NRRC研究ロードマップ

2025年3月

原子力リスク研究センター (NRRC)

© CRIEPI

安全性向上を支えるリスク研究開発

- 低頻度だが大きな被害をもたらし得る事象のさらなる解明と対策立案
- 従来の決定論的な手法に加えてリスク情報を活用する手法を適用

研究開発項目

1 事象評価技術

1) シビアアクシデント(SA)*
2) 活断層
3) 地震動
4) 断層変位
5) 地盤・斜面・土木構造物耐震
6) 建屋・機器耐震
7) 津波
8) 火山
9) 強風等極端気象
10) 内部火災・内部溢水

*炉心の著しい損傷を伴う重大事故

応用 ↕ フィードバック

2 リスク評価技術

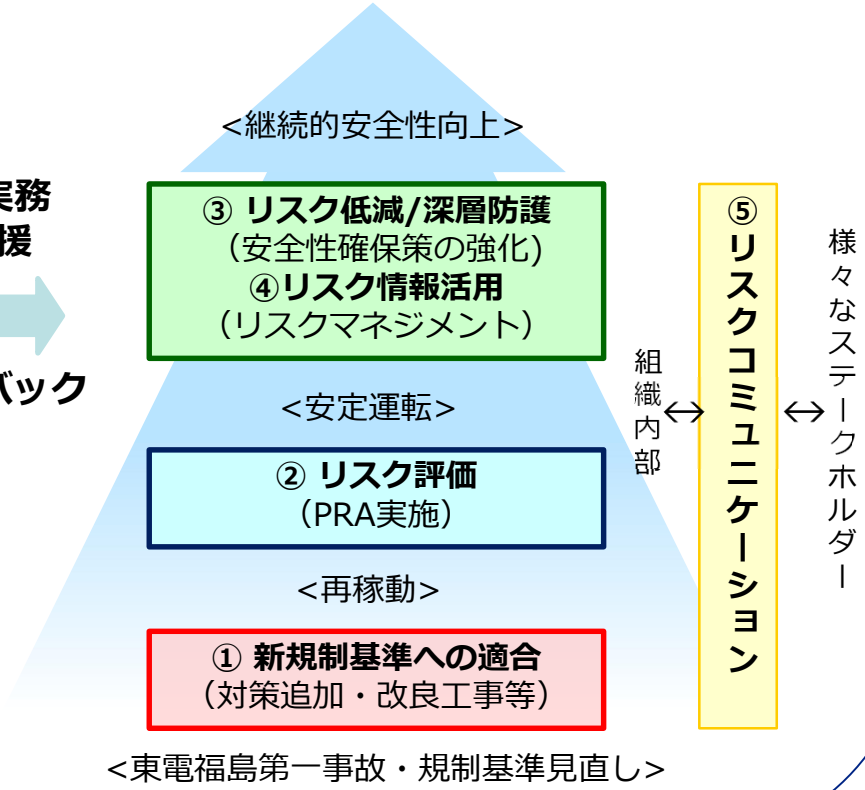
1) PRA手法（内的・外的事象）
2)人間信頼性(HRA)
3)環境放出時影響

3 リスクコミュニケーション

成果の実務適用支援 ⇔ フィードバック

継続的安全性向上の取り組み

＊番号①～⑤は、後述のロードマップの「成果の適用先」の番号に対応



PRA技術の改良開発状況

専用研究は不要 | 研究開発開始予定 | 研究開発中 | モデルプロジェクト実施中

		レベル１	レベル２	レベル３
内的事象	出力運転時PRA	2021年 一般パラメータ推定 2023年 データ収集ガイド 2023年 HRAガイド改訂 2024年 PRA実施ガイド 2024年 ﾋﾟｱﾙﾋﾞｭｰｶﾞｲﾄﾞ改訂	2021年 最適FP放出評価法 2024年 レベル2PRAｹｰｽｽﾀﾃﾞｨ 2024年 レベル2PRA評価事例集 2026年 レベル2MUPRA*手法 （*マルチユニットPRA）	2023年 WinMACCS利用ガイド改訂 2025年～ レベル3PRA モデルプラント
内的事象	停止時PRA			
内的事象	火災・溢水PRA	2019～2021年 溢水PRAモデルプラント 2024年 溢水PRA実施ガイド改訂 2020年 火災モデル・火災発生頻度整備 2021～2026年 火災PRAモデルプラント 2026年 火災PRA実施ガイド改訂		
外的事象	地震PRA	2020年 SSHACプロセス導入 2019年～ 地震PRAモデルプラント 2023年 地震レベル1MUPRA手法 (随時）ハザード・フラジリティ評価高度化		
外的事象	津波PRA	2017～2020年 津波PRAモデルプラント		
外的事象	マルチハザードPRA	2021～2023年 地震・津波重畳PRAモデルプラント		
外的事象	上記以外の外部事象（竜巻・強風、火山）	2022年～ 強風PRAモデルプラント 2025年～ 降灰PRAモデルプラント		
使用済燃料貯蔵施設(SFP)PRA		2022年　被覆管破裂モデル	2025年 PRA手法	

PRA技術の改良開発スケジュール

凡例：研究開発 ⇒ モデル プラント評価 ⇒ 実務適用 ⇝ 要素技術毎に 随時実務適用

PRA項目	研究項目 ＼ 年度	～2023	2024*	2025	2026	2027	2028～
出力運転時	内的レベル1PRA手法改良		●				
	人間信頼性評価（ＨＲＡ）手法高度化		●				
	過酷状況下ＨＲＡ手法開発		●				
	マルチユニットPRA手法開発						
	放射性物質放出リスク評価手法高度化（レベル２）		●				
	環境影響リスク評価手法開発（レベル３）		●				
内部火災	内部火災リスク評価手法整備（レベル１）		●				
内部溢水	内部溢水リスク評価手法整備（レベル１）		●				
地震	地震リスク評価手法高度化（レベル１－２）		●				
	ＳＳＨＡＣプロセス確立		●				
	ハザード・フラジリティ評価手法高度化		●				
津波	津波リスク評価手法高度化（レベル１－２）		●				
	ハザード・フラジリティ評価手法高度化		●				
竜巻・強風	竜巻・強風リスク評価手法高度化（レベル１－２）						
	ハザード・フラジリティ評価手法高度化		●				
火山	降灰リスク評価手法高度化（レベル１－２）						
	ハザード・フラジリティ評価手法高度化		●				
使用済燃料貯蔵施設(SFP)	SFPリスク評価手法開発						
リスクコミュニケーション	リスクコミュニケーション手法開発		●				

