

島根原子力発電所2号炉 確率論的リスク評価 解説編(PRAとは?)

平成26年9月16日
中国電力株式会社

1. はじめに
2. PRA, リスクとは？（Ⅰ）
3. PRA, リスクとは？（Ⅱ）
4. 内部事象PRAの審査での位置付け（Ⅰ）
5. 内部事象PRAの審査での位置付け（Ⅱ）
6. PRA手法（内部事象, 外部事象とは？）
7. PRA手法（レベル1, レベル1.5とは？）
8. イベントツリー例
9. フォールトツリー例

1. はじめに

■ 本日の主な説明項目

- 内部事象PRA(出力運転時レベル1, 停止時, 出力運転時レベル1.5)は, 島根2号機の設備に特有な事故シーケンスグループ抽出の手段の一部として7月22日の審査会合で説明。
- 上記内部事象の他, 外部事象PRA(津波, 地震)は今後の審査会合で説明予定。
- 内部事象及び外部事象PRAの結果をうけて, 2号機特有な事故シーケンスグループを抽出。(今後の審査会合で説明予定)
- 今回のPRAの前提条件: 設計基準対象施設のみを考慮
(H4年~現在までのアクシデントマネジメント策, 緊急安全対策は考慮なし)
- 内部事象PRAの結果: ① 炉心損傷, 格納容器破損とも過渡事象起因が主
(LOCA及び外部電源喪失事象起因の発生頻度は小さい)

② 崩壊熱除去機能喪失の割合が支配的
(⇒崩壊熱除去機能喪失対策が必要)

2. PRA, リスクとは？ (I)

■ 確率論的リスク評価 (Probabilistic Risk Assessment)

- 原子力発電所など大規模で複雑なシステムについて, 発生し得るあらゆる事故を対象
- その事故の発生確率と発生した時の影響を推定・評価
- 原子力発電所の安全性, 信頼性を総合的, 定量的に評価

項目	確率論的リスク評価(PRA)	決定論的評価(設計基準事故解析)
評価対象	発生しうる起因事象およびその後の事象進展を網羅的に考慮	工学的見地から想定される代表的な事象と事象進展を考慮
故障の扱い	多重故障まで考慮	単一故障と外部電源喪失の考慮
評価条件	最適評価(Best Estimate)条件	結果が厳しくなるような保守的条件
結果の表現	定量的なリスクの程度	安全性の基準に対する適合性
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 決定論を補完する役割 ➢ 説明性・科学的合理性の向上 ➢ データベースの信頼性確保が課題 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 保守的な評価条件でプラントの挙動を解析(実挙動とは異なる) ➢ 定量的な安全余裕の評価が困難

3. PRA, リスクとは？ (Ⅱ)

■ リスク

* 工学上のリスク

- ある事象が発生する際の確率と, 発生時の影響度の組合せ
リスク(R) = 「事故の発生確率」(P) × 「被害の大きさ」(C)

* 原子力発電所のPRAが対象とするリスク

- 原子力発電所に起因する公衆の放射線被ばくのリスク
- リスクの主要因は重大な炉心損傷に至る事故
(シビアアクシデント)

4. 内部事象PRAの審査での位置付け(I)

〔基準:「实用発電用原子炉及びその附属施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則の解釈」第三章 重大事故等対処施設 第37条〕

▼規則第37条(重大事故等の拡大の防止等)

発電用原子炉施設は、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合において、炉心の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

▼解釈1-1(炉心の著しい損傷の防止)

第1項に規定する「重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合」とは、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対して原子炉の安全性を損なうことがないように設計することを求められる構築物、系統及び機器がその安全機能を喪失した場合であって、炉心の著しい損傷に至る可能性があるとして想定する以下の(a)及び(b)の事故シーケンスグループとする。～ (省略)

(a) 必ず想定する事故シーケンスグループ

(①BWR 高圧・低圧注水機能喪失等 : 全7項目)

(b) 個別プラント評価により抽出した事故シーケンスグループ

(①個別プラントの内部事象に関する確率論的リスク評価(PRA)及び外部事象に関するPRA～で評価を実施)

5. 内部事象PRAの審査での位置付け(Ⅱ)

重大事故等対処施設の有効性評価

〔炉心の著しい損傷の防止〕の例, 「原子炉格納容器の破損の防止」も同様〕

事故シーケンスグループ

(a) 必ず想定する事故シーケンスグループ

(b) 個別プラント評価により抽出した

事故シーケンスグループ

- 内部事象PRA
- 外部事象PRA

今回の
審査会合
説明

重大事故等対処施設の設備仕様, 手順

重大事故等対処施設の有効性評価(解析評価)

