

ここが問題 「新安全基準」の検討

原子力規制を監視する市民の会

2013/1/23 阪上 武

原子力規制委員会検討チーム

◆指針類の法制化

…原子炉安全設計審査指針

…安全評価指針

…耐震設計審査指針

◆シビアアクシデント基準の追加

◆バックフィット

…設置許可で要求される事項を既存炉にも適用

事故の分類

◆異常な過渡変化

…再循環ポンプの故障／主蒸気隔離弁の誤閉鎖／制御棒の異常な引抜き

◆事故

…冷却材喪失事故／主蒸気系配管破断事故／蒸気発生器伝熱管破断事故／制御棒落下事故

◆重大事故…放射能放出

◆仮想事故…放射能さらに放出

◆シビアアクシデント

…炉心溶融・核暴走・放射能大量放出

原子力規制委員会「新安全基準」検討チーム

＜原子力規制委員会委員＞更田 豊志

＜外部専門家＞阿部 豊／勝田 忠広／杉山 智之／山口 彰／山本 章夫／渡邊 憲夫

＜原子力規制庁＞櫻田 道夫／安井 正也／山形 浩史／山田 知穂／山本 哲也

＜(独)原子力安全基盤機構＞阿部 清治／梶本 光廣／平野 雅司／舟山 京子

ここが問題！新安全基準の検討

1. スケジュール問題

- 7月末に向けて無理なペースで議論
- 1月中に骨子＜電力会社に便宜？＞
- 批判的な専門家や住民などからのヒアリングなし

2. 利益相反問題

…「現実的な規制」「詳細に踏み込まない規制」を
求める原子力関係の外部有識者

ここが問題！新安全基準の検討

3. 福島原発事故の検証が不十分

…地震による影響は？

…溶融炉心はどのくらいがどのように圧力容器外に出たのか？

…ブローアウトパネルの開閉→水素爆発防止と放射能放出防止の二律背反

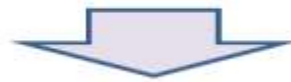
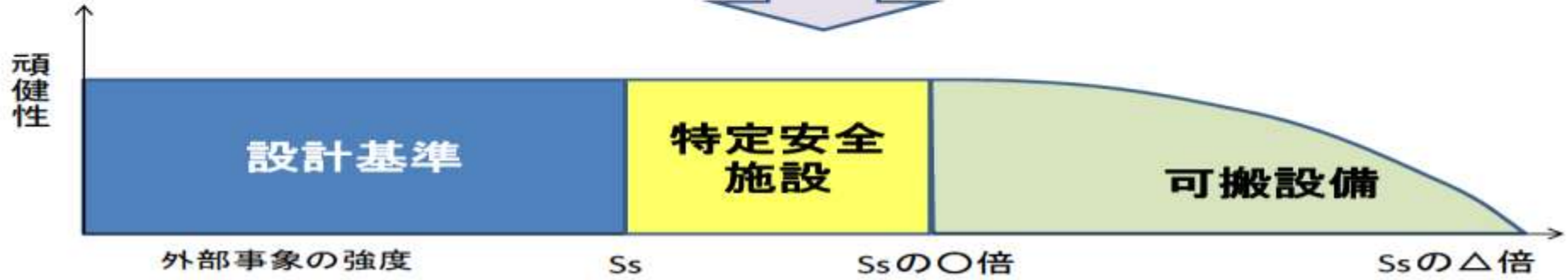
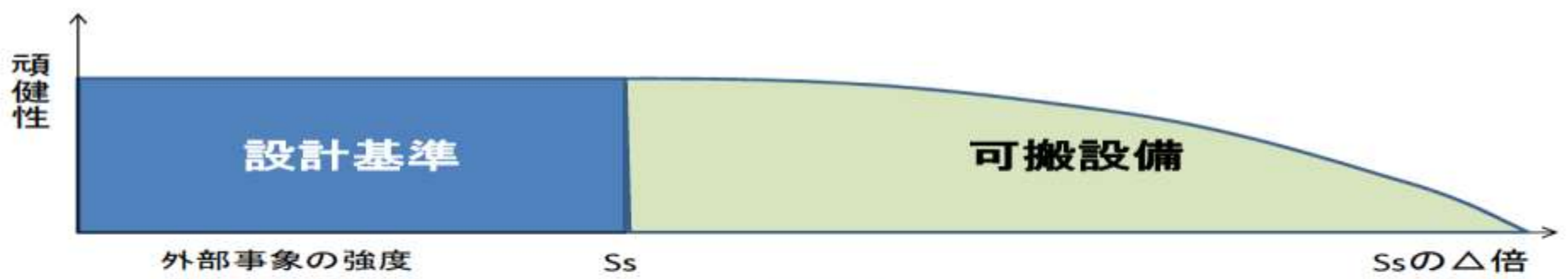
…格納容器はどこがどのように破損したのか？→格納容器の設計変更の必要は？