*●印は2025年3月時点で、各研究項目において、電気事業者におけるPRAの予備的検討や実機評価等の実務に適用できる成果や要素技術があるもの。

1. 内的レベル１PRA手法改良

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
パイロットプロジェクト支援	国内PRAが国際レベルに達していない ↓ • PRAモデル高度化のための海外専門家によるパイロットプラントのレビューを実施 • 事業者の国際的な技術水準のPRAモデル作成を支援するためのガイドを整備	▽レビュー報告書②（内的L1/L1.5、以後毎年度報告） パイロットプラント（伊方3号機/柏崎刈羽7号機）を対象としたレビューを実施 レビューで得られた知見をパイロットプラント以外のPRAモデルに適宜反映 PRA標準の要求事項解説ガイド策定（内的L1）	▽	▽ ▽ガイド策定②（内的L1） ガイド改訂（内的L1以外）	▽	▽	▽
PRAピアレビュー実施方法の確立	PRAの品質維持向上方策が十分でない ↓ • パイロットプラント以外のプラントに対してピアレビューを実施できるようガイドを整備 • 国内技術者によるピアレビュー実施のための体制を構築	▽ガイド策定②（試行版） PRAピアレビュー実施ガイド策定 ピアレビュー体制の構築・米国ピアレビュー調査	▽ﾜｰｷﾝｸﾞｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ作業手順書②	▽ガイド改訂②（制定版） ガイド改訂（ﾚﾋﾞｭｰ実績ﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸ） ▽PRAピアレビュートライアル②		ピアレビュー実施	
信頼性データベース構築 PRA用パラメータ整備	品質の高いパラメータの整備が十分でない ↓ • データ収集ガイドの整備 • 国内一般パラメータ推定（機器故障、CCF（共通原因故障）、LOOP（外部電源喪失）、UA（アンアベイラビリティ）、他）	機器故障、CCF等データ収集（新たな運転実績、収集範囲拡大、重大事故対処設備等） ▽一般パラメータ公刊② ▽機器信頼性データ収集ガイド公刊② 機器故障率等パラメータ評価 CCFデータ収集ガイド▽ LOOP発生頻度② ▽ LOOP発生頻度評価 ▽MSPI用UAデータ収集ガイド／パラメータ公刊② MSPI*用UAパラメータ評価 ▽信頼性DBシステム② 信頼性データシステム構築	機器信頼性データ収集ガイド改訂②▽ 機器故障率等パラメータ更新 CCFパラメータ評価 ▽LOOP復旧失敗確率② LOOP発生頻度更新 PRA用一般UA評価／MSPI用UA更新 システム改良・更新（起因事象・CCF・UAデータ等のDB登録／改良を含む）	一般パラメータ更新②▽ ▽CCF一般パラメータ②	CCFパラメータ更新 ▽PRA用一般UAデータ収集ガイド ／パラメータ② 信頼性DB運用②▽		

*MSPI:緩和系性能指標

【凡例】 NRRC　電力各社

2. 人間信頼性解析手法の拡充及びその高度化技術の開発

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
電力におけるHRA研究の活用		改訂版HRAガイドを用いたHRAの応用拡大　（訓練・手順書改善　含） 実績データに基づくHEP更新					
最新の定量化手法の適用事例の拡大とHRAガイドの充実	最新の定量化手法が国内HRAに導入された際に備え、最新の定量化手法を内的･外的事象のHRAに適用した評価例が必要 ↓ ・最新の定量化手法の適用事例	分析モデルの反映、適用事例の拡大によるHRAガイドの充実 分析モデルの整備②▽ HRA分析モデルの拡充	▽HRAガイド改定(随時) 最新の定量化手法の適用事例の拡大	評価例の整備▽	評価例の整備▽	最新HRA定量化手法の適用	
不測状況下での認知診断タスクの評価モデルの開発と電力大ノミナル値更新	文脈、業態、国内人的過誤情報を反映した定量化手法が不十分 ↓ ・国外最新手法調査 ・国内データ傾向の把握、ノミナル値更新 ・文脈･国内傾向等を反映した定量化手法の開発	行動影響因子の構造モデル、ツールの開発、新定量化手法の提案 新定量化手法の整備② ▽	不測状況下での認知診断タスクの評価モデルの開発 認知診断タスクの手法開発へ知見活用 国内電力大のデータを用いたノミナル値更新 開発済みデータベースの運用支援	ノミナル値更新結果② ▽	評価モデルの整備②▽	国内データ反映のノミナル値適用	
人間信頼性データベースの開発（～2023）	人的過誤情報の不足 ↓ ・国内データベース整備 ・国内傾向を反映した人的過誤確率評価	データ収集方法高度化およびノミナル値更新方法の確立 拡張版データベースの開発					
稀有事象に対するHRAへの実験データ活用方法の提案	大規模自然災害等，高ストレス環境下における人間特性は訓練や過去事例では収集不可能 ↓ ・VRを用いて人間特性の知見を収集･整理 ・知見をHRAに活用	大地震と余震に係る人間特性データの抽出 火災時人間特性② ▽ 中操火災に係る人間特性データの抽出	人間特性データの抽出① 実験データ活用方法素案② ▽ 知見整理・活用手法素案検討・不足要件抽出	人間特性データの抽出②	実験データ活用方法②▽ 知見検討整理・データ活用手法検討	現場操作への手法適用	
国際研究活用（HTOプロジェクト等）（HRA運用促進策の開発～2023）	HTO*プロジェクトなどの国外の研究では，デジタル制御室等での運転員の人間特性に関する研究が行われているが，国内のHRA手法開発への反映が必要 ↓ ・国外研究動向の把握 ・既存HRA手法で評価できない人間特性を検討し，定量化手法開発の対象の選定	HRAの運用促進策の開発（終了） インタビューハンドブック②▽　訓練観察方法ハンドブック②▽ ハルデンHTO*プロジェクト（2021-2023）への参画	国際動向調査結果▽ デジタル制御室等の人間特性に関する国外研究動向の把握 ハルデンHTO*プロジェクト（2024-2026）への参画		定量化手法開発の対象の選定	国外研究知見の国内反映	
		人間信頼性データ収集の国際連携の動向把握(NRC、EPRI、KAERI、等)					

*HTO: Human-Technology-Organisation

【凡例】NRRC　電力各社

3. マルチユニットPRA（MUPRA）

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
MUPRA手法の開発	複数ユニット同時発災時の文脈を考慮したGood PRAを導入するための標準的な実施方法が未整備 ↓ • 内的事象レベル1MUPRA手法の開発 • 外部ハザード（地震）レベル1MUPRA手法の開発 • レベル2までを見越したレベル1MUPRA手法の改善 • レベル2MUPRA手法の開発	内的事象レベル1MUPRA手法の開発 知見反映 ▽ 地震レベル1MUPRA手法案② 地震レベル1MUPRA手法の提案 ▽ 地震MU起因事象分析② PRAの要素評価による傾向・影響分析 ▽ 地震による機器同時損傷の影響分析② ▽ 地震レベル1MUPRA手法提示② 地震レベル1MUPRAケーススタディの実施 ケーススタディ等を踏まえた提案手法の改善 レベル2MUPRAに向けた先行研究等調査	内的事象・地震レベル1MUPRA手法の改善 知見反映 レベル2MUPRA手法案②▽ レベル2MUPRA手法の開発			マルチソース評価*に向けた検討	*原子炉、SFP、キャスク等の複数の放射性物質発生源を対象とした評価

