

# NRRC研究ロードマップ<sup>®</sup>

2018年2月版

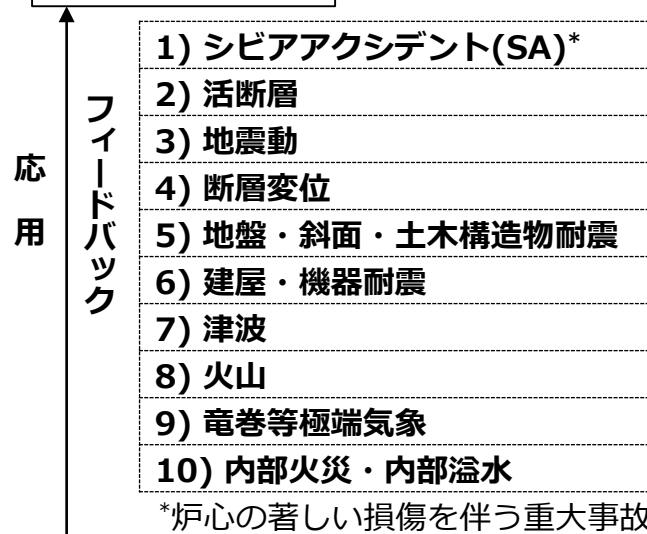
原子カリスク研究センター (NRRC)

# 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



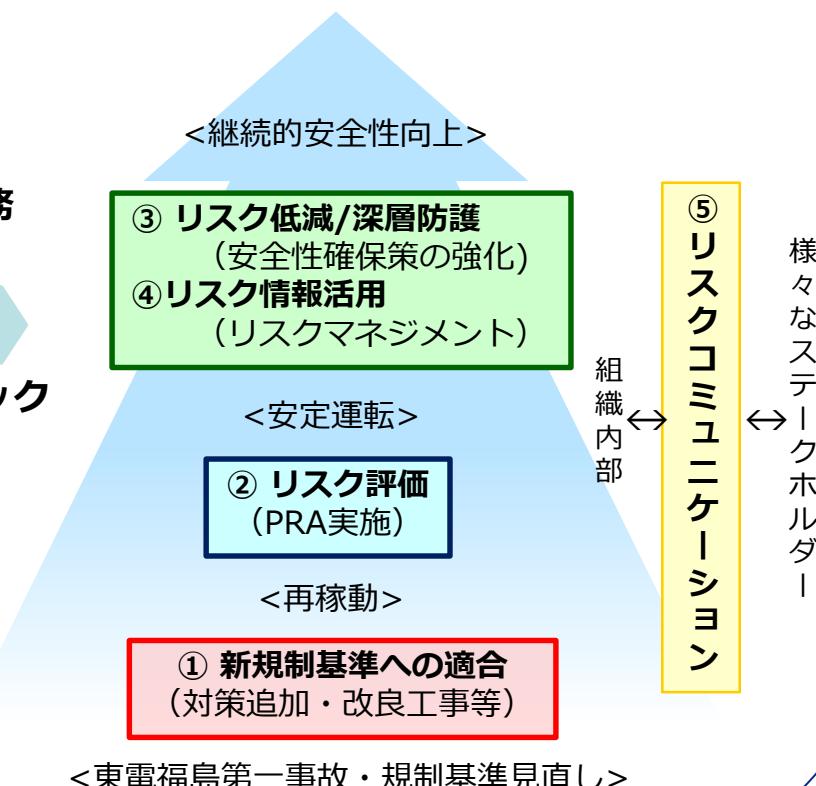
### 2 リスク評価技術

- 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

## 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

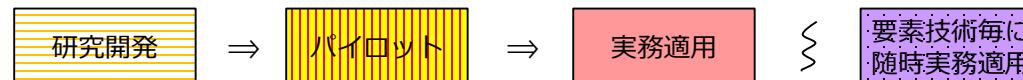


# PRA技術の改良開発状況



# PRA技術の改良開発スケジュール

凡例 :



