



総合資源エネルギー調査会
原子力の自主的安全性向上
に関するWG 第9回会合
資料1-3

電力中央研究所の 原子力安全関連研究について

電力中央研究所 原子力技術研究所

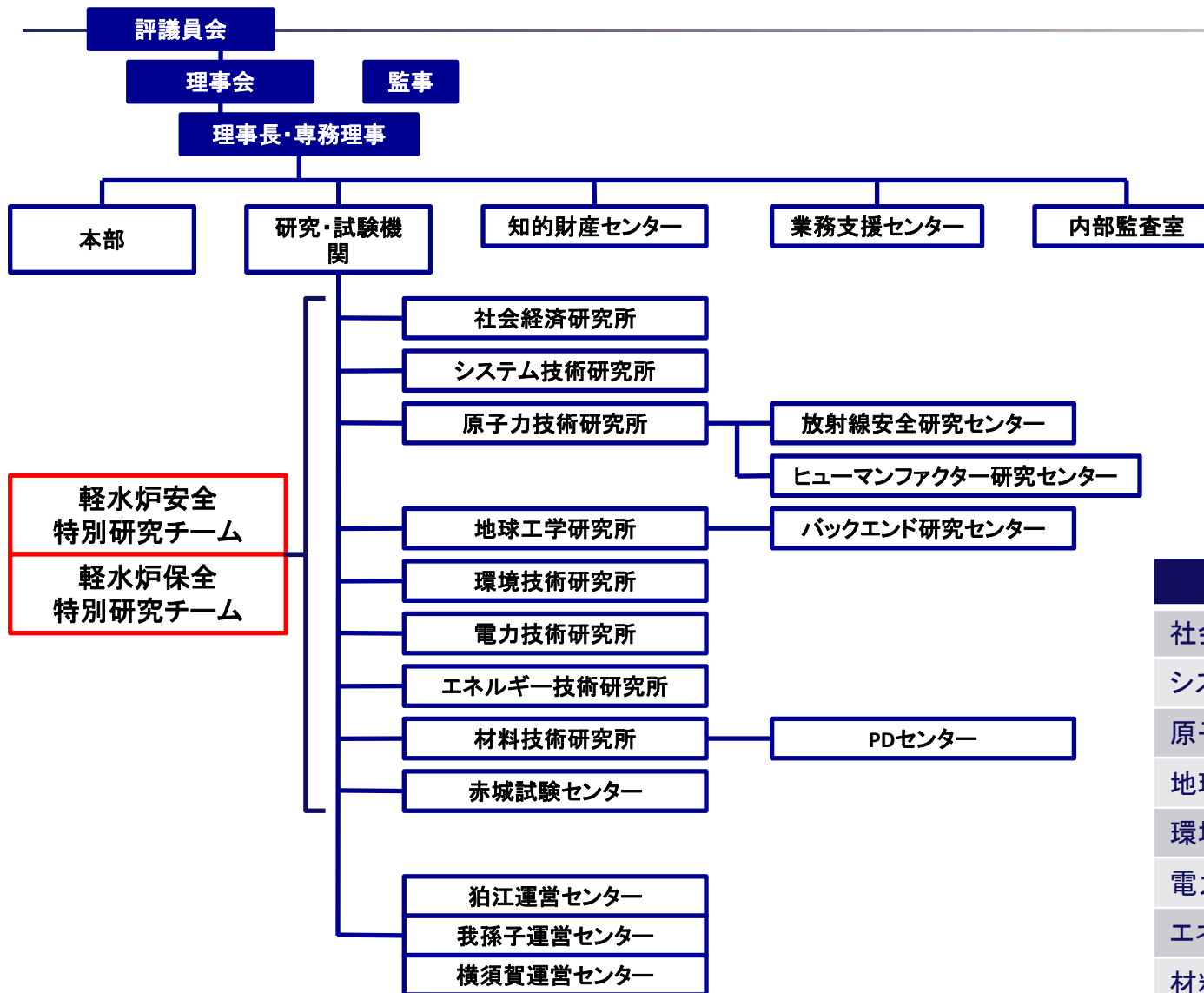
上席研究員 桐本順広

第9回原子力の自主的安全性向上に関するWG

2014年2月5日

 電力中央研究所

電中研の実施体制(組織図)