4. 放射性物質放出リスク評価手法高度化（レベル２）

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
SA時の事故進展評価（原子炉～格納容器～原子炉建屋）	現実的な格納容器破損挙動評価、機能喪失頻度（CFF）評価、ソースターム評価の各手法の整備が不十分 ↓ • 代表核種(Cs)の挙動解明 • 格納容器/建屋内でのFP付着/移行挙動の評価と分析 • MAAPコードのモデル検証と高度化 • 現実的なFP移行挙動評価のための手法開発 • 緩和システム（FCVS）のモデル開発 • 格納容器内温度評価及び破損部位特定手法の整備 • 原子炉建屋内における水素挙動評価のための手法開発 • 重要事故シナリオの評価手法整備	▽貫通部DFデータ② FPの現実的挙動の解明とモデル構築 建屋DF有効性▽(詳細)② MAAPによるFPの建屋沈着/移行挙動評価とモデルの妥当性確認 現実的なFP移行挙動評価手法の開発 SA時格納容器健全性評価手法②▽ 格納容器健全性評価に関する手法開発（温度評価、構造評価、フラジリティ評価モデル）	FPの現実的挙動評価モデルの高度化(建屋沈着/移行、貫通部／スクラビングFP除去) 建屋FP挙動評価手法の構築 ▽ PRDによる各種評価モデル② 最新知見を反映した出力運転時Goodレベル2PRA手法開発（CFF、ソースタームPRD、TI-SGTR、ダイナミックPRA、EDF共研、国際プロジェクト）	▽FP挙動評価 モデル② 低出力及び停止時の重要現象に関する知見拡充 ▽建屋FP挙動評価手法② FP挙動評価手法及び格納容器健全性評価手法の適用範囲拡張 MAAPコードのモデル検証、改良と高度化 水素挙動簡易評価手法②▽ SA時の原子炉建屋内水素挙動評価技術の確立 国際協力（OECD/NEA FACE, ATRIUM, CSARP, IPRESCA等）、AIや機械学習等を活用したレベル２PRAの効率化	高度化したFP挙動評価手法及び格納容器フラジリティ評価手法②▽ 低出力及び停止時のGoodレベル2PRA手法の開発 ブローアウトパネル及びトップベントの有効性確認②▽	停止時レベル2PRAの評価手順②▽ 評価事例集（更新版）②▽ 評価事例集**の拡張・更新	マルチソース評価*に向けた検討 *原子炉、SFP、キャスク等の複数の放射性物質発生源を対象とした評価
モデルプラント評価	構築したレベル2PRAに係わる各種手法の適用性確認を通じたGoodレベル2PRA手法の構築	炉を対象としたレベル2PRAの試行(ケーススタディ)、評価事例集**の構築(出力運転時) 評価事例集② ▽ レベル2マルチユニットPRAに向けた先行研究等調査					

**レベル2PRAは現状国際的に様々な手法が実用レベルで存在することと、国内ユーザーの手法の選択肢を拡げる観点から、特定の手法を規定する実施ガイドではなく評価事例集として発行する事とした（2025年3月改定時）

5. 環境影響リスク評価手法開発（レベル３）

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
レベル3 PRA技術の検討	電気事業者が最新のレベル3PRAコードを利用するための知見が不足 ↓ ・米国の既存モデル(WinMACCS)導入と特性把握、我が国への適用性評価 ・ソースターム入力（MAAP出力からWinMACCSへの入力）手法の整備 ・国内におけるデータの収集、パラメータ化	防災等データ ▽入力手法② 国内におけるパラメータの情報収集、検討、評価 総合的な影響評価 ▽手法② 中長期被ばくを含めたパラメータの総合的検討・解析 レベル2/3PRA インターフェース ▽ツール② ソースタームの入力手法・不確実さの解析手法の整備 各手法、ツールの試運用	▽重要パラメータ抽出② サイトデータ ▽作成手法② 国内における入力パラメータの検討 WinMACCS利用 ▽ガイド改訂② レベル2/3PRA インターフェース ▽ツール改良② 多数解析 ▽の効率化② レベル2、レベル3PRAの連携手法の開発 ソースタームの不確実さ解析手法整備	影響要因の分析、評価② ▽ リスク解析手法構築	影響評価手法② ▽ レベル2/3PRA インターフェース ツール改良②▽ 各手法、ツールの適用	国内における入力パラメータの検討 レベル3PRA 実施手法② ▽ レベル2と連携したレベル3PRAの実施手法の開発	サイトデータ 作成手法② ▽ レベル3PRA 試行結果② ▽ モデルプラントを対象としたレベル3PRA実施手法の高度化
モデルプラントに対応した検討		仮想のモデルプラントを対象としたレベル3PRAの検討	各種実在データ（気象、プラント周辺、ソースタームなど）の組み合わせによるモデルプラント構築	モデルプラントを対象としたレベル3PRAの試行	レベル3PRA 試行結果② ▽		

6. 内部火災リスク評価手法整備・火災防護

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
内部火災PRA技術の構築	➢ 内部火災PRA実施ガイドや国内火災発生頻度データの実機評価適用性、低出力/停止時の知見拡充が不足 ➢ スコープ拡大に向けた知見の拡充 ↓ • 国内外の最新知見を踏まえた実践的な火災PRAガイド（2019年版）の更新 • 国内火災発生事例に基づく火災発生頻度の提示・更新 • 他ハザード干渉影響評価手法の整備	内部火災PRA手法の整備 実施ガイド改訂に向けた知見拡充 ▽実施ｶﾞｲﾄﾞ公刊② 国内プラント火災発生頻度評価 地震誘因火災PRA手法の調査 ▽火災発生頻度②	2026年版ガイドの外部レビュー▽ 実施ガイド改訂（出力運転時） 知見反映 国内プラント火災発生頻度更新・スコープ拡大に関する調査（低出力/停止時・レベル２・他ハザード干渉影響・ガイド改訂検討）	知見反映	発刊② ▽ ▽火災発生頻度更新②	新知見の改訂版への反映（出力運転時・低出力/停止時）	
内部火災PRAプロジェクト	➢ 内部火災PRAガイドの実機評価適用性の確認・向上が必要 ↓ • モデルプラントを対象とした試評価と実施ガイドへのフィードバック	モデルプラントを対象とした内部火災PRAの試行（フェーズⅠ） 火災進展解析手法の適用 ﾘｽｸﾌﾟﾛﾌｧｲﾙ分析② ▽	モデルプラントを対象とした内部火災PRAの試行（フェーズⅡ）	各社パイロットプラントを対象とした内部火災PRAへ展開			
火災進展評価技術の高度化	➢ 国内外の規制動向や最新知見を踏まえたバックフィットへの先手管理 ➢ 電気盤火災の発生と成長に関する知見拡充が不足 ➢ 実火災を想定した煤煙と熱の伝播によるターゲット（デジタルI&C等）損傷条件が不明確 ↓ • 実規模電気盤や種々の可燃物を用いた火災試験による知見の蓄積 • 火災進展解析に必要な火災モデルの整備やDLモデルの導入 • 国際共同研究や海外機関との連携による最新知見の導入・活用	火災進展モデルの整備 知見反映 OECD国際共同研究（PRISME3）への参画 海外機関（EDF, INL）との情報交換 電源盤・バスダクトHEAF火災・ZOI評価試験 ▽ HEAF火災発生防止評価手法提案① ▽ HEAFのZOI評価手法提案① OECD国際共同研究（電源盤・バスダクト火災：HEAF２）への参画	火災進展モデルの高度化 ▽ゾーンモデル*（BRI2-CRIEPI）改訂版リリース② EDFとの共同火災試験PRELUDEの実施 知見反映	フィールドモデル**整備② ▽ 新知見対応（デジタルI&C等）	DLモデル***開発②▽ ターゲット損傷条件評価試験（デジタルI&C等）	

* 上下二層の空気層（ゾーン）の形成を前提とした計算負荷の小さい実用モデル
** 精緻な空気温度の空間分布が評価可能な数値流体力学モデルで計算負荷が高い
*** 深層学習のアルゴリズム