PRA項目	研究項目	年度	2016以前	2017	2018	2019	2020	2021以降
出力運転時	内的レベル1PRA手法改良		研究開発	パイロット	実務適用			
	人間信頼性評価（HRA）手法高度化		研究開発	パイロット	実務適用			
	過酷状況下HRA手法開発		研究開発	パイロット	実務適用			
	マルチユニットPRA手法開発		研究開発	パイロット	実務適用			
	放射性物質放出リスク評価手法高度化（レベル2）		研究開発	パイロット	実務適用			
	環境影響リスク評価手法開発（レベル3）		研究開発	パイロット	実務適用			
内部火災	内部火災リスク評価手法整備（レベル1）		研究開発	パイロット	実務適用			
内部溢水	内部溢水リスク評価手法整備（レベル1）		研究開発	パイロット	実務適用			
地震	地震リスク評価手法高度化（レベル1－2）		研究開発	パイロット	実務適用			
	S S H A C プロセス確立		研究開発	パイロット	実務適用			
	ハザード評価手法高度化		研究開発	パイロット	実務適用			
	フラジリティ評価手法高度化		研究開発	パイロット	実務適用			
津波	津波リスク評価手法高度化（レベル1－2）		研究開発	パイロット	実務適用			
	ハザード評価手法高度化		研究開発	パイロット	実務適用			
	フラジリティ評価手法高度化		研究開発	パイロット	実務適用			
竜巻・強風	ハザード評価手法高度化、フラジリティ評価手法開発		研究開発	パイロット	実務適用			
火山	ハザード評価手法高度化、フラジリティ評価手法開発		研究開発	パイロット	実務適用			
リスクコミュニケーション	内部・外部コミュニケーション方法改善策策定		要素技術毎に 隨時実務適用	要素技術毎に 隨時実務適用	要素技術毎に 隨時実務適用	要素技術毎に 隨時実務適用	要素技術毎に 隨時実務適用	要素技術毎に 隨時実務適用

## 1. 内的レベル1 PRA手法改良

▽ : R&amp;D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(国の検査制度見直しのスケジュール)			検討・整備		試運用	最終確認		
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 ↓ ・パイロットプラントの海外エキスパートレビューによる国内PRA技術の向上 ・各社がパイロット等の知見を反映できるようにガイド等を整備		適宜パイロットの知見を反映 伊方3/柏崎刈羽7を対象に、海外エキスパートレビューの実施 知見がまとまった段階で適宜反映 パイロットの知見をガイド化、個別R&D活動とPRA標準・ガイド類との連携					
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 ↓ ・PRAピアレビューの実施方法の確立		海外ピアレビュー現地調査 NEI*ピアレビューガイドの調査、国内版ガイドの策定 ピアレビュー実施方法・体制の構築 ピアレビュー試行 (ASME/ANS*ベース) ピアレビュー実施 (ASME/ANSベース)				△ピアレビューガイド②	
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評価		データ収集ガイド試行・策定 データ収集 一般パラメータ推定のための検討、整備 試評価 一般パラメータ評価 データ品質検証方法検討 データ品質検証 NUCIA*、保全情報ライブラリの拡張、NRRC信頼性DBとの連携				△データ収集ガイド② △信頼性DB②	

\* NEI : 米国原子力エネルギー協会、ASME : 米国機械学会、ANS : 米国原子力学会、NUCIA : 原子力施設情報公開ライブラリ 【凡例】 NRRC 電力各社

## 2. 人間信頼性評価 (HRA) 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	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
内的事象 レベル1PRA 用HRAガイド の開発	<p>20年前のHRA手法を採用 ↓ ・認知/診断失敗モデルの導入により、State-of-the-artのHRA手法を開発</p>	<p>叙事知*(Narrative)定性分析と標準定量化手法(HRA Calculator)を適用したHRA手法の開発</p> <p>▽HRAガイド②</p>						
過酷事故状況 下HRAガイドと 評価手法の開 発	<p>高ストレス下におけるHRA評価手法が確立していない ↓ ・内的レベル1PRA用ガイドを過酷状況下HRAガイドへ拡張</p>		<p>可搬型機器へのHRA試行による課題抽出(PWR) (BWR)</p> <p>定量化手法の拡張・開発</p> <p>拡張評価例② △ ・緊対所の意思決定 ・多重ステップタスク ・時間不確実さ</p>			<p>▽新定量化手法② ▽過酷状況下HRAガイド②</p>		
HRAデータ ベース開発	<p>日本の運転経験に基づく 人的過誤情報の不足 ↓ ・国内データベース(DB)整備 ・影響因子等の知見拡充 ・国内傾向を反映した人の過誤確率(HEP)評価</p>	<p>米国先行事例調査</p>	<p>国内DBの整備</p>	<p>影響因子等の知見</p>	<p>HEP評価の国内傾向</p>			

\* プラント運転員のおかれた環境条件とそのふるまいを調べること

【凡例】 NRRC 電力各社

### 3. マルチユニットPRA (MUPRA)・PRAデータ分析・信頼性評価

▽ : R&D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
MUPRA手法の開発	<p>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1 MUPRA手法開発            • 地震レベル1 MUPRA手法開発            • 海外知見の活用</p>								
PRAデータ分析・信頼性評価	<p>国内PRAでは、米国の原子力機器の共通原因故障(CCF)データを使用しており、Good PRA導入のための国内データが未整備            ↓            • CCF事象の収集・分析            • CCFパラメータ推定手法の構築</p> <p>米国で実施された信頼性評価事例の国内展開において、Good PRA実施のための国内データが未整備            ↓            • 国内送電線事故データに基づく外部電源喪失信頼性手法の整備            • サポート系起因事象のCCFモデル化手法構築</p>								

