

原子力リスク研究センターの取り組みについて

2016. 12. 13

電力中央研究所
原子力リスク研究センター
(NRRC: Nuclear Risk Research Center)

設置の経緯

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意識と仕組が不足
- ・ 大地震、大津波など低頻度だが影響が大きな事象への対応が不十分



リスクを直視し、規制遵守に留まることなく安全性を追求する意識と仕組が必要



各事業者のリスクマネジメント強化

- ・ 社内体制整備
- ・ リスク評価の充実（確率論的リスク評価：
Probabilistic Risk Analysisの活用）
- ・ リスク情報の積極的利用 等



（各事業者が継続的に実施）



低頻度事象に伴うリスクの低減

- ・ 技術課題解決（発生メカニズム、応答、対策）
- ・ 決定論的手法と確率論的手法の効果的な組合せ
- ・ 一元的研究開発体制構築→現場適用&フィードバックを促進 等



NRRC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10月 NRRC作成、HP掲載

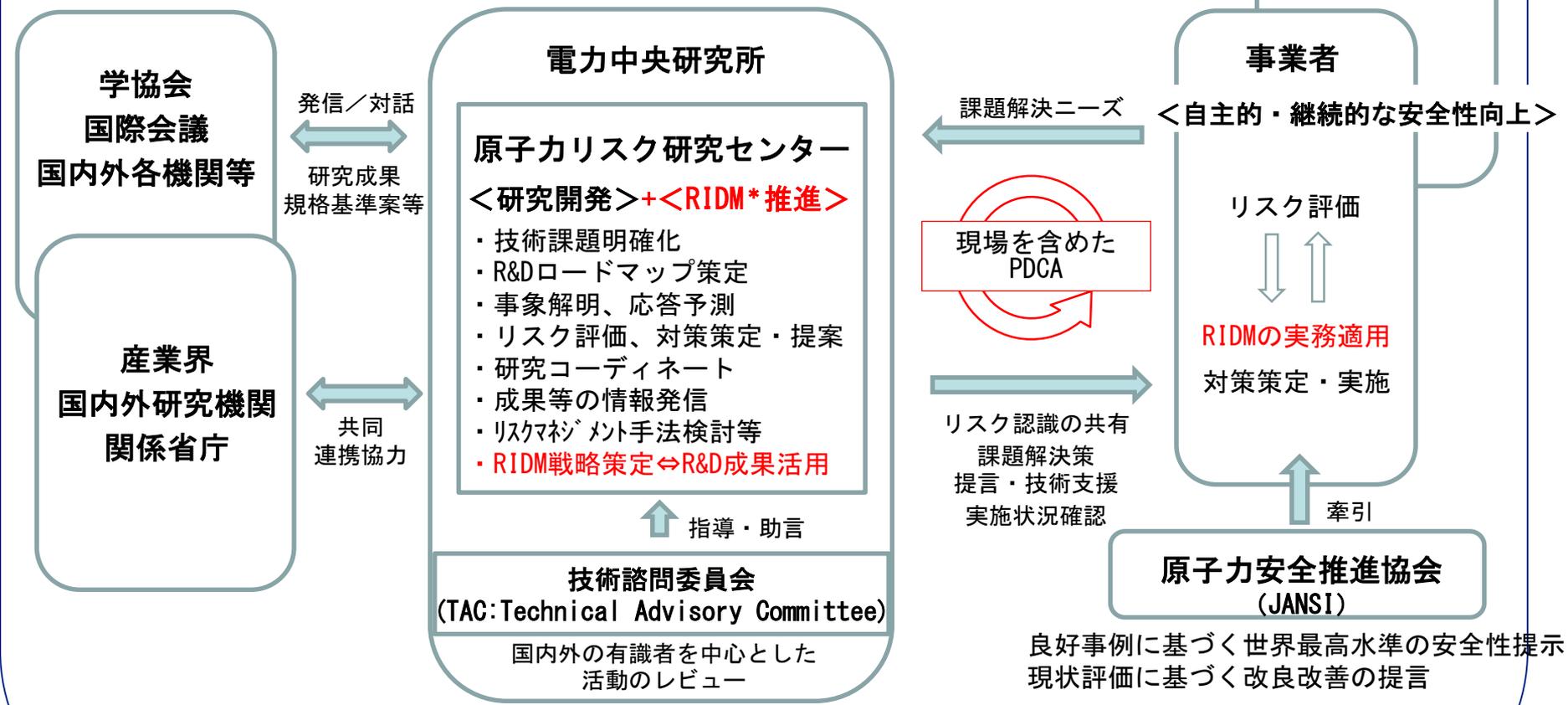
ミッション

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。

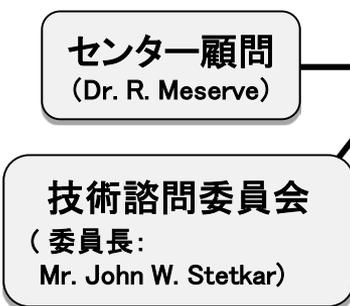
NRRCの位置づけ



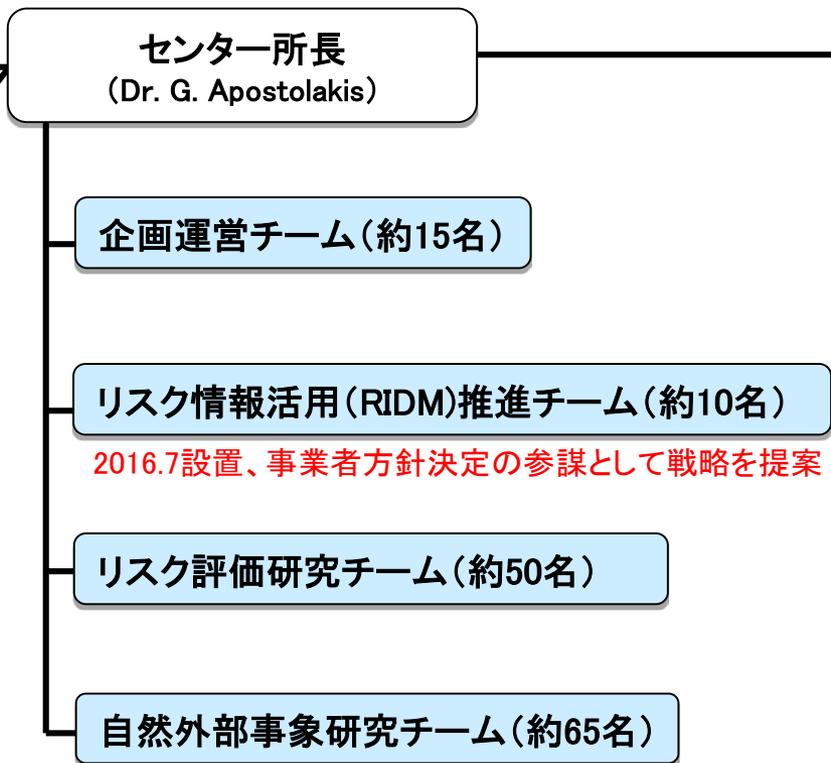
* Risk-Informed Decision Making

NRRCの体制

<外部諮問体制>

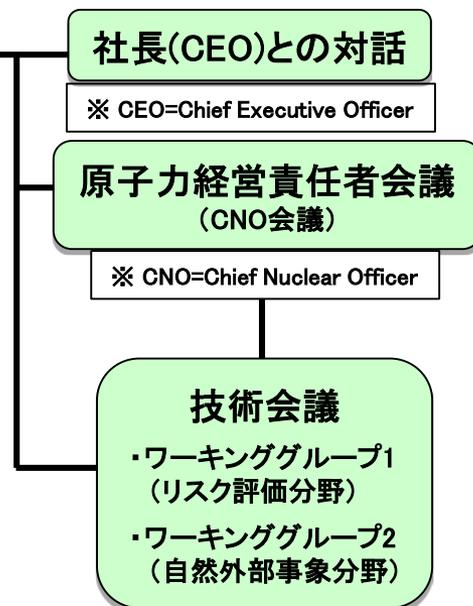


<内部体制>

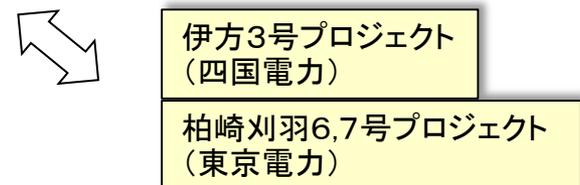


<会議体制>

(事業者・産業界含む)