【凡例】 NRRC　電力各社

© CRIEPI

7. 内部溢水リスク評価手法整備

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
内部溢水PRA技術の構築	➢ 内部溢水PRA実施ガイドや国内溢水発生頻度データの実機評価適用性、低出力/停止時の知見拡充が不足 ➢ スコープ拡大に向けた知見の拡充 ↓ • 国内外の最新知見を踏まえた実践的な溢水PRAガイド（2017年版）の更新と公知化 • 国内溢水発生事例に基づく溢水発生頻度の提示・更新 • 他ハザード干渉影響評価手法の整備	被水範囲や溢水障壁の性能評価 地震誘因溢水PRA手法の調査・検討 評価手法更新② ▽ 国内プラント溢水発生頻度評価 溢水発生頻度② ▽ 内部溢水PRA実施ガイド(2017年版)の改訂 2023年版ガイドの外部レビュー▽ 知見反映	スコープ拡大に関する調査（レベル2、他ハザード干渉影響等） 国内プラント溢水発生頻度更新 溢水発生頻度更新② ▽ 新知見の改訂版への反映（出力運転時・低出力/停止時） 発刊②▽		スコープ拡大に関する調査（低出力/停止時等） 2027年版ガイドの外部レビュー▽	発刊②▽
内部溢水PRAプロジェクト	➢ 内部溢水PRAガイドの実機評価適用性の確認・向上が必要 ↓ • モデルプラントを対象とした試評価と実施ガイドへのフィードバック	モデルプラントを対象とした内部溢水PRAの試行 最終評価・外部レビュー②▽	知見反映 各社パイロットプラントを対象とした内部溢水PRAへ展開	知見フィードバック			

【凡例】 NRRC　電力各社

8-1. 地震/耐震【地震ハザード（活断層）】(1/2)

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
断層破砕性状に基づく活動性評価	断層活動性評価の基準となる上載層の年代が不明、あるいは欠如。 ↓ ・断層破砕部の性状に基づく活動性評価手法の構築 ・従来手法では測定できない地層に適用可能な年代測定手法の構築	▽ 第四系変状の成因特定①② 第四系の変状の成因に関する基礎的研究 知見反映 上載地層を必要としない断層活動性評価手法の開発に関する研究 先端的な機器を用いた破砕部試料 分析手法の検証・改良①② ▽ 断層破砕帯の性状に基づく活動性評価法の開発（先端的な機器を用いた破砕部試料の分析） 比較 破砕性状の深度変化の指標①② ▽ 室内実験による断層破砕再現・指標の検証 変質帯（熱水鉱物脈）調査方法の提案①②▽ 断層破砕帯との対比のための熱水変質帯調査 OSL/TL，K-Ar年代測定手法の適用性拡大，10Be測定手法の断層活動性評価への適用①②▽ 地質年代測定法の適用性拡大	上載地層を必要としない断層活動性評価手法の開発に関する研究（フェーズ２）	知見反映 断層破砕帯のナノ構造解析に基づく活動性評価法の体系化 比較 室内実験と数値解析による断層破砕再現・指標の検証 熱水変質または風化の識別方法の検討 知見反映 地質年代測定法の汎用性検証	上載地層を必要としない ▽ 断層活動性評価手法の提案①②	断層面のナノ構造 ▽ 解析手法の確立①② 岩種変化に伴う破砕性状変化の指標①②▽ 鉱物の化学分析を通した熱水変質・風化過程の明確化①② ▽ OSL/TL年代測定手法，10Be測定手法，広域風成塵による断層活動性評価の事例蓄積①②　▽	

8-1. 地震/耐震【地震ハザード（活断層）】(2/2)

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
活断層の震源断層評価	震源断層評価では、保守的な連動性評価が求められるほか、活断層の長さ･形状評価が困難な地域が存在。 ↓ ・実地震の破壊停止要因に基づく連動性評価指標の提示 ・活断層の長さ･形状評価が困難な地域の震源断層評価手法の構築	断層破壊停止条件の定量化手法の提案② ▽ 活断層の連動性評価手法の合理化 知見反映 震源を特定しにくい地域における活構造認定手法の開発（海陸境界部）	海陸境界部における震源断層評価手法の高度化①② ▽	地震規模予測のための震源断層（位置・形状・連動性）評価手法の体系化 知見反映 震源を特定しにくい地域における活構造認定手法の開発（伏在断層）	地震発生層・断層深部形状評価手法の高度化①② ▽ 伏在断層の震源断層評価手法の高度化①② ▽ 知見反映		
地表地震断層の分布特性と性状調査	活断層が未確認の地域における地表地震断層の出現事例の増加。 ↓ ・当該断層の分布･出現形態、破砕性状や活動性の調査に基づき、事前に評価しうる可能性を明確化	▽ 課題整理② 国際基準改定に関わる新知見収集 知見反映 リモートセンシングと現地調査に基づく地表地震断層の分布・性状・変位量の評価 比較 模型実験・解析による活断層系発達過程の体系化	副断層の分布・性状・変位量に関する基礎的情報の取り纏め② ▽ 断層模型実験結果の整理・分析と評価手法の体系化①②▽	近年発生した地表地震断層の性状評価（浅部地質構造，古地震履歴，平均変位速度） 比較 リモートセンシングによる地表地震断層の分布・変位量評価 比較 既存地質構造に関するデータ蓄積とその評価法の提案（断層の連続性，再活動）	知見反映	表層断層構造の特徴抽出①② ▽ 断層変位量評価手法の確立①② ▽ 連続・消失する断層の特徴抽出①② ▽	

8-2. 地震/耐震【地震ハザード（地震動）】

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
震源を特定せず策定する地震動	M6級の中規模地震の際に震源近傍で稀に得られる大加速度記録の発生要因に関する知見の補強が必要。 ↓ • 強震記録取得地点の詳細調査に基づく発生要因の解明 • サイト増幅の影響を除去した基盤地震動の評価	「震源を特定せず」標準レベルの評価①②▽ 強震記録取得地点の詳細調査に基づく発生要因の解明とサイト特性評価に基づく基盤地震動の評価		次世代地震動予測式の整備	「震源を特定せず」標準レベルの評価①②▽		
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	震源ごく近傍の地震動評価法の高度化、地震動予測式の更新、地震動予測式のローカルな岩盤への変換方法の確立が必要。 ↓ • 震源近傍の地震動評価法の高度化 • 露頭岩盤記録のフラットファイルデータベースの構築と全国的な高品質岩盤記録に基づく地震動予測式の更新 • 地下構造モデルと地震動予測式のサイト変換法の確立	動力学モデルを援用した震源モデル化・震源ごく近傍地震動評価法①②▽ 深部地下構造および震源のモデル化と震源ごく近傍の地震動評価法の高度化 フラットファイルデータベース①②▽ 露頭岩盤上データベースの構築	地下構造（地震発生層）の評価法①②▽ 次世代地震動予測式の整備（Non-ergodic） 地震動予測式の岩盤サイトへの変換法の確立①②▽ 地下構造モデルおよび減衰モデル化法とサイト特性評価手法の高度化	震源のモデル化と震源ごく近傍の地震動評価法の高度化 フラットファイルデータベース①②▽ データベースの拡充 3次元モデル化法①②▽	動力学モデルを援用した新原因バージョン①②▽		
確率論的地震ハザード評価	SSHACの国内適用方法が未確立。 ↓ • 確率論的地震ハザード評価における認識論的不確実さ考慮を目的としたSSHACの国内適用方法確立と国内SSHACで未実施のサイト特性の導入法の確立 • 確率論的地震ハザード解析の要素技術の高度化	マルチサイトSSHACの国内展開プラン②▽ 原子力学会標準への反映①▽ マルチサイトSSHACの国内展開プラン構築（東日本） 地震・津波重畳等のマルチハザード評価 認識論的不確実さの評価②▽ 地震動予測モデルの認識論的不確実さの評価の高度化 断層モデル手法における認識論的不確実さの評価②▽ 断層モデル手法を踏まえた地震PRA手法の開発	マルチサイトSSHACの国内展開プラン構築（西日本）	マルチサイトSSHACの国内展開プラン②▽ 認識論的不確実さの評価②▽		プランの適用 地震PRA手法の適用