## 4. 放射性物質放出リスク評価手法高度化（レベル2）

▽:R&amp;D成果 (①-⑤: 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
過酷事故(SA)時の核分裂生成物(FP)移行挙動	Good PRA導入に向けて、SA時の現実的なFP挙動の把握が不十分 ↓ • 代表核種(Cs)のエアロゾル挙動の解明 • 格納容器/建屋内でのFP付着/移行挙動の分析(MAAP高度化)	FPエアロゾル成長挙動の実験的解明		エアロゾルパラメータ最適化②△				
SA時の事故進展(格納容器・建屋)	Good PRA導入に向けて、SA時の現実的なFP放出シナリオの評価条件が不十分 ↓ • FCVSモデルの開発 • BWRプラント格納容器内温度評価手法の整備 • 重要事故シナリオ等の検討	MAAPコードによる付着・移行挙動の分析	MAAPモデル特性(感度解析)②△	MAAPモデル特性(建屋沈着)②△	新モデル提案		△MAAPコードへの適用②	
SA時の事故進展(使用済燃料プール:SFP)	Good PRA導入に向けて、MAAPコードによるSA時のSFP内での熱的挙動や再臨界評価についての検証が不十分 ↓ • SA時のSFP内気相の自然循環、スプレイ冷却効果、被覆管破損形態の影響把握 • SA時のSFP内再臨界評価シナリオの抽出	フィルターベント(FCVS)評価	FCVSモデル開発②△	△MAAPコードへの適用②			現実的放出量評価手法の確立	

## 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	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
レベル3PRA技術の構築	<p>Good PRA導入に向けて、最新のレベル3PRAコードを電気事業者が利用不可能</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・米国標準の既存モデル(WinMACCS)導入と特性把握</li> <li>・早期被ばく評価への適用</li> <li>・ソースターム入力(MAAP出力からWinMACCSへの入力)手法の整備</li> </ul>		<p>MAAP出力調査②▽</p> <p>ソースターム入力手法の整備</p>		<p>レベル2/3PRAインター フェースツール②▽</p>			
レベル3PRA技術の評価	<p>狭隘な地形を有する我が国における米国標準の既存モデルの適用性が不明</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地形影響が評価できる詳細な気象/拡散コードによる検証</li> </ul>		<p>グランドシャイン への地形影響②▽</p> <p>クラウドシャイン への地形影響②▽</p>		<p>防護措置影響②▽</p>	<p>ツール試運用</p>	<p>▽ WinMACCS利用ガイド②</p>	<p>長期被ばく評価技術の確立</p>
放射性物質の移行モニタリングおよび評価	<p>放射性物質移行の長期データが不足</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性物質移行の定点モニタリング実施</li> <li>・レベル3PRAモデルへの拡張</li> </ul>			<p>比較・評価</p>			<p>△ WinMACCS適用性検証②</p>	

## 6. 内部火災リスク評価手法整備（レベル1）・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	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
内部火災PRA技術の構築	<p>Good PRAに向けて、内部火災PRA実務に適したガイドが整備されておらず、国内火災事例データも不十分また、地震誘因火災PRAの知見が不足</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>米国最新知見を踏まえた火災PRAガイドの整備</li> <li>国内火災発生事例に基づく火災発生頻度の提示</li> <li>地震誘因火災PRA手法の整備</li> </ul>		<p>内部火災PRA手法の整備</p> <p>国内プラント火災発生事例調査</p> <p>地震誘因火災PRA手法の開発</p>	<p>ガイド制定②▽</p> <p>△火災発生頻度②</p> <p>△評価手法②</p>			<p>パイロットへの試運用</p>	
火災防護技術の高度化	<p>新知見(HEAF:電気盤の高エネルギーアーク損傷)に対する火災発生防止・影響軽減対策が不明確</p> <p>また、Good PRAに向けて、現実的な煤煙と熱の伝播挙動を再現可能な火災影響進展解析手法が未整備</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>低高圧電気盤***を用いたHEAF火災実証試験による知見の蓄積</li> <li>火災影響進展解析に必要な火災進展モデルの整備</li> <li>海外知見の活用</li> </ul>		<p>火災進展モデルの整備</p> <p>OECD国際共同研究(HEAF火災・複数区画火災)への参画</p> <p>電気盤HEAF火災試験実施</p>	<p>ゾーンモデル*整備②△</p> <p>△フィールドモデル**整備②</p>				

