

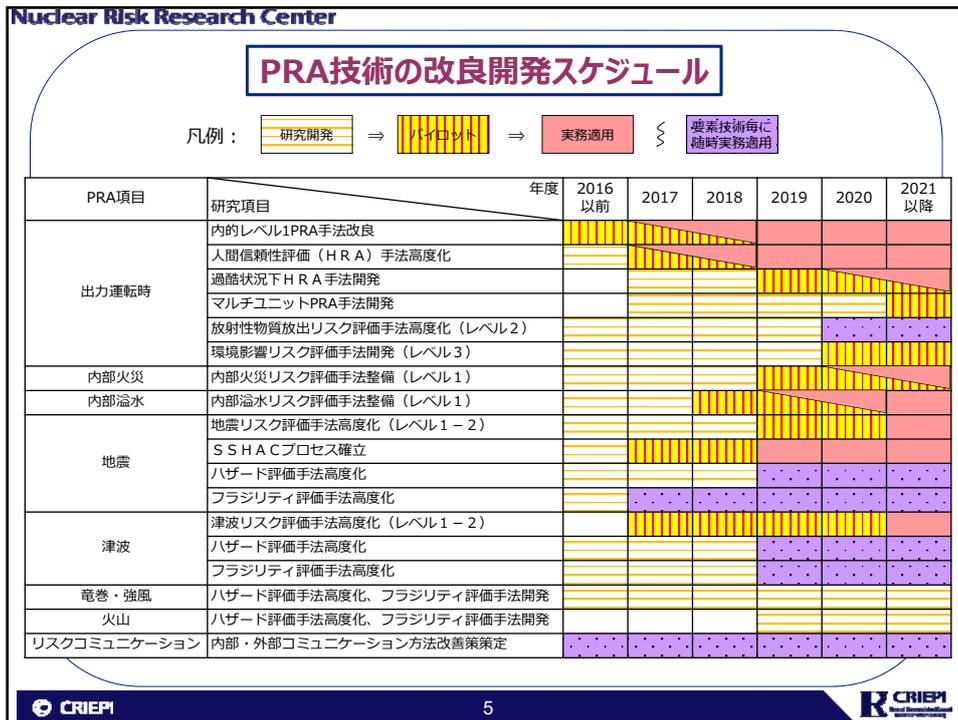
## 事業者におけるリスク評価研究の活用

一般財団法人 電力中央研究所  
原子力リスク研究センター  
山中 康慎  
日本原子力学会原子力安全部会  
第6回夏期セミナー  
平成30年8月20日

## 目次

1. NRRCの主な活動
  - 1.1 研究開発活動
  - 1.2 リスク評価分野
  - 1.3 自然外部事象分野
2. リスク情報活用に向けた取り組み
3. まとめ





Nuclear Risk Research Center

## 目 次

1. NRRCの主な活動
  - 1.1 研究開発活動
  - 1.2 リスク評価分野**
  - 1.3 自然外部事象分野
2. リスク情報活用に向けた取り組み
3. まとめ

6

## 内部火災・溢水PRA(1)

(1) 目的

- ◆ 内部火災PRAを効率的に実施する実務的な評価ガイドを開発すると共に、火災防護規制強化に対する合理的な軽減対策を開発。

(2) 成果

《火災・溢水PRA手法の開発》

- ◆ 米国の既存の火災PRAガイド（NUREG/CR-6850）に対して、詳細回路解析手法及び人間信頼性解析手法等に係る最新知見を反映した評価ガイドを策定中。2017年度は、ガイドの構成（図1）及び全体手順を見直し、評価ガイドの本体を策定。
- ◆ 火災経験データ収集のためのガイドを策定し、電力各社の協力の下、データ収集を試行し、本格的なデータ収集の見直しを得た。
- ◆ 内部溢水PRAについて、EPRIの評価ガイドを調査・分析するとともに、当該ガイドを補完するNRRCの研究成果と併せて調査報告書を整備。

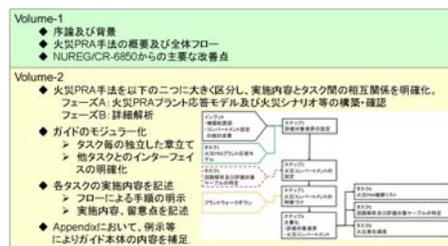


図1 内部火災PRAガイドの構成

## 内部火災・溢水PRA(2)

(2) 成果 (つづき)

《火災影響軽減対策への反映》

- ◆ 低圧一般難燃性電力ケーブルの損傷試験（図2）により、アークガスの曝露によるケーブルの焼損や絶縁破壊の発生を明らかにした。
- ◆ OECD国際共同研究PRISME3において、換気条件下の単一／複数火源・複数区画補機油火災試験を実施し、火源数が区画内温度分布やガス種濃度の時間変化に及ぼす影響を把握（図3）。
- ◆ 既存の火災モデルに対し、ファン特性カーブを導入し、着火時や消火時に発生する給排気口の流動変動や区画内の内圧やガス種濃度の変動を定量的に評価可能であることを確認。さらに、複数火源の燃焼が可能となるようにモデルの機能を拡張し、PRISME3の試験結果と比較し、良好な予測結果が得られることを確認。



図2 アーク高温ガスによる動力ケーブル曝露試験

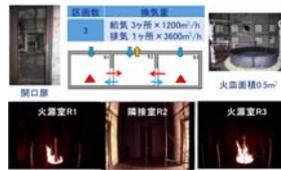


図3 複数火源・複数区画補機油火災試験の概要

(3) 成果の活用先

- ◆ 電力会社が内部火災・溢水PRAを実施する際の評価ガイドとして活用。
- ◆ 内部火災PRAの詳細評価における火災進展解析が必要となる火災モデルを改良・整備し、現実的な設計条件に対応可能な火災モデルを提供。
- ◆ HEAF火災に対する二次的な火災発生限界に関する技術情報は、国の火災防護規制強化に伴う設置許可変更申請のバックデータとして活用。

## 人間信頼性評価(1)

(1) 目的

- ◆ 体系的な定性分析方法と、既存の定量化手法によるガイドを開発し、過酷状況下HRAに適用して、適用可能な新定量化手法を開発。

(2) 成果

《可搬型機器HRA（過酷状況下HRA検討）》

- ◆ 過酷状況下での認知と意思決定プロセスの扱いについて国外の最新文献調査を実施し、時間分析において可搬式機器に活用するための「導入準備」、「設置」を扱うモデルを、HRAガイドに反映。
- ◆ 米国NRCが開発中の定量化手法であるIDHEAS(外的事象等に拡大)手法を比較検討することにより、行動影響因子の拡張・改善点を整理。
- ◆ BWRの可搬式機器による原子炉注水・給電・燃料補給シナリオへのHRAガイド適用試評価を実施。(表1)

表1 可搬型機器HRAの試評価結果と実行失敗に米国IDHEAS手法を用いた比較

人的過誤事象 (HFE)	a.認知/診断失敗	b.実行失敗	b'.実行失敗 (IDHEAS)	合計失敗確率 (HEP値a+b)	備考
①常設代替交流電源からの給電	2.48E-04	3.64E-02	3.6E-04	3.66E-02	認知診断所要時間が10分と長く、時間余裕が短くリカバリが厳しい
②可搬型代替ポンプの原子炉注水	9.7E-10	2.22E-03	3.6E-04	2.22E-03	手順も整備、防火水槽までは常設配管での給水によりHEPは低い。
③可搬式代替注水ポンプへの給油	1.5E-03	5.37E-02(1回目) 8.12E-02(2回目)	7.9E-03	5.52E-02 8.26E-02	要員のストレスレベルが高い。リカバリの従属性も高い。
④常設代替交流電源への給油	4.5E-06	2.13E-02(1回目) 2.13E-02(2回目)	7.9E-03	2.13E-02 2.13E-02	要員のストレスレベルは高いが、時間余裕が長い。

## 人間信頼性評価(2)

(2) 成果 (つづき)

《人的過誤DB開発》

- ◆ NRCのSACADA(訓練時人的過誤情報データベース)の情報項目と各HEP定量化手法でのHEP評価に必要な情報項目との関係を調査。各定量化手法のHEP評価に必要な情報はSACADAの情報項目でカバーされており、枠組みが利用できることを確認。
- ◆ 各社が訓練についてどのように情報を整理しているかの現状を訓練報告の例を入手して整理(表2)。これらを基に、今後のDB開発を実施。