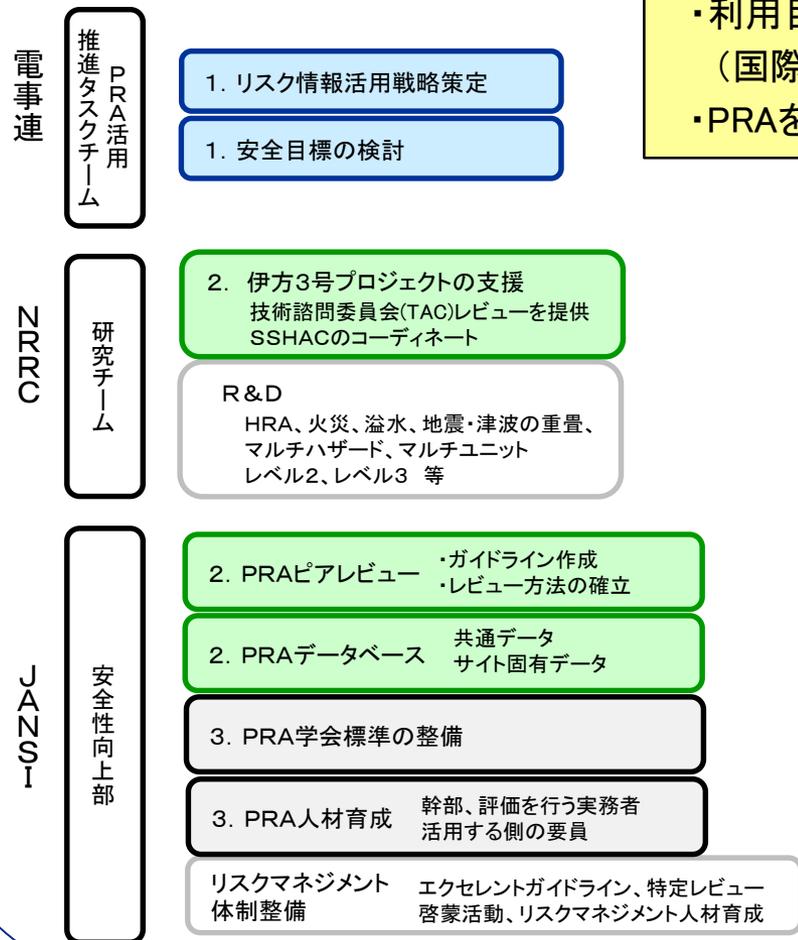


“Good PRA” 作りのための
「パイロットプロジェクト」



RIDM推進チームの活動

RIDM推進チーム設置前



- ⇒ 左記1,2,3を一元化しRIDMの実務への適用を強力に推進
- ・RIDMの目標を明確化、実務への導入のロードマップを作成
 - ・利用目的達成に十分な機能、性能を持つ「Good PRA」の明確化
(国際水準またはそれ以上の「Good PRA」の明確化)
 - ・PRAを活用したRIDMを促進(パイロットプロジェクトによる先導)

RIDM推進チーム設置後



技術諮問委員会 (TAC)

- ・ 活動の計画・実施状況・達成内容を審議
- ・ 委員会開催概要に加え、所長宛レター（評価結果・提案等）とNRRRCの応答をHPに掲載

ジョン・ステットカー (John W. Stetkar)	委員長 米国原子力規制委員会 (NRC) 原子炉安全諮問委員会 (ACRS) 委員
ニレッシュ・チョクシ (Nilesh Chokshi)	元米国NRC規制局技術部門 副部門長
アミール・アフザリ (Amir Afzali)	米国サザン・ニュークリア・オペレーティング・カンパニー 次世代炉許認可担当役員
ジャンマルク・ミロクール (Jean-Marc Miraucourt)	フランス電力会社 エンジニアリング・原子力新設プロジェクト部門 技術・産業担当執行役員
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
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

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、NRRRC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. 25-29) TACレター1通発信：火災研究について

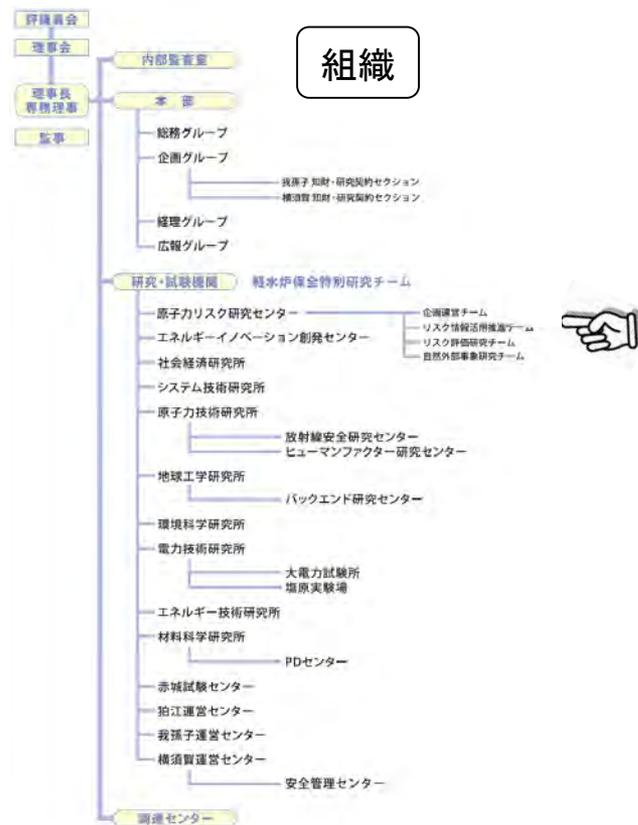
第4回会合 (2015. 10. 26-30) TACレター1通発信：2016年度研究計画について、伊方PRAモデルの現状について

第5回会合 (2016. 05. 30-06. 04) 2015年度研究成果をレビュー

第6回会合 (2016. 11. 07-11) 2016年度研究実施状況および2017年度研究計画をレビュー

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600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

(2016年度)	
事業規模	284億円
要員	778人(研究688人、事務90人) 博士号取得者数400人

研究の専門分野別要員内訳

電気	土木・建築	機械	化学	生物	原子力工学	環境科学	情報	経済・社会	研究支援・管理
112	117	94	43	40	53	53	35	41	100 (人)

