

# 原子力安全部会福島事故セミナー第2回 認識及び論点

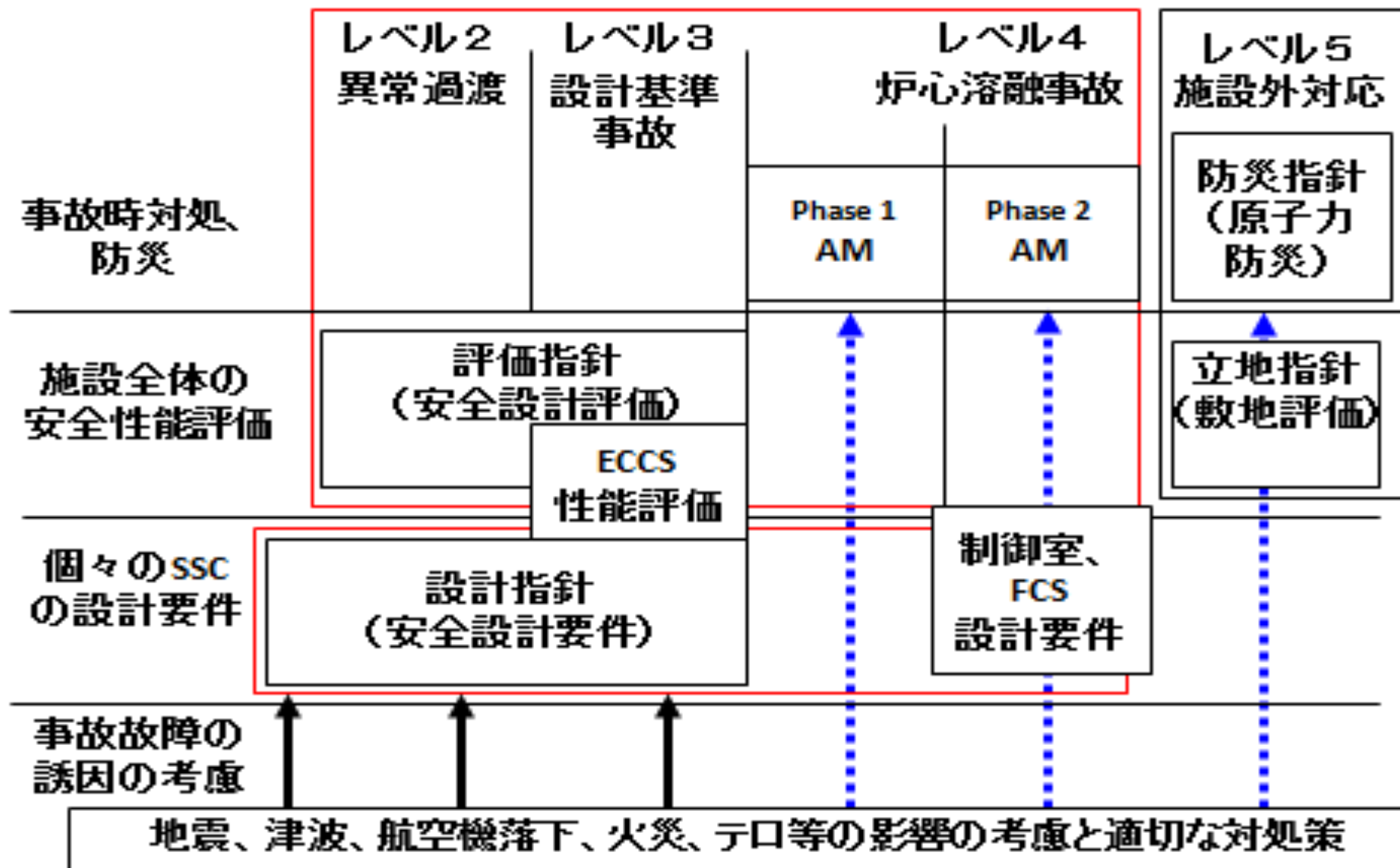


図1 安全確保策と深層防護の関係

# 福島事故によって 再確認されたことと欠けていたこと(1)

- 「深層防護 (Defense in Depth)」の重要性を再認識
  - しかし、各段の安全対策には脆弱性があった。
- 原子力安全は安全設計と安全管理 (マネジメント) によって担保されるが、深層防護の後段に行くほど安全管理の役割が大きくなるはず。そうした前提の下で、
  - シビアアクシデント (SA) に対しては、安全管理を助けるものとの位置づけで設計を考えるべきではなかったか？ (→ 論点 1)
  - SA 対策の分野で、設計と管理の役割分担、あるいは、設計者と運転者の理解の共有はどうあるべきか？ (→ 論点 1)