表2 訓練情報の状況調査の整理結果

電力	(1)運転チーム	(2)緊急時対策本部要員	(3)SA対策機器の運用
A社	事象名、当直長の所感、インストラクターの助言等	訓練シナリオの概要、訓練の評価結果、反省点等	訓練の概要、評価、考察、改善事項等
B社	エラーをピックアップした資料は無し		
C社	訓練者の指導内容等		気づき事項等
D社	訓練の概要、評価結果	訓練の内容、前年度訓練を踏まえた改善点とその成果、今後の改善点等	目的、参加人数、目的達成度合いの基準、目的達成度合いの基準に対する未達部分、当該期間中の改善事項、今後実施予定の改善事項、要員の習熟度を勘案して訓練計画に反映する事項
E社	訓練の概要、総合所見、評価結果(知識、技能、姿勢)	訓練の概要、達成目標と到達度評価、気づき(エラー指摘あり)	訓練の概要、力量評価結果、改善要望事項

(3) 成果の活用先

- ◆ HRAガイドは、定性分析手法“叙事知(Narrative)”を適用した評価事例を拡大し、今後の安全性向上評価での活用、及び訓練や手順等に対するリスク上効果的な改善への反映が可能。
- ◆ 人的過誤DBの開発によって、国内の特徴を反映した影響因子の特定を行うことで、定量化手法の改善、基準人的過誤確率表の国内版の整備検討、訓練等への改善に活用。

## SA時の格納施設健全性に関する知見の拡充(1)

(1) 目的

- ◆ 格納容器健全性のより現実的な評価のための知見拡充。

(2) 成果

《SA時の格納容器内熱流動評価》

- ◆ 2016年度に実施した、CFDコード（STAR-CCM+）とMAAPコードのスプレイ冷却に係る蒸気凝縮・蒸発のモデル調査（図1）、および両コードにおける各物理モデルの感度評価（格納容器内圧力・温度の時間変化への影響）に関し、追加検討により知見を拡充（表1）。

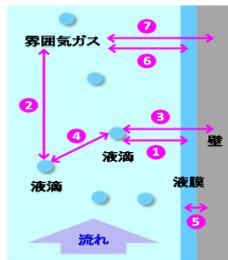


図1 調査対象とした凝縮・蒸発に関わるモデル

表1 CFD及びMAAPの解析モデルの感度の比較

対象とするモデル	CFDコード	MAAPコード
ガス空間における液滴の蒸発	L	M
液滴表面におけるガスの凝縮	H⇒Mに修正	M
ガス空間における液滴の運動量	L	L
壁における液滴の蒸発	H	液滴が壁に到達した時点で液膜として取り扱いません
壁（液膜）における液滴の運動量	1, 3	L
壁における液膜の蒸発	5	M
壁（液膜）におけるガスの凝縮	6, 7	M
液滴の乱流拡散	L	未考慮
液滴同士の運動量交換	L	未考慮

H: 感度高、M: 感度中、L: 感度低

## SA時の格納施設健全性に関する知見の拡充(2)

(2) 成果 (つづき)

《溶融炉心コンクリート反応現象分析に基づく発生可能性の評価》

- ◆ MCCI現象を構成する素過程の内、デブリ冷却挙動、溶融炉心コンクリート反応を対象に最新知見の調査、研究課題を整理（表2）。
- ◆ デブリ表面伝熱では、各種試験結果が存在しているものの、MAAPのモデルの妥当性を確認するには依然データが不足していることを確認。
- ◆ コアコンクリート反応に関しては、同様にMAAPコードの妥当性を確認するためのデータは不足している他、玄武岩系コンクリートの試験データが不足していることを抽出。

表2 MCCIに関する知見の主な調査結果（デブリ表面伝熱：抜粋）

MCCI素現象	CV健全性への影響	試験研究の知見と課題	解析コードの現状知見と課題	解決のための必要な研究
デブリ表面伝熱	影響度大 原子炉下部に堆積したデブリは、冷却水が存在する場合は除熱され、MCCIを緩和する可能性あり。	【主な試験】SWISS, WETCOR, MACE, COTELS, ECOKATS-2, CCI等 クラスト生成挙動 コンクリート種類がLCS, Siliceousの試験でクラストの固着が発生している(SWISS試験等)。玄武岩を用いた試験ではクラスト固着発生していない(COTELS(B/C))。ただし玄武岩のデータは少なく拡充が必要。 クラスト浸水効果 クラスト浸水による冷却促進が、MACE, CCI試験などで観測された。クラストの厚さ・強度等が原因と考えられるが、定量的な要因分析まで至っていない。 溶融物噴出 溶融物噴出はMACE, CCIなどで観測された。定量的な要因分析まで至っていない	MAAP4のMCCIモデルは簡易的で重要現象を含まない。一方、最新のMAAP5の最新バージョンでは重要現象のモデル化は進められている。ただし実機適用性確認のための試験データ拡充が必要	MAAPのモデルの妥当性確認(前述のモデル)を行うための試験 重要現象(クラスト生成・浸水・噴火)モデルの妥当性確認

(3) 成果の活用先

- ◆ 本研究で得られた知見は、新たなAM策の検討や、レベル2PRAを実施する際の基礎的な知見として活用可能。

## 温度誘因SGTRに関する研究(1)

(1) 目的

- ◆ 温度誘因蒸気発生器伝熱管破断 (TI-SGTR) の国内PRAモデルへの反映。

(2) 成果

《米国の最新の誘因SGTR評価手法の国内PWRへの適用性の確認》

- ◆ NUREG-2195 手法に基づいて、国内プラントを想定した誘因SGTRの事故シーケンスを検討し、発生頻度の試評価を実施。国内PWRを対象にイベントツリーを改善する方法、及びPRAに誘因SGTRを実装する具体的な手段を示した。
- ◆ 国内PWRではSG伝熱管の検査運用が米国より厳しく、渦電流探傷検査で検出限界以上の亀裂が検出された場合には当該の伝熱管を即座に交換する運用となっているため、欠陥に基づくTI-SGTR発生確率は、国内ではNUREG-2195で設定されている値より低くなることを分析。



図1 NUREG-2195のTI-SGTRの評価手順

## 温度誘因SGTRに関する研究(2)

(2) 成果 (つづき)

《国内プラント評価に向けた着眼点の整理》

- ◆ 国内PWRを対象としたTI-SGTR発生に至るプラント挙動の事故進展解析を国内産業界で初めて実施。ループシール形成に伴う破断部位への影響を確認するとともに、その解析結果の傾向が、NUREG-2195の結果と同等となることを確認。これにより、国内PWRプラントのイベントツリーの作成において、NUREG-2195のHigh/Dry/Low条件\*や、ループシール解除の有無の考え方が適用できることを示した。  
\* High/Dry/Low条件：1次系が高圧、蒸気発生器2次系がドライで低圧の状態 (TI-SGTR発生の条件のひとつ)

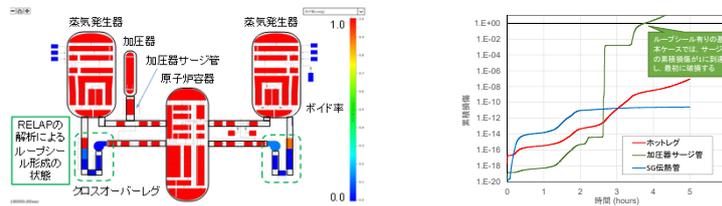


図2 RELAP/SCDAPによる事故進展解析結果 (解析によるループシール形成の確認と破断部位の評価)

(3) 成果の活用先

- ◆ 従来国内の新基準適合性審査や安全性向上評価のTI-SGTRは、NUREG/CR-6995 (2010)とEPRI1006593 (2002)の方法をベースとしている。今後、電気事業者及び原子力事業者においては、国内の検査運用等も踏まえ、最新のNUREG-2195手法が国内PWRプラントに適用可能であるとの判断のもと、PRAモデルにおける取扱いを検討。

## レベル3PRA技術の検討(1)

(1) 目的

- ◆ レベル3PRA技術を我が国に適用するために、地形や各種の入力パラメータなどが評価に与える影響を確認すること

(2) 成果

《レベル3PRAコードのパラメータ評価》

- ◆ レベル3PRAコード (WinMACCS) を用いて早期被ばくに関する35のパラメータの不確かさが計算結果に与える相対的影響度を評価。その結果、仮想モデル地点の一定放出条件では、線量-リスク換算係数 (CF) 等の影響が大きいと評価された (図1左)。
- ◆ 相対的影響度の評価結果に基づき、影響の大きなパラメータについて、個別にリスクに対する感度解析を行った結果、CFのほか、拡散幅の係数 (CY)、避難速度 (ES) 等の感度が大きいことが分かった (図1右)。