(2015年度)	
報告書発刊件数	515件(研究報告等* 259件、受託報告 256件)
論文発表件数	1,330件(査読付論文 367件)
保有登録特許総数	787件(2015年度 出願 78件、登録 86件)
保有ソフトウェア総数	1,893件(2015年度 139件)

*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/>

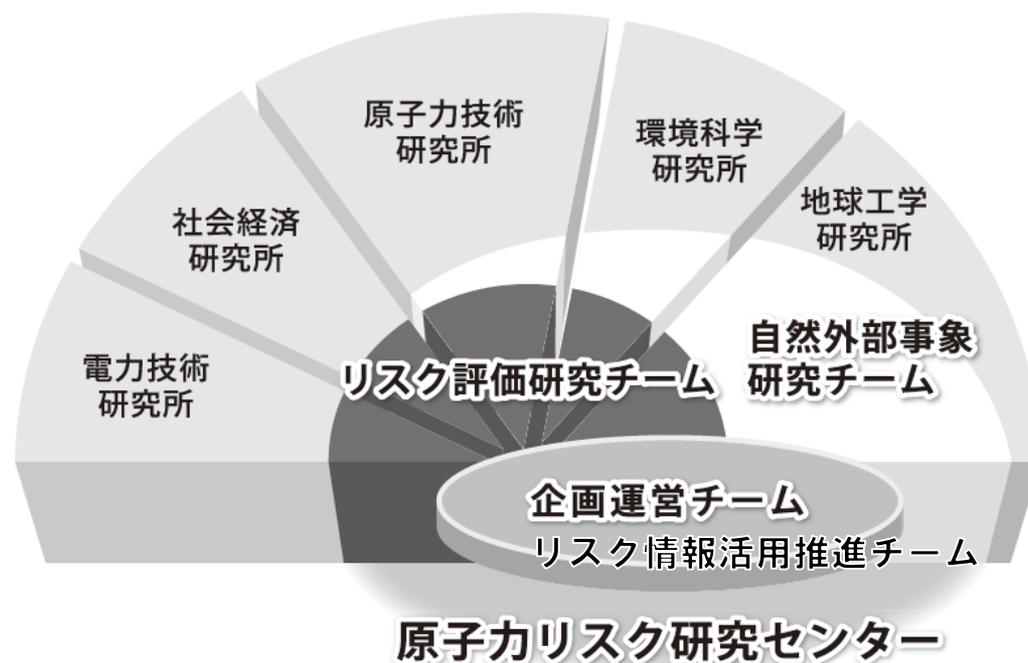
研究チームの編成

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を結集。

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。



研究拠点



1 電中研本部
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
原子力技術研究所、電力技術研究所、
エネルギー技術研究所、材料科学研究所
(リスク評価研究チーム)

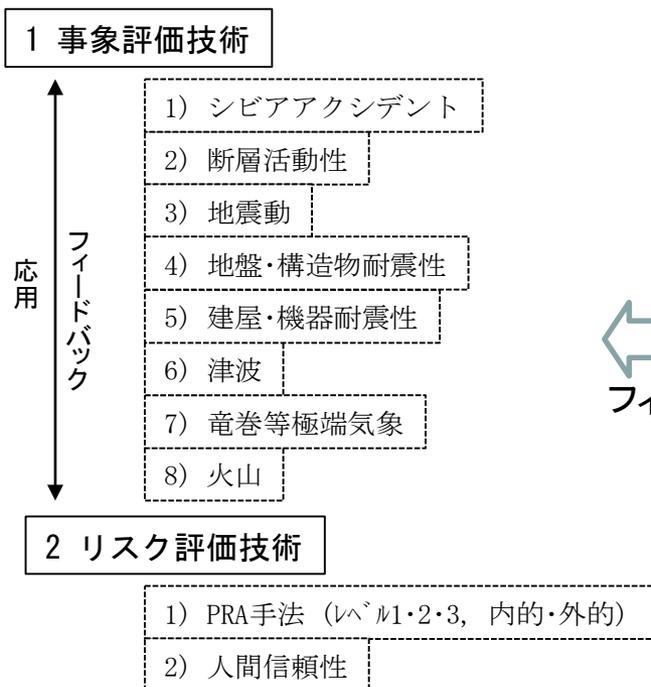


4 我孫子地区
地球工学研究所、環境科学研究所
(リスク評価研究チーム、自然外部事象研究チーム)