ここが問題！新安全基準の検討

4. シビアアクシデント基準の大問題

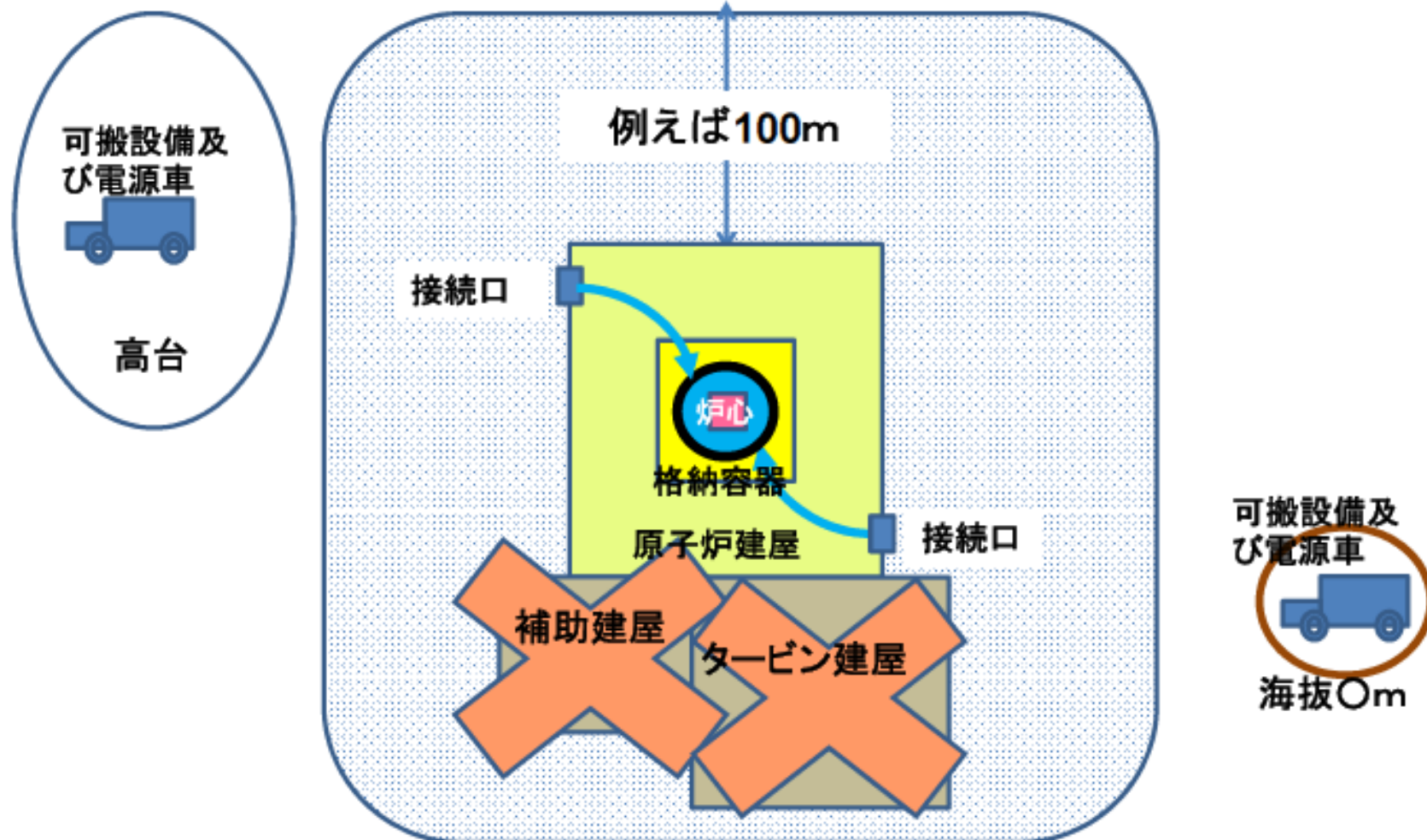
・最大の問題

- …シビアアクシデント基準を設計基準に含めない
- 応急の可搬施設による代替を許していいのか？
- 特定安全施設は航空機対策だけ？
- 航空機の衝突に耐えられるのか？
- 「六大事故」だけで網羅されるのか？