\* 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

\*\*\* M/C: メタルクラッドスイッチギア、P/C: パワーセンター、G/C: コントロールセンター

## 7. 内部溢水リスク評価手法整備（レベル1）

▽ : R&D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
内部溢水PRA技術の構築	<p>Good PRAに向けて、内部溢水PRA実務に適したガイドが未整備 また、地震誘因溢水PRAの知見が不足 ↓ • 米国電力研究所(EPRI)の溢水PRAガイドを補完(例えば、パイプホップ等)した評価手法の整備 • 地震誘因溢水PRA評価手法の整備</p>		<p>内部溢水PRA手法の整備</p> <p>ガイド制定②▽</p>		<p>地震誘因溢水PRA手法の開発</p> <p>▽評価手法②</p>			

## 8. 地震/耐震【ハザード/フラジリティ】(全体概要)

▽ : R&D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
地震ハザード評価 -活断層 -地震動	<p>地震動評価における不確 かさが大きい 日本において不確かさを, より現実的に評価する手 法がない ↓ • 地震動評価の不確かさ をより現実的に評価す る手法を構築</p>	【活断層】 活断層の運動性・端部の定量的な評価指標の開発		連動性評価指標提案①, ②▽	PRAのための定式化②▽			
		【地震動】 震源パラメータの定量評価・地下構造モデル化手法の体系化		震源パラメータカタログの提案①, ②▽		次フェーズ		
				地震ハザード解析専門家委員会(SSHAC)技術支援		次フェーズ		
				SSHACプロセス国内適用(課題抽出など)②▽ 確率論的地震ハザード評価の高度化				
地震PRAプロジェクト					計画中			
地震フラジリティ評価 -機器 -建物 -地盤・斜面 -地中土木構造物	<p>耐力とフラジリティの評価 が保守的な評価に留まっ ている ↓ • フラジリティを、より現実 的に評価する手法を構 築</p>	【機器】 機器配管系の弾塑性評価法の構築		弾塑性解析法提案①, ②▽				
					配管系簡易弾塑性解析法提案①, ②△			
		【機器】 地震損傷データに基づくフラジリティ評価法構築①, ②▽		地震損傷データに基づく現実的フラジリティ評価手法構築				
		【建物】 大入力に対する建屋挙動評価(3次元モデル・地盤-建屋相互作用など)		大入力時の建屋挙動評価手法提案①, ②▽		次フェーズ		
		【地盤・斜面】 地盤・斜面の2次元, 3次元非線形解析手法の開発		基礎地盤への実用化(2次元)①, ②▽	▽実岩盤への実用化(2次元) ①, ②			
				等価線形解析実用化(3次元)①, ②△				
		【地中土木構造物】 地中土木構造物の耐震性能照査手法の標準化/高度化/実用化		三次元地震応答解析手法実用化①, ②▽		▽終局耐震性検討 手法構築①, ②		

## 8-1. 地震/耐震【地震ハザード（活断層）】

▽ : R&D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
活断層の震源 断層評価	<p>地震規模評価において、活断層の連動区間・端部に関する評価基準に関する知見の補強が必要。また、活構造の認定において、地域性の不確実さが大。</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実地震の破壊停止要因に基づく連動性評価指標の提示</li> <li>・活断層が認めにくい要因の分析とそれに応じた認定手法の蓄積</li> </ul>		<p>連動性・端部の定量的な評価指標の開発</p> <p>連動性評価指標提案①, ②▽</p>	<p>知見反映</p> <p>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</p> <p>火山地域の認定手法提案①▽</p>		<p>次フェーズ：新たな指標を踏まえたセグメンテーション評価手法の開発</p> <p>PRAのための定式化②▽</p>		
近年発生した地震を対象にした断層調査	<p>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。</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・当該断層の破碎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</li> </ul>		<p>活断層として認識されていなかった地表地震断層の調査</p> <p>地表地震断層の特性提示①△</p>	<p>破碎性状・活動性</p> <p>事前評価の可能性に関する検討</p>	<p>知見反映</p>			

