

継続的改善に貢献する安全研究とは？

規制支援の研究組織の視点で考える

平成26年 11月 29日

原子力学会 安全部会 フォローアップセミナー

中村 秀夫

日本原子力研究開発機構 安全研究センター

目次

- ❖ 安全研究について
- ❖ 安全研究センターの
研究課題の設定について
- ❖ 今後の安全研究の取り組み

安全研究について (1/3)

❖ 安全研究

原子力の重点安全研究計画(第2期、H 21年8月、原子力安全委員会)

国の予算で行われ、安全規制活動の科学技術的基盤の確立と安全規制活動の向上を目的に行われる研究の総称

- 成果の活用
 - ✓ 科学的合理性に優れ、効果的・効率的な安全規制活動を期待
 - ✓ 原子力の安全確保に関する国民の信頼の醸成を期待

❖ 安全基盤研究

原子力安全・保安部会報告 原子力の安全基盤の確保について(H13, 6月)

知識基盤の強化に最も重要な活動としての、原子力安全に関連する各種試験研究の総称

- 原子力安全研究
- 大学における基礎的な安全研究
- 電源開発促進対策特別会計による安全性実証試験・確証試験
- 電気事業者による電力共通研究
- etc.

安全研究について (2/3)

安全部会 福島第一原子力発電所事故に関するセミナー(H24, 2月)

❖ 原子力安全の達成

原子力の安全は、事業者による安全設計と安全管理によって達成され、規制はこれらを監視(Oversight)する。

❖ 安全研究の原点

原子力の諸活動が有する危険度(Hazard & Risk)を精確に評価する手法やデータを提供して、規制内容の見直し、事業者による安全確保や安全性向上のための活動を促すことにある。

❖ 安全研究の役割

規制による適切かつ的確な監視を支援すると共に、**事業者による継続的な改善を促す**ことであり、直接/間接的に事業者の活動に反映されて初めて役立つ。(👉 **成果の公開 + 事業者の人材育成**)

- 技術(現場)の実情を踏まえない指摘など、何の役にも立たない
- 欠けが無いことが最も重要 (👉 **計画と実施課題に網羅性を確保**)

安全研究について (3/3)

安全部会 福島第一原子力発電所事故に関するセミナー(H24, 2月)

❖ プロアクティブな研究

新技術の導入やプラントの高経年化などの変化に対して、安全性を確認するという課題解決姿勢にとどまらず、**潜在的な危険に繋がる現象を探索・特定し**、そのメカニズムの解明や影響の評価を通じて**警鐘を鳴らす**(問題提起する)ことを強く意識しなくてはならない。