可搬設備等を中心とした対策の概念図

原子炉建屋外の設備に期待しない(但し、原子炉建屋から例えば100m以上離れれば期待可)



- ※ 可搬設備による注水のイメージ、電源車についても同様。
- ※ 米国では100ヤード(約91m)離れていれば、期待可としている。

2. (1). b. 恒設設備を中心とした対策(特定安全施設(仮称))

第7回会合資料2の改訂

(参考)特定安全施設の概念図(イメージ案)

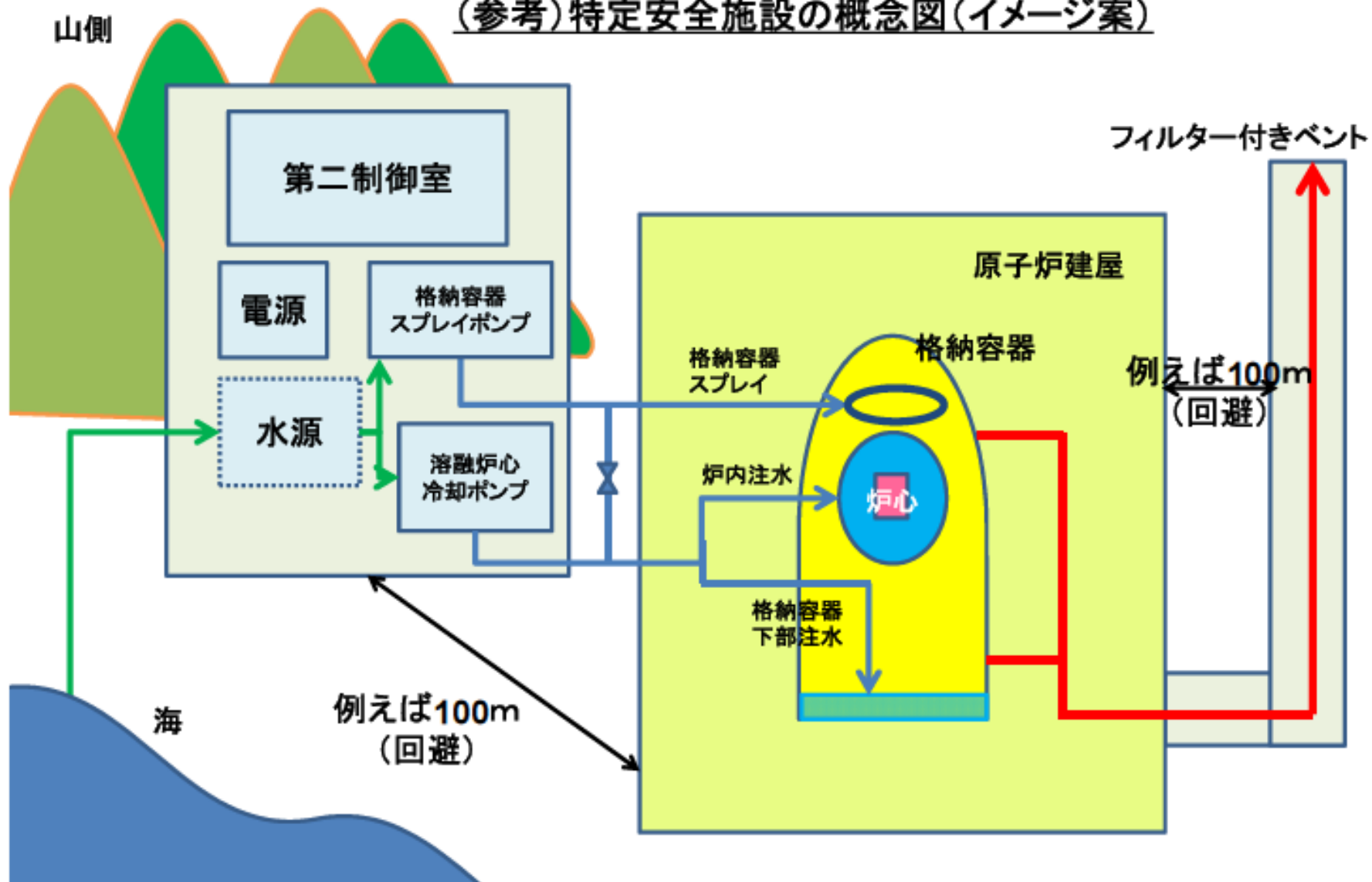
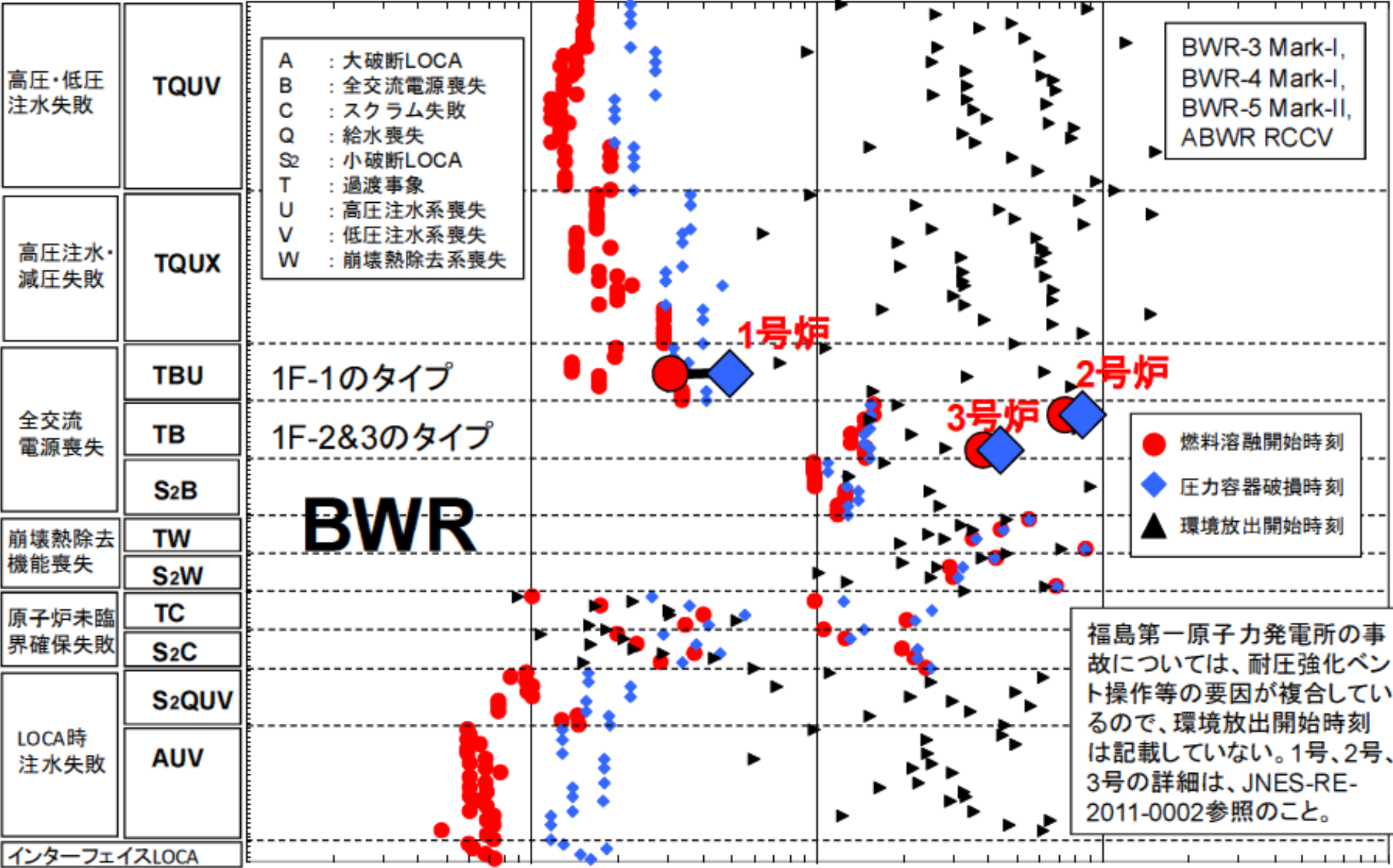


