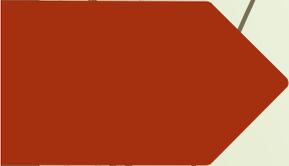


# 外的事象 P R A の拡張の 考え方と計画



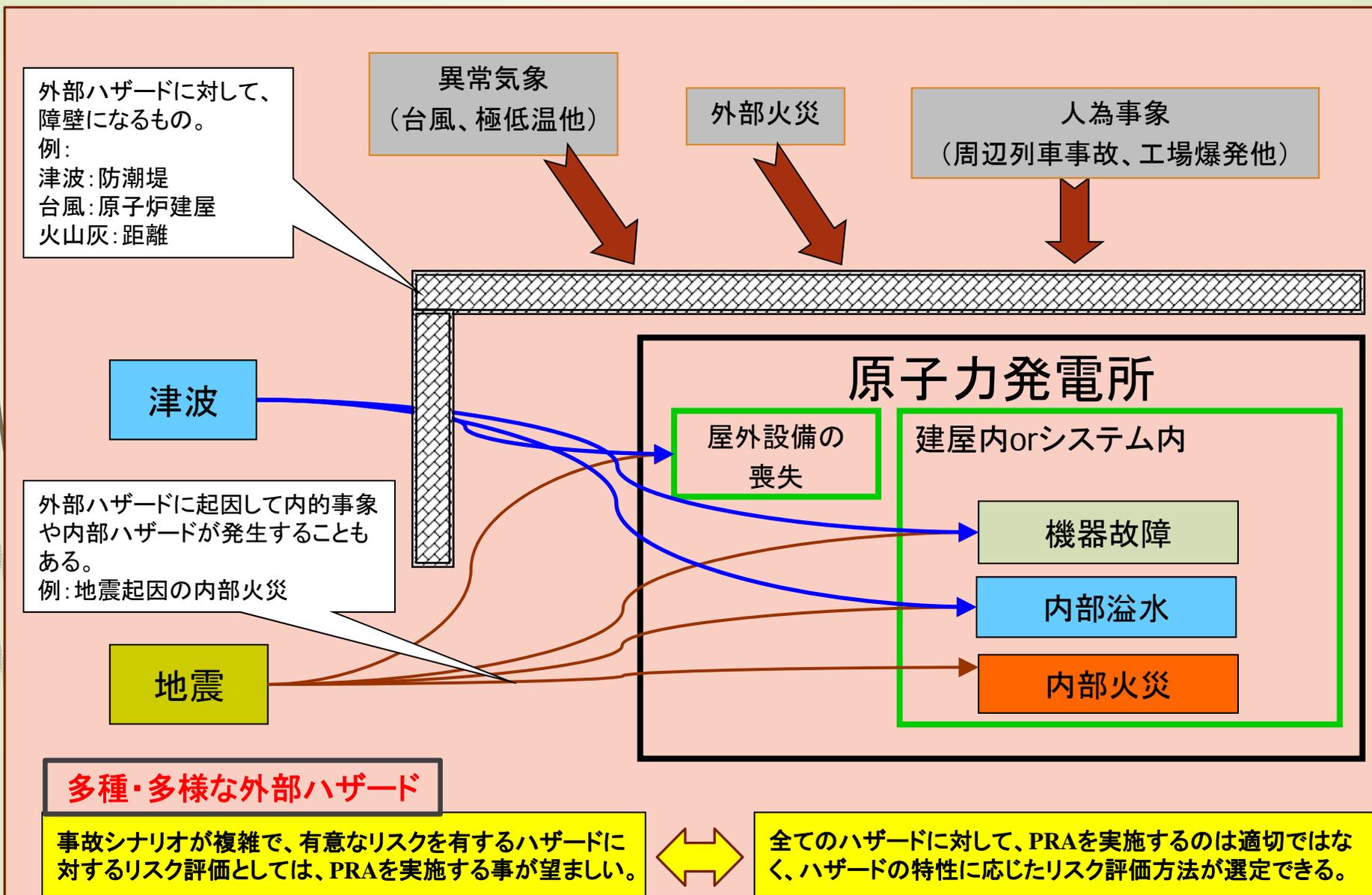
標準委員会リスク専門部会 幹事 成宮祥介  
(関西電力)