❖ 求められる研究

福島第一原子力発電所の事故の教訓は、

- シビアアクシデント**防止**研究
- シビアアクシデント**評価**研究
- 環境影響・被ばく線量評価研究

などを重点化し、**合理的に達成できる安全の最高水準を目指した継続的な改善の追求に貢献して、原子力施設のリスクを低減することを求めている。**

安全研究センターにおける研究の方向性

**福島第一
原発事故**

教訓
課題

合理的に達成できる
安全の最高水準
を目指した
継続的改善の追求に貢献

**シビアアクシデント
防止研究**

設計基準事象への対応
設計基準を超える条件
での炉心溶融の防止

**シビアアクシデント
評価研究**

炉心溶融
容器破損
放射性物質の放出

**環境影響評価・
被ばく評価研究**

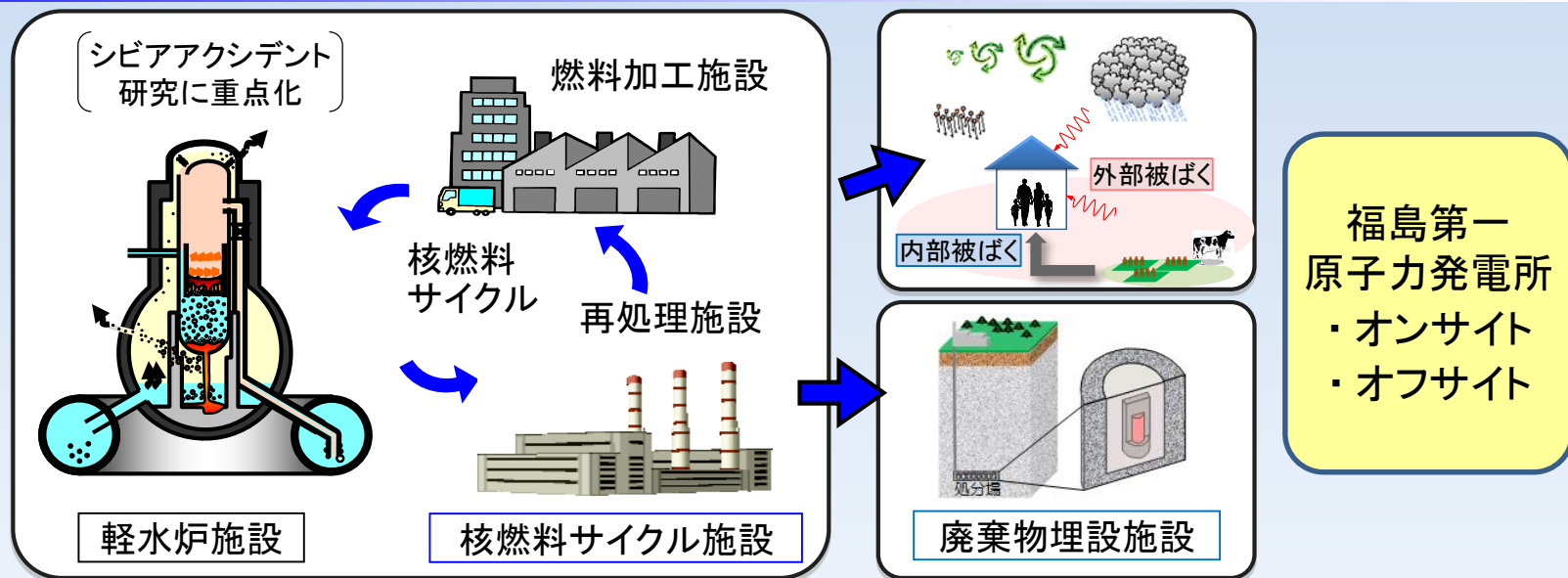
公衆の被ばく
原子力防災

重点化

設計基準事象への対応を中心とした研究スタイルの見直し

- 原子力施設のリスクを低減するため、**シビアアクシデントに関わる現象の評価手法の高度化**及び**緊急事態への準備と対応**に向けた研究へ重点化
- 福島第一原発事故に関わる**環境修復・放射性廃棄物管理**に向けた活動へ協力・貢献
- 核燃料サイクル施設における核燃料物質の臨界安全管理に関する研究を**福島第一原発のデブリ再臨界評価**に応用

新たな安全規制に用いられる基準作りや対策の妥当性評価に貢献



燃料安全性研究
 通常運転条件から設計基準事故を超える条件までの燃料挙動に関する知見と燃料挙動解析コードの整備
 → 既設炉の安全対策の有効性評価に貢献

熱水力安全研究
 大型装置等を用いた実験研究に基づき解析コードを高度化し、技術基盤を整備
 → 事故進展やアクシデントマネジメント策の有効性等の評価に貢献

材料劣化・構造健全性研究
 安全上重要な機器構造物に対して、材料劣化予測評価手法、設計基準を超えるまでの確率論的手法等による健全性評価方法の整備

リスク評価・原子力防災研究
 ソースタム評価及び事故影響評価の手法の高度化と連携強化
 防災における最適な防護戦略・被ばく管理の立案

核燃料サイクル施設の安全性研究
 重大事故の発生可能性及び影響評価並びに安全対策の有効性評価に係るデータ取得及び解析コード整備

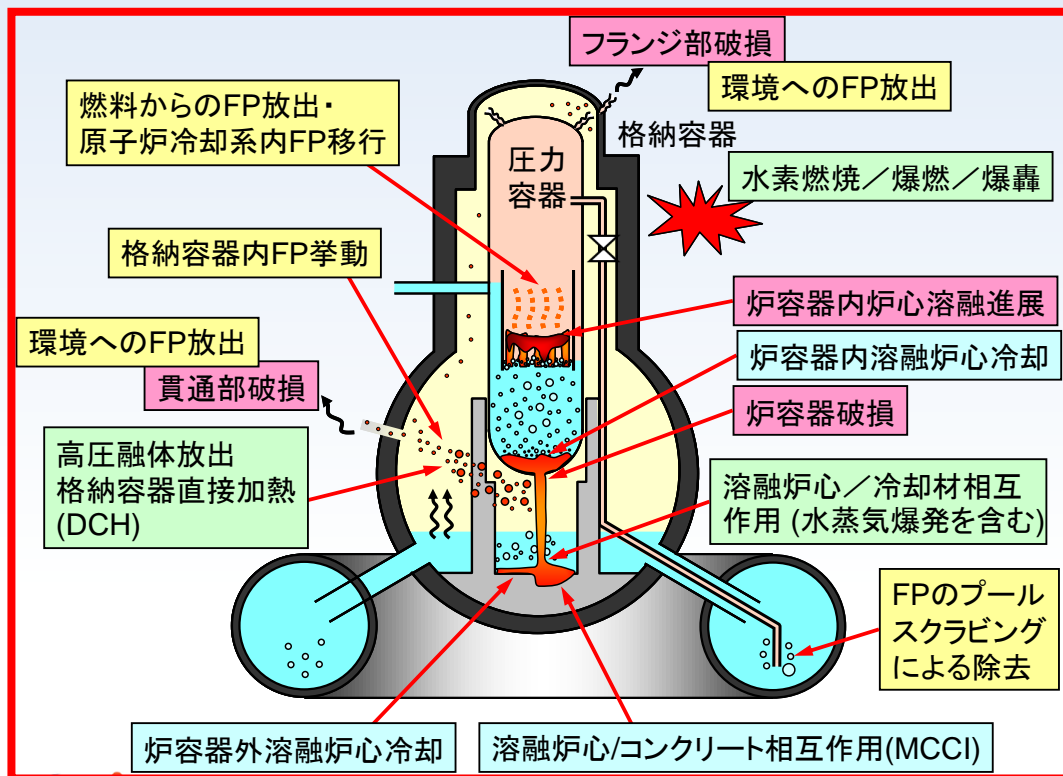
臨界安全管理研究
 様々な性状を想定した臨界特性データ取得・影響評価手法の整備

放射性廃棄物管理の安全研究
 1Fを含む廃棄物等の補間・貯蔵・処分及び原子力施設の廃止措置に係る安全評価手法の整備、長期的な材料の性能評価モデル整備

福島第一原子力発電所
 ・オンサイト
 ・オフサイト

多重防護の方策の検討

- ❖ シビアアクシデント発生防止 (レベル1~4) 含、DEC
 - 設計基準事象対策の評価精度の精緻化
 - 事故の模擬・再現実験、局所現象の模擬実験
 - モデル開発、解析手法の整備・検証
- ❖ シビアアクシデントの評価 (レベル4) + 影響緩和策の有効性評価
 - 事故現象や局所現象の模擬・再現実験
 - モデル開発、解析手法の整備と検証