8-3. 地震/耐震【地震フラジリティ（地盤、斜面）】

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
地盤の耐震安全性評価手法の高度化・体系化	基準地震動の増大に伴い、基礎地盤および斜面の耐震安全性評価手法の高度化、地震PRAにおける不確実さの整理が必要。次世代革新炉導入の可能性。 ↓ • 基礎地盤および斜面の耐震安全性評価手法の高度化（地盤モデル、岩盤の地震時安定性、断層変位、斜面崩落、不確実さ） • 土質地盤の地震時安定性評価の高度化・体系化 • 高度化した耐震安全性評価手法に対応した規格指針の整備	**モデル・評価手法の提案①②▽** **三次元遠心振動台の開発①②▽** 基礎地盤および斜面の耐震安全性評価手法の高度化（地盤モデル,岩盤,リスク評価,斜面崩落,三次元遠心振動台）	**モデル・評価手法の提案①②▽** **地盤物性のばらつきを考慮した液状化影響評価手法①②▽** 土質地盤の地震時安定性評価の高度化（液状化含む）	**適宜知見反映** **モデル・評価手法の提案①②▽** 断層変位ハザード評価手法の高度化	基礎地盤および斜面の耐震安全性評価手法の高度化（地盤モデル，岩盤の地震時安定性，断層変位，斜面崩落，不確実さ） 土質地盤の地震時安定性評価の高度化・体系化		**モデル・評価手法の提案①②▽** **液状化影響評価手法①②▽**
		土木学会技術資料（断層変位・液状化）①▽	地盤安定性評価手法の標準化・実用化（JEAGの課題解決等）	**次期JEAG4601①▽**	地盤安定性評価手法の標準化・実用化（規格指針改定支援，技術支援）		**土木学会規格・指針①②▽**

9. 地震PRA手法高度化

モデルプラントを用いた地震PRA手法高度化

8-4. 地震/耐震【地震フラジリティ（土木構造物）】

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
土木構造物評価	構造物が液状化や破砕帯(弱層)の影響を受ける場合に対して、耐震性能照査技術の実用化が必要。 ↓ • 液状化地盤や破砕帯に埋設されたRC構造物の耐震性能評価手法の構築・標準化 地震損傷・耐震補強・経年劣化を考慮した合理的な構造健全性評価技術の標準化・実用化が必要。 ↓ • 非破壊検査等の点検結果を活用したRC構造物の構造性能評価手法の提案・公知化	液状化・破砕帯影響評価手法 ①②▽ 液状化地盤中の三次元構造物の地震応答評価 破砕帯に埋設されたRC構造物の耐震性能評価 適宜論文化 耐震性能照査手法の追補①②▽ 地中土木構造物の耐震性能照査手法の公知化/標準化 △耐震性能照査手法の拡充①② 適宜論文化 振動計測に基づく既設構造物の損傷評価 点検結果を活用したRC構造物の構造性能評価		既設地中土木構造物の実耐力評価等（フェーズⅠ）	地震後の点検・評価手法 ①②▽ 適宜論文化 次フェーズ(地中土木構造物の耐震健全性評価手法の公知化/標準化/実用化) 耐震健全性評価手法の改訂①②△ 適宜論文化 次フェーズ(地中土木構造物の耐震性能照査技術の高度化，RC構造物の構造健全性評価技術の高度化) △点検結果を活用したRC構造物の構造性能評価手法①②		フェーズⅡ

9. 地震PRA手法高度化

モデルプラントを用いた地震PRA手法高度化

8-5. 地震/耐震【地震フラジリティ（建屋）】

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
合理的な耐震設計手法及び耐震安全性評価手法	非線形3次元有限要素解析（3D-FEM）を包含する大入力時の建屋耐震設計体系の整備に知見蓄積が必要。 ↓ • 3D-FEMを活用するための要素技術（非線形モデル設定、地盤-建屋相互作用、ハイパフォーマンス・コンピューティング（HPC））を段階的に整備していく。 PRA評価において、建屋の一部の耐震壁が終局耐力を超過すると安全側に建屋全損と見做し、炉心損傷に直結する事象と判定している。 ↓ • 建屋の部分的な損傷事象や終局耐力以降の事象を表現できる冗長性評価手法の整備 建屋3次元挙動検証のための多点観測の技術開発が必要。 ↓ • 実機の常時微動観測による建屋3次元振動特性検証手法の整備、高密度多点振動モニタリング技術の開発	大入力に対する原子力施設の合理的耐震評価 知見反映 原子力施設の建物の耐震設計・性能評価体系の標準化に関する研究（フェーズI） 整合性確認 ハイパフォーマンス・コンピューティング技術（HPC）による終局耐力以降の挙動を表現できる建屋冗長性評価法の整備 HPCによる建屋冗長性評価法②△ 応用・発展 建屋3次元振動検証法①②▽ 実機の常時微動観測による建屋3次元振動特性検証法の整備（実機剛性評価法の整備含む） 実機剛性評価法の整備②△	大入力時の建屋挙動評価法、3次元耐震設計・安全性評価の標準化①② ▽ フェーズⅡ 整合性確認 建屋冗長性評価 HPC高度化 適宜知見反映 高密度多点振動モニタリングによる地盤建屋振動系3次元観測技術の開発			
免震構造のフラジリティ評価	ダンパー破損を考慮したフラジリティ評価のための解析技術の開発が必要。 ↓ • ダンパ破損実験を踏まえた地震応答解析法の開発 積層ゴムの終局時及び破断後フラジリティ評価のための解析技術が必要。 ↓ • 積層ゴムの3次元有限要素解析（3D-FEM））技術の開発	積層ゴム破断を含む地震応答解析 応用・発展 ▽ダンパ破損実験結果①② ダンパ破損を踏まえた免震構造の地震応答解析 各種免震装置の破損事象を含む地震応答解析法①②△ 積層ゴムの座屈解析①②▽ 破断後積層ゴム解析①②▽ 破断後積層ゴムの3次元有限要素解析（3D-FEM）	世界的にみて高地震帯である国内に適した免制震技術開発			