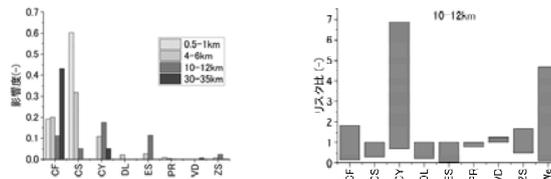


図1 計算結果に対するパラメータの不確かさの影響

CF: 線量-リスク換算の係数、CS: クラウドシャインの遮蔽係数、CY: 水平方向の拡散幅の係数、DL: 避難開始までの時間、ES: 避難速度、PR: 吸入被ばくの低減係数、VD: 乾性沈着速度、ZS: 鉛直方向拡散補正係数、We: 気象条件による変動(参考値)、リスク比は既存文献の標準値での計算結果を1として相対値で表示。(影響が大きい主なパラメータを抜粋)

## レベル3PRA技術の検討(2)

(2) 成果 (つづき)

《レベル3PRA技術の評価》

- ◆ 地形影響を評価可能な気象/拡散モデル(WRF/CAMx)を用いて仮想モデル地点における線量の計算を行いWinMACCSと比較した結果、両モデルの差異は方位別に見た場合でも数倍程度 (図2点線) であり、地形影響はパラメータの不確かさの影響 (リスク比) と比較して大きくないと評価された。

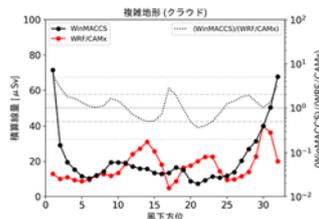


図2 仮想モデル地点 (複雑地形) の方位別クラウドシャイン (7日間積算値)

《放射性物質の移行モニタリングおよび評価》

- ◆ 福島第一原子力発電所事故によって樹木等に沈着した放射性セシウムの分布の調査を継続し、調査結果を既存文献と比較評価することによって、樹木から土壌にセシウムが移行する傾向などを明らかにした。

(3) 成果の活用先

- ◆ 避難、防護措置等のパラメータ、ソースタムの不確かさ等の影響度の検討を継続し、レベル3PRAコードの我が国への適用性を確認して、その後電力での自主的安全性向上のための環境面における評価実施へつなげる。

## リスクコミュニケーション(1)

(1) 目的

- ◆ 電気事業者/公衆/規制当局間での幅広い関係性構築と信頼醸成に係るリスクコミュニケーション(RC)の実践に寄与する知見や支援ツール等の開発。

(2) 成果

《安全目標の活用によるRC方策の検討》

- ◆ 安全目標を機能させる社会的・制度的背景について我が国への示唆を得ることを目的とし、英米における安全目標の位置付けを明らかにした。その上で、我が国の規制は、規制基準により強制される1層構造で、その外側の自主的安全性向上の領域でリスクの考え方が活用されるという形であり、そのような背景の下で安全目標の位置付けや活用方法を検討する必要性を指摘。

《電気事業としてのRC方策の検討》

- ◆ 我が国に適した規制との対話・協働に向けた示唆を得る目的で国外調査を実施。2015年のカナダ原子力安全委員会（CNSC）による、ダーリントン原子力発電所4基が同時に過酷事故に至った場合の周辺住民のがん発生確率増分の評価に関し、その実施過程や社会への説明方法等について、CNSCやオンタリオ発電会社にヒアリングを行った。公聴会での地元意見が契機となり評価を行ったこと、評価内容に対する社会的反応は少なかったが防災計画を担当する州の機関から批判があったこと、等の知見を得た。
- ◆ 電力個社への聞き取り調査で同定した論点につき、RCに関連する分野での実績を有する有識者へのヒアリングを実施し、原子力RCの課題を踏まえた具体的な対応として、「わかりやすく説明して納得してもらう活動から、言いにくいけれども重要なことを伝えた上で、懸念材料を聴き、意思決定の質を高める活動への重点を移すべき」、「信頼醸成には、変更可能性も含めた透明性のある社会的意思決定が必要」等の意見を得た。

## リスクコミュニケーション(2)

(2) 成果 (つづき)

《立地地域とのRCの進め方の検討》

- ◆ 原子力発電に対する賛否態度中間層を対象に、津波PRAに関するリスクメッセージによる双方向対話実験を実施。対話データ及び実験後のアンケート結果の分析から、被説明者の理解プロセスの要点、「リスク管理により継続的に安全性向上を図るという概念を理解することで、安全/危険の二元論的認識からリスク論で考える態度への変化があること」及びリスクマネジメントによってリスクが低減できるという認識への変化が確認された。
- ◆ コミュニケーション活動で実際に使用されているコンテンツをWeb調査の画面上に表示する等の手法を用いることによって、Web調査を用いて当該資料に対する一般の人々の理解度等を明らかにできる可能性が示された。



図 2軸(3×3)のリスクメッセージの資料構成

(3) 成果の活用先

- ◆ 安全目標を機能させる社会的・制度的背景に係る英米における安全目標の位置付けの分析結果は、安全目標の活用によるRCの場面で活用できる。
- ◆ PRAを題材とした双方向対話実験で得られた理解プロセス等の知見は、住民説明会や個別訪問等の双方向対話の実践現場において活用できる。
- ◆ インターネット調査で得られた知見は、居住地や原子力に対する賛否態度等の差を踏まえた、RCにおける情報ニーズ収集において活用できる。

## 目次

1. NRRCの主な活動
  - 1.1 研究開発活動
  - 1.2 リスク評価分野
  - 1.3 自然外部事象分野
2. リスク情報活用に向けた取り組み
3. まとめ

## 断層活動性(1)

- (1) 目的
  - ◆ 岩盤内の断層の破碎性状に基づく断層活動性評価手法を構築する。また、活断層の運動しうる区間を適切に評価する手法を構築。
- (2) 成果
 

《敷地内破碎帯の活動性を評価》

  - ◆ 原子力発電所の敷地内断層に対して、現地調査や最新鋭装置による分析を実施し、それらが活断層でないことを示した。さらに、原子力規制委員会の会合・現地調査において委員や審査官の質疑に応答し、審査の進行と再稼働に貢献した。
  - ◆ 新たに導入した透過型電子顕微鏡を用いて、活断層と非活断層に特徴的な組織を数十ナノメートルのスケールでとらえることに成功し、両者を区別する新たな指標を確立できる可能性を示した(図1)。

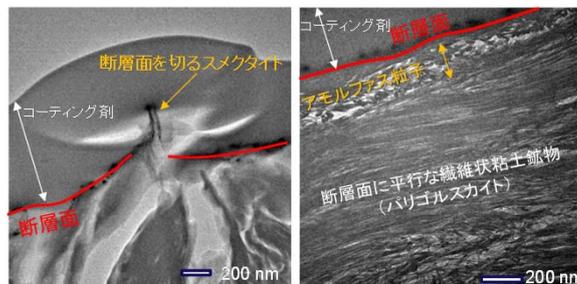


図1 活断層と非活断層の最新活動面において見出された組織

## 断層活動性(2)

### (2) 成果(つづき)

#### 《既往地震の震源域端部の特徴を評価》

- ◆ 長大活断層において、地震時の破壊が停止する要因を明らかにするために、既往地震の震源域端部を対象にした地球物理学的な調査、および物性変化のある岩盤間での破壊進展解析を行った。
- ◆ 熊本地震では、地震時の破壊が $V_p/V_s$ 比の変化を伴う物性境界で停止したことを、地震波トモグラフィ解析により明らかにした(図2)。同様の物性変化は他の地震の震源域端部でも認められ、運動性の指標として一般化できる可能性を示した。

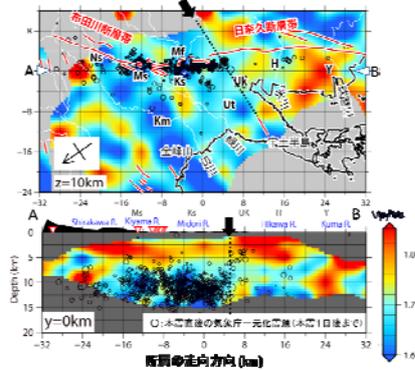


図2 熊本地震震源域の速度構造( $V_p/V_s$ 分布)