例：環境へのFP放出

- 福島事故シナリオの検討
- FP放出経路の確認
- FP放出の防止に係る技術、関連シビアアクシデント現象の検討
- 研究実施内容の検討
 - ✓ 研究例の確認
 - ✓ 実験や解析に必要な条件の検討
- 研究の実施
 - ✓ 実験と分析、モデル開発
 - ✓ 評価手法の検証・高度化 等
- 成果報告 ~ 公開

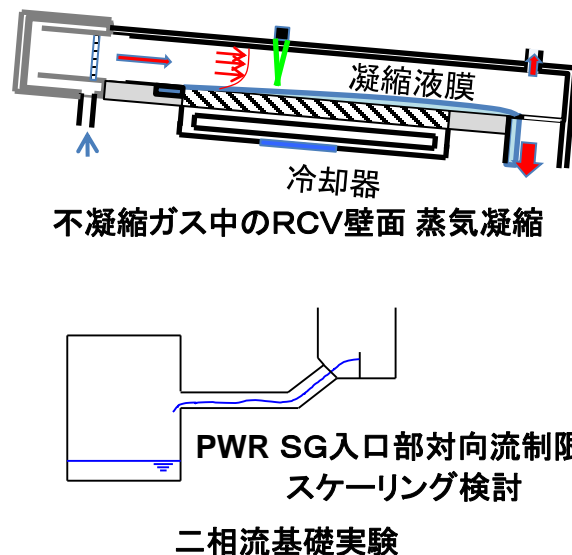
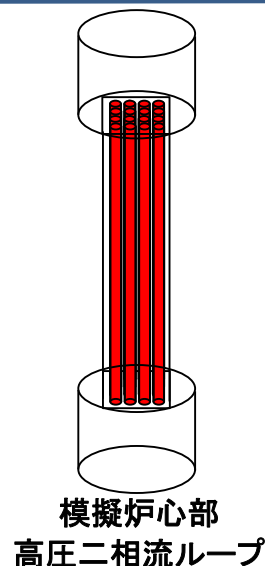
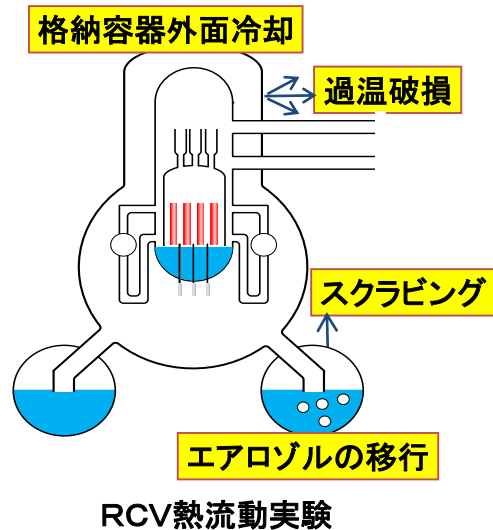
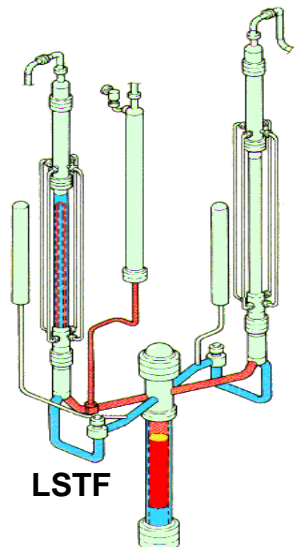
発電用原子炉の設計基準事故並びにシビアアクシデント(SA)時の安全確保に関して、実験的及び解析的な研究を実施する。得られた成果は、熱水力安全評価手法の高度化、国の解析コード開発の支援、SAの防止・影響緩和を行うアクシデントマネジメント策や、SA時の格納容器(RCV)熱流動評価、ソースターム評価の有効性検討に活用される。

実験 と 分析

- **LSTF実験**
福島事故を踏まえた安全対策の有効性確認実験 等
- **RCV熱流動実験**
SA時の熱流動、ソースターム移行 等
- **模擬炉心実験(高圧二相流ループ)**
データベース拡充、ブローダウンピーク 等
- **二相流基礎実験**
流動挙動の詳細計測、スケーリングの検討 等

評価手法の検証・高度化

- **最適評価(BE)コード**
 - 高精度化
 - 不確かさの把握
- **数値流体力学(CFD)コード**
 - 多次元詳細解析
 - 二相流・エアロゾル移行解析への適用



❖ プロアクティブ + 漏れの無いこと

- 分野の包括的な情報収集(将来展望)
- 妥当性検討の判断指標の検討
- 原子力規制委員会/規制庁との緊密で十分な連携

❖ 情報収集上の留意点

- 産業界のR&Dの動向
- 世界の安全基盤研究の動向
- 学術界の研究動向

❖ コミュニケーション

- ニーズと研究計画との整合
- 相互理解での齟齬の発生防止

❖ 主体的実施条件

- 人員(スペクトル)
- 研究設備(独自設備、機構内連携)
- 予算

❖ 成果活用の社会的効果

- 事業者(現場)への
直接/間接の波及効果
- 利益相反(Conflict of Interest)