## 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	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
震源を特定して策定する地震動の評価	<p>既往被害地震の震源モデルが質・量とも少ない、地下深部の速度構造モデル化手法の高度化が必要</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>統一した手法を用いた震源モデル化</li> <li>観測データに基づく地下構造評価法の確立</li> </ul>			<p>近年の被害地震、計器観測初期の地震の震源パラメータカタログ提案①②</p> <p>▽</p> <p>インバージョン手法による震源パラメータの定量評価</p>			<p>震源近傍記録の共通事項、サイト固有事項の解明と新知見創出①</p> <p>▽</p>	
震源を特定せず策定する地震動の評価	<p>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</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>強震記録の取得地点での詳細調査に基づく発生要因の解明</li> <li>地盤増幅の影響を除去した基盤地震動の評価</li> </ul>			<p>震源を特定せず策定する地震動に資する地震動評価①</p> <p>▽</p>			<p>非線形サイト特性・地形サイト特性・3次元サイト特性モデル構築①②</p> <p>▽</p>	
確率論的地震ハザード評価	<p>SSHACの国内適用方法が未確立</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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レベル3手法の国内適用方法確立</li> <li>確率論的地震ハザード解析で用いる要素技術の高度化</li> </ul>		<p>プロジェクト報告書作成支援②</p> <p>▽</p> <p>伊方SSHACプロジェクトの技術支援</p> <p>△プロジェクトプラン作成②</p> <p>▽SSHAC Level 3に基づく確率論的地震ハザード解析の課題抽出②</p> <p>▽</p> <p>SSHACプロセス国内適用②</p>	<p>確率論的地震ハザード解析高度化のための要素技術の高度化</p> <p>▽</p> <p>IAEA TECDOC：確率論的地震ハザード解析の検証・更新方法開発</p>			<p>ばらつき評価への反映</p>	

## 8-3. 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	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
機器・配管の加振試験	<p>大加速度時の破壊挙動や機能維持に関する知見の補強が必要 ↓ ・20Gまでの加振による限界耐力・機能維持限界の把握</p>			<p>機能維持確認済加速度確認①, ②▽</p> <p>弁の加振試験・機能維持限界評価</p>			<p>▽動的機器の現実的機能維持限界評価法構築①, ②</p>	
機器・配管の現実的耐力・応答評価	<p>耐力とフラジリティの評価が保守的な評価に留まっている 可搬機器等のフラジリティの評価等の整備が必要 ↓ ・従来の弾性範囲の評価を置き換える塑性変形能力・疲労・弾塑性応答を考慮した現実的な評価法を整備 ・可搬機器等のフラジリティ評価法等を整備</p>			<p>機器・配管系の弾塑性解析法提案①, ②▽</p> <p>・加振試験による機器・配管系（配管サポート等）の限界耐力評価 ・機器・配管系（配管サポート等）の弾塑性評価法の整備 ・配管系簡易弾塑性評価法の構築</p>			<p>▽配管系簡易弾塑性評価法構築①, ②</p>	
			<p>知見反映</p> <p>多方向入力時の疲労損傷評価法提案①, ②▽</p> <p>損傷モードに応じた許容値・地震動指標・累積疲労評価法の整備</p>				<p>▽弾塑性応答評価の許容基準値提案①, ②</p>	
			<p>知見反映</p> <p>新規制基準を踏まえた機器・配管系評価法の整備</p>				<p>▽現実的な機器・配管系の耐震評価法構築①</p>	
			<p>高度化された係数評価法、可搬設備等のフラジリティ評価法構築①, ②▽</p> <p>・安全係数法に基づく機器フラジリティ評価手法の高度化 ・可搬設備等のフラジリティ評価手法構築 ・地震損傷データに基づく現実的フラジリティ評価手法構築</p>				<p>地盤損傷データに基づく現実的フラジリティ評価法構築①, ②△</p>	

## 8-4. 地震/耐震【地震フラジリティ（建屋）】

▽ : R&amp;D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
合理的な耐震設計手法及び耐震安全性評価手法	<p>大入力に対する建屋の3次元挙動に関する知見の補強が必要 RC部材の地震経験依存性に関する知見の補強が必要 ↓ ・建屋3次元FEM解析による建屋挙動に関する知見の蓄積 ・建屋の3次元振動特性評価法の提案 ・地震後剛性低下を考慮した地震荷重評価法の整備</p>	<p>大入力に対する建屋挙動評価 (3次元モデル・地盤－建屋相互作用など)</p>						
					<p>次フェーズ：耐震安全性評価高度化研究</p> <p>△大入力時の建屋挙動評価法、影響評価法の提案①, ② △3次元耐震性能評価法の提案①, ②</p> <p>建屋の3次元応答特性評価手法提案①, ②▽</p> <p>実建屋の地震観測による3次元振動特性同定法開発</p> <p>地震経験を考慮した地震荷重評価法の開発</p> <p>RC部材の高加速度試験法の整備①, ②△</p>			
免震構造の極限荷重設計法	<p>免震建屋の耐震設計限界が線形までとなっている ↓ ・線形限界を超える免震建屋の応答評価法の提案</p>			<p>現行設計限界を超える免震応答評価法①, ②▽</p>	<p>免震建屋の終局挙動評価手法の構築</p>		<p>次フェーズ：免震建屋フラジリティ評価手法開発</p>	

