

ストレステストの概要

平成23年9月

東北電力株式会社



ストレステストの目的と概要

目的

原子力発電所の更なる安全性の向上と安全性についての国民・住民の方々の安心・信頼の確保のため、欧州諸国で導入されたストレステストを参考に、新たな手続き、ルールに基づく安全評価を実施する。

概要

○一次評価:

定期検査中で起動準備の整った原子力発電所について順次、安全上重要な施設・機器等が設計上の想定を超える事象に対し、どの程度の安全裕度を有するかについて評価する。

○二次評価:

欧州諸国のストレステストの実施状況、事故調査・検証委員会の検討状況も踏まえ、稼働中の発電所、一次評価の対象となった発電所も含めた全ての原子力発電所を対象に、総合的な安全評価を実施する。

出典:原子力安全・保安院資料「発電用原子炉施設の安全性に関する総合的評価の概要」(H23年7月22日)



実施計画

評価対象施設

全ての既設の発電用原子炉施設を対象とし、建設中のものを含める。ただし、東京電力福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所及び廃止措置中であって燃料が発電所内に存在しないものは除く。

また、核燃料サイクル施設については別途実施を検討する。

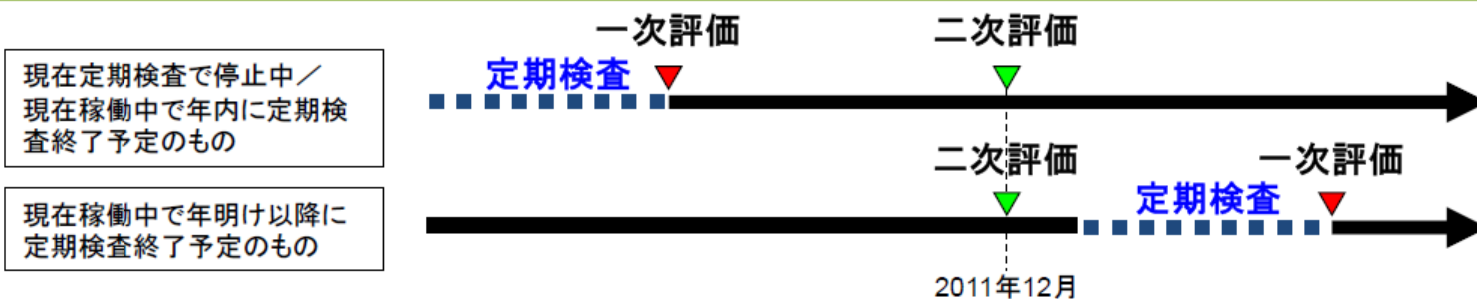
実施計画

○一次評価:

定期検査中で、起動準備の整った原子炉に対して順次実施する。

○二次評価:

評価対象となる全ての発電用原子炉施設に対して実施する。事業者からの報告の時期は本年内を目処とするが、欧州諸国におけるストレステストの実施状況、事故調査・検証委員会の検討状況を踏まえ、必要に応じて見直す。



出典:原子力安全・保安院資料「発電用原子炉施設の安全性に関する総合的評価の概要」(H23年7月22日)



ストレステストの評価項目

評価項目		評価内容
自然現象	地震	想定を超える地震や津波に対して、どのような安全機能で、どの程度の大きさまで、燃料の重大な損傷を防止できるか
	津波	
	地震・津波の重畳	
機能喪失	全交流電源喪失	発電所外部送電線からの受電ができず、かつ、非常用ディーゼル発電機が全て停止し、発電所が完全に停電した事象(全交流電源喪失)に対して、どのような安全機能で、どのくらいの期間まで、燃料の重大な損傷を防止できるか
	最終的な熱の逃し場(最終ヒートシンク)喪失	海水系ポンプが全て停止し、原子炉や使用済燃料プールの冷却が完全に停止した事象(最終ヒートシンク喪失)に対して、どのような安全機能でもって、どのくらいの期間まで、燃料の重大な損傷を防止できるか
シビアアクシデント・マネジメント		燃料の重大な損傷とそれに引き続き起こる放射性物質の大規模な外部への放出に対して、多重防護の観点から、どのような防護対策がとられているか