安全研究センターの研究 まとめ

- ❖ 原子力安全の継続的改善に貢献する。
 - 原子力規制委員会と連携して喫緊の安全上の課題に対応
 - 中長期的な視点から将来の課題を見据えた研究を実施
 - ❖ 最新の科学技術的知見を取得し、科学的・合理的な安全規制に資する。
-
- ❖ 目標の達成に際しては、産業界、大学、学協会との協力や役割分担、コミュニケーションを効果的・効率的に実施する。
 - ❖ 国際協力活動を積極的に推進する。国際レベルでの役割分担、共同出資により、研究の効率的遂行を図る。
 - ❖ 中立性・透明性に留意し、国民からの信頼を得る。
-
- ❖ コアとなる**研究基盤(研究職員及び試験施設)の強化**に努め、**国内外で安全研究を牽引する**研究実施機関を目指す。

**ご静聴、ありがとうございました。
ご質問、ご意見をお願い致します。**

議論のための資料

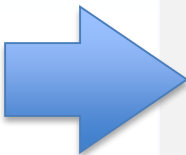
望まれる専門的能力

安全部会 福島第一原子力発電所事故に関するセミナー(H24, 2月)

- ❖ 個別の専門領域における創造的能力 (資質)
- ❖ 原子力の安全確保の基本的考え方・手法についての知識
- ❖ 安全性に実質的な影響をもつ課題の発見能力
- ❖ 課題解決のための研究を立案し推進する能力
- ❖ 規制判断に役立つ形で成果をとりまとめる能力
- ❖ 先見性と研究リスクへの対処能力

原子力の重点安全研究計画(第1期、H 16年 7月、原子力安全委員会)

