



原子力リスク研究センター (NRRC) の活動状況

原子力リスク研究センターシンポジウム2015
 2015年9月2日
 大手町サンケイプラザ ホール

R 電力中央研究所

© CRIEPI-NRRC

設置の経緯

1. 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

2. 規制に留まらない安全性向上に向けて顕在化した技術的課題

- ①低頻度外的事象の発生メカニズムの解明 ②PRAの活用 ③リスク低減に向けた研究開発

3. 「反省」や「顕在化した技術的課題」を踏まえ、強化すべき機能・仕組みを検討

各事業者は、原子力リスクを経営の最重要課題と位置づけ、リスク低減に向けた対応力強化を図ることが必要

低頻度外的事象によるリスク対応のための技術開発は事業者共通の課題であり、高い専門性が要求されることから、一元化された研究開発体制の確立が効果的

4. 検討から導き出された取り組みの方向性

各事業者が独自に取り組むべき事項

- ・リスクマネジメント強化のための体制整備
- ・リスクマネジメントにおけるPRAの活用
- ・リスクコミュニケーションの充実、リスク情報の活用 等

事業者が共通的に取り組むべき事項

- ・低頻度外的事象の発生メカニズムの研究、解明、技術課題の解決
- ・安全性向上活動へのPRA活用手法の確立
- ・一元的な研究開発体制の構築 等

(各事業者が検討・公表)

「原子力リスク研究センター」の設置 2014.10.01

ねらい、ミッション・ビジョン

2014. 06. 13 電中研プレスリリースより

ねらい

- ・ 事業者の自主的な安全性向上の取り組みに必要な研究開発の中核に。
- ・ 低頻度ではあるが大きな被害をもたらす事象を解明し、対策を立案してリスク低減に役立てるため、確率論的なリスク評価手法（PRA）も積極的に活用
- ・ 「研究開発ロードマップ」を策定し、成果の利用までを含めたPDCAを回して効果的に研究開発を推進

2014年9月 NRRC作成、HP掲載

ミッション

確率論的リスク評価(PRA)、リスク情報を活用した意思決定、リスクコミュニケーションの最新手法を開発し用いることで、原子力事業者及び原子力産業界を支援し、原子力施設の安全性を向上させる。

ビジョン

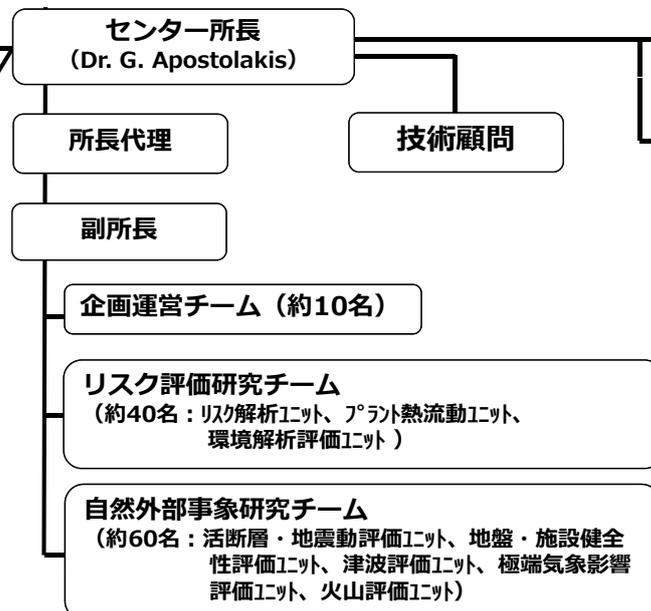
PRA手法及びリスクマネジメント手法の国際的な中核的研究拠点（センター・オブ・エクセレンス）となり、それによって、あらゆる利害関係者から信頼を得る。

体制

<外部諮問体制>

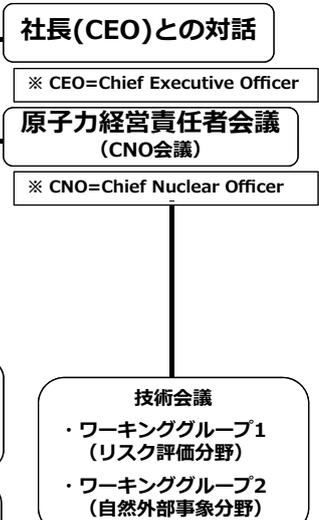
- センター顧問
(Dr. R. Meserve)
- 技術諮問委員会
(委員長:
Mr. John W. Stetkar)

<センター内部体制>

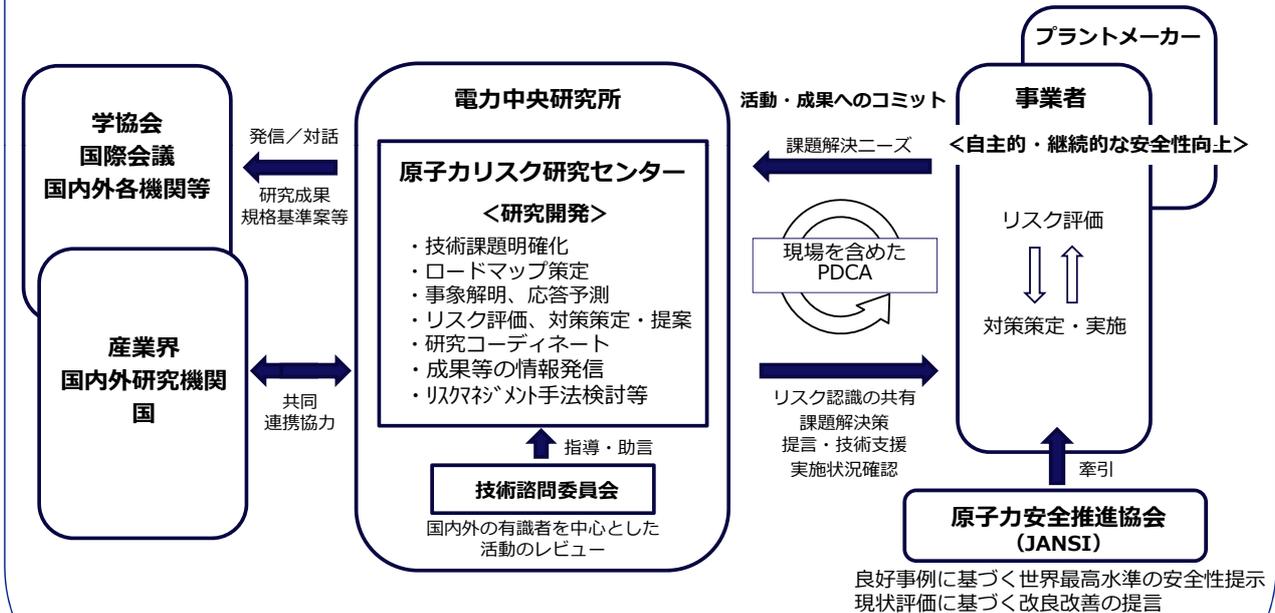


<会議体制>

(事業者・産業界含む)