ストレステスト評価の流れ

I 評価対象設備の選定

- ① 地震や津波等を起因とした燃料の重大な損傷を防止する複数のシナリオを特定
- ② 各シナリオの安全機能を担う設備を評価対象設備として抽出

II 対象設備の裕度評価

- ③ 評価対象設備について、安全余裕を評価

地震：設計地震の何倍まで耐えられるか

津波：設計津波を超えて何mまで耐えられるか

全交流電源喪失、最終ヒートシンク喪失：

発電所外部からの支援なしに安全機能がどのくらいの期間維持できるか

III 発電所全体の裕度評価

- ④ 燃料の重大な損傷を防止する各シナリオが機能できなくなるまでの安全余裕を評価し、最終的に発電所全体としてどこまで耐えられるか、そのときの安全余裕を決定付ける安全機能は何か、を特定する。(クリフエッジ※の特定)
- ⑤ 多重防護の観点から、燃料の重大な損傷を防止するための措置(緊急安全対策等)と、その効果を示す。

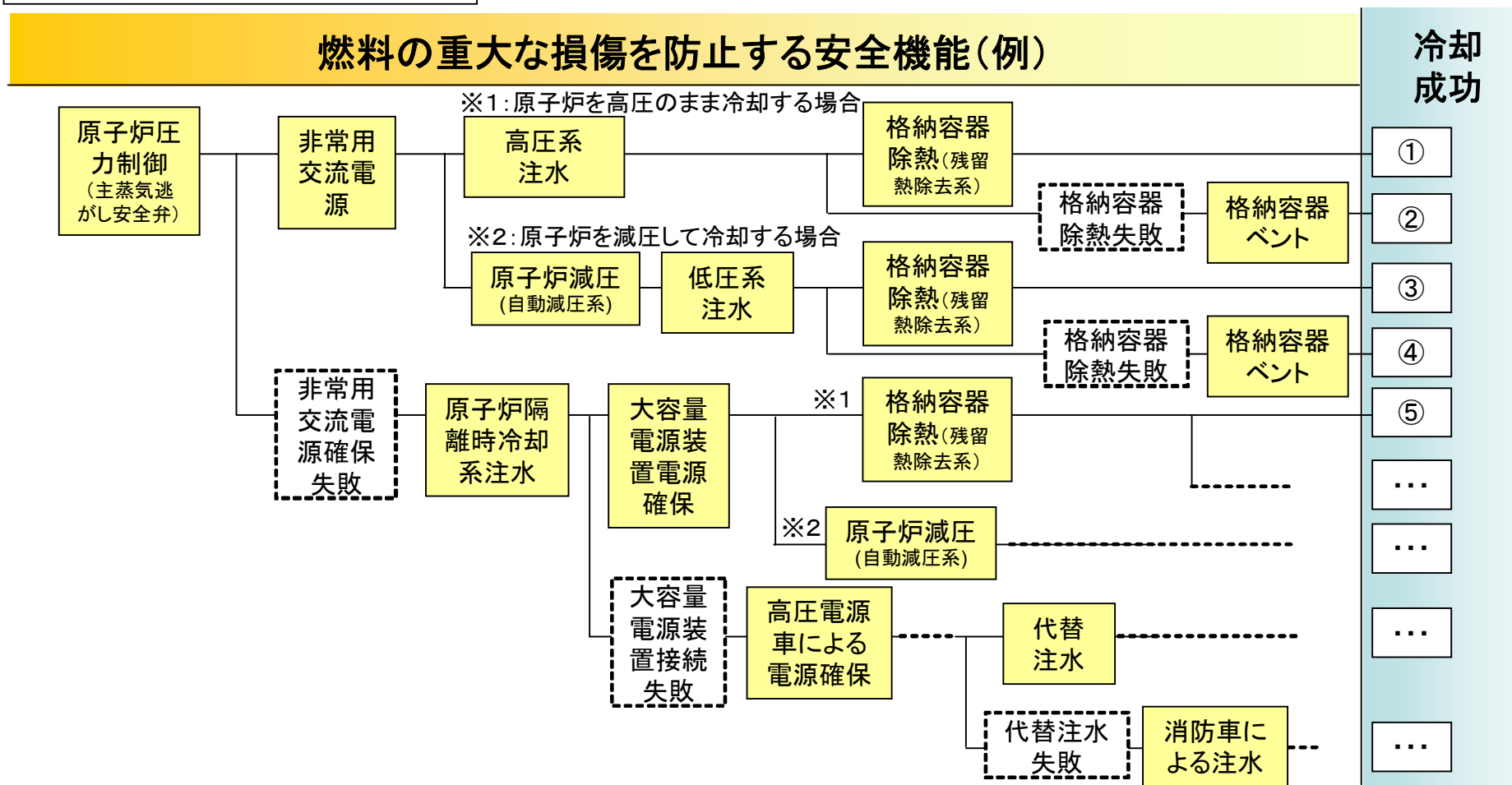
※燃料の重大な損傷を防止できる限界点



I 評価対象設備の選定

- ① 地震や津波等を起因として燃料の重大な損傷を防止する複数のシナリオを特定
- ② 各シナリオの安全機能を担う設備を評価対象設備として抽出

起因事象：外部電源喪失(例)