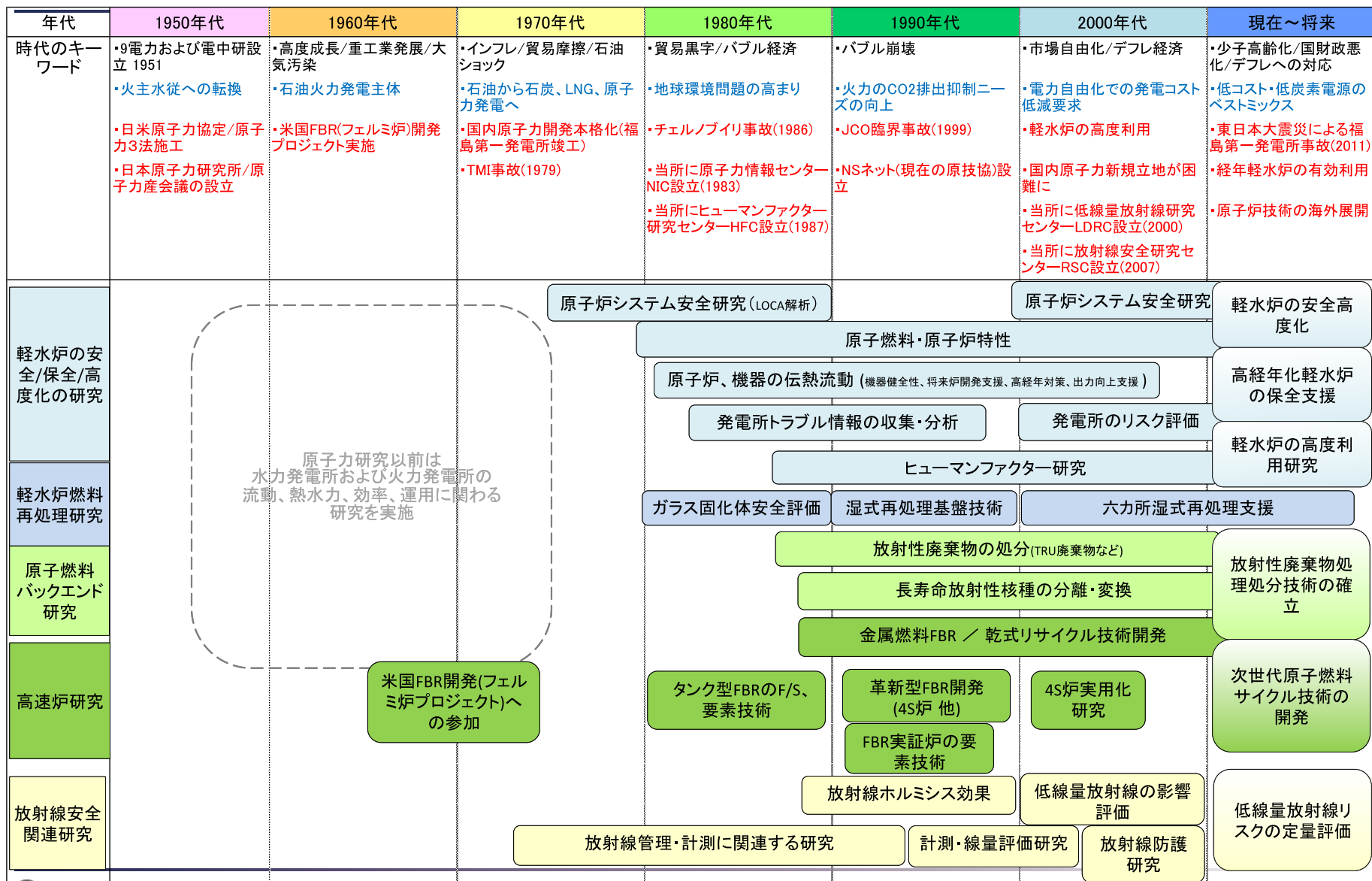
要員構成

部門	人数(名)
社会経済研究所	55
システム技術研究所	70
原子力技術研究所	81
地球工学研究所	113
環境科学研究所	92
電力技術研究所	61
エネルギー技術研究所	74
材料科学研究所	74