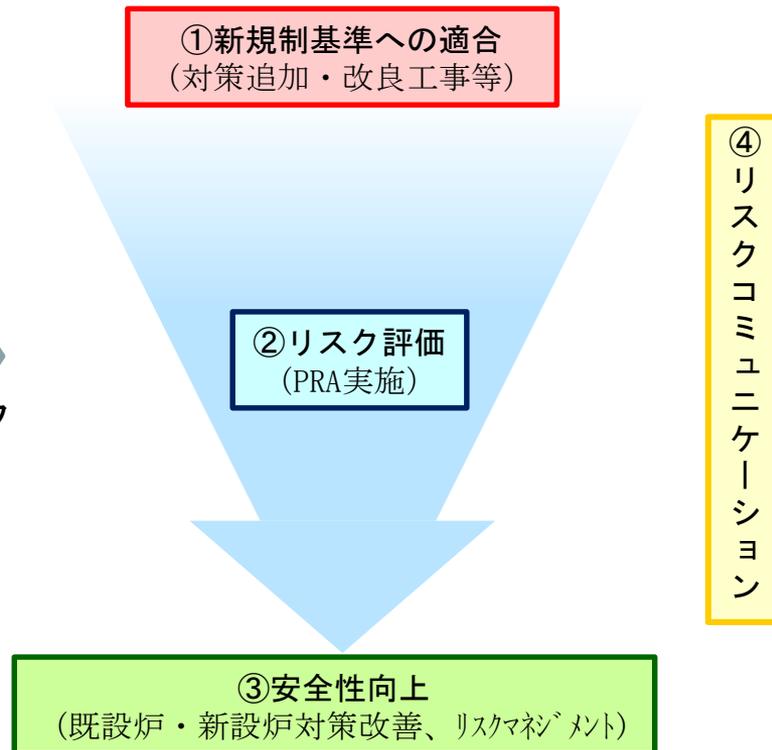
安全性向上のためのR&D

- ・ 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
 - ・ 確率論的なリスク評価手法（PRA）の改良開発と適用
- 適時に①～④に活用

R&D項目



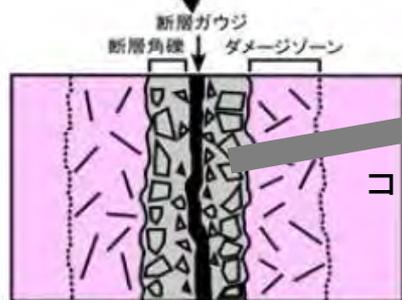
継続的安全性向上の取り組み



断層評価のR&D

- 断層破砕帯の性状評価：活動年代を特定できるパラメタ明確化（測定分析手法開発）
- 活断層規模の特定：断層境界、連動性を示すパラメタ明確化（測定分析手法開発）
- 地震規模の推定：断層破壊モデルの改良開発

断層破砕帯の詳細分析



コアサンプル



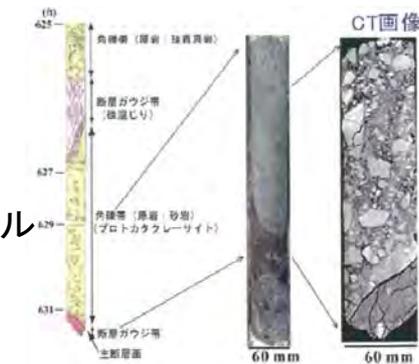
CTスキャン



X線開設



顕微鏡測定

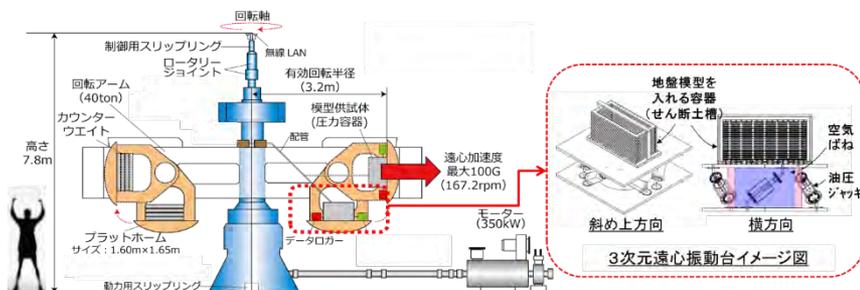


地震影響評価のR&D

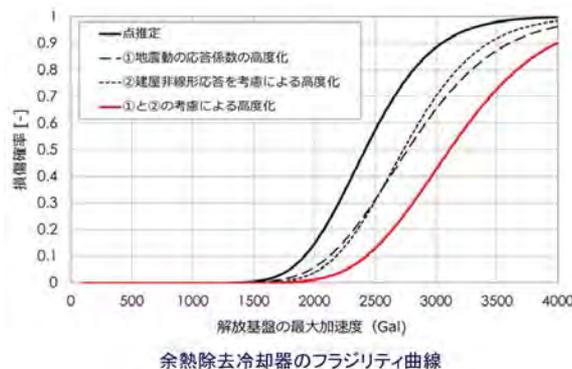
ねらい

- ハザード（震源）：震源断層規模評価法改良、確率論的地震ハザード評価法 (SSHAC)
- ハザード（地震動）：包括的評価法開発（震源を特定する/しない）、SSHAC
- フラジリティ（耐震）：従来より大幅に大きなハザード評価結果を受けた3次元非線形評価