表3 格納容器破損モード等別SA対策一覧(BWR)(案)

格納容器破損モード等	SA対策の具体例					
	炉心損傷後					
	原子炉冷却材圧力バウ ンダリの減圧対策	原子炉冷却材低圧時の冷却 対策	格納容器下部に落下した 熔融炉心の冷却対策	格納容器の水素爆 発防止対策	格納容器の冷却・減圧・FP 除去対策	格納容器の除熱・減圧・FP除 去(最終ヒートシンク確保対 策)対策
高圧熔融物放出 (HPME) / 格納容器 雰囲気直接加熱 (DCH)	減圧用の非-SRVを作 動させる蓄圧ポンプ・電 源設備 and 作動空気を 高める等の措置 and 原子炉の手動減圧 【外部事象に対し頑 健な第二制御室から の強制減圧】		<格納容器下部注水用> 可搬式注水設備 (2n+2台) 【外部事象に対し頑 健な注水設備】			
熔融燃料-冷却材相 互作用		-		-	-	
格納容器直接接触						
水素燃焼	-	-	-	雰囲気不活性化 and 事故後長期的には、 水素濃度制御設備 or 水素排出設備	-	-
熔融炉心・コンクリート 相互作用	-	-	同上	-	-	-
雰囲気圧力・温度によ る静的負荷	-	<原子炉内燃料冷却用> 可搬式代替注水設備 (2n+2台) 【外部事象に対し頑 健な注水設備】	同上	-	<格納容器スプレー用> 可搬式代替注水設備 (2n+2台) 【外部事象に対し 頑健な注水設備】	フィルタ・ベント (適切なFP除去能力が必要) 【外部事象に対し頑健な上 記の多重化又は多様化 (例えば、D/Wクーラ)】
原子炉建屋等の水素 爆発						

表4 格納容器破損モード等別SA対策一覧(PWR)(案)

格納容器破損モード等	SA対策の具体例					
	原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧対策	原子炉冷却材低圧時の冷却対策	格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却対策	格納容器の 수소爆発防止対策	格納容器の冷却・減圧・FP除去対策	格納容器の除熱・減圧・FP除去(最終ヒートシンク確保)対策
高圧溶融物放出(HPME)/格納容器雰囲気直接加熱(DCH) 格納容器直接接触 溶融燃料-冷却材相互作用	加圧器溢し弁を作動させる窒素ポンプ・電源設備 and 作動空気を高める等の措置 and 原子炉の手動減圧 【外部事象に対し頑健な第二制御室からの強制減圧】	-	-	-	-	-
水素燃焼	-	-	-	(必要な炉型について) 水素濃度制御設備 (必要な炉型について) 【外部事象に対し頑健な水素濃度制御設備】	-	-
溶融炉心・コンクリート相互作用	-	-	<格納容器下部注水用> 可搬式注水設備(2n+2台) 【外部事象に対し頑健な注水設備】	-	-	-
雰囲気圧力・温度による静的負荷	-	<原子炉内燃料冷却用> 可搬式代替注水設備(2n+2台) 【外部事象に対し頑健な注水設備】	同上	-	<格納容器スプレー用> 可搬式代替注水設備(2n+2台) 【外部事象に対し頑健な注水設備】	CVケーシング及び車載代替HRS 【外部事象に対し頑健なフィルタ・ベント】(適切なFP除去能力が必要)



事故開始からの経過時間 (h)

ここが問題！新安全基準の検討

5. 設計基準も問題だらけ

- 火災の備えは「オフィスビル並み」
- 「多重性」の不備を許してきた例外規定
- 外部電源の確保はできるのか
- 制御棒の挿入に失敗したとき！
- 単一故障の仮定だけでよいのか

火災防護に係る設計要求の整理 (11/21 第4回検討チーム会合資料1-1)

- 火災防護対策の有効性を評価するため、海外において一般的に要求されている火災影響評価について、その実施を要求する。
- 現状において、3方策の間での代替可能性を火災影響評価により評価することは困難と考えられることを踏まえ、3方策の組み合わせではなく、3方策のそれぞれについて独立して要求を満足することを求める。
- 既設プラントのみに対し不燃性、難燃性ケーブルの代替として延焼防止剤を塗布したケーブルの使用を容認していることについては、バックフィット制度が導入されたことを踏まえ、新基準においては、原則として不燃性、難燃性ケーブルの使用を要求する。

不燃性、難燃性ケーブル以外のケーブルを使用する場合には、火災防護対策として不燃性、難燃性ケーブルに要求される性能と同等以上の性能を有することが実証試験等により証明されることを条件とする。

- 火災の進展に連れ、安全系の複数の機器が誤作動、誤表示を起こし、プラントの安全性が確認できない状態に陥った。
- 火災は、原子炉建屋とケーブル処理室を連絡する貫通部の気密性試験のために使用した1本のローソクによって発生した。
- 重大な事態に至った要因としては、①貫通部のシール材として、可燃性の発泡ポリウレタンが使用されていたこと、②燃焼し易い絶縁材や被覆材のケーブルが使われていたこと、③貫通部に布設されたケーブルに対して系統分離が行われておらず、損傷が多系統に及んだこと、などが挙げられた。
- 発火から消火まで8時間を要し、安全系に属する628本を含む合計1600本を超える数のケーブルが焼損した。