有効性判断基準

解釈 1-3, 1-5, 2-3, 3-2, 4-2

OK

重大事故等対処施設 有効性あり

6. PRA手法(内部事象, 外部事象とは?)

■ PRAの分類

◆ 起因事象による分類

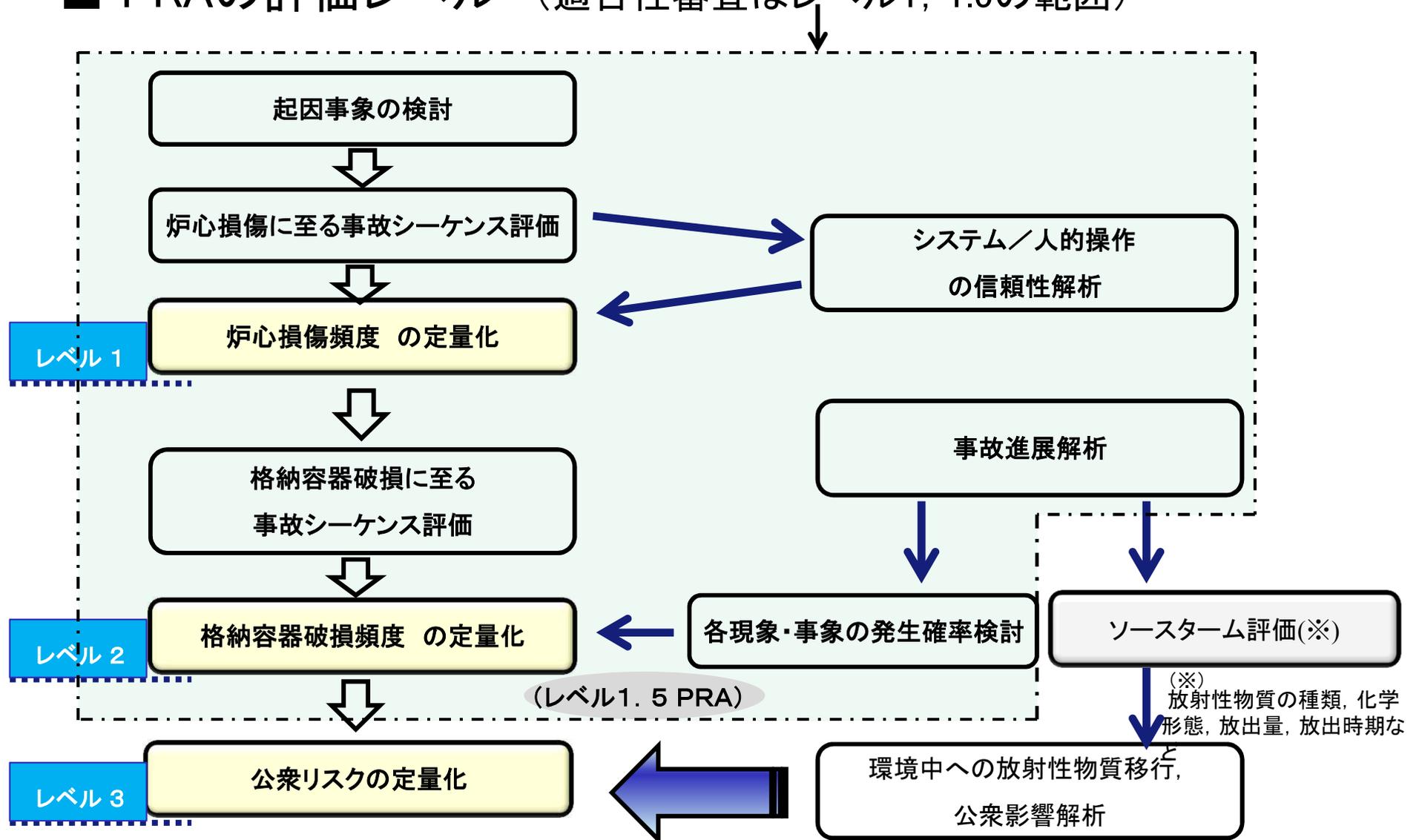
- ・ 内部事象: プラント内部で発生, 機器故障・運転員誤操作等原因
(内部火災, 内部溢水対象外)
- ・ 外部事象: プラント外部で発生, 地震・津波・火災等原因

◆ プラント出力状態による分類

- ・ 出力運転状態
- ・ 停止状態

7. PRA手法(レベル1, レベル1.5とは?)

■ PRAの評価レベル (適合性審査はレベル1, 1.5の範囲)



8. イベントツリー 例

■ 事故シーケンスの特定:

事故の起因事象を考え、その事象発生時に必要な事故防止対策の故障等が重畳し、炉心が損傷する様な重大な事故のシーケンスをツリーで表現し、それぞれのシーケンスの発生頻度(各炉心損傷頻度)を評価。

起因事象	事故防止対策		事故シーケンス	炉心損傷頻度
	止める(原子炉停止)	冷やす(原子炉注水)		
↑ 成功	↓ P _{stop}	↑ Pin 冷やす失敗 確率	停止成功 × 注水成功	○ (損傷なし)
			停止成功 × 注水失敗	$X_1 ((1-P_{stop}) \times P_{in})$
↓ 失敗	↑ 止める失敗 確率	↓ Pin	停止失敗 × 注水成功	$X_2 ((P_{stop}) \times (1- P_{in}))$
			停止失敗 × 注水失敗	$X_3 (P_{stop}) \times P_{in})$
炉心損傷頻度合計				$X_1 + X_2 + X_3$

9. フォールトツリー例

■ システムの故障原因の特定:

事故防止対策の機能喪失が、そのシステムを構成する機器のどのような故障の組合せで発生するのかをツリーで表現

