 (1.4G～1.5G)	5.5E-08	12.8%	5.5E-08	15.7%	1.0E+00
合計	4.3E-07	100.0%	3.5E-07	100.0%	8.1E-01

第 3.1.2.2.1.4.12 表 炉心損傷頻度の感度解析結果
(特重施設及び新設 S A 対策に係る感度解析)

加速度区分	①炉心損傷頻度 (／炉年) (ベースケース)		②炉心損傷頻度 (／炉年) (特重無効ケース)		③炉心損傷頻度 (／炉年) (特重施設及び 新設 S A 対策無効ケース)		C D F 比 ①／②	C D F 比 ①／③
区分 1 (0.2G～0.4G)	1.4E-07	33.5%	2.4E-07	43.2%	6.5E-07	58.5%	0.59	0.22
区分 2 (0.4G～0.6G)	2.6E-08	6.1%	4.5E-08	8.0%	1.2E-07	11.0%	0.58	0.21
区分 3 (0.6G～0.8G)	5.9E-09	1.4%	9.9E-09	1.8%	2.7E-08	2.5%	0.60	0.22
区分 4 (0.8G～1.0G)	4.6E-09	1.1%	5.7E-09	1.0%	1.1E-08	1.0%	0.81	0.43
区分 5 (1.0G～1.2G)	6.1E-08	14.2%	6.5E-08	11.5%	7.9E-08	7.2%	0.95	0.77
区分 6 (1.2G～1.3G)	6.9E-08	16.0%	7.3E-08	12.9%	9.0E-08	8.1%	0.95	0.77
区分 7 (1.3G～1.4G)	6.5E-08	15.0%	6.6E-08	11.8%	7.5E-08	6.8%	0.97	0.86
区分 8 (1.4G～1.5G)	5.5E-08	12.8%	5.5E-08	9.8%	5.5E-08	5.0%	1.00	1.00
合計	4.3E-07	100.0%	5.7E-07	100.0%	1.1E-06	100.0%	0.77	0.39

第 3.1.2.2.1.5.1 表 格納容器機能喪失モードの整理

項目	放出	原子炉格納容器の状態	格納容器機能喪失モード	記号	概要
格納容器機能喪失モード分類	漏えい	格納容器健全	格納容器健全	ϕ	原子炉格納容器が健全に維持されて事故が収束
	ベント	放射性物質管理放出	放射性物質管理放出	ϕ	フィルタベントによる管理放出
	早期大規模放出	格納容器バイパス	蒸気発生器伝熱管破損（複数本破損） ^(注1)	g	地震により蒸気発生器伝熱管が複数本破損することによる格納容器バイパス
			温度誘因蒸気発生器伝熱管破損 ^(注1)		炉心損傷後の蒸気発生器伝熱管クリープ破損による格納容器バイパス
		格納容器隔離失敗	格納容器隔離失敗	β	事故後に原子炉格納容器の隔離に失敗
		炉心損傷に先立つ地震による格納容器先行機能喪失	原子炉格納容器損傷（座屈以外） ^(注2)	χ	地震による原子炉格納容器損傷（座屈以外）
			原子炉建屋損傷 ^(注2)		地震による原子炉建屋損傷に伴う格納容器機能喪失
		格納容器破損	原子炉容器内水蒸気爆発	α	原子炉容器内の水蒸気爆発によって原子炉格納容器が破損
			水素燃焼（原子炉容器破損前）	γ	水素燃焼又は水素爆轟（原子炉容器破損前）によって原子炉格納容器が破損
			水素燃焼（原子炉容器破損直後）	γ ,	水素燃焼又は水素爆轟（原子炉容器破損直後）によって原子炉格納容器が破損
			原子炉容器外水蒸気爆発	η	原子炉格納容器内での水蒸気爆発又は水蒸気スパイクによって原子炉格納容器が破損
			格納容器雰囲気直接加熱	σ	格納容器雰囲気直接加熱によって原子炉格納容器が破損
			格納容器直接接触	μ	原子炉格納容器の構造物へ溶融炉心が直接接触して原子炉格納容器が破損
	後期大規模放出	後期格納容器破損	水素燃焼（原子炉容器破損後長期）	γ ”	水素燃焼又は水素爆轟（原子炉容器破損後長期）によって原子炉格納容器が破損
			ベースマット溶融貫通	ε	溶融炉心・コンクリート相互作用でベースマットが溶融貫通
			格納容器過温破損	τ	原子炉格納容器の貫通部が過温で破損
			水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損	δ	水蒸気・非凝縮性ガス蓄積によって準静的加圧で原子炉格納容器が破損
			水蒸気蓄積による格納容器先行破損	θ	水蒸気蓄積によって準静的加圧で原子炉格納容器が炉心損傷前に破損

（注 1） g モードには「蒸気発生器伝熱管破損（複数本破損）」と「温度誘因蒸気発生器伝熱管破損」が含まれるが、g モードの名称は「蒸気発生器伝熱管破損」とする。

（注 2） χ モードには「原子炉格納容器損傷（座屈以外）」と「原子炉建屋損傷」が含まれるが、 χ モードの名称は「炉心損傷に先立つ地震による格納容器先行機能喪失」とする。

第 3.1.2.2.1.5.2 表 シビアアクシデント時の物理化学現象の整理

物理化学現象	発生条件	発生後の事故進展
炉心損傷	—	格納容器機能喪失の可能性
蒸気発生器伝熱管破損 (複数本破損)	・プラント損傷状態で定義される蒸気発生器伝熱管破損	gモードによる格納容器機能喪失
炉心損傷に先立つ地震による格納容器先行機能喪失	・プラント損傷状態で定義される炉心損傷に先立つ地震による格納容器先行機能喪失	χ モードによる格納容器機能喪失
格納容器先行破損	・プラント損傷状態で定義される格納容器先行破損	θ モードによる格納容器機能喪失
配管クリープ破損	・1次系高压(高温側配管、サージライン破損)	1次系減圧
温度誘因蒸気発生器伝熱管破損	・1次系高压(温度誘因蒸気発生器伝熱管破損)	gモードによる格納容器機能喪失
原子炉容器内水蒸気爆発	・溶融炉心が原子炉容器下部プレナムへ落下 ・1次系低压	α モードによる格納容器機能喪失の可能性
水素燃焼	・水素濃度4vol%上方、6vol%側方、8vol%下方伝播 ・水蒸気濃度55vol%以下	γ 、 γ' 、 γ'' モードによる格納容器機能喪失の可能性
原子炉容器破損	・炉心溶融進展が炉心への注水により停止しない	溶融炉心の原子炉容器外への放出
溶融物分散放出	・原子炉容器破損時に1次系高压	溶融炉心の原子炉下部キャビティ外への放出
原子炉下部キャビティ内水量	・燃料取替用水タンク水が原子炉格納容器内に持ち込まれるプラント損傷状態	溶融炉心と原子炉下部キャビティ水の接触
原子炉容器外水蒸気爆発	・原子炉容器破損時に溶融炉心が重力落下 ・溶融炉心落下質量大	η モードによる格納容器機能喪失の可能性
格納容器雰囲気直接加熱	・溶融物分散放出あり	σ モードによる格納容器機能喪失の可能性
格納容器直接接触	・溶融物分散放出あり	μ モードによる格納容器機能喪失の可能性
溶融炉心冷却	・原子炉容器破損 ・原子炉下部キャビティ内に溶融炉心落下	溶融炉心・コンクリート相互作用の継続
ベースマツト溶融貫通	・原子炉容器破損 ・原子炉下部キャビティ内の溶融炉心冷却に失敗	ε モードによる格納容器機能喪失
格納容器過温破損	・原子炉容器破損 ・原子炉格納容器内への注水なし	τ モードによる格納容器機能喪失
格納容器過圧破損	・崩壊熱による水蒸気生成 ・非凝縮性ガス生成	δ 、 θ モードによる格納容器機能喪失

第 3.1.2.2.1.5.3 表 地震出力運転時レベル 2 P R A でモデル化する緩和手段

内部事象出力運転時レベル 2 P R A で期待する緩和手段		地震出力運転時 レベル 2 P R A でのモデル化	備考
緩和手段	緩和設備		
格納容器隔離	格納容器隔離弁	○	耐震性あり
作業環境維持	アニュラス空気再循環系	○	同上
	中央制御室非常用循環系 (外気との隔離に係るバウンダリのみ)	○	同上
1 次系 強制減圧	加圧器逃がし弁 (計器用空気系使用)	○	同上
	加圧器逃がし弁 (窒素ポンベ使用)	○	同上
炉心への注水	非常用炉心冷却設備	○	同上
格納容器内注水 (原子炉下部キャビ ティ水張り)	内部スプレポンプ (中央制御室における手動起動)	○	同上
	恒設代替低圧注水ポンプ	○	同上
	原子炉下部キャビティ注水ポンプ	○	同上
格納容器内自然対流 冷却 (原子炉補機冷 却水通水)	格納容器循環冷暖房ユニット (原子炉補機冷却水通水)	○	同上
格納容器内注水 (格納容器内液相部 への蓄熱)	恒設代替低圧注水ポンプ	○	同上
格納容器内 自然対流冷却 (海水通水)	格納容器循環冷暖房ユニット (海水通水)	○	同上
水素濃度制御	原子炉格納容器水素燃焼装置	○	同上
	静的触媒式水素再結合装置 (P A R)	○	同上
電源の確保	外部電源の復旧	×	地震により外部電 源が喪失した場合 の復旧操作には期 待しない。
	空冷式非常用発電装置	○	耐震性あり

第 3.1.2.2.1.5.5 表 プラント損傷状態別の格納容器機能喪失頻度

プラント 損傷状態	加速度 区分 1	加速度 区分 2	加速度 区分 3	加速度 区分 4	加速度 区分 5	加速度 区分 6	加速度 区分 7	加速度 区分 8	加速度区分 8 まで合計
	0.2～0.4G	0.4～0.6G	0.6～0.8G	0.8～1.0G	1.0～1.2G	1.2～1.3G	1.3～1.4G	1.4～1.5G	0.2～1.5G
AED	ε	ε	ε	9.3E-12	8.0E-10	8.2E-09	1.4E-08	2.1E-08	4.4E-08
AEW	ε	ε	ε	ε	2.3E-10	5.1E-10	5.7E-10	ε	1.3E-09
AEI	2.8E-11	ε	ε	1.4E-12	2.9E-09	3.0E-09	1.7E-09	ε	7.6E-09
ALC	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
SED	6.0E-09	8.5E-10	1.7E-10	2.3E-11	5.3E-10	2.5E-09	3.3E-09	3.8E-09	1.7E-08
SEW	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
SEI	ε	ε	ε	ε	ε	3.4E-12	1.3E-12	ε	4.7E-12
SLW	1.0E-09	1.4E-10	1.9E-11	1.3E-12	2.3E-10	6.9E-10	4.2E-10	ε	2.5E-09
SLI	ε	ε	ε	ε	ε	6.7E-11	5.2E-11	ε	1.2E-10
SLC	3.0E-09	6.0E-10	1.2E-10	2.8E-11	7.1E-12	1.1E-10	1.1E-10	ε	4.0E-09
TED	3.0E-08	4.4E-09	7.1E-10	3.4E-09	3.9E-08	3.1E-08	2.6E-08	2.5E-08	1.6E-07
TEW	5.4E-10	3.3E-11	1.2E-12	ε	ε	ε	4.5E-11	ε	6.2E-10
TEI	1.3E-10	2.3E-11	2.3E-12	ε	4.7E-12	5.2E-11	4.7E-11	ε	2.6E-10
G	ε	ε	ε	ε	ε	3.4E-10	1.3E-09	1.1E-09	2.7E-09
B	ε	ε	ε	ε	3.8E-09	4.5E-09	4.2E-09	3.7E-09	1.6E-08
合計	4.0E-08	6.1E-09	1.0E-09	3.5E-09	4.7E-08	5.1E-08	5.2E-08	5.5E-08	2.6E-07

ε：カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.1.5.6 表 格納容器機能喪失モード別の格納容器機能喪失頻度

格納容器機能喪失モード	加速度 区分 1	加速度 区分 2	加速度 区分 3	加速度 区分 4	加速度 区分 5	加速度 区分 6	加速度 区分 7	加速度 区分 8	加速度区分 8 まで合計
	0.2～0.4G	0.4～0.6G	0.6～0.8G	0.8～1.0G	1.0～1.2G	1.2～1.3G	1.3～1.4G	1.4～1.5G	0.2～1.5G
α （原子炉容器内水蒸気爆発）	ε	ε	ε	ε	2.0E-12	ε	ε	ε	2.0E-12
β （格納容器隔離失敗）	5.9E-09	5.6E-10	1.6E-10	1.7E-10	3.0E-09	1.9E-08	3.0E-08	5.0E-08	1.1E-07
γ （水素燃焼（原子炉容器破損前））	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
γ' （水素燃焼（原子炉容器破損直後））	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
γ'' （水素燃焼（原子炉容器破損後長期））	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
δ （水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損）	3.1E-08	4.8E-09	7.4E-10	3.2E-09	4.0E-08	2.7E-08	1.6E-08	ε	1.2E-07
ε （ベースマット熔融貫通）	2.9E-10	3.5E-11	1.4E-12	4.3E-11	2.7E-10	1.5E-10	8.4E-11	ε	8.8E-10
θ （水蒸気蓄積による格納容器先行破損）	3.0E-09	6.0E-10	1.2E-10	2.8E-11	7.1E-12	1.1E-10	1.1E-10	ε	4.0E-09
η （原子炉容器外水蒸気爆発）	3.3E-11	1.8E-12	ε	ε	1.2E-11	6.9E-12	1.6E-12	ε	5.5E-11
σ （格納容器雰囲気直接加熱）	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
g （蒸気発生器伝熱管破損）	3.2E-11	6.6E-12	1.3E-12	3.3E-11	4.2E-10	5.7E-10	1.4E-09	1.1E-09	3.5E-09
τ （格納容器過温破損）	1.6E-11	ε	ε	1.7E-11	9.9E-11	6.0E-11	3.5E-11	ε	2.3E-10
μ （格納容器直接接触）	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
$\varkappa$ （炉心損傷に先立つ地震による 格納容器先行機能喪失）	ε	ε	ε	ε	3.8E-09	4.5E-09	4.2E-09	3.7E-09	1.6E-08
合計	4.0E-08	6.1E-09	1.0E-09	3.5E-09	4.7E-08	5.1E-08	5.2E-08	5.5E-08	2.6E-07
ϕ （放射性物質管理放出）	1.6E-08	2.7E-09	5.4E-10	9.0E-11	9.8E-09	8.6E-09	3.5E-09	ε	4.1E-08

 ε ：カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.1.5.8 表 放出カテゴリ別の格納容器機能喪失頻度

格納容器の状態		分類	放出カテゴリ 記号	発生頻度 (／炉年)	割合
格納 容器 機能 喪失	格納容器 バイパス	蒸気発生器 伝熱管破損 (温度誘因蒸気発生器 伝熱管破損)	F1	8.5E-10	0.2%
		蒸気発生器伝熱管 破損 (複数本破損)	F2	2.7E-09	0.7%
	格納容器破損	エナジェティック	F3A	5.7E-11	<0.1%
		先行破損	F3B	4.0E-09	1.0%
		その他	F3C	1.2E-07	31.5%
		地震による格納容器 先行機能喪失	F4	1.6E-08	4.1%
	隔離失敗	—	F5	1.1E-07	27.8%
健全 (設計漏えい)		—	F6	9.5E-08	24.1%
放射性物質管理放出		—	F7	4.1E-08	10.5%
合計※			—	3.9E-07	100.0%

※全放出カテゴリの合計は各放出カテゴリの発生頻度の単純和である。このため、全炉心損傷頻度とは一致しないことがある。

第 3.1.2.2.1.5.9 表 格納容器機能喪失頻度の不確実さ解析結果
(加速度区分別)

加速度区分	格納容器機能喪失頻度 (／炉年)				エラー ファクタ
	5%値	50%値	95%値	平均値	
区分 1 (0.2G～0.4G)	1.5E-09	1.6E-08	1.1E-07	3.2E-08	8.6E+00
区分 2 (0.4G～0.6G)	4.3E-10	2.8E-09	1.6E-08	4.9E-09	6.1E+00
区分 3 (0.6G～0.8G)	5.2E-11	4.7E-10	2.7E-09	8.4E-10	7.2E+00
区分 4 (0.8G～1.0G)	4.2E-12	1.2E-10	1.1E-08	3.3E-09	5.1E+01
区分 5 (1.0G～1.2G)	3.2E-11	5.8E-09	2.1E-07	4.5E-08	8.1E+01
区分 6 (1.2G～1.3G)	6.7E-11	1.8E-08	2.0E-07	5.0E-08	5.5E+01
区分 7 (1.3G～1.4G)	5.9E-12	2.6E-08	2.2E-07	5.1E-08	1.9E+02
区分 8 (1.4G～1.5G)	2.3E-13	3.3E-08	2.5E-07	5.4E-08	1.0E+03
合計	4.3E-09	1.3E-07	8.8E-07	2.4E-07	1.4E+01

第 3.1.2.2.1.5.10 表 格納容器機能喪失頻度の不確実さ解析結果
(格納容器機能喪失モード別)

格納容器機能喪失モード	格納容器機能喪失頻度 (／炉年)				エラー ファクタ
	5%値	50%値	95%値	平均値	
α (原子炉容器内水蒸気爆発)	1.4E-20	6.2E-15	9.5E-12	1.9E-12	2.6E+04
β (格納容器隔離失敗)	7.5E-10	6.0E-08	4.1E-07	1.1E-07	2.3E+01
γ (水素燃焼 (原子炉容器破損前))	—	—	—	—	—
γ' (水素燃焼 (原子炉容器破損直後))	—	—	—	—	—
γ'' (水素燃焼 (原子炉容器破損後長期))	—	—	—	—	—
δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による 過圧破損)	1.7E-09	4.2E-08	4.3E-07	1.1E-07	1.6E+01
ε (ベースマット溶融貫通)	1.3E-11	3.4E-10	3.3E-09	8.6E-10	1.6E+01
θ (水蒸気蓄積による格納容器先行破損)	6.5E-11	8.6E-10	1.3E-08	3.9E-09	1.4E+01
η (原子炉容器外水蒸気爆発)	1.0E-12	2.3E-11	1.9E-10	5.1E-11	1.4E+01
σ (格納容器雰囲気直接加熱)	—	—	—	—	—
g (蒸気発生器伝熱管破損)	2.0E-12	3.4E-10	1.5E-08	3.4E-09	8.7E+01
τ (格納容器過温破損)	6.2E-13	3.3E-11	1.1E-09	2.2E-10	4.2E+01
μ (格納容器直接接触)	—	—	—	—	—
χ (炉心損傷に先立つ地震による 格納容器先行機能喪失)	6.6E-15	1.7E-10	8.0E-08	1.6E-08	3.5E+03
合計	4.3E-09	1.3E-07	8.8E-07	2.4E-07	1.4E+01
ϕ (放射性物質管理放出)	1.2E-09	1.7E-08	1.5E-07	4.1E-08	1.1E+01

第 3.1.2.2.1.5.11 表 格納容器機能喪失頻度の不確実さ解析結果
(放出カテゴリ別)

放出 カテゴリ	発生頻度 (／炉年)				エラー ファクタ
	5%値	50%値	95%値	平均値	
F1	1.4E-12	1.2E-10	4.0E-09	8.2E-10	5.3E+01
F2	1.6E-15	2.1E-11	1.2E-08	2.5E-09	2.7E+03
F3A	1.0E-12	2.4E-11	2.0E-10	5.3E-11	1.4E+01
F3B	6.5E-11	8.6E-10	1.3E-08	3.9E-09	1.4E+01
F3C	1.8E-09	4.3E-08	4.4E-07	1.1E-07	1.6E+01
F4	6.6E-15	1.7E-10	8.0E-08	1.6E-08	3.5E+03
F5	7.5E-10	6.0E-08	4.1E-07	1.1E-07	2.3E+01
F6	2.1E-09	4.3E-08	2.9E-07	8.4E-08	1.2E+01
F7	1.2E-09	1.7E-08	1.5E-07	4.1E-08	1.1E+01

第 3.1.2.2.1.5.13 表 格納容器機能喪失頻度の感度解析結果
(冗長設備の相関性を考慮した感度解析)

格納容器機能喪失モード	①完全相関		②相関性なし		格納容器機能喪失頻度 (②／①)
	格納容器機能喪失頻度 (／炉年)	割合	格納容器機能喪失頻度 (／炉年)	割合	
α (原子炉容器内水蒸気爆発)	$2.0\text{E-}12$	$<0.1\%$	ε	$<0.1\%$	—
β (格納容器隔離失敗)	$1.1\text{E-}07$	42.5%	$8.8\text{E-}08$	51.8%	$8.0\text{E-}01$
γ (水素燃焼 (原子炉容器破損前))	ε	$<0.1\%$	ε	$<0.1\%$	—
γ' (水素燃焼 (原子炉容器破損直後))	ε	$<0.1\%$	ε	$<0.1\%$	—
γ'' (水素燃焼 (原子炉容器破損後長期))	ε	$<0.1\%$	ε	$<0.1\%$	—
δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損)	$1.2\text{E-}07$	47.8%	$5.7\text{E-}08$	33.5%	$4.8\text{E-}01$
ε (ベースマット溶融貫通)	$8.8\text{E-}10$	0.3%	$3.8\text{E-}10$	$<0.1\%$	$4.3\text{E-}01$
θ (水蒸気蓄積による格納容器先行破損)	$4.0\text{E-}09$	1.6%	$4.1\text{E-}09$	$<0.1\%$	$1.0\text{E+}00$
η (原子炉容器外水蒸気爆発)	$5.5\text{E-}11$	$<0.1\%$	$5.4\text{E-}11$	$<0.1\%$	$9.8\text{E-}01$
σ (格納容器雰囲気直接加熱)	ε	$<0.1\%$	ε	$<0.1\%$	—
g (蒸気発生器伝熱管破損)	$3.5\text{E-}09$	1.4%	$2.7\text{E-}09$	$<0.1\%$	$7.7\text{E-}01$
τ (格納容器過温破損)	$2.3\text{E-}10$	$<0.1\%$	$3.1\text{E-}11$	$<0.1\%$	$1.3\text{E-}01$
μ (格納容器直接接触)	ε	$<0.1\%$	ε	$<0.1\%$	—
χ (炉心損傷に先立つ地震による格納容器先行機能喪失)	$1.6\text{E-}08$	6.3%	$1.6\text{E-}08$	$<0.1\%$	$1.0\text{E+}00$
合計	$2.6\text{E-}07$	100.0%	$1.7\text{E-}07$	100.0%	$6.5\text{E-}01$
ϕ (放射性物質管理放出)	$4.1\text{E-}08$	—	$4.2\text{E-}08$	—	$1.0\text{E+}00$

第 3.1.2.2.1.5.14 表 格納容器機能喪失頻度の感度解析結果
(特重施設及び新設 S A 対策に係る感度解析) (1 / 2)

格納容器機能喪失モード	①ベースケース		②特重無効ケース		格納容器 機能喪失 頻度 (①／②)
	格納容器 機能喪失頻度 (／炉年)	割合	格納容器 機能喪失頻度 (／炉年)	割合	
α (原子炉容器内水蒸気爆発)	2.0E-12	<0.1%	4.1E-12	<0.1%	0.48
β (格納容器隔離失敗)	1.1E-07	42.5%	1.2E-07	26.9%	0.92
γ (水素燃焼 (原子炉容器破損前))	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
γ' (水素燃焼 (原子炉容器破損直後))	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
γ'' (水素燃焼 (原子炉容器破損後長期))	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損)	1.2E-07	47.8%	3.0E-07	67.3%	0.41
ε (ベースマット溶融貫通)	8.8E-10	0.3%	1.3E-09	0.3%	0.70
θ (水蒸気蓄積による格納容器先行破損)	4.0E-09	1.6%	3.9E-09	0.9%	1.04
η (原子炉容器外水蒸気爆発)	5.5E-11	<0.1%	7.7E-11	<0.1%	0.71
σ (格納容器雰囲気直接加熱)	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
g (蒸気発生器伝熱管破損)	3.5E-09	1.4%	3.5E-09	0.8%	0.99
τ (格納容器過温破損)	2.3E-10	<0.1%	4.4E-10	<0.1%	0.52
μ (格納容器直接接触)	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
χ (炉心損傷に先立つ地震による格納容器先行機能喪失)	1.6E-08	6.3%	1.6E-08	3.7%	1.00
合計	2.6E-07	100.0%	4.5E-07	100.0%	0.58
ϕ (放射性物質管理放出)	4.1E-08	—	0.0E+00	—	—

ε : カットオフより小さい値

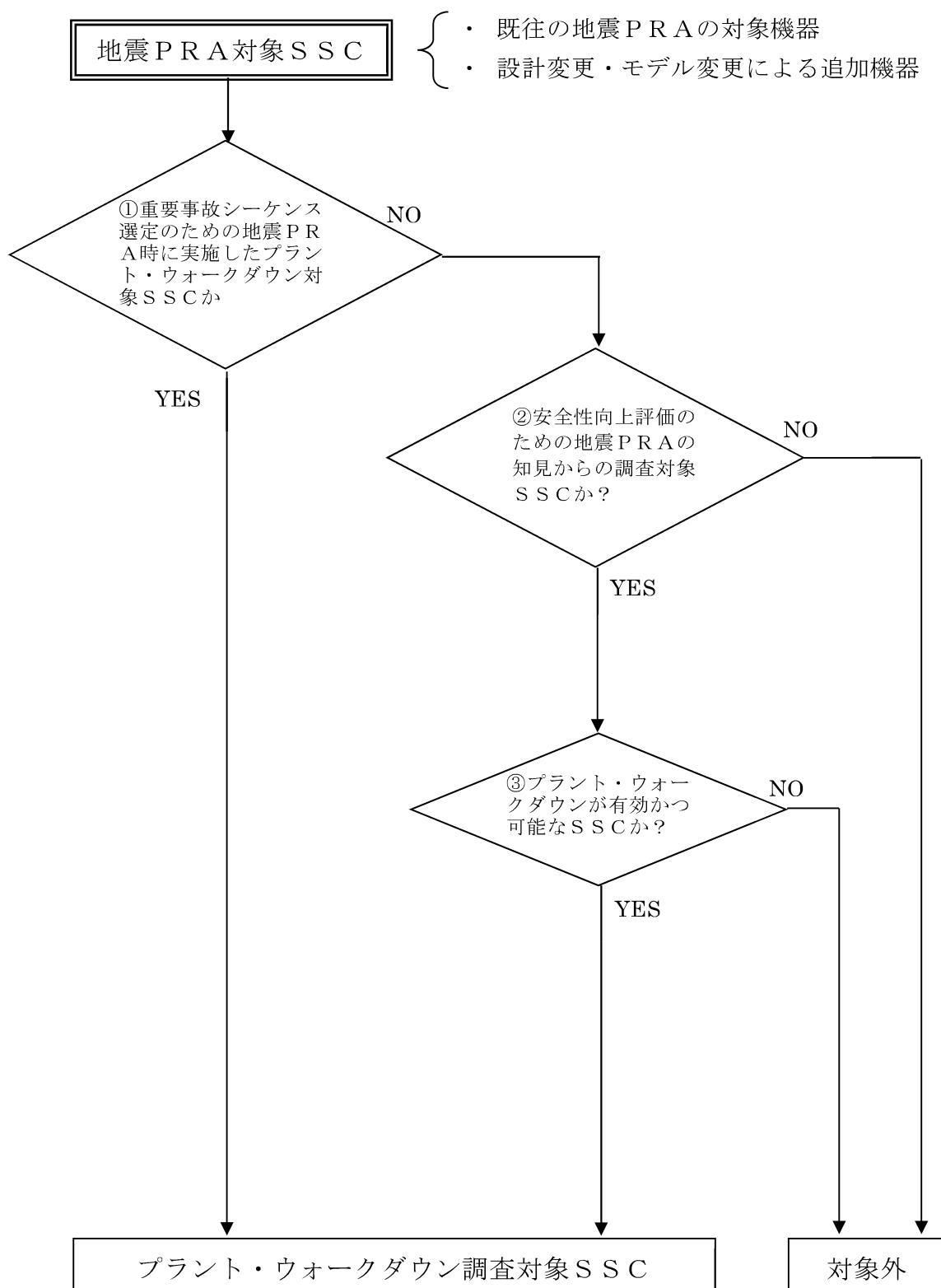
第 3.1.2.2.1.5.14 表 格納容器機能喪失頻度の感度解析結果
(特重施設及び新設 S A 対策に係る感度解析) (2 / 2)

格納容器機能喪失モード	①ベースケース		③特重施設及び新設 S A 対策無効ケース		格納容器機能喪失頻度比 (①／③)
	格納容器機能喪失頻度 (／炉年)	割合	格納容器機能喪失頻度 (／炉年)	割合	
α (原子炉容器内水蒸気爆発)	2.0E-12	<0.1%	3.2E-11	<0.1%	0.06
β (格納容器隔離失敗)	1.1E-07	42.5%	1.5E-07	13.5%	0.73
γ (水素燃焼 (原子炉容器破損前))	ε	<0.1%	1.2E-12	<0.1%	—
γ' (水素燃焼 (原子炉容器破損直後))	ε	<0.1%	1.2E-12	<0.1%	—
γ'' (水素燃焼 (原子炉容器破損後長期))	ε	<0.1%	1.2E-12	<0.1%	—
δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損)	1.2E-07	47.8%	9.3E-07	83.6%	0.13
ε (ベースマット溶融貫通)	8.8E-10	0.3%	4.9E-09	0.4%	0.18
θ (水蒸気蓄積による格納容器先行破損)	4.0E-09	1.6%	3.9E-09	0.3%	1.05
η (原子炉容器外水蒸気爆発)	5.5E-11	<0.1%	5.0E-11	<0.1%	1.11
σ (格納容器雰囲気直接加熱)	ε	<0.1%	9.3E-12	<0.1%	—
g (蒸気発生器伝熱管破損)	3.5E-09	1.4%	3.9E-09	0.4%	0.89
τ (格納容器過温破損)	2.3E-10	<0.1%	3.3E-09	0.3%	0.07
μ (格納容器直接接触)	ε	<0.1%	9.3E-12	<0.1%	—
χ (炉心損傷に先立つ地震による格納容器先行機能喪失)	1.6E-08	6.3%	1.6E-08	1.5%	1.00
合計	2.6E-07	100.0%	1.1E-06	100.0%	0.23
ϕ (放射性物質管理放出)	4.1E-08	—	0.0E+00	—	—

ε : カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.1.6.1 表 放出カテゴリごとの Cs-137 放出量評価結果

格納容器の状態		分類	放出 カテゴリ 記号	発生頻度 (／炉年)	Cs-137 放出量 (TBq)
格納 容器 機能 喪失	格納容器 バイパス	蒸気発生器 伝熱管破損 (温度誘因蒸気発生器 伝熱管破損)	F1	8.5E-10	>100
		蒸気発生器伝熱管 破損 (複数本破損)	F2	2.7E-09	>100
	格納容器 破損	エナジェティック	F3A	5.7E-11	>100
		先行破損	F3B	4.0E-09	>100
		その他	F3C	1.2E-07	>100
		地震による格納容器 先行機能喪失	F4	1.6E-08	>100
	隔離失敗	—	F5	1.1E-07	>100
健全 (設計漏えい)		—	F6	9.5E-08	2.7E+00
放射性物質管理放出		—	F7	4.1E-08	1.1E+00



第 3.1.2.2.1.1.1 図 プラント・ウォークダウン調査SSCの選定フロー

〔地震 No. 〇〕 機器番号：〇〇

□□発電所 〇号機 安全性向上評価のためのプラントウォークダウンチェックシート(例)

S S C 名 : _____

機器番号 : _____

耐震クラス : _____ 設置建屋 : _____ 設置高さ : _____

形状 : _____ 支持タイプ : _____

[チェック対象項目]

A) 耐震安全性の確認

要

否

☐

☐

B) 地震後のアクセス性及び現場操作の確認

☐

☐

C) 地震 P R A で特別に考慮するモデル化の前提条件

☐

☐

総合評価 (モデルへの反映方法、取り扱いについての記載)

実施日 : _____

実施者 : _____

地震(〇)-1

第 3.1.2.2.1.1.2 図 プラント・ウォークダウンチェックシート (1 / 3)

A) 耐震安全性の確認

対象 S S C 本体の評価

	Y	N	U	N/A
1. 対象 S S C の図面（外形図・耐震計算書等）と外見上相違点は無い	☐	☐	☐	☐
2. 対象 S S C と支持構造物との接合部に外見上の異常（腐食・亀裂等）は無い	☐	☐	☐	☐
3. 配管接合部と図面に外見上の相違点は無い	☐	☐	☐	☐
4. 配管接合部に外見上の異常（腐食・亀裂等）は無い	☐	☐	☐	☐

アンカーボルト・基礎溶接部評価

	Y	N	U	N/A
1. 図面（外形図・耐震計算書等）と外見上の相違は無い	☐	☐	☐	☐
2. 周辺のコンクリート部を含めて外見上の異常（腐食・亀裂等）は無い	☐	☐	☐	☐
3. 締め付け強度は適切に管理されている（ゆるみ止め対策がされているか等）	☐	☐	☐	☐

二次的影響について

	Y	N	U	N/A
1. 周辺の耐震クラスが低い S S C 等の倒壊・落下により被害を受けない	☐	☐	☐	☐
2. 倒壊により被害を与えうる周辺の S S C の耐震性は問題ない(対象 S S C 本体の評価に準じた評価)	☐	☐	☐	☐
3. 周辺に固縛されていない重量物は無い	☐	☐	☐	☐
4. 周辺 S S C の損傷時、周辺 S S C の保有水による影響は無い	☐	☐	☐	☐
5. 周辺に仮置の火災源は無い	☐	☐	☐	☐
6. S S C に接続されているケーブルは地震による損傷を受けない	☐	☐	☐	☐

二次的影響についての気づき事項を記載

（記号の説明） Y：YES， N：NO， U：調査不可， N/A：対象外

地震(〇)-2

第 3.1.2.2.1.1.2 図 プラント・ウォークダウンチェックシート（2／3）

B) 地震後のアクセス性及び現場操作の確認

	Y	N	U	N/A
1. 対象 S S C の識別が可能である	☐	☐	☐	☐
2. 周辺斜面及び周辺設備からの被害を受けない	☐	☐	☐	☐
3. 可動部分のある器具は存在しない	☐	☐	☐	☐
4. 周辺斜面のすべりによる土砂の流れ込みや 近傍の設備の倒壊によりアクセスルート及び S S C 搬入路が塞がれる可能性は無い	☐	☐	☐	☐
5. 現場での操作が可能である	☐	☐	☐	☐
6. 操作のための場所が確保できる	☐	☐	☐	☐
7. S S C の作動状態が確認できる	☐	☐	☐	☐

C) 地震 P R A で特別に考慮するモデル化の前提条件

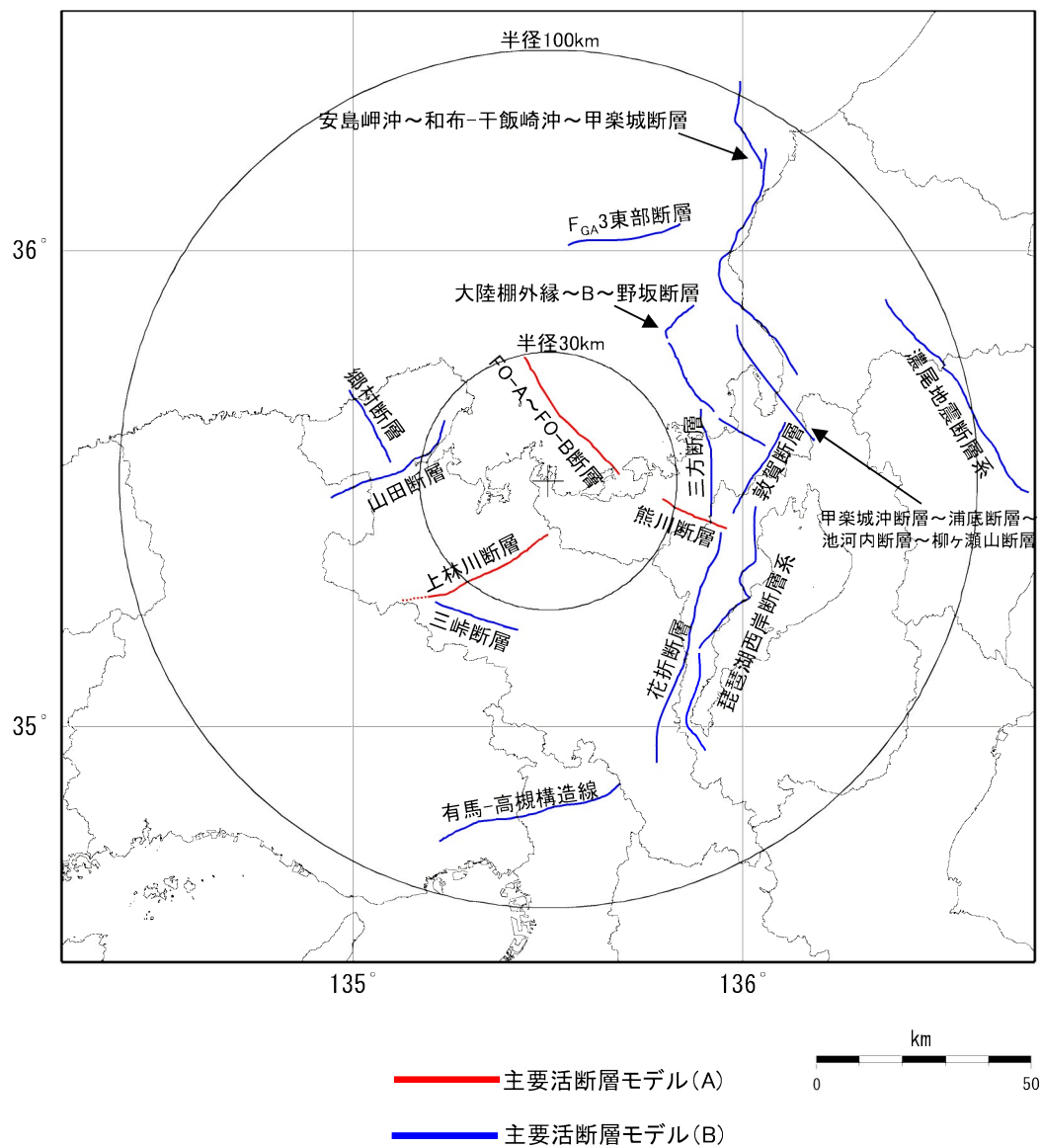
	Y	N	U	N/A
1. モデル化の前提条件が適切である	☐	☐	☐	☐

地震 P R A で特別に考慮するモデル化の前提条件
前提条件：
確認結果：

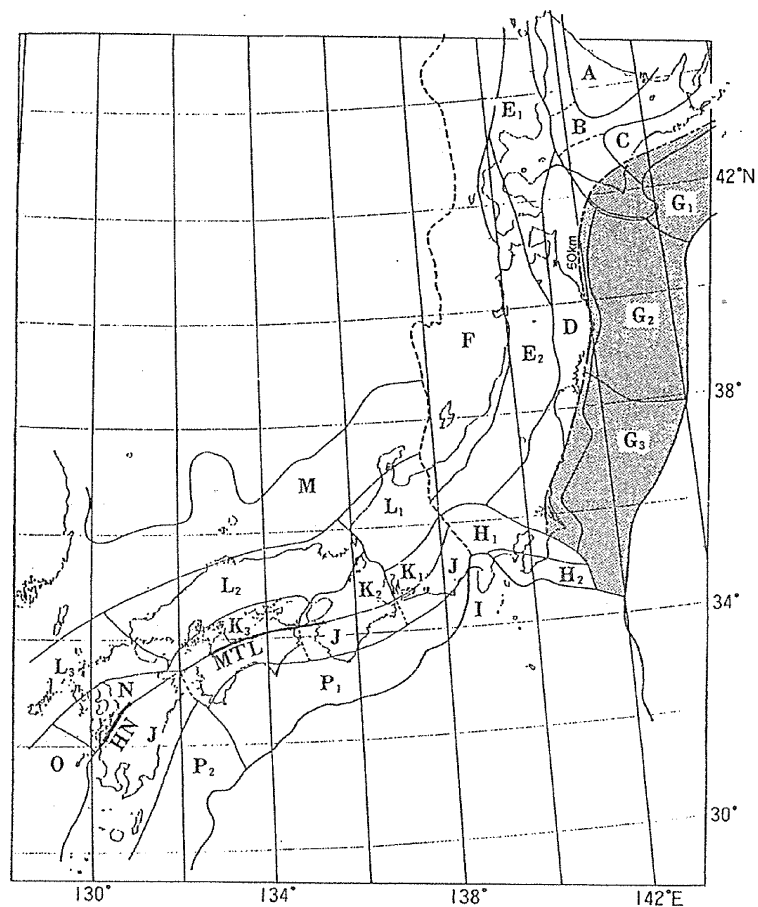
(記号の説明) Y : YES, N : NO, U : 調査不可, N/A : 対象外

地震(○)-3

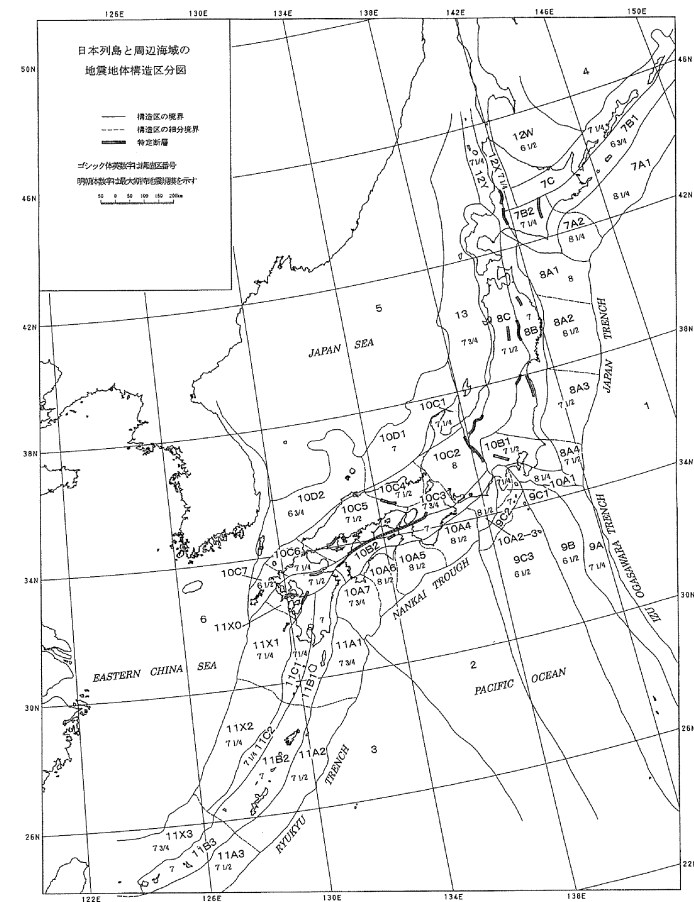
第 3.1.2.2.1.1.2 図 プラント・ウォークダウンチェックシート (3 / 3)



第 3.1.2.2.1.2.1 図 敷地周辺の主な活断層

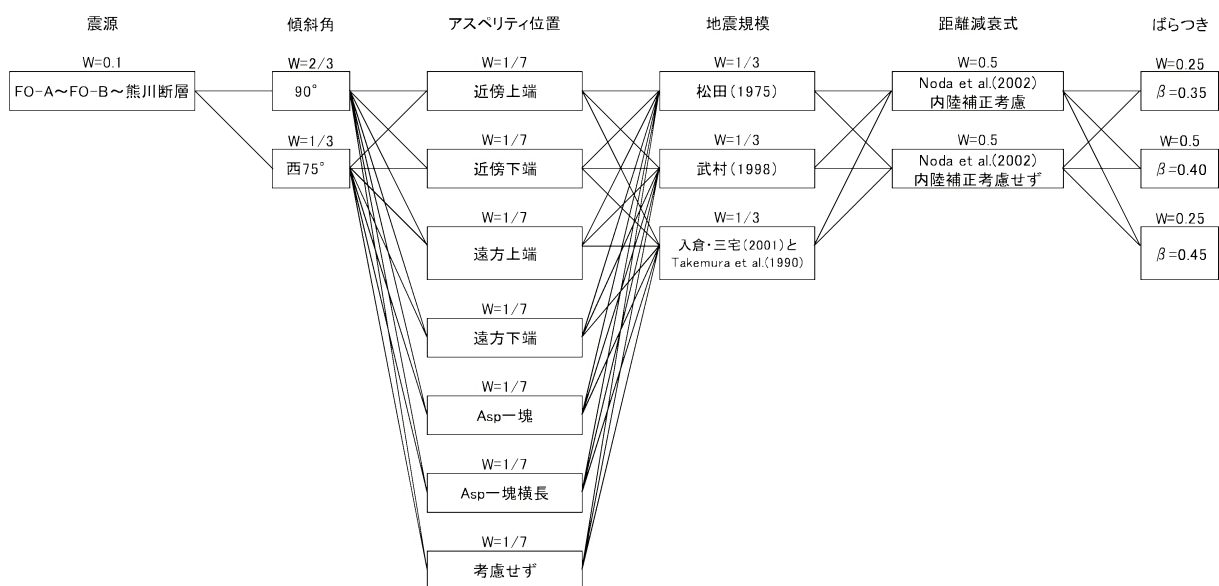
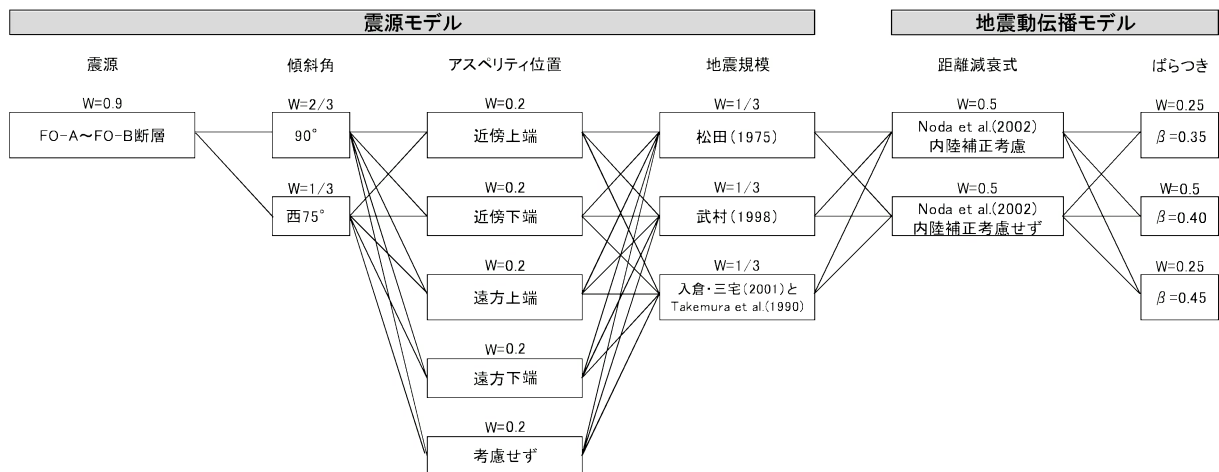


萩原(1991)による地震地体構造区分図
対象領域：K2、L1、L2、M

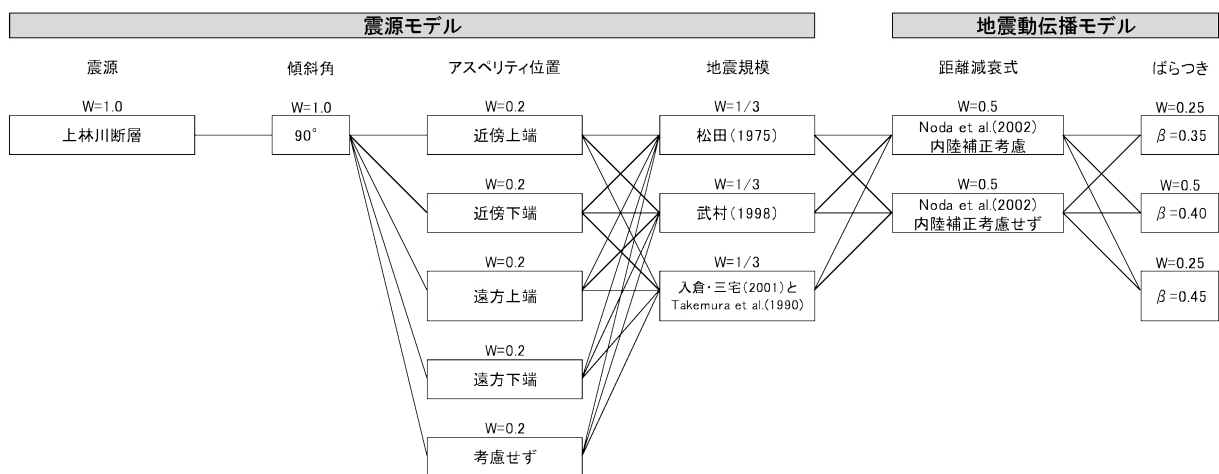


垣見ほか(2003)による地震地体構造区分図
対象領域：10C2、10C3、10C4、10C5、10D1

第 3.1.2.2.1.2.2 図 萩原(1991)及び垣見ほか(2003)による領域区分

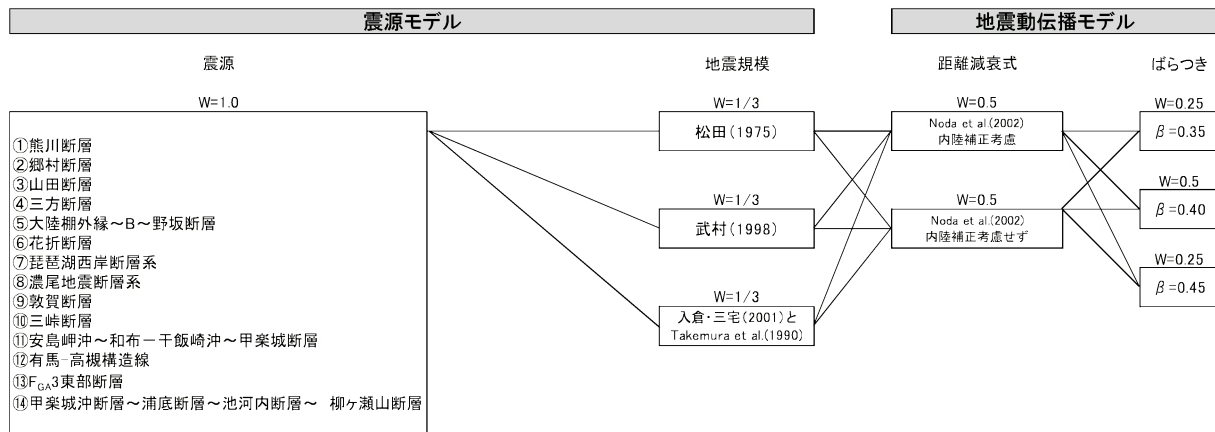


(a) FO-A~FO-B~熊川断層

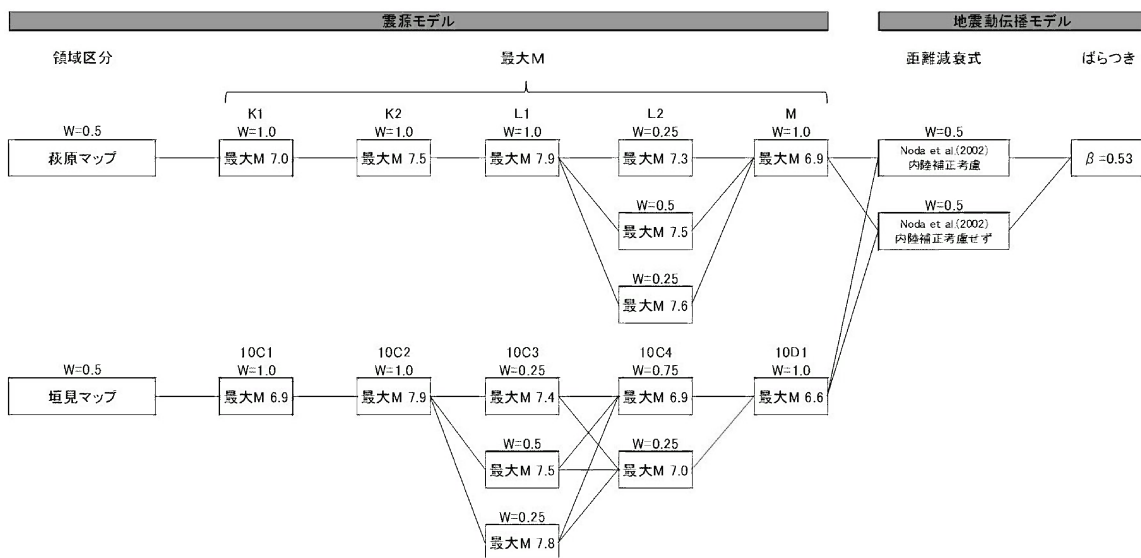


(b) 上林川断層

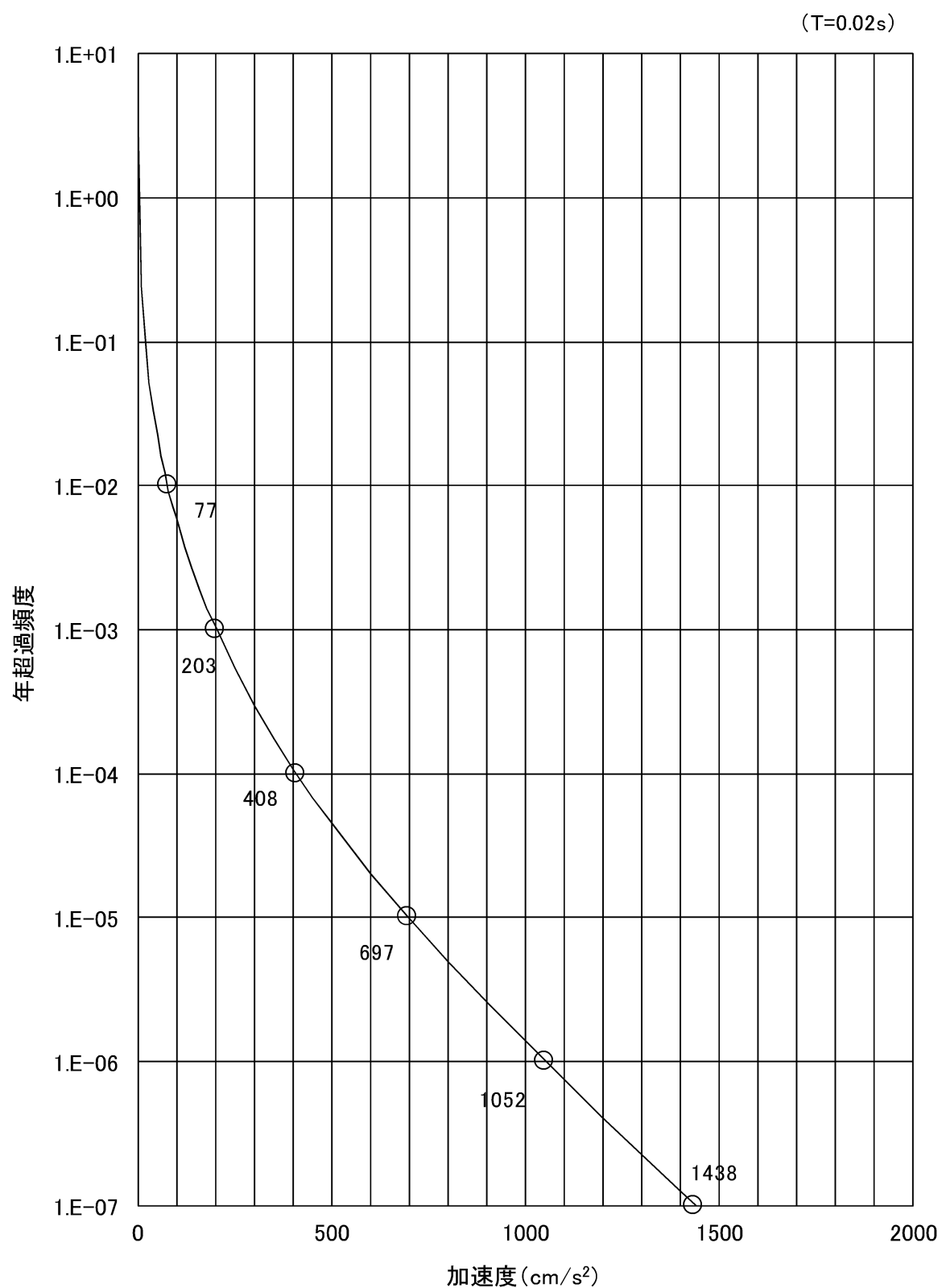
第 3.1.2.2.1.2.3 図 主要活断層モデル(A)のロジックツリー



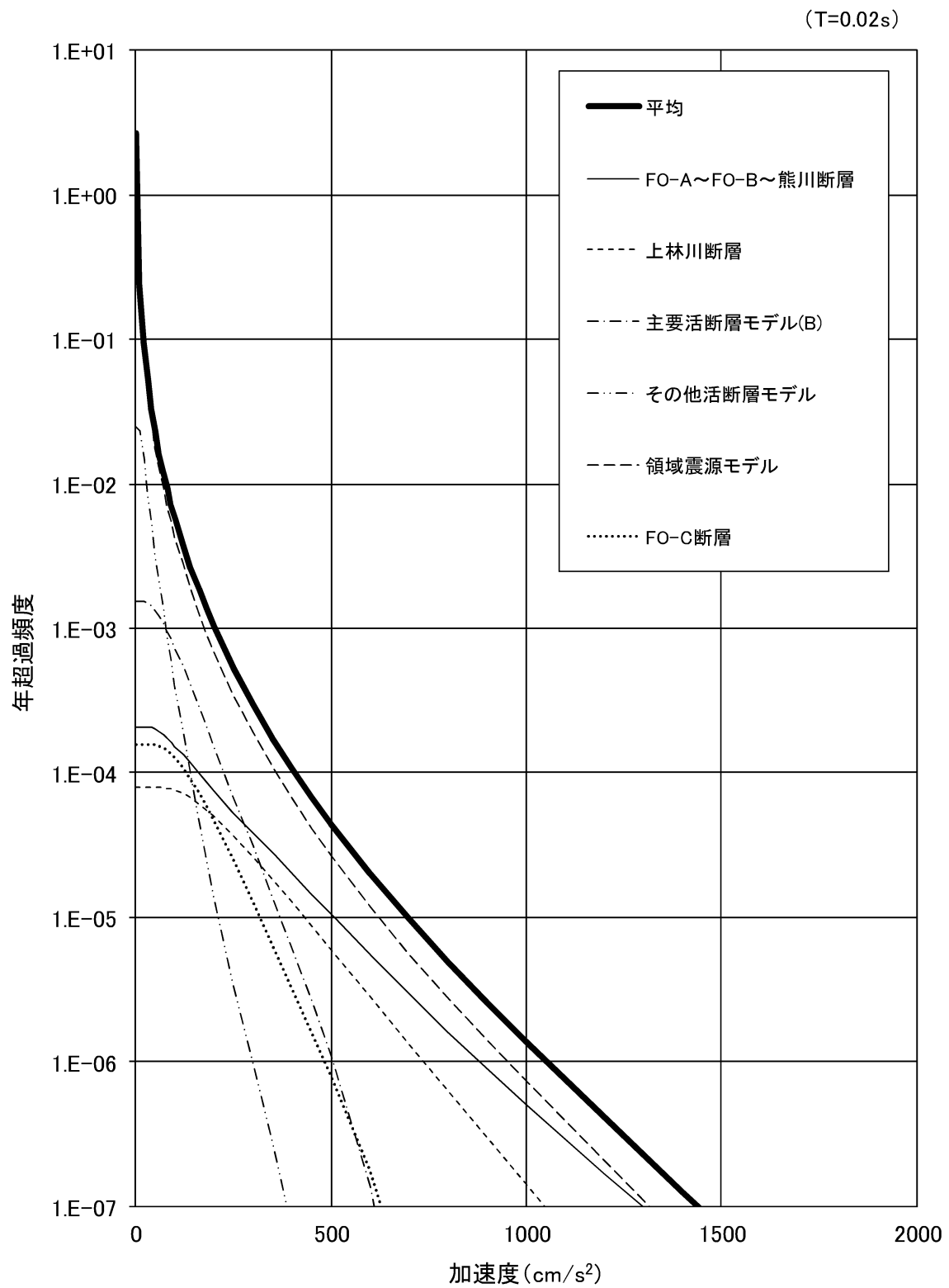
第 3.1.2.2.1.2.4 図 主要活断層モデル(B)のロジックツリー



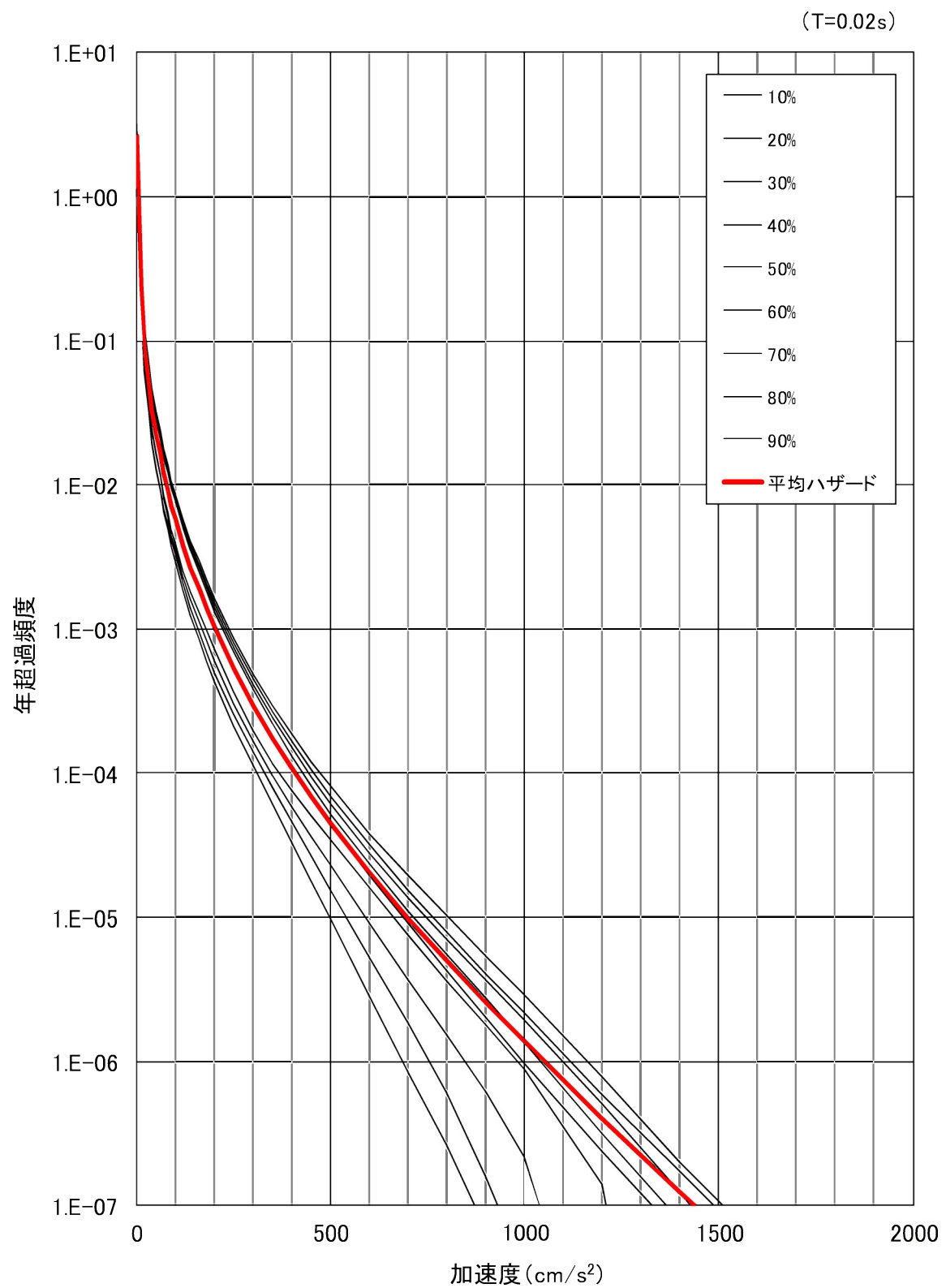
第 3.1.2.2.1.2.5 図 領域震源モデルのロジックツリー



第 3.1.2.2.1.2.6 図 平均地震ハザード曲線（周期 0.02 秒）

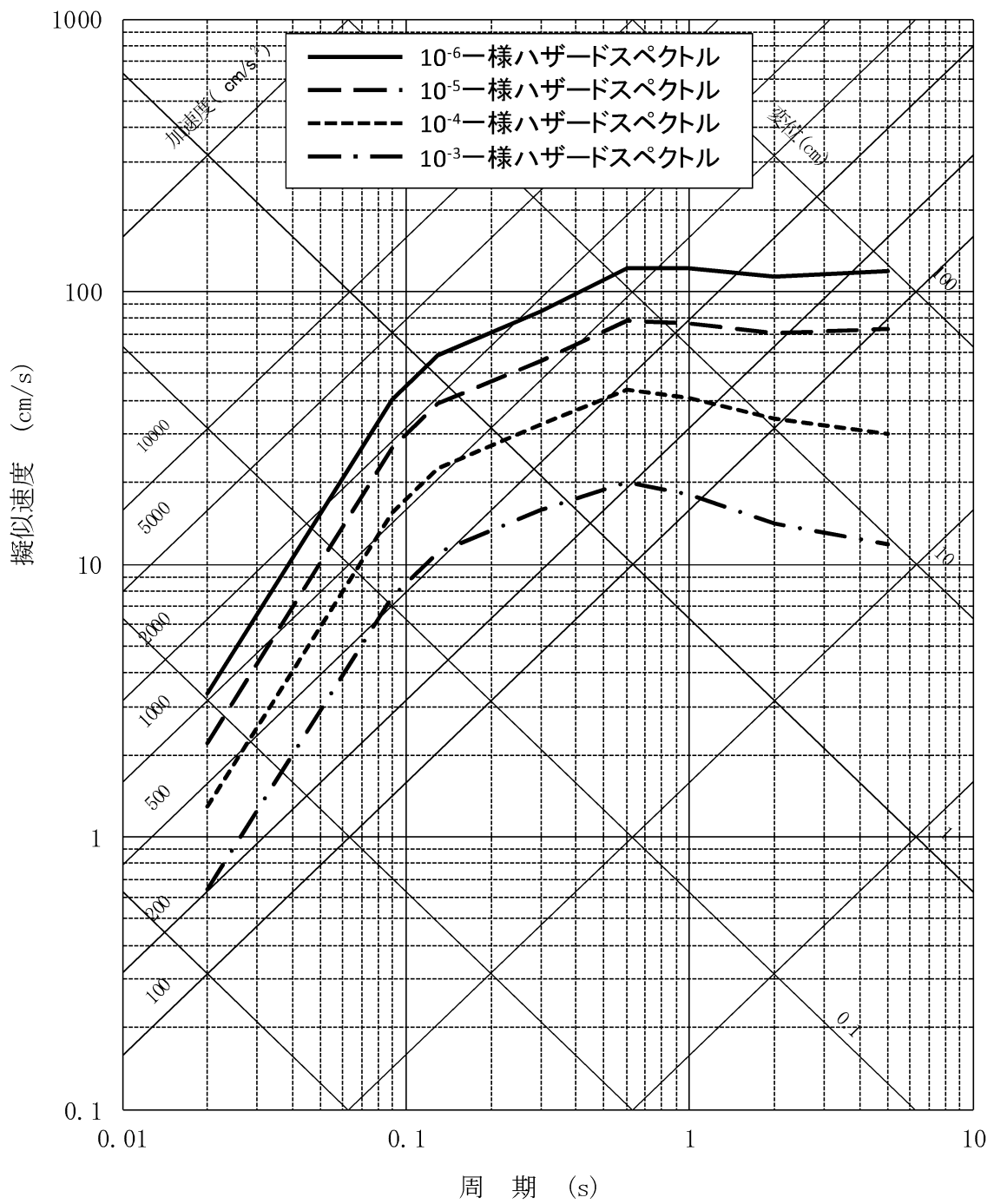


第 3.1.2.2.1.2.7 図 震源ごとのハザード曲線 (周期 0.02 秒)