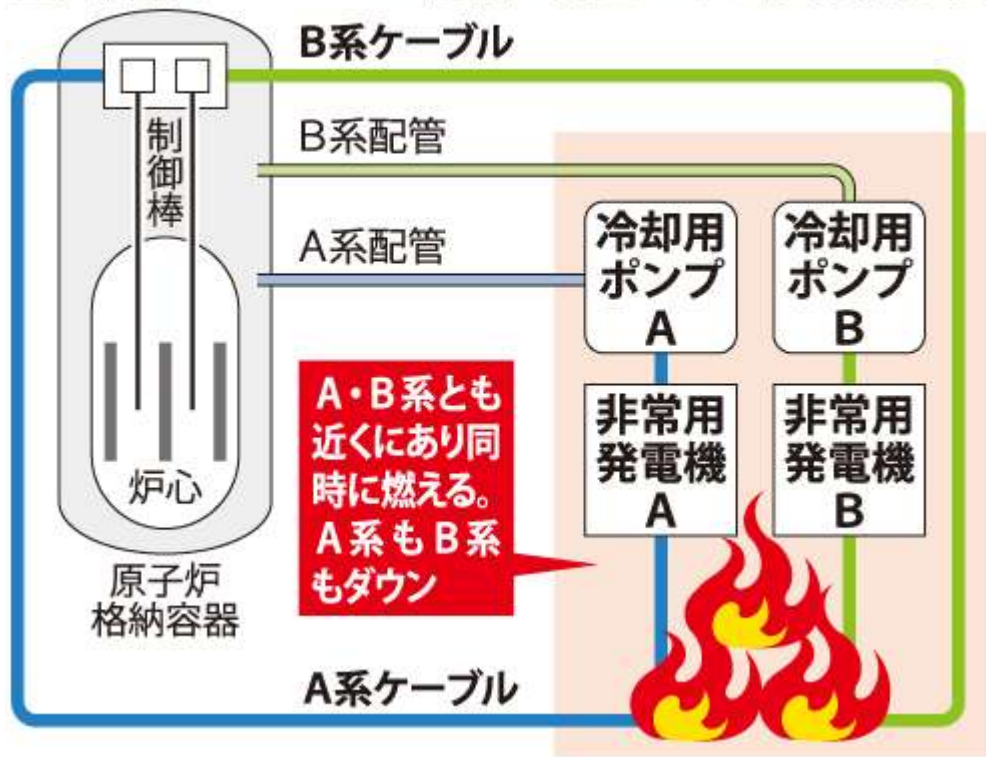


米国の火災防護規制強化のきっかけとなったBrowns Ferry 1号機のケーブル火災(1975年3月22日発生)



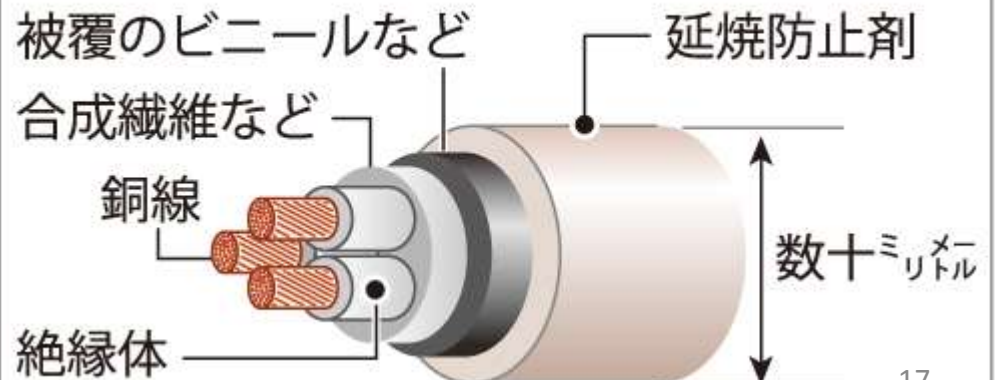
BF 1の火災の一因となったケーブル・トレイ貫通部のシール材の例

重要機器やケーブルが近接し問題がある原発(概念図)