電中研における原子力関連組織の設置

社会(国内国外)・電気事業関連	電力中央研究所
1957 日本原電設立	1966 日本フェルミ炉委員会設置
1966 東海発電所発電開始	1971 技術第一研究所に原子力部を新設
1972 EPRI設立	1975 原子力発電研究推進会議を設置
1978 第二次オイルショック	1979 原子力発電研究総合本部設置
1979 米国TMI事故, INPO設立	1983 原子力情報センター設置
1985 六ヶ所サイクル事業開始	1984 原子力発電情報システム(NICS)開発/運用開始
1986 チェルノブイル事故	1987 ヒューマンファクター研究センター設置
1989 WANO設立	2000 低線量放射線研究センター設置
1994 NEI設立(NUMARC, ANEC, EEI)	2003 原子力施設情報公開ライブラリ(NUCIA)開発/公開
1999 JCO臨界事故	2004 原子力情報センター解散→NUCIA含め原技協に移管
2002 原子力発電所自主点検記録問題	2004 PDセンター設置
2005 原子力耐震設計指針見直し	2007 総括プロジェクト「軽水炉高経年化研究」設置
2011 福島第一発電所事故	2007 放射線安全研究センター設置
	2012 軽水炉安全特別研究チーム, 軽水炉保全特別研究チーム設置

原子力技術研究所の主要な研究推移



電中研の原子力研究費

総事業費の推移

年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012
(億円)	327.1	338.3	347.2	325.3	310.4	288.3

- 電中研では、発電から送配電、環境まで電気事業に関わるほぼすべての技術をカバーして研究を実施している。各研究者は、熱流動、耐震などそれぞれ専門とする技術分野の基盤的な研究を行うとともに、蓄積した技術基盤（研究設備も含む）を応用して原子力、火力、電力流通など多様な部門の研究に従事している。したがって、部門ごとの研究費を明確に示すことは困難である。
- しかしながら、研究テーマの内容や数からあえて概算すれば、上記の総事業費の約1/3が原子力研究に用いられており、近年ではその約1/3が安全関連の研究に用いられていると言える。

電中研の原子力安全研究の取組

◆ 軽水炉安全特別研究チーム

2012年7月：原子力発電の安全性向上に組織横断的・機動的に対応していくことを目的としてシステム安全評価，地震・津波・火山リスク評価，火災リスク評価，大気・海洋拡散評価技術，等の技術分野の専門家を集結し，必要となる研究開発を進めるために発足

○決定論的安全評価

- ・ 炉心損傷防止：燃料露出時挙動の実験的解明，熱水力解析コードのモデル改良/検証
- ・ 影響緩和：過酷事故(SA)解析コードMAAPver5およびMELCORでの解析環境整備，国際ベンチマーク参加によるコード適用性評価
- ・ 全交流電源喪失によるSFP冷却機能喪失事故及びプール水喪失事故の事象推移把握