各機関との関係



技術諮問委員会 (TAC)

委員構成

ジョン・ステットカー (John W. Stetkar)、委員長	米国 NRC 原子炉安全諮問委員会 (ACRS) 議長 (米国)
ニレッシュ・チョクシ (Nilesh Chokshi)	元NRC規制局技術部門 副部門長 (米国)
アミール・アフザリ (Amir Afzali)	サザン・ニュークリア・オペレーティング・カンパニー リスク情報活用担当役員 (米国)
ザビエル・プジェアバディ (Xavier Pouget-Abadie)	フランス電力会社 原子力エンジニアリング部門 上級安全アドバイザー (フランス)
山口 彰 (やまぐち あきら)	東京大学大学院 工学系研究科原子力専攻 教授 (日本)
高田 毅士 (たかだ つよし)	東京大学大学院 工学系研究科建築学専攻 教授 (日本)

審議項目

- (1) R&Dの計画、実施状況、達成内容
- (2) パイロットプラントプロジェクトの計画、実施状況、達成内容

審議結果の公表

開催概要、および、TACレター（評価・提案等）とTACレターに対するNRRCの応答をHPに掲載

第1回会合 (2014. 10. 27-10. 31)

TACレター3 通発信 (伊方サイトのPRAに用いるモデルの適切性、人間信頼性評価手法の研究、NRRCの研究計画の評価)

第2回会合 (2015. 01. 19-23)

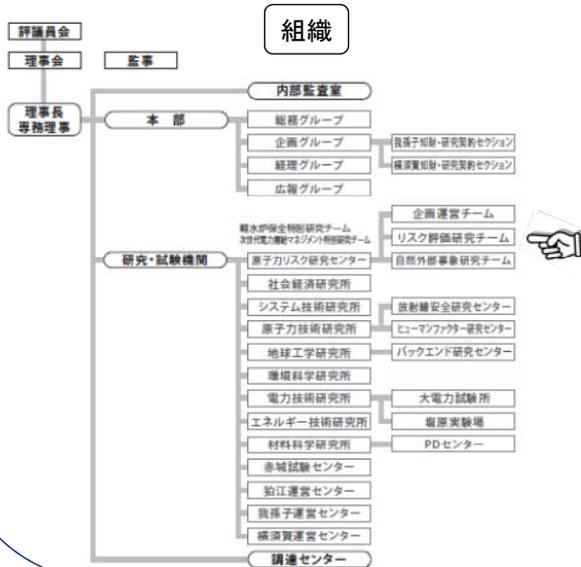
TACレター2 通発信 (伊方PRAモデルレビューの状況報告、伊方3号の地震ハザード・フラジリティ評価について)

第3回会合 (2015. 05. 25-28)

TACレター1 通発信 (火災研究について)

電中研について

- ・ 電気事業者の中央研究機関として1951年に設立。
- ・ 研究分野：発電、送配電から環境、販売までサプライチェーンの全体をカバー。
- ・ 多様な専門分野にわたる700名以上の研究者と3地区と2試験場に大規模な実験設備を有する。



概要

事業規模	265億円
要員	800人(研究704人、事務96人) 博士号取得者数401人

(2015年度)

研究の専門分野別要員内訳

電気	土木・建築	機械	化学	生物	原子力	環境	情報	社会	研究支援・管理
111	114	97	50	41	55	51	35	43	107 (人)

(2014年度)

研究報告書発刊件数	453件(研究報告等* 270件、受託報告 183件)
論文発表件数	1,412件(査読付論文 350件)
保有登録特許総数	811件(2014年度 出願 84件、登録 115件)
ソフトウェア登録総件数	1,755件(2014年度 78件)

*研究報告書(PDF版)はホームページからダウンロード可(無償)
http://criepi.denken.or.jp/

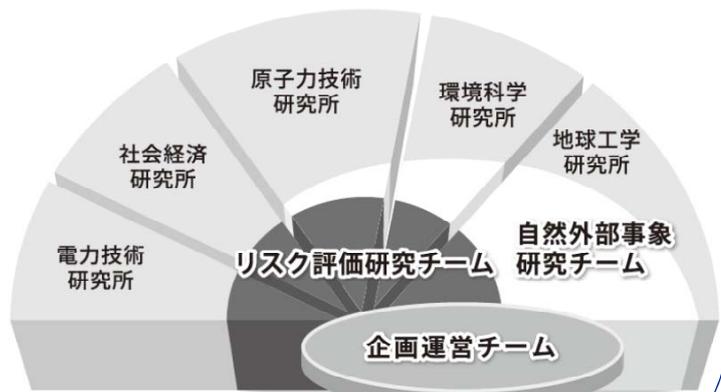
NRRCの研究チーム編成

- ・ 福島第一原子力発電所の事故を受けて、情報を集約し総合的な戦略を立てて研究開発を進め、安全性向上に役立つR&D成果を効果的にあげるべく、関連各分野の研究者からなる「軽水炉安全特別研究チーム」を2012年7月に組織。
- ・ リスク低減に必要となる研究開発課題がより明確になってきたことから、研究体制を一層強化し、また内外の関係機関とより強力に連携・共同して研究開発を推進すべく「原子力リスク研究センター」を発足。

研究チームの構成

リスク評価研究チーム
システム安全、熱流動、PRA、気象、大気拡散などの研究者、および、人文系の人間信頼性、リスクコミュニケーションなどの研究者が結集。

自然外部事象研究チーム
活断層、地震動、地盤、構造物・設備、津波、火山などの研究者を結集。



原子力リスク研究センター

NRRCの研究拠点



1 本部
社会経済研究所
(リスク評価研究チーム)



2 狛江地区
原子力技術研究所、システム技術研究所
(リスク評価研究チーム、自然外部事象研究チーム)



3 横須賀地区
エネルギー技術研究所、材料科学研究所、
電力技術研究所
(リスク評価研究チーム)



4 我孫子地区
地球工学研究所、環境科学研究所
(リスク評価研究チーム、自然外部事象研究チーム)