## 福島事故によって 再確認されたことと欠けていたこと(2)

- 具体的に考えられることについては、具体的な安全対策と規制が必要
  - 従来 of 安全対策や規制は、事故や故障の誘因によって事故進展や事故影響が変わることを十分には考慮していなかった。外的誘因については、個別にその影響を考慮することが必要。(→論点4)
- 具体的に考えるのが困難なこと(テロ等)についても、何らかの対策が必要
  - 安全設計だけでなく、オンサイト、オフサイトの対応まで含めての総合的対応が必要。(→論点1)

## 福島事故によって 再確認されたことと欠けていたこと(3)

- シビアアクシデント(SA)対策の重要性を再認識
  - 実際のSA条件下でのアクシデントマネジメント(AM)の困難さについては認識が不十分だった。
- SA対処まで含めての最適設計はどうあるべきか
  - 設計基準事故(DBA)で安全側に想定したことがSAでは逆のことがある。DBA対処からSA対処まで通しての最適設計を考えるべき。(→論点2)
  - 水位計はSA条件下では正しい値を示さないこともわかった。(→第3回セミナーでの論点)
  - 制御室の居住性にも問題があった。

## 福島事故によって 再確認されたことと欠けていたこと(4)

- 「共通原因故障」対策の重要性を再認識
  - 地震を除き、「外的事象」についての安全対策や規制に具体性が欠けていた。(→論点4)
  - 外的事象については、経験(歴史地震、歴史津波などのデータを含む)を超える「低頻度事象」についての対策が不十分であった。(→論点5)
- 安全設計における「多様性」の重要性を再認識
  - 「機器配置の多様性」なども必要。
  - どのような多様性を考えるべきか、どれほどの多様性であれば十分か、マネジメントまで含めて考えるべきか等の検討課題がある。

## 福島事故によって 再確認されたことと欠けていたこと(5)

- 原子炉に直結しない設備の設計要件も必要
  - 使用済み燃料プールの設計基準やAM
  - 外的誘因に対する防護設計(防潮堤、水密扉など)
  - 情報伝達に必要な設備(SPDSなど)
  - 環境モニタリングのための設備(→外的誘因に係るものは論点4及び5、他は第4回セミナーでの論点)
- 防災対策の重要性を再認識
  - 我が国の原子力防災は実効性が低かった。
  - 住民への情報伝達にも問題があった。(→第4回セミナーでの論点)

# 福島事故によって 再確認されたことと欠けていたこと(6)

- 性能規定化やリスク情報・安全目標の活用が必要
  - 規制は性能要求を示し、事業者は具体策を示すべき。(→論点3)
  - 内的事象(ランダム事象)と地震以外にPSAは実施されず。リスク情報の活用も、耐震指針の強化以外、ほとんどなされず。
- 外的誘因に対する防護設計についての判断基準について検討が必要。(→論点6)
  - 種々の外的誘因(地震、津波、航空機落下、火災、テロ、・・・)に対し、原則としては共通の考え方が必要。
  - その上で、個々の外的誘因は個々の影響をもたらす、必要な設備も異なること等を考えて、対応が必要。



## 今回セミナーでの論点

- 論点1: 設計とマネジメントの関係を明確にし、また、外的事象やSAまで対象としての、包括的な安全対策はどうあるべきか。深層防護の後段ほど、設計以上にマネジメントの役割が大きい。まずマネジメントのあり方を考え、しかる後に設計要件を考えるべきではないか。
- 論点2: 設計における「相反性」をどう考えるか。
- 論点3: 実際に有用なAM策及びそのための設備の整備を図るべきではないか。

## 今回セミナーでの論点(続き)

- 論点4: それぞれの外的誘因を考慮しての安全対策と規制が必要ではないか。
- 論点5: 外的誘因については、経験データでカバーされない低頻度事象にも対策が必要ではないか。
- 論点6: それぞれの外的誘因を考慮したとしても、目指すべき共通の安全レベルがあるのではないか。また、確率論的安全評価と決定論的ルールとの関係を再確認して基準を策定するべきではないか。