毎日新聞 1月1日付

延焼防止剤を塗った可燃性ケーブル



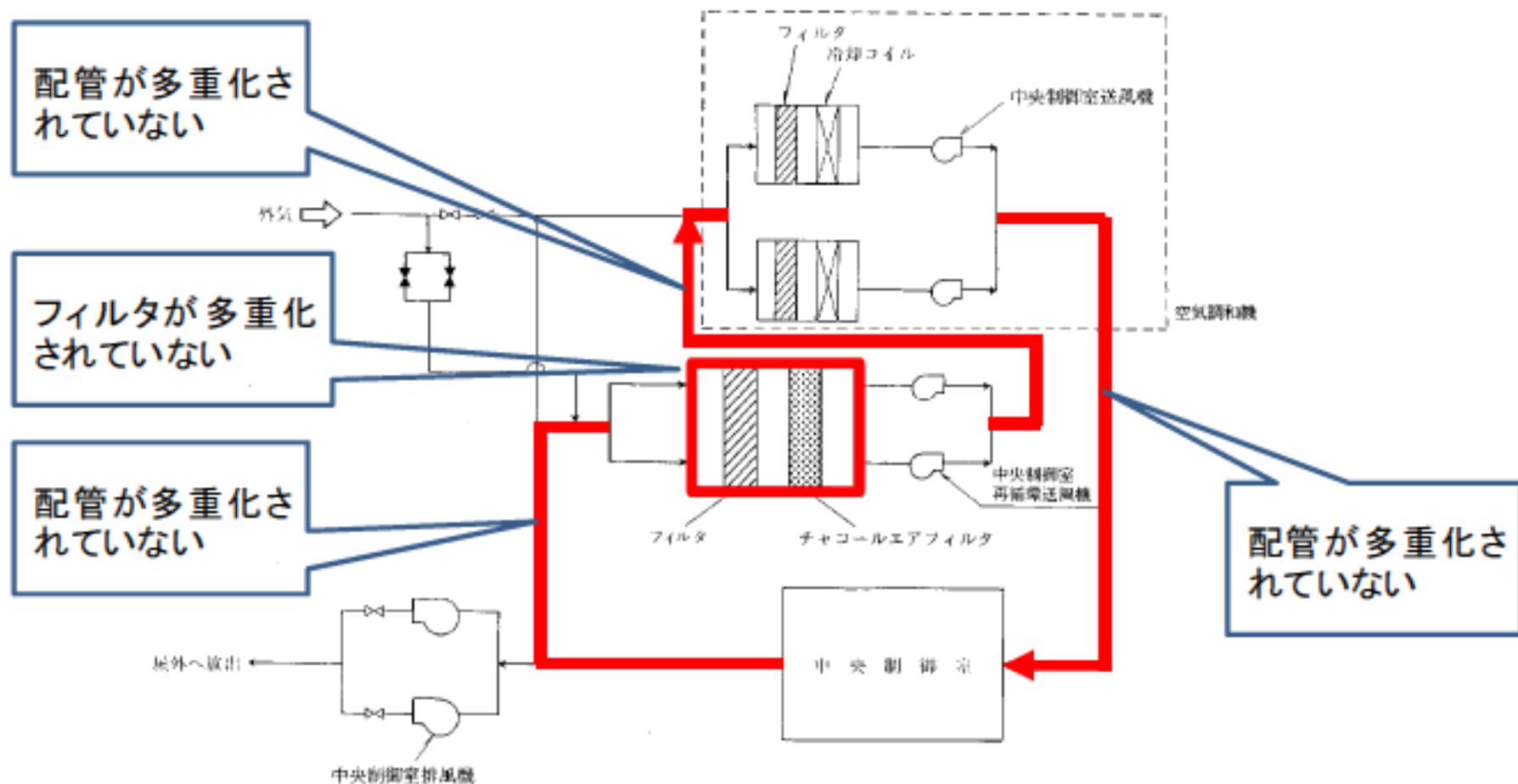
単一故障の仮定の運用の現状

・「想定される静的機器の単一故障」

- 対象となる構築物、系統及び機器が、その単一故障が安全上支障がない期間内に除去又は修復できる場合、又は、その故障の発生確率が十分低い場合には、その単一故障を仮定していない。(多重性又は多様性及び独立性を備えた設計としていない。)
- 平成2年8月より前に原子炉設置許可を受けた原子炉施設に対しては、対象となる構築物、系統及び機器が、省令62号の解釈(第8条の2(安全設備))において、信頼性が高く、適切に運転管理等の対応がなされている場合には、その機能、構造及び動作原理を考慮して、(単一故障を仮定して、多重性又は多様性及び独立性を備えていなくても)多重性又は多様性及び独立性を有するものとみなしている。

単一故障が仮定されず、多重化されていない 静的機器の例(4/4)

(BWR/PWR共通) 中央制御室換気空調系フィルタ及び配管(循環ライン)



多様性に係る設計要求の整理 (11/21 第4回検討チーム会合資料2-3)