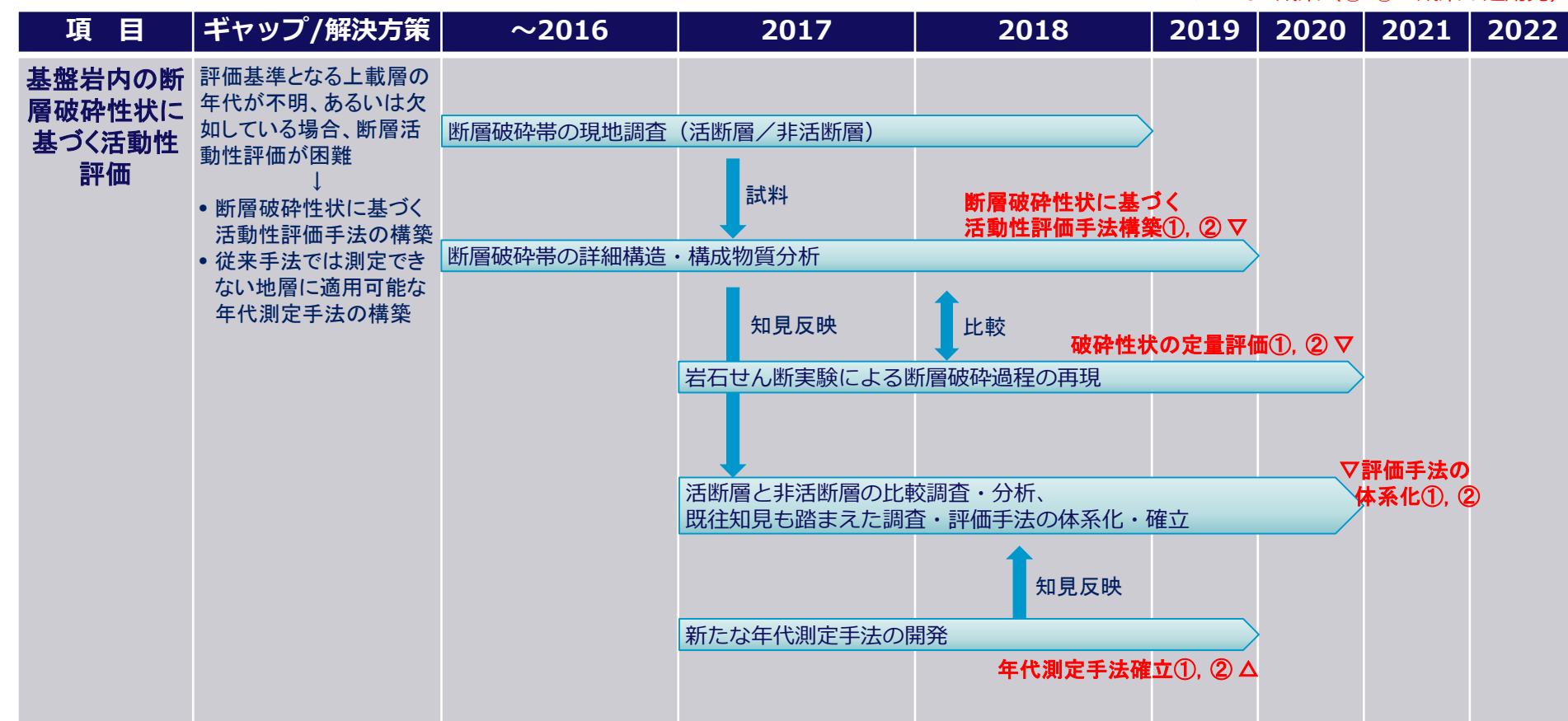
## 8-5. 地震/耐震【地震フラジリティ（地盤、斜面、土木構造物）】

▽ : R&amp;D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
地盤・斜面評価	<p>基準地震動の増大に伴って、二次元等価線形に基づく照査及びリスク評価、液状化評価では厳しい場合があるため、より現実的な解析手法の開発と合理的なリスク評価の導入が必要</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2D及び3D時刻歴非線形解析の実用化</li> <li>• 非線形解析及び不連続体解析を用いたリスク評価手法の確立</li> <li>• 合理的な液状化予測手法の開発</li> </ul>		<p>2次元時刻歴非線形解析手法の開発</p> <p>基礎地盤への実用化①, ②▽</p>		<p>▽実岩盤への実用化①, ②</p> <p>等価線形解析の実用化①, ②▽</p>			
			<p>3次元時刻歴非線形解析手法の開発</p>		<p>液状化予測手法確立①, ②▽</p> <p>合理的な液状化予測手法開発</p>		<p>PRA手順書作成②▽</p>	<p>▽岩盤物性の合理的評価法確立②</p>
			<p>斜面崩落/基礎地盤のリスク評価</p>			<p>不連続体解析による斜面崩壊解析手法確立①, ②▽</p>		
土木構造物評価	<p>基準地震動の増大に伴って、二次元解析による安全側の照査では厳しい場合があるため、より現実的な解析手法や合理的な照査指標の導入が必要</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 地盤構造物連成系の三次元非線形解析および変形・ひずみに基づく性能照査手法を構築</li> <li>• 詳細な崩壊機構、機器境界部、補修効果が耐震性に及ぼす影響評価方法の提案</li> </ul>				<p>影響評価手法確立①, ②▽</p>			<p>評価手法の高度化、実用化など</p>
			<p>鉄筋コンクリート構造物の崩壊挙動評価</p>		<p>構造物と機器の境界部の解析的検討</p> <p>補修・修復されたコンクリートの耐候性検討</p>			<p>▽終局耐震性検討手法構築①, ②</p>
				<p>三次元地震応答解析手法実用化①, ②▽</p>				
			<p>地中土木構造物の耐震性能照査手法の標準化/高度化/実用化</p>					
			<p>地盤・構造物連成系の三次元地震応答解析/変形指標を用いた性能照査</p>		<p>地中構造物の三次元非線形解析</p> <p>RC構造物の三次元解析ベンチマーク実験</p>		<p>次フェーズ</p>	