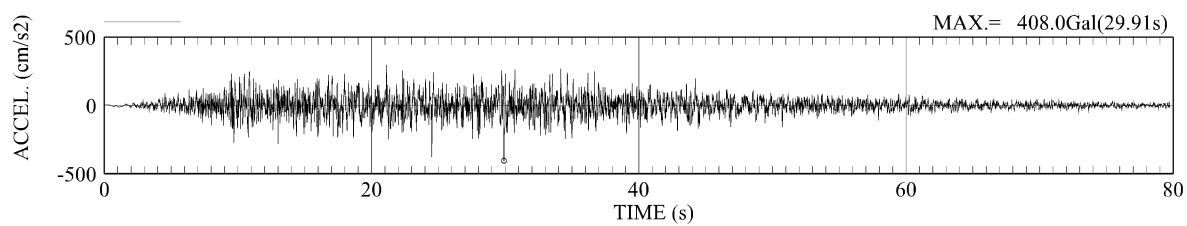


第 3.1.2.2.1.2.8 図 フラクタイル地震ハザード曲線 (周期 0.02 秒)

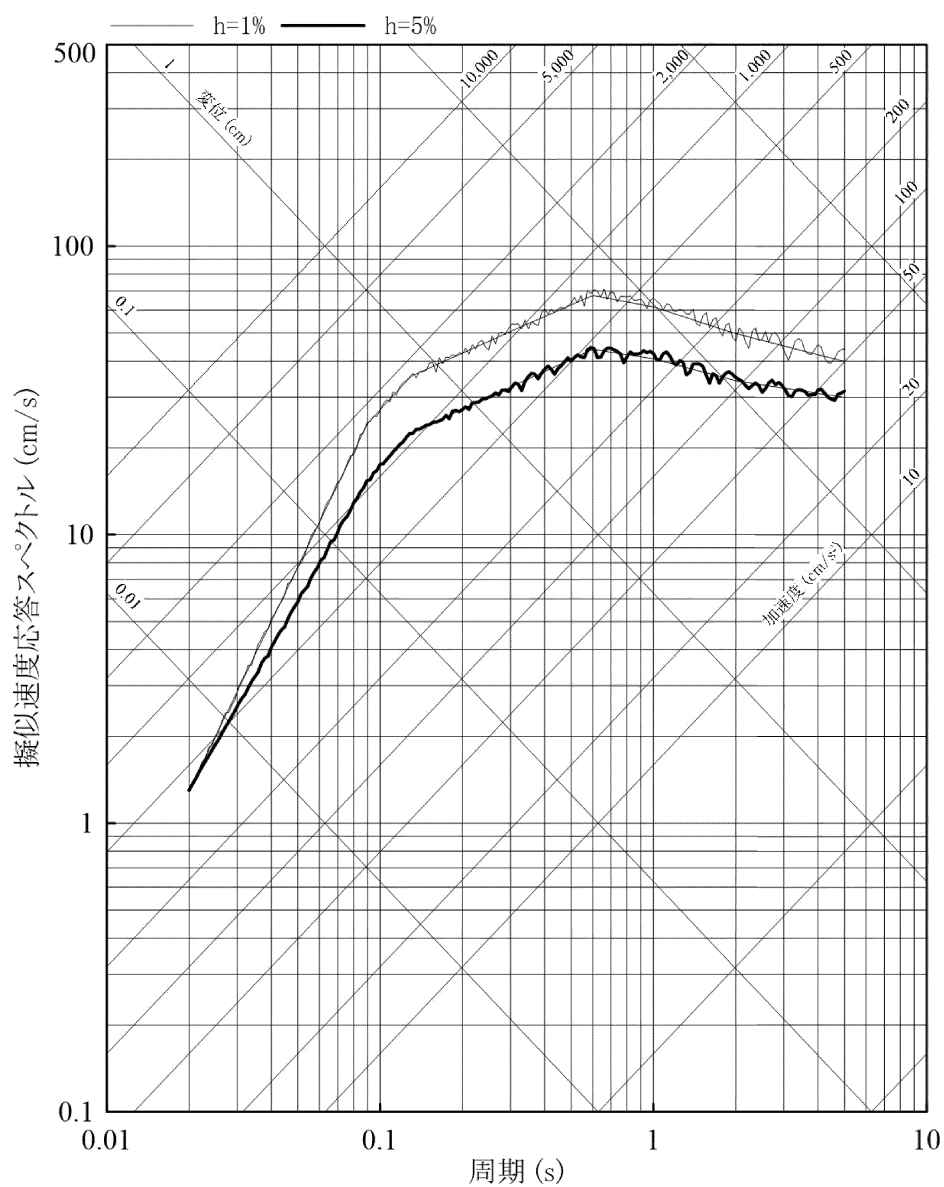
h=0.05



第 3.1.2.2.1.2.9 図 一様ハザードスペクトル

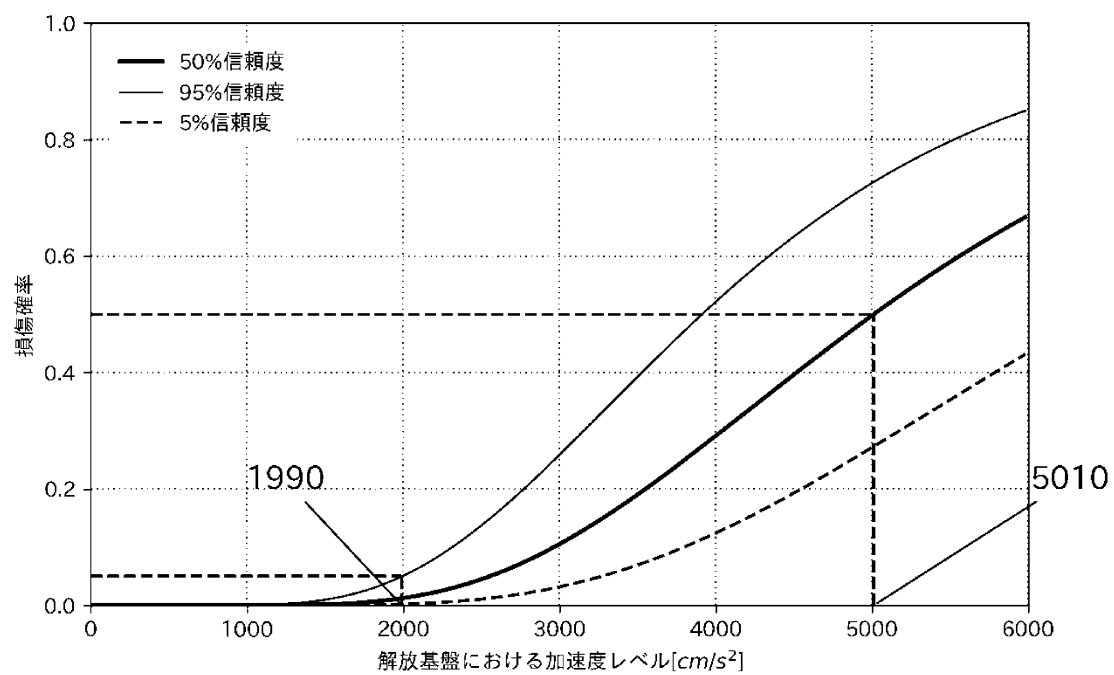


(1) 加速度時刻歴波形

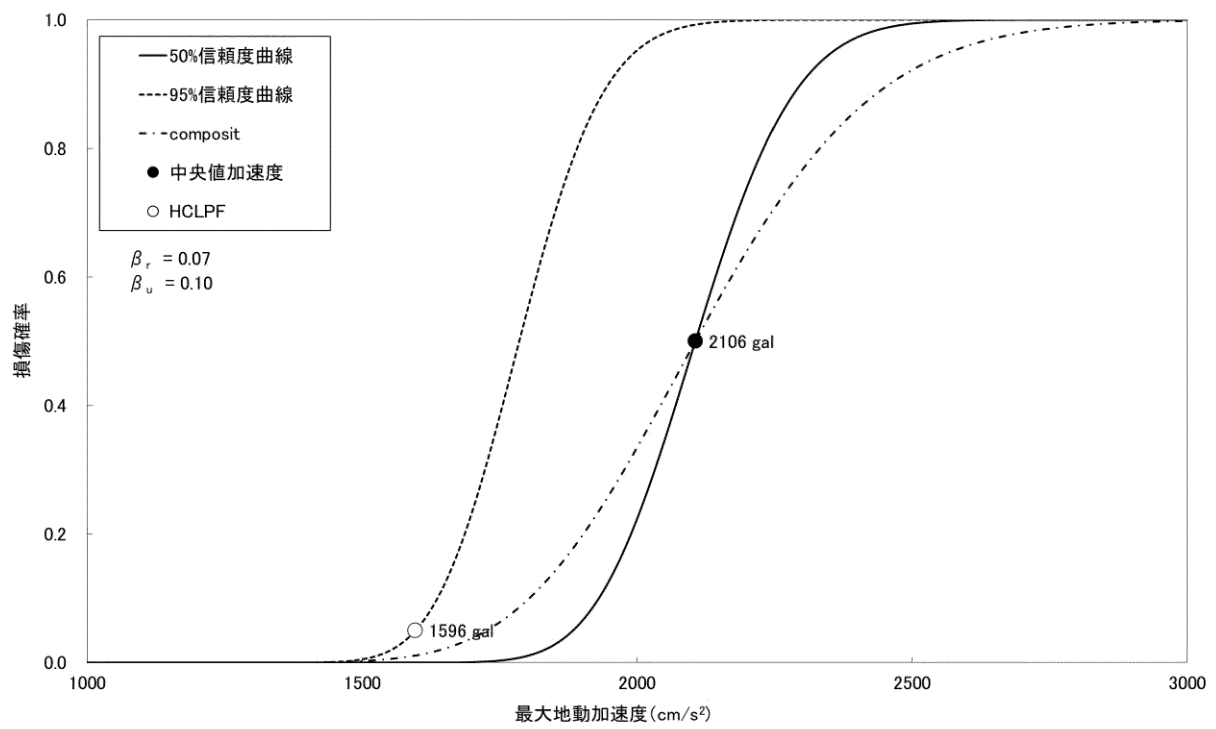


(2) 加速度応答スペクトル(h=1,5%)

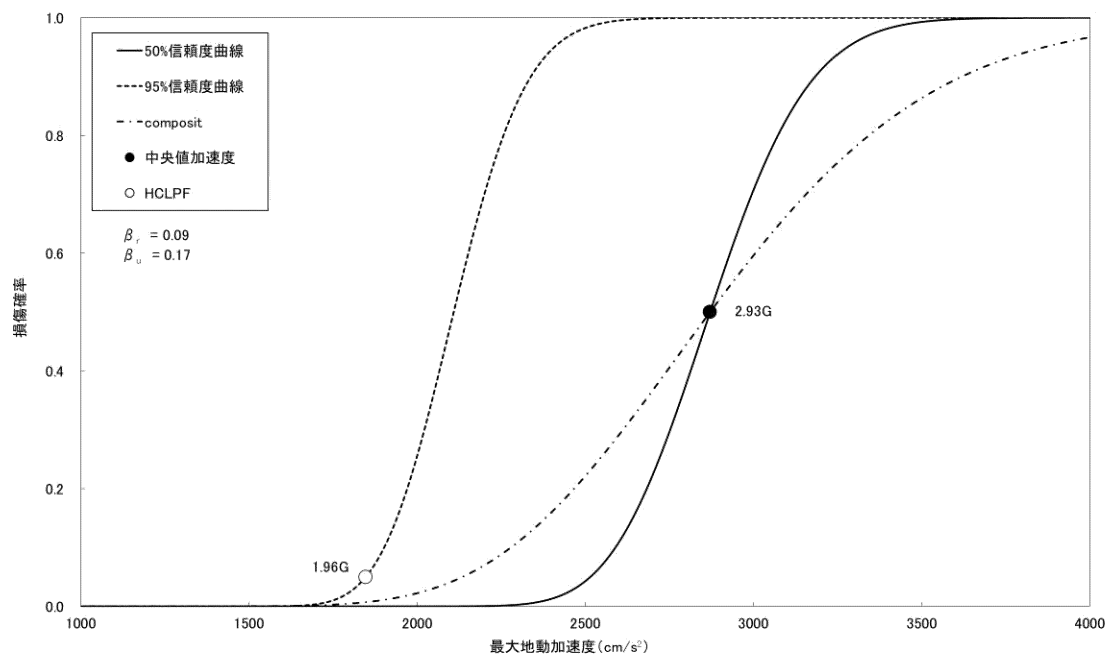
第 3.1.2.2.1.2.10 図 年超過確率 10^{-4} 一様ハザードスペクトル
適合模擬地震動



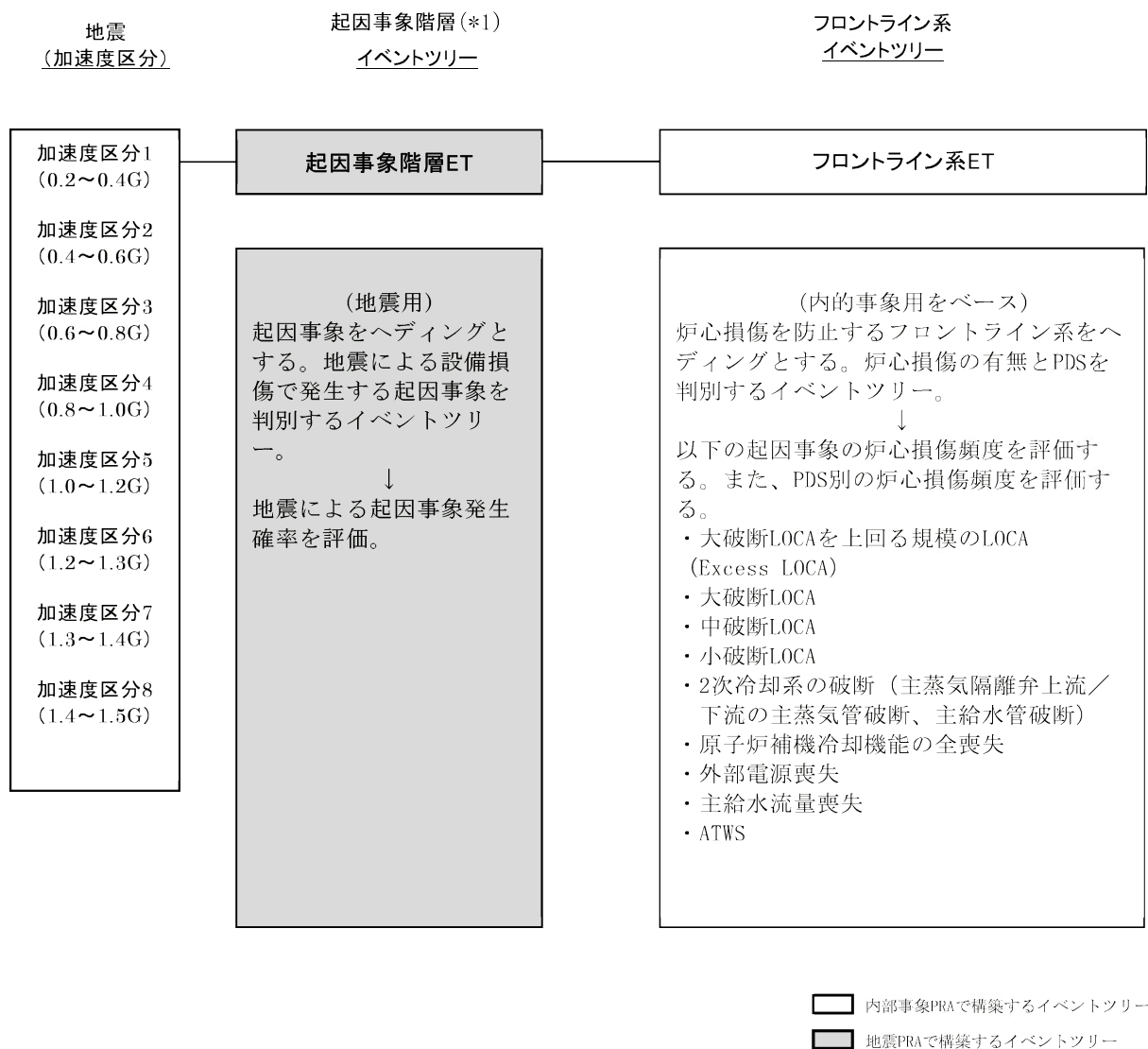
第 3.1.2.2.1.3.19 図 建屋フラジリティ曲線（原子炉補助建屋）



第 3.1.2.2.1.3.23 図 2 号機海水ポンプ室 フラジリティ曲線

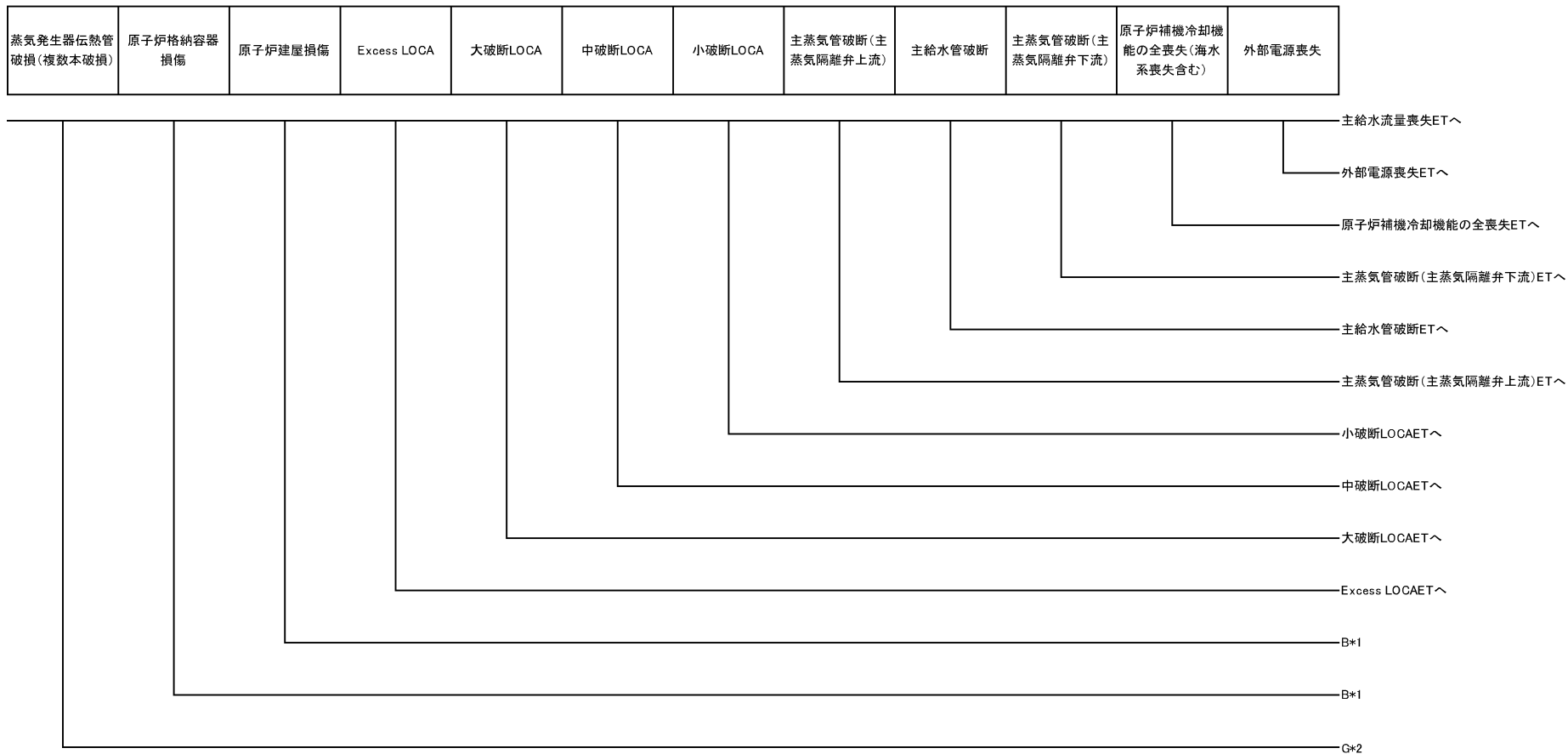


第 3.1.2.2.1.3.24 図 1 次系冷却水クーラ フラジリティ曲線



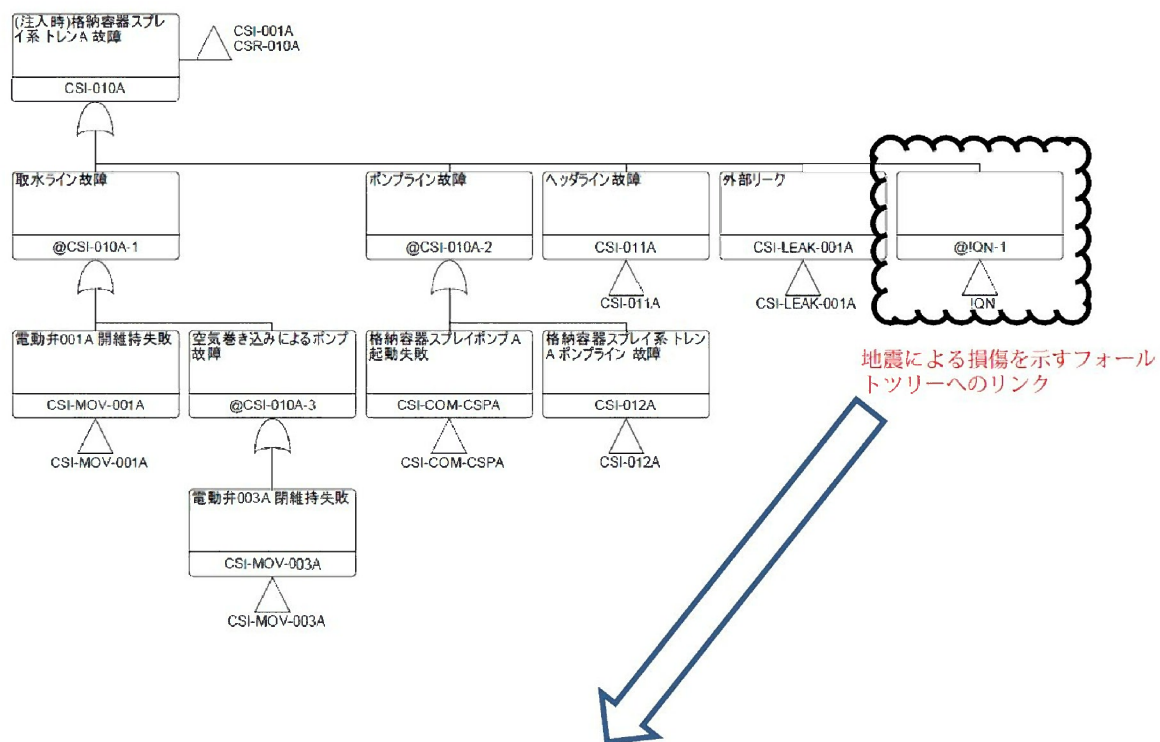
(*1) 起因事象階層イベントツリーでモデル化される起因事象に対して、外部電源喪失又は外部電源健全のシナリオを考慮している。

第 3.1.2.2.1.4.1 図 地震システム解析モデル

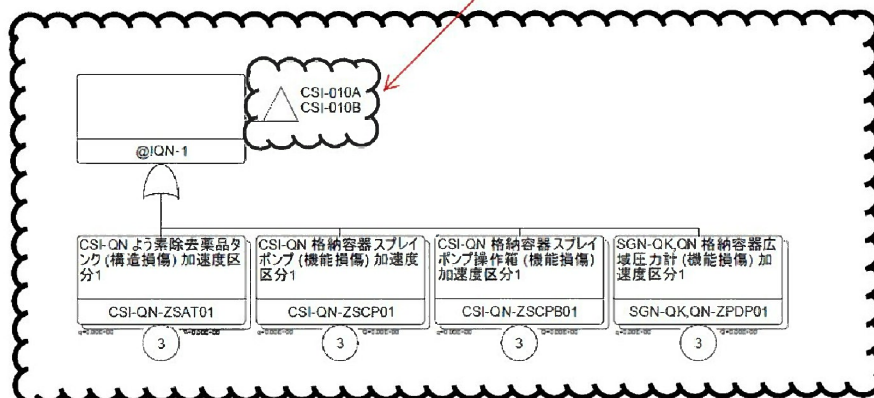


- *1 B:地震動による原子炉建屋損傷及び格納容器損傷
- *2 G:地震動による蒸気発生器伝熱管破損(複数本破損)

第 3.1.2.2.1.4.2 図 起因事象階層イベントツリー



地震による損傷では、A系統もB系統も同時に損傷すること（完全相関）を想定しているため、A系統およびB系統の両方のフォールトツリーにリンクしている。

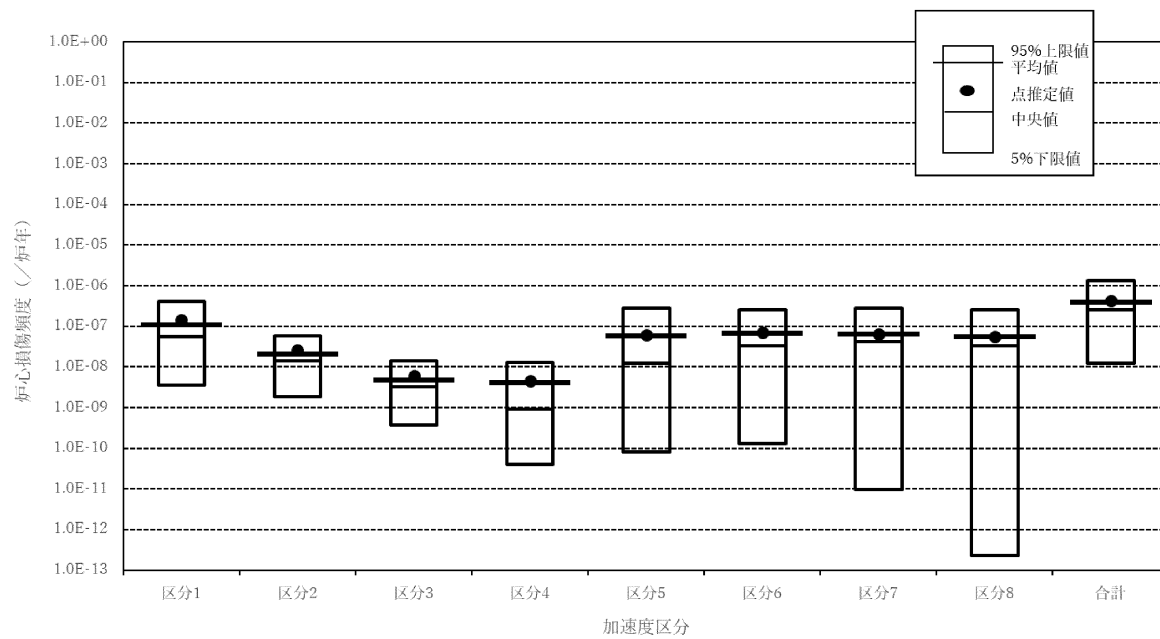


地震による損傷を示すフォールトツリー

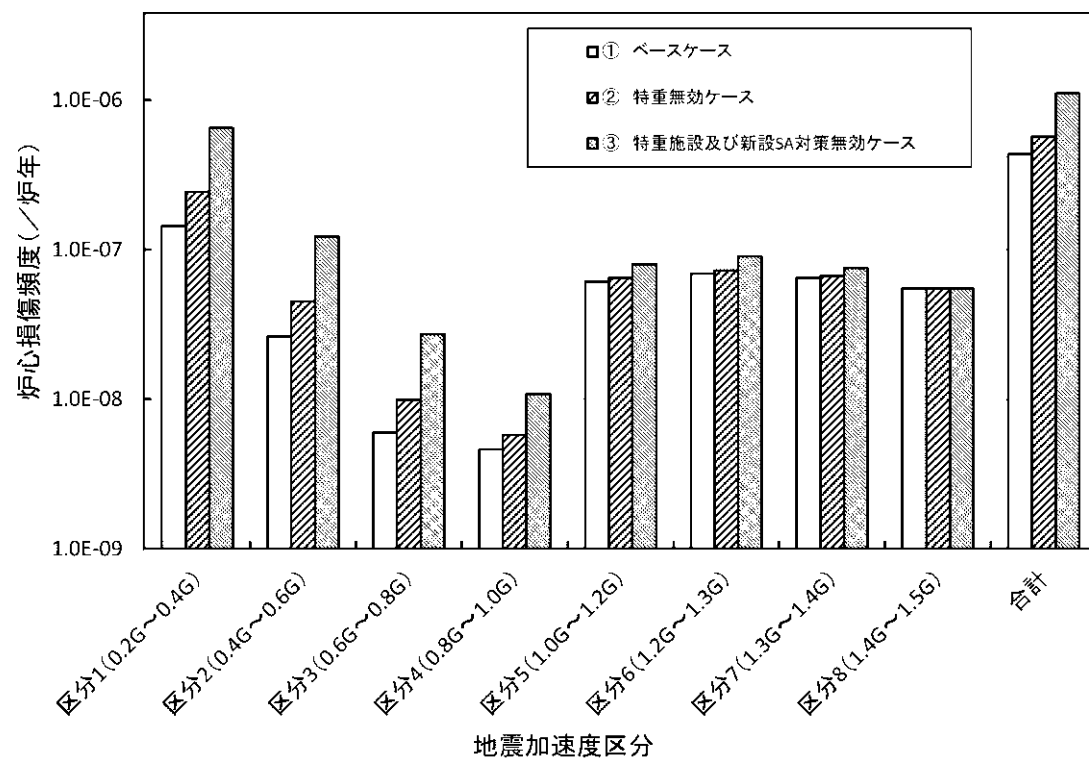


：地震PRAで新たに追加した部分

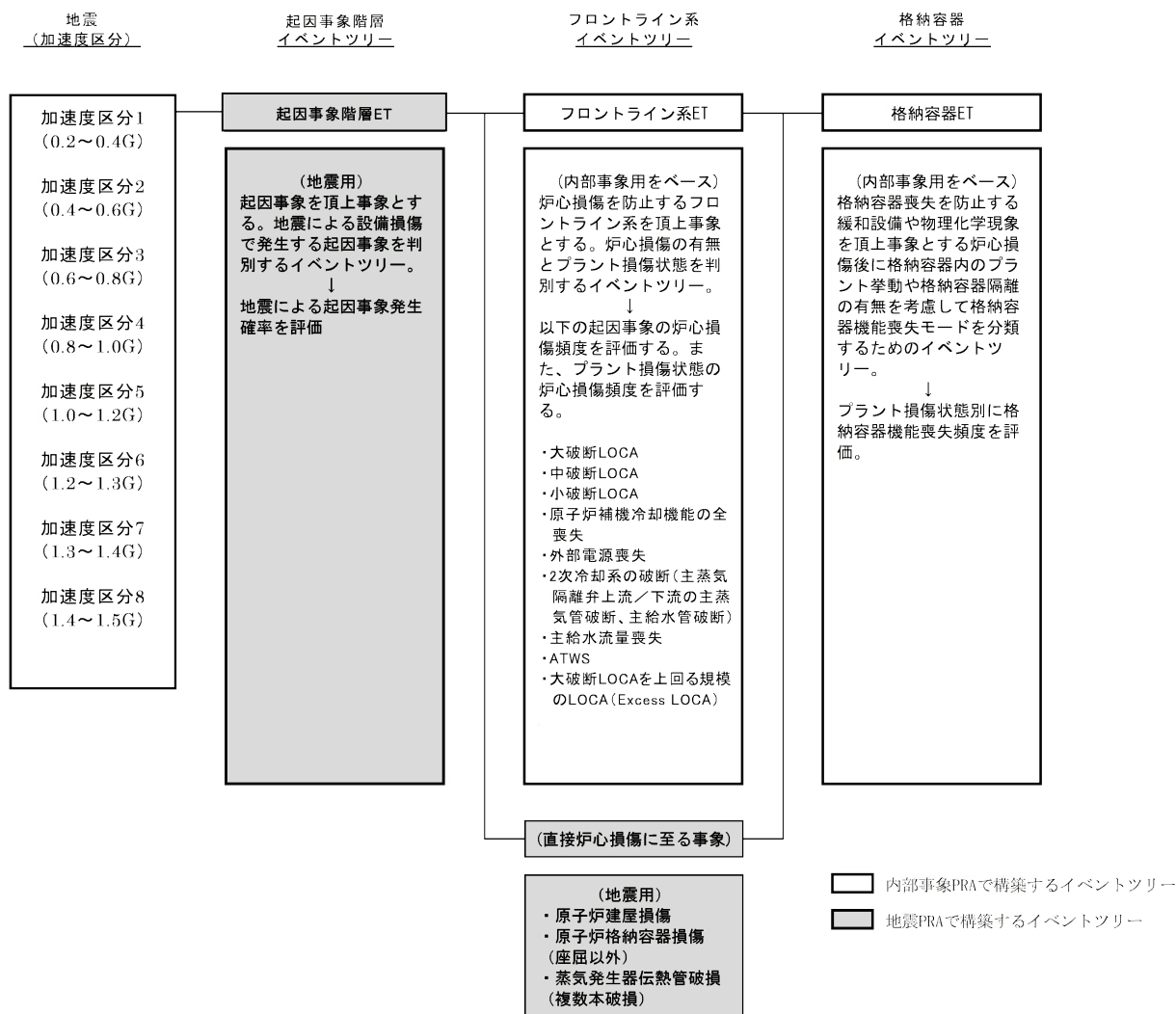
第 3.1.2.2.1.4.15 図 地震 P R A フォールトツリーの構築例



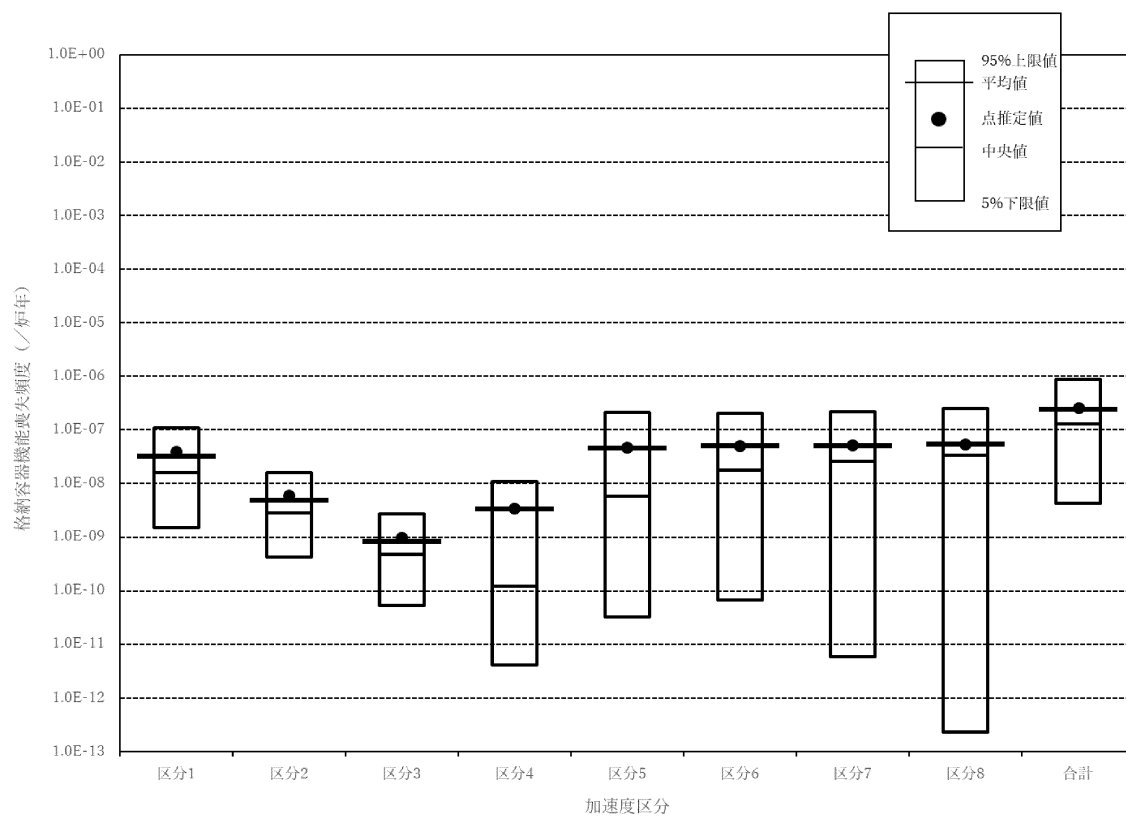
第 3.1.2.2.1.4.16 図 炉心損傷頻度の不確実さ解析結果



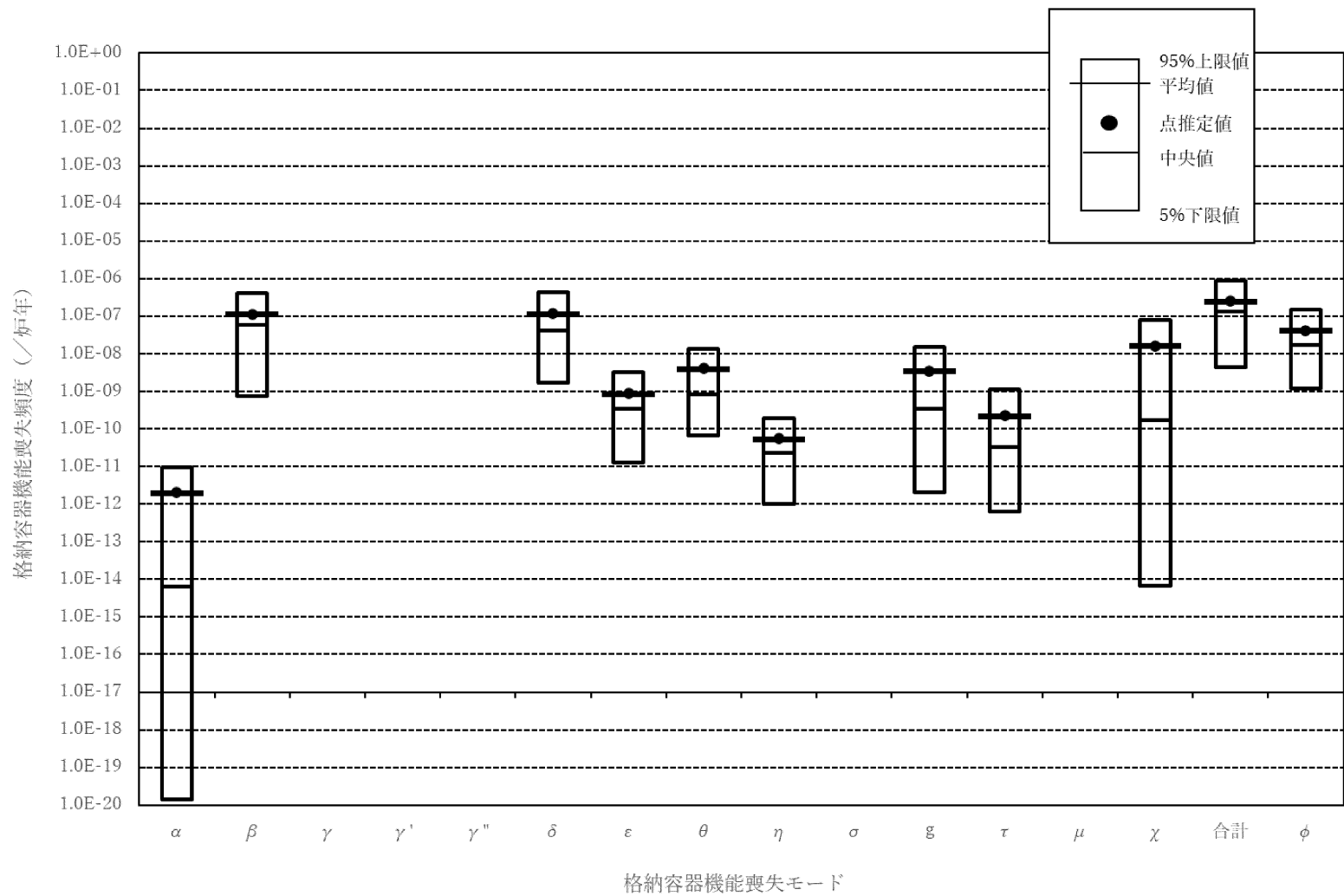
第 3.1.2.2.1.4.17 図 炉心損傷頻度の感度解析結果



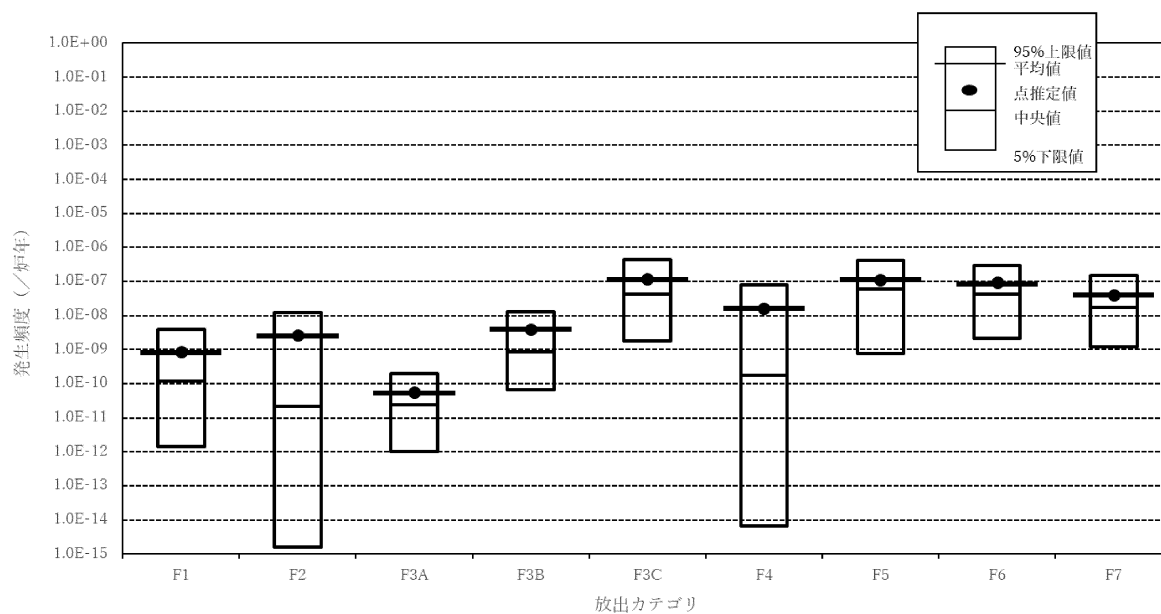
第 3.1.2.2.1.5.1 図 地震出力時レベル 2 P R A システム解析モデル



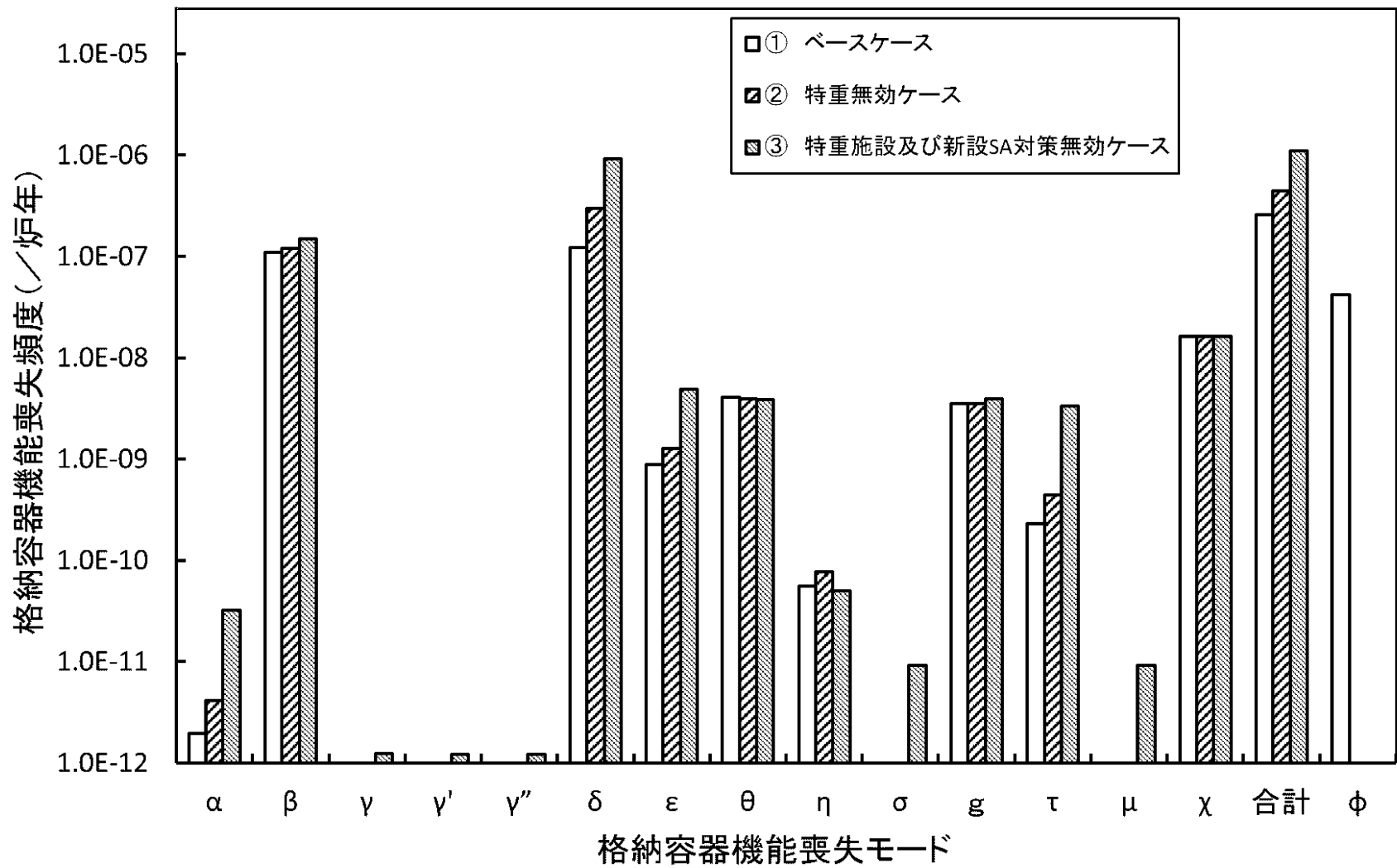
第 3.1.2.2.1.5.3 図 格納容器機能喪失頻度の不確実さ解析結果
(加速度区分別)



第 3.1.2.2.1.5.4 図 格納容器機能喪失頻度の不確実さ解析結果
(格納容器機能喪失モード別)



第 3.1.2.2.1.5.5 図 格納容器機能喪失頻度の不確実さ解析結果
(放出カテゴリ別)



第 3.1.2.2.1.5.6 図 格納容器機能喪失頻度の感度解析結果

3.1.2.2.2 津波出力運転時 P R A（レベル 1， 2）

津波出力運転時 P R A（以下「津波 P R A」という。）は、一般社団法人 日本原子力学会が発行した「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2016」（以下「津波 P R A 学会標準」という。）及び「原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的リスク評価に関する実施基準（レベル 2 P R A 編）：2021」を参考に評価を実施した。

3.1.2.2.2.1 評価に必要な情報の収集及び分析

内部事象出力運転時 P R A の「3.1.2.1.1(1) 発電用原子炉の情報の収集」における収集及び分析に加え、以下を実施した。

(1) サイト・プラント情報の収集・分析

a. 耐津波設計関連情報及び津波被害情報等の収集及び分析

津波 P R A では、津波ハザード評価に必要な波源に関する情報、脆弱性評価に必要な建屋・構築物、システム及び機器（以下「S S C」という。）の配置及び建屋開口部等の情報を調査・収集した。また、津波 P R A のシステムモデル上の仮定が妥当であることを確認するため災害情報を収集し活用している。具体例を以下に示す。

- ・東北地方太平洋沖地震等では、広範囲の地域で津波による被災が確認されていることから、津波 P R A では災害後の外部支援の困難さを考慮して、評価期間を 7 日間としている。

津波 P R A 実施のために収集した情報及び主な情報源を第

3.1.2.2.2.1.1 表に示す。

b. プラント・ウォークダウン

(a) 実施目的

津波 P R A では、S S C の設置位置や建屋開口部シール等の情報を基に津波シナリオを想定しており、図面上の情報から想定したシナリオの妥当性確認や、図面では確認が

困難な情報の取得を目的として、プラント・ウォークダウンを実施した。

(b) 実施計画

津波 P R A において調査対象とする S S C 及び建屋開口部シールを第 3.1.2.2.2.1.1 図のフローに従い選定し、第 3.1.2.2.2.1.2 図に示すチェックシートを用い、主に以下について確認を行った。

- ・ 津波防護設備の確認
- ・ S S C に影響を与える波力、漂流物衝突、洗掘の確認
- ・ 建屋開口部シールの確認
- ・ 津波後のアクセス性及び現場操作の確認
- ・ 津波 P R A で特別に考慮するモデル化の前提条件の確認

(c) 結果

プラント・ウォークダウンの結果、津波 P R A の実施に必要な基本的な情報について、構築した P R A モデル及び検討したシナリオに影響を与える要因のないことを確認した。

(2) 事故シナリオの同定

事故シナリオの同定では、津波が発生した際のサイトへの影響を概括的に分析し、スクリーニングアウトする事故シナリオを抽出すると共に、残った事故シナリオを対象に、津波襲来時に起因事象が誘発される可能性のある設備及びその際に期待する緩和設備を抽出する。また、それらの内容を津波高さ別に整理する。

a. 本評価における仮定

本評価における事故シナリオの同定は、主に以下の仮定に基づき実施している。

- ・ 地震（余震含む）が S S C に及ぼす影響は考慮せず、津波の影響のみ評価する。

- ・津波の繰り返しの襲来による影響を考慮しない。
- ・遡上の効果については、フラジリティ評価において遡上に関する不確実さとして考慮する。
- ・機器の設置高さを、当該機器が機能損傷・構造損傷するかどうかの評価の起点とする。なお、海水ポンプ及び循環水ポンプについては、モータ下端高さを評価の起点とする。
- ・建屋外部の開口部から津波が流入した場合は、同一建屋の同一階層以下全体が同時に浸水すると仮定する。
- ・原子炉格納容器は密閉構造であることから、原子炉格納容器内には津波が流入しないと仮定する。

b. 事故シナリオの概括的な分析・設定

事故シナリオの概括的な分析・設定では、津波 P R A で評価対象とすべき津波による設備の損傷・機能喪失要因の検討を行い、要因別に想定される事故シナリオを整理する。さらに、津波 P R A で評価対象となる事故シナリオを整理するにあたり、対象とする起因事象及び S S C を選定してその配置情報を特定する。その結果を踏まえ、機能喪失する機器をグループ化し、津波高さの範囲を区切って津波シナリオ区分を設定する。津波シナリオ区分の設定には、本プラントの機器の配置調査結果及びフラジリティ評価結果を活用する。

津波 P R A で考慮すべき損傷・機能喪失要因の概要及び各要因に対するフラジリティ評価の実施要否について、以下に検討結果を示す。

(a) 被水・没水

津波による被水・没水の影響として、電動機、電動機の回転機、電気計装等の故障により動的機能が喪失（作動失敗、継続運転失敗）することが考えられる。したがって、フラジリティ評価対象となる S S C は、動的（電氣的）な部品を含む設備・機器である。

(b) 波力

波力の影響として、設備・機器が津波による波圧を受けることで構造的に損傷することが考えられる。したがって、屋外に設置されたほとんどのSSCが脆弱性評価対象となる。ただし、被水・没水による機能損傷が先行する場合は除外するなど、個々のSSCに対して脆弱性評価の実施要否を検討する。

なお、原子力プラントにおける安全設備・機器（PRAで対象とする設備・機器）を有している建屋や構築物は、その耐震性等を考慮すると波力により損壊することは考え難く、波力の影響はないと考えられるため、脆弱性評価対象外とする。

また、安全設備・機器を有している建物内に設置されているSSCや、津波対策により波力を直接受けることがないように構築物が設けられた屋外SSCについては、波力を直接受けることは考え難く、波力の影響はないと考えられるため、脆弱性評価対象外とする。

(c) 流体力

流体力（摩擦力、抗力）は、SSCが津波の流れから受ける外力であり、SSCへの影響は波力と同様に構造的な損壊又は機能喪失となるような損傷である。したがって、脆弱性評価対象となるのは波力と同様のSSCとなる。ただし、その影響が波力に対して軽微である場合には、波力に含まれるものとして取り扱う。

(d) 浮力

浮力は、流体中におかれた物体に働く力であり、SSCが水没することで発生し、SSCへの影響は波力と同様に構造的な損壊又は機能喪失となるような損傷である。したがって、屋外に設置されているSSCや建物・構築物が、脆弱性評価対象となる。また、屋内に設置されてい

るSSCに対しても、屋内に津波が浸水した場合には、SSCが水没することで屋外のSSCと同様の影響があるので、これらについてもフラジリティ評価対象となる。ただし、被水・没水による機能損傷が先行する場合や、浮力の影響が基礎部の耐力（基礎ボルトの引張強さ等）に対して軽微である場合には、フラジリティ評価対象外とする。

(e) 引き津波による水位低下

引き津波により海水の潮位が低下した場合、海水を水源とするポンプの取水障害が発生して、キャビテーションによりポンプが機能喪失することが考えられる。したがって、海水取水のポンプ（海水ポンプ及び循環水ポンプ）がフラジリティ評価対象である。引き津波により、各ポンプの許容最低水位よりも水位が低下した時点でポンプが機能損傷することを想定する。

(f) 漂流物衝突

漂流物による衝撃力では、津波によって運ばれた物体が衝突することで、対象SSCが損壊することを考慮する。したがって、屋外に設置されたほとんどのSSCがフラジリティ評価対象となる。ただし、被水・没水による機能損傷が先行するケースや、漂流物が到達する可能性等も考慮して、個々のSSCに対するフラジリティ評価対象を検討する。

(g) 海底砂移動

海底砂移動では、津波により海底にある砂が巻き上げられ移動することを想定しており、海水取水ポンプ取水口の閉塞、海水取水ポンプ軸受への砂混入による機能損傷、海水系統への砂混入による流路の閉塞が考えられる。したがって、海水取水ポンプ（海水ポンプ及び循環水ポンプ）が対象となる。

(h) 洗掘

洗掘では、構造物基部での水流で地面が掘り返されることにより、構造物が支持を失い倒壊することが想定される。したがって、屋外に設置されている機器・構造物が対象となり、防潮堤等の構造物や取水口では、洗掘によるコンクリート構築物の破壊・転倒により損傷する事故シナリオが考えられる。ただし、被水・没水による機能損傷が先行するケースや、基礎の状況による洗掘発生の有無等も考慮して、個々のＳＳＣに対するフラジリティ評価対象を検討する。

上記の検討結果を踏まえ、津波ＰＲＡでフラジリティ評価の検討対象とすべき津波による損傷・機能喪失要因と、対象となるＳＳＣを整理した結果を第 3.1.2.2.1.2 表に示す。

c. 起回事象の分析

b.項で分析した結果を活用し、津波を起因として炉心損傷に至る可能性のある起回事象を分析する。分析にあたっては、内部事象出力運転時ＰＲＡにおける起回事象の分析選定結果及び津波特有の事故シナリオの特性を考慮し、津波ＰＲＡの評価対象となる起回事象を分類・設定する。その際には、以下の３つの観点で実施する。

- ① 国内のＰＷＲプラント共通の観点でのスクリーニング
- ② 本プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果の観点でのスクリーニング
- ③ 事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

起回事象を選定する際は、内部事象出力運転時ＰＲＡにおいて除外した起回事象も含めた上で、評価対象とするか検討を行った。

まず、起回事象全 67 事象に対して、①の観点でスクリーニングを実施した。検討内容及び選定結果を第 3.1.2.2.1.3 表に示す。①のスクリーニングに続いて、押

し津波と引き津波それぞれについて、②及び③の観点でスクリーニングを実施した。検討内容及び選定結果を第 3.1.2.2.2.1.4 表及び第 3.1.2.2.2.1.5 表に示す。本スクリーニングの結果、押し津波における起因事象として選定したのは以下の事象である。

- ・主給水流量喪失
- ・外部電源喪失
- ・原子炉補機冷却海水系の全喪失
- ・複数の信号系損傷（津波特有の事象）

また、引き津波における起因事象として選定したのは以下の事象である。

- ・過渡事象
- ・原子炉補機冷却海水系の全喪失

津波発生時には、押し津波及び引き津波それぞれにより上記の事象発生が想定されるが、押し津波と引き津波の関係性については完全に独立の事象ではないと考えられる。

しかしながら、津波ハザードデータについては、その相関性の知見が乏しく、技術的に相関性を考慮したデータの算出技術が未成熟である。また、押し津波では建屋内も含めてプラント全体への影響があるが、引き津波では海水を取水とする海水ポンプ及び循環水ポンプへの影響のみに留まり限定的である。

また、引き津波の場合、サイト内の他の設備・機器が津波により損傷しておらず、引き津波の発生に気づき、ポンプを停止することができれば、水位回復した後に、ポンプを再起動することも可能である。

以上のことを踏まえ、本評価では押し津波を評価対象としてその影響を評価することとする。

なお、引き津波の影響について評価した結果を「3.1.2.2.2.4(7)g. 感度解析等」及び「3.1.2.2.2.5(8)b. 感

度解析等」に示す。

d. 津波シナリオ区分の設定

津波シナリオを作成するにあたり、津波P R A特有の設備や津波により損傷する設備（起因事象を誘発する設備、緩和設備）の配置情報及び後述するフラジリティ評価の結果等を基に津波高さの範囲を整理し、津波シナリオ区分を設定する。

また、津波シナリオ区分の設定にあたり、本評価では以下を仮定している。

- ・ 津波影響軽微設備であるカーテンウォールについては、その効果に期待しない。
- ・ 防潮堤（防潮ゲート）は上端高さである **E.L.+8.5m** を超える高さの津波が襲来した場合には必ず損傷し、サイト内に浸水するものと仮定する。
- ・ 1次系建屋の開口部シールの施工高さは **E.L.+10.9m** までと想定する。したがって、**E.L.+10.9m** を超える津波高さでは1次系建屋が必ず浸水し、当該津波高さまでの設備が水没し、損傷すると仮定する。

津波シナリオ区分の区分分けの高さの根拠について、第3.1.2.2.2.1.6表に示す。なお、3.1.2.2.2.1.6表は参考資料に示す。

また、設定した津波シナリオ区分を第3.1.2.2.2.1.7表に示す。

3.1.2.2.2.2 確率論的津波ハザード評価

津波P R A学会標準及び土木学会(2011)⁽¹⁾を参考に、確率論的津波ハザード評価を実施した。

(1) 波源モデルの設定

津波発生モデルとしては、以下に示す波源を想定した。

なお、太平洋側に想定されるプレート間地震及び海洋プレート内地震については、確率論的津波ハザード評価への影響はな

い。また、海底地すべり及び陸上地すべりによる津波については、発生頻度を設定することが難しいため、評価に含めていない。

① 日本海東縁部の断層

地震の発生履歴や地質学的知見、地震調査研究推進本部(2003)⁽²⁾等の知見を基に活動域区分を設定した。

また、行政機関の波源モデルとして、秋田県が日本海東縁部で想定している波源モデルも考慮した。

② 海域活断層

発電所敷地前面海域及び敷地周辺海域において、後期更新世以降の活動を考慮する断層のうち、発電所に影響が大きいと考えられるものを検討対象断層とした。

また、行政機関による波源モデルとして、福井県が想定している若狭海丘列付近断層及び越前堆列付近断層の波源モデルも考慮した。

③ 領域震源（背景的地震）

海域活断層として特定されていない震源により津波が生じる場合を想定し、領域震源（背景的地震）を考慮した。

領域震源の活動域の区分は、萩原(1991)⁽³⁾及び垣見ほか(2003)⁽⁴⁾による領域区分を用いた。

各波源の位置を第 3.1.2.2.2.1 図～第 3.1.2.2.2.3 図に示す。

(2) 津波伝播モデルの設定

津波に伴う水位変動の評価は、非線形長波理論に基づき、差分スキームとして **Staggered Leap-frog** 法を採用した平面二次元モデルによる津波シミュレーションプログラムを用いて実施した。

また、波源モデルによる海底地殻変動量としては、**Mansinha and Smylie(1971)⁽⁵⁾**の方法により計算される海底面の鉛直変位分布を用いた。津波シミュレーションにおける計算条件及び計

算モデルは、設置変更許可申請書添付書類六における津波シミュレーションの概略計算条件及び概略計算モデルを用いる。

(3) ロジックツリーの作成

ロジックツリーについては、波源ごとに、地震発生モデル、津波高推定モデル及び津波高推定値のばらつき分布を考慮して設定した。各波源のロジックツリーの分岐については、土木学会(2011)⁽¹⁾に基づいて設定した。

ロジックツリーの分岐の重みは、日本海東縁部の断層及び領域震源に関しては、土木学会及び専門家へのアンケート結果に基づいて、専門家活用水準2として設定した。海域活断層に関する分岐の重みについては、調査結果等の各断層の個別の情報を踏まえて、専門家活用水準1として設定した。

日本海東縁部の断層については、土木学会(2011)⁽¹⁾に基づく設定の他に、秋田県の波源モデルについての分岐を設け、発生頻度については、土木学会(2011)⁽¹⁾のE1－3領域及びE3領域の全体破壊に相当するものとして、土木学会(2011)⁽¹⁾を参考に設定した。

海域活断層については、複数の活断層の連動が考えられる場合には、個々の連動ケースの分岐を設定した。分岐の重みについては、確率論的地震ハザード評価のロジックツリーにおける設定と同様に、等重みを原則とし、可能性に明確な差があると考えられるものについては9:1として設定した。また、海域活断層の発生頻度については、土木学会(2011)⁽¹⁾に基づき平均変位速度を1m/1000年～0.1m/1000年の一様分布として設定し、すべり量から算出した。

領域震源（背景的地震）については、確率論的地震ハザード評価の領域震源モデルと同様に、地震規模と発生頻度の関係式にはG－R式を用いることとし、最大マグニチュードに幅がある場合には、その中央値、上限値及び下限値をロジックツリーに展開した。

作成したロジックツリーを第 3.1.2.2.2.4 図～第 3.1.2.2.2.17 図に示す。

(4) ハザード曲線の作成

以上のモデルにより評価した平均津波ハザード曲線及び波源別の内訳を第 3.1.2.2.2.18 図に、フラクタイル津波ハザード曲線を第 3.1.2.2.2.19 図に示す。

なお、敷地内の建屋、構築物、機器等の脆弱性評価の基準となるハザードとして利用するため、ハザード評価地点として取水口前地点を選定した。

(5) 脆弱性評価用入力津波の作成

脆弱性評価では、ある基準となる津波高さを設定し、それがサイト内に一様に広がる（基準となる津波高さの E.L.まで一様に水没する）という想定のもと脆弱性の計算を実施した。

【参考文献】

- (1) 土木学会(2011)：確率論的津波ハザード解析の方法,津波評価部会,原子力土木委員会
- (2) 地震調査研究推進本部(2003)：日本海東縁部の地震活動の長期評価について,地震調査研究推進本部,地震調査委員会
- (3) 萩原尊禮編(1991)：日本列島の地震,鹿島出版会
- (4) 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003)：日本列島と周辺海域の地震地体構造区分,地震第 2 輯,第 55 巻,p.389-406
- (5) Mansinha,L.and D.E.Smylie(1971)：The displacement field of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.61, No.5, p.1433-1440