NRRCのR&D

R&D項目

1 事象評価技術

- 1) シビアアクシデント
- 2) 断層活動性
- 3) 地震動
- 4) 地盤・構造物耐震性
- 5) 建屋・機器耐震性
- 6) 津波
- 7) 竜巻等極端気象
- 8) 火山

2 リスク評価技術

- 1) PRA手法
- 2) 人間信頼性
- 3) 環境放出時影響

3 安全目標・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

③リスク低減・深層防護、④リスク情報活用
(安全性確保策の強化) (リスクマネジメント)

②リスク評価
(PRA実施)

①新規制基準への適合
(対策追加・改良工事等)

⑤リスクコミュニケーション

R&D計画案の例：津波

▽：R&D成果

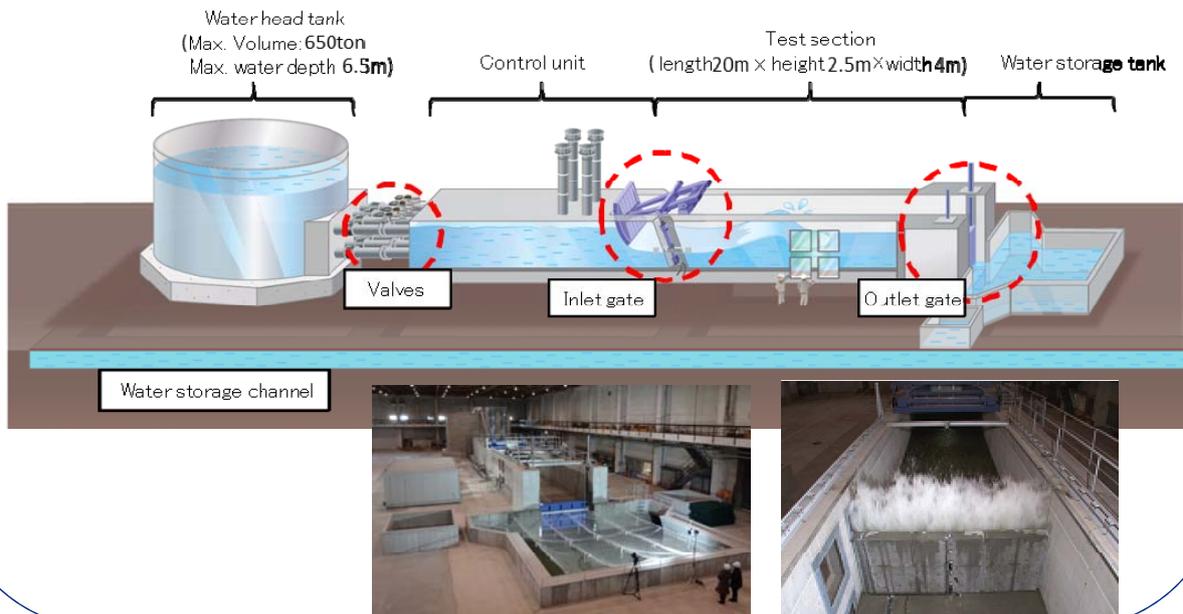
①-⑤：成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
津波ハザード評価	過去1000年程度の歴史記録より長期間のデータを活用する手法を開発・利用して最大規模評価に関する不確かさを低減	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		▽堆積物分析に基づく津波規模評価手法	①適合性審査に活用 ②PRA用の確率論的津波ハザードカーブの不確かさ算出に利用	
	地震以外の要因による津波の決定論的評価手法の高度化および確率論的評価手法の確立	陸上及び海底の地すべり・火山現象等に起因する津波の決定論的評価手法の高度化		▽決定論的津波評価手法	①適合性審査で使用	
津波フラジリティ・耐力評価		模擬実験による流体力・衝突力評価式開発・データベース構築				▽津波フラジリティ評価手法
	巨大津波に対応した建屋・構造物のフラジリティ評価手法の開発		総合的な津波影響シミュレーションモデル開発			②PRAのフラジリティ評価に使用
			津波影響のスクリーニング手法および影響程度に応じた簡易解析手法の開発		▽簡易型津波フラジリティ評価手法	②PRAのフラジリティ評価に使用
	機器・配管等の津波耐力・フラジリティ評価モデルの拡充	津波による取水時浮遊砂濃度に関する検討			▽取水影響評価手法	②PRAのフラジリティ評価に使用
	屋外タンク/配管等の耐力（波力・衝突力）/フラジリティ評価			▽配管・機器の対津波設計手法	①適合性審査で対津波評価の根拠として使用 ②津波PRAのフラジリティ評価に展開	