### (3) 成果の活用先

- ◆ 当所の分析装置群を用いた断層活動性評価手法は、各原子力発電所の敷地内断層評価の中で多数用いられ、その成果である分析結果は、原子力規制委員会の審査資料に使用。
- ◆ 今後も断層活動性評価手法の高度化を図り、目的が立った手法から原子力地点や水力地点に適用。さらに、学術論文にその成果をとりまとめ、評価手法の公知化を図る。

## 地震動(1)

### (1) 目的

- ◆ 基準地震動策定に関わる新規性基準適合性審査上の課題の解決、確率論的地震ハザード評価法の確立による原子力発電所の早期再稼働と安全性向上評価へ貢献。

### (2) 成果

#### 《震源を特定せず策定する地震動に係る検討》

- ◆ 震源を特定せず策定する地震動の対象地震(Mw6.5未満の14地震)の観測記録の統計的な分析に基づき、震源を特定せず策定する地震動の全体的なレベル像を明らかにした(図1)。
- ◆ 震源を特定せず策定する地震動の対象地震(Mw6.5未満の14地震)のうち、各プラントの基準地震動への影響が懸念される特異な大加速度記録を対象に地盤増幅の影響を分析し、基盤地震動の評価を行った(図2)。

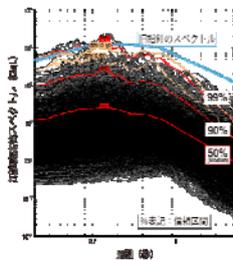


図1 震源を特定せず策定する地震動の観測記録(200km以内)の分析結果

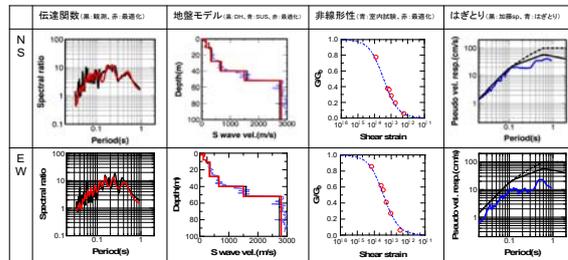


図2 KiK-net高萩地点(BRH13)における基盤地震動評価結果



## 火山(ハザード)(2)

### (2) 成果(つづき)

#### 《年代測定による降灰履歴データベースの拡充》

- ◆ 個別火山の噴火履歴や、降灰事象の発生年代に関する情報を拡充するために、火山灰層に含まれるジルコン鉱物を対象に、U-Pb(ウラン-鉛)法による年代測定を実施。鬼界カルデラから約10万年前に噴出したK-Tz火山灰を測定したところ、加重平均値 $17 \pm 5$ 万年前の年代値が得られ、噴火年代との差がある事が明らかになった。噴火年代とジルコンの年代値との差は、巨大噴火の準備期間の長さに関連する可能性が示唆された。



図2 K-Tz火山灰の分布(左)と年代を測定したジルコン鉱物(右)

### (3) 成果の活用先

- ◆ 降灰ハザード評価技術と技術開発を通じて取得した知見を、「火山噴火リスク・影響評価(脆弱性)」で実施している、機器影響評価技術の開発に援用し、定量的な評価手法と効率的な対策を提案する。
- ◆ 降灰荷重ハザード曲線等の数値的ハザード評価技術を援用し、発電用原子炉施設の新規制基準適合性審査と継続的に実施される安全性向上評価、及び安全基準・設計指針(JEAG等)の改訂に貢献する。

## 火山(脆弱性)(1)

### (1) 目的

- ◆ 非常用発電機等の吸気設備に対する脆弱性評価を実施し、降灰環境下でのフィルタ交換周期を延長するための対策を開発。

### (2) 成果

#### 《降灰環境吸気試験設備の製作と設置》

- ◆ 非常用ディーゼル発電機などの吸気設備に対する降灰粒子の侵入量を評価するために、赤城試験センターに降灰環境吸気試験設備を設置。降灰装置・降灰チャンバと吸気口を模擬した吸気ダクトを組み合わせ、実設備で使用する風速、発生する降灰の粒子径を網羅した試験を可能とした。

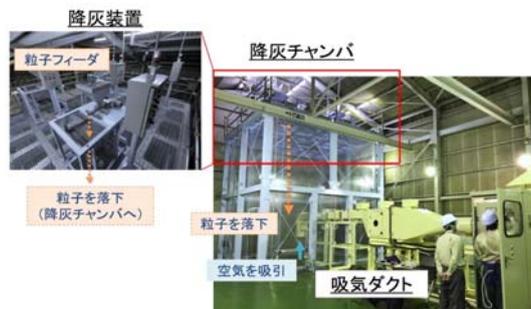


図1 降灰環境吸気試験装置の外観

## 火山(脆弱性)(2)

### (2) 成果(つづき)

#### 《下向き吸気口を模擬した粒子吸入試験》

- ◆ 下向き吸気口を模擬した試験を実施。粒子径が小さいほど吸い込まれやすく、風速が小さい条件では吸い込まれる粒子径がより細粒側に限られる傾向が明確となった。

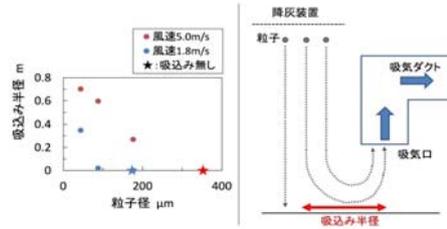


図2 下向き吸気口に吸い込まれる粒子径(左)と吸込み半径概念図(右)

### (3) 成果の活用先

- ◆ 多様な条件での粒子吸入特性を明らかにするため、横向き吸気口を模擬した試験、火山灰粒子を用いた試験等を行う。
- ◆ 降灰環境吸気試験の成果を、除灰システム性能評価試験に援用し、火山灰用プレフィルタ等の効率的な粒子分離対策を提案する。
- ◆ 発電用原子炉施設の新規基準適合性審査と継続的に実施される安全性向上評価、及び安全基準・設計指針(JEAG等)の改訂に貢献する。

## 火山(除灰システム評価)(1)

### (1) 目的

- ◆ 非常用発電機等の吸気設備に対する脆弱性評価を実施し、降灰環境下でのフィルタ交換周期を延長するための対策を開発。

### (2) 成果

#### 《粉塵除去性能評価試験装置の製作と設置》

- ◆ フィルタ等の性能を評価するために、降下火砕物(火山灰)等の粉塵を供給し、フィルタ等における差圧、差圧上昇量、粉塵保持量、粒子捕集率を測定する試験設備として、粉塵除去性能評価試験装置を設計・製作し、赤城試験センターに設置。



図1 粉塵除去性能評価試験装置の外観

## 火山(除灰システム評価)(2)

### (2) 成果(つづき)

#### 《評価試験装置の機能確認》

- ◆ 製作した評価試験装置の機能を確認するため、仕様が異なる2種類の火山灰用プレフィルタを設置して粒子を供給し、差圧の時間変化を比較。
- ◆ 微小な火山灰を通過させるフィルタと、微小な火山灰を捕集するフィルタについて、それぞれの特徴・性能を的確に把握できることを確認。

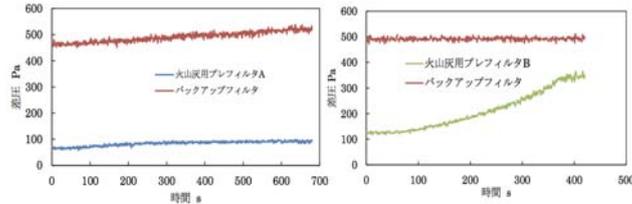


図2 K-Tz火山灰の分布(左)と年代を測定したジルコン鉱物(右)

### (3) 成果の活用先

- ◆ 降灰ハザード評価技術と技術開発を通じて取得した知見を、「火山噴火リスク・影響評価(脆弱性)」で実施している、機器影響評価技術の開発に援用し、定量的な評価手法と効率的な対策を提案。
- ◆ 降灰荷重ハザード曲線等の数値的ハザード評価技術を援用し、発電用原子炉施設の新規制基準適合性審査と継続的に実施される安全性向上評価、及び安全基準・設計指針(JEAG等)の改訂に貢献。

## 竜巻等極端気象(1)

### (1) 目的

- ◆ 科学的で合理的な竜巻ハザード評価法や竜巻飛来物評価法を確立。
- ◆ 耐飛来物設計というハード的な竜巻対策法に加え、ソフト的対策(竜巻等の突風検知・予測)法を開発。