3.1.2.2.2.3 脆弱性評価

(1) 評価対象と損傷モードの設定

a. 評価対象機器の選定

「3.1.2.2.2.1(2) 事故シナリオの同定」の結果を活用し、本評価の対象となる機器リストを作成した。機器リストの例を第 3.1.2.2.2.3.1 表に示す。

b. 損傷モード及び部位の設定

津波フラジリティ評価では、津波 P R A 学会標準に基づき、以下の損傷・機能喪失要因について評価を行う。

- ・被水・没水
- ・波力
- ・流体力
- ・浮力
- ・引き津波による水位低下
- ・漂流物衝突
- ・海底砂移動
- ・洗掘

各損傷・機能喪失要因について、一般的なフラジリティ評価方針を第 3.1.2.2.2.3.2 表に示す。また、本プラントの状況を考慮して、機器種別ごとのフラジリティ評価方針を整理した結果を第 3.1.2.2.2.3.3 表に示す。なお、津波の遡上については、工学的判断に基づく方法で敷地内の水位と遡上による不確実さを考慮している。

上記の検討結果を踏まえると、本プラントについては、以下の設備がフラジリティ定量評価の実施対象となる。

- ・屋外設置の海水ポンプ、循環水ポンプに関する被水・没水及び引き津波によるポンプキャビテーション
- ・屋外設置の動的・電氣的機器及び可搬・仮設機器に関する被水・没水
- ・屋内設置の動的・電氣的機器に関する被水・没水

(2) フラジリティ評価手法

本評価では基本的に安全係数法をベースとした評価方法を適

用する。

a. 安全係数法

安全係数法によるフラジリティ評価では、一般に安全係数の概念を用いて下式のように算定する。

$$Am = F \times Ad \quad (\text{式 1})$$

ここで、

Am : フラジリティ波高中央値 (= 損傷確率 50% に相当する津波高さ)

F : 安全係数 (裕度)

Ad : 基準津波の最大波高

$$F = \frac{\text{現実的な耐力}}{\text{現実的な応答}} = \underbrace{\frac{\text{設計応答値}}{\text{現実的な応答}}}_{\text{応答に関する係数}} \times \underbrace{\frac{\text{現実的な耐力}}{\text{設計応答値}}}_{\text{耐力に関する係数}} \quad (\text{式 2})$$

$$F = F_{ER} \times F_{TR} \times F_{EC} \quad (\text{式 3})$$

ここで、

F_{ER} : 機器応答に関する係数

F_{TR} : 遡上応答に関する係数

F_{EC} : 耐力に関する係数

(式 1) の安全係数 (裕度) は、(式 2) のように基準とする津波による現実的な応答に対する機器の現実的な耐力の割合で定義されるが、評価対象機器の設計応答値に対する現実的な応答の割合 (応答に関する安全係数) と現実的な耐力に対する設計応答値の割合 (耐力に関する安全係数) に分離して評価する。

ただし、入力の津波高さに対する機器の応答には、津波の遡上に関わる水位の応答に加えて機器自身の応答が影響する場合があることから、(式 3) のように両方の応答に関する係数を考慮する。なお、本評価においては、機器自身の応答に関わる応答の係数を機器応答係数 (F_{ER})、津波の遡上に関わる水位の応答の係数を遡上応答係数 (F_{TR}) と呼ぶ。

上記により算出された A_m により損傷確率は次式のように表される。

$$F(A) = \Phi \left\{ \frac{\ln\left(\frac{A}{A_m}\right) + \beta_{CU} \cdot X}{\beta_{CR}} \right\} \quad (\text{式 4})$$

ここで、 β_{CR} は偶然的不確実さ要因の対数標準偏差、 β_{CU} は認識論的不確実さ要因の対数標準偏差を表し、以下のよう
に示される。

$$\begin{aligned} \beta_{CR} &= \sqrt{(\beta_{R-s})^2 + (\beta_{R-r})^2} \\ \beta_{CU} &= \sqrt{(\beta_{U-s})^2 + (\beta_{U-r})^2} \end{aligned} \quad (\text{式 5})$$

β_{R-s} : 現実的耐力の偶然的不確実さ

β_{R-r} : 現実的応答の偶然的不確実さ

β_{U-s} : 現実的耐力の認識論的不確実さ

β_{U-r} : 現実的応答の認識論的不確実さ

また、 X はフラジリティ曲線の信頼度 p に対応する標準正規確率変量 ($\Phi^{-1}(p)$) を表し、以下の値をとる。

$p = 5\%$ 信頼度の時 $X = -1.65$

$p = 50\%$ 信頼度の時 $X = 0$

$p = 95\%$ 信頼度の時 $X = 1.65$

上記のように、フラジリティ曲線は信頼度に応じた曲線を示すが、平均値曲線としては β_{CR} と β_{CU} の二乗和平方根 β_C を用いた以下の式により表される。

$$F(A) = \Phi \left\{ \frac{\ln\left(\frac{A}{A_m}\right)}{\beta_C} \right\} \quad (\text{式 6})$$

ただし、

$$\beta_C = \sqrt{(\beta_{CR})^2 + (\beta_{CU})^2}$$

信頼度に応じたフラジリティ曲線のイメージを第 3.1.2.2.2.3.3 図に示す。

(3) フラジリティ評価結果

a. 屋外設置設備の被水・没水に関するフラジリティ評価結果

屋外設置設備の被水・没水に関するフラジリティ評価結果について以下に示す。ここでは、設置高さ **E.L.+17.0m** の機器を代表として評価内容を示す。なお、このフラジリティ評価では、耐力としてのパラメータは設置高さのみであるので、同じ **E.L.**に設置されている機器は同じフラジリティを得ることとなる。

(a) 耐力係数 F_{EC}

本係数は、強度に関する係数 F_s として評価する。評価対象機器の設置高さを現実的耐力とし、設計応答値としてフラジリティ評価用に設定する津波高さをを用いて評価する。すなわち、以下のように示すことができる。

$$F_s = \frac{\text{現実的な耐力}}{\text{設計応答値}} = \frac{\text{機器設置高さ}}{\text{フラジリティ評価用基準津波による水位}} \times \frac{17.0}{10.0} = 1.70$$

なお、フラジリティ評価用基準津波は、設計基準津波高さではなくフラジリティ評価における計算用として便宜的に設定したものであり、ここでは **10m** を設定した。

フラジリティ評価の計算上、この値を変化させてもフラジリティ結果は変化しない。

また、機器設置高さは配置設計において厳密に設定されているため、本係数の不確実さは考慮しない。したがって、本係数は以下の通りとなる。

$$F_s = 1.70$$

$$\beta_U = 0.0$$

$$\beta_R = 0.0$$

(b) 遡上応答係数 F_{TR}

評価対象機器の位置に到達する津波波高（水位）については、海岸線における水位がそのまま敷地内へ拡散するものと想定する。すなわち、応答の保守性を考慮しないため

遡上応答係数 $F_{TR}=1.0$ となる。

実現象として津波の遡上を考慮した場合、遡上高さが海岸線における波高の 2 倍を超えるような結果になることは考えにくい。このことから、工学的判断により、遡上高さの 99%上限値を海岸線における波高の 2 倍と想定した場合、その不確実さは $\beta_c=0.30$ となる。なお、津波の遡上については、自然現象のランダム性によるばらつきと、解析・計算方法に依存する認識論的ばらつきの両方が影響を及ぼすものと考えられるため、それぞれが同程度の寄与を持っていると考えて全不確実さ 0.3 を β_U と β_R に等分する。

$$F_{TR}=1.0$$

$$\beta_U=0.21$$

$$\beta_R=0.21$$

$$(\beta_c=0.30)$$

(c) 機器応答係数 F_{ER}

本損傷・機能喪失要因では、当該機器の設置 E.L.に津波が到達した時点で機能喪失すると想定するため、機器応答に関する保守性及び不確実さは考慮しない。

$$F_{ER}=1.0$$

$$\beta_c=0.0$$

(d) フラジリティ評価結果

(a)～(c)の各係数を纏めると、被水・没水に関するフラジリティは以下ようになる。また、得られたフラジリティ曲線を第 3.1.2.2.2.3.4 図に示す。

$$\begin{aligned} Am &= F_S \times F_{TR} \times F_{ER} \times Ad \\ &= (1.70 \times 1.0 \times 1.0) \times (10.0) \\ &= 17.0 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\beta_U = \sqrt{0.0^2 + 0.21^2 + 0.0^2} = 0.21$$

$$\beta_R = \sqrt{0.0^2 + 0.21^2 + 0.0^2} = 0.21$$

$$\text{HCLPF} = Am \times \exp(-1.65 \times (\beta_U + \beta_R))$$

$$= 17.0 \times \exp(-1.65 \times (0.21 + 0.21))$$

$$= 8.50 \text{ (m)}$$

この結果は、海岸線における波高が 17.0m の場合に、設置高さ E.L.+17.0m の機器が津波の遡上により損傷する確率が 50%であることを示す。また、海岸線における波高が 8.5m の場合に、津波の遡上により損傷する確率は 95%信頼度で 5%である。

以上から、代表的な機器のフラジリティ評価結果をまとめると第 3.1.2.2.2.3.1 表のようになる。

b. 屋内設置設備の被水・没水に関するフラジリティ評価結果

屋内設備の被水・没水に関するフラジリティは、建屋開口部シールのフラジリティにより評価する。屋内設置設備に関するフラジリティ評価の概念を、第 3.1.2.2.2.3.1 図に示す。

ここで、建屋下層にある貫通部シールを代表として評価した。

(a) 強度に関する係数 F_s

現実的耐力として、評価対象部位の止水性能（何メートルの静水圧に耐えるか）を用い、設計応答値としてフラジリティ評価用津波水位（に相当する静水圧）を用いる。以上から、強度に関する係数は以下のように示すことができる。

$$F_s = \frac{\text{現実的な耐力}}{\text{設計応答値}} = \frac{16.2}{10.0} = 1.62$$

$$\beta_U = 0.0$$

$$\beta_R = 0.0$$

なお、ここではフラジリティ評価用の津波高さとして 10m を設定した。

(b) 塑性エネルギー吸収効果に関する係数 F_μ

貫通部シールについては塑性変形によるエネルギー吸収効果は期待しないため、以下の値を用いる。

$$F_{\mu}=1.0$$

$$\beta_U=0.0$$

$$\beta_R=0.0$$

(c) 遡上応答係数 F_{TR}

評価対象機器の位置に到達する津波波高（水位）については、海岸線における水位がそのまま敷地内へ拡散するものと想定する。すなわち、応答の保守性を考慮しないため遡上応答係数 $F_{TR}=1.0$ となる。

次に、遡上に関する不確実さを考慮する場合、実現象として津波の遡上高さが海岸線における津波高さの 2 倍を超えるような高さに到達することは考えにくい。このことから、工学的判断により、遡上高さの 99% 上限値を海岸線における津波高さの 2 倍と想定し、不確実さ $\beta_c=0.30$ とする。

なお、津波の遡上については、自然現象のランダム性によるばらつきと、解析・計算方法に依存する認識論的ばらつきの両方が影響を及ぼすものと考えられるため、それぞれが同程度の寄与を持っていると考えて全不確実さ 0.3 を β_U と β_R に等分する。

$$F_{TR}=1.0$$

$$\beta_U=0.21$$

$$\beta_R=0.21$$

$$(\beta_c=0.30)$$

(d) 水位上昇に関する係数 F_{FL}

本評価の場合は、地下階に設置されているシールが対象であり、津波水位による静水圧に着目した評価を行う。このため、津波波力による発生応力評価で用いる評価対象物に津波が衝突した際の水位上昇の想定が持つ保守性と不確実さは考慮しない。したがって、本係数は、以下の値となる。

$$F_{FL}=1.0$$

$$\beta_U=0.0$$

$$\beta_R=0.0$$

(e) 貫通部シールのフラジリティ評価結果

(a)～(d)の各係数を纏めると、フラジリティは以下のようになる。

$$\begin{aligned} A_m &= F_S \times F_\mu \times F_{TR} \times F_{FL} \times A_d \\ &= (1.62 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0) \times (10) \\ &= 16.2(\text{m}) \end{aligned}$$

$$\beta_U = \sqrt{0.0^2 + 0.0^2 + 0.21^2 + 0.0^2} = 0.21$$

$$\beta_R = \sqrt{0.0^2 + 0.0^2 + 0.21^2 + 0.0^2} = 0.21$$

$$\begin{aligned} \text{HCLPF} &= A_m \times \exp(-1.65 \times (\beta_U + \beta_R)) \\ &= 16.2 \times \exp(-1.65 \times (0.21 + 0.21)) \\ &= 8.1(\text{m}) \end{aligned}$$

ここで、評価対象機器の設置 E.L. (X 点) に津波水位が達しない限り、貫通部シールの損傷有無にかかわらず当該機器の損傷は発生しない (損傷確率=0)。一方で、E.L.+10.9m (Y 点) 以上の津波の場合、1 次系建屋の開口部から津波が流入すると想定しているため、シールの損傷確率は 1 とする。津波水位がこの両者の E.L. の中間であれば、評価対象機器の損傷は津波波力によるシールの損傷に関わるフラジリティに依存することになる。

以上から、本評価における被水・没水のフラジリティを下記のように示す。また、フラジリティ曲線は第 3.1.2.2.2.3.5 図のようになる。

$$0 < A < X \quad P=0$$

$$X \leq A < 10.9 \quad A_m=16.2, \beta_R=\beta_U=0.21,$$

$$\text{HCLPF}=8.1$$

$$10.9 \leq A \quad P=1$$

X: 機器設置 E.L. (m)

ただし、津波高さが **E.L.3.5m** に達するまで、貫通部シー
ル設置位置に水が流入しないため、設置 **EL** が **3.5m** より低
い機器の場合は、 **$X=3.5m$** とする。

A ：津波高さ(m)

P ：損傷確率

(4) 損傷の相関の取り扱い

屋外設置設備で設置場所が離れているものについては、完全
独立を想定している。また、屋内設置設備については、設置高
さごとにグループ化しており、グループが同じ設備は被水・没
水により同時に損傷するとして完全相関を想定している。

3.1.2.2.2.4 炉心損傷頻度評価

(1) 起因事象の発生頻度の評価

「3.1.2.2.2.1(2)c. 起因事象の分析」の結果から、本評価で選
定した起因事象は以下の 4 事象である。

- ・ 主給水流量喪失
- ・ 外部電源喪失
- ・ 原子炉補機冷却海水系の全喪失
- ・ 複数の信号系損傷（津波特有の事象）

津波 **P R A**においては、水密化された範囲の建屋（以下「1
次系建屋」という。）内への浸水有無によってシナリオが異なる。

なお、津波 **P R A**においては、津波シナリオ区分別の津波発
生頻度に各シナリオ区分の起因事象の発生要因となる機器の損
傷確率を掛け合わせたものが各起因事象の発生頻度となる。津
波シナリオ区分別の津波発生頻度については、「3.1.2.2.2.4(7)a.
津波シナリオ区分別の津波発生頻度」に示す。

(2) 成功基準の設定

炉心損傷を防止するための緩和系の成功基準は、内部事象出
力運転時 **P R A**と津波 **P R A**では相違がないため、内部事象出
力運転時 **P R A**で設定した成功基準を用いる。

なお、津波特有の事象である「複数の信号系損傷」については、緩和手段がないため成功基準を設定していない。

(3) 事故シーケンスの分析

a. イベントツリーの作成

本評価では、内部事象出力運転時 P R A と同様に小イベントツリー／大フォールトツリー法を採用し、津波浸水イベントツリー、起因事象イベントツリー及び事象進展イベントツリーを作成し、これらを統合して評価する。津波評価用のイベントツリーの構成を概念的に第 3.1.2.2.2.4.1 図に示す。各イベントツリーの概要は以下のとおり。

(a) 津波浸水イベントツリー

津波浸水イベントツリーは、サイト内への浸水有無及び 1 次系建屋内への浸水有無を分類するイベントツリーである。本評価における津波浸水イベントツリーを第 3.1.2.2.2.4.2 図に示す。

(b) 起因事象イベントツリー

起因事象イベントツリーは、津波浸水イベントツリーの次にリンクさせ、津波による設備への影響により誘発される起因事象の分類を行う。

起因事象イベントツリーにおけるヘディング設定の順番の考え方を以下に示す。

- ・基本的に事象進展の厳しい事象（津波シナリオ）から順に設定する。
- ・1 次系建屋内が浸水する場合の方が、浸水しない場合より厳しいシナリオであるので、最初に 1 次系建屋内が浸水する場合に発生し得る起因事象を対象とする。対象とする起因事象は、事象の発生高さ及び事象進展イベントツリーで記載する起因事象発生後に期待する緩和系の類似性等から、事象進展の厳しい順に設定する。

- ・屋外と1次系建屋以外の建屋（タービン建屋等）に津波の影響がある場合について、発生し得る起因事象を、事象の発生高さ及び事象進展イベントツリーで記載する起因事象発生後に期待する緩和系の類似性等から、事象進展の厳しい順に設定する。

起因事象イベントツリー（1次系建屋内浸水有り）の分岐の考え方を以下に示す。

- ・2つ以上の起因事象の組合せを考慮しても、その後の事象進展イベントツリーで記載する起因事象発生後に期待する緩和系の類似性等から、事象進展の厳しい事象に代表可能（当該事象の事象進展イベントツリーで評価可能）である場合は、代表する事象進展イベントツリーへの分岐のみとする。
- ・津波の襲来により複数の信号系損傷が発生する場合は、1次系建屋内に津波が浸水して、重要な設備・機器が複数損傷し、直接炉心損傷となるため、他の起因事象との組合せの分岐を設定しない。
- ・屋外で発生する原子炉補機冷却海水系の全喪失と外部電源喪失の同時発生については、外部電源喪失のイベントツリーを用いることとし、分岐を設ける。

なお、起因事象イベントツリー（1次系建屋内浸水無し）については、上記に加え、1次系建屋内のみで発生する起因事象の分岐を除外した形とする。

本評価における起因事象イベントツリーを第3.1.2.2.2.4.3図及び第3.1.2.2.2.4.4図に示す。

(c) 事象進展イベントツリー

事象進展イベントツリーは、起因事象発生後の緩和系の喪失確率及び炉心損傷発生頻度の評価を行うイベントツリーである。津波PRAでは、起因事象の発生要因は内部事象と異なるが、起因事象発生後の事象進展は内部事象出力

運転時 P R A と同じであり、津波による機器の損傷はフォールトツリーでモデル化するため、内部事象出力運転時 P R A でも考慮している起因事象については同じ事象進展イベントツリーを活用することができる。

一方、津波 P R A で独自に考慮する起因事象（複数の信号系損傷）については、本事象が発生すると緩和系の成否にかかわらず直接炉心損傷に至るので、炉心損傷の観点では分岐は不要であるが、P D S 分類の観点では分岐が必要であるため、事象進展イベントツリーを作成する。

本評価における事象進展イベントツリーを第 3.1.2.2.2.4.5 図～第 3.1.2.2.2.4.8 図に示す。なお、3.1.2.2.2.4.5 図～第 3.1.2.2.2.4.8 図は参考資料に示す。

(d) 事故シーケンスの最終状態の分類

事故シーケンスの最終状態の分類及び事故シーケンスグループの分類は、内部事象出力運転時 P R A の「3.1.2.1.1.2(3)a.(c) 事故シーケンスの最終状態の分類」と同様である。

b. P D S 状態の分類

P D S の分類では、炉心損傷以降の事故シナリオの分析を合理的に行えるよう、内部事象出力運転時 P R A の考え方に基づき、津波発生時に特有な影響も考慮して、事故シーケンスの特徴を表す要素を抽出して定義する。

内部事象出力運転時 P R A の評価対象に含まれていない津波発生時固有の起因事象として、複数の信号系損傷が挙げられる。複数の信号系損傷の事象進展イベントツリーは内部事象出力運転時 P R A の外部電源喪失のイベントツリーにおいて緩和設備が失敗した場合と同様の事故シーケンスとなっており、加圧器逃がし弁／安全弁 L O C A の発生の有無に応じて、S E D 又は T E D に分類する。

一方、内部事象出力運転時 P R A では評価対象に含まれて

いたが津波 P R A では評価対象に含まれていない起因事象もあるため、このような起因事象に係る P D S は津波 P R A では考慮しない。

上述の検討を踏まえて、熱水力挙動の類似性及び緩和操作の類似性として、事故のタイプと 1 次系圧力、炉心損傷時期及び格納容器内事故進展に基づく P D S の分類を整理した結果を第 3.1.2.2.2.4.1 表に示す。

(4) システム信頼性の評価

a. フォールトツリーの作成

システム信頼性評価として、システムが機能喪失に至る要因の組合せを網羅的に展開し、システムのアンアベイラビリティの定量化を実施するために、フォールトツリーを作成した。

本評価では、第 3.1.2.2.2.4.9 図に示すように、イベントツリーヘディングにフォールトツリーを設定し炉心損傷頻度を算出する。以下に各イベントツリーに設定するフォールトツリーの内容を示す。

(a) 津波浸水イベントツリーへ設定するフォールトツリー

津波浸水イベントツリーヘディングに設定するフォールトツリーには、1 次系建屋内への津波浸水条件をモデル化して作成する。

(b) 起因事象イベントツリーヘディングに設定するフォールトツリー

起因事象イベントツリーヘディングに設定するフォールトツリーには、津波による起因事象誘発要因となる機器の損傷をモデル化して作成する。

(c) 事象進展イベントツリーヘディングに設定するフォールトツリー

事象進展イベントツリーヘディングに設定するフォールトツリーは、内部事象出力運転時 P R A フォールトツリー

をベースとして、津波により系統機能喪失となる機器の損傷をモデル化して作成する。

(d) 長期冷却に必要な換気空調設備

換気空調系が損傷した場合でも、使命時間の間、室内に設置された S S C の許容温度以下の室温が維持されれば、S S C への影響は無い。津波 P R A の使命時間 7 日間を考慮し、損傷により 7 日以内に室温が S S C の許容温度を超える換気空調系については、換気空調系の機能損傷により S S C の損傷に至るとして、モデル化する。

b. フロントライン系とサポート系の従属性

フロントライン系とサポート系の従属性については、内部事象出力運転時 P R A と同様の従属性を考慮する。

(5) 信頼性パラメータの設定

信頼性パラメータについては、内部事象出力運転時 P R A と同様のパラメータを設定する。

(6) 人的過誤の評価

人的過誤については、内部事象出力運転時 P R A と同様に HRA Calculator を用いた CBDTM/THERP（認知（診断）過誤確率を CBDTM、操作過誤確率を THERP で算出。）及び HCR/ORE/THERP（認知（診断）過誤確率を HCR/ORE、操作過誤確率を THERP で算出。）により評価しているが、津波 P R A においては、内部事象出力運転時 P R A との作業環境の違いを考慮して、人的過誤の扱いを以下のとおりとしている。

a. 起回事象発生前人的過誤

起回事象発生前の人的過誤については、内部事象出力運転時 P R A での想定が試験や点検等による戻し忘れであり、事象発生の起因が津波であっても変わることはないので、内部事象出力運転時 P R A と同様の評価とする。

b. 起回事象発生後人的過誤

起回事象発生後の人的過誤は、内部事象出力運転時 P R A

の人的過誤確率をベースに、津波時の環境状態やSSCの損傷状態の変化がもたらす運転員の認知・診断/操作への影響を反映した評価を行う。津波時におけるHRA Calculator手法では、人的過誤確率はプラントの損傷規模に基づき定義された津波規模のグループ（以下「損傷状態 bin」という。）ごとに算出する。各損傷状態 bin は、津波シナリオ区分に対応して設定する。津波PRAにおける津波シナリオ区分と損傷状態 bin の対応を第3.1.2.2.2.4.2表に示す。

(7) 事故シーケンスの定量化

a. 津波シナリオ区分別の津波発生頻度

津波シナリオ区分 i の津波発生頻度 f_i は、津波高さ h_i と h_{i-1} の津波ハザード曲線の超過発生頻度 $F(h_i)$ と $F(h_{i-1})$ から求められる。

$$f_i = -\{F(h_i) - F(h_{i-1})\}$$

上記の手法で、津波ハザードを入力データとして、計算プログラム RiskSpectrum® HazardLite を用いて津波シナリオ区分別の津波発生頻度を算出する。津波シナリオ区分別の津波発生頻度を第3.1.2.2.2.4.3表に示す。

b. 津波シナリオ区分別の機器損傷確率

事故シーケンス評価にあたっては、フラジリティ評価結果を基に、津波シナリオ区分別の損傷確率を算出して使用する。

(a) 損傷確率がフラジリティ曲線となる機器

損傷確率がフラジリティ曲線となる機器については、機器のフラジリティ評価結果 (Am 、 β_R 、 β_U) を入力データとして、計算プログラム RiskSpectrum® HazardLite を用いて津波シナリオ区分別の機器損傷確率を算出する。例として、外部電源関連設備である主変圧器の被水・没水の津波シナリオ区分別の損傷確率を第3.1.2.2.2.4.4表に示す。

(b) 損傷確率がステップ状に立ち上がる機器

損傷確率がステップ状に立ち上がる機器については、設

置高さ以上の津波高さでの津波シナリオ区分で損傷確率を 1.0 とする。例として、海水ポンプの被水・没水の津波シナリオ区分別の損傷確率を第 3.1.2.2.2.4.5 表に示す。

c. 炉心損傷頻度の算出方法

津波シナリオ区分を m 区分に分けた場合、津波シナリオ区分 i で発生する n_i 種類の事故シーケンス j_i の発生頻度 CDF_{ij} は、津波シナリオ区分 i の津波発生頻度 f_i 及び事故シーケンス j_i の条件付き炉心損傷確率 $CCDP_{ij}$ を用いて、次式によって求める。

$$CDF_{ij} = f_i \times CCDP_{ij}$$

全炉心損傷頻度 CDF_t は、各津波シナリオ区分 i で発生する事故シーケンス j_i の発生頻度 CDF_{ij} の、全津波シナリオ区分で発生する全事故シーケンスの総和である。すなわち、次式で求められる。

$$CDF_t = \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^{n_i} f_i \times CCDP_{ij})$$

上記の手法で、計算プログラム RiskSpectrum® PSA を用いて算出し、内部事象出力運転時 P R A で設定した稼働率を乗じて全炉心損傷頻度を算出する。

d. 定量化結果

事故シーケンスの定量化を行った結果、全炉心損傷頻度は 4.3×10^{-7} (／炉年) となった。津波シナリオ区分別及び 1 次系建屋浸水有無別の炉心損傷頻度を第 3.1.2.2.2.4.6 表に示す。

(a) 津波シナリオ区分別及び 1 次系建屋内浸水有無別の炉心損傷頻度評価結果

津波シナリオ区分別の炉心損傷頻度では、割合の高い順に津波シナリオ区分 6、津波シナリオ区分 7、となり、津波高さが防潮堤（防潮ゲート）の高さ以上となる津波シナリオ区分の炉心損傷頻度で全炉心損傷頻度の殆どを占めた。このことから、防潮堤（防潮ゲート）が津波対策として有効であることが分かった。

また、全炉心損傷頻度に対する 1 次系建屋内浸水無しの炉心損傷頻度の割合は 70.7%となった。特に、1 次系建屋の開口部シールの効果に期待できる津波シナリオ区分 6 においては、1 次系建屋内への浸水有りの炉心損傷頻度が、津波発生頻度よりも 2 桁程度小さくなっており、1 次系建屋の開口部シールも津波対策として有効であることが分かった。

なお、各津波シナリオ区分の炉心損傷頻度についての考察は参考資料に示す。

(b) 起回事象別の炉心損傷頻度

起回事象別の炉心損傷頻度を第 3.1.2.2.2.4.7 表に示す。なお、第 3.1.2.2.2.4.7 表及び起回事象別の炉心損傷頻度についての考察は参考資料に示す。

(c) 事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度

事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度を第 3.1.2.2.2.4.8 表に示す。なお、事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度についての考察は参考資料に示す。

(d) P D S 別の炉心損傷頻度

P D S 別の炉心損傷頻度を第 3.1.2.2.2.4.9 表に示す。なお、P D S 別の炉心損傷頻度についての考察は参考資料に示す。

e. 重要度解析

津波 P R A で評価した S S C が、炉心損傷に与える影響を把握するために重要度評価として、Fussell-Vesely (F V) 重要度を評価した（重要度は津波 P R A で評価対象とした津波高さの範囲での全炉心損傷頻度に対して算出）。F V 重要度の定義については、「3.1.2.1.1.2(7)c. 重要度解析」に示す。

津波による機器損傷の F V 重要度の評価結果を第 3.1.2.2.2.4.10 表に示す。なお、第 3.1.2.2.2.4.10 表及び F V 重要度評価結果についての考察は参考資料に示す。

f. 不確実さ解析

炉心損傷頻度の定量化を踏まえ、津波ハザード、津波フラジリティ、ランダム故障及び人的過誤の不確かさに対し、モンテカルロ法を用いて炉心損傷頻度の平均値及び不確実さ幅を示すエラーファクタ（E F）を評価した。エラーファクタの定義については、「3.1.2.1.1.2(7)d. 不確実さ解析」に示す。

不確実さ解析結果を第 3.1.2.2.2.4.11 表及び第 3.1.2.2.2.4.10 図に示す。

全炉心損傷頻度エラーファクタは 6.1×10^3 となり、内部事象出力運転時 P R A に比べると非常に不確実さが大きい結果となった。その主な要因としては、津波ハザードデータの不確実さが非常に大きいことが挙げられる。

g. 感度解析等

(a) 特重施設及び 3 系統目蓄電池を無効にした感度解析

イ 解析条件

特重施設及び 3 系統目蓄電池によるリスク低減効果を把握することを目的として、点推定評価（以下「ベースケース」という。）のモデルを用いて、特重施設及び 3 系統目蓄電池を無効にした場合（以下「特重無効ケース」という。）の炉心損傷頻度を算出し、ベースケースと比較する。特重施設については内部事象出力時レベル 1 P R A で考慮しているものと同様であり、第 3.1.2.1.1.2.54 表に示す

ロ 解析結果

ベースケースと特重無効ケースを比較した結果として、第 3.1.2.2.2.4.12 表に津波シナリオ区分ごとの評価結果を、第 3.1.2.2.2.4.13 表及び第 3.1.2.2.2.4.11 図に事故シーケンスグループ別の評価結果を示す。特重無効ケースの全炉心損傷頻度は 5.7×10^{-7} （／炉年）であった。特重施設及び 3 系統目蓄電池が有りのベースケースの全炉心損傷

頻度は 4.3×10^{-7} （／炉年）であり、特重施設及び 3 系統目蓄電池による全炉心損傷頻度に対する低減効果は約 25%となった。なお、感度解析結果の考察については参考資料に示す。

(b) 特重施設及び新設シビアアクシデント対策を無効にした感度解析

イ 解析条件

新規制基準対応を踏まえて新たに追設したシビアアクシデント対策（以下「新設 S A 対策」という。）によるリスク低減効果を把握し、その有効性を確認するため、(a) で感度解析を実施した特重施設及び 3 系統目蓄電池に加え、新設 S A 対策を無効にした場合（以下「特重施設及び新設 S A 対策無効ケース」という。）の炉心損傷頻度を算出し、ベースケースと比較する。新設 S A 対策については内部事象出力運転時レベル 1 P R A で考慮しているものと同様であり、第 3.1.2.1.1.2.54 表に示す。

ロ 解析結果

ベースケースと特重施設及び新設 S A 対策無効ケースを比較した結果として、第 3.1.2.2.2.4.14 表に津波シナリオ区分ごとの評価結果を、第 3.1.2.2.2.4.15 表及び第 3.1.2.2.2.4.12 図に事故シーケンスグループ別の評価結果を示す。特重施設及び新設 S A 対策無効ケースの全炉心損傷頻度は 1.8×10^{-5} （／炉年）となった。ベースケースの全炉心損傷頻度は 4.3×10^{-7} （／炉年）であり、全炉心損傷頻度に対する低減効果は約 98%となった。なお、感度解析結果の考察は参考資料に示す。

(c) 引き津波に係る解析

イ 解析条件

引き津波による影響度合いを把握することを目的として、引き津波発生時に「3.1.2.2.2.1(2)c. 起因事象の分析」

にて選定した起因事象が発生した場合の炉心損傷頻度を算出する。

本プラントは、津波高さが循環水ポンプの許容最低水位（E.L.－2.55m）を下回った場合、循環水ポンプを停止する手順となっている。

また、海水ポンプの許容最低水位（E.L.－3.21m）を下回った場合には必要な海水を確保できないため海水ポンプを全台停止する手順となっている。

以上を踏まえ、引き津波の津波シナリオ開始高さと津波シナリオ区分を以下のように設定する。津波発生頻度を算出した結果を第 3.1.2.2.2.4.16 表に示す。

- ・津波シナリオ区分 1（－2.55m 以下～ －3.21m まで）
- ・津波シナリオ区分 2（－3.21m 以下）

ロ 解析結果

第 3.1.2.2.2.4.17 表に起因事象別の炉心損傷頻度を示す。引き津波による解析の全炉心損傷頻度は 2.0×10^{-8} （／炉年）となった。引き津波発生による全炉心損傷頻度は、押し津波に比べて 1 桁程度低かった。第 3.1.2.2.2.4.17 表及び起因事象別の炉心損傷頻度についての考察は参考資料に示す。

3.1.2.2.2.5 格納容器機能喪失頻度評価

(1) P D S の分類及び発生頻度の定量化

a. P D S の分類

「3.1.2.2.2.4(3)b. P D S の分類」に示す。

b. P D S ごとの発生頻度

「3.1.2.2.2.4(7)d.(d) P D S 別の炉心損傷頻度」に示す。

(2) 格納容器機能喪失モードの設定

津波時に特有な事象を考慮して、原子炉格納容器の機能喪失形態を分類するため、格納容器機能喪失モードを設定する。格

格納容器機能喪失モードの設定に当たり、以下の検討を実施した。

津波時に特有な事象は、津波 P R A の評価上の仮定（津波 P R A では津波が引いた状態の評価とする、津波による原子炉格納容器自体の損傷は考慮しない、原子炉格納容器内には津波が流入しないものとする）より、津波による S S C への影響はあるものの、炉心損傷以降の事故進展は内部事象出力運転時 P R A と相違はない。

原子炉格納容器外部での津波による機器等の損傷が原子炉格納容器内事象に与える影響は、フロントライン系であれば非常用炉心冷却機能や格納容器スプレイ機能の喪失、サポート系であれば電源機能や原子炉補機冷却機能の全喪失等に包含される。これらの機能喪失は内部事象出力運転時 P R A においても考慮されており、それらの機能喪失あるいはその組合せが事故進展に与える影響についても内部事象出力運転時 P R A で考慮されている。

したがって、内部事象出力運転時 P R A で考慮される格納容器機能喪失モードに加えて考慮すべき津波に特有な格納容器機能喪失モードはなく、津波出力運転時 P R A の格納容器機能喪失モードは、基本的に内部事象出力運転時 P R A と同じである。ただし、津波出力運転時 P R A で対象外とした事故シーケンスのうち、蒸気発生器伝熱管破損及びインターフェイスシステム L O C A の格納容器機能喪失モードである蒸気発生器伝熱管破損後の炉心損傷に伴う格納容器バイパス（g の一部）及びインターフェイスシステム L O C A 後の炉心損傷に伴う格納容器バイパス（v）については分類不要となる。

以上から、津波出力運転時 P R A の格納容器機能喪失モードの設定結果を第 3.1.2.2.2.5.1 表に示す。

(3) 成功基準の設定

格納容器機能喪失を防止するための緩和系の成功基準は、内部事象出力運転時 P R A と津波 P R A では相違がないため、内

部事象出力運転時 P R A で設定した成功基準を用いる。

(4) 事故シーケンスの分析

内部事象出力運転時レベル 2 P R A の検討に加えて津波による影響を考慮し、P D S ごとに、原子炉停止系、炉心冷却系、崩壊熱除去系、工学的安全設備等の緩和設備の動作状態及びシビアアクシデント時の物理化学現象の発生状態を分析して、これらの組合せから事故進展を樹形図で分類する格納容器イベントツリーを作成する。

a. 事故シーケンスの特徴分析

(a) シビアアクシデント時の物理化学現象の分析

炉心損傷から格納容器機能喪失に至るまでの事故進展の途上で発生する重要な物理化学現象を、各 P D S を考慮して抽出し、発生条件及び発生後の事故進展を検討する。

津波時の炉心損傷以降の事故進展は、内部事象出力運転時レベル 2 P R A と相違なく、抽出される重要な物理化学現象、その発生条件及び発生後の事故進展については、基本的に内部事象出力運転時レベル 2 P R A と同様である。

ただし、格納容器機能喪失モードの設定と同様に、内部事象出力運転時レベル 2 P R A の格納容器機能喪失モードのうち、津波 P R A において対象外とされた P D S にのみ係る格納容器機能喪失モードである蒸気発生器伝熱管破損後の炉心損傷に伴う格納容器バイパス（g の一部）とインターフェイスシステム L O C A 後の炉心損傷に伴う格納容器バイパス（v）に関連した物理化学現象については、津波出力運転時レベル 2 P R A では発生しない。検討した結果を第 3.1.2.2.2.5.2 表に示す。

(b) 事故の緩和手段の分析

事故の緩和及び格納容器機能喪失防止に係る実施可能な緩和手段を分析し、それらの緩和手段の目的、運転手順書に基づく運転操作タイミング及び熱水力・放射能雰囲気条

件の下での運転操作可能性を検討する。

津波時の影響を考慮して、内部事象出力運転時レベル 2 P R A で期待する緩和手段の津波出力運転時レベル 2 P R A での扱いについて検討した結果を第 3.1.2.2.2.5.3 表に示す。

なお、津波時に考慮する津波高さや 1 次系建屋への浸水の有無によって、緩和設備の損傷等が一意的に決まり、考慮する条件によっては期待できない緩和手段があるが、本項目では期待する緩和手段全てを記載している。

b. 格納容器イベントツリーの作成

格納容器イベントツリーは、炉心損傷において格納容器機能喪失を防止するための緩和系の喪失確率及び物理化学現象の発生確率から、格納容器機能喪失頻度の評価を行うイベントツリーである。津波出力運転時レベル 1 P R A での炉心損傷時の P D S は、内部事象出力運転時レベル 2 P R A において対象としている P D S に包含され、かつ、津波出力運転時レベル 2 P R A での評価対象機器への津波の影響（津波による機器損傷）はフォールトツリーでモデル化する。したがって、津波出力運転時レベル 2 P R A における格納容器イベントツリーは、内部事象出力運転時レベル 2 P R A と同じ格納容器イベントツリーを活用する。格納容器イベントツリーを第 3.1.2.2.2.5.1 図に示す。なお、第 3.1.2.2.2.5.1 図は参考資料に示す。

格納容器機能喪失頻度を定量化するために、「3.1.2.2.2.4 炉心損傷頻度評価」におけるイベントツリーに加えて、「格納容器イベントツリー」をリンクする手法を用いる。イベントツリーのリンクのイメージ図を第 3.1.2.2.2.5.2 図に示す。

c. 従属性のモデル化

内的事象出力運転時レベル 2 P R A と同様に炉心損傷防止

のための設備の復旧については原則として考慮しない。ただし、内的事象出力運転時レベル 2 P R A で考慮する外部電源の復旧について、津波 P R A では津波によって機器が損傷した場合には、復旧に長時間を要する可能性を考慮し、津波によって損傷した機器の復旧は考慮しない。

(5) 事故進展解析の実施

プラントの熱水力挙動及び炉心損傷、原子炉容器破損等の事象の発生時期、シビアアクシデント現象による格納容器負荷を解析するとともに、格納容器イベントツリーのヘディングの分岐確率の設定に必要なデータを求める事を目的として、各 P D S を代表する事故進展解析を実施する。

a. 解析対象事故シーケンスの選定

P D S ごとに、その P D S を代表する事故シーケンスを事故進展解析の対象として選定する。

事故シーケンスの選定の考え方は、内部事象出力運転時レベル 2 P R A と同じである。内部事象出力運転時レベル 2 P R A で選定した代表事故シーケンスの津波時での妥当性について、第 3.1.2.2.2.5.4 表に示す津波時の各 P D S の炉心損傷頻度の上位カットセットを参考に確認した。その結果、内部事象出力運転時レベル 2 P R A において、各 P D S に対して選定した代表事故シーケンスは妥当であることを確認できたため、内部事象出力運転時レベル 2 P R A において実施した事故進展解析の結果を津波出力運転時レベル 2 P R A においても参照する。なお、第 3.1.2.2.2.5.4 表は参考資料に示す。

(6) 格納容器機能喪失頻度の定量化

a. 格納容器イベントツリーのヘディングの分岐確率の設定

P D S ごとに、格納容器イベントツリーのヘディングの分岐確率を設定評価するが、その設定方法については内部事象出力運転時 P R A と同様である。津波の影響については津波出力運転時レベル 1 P R A と同様の設定の考え方である。

また、津波フラジリティ、ランダム故障及び人的過誤に関する分岐確率の不確かさを考慮し、当該分岐の確率分布を設定する。確率分布の設定の考え方は、津波フラジリティについては津波出力運転時レベル 1 P R Aと同様である。その他、人的過誤に係る分布について津波の影響を考慮している以外は内部事象出力運転時レベル 2 P R Aと同様の設定の考え方である。なお、ここで設定した確率分布は、格納容器機能喪失頻度及び放出カテゴリの発生頻度の不確実さ解析に用いる。

b. 格納容器機能喪失頻度の算出方法

津波シナリオ区分を m 区分に分けた場合、津波シナリオ区分 i で発生する n_i 種類の事故シーケンス j_i の格納容器機能喪失頻度 CFF_{ij} は、津波シナリオ区分 i の津波発生頻度 f_i 及び事故シーケンス j_i の条件付き炉心損傷確率 $CCDP_{ij}$ 及び条件付き格納容器機能喪失確率 $CCFP_{ij}$ を用いて、次式によって求める。

$$CFF_{ij} = f_i \times CCDP_{ij} \times CCFP_{ij}$$

全格納容器機能喪失頻度 CFF_t は、各津波シナリオ区分 i で発生する事故シーケンス j_i の格納容器機能喪失頻度 CFF_{ij} を全ての津波シナリオ区分 ($i=1 \sim m$) で合計した結果である。すなわち、次式で求められる。

$$CFF_t = \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^{n_i} f_i \times CCDP_{ij} \times CCFP_{ij})$$

上記の手法で、計算プログラム RiskSpectrum® PSA を用いて算出し、内部事象出力運転時 P R A で設定した稼働率を乗じて全格納容器機能喪失頻度を算出する。

c. 格納容器機能喪失頻度の解析

P D S ごとに格納容器イベントツリーの定量化を行い、津波による格納容器機能喪失頻度を算出した。津波シナリオ区分別及び 1 次系建屋の浸水有無別、P D S 別、格納容器機能喪失モード別の評価結果を以下に整理する。

- (a) 津波シナリオ区分別及び 1 次系建屋への浸水有無別の格納容器機能喪失頻度

津波シナリオ区分別及び1次系建屋の浸水有無別の格納容器機能喪失頻度を第 3.1.2.2.2.5.5 表に示す。管理放出を含まない C F F は 2.5×10^{-7} (／炉年) となり、全炉心損傷頻度の 4.3×10^{-7} (／炉年) と比較して減少し、条件付き格納容器機能喪失確率 (C C F P) は 0.57 となった。

また、1次系建屋内浸水無しのシナリオの全格納容器機能喪失頻度に占める割合は 48.5% となった。1次系建屋内への浸水有無別の傾向については津波出力時レベル 1 P R A と同様であり、津波高さが防潮堤 (防潮ゲート) の高さを超えるシナリオ区分 6 において、1次系建屋内への浸水有りの場合の方が 1桁程度小さくなっており、1次系建屋の開口部シールが格納容器機能喪失防止の観点からも津波対策として有効であることが分かった。

(b) P D S 別の格納容器機能喪失頻度

P D S 別の格納容器機能喪失頻度を第 3.1.2.2.2.5.6 表に示す。なお、P D S 別の格納容器機能喪失頻度についての考察は参考資料に示す。

(c) 格納容器機能喪失モード別の格納容器機能喪失頻度

格納容器機能喪失モード別の格納容器機能喪失頻度を第 3.1.2.2.2.5.7 表に示す。格納容器機能喪失モードの β (格納容器隔離失敗) の寄与が支配的となり全格納容器機能喪失頻度の 52.1% を占め、次いで、 δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損) の寄与が 47.2%、 ε (ベースマツト熔融貫通) の寄与が 0.5% であった。なお、格納容器機能喪失モード別の格納容器機能喪失頻度についての考察は参考資料に示す。

(d) 格納容器健全性が維持される頻度の評価結果

格納容器健全性が維持される頻度は、格納容器健全に至る事故シーケンスの頻度を積算することによって算出し、 1.5×10^{-7} (／炉年) である。

また、フィルタベントにより格納容器健全を維持し、放射性物質管理放出を行う頻度は、 2.1×10^{-8} （／炉年）である。

d. 重要度解析

重要度解析として、津波出力運転時レベル 1 P R A と同様の手法を用いて F V 重要度を評価した。F V 重要度の定義については、「3.1.2.1.1.3(5)c. 重要度解析」に示す。

評価結果を第 3.1.2.2.2.5.8 表に示す。なお、第 3.1.2.2.2.5.8 表及び F V 重要度評価結果についての考察は参考資料に示す。

(7) 放出カテゴリの分類及び発生頻度の定量化

格納容器イベントツリーによって同定された全ての事故シーケンスを、P D S、格納容器機能喪失モード及び放出経路の組合せから、環境へ放出される放射性物質の放出挙動が類似した放出カテゴリに分類し、放出カテゴリごとの発生頻度を求める。

a. 放出カテゴリの分類

「3.1.2.1.1.3(6) 放出カテゴリの分類及び発生頻度の定量化」において、津波時に特有な事象を考慮して、放出カテゴリを分類した。分類に当たっては、格納容器バイパス、エナジェティック現象による破損及び格納容器先行破損は、独立した放出カテゴリとした。外的事象に係る放出カテゴリである格納容器バイパス（外的）(F2)について、津波による蒸気発生器伝熱管破損はないと仮定しているため、分類された事故シーケンスはない。また、格納容器破損（外的）(F4)について、津波による原子炉建屋及び原子炉格納容器の損傷はないと仮定しているため、分類された事故シーケンスはない。

したがって、津波出力運転時レベル 2 P R A の放出カテゴリの分類では、内部事象出力運転時レベル 2 P R A で分類された放出カテゴリに対して、津波に特有な放出カテゴリの分類の変更等はない。

b. 放出カテゴリごとの発生頻度の定量化

放出カテゴリに分類した全ての事故シーケンスの発生頻度を積算し、放出カテゴリごとに発生頻度を算出した。評価結果を第 3.1.2.2.2.5.9 表に示す。

格納容器機能喪失に分類される放出カテゴリのうち、隔離失敗の分類による放出カテゴリ(F5)の寄与割合が 31.0%で最大であった。これは、格納容器機能喪失モード別の発生頻度が大きい「格納容器隔離失敗」(βモード)がこの放出カテゴリに含まれているためである。また、放射性物質管理放出(F7)の寄与は 5.0%であった。

(8) 不確実さ解析及び感度解析等

a. 不確実さ解析

格納容器機能喪失頻度の定量化結果を踏まえ、津波ハザード、津波フラジリティ、ランダム故障及び人的過誤に関する分岐確率の不確かさに対し、モンテカルロ法を用いて、格納容器機能喪失頻度の平均値及び不確実さ幅（エラーファクタ）を評価した。エラーファクタの定義については、「3.1.2.1.1.2(7)d. 不確実さ解析」に示す。

格納容器機能喪失モード別の不確実さ解析結果を第 3.1.2.2.2.5.10 表及び第 3.1.2.2.2.5.3 図に示す。また、放出カテゴリ別の不確実さ解析結果を第 3.1.2.2.2.5.11 表及び第 3.1.2.2.2.5.4 図に示す。

全格納容器機能喪失頻度のエラーファクタは 1.1×10^4 となり、内部事象出力時レベル 2 P R A と比べると非常に不確実さが大きくなる。その主な要因としては津波ハザードデータの不確実さ幅が非常に大きいことが挙げられる。

b. 感度解析等

津波出力運転時レベル 1 P R A と同様に、以下について解析を実施した。

(a) 特重施設及び 3 系統目蓄電池を無効にした感度解析

イ 解析条件

特重施設及び 3 系統目蓄電池によるリスク低減効果を把握することを目的として、津波出力運転時レベル 2 のベースケースのモデルを用いて、特重無効ケースの格納容器機能喪失頻度を算出した。

ロ 結果

ベースケースと特重無効ケースの格納容器機能喪失モード別の格納容器機能喪失頻度を比較した結果を第 3.1.2.2.2.5.12 表及び第 3.1.2.2.2.5.5 図に示す。特重無効ケースの管理放出を含まない格納容器機能喪失頻度は 5.5×10^{-7} (／炉年) となった。特重施設及び 3 系統目蓄電池を考慮することで、管理放出を含まない全格納容器機能喪失頻度は約 55%低減し、特重施設及び 3 系統目蓄電池によるリスク低減効果が確認できた。なお、感度解析結果の考察については参考資料に示す。

(b) 特重施設及び新設 S A 対策を無効にした感度解析

イ 解析条件

特重施設及び新設 S A 対策によるリスク低減効果を把握することを目的として、特重施設及び新設 S A 対策無効ケースの格納容器機能喪失頻度を算出し、ベースケースと比較する。

ロ 結果

ベースケースと特重施設及び新設 S A 対策無効ケースの格納容器機能喪失モード別の格納容器機能喪失頻度を比較した結果を第 3.1.2.2.2.5.13 表及び第 3.1.2.2.2.5.6 図に示す。特重施設及び新設 S A 対策無効ケースの管理放出を含まない格納容器機能喪失頻度は 1.8×10^{-5} (／炉年) となった。特重施設及び新設 S A 対策を考慮することで、管理放出を含まない格納容器機能喪失頻度は約 99%低減し、特重施設及び新設 S A 対策によるリスク低減効果が確認できた。

(c) 引き津波に係る解析

イ 解析条件

引き津波による影響度合いを把握することを目的として、「3.1.2.2.2.4(7)g.(c) 引き津波に係る解析」の結果を基に、引き津波に関する管理放出を含まない格納容器機能喪失頻度を算出する。

ロ 解析結果

解析結果を第 3.1.2.2.2.5.14 表に示す。引き津波による管理放出を含まない全格納容器機能喪失頻度は 3.4×10^{-9} (／炉年) となり、引き津波発生による管理放出を含まない全格納容器機能喪失頻度は、押し津波に比べて 2 桁程度低かった。また、引き津波による全炉心損傷頻度 2.0×10^{-8} (／炉年) と比較して低減し、条件付き格納容器機能喪失確率は 0.17 となった。なお、第 3.1.2.2.2.5.14 表は参考資料に示す。

3.1.2.2.2.6 ソースターム評価

(1) 放出カテゴリのソースターム評価

放出カテゴリごとに解析の対象とする代表的な事故シーケンスを選定し、格納容器健全及び管理放出の放出カテゴリについてはソースターム解析、格納容器機能喪失の放出カテゴリについては定性的な評価を行う。なお、本評価においては、安全性向上評価のリスク指標である「事故時の C_{s-137} の放出量が 100TBq を超えるような事故の発生頻度」に着目した評価を実施した。

a. 評価対象事故シーケンスの選定

津波出力時 PRA では、建屋又は格納容器の津波による直接損傷は考慮しておらず、事故進展は内部事象出力運転時 PRA で考慮している範囲に収まると考えられることから、ソースターム評価の対象とする代表的な事故シーケンスの選定

に当たっても特別な要素の考慮は不要である。したがって、津波出力時 P R A における代表的な事故シーケンスは、「3.1.2.1.1.4.(1)a. 評価対象事故シーケンスの選定」と同様である。

b. ソースタームの評価

「3.1.2.1.1.4(1)b. ソースタームの評価」に同じ。

c. 放出カテゴリごとのソースタームと発生頻度

全ての放出カテゴリに対して、ソースタームと発生頻度を評価することにより、C s - 1 3 7 の放出量が 100TBq を超える事故シーケンスの発生頻度を求めた。放出カテゴリの発生頻度とソースタームとを対応させて結果を整理したものを第 3.1.2.2.2.5.15 表に示す。事故時の C s - 1 3 7 の放出量が 100TBq を超えるような事故の発生頻度は 2.5×10^{-7} (／炉年) となった。

(2) 不確実さ解析及び感度解析

「3.1.2.1.1.4(2) 不確実さ解析及び感度解析」に同じ。

第 3.1.2.2.2.1.1 表 評価に必要な情報及び主な情報源

	P R A作業		情 報	主な情報源
1	プラントの設計・運転の把握		P R A実施に当たり必要とされる設計、運転管理に関する情報	・海水ポンプウエル全体図、海水ポンプ室竣工図等 ・プラント・ウォークダウン ・津波被害事例（東北地方太平洋沖地震の情報等）
2	確率論的津波ハザード評価		対象サイトに影響を与え得る津波を発生させる地震発生様式に関する情報	・文献調査結果 ・地質調査結果
3	建屋・機器フラジリティ評価		プラント固有の建屋・機器の耐力評価並びに応答評価に関する情報	・上記 1 の情報源 ・過去の津波遡上に関する文献
4	事故シーケンス評価	a)事故シナリオの分析と起因事象の分類	津波時に想定されるプラント状態	・原子炉設置許可申請書
		b)事故シーケンスの分析 ・成功基準の設定 ・イベントツリーの作成	・安全系等のシステム使用条件 ・システムの現実的な性能 ・運転員による緩和操作	・上記 1 の情報源 ・既往の P R A情報 ・人間信頼性解析に関する報告書
		c)システムのモデル化	対象プラントに即した機器故障モード、運転形態	
		d)事故シーケンスの定量化	評価結果の妥当性を確認できる情報	

第 3.1.2.2.2.1.2 表 津波による損傷・機能喪失要因、対象 S S C の種類及びフラジリティ評価対象の要否（1 / 5）

津波による損傷・機能喪失要因	左記要因の検討対象となる S S C の種類（主要な S S C）	フラジリティ評価対象要否検討結果	
被水・没水	・動的（電氣的）設備（電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等）	フラジリティ評価対象。 なお、本評価では、防水措置による評価対象機器のスクリーニングは実施していない。	○
波力	・動的（電氣的）設備（電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等）	屋外設置の設備：フラジリティ評価対象。 （ただし、「被水・没水」による機能損傷が先行するため、当該要因に対するフラジリティ評価は実施しない。）	△
		屋内設置の設備：当該損傷要因の影響はないと考えられるため、フラジリティ評価対象外とする。	×
	・静的設備（タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等）	屋外設置の設備：フラジリティ評価対象。 （ただし、「波力」を直接受けることが無いように構築物を設けた設備は対象外とする。）	△
		屋内設置の設備：当該損傷要因の影響はないと考えられるため、フラジリティ評価対象外とする。	×
	・建屋開口部建具（扉、シール等の浸水対策を実施した建具等）	開口部の止水対策（シール）をフラジリティ評価対象とする。	○

第 3.1.2.2.2.1.2 表 津波による損傷・機能喪失要因、対象 S S C の種類及びフラジリティ評価対象の要否（2 / 5）

津波による損傷・機能喪失要因	左記要因の検討対象となる S S C の種類（主要な S S C）	フラジリティ評価対象要否検討結果	
波力	・建物・構築物（海水取水口も含む）	評価対象となる建屋・構築物は、一般的な家屋・ビルなどとは異なり、遮へいや耐震設計（基準地震動 S_s に対して十分な裕度を持つ）の要求から鉄筋コンクリート造で数十 cm～1m 程度の厚さの躯体（外壁）を有した強固な設計がされており、開口部からの建屋内への浸水が発生するより前に津波波力により損傷することは考えられない。したがって、建屋・構築物については、フラジリティ評価対象外とする。	×
	・防潮堤・防波堤	防潮堤・防波堤については、その高さ未満の津波では損傷せず、それ以上の津波に対しては防潮堤・防波堤が必ず損傷する（存在しないものとして扱う）と想定して評価を行う。したがって、フラジリティ評価としては対象外とする。	×
流体力	「波力」と同じ。	「波力」と同じ。 （ただし、影響が「波力」に対して軽微であると考えられる場合には、「波力」に包含されるものとして取り扱う。）	△
浮力	・動的（電氣的）設備（電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等）	屋外設置の設備：フラジリティ評価対象。 （ただし、「被水・没水」による機能損傷が先行するため、当該要因に対するフラジリティ評価は実施しない。）	△
		屋内設置の設備：屋外設備と同じ。（ただし、建屋浸水時のみ。）	△
	・静的設備（タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等）	屋外設置の設備：フラジリティ評価対象。	○
		屋内設置の設備：屋外設備と同じ。（ただし、建屋浸水時のみ。）	○

○：フラジリティ評価対象、△：SSC 毎にフラジリティ評価対象／対象外を判断、×：フラジリティ評価対象外

第 3.1.2.2.2.1.2 表 津波による損傷・機能喪失要因、対象 S S C の種類及びフラジリティ評価対象の要否（3 / 5）

津波による損傷・機能喪失要因	左記要因の検討対象となる S S C の種類（主要な S S C）	フラジリティ評価対象要否検討結果	
漂流物衝撃力	・ 動的（電氣的）設備（電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等）	屋外設置の設備：フラジリティ評価対象。 （ただし、「被水・没水」による機能損傷が先行するため、当該要因に対するフラジリティ評価は実施しない。）	△
		屋内設置の設備：直接的に建屋内の設備に衝突する訳ではないため、フラジリティ評価対象外とする。	×
	・ 静的設備（タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等）	屋外設置の設備：フラジリティ評価対象。 （ただし、衝突可能性等も考慮し、フラジリティ評価の実施要否を検討する。）	△
		屋内設置の設備：直接的に建屋内の設備に衝突する訳ではないため、フラジリティ評価対象外とする。	×
	・ 建屋開口部建具（扉、シール等の浸水対策を実施した建具等）	建屋開口部建具の面積は想定される漂流物に対して大きくないため、現実的に津波による漂流物の発生から評価対象への衝突に至る可能性を考慮すると、漂流物衝突により影響を受ける確率は極めて小さいものと考えられる。したがって、建屋開口部建具はフラジリティ評価対象外とする。	×
	・ 建物・構築物（海水取水口も含む）	評価対象となる建屋・構築物は、一般的な家屋・ビルなどとは異なり、遮へいや耐震設計（基準地震動 S_s に対して十分な裕度を持つ）の要求から鉄筋コンクリート造で数十 $\text{cm} \sim 1\text{m}$ 程度の厚さの躯体（外壁）を有した強固な設計がされており、開口部からの建屋内への浸水が発生するより前に漂流物衝撃力により損傷することは考えられない。したがって、建屋・構築物については、フラジリティ評価対象外とする。	×

○：フラジリティ評価対象、△：SSC 毎にフラジリティ評価対象／対象外を判断、×：フラジリティ評価対象外

第 3.1.2.2.2.1.2 表 津波による損傷・機能喪失要因、対象 S S C の種類及びフラジリティ評価対象の要否（4 / 5）

津波による損傷・機能喪失要因	左記要因の検討対象となる S S C の種類（主要な S S C）	フラジリティ評価対象要否検討結果	
漂流物衝撃力	・防潮堤・防波堤	防潮堤・防波堤については、その高さ未満の津波では損傷せず、それ以上の津波に対しては防潮堤・防波堤が必ず損傷する（存在しないものとして扱う）と想定して評価を行う。したがって、フラジリティ評価としては対象外である。	×
引き津波による水位低下	・海水取水のポンプ（海水ポンプ、循環水ポンプ）	フラジリティ評価対象。（他の要因と異なり、ある特定のマイナス水位（許容最低水位）に対する評価となる。）	○
海底砂移動	・海水取水のポンプ（海水ポンプ、循環水ポンプ）	フラジリティ評価対象。	○
洗掘	・動的（電氣的）設備（電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等）	屋外設置の設備：フラジリティ評価対象。 （ただし、「被水・没水」による機能損傷が先行するため、当該要因に対するフラジリティ評価は実施しない。）	△
		屋内設置の設備：当該損傷要因の影響はないと考えられるため、フラジリティ評価対象外とする。	×
	・静的設備（タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等）	屋外設置の設備：静的設備のうち、タンクのみをフラジリティ評価対象とする。 （ただし、基礎の状況等も考慮し、フラジリティ評価の実施要否を検討する。）	△
		屋内設置の設備：当該損傷要因の影響はないと考えられるため、フラジリティ評価対象外とする。	×

第 3.1.2.2.2.1.2 表 津波による損傷・機能喪失要因、対象 S S C の種類及びフラジリティ評価対象の要否（5 / 5）

津波による損傷・ 機能喪失要因	左記要因の検討対象となる S S C の種類（主要な S S C）	フラジリティ評価対象要否検討結果	
洗掘	・建物・構築物（海水取水口も含む）	安全上重要な建屋・構築物は一般建築物に比べて基礎面積が大きいこと、地表面から基礎底面までの深さが大きいことを考えると、洗掘により建屋・構築物が傾斜や倒壊に至ることが考えられない。したがって、建屋・構築物はフラジリティ評価対象外とする。	×
	・防潮堤・防波堤	防潮堤・防波堤については、その高さ未満の津波では損傷せず、それ以上の津波に対しては防潮堤・防波堤が必ず損傷する（存在しないものとして扱う）と想定して評価を行う。したがって、フラジリティ評価としては対象外とする。	×

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（1 / 13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 (スクリーニング②*2の 対象要否)	検討内容
原子炉容器破損	×	原子炉容器は格納容器内にあり、海水の流入がないため、波力を直接受けることは考え難く、影響は受けないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。
大破断 L O C A	×	当該事象の発生要因となる配管は格納容器内にあり、海水の流入がないため、波力を直接受けることは考え難く、影響は受けないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。
中破断 L O C A	×	大破断 L O C A と同様であり、当該事象は対象外とする。
小破断 L O C A	×	大破断 L O C A と同様であり、当該事象は対象外とする。
極小 L O C A	×	大破断 L O C A と同様であり、当該事象は対象外とする。
加圧器逃がし弁／安全弁 L O C A	○	津波が原因で制御回路が誤動作し、加圧器逃がし弁が誤開して再閉止できない場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
インターフェイスシステム L O C A (余熱除去系)	×	津波が原因で制御回路が誤動作し、余熱除去ポンプ吸込側ラインの電動弁が誤開した場合には、当該事象が発生する可能性がある。しかし、国内 P W R プラントでは、余熱除去ポンプ入口隔離弁は出力運転時には No Fuse Breaker (NFB) を切り引き運用としているため、津波が原因で制御回路が誤動作する可能性はなく、当該弁は誤開することはない。 又、当該事象の発生要因となる余熱除去ポンプ低温側注入ラインの逆止弁、余熱除去ポンプ高温側注入ラインの逆止弁は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、影響は受けないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。

*1：スクリーニング①：(国内の P W R) プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（2 / 13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 (スクリーニング②*2の 対象要否)	検討内容
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)	×	津波が原因で充てん／高圧注入ポンプの故障に加えて、抽出オリフィス隔離及び格納容器隔離が実施できなかった場合は当該事象が発生する可能性がある。しかし、津波がプラントに影響を与える可能性がある場合には、原子炉は自動トリップする、又は津波到達までに原子炉を手動停止している可能性が高く、トリップ成功している場合は、1次系の圧力が低下しており、流出量が低下する。そのため、十分な時間余裕があり、津波発生時に充てん系が故障し、さらに抽出オリフィス隔離弁や格納容器隔離弁による隔離にも失敗する可能性は小さい（稀有）と考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。
インターフェイスシステムLOCA (余熱除去系と充てん／抽出のアンバランス以外)	×	電動弁や逆止弁などの複数の機器の誤開や内部リークの組み合わせで、低圧設計部に冷却材が流出した場合は当該事象が発生する可能性がある。しかし、津波発生時に弁の誤開や内部リークが同時に発生する可能性は小さい（稀有）と考えられる。冷却器の伝熱管損傷に伴う ISLOCA については、冷却器は建屋内にあり、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。
1次冷却材ポンプ 封水リーク	○	津波により充てん／高圧注入ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
主給水流量の 全喪失	○	津波により主給水ポンプ、復水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。

*1：スクリーニング①：(国内のPWR) プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（3／13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 （スクリーニング②*2の 対象要否）	検討内容
主給水流量の部分 喪失	○	津波により主給水ポンプ、復水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
負荷の喪失 （タービントリップ 信号有）	×	大津波警報等により運転員が手動停止することも考えられるが、津波によるプラントへの影響がない場合は内的事象出力時P R Aの範疇となる。一方、津波がプラントに影響を与える可能性がある場合には、原子炉は自動トリップする、又は津波到達までに原子炉を手動停止している可能性が高く、手動停止後に津波によるプラントへの影響があった場合には、その影響別に起因事象を分類可能である。したがって当該事象は対象外とする。
負荷の喪失 （タービントリップ 信号無）	×	大津波警報等により運転員が手動停止することも考えられるが、津波によるプラントへの影響がない場合は内的事象出力時P R Aの範疇となる。一方、津波がプラントに影響を与える可能性がある場合には、原子炉は自動トリップする、又は津波到達までに原子炉を手動停止している可能性が高く、手動停止後に津波によるプラントへの影響があった場合には、その影響別に起因事象を分類可能である。したがって当該事象は対象外とする。
主蒸気隔離弁の 誤閉止（1or2 弁）	○	津波により主蒸気隔離弁、又は関連する電源設備等が損傷し、主蒸気隔離弁の 1 弁、又は 2 弁が誤閉止した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。

*1：スクリーニング①：（国内のPWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（4／13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 (スクリーニング②*2の 対象要否)	検討内容
主蒸気隔離弁の 誤閉止（全弁）	○	津波により主蒸気隔離弁、又は関連する電源設備等が損傷し、主蒸気隔離弁全弁が誤閉止した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
過渡事象 （タービントリップ 有）（加圧器逃がし弁 の作動無）	○	津波により循環水ポンプ、復水器真空ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。ただし、過渡事象の発生要因はタービントリップ及び加圧器逃がし弁の作動有無により細分化していないため、本スクリーニング以降は過渡事象として取り扱う。
過渡事象 （タービントリップ 無）（加圧器逃がし弁 の作動有）	○	津波により循環水ポンプ、復水器真空ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。ただし、過渡事象の発生要因はタービントリップ及び加圧器逃がし弁の作動有無により細分化していないため、本スクリーニング以降は過渡事象として取り扱う。
過渡事象 （タービントリップ 無）（加圧器逃がし弁 の作動無）	○	津波により循環水ポンプ、復水器真空ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。ただし、過渡事象の発生要因はタービントリップ及び加圧器逃がし弁の作動有無により細分化していないため、本スクリーニング以降は過渡事象として取り扱う。
主給水管破断	×	主給水管は格納容器内、又は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。又、津波が原因で制御回路が誤動作し、主給水管破断相当の事象が発生するような弁は無い。したがって、当該事象は対象外とする。