## 9-1. 敷地直下断層評価【活断層の判定】

▽ : R&amp;D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)



## 9-2. 敷地直下断層評価【断層変位評価】

▽ : R&amp;D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
断層変位評価	<p>不確実さの幅が広い断層変位量の予測手法が未確立。実際のデータも少數。 ↓ ・衛星画像データの活用によるDBの拡充 ・数値解析手法の確立</p>	<p>動力学的モデル/HPCによる断層変位評価の構築 ↑ 入力条件</p> <p>主断層／副断層の認定手法開発</p> <p>衛星画像解析に基づく地表地震断層の定量評価 (DB拡充) ↓ 経験式の改良</p> <p>確率論的断層変位ハザード評価手法の高度化</p>			変位と地震動の重畳の検討		▽ 地震動との重畳を考慮した評価手法構築①, ②	
	<p>断層変位に対する設計を行う上で、変位に対する構造物の許容値等を含む設計基準自体が未整備 ↓ ・実験及び数値解析により、変位応答評価手法、許容値を含む設計基準を策定</p>			断層変位評価手法提案①, ② ▽			▽ 地震動との重畳を考慮した評価手法提案①, ②	
	<p>定量的なリスク評価を行う上で、断層変位に対するPRA評価手法自体が未整備 ↓ ・フランジリティ評価手法の確立、事故シーケンス評価を実施し、PRA手法を確立</p>			断層変位に対する損傷評価手法提案①, ② ▽ 地震動との重畳を考慮した解析手法提案①, ② ▽			▽ 地震動との重畳を考慮したPRA手法構築②	

## 10. 津波【ハザード/フラジリティ】

▽ : R&amp;D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
津波ハザード評価	<p>古津波による、信頼できる被害津波記録は少なく、津波規模推定の不確実性大。非地震性津波評価手法に関する知見の補強が必要</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地質学的調査で古津波の知見を増やし、不確実性の定量化精度向上</li> <li>数値解析手法や確率論的評価手法の確立により非地震性津波のリスク評価法確立</li> </ul>				▽堆積物分析に基づく津波規模評価手法確立①,②			
		現地採取堆積物分析、堆積物生成過程模擬実験、評価手順確立	陸上及び海底の地すべり・火山現象等に起因する津波の評価手法の構築(数値解析手法)		▽地震性と非地震性の波源を考慮した確率論的津波評価手法提案②			
			非地震性波源の考慮による確率論的津波ハザード評価手法の拡張					
津波PRAプロジェクト			概略評価	詳細評価	▽国内適用③,④			
津波フラジリティ・耐力評価	<p>様々な津波影響を考慮した津波PRAの手法および手順に関する知見の補強必要</p> <p>また、津波影響評価技術に関する新知見の検証が必要</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>津波PRAにおけるフラジリティ評価の試行を通して、評価手法および手順を提案</li> <li>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</li> </ul>				▽ 低ハザードサイトの津波フラジリティ評価手法提案②			
		津波PRAにおけるハザード評価～フラジリティ評価の試行			△ ハザードレベルに応じたスクリーニング概念提案②			
					▽ 波圧評価手法整備①,②	△ 高ハザードサイトの津波フラジリティ評価手法提案②		
					▽ 配管・機器の対津波設計手法整備①,②	▽ 溢水評価手法整備①,②		
		津波影響評価手法の高度化(溢水/津波荷重/漂流物影響/浮遊砂影響)			△ 漂流物影響評価手法提案①,②	△ 浮遊砂影響評価手法整備①,②		