多次元遠心振動台による地盤強度の模型実験(～150tG) 共振振動台による大型機器の機能維持評価試験(～20G)



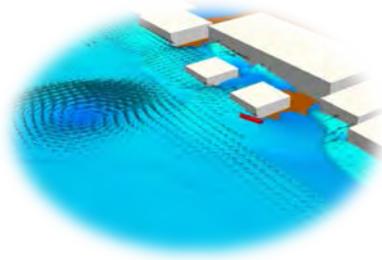
3次元非線形解析などを活用したフラジリティ評価の改良



津波影響評価のR&D

ねらい

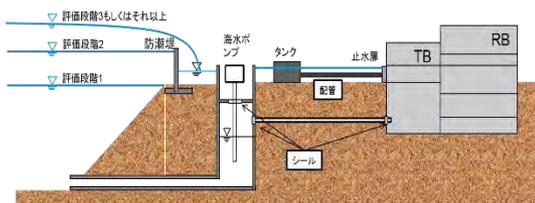
ハザード：歴史記録に加え堆積物等の自然記録を利用した規模評価、シミュレーション
フラジリティ：深さ（従来の指標）に加え波力・漂流物衝突力等に対する機器・構造物応答



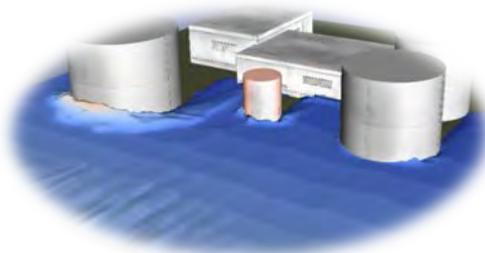
津波ハザード評価



津波波力評価



サイト内津波シミュレーション

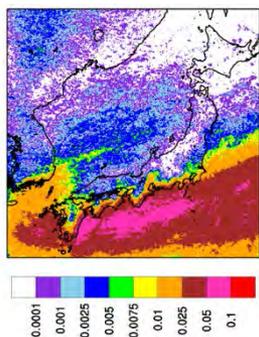


津波漂流物衝突力評価

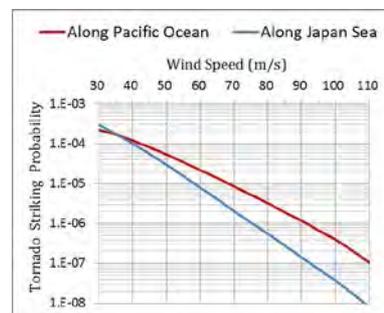
竜巻影響評価のR&D

ねらい

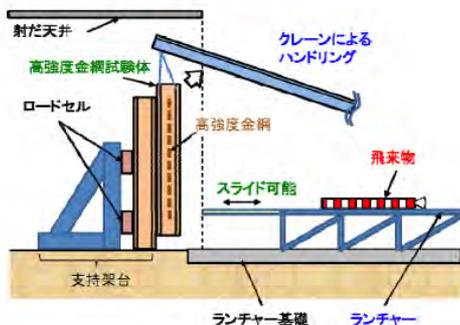
ハザード：気象データとシミュレーションに基づく規模評価
 フラジリティ：詳細なモデル化による飛来物衝突力の現実的評価と対策策定



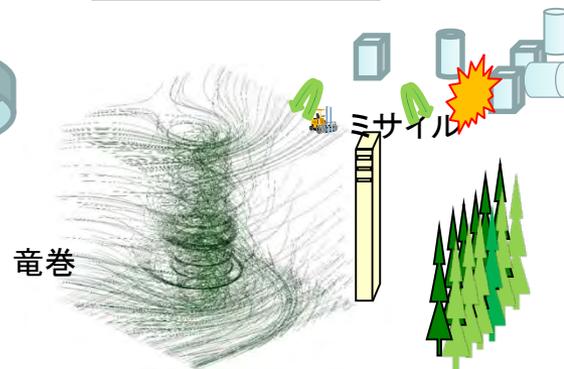
気象安定性・竜巻速度評価



竜巻ハザード算出



竜巻防護策策定・検証

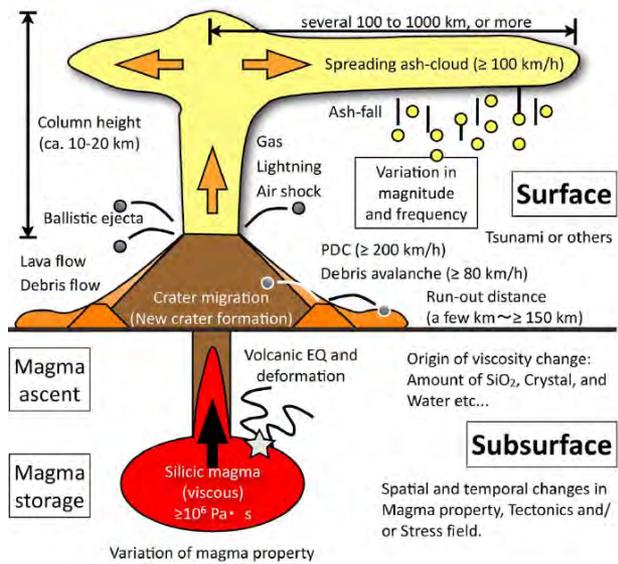


竜巻モデル(ミサイル評価)

