

設計基準を超える地震随伴事象に係る 検討の取り組み状況について

関西電力株式会社

平成28年10月21日



福島第一原子力発電所事故を踏まえた反省

- ・原子力のリスクと正面から向き合う仕組みが不足
- ・特に地震や津波をはじめとする低頻度外的事象への対応が不十分



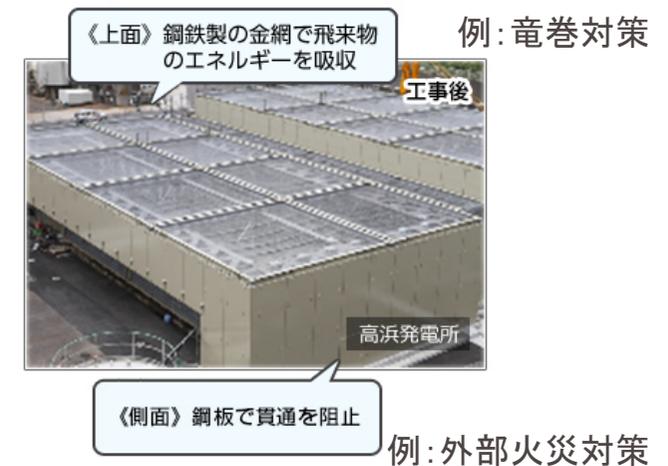
地震・津波やその他の自然現象に対する設計基準想定引き上げ、 防護対策の強化（新規制基準）

<自然現象>

敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象又は森林火災等から適用されるもの。

<人為事象>

敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等。



設計基準を超える外的事象のリスク評価（設置許可段階）

- ・地震 P R A、津波 P R A の実施により個別プラントで発生し得る事故シーケンスを抽出し、重大事故等対策の有効性評価に活用。
- ・設計基準を大幅に超える外的事象については、大規模損壊として、残存した設備を用いて柔軟に活動を実施できるように、体制・手順及び必要な資機材を整備



設計基準を超える外的事象に対する継続的な取り組み

- ・新規制基準対応および自主的な安全性向上対策を地震 P R A、津波 P R A モデルに反映し、これら事象に対する個別プラントの脆弱性を把握し、さらなる安全性向上対策に活用。



安全性向上評価届出（再稼働後の初回定検終了後6ヶ月で提出）に向けて評価実施中

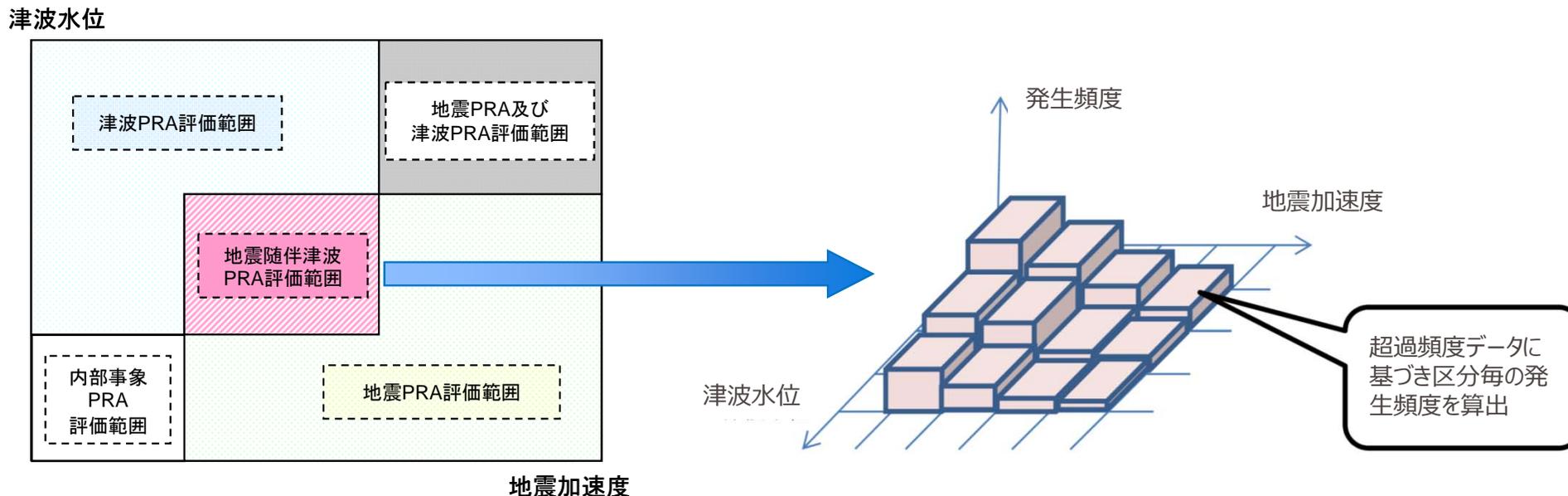
- ・その他の自然現象やその組み合わせについてもリスク評価の対象範囲を広げるべく手法開発の検討・研究を推進。