論点1： 設計とマネジメントの関係を明確にし、また、外的事象やSAまで対象としての、包括的な安全対策はどうあるべきか。深層防護の後段ほど、設計以上にマネジメントの役割が大きい。まずマネジメントのあり方を考え、しかる後に設計要件を考えるべきではないか。

- 従来のSA対策は、設計基準内の安全性に悪影響を及ぼさないことを前提としてなされていた。しかし一方、福島事故の教訓だけに基づいて本来の設計基準事象を蔑ろにするのも合理性を欠く。外的事象対策、SA対策を含め、最適な安全対策はどう考えたら良いか？

## 論点1： 包括的な安全対策のあり方(続き)

- プラント設計を幾ら頑健にしても限界がある。安全設計だけでなく、オンサイト、オフサイトの対策を含めた総合的な体制を考えた上で、プラント設計の強化・改善を図るべきではないか？

## 論点2: 設計における「相反性」をどう考えるか。

- 1号機の非常用復水器(IC)は冷却材喪失事故(LOCA)を防ぐための、破断検出回路動作(直流喪失による発信)により隔離。結果として炉心冷却の喪失となった。
- 格納容器ベントは、隔離機能重視でラプチャーディスクを設置し、フェイルクローズ設計としてAO弁を採用したため、事故状況下での開操作が困難だった。
- スリーマイル島事故時の加圧器逃し弁(PORV)とも共通の問題。開くことを優先すれば閉じることに失敗しやすく、閉じることを優先すれば開くことに失敗しやすい。「相反性」を考慮したうえでの最適設計はどうあるべきか？

### 論点3： 実際に有用なAM策及びそのための設備の整備を図るべきではないか。

- AM設備は、設計基準を超えた想定 of 難しい事態でのマネジメントが目的。詳細な仕様規格を定めて適用することは適切でない。
- 規制側は性能要求を明示し、その具体化は事業者の自主的考案によるべきではないか。

## 論点4： それぞれの外的誘因を考慮しての 安全対策と規制が必要ではないか。

- 現行設計指針では、考慮すべき外的誘因は明記しているものの、地震を除き、個々の外的誘因に対しての設計要求は必ずしも具体的でない。全体として、故障はランダムに起きるという発想で書かれている。
- 深層防護の第1のレベル「機器の信頼性確保」ではある程度外的誘因を考えているものの、後段のレベルでは外的誘因の影響を考えていない。後段まで対象として、有意なすべての外的誘因を考慮しての安全対策と規制を考えるべきではないか？

## 論点4： それぞれの外的誘因を考慮しての 安全対策と規制（続き）

- 「外的誘因についてのPSA」とか「外的誘因についてのストレステスト」など、安全対策や規制を考えるための手法は既に成熟しているのではないか？
- 外的誘因を包括的に考慮してのPSA(IPEEE)の実施が必要ではないか？
- PSAの手法としては、故障はランダムに起きると仮定する「内的事象PSA」と、故障は特定誘因によって起きるとする「外的事象PSA」がある。
- IPEEE: Individual Plant Examination of External Events



論点5: 外的誘因については、経験データ  
(歴史地震、歴史津波など)でカバーされない  
低頻度事象にも対策が必要ではないか。

- 耐津波設計は、土木学会の評価手法を用いて、自主的対応として実施。
- この評価手法が参照しているのは、400年の歴史津波だけ。

(参考)

- 原安委「設計指針」指針2:「予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件・・・を考慮した設計であること」
- 同・解説:「予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件」とは、「過去の記録の信頼性を考慮のうえ、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、統計的に妥当とみなされるものをいう」