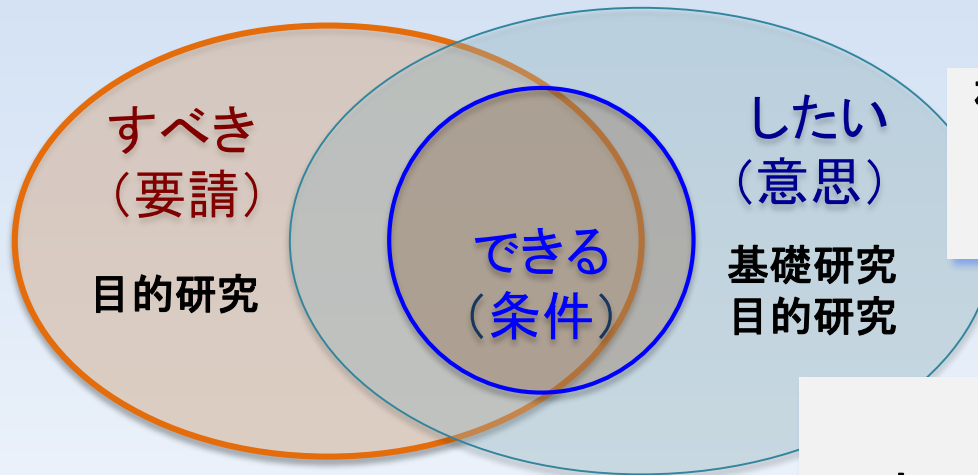
これら全てを個人が担う必要は無いが、研究環境の整備には

- 
- これらを実現する研究指導者の確保と育成
 - 若年層の継続的な獲得と育成 が必須

研究者・技術者と人材、人材育成

立場（規制、研究機関、大学、産業界）に依存

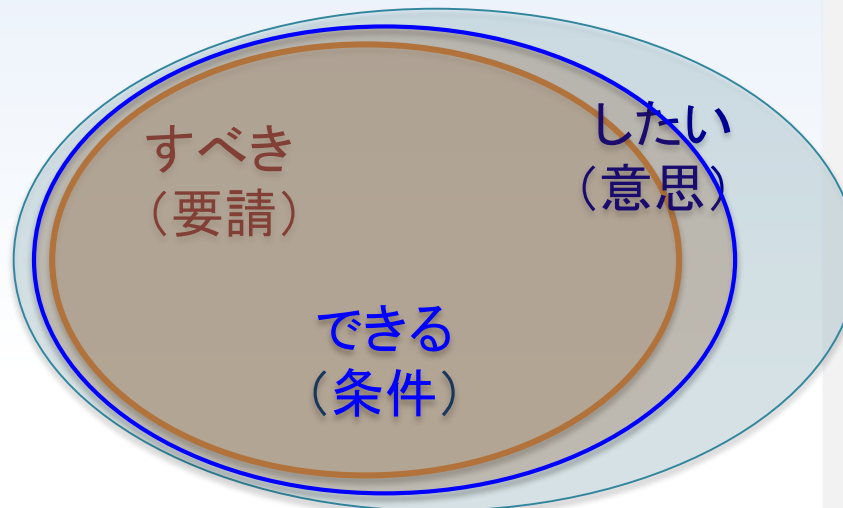
一般的な状態



研究の
インセンティブの確保
→ 成果レベルの向上

出資者の要請

成果の最大化

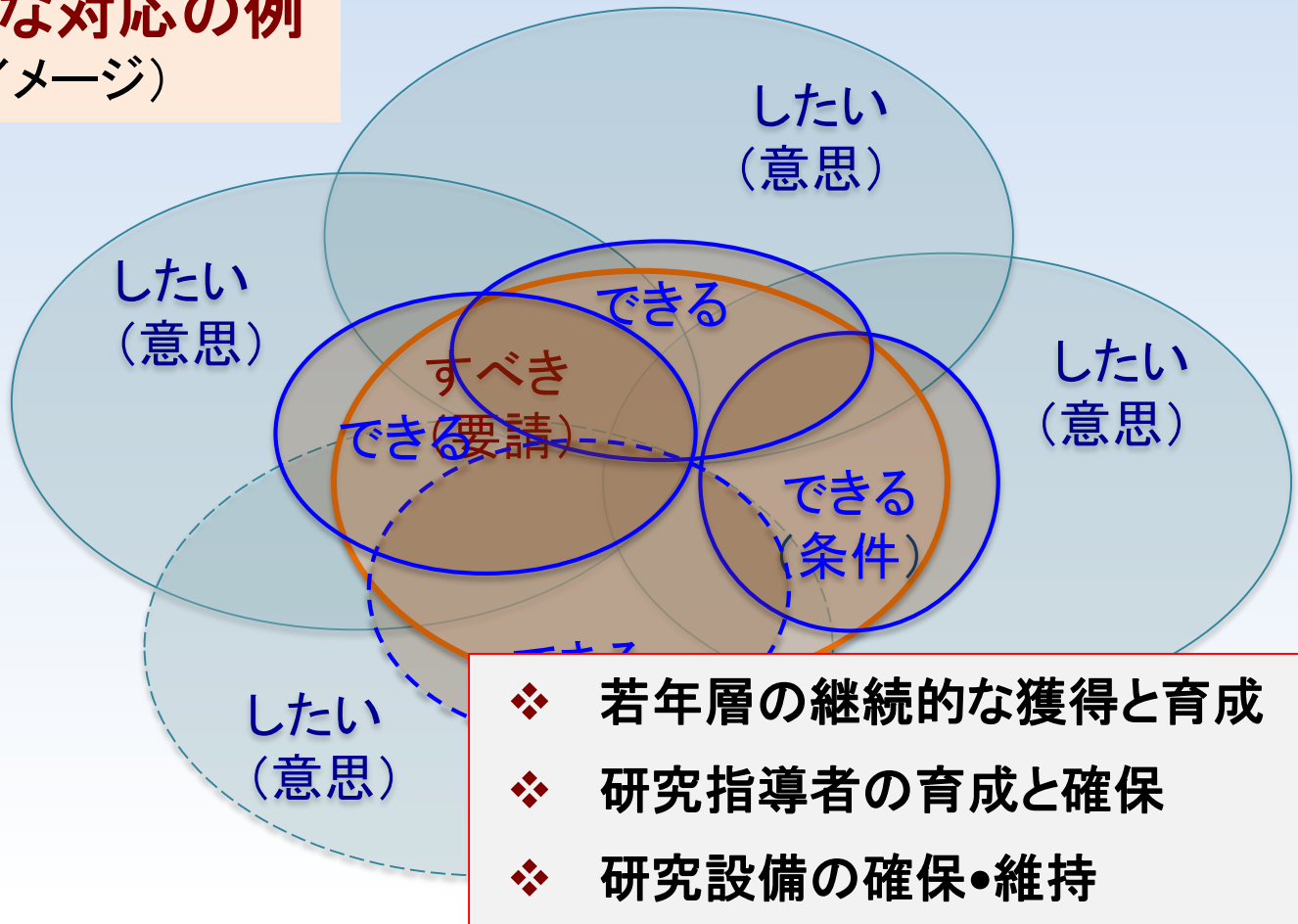


条件の例

- 人の能力 = f (教育、年齢、適性: 実験系/解析系 etc.)
- 人材育成能力 (研究指導者)
- 試験設備 (現象模擬・再現力、立地、演算速度 etc.)
- 社会条件 (労働環境、雇用条件)
- 予算 (補助金、受託、再委託)
- 時間 (短、中、長)
- ...

研究者・技術者と人材、人材育成

現実的な対応の例 (イメージ)



- ❖ 若年層の継続的な獲得と育成
- ❖ 研究指導者の育成と確保
- ❖ 研究設備の確保・維持

継続的な安全向上に必要な条件ではないか？

原子力規制委員会の安全研究計画

「原子力規制委員会における安全研究の推進について」H25, 9月

❖ 基本的考え方

- 原子力**安全を継続的に改善していくための課題**に対応した安全研究
- NRA と所管する独立行政法人等が実施して、**科学的知見を蓄積**
- 原子力安全規制等に的確に反映され、継続的な改善につながるよう実施
- 優先度を踏まえたものとなるよう、関係機関が常にその内容を調整

❖ 安全研究の進め方

- NRAが規制等の課題を解決するための研究分野を特定
- 優先順位の設定、年度毎の進捗状況、研究成果の活用状況等の評価
- 必要に応じて改善を実施

❖ 対象とする安全研究

- NRAが直接執行する予算、共管するJAEAとNIRSが執行する予算
- 以下を対象（新たな実験、解析、分析等を伴わない調査等は含めない）

項目	目標
① 規制基準・制度、具体的判断基準等の整備に資する研究	規制基準や制度、審査・検査等に用いる具体的判断基準、技術マニュアル、解析コードの開発・整備・検証等
② 安全規制等を実施する際の判断に必要な技術的知見の取得	審査、検査、施設健全性評価、その他の事業者に対する指導等を行う際、検証の精度を上げるために必要なデータ取得
③ 技術基盤の維持/構築	将来にわたってNRAの業務を的確に実施していくために必要な技術基盤の維持あるいは構築

安全研究が必要な研究分野 (原子力規制委員会)