○確率論的安全評価

- ・ 外的事象を反映したPRAモデル高度化，地震/津波重畳事象のシステム解析法の確立
- ・ 津波フラジリティのばらつきに関する検討

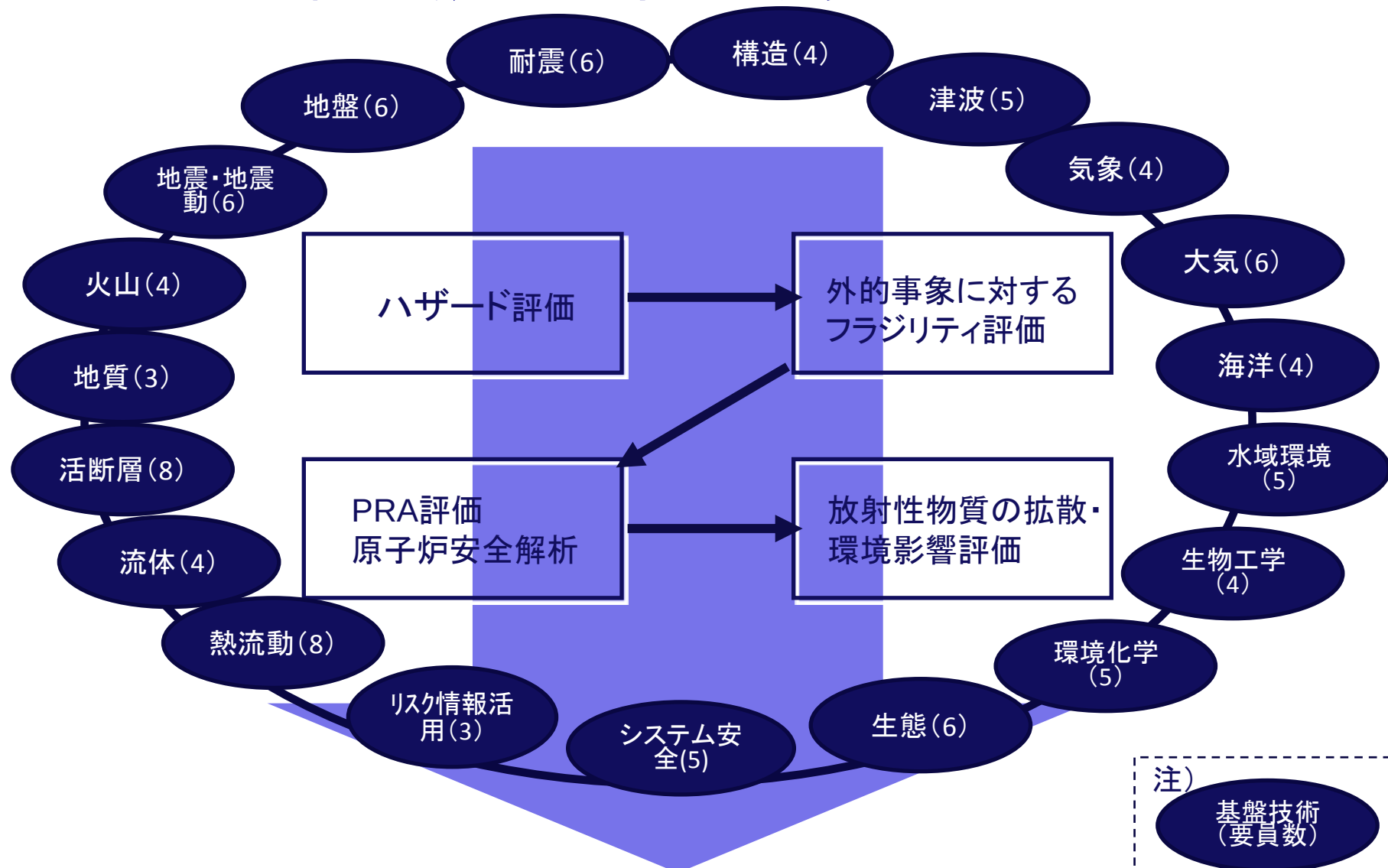
○ハザード評価

- ・ 内的事象：火災ハザード解析コード(FDS)の適用性評価/試験再現解析，電気盤内アーク火災試験，OECDの実規模火災区画試験/標準高圧アーク試験などに参画
- ・ 外的事象：震源・津波波源の統一モデルに基づく地震動策定法の確立，火山活動リスク評価手法の開発，津波波力・漂流物の影響評価技術の確立，耐震性評価手法の構築

○放射性物質が環境に与える影響

- ・ 放射性物質の大気・海洋拡散予測手法開発，海生生物/森林の長期動態予測手法開発

軽水炉安全特別研究チーム



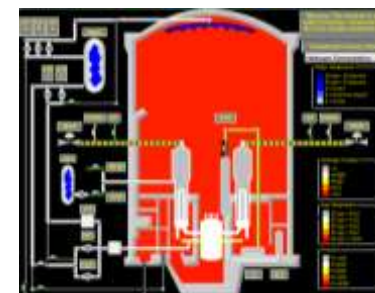
軽水炉の安全性確保を学術面と実務面から支援し、電気事業における軽水炉安全研究の中核的存在を目指す