*1：スクリーニング①：（国内のPWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（5／13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 （スクリーニング②*2の 対象要否）	検討内容
主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）	○	主蒸気管は格納容器内、又は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。しかし、津波により主蒸気逃がし弁、又は関連する電源設備等が損傷し、主蒸気逃がし弁が誤開して再閉止できなかった場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）	○	主蒸気管は格納容器内、又は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。しかし、津波により関連する電源設備等が損傷し、タービンバイパス弁が誤開して再閉止できなかった場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
蒸気発生器伝熱管破損	×	蒸気発生器伝熱管は格納容器内にあり、海水の流入がないため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。
主蒸気安全弁の誤開（1弁）	×	主蒸気安全弁は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。
主蒸気安全弁の誤開（2弁以上）	×	主蒸気安全弁は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。
主蒸気逃がし弁の誤開（1弁）	×	津波により主蒸気逃がし弁、又は関連する電源設備等が損傷し、主蒸気逃がし弁が誤開して再閉止できなかった場合には、当該事象が発生する可能性がある。しかし、この影響は主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。

*1：スクリーニング①：（国内のPWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（6 / 13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 (スクリーニング②*2の 対象要否)	検討内容
主蒸気逃がし弁 の誤開（2 弁以上）	×	津波により主蒸気逃がし弁、又は関連する電源設備等が損傷し、主蒸気逃がし弁が誤開して再閉止できなかった場合には、当該事象が発生する可能性がある。しかし、この影響は主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
タービンバイパス弁 の誤開（2 弁以上）	×	津波によりタービンバイパス弁、又は関連する電源設備等が損傷し、タービンバイパス弁が誤開して再閉止できなかった場合には、当該事象が発生する可能性がある。しかし、この影響は主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
外部電源喪失	○	津波により変圧器等の外部電源設備が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
常用系高圧交流母線の喪失	○	津波により常用系高圧交流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
常用系低圧交流母線の喪失	○	津波により常用系低圧交流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
常用系直流母線の喪失	○	津波により常用系直流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
常用系計装用母線の喪失	○	津波により常用系計装用母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。

*1：スクリーニング①：（国内のPWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（7 / 13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 （スクリーニング②*2の 対象要否）	検討内容
計装制御設備故障による加圧器逃がし弁／安全弁 L O C A	×	津波が原因で計装制御設備が誤動作し、加圧器逃がし弁が誤開して再閉止できない場合には、当該事象が発生する可能性がある。計装制御設備故障は加圧器逃がし弁／安全弁 L O C A を引き起こす 1 つの要因であり、その影響は加圧器逃がし弁／安全弁 L O C A で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
計装制御設備故障による負荷の喪失 （タービントリップ有）	×	大津波警報等により運転員が手動停止することも考えられるが、津波によるプラントへの影響がない場合は内的事象出力時 P R A の範疇となる。一方、津波がプラントに影響を与える可能性がある場合には、原子炉は自動トリップする、又は津波到達までに原子炉を手動停止している可能性が高く、手動停止後に津波によるプラントへの影響があった場合には、その影響別に起因事象を分類可能である。計装制御設備故障は負荷の喪失（タービントリップ有）を引き起こす 1 つの要因であり、その影響は負荷の喪失（タービントリップ有）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
計装制御設備故障による過渡事象 （タービントリップ無）（加圧器逃がし弁の作動有）	×	津波により循環水ポンプ、復水器真空ポンプ等の計測制御設備が誤動作した場合には、当該事象が発生する可能性がある。 計装制御設備故障は過渡事象（タービントリップ無）（加圧器逃がし弁の作動有）を引き起こす 1 つの要因であり、その影響は過渡事象（タービントリップ無）（加圧器逃がし弁の作動有）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。

*1：スクリーニング①：（国内の PWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（8 / 13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 （スクリーニング②*2の 対象要否）	検討内容
計装制御設備故障による過渡事象（タービントリップ無）（加圧器逃がし弁の作動無）	×	津波により循環水ポンプ、復水器真空ポンプ等の計測制御設備が誤動作した場合には、当該事象が発生する可能性がある。 計装制御設備故障は過渡事象（タービントリップ無）（加圧器逃がし弁の作動無）を引き起こす 1 つの要因であり、その影響は過渡事象（タービントリップ無）（加圧器逃がし弁の作動無）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
計装制御設備故障による E C C S 誤起動	○	津波により充てん／高圧注入ポンプ等の計測制御設備が誤動作した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
計装制御設備故障による主給水流量の全喪失	×	津波により主給水ポンプ、復水ポンプの計測制御設備が誤動作した場合には、当該事象が発生する可能性がある。 計装制御設備故障は主給水流量の全喪失を引き起こす 1 つの要因であり、その影響は主給水流量の全喪失で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
計装制御設備故障による主給水流量の部分喪失	×	津波により主給水ポンプ、復水ポンプの計測制御設備が誤動作した場合には、当該事象が発生する可能性がある。 計装制御設備故障は主給水流量の部分喪失を引き起こす 1 つの要因であり、その影響は主給水流量の部分喪失で考慮しているため、当該事象は対象外とする。

*1：スクリーニング①：（国内の PWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（9 / 13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 (スクリーニング②*2の 対象要否)	検討内容
計装制御設備故障による主蒸気隔離弁の誤閉止（1or2 弁）	×	津波により主蒸気隔離弁の計測制御設備が誤動作し、主蒸気隔離弁の 1 弁、又は 2 弁が誤閉止した場合には、当該事象が発生する可能性がある。 計装制御設備故障は主蒸気隔離弁の誤閉止（1or2 弁）を引き起こす 1 つの要因であり、その影響は主蒸気隔離弁の誤閉止（1or2 弁）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
計装制御設備故障による主蒸気隔離弁の誤閉止（全弁）	×	津波により主蒸気隔離弁の計測制御設備が誤動作し、主蒸気隔離弁全弁が誤閉止した場合には、当該事象が発生する可能性がある。 計装制御設備故障は主蒸気隔離弁の誤閉止（全弁）を引き起こす 1 つの要因であり、その影響は主蒸気隔離弁の誤閉止（全弁）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
計装制御設備故障によるタービンバイパス弁の誤開（2 弁以上）	×	津波によりタービンバイパス弁の計測制御設備が誤動作し、タービンバイパス弁が誤開して再閉止できなかった場合には、当該事象が発生する可能性がある。 計装制御設備故障はタービンバイパス弁の誤開（2 弁以上）を引き起こす 1 つの要因であり、その影響はタービンバイパス弁の誤開（2 弁以上）で考慮しているため、当該事象は対象外とする。
制御用空気系の部分喪失	○	津波により計器用空気圧縮機等が損傷し、制御用空気系の 1 ヘッドへの圧縮空気供給機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。

*1：スクリーニング①：（国内のPWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（10／13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 (スクリーニング②*2の 対象要否)	検討内容
制御用空気系の全喪失	○	津波により計器用空気圧縮機等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
原子炉補機冷却水系の 部分喪失（A or B ヘッダ）	○	津波により 1 次系冷却水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、1 次系補機冷却水系の A 又は B ヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
原子炉補機冷却水系の 部分喪失（C ヘッダ）	○	津波により 1 次系冷却水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、1 次系補機冷却水系の C ヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
原子炉補機冷却水系の 全喪失	○	津波により 1 次系冷却水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
原子炉補機冷却海水系の 部分喪失	○	津波により海水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、1 ヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
原子炉補機冷却海水系の 全喪失	○	津波により海水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
安全系高圧交流母線の 部分喪失	○	津波により安全系高圧交流母線に関連する電気盤等の 1 系列が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。

*1：スクリーニング①：（国内の PWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（11／13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 (スクリーニング②*2の 対象要否)	検討内容
安全系 高圧交流母線の全喪失	○	津波により安全系高圧交流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
安全系 低圧交流母線の部分喪失	○	津波により安全系低圧交流母線に関連する電気盤等の 1 系列が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
安全系 低圧交流母線の全喪失	○	津波により安全系低圧交流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
安全系 直流母線の部分喪失	○	津波により安全系直流母線に関連する電気盤等の 1 系列が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
安全系 直流母線の全喪失	○	津波により安全系直流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
安全系 計装用母線の部分喪失	○	津波により計装用母線に関連する電気盤等の 1 系列が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
安全系 計装用母線の全喪失	○	津波により計装用母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
中央制御室空調系の喪失	○	津波により中央制御室非常用循環系の機器、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。

*1：スクリーニング①：（国内のPWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（1 2 / 1 3）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 (スクリーニング②*2の 対象要否)	検討内容
安全補機開閉器室 空調系の部分喪失	○	津波により制御建屋空調系の機器、又は関連する電源設備等が損傷し、安全補機開閉器室空調系の 1 ヘッダへの圧縮空気供給機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
安全補機開閉器室 空調系の全喪失	○	津波により制御建屋空調系の機器、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
空調用冷水系 の部分喪失	○	津波により冷水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、1 ヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
空調用冷水系 の全喪失	○	津波により冷水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。
手動停止	×	大津波警報等により運転員が手動停止することも考えられるが、津波によるプラントへの影響がない場合には、内的事象出力時 P R A の範疇となる。一方、津波がプラントに影響を与える可能性がある場合には、原子炉は自動トリップする、又は津波到達までに原子炉を手動停止できる可能性も高く、手動停止後に津波によるプラントへの影響があった場合でも、その影響別に起因事象を分類可能である。したがって、当該事象は対象外とする。

*1：スクリーニング①：(国内のPWR) プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.3 表 起因事象の分析結果（スクリーニング①）（13／13）

起因事象	スクリーニング①*1の結果 （スクリーニング②*2の 対象要否）	検討内容
A T W S 1 （タービントリップ が必要な事象）	×	原子炉の停止機能は要求される使命時間が短いので、実際の津波を想定した場合には、「要因となった地震」、又は「津波警報を受けての手動停止」として達成される機能と考えられる。しかしながら、トリップの有無に関わらず、これらの機能喪失シーケンスは内部事象、地震のイベントツリーで代表されることから、津波においては対象外とする。
A T W S 2 （タービントリップ が不要な事象）	×	原子炉の停止機能は要求される使命時間が短いので、実際の津波を想定した場合には、「要因となった地震」、又は「津波警報を受けての手動停止」として達成される機能と考えられる。しかしながら、トリップの有無に関わらず、これらの機能喪失シーケンスは内部事象、地震のイベントツリーで代表されることから、津波においては対象外とする。
津波特有の事象	○	上述の他の起因事象以外に、津波により直接的に炉心損傷に至る事象等を津波特有の事故シナリオとして対象となる可能性がある。

*1：スクリーニング①：（国内のPWR）プラント共通の観点でのスクリーニング

○：スクリーニング②が必要な事象、×：スクリーニング②が不要（スクリーニング①により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起因事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（1 / 12）

起因事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
加圧器逃がし 弁／安全弁 L O C A	×	1 次系建屋内へ浸水した場合、加圧器逃し弁に関連する電気盤が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。しかし、同じ 1 次系建屋内の高さ 4.0m にある計器用空気圧縮機も損傷する。この時、空気だめに溜められた空気により空気作動弁は短時間であれば動作可能であるため、一時的に当該弁が誤動作する可能性はあるが、空気だめの空気の喪失にしたがって当該弁は閉止（フェールクローズ）されるため当該事象が発生し続けることは稀有である。したがって当該事象は対象外とする。	N/A	—
1 次冷却材 ポンプ封水 リーク	○	1 次系建屋へ浸水した場合、安全防護系シーケンス盤現場入出力盤（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。
主給水流量の 全喪失	○	タービン建屋に設置されている主給水ポンプ（設置高さ：4.0m）が損傷した場合、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	○	当該事象はタービン建屋内への浸水で発生する可能性があるため、評価対象事象とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起因事象、×：評価対象外起因事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起因事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（2 / 12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
主給水流量の 部分喪失	×	主給水流量の全喪失の代表である主給水ポンプは全て同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
主蒸気隔離弁 の誤閉止 (1 or 2 弁)	×	主蒸気隔離弁の誤閉止（全弁）の代表である主蒸気隔離弁全弁に関連する電気盤は全て同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
主蒸気隔離弁 の誤閉止 (全弁)	○	1 次系建屋へ浸水した場合、主蒸気隔離弁に関連する電気盤（設置高さ：4.0m）が被水・没水により誤動作し、当該弁が誤閉止に至って当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（3／12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
過渡事象	○	屋外に設置されている循環水ポンプ（設置高さ：7.1m）、又はタービン建屋に設置されている復水器真空ポンプ（設置高さ：4.0m）が損傷した場合、当該事象が発生する可能性があるが、損傷高さを考慮すると、タービン建屋に設置されている復水器真空ポンプが損傷した場合に当該事象が発生するとする。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、主給水流量の全喪失が発生しており、当該事象は主給水流量の全喪失に包絡されるため、対象外とする。
主蒸気管破断 （主蒸気隔離弁上流）	×	1次系建屋内へ浸水した場合、主蒸気逃し弁に関連する電気盤が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。しかし、同じ1次系建屋内の高さ 4.0m にある計器用空気圧縮機も損傷する。この時、空気だめに溜められた空気により空気作動弁は短時間であれば動作可能であるため、一時的に当該弁が誤動作する可能性はあるが、空気だめの空気の喪失にしたがって当該弁は閉止（フェールクローズ）されるため当該事象が発生し続けることは稀有である。したがって当該事象は対象外とする。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波PRA対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起因事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（4 / 12）

起因事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
主蒸気管破断 (主蒸気隔離 弁下流)	×	タービン建屋内へ浸水した場合、タービンバイパス弁が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。しかし、津波が1次系建屋内に浸水した場合には、1次系建屋内の高さ4.0mにある計器用空気圧縮機も損傷する。この時空気だめに溜められた空気により空気作動弁は短時間であれば動作可能であるため、一時的に当該弁が誤動作する可能性はあるが、空気だめの空気の喪失にしたがって当該弁は閉止（フェールクローズ）されるため当該事象が発生し続けることは稀有である。また、津波が1次系建屋内に浸水しない場合には、タービン建屋内の電気盤より信号が優先される1次系建屋内の電気盤が設置高さに関係なく健全であることから、1次系冷却材温度異常低による開阻止機能に期待できる。したがって当該事象は対象外とする。（主蒸気隔離弁上流側では1次系建屋内に浸水しているため期待しない）	N/A	—
外部電源喪失	○	屋外に設置されている変圧器等の外部電源設備が損傷すると当該事象が発生する可能性がある。したがって当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	○	当該事象は屋外設備の損傷で発生する可能性があるため、評価対象事象とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波PRA対象起因事象、×：評価対象外起因事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起因事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（5 / 12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
常用系高圧交流母線の喪失	○	タービン建屋内に設置されている常用系メタルクラッドスイッチギア（設置高さ：10.1m）が損傷した場合に、当該事象が発生する可能性がある。したがって当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象は主給水流量の全喪失と同じ事象進展であることから、内的P R Aと同様に当該事象は主給水流量の全喪失として取り扱う。当該事象が発生した時には、主給水流量の全喪失が発生しているため、当該起回事象は対象外とする。
常用系低圧交流母線の喪失	○	タービン建屋内に設置されている常用系コントロールセンタ（設置高さ：4.0m）が損傷した場合に、当該事象が発生する可能性がある。したがって当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象は主給水流量の全喪失と同じ事象進展であることから、内的P R Aと同様に当該事象は主給水流量の全喪失として取り扱う。当該事象が発生した時には、主給水流量の全喪失が発生しているため、当該起回事象は対象外とする。

- *1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
 ○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）
- *2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
 ○：津波P R A対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（6 / 12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
常用系直流 母線の喪失	○	屋外に設置されている常用系直流分電盤（設置高さ：15.2m）、又はタービン建屋に設置されているタービン建屋直流分電盤（設置高さ：4.0m）が損傷した場合、当該事象が発生する可能性があるが、損傷高さを考慮すると、タービン建屋に設置されている 1B タービン建屋直流分電盤が損傷した場合に当該事象が発生するとする。 したがって当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象は主給水流量の全喪失と同じ事象進展であることから、内的 P R A と同様に当該事象は主水流量の全喪失として取り扱う。当該事象が発生した時には、主給水流量の全喪失が発生しているため、当該起回事象は対象外とする。
常用系計装用 母線の喪失	○	タービン建屋内に設置されている常用系計器用分電盤（設置高さ：10.1m）が損傷した場合に、当該事象が発生する可能性がある。したがって当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象は主給水流量の全喪失と同じ事象進展であることから、内的 P R A と同様に当該事象は主給水流量の全喪失として取り扱う。当該事象が発生した時には、主給水流量の全喪失が発生しているため、当該起回事象は対象外とする。
計装制御設備 故障による ECCS 誤起動	○	充てん／高圧注入ポンプ等の誤起動に関する計測制御設備が損傷した場合には当該事象が発生する可能性がある。したがって当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（7 / 12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
制御用空気系の部分喪失	×	制御用空気系の全喪失の代表である計器用空気圧縮機は両トレン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
制御用空気系の全喪失	○	1次系建屋へ浸水した場合、1次系建屋の計器用空気圧縮機（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。
原子炉補機冷却水系の部分喪失（A or B ヘッド）	×	原子炉補機冷却水系の全喪失の代表である 1次系冷却水クーラ海水出口空気作動弁は、同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（8／12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
原子炉補機冷却水系の部分喪失（Cヘッド）	○	1 次系建屋へ浸水した場合、安全防護系シーケンス盤現場入出力盤（4.0m）が損傷することにより当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。
原子炉補機冷却水系の全喪失	○	1 次系建屋へ浸水した場合 1 次系冷却水クーラ海水出口空気作動弁（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	×	原子炉補機冷却海水系の全喪失の代表である海水ポンプは全トレン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
原子炉補機冷却海水系の全喪失	○	屋外に設置されている海水ポンプ（モータ下端高さ 4.67m）が損傷した場合、当該事象が発生する可能性がある。	○	当該事象は屋外設備の損傷で発生する可能性があるため、評価対象事象とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○：津波PRA対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（9 / 12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
安全系高压 交流母線の 部分喪失	×	各安全系母線の設備は、全て同一の高さ、場所に設置されていることから当該事象が発生することはない。したがって当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全系高压 交流母線の 全喪失	○	1 次系建屋へ浸水した場合、メタルクラッドスイッチギア（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。
安全系低压 交流母線の 部分喪失	×	各安全系母線の設備は、全て同一の高さ、場所に設置されていることから当該事象が発生することはない。したがって当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全系低压 交流母線の 全喪失	○	1 次系建屋へ浸水した場合、パワーセンタ（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（10／12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
安全系直流 母線の 部分喪失	×	各安全系母線の設備は、全て同一の高さ、場所に設置されていることから当該事象が発生することはない。したがって当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全系直流 母線の全喪失	○	1次系建屋へ浸水した場合、電動補助 FWP 起動盤（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。
安全系計装用 母線の 部分喪失	×	各安全系母線の設備は、全て同一の高さ、場所に設置されていることから当該事象が発生することはない。したがって当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全系計装用 母線の全喪失	○	1次系建屋へ浸水した場合、現場計器用分電盤（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起回事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（11／12）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
中央制御室 空調系の喪失	×	アレニウス評価結果を踏まえると、中央制御室の室温維持機能喪失後 7 日間時点でも機器が損傷に至らないため、空調のリカバリーやバックアップ操作を行わなくても 7 日間は室温上昇による機器の損傷は生じないため、当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全補機開閉 器室空調系の 部分喪失	×	制御建屋空調系の全喪失の代表である安全防護系シーケンス盤現場入出力盤は両トレン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全補機開閉 器室空調系の 全喪失	○	1 次系建屋へ浸水した場合、安全防護系シーケンス盤現場入出力盤（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.4 表 起因事象の検討内容及び選定結果（押し津波）（1 2 / 1 2）

起因事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象要否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング ③*2の結果	スクリーニング③の検討内容
空調用冷水系の 部分喪失	×	空調用冷水系の全喪失の代表である安全防護系シーケンス盤現場入出力盤は両トレン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
空調用冷水系の 全喪失	○	1 次系建屋へ浸水した場合、安全防護系シーケンス盤現場入出力盤（設置高さ：4.0m）が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	×	当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。
津波特有の 事象	○	津波により直接的に炉心損傷に至る事象として、1 次系建屋でシール施工されていない開口部の高さ 10.9m では、1 次系建屋が水没し、メタルクラッドスイッチギア等の電気盤（設置高さ：4.0m）が損傷するため、当該事象が発生する可能性がある。	○	当該事象はメタルクラッドスイッチギア等の電気盤の損傷で発生する可能性があるため、評価対象事象とする。なお、当該事象は複数の信号系損傷として扱う。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起因事象、×：評価対象外起因事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起因事象

第 3.1.2.2.2.1.5 表 起回事象の検討内容及び選定結果（引き津波）（1 / 8）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング③*2 の結果	スクリーニング③の検討 内容
加圧器逃がし弁／安全 弁 L O C A	×	引き津波により、加圧器逃がし弁の制御 回路の誤動作が発生することはない。し たがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
1 次冷却材ポンプ封水 リーク	×	引き津波により、当該事象の要因となる 充てん／高圧ポンプが損傷することはない。 したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
主給水流量の 全喪失	×	引き津波による、直接的に主給水流量喪 失が発生する要因となる設備への影響は ない。したがって、当該事象は対象外と する。	N/A	—
主給水流量の 部分喪失	×	引き津波による、直接的に主給水流量の 部分喪失が発生する要因となる設備への 影響はない。したがって、当該事象は対 象外とする。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.5 表 起因事象の検討内容及び選定結果（引き津波）（2／8）

起因事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング③*2 の結果	スクリーニング③の検討 内容
主蒸気隔離弁の 誤閉止（1 or 2 弁）	×	引き津波により、主蒸気隔離弁（1 or 2 弁）が誤閉止することはない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
主蒸気隔離弁の 誤閉止（全弁）	×	引き津波により、主蒸気隔離弁（全弁）が誤閉止することはない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
過渡事象	○	引き津波により、取水ピット内水位が規定値より低下して、循環水ポンプが故障した場合に、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	○	当該事象は、引き津波により発生する可能性があるため、評価対象事象とする。

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○：津波 P R A 対象起因事象、×：評価対象外起因事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起因事象

第 3.1.2.2.1.5 表 起回事象の検討内容及び選定結果（引き津波）（3／8）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング③*2 の結果	スクリーニング③の検討 内容
主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁上流)	×	引き津波により、当該事象相当の要因となる主蒸気逃がし弁の誤開が発生することはない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁下流)	×	引き津波により、当該事象相当の要因となるタービンバイパス弁の誤開が発生することはない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
外部電源喪失	×	引き津波により、変圧器等の外部電源設備が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
常用系高圧交流母線の 喪失	×	引き津波による、常用系母線の機能喪失が発生する要因となる設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
常用系低圧交流母線の 喪失	×	引き津波による、常用系母線の機能喪失が発生する要因となる設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波PRA対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.5 表 起回事象の検討内容及び選定結果（引き津波）（4／8）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング③*2 の結果	スクリーニング③の検討 内容
常用系直流母線の喪失	×	引き津波による、常用系母線の機能喪失が発生する設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
常用系計装用母線の喪失	×	引き津波による、常用系母線の機能喪失が発生する設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
計装制御設備故障による ECCS 誤起動	×	引き津波による、計装制御設備故障による ECCS 誤起動が発生する要因となる設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
制御用空気系の部分喪失	×	引き津波により、直接的に計器用空気系設備が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
制御用空気系の全喪失	×	引き津波により、直接的に計器用空気系設備が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.5 表 起回事象の検討内容及び選定結果（引き津波）（5／8）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング③*2 の結果	スクリーニング③の検討 内容
原子炉補機冷却水系の 部分喪失（A or B ヘッ ダ）	×	引き津波により、直接的に 1 次系冷却水 ポンプ等の 1 次系冷却水系設備が損傷す ることはない。したがって、当該事象は 対象外とする。	N/A	—
原子炉補機冷却水系の 部分喪失（C ヘッダ）	×	引き津波により、直接的に 1 次系冷却水 ポンプ等の 1 次系冷却水系設備が損傷す ることはない。したがって、当該事象は 対象外とする。	N/A	—
原子炉補機冷却水系の 全喪失	×	引き津波により、直接的に 1 次系冷却水 ポンプ等の 1 次系冷却水系設備が損傷す ることはない。したがって、当該事象は 対象外とする。	N/A	—
原子炉補機冷却海水系 の部分喪失	×	海水ポンプは全て同一の取水ピットから 取水しており、その規定値は全て同一の 高さであることから当該事象が発生す ることはない。したがって当該事象は対象 外とする。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.5 表 起回事象の検討内容及び選定結果（引き津波）（6／8）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング③*2 の結果	スクリーニング③の検討 内容
原子炉補機冷却海水系の全喪失	○	引き津波により、取水ピットの水位が規定値より低下して、海水ポンプがキャビテーションにより故障した場合、又はキャビテーション発生前に手動により当該ポンプを停止した場合に、当該事象が発生する可能性がある。したがって当該事象は本スクリーニングでは除外しない。	○	当該事象は、引き津波により発生する可能性があるため、評価対象事象とする。
安全系高圧交流母線の部分喪失	×	引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する要因となる設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全系高圧交流母線の全喪失	×	引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する要因となる設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全系低圧交流母線の部分喪失	×	引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する要因となる設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波PRA対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.1.5 表 起回事象の検討内容及び選定結果（引き津波）（7 / 8）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング③*2 の結果	スクリーニング③の検討 内容
安全系低圧交流母線の 全喪失	×	引き津波による、安全系母線の機能喪失 が発生する要因となる設備への影響はな い。したがって、当該事象は対象外とす る。	N/A	—
安全系直流母線の部分 喪失	×	引き津波による、安全系母線の機能喪失 が発生する要因となる設備への影響はな い。したがって、当該事象は対象外とす る。	N/A	—
安全系直流母線の 全喪失	×	引き津波による、安全系母線の機能喪失 が発生する要因となる設備への影響はな い。したがって、当該事象は対象外とす る。	N/A	—
安全系計装用母線の 部分喪失	×	引き津波による、安全系母線の機能喪失 が発生する要因となる設備への影響はな い。したがって、当該事象は対象外とす る。	N/A	—
安全系計装用母線の 全喪失	×	引き津波による、安全系母線の機能喪失 が発生する要因となる設備への影響はな い。したがって、当該事象は対象外とす る。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波 P R A 対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.5 表 起回事象の検討内容及び選定結果（引き津波）（8／8）

起回事象	スクリーニング ②*1の結果 (スクリーニング ③の対象可否)	スクリーニング②の検討内容	スクリーニング③*2 の結果	スクリーニング③の検討 内容
中央制御室空調系の 喪失	×	引き津波により、中央制御室非常用循環 系が損傷することはない。したがって、 当該事象は対象外とする。	N/A	—
安全補機開閉器室 空調系の部分喪失	×	引き津波により、制御建屋空調系が損傷 することはない。したがって、当該事象 は対象外とする。	N/A	—
安全補機開閉器室 空調系の全喪失	×	引き津波により、制御建屋空調系が損傷 することはない。したがって、当該事象 は対象外とする。	N/A	—
空調用冷水系の 部分喪失	×	引き津波により、空調用冷水系が損傷す ることはない。したがって、当該事象は 対象外とする。	N/A	—
空調用冷水系の全喪失	×	引き津波により、空調用冷水系が損傷す ることはない。したがって、当該事象は 対象外とする。	N/A	—
津波特有の事象	×	引き津波により影響を受けるプラント設 備は、海水取水の設備と限定的であり、 直接多数の設備が同時に機能を喪失す ることはない。したがって、当該事象は対 象外とする。	N/A	—

*1：スクリーニング②：個別プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング
○：スクリーニング③が必要な事象、×：スクリーニング③が不要（スクリーニング②により評価対象外となった事象）

*2：スクリーニング③：事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング
○：津波PRA対象起回事象、×：評価対象外起回事象、N/A：スクリーニング②により発生しない起回事象

第 3.1.2.2.2.1.7 表 津波シナリオ区分（1／8）

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ範囲)	当該津波シナリオ区分 で評価対象とする起因 事象	当該津波シナリオ区分で 津波により新たに損傷する可能性のある主要な機器 (【】内に損傷・機能喪失要因の記載のないものは、【被水・没水】の意)			左記機器の 設置高さ※1
1 (3.5m 以上～ 4.0m 未満)	外部電源喪失 主給水流量喪失	屋外	タービン動補助給水ポンプ復水タンク側入口弁(CW-233) 電動補助給水ポンプ復水タンク側入口弁(CW-236)		3.5m
			主変圧器 所内変圧器 起動変圧器		4.0m
			復水タンク水位計(LT-3205)		5.1m
			復水タンク水位計(LT-3203)		5.2m
			降圧変圧器(EC1TR-04)		8.65m

※1 機器の設置高さについて：建屋内に設置されている機器のうち、各建屋の浸水口高さ以下に設置されている機器については、当該機器の設置高さではなく、事故シナリオ整理の観点で必要となる、機器の損傷しうる高さ（すなわち浸水口高さ）を記載する。

第 3.1.2.2.1.7 表 津波シナリオ区分（2／8）

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ範囲)	当該津波シナリオ区分 で評価対象とする起因 事象	当該津波シナリオ区分で 津波により新たに損傷する可能性のある主要な機器 (【】内に損傷・機能喪失要因の記載のないものは、【被水・没水】の意)		左記機器の 設置高さ※1
1 (3.5m 以上～ 4.0m 未満)	外部電源喪失 主給水流量喪失	屋外	しゃ断器 EB1CB-ST10 2 昇圧変圧器 しゃ断器 EB1CB-120 特高開閉所 CB 集合端子箱(st10)(CBH-1STr) CB 集合端子箱(120)(CBH-2SuTr) GIS 直流分電盤（西）（B 系列）電源	15.2m
			しゃ断器 EB1CB-E10 1 予備変圧器	15.3m
			共用機 77kV 特高開閉所 GIS 集合端子箱(GIS)	15.34m
			77kV 直流分電盤	15.54m
			燃料取替用タンク水位計	17.0m
			タンクローリー α 取水ポンプ α 大容量ポンプ α 大容量ポンプ用ホース α	20.0m

※1 機器の設置高さについて：建屋内に設置されている機器のうち、各建屋の浸水口高さ以下に設置されている機器については、当該機器の設置高さではなく、事故シナリオ整理の観点で必要となる、機器の損傷しうる高さ（すなわち浸水口高さ）を記載する。

第 3.1.2.2.1.7 表 津波シナリオ区分（3／8）

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ範囲)	当該津波シナリオ区分 で評価対象とする起因 事象	当該津波シナリオ区分で 津波により新たに損傷する可能性のある主要な機器 (【 】内に損傷・機能喪失要因の記載のないものは、【被水・没水】の意)		左記機器の 設置高さ※1
1 (3.5m 以上～ 4.0m 未満)	外部電源喪失 主給水流量喪失	屋外	タンクローリー β 送水車用ホース β 取水ポンプ β 送水車 β 大容量ポンプ β 大容量ポンプ用ホース β	23.0m
			制御建屋循環ファン系外気放出第 1 ダンパ 制御建屋冷暖房ユニット系外気取入第 2 ダンパ	24.0m
			取水ポンプ β 送水車 β	25.0m
			タンクローリー γ 取水ポンプ γ 送水車 α 送水車用ホース α 送水車 γ 送水車用ホース γ 大容量ポンプ γ 大容量ポンプ用ホース γ	30.0m

※1 機器の設置高さについて：建屋内に設置されている機器のうち、各建屋の浸水口高さ以下に設置されている機器については、当該機器の設置高さではなく、事故シナリオ整理の観点で必要となる、機器の損傷しうる高さ（すなわち浸水口高さ）を記載する。

第 3.1.2.2.1.7 表 津波シナリオ区分（4／8）

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ範囲)	当該津波シナリオ区分 で評価対象とする起因 事象	当該津波シナリオ区分で 津波により新たに損傷する可能性のある主要な機器 (【 】内に損傷・機能喪失要因の記載のないものは、【被水・没水】の意)		左記機器の 設置高さ※1
1 (3.5m 以上～ 4.0m 未満)	外部電源喪失 主給水流量喪失	屋外	空冷式非常用発電装置 空冷式非常用発電装置接続盤 空冷式非常用発電装置中継・接続盤 空冷式非常用発電装置 信号処理盤	32.0m
		タービン建屋	復水ポンプ	(3.5m：機 器の設置高 さは3.5m以 下である が、浸水口 高さで代表 する)

※1 機器の設置高さについて：建屋内に設置されている機器のうち、各建屋の浸水口高さ以下に設置されている機器については、当該機器の設置高さではなく、事故シナリオ整理の観点で必要となる、機器の損傷しうる高さ（すなわち浸水口高さ）を記載する。

第 3.1.2.2.1.7 表 津波シナリオ区分（5／8）

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ範囲)	当該津波シナリオ区分 で評価対象とする起因 事象	当該津波シナリオ区分で 津波により新たに損傷する可能性のある主要な機器 (【】内に損傷・機能喪失要因の記載のないものは、【被水・没水】の意)		左記機器の 設置高さ※1
1 (3.5m 以上～ 4.0m 未満)	外部電源喪失 主給水流量喪失	1 次系建屋(DG 室 以外)	恒設代替低圧注水ポンプ出口流量積算 恒設代替低圧注水ポンプ 原子炉下部キャビティ注水ポンプ スプレイ余熱除去ポンプ室冷却ファン 内部スプレポンプ 現地操作箱 熱除去ポンプ 現地操作箱 RHR ポンプ出口流量 余熱除去ポンプ 内部スプレポンプ	(3.5m：各 機器の設置 高さは 3.5m 以下である が、浸水口 高さで代表 する)
		1 次系建屋(DG 室)	CT 収納箱 燃料油移送ポンプ	(3.5m：各 機器の設置 高さは 3.5m 以下である が、浸水口 高さで代表 する)

※1 機器の設置高さについて：建屋内に設置されている機器のうち、各建屋の浸水口高さ以下に設置されている機器については、当該機器の設置高さではなく、事故シナリオ整理の観点で必要となる、機器の損傷しうる高さ（すなわち浸水口高さ）を記載する。

第 3.1.2.2.2.1.7 表 津波シナリオ区分（6／8）

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ範 囲)	当該津波シナリオ 区分で評価対象と する起因事象	当該津波シナリオ区分で 津波により新たに損傷する可能性のある主要な機器 (【 】内に損傷・機能喪失要因の記載のないものは、【被水・没水】の意)		左記機器の 設置高さ※1
2 (4.0m 以上～ 4.67m 未満)	外部電源喪失 主給水流量喪失	屋外	当該津波シナリオ区分での津波シナリオに影響する屋外機器は新たに損傷しない	
		タービン建屋	主給水ポンプ	4.0m
		1 次系建屋(DG 室 以外)	復水ブースタポンプ	4.2m
			メタルクラッドスイッチギア	4.0m
		1 次系建屋(DG 室)	ディーゼル発電機コントロールセンタ ディーゼル発電機盤 ディーゼル発電機用励磁機 1 次冷却水圧力 ディーゼル発電機室温度	4.0m

※1 機器の設置高さについて：建屋内に設置されている機器のうち、各建屋の浸水口高さ以下に設置されている機器については、当該機器の設置高さではなく、事故シナリオ整理の観点で必要となる、機器の損傷しうる高さ（すなわち浸水口高さ）を記載する。

第 3.1.2.2.1.7 表 津波シナリオ区分（7／8）

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ範 囲)	当該津波シナリオ区 分で評価対象とする 起因事象	当該津波シナリオ区分で 津波により新たに損傷する可能性のある主要な機器 (【】内に損傷・機能喪失要因の記載のないものは、【被水・没水】の意)		左記機器の 設置高さ※1
3,4,5 (4.67m 以 上 ～8.5m未満)	複数の信号系損傷 原子炉補機冷却海水 系の全喪失 外部電源喪失	屋外	海水ポンプ 海水ポンプ 計器収納盤 海水ポンプ 現地操作箱 SWP 潤滑水流量スイッチ モータ冷却水流量スイッチ	4.67m
		タービン建屋	当該津波シナリオ区分での津波シナリオに影響するタービン建屋等内機器は新たに 損傷しない	
		1 次系建屋	当該津波シナリオ区分での津波シナリオに影響する 1 次系建屋内機器は新たに損傷 しない	

※1 機器の設置高さについて：建屋内に設置されている機器のうち、各建屋の浸水口高さ以下に設置されている機器については、当該機器の設置高さではなく、事故シナリオ整理の観点
で必要となる、機器の損傷しうる高さ（すなわち浸水口高さ）を記載する。

第 3.1.2.2.2.1.7 表 津波シナリオ区分（8／8）

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ範囲)	当該津波シナリオ区分 で評価対象とする起因 事象	当該津波シナリオ区分で 津波により新たに損傷する可能性のある主要な機器 (【 】内に損傷・機能喪失要因の記載のないものは、【被水・没水】の意)		左記機器の 設置高さ※1
6 (8.5m 以上 10.9m 未満)	複数の信号系損傷 原子炉補機冷却海水系 の全喪失 外部電源喪失	屋外	当該津波シナリオ区分での津波シナリオに影響する屋外機器は新たに損傷しない	
		タービン建屋	メタルクラッドスイッチギア 2次系用 RIO	10.1m
		1次系建屋	当該津波シナリオ区分での津波シナリオに影響する 1次系建屋内機器は新たに損傷しない	
7 (10.9m 以上 ～)	複数の信号系損傷	屋外	当該津波シナリオ区分での津波シナリオに影響する屋外機器は新たに損傷しない	
		タービン建屋	当該津波シナリオ区分での津波シナリオに影響するタービン建屋内機器は新たに損傷しない	
		1次系建屋	当該津波シナリオ区分での津波シナリオに影響する 1次系建屋内機器は新たに損傷しない	

※1 機器の設置高さについて：建屋内に設置されている機器のうち、各建屋の浸水口高さ以下に設置されている機器については、当該機器の設置高さではなく、事故シナリオ整理の観点で必要となる、機器の損傷しうる高さ（すなわち浸水口高さ）を記載する。

第 3.1.2.2.2.3.1 表 機器リストとフラジリティデータの例（1 / 2）

屋外機器(被水・没水)	Am(m)	βr	βu	HCLPF(m)
空冷式非常用発電装置	32.0	0.21	0.21	16.0
主変圧器	4.0	0.21	0.21	2.0
海水ポンプ	4.67	0	0	4.67
循環水ポンプ	7.1	0	0	7.1

第 3.1.2.2.2.3.1 表 機器リストとフラジリティデータの例（2 / 2）

屋内機器(被水・没水)	X ^{注)}	Y ^{注)}	Am(m)	βr	βu	HCLPF(m)
1次系冷却水ポンプ	-	-	11.1	0	0	11.1
非常用ディーゼル発電機	4.0	6.0	15.5	0.21	0.21	7.75
メタルクラッドスイッチギア	4.0	10.9	15.5	0.21	0.21	7.75

注) X : 止水対策損傷時機能喪失高さ

Y : 止水対策健全時機能喪失高さ

第 3.1.2.2.3.2 表 各損傷・機能喪失要因に対するフラジリティ評価方針（1 / 4）

損傷・機能喪失要因	設置場所	対象機器	フラジリティ評価方針
被水・没水	屋外	動的（電氣的）設備 （電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等）	対象機器が水に触れた時点で機能損傷すると想定し、現実的耐力＝設置 E.L.とする。なお、設置 E.L.の値は配置設計において厳密に設定されているため不確実さは考慮しない。
	屋内	動的（電氣的）設備	- 機器の設置 E.L.に水位が達した時点で、対象機器が水に触れて機能損傷すると想定する。 - 建屋外郭部（貫通部）シールがない場合及びシールが損傷した場合には、建屋内に水が無制限に流入し、津波高さまで建屋内の水位が上昇すると想定する。 - 貫通部シールの波力に対するフラジリティを評価する。ただし、複数のシールが損傷することによる影響の組合せは考慮せず、1カ所のシールが破れれば、津波波高まで建屋内の水位が上昇すると仮定する。 →フラジリティ曲線の考え方とイメージを第 3.1.2.2.3.1 図及び第 3.1.2.2.3.2 図に示す。

第 3.1.2.2.2.3.2 表 各損傷・機能喪失要因に対するフラジリティ評価方針（2／4）

損傷・機能喪失要因	設置場所	対象機器	フラジリティ評価方針
波力	屋外	・動的（電氣的）設備 ・静的設備（タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等）	・動的・電氣的機器については、「被水・没水」による機能損傷が先行する（設置位置に水が到達した時点で機能損傷する）ため評価不要。 ・静的設備については、機器設置位置による波力の影響（津波が運動エネルギーをもって衝突するか）により評価可否を検討する。すなわち、壁や建屋に囲まれている等、津波が運動エネルギーをもって衝突しないことが配置情報から判断できる機器はフラジリティ評価対象外とする。 ・応答値（発生応力）の不確実さについては、津波P R A学会標準評価事例集の記載を参照する。
	屋内（建屋外郭部含む）	貫通部シール	・評価方法は基本的に屋外設備と同様であるが、シールが耐え得る静水頭（水圧）に着目した評価とする。 ・建屋外郭の水密扉は、配置情報・PWDにより津波が運動エネルギーをもって衝突しないことが確認できたため、波力荷重については評価不要。 ・建屋内設置機器は建屋外郭により波力の影響を受けないため、評価不要。

第 3.1.2.2.3.2 表 各損傷・機能喪失要因に対するフラジリティ評価方針（3／4）

損傷・機能喪失要因	設置場所	対象機器	フラジリティ評価方針
漂流物衝突	屋外	・動的（電氣的）設備 ・静的設備	・動的・電氣的機器については、「被水・没水」による機能損傷が先行する（設置位置に水が到達した時点で機能損傷する）ためフラジリティ評価対象外とする。 ・静的設備については、機器設置位置による漂流物衝突の影響（漂流物が運動エネルギーをもって衝突するか）により評価要否を検討する。すなわち、評価対象機器が壁や建屋によって囲まれている、海岸線から見て隠れる位置に設置されている等、漂流物が運動エネルギーをもって衝突しないことが配置情報等から判断できる場合はフラジリティ評価対象外とする。 なお、漂流物衝突の影響を評価する際の発生応力の評価及びその不確かさについては、津波 P R A 学会標準評価事例集の記載を参照する。
	屋内	なし	・建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外。
引き津波によるポンプキャビテーション	屋外	海水取水のポンプ（海水ポンプ、循環水ポンプ）	・対象機器の取水可能水位より海水面が低下した時点で、キャビテーションにより機能損傷すると想定し、現実的耐力＝取水可能水位とする。なお、取水可能水位の値は設計において厳密に設定されているため不確かさは考慮しない。
	屋内	なし	・建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外。
洗掘	屋外	静的設備（タンク）	・動的・電氣的機器については、「被水・没水」による機能損傷が先行する（設置位置に水が到達した時点で機能損傷する）ため評価不要。 ・基礎が舗装されているなどの理由により洗掘の影響が軽微なものの場合にはフラジリティ評価対象外とする。
	屋内	なし	・建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外。

第 3.1.2.2.3.2 表 各損傷・機能喪失要因に対するフラジリティ評価方針（4／4）

損傷・機能喪失要因	設置場所	対象機器	フラジリティ評価方針
海底砂移動	屋外	海水取水のポンプ （海水ポンプ、循環水ポンプ）	・ 海水ポンプ・循環水ポンプについて砂の影響を評価する。ただし、取水口・ポンプの構造・設置条件から、砂による影響に対する裕度が非常に大きいと判断できる場合には、フラジリティ評価対象外とする。
	屋内	なし	・ 建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外。
浮力	屋外	静的機器	・ 動的・電気的機器については、「被水・没水」による機能損傷が先行する（設置位置に水が到達した時点で機能損傷する）ため評価不要。 ・ 浮力によるタンク基礎ボルトの引張応力を評価。 ・ 耐力については、地震と同様に限界耐力（物性値の中央値）を考慮する。
	屋内	・ 動的（電気的）設備 ・ 静的設備	・ 動的・電気的機器については、「被水・没水」による機能損傷が先行する（設置位置に水が到達した時点で機能損傷する）ため評価不要。 ・ 静的機器については、その自重と基礎ボルトの耐力（引張強さ）に比べて、浮力による荷重（水没を考慮すると津波波高に依存しない）が軽微であるのでフラジリティ評価対象外とする。
流体力	屋外	静的機器	・ 動的・電気的機器については、「被水・没水」による機能損傷が先行する（設置位置に水が到達した時点で機能損傷する）ため評価不要。 ・ 流体力による荷重は波力に比べて非常に軽微であるので、波力の影響に包絡されると考えフラジリティ評価対象外とする。
	屋内	なし	・ 建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外。

第 3.1.2.2.2.3.3 表 機器種別ごとのフラジリティ評価方針（1 / 3）

機器種類	フラジリティ評価方針	評価内容
屋内機器全般 （屋内全機器 共通）	➤ 津波による水が建屋開口部から流入してくる形で浸水する（津波が衝突する形にならない）ため、波力・流体 力・洗掘の影響は考慮する必要がない。 ➤ 建屋外壁により防護されるため、漂流物衝突の影響は考慮する必要がない。	
静的機器 （動的機器の構 造損傷含む）	➤ 機器に作用する浮力よりも自重・ボルト引張の方が強いため、浮力による損傷は考慮不要 ⇒バウンダリの喪失に至り得るフラジリティ評価対象の損傷モードが存在しない。	フラジリティ 評価対象外
動的機器	➤ 被水・没水で損傷 ⇒建屋開口部シールのフラジリティに依存する。 ⇒代表シール（一般的に E.L.の低い場所にあり損傷時の影響が最大となる最弱部シール） が損傷した時点で、全シールが同時に損傷するものと仮定。すなわち、津波波高の E.L. まで同時に水没するものと想定する。	・被水・没水を 評価
屋外機器全般 （屋外全機器 共通）	➤ 機器設置位置の状況（津波に対する防護となり得る建屋・構造物等が周辺にあるか）を考慮して評価する損傷 モードを設定する。	

第 3.1.2.2.2.3.3 表 機器種別ごとのフラジリティ評価方針（2 / 3）

機器種類	フラジリティ評価方針	評価内容
海水ポンプ・循環水ポンプ	➤ 循環水ポンプ・海水ポンプは、ポンプ本体がコンクリートのピット内に設置されており、波力・漂流物衝突による影響を受けることがないため、波力・漂流物衝突の影響を受けない。 ➤ 循環水ポンプ・海水ポンプの設置位置では津波の遡上による不確実さを考慮しない（津波ハザードの不確実さに包絡）。 ➤ 海底砂移動は、海水取水ポンプ取水口の閉塞に着目し、設計基準津波による砂の堆積量の解析結果に基づきフラジリティを評価。なお、ポンプ軸受への砂混入については軸受に設けられた異物逃がし溝（砂の粒径より十分大きい）から砂を連続排出でき、海水系統への砂混入については、最小流路幅より大きい粒子は海水ストレーナにより除去される。また、基準津波によるポンプ室前面における砂堆積量に対して、取水ピット底面からポンプ吸込口までの距離は大きな余裕があり、ポンプの機能損傷・流路の閉塞が発生し得るような極めて多量の砂が来襲するような津波高さでは、ポンプの被水・没水による機能喪失が先行すると考えられる。以上のことから、フラジリティ評価では海底砂移動による影響は考慮しない。 ➤ 引き津波により、ある特定のマイナス水位（許容最低水位）よりも水位が低下した時点でポンプが機能損傷すると想定する。	・被水・没水を評価 ・引き津波によるポンプキャビテーションを評価
海水ストレーナ	➤ トレンチ（ピット）内に設置されているので、波力は作用しない（津波がエネルギーを持って衝突することはない）。	フラジリティ評価対象外
屋外タンク	➤ 非常に高い E.L.に設置されているため、フラジリティ評価の対象外とする（機器が損傷する津波高さが、必ず炉心損傷に至る津波高さよりも高くなることが自明であるため）。	フラジリティ評価対象外
燃料油貯油槽	➤ 地下設置のタンクであり、津波の影響を受けない。	フラジリティ評価対象外
可搬・仮設機器	➤ 動的・電氣的機器、静的機器にかかわらず、設置位置に津波が到達した時点で、津波で流出・作業員の接近困難等の理由により使用不能になるものと想定する。	・被水・没水を評価

第 3.1.2.2.2.3.3 表 機器種別ごとのフラジリティ評価方針（3 / 3）

機器種類	フラジリティ評価方針	評価内容
配管類	➤ 屋外配管はトレンチ内（埋設含む）若しくは海岸線から見て建屋の陰になる位置にあるため、波力が作用することがない。	フラジリティ 評価対象外
ケーブルトレイ	➤ ケーブル接続先の機器（電気盤・ポンプ等）が被水・没水で先に損傷するため、ケーブルトレイの評価は不要。	フラジリティ 評価対象外
上記以外の動的・電氣的設備	➤ 設置位置に津波が到達した時点で、被水・没水により機能損傷すると想定する。（津波遡上に関する不確実さを考慮するため、ステップ関数ではないフラジリティ曲線で表現される） ➤ 機能損傷が先行するため、構造損傷は評価不要。	・被水・没水を 評価

第 3.1.2.2.2.4.1 表 プラント損傷状態の定義

No	プラント 損傷状態	事故のタイプ	1 次系 圧力	炉心損傷 時期	格納容器内事故進展		
					燃料取替用水 タンク水の 格納容器への 移送	格納容器機能 喪失時期	格納容器内熱 除去手段
1	SED	小破断 L O C A	中圧	早期	×	炉心損傷後	×
2	SEW	小破断 L O C A	中圧	早期	○	炉心損傷後	×
3	SEI	小破断 L O C A	中圧	早期	○	炉心損傷後	○
4	SLW	小破断 L O C A	中圧	後期	○	炉心損傷後	×
5	SLI	小破断 L O C A	中圧	後期	○	炉心損傷後	○
6	SLC	小破断 L O C A	中圧	後期	○	炉心損傷前	×
7	TED	Transient	高圧	早期	×	炉心損傷後	×
8	TEW	Transient	高圧	早期	○	炉心損傷後	×
9	TEI	Transient	高圧	早期	○	炉心損傷後	○

第 3.1.2.2.2.4.2 表 損傷状態 bin の定義（津波 P R A）（1 / 3）

損傷 状態 bin	対応する津波 シナリオ区分	プラント損傷 状態の想定	人的過誤事象に影響を及ぼす要因の想定		H F E 条件への影響 ×：著しい悪化 △：悪化 □：限定的な悪化 －：考慮不要	
1	該当なし	プラントの安全系 S S C 又は運転に必要な非安全系 S S C への損傷はない。居住棟や事務棟などの非安全系かつ耐震性のない S S C への限定的な被害が見られる。	津波高さ／ S S C 損傷	・全機器の H C L P F 高さ以下の津波であるため、津波による機器損傷はしないものとする。このため、津波 P R A では評価対象外の区分である。	－	
			アクセス性	・影響無し	－	
			ストレス レベル	・影響無し	－	
			人的 リソース	・影響無し	－	
2	【1次系建屋浸水無し】 ・区分1 (3.5m以上4.0m未満)	プラントの安全系 S S C、又は運転に必要であり、丈夫かつ工業用の非安全系 S S C への損傷はない。プラント運転にとって重要でない非安全系の S S C、及び特高開閉所への被害が見られる（＝外部電源喪失は起きている）吊り下げ式天井のパネルが落下している。	津波高さ／ S S C 損傷	・屋外に設置の S S C（特高開閉所等）が津波により損傷し、外部電源喪失等の起因事象が発生する。1次系建屋への浸水は無いものとする。	－	
			アクセス性	・津波により屋外設置の S S C の損傷が一部発生するが、現場へのアクセス性の悪化程度は軽微とする。また1次系建屋内への浸水は無いため、屋内のアクセスルートへの影響は無い。	1次系建屋外	□
			ストレス レベル	・事故時手順書と外的事象時の手順書を並行して確認している。	1次系建屋内	－
			人的 リソース	・パトロール※に要員が割かれ、S A 対策に必要な最低限の人数しか確保されない。ただし、時間経過（パトロール完了）後は人員の状況は回復している。	×	
					□	

※津波事象発生後のプラント設備の健全性を確認するためのパトロール

第 3.1.2.2.4.2 表 損傷状態 bin の定義（津波 P R A）（2 / 3）

損傷 状態 bin	対応する津波 シナリオ区分	プラント損傷 状態の想定	人的過誤事象に影響を及ぼす要因の想定		H F E 条件への影響 ×：著しい悪化 △：悪化 □：限定的な悪化 －：考慮不要	
3	【1 次系建屋浸水無し】 ・ 区分2 （4.0m 以上 4.67m 未満） ・ 区分3 （4.67m 以上 6.0m 未満） ・ 区分4 （6.0m 以上 7.5m 未満） ・ 区分5 （7.5m 以上 8.5m 未満） ・ 区分6 （8.5m 以上 10.9m 未満）	広範囲の非安全系の S S C と、一部の安全系 S S C へ の損傷が見られる。多数の 振動トリップとリセットが 必要な警報が発信してい る。	津波高さ／ S S C 損傷	・ タービン建屋への浸水や海水ポンプエリアの浸水が発生し、外部電源喪失や原子炉補器冷却海水系の全喪失等の起因事象が発生する。1 次系建屋への浸水は無いものとする。	－	
			アクセス性	・ 津波により屋外のアクセス性は悪化し、アクセルルート復旧のための工具の使用や迂回が必要になる。1 次系建屋内への浸水はないため、当該建屋内のアクセルルートへの影響は無い	1 次系建屋外	△
			ストレス レベル	・ 事故時手順書と外的事象時の手順書を並行して確認している。	1 次系建屋内	－
			人的 リソース	・ パトロール※に要員が割かれ、S A 対策に必要な最低限の人数しか確保されない。ただし、パトロールに要する時間は津波の影響を受けるものの、時間経過（パトロール完了）後は人員の状況は回復している。	×	
					△	

※津波事象発生後のプラント設備の健全性を確認するためのパトロール

第 3.1.2.2.4.2 表 損傷状態 bin の定義（津波 P R A）（3 / 3）

損傷 状態 bin	対応する津波 シナリオ区分	プラント損傷 状態の想定	人的過誤事象に影響を及ぼす要因の想定		H F E 条件への影響 ×：著しい悪化 △：悪化 □：限定的な悪化 －：考慮不要	
4	【1次系建屋浸水有り】 ・区分1 (3.5m以上4.0m未満) ・区分2 (4.0m以上4.67m未満) ・区分3 (4.67m以上6.0m未満) ・区分4 (6.0m以上7.5m未満) ・区分5 (7.5m以上8.5m未満) ・区分6 (8.5m以上10.9m未満) ・区分7 (10.9m以上)	安全系と非安全系の S S C へ甚大な被害がもたらされている。特に、この損傷状態 bin はクリフェッジ効果の影響を受けやすい外的事象において、考慮が必要である。	津波高さ／ S S C 損傷	・1次系建屋の開口部シールが損傷し、1次系建屋内へ津波が流入し、建屋内の複数の S S C 機器が損傷している。	×	
			アクセス性	・1次系建屋内の安全系設備にも甚大な被害がもたらされており、操作場所に依らずアクセスルートは著しく悪化していることから現場へのアクセスは不可能となる。	1次系建屋外	×
			ストレス レベル	・1次系建屋内へ津波が流入しているため、運転員のストレスレベルは著しく悪化している。	1次系建屋内	×
			人的 リソース	・津波により多数の S S C へ影響が出ており、パトロール※に要員が割かれ、S A 対策に必要な最低限の人数しか確保されない。時間経過（パトロール完了）後においても人員の状況は改善されない。	×	
					×	

※津波事象発生後のプラント設備の健全性を確認するためのパトロール

第 3.1.2.2.2.4.3 表 津波シナリオ区分別の津波発生頻度

津波シナリオ 区分番号	津波高さ	津波発生頻度 (／年)
1	3.5m 以上～4.0m 未満	1.9E-05
2	4.0m 以上～4.67m 未満	1.5E-05
3	4.67m 以上～6.0m 未満	1.3E-05
4	6.0m 以上～7.5m 未満	4.4E-06
5	7.5m 以上～8.5m 未満	9.6E-07
6	8.5m 以上～10.9m 未満	1.9E-06
7	10.9m 以上～	1.0E-07

第 3.1.2.2.2.4.4 表 主変圧器の被水・没水の津波シナリオ区分別の損傷確率

津波シナリオ 区分番号	津波高さ	損傷確率
1	3.5m 以上～4.0m 未満	4.1E-1
2	4.0m 以上～4.67m 未満	6.0E-1
3	4.67m 以上～6.0m 未満	8.1E-1
4	6.0m 以上～7.5m 未満	9.5E-1
5	7.5m 以上～8.5m 未満	1.0
6	8.5m 以上～10.9m 未満	1.0
7	10.9m 以上～	1.0

第 3.1.2.2.2.4.5 表 海水ポンプの被水・没水の津波シナリオ区分別の損傷確率

津波シナリオ 区分番号	津波高さ	損傷確率
1	3.5m 以上～4.0m 未満	0
2	4.0m 以上～4.67m 未満	0
3	4.67m 以上～6.0m 未満	1.0
4	6.0m 以上～7.5m 未満	1.0
5	7.5m 以上～8.5m 未満	1.0
6	8.5m 以上～10.9m 未満	1.0
7	10.9m 以上～	1.0

第 3.1.2.2.2.4.6 表 津波シナリオ区分別及び 1 次系建屋浸水有無別の炉心損傷頻度

津波シナリオ区分番号 (津波高さの範囲)		津波発生頻度 (/年)	炉心損傷頻度(／炉年)、割合			
			1 次系 建屋浸水 有り	1 次系 建屋浸水 無し	津波シナリオ区分別	
1	3.5m～4.0m	1.9E-05	ε	ε	ε	<0.1%
2	4.0m～4.67m	1.5E-05	ε	ε	ε	<0.1%
3	4.67m～6.0m	1.3E-05	ε	2.9E-10	2.9E-10	<0.1%
4	6.0m～7.5m	4.4E-06	1.3E-12	9.1E-11	9.3E-11	<0.1%
5	7.5m～8.5m	9.6E-07	1.5E-12	1.5E-11	1.6E-11	<0.1%
6	8.5m～10.9m	1.9E-06	3.8E-08	3.1E-07	3.4E-07	79.4%
7	10.9m～	1.0E-07	8.9E-08	N/A	8.9E-08	20.5%
全津波シナリオ区分の合計			1.3E-07	3.1E-07	4.3E-07	100.0%
			29.3%	70.7%		

ε：カットオフより小さい値

N/A：発生せず

第 3.1.2.2.2.4.8 表 事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度

事故シーケンスグループ	炉心損傷頻度 (／炉年)	割合
2 次冷却系からの除熱機能喪失	ε	<0.1%
全交流動力電源喪失	2.2E-08	5.1%
原子炉補機冷却機能喪失	2.8E-07	65.6%
原子炉格納容器の除熱機能喪失	ε	<0.1%
E C C S 注水機能喪失	ε	<0.1%
E C C S 再循環機能喪失	ε	<0.1%
複数の信号系損傷	1.3E-07	29.3%
合計	4.3E-07	100.0%

ε : カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.2.4.9 表 プラント損傷状態別の炉心損傷頻度

プラント損傷状態	炉心損傷頻度 (／炉年)	割合
SED	8.9E-08	20.6%
SEW	ε	<0.1%
SEI	ε	<0.1%
SLW	3.6E-08	8.3%
SLI	ε	<0.1%
SLC	2.1E-10	<0.1%
TED	3.1E-07	71.1%
TEW	ε	<0.1%
TEI	ε	<0.1%
合計	4.3E-07	100.0%

ε：カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.2.4.11 表 不確実さ解析結果

津波シナリオ区分 番号		不確実さ解析結果				
		平均値 (／炉年)	下限値 (5%信頼度値) (／炉年)	中央値 (／炉年)	上限値 (95%信頼度値) (／炉年)	EF
1	3.5m～4.0m	—	—	—	—	—
2	4.0m～4.67m	—	—	—	—	—
3	4.67m～6.0m	2.3E-10	1.3E-19	7.1E-11	1.0E-09	8.8E+04
4	6.0m～7.5m	6.6E-11	1.2E-30	4.1E-12	3.6E-10	1.7E+10
5	7.5m～8.5m	1.3E-11	6.1E-31	1.8E-15	8.2E-11	1.2E+10
6	8.5m～10.9m	2.5E-07	9.5E-27	9.5E-11	1.9E-06	1.4E+10
7	10.9m～	8.8E-08	8.5E-26	3.8E-17	8.8E-07	3.2E+09
合計		3.4E-07	5.4E-14	4.6E-09	2.0E-06	6.1E+03

第 3.1.2.2.2.4.12 表 特重施設及び3系統目蓄電池の有無による感度解析結果（津波シナリオ区分別）

津波シナリオ区分		津波発生頻度（／年）	①ベースケース 炉心損傷頻度（／炉年）、割合				②特重無効ケース 炉心損傷頻度（／炉年）、割合				炉心損傷頻度の比（①／②）
			1次系 建屋浸水 有り	1次系 建屋浸水 無し	津波シナリオ区分別		1次系 建屋浸水 有り	1次系 建屋浸水 無し	津波シナリオ区分別		
1	3.5m～4.0m	1.9E-05	ε	ε	ε	<0.1%	ε	ε	ε	<0.1%	—
2	4.0m～4.67m	1.5E-05	ε	ε	ε	<0.1%	ε	ε	ε	<0.1%	—
3	4.67m～6.0m	1.3E-05	ε	2.9E-10	2.9E-10	<0.1%	ε	4.3E-10	4.3E-10	<0.1%	6.7E-01
4	6.0m～7.5m	4.4E-06	1.3E-12	9.1E-11	9.3E-11	<0.1%	1.3E-12	1.4E-10	1.4E-10	<0.1%	6.6E-01
5	7.5m～8.5m	9.6E-07	1.5E-12	1.5E-11	1.6E-11	<0.1%	1.5E-12	2.2E-11	2.4E-11	<0.1%	6.7E-01
6	8.5m～10.9m	1.9E-06	3.8E-08	3.1E-07	3.4E-07	79.4%	3.8E-08	4.4E-07	4.8E-07	84.2%	7.1E-01
7	10.9m～	1.0E-07	8.9E-08	N/A	8.9E-08	20.5%	8.9E-08	N/A	8.9E-08	15.7%	1.0E+00
全津波シナリオ区分の合計			1.3E-07	3.1E-07	4.3E-07	100.0%	1.3E-07	4.4E-07	5.7E-07	100.0%	7.5E-01
			29.3%	70.7%			22.4%	77.6%			

ε：カットオフより小さい値

N/A：発生せず

第 3.1.2.2.2.4.13 表 特重施設及び 3 系統目蓄電池の有無による感度解析結果（事故シーケンスグループ別）

事故シーケンスグループ	①ベースケース 炉心損傷頻度（／炉年）、割合		②特重無効ケース 炉心損傷頻度（／炉年）、割合		炉心損傷頻度の比 （①／②）
2 次冷却系からの除熱機能喪失	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
全交流動力電源喪失	2.2E-08	5.1%	4.1E-08	7.2%	5.4E-01
原子炉補機冷却機能喪失	2.8E-07	65.6%	4.0E-07	70.4%	7.0E-01
原子炉格納容器の除熱機能喪失	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
E C C S 注水機能喪失	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
E C C S 再循環機能喪失	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
複数の信号系損傷	1.3E-07	29.3%	1.3E-07	22.4%	1.0E+00
合計	4.3E-07	100.0%	5.7E-07	100.0%	7.5E-01

ε：カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.4.14 表 特重施設及び新設 S A 対策に係る感度解析結果（津波シナリオ区分別）

津波シナリオ区分		津波発生頻度（／年）	①ベースケース 炉心損傷頻度（／炉年）、割合				②特重施設及び新設 S A 対策無効ケース 炉心損傷頻度（／炉年）、割合				炉心損傷頻度の比 （①／②）
			1 次系 建屋浸水 有り	1 次系 建屋浸水 無し	津波シナリオ区分別		1 次系 建屋浸水 有り	1 次系 建屋浸水 無し	津波シナリオ区分別		
1	3.5m～4.0m	1.9E-05	ε	ε	ε	<0.1%	2.6E-12	1.4E-08	1.4E-08	<0.1%	－
2	4.0m～4.67m	1.5E-05	ε	ε	ε	<0.1%	1.3E-10	3.8E-08	3.8E-08	0.2%	－
3	4.67m～6.0m	1.3E-05	ε	2.9E-10	2.9E-10	<0.1%	2.0E-09	1.1E-05	1.1E-05	64.4%	2.6E-05
4	6.0m～7.5m	4.4E-06	1.3E-12	9.1E-11	9.3E-11	<0.1%	9.0E-09	3.8E-06	3.8E-06	21.3%	2.4E-05
5	7.5m～8.5m	9.6E-07	1.5E-12	1.5E-11	1.6E-11	<0.1%	4.8E-08	2.3E-06	2.4E-06	13.5%	1.4E-01
6	8.5m～10.9m	1.9E-06	3.8E-08	3.1E-07	3.4E-07	79.4%					
7	10.9m～	1.0E-07	8.9E-08	N/A	8.9E-08	20.5%	8.9E-08	N/A	8.9E-08	0.5%	1.0E+00
全津波シナリオ区分の合計			1.3E-07	3.1E-07	4.3E-07	100.0%	1.5E-07	1.8E-05	1.8E-05	100.0%	7.5E-01
			29.3%	70.7%			0.8%	99.2%			