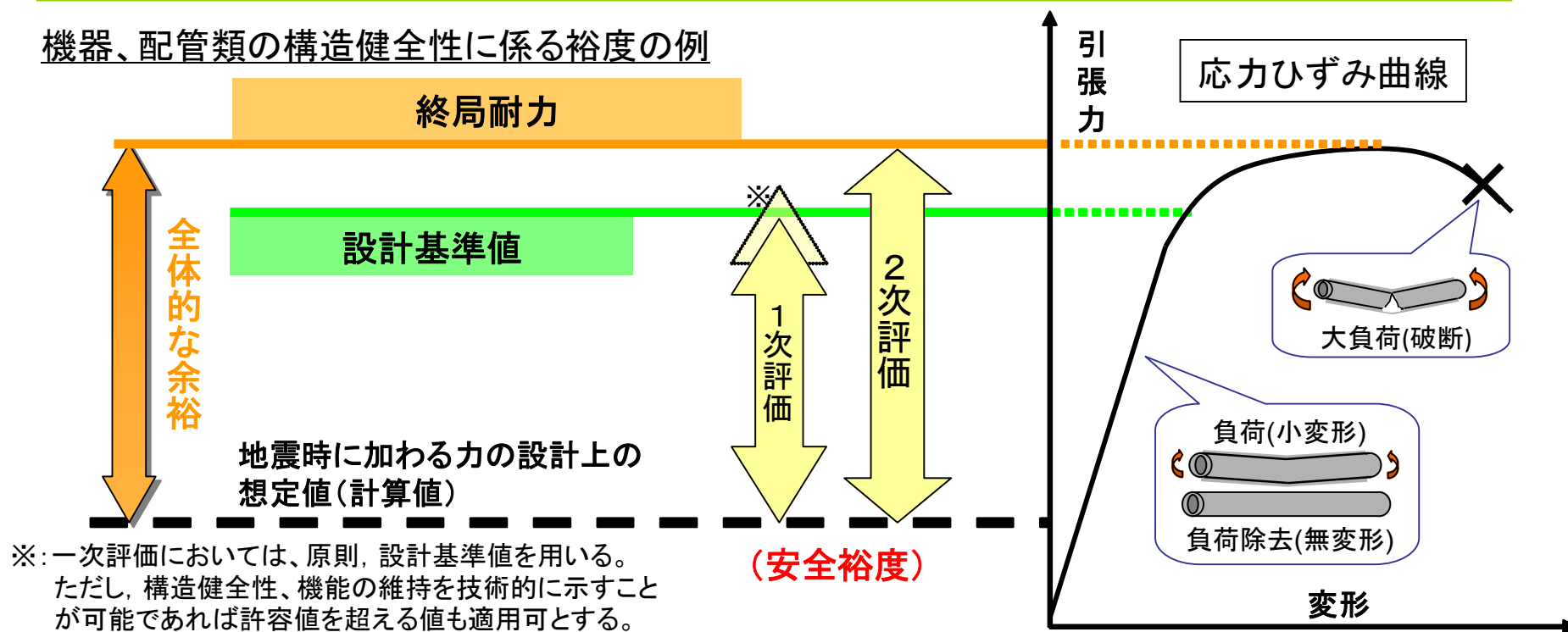
II 対象設備の裕度評価①

③ 評価対象設備について、安全余裕を評価(地震評価の場合)

地震における機器毎の裕度評価

- 基準地震動 S_s で安全機能の機器に加わる力などを評価し、当該機器が機能を維持できる許容値と比較して、裕度を評価
- 許容値は、一次評価では、原則設計基準値を適用、二次評価では、構造健全性や機能が実際に失われる値(終局耐力)を適用

機器、配管類の構造健全性に係る裕度の例