原子力安全関連の基盤技術

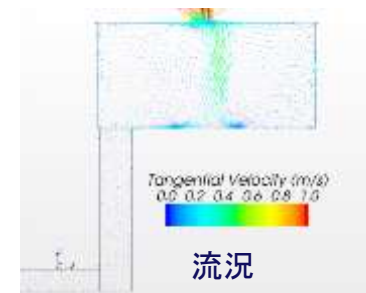
1. 炉心解析・未臨界度評価
2. 燃料照射挙動解析
3. 被覆管特性評価
4. シビアアクシデント解析
5. プラント過渡解析・安定性評価
6. 熱流動解析
7. 熱流動実験
8. 流動励起振動評価、
9. リスク情報活用
10. 放射能測定・確率論的クリアランス判断
11. ヒューマンファクター
12. 照射脆化に関わる構造健全性評価
13. S C C亀裂進展評価、
14. 配管減肉評価沸騰伝熱
15. 水化学管理
16. 非破壊検査に関する評価
17. ケーブル材料の健全性評価
18. 活断層評価
19. 火山活動評価
20. 地震・地震動評価、
21. 耐震・免震設計
22. 地盤・構造体の崩壊挙動解析
23. 構造ヘルスマニタリング
24. 振動台・構造実験
25. 鋼構造解析
26. 津波・津波影響評価
27. 津波堆積物評価、
28. 流体・構造連成地盤評価
29. 使用済燃料輸送容器の安全性評価
30. 大気拡散評価
31. 海洋拡散評価

基盤技術(研究設備/解析コード)の例(1)

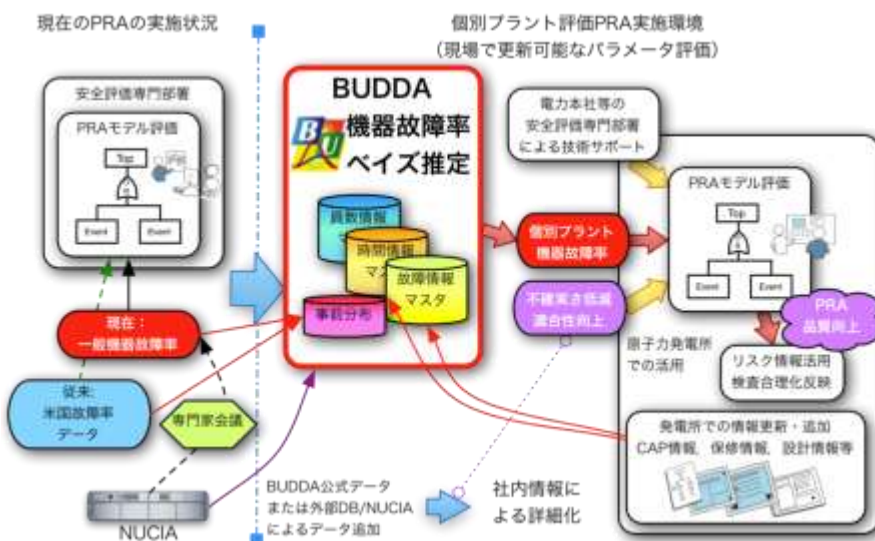
- ◆ 炉心損傷・使用済燃料プール解析・評価技術: MAAP, MELCOR
- ◆ システム動特性解析評価技術(最適評価(BE)コード): TRACE
- ◆ 多次元熱流動解析評価技術: STAR-CCM+, MATIS
- ◆ 建屋水素の水素挙動評価, 詳細2相流計測技術
- ◆ PRA用パラメータ解析技術(ベイズ統計等)/DB情報分析技術: BUDDA
- ◆ 共通原因故障分析技術: インパクトベクトル評価手法
- ◆ PRAモデル評価: NUPRA, RISKMAN等



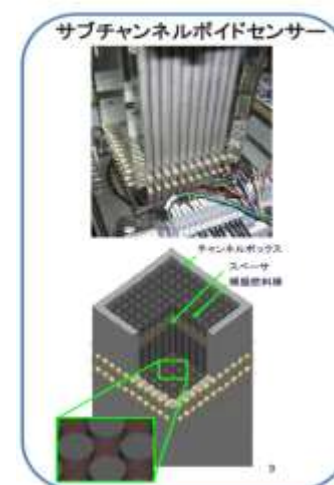
MAAP Ver.5解析の例(4ループPWRドライ型CV)