### (2) 成果

#### 《竜巻ハザード評価機能の拡充》

- ◆ 竜巻風速のハザード評価における不確かさの幅を定量的に評価できるように、竜巻風速ハザード評価モデルTOWLAを改良。(図1)
- ◆ 原子力発電所の竜巻飛来物の情報を容易に入力できるようにし、飛来物速度評価ツールTONBOSを用いて浮上・飛散・衝撃・風荷重を容易に評価しうる実用ツールを開発。
- ◆ 竜巻飛来物の地上での初期姿勢や空中での姿勢をランダムに変化させた条件で、飛来物の浮上・飛行を計算する方法を開発。
- ◆ 大規模山岳の有無が突風関連指数(検討地域区分方法で用いる気象学的変数)に及ぼす影響を評価。
- ◆ 竜巻への地形影響評価に対する気流モデルと気象モデルの適用性を調査。

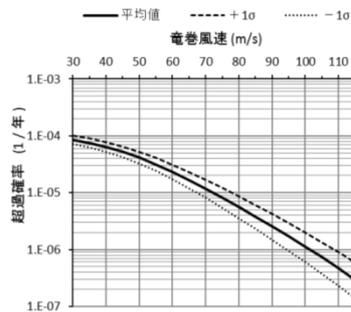


図1 竜巻風速ハザードの不確かさ幅の評価例

## 竜巻等極端気象(2)

### (2) 成果 (つづき)

#### 《飛来物対策工の力学特性把握と高速貫通試験設備の導入》

- ◆ 飛来物防護用金網の解析評価モデルを開発するため、二軸引張試験を行い材料特性を取得。
- ◆ 面外荷重を受ける金網の面内展開方向、展開直角方向の荷重伝達状況を把握するため、金網の鉄球衝突試験を行い、ワイヤ張力を測定。
- ◆ 種々の貫通試験を室内で行うために、高速貫通試験設備 (図2) を我孫子地区に設置し、模擬飛来物の加速性能等を確認。



図2 高速貫通試験設備の概観

### (3) 成果の活用先

- ◆ 新規規制基準適合性審査対応の一部に本研究の成果を適用。
- ◆ 再稼働後の安全性向上評価において、本研究の成果が適用できるよう協力。
- ◆ 本研究で得られた知見は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 竜巻飛来物の衝撃荷重による構造物の構造健全性評価手法ガイドライン」などの将来の改訂等に反映。
- ◆ 竜巻風速の不確実性評価、竜巻飛来物のランダム性評価、高速貫通試験の結果は確率論的なハザード・フラジリティ評価に反映予定。

## 津波(1)

### (1) 目的

- ◆ 種々の自然条件で活用できる津波堆積物調査方法を構築。
- ◆ 津波影響評価技術を高度化すると共に、フラジリティ評価手法および手順を提案。

### (2) 成果

#### 《津波堆積物の調査・分析、生成過程実験》

- ◆ 太平洋沿岸19地点で得た津波堆積物試料について化学分析を行い、供給源の鉱物組成が化学分析結果に大きく影響する結果を得た。津波堆積物の認定過程において、供給源の特徴を踏まえる必要があることを示した。
- ◆ これまでに実施した大型水理模型実験 (図1) の結果を分析。砂丘を有する地形では、陸上堆積物中の沖合土砂量の割合は非常に少ない (図2)。遡上中の鉛直流砂濃度から、遡上時に土石流的な流砂移動(トラクションカーペット)は生じておらず、堆積過程で堆積物底部に逆級化構造 (粗粒が細粒より上部に位置する構造) が生じていることを明らかにした。

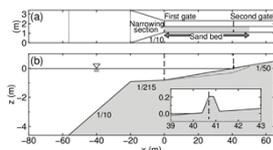


図1 津波堆積物生成過程の水理実験模型、海域から陸域まで混合粒径の移動床を敷いた。

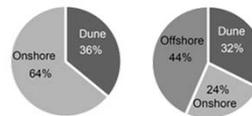


図2 実験で堆積した土砂の供給源の割合 (a) 陸域、(b) 海域。陸域の堆積物には沖合の土砂がほとんど含まれていない。

## 津波(2)

### (2) 成果 (つづき)

#### 《津波フラジリティ評価技術の高度化》

- ◆ 仮想サイトを対象としたハザード評価およびフラジリティ評価の試行を開始。確率論的津波ハザード評価とフラジリティ評価の接続方法、および事故シナリオ評価への反映を踏まえたフラジリティ評価手法の考え方を提案。
- ◆ 取水設備の貫通部止水対策等による浸水防止対策や基準津波の規模が大きくなったことにより、取水路内において管路状態と開水路状態の遷移状態が発生する可能性が高くなり、気液2相流状態に関連した衝撃的な荷重などが懸念。管路・開水路状態が遷移する取水路内の流れによるピット部での荷重評価を対象とした水理実験を実施し、取水路内に存在する気相の影響による衝撃的な圧力、ピット内の貯留堰に作用する波圧のデータを取得。

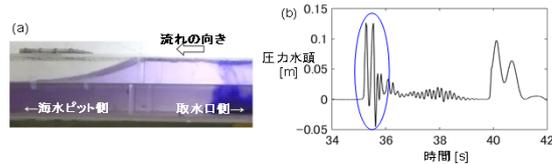


図3 (a) 管路・開水路状態が遷移する取水路内の流れの様子、(b) 気相の影響により海水ピット天端に作用する衝撃的な圧力。(実験縮尺1/20)

### (3) 成果の活用先

- ◆ 津波堆積物の調査及び水理実験の結果は、津波堆積物調査方法の基礎資料となる。水理模型実験結果は津波の侵食・堆積現象の数値解析モデルの検証に活用される。
- ◆ 仮想サイトを対象とした津波PRAにおけるフラジリティ評価の試行は、安全性向上評価での津波PRAを電気事業者が実施する際に参考となる。取水設備における気液2相流に関連した荷重評価の研究成果は、今後の安全性向上評価に活用される。

## 機器耐震(空気作動弁加振試験)(1)

### (1) 目的

- ◆ 共振振動台を利用した空気作動弁の20G加振試験を行い、動作機能確認済み加速度を向上。

### (2) 成果

#### 《空気作動弁加振試験》

- ◆ 対象は表1に示す代表弁4体。2017年度は、加振工程および計測計画について技術支援を行い、試験計画立案に協力。加振試験は、2018年8月から開始予定。

表1 選定した代表弁

空気作動 グローブ弁 シリンダ型	空気作動 グローブ弁 ダイヤフラム型	空気作動バタフライ弁 シリンダ型 (直結式)	空気作動バタフライ弁 シリンダ型 (レバー式)

## 機器耐震(空気作動弁加振試験)(2)

### (2) 成果(つづき)

#### 《共振振動台ベース改良》

- ◆ 共振振動台の定期点検時に、ベース部分に浮き沈み等の不具合を確認。原因は一部の基礎ボルトの強度不足であることが判明。このため、図1に示すようなFEM解析により詳細なベースの強度評価を行い、ベース改良に着手。
- ◆ ベースの変形を考慮したFEM解析の結果は、設計時の荷重247.9kNより大きな289kNの最大荷重が生じた。これに対し、ベース剛性を上げたケースでは、約半分の162kNとなり、十分な結果になった。
- ◆ 空気作動弁加振試験に間に合うよう、2018年2月から共振振動台のベース改良工事を開始。

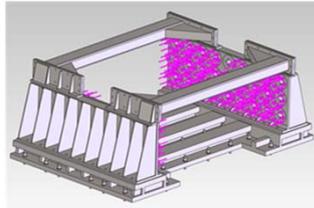


図1 解析モデル

	1	2	3	4	5	6
1	-133	139			-52	79
2	-219	234	22	-4	-64	74
3	-415	289	69	-16	-64	64
4	-412	288	70	-16	-64	62
5	-219	236	23	-3	-64	75
6	-133	141			-54	79

図2 改良前の基礎ボルトの作用荷重(kN)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-211	162				-38	77	
2	-244	142	79	29	1	-11	-23	39
3	-246	122	89	41	1	-8	-15	16
4	-246	126	89	41	1	-8	-15	16
5	-242	143	78	28	1	-12	-23	38
6	-212	154				-37	75	

図3 改良後の基礎ボルトの作用荷重(kN)