# リスク専門部会の取組方針

- ▶ 日本原子力学会 標準委員会 リスク専門部会では、確率論的リスク評価（Probabilistic Risk Assessment : PRA）の手法及びそれから得られるリスク情報を活用するための方法に関する標準を策定している。これまでに、運転中における内的事象及び主要な外的事象（地震、津波、内部溢水、火災）を対象としたPRA実施基準を策定してきた。
- ▶ しかし、特に外的事象には不確実さが大きく、そのリスクを評価し対策に役立てるには、より多種多様な外的事象を考慮して、PRA実施基準を整備することが必要である。また、停止時におけるリスク、レベル2への拡張、さらにSFPについても考慮する必要がある。
- ▶ そのための第一段階として、地震随伴事象のPRA標準や外的事象を対象としたレベル2PRA実施基準など、起因となる事象、および運転状態の拡張について、その優先順位を検討した。
- ▶ 加えて、地震、津波以外の外部ハザードについても、特性に応じた適切なリスク評価方法を選定するための実施基準の策定を進めた。



# 原子力発電所の脅威となるハザード



# ハザードに対するリスク評価手法の検討

## 外部ハザード

外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準

PRA等の詳細な  
リスク評価

決定論的な  
CDF評価

裕度評価

ハザード発生頻  
度分析若しくは  
影響度分析によ  
るリスク評価

定量的リスク評価実施に関する要件及び具体的な方法  
に関する実施基準もしくはガイドライン（策定検討中）

実施基準策定  
済

実施基準策定  
未

実施基準策定の  
優先順位を検討

# PRA実施基準策定検討対象

- 外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準の策定検討以前から、PRAによるリスク評価が特に有効であると考えられ、かつ、リスク上重要な事象と捉えた「内部火災」、「内部溢水」、「津波」、「地震」についてレベル1PRA実施基準を策定してきている。
- 上記に地震を起因として生じ得るそれらの複合事象を対象として、レベル（1～3）、運転状態（運転中、停止時）との組合せを整理し、標準制定の優先度を検討した。

| 外的事象   | 検討事項   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>内部火災</li><li>内部溢水</li><li>津波</li><li>地震</li><li>地震起因火災</li><li>地震起因内部溢水</li><li>地震随伴津波</li></ul> | レベル（1～3）、運転状態（運転中、停止時）との組合せを整理し、優先度を決定             |
| <ul style="list-style-type: none"><li>上記以外の外部ハザード（テロ等意図的な人為ハザードを除く）</li></ul>  | 「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定標準」によりPRAの要否（炉心損傷を対象）を含めて今後検討 |

# PRA実施基準制定検討範囲の整理

|     |    | 内的事象 | 外的事象 |      |    |    |          |          |        |
|-----|----|------|------|------|----|----|----------|----------|--------|
|     |    |      | 内部溢水 | 内部火災 | 津波 | 地震 | 地震起因内部溢水 | 地震起因内部火災 | 地震随伴津波 |
| 運転中 | L1 | *    | *    | *    | *  | *  |          |          |        |
|     | L2 | *    |      |      |    |    |          |          |        |
|     | L3 | *    |      |      |    |    |          |          |        |
| 停止時 | L1 | *    |      |      |    |    |          |          |        |
|     | L2 |      |      |      |    |    |          |          |        |
|     | L3 | *    |      |      |    |    |          |          |        |

\*:制定済(改定作業中を含む)

 :検討対象

# PRA実施基準拡張の考え方

## ▶ PRA実施基準策定対象の抽出

- ▶ リスク専門部会ではこれまで13の標準を策定してきたが、未だ全ての事象、レベル、運転状態はカバーしていない。
  - ▶ (例1) 停止時レベル1津波PRA
  - ▶ (例2) 運転時レベル2地震起因火災PRA
- ▶ 一方、PRAによるリスク評価が必要な場合でも、全ての実施基準を新たに策定する必要はない。
  - ▶ (例1) 既存の実施基準を延長、拡張で対応
  - ▶ (例2) 他のPRA評価結果を組み合わせることでリスク評価が類推可能

## ▶ 標準策定優先度

- ▶ 次の観点から、PRA実施基準策定の優先度を整理する。
  - ▶ PRAによる評価の有効性（リスク低減への寄与、緊急性）
  - ▶ PRA実施基準策定の検討物量

## PRAによる評価の有効性による分類(1/2)

- ▶ PRAは、多量のシナリオの組合せを評価し、リスクを定量化する手法である。  
従って、事象がプラントに及ぼす影響の特性ゆえに事故シナリオが多岐に渡り、それらを束ねて評価しなければプラント固有のリスクが評価できない事象に対して有効
- ▶ 潜在的な影響力から、プラントへの影響が大きいと推定される事象については、特に有効性が高いと考えられる。
- ▶ 必ずしも、個別にPRAを実施しなくても、リスク評価が可能な場合もある。
  - ▶ (例1) 他のPRA結果を組み合わせる
  - ▶ (例2) 事象の包含関係を考慮する
- ▶ 上記を踏まえ、PRAによる評価の有効性（リスク低減への寄与、緊急性）を基に分類を実施した。