平成25(2013)年9月

カテゴリー	番号	研究分野	期間
1. 原子炉施設	1-1	安全解析手法、解析コードの整備	短～長
	1-2	軽水炉の事故時の熱流動現象に係る技術的知見の整備	短～長
	1-3	重大事故に係る技術的知見の整備	短～長
	1-4	燃料の規制基準に係る技術的知見の整備	中～長
	1-5	運転期間延長認可制度及び高経年化対策制度に係る技術的知見の整備	中
	1-6	原子炉水質管理技術に係る技術的知見の整備	中
2. 特定 原子力施設	2-1	特定原子力施設における放射性廃棄物・廃液の管理に係る技術的知見の整備	短
	2-2	燃料デブリの臨界評価手法に係る技術的知見の整備	長
	2-3	破損燃料輸送に係る技術的知見の整備	短
3. 共通要因故障 を引き起こす 内部・外部事象	3-1	基準地震動策定及び地震動・地盤評価に係る技術的知見の整備	短
	3-2	基準津波策定及び津波評価に係る技術的知見の整備	短
	3-3	地震・津波等に対する構造健全性評価に係る技術的知見の整備	短
	3-4	火山影響に係る審査のための技術的知見の整備	短
	3-5	火災防護に係る審査のための技術的知見の整備	短
	3-6	共通要因故障を引き起こす内部・外部事象のリスク評価に係る技術的知見の整備	中
4. 核燃料 サイクル	4-1	放射性物質の貯蔵・輸送に係る審査のための技術的知見の整備	中
	4-2	再処理施設における高経年化対策の妥当性評価に係る技術的知見の整備	長
5. バックエンド	5-1	クリアランス確認のための技術的知見の整備	短
	5-2	廃棄物埋設に係る審査のための評価技術の整備	中
6. 原子力防災		現時点では、直ちに実施が必要となる研究分野は抽出されていないものの、 <u>継続的に技術基盤の確保・維持に努める必要がある。</u>	
7. 核物質防護			
8. 放射線計測・ 放射線防護			
9. 横断的課題	9-1	人的・組織的要因に係る技術的知見の整備	短
	9-2	使用済燃料の臨界防止に係る定量的評価に必要な技術的知見の整備	中
	9-3	技術基盤の確保・維持	短～長