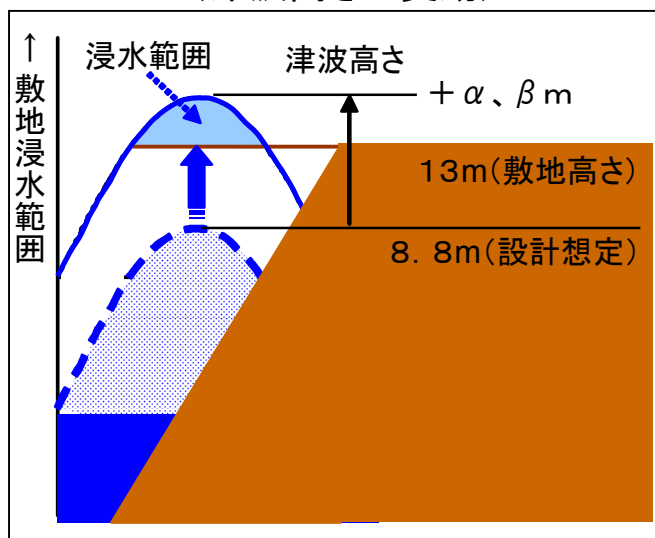
II 対象設備の裕度評価②

③ 評価対象設備について、安全余裕を評価（津波評価の場合）

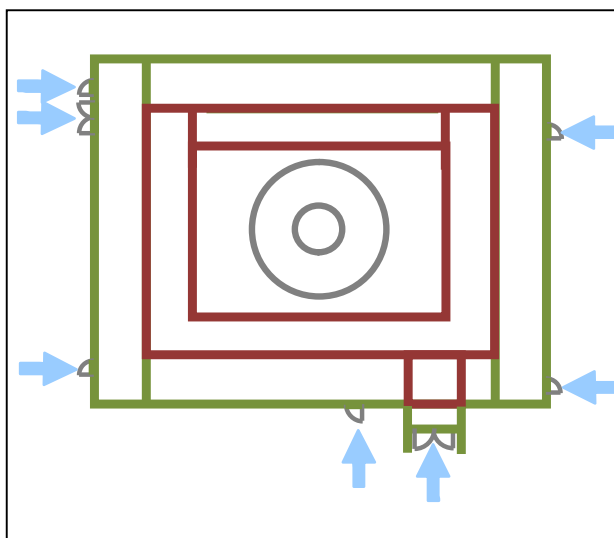
津波における機器毎の裕度評価

- 津波高さを大きくしていくと敷地高さを超え浸水
- 安全機能の機器設置高さとは津波高さの比較から機能喪失する津波高さを評価、建屋内は機器設置高さとは流入する海水の浸水高さから評価
- 評価にあたっては扉の水密対策などを考慮