本日はPWR大でのこれまでの検討事例を紹介



電中研原子力リスク研究センターを中心に産業界として推進中

<評価範囲・手法のイメージ>



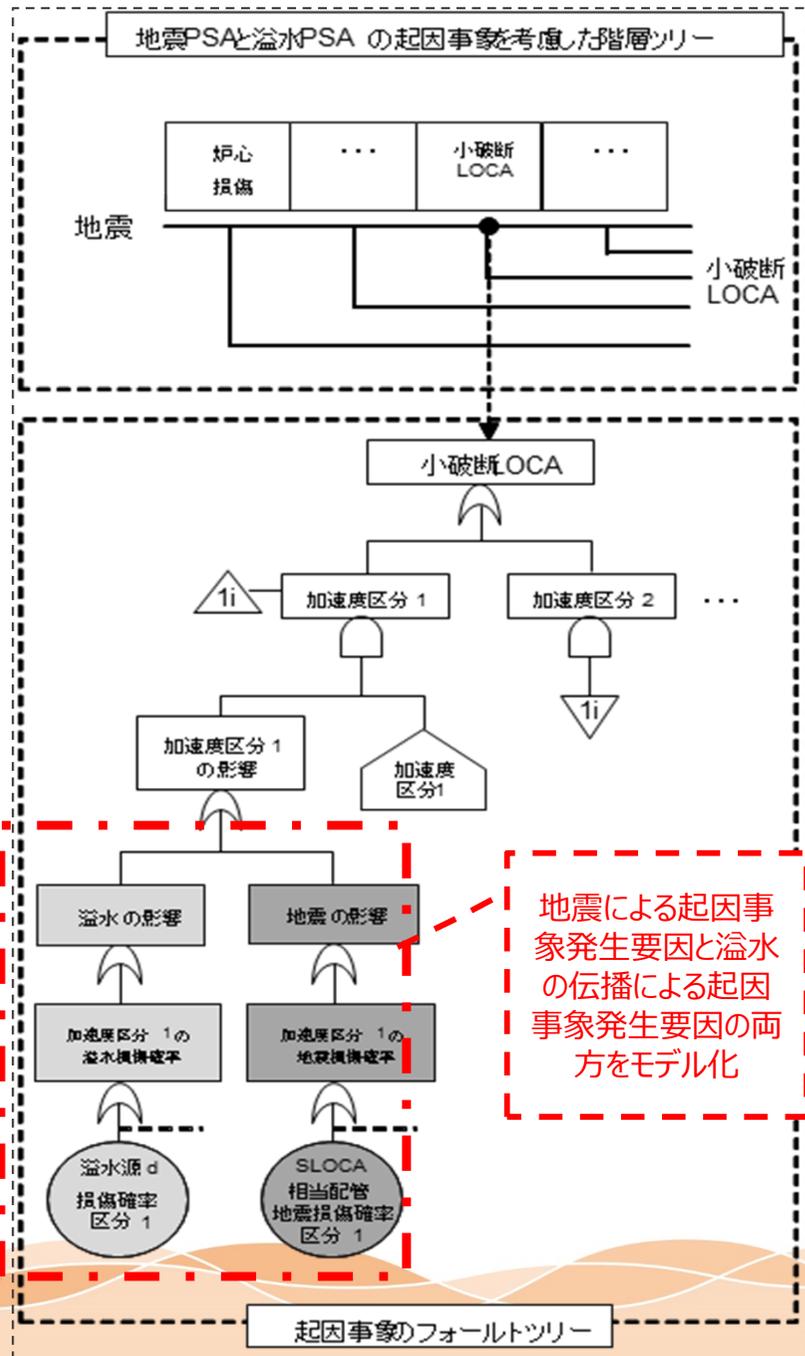
<主な検討項目>

- 評価範囲 (どの部分のリスクが地震随伴津波として考慮すべきリスクか)
- 評価手法 (評価対象となる起回事象、起回事象に基づく階層イベントツリー構築)
- 津波防護設備の地震影響 (配管貫通部シール等の脆弱性、建屋内浸水への影響等)
- 定量化方法 (地震随伴津波ハザードから、地震加速度と津波水位で離散化した区分を設定し、区分毎に平均的なリスクを評価するなど)

<課題>

- 説明性の高い地震随伴津波ハザード評価手法 (不確かさの取り扱いなど) の構築
- 地震により耐力が低下した機器の津波に対する耐力評価についての手法検討
- 地震単体、津波単体で炉心損傷に至るシーケンス、カットセット除外の合理的な計算方法 等

＜評価範囲・手法のイメージ＞



＜主な検討項目＞

- 複数箇所からの溢水の取扱い
- 溢水規模とフラジリティ
- スロッシングによる溢水の取扱い
- 地震により溢水伝播係数が受ける影響の考え方
- ポンプの損傷と溢水量の関係

など

＜課題＞

- 配管からの被水事象に対し精度よいフラジリティ評価のための発生応力と損傷程度の相関関係のデータ収集
- 定量化計算を合理的に実施するための地震随伴溢水シナリオのスクリーニング方法や解析コード側の対応検討

など

<主な検討項目>

- 地震随伴火災発生頻度評価手法の検討
(文献や過去評価事例の調査から地震発生時の着火確率を設定)
- 地震による火災障壁の損傷の影響を踏まえた火災源の組合せの及び火災影響解析に基づくスクリーニング手法の検討
- 地震随伴火災PRAの評価対象となる起因事象と階層イベントツリーの検討