### (3) 成果の活用先

- ◆ 空気作動弁加振試験の試験計画策定に反映され、2018年度に実施予定の空気作動弁加振試験時に活用。

## 機器耐震(主蒸気隔離弁加振試験)(1)

### (1) 目的

- ◆ 共振振動台を利用した主蒸気隔離弁の20G加振試験を行い、動作機能確認済み加速度を向上。

### (2) 成果

#### 《主蒸気隔離弁加振試験》

- ◆ 対象は図1に示す試験体。試験体および治具の重量より、共振振動台のばねの本数を設定し振動数予測した結果を表1に示す。2017年度は、加振工程および計測計画に対して技術支援を行い、試験計画立案に協力。

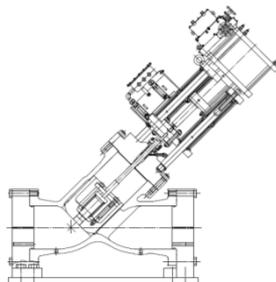


図1 主蒸気隔離弁試験体

表1 共振振動台のばねの設定と振動数予測

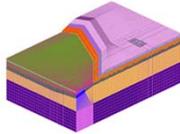
試験体重量	4.1 t
治具重量	4.8 t
内部ばね本数	30 本
外部ばね本数	52 本
ばね剛性	$8.2 \times 10^7$ kN/mm
予測振動数	10.06 Hz

## 機器耐震(主蒸気隔離弁加振試験)(2)

### (2) 成果(つづき)

#### 《共振振動台運転時の環境振動予測》

- ◆ 共振振動台運転時の環境振動について、主蒸気隔離弁加振試験においては、より大きな負荷条件での運転が必要となることから、FEMによる振動予測手法を高度化し、解析精度を検証。
- ◆ 実測値がある1t負荷20G加振の条件で解析結果と実測値を比較して、予測方法の妥当性を検証。地形・地盤データおよび振動台基礎のモデルを総合して、振動台基礎と周辺地盤の全体モデルを作成(図2、3)。
- ◆ 解析結果の波動伝播の状況と振動レベルの比較を図4、5に示す。振動レベルの比較より解析精度を確認。共振振動台の環境振動は予測評価可能であることが示された。



- ✓ 鋼管杭は線形、等価剛性で設定
- ✓ 地盤物性はボリンク確率等から設定
- ✓ 要素分割は、せん断弾性係数 $E_s$ の1/10の成長でモデル化(100万自由度)
- ✓ 地盤の剛度と質量に地盤特性を配慮
- ✓ 振動台基礎で計測された加速度も、基礎部分に入力した。

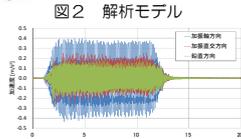
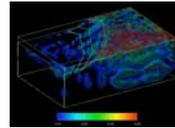


図3 入力加速度(1t負荷20G加振時の基礎加速度の実測値)

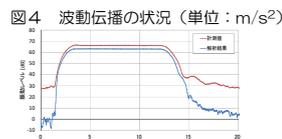


図5 振動レベルの比較

### (3) 成果の活用先

- ◆ 主蒸気隔離弁加振試験の試験計画策定に反映され、2018年度から開始予定の主蒸気隔離弁加振試験時に活用。

## 機器フラジリティ(1)

### (1) 目的

- ◆ 日本の状況に即した現実的なフラジリティ評価法を構築。

### (2) 成果

#### 《地震被害データベースの継続的拡充》

- ◆ 2003年以降にスクラム設定値以上の大地震を受けた原子力発電所(延べ34プラント)の機器損傷事例を対象に構築している地震被害データベースについて、被害事例データの追加と分析を行い、拡充を進めた。
- ◆ フラジリティ評価等に必要な損傷レベル分類について、機器の動作等を伴う動的機器の動的機能を対象に、2016年度のレベル分類基準を見直した上で、839件の事例に対して実施。
- ◆ 動的機能が機能低下・喪失に至った事例は146件であり、このうちの40%は屋外の変圧器。また、屋内の主要機器の事例は40件。
- ◆ これまで静的機能と動的機能に関する損傷レベル分類を実施した結果、原子炉の安全性に直接影響を及ぼす機器で損傷が発生していないこと、および原子炉安全に関わる機器についても地震対策が取れる事例であることから、現行耐震設計が十分に機能していることを確認。

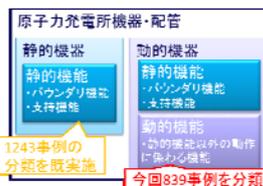


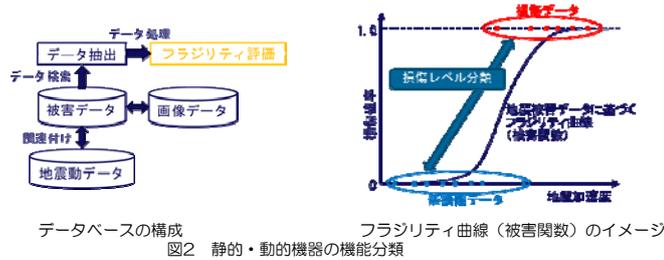
図1 静的・動的機器の機能分類  
(バウンダリ機能: 配管等の内部にあるものを閉じ込める機能)

## 機器フジリティ(2)

(2) 成果 (つづき)

《被害事例等を活用したフジリティ評価法構築》

- ◆ 現実的なフジリティ評価法構築に向けた課題に関して、海外文献、NRRC共通研究や審査資料等を対象に情報を収集。
- ◆ 地震被害データベースシステムに、地震被害データを用いてフジリティ曲線(被害関数)を算出するプログラムを実装。
- ◆ 収集した地震被害データの戦略的な公開を進めて、他機関と被害事例の分析やフジリティ評価に関する共同研究等の連携を実施し、その成果を本研究に反映するという今後の活用方針を策定し、電力大での合意を得た。



(3) 成果の活用先

- ◆ 損傷事例の分析・拡充を継続して実施。
- ◆ 損傷事例に基づく現実に即したフジリティ評価法を構築し、SAR等の対外説明時に活用できるように論文等で公知化するとともに、外的事象に対する事故発生リスク低減に資する関連対策効果の有効性評価の精緻化に資する。

## 建屋耐震(1)

(1) 目的

- ◆ 既設建屋の三次元応答評価、地震経験を受けた建屋の地震荷重評価、免震構造のフジリティ評価に係わる技術開発を通して、適合性審査や安全性向上評価における説明性向上を図る。

(2) 成果

《実建屋の3次元振動特性評価》

- ◆ 既設の原子力建屋および内部構造の振動性状を三次元的に把握するためのツールとして、多点観測装置および非接触センサで構成される建物内多点振動観測システムのハードウェア部分の整備を完了(図1)。
- ◆ 当所および原子力発電所の建屋において、振動特性の長期変動評価のための中小地震データや常時微動データを取得。

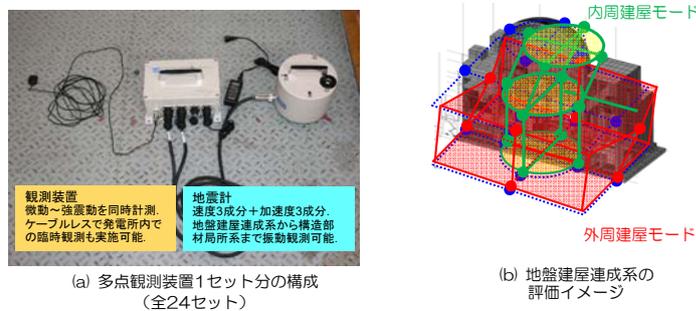


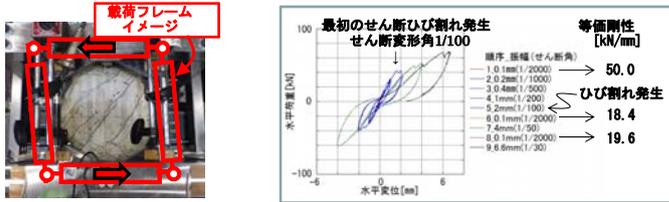
図1 建屋内多点振動観測システムの概要

## 建屋耐震(2)

### (2) 成果(つづき)

#### 《地震経験を考慮した地震荷重評価》

- ◆ 原子力建屋耐震壁の地震経験による剛性低下事象のメカニズムを解明するため、コンクリート壁の純せん断型載荷試験法を開発し、静的予備実験によりひび割れ経験と剛性低下の関係を把握(図2)。