ε：カットオフより小さい値

N/A：発生せず

第 3.1.2.2.2.4.15 表 特重施設及び新設 S A 対策に係る感度解析結果（事故シーケンスグループ別）

事故シーケンスグループ	炉心損傷頻度(／炉年)	
	①ベースケース	②特重施設及び 新設 S A 対策無効ケース
2 次冷却系からの除熱機能喪失	ε	2.4E-08
全交流動力電源喪失	2.2E-08	1.5E-05
原子炉補機冷却機能喪失	2.8E-07	2.3E-06
原子炉格納容器の除熱機能喪失	ε	ε
E C C S 注水機能喪失	ε	ε
E C C S 再循環機能喪失	ε	9.4E-12
複数の信号系損傷	1.3E-07	1.5E-07
合計	4.3E-07	1.8E-05

 ε : カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.2.4.16 表 津波シナリオ区分別の津波発生頻度（引き津波）

津波シナリオ 区分番号	津波高さの範囲	津波発生頻度 （／年）
1	－2.55m 以下～－3.21m まで	1.2E・05
2	－3.21m 以下～	1.9E・05

第 3.1.2.2.2.5.1 表 格納容器機能喪失モードの設定

項目	放出	格納容器の 状態		格納容器 機能喪失モード	記号	概要		
格納容器 機能喪失 モード 分類	漏えい	格納容器健全		格納容器健全	ϕ	格納容器が健全に維持されて事故が収束		
				放射性物質管理放出	ϕ	フィルタベントの実施		
	早期 放出	格納容器 バイパス		蒸気発生器伝熱管破損	g	蒸気発生器伝熱管破損後の炉心損傷を伴う格納容器バイパス		
				温度誘因蒸気発生器伝熱管破損		炉心損傷後の蒸気発生器伝熱管クリーブ破損による格納容器バイパス		
				インターフェイスシステムLOCA	ν	インターフェイスシステムLOCA後の炉心損傷を伴う格納容器バイパス		
				格納容器隔離失敗		格納容器隔離失敗	β	事故後に格納容器の隔離に失敗
		格納容器 破損		早期 格納容器 破損	原子炉容器内 水蒸気爆発	α	原子炉容器内の水蒸気爆発によって格納容器が破損	
					水素燃焼（原子炉容器破損前）	γ	水素燃焼又は水素爆轟（原子炉容器破損前）によって格納容器が破損	
					水素燃焼（原子炉容器破損直後）	γ'	水素燃焼又は水素爆轟（原子炉容器破損直後）によって格納容器が破損	
					原子炉容器外 水蒸気爆発	η	原子炉格納容器内での水蒸気爆発又は水蒸気スパイクによって格納容器が破損	
					格納容器雰囲気直接加熱	σ	格納容器雰囲気直接加熱によって格納容器が破損	
					格納容器直接接触	μ	原子炉格納容器の構造物へ溶融炉心が直接接触して格納容器が破損	
		後期 放出	格納容器 破損		後期 格納容器 破損	水素燃焼（原子炉容器破損後長期）	γ''	水素燃焼又は水素爆轟（原子炉容器破損後長期）によって格納容器が破損
						ベースマツト 溶融貫通	ε	溶融炉心・コンクリート相互作用でベースマツトが溶融貫通
						格納容器過温破損	τ	原子炉格納容器の貫通部が過温で破損
						水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損	δ	水蒸気・非凝縮性ガス蓄積によって準静的加圧で原子炉格納容器が破損
						水蒸気蓄積による格納容器先行破損	θ	水蒸気蓄積によって準静的加圧で原子炉格納容器が炉心損傷前に破損

（注）ハッチング箇所は、津波 P R A にて考慮していない格納容器機能喪失モード

第 3.1.2.2.5.2 表 シビアアクシデント時の物理化学現象の整理

物理化学現象	発生条件	発生後の事故進展
炉心損傷	—	格納容器機能喪失の可能性
蒸気発生器伝熱管破損	・ プラント損傷状態で定義される蒸気発生器伝熱管破損	g モードによる格納容器機能喪失
インターフェイスシステム LOCA	・ プラント損傷状態で定義されるインターフェイスシステム LOCA	ν モードによる格納容器機能喪失
格納容器先行破損	・ プラント損傷状態で定義される格納容器先行破損	θ モードによる格納容器機能喪失
配管クリープ破損	・ 1 次系高圧（ホットレグ、サージライン破損）	1 次系減圧
温度誘因蒸気発生器伝熱管破損	・ 1 次系高圧（温度誘因蒸気発生器伝熱管破損）	g モードによる格納容器機能喪失
原子炉容器内水蒸気爆発	・ 熔融炉心が原子炉容器下部プレナムへ落下 ・ 1 次系低圧	α モードによる格納容器機能喪失の可能性
水素燃焼	・ 水素濃度 4vol% 上方、6vol% 側方、8vol% 下方伝播 ・ 水蒸気濃度 55vol% 以下	γ 、 γ' 、 γ'' モードによる格納容器機能喪失の可能性
原子炉容器破損	・ 炉心熔融進展が炉心への注水により停止しない	熔融炉心の原子炉容器外への放出
熔融物分散放出	・ 原子炉容器破損時に 1 次系高圧	熔融炉心の原子炉下部キャビティ外への放出
キャビティ内水量	・ 燃料取替用水タンク水が原子炉格納容器内に持ち込まれるプラント損傷状態	熔融炉心と原子炉下部キャビティ水の接触
原子炉容器外水蒸気爆発	・ 原子炉容器破損時にデブリが重力落下 ・ デブリ落下質量大	η モードによる格納容器機能喪失の可能性
格納容器雰囲気直接加熱	・ 熔融物分散放出あり	σ モードによる格納容器機能喪失の可能性
格納容器直接接触	・ 熔融物分散放出あり	μ モードによる格納容器機能喪失の可能性
熔融炉心冷却	・ 原子炉容器破損 ・ 原子炉下部キャビティ内に熔融炉心落下	熔融炉心・コンクリート相互作用の継続
ベースマット熔融貫通	・ 原子炉容器破損 ・ 原子炉下部キャビティ内の熔融炉心冷却に失敗	ε モードによる格納容器機能喪失
格納容器過温破損	・ 原子炉容器破損 ・ 原子炉格納容器内への注水なし	τ モードによる格納容器機能喪失
格納容器過圧破損	・ 崩壊熱による水蒸気生成 ・ 非凝縮性ガス生成	δ 、 θ モードによる格納容器機能喪失

(注) ハッチング箇所は、津波 PRA にて考慮していない格納容器機能喪失モード

第 3.1.2.2.5.3 表 津波出力運転時レベル 2 P R A でモデル化するシビアアクシデント対策（1 / 3）

主要な緩和手段	関連設備	主要な目的	運転操作タイミング	熱水力・放射能 雰囲気条件下での 運転操作可能性	津波出力運転時 レベル 2 P R A での モデル化
格納容器 隔離	格納容器隔離弁	・放射性物質放出防止	・各種信号による自動作動 ・炉心損傷検知前に実施	可能	○
作業環境 維持	アニュラス空気再循環系	・放射性物質放出緩和	・各種信号による自動起動 ・所内電源及び外部電源喪失判断後実施	可能	○
	中央制御室非常用循環系 (外気との隔離に係るバウンダリのみ)		—	なし	○
1次系 強制減圧	加圧器逃がし弁 (制御用空気系使用)	・蒸気発生器 伝熱管の 健全性維持 ・デブリの分散 放出防止	・炉心損傷検知後実施	可能	○
	加圧器逃がし弁 (窒素ポンプ使用)				○
炉心への 注水	非常用炉心冷却設備	・未臨界の維持 ・炉心損傷の進展防止と緩和 ・原子炉容器破損の防止 及び遅延	・非常用炉心冷却設備作動信号 (S信号)による自動 起動	可能	○

○：モデル化対象、×：モデル化対象外

第 3.1.2.2.5.3 表 津波出力運転時レベル 2 P R A でモデル化するシビアアクシデント対策（2 / 3）

主要な緩和手段	関連設備	主要な目的	運転操作タイミング	熱水力・放射能 雰囲気条件下での 運転操作可能性	津波出力運転時 レベル 2 P R A での モデル化
格納容器内 注水 (原子炉下部 キャビティ 水張り)	内部スプレポンプ (中央制御室における 手動起動)	・デブリ冷却 ・原子炉格納容器 圧力上昇抑制 ・放射性物質 放出緩和	・炉心損傷検知後実施	可能	○
	恒設代替低圧注水 ポンプ				○
	原子炉下部キャビティ 注水ポンプ				○
格納容器内 自然対流冷却 (原子炉補機 冷却水通水)	格納容器循環冷暖房 ユニット(原子炉補機 冷却水通水)	・格納容器破損防 止	・最高使用圧力到達後実施	操作現場が高線量 下で操作不可の 場合がある。	○
格納容器内 注水 (格納容器 内液相部への 蓄熱)	恒設代替低圧注水 ポンプ	・原子炉格納容器 圧力上昇抑制	・燃料取替用水枯渇後実施	操作現場が高線量 下で操作不可の 場合がある。	○
格納容器内 自然対流冷却 (海水通水)	格納容器循環冷暖房 ユニット(海水通水)	・格納容器破損防 止	・事故後 24 時間後実施	操作現場が高線量 下で操作不可の 場合がある。	○

○：モデル化対象、×：モデル化対象外

第 3.1.2.2.2.5.3 表 津波出力運転時レベル 2 P R A でモデル化するシビアアクシデント対策（3 / 3）

主要な緩和手段	関連設備	主要な目的	運転操作タイミング	熱水力・放射能 雰囲気条件下での 運転操作可能性	津波出力運転時 レベル 2 P R A での モデル化
水素濃度制御	原子炉格納容器水素 燃焼装置	・水素濃度低減 (短期)	・S信号による自動起動	なし	○
	静的触媒式水素再結合 装置(PAR)	・水素濃度低減 (長期)	－(受動的安全設備)	なし	○
電源の確保	外部電源の回復	・交流電源の復旧	・所内電源及び外部電源喪失 判断後実施	操作現場が高線量 下で操作不可の場 合がある。	×
	空冷式非常用発電装置			可能	○

○：モデル化対象、×：モデル化対象外

第 3.1.2.2.2.5.5 表 津波シナリオ区分別及び 1 次系建屋浸水有無別の格納容器機能喪失頻度

津波シナリオ 区分番号 (津波高さ の範囲)		津波発生 頻度 (／年)	炉心損傷頻度（／炉年）、割合				格納容器機能喪失頻度 (／炉年)、割合		条件付き 格納容器機能 喪失確率 (－)	格納容器機能喪失 頻度（／炉年） 割合	
			1次系建屋 浸水有り	1次系建屋 浸水無し	津波シナリオ 区分別		1次系建屋 浸水有り	1次系建屋 浸水無し	津波シナリオ区分別		
1	3.5m～4.0m	1.9E-05	ε	ε	ε	<0.1%	ε	ε	－	ε	<0.1%
2	4.0m～4.67m	1.5E-05	ε	ε	ε	<0.1%	ε	ε	－	ε	<0.1%
3	4.67m～6.0m	1.3E-05	ε	2.9E-10	2.9E-10	<0.1%	ε	6.0E-11	2.1E-01	6.0E-11	<0.1%
4	6.0m～7.5m	4.4E-06	1.3E-12	9.1E-11	9.3E-11	<0.1%	1.3E-12	1.1E-11	1.3E-01	1.2E-11	<0.1%
5	7.5m～8.5m	9.6E-07	1.5E-12	1.5E-11	1.6E-11	<0.1%	1.5E-12	ε	9.4E-02	1.5E-12	<0.1%
6	8.5m～10.9m	1.9E-06	3.8E-08	3.1E-07	3.4E-07	79.4%	3.8E-08	1.2E-07	4.6E-01	1.6E-07	63.9%
7	10.9m～	1.0E-07	8.9E-08	N/A	8.9E-08	20.5%	8.9E-08	N/A	1.0E+00	8.9E-08	36.0%
合計			1.3E-07	3.1E-07	4.3E-07	100.0%	1.3E-07	1.2E-07	5.7E-01	2.5E-07	100.0%
			29.3%	70.7%			51.5%	48.5%			

ε：カットオフより小さい値

N/A：発生せず

第 3.1.2.2.2.5.6 表 プラント損傷状態別の格納容器機能喪失頻度

プラント 損傷状態	炉心損傷 頻度 (／炉年)	割合	条件付き 格納容器 機能喪失確率 (－)	格納容器 機能喪失 頻度 (／炉年)	割合
SED	8.9E-08	20.6%	6.1E-01	5.5E-08	22.0%
SEW	ε	<0.1%	－	ε	<0.1%
SEI	ε	<0.1%	－	ε	<0.1%
SLW	3.6E-08	8.3%	9.8E-02	3.5E-09	1.4%
SLI	ε	<0.1%	－	ε	<0.1%
SLC	2.1E-10	<0.1%	1.0E+00	2.1E-10	<0.1%
TED	3.1E-07	71.1%	6.2E-01	1.9E-07	76.5%
TEW	ε	<0.1%	－	ε	<0.1%
TEI	ε	<0.1%	－	ε	<0.1%
合計	4.3E-07	100.0%	5.7E-01	2.5E-07	100.0%

ε：カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.2.5.7 表 格納容器機能喪失モード別格納容器機能喪失頻度

格納容器機能喪失モード	格納容器機能喪失 頻度 (／炉年)	割合
α (原子炉容器内水蒸気爆発)	1.3E-11	<0.1%
β (格納容器隔離失敗)	1.3E-07	52.1%
γ (水素燃焼 (原子炉容器破損前))	ε	<0.1%
γ' (水素燃焼 (原子炉容器破損直後))	ε	<0.1%
γ'' (水素燃焼 (原子炉容器破損後 長期))	ε	<0.1%
δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による 過圧破損)	1.2E-07	47.2%
ε (ベースマツト熔融貫通)	1.1E-09	0.5%
θ (水蒸気蓄積による格納容器先行 破損)	2.1E-10	<0.1%
η (原子炉容器外水蒸気爆発)	1.7E-10	<0.1%
σ (格納容器雰囲気直接加熱)	ε	<0.1%
g (蒸気発生器伝熱管破損)	3.4E-12	<0.1%
τ (格納容器過温破損)	4.8E-11	<0.1%
μ (格納容器直接接触)	ε	<0.1%
合計	2.5E-07	100.0%
ϕ (放射性物質管理放出)	2.1E-08	—

ε : カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.2.5.9 表 放出カテゴリ別発生頻度

格納容器の状態		分類	放出カテゴリ 記号	発生頻度 (／炉年)	割合
格納容器 機能喪失	格納容器 バイパス	—	F1	3.4E-12	<0.1%
	格納容器 破損	エナジェティック	F3A	1.8E-10	<0.1%
		先行破損	F3B	2.1E-10	<0.1%
		その他	F3C	1.2E-07	28.2%
	隔離失敗	—	F5	1.3E-07	31.0%
健全（設計漏えい）		—	F6	1.5E-07	35.6%
放射性物質管理放出		—	F7	2.1E-08	5.0%
合計 *1				4.1E-07	100.0%

*1：全放出カテゴリの合計は各放出カテゴリの発生頻度の単純和である。このため、全炉心損傷頻度とは一致しないことがある。

第 3.1.2.2.2.5.10 表 不確実さ解析結果（格納容器機能喪失モード別）

格納容器機能喪失モード	不確実さ解析結果				
	平均値 (／炉年)	下限値 (5%信頼度値) (／炉年)	中央値 (／炉年)	上限値 (95%信頼度値) (／炉年)	EF
α (原子炉容器内水蒸気爆発)	1.0E-11	2.6E-31	3.5E-15	7.0E-11	1.6E+10
β (格納容器隔離失敗)	1.3E-07	7.7E-20	2.0E-10	8.8E-07	3.4E+06
γ (水素燃焼 (原子炉容器破損前))	—	—	—	—	—
γ' (水素燃焼 (原子炉容器破損直後))	—	—	—	—	—
γ'' (水素燃焼 (原子炉容器破損後長期))	—	—	—	—	—
δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損)	7.5E-08	9.2E-15	1.1E-10	4.8E-07	7.2E+03
ε (ベースマツト溶融貫通)	8.0E-10	2.4E-29	2.9E-13	5.6E-09	1.5E+10
θ (水蒸気蓄積による格納容器先行破損)	1.6E-10	1.2E-30	2.9E-14	7.1E-10	2.4E+10
η (原子炉容器外水蒸気爆発)	1.2E-10	3.6E-30	4.9E-14	8.9E-10	1.6E+10
σ (格納容器雰囲気直接加熱)	—	—	—	—	—
g (蒸気発生器伝熱管破損)	3.6E-12	3.9E-32	7.4E-16	1.9E-11	2.2E+10
τ (格納容器過温破損)	2.8E-11	1.4E-31	3.4E-15	1.0E-10	2.7E+10
μ (格納容器直接接触)	—	—	—	—	—
合計	2.1E-07	7.9E-15	1.5E-09	9.6E-07	1.1E+04
ϕ (放射性物質管理放出)	1.4E-08	9.8E-17	8.6E-12	8.5E-08	2.9E+04

第 3.1.2.2.2.5.11 表 不確実さ解析結果（放出カテゴリ別）

格納容器の状態		分類	放出 カテゴリ 記号	不確実さ解析結果				
				平均値 (／炉年)	下限値 (5%信頼度値) (／炉年)	中央値 (／炉年)	上限値 (95%信頼度値) (／炉年)	EF
格納容器 機能喪失	格納容器 バイパス	—	F1	3.6E-12	3.9E-32	7.4E-16	1.9E-11	2.2E+10
	格納容器 破損	エナジェティック	F3A	1.3E-10	3.8E-30	5.3E-14	9.7E-10	1.6E+10
		先行破損	F3B	1.6E-10	1.2E-30	2.9E-14	7.1E-10	2.4E+10
		その他	F3C	7.8E-08	8.4E-15	1.1E-10	4.9E-07	7.6E+03
	隔離失敗	—	F5	1.3E-07	7.7E-20	2.0E-10	8.8E-07	3.4E+06
健全（設計漏えい）		—	F6	1.1E-07	2.7E-14	2.9E-10	8.4E-07	5.6E+03
放射性物質管理放出		—	F7	1.4E-08	9.8E-17	8.6E-12	8.5E-08	2.9E+04

第 3.1.2.2.2.5.12 表 特重施設及び 3 系統目蓄電池に係る感度解析結果（格納容器機能喪失モード別）

格納容器機能喪失モード	①ベースケース 格納容器機能喪失頻度 （／炉年）、割合		②特重無効ケース 格納容器機能喪失頻度 （／炉年）、割合		格納容器 機能喪失頻 度の比 （①／②）
	格納容器 機能喪失頻度 （／炉年）	割合	格納容器 機能喪失頻度 （／炉年）	割合	
α （原子炉容器内水蒸気爆発）	1.3E-11	<0.1%	1.7E-11	<0.1%	7.6E-01
β （格納容器隔離失敗）	1.3E-07	52.1%	1.3E-07	23.8%	1.0E+00
γ （水素燃焼（原子炉容器破損前））	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
γ' （水素燃焼（原子炉容器破損直後））	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
γ'' （水素燃焼（原子炉容器破損後長期））	ε	<0.1%	ε	<0.1%	—
δ （水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損）	1.2E-07	47.2%	4.1E-07	75.7%	2.9E-01
ε （ベースマット溶融貫通）	1.1E-09	0.5%	1.9E-09	0.3%	5.8E-01
θ （水蒸気蓄積による格納容器先行破損）	2.1E-10	<0.1%	8.6E-11	<0.1%	2.4E+00
η （原子炉容器外水蒸気爆発）	1.7E-10	<0.1%	9.6E-11	<0.1%	1.8E+00
σ （格納容器雰囲気直接加熱）	ε	<0.1%	1.7E-12	<0.1%	—
g （蒸気発生器伝熱管破損）	3.4E-12	<0.1%	9.7E-12	<0.1%	3.5E-01
τ （格納容器過温破損）	4.8E-11	<0.1%	7.1E-10	0.1%	6.8E-02
μ （格納容器直接接触）	ε	<0.1%	1.7E-12	<0.1%	—
合計	2.5E-07	100.0%	5.5E-07	100.0%	4.5E-01
ϕ （放射性物質管理放出）	2.1E-08	—	0.0E+00	—	—

 ε : カットオフより小さい値

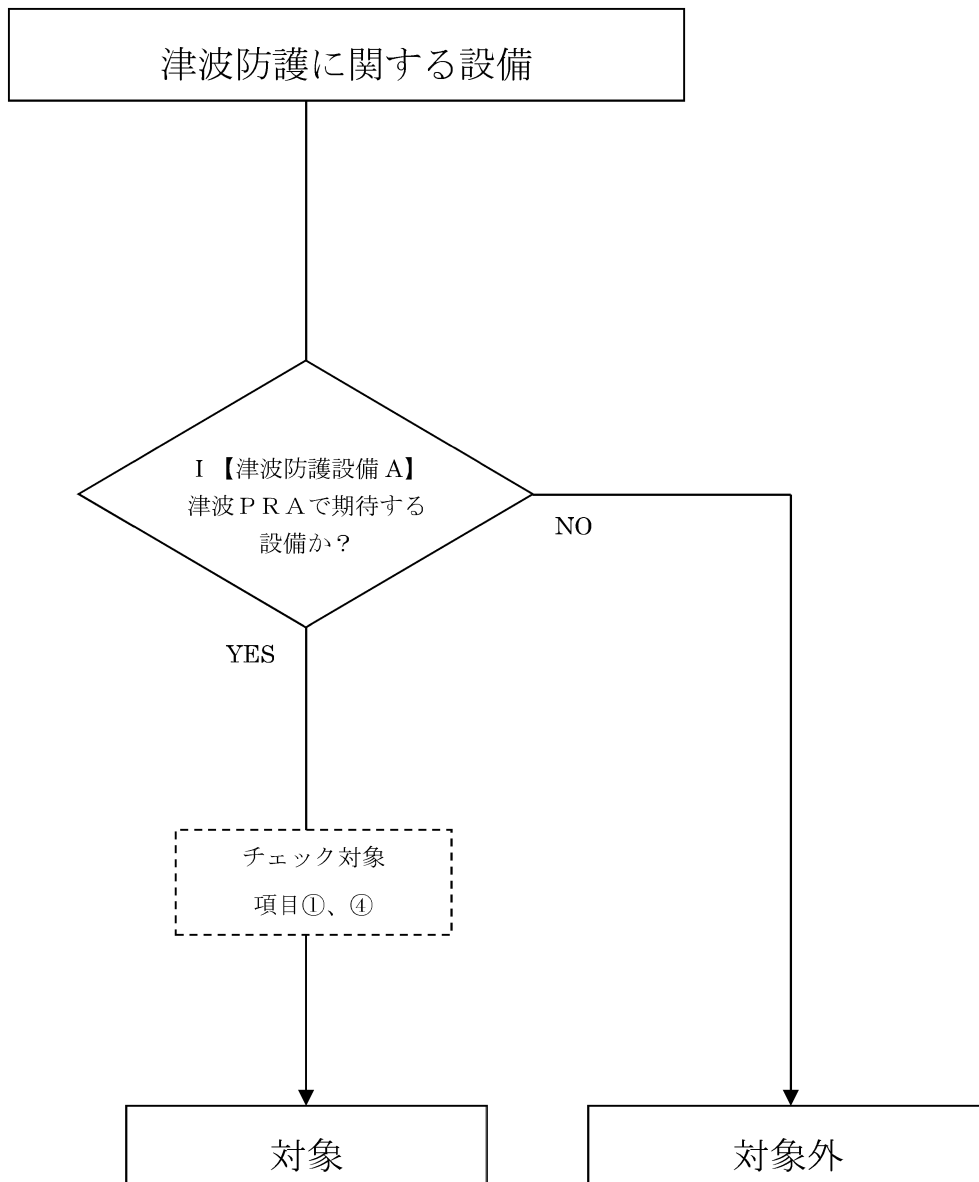
第 3.1.2.2.2.5.13 表 特重施設及び新設 S A 対策に係る感度解析結果

格納容器機能喪失モード	①ベースケース		②特重施設及び 新設 S A 対策無効ケース		格納容器 機能喪失 頻度の比 (①／②)
	格納容器 機能喪失 頻度 (／炉年)	割合	格納容器 機能喪失 頻度 (／炉年)	割合	
α (原子炉容器内水蒸気爆発)	1.3E-11	<0.1%	1.7E-09	<0.1%	7.6E-03
β (格納容器隔離失敗)	1.3E-07	52.1%	6.2E-07	3.5%	2.1E-01
γ (水素燃焼 (原子炉容器破損前))	ε	<0.1%	1.7E-10	<0.1%	—
γ' (水素燃焼 (原子炉容器破損直後))	ε	<0.1%	1.7E-10	<0.1%	—
γ'' (水素燃焼 (原子炉容器破損後長期))	ε	<0.1%	1.3E-09	<0.1%	—
δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損)	1.2E-07	47.2%	1.7E-05	95.4%	7.1E-03
ε (ベースマット溶融貫通)	1.1E-09	0.5%	9.8E-08	0.6%	1.1E-02
θ (水蒸気蓄積による格納容器先行破損)	2.1E-10	<0.1%	3.9E-12	<0.1%	5.4E+01
η (原子炉容器外水蒸気爆発)	1.7E-10	<0.1%	1.7E-09	<0.1%	1.0E-01
σ (格納容器雰囲気直接加熱)	ε	<0.1%	7.2E-10	<0.1%	—
g (蒸気発生器伝熱管破損)	3.4E-12	<0.1%	1.1E-08	<0.1%	3.1E-04
τ (格納容器過温破損)	4.8E-11	<0.1%	7.3E-08	0.4%	6.6E-04
μ (格納容器直接接触)	ε	<0.1%	7.2E-10	<0.1%	—
合計	2.5E-07	100.0%	1.8E-05	100.0%	1.4E-02
ϕ (放射性物質管理放出)	2.1E-08	—	0.0E+00	-	-

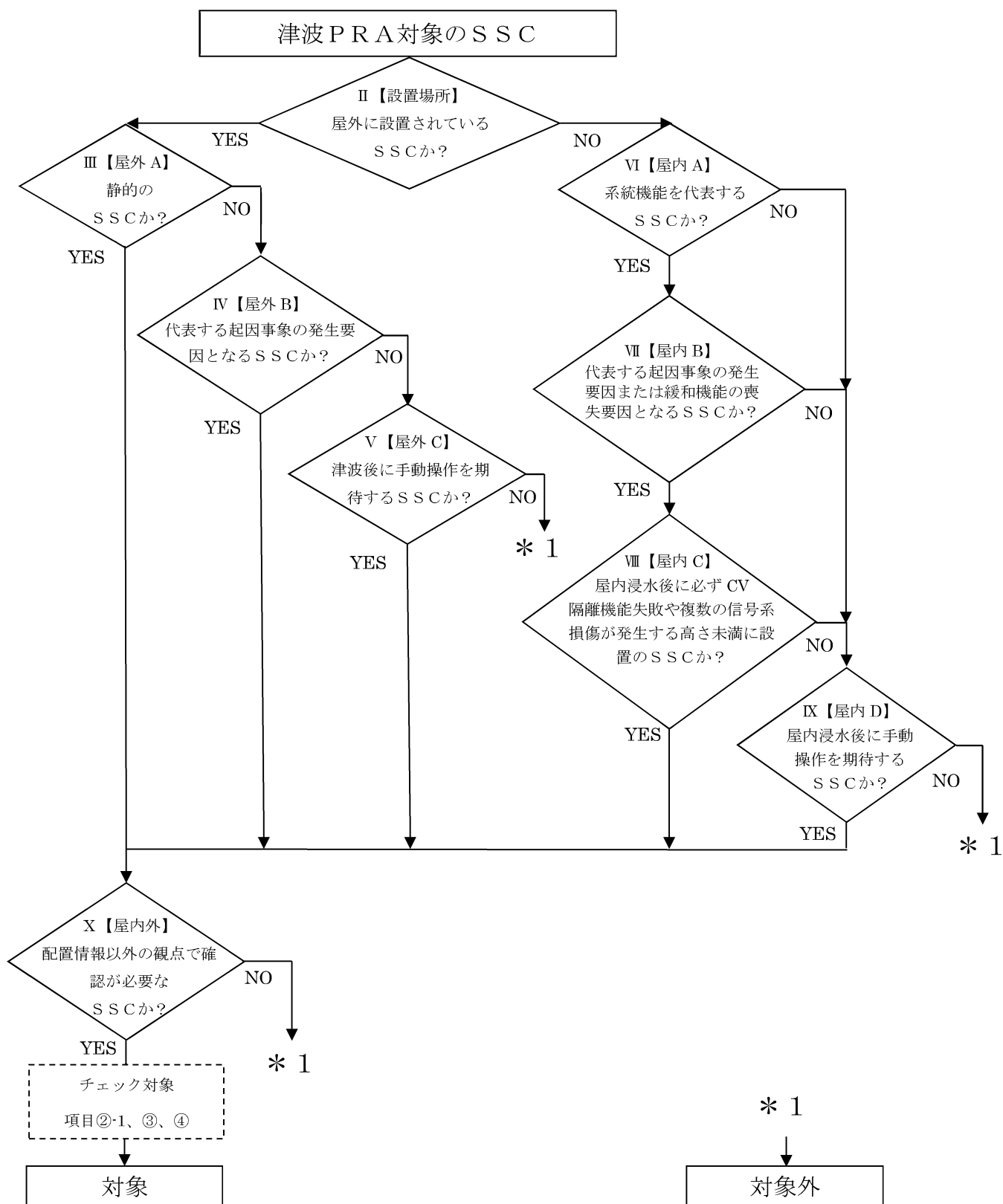
 ε : カットオフより小さい値

第 3.1.2.2.5.15 表 放出カテゴリごとの Cs-137 放出量評価結果

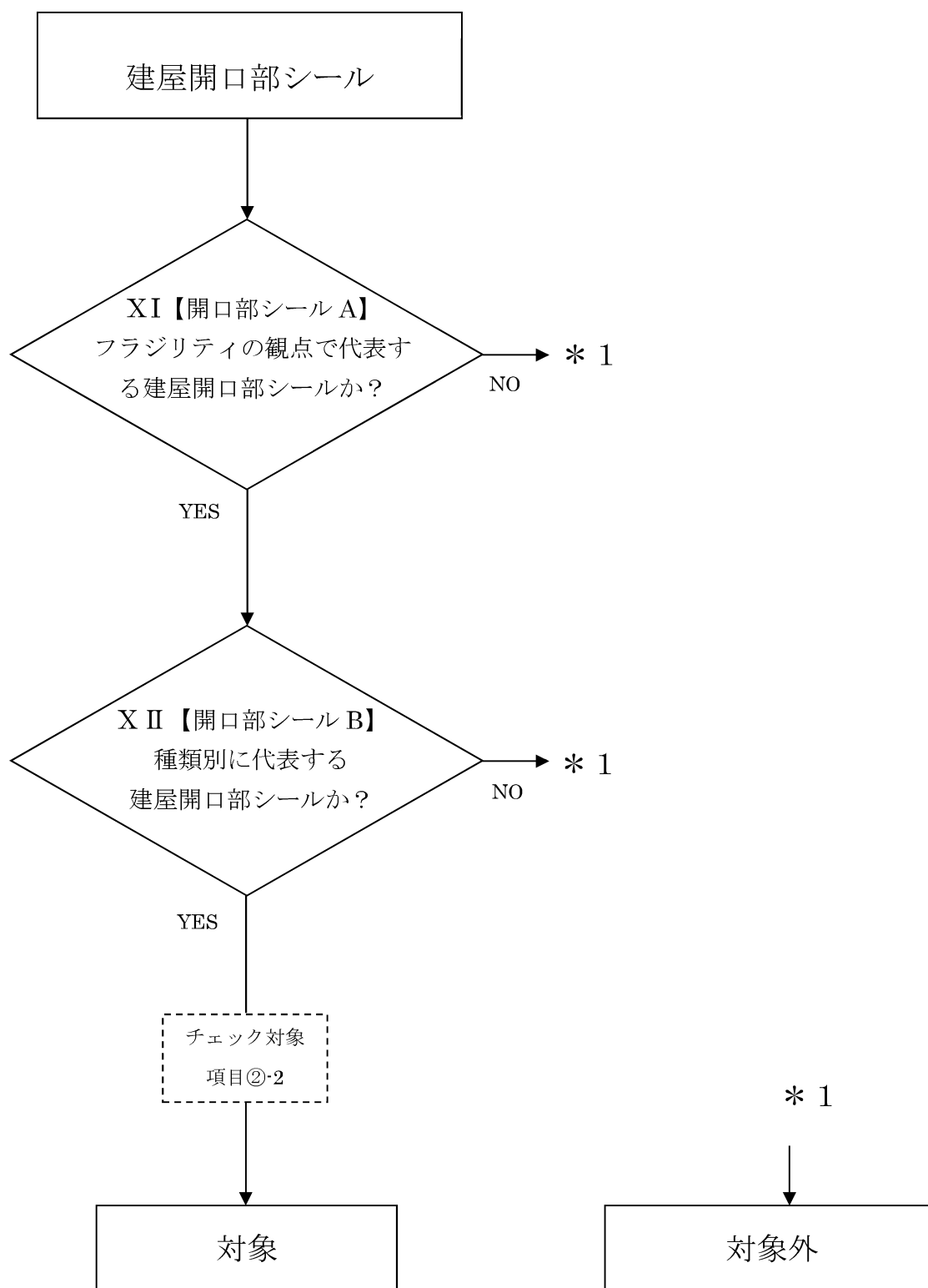
原子炉格納容器の状態		分類	放出 カテゴリ 記号	発生頻度 (／炉年)	Cs-137 放出量 (TBq)
格納容器 機能喪失	格納容器 バイパス	—	F1	3.4E-12	>100
	格納容器 破損	エナジェティック	F3A	1.8E-10	>100
		先行破損	F3B	2.1E-10	>100
		その他	F3C	1.2E-07	>100
	隔離失敗	—	F5	1.3E-07	>100
健全（設計漏えい）		—	F6	1.5E-07	約2.7
放射性物質管理放出		—	F7	2.1E-08	約1.1



第 3.1.2.2.2.1.1 図 プラント・ウォークダウン調査対象選定フロー（1／3）



第 3.1.2.2.2.1.1 図 プラント・ウォークダウン調査対象選定フロー（2 / 3）



第 3.1.2.2.2.1.1 図 プラント・ウォークダウン調査対象選定フロー（3／3）

□□発電所 ○号機 安全性向上評価のためのプラントウォークダウンチェックシート(例)

S S C 種別 : _____
 S S C 名 : _____
 機器番号 : _____
 設置建屋 : _____
 設置高さ : _____

[チェック対象項目]	要	否
① 津波防護設備の確認	☐	☐
②-1 S S C に影響を与える波力・漂流物衝突・洗掘の確認	☐	☐
②-2 建屋開口部シールの確認	☐	☐
③ 津波後のアクセス性及び現場操作の確認	☐	☐
④ 津波 P R A で特別に考慮するモデル化の前提条件の確認	☐	☐

総合評価（モデルへの反映方法、取り扱いについての記載）

実施日： _____ 年 _____ 月 _____ 日

実施者： _____

第 3.1.2.2.2.1.2 図 プラント・ウォークダウンチェックシート例（1／4）

① 津波防護設備の確認

	Y	N	U	N/A
1. 津波防護設備の構造・設置状況が、津波PRAでの 想定から大きく逸脱していない	☐	☐	☐	☐

② 影響を受ける可能性のあるSSCの確認

②-1 SSCに影響を与える波力・漂流物衝突・洗掘の確認

②-1-1 SSCに影響を与える波力の確認

	Y	N	U	N/A
1. 対象SSCが波力の影響を受けない位置にある、 または対象SSCの周辺に、波力の影響を 緩和する設備・建屋・構築物等がある	☐	☐	☐	☐

特記事項
波力の影響；（受ける、受けない） 波力を緩和する設備等；（壁・堰、建屋、その他_____、無し）

②-1-2 SSCに影響を与える漂流物衝突の確認

	Y	N	U	N/A
1. 対象SSCの周辺に漂流物となりうる物体が無い、 または対象SSCの周辺に、漂流物の到達を 阻害する設備・建屋・構築物等がある	☐	☐	☐	☐

特記事項
漂流物となりうる物体；（コンテナ、自動車、その他_____、無し） 漂流物の到達を阻害する設備等；（壁・堰、建屋、その他_____、無し）

②-1-3 SSCに影響を与える洗掘の確認

	Y	N	U	N/A
1. 対象SSCが設置されている基礎は 洗掘の発生しない構造である、 または対象SSCの周辺に、津波流速の緩和等により 洗掘の発生を阻害する設備・建屋・構築物等がある	☐	☐	☐	☐

特記事項
洗掘の影響；（発生する、発生しない） 洗掘の発生を阻害する設備等；（壁・堰、建屋、その他_____、無し）

（記号の説明） Y：YES， N：NO， U：調査不可， N/A：対象外

第 3.1.2.2.2.1.2 図 プラント・ウォークダウンチェックシート例（2／4）

②-1-4 評価前提条件の確認（波力・漂流物衝突・洗掘の影響を受けるSSC）

	Y	N	U	N/A
1. 対象SSCの構造図と相違点はない	☐	☐	☐	☐
2. 基礎ボルト（又は設置面溶接部）、及び支持構造物に外見上の異常（腐食・亀裂等）は無い （ボルトの場合は締め付けについても確認）	☐	☐	☐	☐
3. 対象SSC周辺の配管に外見上の異常（腐食・亀裂等）は無い	☐	☐	☐	☐

②-2 建屋開口部シールの確認

	Y	N	U	N/A
1. 対象建屋開口部シールに外見上の異常（腐食・亀裂等）は無い	☐	☐	☐	☐
2. 対象SSCが波力の影響を受けない位置にある、または対象SSCの周辺に、波力の影響を緩和する設備・建屋・構築物等がある	☐	☐	☐	☐

特記事項

波力の影響；（受ける、受けない）
波力を緩和する設備等；（壁・堰、建屋、その他_____、無し）

	Y	N	U	N/A
3. 対象SSCの周辺に漂流物となりうる物体が無い、または対象SSCの周辺に、漂流物の到達を阻害する設備・建屋・構築物等がある	☐	☐	☐	☐

特記事項

漂流物となりうる物体；（コンテナ、自動車、その他_____、無し）
漂流物の到達を阻害する設備等；（壁・堰、建屋、その他_____、無し）

（記号の説明） Y：YES, N：NO, U：調査不可, N/A：対象外

第 3.1.2.2.1.2 図 プラント・ウォークダウンチェックシート例（3／4）

③ 津波後のアクセス性及び現場操作の確認

	Y	N	U	N/A
1. 対象 S S C の識別が可能である	☐	☐	☐	☐
2. 津波の影響（波力や漂流物衝突等）により、対象 S S C へのアクセスルートが塞がれる可能性は無い	☐	☐	☐	☐
3. 現場での操作が可能である	☐	☐	☐	☐
4. 操作のための場所が確保できている	☐	☐	☐	☐
5. S S C の作動状態が確認できる	☐	☐	☐	☐

④ 津波 P R A で特別に考慮するモデル化の前提条件の確認

	Y	N	U	N/A
1. モデル化の前提条件が適切である	☐	☐	☐	☐

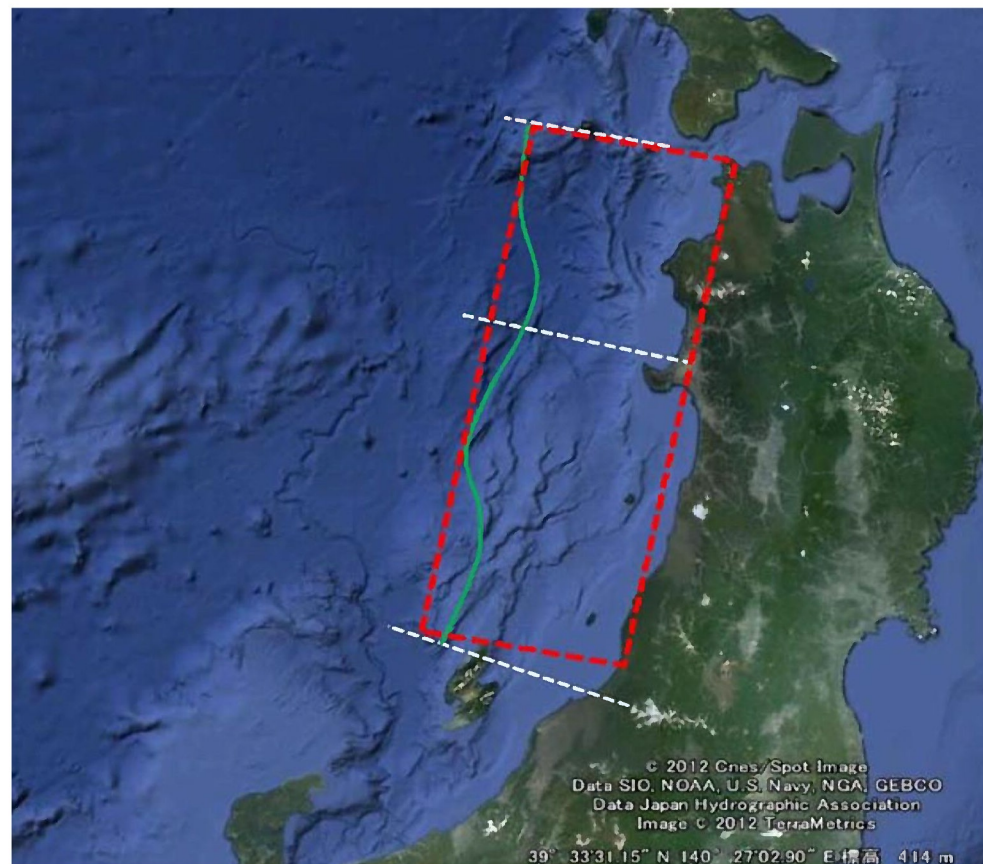
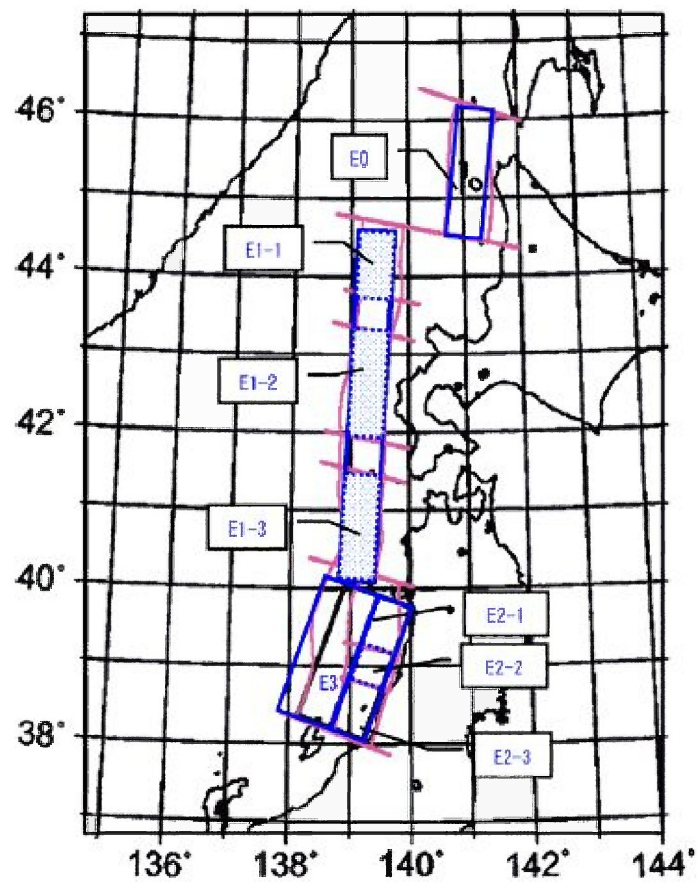
津波 P R A で特別に考慮するモデル化の前提条件

前提条件；

確認結果；

（記号の説明） Y：YES, N：NO, U：調査不可, N/A：対象外

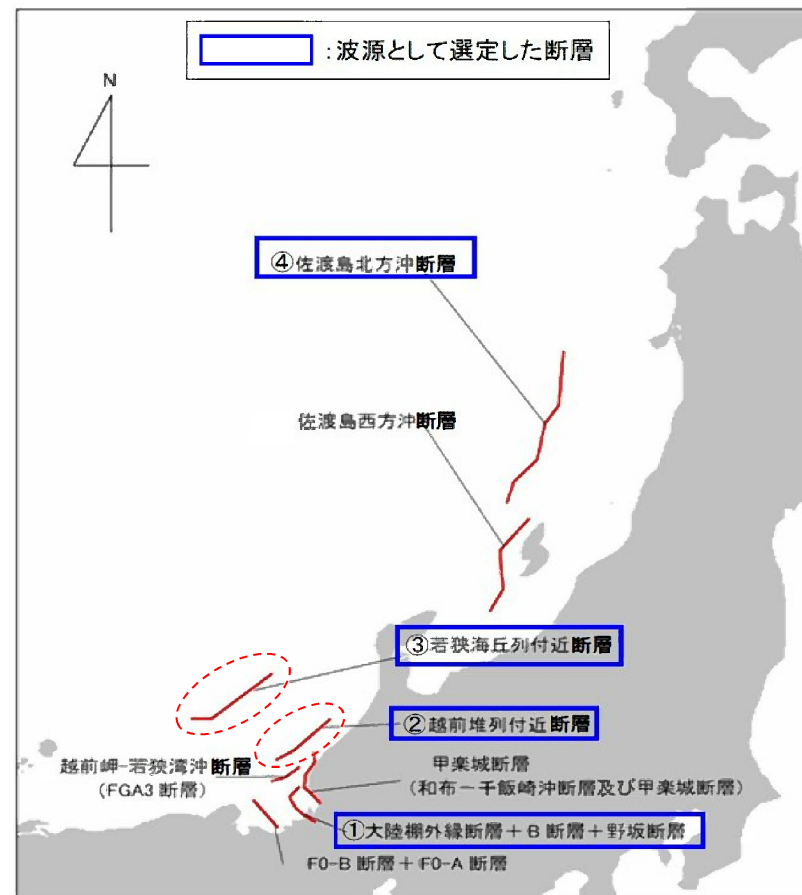
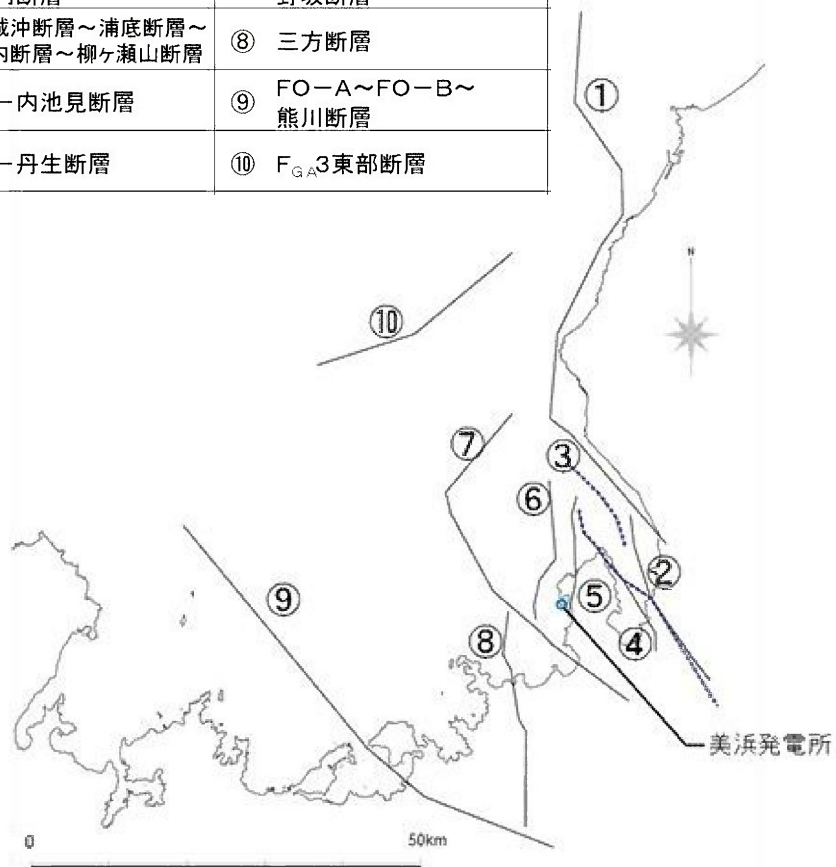
第 3.1.2.2.2.1.2 図 プラント・ウォークダウンチェックシート例（4／4）



第 3.1.2.2.2.1 図 検討対象波源（日本海東縁部）

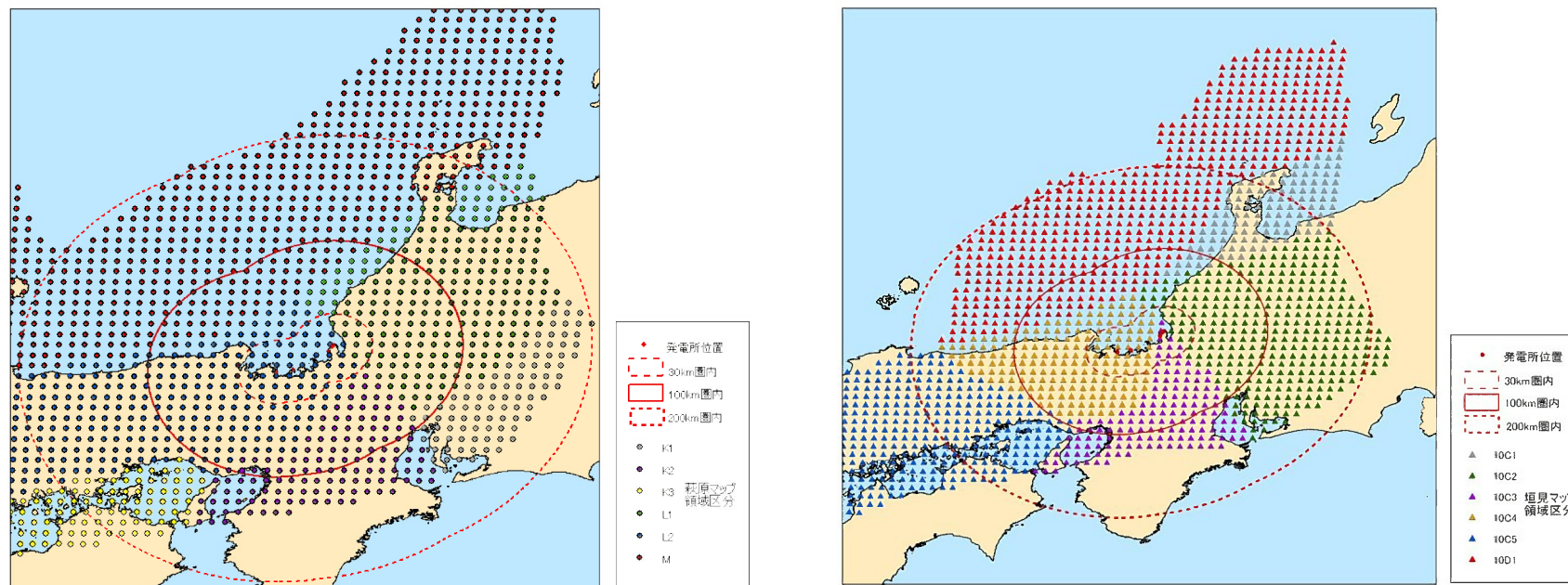
※左：地震調査研究推進本部(2003)⁽²⁾等に基づく活動域区分、右：秋田県の波源モデル

① 安島岬沖～和布一 千飯崎沖～甲楽城断層	⑥ C断層
② ウツロギ峠北方一 池河内断層	⑦ 大陸棚外縁～B～ 野坂断層
③ 甲楽城沖断層～浦底断層～ 池河内断層～柳ヶ瀬山断層	⑧ 三方断層
④ 浦底一内池見断層	⑨ FO-A～FO-B～ 熊川断層
⑤ 白木一丹生断層	⑩ F _{GA} 3 東部断層



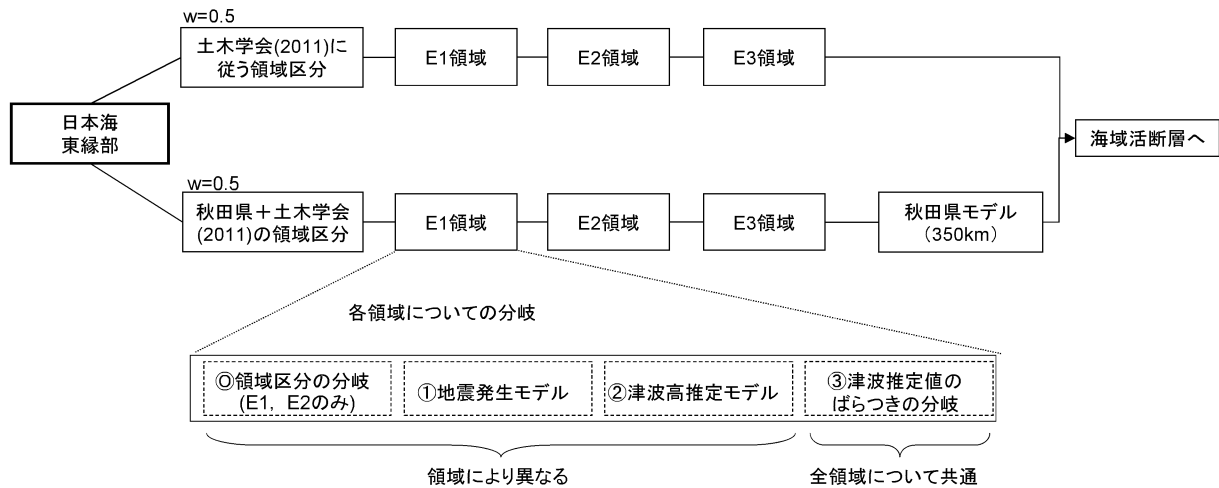
第 3.1.2.2.2.2 図 検討対象波源（海域活断層）

※左：敷地前面及び敷地周辺における検討対象断層、右：福井県の波源モデル

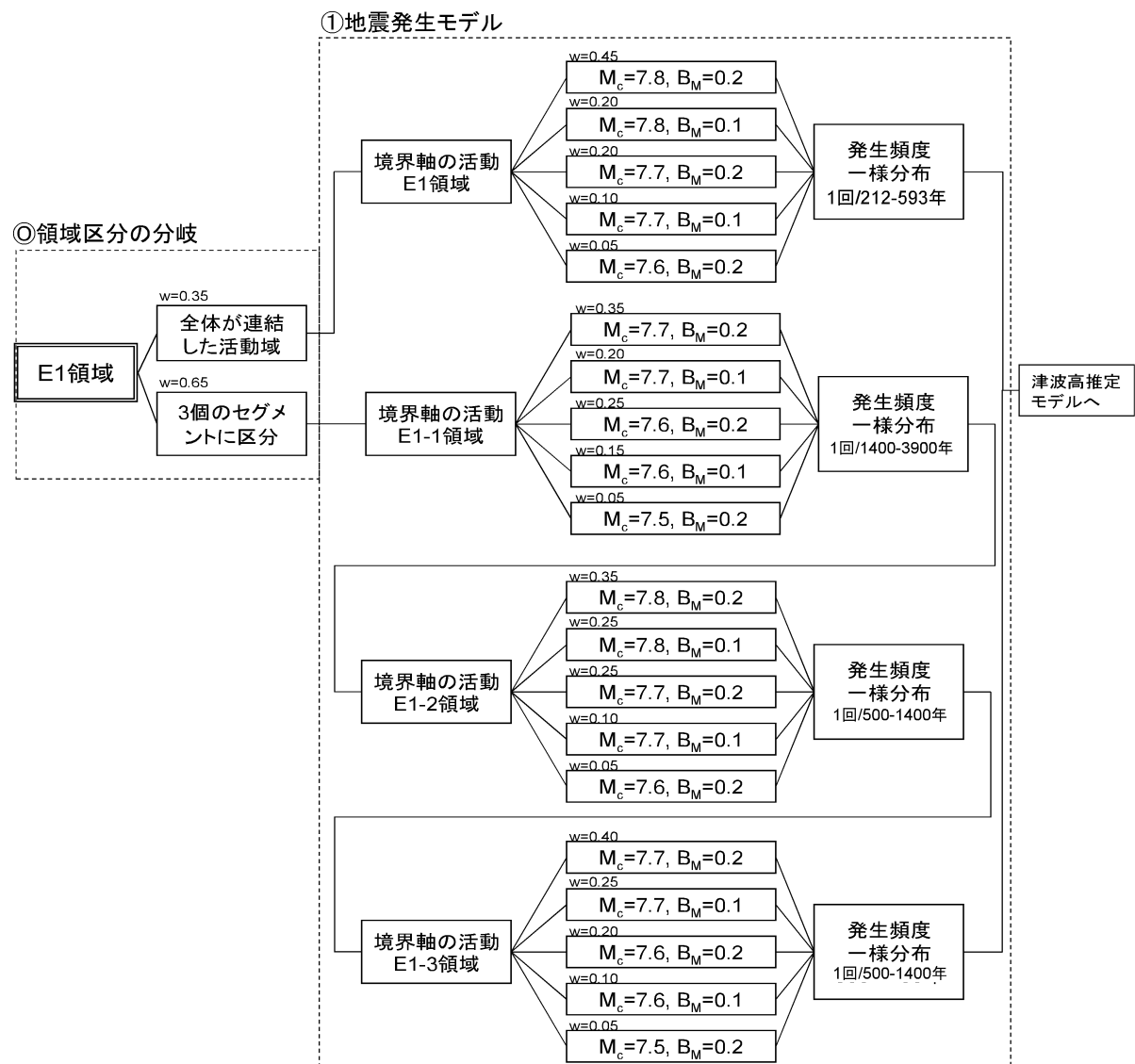


第 3.1.2.2.2.3 図 検討対象波源（領域震源）

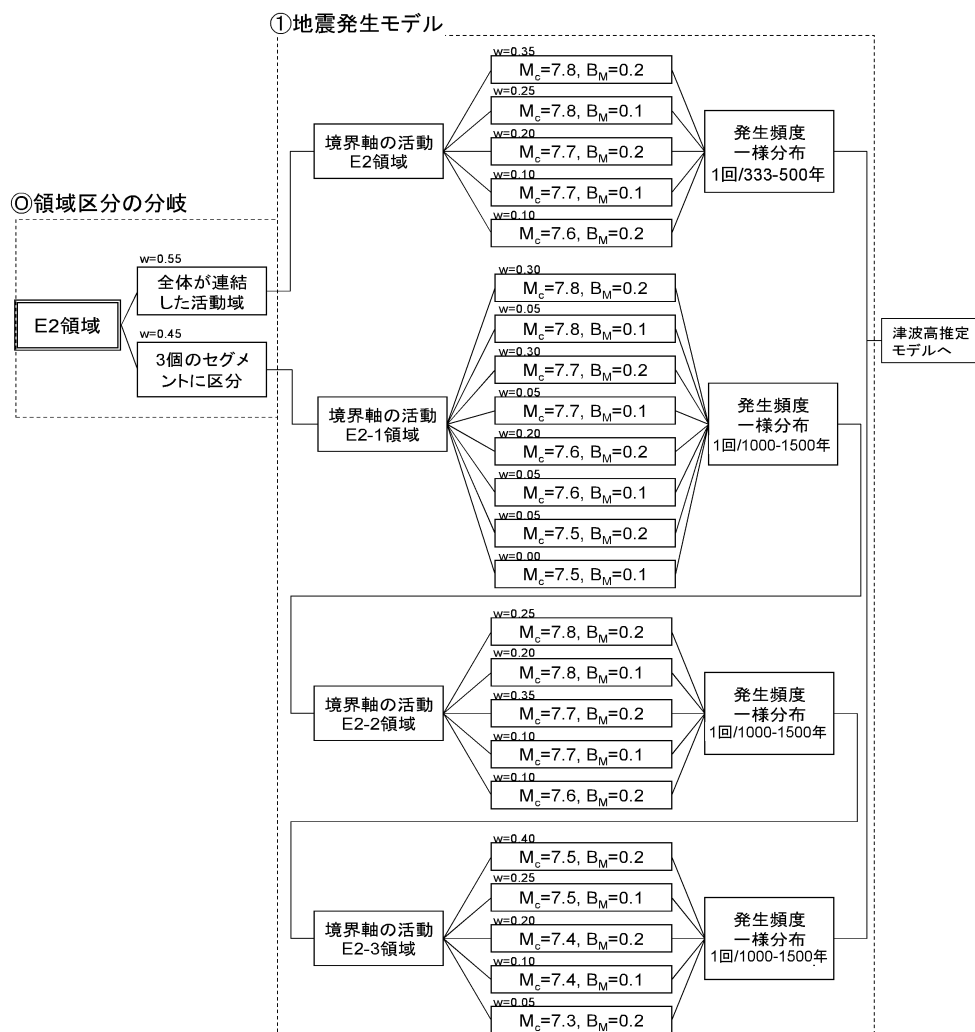
※左：萩原(1991)⁽³⁾による領域区分、右：垣見ほか(2003)⁽⁴⁾による領域区分



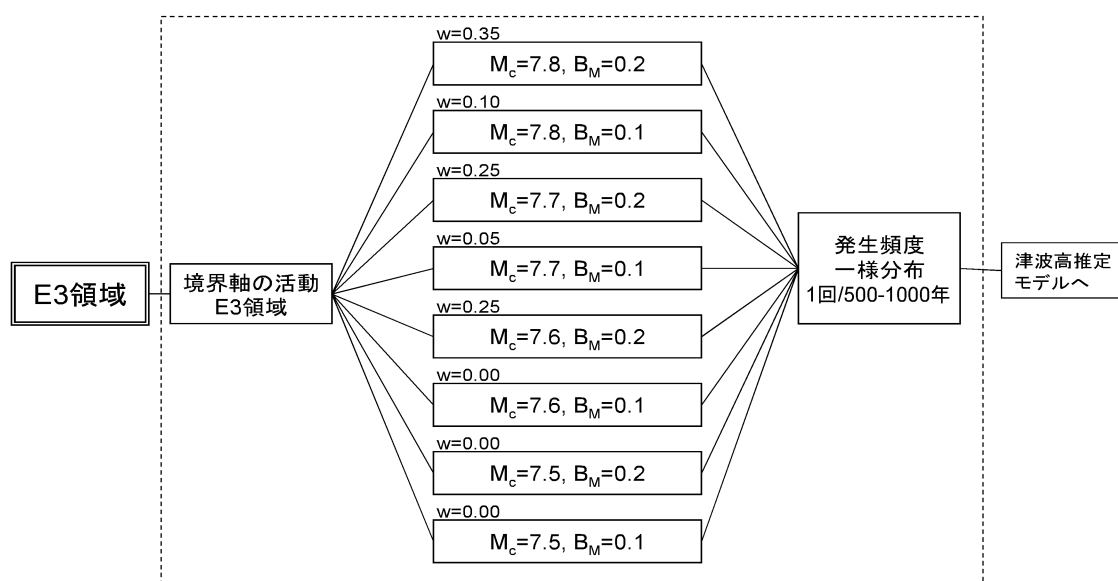
第 3.1.2.2.2.4 図 日本海東縁部のロジックツリー



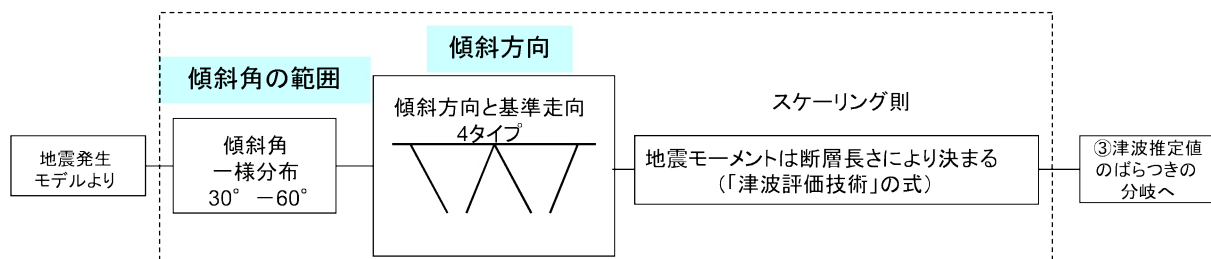
第 3.1.2.2.2.5 図 日本海東縁部（土木学会）の地震発生モデル（E1 領域）



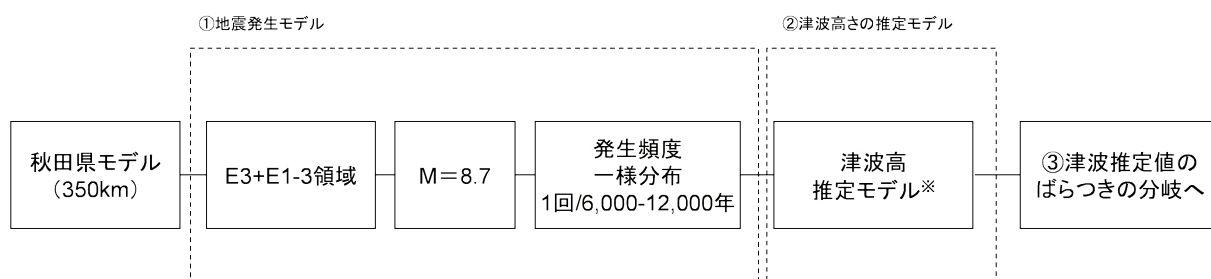
第 3.1.2.2.2.6 図 日本海東縁部（土木学会）の地震発生モデル（E2 領域）