など

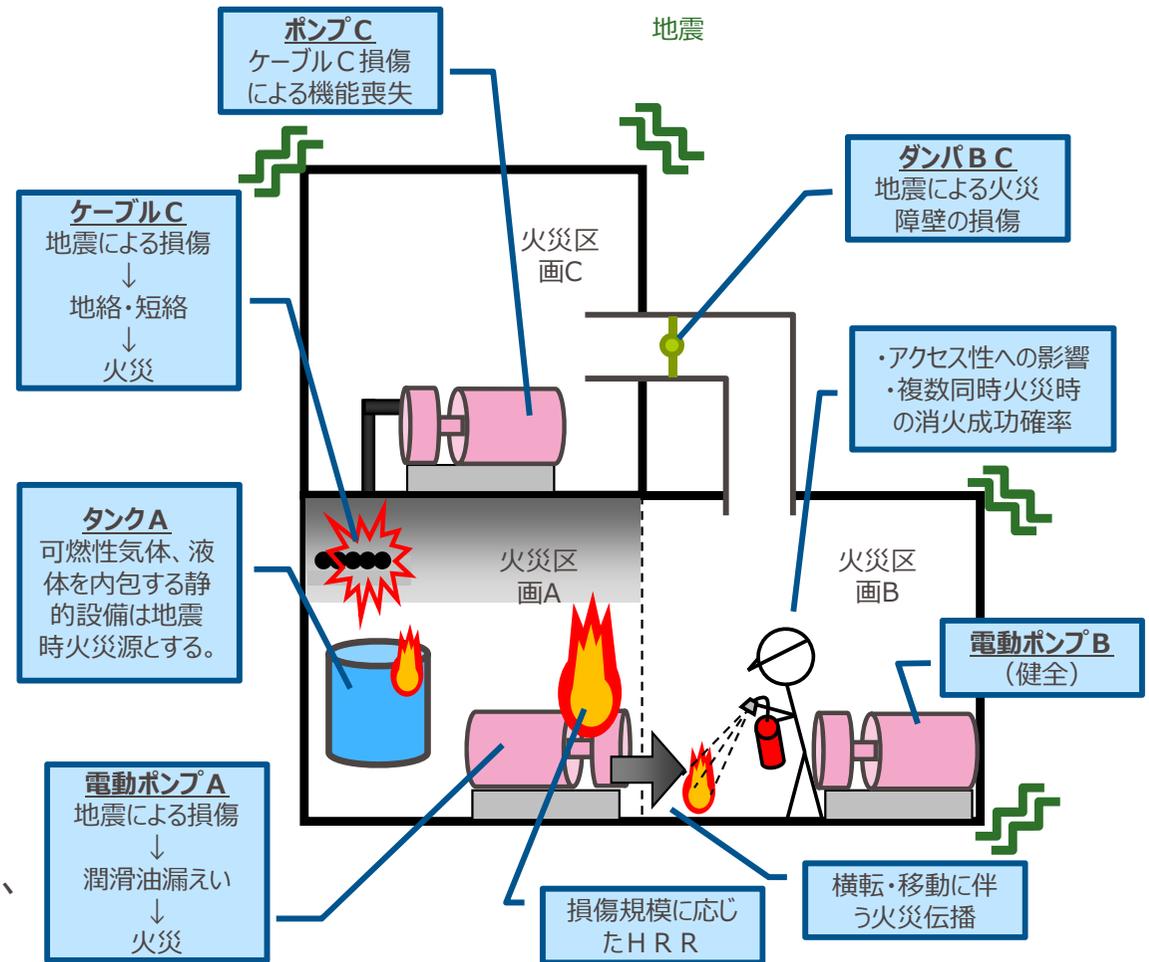
<課題>

- 地震による機器損傷時の着火確率が結果に大きく影響するため、試験等により着火確率に関するデータを収集・整備が必要。
- 火災源の熱発生率 (HRR) や位置の設定が
- 困難。影響範囲が過度に保守的にならないよう、
 - ・損傷規模、火災源個数及び発火順序に応じた熱発生率 (HRR) 設定のためのデータ収集
 - ・火災源の転倒等を考慮した火災影響範囲の評価方法
 - ・区画形状を考慮した隣接区画等への火災伝播評価手法

- 複数の火災源の同時発火まで合理的に評価のためのスクリーニング方法や解析モデル側の対応

など

<評価イメージ>



地震随伴火災シナリオの設定イメージ

地震随伴事象のリスク評価について、これまでの検討経緯からは以下のような共通的な課題があると考える。

- ① **地震時に発生する随伴事象の発生確率や発生規模による影響程度の設定**
- ② **評価結果に対する不確実さの評価**
- ③ **膨大なシナリオの適切なスクリーニング方法、現実的な定量化手法の整備**



地震時の着火現象や配管破損形態とその際の溢水発生量などの物理現象について試験・実験等によりデータを整備していくことが必要。

また、評価結果をタイムリーにリスク低減対策に活かしていく観点からは定量評価をある程度の時間・リソースで評価できるよう手法整備していくことが重要。



研究課題としてNRRCをはじめ電力大での課題として取り組んでいく

- ◆ 福島第一原子力発電所事故以降、外的事象に対する設備強化を進めるとともに、設計基準を大幅に超える外的事象による大規模損壊の際の体制・手順及び必要な資機材を整備し、地震PRAや津波PRAといったリスク評価にも取り組んできた。
- ◆ また、地震随伴事象のような自然現象の組み合わせについても、その評価の重要性を認識し、少しずつではあるが技術検討を進めてきた。
- ◆ 現在は、これまで実施した安全対策の効果の把握と更なる自主的安全性向上対策の検討を目的に、最新知見や専門家の助言等も参考に、精度・説明性の高い個別プラントのPRA（内部事象、地震、津波）に注力している。
- ◆ 地震随伴事象やその他の自然現象についても、事業者共通の課題としてNRR Cを中心とした研究活動に積極的に参画しこれらのリスクについても適切に評価・対応できるよう進めてまいりたい。