# 11. 竜巻等極端気象【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	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
極端気象ハザード評価、飛来物影響評価	<p>地形が竜巻に与える影響、竜巻の地域特性、飛来物衝突確率、台風ハザードに関する合理的な評価方法に関する知見の補強が必要</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の地形条件、気象条件を適切に考慮できる合理的な設計竜巻評価法の開発</li> <li>・日本の発電所に適した確率論的竜巻飛来物影響評価モデルの確立</li> <li>・台風影響評価法の開発</li> </ul>		<p>ハザード評価モデルTOWLAの改良 飛来物速度評価コードTONBOSの改良</p>				<p>▽日本の諸条件に適合する竜巻影響評価法確立①, ②</p>	
竜巻等極端気象に対する対策工評価と固縛対策支援技術	<p>竜巻飛来物のリスクを定量化する方法が整備されておらず、過剰な対策を避けるための合理的な対策設計法が必要</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フラジリティ評価に基づく合理的な対策工評価の提案</li> <li>・竜巻の検知・予測など、ソフト的な固縛対策支援策の開発</li> </ul>		<p>飛来物対策工評価に関するバックデータ蓄積/数値解析手法の確立 構造物健全性評価に関する数値解析手法の確立</p>				<p>▽竜巻飛来物に対する合理的な対策工や評価法確立①</p>	
				<p>台風影響評価法の開発</p>			<p>台風影響評価法確立①, ②▽</p>	
					<p>既開発のハザード評価ツールをベースとした強風リスク評価法の開発</p>			
						<p>▽固縛対策支援策確立①</p>		
						<p>リアルタイム竜巻検知・予測システムの構築</p>		
							<p>損傷リスク情報に基づく対策設計手法の開発</p>	

## 12. 火山【ハザード/フラジリティ】

▽ : R&amp;D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
火山灰 ハザード評価	<p>降灰荷重ハザードについて、既存の評価は決定論（既往最大値の参照）に留まる。機器脆弱性評価と関連が深い噴煙・降灰の数値解析では、適切な初期条件の設定が分野全体の本質的な課題であり続けている。</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>降灰履歴に基づくハザード曲線を新たに策定</li> <li>噴煙・降灰の数値解析について、適切な初期条件の決定手法を開発</li> </ul>	<p>ハザード曲線</p> <p>降灰量・年代等のデータの拡充</p> <p>マグマ特性と降灰の特性を関連づけるモデル構築、検証</p> <p>代表的気象条件の選定</p>		<p>▽文献ベースのハザード曲線提案②</p> <p>▽噴煙規模／マグマ特性／降下火山灰評価式構築①, ②</p> <p>▽降下火山灰ハザード評価モデル確立①, ②</p> <p>噴煙高度の設定手法開発（噴煙柱モデルと噴煙/降灰モデルとの融合）</p>				<p>▽ハザード曲線改良②</p> <p>ハザード曲線の改善</p> <p>大規模噴火の噴煙・降灰挙動の解明</p>
火山灰 に対する 脆弱性評価	<p>火山灰に対する機器脆弱性について、定量データが不足。効率的な対策の選択肢も乏しい。</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>火山灰に対する機器脆弱性試験を実施</li> <li>数値解析手法を開発</li> <li>効率的なプレフィルタを提案</li> </ul>			<p>▽効率的なプレフィルタ提案①</p> <p>侵入する粒子量に対する粒径の影響評価（ディーゼル発電機吸気口を模擬した試験）</p> <p>効率的なプレフィルタの開発</p> <p>機器周辺の気流の数値解析手法</p>	<p>▽プレフィルタ改良①</p> <p>フィルタシステム（プレフィルタ等）の改良</p>			<p>▽数値解析手法提案①</p> <p>粒子を含める</p> <p>形状効果</p>

## 13. リスクコミュニケーション(RC)

▽ : R&amp;D成果 (①-⑤ : 成果の適用先)

項目	ギャップ/解決方策	~2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
電気事業者内部におけるRC方策	<p>リスクマネジメント(RM)におけるRC活動は、不十分(緒に就いたところ)である。</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RMにおけるRC方策の提案</li> </ul>		<p>国外良好事例⑤▽</p>	<p>国外良好事例⑤▽</p>	<p>RMにおけるRC方策(知見、ツール)⑤▽</p>			
立地地域におけるRC方策	<p>原子力災害対策準備区域(UPZ)の設置(RC対象範囲の拡大)による有効なRC方策が未確立</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>立地/隣接/UPZ内からの信頼獲得に資するRC方策の提案</li> <li>公衆の情報ニーズや賛否態度の形成要因分析によるRC方策の提案</li> <li>良好事例の蓄積</li> </ul>			<p>▽リスク情報に基づく双方向RC方策⑤</p>		<p>▽良好事例⑤</p>		