重要性が高いと
考えられる研究分野



研究分野

規制課題 対応

基盤研究



安全研究センターで実施する研究

追加情報

JAEA 安全研究センターでの研究

平成26年度 安全研究センター報告会

ご案内

日時：H26年 12月 10日(水) 13:30～17:30

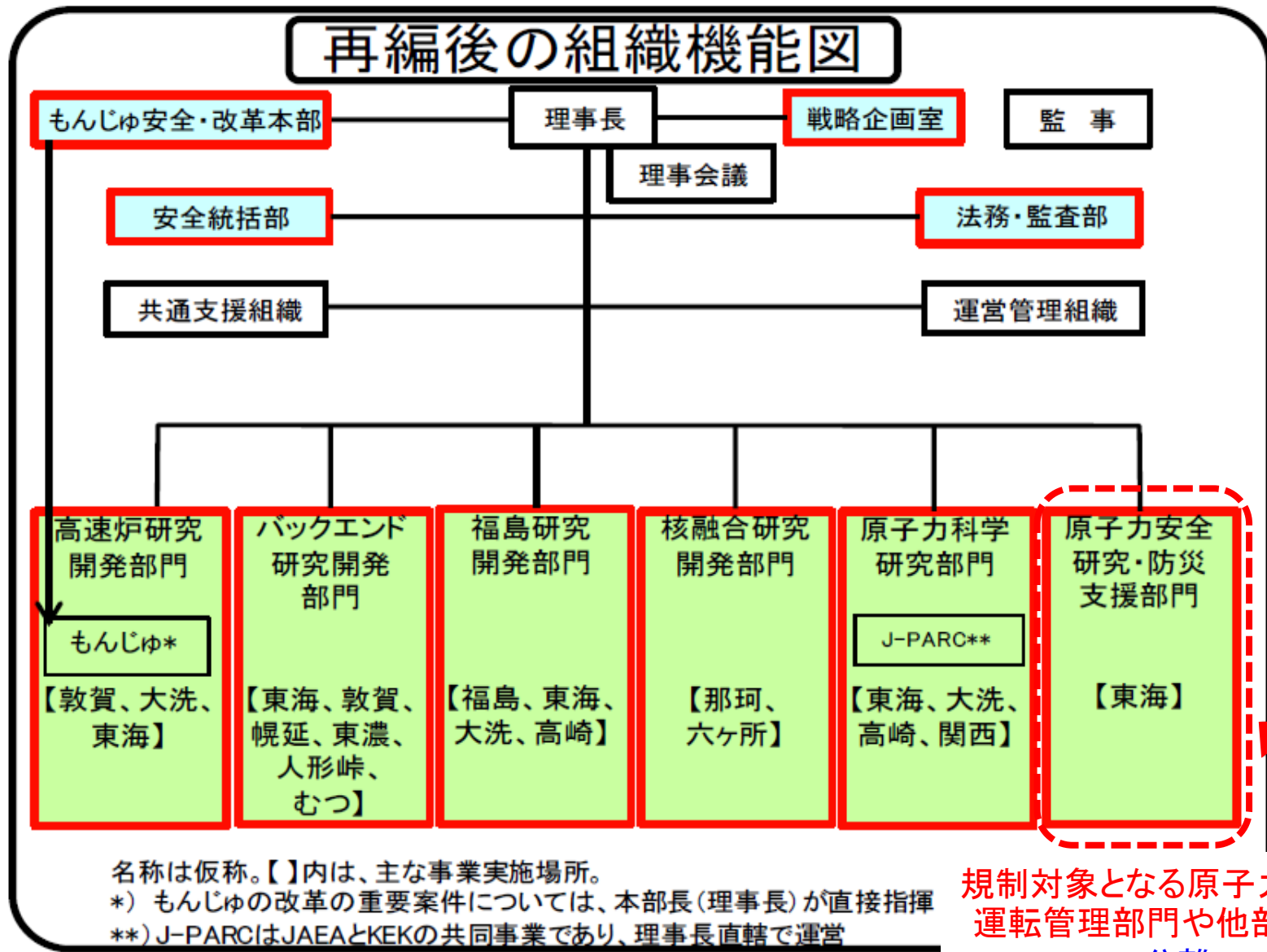
場所：東京 秋葉原 富士ソフト アキバプラザ 6階

最近の研究の取り組みにつきまして、
4件の発表 + ポスターセッション などにより
ご報告致します。

ぜひ、ご参加下さり、忌憚のないご意見を賜りますよう、
よろしくお願い申し上げます。

原子力の安全確保のしくみと 安全研究センターの役割・体制

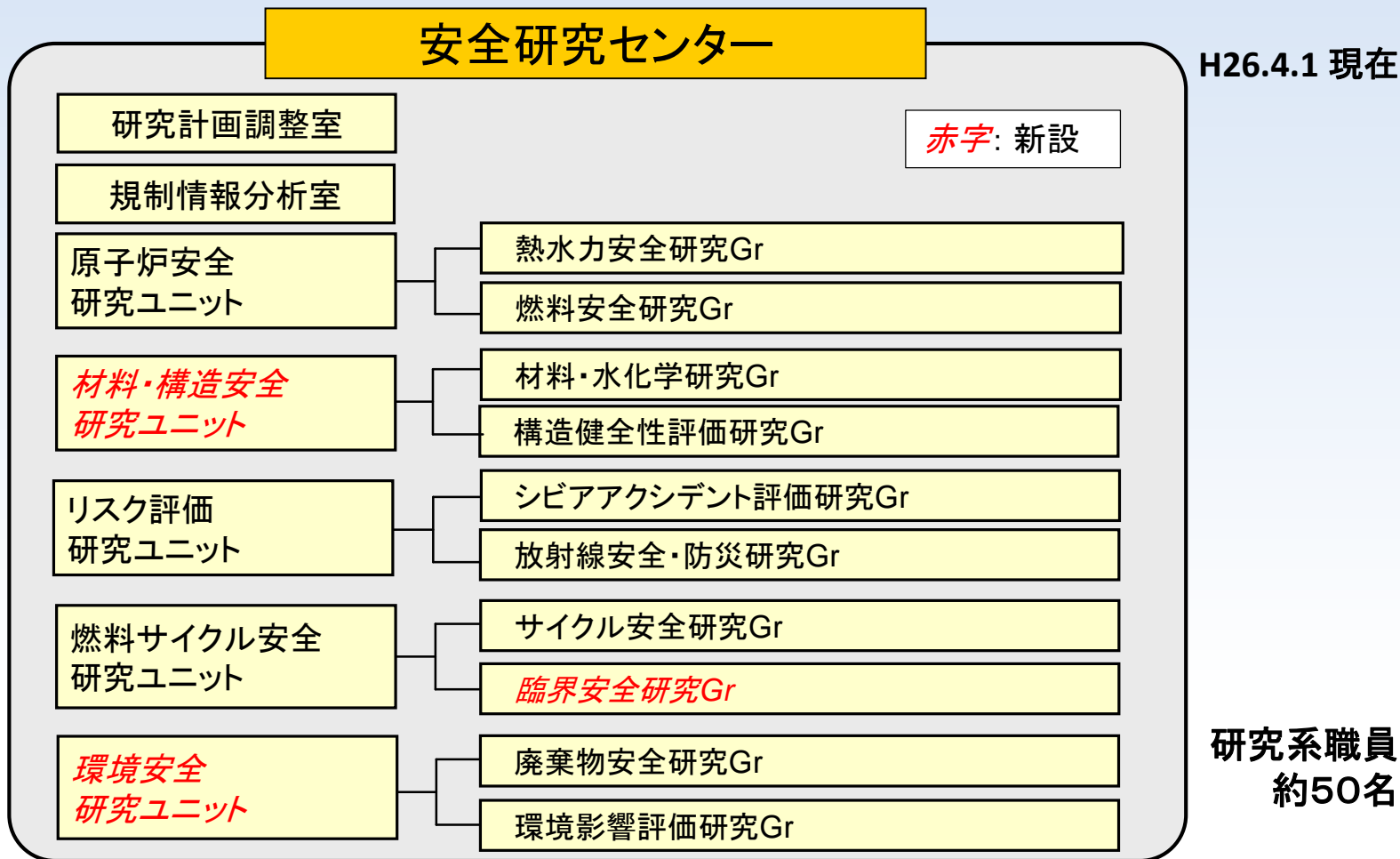




規制対象となる原子力施設の
 運転管理部門や他部門から
 分離

安全研究センターの体制

- ▶ 平成25年4月：原子力規制委員会の共同所管へ
- ▶ 平成26年4月：シビアアクシデント・防災研究への重点化と規制支援に向け体制を強化



安全研究センターにおける研究の方向性

**福島第一
原発事故**

教訓
課題

**シビアアクシデント
防止研究**

設計基準事象への対応
設計基準を超える条件
での炉心溶融の防止

**シビアアクシデント
評価研究**

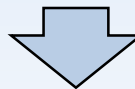
炉心溶融
容器破損
放射性物質の放出

**環境影響評価・
被ばく評価研究**

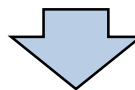
公衆の被ばく
原子力防災

重点化

設計基準事象への対応を中心とした研究スタイルの見直し

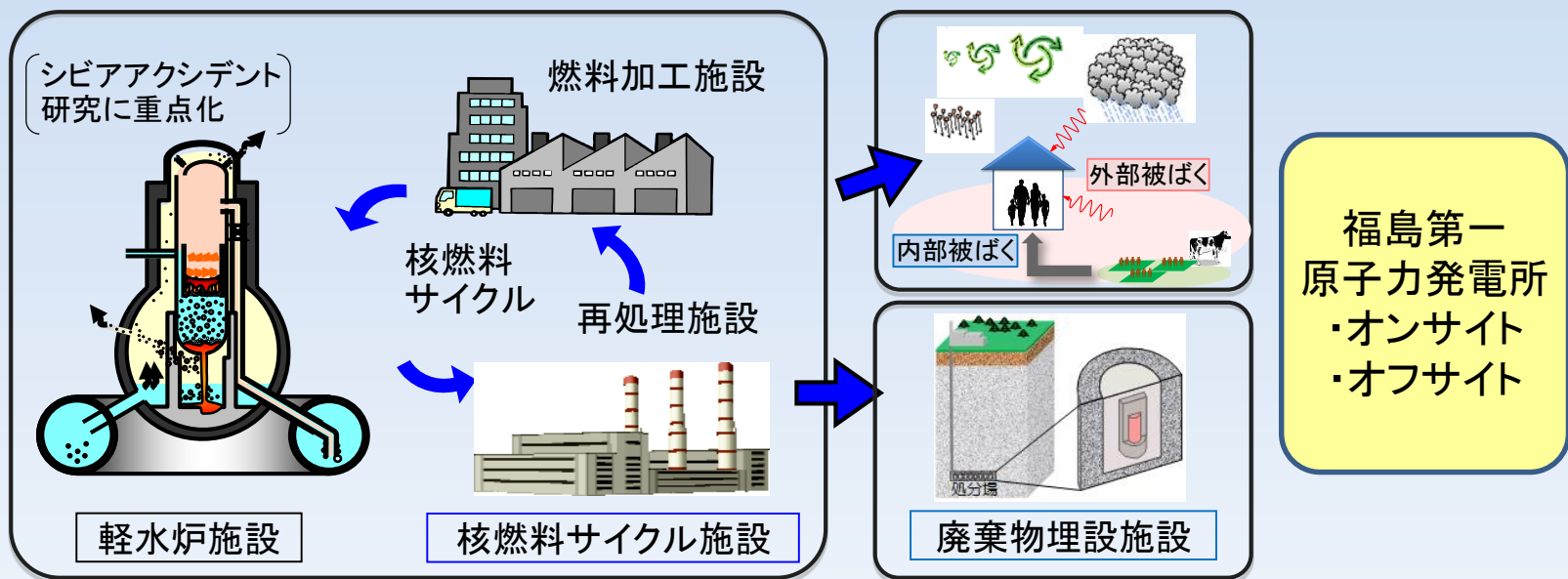


- 原子力施設のリスクを低減するため、シビアアクシデントに関わる現象の評価手法の高度化及び緊急事態への準備と対応に向けた研究へ重点化
- 福島第一原発事故に関わる環境修復・放射性廃棄物管理に向けた活動へ協力・貢献