津波氾濫流水路実験装置

津波波力・衝撃力等の津波外力、および、津波漂流物の衝突力評価手法開発を実施（津波・氾濫流水路を活用）

Scale-model Tsunami/Flooding Experiment

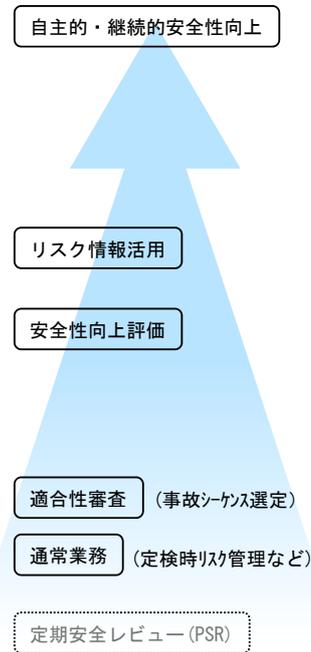


国内のPRAレベルアップと活用のイメージ

PRAレベルアップ

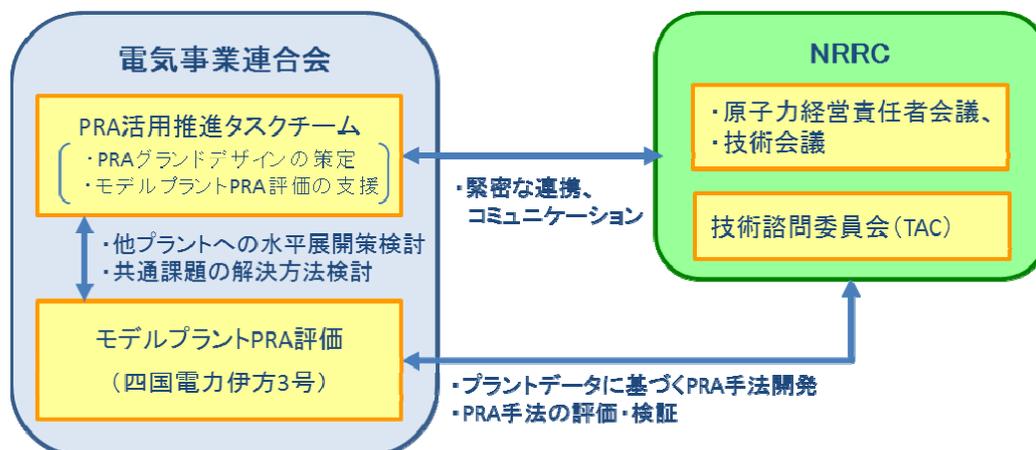


PRAの活用



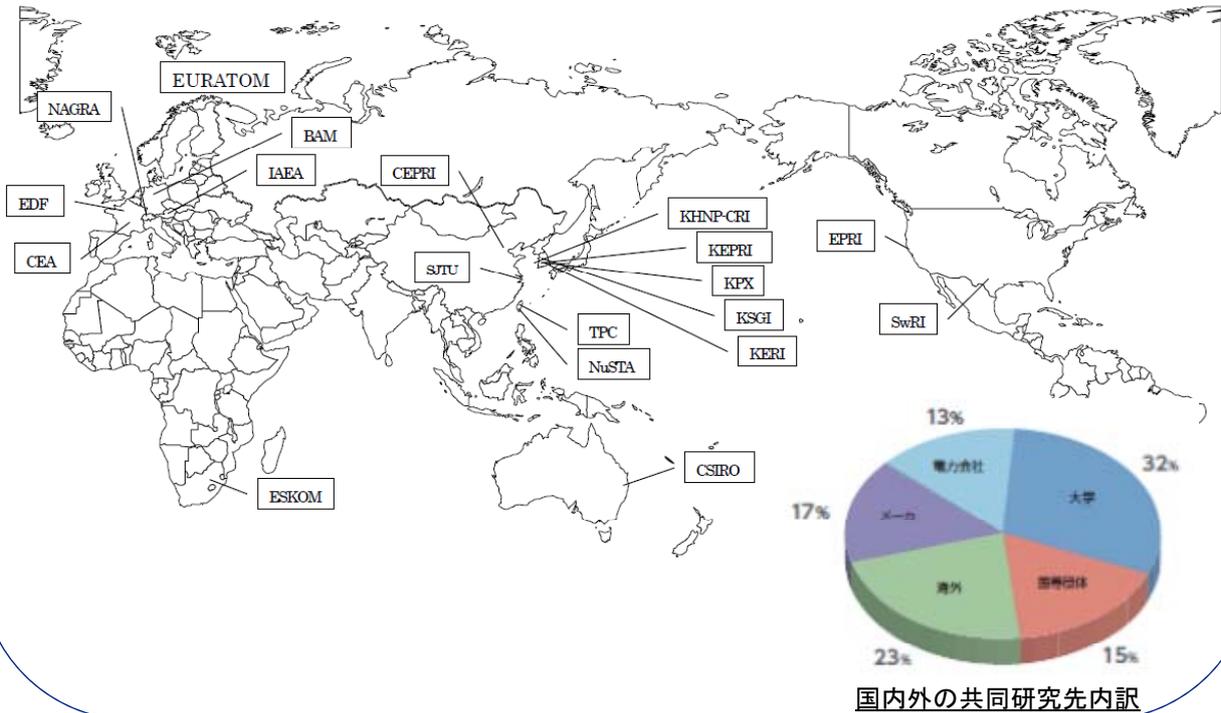
モデルプラントPRA評価

R&D成果・導入技術などをモデルプラントPRAで実用化して各プラントに展開



国際協力

電中研が包括協定を結んでいる国外研究機関



オープンで透明性の高い活動

◎ウェブサイトによるタイムリーな情報発信

原子リスク研究センター Nuclear Risk Research Center (NRRC)

お知らせ

- 2015年07月24日 第3回技術諮問委員会の議事録を掲載しました。第2回核経諮問委員会の報告書も掲載しました。センター所長からの返信レターを掲載しました。
- 2015年07月24日 四国電力 千葉社長との対談を実施しました。第5回核経諮問委員会の議事録を掲載しました。
- 2015年07月15日 NRRCシンポジウム2015への参加要旨を掲載しました。
- 2015年03月26日 関西電力八木社長との対談を実施しました。日本原電業団社長との対談を実施しました。
- 2015年03月26日 センター所長からの返信レターを掲載しました。電気事業連合会からセンター所長宛のレターを掲載しました。

What's new

- July 24, 2015 Summary of 3rd Technical Advisory Committee Meeting
3rd Technical Advisory Committee Meeting Reports
Response Letters from the Head of NRRC
- July 24, 2015 Updated information on the meeting with Mr. Chiba, CEO of the Shikoku Electric Power Company
Summary of 5th Technical Conference and 3rd CNO Conference
- Mar. 26, 2015 Updated information on the meeting with Mr. Yagi, the CEO of Kansai EPCO
Updated information on the meeting with Mr. Hamada, the CEO of JAPC
- Mar. 26, 2015 Response Letters from the Head of NRRC
Letters from the Federation of Electric Power Companies to the Head of NRRC
- Feb. 20, 2015 Press Conference by Chairman of FEPC: Status of efforts by the power companies through the Nuclear Risk Research Center