## 論点5： 経験範囲外の外的誘因への対処(続き)

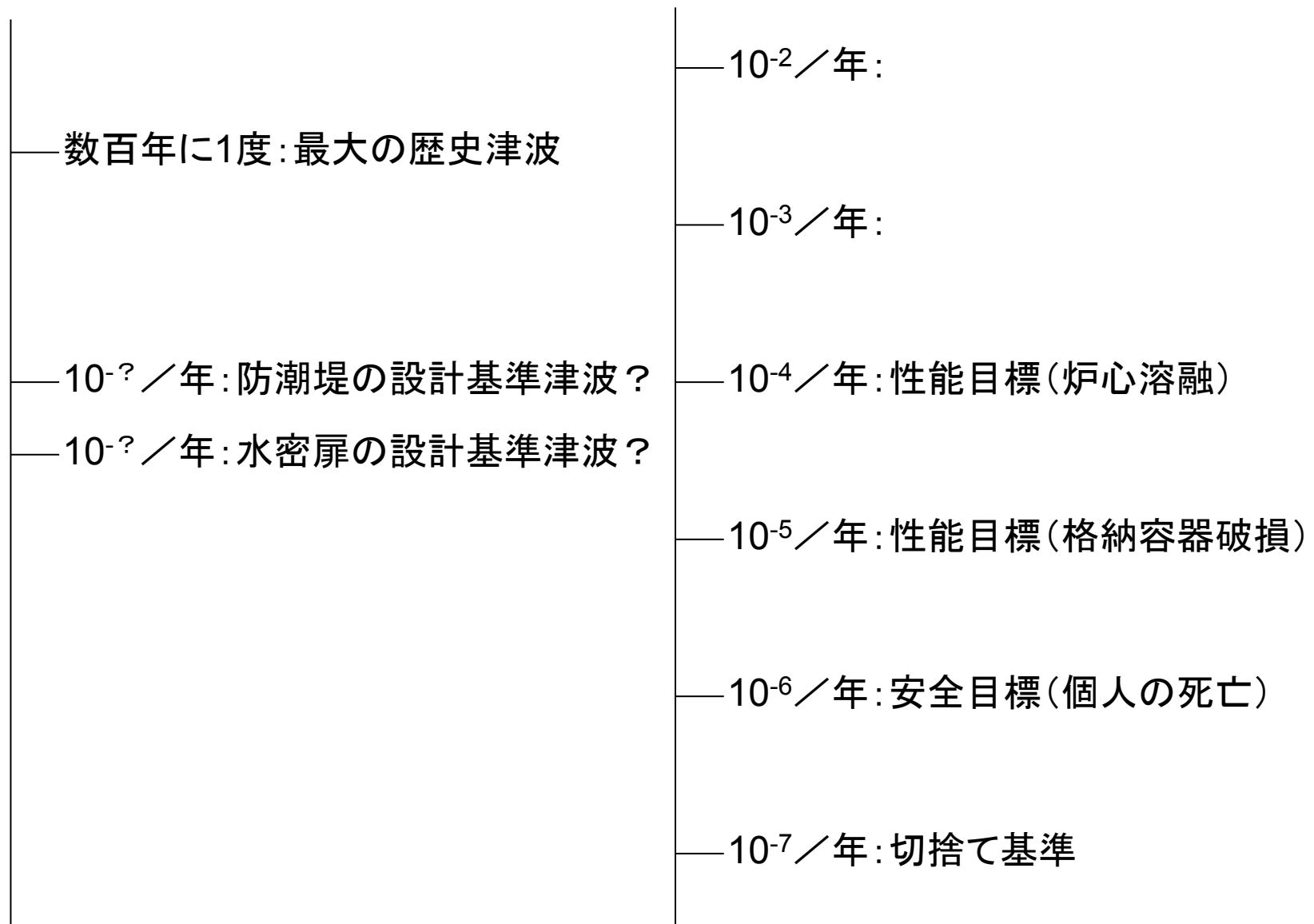
- 経験データを参照できる期間を超える外的誘因(低頻度事象)について、専門家の判断に基づいて対策を考えることが必要。

(参考)

- 原安委「設計指針」指針27:「原子力施設は、短時間の全交流電源喪失に対して、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」
- 同・解説:「長期間にわたる全交流電源喪失は、送電線の復旧または非常用交流電源設備の修復が期待できるので考慮する必要はない」

論点6: それぞれの外的誘因に対処する安全設計については、PSAの結果も参照して判断基準を策定するべきではないか。

- それぞれの外的誘因について、まずはハザードを評価し、それが一定値を超えるなら対策を施してリスクを適切に抑制するという考え方は共通ではないか？
- 定量的安全目標(個人の死亡リスク:  $10^{-6}$ /年)、原子力発電所の性能目標(格納容器破損頻度:  $10^{-5}$ /年、炉心損傷頻度:  $10^{-4}$ /年)を参考にすべきではないか？
- 耐津波設計として、防潮堤や水密扉(といったSSC)の安全要件を考えるに当たっては、
  - 各SSCについて設計基準ハザードを定めた上で、
  - 各SSCが満足すべき要件を定めることが必要なはず。



防潮堤や水密扉の設計基準津波はどう決める? 20