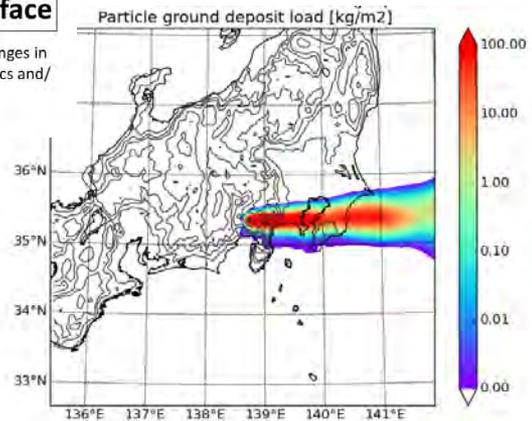
火山影響評価のR&D

ねらい

ハザード：噴火モデル・気象シミュレーションを活用した規模評価手法の改良
 フラジリティ：火山灰による機器・システムの機能劣化メカニズムの明確化

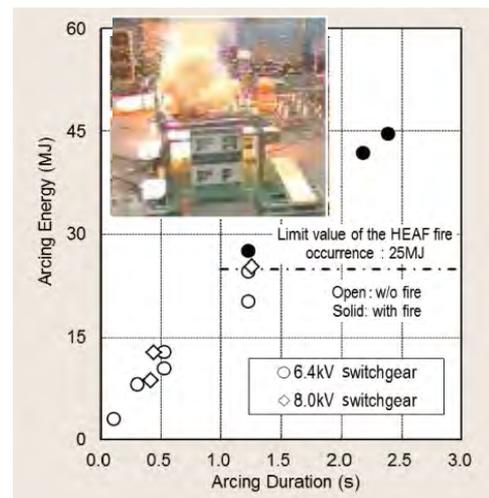


降灰のシミュレーション

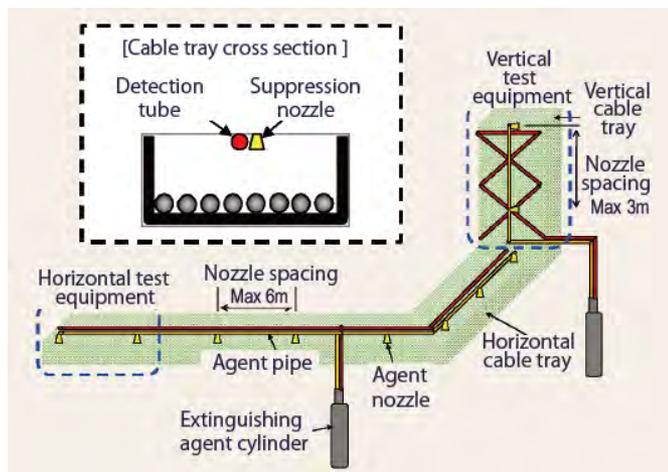


火災防護・影響評価のR&D

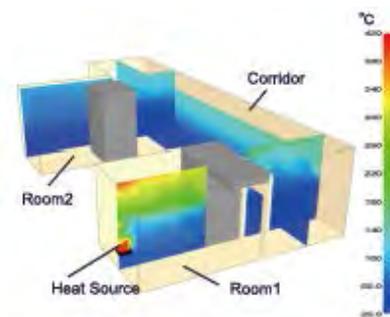
短絡試験場



高エネルギーアーク火災評価試験



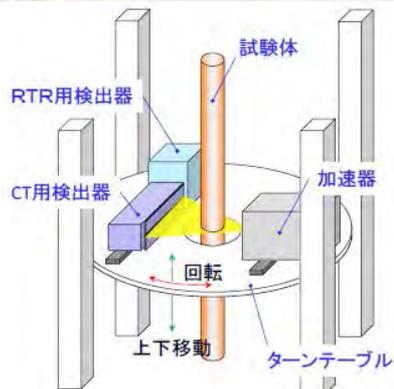
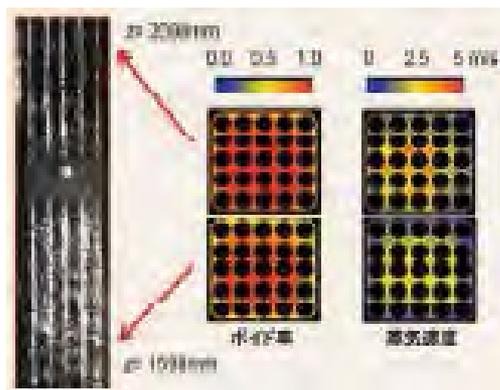
ケーブル火災消火システム実証試験