◎内外の会議への参加、報告会・シンポジウム開催などにより情報発信と意見交換

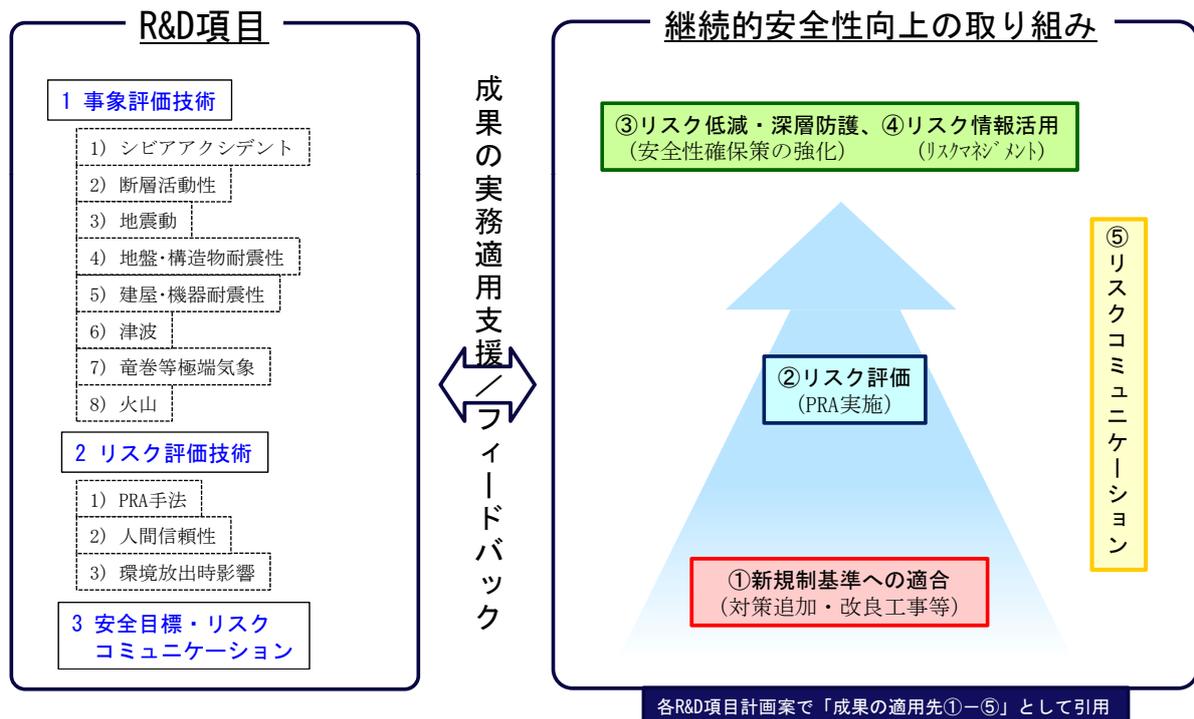
まとめ

原子力リスク研究センター（NRRC）は、昨2014年10月の発足以来、自主的な安全性向上に効果的に貢献するべく、電中研が保有する強みを生かしつつ、事業者、産業界と一体となり、さらには国際協力も図って、積極的な活動を進めていこうとしている。

また、オープンで透明性のある運営を行い、活動計画および成果とその活用方策などについて、広く発信し開かれた議論を進めていく所存である。

付録：R&D計画案概要

NRRCのR&D



1-1) シビアアクシデント (SA) (1)

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
事故進展に関する知見の拡充	使用済燃料プール(SFP)事故時の熱流動評価モデルの高度化	SFP事故時の冷却モデル改良・確認試験 (自然循環冷却、スプレイ冷却)				▽SFP評価手法
	電力の事故対応力の維持・向上のための知見提供。	既存の実験結果・データを活用した解析コードのモデル改良 (炉内熱流動・フィルタベント等)				▽改良型SA解析コード
		新手法解析(粒子法)による炉心損傷過程の知見の拡充 (不確かさ低減)				▽粒子法炉心損傷解析コード
再臨界に対する評価技術の開発	熔融燃料の再臨界可能性および再臨界の影響を解析し、更なる対策必要性等を検討する。	再臨界シナリオ検討と再臨界の影響解析・更なる対策の検討				解析コード開発

③リスク低減・深層防護対策強化における事故進展解析に利用(開発過程の成果も随時適用)

再臨界対策必要性判断▽

1-1) シビアアクシデント (SA) (2)

▽ : R&D成果

①-⑤ : 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
格納施設健全性に関する知見の拡充	<p>格納容器健全性確保・放射性物質閉じ込めに関し、解析技術の進展を取り込みつつ技術力を向上。</p> <p>↓</p> <p>電力の事故対応力の維持・向上のための知見提供。</p> <p>*アクシデントマネジメントガイドライン：AMG</p>	<p>SA時の格納容器内熱流動評価およびAMG検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CFDコードによる格納容器熱流動解析 ・MAAPコードFCIモデルの解明・検証 	<p>③リスク低減・深層防護強化対策の改善に利用</p>	<p>▽知見の拡充</p>		
		<p>溶融炉心-コンクリート反応(MCCI)に係る知見の調査</p>	<p>模擬実験等に基づくMCCI評価詳細化およびAMG検討</p>	<p>MCCI回避策改善提案</p>		
FP移行挙動に関する知見の拡充	<p>フィルタベント(FCVS)性能評価技術の改良に基づき、一層の環境負荷低減を可能とするAMGを提案。</p> <p>↓</p> <p>格納容器内の放射性物質の移行挙動について知見を拡充し、放出抑制のための検討に活用。</p>	<p>実機スケールによる過渡、液性試験</p>	<p>③リスク低減・深層防護強化対策の改善に利用</p>	<p>▽FCVS実運用に使えるデータベース</p> <p>必要に応じて追加試験</p>		
		<p>性能評価モデルの開発</p>	<p>▽SA解析コードへの組み込み</p> <p>試験結果反映によるモデル高度化</p>	<p>(▽AMG提案)</p>		
		<p>評価上の重要パラメータの同定・不確かさ把握(感度解析)、課題解決に必要な試験計画の立案</p>		<p>(AMG提案▽)</p> <p>例：配管沈着、スプレーによる除去効果試験・解析</p>		

1-2) 断層活動性

▽ : R&D成果

①-⑤ : 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
敷地内断層破砕帯評価	<p>現行の分析的評価手法の詳細化または新たな指標の導入により、現状では判断が困難な年代・状況の断層破砕帯の活動性評価を可能とする</p>	<p>現地調査(活断層・非活断層露頭調査、破砕部特性把握、試料採取等)</p>				
		<p>断層破砕部の地球科学的分析、断層破砕実験</p>				
		<p>活断層と非活断層の比較調査・分析、既往知見も踏まえた調査・評価手法の体系化・確立</p>			<p>▽断層破砕性状に基づく活動性評価手法</p>	
					<p>①適合性審査で断層破砕帯評価に使用(開発過程の成果も随時適用)</p>	
震源断層評価	<p>活構造(断層・褶曲等)の評価手法を改良し、震源断層認定および地震規模評価の不確かさを低減</p>	<p>断層端部・運動部評価の重要箇所、震源断層存在の可能性がある地域等に係る反射法地震探査、地形調査、地質調査</p>				
		<p>既往知見も踏まえた調査・評価手法の体系化・確立</p>			<p>▽活断層端部・運動性評価手法</p> <p>▽震源断層に対応した活構造認定手法</p>	
					<p>①適合性審査で断層評価に使用(開発過程の成果も随時適用)</p> <p>②PRA用の確率的ハザード策定に使用</p>	