8-6. 地震/耐震【地震フラジリティ（機器）】

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
機器・配管系耐震設計法の合理化	基準地震動の増加により、機器・配管系の耐震安全性評価手法の高度化が必要となってきている。 ↓ ・耐震設計手法の高度化・合理化により、地震PRAがより現実的になる。 ・配管系の弾塑性を考慮した評価法の開発・実用化・規格化 ・大振幅スロッシング荷重の合理的な評価法の開発	弾塑性評価法の規格化①②▽ 機器・配管系の弾塑性評価法の高度化・規格化に向けた研究Phase3 溶接部疲労曲線①②▽ 溶接部疲労評価法の開発 配管弾塑性評価法実用化①②▽ 配管系の弾塑性評価法の実用化 大振幅スロッシング荷重簡易評価法①②▽ タンク等のスロッシング評価個社対応 簡易弾塑性評価（Ke係数）の合理化①②▽ 疲労評価における簡易弾塑性評価法の開発	機器・配管系の弾塑性評価法の高度化・規格化に向けた研究Phase4 機能確認済加速度①②▽ 機器加振試験 配管支持構造の非線形ばね高度化 大振幅スロッシング荷重の簡易評価法の開発 簡易弾塑性評価法の高度化・規格化	溶接部疲労曲線①②▽ 溶接部疲労評価法の高度化 弾塑性評価法規格化①②▽ 評価法の高度化・規格化 JSME事例規格への反映 弾塑性評価法高度化①②▽		弾塑性評価法の規格化①②▽ 規格・基準化に向けた検討 規格・基準化に向けた検討 規格・基準化に向けた検討	
機器・配管系フラジリティ評価の高度化	地震PRAにおける現実的な機器配管系のフラジリティ評価手法の高度化が必要となってきている。 ↓ ・配管系の詳細解析によるフラジリティ評価法の開発・規格化 ・配管系の簡易フラジリティ評価法の開発・規格化 ・外電喪失フラジリティ評価法の開発・規格化 ・構造物と機器の連成を考慮したフラジリティ評価法の開発	配管フラジリティ評価法②▽ 疲労を指標とした配管フラジリティ評価法 外電喪失フラジリティ評価法②▽ 外電喪失フラジリティ評価法の開発 構造物と機器連成フラジリティ評価法②▽ 構造物と機器連成フラジリティ評価	配管フラジリティ評価法の規格への反映②▽ 配管系の簡易フラジリティ評価法の開発 外電喪失フラジリティ評価法の規格への反映②▽ 規格化に向けた論文による公知化 構造物と機器連成フラジリティ評価法の高度化・構築②▽ 構造物と機器連成フラジリティ評価法構築		規格・基準化に向けた検討 規格・基準化に向けた検討	

9. 地震PRA手法高度化

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
地震PRA手法の高度化	ハザード～フラジリティ～システムを構成する多数の要素のうち精度が最も低い箇所でPRAの全体精度（不確実さの最適化度合い）が決まってしまう。 ↓ • 高度化／改良手法に基づく地震ハザード評価結果・フラジリティ評価結果を実装したモデルプランのリスク定量化・システムへの影響分析、実装方法・手順の提示 地震PRAシステムモデルの不確実さが十分最適化されていない。 ↓ • 地震PRA特有のリスクプロファイルの最適化方法検討 • 地震PRAにおけるシステムモデル（機器リスト、損傷相関等）の最適サイズに関する検討	BWRモデルプラントを用いた地震PRA手法高度化（フェーズ1） • 高度化した土木フラジリティ評価結果の実装 • 高度化した地震ハザード評価の実装 • 実機配管系のフラジリティ評価結果の実装	**最新の地震ハザード評価・地震フラジリティ評価手法の地震PRAへの実装方法・手順の開発②▽** • フラジリティ評価・ハザード評価のシステム損傷確率への影響の感度解析 • 地震に対するシステムモデルの最適サイズに関する検討 **地震リスクに支配的な複数要因による影響同時低減の考え方提示②③▽** 地震を対象としたリスクプロファイル最適化に関する検討 電路類フラジリティ評価の高度化	モデルプラントを用いた地震PRA手法高度化 • より現実的な損傷相関を考慮したフラジリティ評価手法の開発・実装 • 高度化した地震ハザード評価方法の実装 • NRRC地震PRA実施ガイドライン（AESJ地震PRA標準2024の技術的補完・支援文書）の完成 • システム解析の外的事象PRA用への改良・拡張検討 地震起因の複合ハザードに対するリスク評価手法の開発 • 地震起因の複合事象の考慮：地震起因の複合事象に対するフラジリティ評価手法（プロトタイプ）の開発	**地震PRAに係わる国内基準・国際基準への反映②③▽**			地震起因マルチハザードに対するリスク評価手法の構築

8-4. 地震／耐震【地震フラジリティ（土木構造物）】

土木構造物フラジリティ評価の高度化

8-3. 地震／耐震【地震フラジリティ（地盤、斜面）】

基礎地盤フラジリティ評価・
斜面フラジリティ評価の高度化

10. 津波【ハザード/フラジリティ】

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
津波ハザード評価	津波などの堆積物調査結果に対する解釈の認識論的不確実さ評価が不十分。 ↓ • 津波などの堆積物調査結果の知見を増やし、不確実さの定量化精度向上。 非地震性津波の評価技術や，非地震性を含む確率論的津波ハザード評価手法の知見の補強が必要。 ↓ • 非地震性津波の評価技術の確立 • 最新知見を踏まえた非地震性を含む確率論的評価手法の高度化	堆積物判定における不確実さ評価手法の提案①②　▽ 津波を含むイベント堆積物の判定手法の確立 オイラー法による3次元解析技術の確立①②　▽ 陸上及び海底の地すべり等に起因する津波の評価技術の確立 非地震性を含む津波の確率論的ハザード評価手法の構築①②　▽ 非地震性を含む確率論的津波ハザード評価手法の高度化	イベント堆積物の判定手法の高度化 ▽　粒子法による3次元解析技術の確立①② 地すべり等に起因する津波の評価技術の実用化 非地震性を含む津波の確率論的ハザード評価手法の提案①②　▽	堆積物判定における不確実さ評価手法の高度化①②　▽ 2次元/3次元解析技術の実用化①②　▽		イベント堆積物の判定手法の体系化 地すべり等に起因する津波の評価技術の高度化 非地震性を含む確率論的津波ハザード評価手法の体系化
津波フラジリティ評価	様々な津波影響を考慮した津波フラジリティ評価手法の高度化が必要また、津波影響評価技術に関する新知見の検証が必要。 ↓ • 最新技術が反映された津波伝播・遡上等の解析技術の高度化 • 最新技術が反映された津波漂流物影響評価技術の高度化 • 新知見を収集すると共に、それを踏まえた津波影響評価手法の検証および高度化	津波伝播・遡上解析手法の高度化（取水路）①②　▽ 津波伝播・遡上等の解析技術の高度化 漂流物影響評価手法の技術資料の作成①②（土木学会）▽ 漂流物影響評価技術の高度化および体系化 土砂を含む津波波力の評価手法の提案①②　▽ 二次的影響の確率評価に関する検討	△小型船舶の衝突評価技術の高度化①② 漂流物影響評価技術の体系化（第2期）	津波伝播・遡上解析手法の高度化（2D+3D解析のハイブリッド・使い分け）①②　▽ 二次的影響の確率評価手法の高度化①②　▽	漂流物影響評価手法の技術資料の公知化①②（土木学会，JEAC）　▽	津波解析技術の最新知見の収集および高度化 漂流物影響評価技術の高度化