火災伝搬計算モデル開発

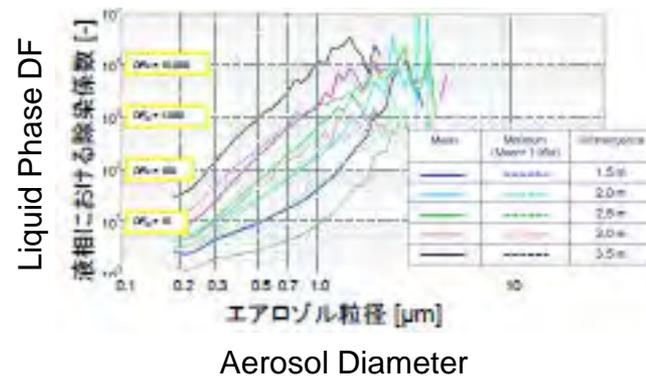
シビアアクシデント評価のR&D

燃料集合体内での冷却材沸騰、喪失のモデル化



X-ray CT real time radiography facility

フィルタベント装置の性能評価



人間信頼性評価のR&D

ねらい

事故時の運転操作・作業に関わる信頼性評価手法の改良

＜事故時の人的過誤確率評価の流れ＞

事故シナリオと重要なタスクの明確化



運転員からの聞き取り等による情報収集

【認知・診断】

- ・文脈の分岐に関わる行動影響因子
- ・事象の時間進展分析(物理的解析)
- ・認知過程の文脈、背景情報等

【操作実行】

- ・操作実行の際の行動影響因子
- ・ストレス要素
(環境、余裕時間、許容可能診断時間 等)



“Narrative(叙事知)”として記述



Narrative(叙事知)のモデル化による人的過誤確率算出

【認知・診断】

- ・デシジョンツリー手法等

【操作実行】

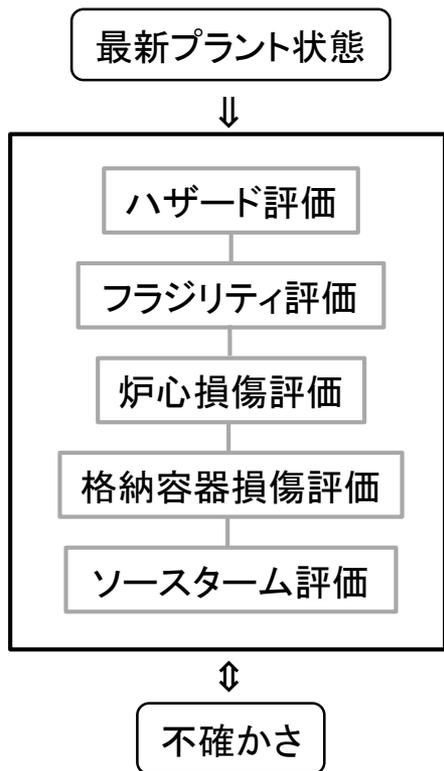
- ・実施手順、リカバリ

レベル2, 3PRAのR&D

ね
い

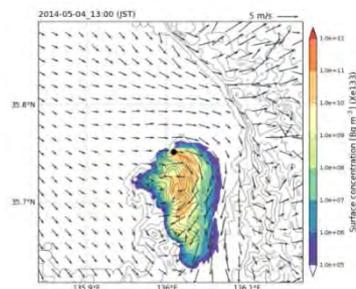
国外でも実施例少 ⇒適切な手法の明確化
大規模かつ複雑な現象を扱う ⇒不確かさ低減の工夫

実機を対象としたレベル2地震PRAの試行

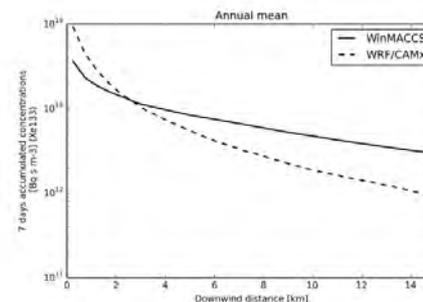


レベル3PRA技術開発

- 詳細な気象・拡散モデルによる地形影響の考慮 -



放出開始から1時間後の濃度分布



WinMACCSコードと気象/拡散モデルの比較
(地表濃度-Xe-133の積算値)

オープンな活動

◎国内外機関との研究協力



◎ウェブサイトによるタイムリーな情報公開



◎シンポジウム、ワークショップの開催



まとめ

原子力リスク研究センター（NRRC）は、2014年10月の発足以来、電中研が保有する強みを生かしつつ、低頻度ではあるが大きな被害をもたらし得る事象に伴うリスクの低減をめざして研究開発を進めている。

さらに、自主的な安全性向上の取り組みが的確な意思決定に基づいて推進されるように、リスク情報の効果的な活用に役立つ様々な技術基盤を整備し提供することにも注力している。

これらの活動は事業者、産業界と一体となってい、国内外の関係機関との協力も積極的に進めていく。

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。