1-3) 地震動

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
震源を特定して策定する地震動の評価	適合性審査の経験を生かし、観測・解析に基づく技術改良・開発を行い、より合理的な基準地震動評価を可能とする	長大断層、海域巨大地震等の震源による地震動の評価に用いる適切な震源パラメータ設定手法・地震動評価法の開発			▽基準地震動策定における地震動評価の高度化 ①適合性審査で基準地震動策定に使用（開発過程の成果も随時適用） ②PRA用の確率論的ハザード策定に使用	
		近年の国内外の知見・観測記録を活用した現行手法（距離減衰式（耐専スペクトル））の高度化				
		各サイトの地震発生層までの深部地下構造のモデル化に資する、地震観測・微動観測に基づく地下構造把握・モデル化手法の体系化				
震源を特定せず策定する地震動の評価	適合性審査の経験を生かし、観測・解析を拡充して、震源を特定しにくい地震の影響の反映方法をより明確にする	強震観測点における大加速度観測記録の ①大深度ボーリング等の地下構造調査による発生要因の解明と基盤地震動の推定 ②鉛直アレイ地震観測の実施による検証			▽震源を特定しにくい地震の観測データの基準地震動策定への反映方法高度化 ①適合性審査で基準地震動策定に使用（開発過程の成果も随時適用）	
		対象地震の震源近傍の地盤調査結果の収集、不整形地盤の増幅特性への影響検討等				
確率論的地震ハザード評価	確率論的地震ハザード評価における不確かさ考慮手法として世界標準となりつつあるSSHAC*プロセスの国内適用方法提案・実施 *Senior Seismic Hazard Analysis Committee	SSHACプロセスの国内適用のためのガイドライン作成			▽SSHACプロセス国内適用 ②PRA用の確率論的ハザード策定に使用	
		ガイドラインに基づくSSHAC実施の支援（PRA用の確率論的地震ハザード策定）				

1-4) 地盤・構造物耐震性 (1)

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
地盤・斜面評価	現行手法（2次元等価線形解析）では精度が十分でなく評価結果が許容基準値を下回る場合があるため、現実的耐力を評価できる手法の確立が必要	基礎地盤および対策工を有する斜面の模型実験・数値解析			▽地盤・斜面の現実的耐力評価手法確立 ①適合性審査で耐震性評価に使用 ②PRAのフラジリティ評価に使用	
		3次元遠心載荷実験結果を用いた地盤・斜面の現実的耐力評価のための非線形動的解析手法の開発				
		基礎地盤、斜面の現実的フラジリティ評価				
土木構造物評価	2次元時刻歴非線形解析による現実的耐力評価手法は構築済みであるが、3次元解析手法を開発し終局耐震性評価を可能とする	3次元地中土木構造物地震応答解析の解析条件・モデル化・評価基準等の手法開発、標準化			▽3次元地中土木構造物の耐震設計・照査手法の確立 ①適合性審査で耐震設計手法として使用 ②PRAのフラジリティ評価に使用 補修の経年変化を考慮した土木設備の耐震性照査手法の確立 ▽ ・崩壊機構解明のための実験的、数値解析検討 ・補修効果を考慮した実験的、数値解析的検討による補修の経年変化評価、補修効果の定量的評価	
		詳細な崩壊機構、補修効果と耐震性との関係が未検討	・地盤構造物連成系の3次元非線形地震応答解析 ・変形指標を用いた性能照査に関する検討 ・3次元構造物の耐荷試験及び数値解析による再現補修効果に関する検討 ・構造物/機器境界部の詳細耐力評価			

1-4) 地盤・構造物耐震性 (2)

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
断層変位評価	合理的な断層変位評価手法を新たに開発し、敷地内断層の定量的ハザード評価を可能とする	衛星画像解析に基づく既往地震の断層変位量評価				
		動力学的モデルに基づく断層変位量評価、高性能コンピュータを用いた断層変位評価の境界条件の検討 (応力場の検討) ↓ 確率論的断層変位ハザード評価の高度化				▽断層変位評価手法 ①適合性審査で敷地内断層評価に活用 ②PRA用の確率論的ハザード策定に使用
断層変位評価	断層変位による構造物等への定量的影響評価手法を開発し、許容基準値、耐力、フラジリティ等の評価を可能とする	地震動と変位の重量を考慮した、原子炉建屋、屋外重要土木構造物の断層変位に対する許容基準値・耐力・フラジリティ検討評価手法開発				
		↓ 機器・配管系の耐力・フラジリティ評価手法開発				▽断層変位の影響評価手法 ①適合性審査で耐震性評価に活用 ②PRAのフラジリティ評価に活用

1-5) 建屋・機器耐震性 (1)

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
機器・配管加振試験	既存振動台では加振力に限界があるため未取得であった大型重要機器の破壊までの耐力データ等を、2015年度に設置した20G共振振動台を使用して取得する	電動弁駆動部の機能維持限界評価法(加振試験実施済)				
		空気作動弁の加振試験・機能維持限界評価 ↓ 主蒸気隔離弁の加振試験・機能維持限界評価				▽動的機器の現実的機能維持限界評価手法 ①適合性審査で耐震性評価に活用(開発過程の成果も随時適用) ②PRAのフラジリティ評価に活用
機器・配管加振試験	高加速度レベルでの水平・上下2方向同時加振による機器・配管の実挙動は確認されていない	機器ボルト接合部・配管サポートの加振試験による限界耐力(高加速度フラジリティ)評価				
		↓ 水平・上下2方向共振振動台の開発(概念検討、縮小モデル実験、設計・制作、導入・実験)				機器ボルト接合部、配管サポート等の破壊評価法の提案・体系化 ▽ 2方向共振振動台▽ (建屋・機器耐震性のR&Dに利用)

1-5) 建屋・機器耐震性 (2)