# PRAによる評価の有効性による分類(2/2)

|     |    | 内的<br>事象 | 外的事象 |      |    |    |              |              |            |
|-----|----|----------|------|------|----|----|--------------|--------------|------------|
|     |    |          | 内部溢水 | 内部火災 | 津波 | 地震 | 地震起因<br>内部溢水 | 地震起因<br>内部火災 | 地震随伴<br>津波 |
| 運転中 | L1 | *        | *    | *    | *  | *  | A+           | A+           | A+         |
|     | L2 | *        | A    | A    | A+ | A+ | B(A)         | B(A)         | B(A)       |
|     | L3 | *        | A    | A    | A+ | A+ | B(A)         | B(A)         | B(A)       |
| 停止時 | L1 | *        | A    | A    | A+ | A+ | A            | A            | A          |
|     | L2 | B        | B    | B    | B  | B  | B            | B            | B          |
|     | L3 | *        | B    | B    | B  | B  | B            | B            | B          |

\*:制定済(改定作業中を含む)

□:検討対象

- ▶ A: リスクプロファイルが複雑で、PRAに依らなければリスク評価が困難
- ▶ B: 他のPRA結果を用いることにより、リスク評価が出来る可能性あり
- ▶ A+: “A”の中でも特に有効性が大きい
- ▶ B(A): 現状“A”に分類されるが、他の実施基準が制定されれば“B”と分類可能

※Bに該当する場合であっても、PRAによるリスク評価を実施することを否定しない。

安全レベル把握の観点等から、将来的には必要に応じPRAを実施することが望ましい

# 検討物量による分類

|     |    | 内的<br>事象 | 外的事象 |      |    |    |              |              |            |
|-----|----|----------|------|------|----|----|--------------|--------------|------------|
|     |    |          | 内部溢水 | 内部火災 | 津波 | 地震 | 地震起因<br>内部溢水 | 地震起因<br>内部火災 | 地震随伴<br>津波 |
| 運転中 | L1 | *        | *    | *    | *  | *  | b            | b            | b          |
|     | L2 | *        | c    | c    | c  | c  | c            | c            | c          |
|     | L3 | *        | d    | d    | b  | b  | d            | d            | d          |
| 停止時 | L1 | *        | b    | b    | a  | a  | c(b)         | c(b)         | c(b)       |
|     | L2 | c        | c    | c    | c  | c  | c            | c            | c          |
|     | L3 | *        | d    | d    | d  | d  | d            | d            | d          |

\*:制定済(改定作業中を含む)

:検討対象

- a : 新規に方法を規定する必要があるもの (検討物量 : 大)
- b : 既存の実施基準の組合せ・拡張で評価可能と考えられるが、具体的方法は新たに検討する必要があるもの(検討物量 : 中)
- c : 既存の実施基準をベースとして、留意事項を追記することで評価可能と考えられるもの(検討物量 : 小)
- d : 既存の実施基準で評価可能と考えられるもの
- c(b) : 現状“b”に分類されるが、他の実施基準制定後に“c”と分類されるもの