11.津波PRA手法高度化・地震津波重畳PRA手法開発

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
津波PRA手法の高度化	津波PRAの試行による評価手法の高度化と知見の蓄積が必要。 ↓ • 敷地内浸水情報の評価手法の高度化 • 実機適用を通じた知見の蓄積と規格基準への反映	**津波PRA手法の知見の整理および支援ツール② ▽** モデルプラントを用いた津波PRA手法の知見の蓄積・高度化		津波PRA手法の知見の蓄積と実機適用性の検討	**津波PRA手法の体系化②（原子力学会） ▽**		津波PRA手法の実機適用を通じた改良
地震･津波重畳PRA手法の開発	地震･津波重畳を対象としたPRA手法は世界的にも開発されていない。 ↓ • 地震･津波重畳PRA手法の技術開発 • 規格基準への反映	**重畳ハザード評価～重畳フラジリティ評価手法（基本形）②▽** PRA前工程、要素技術開発 • 全体シナリオ構築、モデル分析 • 重畳ハザード評価、重畳フラジリティ評価及び重畳事故シーケンス評価手法の基本形・要素技術開発及び評価の考え方の構築	**▽地震･津波重畳PRAに係る要素技術・評価の考え方②**		レベル１からレベル２までの一貫した地震・津波重畳PRA手法の開発と実用化		

12. 火山

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
降灰ハザード評価	降灰ハザード曲線の高精度化、噴煙輸送解析ベースの降灰ハザード算定、漂流軽石・水中懸濁降灰粒子のハザード評価に関する技術開発が必要。 ↓ ・降灰履歴データベース(DB)とハザード解析ソフトウェアを高精度化 ・噴煙輸送解析による降灰量・粒径分布・降灰継続時間の算出技術を開発 ・漂流軽石、水中懸濁粒子のハザード評価技術を開発	曲線作図用GUIソフト公開②▽ 降灰履歴DBと降灰ハザード曲線の改善・漂流軽石現象の調査 風向頻度分布付与手法提案②▽ 噴煙輸送解析ベースの降灰ハザード評価技術の開発	漂流軽石長期漂流要因公知化②▽ 噴煙粒子高度分布付与手法提案②▽	漂流軽石の追跡技術提案②▽ 噴火規模・噴出物輸送距離評価技術の開発 降灰粒子・漂流軽石の物性評価技術の開発 噴煙輸送解析ベース降灰ハザード曲線の技術開発 巨大噴火噴煙輸送解析技術の開発（火砕流起源を含む）	新規降灰履歴DB提案（補間・外挿手法更新）②▽ 噴出物密度評価公知化②▽ 解析ベース降灰ハザード曲線提案②▽ 解析噴煙対象の拡張②▽		マグマ学的噴火強度・噴出物輸送距離評価技術開発 堆積物荷重・水中粒子挙動評価技術開発 巨大噴火を含む噴煙輸送解析降灰ハザード評価技術開発
降灰に対する機器脆弱性評価	吸気設備の吸引火山灰粒子量を適切に評価し、フィルタ交換頻度を低減する必要がある。 ↓ ・吸気設備の吸引粒子量の評価技術を開発 ・長寿命火山灰用プレフィルタを開発	球形粒子の評価手法提案①②▽ 吸気設備を模擬した粒子吸引特性試験・解析 長寿命火山灰用プレフィルタの設計検討	火山灰粒子の評価手法提案①②▽	吸気設備の簡易な数値解析手法の開発 長寿命火山灰用プレフィルタの開発・試験	簡易解析手法の提案①②▽ 新規粒子分離技術の提案①②▽		吸気設備の粒子分離対策技術の性能向上
火山噴火・降灰PRA	実施実績が無い。 ↓ ・降灰PRAモデルを構築・試行し、手順書を作成		要素モデルの課題抽出	降灰PRAモデルの構築	手順書の作成②▽		火山噴火PRAモデルの構築

13. 強風等極端気象 (1/2)

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
強風等極端気象ハザード評価	飛来物管理合理化や竜巻ハザード評価手法に対する最新知見への補強、竜巻ハザード解析コードの国内への適用、台風ハザード評価手法の実用化が必要。 ↓ • 飛来物管理を含む竜巻ハザード評価手法に関する最新知見の反映 • 飛来物確率評価コードTOMAXIなどの国内への適用 • 台風ハザード評価手法の整備，実サイトでの設計風速算定法の開発	竜巻ハザード評価ツールTOWLA，TONBOSなどのJEFへの適合 **最新知見を反映した竜巻ハザード評価法①②▽** 竜巻ハザード評価手法への最新知見反映・利便性向上 飛来物確率評価コードTOMAXI・簡易評価法の国内プラント適用 **台風ハザード評価ツール①②▽** 台風ハザード評価手法の整備およびツール化		竜巻ハザード評価手法の合理化および実サイト飛来物管理への活用 Graded approachに基づく確率論的竜巻飛来物評価法の整備 台風ハザードの確率論的評価への応用と強風とその他極端気象（塩害など）の重畳事象への展開	**飛来物管理技術の精緻化①②▽** **最新知見を反映した竜巻ハザード評価法①②▽** **強風・重畳ハザード評価法①②▽**		確率論的ハザード評価技術の実用化
強風等極端気象フラジリティ評価	飛来物に対する竜巻防護設備の詳細評価手法が未整備。 ↓ • 損傷試験結果の蓄積および損傷評価手法の合理化・一般化 • 構造物損傷挙動の数値シミュレーション技術の整備 フラジリティ曲線算定法が未整備。 ↓ • フラジリティ曲線算定法の提案	鋼板への飛来物貫通試験技術確立・試験 **損傷評価手法提案①②▽** 損傷試験結果蓄積と損傷評価法合理化 各種構造物の損傷数値シミュレーション技術構築 **飛来物フラジリティ曲線算定手法②▽** 飛来物フラジリティ曲線算定法提案		飛来物・対策品評価対象の拡張 シミュレーション技術の汎用化 フラジリティ曲線算定ツールの開発	**損傷評価手法①②▽** **飛来物フラジリティ曲線算定ツール②▽**		確率論的リスク評価のためのフラジリティ算定手法の整備

強風PRA技術

13. 強風等極端気象 (2/2)

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
強風PRA技術	強風等極端気象PRAの国内実務適用環境が未整備。 ↓ • 竜巻PRA技術の実サイトへの展開･国内PRA手法の整備 • 国内PRA手法に準じたハザード情報入力ツールの開発 • 国内PRA手法の知見の一般化	国内代表プラントでの竜巻PRA実施・知見一般化 竜巻PRA用ハザード・フラジリティ評価ツール②▽ 竜巻PRA用ツール・技術解説書の整備	国内竜巻PRAの手法論提案②▽	竜巻PRA手法の実機適用支援と体系化および台風PRAへの展開 竜巻PRA用ツールの実務性向上	竜巻PRA用ハザード・フラジリティ評価ツールの利便性向上②▽	国内竜巻PRAの手順書②▽	確率論的強風リスク評価技術の統合