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
機器・配管評価	弾性限界評価ベースの従来手法に替えた塑性変形・非線形応答を考慮する手法の実用化、疲労損傷評価法の改良により、現実的な機器・配管の耐力およびフラジリティ評価を可能とする。また、可搬機器のフラジリティ評価手法を開発する。	<ul style="list-style-type: none"> 地震被害データベースの拡充 各種地震動指標と地震被害の関係の検討 機器・配管系の機種毎の地震破損モードの分析 	<ul style="list-style-type: none"> ▽原子力・火力施設地震被害データベース ①適合性審査で耐震性評価に使用（現実的耐力データ） 			
		機器・配管の疲労損傷評価法開発	<ul style="list-style-type: none"> ▽機器・配管系の疲労損傷評価法・許容基準案 機種毎の損傷モードに応じた許容値・累積疲労評価法高度化 			
		機器・配管の弾塑性解析評価法開発	<ul style="list-style-type: none"> ▽配管系弾塑性解析ガイドラインの機会学会での標準化 			
		配管系曲げ試験・振動試験シミュレーションによる解析手法高度化	<ul style="list-style-type: none"> ①適合性審査で耐震性評価に使用（現実的耐力データ） ②PRAのフラジリティ評価に使用 			
		エネルギー評価に基づく配管系の地震時限界耐力評価手法の構築	<ul style="list-style-type: none"> 重要機器の損傷モードに応じた許容基準 エネルギー評価に基づく配管系の地震時限界耐力評価手法 			
		可搬機器のフラジリティ評価手法開発	<ul style="list-style-type: none"> ▽可搬機器等のフラジリティ評価手法 ②PRAのフラジリティ評価に使用 			
建屋評価	大入力時の建屋の3次元挙動およびその機器・配管への影響評価手法の開発が必要	大入力に対する建屋挙動評価の高度化（地盤-建屋相互作用・多入力・面外力・局部応答・3次元モデル）	<ul style="list-style-type: none"> ▽大入力時の建屋挙動評価手法、影響評価手法 ①適合性審査で耐震性評価に使用 ②PRAのフラジリティ評価に使用 			
		建屋挙動の機器・配管への影響評価法開発				
		実建屋の地震観測による3次元振動特性同定法開発 地震入力の累積による剛性の変化を考慮した評価法開発				
	免震建屋のフラジリティ評価が必要	免震建屋のフラジリティ評価手法開発	<ul style="list-style-type: none"> ▽免震建屋のフラジリティ評価手法 			

1-6) 津波

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
津波ハザード評価	過去1000年程度の歴史記録より長期間のデータを活用する手法を開発・利用して最大規模評価に関する不確かさを低減	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		<ul style="list-style-type: none"> ▽堆積物分析に基づく津波規模評価手法 ①適合性審査に活用 ②PRA用の確率的津波ハザードカーブの不確かさ算出に利用 		
		地震以外の要因による津波の決定論的評価手法の高度化および確率的評価手法の確立	<ul style="list-style-type: none"> 陸上及び海底の地すべり・火山現象等に起因する津波の決定論的評価手法の高度化 	<ul style="list-style-type: none"> ▽決定論的津波評価手法 ①適合性審査で使用 		
		確率的津波評価手法への適用	<ul style="list-style-type: none"> ▽確率的津波評価手法 ②確率的ハザード策定に使用 			
津波フラジリティ・耐力評価	巨大津波に対応した建屋・構造物のフラジリティ評価手法の開発	模擬実験による流体力・衝突力評価式開発・データベース構築				
		総合的な津波影響シミュレーションモデル開発		<ul style="list-style-type: none"> ▽津波フラジリティ評価手法 ②PRAのフラジリティ評価に使用 		
		津波影響のスクリーニング手法および影響程度に応じた簡易解析手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> ▽簡易型津波フラジリティ評価手法 ②PRAのフラジリティ評価に使用 			
	機器・配管等の津波耐力・フラジリティ評価モデルの拡充	津波による取水時浮遊砂濃度に関する検討	<ul style="list-style-type: none"> ▽取水影響評価手法 ②PRAのフラジリティ評価に使用 			
	屋外タンク/配管等の耐力（波力・衝突力）/フラジリティ評価	<ul style="list-style-type: none"> ▽配管・機器の対津波設計手法 ①適合性審査で対津波評価の根拠として使用 ②津波PRAのフラジリティ評価に展開 				

1-7) 竜巻等極端気象

▽ R&D成果

①-⑤：成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
極端気象 ハザード評価、 飛来物影響 評価	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を開発する。	- 竜巻検討地域分類法（突風関連指数） - ハザード評価モデル（TOWLA）の改良（日本版改良藤田スケールへの適用） - 地形影響評価法（LES等の開発）				▽日本国内で適用可能な竜巻評価法 ①適合性審査で使用 ②PRAの確率論的ハザード策定に使用
	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を確立する	- 飛来物速度評価モデル（TONBOS）の改良 - 確率論的飛来物評価手法の調査/評価法の開発				▽確率論的な飛来物影響評価手法 ①適合性審査で使用 ②PRAのフラジリティ評価に使用
	わが国の台風を対象とした影響評価法を開発する	- 台風影響評価法の開発				▽台風影響評価法 ①適合性審査で使用 ②PRAの確率論的ハザード策定に使用
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	合理的な対策工評価、フラジリティ評価手法を提案する	- 高強度金網を用いた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 - 耐貫通性評価等構造物健全性評価に関する数値解析手法の確立				▽竜巻飛来物に対する合理的な対策工の提案 ①適合性審査で使用 ③リスク低減・深層防護
	竜巻の検知・予測など、ソフト的な固縛対策支援策を開発する	- 気象レーダ等のデータ同化によるリアルタイム竜巻検知・予測システムの構築				▽固縛対策支援 ①適合性審査で使用 ③リスク低減・深層防護

1-8) 火山

▽ R&D成果

①-⑤：成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
火山灰 ハザード評価	歴史時代の火山噴火に基づく既存の降下火山灰予測手法に替えてマグマ特性と噴火評価に基づく数値解析による予測手法を開発し、さらに気象モデルと組み合わせることより信頼性の高いハザード評価を可能とする	既往文献に基づくハザード曲線検証 降灰量・年代等のデータの拡充	▽文献ベースのハザード曲線 ②PRAの確率論的ハザード策定に使用			
		マグマ特性と降下火山灰の特性を関連づけるモデル構築、検証				▽マグマ特性/降下火山灰評価式
		代表的気象条件の選定手法（噴煙モデル/気象モデルの融合）	気象場等による噴煙高度の評価（噴煙柱モデルと噴煙/降灰モデルとの融合）			
火山灰に対するフラジリティ評価	火山灰に対する設備・機器フラジリティの体系的評価方法を策定する	設備系影響（ディーゼル発電機吸気/建屋荷重/外電碍子）に関する検討	▽検討の重要性/優先順位判断 (必要に応じ特定課題に関する研究実施)			▽火山灰に対する設備脆弱性・各種対策/フラジリティ評価手法 ①適合性審査で対火山灰評価の根拠として使用 ②PRAのフラジリティ評価に使用 ③リスク低減・深層防護の対策策定に使用

2-1) PRA手法 (1)