# 優先順位の決定

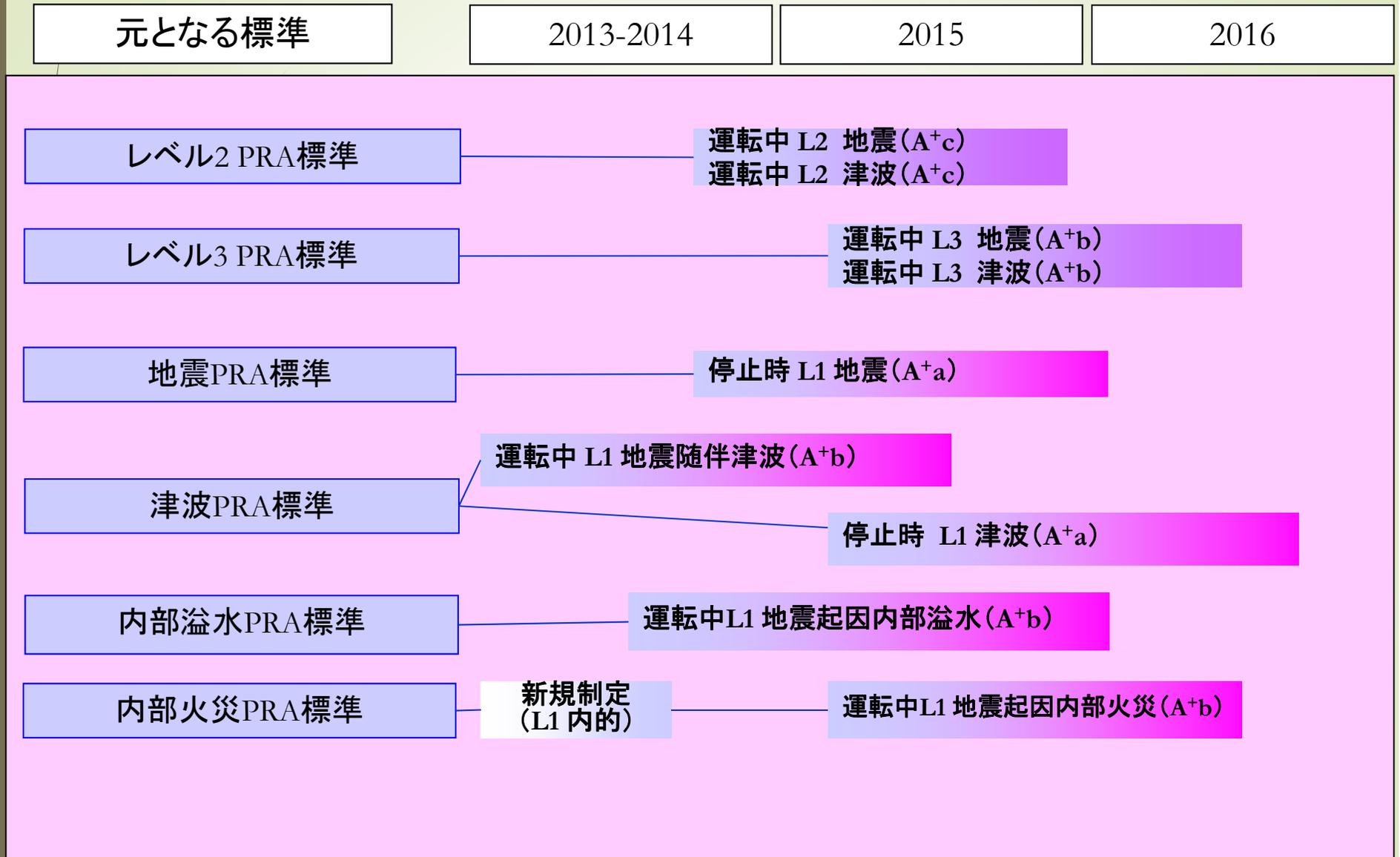
- 有効性が高く、かつ、作業量が多いものを優先的に策定することとした。
- 優先度が特に高いものは以下のとおりと整理された。
  - (1.1)A+a 停止時 L1 地震, 津波
  - (1.2)A+b 運転中 L2 地震随伴津波, 地震起因内部溢水, 地震起因内部火災
  - 運転中 L3 地震, 津波
  - (1.3)A+c 運転中 L2 地震, 津波

|     |    | 内的<br>事象 | 外的事象 |      |     |     |              |              |            |
|-----|----|----------|------|------|-----|-----|--------------|--------------|------------|
|     |    |          | 内部溢水 | 内部火災 | 津波  | 地震  | 地震起因<br>内部溢水 | 地震起因<br>内部火災 | 地震随伴<br>津波 |
| 運転中 | L1 | *        | *    | *    | *   | *   | A+b          | A+b          | A+b        |
|     | L2 | *        | Ac   | Ac   | A+c | A+c | B(A) c       | B(A) c       | B(A) c     |
|     | L3 | *        | Ad   | Ad   | A+b | A+b | B(A) d       | B(A) d       | B(A)d      |
| 停止時 | L1 | *        | Ab   | Ab   | A+a | A+a | Ac(b)        | Ac(b)        | Ac(b)      |
|     | L2 | Bc       | Bc   | Bc   | Bc  | Bc  | Bc           | Bc           | Bc         |
|     | L3 | *        | Bd   | Bd   | Bd  | Bd  | Bd           | Bd           | Bd         |

\*: 制定済(改定作業中を含む)

□ : 検討対象

# PRA実施基準の検討スケジュール



# まとめ

- 包括的なリスク評価のためには、考える全ての事象に対するリスク評価が必要であり、リスク評価手法の整備が求められる。
- 日本原子力学会 標準委員会リスク専門部会では、PRA実施基準の策定の優先順位決定を次の手順で実施した。
  - リスク上重要な外的事象を選択し、それらをレベル（1～3）、運転状態（運転中、停止時）と組合せ、優先順位の検討対象を決定した。
  - PRAによる評価の有効性及び作業量により、分類を実施した。
  - 有効性が高く、かつ、作業量が多いものを優先的に策定していくものとした。
- 今回優先順位検討の対象としなかった外部ハザードについても、制定作業中の「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定標準」によりPRA評価が必要とされるものがあれば今後実施基準の策定を検討する。
- さらに、発電所のSFP、サイクル施設、マルチユニットなどを対象としたリスク評価方法についても、技術開発、研究開発の状況を踏まえて、学会としてニーズに応じて実施基準、技術レポートを検討していく。