第 3.1.2.2.2.7 図 日本海東縁部（土木学会）の地震発生モデル（E3 領域）

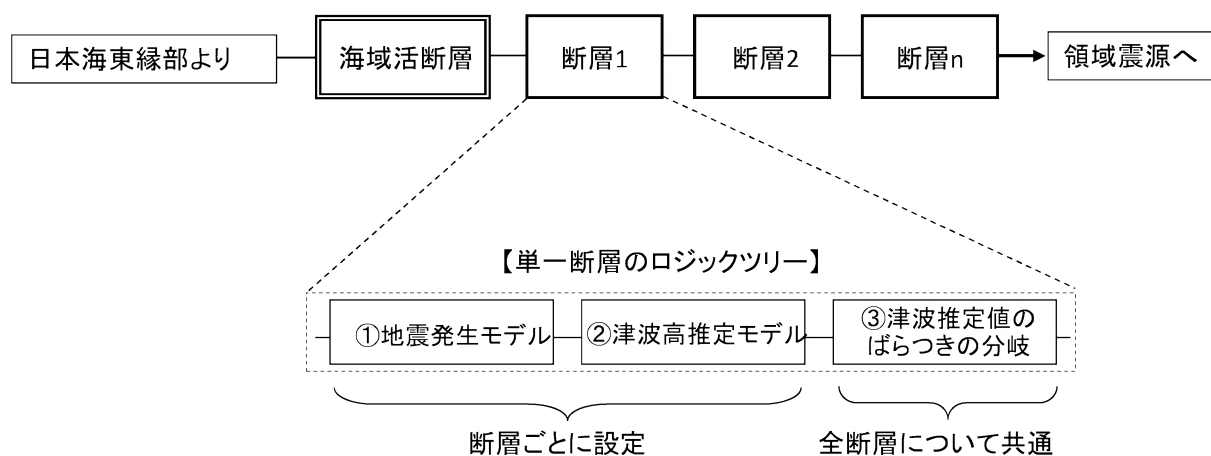


第 3.1.2.2.2.8 図 日本海東縁部（土木学会）の津波高推定モデル

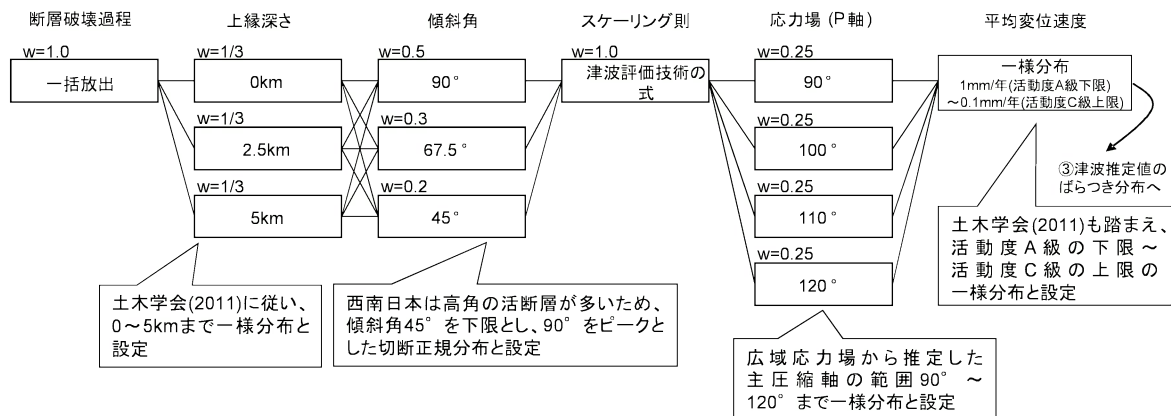


※秋田県の想定波源モデル

第 3.1.2.2.2.9 図 日本海東縁部（秋田県）の地震発生・津波高推定モデル

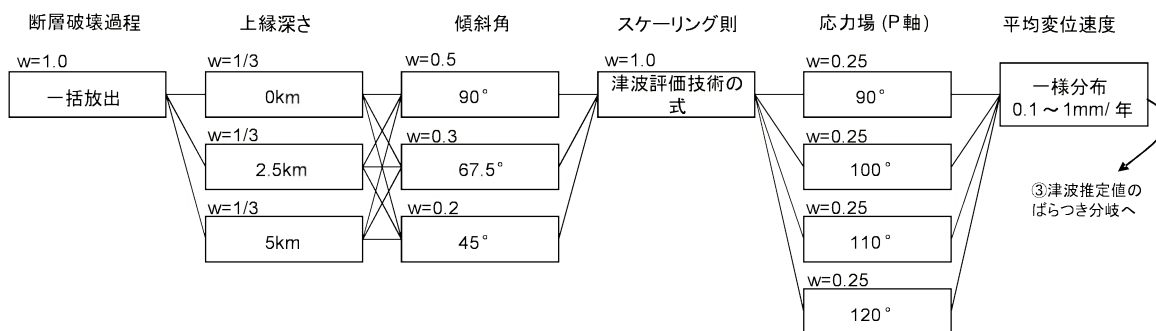


第 3.1.2.2.2.10 図 海域活断層のロジックツリー

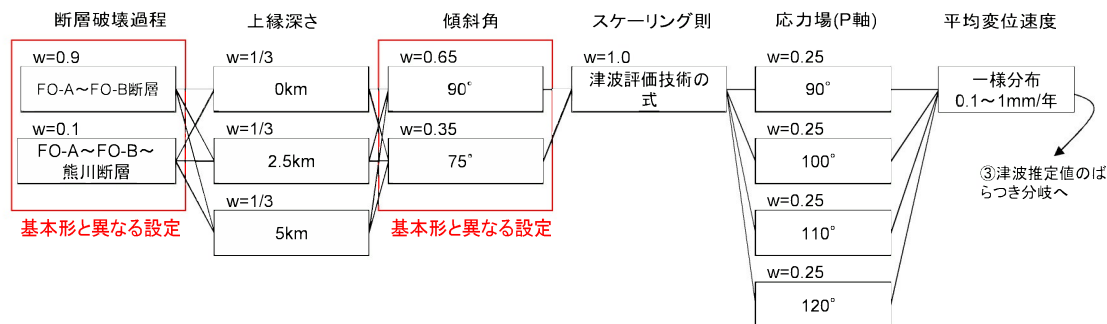


第 3.1.2.2.2.11 図 海域活断層の地震発生・津波高推定モデル（基本形）

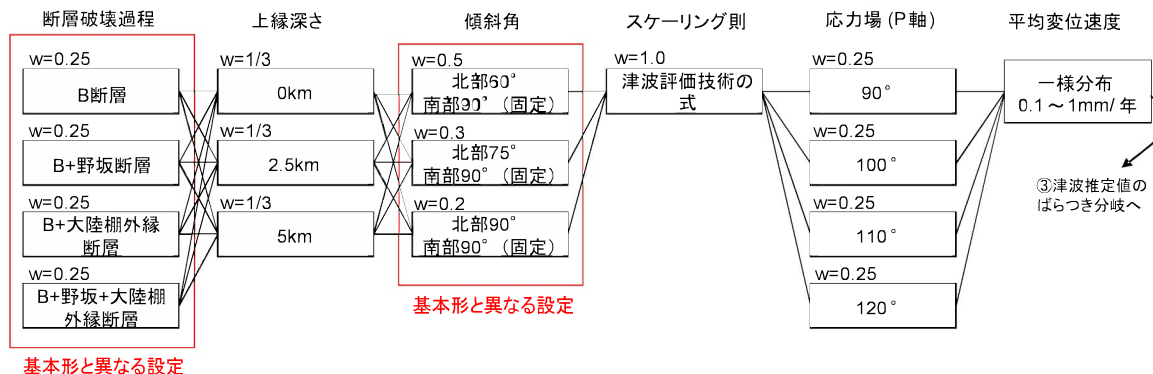
◆ $F_{GA}3$ 東部断層



◆ FO-A~FO-B断層~熊川断層

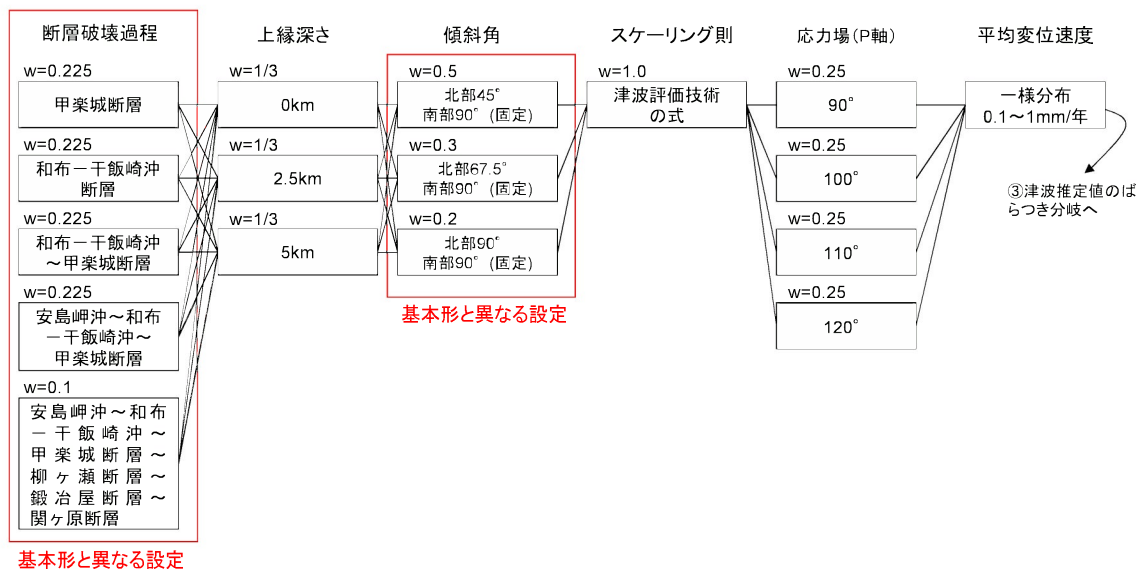


◆ 大陸棚外縁~B~野坂断層

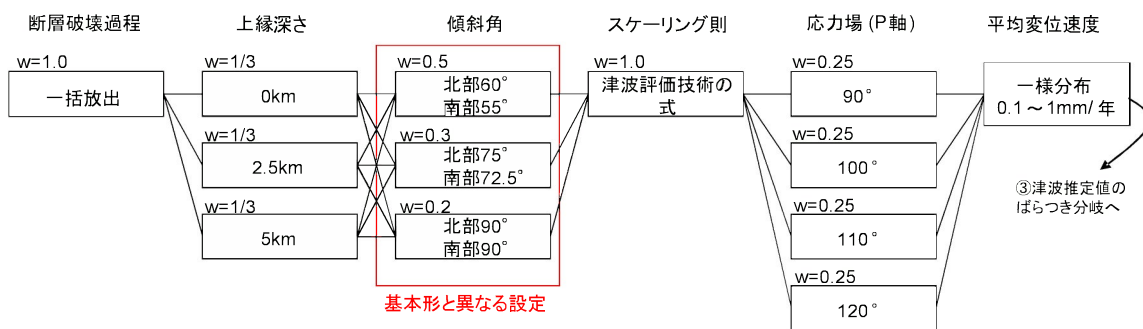


第 3.1.2.2.2.12 図 各海域活断層の地震発生・津波高推定モデル(1)

◆ 安島岬沖～和布一干飯崎沖～甲楽城断層～柳ヶ瀬断層～鍛冶屋断層～関ヶ原断層

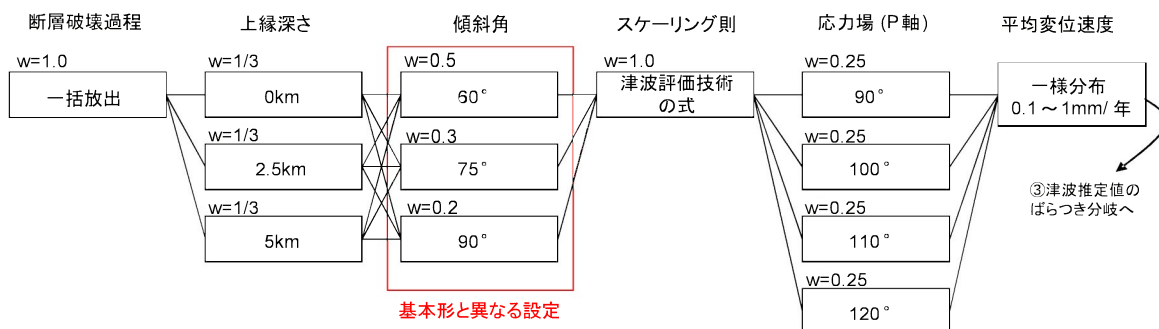


◆ C断層



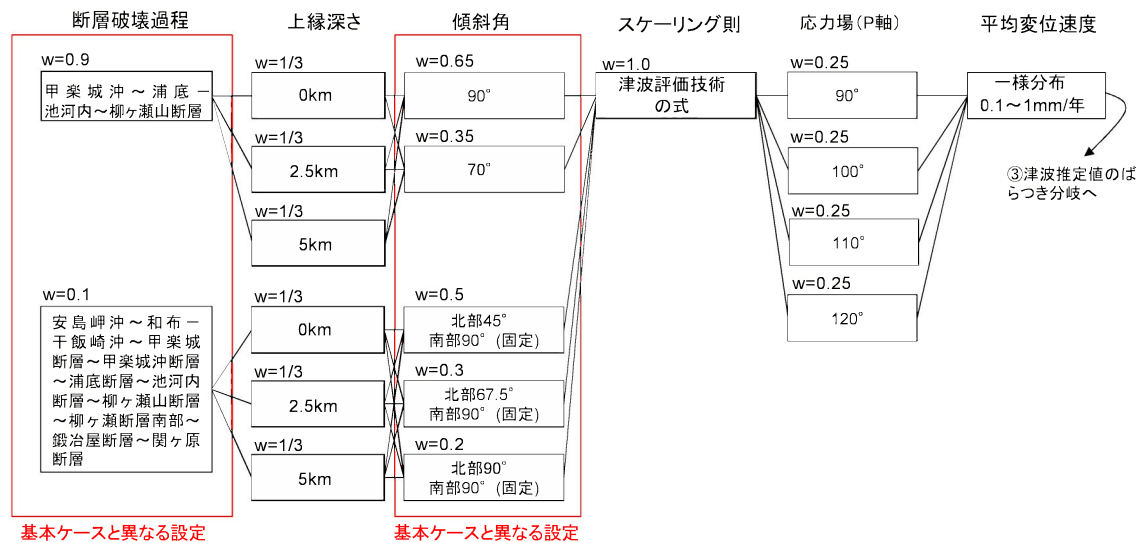
◆ 三方断層

◆ 白木一丹生断層

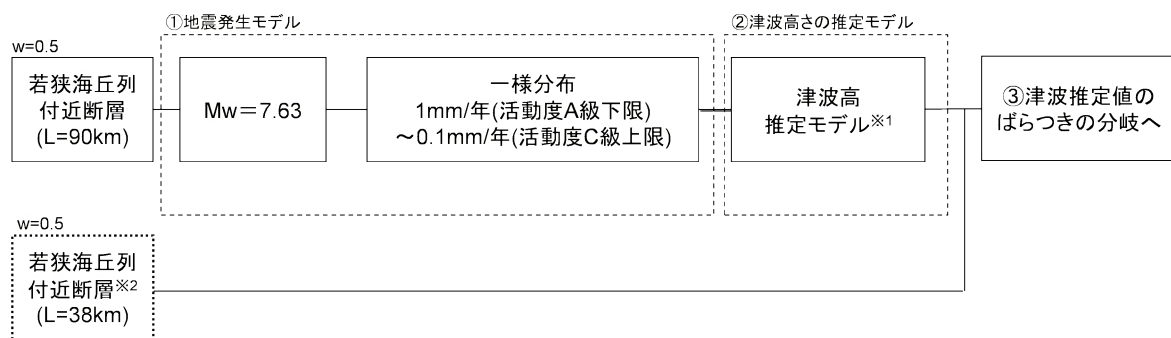


第 3.1.2.2.2.13 図 各海域活断層の地震発生・津波高推定モデル(2)

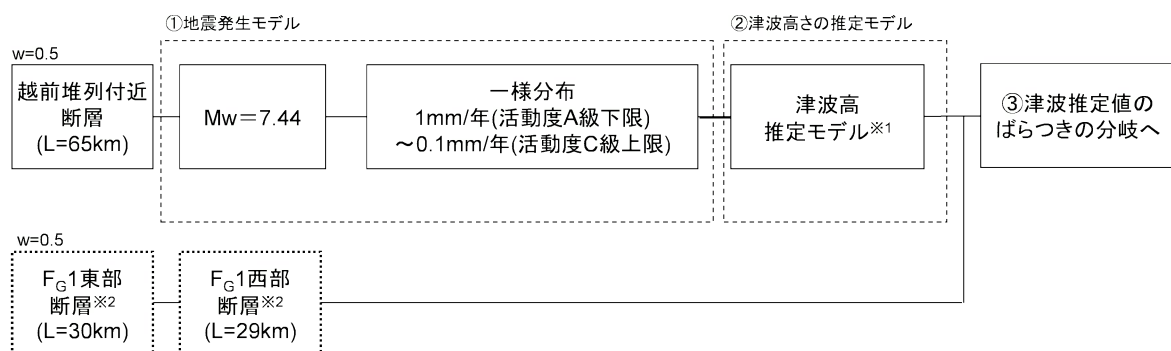
◆ 安島岬沖～和布一干飯崎沖～甲楽城断層～甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層～柳ヶ瀬断層南部～鍛冶屋断層～関ヶ原断層



◆ 福井県モデル(若狭海丘列付近断層)



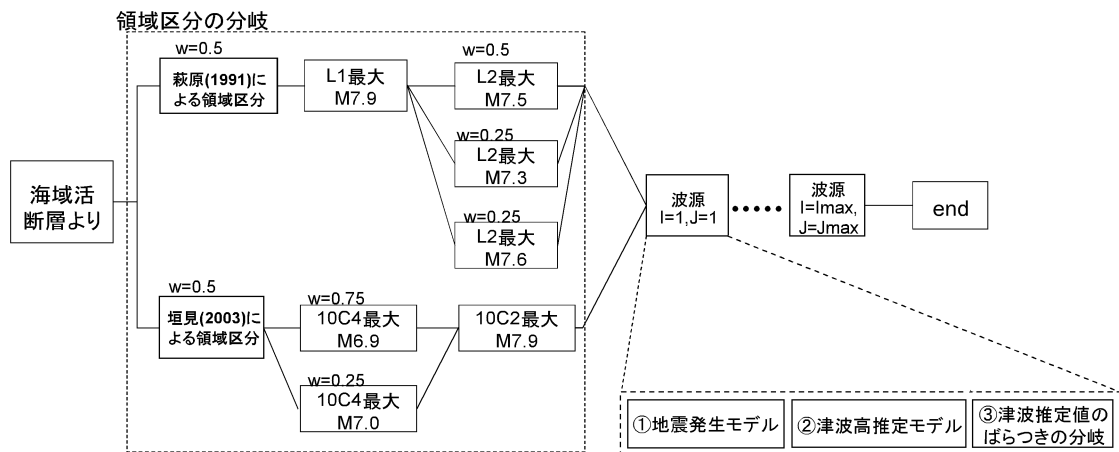
◆ 福井県モデル(越前堆列付近断層)



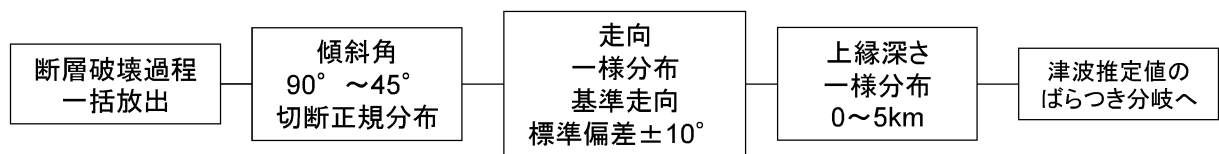
※1 福井県の想定波源モデル

※2 津波水位が小さく年超過確率への影響が小さいため、計算を省略する。

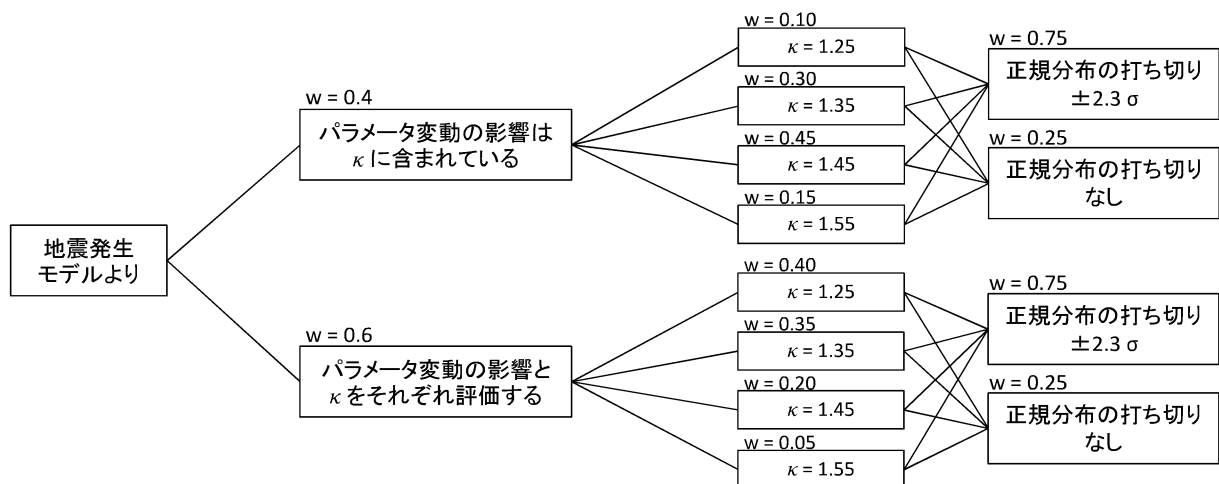
第 3.1.2.2.2.14 図 各海域活断層の地震発生・津波高推定モデル(3)



第 3.1.2.2.2.15 図 領域震源のロジックツリー

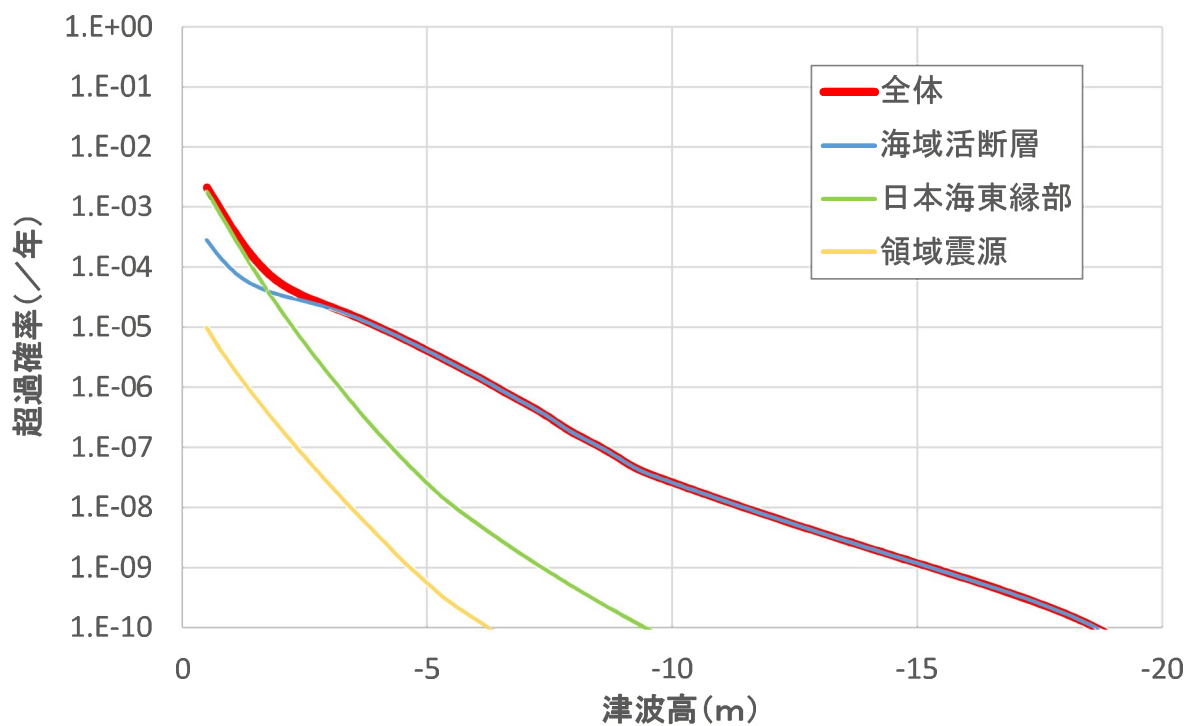
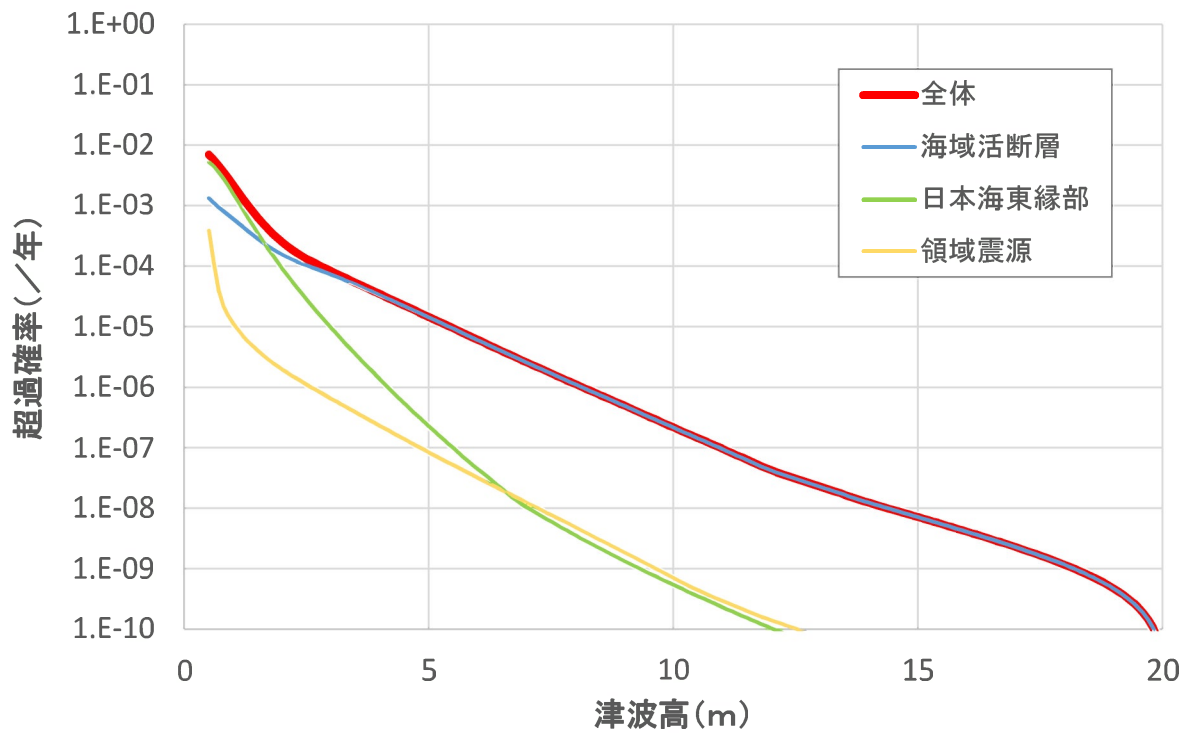


第 3.1.2.2.2.16 図 領域震源の地震発生・津波高推定モデル

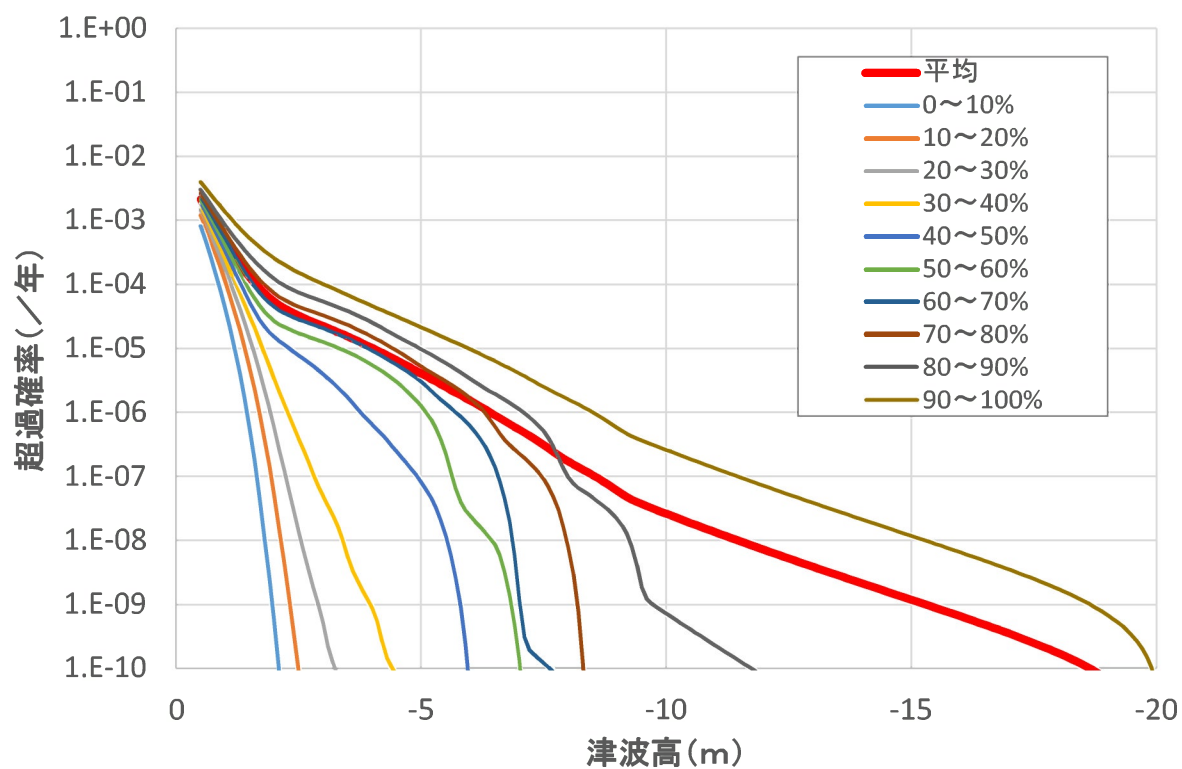
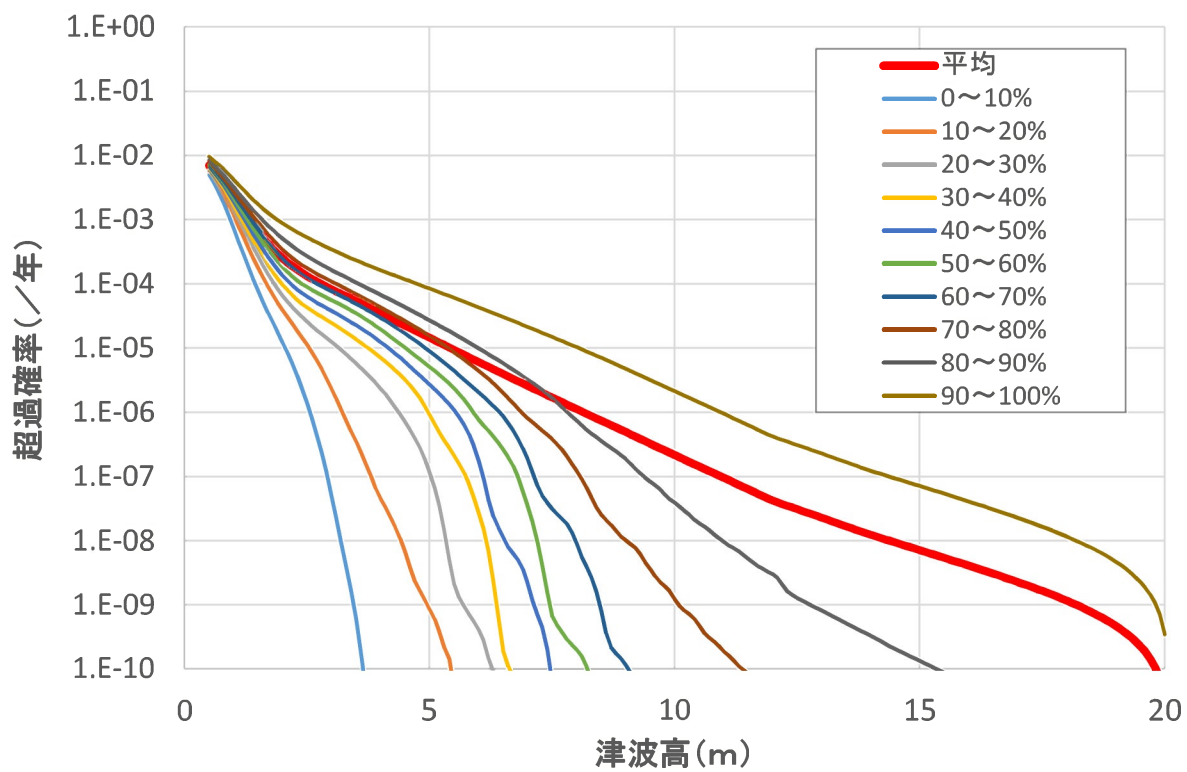


※日本海東縁部の場合は、土木学会（2011）⁽¹⁾ に基づき、パラメータ変動の影響と κ をそれぞれ評価する分岐の中で走向について標準偏差 10° の正規分布を考慮する。

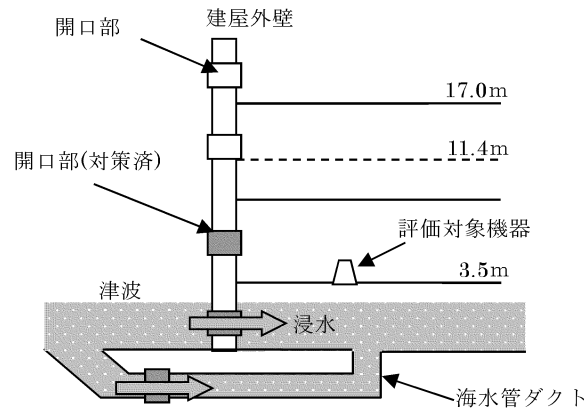
第 3.1.2.2.2.17 図 津波高推定値のばらつきの分岐
(日本海東縁部、海城活断層、領域震源)



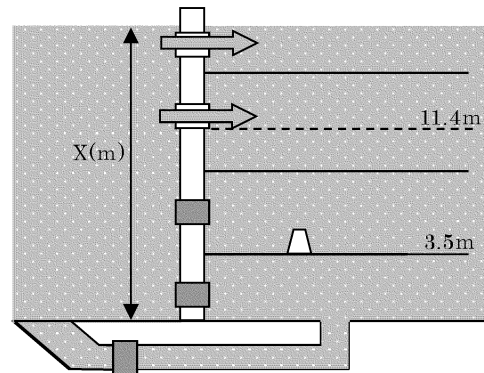
第 3.1.2.2.2.18 図 平均津波ハザード曲線及び波源別の内訳
(上：水位上昇側、下：水位下降側)



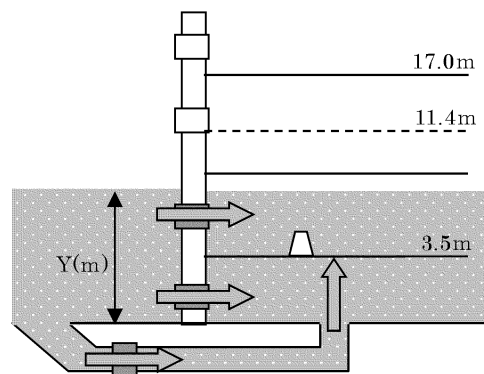
第 3.1.2.2.2.19 図 フラクタイル津波ハザード曲線
(上：水位上昇側、下：水位下降側)



- (1) : 波高が機器設置高さより低い場合は、シールの損傷有無にかかわらず、機器は損傷しない。

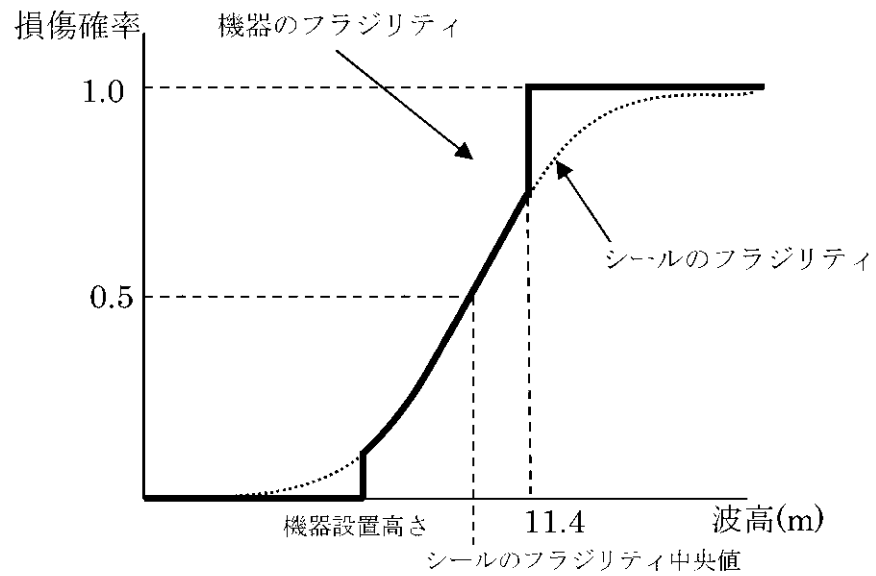


- (2) : シールが損傷しない場合でも波高がシールのない E.L.以上（ここでは $X > 11.4\text{m}$ ）になると機器の水没に至る水量が流入する。

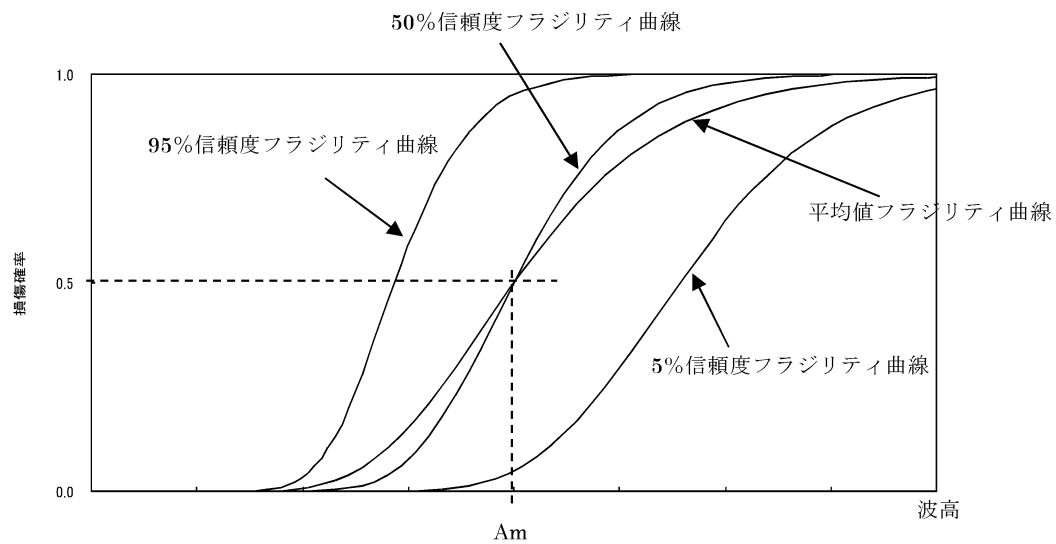


- (3) : シールが損傷した場合には波高と同じ E.L.まで水位が上昇する。

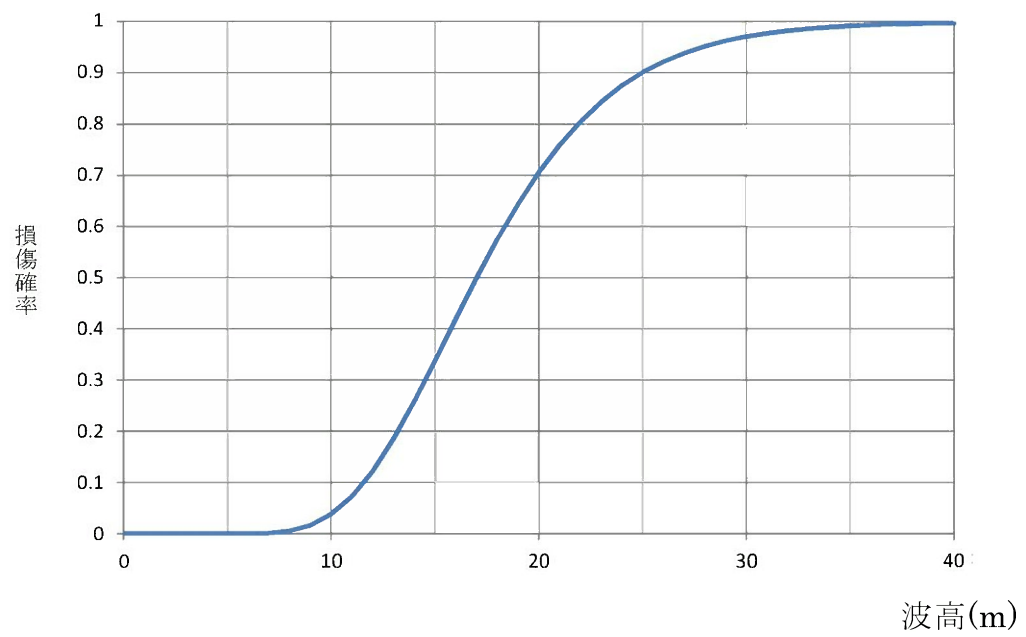
第 3.1.2.2.2.3.1 図 屋内設置設備に関するフラジリティ評価の概念



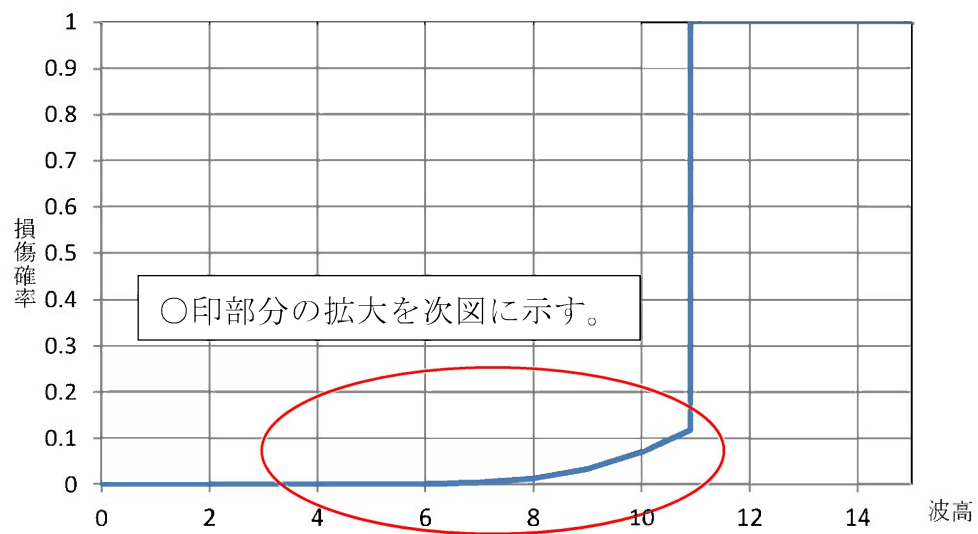
第 3.1.2.2.2.3.2 図 建屋内機器の被水・没水のに関するフラジリティ曲線のイメージ



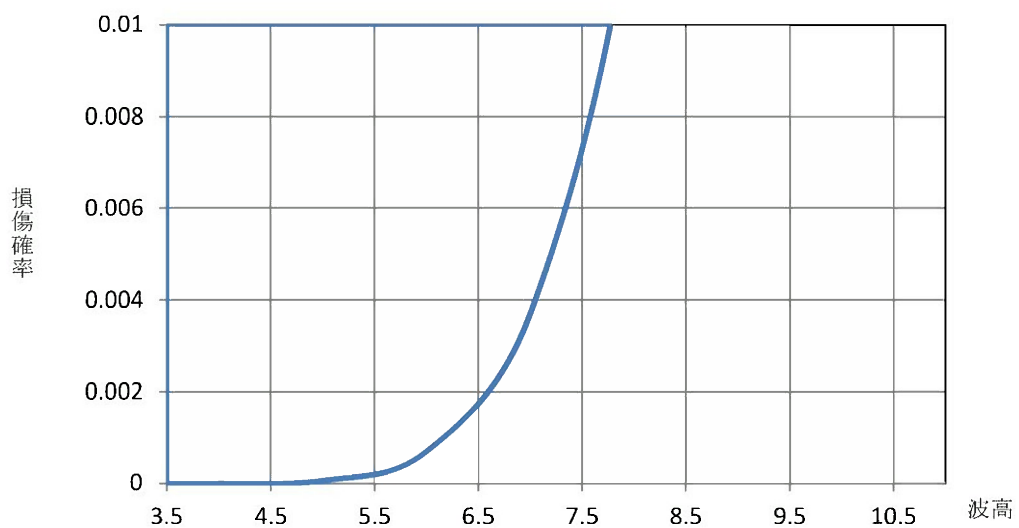
第 3.1.2.2.2.3.3 図 信頼度に応じたフラジリティ曲線のイメージ



第 3.1.2.2.2.3.4 図 フラジリティ曲線（被水・没水（屋外）：設置 E.L.17.0m）

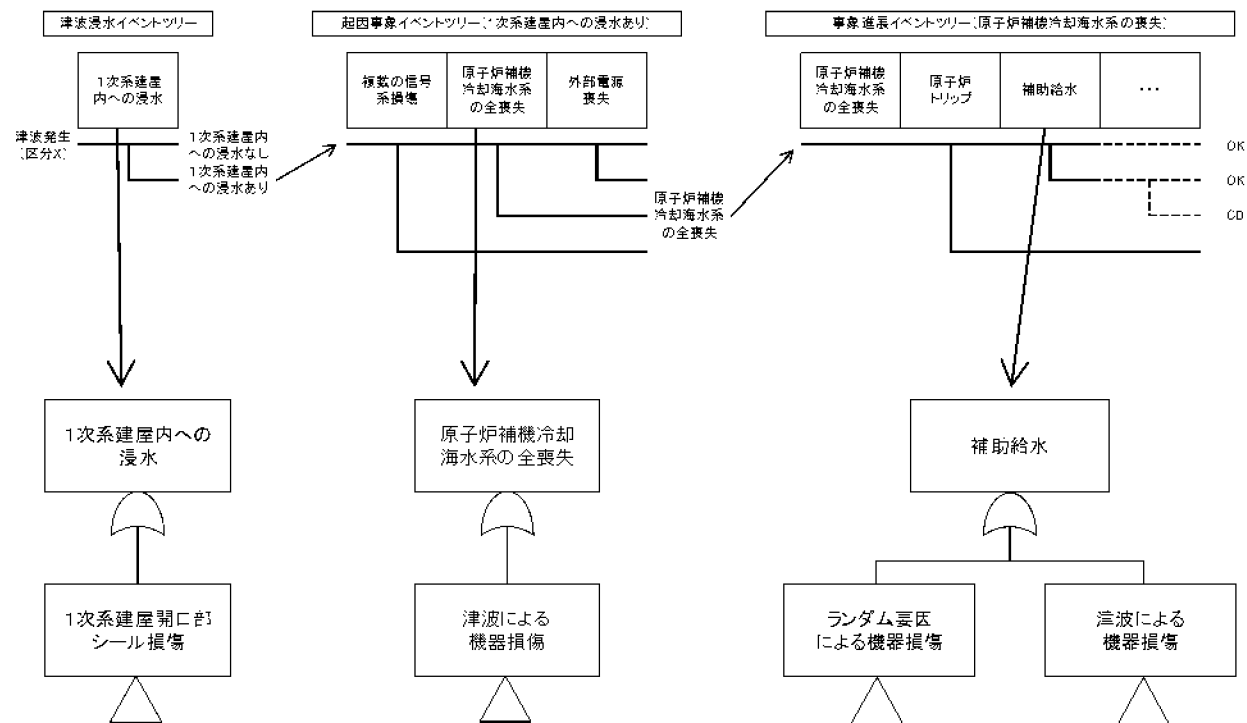


(1) 被水・没水（屋内）のフラジリティ曲線（例：設置 E.L.3.5m 以下）



(2) 被水・没水（屋内）のフラジリティ曲線（例：設置 E.L. 3.5m 以下）
拡大図

第 3.1.2.2.2.3.5 図 被水・没水（屋内）のフラジリティ曲線



第 3.1.2.2.2.4.1 図 津波出力運転時レベル 1 P R Aにおけるシステム評価の流れ

津波発生	サイト内 への浸水	1次系建屋内 への浸水	評価イベントツリー
津波発生			OK
			起因事象イベントツリー(1次系建屋内浸水無し)へ
			起因事象イベントツリー(1次系建屋内浸水有り)へ

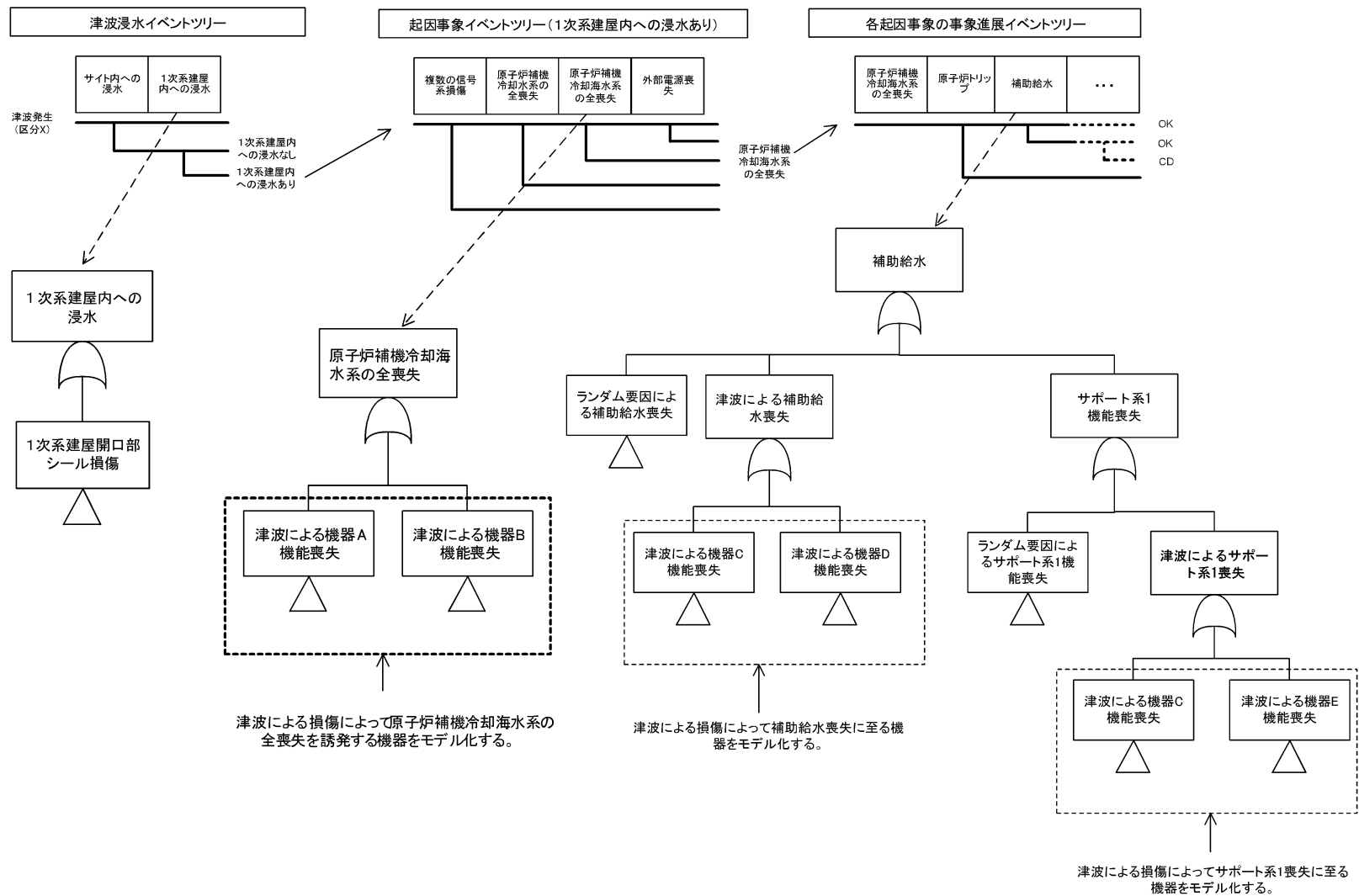
第 3.1.2.2.2.4.2 図 津波浸水イベントツリー

サイト内へ浸水 (1次系建屋内浸水有り)	1次系建屋内で発生する 起因事象		評価イベントツリー
	複数の 信号系 損傷	主給水流量の 全喪失	
			OK
			事象進展イベントツリー「主給水流量喪失」へ
			事象イベントツリー「複数の信号系損傷」へ

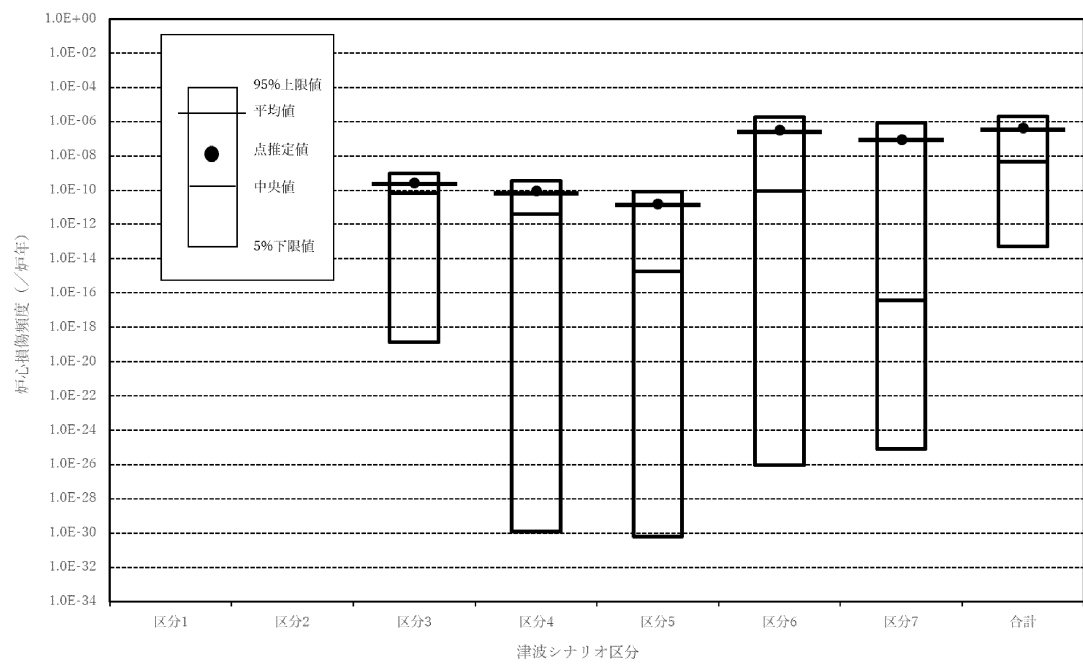
第 3.1.2.2.2.4.3 図 起因事象イベントツリー（1次系建屋内浸水有り）

サイト内へ浸水 (1次系建屋内浸水無し)	1次系建屋内 で発生する 起因事象	1次系建屋外で発生する 起因事象			評価イベントツリー
	複数の 信号系 損傷	原子炉補機 冷却海水系 の喪失	外部電源 喪失	主給水流量の 全喪失	
					OK
					事象進展イベントツリー「主給水流量喪失」へ
					事象進展イベントツリー「外部電源喪失」へ
					事象進展イベントツリー「原子炉補機冷却海水系の全喪失」へ
					事象進展イベントツリー「外部電源喪失」へ

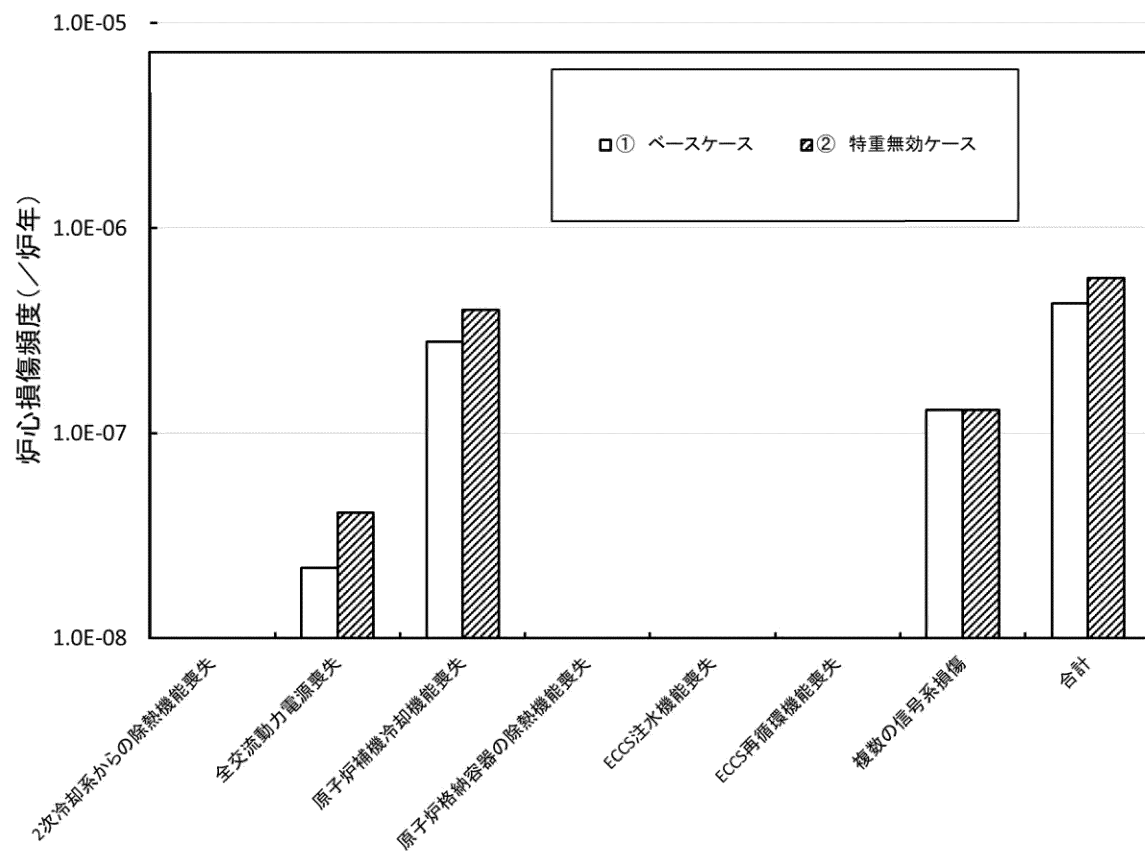
第 3.1.2.2.2.4.4 図 起因事象イベントツリー（1次系建屋内浸水無し）



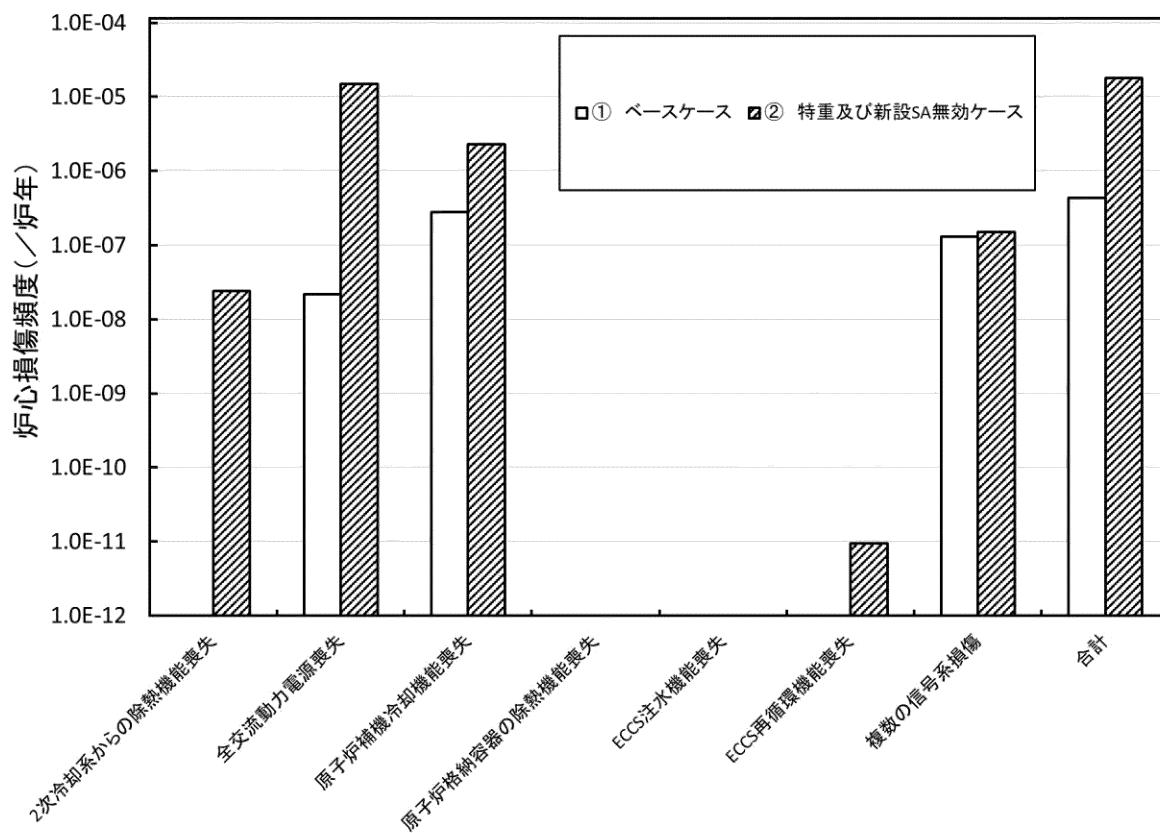
第 3.1.2.2.4.9 図 各イベントツリーのヘディングに設定するフォールトツリー



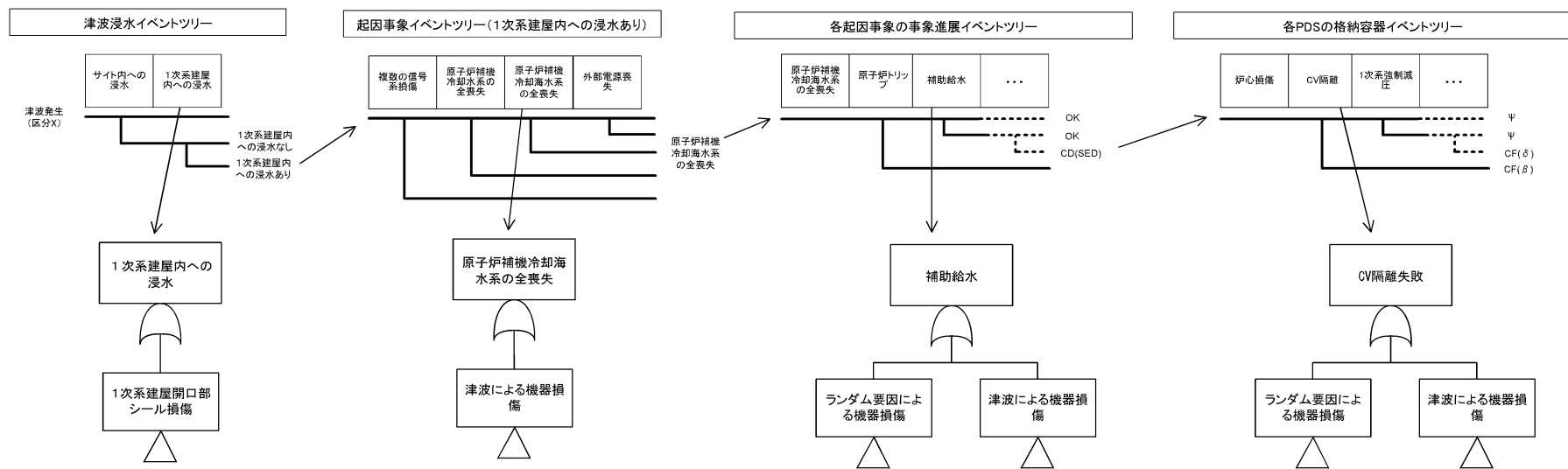
第 3.1.2.2.2.4.10 図 炉心損傷頻度の不確実さ解析結果



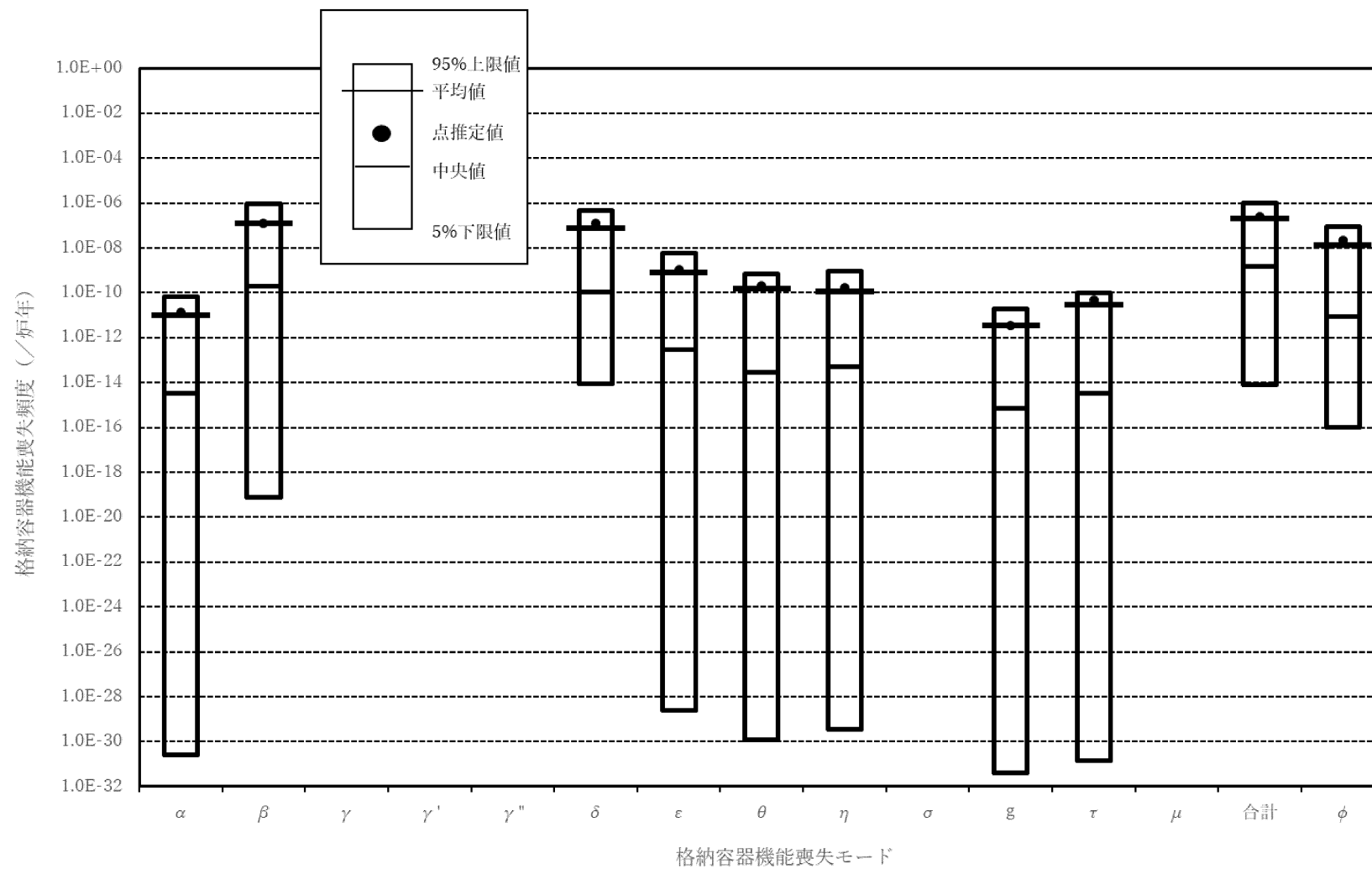
第 3.1.2.2.2.4.11 図 特重施設及び 3 系統目蓄電池に関する感度解析結果
(事故シーケンスグループ別)