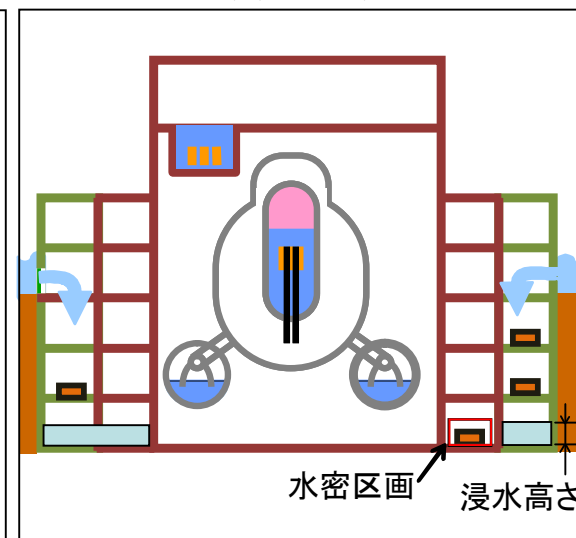
敷地への浸水
(津波高さの変動)



原子炉建屋(1階)外扉からの浸水
(平面図)



原子炉建屋内への浸水
(断面図)



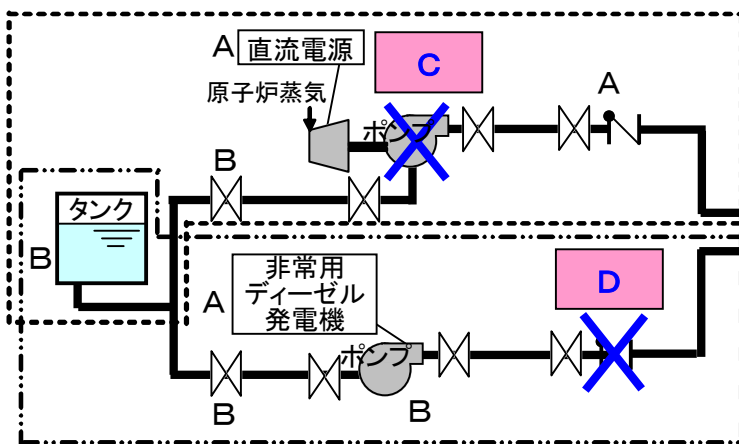
Ⅲ 発電所全体の裕度評価①

④-1 燃料の重大な損傷を防止する各シナリオが機能できなくなるまでの安全裕度を評価

安全機能の裕度

注) 裕度の大きさは
D < C < B < Aを仮定

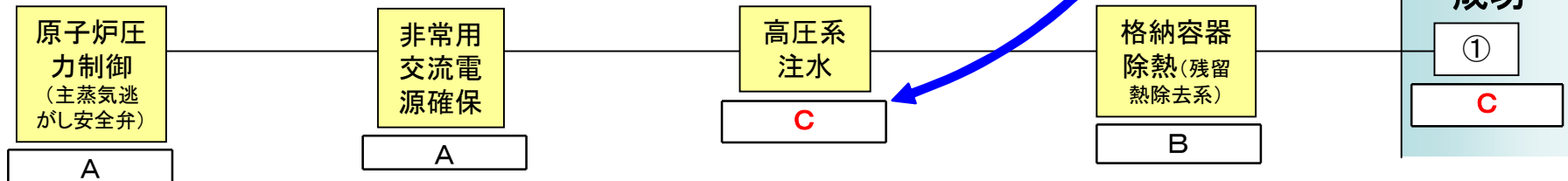
《システムの裕度》
一つの機器損傷で機能喪失
→ 裕度が最小の機器の値が当該システムの裕度となる