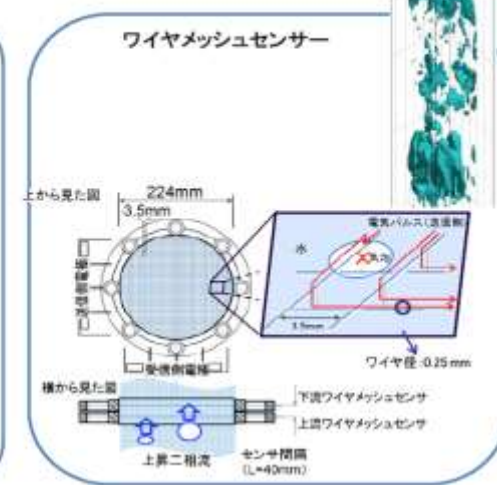
建屋水素CFD解析



発電所での個別故障率評価支援ツールの開発



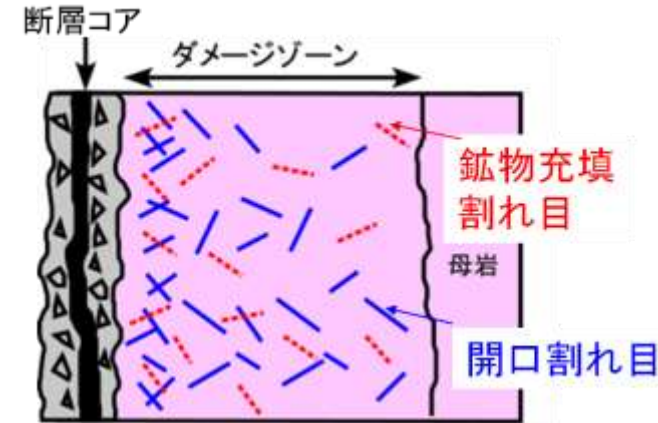
大口径空間詳細2相流計測



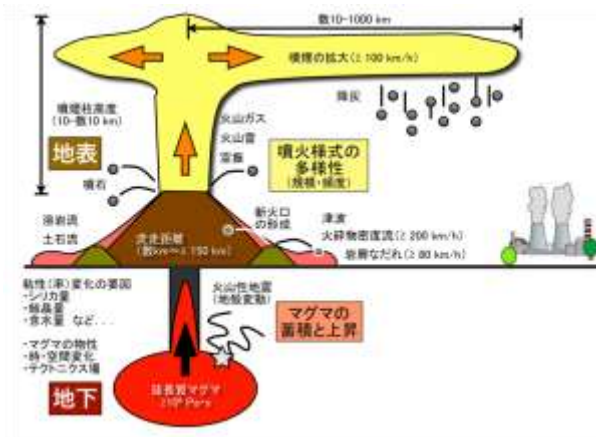
バンドル内詳細2相流計測

基盤技術(研究設備/解析コード)の例(2)

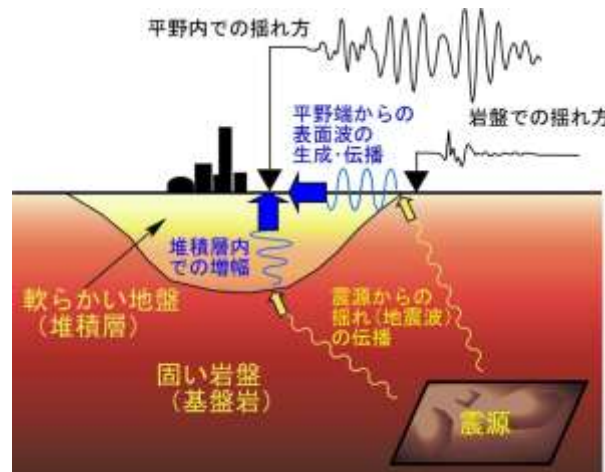
- ◆ **活断層評価**: 変形構造解析, 断層破碎帯評価技術, 巨大テクトニクス地震評価, 地殻物質挙動評価
- ◆ **火山活動評価**: 火山地形・地質評価, マグマ物性評価・解析, 流体解析技術, 降灰予測のための数値解析手法開発, 巨大噴火ポテンシャル評価, 火山影響の確率論的評価
- ◆ **地震・地震動評価**: 震源過程モデリング, 強震動シミュレーション, 地下構造評価, 地震波減衰評価, 強震観測技術
- ◆ **耐震・免震設計**: 免震要素の終極挙動評価技術や免震構造物の地震時応答評価技術