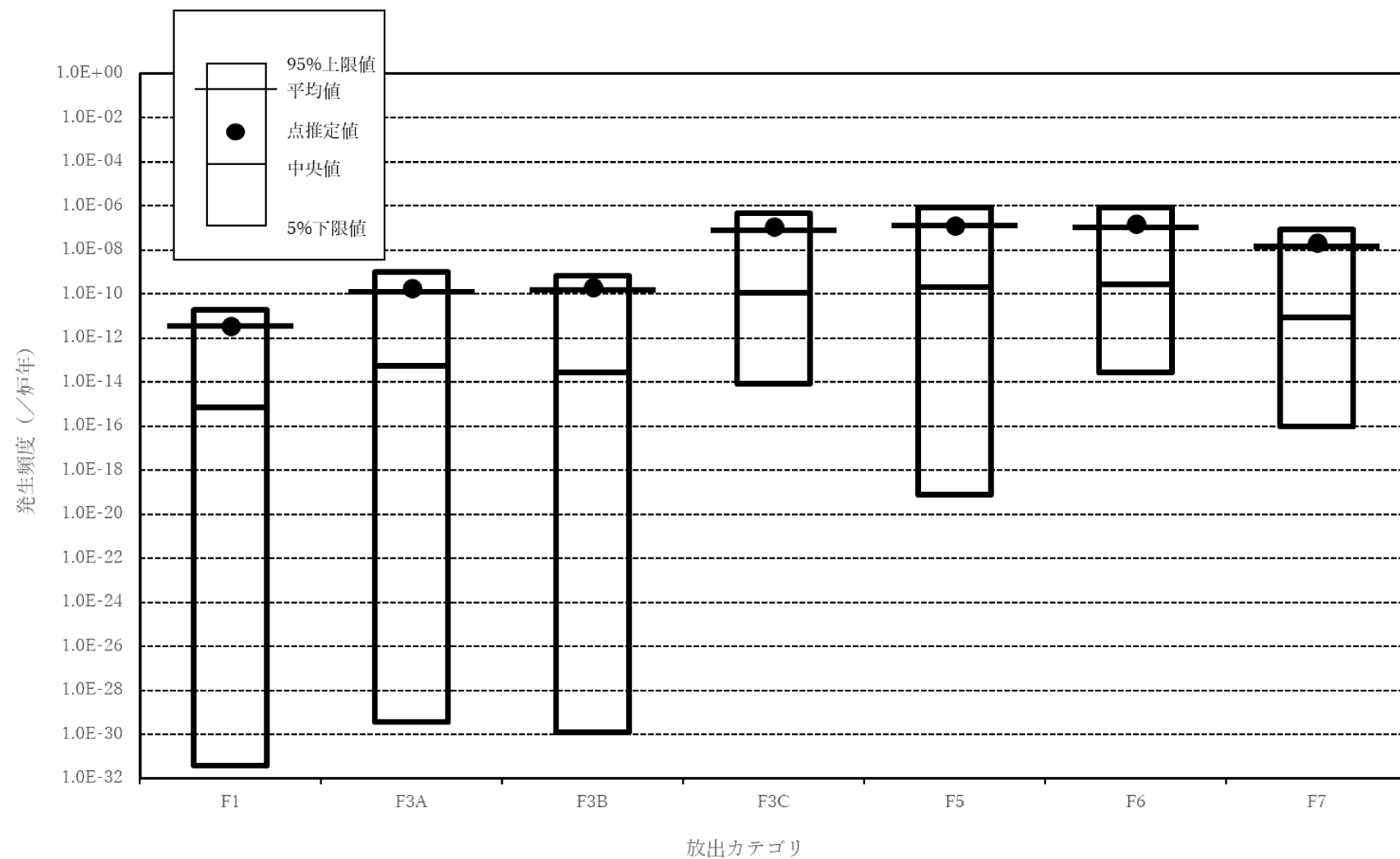
第 3.1.2.2.2.4.12 図 特重施設及び新設 S A 対策に係る感度解析結果
(事故シーケンスグループ別)



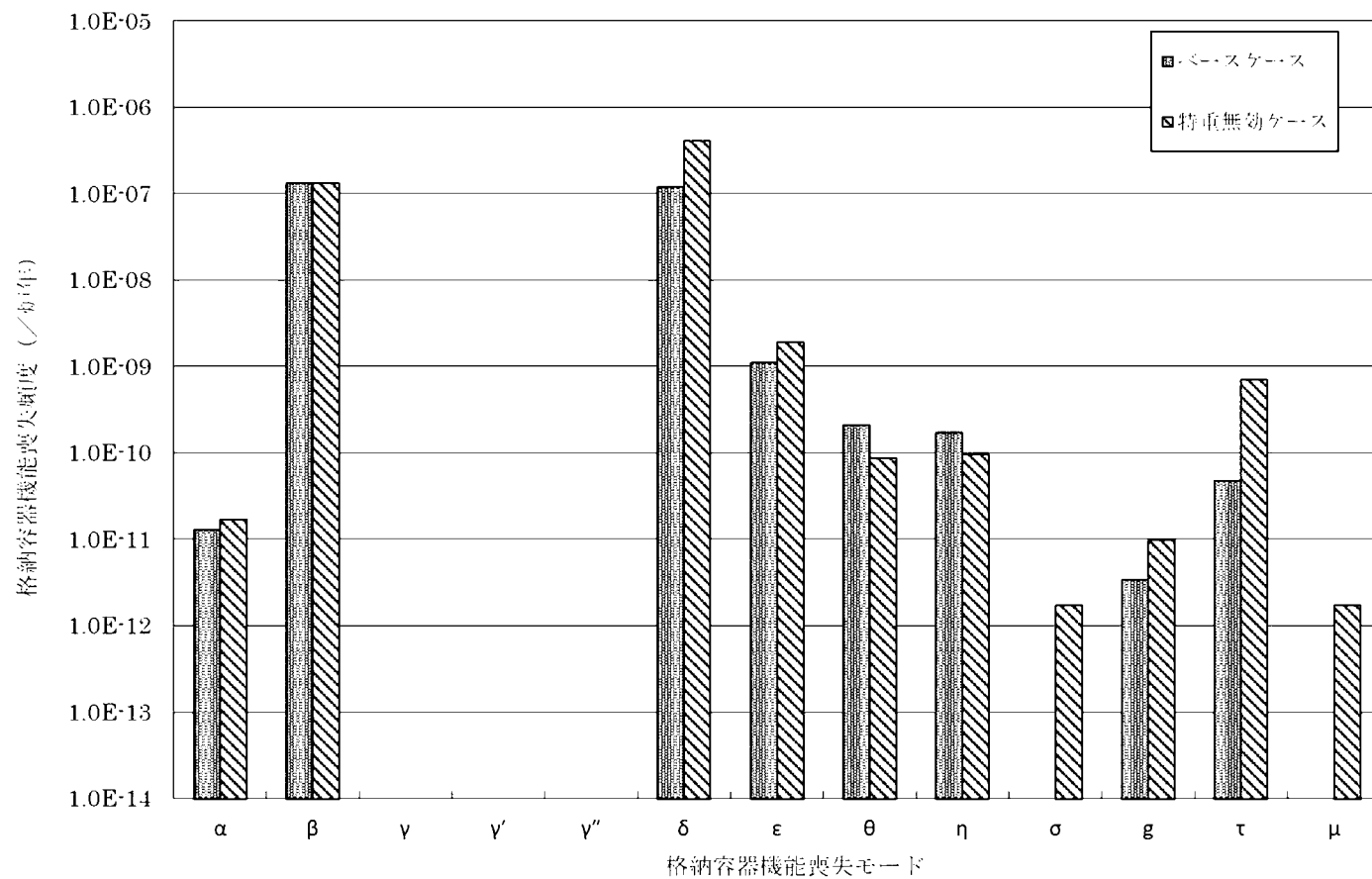
第 3.1.2.2.2.5.2 図 津波出力運転時レベル 2 P R Aにおけるシステム評価の流れ



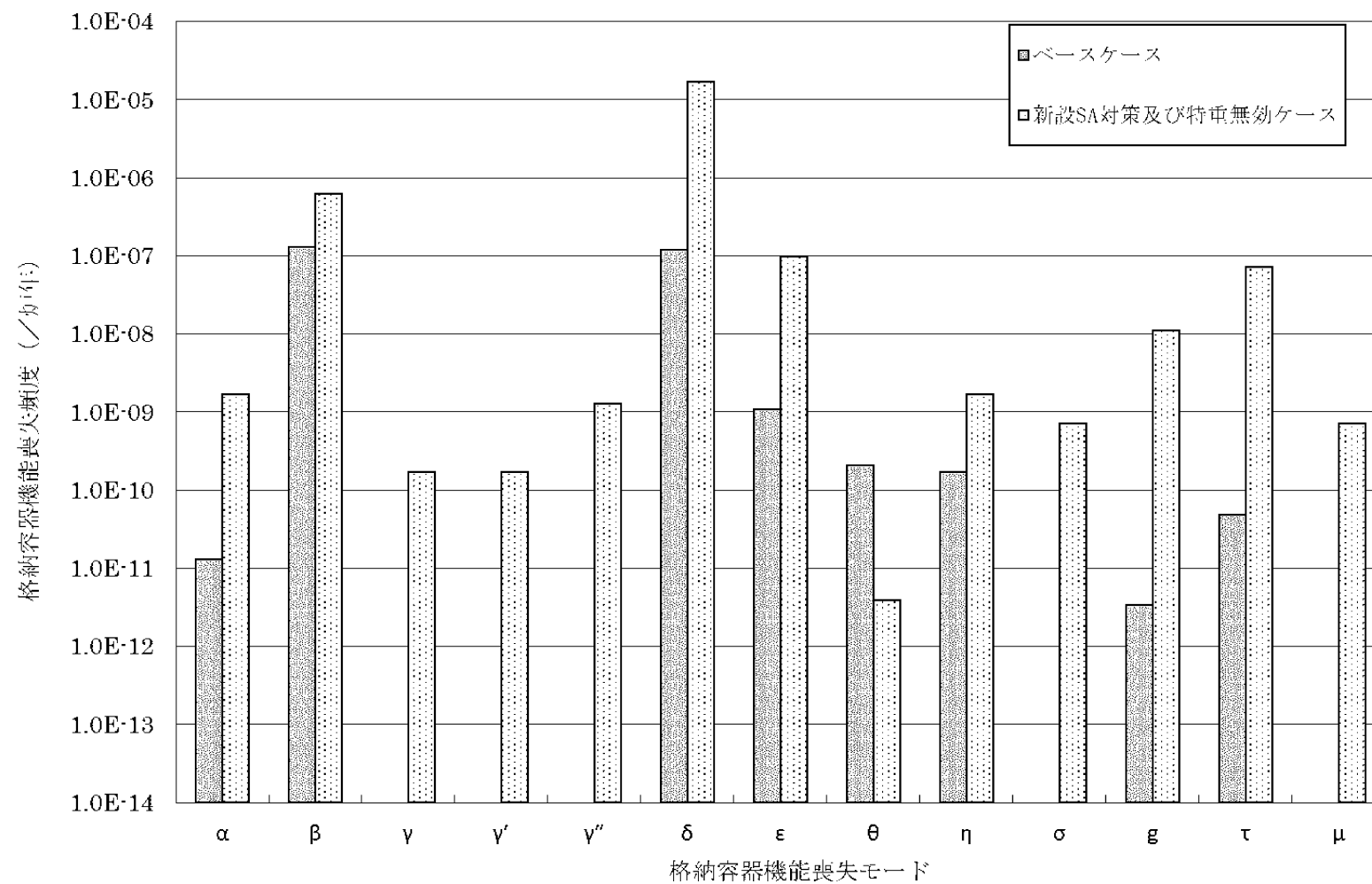
第 3.1.2.2.2.5.3 図 格納容器機能喪失頻度の不確実さ解析結果（格納容器機能喪失モード別）



第 3.1.2.2.2.5.4 図 格納容器機能喪失頻度の不確実さ解析結果（放出カテゴリ別）



第 3.1.2.2.2.5.5 図 特重施設及び 3 系統目蓄電池に係る感度解析結果（格納容器機能喪失モード別）



第 3.1.2.2.2.5.6 図 特重施設及び新設 S A 対策に係る感度解析結果 (格納容器機能喪失モード別)

3.1.2.3 被ばく評価

3.1.2.3.1 格納容器健全の場合（炉心損傷後において原子炉格納容器の機能が維持されている場合）

炉心損傷後において原子炉格納容器の機能が維持されている場合について、敷地境界における実効線量評価を実施した。評価に当たっては、一般社団法人日本原子力学会が発行した「原子力発電所の確率論的リスク評価に関する実施基準（レベル3 P R A編）：2018（以下「レベル3 P R A学会標準」という。）」を参考とした。

(1) ソースタームの設定

「3.1.2.1.1.4(1) 放出カテゴリのソースターム評価」の第3.1.2.1.1.4.4表に示すソースターム評価の結果を使用した。

(2) 気象情報の収集

大気中に放出された放射性物質の空気中濃度及び地表面濃度の計算に必要な、敷地を代表する気象情報（年間の風向、風速、大気安定度及び降水強度の時間別データ並びに季節ごとの混合層高さのデータ）を調査及び収集し、評価に用いる気象データ及び混合層高さの設定に活用した。

(3) 気象シーケンスの選定

高浜発電所の気象データを基に、年間の種々の気象条件を網羅するように気象シーケンスを選定した。

a. 評価に使用する気象データ

評価に使用する気象データは、高浜発電所における2019年1月～2019年12月の1年間における気象データを使用した。なお、当該データの使用に当たっては、風向風速データが不良標本の棄却検定により、2013年1月～2023年12月（2019年1月～2019年12月を除く）の10年間の気象状態と比較して特に異常でないことを確認している。

b. 気象シーケンス

気象シーケンスは、年間8,760時間分の気象データを基に、第3.1.2.3.1.1図に示すとおり1時間ずつ開始点をずらした120

時間分の連続したデータを 1 セットとして作成した 8,760 通りの気象シーケンスを対象に評価を実施した。

(4) 大気拡散及び沈着の評価

大気中に放出された放射性物質の拡散及び地表面への沈着を評価し、放射性物質の空気中濃度及び地表面濃度を計算した。大気拡散評価及び沈着評価の条件を第 3.1.2.3.1.1 表に示す。

a. 大気拡散評価

大気拡散評価には、気象条件に従い放射性物質の拡散及び沈着の計算ができる MACCS 2 コードを用いた。MACCS 2 コードには、MAAP コードで計算した核種グループ別の炉心内蓄積量に対する大気中への放出割合を入力するが、MAAP コードが FP 等を 12 の核種グループに分けて計算するのに対して、MACCS 2 コードでは 9 の核種グループに分けて入力するため、第 3.1.2.3.1.2 図に示すとおり再分類して入力している。MACCS 2 コードに入力する核種グループ別の炉心内蓄積量に対する大気中への放出割合を第 3.1.2.3.1.2 表に示す。

MACCS 2 コードでは、放射性物質の放出形態を考慮してプルームを最大 4 つまで分割することができる。また、拡散モデルはガウスプルームモデルであり、拡散中の放射性崩壊も考慮している。

本評価においては、プルームを 4 つに分割した。また、各プルームの放出期間中に大気安定度が変化する場合は、その瞬間の拡散幅を気象指針に合わせて連続的に変化させるとともに、各プルームの進行方向については、各放出開始時刻の風向に依存せず、評価点に向かって直進する保守的なモデルを使用した。

b. 沈着評価

MACCS 2 コードでは、プルームからの放射性物質の地表面への沈着を考慮した。沈着は、重力等による乾性沈着及び降雨による湿性沈着を考慮し、沈着により放射性物質がプルームから除去されるものとした。

(5) 被ばく線量評価

原子炉格納容器内に放出された放射性物質、大気中に放出された放射性物質の空気中濃度及び地表面濃度を基に、敷地境界における被ばく線量を評価した。

a. 被ばく経路

事象発生に伴い大気中に放射性物質が放出された場合、敷地境界外においては、被ばく低減の観点から、状況に応じて安定よう素剤の服用、屋内退避等の防護措置を実施するが、本評価においては保守的な評価となるよう、これらの防護措置は考慮しないものとする。なお、評価期間は7日間とする。

以上より、被ばく経路は、以下の経路①～⑤を考慮する。

敷地境界における被ばく線量評価の対象とする被ばく経路を、第3.1.2.3.1.3図及び第3.1.2.3.1.4図に示す。

(a) 被ばく経路① 原子炉格納容器内の放射性物質からのガンマ線による被ばく

原子炉格納容器内に放出された放射性物質から直接的に敷地境界に到達してくるガンマ線（以下「直接ガンマ線」という。）及び空気中で散乱されて敷地境界に到達してくるガンマ線（以下「スカイシャインガンマ線」という。）による線量。

(b) 被ばく経路② 大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく

大気中に放出された放射性物質が拡散して生ずる放射性雲からのガンマ線（以下「クラウドシャインガンマ線」という。）による線量。

(c) 被ばく経路③ 大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく

大気中に放出され、地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線（以下「グランドシャインガンマ線」という。）による線量。

(d) 被ばく経路④ 大気中に放出された放射性物質の吸入摂取に

よる被ばく

大気中に放出された放射性物質が拡散して生ずる放射性雲中の放射性物質の吸入摂取による線量。

(e) 被ばく経路⑤ 地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく

大気中へ放出され、地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による線量。

b. 線量計算

線量計算に当たっては、被ばく経路ごとに評価期間中の積算線量を算出し、実効線量を評価する。

被ばく経路①については、原子炉格納容器内の線源強度及び外部遮蔽の条件を基に計算する。原子炉格納容器内の線源強度は、原子炉格納容器内の気相部及び液相部において、それぞれ均一に分布しているものとし、原子炉格納容器からの漏えいによる放射性物質の減少及びアニュラスへの放射性物質の移行を保守的に無視する。また、計算に当たっては、施設の位置、遮蔽構造及び地形条件を適切に模擬し、線源からのガンマ線を評価可能なQADコード及びSCATTERINGコードを使用する。原子炉格納容器内の直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による被ばく線量の評価条件を第 3.1.2.3.1.3 表に示す。また、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価に用いる原子炉格納容器内の積算線源強度を第 3.1.2.3.1.4 表に示す。

被ばく経路②から被ばく経路⑤については、大気拡散評価及び沈着評価を基にMACCS2コードを用いて評価する。

被ばく経路④及び被ばく経路⑤の吸入摂取による被ばく線量については、マスクの着用や安定よう素剤の服用は考慮しない。

大気中へ放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく線量及び地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく線量の評価条件を第 3.1.2.3.1.5 表に示す。

c. 評価結果

炉心損傷後における原子炉格納容器の機能が維持されている場合の敷地境界における累積出現確率ごとの小児実効線量の評価結果を第 3.1.2.3.1.5 図に示す。

第 3.1.2.3.1.5 図は、気象シーケンスごとに評価した実効線量の結果を、小さい値から順に並べたときの累積出現確率が 5% から 95% の実効線量の幅及び全気象シーケンスの評価結果の平均値を示している。全気象シーケンスの評価結果の平均値は約 35mSv となった。

被ばく経路別の全気象シーケンスの評価結果の平均値を第 3.1.2.3.1.6 表に示す。また、MACCS 2 コードの評価対象核種グループについて、放出放射エネルギーの γ 線エネルギー 0.5MeV 換算値及び I-131 等価量（小児実効線量係数換算）を第 3.1.2.3.1.7 表に、放出放射エネルギーの寄与割合の高い上位 5 核種を第 3.1.2.3.1.8 表に示す。

第 3.1.2.3.1.6 表に示すとおり、敷地境界における実効線量に対して寄与が大きい被ばく経路は、吸入摂取による内部被ばくとなっており、次いで直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量が大きい。内部被ばくへの寄与が大きいのは、第 3.1.2.3.1.7 表に示すとおり、大気中への放出放射エネルギー（I-131 等価量（小児実効線量係数換算））が大きいよう素類であると考えられる。

敷地境界における被ばく線量評価では、炉心損傷後、格納容器が健全な場合に防護対策なしで敷地境界に滞在した際の公衆の個人の被ばく線量を求めているが、実際には公衆に対する早期の防護対策が想定される。合計の実効線量に対して内部被ばくによる寄与が大きく占めることを踏まえると、内部被ばくの要因となるよう素に対する防護対策（屋内退避、安定よう素剤の服用）を行うことで公衆の実効線量は低減すると考えられる。また、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線に対しては、外部被ばくに対する防護措置（屋内退避、避難）を行うことで

公衆の実効線量は低減すると考えられる。

(6) 不確実さ解析及び感度解析

炉心損傷後における原子炉格納容器の機能が維持されている場合の敷地境界における実効線量の不確実さ解析を実施した。また、被ばく線量評価において設定された影響の大きな仮定及び条件に対して感度解析を実施し、被ばく線量への影響を評価した。

a. 不確実さ解析

(a) 不確実さの評価対象パラメータの抽出及び設定

MACCS2コードに入力するパラメータのうち、敷地境界における線量に対して影響が大きく、不確実さがあるパラメータとして、以下のパラメータを抽出した。

- ・湿性沈着係数
- ・乾性沈着速度
- ・呼吸率
- ・再浮遊係数

これらのパラメータに対して、第 3.1.2.3.1.9 表に示すとおり、不確実さの幅及び分布を設定した。また、MACCS2コードに入力するソースタームについては、「(5)c.評価結果」に示すとおり、敷地境界線量の内訳は、クラウド又はグラウンドによる被ばく経路からの線量が大きく占め、よう素の吸入摂取による内部被ばくによるものが大きいことから、ソースターム評価の不確実さについては、「3.1.2.1.1.4(2) 不確実さ解析及び感度解析」と同様、「高浜発電所3号機安全性向上評価（第1回）届出」のソースターム不確実さ解析のデータセットを引用することとし、解析60ケースのうち、よう素の放出量が最大、最小となるデータセットを用いる。

(b) 不確実さ解析結果

(a)で設定したパラメータの不確実さの幅及び分布並びにソースターム評価の不確実さ解析結果について、モンテカルロ手法を用いてパラメータの組み合わせを設定し、MACCS

2 コードに入力して実効線量の不確実さを評価した。不確実さ解析の結果、全気象シーケンスの評価結果の平均値は最小で約 26mSv、最大で約 55mSv となった。

b. 感度解析

(a) アニュラス空気再循環設備の起動時間に係る感度解析

被ばく線量評価において設定された影響の大きな仮定及び条件として、アニュラス空気再循環設備の起動時間がある。

(5)の被ばく線量評価においては事故発生の 60 分後に起動するものとして評価を実施したが、感度解析では起動操作が 20 分遅れた場合を仮定した評価を実施した。感度解析の結果、全気象シーケンスの実効線量の平均値は約 41mSv となった。

(b) 原子炉格納容器貫通部での捕集効果及び風向効果を考慮した影響評価

イ 原子炉格納容器貫通部での捕集効果を考慮した評価条件

粒子状の放射性物質は、原子炉格納容器貫通部での捕集効果を考慮した場合、その放出量は低減する。このため、

「3.1.2.1.1.4(2)a.(b)ロ 原子炉格納容器貫通部での捕集効果を考慮した感度解析」のソースターム評価結果を使用することとした。原子炉格納容器貫通部での捕集効果を考慮した場合における大気中への放出放射エネルギーを第 3.1.2.3.1.10 表に示す。

ロ 風向効果を考慮した評価条件

MACCS 2 コードでは、各放出開始時間の風向に依存せず評価点に向かって直進するプルームモデルを用いており、評価点方向に風が吹き続ける保守的な評価となっている。現実的には風向の出現頻度に応じて放射性物質が拡散するため、風向の影響について考慮することとした。なお、詳細は参考資料に示す。

感度解析の結果を第 3.1.2.3.1.12 表に示す。全気象シーケンスの実効線量の平均値のうち最大となる方位の線量は約

14mSv となった。

3.1.2.3.2 管理放出が行われている場合

炉心損傷後において管理放出が行われている場合について、敷地境界における実効線量評価を実施した。評価に当たっては、一般社団法人日本原子力学会が発行した「原子力発電所の確率論的リスク評価に関する実施基準（レベル3 PRA編）：2018（以下「レベル3 PRA学会標準」という。）」を参考とした。

(1) ソースタームの設定

ソースタームの設定については参考資料に示す。

(2) 気象情報の収集

気象資料の収集については参考資料に示す。

(3) 気象シーケンスの選定

気象シーケンスの選定については参考資料に示す。

(4) 大気拡散及び沈着の評価

大気拡散及び沈着の評価については参考資料に示す。

(5) 被ばく線量評価

被ばく線量評価の詳細については参考資料に示す。

管理放出が行われている場合の敷地境界における実効線量の結果を第 3.1.2.3.2.4 図に示す。全気象シーケンスの評価結果の平均値のうち最大となる方位の線量は約 34mSv となった。

被ばく経路別の全気象シーケンスの評価結果の平均値を第 3.1.2.3.2.6 表に示す。なお、第 3.1.2.3.2.7 表及び第 3.1.2.3.2.8 表については参考資料に示す。

敷地境界における被ばく線量評価では、炉心損傷後、管理放出が行われている場合に防護対策なしで敷地境界に滞在した際の公衆の個人の被ばく線量を求めているが、実際には公衆に対する早期の防護対策が想定される。合計の実効線量に対する希ガス類のクラウドシャインガンマ線による外部被ばくによる寄与が大きいことを踏まえると、外部被ばくに対する防護対策（屋内退避、避難）を行うことで公衆の実効線量は低減すると考えられる。

(6) 不確実さ解析及び感度解析

不確実さ解析及び感度解析については参考資料に示す。

第 3.1.2.3.1.1 表 大気拡散評価及び沈着評価の条件（格納容器健全）

項目	評価条件	選定理由
大気拡散評価モデル	ガウスプルームモデル (プルームは放出される時間の風向に従って、それ以後直進する)	気象指針 ^(注1) を参考として、放射性雲は風下方向に直線的に流され、放射性雲の軸のまわりに正規分布に拡がっていくと仮定するガウスプルームモデルを適用
気象データ	高浜発電所における 1年間の気象データ (2019.1～2019.12)	風向風速データが不良標本の棄却検定により、10年間の気象状態と比較して特に異常ではないことが確認された発電所において観測された1年間の気象資料を使用
混合層高さ	900m	ゾンデ観測法、上限高度 1,500m で測定した季節ごとの平均混合層高さのうち最小値 926m（春）を保守的に丸めた値を設定
建屋の投影面積	5,000m ²	設置許可申請書添付書類六に基づいて設定（地上放出のみ考慮）
形状係数	0.5	同上
放出高さ	排気筒放出：55m 地上放出：0m	放出高さについては、設計基準事故時の排気筒有効高さのうち、各方位の最小値を設定
放射性物質の放出源から評価点までの距離	740m	放出源から敷地境界までの最短距離を設定
乾性沈着速度	0.3cm/s	NUREG/CR-4551Vol.2 ^(注2) より設定
湿性沈着係数	$\Lambda = a \cdot R^b$ Λ ：湿性沈着係数 R ：降水強度(mm/h) a ： 9.5×10^{-5} 、 b ：0.8	NUREG/CR-4551Vol.2 ^(注2) より設定

(注1) 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針（原子力安全委員会）

(注2) 米国 NUREG/CR-4551Vol.2“Evaluations of Severe Accident Risks: Quantification of Major Input Parameters”

第 3.1.2.3.1.2 表 炉心内蓄積量に対する大気中への放出割合（格納容器健全）
（事故後 7 日間積算）

核種グループ	放出割合
希ガス類	約 8.9×10^{-3}
よう素類	約 2.5×10^{-5}
C s 類	約 8.8×10^{-6}
T e 類	約 5.5×10^{-6}
S r 類	約 2.4×10^{-7}
R u 類	約 2.5×10^{-6}
L a 類	約 6.6×10^{-9}
C e 類	約 4.3×10^{-8}
B a 類	約 6.8×10^{-7}

第 3.1.2.3.1.3 表 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による被ばく線量の評価条件（格納容器健全）

項目	評価条件	選定理由
原子炉格納容器内線源強度分布	原子炉格納容器内に放出された核分裂生成物が均一に分布（原子炉格納容器からの漏えいによる減少効果は無視する）	事故時に炉心から原子炉格納容器内に放出された放射性物質はすべて原子炉格納容器内に均一に分布するものと仮定して設定
原子炉格納容器遮蔽厚さ	ドーム部及び円筒部それぞれの遮蔽厚さを設定 ドーム部：300mm 円筒部：上段 900mm、下段 1,100mm 計算では施工誤差－5mm を考慮する。	設計値に施工誤差（－5mm）を考慮
空気カーマから全身に対しての線量への換算係数	1Sv/Gy	安全評価指針 ^(注) を参考に設定
線源中心から評価点までの距離	740m	線源中心から敷地境界までの最短距離を設定
評価点敷地高さ	43m	線源中心から敷地境界までの距離が最短となる方位の敷地高さを設定

（注）発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（原子力安全委員会）

第 3.1.2.3.1.4 表 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価に用いる原子炉格納容器内の積算線源強度（格納容器健全）（7 日積算）

代表エネルギー (MeV/dis)	気相部 (MeV)	液相部 (MeV)
0.1	1.4×10^{23}	5.0×10^{22}
0.125	9.7×10^{21}	6.4×10^{22}
0.225	1.0×10^{23}	1.8×10^{23}
0.375	2.7×10^{23}	5.9×10^{22}
0.575	1.1×10^{24}	7.2×10^{23}
0.85	8.7×10^{23}	4.4×10^{23}
1.25	3.9×10^{23}	1.5×10^{23}
1.75	9.2×10^{22}	2.4×10^{22}
2.25	7.4×10^{22}	9.3×10^{21}
2.75	5.2×10^{21}	3.0×10^{21}
3.5	4.9×10^{20}	8.1×10^{20}
5	4.2×10^{19}	1.6×10^{20}
7	8.0×10^{10}	9.7×10^{11}
9.5	1.2×10^{10}	1.5×10^{11}

第 3.1.2.3.1.5 表 大気中へ放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく線量及び地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく線量の評価条件（格納容器健全）

項目	評価条件	選定理由
マスク着用による低減効果	考慮しない	放射線防護対策を考慮しないものとして設定
安定同位素剤の服用	考慮しない	放射線防護対策を考慮しないものとして設定
呼吸率	$5.972 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$ ($5.16 \text{m}^3/\text{d}$)	ICRP Publication 71を参照し、小児一日平均の呼吸率を設定
放射性物質の再浮遊	再浮遊による空气中濃度 ＝地表面濃度・A・ $e^{-\lambda t}$ $\lambda = \ln 2/B$ 再浮遊係数A： $1.0 \times 10^{-5} 1/\text{m}$ 再浮遊係数B： $1.6 \times 10^7 \text{s}$	NUREG/CR-4551Vol.2より設定

第 3.1.2.3.1.6 表 敷地境界における実効線量の評価結果（格納容器健全）
（全気象シーケンスの平均値）

被ばく経路	実効線量(mSv)
① 原子炉格納容器内の放射性物質からのガンマ線による被ばく（直接・スカイシャインガンマ線）	約11
② 大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく（クラウドシャインガンマ線）	約0.64
③ 大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく（グランドシャインガンマ線）	約4.5
④ 大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく（吸入摂取）	約18
⑤ 地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく（再浮遊による吸入摂取）	約0.25
合 計	約35

第 3.1.2.3.1.7 表 大気中への放出放射エネルギー（格納容器健全）

核種グループ	放出放射エネルギー(Bq)	
	γ 線エネルギー 0.5MeV 換算値	I-131 等価 換算値
Xe 類	約 5.9×10^{15} (約 90%)	約 0.0×10^0 (約 0.0%)
I 類	約 5.9×10^{14} (約 9.0%)	約 7.0×10^{13} (約 80%)
Cs 類	約 2.6×10^{13} (約 0.4%)	約 3.4×10^{12} (約 3.9%)
Te 類	約 2.8×10^{13} (約 0.4%)	約 5.9×10^{12} (約 6.9%)
Sr 類	約 3.5×10^{12} (約 0.1%)	約 2.7×10^{11} (約 0.3%)
Ru 類	約 2.4×10^{13} (約 0.4%)	約 5.6×10^{12} (約 6.5%)
La 類	約 3.9×10^{11} (約 0.0%)	約 1.6×10^{11} (約 0.2%)
Ce 類	約 8.4×10^{11} (約 0.0%)	約 1.1×10^{12} (約 1.3%)
Ba 類	約 1.3×10^{12} (約 0.0%)	約 4.2×10^{11} (約 0.5%)

※括弧内は全放出放射エネルギーに対する割合を示す。

第 3.1.2.3.1.8 表 放出放射エネルギーの寄与割合の高い上位 5 核種（格納容器健全）
（線量とおおよその相関がある核種ごとの放出放射エネルギーに着目した分析）

分類	γ 線エネルギー0.5MeV 換算		I-131 等価 小児実効線量係数換算 (内部被ばくに寄与)
	希ガス含む (クラウドシャインガンマ線によ る外部被ばくに寄与)	希ガス含まない (グランドシャインガンマ線によ る外部被ばくに寄与)	
核種	Xe-133	I-132	I-131
	Xe-135	I-134	I-133
	Kr-88	I-135	Te-132
	I-132	I-133	Ru-106
	I-134	I-131	Cs-137
	・ 上位 5 位寄与割合：93%程度 ・ 希ガスの寄与割合：87%程度	・ 上位 5 位寄与割合：87%程度 ・ よう素の寄与割合：同上	・ 上位 5 位寄与割合：91%程度 ・ よう素の寄与割合：78%程度

第 3.1.2.3.1.9 表 不確実さ解析の条件（格納容器健全）

項目	上限値、下限値	分布形	備考
呼吸率	上限値： $9.722 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$ 下限値： $4.167 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$	一様分布	ICRP Publication 71 を参照して設定 上限値は小児呼吸率の最大値（軽度の活動時） 下限値は小児呼吸率の最小値（睡眠時）
湿性沈着係数	$\Lambda = a \cdot R^b$ R：降水強度(mm/h) 比例定数a 上限値： $1.14 \times 10^{-2} 1/\text{s}$ 下限値： $2.73 \times 10^{-8} 1/\text{s}$ 指数部b：0.664	対数一様分布	NUREG/CR-7155 ^(注) の値を参照して設定
乾性沈着速度	上限値：3cm/s 下限値：0.03cm/s	対数一様分布	NUREG/CR-4551Vol.2 の値を参照して設定
放射性物質の再浮遊	再浮遊による空气中濃度 ＝地表面濃度・A・ $e^{-\lambda t}$ $\lambda = \ln 2/B$ 再浮遊係数A 上限値： $1.0 \times 10^{-4} 1/\text{m}$ 下限値： $1.0 \times 10^{-6} 1/\text{m}$ 再浮遊係数B 上限値： $3.1 \times 10^7 \text{s}$ 下限値： $2.6 \times 10^6 \text{s}$	対数一様分布	NUREG/CR-4551Vol.2 の値を参照して設定

(注) NUREG/CR-7155 “State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses Project
Uncertainty Analysis of the Unmitigated Long-Term Station Blackout of the Peach
Bottom Atomic Power Station”

第 3.1.2.3.1.10 表 原子炉格納容器貫通部での捕集効果を考慮した感度解析における大気中への放出放射能量（格納容器健全）

核種グループ	放出放射能量(Bq)	
	γ 線エネルギー 0.5MeV 換算値	I - 1 3 1 等価量 換算値
X e 類	約 5.9×10^{15} (約 91%)	約 0.0×10^0 (約 0.0%)
I 類	約 5.7×10^{14} (約 8.8%)	約 6.8×10^{13} (約 98%)
C s 類	約 2.6×10^{12} (約 0.0%)	約 3.4×10^{11} (約 0.5%)
T e 類	約 2.8×10^{12} (約 0.0%)	約 5.9×10^{11} (約 0.9%)
S r 類	約 3.5×10^{11} (約 0.0%)	約 2.7×10^{10} (約 0.0%)
R u 類	約 2.4×10^{12} (約 0.0%)	約 5.6×10^{11} (約 0.8%)
L a 類	約 3.9×10^{10} (約 0.0%)	約 1.6×10^{10} (約 0.0%)
C e 類	約 8.4×10^{10} (約 0.0%)	約 1.1×10^{11} (約 0.2%)
B a 類	約 1.3×10^{11} (約 0.0%)	約 4.2×10^{10} (約 0.1%)

※：括弧内は全放出放射能量に対する割合を示す。

第 3.1.2.3.1.12 表 敷地境界における実効線量の評価結果（格納容器健全）
（原子炉格納容器貫通部での捕集効果及び風向効果を考慮した感度解析）
（全気象シーケンスの平均値のうち最大となる方位の線量）

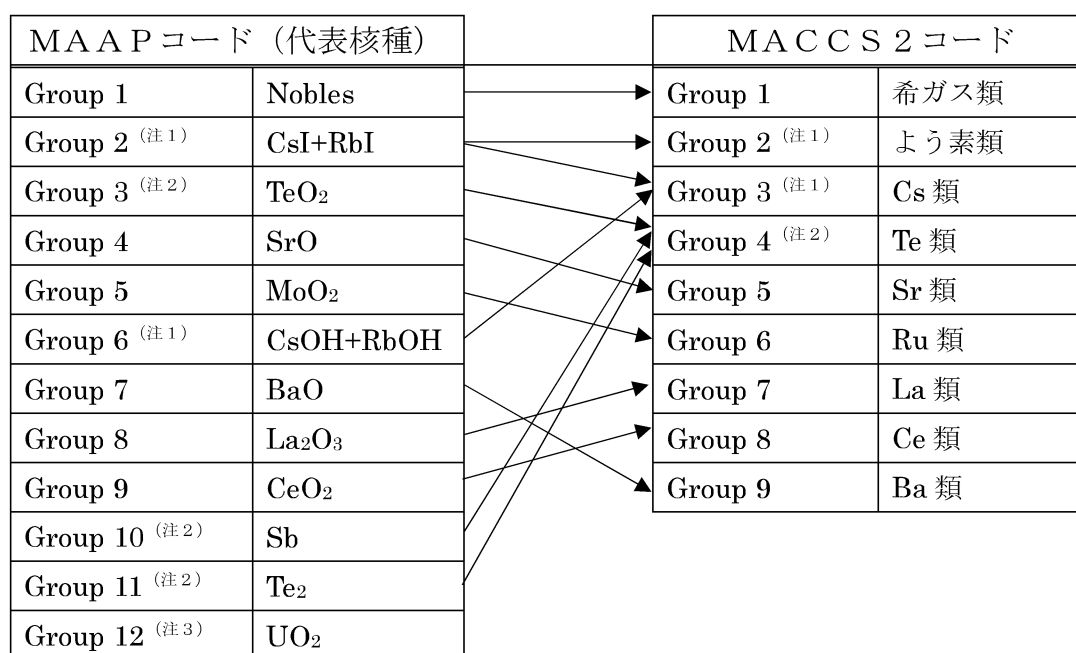
被ばく経路	実効線量(mSv)
① 原子炉格納容器内の放射性物質からのガンマ線による被ばく（直接・スカイシャインガンマ線）	約11
② 大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく（クラウドシャインガンマ線）	約0.29
③ 大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく（グラウンドシャインガンマ線）	約0.18
④ 大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく（吸入摂取）	約1.6
⑤ 地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく（再浮遊による吸入摂取）	約0.022
合 計	約14

データ番号 (注1)	ケース 1	ケース 2	ケース 3	...	ケース 8,760
1	D1 (注2)	D1	D1	D1	D1
2	D2	D2	D2	D2	D2
3	D3	D3	D3	D3	D3
...	...	...	...	...	...
119	D119	D119	D119	D119	D119
120	D120	D120	D120	D120	D120
121	D121	D121	D121	D121	D121
122	D122	D122	D122	D122	D122
...	...	...	...	...	...
8,760	D8,760	D8,760	D8,760	D8,760	D8,760

(注1) データの並びは1月1日1時～12月31日24時まで

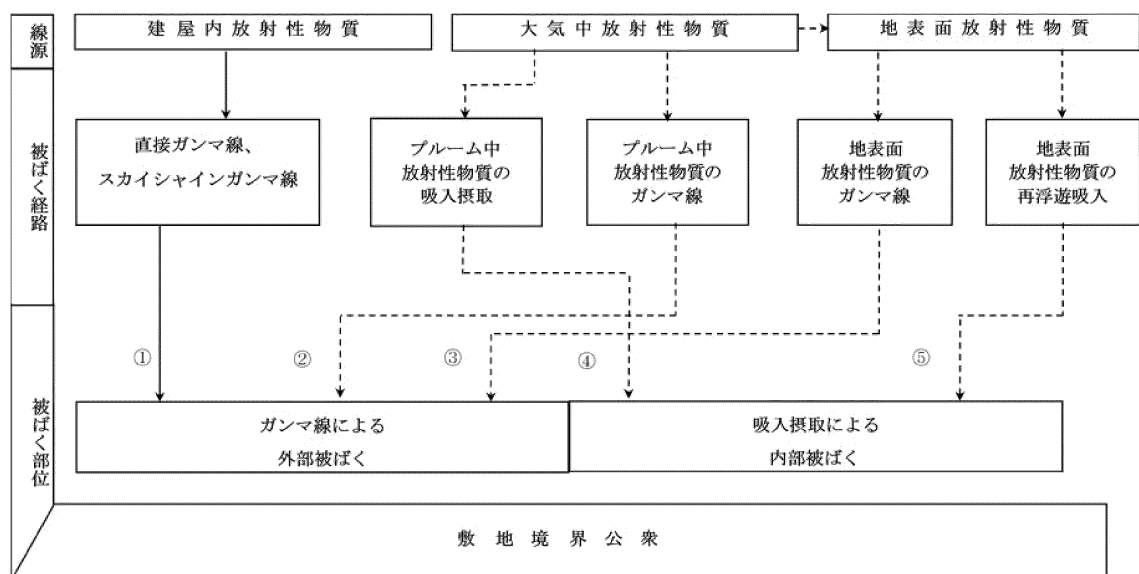
(注2) Dn : n 番目のデータ番号に対応する気象データ（風向、風速、大気安定度、降水強度）

第 3.1.2.3.1.1 図 気象シーケンスの設定



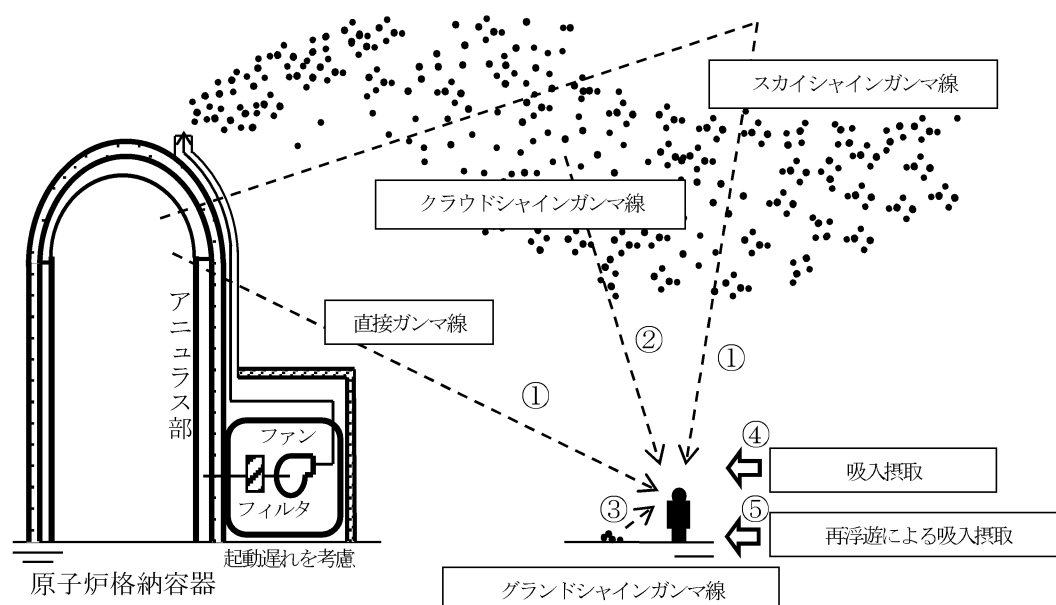
- (注1) MACCS 2コードの Group2（よう素類）は、MAAPコードの Group2(CsI+RbI)の放出割合から求める。また、MACCS 2コードの Group3（Cs 類）は、CsI 及び CsOH で存在すると考えられることから、MAAPコードの Group2(CsI+RbI)及び Group6(CsOH+RbOH)を考慮する。大気中への放出放射エネルギーは、放出割合と炉心内蓄積量の積で求めるが、MAAPコードの Group2(CsI+RbI)の Cs の放出量は、よう素と Cs 類の物質量の比から、よう素と結合する Cs 類の全炉心内蓄積量に対する割合を仮定して求める。Group6(CsOH+RbOH)の Cs の放出量は、保守的に Group2(CsI+RbI)の CsI 生成に伴う Cs 量の減少を無視して求める。
- (注2) MACCS 2コードの Group4（Te 類）は、MAAPコードの Group3(TeO₂)、Group10(Sb)及び Group11(Te₂)の放出割合から求める。
- (注3) 線量評価対象の核種ではない。

第 3.1.2.3.1.2 図 MAAPコード及びMACCS 2コードの核種グループの分類

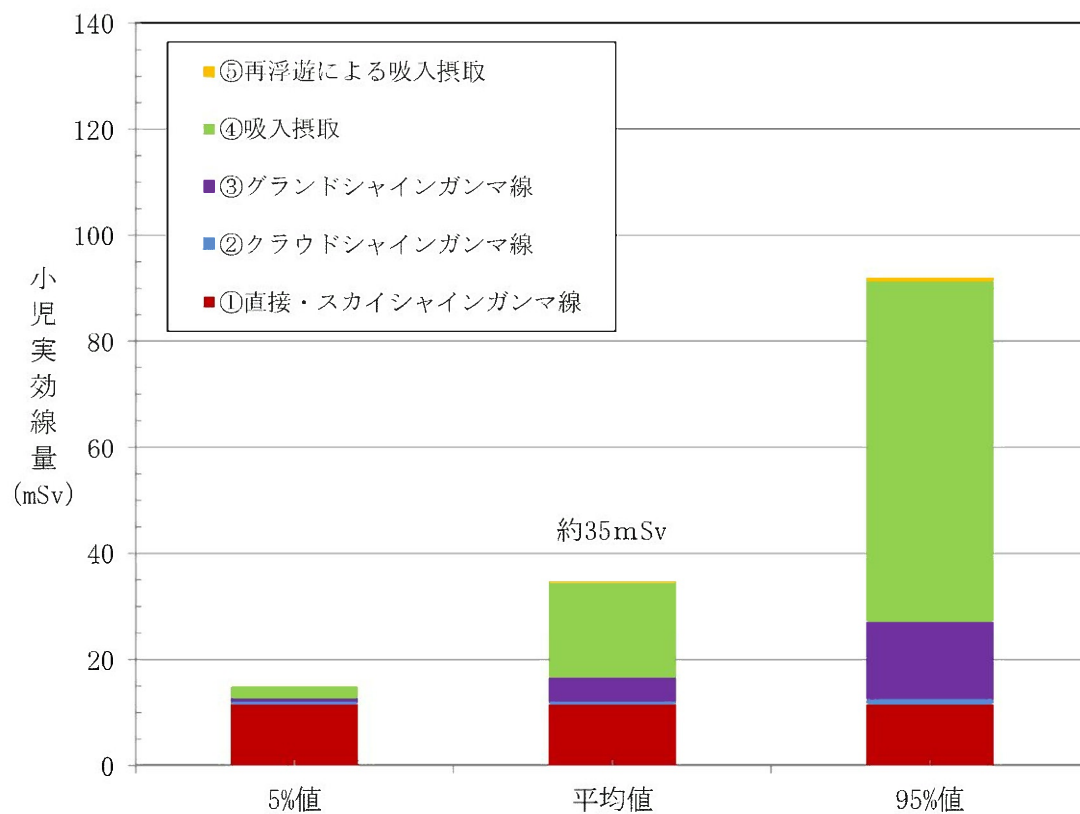


第 3.1.2.3.1.3 図 敷地境界における公衆の被ばく経路（格納容器健全）

敷地境界における被ばく	① 原子炉格納容器内の放射性物質からのガンマ線による被ばく (直接・スカイシャインガンマ線)
	② 大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく (クラウドシャインガンマ線)
	③ 大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線 による被ばく (グラウンドシャインガンマ線)
	④ 大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく (吸入 摂取)
	⑤ 地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ば く (再浮遊による吸入摂取)



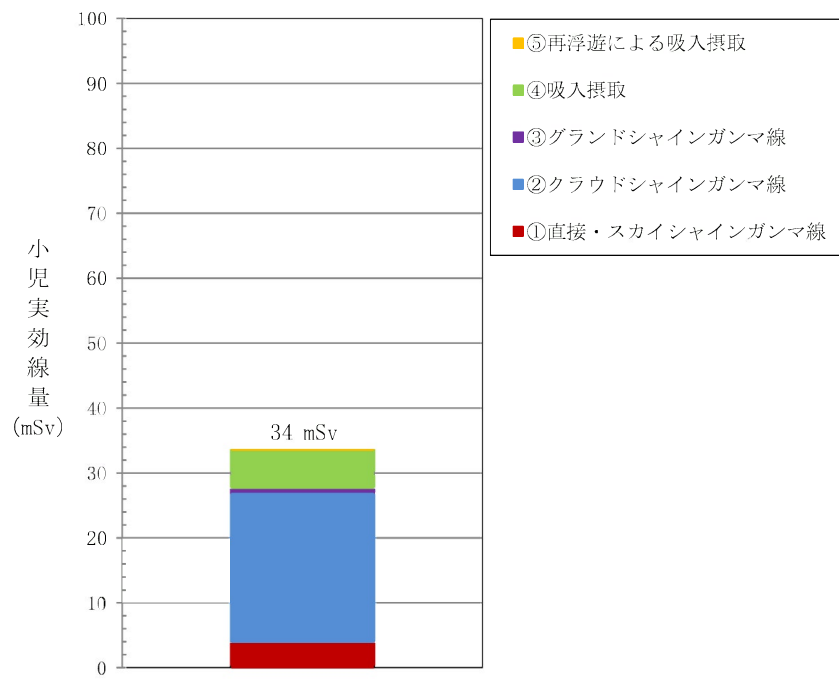
第 3.1.2.3.1.4 図 敷地境界における被ばく経路イメージ (格納容器健全)



第 3.1.2.3.1.5 図 敷地境界における実効線量の評価結果（格納容器健全）

第 3.1.2.3.2.6 表 敷地境界における実効線量の評価結果（管理放出）
（全気象シーケンスの平均値のうち最大となる方位の線量）

被ばく経路	実効線量(mSv)
① 原子炉格納容器内の放射性物質からのガンマ線による被ばく（直接・スカイシャインガンマ線）	約4.0
② 大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく（クラウドシャインガンマ線）	約23
③ 大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく（グラウンドシャインガンマ線）	約0.61
④ 大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく（吸入摂取）	約5.9
⑤ 地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく（再浮遊による吸入摂取）	約0.066
合 計	約34



第 3.1.2.3.2.4 図 敷地境界における実効線量の評価結果（管理放出）

3.1.2.4 P R Aにより抽出された追加措置

「3.1.2.1 内部事象 P R A（レベル 1， 2）」及び「3.1.2.2 外部事象 P R A（レベル 1， 2）」に示した P R Aの結果から、現状のプラントの安全性を更に向上させることを目的とし、炉心損傷及び格納容器機能喪失に至る主なシナリオとその要因を分析し、安全性向上のための追加措置を検討した。

具体的な追加措置の検討プロセスを以下に示す。

リスク寄与が大きな事故シーケンスに対する追加措置を優先的に検討するため、現状のプラント状態でのリスク評価値を整理し、事故シーケンスグループごとの C D F 及び各事象（内部事象出力運転時、内部事象停止時、地震出力運転時及び津波出力運転時）の全 C D F に対する割合、並びに格納容器機能喪失モードごとの C F F 及び各事象（内部事象出力運転時、地震出力運転時及び津波出力運転時）の全 C F F に対する割合を分析し、第 3.1.2.4.1 図に示すフローを用いて、追加措置の検討対象とする事故シーケンスグループ及び格納容器機能喪失モードを選定した。この選定にあたっては、一般社団法人 日本原子力学会が発行している「原子力発電所におけるシビアアクシデントマネジメントの整備及び維持向上に関する実施基準：2019」（以下「S A M標準」という。）を参考とした。なお、事故時の C s - 1 3 7 の放出量が 100TBq を超えるような事故の発生頻度の評価結果から抽出される追加措置は、放射性物質の放出頻度低減のための措置であり、格納容器機能喪失頻度の評価結果から抽出される措置と同じであった。

次に、S A M標準を参考に、追加措置の検討対象として選定された事故シーケンスグループ及び格納容器機能喪失モードに対して、それらを重要度「高」、「中」又は「低」に分類するとともに、分類した重要度に応じて、有効と考えられる追加措置について検討を行った（第 3.1.2.4.1 表及び第 3.1.2.4.2 表参照）。

追加措置の具体的な検討においては、追加措置の検討対象として選定された事故シーケンスグループ及び格納容器機能喪失モードのうち、

リスク寄与の大きい、代表的な事故シナリオに対する追加措置を検討した。なお、検討した追加措置については、F V重要度の上位を参照することで、それらがリスク上重要な事象に対する措置であることを確認している。

3.1.2.4.1 炉心損傷に至る主なシナリオの分析

(1) 重要度「高」に分類される事故シーケンスグループに対する追加措置の検討

重要度「高」に分類されるものはなかった。

(2) 重要度「中」に分類される事故シーケンスグループに対する追加措置の検討

重要度「中」に分類される事故シーケンスグループは、内部事象出力運転時P R Aに対する「E C C S再循環機能喪失」であった。

・内部事象出力運転時P R A「E C C S再循環機能喪失」

代表的な事故シナリオの分析により、E C C S再循環切替操作に係る信頼性向上のための追加措置として、E C C S再循環切替に必要な操作を自動的に行う設備（以下「E C C S再循環自動切替装置」という。）の導入を抽出した。

なお、代表事故シナリオの分析による追加措置の検討の詳細については参考資料に示す。

(3) 重要度「低」に分類される事故シーケンスグループに対する追加措置の検討

重要度「低」に分類される事故シーケンスグループは、内部事象停止時P R Aに対する「崩壊熱除去機能喪失」、地震出力運転時P R Aに対する「2次冷却系からの除熱機能喪失」及び「全交流動力電源喪失」、並びに津波出力運転時P R Aに対する「原子炉補機冷却機能喪失」及び「炉心損傷直結事象」であった。

・内部事象停止時P R A「崩壊熱除去機能喪失」

代表的な事故シナリオの分析により、崩壊熱除去機能喪失後

の運転員による２次系強制冷却操作の信頼性向上のための追加措置として、運転員を対象とした教育・訓練へのリスク情報の活用を抽出した。

- ・地震出力運転時 P R A 「２次冷却系からの除熱機能喪失」

代表的な事故シナリオの分析により、１次冷却系による除熱操作の信頼性向上のための追加措置として、運転員を対象とした教育・訓練へのリスク情報の活用を抽出した。

- ・地震出力運転時 P R A 「全交流動力電源喪失」

代表的な事故シナリオの分析により、全交流動力電源喪失後の緊急安全対策要員による復水タンクへの水源補給操作の信頼性向上のための追加措置として、緊急安全対策要員を対象とした教育・訓練へのリスク情報の活用を抽出した。

- ・津波出力運転時 P R A 「原子炉補機冷却機能喪失」

代表的な事故シナリオの分析により、R C P シール機能の信頼性向上のための追加措置として、R C P シャットダウンシールの導入を抽出した。

- ・津波出力運転時 P R A 「炉心損傷直結事象」

代表的な事故シナリオの分析により、防潮堤（防潮ゲート）の閉止操作を確実に行うための追加措置として、運転員を対象とした教育・訓練へのリスク情報の活用を抽出した。

なお、代表事故シナリオの分析による追加措置の検討の詳細については参考資料に示す。

3.1.2.4.2 格納容器機能喪失に至る主なシナリオの分析

(1) 重要度「高」となった格納容器機能喪失モードに対する追加措置の検討

重要度「高」に分類される格納容器機能喪失モードは、内部事象出力運転時 P R A に対する「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」、並びに津波出力運転時 P R A に対する「格納容器隔離失敗」、であった。

- ・内部事象出力運転時 P R A 「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」

代表的な事故シナリオの分析により、R C P シール機能の信頼性向上のための追加措置として、R C P シャットダウンシールの導入を抽出した。

- ・津波出力運転時 P R A 「格納容器隔離失敗」

代表的な事故シナリオの分析により、R C P シール機能の信頼性向上のための追加措置として、R C P シャットダウンシールの導入を抽出した。

なお、代表事故シナリオの分析による追加措置の検討の詳細については参考資料に示す。

(2) 重要度「中」となった格納容器機能喪失モードに対する追加措置の検討

重要度「中」に分類される格納容器機能喪失モードは、地震出力運転時 P R A に対する「格納容器隔離失敗」及び「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」、津波事象出力運転時 P R A に対する「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」であった。

- ・地震出力運転時 P R A 「格納容器隔離失敗」

代表的な事故シナリオの分析により、空調機能復旧および格納容器隔離弁の手動閉止操作の信頼性向上のための追加措置として、運転員を対象とした教育・訓練へのリスク情報の活用を抽出した。

- ・地震出力運転時 P R A 「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」

代表的な事故シナリオの分析により、R C P シール機能の信頼性向上のための追加措置として、R C P シャットダウンシールの導入を抽出した。

- ・津波出力運転時 P R A 「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」

代表的な事故シナリオの分析により、R C P シール機能の信

頼性向上のための追加措置として、R C Pシャットダウンシー
ルの導入を抽出した。

なお、代表事故シナリオの分析による追加措置の検討の詳細
については参考資料に示す。

3.1.2.4.3 P R Aにより抽出された追加措置の整理

各P R Aより抽出された安全性向上のための追加措置としては、設備対応としての機器の信頼性向上、並びに運用対応としての手順等の改善及び教育・訓練の強化による運転員や緊急安全対策要員の事故時対応能力の向上が挙げられた。検討した追加措置について整理した結果を第 3.1.2.4.3 表に示す。

なお、原子力施設の設計や運用に対して、P R Aの結果としてのリスク情報を活用するためには、より現実的な評価に向けた検討、研究の推進などに取り組んでいく必要がある。今後もこれらの取り組みを継続的に推進していく。

第 3.1.2.4.1 表 事故シーケンスグループごとの C D F (／炉年)

事故シーケンスグループ	内部事象 出力運転時	内部事象 停止時	地震	津波
2 次冷却系からの除熱機能喪失	3.3E-07 (11.0%)	1.1E-08 (1.2%)	1.4E-07 (33.2%)	ε
全交流動力電源喪失	4.5E-07 (15.1%)	1.1E-07 (12.6%)	1.6E-07 (37.9%)	2.2E-08 (5.1%)
原子炉補機冷却機能喪失	4.7E-07 (15.8%)	3.0E-09 (0.3%)	3.0E-08 (6.9%)	2.8E-07 (65.6%)
原子炉格納容器の除熱機能喪失	2.2E-08 (0.7%)	1.8E-11 (<0.1%)	4.5E-10 (0.1%)	ε
原子炉停止機能喪失	7.0E-10 (<0.1%)		2.5E-10 (<0.1%)	
E C C S 注水機能喪失	2.1E-07 (7.0%)	5.0E-11 (<0.1%)	7.3E-08 (16.9%)	ε
E C C S 再循環機能喪失	1.4E-06 (46.4%)	1.5E-09 (0.2%)	2.6E-09 (0.6%)	ε
格納容器バイパス	1.2E-07 (4.0%)			
崩壊熱除去機能喪失 (停止時)		6.0E-07 (67.4%)		
原子炉冷却材の流出 (停止時)		1.6E-07 (18.0%)		
反応度の誤投入 (停止時)		8.5E-12 (<0.1%)		
炉心損傷直結事象			1.9E-08 (4.4%)	1.3E-07 (29.3%)
合計	3.0E-06	8.9E-07	4.3E-07	4.3E-07

黄ハッチング：重要度「中」、緑ハッチング：重要度「低」

カッコ内は各事象の合計に占める割合を示す、ε：カットオフより小さい値を示す

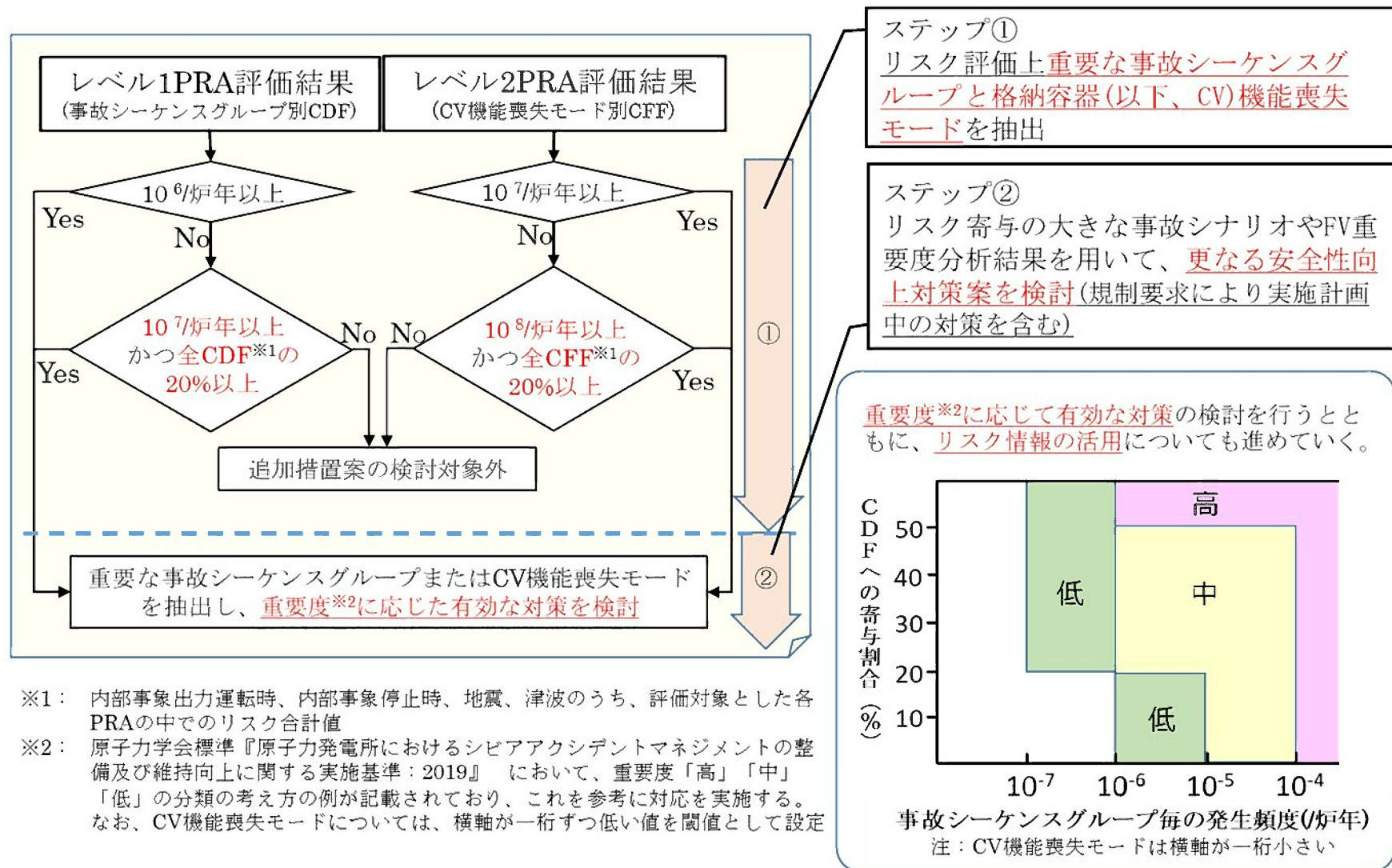
第 3.1.2.4.2 表 格納容器機能喪失モードごとの C F F (／炉年)