《高圧系注水の裕度》
両系統のどちらかが機能すれば安全機能が達成
→ 裕度が最大の系統の値が安全機能の裕度となる

シナリオの裕度

燃料の重大な損傷を防止する安全機能(例)

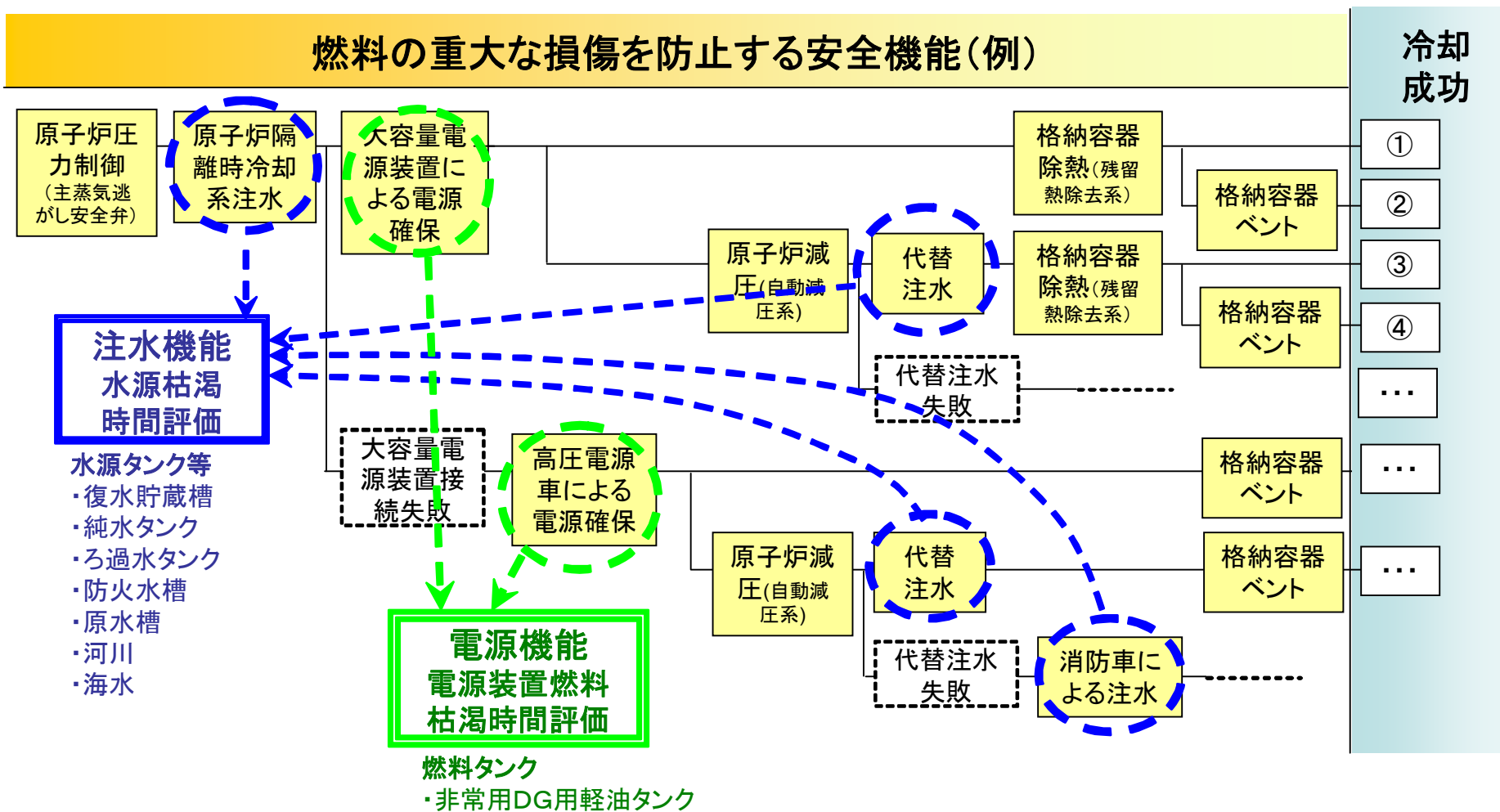


《シナリオの裕度》
安全機能がすべて機能することによりシナリオが成立
→ 裕度が最小の安全機能の値が当該シナリオの裕度となる



Ⅲ 発電所全体の裕度評価③

⑤-2 発電所外部からの支援を得られないとの条件で、燃料の重大な損傷を防止する注水機能に着目し、これをサポートする水源や電源などを評価する。



Ⅲ 発電所全体の裕度評価④

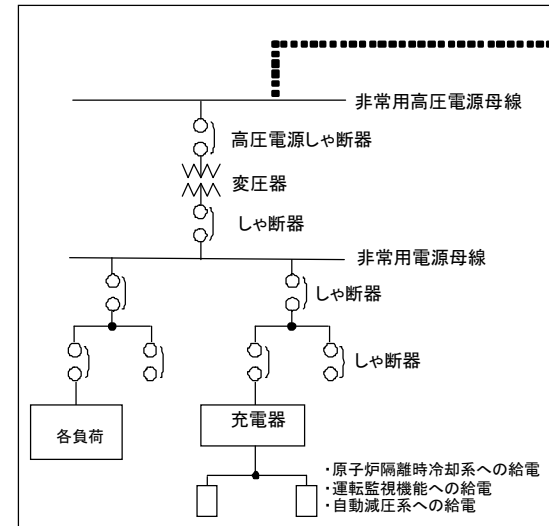