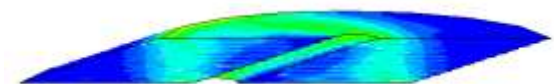
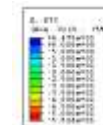
破碎帯評価



火山活動評価モデル



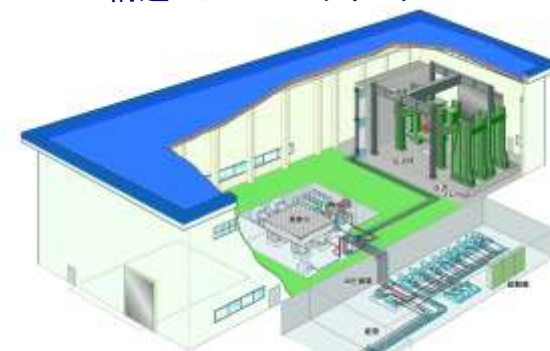
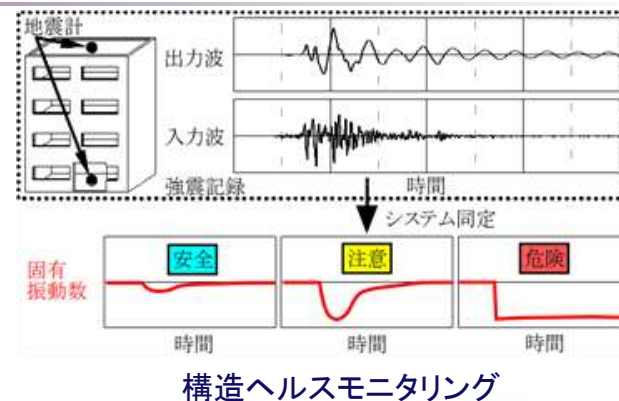
震源過程モデリング



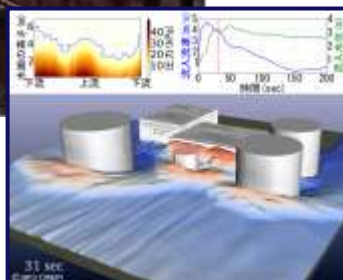
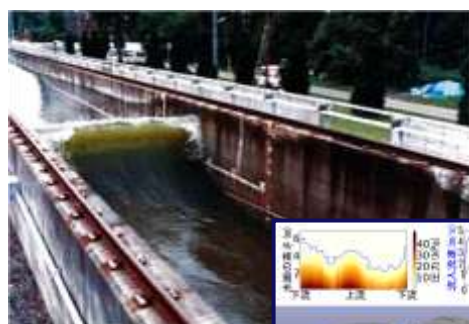
免震装置の評価手法開発/実証

基盤技術(研究設備/解析コード)の例(3)

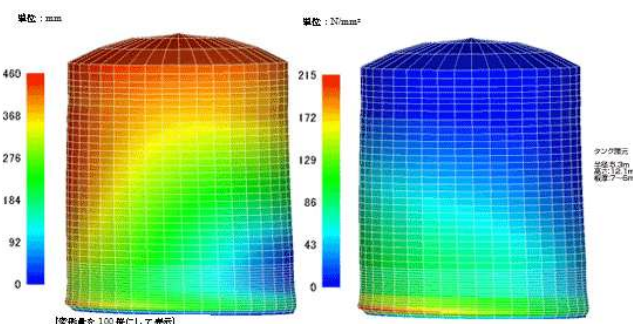
- ◆ **地盤・構造体の崩壊挙動**: 個別要素法解析技術, 三次元化
- ◆ **構造ヘルスマニタリング**: 経年劣化や強震動の影響による構造物の損傷限界モニタリング手法の開発
- ◆ **振動台・構造実験**: 耐震性能検証, 動的解析コードの妥当性検証
- ◆ **鋼構造解析**: 座屈解析コード等
- ◆ **津波・津波影響**: 波浪・津波実験技術, 津波伝播解析技術, 津波ハザード評価(決定論, 確率論)などの基盤技術, 漂流物評価に必要な解析コード開発, 津波・氾濫流水路実験施設の導入