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
PRA用データベース	国内運転実績から共通原因故障 (CCF) 割合を求めるためのCCF判定手法、CCFパラメータ推定・不確かさ評価手法を確立する。	CCF判定手法 (工学判断) の確立	▽CCF判定基準ガイド ②リスク評価に適用			
	運転実績では発生回数が希少またはゼロの事象のパラメータ (確率等) をベイズ統計を用いて求める手法を確立する。	CCFパラメータ不確かさ評価手法の確立		②リスク評価に適用 △CCF不確かさ評価手法		
停止時外部事象PRA	プラント停止中に外的事象が発生した時のPRA手法の検討	停止時の地震、津波、火災、溢水PRA検討	②リスク評価に適用 △PRA手法			
マルチハザード・マルチユニットPRA	地震と津波など複数の外部ハザードの重量を考慮し、複数基を有するサイトを対象とした評価ができるPRA手法を開発する。	地震・津波重量+複数基PRAコードの開発	▽マルチユニット地震・津波PRAコード その他の外部事象への拡張	▽マルチユニット・マルチハザードPRAコード	②リスク評価に適用	
		ハザード統合PRAモデル開発動向調査	ハザード統合PRAモデル構築、リスク情報活用への適用検討	ハザード統合PRAモデル▽	②リスク評価に適用	

2-1) PRA手法 (2)

▽: R&D成果

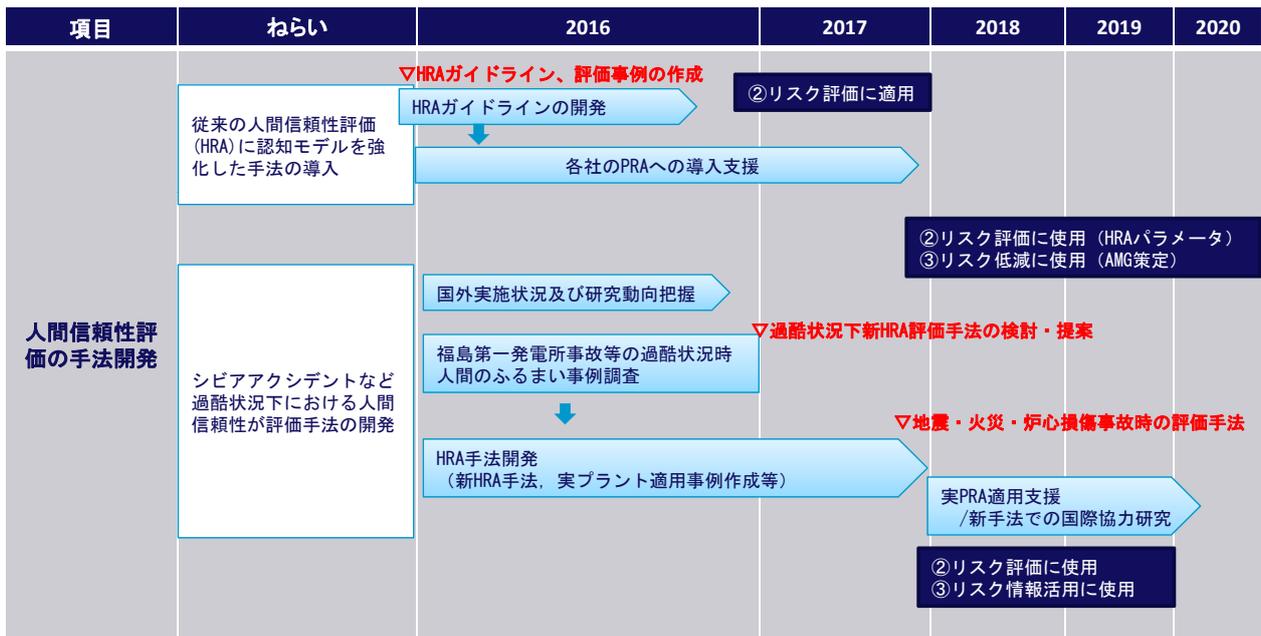
①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020	
火災・溢水PRAの手法開発	① 内部火災PRA実施に必要な要素技術の開発 ② 火災防護技術の維持・向上のための知見の拡充	電気盤等の火災源の種類化・頻度評価					
		発熱速度のモデル化・試験計画					
		発熱速度等データ取得 (実験)					▽ PRA手法 ②リスク評価に適用 (火災防護対策の効果把握)
		火災試験大型設備導入					
		ケーブル火災発生頻度・影響評価手法開発					
		火災影響評価コードの検証・改良					
地震起因の火災・溢水PRA	国際的にも先行例が少ない地震起因の火災・溢水リスク評価のための火災・溢水PRA手法を開発する。	予備調査・評価手法の検討					
		地震による複数火災・溢水の発生頻度、影響評価手法の開発				②リスク評価に適用 PRA手法▽	

2-2) 人間信頼性

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先



2-3) 環境放出時影響

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先



3 安全目標・リスクコミュニケーション

▽: R&D成果

①-⑤: 成果の適用先

項目	ねらい	2016	2017	2018	2019	2020
安全目標	産業界が達成に取り組むべき安全目標を明確化する。	海外事例・国内経験に基づく安全目標案作成、目標設定にあたっての阻害要因分析・ステークホルダー意見反映のあり方検討 (電力会社との共同検討)		産業界の安全目標 ○継続的安全性向上の柱 ⑤リスクコミュニケーションに活用		
	電力各社内のリスクコミュニケーション強化の方法を提案する。	組織内リスクコミュニケーションシステムの適用性分析	組織内リスクコミュニケーションシステム用ツール開発	各社内で活用できる知見・ツールの提供▽ ⑤リスクコミュニケーションに活用 (組織内)		
リスクコミュニケーション	公衆・ステークホルダーとのコミュニケーション改善のために新たなツール等を提供する。	従来型コミュニケーションの限界を打破する新たなコミュニケーションツール等の提供・新たなリスクコミュニケーション対象に関する検討		▽新たなコミュニケーションツールの提供 ⑤リスクコミュニケーションに活用 (公衆)		
	公衆・ステークホルダーとの双方向コミュニケーションの実現に向け、各種の試行を行い成功事例を得る。	予備的調査・実験及びツール開発	▽知見・ツールの提供	成功事例調査・情報整理・情報発信	成功事例・ツールの提供▽ ⑤リスクコミュニケーションに活用 (公衆)	
	リスク情報を活用した自主的安全性向上策を促進する制度環境を提案する。	外部ステークホルダーとのコミュニケーションに関わる制度環境の調査・分析		制度環境提案▽ 産業界で活用できる知見・ツールの提供▽ 規制対話に関する調査・分析 ⑤リスクコミュニケーションに活用 (制度環境提案)		
		双方向コミュニケーションの検証・検討・ツールの改良				