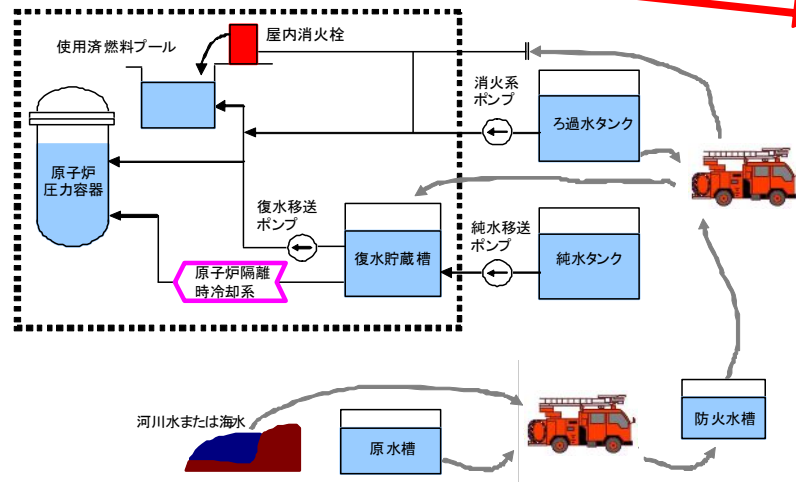
注水機能 水源枯渇時間評価(例)

【原子炉】		起回事象発生からの時間
機能	種類	
注水機能	①復水貯蔵槽	←約8時間 <消防車を使用>
	②その他淡水タンク 純水タンク ろ過水タンク 防火水槽 原水槽	
	③河川水または海水	
【使用済燃料プール】		起回事象発生からの時間
機能	種類	
注水機能	①復水貯蔵槽	←約8時間 <消防車を使用>
	②その他淡水タンク 純水タンク ろ過水タンク 防火水槽 原水槽	
	③河川水または海水	

電源機能 電源装置燃料枯渇時間評価(例)

		起回事象発生からの時間
機能	種類	
電源機能	①直流蓄電池	←約8時間
	②大容量電源装置	
	③電源車	

緊急安全
対策により
追加された
安全機能



大容量電源装置



電源車