- これまで、多重性又は多様性が要求される重要度の特に高い安全機能を有する系統は、基本的に多重化による対応がとられていると考えられる。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故から、設計基準を超える津波に対する最終ヒートシンクの喪失等の特定の機能喪失モードに対しては、位置的分散による独立性の確保だけでは不十分であり、代替電源設備(空冷ガスタービン発電機)、代替ヒートシンク設備(フィルターベント)などといった多様性を備えた代替手段を要求する必要がある。
- したがって、多重性又は多様性を選択する際に、共通要因による機能喪失が、独立性のみで防止できる場合を除き、その共通要因による機能の喪失モードを特定し、多様性を求めることを明確にする。

安全設計審査指針

【本文】

指針9. 信頼性に関する設計上の考慮

1. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度に応じて、十分に高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計であること。
3. 前項の系統は、その系統を構成する機器の単一故障の仮定に加え、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能が達成できる設計であること。
2. 重要度の特に高い安全機能を有する系統については、その構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であること。

骨子案

【基本的要求事項】

1. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度に応じて、十分に高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計であること。
2. 重要度の特に高い安全機能を有する系統については、その系統を構成する機器の単一故障の仮定に加え、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能が達成できる設計であること。
3. このため、前項の系統は、その構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であること。ただし、共通要因又は従属要因による機能喪失が独立性のみで防止できない場合には、その共通要因又は従属要因による機能の喪失モードに対する多様性及び独立性を備えた設計であること。

【要求事項の詳細】・・・追記

「多重性又は多様性」については、複数の系統又は機器として、いずれを選択することとしても良い。

安全設計審査指針

【本文】

指針27. 電源喪失に対する設計上の考慮

原子炉施設は、短時間の全交流動力電源喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却を確保できる設計であること。

2. 外部電源系は、2回線以上の送電線により電力系統に接続された設計であること。

骨子案

【基本的要求事項】

原子炉施設は、一定時間の全交流動力電源喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却、原子炉格納容器の健全性を確保できる設計であること。

2. 外部電源系は、独立性を有する異なる2以上の変電所に接続する2回線以上の送電線により電力系統に接続され、かつ、これらの回線のうち少なくとも1回線は他の回線と物理的に分離した設計であること。また、複数の原子炉施設が設置される原子力発電所においては、いかなる2回線が喪失しても、それら原子炉施設が同時に外部電源喪失にならない設計であること。

反応度制御系、原子炉停止系を構成する系統の有する機能

		臨界停止		臨界未満の維持		反応度の制御	
		高温	低温	高温※	低温	高温	低温
PWR	制御棒	○	×	○	×	○	○
	化学体積制御系	○	○	○	○	○	○
BWR	制御棒	○	○	○	○	○	○
	ほう酸注入系	○	○	○	○	×	×
	原子炉再循環流量制御系	×	×	×	×	○	○

※指針の解説において、過渡状態が収束した後、キセノン崩壊により反応度が添加されるまでの期間とされている。また、それ以降については、他の系統の作動を期待して良いとされている。

ここが問題！新安全基準の検討

6. どうなる？立地審査指針

…法制化せず？無視？

原則的立地条件	基本的目標	立地審査の指針	新基準における整理
<p>a-1. 大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと。</p>			<ul style="list-style-type: none"> 地震、津波については、地震、津波に係る新基準により対応(設置許可の可否として判断) 新基準において、評価すべき外部事象の範囲を拡大し対応(設置許可の可否として判断)
<p>a-2. 原子炉は、その安全防護施設との関連において十分に公衆から離れていること。</p>	<p>b-1. 敷地周辺の事象、原子炉の特性、安全防護施設等を考慮し、技術的見地からみて、最悪の場合には起るかもしれないと考えられる重大な事故(以下「重大事故」という。)の発生を仮定しても、周辺の公衆に放射線障害を与えないこと。</p>	<p>c-1. 原子炉の周囲は、原子炉からある距離の範囲内は非居住区域であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 仮想事故を、原子炉格納容器の性能評価に際しての想定事故とする(敷地境界の線量に対する判断基準により対応)。 シビアアクシデント対策の有効性評価により対応。
<p>a-3. 原子炉の敷地は、その周辺も含め、必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じる環境にあること。</p>	<p>b-2. 重大事故を超えるような技術的見地からは起るとは考えられない事故(以下「仮想事故」という。(中略))の発生を仮想しても、周辺の公衆に著しい放射線災害を与えないこと。</p> <p>b-3. 仮想事故の場合には、集団線量に対する影響が十分に小さいこと。</p>	<p>c-2. 原子炉からある距離の範囲内であって、非居住区域の外側の地帯は、低人口地帯であること。</p> <p>c-3. 原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離だけ離れていること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> シビアアクシデント対策の有効性評価において、放射性物質の総放出量に対する判断基準により対応²⁴