(a) コンクリートひび割れ状況

(b) 復元力特性とひび割れ後剛性評価

図2 鉄筋コンクリート壁の純せん断型載荷試験法の開発

#### 《免震建屋のフレンジイ評価》

- ◆ 免震建屋のフレンジイ評価に係わる要素技術として、破断変位を確率変数とした時刻歴地震応答解析法を構築。実大簡易モデルの数値実験に基づき、破断事象を含む建屋応答は安定挙動を呈することを確認。

### (3) 成果の活用先

- ◆ 建屋の三次元応答を正確に把握し、建屋の耐震性能評価の合理化を図る。
- ◆ 地震経験を受けた建屋の速やかな安全性評価の遂行に役立てる。
- ◆ 免震構造の要求性能と地震荷重の関係を再構築し、免震構造の原子力発電への普及・拡大を図る。

## 地盤・構造物耐震(1)

### (1) 目的

- ◆ 断層変位に対する評価手法を構築するとともに、地盤・構造物耐震性評価手法を高度化。

### (2) 成果

#### 《断層変位ハザード評価》

- ◆ 2016年熊本地震で広範囲に生じた副断層の変位分布を差分干渉SAR(合成開口レーダ)解析により求め、既知の活断層から離れるほど変位量が小さくなる傾向を見出した(図1)。

#### 《屋外重要土木構造物の健全性評価》

- ◆ せん断土槽に埋設された立坑型RC試験体(縮尺:約1/10)の振動台実験に対するシミュレーション解析(図2)を実施し、地盤・構造連成系の三次元地震応答解析手法が実験結果を概ね良好に評価可能であることを確認。
- ◆ RC地中構造物の崩壊挙動を評価することを目的とした動的載荷実験の試験体と治具を製作。

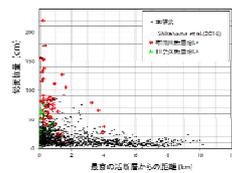


図1 InSAR解析による熊本地震の断層変位

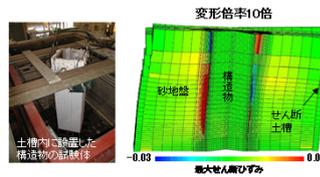


図2 三次元モデルのすべり安全率評価

## 地盤・構造物耐震(2)

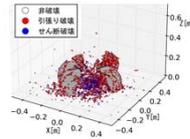
### (2) 成果(つづき)

#### 《基礎地盤・斜面の安定性評価》

- ◆ 基礎地盤・斜面のフレンジイ評価に必要な解析手法の開発・検証、体系化を目指し、二次元の時刻歴非線形解析で用いる岩盤の構成モデルに関して、引張破壊後の強度特性のモデル化の改良を図り、模型実験に対して適用性を検証。
- ◆ 三次元の時刻歴非線形解析で用いるすべり面の効率的な探索手法および岩盤の構成モデルの開発を進めている。
- ◆ 斜面崩落のリスク評価に用いる崩落岩塊の衝突による衝撃力を精度よく求めるために、崩落時に衝突破壊エネルギーを超えると岩塊が割れて次第に小さくなり、小岩塊群となる挙動を表現できる不連続体解析手法を開発。さらに、岩塊の衝突破壊実験を不連続体解析で再現できること確認し、衝突破壊エネルギーを解析により評価できる見通しを得た(図3)



(a)実験による破壊状況



(b)不連続体解析による破壊状況

図3 岩石の衝突破壊実験の解析例

### (3) 成果の活用先

- ◆ 断層変位ハザード評価については、原子力学会で策定中の断層変位PRA標準に反映。
- ◆ 屋外重要土木構造物の健全性評価および基礎地盤・斜面の安定性評価については、学会での体系化や論文化を進めて、JEAC4601およびEAG4601の次期改訂に成果を反映。
- ◆ 上記基準化に基づき、国の新規制基準適合性審査および安全性向上評価書の審査を円滑に進めることができる。

## 目次

### 1. NRRCの主な活動

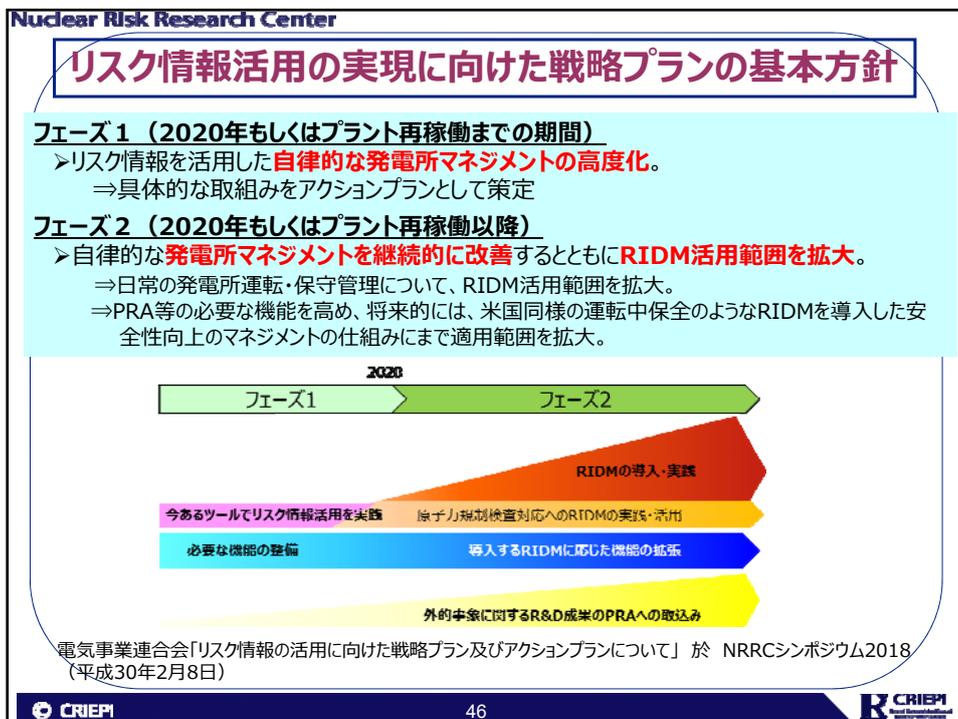
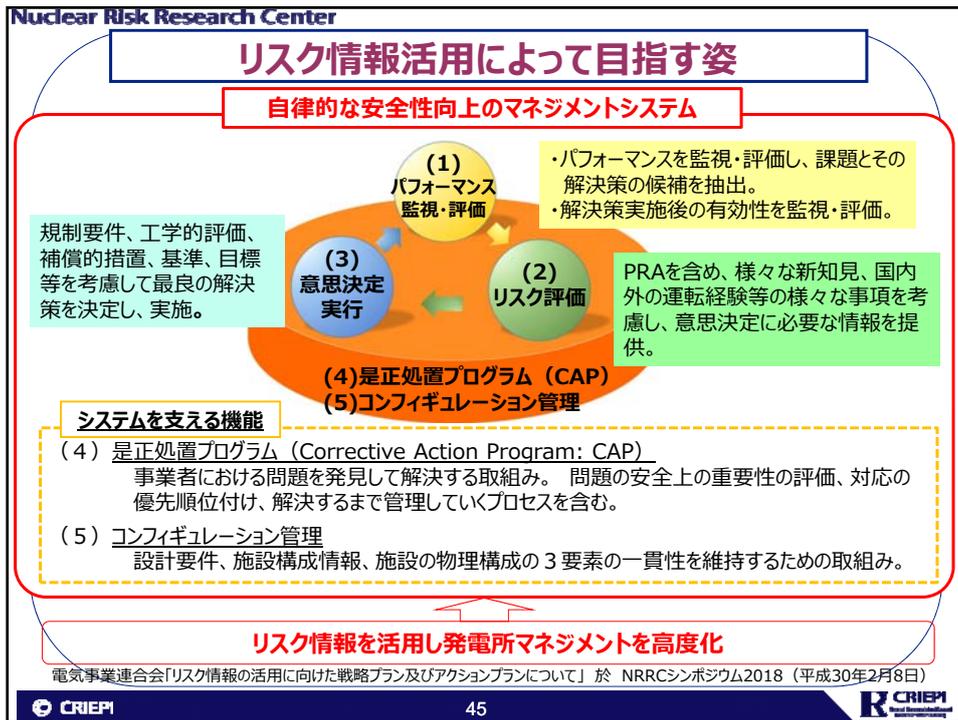
#### 1.1 研究開発活動