強風等極端気象ハザード・フラジリティ評価

14. 使用済燃料貯蔵施設（SFP）リスク評価手法開発

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
使用済燃料貯蔵施設（SFP）の事故進展評価	SA時のSFP内での熱的挙動や燃料破損の評価及びモデル検証に関する知見、SFPのPRA手法の整備が不十分 モデルプラント評価に基づくSFPを対象とした適切な指標の検討が必要 ↓ • SA時のSFP内気相の自然循環、スプレイ冷却効果、燃料被覆管の破裂形態の解明とMAAPモデル検証高度化 • SFPにおけるPRA手法の構築 • SFPを対象としたPRAの指標の構築	SFPにおけるPRA手法調査、予備評価 ▽ SFP PRAの指標② 適切な指標の検討 SA時の現実的なSFP熱流動評価手法の構築 SFPスプレイ冷却モデルの検証と高度化（伝熱特性試験） ▽スプレイ冷却モデル② スプレイ時伝熱特性データ②▽ 燃料被覆管破裂評価モデルの開発 破裂条件②▽ ▽被覆管破裂評価モデル② SFP内燃料被覆管破裂評価試験 ▽冷却後の機械特性データ②	停止時/低出力時を考慮したシナリオ検討 新指標に基づくET/FTの作成 SFPを対象としたPRA手法の開発 SFP PRAの手法②▽ スプレイ条件でのSFP被覆管破裂評価モデルの開発とMAAPへの実装 スプレイ条件での被覆管破裂評価モデル②▽				マルチソース評価*に向けた検討 *原子炉、SFP、キャスク等の複数の放射性物質発生源を対象とした評価
モデルプラント評価	開発した手法の実機適用性の確認が必要 ↓ SFPを対象としたPRAの試行、実施ガイドの構築の構築				SFPを対象としたPRAの試行、実施ガイドの構築（炉側PRAとの整合性にも配慮）		

15.エネルギーセキュリティ・放射線リスクを踏まえたRC手法の開発

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
RC実務におけるSNS活用方策の構築	電気事業者は若年層や子育て層への原子力発電に関するコミュニケーションツールとしてSNSが有望視しているが、RCおける活用方策を見い出せていない。 ↓ • RC実務におけるSNS活用方策の構築	原子力の話題を扱える信頼感が醸成されたSNSコミュニティの構築方策 ⑤▽ 実験的なSNSコミュニティ試行による構築・運用プロセスの検討	地域コミュニティにおけるエネルギーセキュリティ等のコンテンツへの反応の分析結果 ⑤▽ 原子力を含むSNSコンテンツへの反応分析	各SNS毎の対話方策や、効果的なコンテンツ提供方策 ⑤▽ SNS種別毎のコンテンツ提供方策の検討	電気事業者による地域対話におけるSNSの活用方策 ⑤▽ 地域対話におけるSNSの活用方策の構築	原子力の社会的信頼醸成に向けたリスクの考え方を取り込むRC手法の開発（実施項目は、研究ニーズ調査結果に基づき設定）	
放射線リスクに関する情報提供方策の構築	再稼働前後に周辺住民の関心が高まる放射線リスクに関して、情報の送り手と受け手の知識 の乖離を埋め、防護措置の実効性や、安全性向上に対する信頼醸成が必要。 ↓ • 放射線リスクに関する情報提供方策の構築	原子力をめぐる信頼と地域対話のためのリスクコミュニケーションガイド ⑤▽ 一般公衆がリスクと考える情報に対する対話技法の開発	受け手の認知調査結果 ⑤▽ 放射線リスクに関する受け手の認知調査	受け手の行動調査結果、送り手と受け手の乖離分析結果 ⑤▽ 放射線リスクに関する受け手の行動調査、送り手と受け手の乖離分析	放射線リスクに関する情報提供方策 ⑤▽ レベル3PRAを活用した情報提供方策の構築		
地域対話における実務課題の解決に資する知見の創出	原子力政策や再稼働に伴い変化する社会状況にタイムリーに対応した原子力発電所のリスク管理等に係るリスクメッセージの知見が必要。 ↓ • RCに関する実務課題に対応したリスクメッセージに関する知見を適時提供	事業者のRC戦略の妥当性評価に資する調査手法 ⑤▽ パイロットサイトでの協働による事業者のRC戦略の妥当性評価のための調査手法開発	事業者のRC実務課題に対応した調査・実験により得られる知見 ⑤▽ 単年度毎の各社ニーズ・RC実務課題同定によるリスクメッセージに関する定性・定量調査及び対話実験（年度毎に課題設定して実施）	⑤▽	⑤▽		

RC：リスクコミュニケーション　SNS：ソーシャル・ネットワーキング・サービス

© CRIEPI

16. RIDMプロセスの適用範囲の拡大

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
運転中保全（OLM）	国内では運転中保全がまだ導入されていない ↓ ・国内外の状況を踏まえた具体的な事例の検討 ・国内向けの運転中保全ガイドラインの整備	国外動向調査 OLM事例検討（非常用DG・充てんポンプ等） ▽OLMガイド公刊④ OLMガイド策定	▽ガイド改訂④ OLMガイド改訂（事例追加・適用実績フィードバック） 実機プラントへの適用(※)	※実機プラントへの適用に向けた取組みのうち、NRRCにてガイドラインを整備。その他の取組みも含めて原子力エネルギー協議会（ATENA）にて実機プラントへの適用を検討。	▽ガイド改訂④		
格納容器漏洩率試験（CVLRT）間隔延長	格納容器全体に対する漏えい率試験（A種試験）は毎定検／3定検に1回実施。他方米国はリスク情報を踏まえ、同試験間隔を最大15年間に1回へ延長可能 ↓ ・国内試験データに基づき、試験間隔延長時のリスク影響評価を通じた成立性の確認 ・実機適用に向けた支援	国外動向調査・国内適用方策検討 CVLRT間隔延長を想定した国内試験データに基づくリスク試評価等	リスク試評価 ▽報告書公刊④ 実機適用に向けた支援			実機適用	
リスク情報を活用した供用期間中検査（RI-ISI）	RI-ISIの国内導入効果の把握が必要。また国内向け規格・ガイド類が未整備 ↓ ・RI-ISI導入効果の評価 ・国内規格の策定支援		導入効果の簡易評価・RI-ISI適用の課題抽出 国内規格案の策定支援	代表プラントによる試評価適用に向けた課題解決方法の提案・ 国内規格の改定支援			実機適用

RIDM：リスク情報を活用した意思決定（Risk-Informed Decision-Making）

【凡例】 NRRC　電力各社

17. 統合リスク評価技術の開発

▽：R&D成果（①-⑤：成果の適用先）

項　目	ギャップ/解決方策	～2023	2024	2025	2026	2027	2028～
統合リスク評価の実用的ガイダンスの開発	日本において、プラントリスク全体とその寄与因子のフルスコープ評価に基づくRIDMの実施方策は確立されていない。 ↓ • 統合RIDM・統合リスク評価・リスク集約に関する考え方（不確かさの解釈や対応を含む）を整理するとともに、それを実現するための統合リスク評価の実用的ガイダンスの開発		統合RIDM・リスク評価の実務適用事例④ ▽ 統合リスク評価（RIDM含む）実務に関する国外事例調査	▽ 統合リスク評価に関するガイダンス（ドラフト）作成	統合リスク評価に関するガイダンス（ドラフト）④▽	ガイダンス策定 ガイダンス・手法のケーススタディ（モデルプラントでの試行）	
統合リスク評価に向けた評価技術の開発	国内事業者モデルから統合リスク評価・リスク集約を具体化する方法論や手法がない。 ↓ • 統合リスク評価を具体化するための既往知見（手法・技術）の収集 • 統合リスク評価の具体化における課題の同定を経た手法開発		リスク集約に係る既往手法・技術に関する知見② ▽ リスク集約に係る国外事例（手法・技術）の調査	▽ リスク集約に関する課題同定及び解決方策の検討 リスク集約に関する技術課題及び解決方策② ▽		統合リスク評価　手法・技術開発	