格納容器機能喪失モード	内部事象 出力運転時	地震	津波
原子炉容器内水蒸気爆発	2.5E-10 (<0.1%)	2.0E-12 (<0.1%)	1.3E-11 (<0.1%)
格納容器隔離失敗	1.6E-08 (4.3%)	1.1E-07 (42.5%)	1.3E-07 (52.1%)
水素燃焼	5.7E-11 (<0.1%)	ε	ε
水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損	2.0E-07 (54.9%)	1.2E-07 (47.8%)	1.2E-07 (47.2%)
ベースマツト溶融貫通	4.6E-09 (1.2%)	8.8E-10 (0.3%)	1.1E-09 (0.5%)
水蒸気蓄積による格納容器先行破損	1.8E-08 (4.8%)	4.0E-09 (1.6%)	2.1E-10 (<0.1%)
原子炉容器外水蒸気爆発	2.5E-09 (0.7%)	5.5E-11 (<0.1%)	1.7E-10 (0.1%)
格納容器雰囲気直接加熱	1.6E-11 (<0.1%)	ε	ε
インターフェースシステム L O C A	5.4E-08 (14.6%)		
蒸気発生器伝熱管破損	7.1E-08 (19.2%)	3.5E-09 (1.4%)	3.4E-12 (<0.1%)
格納容器過温破損	3.5E-10 (<0.1%)	2.3E-10 (<0.1%)	4.8E-11 (<0.1%)
格納容器直接接触	1.6E-11 (<0.1%)	ε	ε
地震による格納容器先行機能喪失		1.6E-08 (6.3%)	
合計	3.7E-07	2.6E-07	2.5E-07

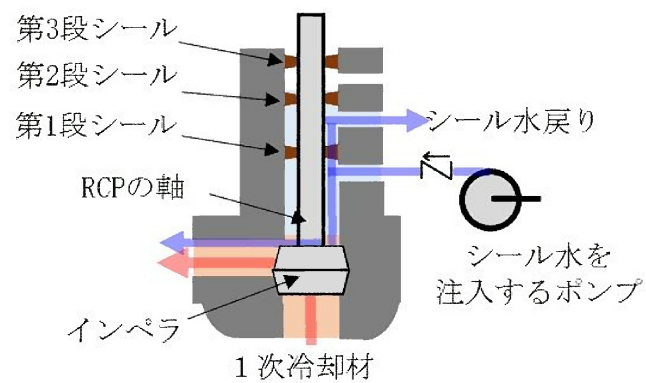
赤ハッチング：重要度「高」、黄ハッチング：重要度「中」、緑ハッチング：重要度「低」
カッコ内は各事象の合計に占める割合を示す、ε：カットオフより小さい値を示す

第 3.1.2.4.3 表 P R Aにより抽出された追加措置

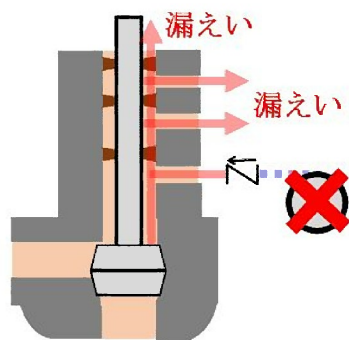
	分類	追加措置	期待される効果	左記追加措置が抽出された事象
追加措置	設備対策／ 運用対策	・ R C P シャットダウンシール導入 (第 3.1.2.4.2 図)	・ 全交流動力電源喪失時等における R C P シール L O C A 発生リスクの低減が期待できる。	・ 内部事象出力運転時レベル 2 P R A ・ 地震出力運転時レベル 2 P R A ・ 津波出力運転時レベル 1 P R A ・ 津波出力運転時レベル 2 P R A
		・ E C C S 再循環自動切替装置の導入 (第 3.1.2.4.3 図)	・ E C C S 再循環切替操作失敗による炉心損傷リスクの低減が期待できる。	・ 内部事象出力運転時レベル 1 P R A
	リスク情報の活用	・ 運転員及び緊急安全対策要員を対象とした教育・訓練へのリスク情報の活用 (第 3.1.2.4.4 図)	・ リスク情報（P R A から得られる重要シナリオやリスク上重要度が高い操作）を活用した教育・訓練を実施することで運転員及び緊急安全対策要員の意識を高め、事故対応能力を向上できる。	・ 内部事象停止時レベル 1 P R A ・ 地震出力運転時レベル 1 P R A ・ 地震出力運転時レベル 2 P R A ・ 津波出力運転時レベル 1 P R A ・ 津波出力運転時レベル 2 P R A



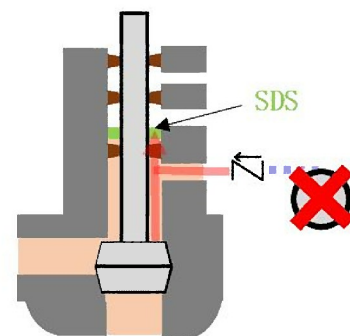
第 3.1.2.4.1 図 追加措置の検討対象選定フロー



通常運転中の1次冷却材の流れ

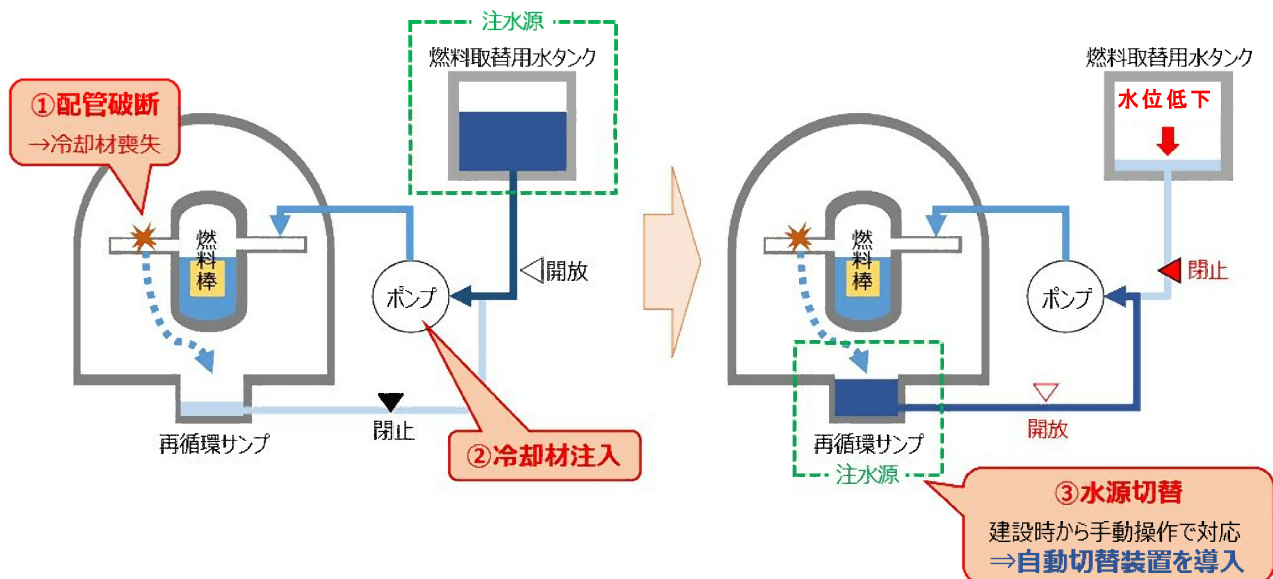


SBO時の1次冷却材の流れ
(SDSなし)



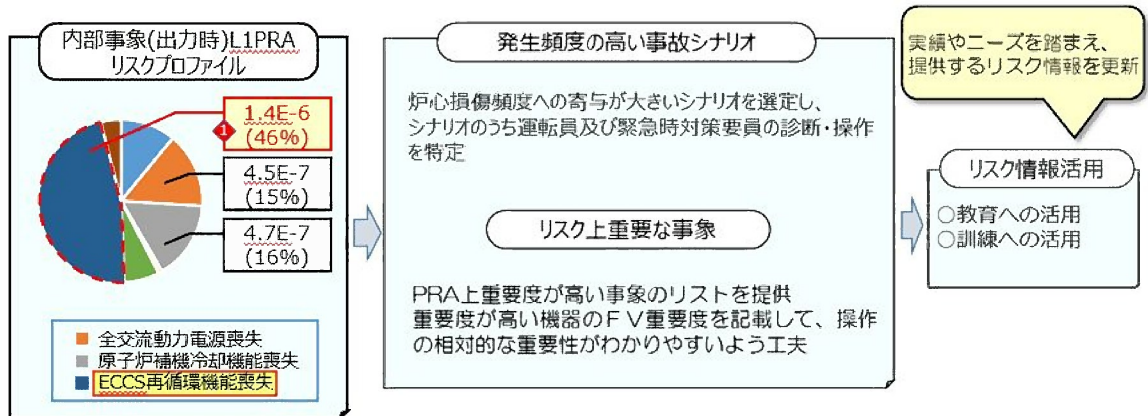
SBO時の1次冷却材の流れ
(SDSあり)

第 3.1.2.4.2 図 RCPシャットダウンシール (SDS) の導入に係る概要図



第 3.1.2.4.3 図 E.C.C.S.再循環自動切替装置の導入に係る概要図

<PRAから得られるリスク情報活用例>



第 3.1.2.4.4 図 運転員及び緊急安全対策要員を対象とした教育・訓練への
リスク情報の活用に係る概要図

3.1.2.5 P R A改善に向けた取組み方針

安全性向上評価におけるP R Aの目的は、評価結果の分析に基づくプラントの脆弱点の把握と安全性向上対策の立案であることから、より現実的な評価を実施する事が望ましく、その目的に合うP R A評価手法及びP R Aモデルの改善が必要となる。

本届出においては、これまでの海外専門家によるレビュー結果等から得られた成果の反映として、P R Aモデルの高度化（主に起因事象精緻化、人間性信頼性解析最新手法適用、イベントツリー・フォールトツリー精緻化、個別プラント故障率適用）を行うなど、より現実的な評価を目指した取組みを実施しているが、更なる改善に向け、以下の項目を実施する。

- ・ 国際的な水準に比肩するP R Aモデルの高度化を目指し、継続して海外専門家によるレビュー結果等から得られる成果を反映する。
- ・ 地震P R Aについては、フラジリティ評価やシステム評価の手法についての課題解決に向けて、炉心損傷に直結するS S Cの損傷時のシナリオの精緻化に取り組んでおり、専門家意見抽出プロセスを構築し、今後パイロット評価を進めていく。

P R A評価手法の改善は、電力共通の課題であることから、これらの取組みについては、電力大研究・原子力リスク研究センター（N R R C）の活用により、より効果的な取組みとなるよう進めていく。

3.1.2.6 過去に公表済みのP R A結果と解析条件の相違について

「3.1.2.1 内部事象P R A（レベル1，2）」及び「3.1.2.2 外部事象P R A（レベル1，2）」に示したP R Aの結果に対し、過去に公表しているP R A結果及び解析条件との相違を検証した。

3.1.2.6.1 内部事象レベル1 P R A

高浜発電所2号機については、これまで定期安全レビュー（以下、「P S R」という。）及び新規制基準適合性に係る設置変更許可申請にてP R Aを実施している。

第3.1.2.6.1表に、これまで公表した高浜発電所2号機の内部事象レベル1 P R A結果を示すが、それぞれの炉心損傷頻度（以下、「C D F」という。）を比較すると、以下の相違が生じている。

- ・①P S R報告書（追加アクシデントマネジメント（以下、「A M」という。）対策整備前）のC D Fが 10^{-7} （／炉年）オーダーであるのに対して、④設置変更許可申請書のC D Fは 10^{-5} （／炉年）オーダーであり、70倍程度となっている。
- ・②P S R報告書（追加A M対策整備後）と⑥安全性向上評価届出書（シビアアクシデント（以下、「S A」という。）対策あり）のC D Fを比較すると、⑥では新規制基準対応にて新たに整備したS A対策を考慮しているがC D Fが大きくなっている。
- ・④設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書（S A対策なし）では、S A対策なしの状態であり緩和策の条件は同じであるがC D Fが異なる。

このため、①P S R報告書（追加A M対策整備前）と④設置変更許可申請書、②P S R報告書（追加A M対策整備後）と⑥安全性向上評価届出書（S A対策あり）、④設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書（S A対策なし）について、以下の解析条件によるC D Fの相違を感度解析にて分析した。

- ・起因事象発生頻度
- ・緩和策（R C P耐熱Oリング含む）

- ・ ヒューマンエラー（従属性含む）
- ・ 故障率
- ・ 共通原因故障（以下、「CCF」という。）パラメータ
- ・ 原子力リスク研究センターの技術諮問委員会（以下、「TAC」という。）からのコメント反映
- ・ 空調系機能喪失時におけるリカバリ操作

3.1.2.6.1.1 ① P S R 報告書（追加AM対策整備前）と④設置変更許可申請書の比較

① P S R 報告書（追加AM対策整備前）においては、1994年以前に整備されていたフィードアンドブリード、2次系強制冷却などのAM策に期待しているが、④設置変更許可申請書では、それらのAM策にも期待しないものとして評価している。

また、① P S R 報告書（追加AM対策整備前）は、故障率データとして米国故障率を使用、CCFについても評価手法が異なることから、④設置変更許可申請書と比較すると、解析条件において異なる点が多い。

これらの緩和策、故障率及びCCFパラメータの評価条件の相違による影響を感度解析により分析した結果、①と④のCDFの差の要因は、緩和策の評価条件の差による影響が大きいことを確認した。

解析条件、感度解析結果について、以下に示す。

(1) 解析条件

ケース1：起因事象発生頻度の相違の影響を分析するため、①の起因事象発生頻度に④の値を適用しCDFを計算する。

ケース2：緩和策の相違の影響を分析するため、①の緩和策として考慮しているフィードアンドブリードや2次系強制冷却などのAM策を除いた上で、①のRCP封水LOCAに至る確率に④の値を

適用した場合のCDFを計算する。

ケース 3 : 故障率の相違の影響を分析するため、FV重要度の上位機器を対象として、米国故障率と国内故障率（国内 21 カ年データ）を比較し、①の米国故障率から④の国内故障率に変更した場合の低減率からCDFを概略計算する。

ケース 4 : CCFパラメータの相違の影響を分析するため、FV重要度の上位のCCFを対象として、①と④のCCFパラメータを比較し、①のCCFパラメータを④の値に変更した場合の低減率からCDFを概略計算する。

(2) 感度解析結果

感度解析結果を第 3.1.2.6.2 表に示す。

ケース 1 : ①の起因事象発生頻度を④に変更したところ、
① : 9.6×10^{-7} (／炉年) $\rightarrow$ 1.1×10^{-6} (／炉年)
となった。

起因事象発生頻度の相違については、ベースケースに対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース 2 : ①の緩和策として考慮しているフィードアンドブリードや 2 次系強制冷却などの AM 策（第 3.1.2.6.3 表参照）を除き、①のモデルにおいて④のモデルと同様の RCP 封水 LOCA の発生確率を適用した場合のCDFの影響を検討したところ、

① : 9.6×10^{-7} (／炉年) $\rightarrow$ 5.6×10^{-5} (／炉年)
となった。なお、AM 策のうち特定重大事故等対処施設については、参考資料に示す。

各 AM 策のうち最も大きな影響は起因事象として原子炉補機冷却機能が喪失した場合の緩和

策の差異である。原子炉補機冷却機能喪失事象発生時のシナリオとしての大きな相違は以下の通りである。

① C C W 復旧に期待し、炉心損傷防止可能

④ C C W 復旧に期待できず、炉心損傷防止不可

また、④のモデルでは、原子炉補機冷却機能喪失事象発生時のシナリオにおいて、R C P にウェスティングハウス社製の耐熱 O リングを使用している場合に R C P 封水 L O C A の発生を抑制できるとの同社の報告に基づき、①のモデルと異なる R C P 封水 L O C A の発生確率 (0.21) を適用している。

以上より、①と④の緩和策の相違は「C C W の復旧」が主たるものであるが、さらに「ウェスティングハウス社製の耐熱 O リングの使用による R C P 封水 L O C A の発生抑制」の効果を同等とすることで①と④が同等の結果となることを確認できた。

ケース 3 : 故障率の増減割合は機器によって異なるものの、全体的に国内故障率の方が小さくなっている。

F V 重要度の上位機器を対象に故障率を④の国内故障率（国内 21 ヲ年データ）に変更した場合の影響を概略検討したところ、

① : 9.6×10^{-7} (／炉年) $\rightarrow 5.4 \times 10^{-7}$ (／炉年) 程度となった。

故障率の相違については、ベースケースに対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース 4 : ①、④の両者の評価で M G L 法を用いて、冗長数、機器タイプに応じて β 、 γ 、 δ の値を区別

して評価しているが、CCFパラメータは① NUREG-1150 と④CCF Parameter Estimations 2010 の値とで異なる。

①でのFV重要度上位を対象に、CCFパラメータ値を比較したところ④の方が小さくなっており、①から④にCCFパラメータ値を変更した場合の影響を概略検討したところ、

①： 9.6×10^{-7} （／炉年）→ 6.5×10^{-7} （／炉年）程度となった。

CCFパラメータ値の相違については、ベースケースに対して大きな影響がないことが確認できた。

上述した通り、①に比べて④のCDFが70倍程度大きいことはAM策に期待しないことによる影響が主要因であるが、更にRCP封水LOCAの発生確率の相違による影響を考慮することにより、④と概ね同等の結果となる。

ヒューマンエラー評価条件の相違は、①と④の差に対してはほとんど影響がない。ただし、①では、THERP手法に基づき詳細にヒューマンエラーを検討しているのは一部であり、それ以外はスクリーニング値を採用しているなど、概略評価となっている。一方で、④では、PRAでモデル化すべき運転員操作を抽出し、それぞれをTHERP手法でヒューマンエラーを詳細に分析している。

上記の分析の結果、①と④のCDFの差が70倍程度となるのは、ケース2に示すとおり、フィードアンドブリード、2次系強制冷却、CCW復旧など、④では期待していない緩和策によるCDFの低減効果があることが主要因であり、更に④において耐熱Oリングの使用によるRCP封水LOCAの発生抑制効果を評価に含めていることが寄与していることを確認した。

3.1.2.6.1.2 ② P S R 報告書（追加 A M 対策整備後）と⑥安全性向上評価届出書（S A 対策あり）の比較

安全性向上評価届出書においては、空冷式非常用発電装置や恒設代替低圧注水ポンプ、特定重大事故等対処施設といった、新規制基準対応にて新たに整備した S A 対策を考慮している。一方、P S R 報告書（追加 A M 対策整備後）において考慮している緩和策のうち、号機間電源融通や C C W の復旧等は同等の機能を有する S A 対策がある等の理由で C D F への影響が小さいと考えられることから、安全性向上評価届出書において考慮していない。

ヒューマンエラー評価条件については、安全性向上評価届出書ではピアレビューコメントを反映し、トレンにおけるヒューマンエラー間の従属性を完全従属、同一シーケンスにおけるヒューマンエラー間の従属性を適切に考慮しており、人的過誤確率推定に **HRA Calculator** を使用している。

また、安全性向上評価届出書では、故障率データについては新一般故障率（7 ヵ年）を使用、C C F についての評価手法が異なるとともに、T A C からのコメント反映によりイベントツリーの高度化等を実施している。

これらの緩和策、ヒューマンエラー、故障率、C C F パラメータ及び T A C からのコメント反映の評価条件の相違による影響を感度解析により分析した結果、②と⑥の C D F の差の要因は、すべての相違点を変更したことによる影響であることを確認した。

解析条件、感度解析結果について、以下に示す。

(1) 解析条件

ケース 1：起因事象発生頻度の相違の影響を分析するため、②の起因事象発生頻度に⑥の値を適用する。

ケース 2：ヒューマンエラーの相違の影響を分析するため、②の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、②と⑥のヒューマンエラー従属性の評価条件を同じ（トレンにおけるヒューマンエラー間の従属

性を完全従属、同一シーケンスにおけるヒューマンエラー間の従属性を完全独立）に変更する。また、人的過誤確率の相違の影響を分析するため、⑥のヒューマンエラーのF V重要度の上位を対象に、②の人的過誤確率を⑥の値に適用してC D Fを概略計算する。

ケース 3：緩和策の相違の影響を分析するため、②の起回事象発生頻度を⑥に変更した上で、②のみ、⑥のみに考慮している緩和策を無効化し緩和策を同じとする。

ケース 4：故障率の相違の影響を分析するため、②の起回事象発生頻度を⑥に変更した上で、②のF V重要度上位の機器を対象として、②と⑥の故障率を比較し、②の故障率を⑥の値に変更した場合の低減率からC D Fを概略計算する。

ケース 5：C C Fパラメータの相違の影響を分析するため、②の起回事象発生頻度を⑥に変更した上で、F V重要度上位のC C Fを対象として、②と⑥のC C Fパラメータを比較し、②のC C Fパラメータを⑥の値に変更した場合の低減率からC D Fを概略計算する。

ケース 6：T A Cコメント反映の影響を分析するため、②の起回事象発生頻度を⑥に変更した上で、⑥で考慮しているT A Cからのコメント反映を無効化する。

ケース 7：ケース 1～6 すべてを考慮する。

(2) 感度解析結果

感度解析結果を第 3.1.2.6.4 表に示す。

ケース 1：②の起回事象発生頻度を⑥に変更したところ、
②： 3.4×10^{-7} （／炉年）→ 6.1×10^{-7} （／炉年）

となった。

起因事象発生頻度の相違はC D Fの差の要因の一つであることが確認できた。

ケース 2 : ②の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、ヒューマンエラーを②と⑥で同等とした場合、

② : 3.4×10^{-7} (／炉年) → 6.4×10^{-7} (／炉年)

⑥ : 3.5×10^{-6} (／炉年) → 1.8×10^{-6} (／炉年) 程度となった。

ヒューマンエラーの相違はC D Fの差の要因の一つであることが確認できた。

ケース 3 : ②の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、緩和策を②と⑥で同等とした場合、

② : 3.4×10^{-7} (／炉年) → 1.1×10^{-5} (／炉年)

⑥ : 3.5×10^{-6} (／炉年) → 9.3×10^{-6} (／炉年) となった。

②に対しては、⑥でモデル化していない号機間電源融通やC C W復旧等（第 3.1.2.6.5 表参照）を除外し、⑥に対しては、②でモデル化していないS A対策（第 3.1.2.6.5 表参照）を除外した結果、緩和策の相違はC D Fの差の要因の一つであることが確認できた。なお、S A対策のうち特定重大事故等対処施設については参考資料に示す。

ケース 4 : ②の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、②の故障率に⑥の値を使用した場合、

② : 3.4×10^{-7} (／炉年) → 4.8×10^{-7} (／炉年) 程度となった。

故障率の相違はC D Fの差の要因の一つであることが確認できた。

ケース 5 : ②の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、②

の C C F パラメータに⑥の値を使用した場合、

② : 3.4×10^{-7} (／炉年) → 4.7×10^{-7} (／炉年) 程度
となった。

C C F パラメータの相違は C D F の差の要因の一つであることが確認できた。

ケース 6 : ②の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、⑥から T A C からのコメント反映を無効化した場合、

② : 3.4×10^{-7} (／炉年) → 6.1×10^{-7} (／炉年)

⑥ : 3.5×10^{-6} (／炉年) → 2.8×10^{-6} (／炉年)
となった。

②に対してはケース 1 と同様である。⑥に対しては、T A C からのコメント反映を無効化した結果、T A C からのコメント反映の相違は C D F の差の要因の一つであることが確認できた。

ケース 7 : ケース 1 ～ 6 すべてを考慮した場合、

② : 3.4×10^{-7} (／炉年) → 7.5×10^{-6} (／炉年) 程度

⑥ : 3.5×10^{-6} (／炉年) → 4.6×10^{-6} (／炉年) 程度
となり、②と⑥の C D F は同程度となることが
確認できた。

上記の感度解析の結果、⑥では新規制基準対応にて新たに整備した S A 対策を考慮しているが C D F が大きくなっている要因は、ケース 7 に示すとおり、次の 6 点の相違によるものであることを確認した。

- ・ 起因事象発生頻度
- ・ 緩和策
- ・ 故障率
- ・ ヒューマンエラー（従属性含む）
- ・ C C F パラメータ
- ・ T A C からのコメント反映

3.1.2.6.1.3 ④設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書（S A対策なし）の比較

安全性向上評価届出書では、ヒューマンエラー評価条件についてピアレビューコメントを受け、同一シーケンスにおけるヒューマンエラー間の従属性を適切に考慮、トレンにおけるヒューマンエラー間の従属性を完全従属としており、人的過誤確率推定に **HRA Calculator** を使用していることから、設置変更許可申請書の解析条件とは異なる。

また、安全性向上評価届出書では、一部起因事象発生頻度の算出にフォールトツリーを使用、故障率データについては新一般故障率（7 ヵ年）を使用、C C F についての評価手法が異なるとともに、T A C からのコメント反映によりイベントツリーの高度化等を実施、評価の精緻化として空調系機能喪失時におけるリカバリ操作の考慮等を実施している。

これらの相違による影響を感度解析により分析した結果、④と⑤の差の要因は、空調系機能喪失時におけるリカバリ操作の考慮による影響であることを確認した。

解析条件、感度解析結果について、以下に示す。

(1) 解析条件

ケース 1：起因事象発生頻度の相違の影響を分析するため、④の起因事象発生頻度に⑤の値を適用する。

ケース 2：ヒューマンエラーの相違の影響を分析するため、④と⑤のヒューマンエラー評価条件を同じ（トレンにおけるヒューマンエラー間の従属性を完全従属、同一シーケンスにおけるヒューマンエラー間の従属性を完全独立）に変更する。また、⑤のヒューマンエラーの F V 重要度の上位を対象に、④の人的過誤確率を⑤の値に適用して C D F を概略計算する。

ケース 3：故障率及び C C F パラメータの相違の影響を分

析するため、④の故障率、C C F パラメータの F V 重要度の上位を対象に、⑤の値を④の値に適用して C D F を概略計算する。

ケース 4 : T A C コメント反映の影響を分析するため、⑤で考慮している T A C からのコメント反映を無効化する。

ケース 5 : ケース 1 ～ 4 をすべて考慮する。

ケース 5 - 1 : ケース 5 から、⑤で考慮されている空調系機能喪失時におけるリカバリ操作を④に対して考慮する。

(2) 感度解析結果

感度解析結果を第 3.1.2.6.6 表に示す。

ケース 1 : ④の起因事象発生頻度を⑤に変更したところ、
④ : 6.6×10^{-5} (／炉年) $\rightarrow$ 7.6×10^{-5} (／炉年)
となり、起因事象発生頻度の相違については、ベースケースに対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース 2 : ヒューマンエラーを④と⑤で同等とした場合、
④ : 6.6×10^{-5} (／炉年) $\rightarrow$ 6.8×10^{-5} (／炉年)
⑤ : 4.0×10^{-5} (／炉年) $\rightarrow$ 3.7×10^{-5} (／炉年) 程度
となり、ヒューマンエラーの相違については、ベースケースに対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース 3 : ④の故障率、C C F パラメータに⑤の値を使用した場合、
④ : 6.6×10^{-5} (／炉年) $\rightarrow$ 7.1×10^{-5} (／炉年) 程度
となり、故障率、C C F パラメータの相違については、ベースケースに対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース 4 : ⑤で考慮している T A C からのコメント反映を

無効化した場合、

⑤： 4.0×10^{-5} （／炉年）→ 3.6×10^{-5} （／炉年）

となり、TACからのコメント反映の相違については、ベースケースに対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース5：ケース1～4をすべて考慮した場合、

④： 6.6×10^{-5} （／炉年）→ 8.8×10^{-5} （／炉年）程度

⑤： 4.0×10^{-5} （／炉年）→ 3.3×10^{-5} （／炉年）

となり、④と⑤のCDFは依然として相違があることが確認できた。

ケース5-1：ケース5から、⑤で考慮されている空調系機能喪失時におけるリカバリ操作（第3.1.2.6.7表参照）を④に対して考慮した場合、

④： 6.6×10^{-5} （／炉年）→ 3.5×10^{-5} （／炉年）程度

⑤： 4.0×10^{-5} （／炉年）→ 3.3×10^{-5} （／炉年）

となり、④と⑤のCDFは同程度となることが確認できた。なお、SA対策のうち特定重大事故等対処施設は参考資料に示す。

上記の感度解析の結果、④、⑤ともにSA対策なしの状態であり緩和策の条件は同じであるがCDFが異なっている主要因は、ケース5-1に示すとおり、次の相違によるものであることを確認した。

- ・空調系機能喪失時におけるリカバリ操作

3.1.2.6.2 地震及び津波出力時レベル1 P R A

高浜発電所2号機の地震P R A及び津波P R Aについては、これまで⑦設置変更許可申請書のP R A（以下「⑦前回P R A」という。）、⑧安全性向上評価届出書（新設S A対策無効ケース）のP R A（以下「⑧今回P R A（新設S A対策無効ケース）」という。）、⑨安全性向上評価届出書（特重無効ケース）のP R A（以下「⑨今回P R A（特重無効ケース）」という。）、⑩安全性向上評価届出書（ベースケース）のP R A（以下「⑩今回P R A（ベースケース）」という。）の結果を公表している。

ここでは、地震P R A及び津波P R Aについて、主要な評価条件の変遷、変更理由及び評価条件の変更に伴う⑦前回P R Aと⑪安全性向上評価届出書（全S A対策無効ケース）のP R A（以下「⑪今回P R A（全S A対策無効ケース）」という。）の結果への影響を分析した。

3.1.2.6.2.1 ⑦設置変更許可申請書と⑪安全性向上評価届出書（全S A対策無効ケース）の比較（地震P R A）

(1) 評価条件の相違

⑦前回P R Aと⑪今回P R A（全S A対策無効ケース）の評価条件の主な相違として、確率論的地震ハザードとフラジリティの変更があげられる。

a. 確率論的地震ハザード

確率論的地震ハザードは地震P R Aだけでなく基準地震動の超過確率の参照にも用いられていることから、基準地震動の新規制基準適合性審査を受けて⑦前回P R Aから変遷している。⑪今回P R A（全S A対策無効ケース）では、設置変更許可補正申請書（2016年1月補正）で基準地震動の超過確率の参照に用いた確率論的地震ハザードに基づき、更なる安全性向上の取組みとして、効果的な追加措置を抽出するため、現実的な評価を行う観点から、一部算出条件を見直して設定

した確率論的地震ハザードを用いている。確率論的地震ハザードの変遷と変更理由を第 3.1.2.6.8 表、第 3.1.2.6.9 表に示す。

b. フラジリティ

フラジリティについては、評価の見直し及び工事の反映により、⑦前回 P R A から一部条件を見直して設定している。フラジリティ評価の変更点を以下に示す。

(a) 評価の見直し

複数の設備^{※1}について、より現実的なフラジリティ評価を実施するため、評価の見直しを実施した。

※1：制御棒駆動装置、制御建屋送気ファン等

(b) 耐震裕度向上対策の反映によるフラジリティの見直し

耐震裕度向上対策を施した機器^{※2}について、その結果を反映した。

※2：補助建屋換気空調盤等

(2) 分析結果

評価条件の相違による影響を確認するため、⑦前回 P R A に、⑪今回 P R A（全 S A 対策無効ケース）の確率論的地震ハザード、フラジリティを適用した場合の感度解析を実施した。また、地震動強さの評価対象範囲は、⑦前回 P R A と同じく 0.2～1.5G とした。各感度解析ケースの条件を以下に、感度解析結果を第 3.1.2.6.10 表に示す。

ケース 1：⑦前回 P R A に⑪今回 P R A（全 S A 対策無効ケース）の確率論的地震ハザードを適用した。

⑦前回 P R A 及び⑪今回 P R A（全 S A 対策無効ケース）における確率論的地震ハザードの比較を第 3.1.2.6.11 表に示す。

ケース 2：ケース 1 から、さらに P R A への影響が大きい機器について、⑪今回 P R A（全 S A 対策無効ケース）の機器フラジリティの値を適用した。

⑦前回PRAに⑪今回PRA（全SA対策無効ケース）の確率論的地震ハザードを適用したところ、CDFは 1.8×10^{-5} （／炉年）から 1.1×10^{-5} （／炉年）に減少した。

さらに、⑪今回PRA（全SA対策無効ケース）のフラジリティを適用したところ、CDFは 1.1×10^{-5} （／炉年）から 3.9×10^{-6} （／炉年）となり、⑪今回PRA（全SA対策無効ケース、稼働率 1.0）のCDF（ 1.3×10^{-6} （／炉年））とほぼ同じ値となった。

以上のことから、⑦前回PRA及び⑪今回PRA（全SA対策無効ケース）の結果の相違の主な理由は確率論的地震ハザードとフラジリティであり、特にフラジリティの影響が大きいことが確認できた。

3.1.2.6.2.2 ⑦設置変更許可申請書と⑪安全性向上評価届出書（全SA対策無効ケース）の比較（津波PRA）

(1) 評価条件の相違

⑦前回PRAと⑪今回PRA（全SA対策無効ケース）の主な評価条件の相違点は確率論的津波ハザードである。

確率論的津波ハザードも確率論的地震ハザードと同様の観点により、⑦前回PRAから変遷している。確率論的津波ハザードの変遷と変更理由を第3.1.2.6.12表、第3.1.2.6.13表に示す。

(2) 分析結果

確率論的津波ハザードの相違による影響を確認するため、⑦前回PRA及び⑪今回PRA（全SA対策無効ケース）に対し、以下のとおり感度解析を実施した。感度解析結果を第3.1.2.6.14表に示す。

ケース1：⑦前回PRAに⑪今回PRA（全SA対策無効ケース）の確率論的津波ハザードを適用した。

⑦前回PRA及び⑪今回PRA（全SA対策無効ケース）における確率論的津波ハザードの比

較を第 3.1.2.6.15 表に示す。

⑦前回 P R A に⑪今回 P R A（全 S A 対策無効ケース）の確率論的津波ハザードを適用したところ、C D F は 1.6×10^{-5} （／炉年）から 1.9×10^{-5} （／炉年）となり、⑪今回 P R A（全 S A 対策無効ケース）の C D F（ 2.1×10^{-5} （／炉年））とほぼ同じ値となった。

以上のことから、⑦前回 P R A 及び⑪今回 P R A（全 S A 対策無効ケース）の C D F の相違の主な理由は津波ハザードであることが確認できた。

第 3.1.2.6.1 表 高浜発電所 2 号機の公表済みの内部事象レベル 1 P R A 結果

項目		① P S R 報告書 (追加 AM 対策 整備前) (2003 年 12 月)	② P S R 報告書 (追加 AM 対策 整備後) (2003 年 12 月)	③ P S R 報告書 (追加 AM 対策整 備後) (2013 年 12 月)	④ 設置変更許可申請 書 (2016 年 4 月) (S A 対策なし)	安全性向上評価届出書 (2025 年提出)	
						⑤ S A 対策なし	⑥ S A 対策あり
C D F (/ 炉年)		9.6×10^{-7}	3.4×10^{-7}	4.6×10^{-7}	6.6×10^{-5}	4.0×10^{-5}	3.5×10^{-6}
評 価 条 件	故障率	海外ベース	海外ベース	国内 (21 ヲ年)	国内 (21 ヲ年)	新一般故障率 (7 ヲ年)	新一般故障率 (7 ヲ年)
	C C F	NUREG-1150	NUREG-1150	NUREG/CR-5497	CCF 2010	CCF 2015	CCF 2015
	緩和策	AMなし*1	AMあり	AMあり	S A 対策なし*2	S A 対策なし	S A 対策あり
	R C P 耐熱 O リング	なし	なし	あり	あり	あり	あり
	ヒューマン エラー	従属性 トレン間：考慮 シーケンス間：なし	従属性 トレン間：考慮 シーケンス間：なし	従属性 トレン間：考慮 シーケンス間：なし	従属性 トレン間：考慮 シーケンス間：なし	HRA Calculator 使用 従属性 トレン間：完全従 属 シーケンス間：考慮	HRA Calculator 使用 従属性 トレン間：完全従属 シーケンス間：考慮
	T A C コメント	—	—	—	—	反映	反映
空調系喪失時 リカバリ操作		—	—	—	—	考慮	考慮

*1：1994 年以前に整備されていたフィードアンドブリード、2 次系強制冷却などの AM 策に期待

*2：設置変更許可申請書における重要事故シーケンス選定のため、S A 対策を考慮していない

第 3.1.2.6.2 表 ① P S R 報告書（追加 A M 対策整備前）と④設置変更許可申請書の P R A 感度解析結果

評価条件		ベースケース	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
		—	①の起因事象発生頻度を④の値に変更	①の A M 策を無効化 ①の R C P 封水 L O C A の発生確率を④の値に変更	①の故障率を④の値に変更	①の C C F パラメータを④の値に変更
① ④ 間 の 相 違	起因事象発生頻度	相違あり	同等	相違あり	相違あり	相違あり
	緩和策	相違あり	相違あり	同等	相違あり	相違あり
	故障率	相違あり	相違あり	相違あり	同等	相違あり
	C C F パラメータ	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	同等
C D F (／ 炉 年)	① P S R 報告書 (追加 A M 対策整備前) *1	9.6×10^{-7}	起因事象発生頻度を ④の値に変更 1.1×10^{-6}	A M 策を無効化 + R C P 封水 L O C A の発生確率を ④の値に変更 5.6×10^{-5}	米国故障率 ↓ 国内故障率 (21 ヲ年故障率) 5.4×10^{-7} 程度*3	NUREG-1150 CCF ↓ Parameter Estimations 2010 6.5×10^{-7} 程度*3
	④ 設置変更許可 申請書*2 S A 対策なし	6.6×10^{-5}	同左	同左	同左	同左

*1：1994 年以前に整備されていたフィードアンドブリード、2 次系強制冷却などの A M 策に期待

*2：設置変更許可申請書における重要事故シーケンス選定のため、S A 対策を考慮していない

*3：概略値

第 3.1.2.6.3 表 緩和策の比較
(① P S R 報告書(追加AM対策整備前)と④設置変更許可申請書)

PRA で考慮している緩和策	① PSR 報告書 (追加AM対策整備前)	④ 設置変更許可 申請書
非常用所内電源	○	○
原子炉トリップ (自動)	○	○
高圧注入	○	○
高圧再循環	○	○
蓄圧注入	○	○
低圧注入	○	○
低圧再循環	○	○
格納容器スプレイ注入	○	○
格納容器スプレイ再循環	○	○
2 次系冷却	○	○
主蒸気隔離	○	○
破断 SG 隔離	○	○
フィードアンドブリード	○	×
1 次系注水・減圧 (SGTR 時、破断 SG 隔離失敗時、均圧化から RHR 運転)	○	×
ATWS 時のタービントリップ	○	×
原子炉圧力上昇の抑制	○	×
緊急ほう酸注入	○	×
手動原子炉トリップ	○	×
2 次系強制冷却による低圧注入、低圧再循環	○	×
代替再循環 (タイライン方式)	×	×
格納容器内自然対流冷却 (CCW)	×	×
クールダウン&リサーキュレーション	×	×
号期間電源融通	×	×
RHR 隔離	×	×
恒設代替低圧注水ポンプ	×	×
空冷式非常用発電装置	×	×
大容量ポンプ	×	×
低圧再循環 (海水)	×	×
高圧再循環 (海水)	×	×
格納容器内自然対流冷却 (海水)	×	×
ATWS 緩和設備/CCF 対策設備	×	×
蓄電池 (第 3 系統)	×	×
2 次系水源補給 (補助給水への代替水源からの供給)	○	×
水源補給による注入継続	○	×
代替給水 (主給水系)	○	×
代替計器用空気供給 (雑用空気系)	○	×
緊急 2 次系冷却の多様化 (主給水系 : ATWS 時)	×	×
タービンバイパス系の活用	×	×
代替補機冷却	×	×
CCW の復旧	○	×
主給水の回復 (主給水喪失時)	○	×
電源復旧 (DG の復旧)	○	×
外部電源の復旧	○	×
運転トレン故障時における待機トレンの手動起動 (CCW 系、海水系、空調系)	○	○※1
CCW 系の負荷制御 (不要負荷切り離し)	○	○※1
SGTR 時の主蒸気逃がし弁再閉止失敗時の元弁の手動閉止	○	○※1

	: 設計基準事故対処設備
	: 重大事故等対処設備
	: 多様性拡張設備
塗りつぶしなし	: その他

: ケース 2 で無効化する緩和策

※1:バックアップとして期待している。

第 3.1.2.6.4 表 ② P S R 報告書(追加AM対策整備後)と⑥安全性向上評価届出書 (S A対策あり) の P R A 感度解析結果

評価条件		ベースケース	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7
		—	②の起回事象発生頻度を⑥の値に変更	ケース 1 + ②と⑥でヒューマンエラー評価条件を合わせる	ケース 1 + ②と⑥で緩和策を合わせる	ケース 1 + ②の故障率を⑥の値に合わせる	ケース 1 + ②の C C F パラメータを⑥の値に合わせる	ケース 1 + ②と⑥で T A C からのコメント反映の条件を合わせる	ケース 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
② ⑥ 間 の 相 違	起回事象発生頻度	相違あり	同等	同等	同等	同等	同等	同等	同等
	ヒューマンエラー	相違あり	相違あり	同等	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	同等
	緩和策	相違あり	相違あり	相違あり	同等	相違あり	相違あり	相違あり	同等
	故障率	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	同等	相違あり	相違あり	同等
	C C F パラメータ	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	同等	相違あり	同等
	T A C コメント	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	同等	同等
C D F (／ 炉 年)	② P S R 報告書 (追加AM対策整備後) *1	3.4×10^{-7}	起回事象発生頻度を⑥の値に変更 6.1×10^{-7}	起回事象発生頻度を⑥の値に変更 + ヒューマンエラー評価条件を変更 6.4×10^{-7}	起回事象発生頻度を⑥の値に変更 + ②のみの対策無効化 1.1×10^{-5}	起回事象発生頻度を⑥の値に変更 + 故障率を⑥の値に変更 4.8×10^{-7} 程度*3	起回事象発生頻度を⑥の値に変更 + C C F パラメータを⑥の値に変更 4.7×10^{-7} 程度*3	起回事象発生頻度を⑥の値に変更 6.1×10^{-7}	7.5×10^{-6} 程度*3
	⑥安全性向上評価届出書*2 (S A対策あり)	3.5×10^{-6}	ベースケースと同じ	ヒューマンエラー評価条件を変更 1.8×10^{-6} 程度*2	⑥のみの対策を無効化 9.3×10^{-6}	ベースケースと同じ	ベースケースと同じ	⑥で考慮している T A C からのコメント反映を無効化 2.8×10^{-6}	4.6×10^{-6} 程度

*1 : A M 策として整備した号機間電源融通等に期待

*2 : 新規制基準対応にて S A 対策として整備した空冷式非常用発電装置等に期待

*3 : 概略値

第 3.1.2.6.5 表 緩和策の比較
(② P S R 報告書(追加AM対策整備後)と
⑥安全性向上評価届出書(SA対策あり))

PRA で考慮している緩和策	② PSR 報告書 (追加AM対策整備後)	⑥ 安全性向上評価届出書 (SA対策あり)
非常用所内電源	○	○
原子炉トリップ (自動)	○	○
高圧注入	○	○
高圧再循環	○	○
蓄圧注入	○	○
低圧注入	○	○
低圧再循環	○	○
格納容器スプレイ注入	○	○
格納容器スプレイ再循環	○	○
2次系冷却	○	○
主蒸気隔離	○	○
破断 SG 隔離	○	○
フィードアンドブリード	○	○
1次系注水・減圧 (SGTR 時、破損 SG 隔離失敗時、均圧化から RHR 運転)	○	○
ATWS 時のタービントリップ	○	○
原子炉圧力上昇の抑制	○	○
緊急ほう酸注入	○	○
手動原子炉トリップ	○	×
2次系強制冷却による低圧注入、低圧再循環	○	○
代替再循環 (タイライン方式)	○	○
格納容器内自然対流冷却 (CCW)	○	○
クールダウン&リサーキュレーション	○	○
号期間電源融通	○	×
RHR 隔離	×	○
恒設代替低圧注水ポンプ	×	○
空冷式非常用発電装置	×	○
大容量ポンプ	×	○
低圧再循環 (海水)	×	○
高圧再循環 (海水)	×	○
格納容器内自然対流冷却 (海水)	×	○
ATWS 緩和設備/CCF 対策設備	×	○
蓄電池 (第 3 系統)	×	○
2次系水源補給 (補助給水への代替水源からの供給)	○	○
水源補給による注入継続	○	×
代替給水 (主給水系)	○	○
代替計器用空気供給 (雑用空気系)	○	○
緊急 2 次系冷却の多様化 (主給水系: ATWS 時)	○	×
タービンバイパス系の活用	○	×
代替補機冷却	○	×
CCW の復旧	○	×
主給水の回復 (主給水喪失時)	○	×
電源復旧 (DG の復旧)	○	×
外部電源の復旧	○	○
運転トレン故障時における待機トレンの手動起動 (CCW 系、海水系、空調系)	○	○
CCW 系の負荷制御 (不要負荷切り離し)	○	○
SGTR 時の主蒸気逃がし弁再閉止失敗時の元弁の手動閉止	○	○

	: 設計基準事故対処設備
	: 重大事故等対処設備
	: 多様性拡張設備
塗りつぶしなし	: その他

□ : ケース 3 で無効化する緩和策

第 3.1.2.6.6 表 ④設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書（S A対策なし）のP R A感度解析結果

		ベースケース	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 5・1
評価条件		—	④の起因事象発生頻度を⑤の値に変更	④と⑤でヒューマンエラー評価条件を合わせる	④の故障率、C C F パラメータを⑤の値に変更	④と⑤でT A C からのコメント反映の条件を合わせる	ケース 1 + 2 + 3 + 4	ケース 5 の④でリカバリ操作を考慮し、⑤に合わせる
④ — ⑤ 間の 相違	起因事象発生頻度	相違あり	同等	相違あり	相違あり	相違あり	同等	同等
	ヒューマンエラー	相違あり	相違あり	同等	相違あり	相違あり	同等	同等
	故障率、C C F パラメータ	相違あり	相違あり	相違あり	同等	相違あり	同等	同等
	T A C コメント	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	同等	同等	同等
	空調系機能喪失時におけるリカバリ操作	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	相違あり	同等
C D F (／ 年)	④設置変更許可申請書*1 S A対策なし	6.6×10^{-5}	起因事象発生頻度を⑤の値に変更 7.6×10^{-5}	ヒューマンエラー評価条件を変更 6.8×10^{-5}	故障率、C C F パラメータを⑤の値に変更 7.1×10^{-5} 程度*2	ベースケースと同じ	8.8×10^{-5} 程度*2	空調系機能喪失時におけるリカバリ操作を⑤に合わせる 3.5×10^{-5} 程度*2
	⑤安全性向上評価届出書 (S A対策なし)	4.0×10^{-5}	ベースケースと同じ	ヒューマンエラー評価条件を変更 3.7×10^{-5} 程度*2	ベースケースと同じ	⑤で考慮しているT A Cからのコメント反映を無効化 3.6×10^{-5}	3.3×10^{-5} 程度*2	3.3×10^{-5} 程度*2

*1：設置変更許可申請書における重要事故シーケンス選定のため、S A対策を考慮していない

*2：概略値

第 3.1.2.6.7 表 緩和策の比較
(④設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書(SA対策なし))

PRA で考慮している緩和策	④	⑤
	設置変更許可申請書	安全性向上評価届出書 (SA対策なし)
非常用所内電源	○	○
原子炉トリップ（自動）	○	○
高压注入	○	○
高压再循環	○	○
蓄圧注入	○	○
低压注入	○	○
低压再循環	○	○
格納容器スプレイ注入	○	○
格納容器スプレイ再循環	○	○
2次系冷却	○	○
主蒸気隔離	○	○
破断 SG 隔離	○	○
フィードアンドブリード	×	×
1次系注水・減圧（SGTR 時、破損 SG 隔離失敗時、均圧化から RHR 運転）	×	×
ATWS 時のタービントリップ	×	×
原子炉圧力上昇の抑制	×	×
緊急ほう酸注入	×	×
手動原子炉トリップ	×	×
2次系強制冷却による低压注入、低压再循環	×	×
代替再循環（タイライン方式）	×	×
格納容器内自然対流冷却（CCW）	×	×
クールダウン&リサーキュレーション	×	×
号期間電源融通	×	×
RHR 隔離	×	×
恒設代替低压注水ポンプ	×	×
空冷式非常用発電装置	×	×
大容量ポンプ	×	×
低压再循環（海水）	×	×
高压再循環（海水）	×	×
格納容器内自然対流冷却（海水）	×	×
ATWS 緩和設備／CCF 対策設備	×	×
蓄電池（第 3 系統）	×	×
2次系水源補給（補助給水への代替水源からの供給）	×	×
水源補給による注入継続	×	×
代替給水（主給水系）	×	×
代替計器用空気供給（雑用空気系）	×	×
緊急 2次系冷却の多様化（主給水系：ATWS 時）	×	×
タービンバイパス系の活用	×	×
代替補機冷却	×	×
CCW の復旧	×	×
主給水の回復（主給水喪失時）	×	×
電源復旧（DG の復旧）	×	×
外部電源の復旧	×	×
運転トレン故障時における待機トレンの手動起動（CCW 系、海水系、空調系）	○※1	○※1
CCW 系の負荷制御（不要負荷切り離し）	○※1	○※1
SGTR 時の主蒸気逃がし弁再閉止失敗時の元弁の手動閉止	○※1	○※1
空調系機能喪失時におけるリカバリ操作	×	○

	: 設計基準事故対処設備
	: 重大事故等対処設備
	: 多様性拡張設備
塗りつぶしなし	: その他

※1:バックアップとして期待している。

第 3.1.2.6.8 表 確率論的地震ハザードの変遷及び変更理由について

項目		前回 P R A で使用した 確 率論的地震ハザード 【⑦設置変更許可申請書】	変 更 理 由	基準地震動の年超過確率を参照する ための確率論的地震ハザード	変 更 理 由	今回 P R A で使用した 確率論的地震ハザード 【⑪安全性向上評価届出書 (全 S A 対策無効ケース) 】	変更理由
ハザード評価時点		設置変更許可申請書 (2015 年 3 月申請)		設置変更許可補正申請書 (2016 年 1 月補正)		安全性向上評価届出書 (2025 年提出)	
1. 特定震源 モデルに 基づく評価	(1)主要活断 層のモデル 化	・FO・A 断層及び FO・A～FO・B 断 層をロジックツリーの分岐として 考慮 (重みは 0.5 及び 0.5)	(a)	・FO・A～FO・B 断層及び FO・A～FO・B ～熊川断層をロジックツリーの分岐と して考慮 (重みは 0.5 及び 0.5)	(b)	・FO・A～FO・B 断層及び FO・A～FO・B～ 熊川断層に対するロジックツリーの分岐 の重みを変更 (重みは 0.9 及び 0.1)	(a)適合性審査における指摘 事項の反映 (b)安全性向上評価における 現実的な評価の観点
	(2)主要活断 層の長さ	・和布ー干飯崎沖～甲楽城断層： 60km ・主要活断層には該当なし	(a) (a)	・安島岬沖～和布ー干飯崎沖～甲楽城 断層：76km ・甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断 層～柳ヶ瀬山断層：36km	－ －	・同左 ・同左	(a)適合性審査における決定 論評価の反映(他プラント の審査)
	(3)主 要 活 断 層の地震規 模	・松田(1975)及び断層面積に基づ く方法を用いて算定	(a)	・松田(1975)、断層面積に基づく方法及 び武村(1998)を用いて算定	－	・同左	(a)適合性審査における指摘 事項の反映
	(4)その他の活 断層	・地震規模は松田(1975)による値 をそのまま使用	(a)	・松田(1975)による地震規模が M6.8 を 下回る場合であっても M6.8 として設 定	－	・同左	(a)適合性審査における指摘 事項の反映
	(5)地震発生 層の上端深 さ	・上端深さ 4km を基本として設定	(a)	・上端深さ 3km のみとして設定	－	・同左	(a)適合性審査における決定 論評価の反映
2. 領域震源 モデルに 基づく評価	(6)b 値、年発 生頻度	・計算に使用した気象庁一元化震 源のデータセット：1926 年～ 2007 年	(a)	・計算に使用した気象庁一元化震源の データセット：1926 年～2011 年	－	・同左	(a)データセット更新
3. 地震動伝播 モデル	(7)距離減衰 式のばらつ き	・特定震源モデル及び領域震源モ デルとも自然対数標準偏差を 0.5 として設定	(a)	・特定震源モデル及び領域震源モデル とも自然対数標準偏差を 0.53 として 設定	(b)	・特定震源モデルについては、地震規模と 震源位置が同じ地震による地震動のばら つきを検討している引田・友澤(2013)の 文献*等を参考に、自然対数標準偏差を 0.35, 0.40, 0.45 としてロジックツリーの 分岐を設定(領域震源モデルは変更なし)	(a)適合性審査における指摘 事項の反映 (b)安全性向上評価における 現実的な評価の観点

※引田智樹・友澤裕介(2013)：地震規模・震源位置が同じ 2 地震による同一地点の観測記録に基づく応答スペクトル振幅のばらつき，日本建築学会構造系論文集，Vol.686，pp.723-732

第 3.1.2.6.9 表 前回 P R A と今回 P R A の震源別の地震ハザード曲線

⑦前回PRAで使⽤した確率論的地震ハザード 設置変更許可申請書(2015 年 3 月申請)	基準地震動の年超過確率を参照するための 確率論的地震ハザード 設置変更許可補正申請書(2016 年 1 月補正)	⑪今回PRA(全 S A 対策無効ケース)で使⽤した 確率論的地震ハザード 安全性向上評価届出書(2025 年提出)	影響
			・FO-A～FO-B～熊川断層を考慮したこと で、補正申請時点では低頻度領域の加速 度が増大したが、安全 性向上評価では現実 的な評価としたこと により、H25 年 7 月申請 時と概ね同程度の確 率論的地震ハザードと なっている。

第 3.1.2.6.10 表 ⑦前回 P R A と ⑪今回 P R A （全 S A 対策無効ケース）の
感度解析結果

		ベース ケース	ケース1	ケース2
評価条件		－	⑦の地震平均 発生頻度を⑪ の値に変更	ケース1 ＋ ⑦のフラジリティ を⑪の値に変更
条件の相違	・地震ハザード	相違あり	同等	同等
	・機器フラジリティ	相違あり	相違あり	同等
CDF (／炉年)	⑦前回PRA	1.8×10^{-5}	1.1×10^{-5}	3.9×10^{-6}
	⑪今回PRA (全SA対策無効 ケース、稼働率 1.0)	1.3×10^{-6}	同左	同左

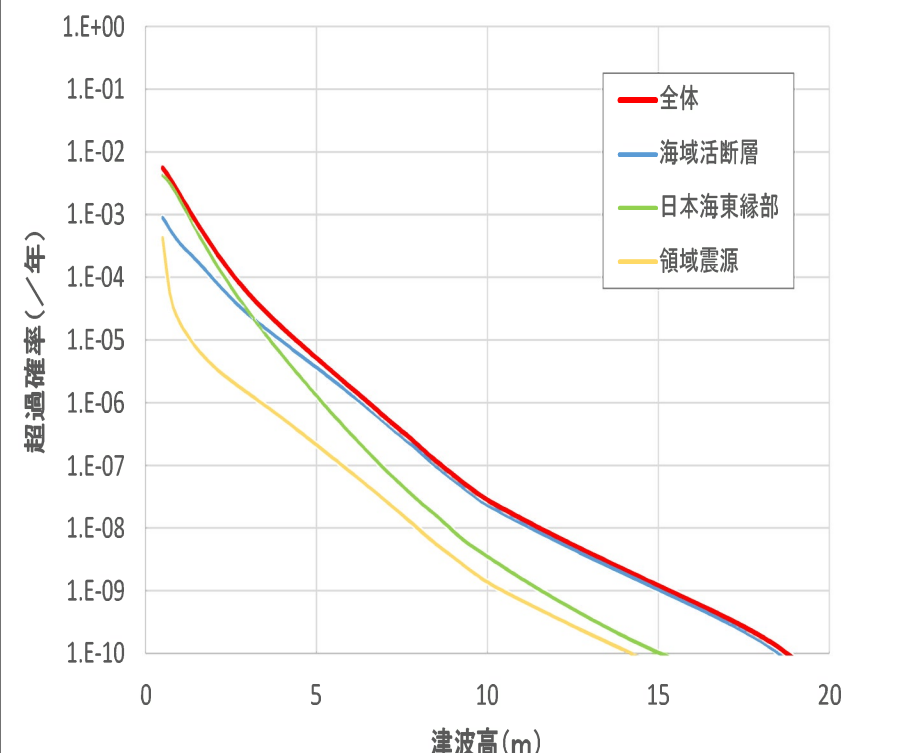
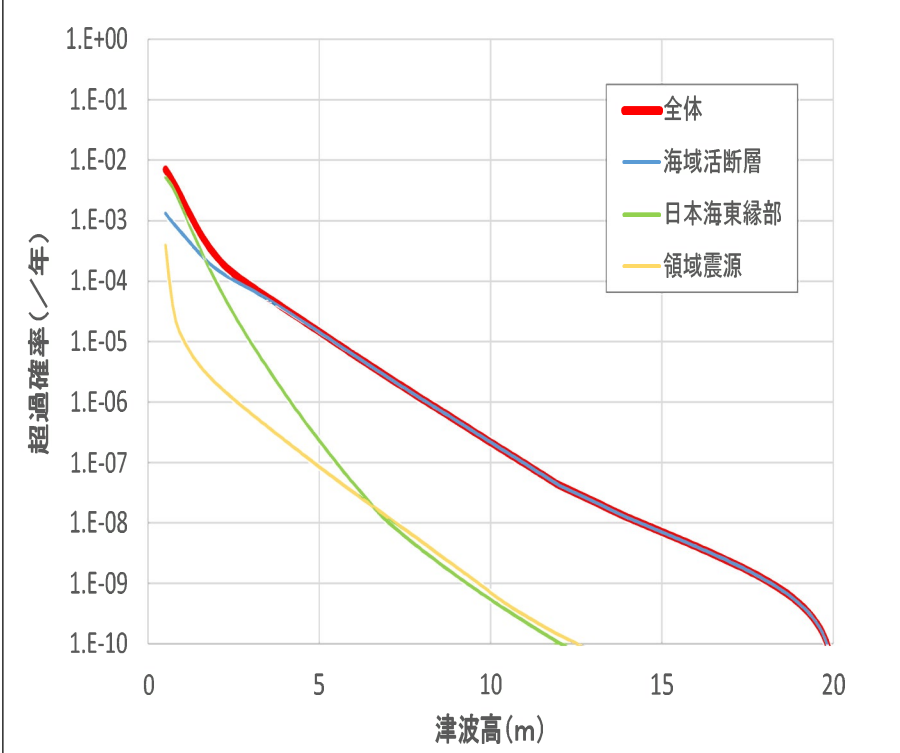
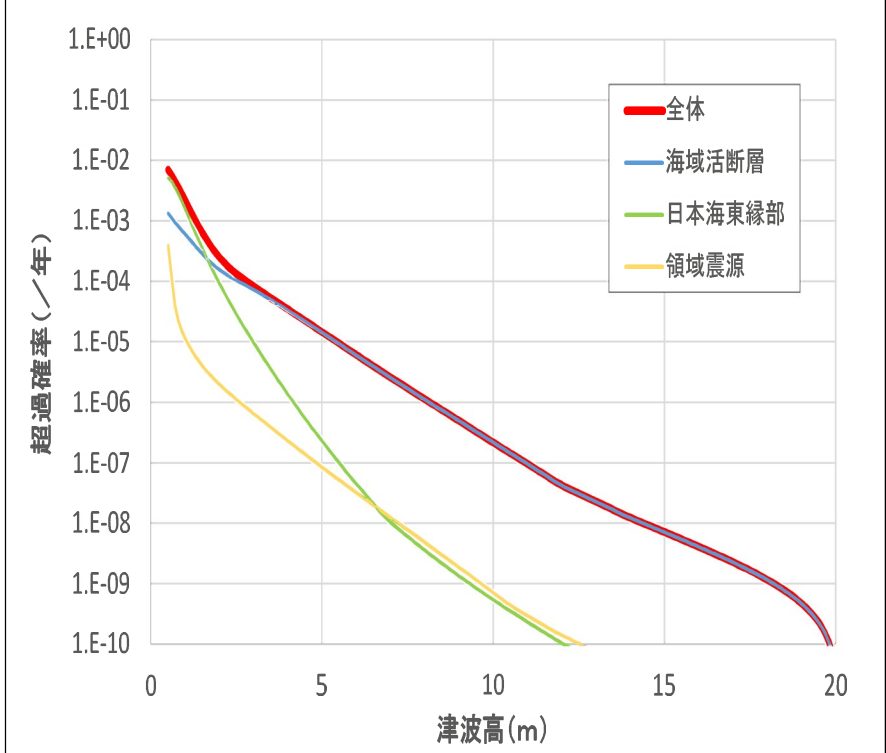
第 3.1.2.6.11 表 ⑦前回 P R A 及び ⑪今回 P R A （全 S A 対策無効ケース）に
おける地震平均発生頻度の比較

加速度区分	地震平均発生頻度(／年)	
	⑦前回PRA	⑪今回PRA (全 S A 対策無効ケース)
区分 1 (0.2～0.5G)	1.1×10^{-3}	1.0×10^{-3}
区分 2 (0.5～0.8G)	5.6×10^{-5}	4.3×10^{-5}
区分 3 (0.8～1.1G)	8.2×10^{-6}	4.6×10^{-6}
区分 4 (1.1～1.3G)	1.5×10^{-6}	5.7×10^{-7}
区分 5 (1.3～1.5G)	6.8×10^{-7}	1.7×10^{-7}

第 3.1.2.6.12 表 確率論的津波ハザードの変遷及び変更理由について

項目		前回PRAで使用了 確率論的津波ハザード 【④設置変更許可申請書】	変 更 理 由	基準津波の年超過確率を参照するための 確率論的津波ハザード	変 更 理 由	今回PRAで使用了 確率論的津波ハザード 【⑤安全性向上評価届出書(SA 対策なし)】	変更理由
ハザード評価時点		設置変更許可申請書 (2013 年 7 月申請)		設置変更許可補正申請書 (2016 年 2 月補正)		安全性向上評価届出書 (2025 年提出)	
1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	対象波源のモデル化		(a)	・秋田県モデルを追加	－	・同左	(a)適合性審査における指摘事項の反映
2. 海域活断層に想定される地震に伴う津波	対象波源のモデル化	・FO-A 断層及び FO-A～FO-B 断層をロジックツリーの分岐として考慮 (重みは 0.5 及び 0.5)	(a)	・FO-A～FO-B 断層及び FO-A～FO-B～熊川断層をロジックツリーの分岐として考慮 (重みは 0.5 及び 0.5)	(b)	・FO-A～FO-B 断層及び FO-A～FO-B～熊川断層に対するロジックツリーの分岐の重みを変更(重みは 0.9 及び 0.1)	(a)適合性審査における指摘事項の反映 (b)安全性向上評価における現実的な評価の観点
		・和布－干飯崎沖～甲楽城～柳ヶ瀬～鍛冶屋～関ヶ原断層のうち、単独の断層の活動、部分的な連動、全体の連動をロジックツリーの分岐として考慮	(a)	・安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城～柳ヶ瀬～鍛冶屋～関ヶ原断層のうち、単独の断層の活動、部分的な連動、全体の連動をロジックツリーの分岐として考慮	－	・同左	(a)適合性審査における指摘事項の反映
			(a)	・安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城沖～浦底～池河内～柳ヶ瀬山～柳ヶ瀬(南部)～鍛冶屋～関ヶ原断層を追加し、部分的な連動及び全体の連動をロジックツリーの分岐として考慮	－	・同左	(a)適合性審査における指摘事項の反映
	傾斜角の分岐設定	・45° を下限とし、90° をピークとした切断正規分布で設定	(a)	・調査結果等から既知の場合は、既知の角度を下限とし、既知の角度をピークとした切断正規分布で設定	－	・同左	(a)分岐設定の適正化
3. PRAで使用了確率論的津波ハザードの評価地点		・3,4 号機海水ポンプ室前	－	－	(b)	・取水口前面	(b)今回の評価では、新規制基準の適用に伴い設置された防潮ゲートを考慮することとしたため、その外側に位置する取水口前面を評価地点とすることとした。

第 3.1.2.6.13 表 前回 P R A と今回 P R A の波源別の確率論的津波ハザード曲線

波源別ハザード曲線		
前回 P R A で使用した確率論的津波ハザード 設置変更許可申請書(2013 年 7 月申請)	基準津波の年超過確率を参照するための 確率論的津波ハザード 設置変更許可補正申請書(2016 年 2 月補正)	今回 P R A で使用した確率論的津波ハザード 安全性向上評価届出書(2025 年提出)
 評価位置:3,4 号機海水ポンプ室前	 評価位置:取水口前面	 評価位置:取水口前面
<評価位置変更理由> 前回の設置変更許可申請書における津波PRAにおいては、津波PRAの結果に大きな影響を及ぼす設備である海水ポンプの近辺のハザードを用いて評価することとしていた。 一方、今回PRAの評価においては、新規制基準の適用に伴い設置された防潮ゲートを考慮することとしたため、その外側に位置する取水口前面を評価地点とすることとした。		

第 3.1.2.6.14 表 ⑦前回 P R A と ⑪今回 P R A （全 S A 対策無効ケース）
の感度解析結果

		ベースケース	ケース1
評価条件		—	⑦の津波平均発生頻度を⑪の値に変更
条件の相違	・津波ハザード	相違あり	同等
CDF (／烺年)	⑦前回PRA	1.6×10^{-5}	1.9×10^{-5}
	⑪今回PRA (全 S A 対策無効ケース)	2.1×10^{-5}	同左

第 3.1.2.6.15 表 ⑦前回 P R A 及び ⑪今回 P R A （全 S A 対策無効ケース）
における津波平均発生頻度の比較

津波シナリオ区分	津波平均発生頻度 (／年)	
	⑦前回PRA	⑪今回PRA (全 S A 対策無効ケース)
区分 1 (4.0m～4.67m)	1.3×10^{-5}	1.5×10^{-5}
区分 2 (4.67m～10.8m)	1.6×10^{-5}	1.9×10^{-5}
区分 3 (10.8m～)	1.0×10^{-7}	1.1×10^{-7}