振動台実験



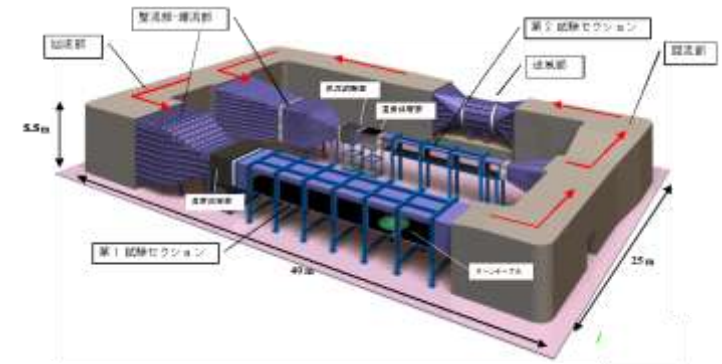
津波実験・解析コード開発



座屈コード開発

基盤技術(研究設備/解析コード)の例(4)

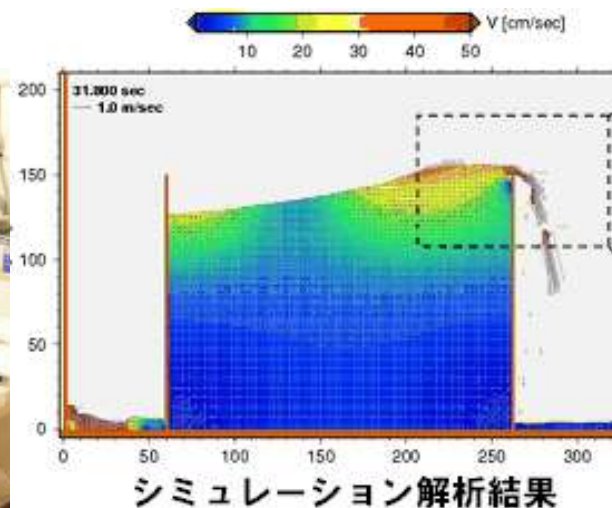
- ◆ **津波堆積物評価**: X線CTスキャナ, 堆積物年代装置等による津波堆積物試料の年代測定/組成分析, 東北地方太平洋沖地震津波の津波堆積物の特徴把握, 化学・粒度分析等や堆積状況評価
- ◆ **流体構造連成解析**: 取水設備, 液体貯槽設備など耐震安全性(スロッシング)評価/数値解析技術
- ◆ **大気拡散評価**: 風洞実験設備・数値モデル
- ◆ **海洋拡散評価**: 水理実験設備・数値モデル
- ◆ **再処理施設の濃縮廃液貯槽冷却機能喪失時の安全評価**: 放射能放出挙動



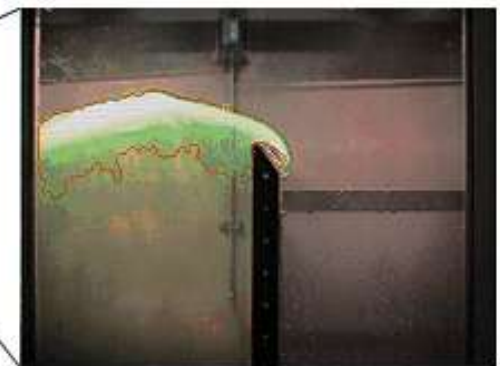
乱流輸送モデリング風洞



CTスキャナによる堆積物年代測定



シミュレーション解析結果



画像計測結果

液体貯槽内容水の非線形スロッシング挙動解析

内外組織との関連

◆ 研究協力

国内の大学, 研究機関, メーカーを始め,
海外の機関とも連携

「主な海外連携機関」

- ・ 仏原子力庁(CEA)
- ・ 仏電力公社(EDF)
- ・ スイス放射性廃棄物管理組合(NAGRA)
- ・ EU共同研究センター(EU/JRC)
- ・ 国際原子力機関(IAEA)
- ・ 米国電力研究所(EPRI)
- ・ 韓国電力研究所(KEPCO-RI)
- ・ 韓国電気研究所(KAERI)
- ・ 中国電力科学研究院(CEPRI)
- ・ 台湾電力公司(TPC)
- ・ 南アフリカ電力公社(ESKOM)

等