#### 1.2 リスク評価分野

#### 1.3 自然外部事象分野

### 2. リスク情報活用に向けた取り組み

### 3. まとめ



## PRAモデルの高度化（1）

- 目的
  - PRAモデルをstate-of-practiceのレベルまで改善すること。
- 高度化プロセス
  - ステップ1: パイロットプラントによる高度化**
    - 伊方3号機 (PWR) / 柏崎刈羽6/7号機 (BWR)
  - ステップ2: エキスパートレビュー**
    - 海外 (米国, 英国, スイス)より招聘したPRA専門家によるレビュー。  
(エキスパートレビュー開始以前は、NRRC技術諮問委員会 (TAC)の委員が伊方3号機のPRAモデルをレビュー)
    - レビューワ3名。1回のレビューあたり、準備1週間、レビュー会議1週間。
  - ステップ3: 改善事項の抽出、反映**
    - エキスパートレビューを通じて得られた改善事項をPRAモデルに反映。
  - ステップ4: ピアレビュー（試行段階）**
    - PRAピアレビュープロセスに沿った海外専門家による高度化モデルのレビュー。

## PRAモデルの高度化（2）

### 伊方3号機

【運転時内的レベル1 PRA】

- 2015年から2016年にかけてNRRC技術諮問委員会 (TAC) の中でレビュー。
- **ステップ4**を実施中。
  - ピアレビューの試行; 第1回(2018年2月), 第2回(2018年8月予定)
  - IE, SC, ASIについてASME/ANS PRA標準のサポート要件SRの60%が“MET”

【その他】

- 地震レベル1/2PRA、内的レベル2PRAについて、第1回/第2回エキスパートレビューにてレビュー。

### 柏崎刈羽6/7号機

【運転時内的レベル1 PRA】

- **ステップ2**を完了。(第4回エキスパートレビュー, 2018年5月)
- **ステップ3**を2019年3月までに完了予定。

## 伊方3号機 ピアレビュー試行結果(1)

- 日程、場所：2018年2月19日(月)～23日(金) (MHI神戸造船所)

- 海外専門家:

海外専門家	所属等	役割分担
Alfred Torri	US：独立コンサル、SAMG策定	チームリーダー、サポート：SC
Karl N. Fleming	US：独立コンサル、ASME/ANS PRA標準	リード：IE サポート：AS
James C. Lin	US：ABSG、信頼性解析、SE分野	リード：AS サポート：IE
Paul Boneham	UK：Jacobsen、Level-2が専門	リード：SC サポート：AS

- スコープ：運転時的レベル1  
起因事象(IE), 成功基準(SC), 事故シーケンス解析(AS)  
(残りの技術要素は8月に実施)
- プロセス：米国のASME/ANS PRA標準のサポート要件(SR)への適合状況を、NEI05-04(ピアレビュー実施プロセスガイド)の手順に基づき実施。



## 伊方3号機 ピアレビュー試行結果(2)

- 結果概要：

技術要素	SR	SRへの適合状況				指摘事項等		
		○	△	×	その他	指摘事項	提言事項	良好事例
起因事象(IE)	33	17	2	9	5	15	6	1
事故シーケンス(AS)	21	14	1	5	1	16	8	0
成功基準(SC)	14	6	2	5	1	8	2	0
合計	68	37	5	19	7	39	16	1

○：プラント固有のデータ/モデルを用いている(性能カテゴリ-II、又は全てのカテゴリに適合)

△：一般的なデータ/モデルを用いている(性能カテゴリ-I)

×：いずれのカテゴリにも適合していない

\*：第4回海外専門家レビューの対象若しくは第3回海外専門家レビューの対象外

【レビュー総評】多くの部分はASME/ANSのPRA標準に適合しているが、全体的な品質やRIDMへの業務適用にあたっては改良の余地がある。

- ✓ 例えば、保守的な条件による解析を成功基準に使用していることが「性能カテゴリ-I(△)」と評価された。また、設定根拠に関する記載の不足等、文書化の不足が「いずれのカテゴリにも適合していない(×)」と評価された。
- ✓ 海外専門家レビューの評価を踏まえ、結果への影響度等を勘案し、優先順位を定めて改善を図り、国際的水準の達成をめざす。

## 2020年に向けて

### 【PRAモデルの高度化】

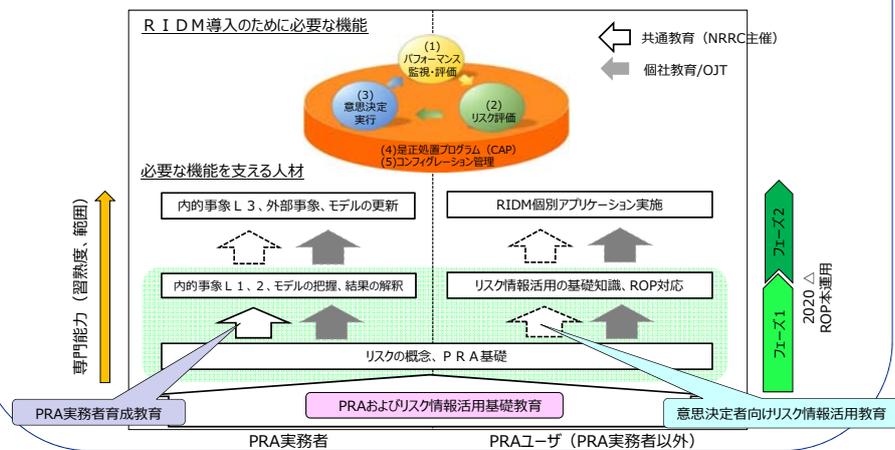
- パイロットプロジェクトから得られた知見は、全事業者と共有し、必要に応じ各社のPRAモデルに反映。
- 2020年までに反映できる項目は限られるが、結果への影響度等を勘案し、優先順位をつけて改善を進めていく。

### 【データ収集 / PRAパラメータ整備】

- データ品質の改善が State-of-PracticeレベルのPRAに必須。
  - ✓ 収集基準の一貫性（プラント間/事業者間）
  - ✓ データのトレーサビリティの確保
  - ✓ PRAモデル内の全機器のデータを確実に収集
- 上記を達成するためにNRRCと事業者は協働で「PRAのためのデータ収集実施ガイド」を策定し、昨年11月より故障データの収集を開始。
- 全プラントのデータ収集は2019年度上期目途に完了予定。
- このデータを用いて、NRRCは一般機器故障率の評価を行い、2020年3月までに整備を完了予定。

## RIDM導入に向けた人材育成のイメージ

- 事業者は、リスク情報を活用した意思決定の今後の継続的な実施を見据え、PRAを含む必要な機能を担う人材を育成する。
- NRRCは、**PRA実務者**、**PRAユーザー**について、産業界全体で標準的なものを整備することが必要かつ効率的であるものについては育成プログラムを整備・提供して、事業者における人材の育成を支援する。



## NRRCにおけるPRA教育実施項目

### 1. PRAおよびリスク情報活用基礎教育

PRAを業務で実施し始めた初心者を対象にPRA技術の全体像、個々の技術について導入教育を実施する。3日間コースを2回/年で開催。

➤2018年度実施に向け準備中（第1回：9/12-14、第2回：12/12-14）

### 2. PRA実務者育成教育（EPRI 6週間コース）

PRA実務者の育成を目標としたPRA技術の全体像、個々の技術について導入教育を実施する。1年かけて専門的な内容を学習する。一年間に1週間の講義を6回行う。

➤2018年度より実施中（第1週：5/7-11、第2週：6/25-29、第3週：7/23-27）

### 3. 意思決定者向けリスク情報活用教育

意思決定を行う管理職向けに、リスクという観点で判断をしていける能力を習得できるよう、RIDMアプリケーションの実施に向けた導入教育として実施を検討中。

➤ 2018年度の試行に向け準備中。海外専門家によるコンサルタント支援を計画中。

## 目次

### 1. NRRCの主な活動

#### 1.1 研究開発活動

#### 1.2 リスク評価分野

#### 1.3 自然外部事象分野

### 2. リスク情報活用に向けた取り組み

### 3. まとめ

## まとめ

- NRRCは、PRA手法およびリスクマネジメント手法のセンター・オブ・エクセレンスを目指し、研究開発活動を実施してきた。
- 今後も、研究開発を実施するとともに、開発した手法を事業者の自主的安全性向上活動に活用できるよう一層注力していく。