- 核燃料サイクル施設における核燃料物質の臨界安全管理に関する研究を福島第一原発のデブリ再臨界評価に応用



新たな安全規制に用いられる基準作りや対策の妥当性評価に貢献

安全研究センターの研究対象分野



燃料安全性研究
 通常運転条件から設計基準事故を超える条件までの燃料挙動に関する知見と燃料挙動解析コードの整備
 → 既設炉の安全対策の有効性評価に貢献

熱水力安全研究
 大型装置等を用いた実験研究に基づき解析コードを高度化し、技術基盤を整備
 → 事故進展やアクシデントマネジメント策の有効性等の評価に貢献

材料劣化・構造健全性研究
 安全上重要な機器構造物に対して、材料劣化予測評価手法、設計基準を超えるまでの確率論的手法等による健全性評価方法の整備

リスク評価・原子力防災研究
 ソースタム評価及び事故影響評価の手法の高度化と連携強化
 防災における最適な防護戦略・被ばく管理の立案

核燃料サイクル施設の安全性研究
 重大事故の発生可能性及び影響評価並びに安全対策の有効性評価に係るデータ取得及び解析コード整備

臨界安全管理研究
 様々な性状を想定した臨界特性データ取得・影響評価手法の整備

放射性廃棄物管理の安全研究
 1Fを含む廃棄物等の補間・貯蔵・処分及び原子力施設の廃止措置に係る安全評価手法の整備、長期的な材料の性能評価モデル整備

福島第一
 原子力発電所
 ・オンサイト
 ・オフサイト

原子力機構が有する資源(実験設備)

軽水炉施設

- ・燃料安全
- ・熱水力安全
- ・構造機器の健全性評価
- ・中性子照射下の燃料・材料の劣化機構



原子炉安全性研究炉 (NSRR)



燃料試験施設 (RFEF)

核燃料サイクル施設

- ・リスク評価
- ・燃料サイクル施設安全評価

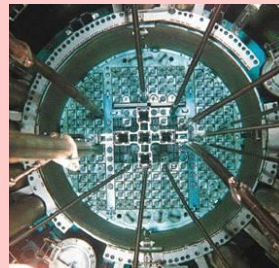


建設中



格納容器
模擬装置
など

大型非定常
試験装置
(LSTF)



材料試験炉 (JMTR)



JMTRホットラボ (JMTR-HL)

廃棄物処分施設

- ・放射性廃棄物安全評価



燃料サイクル
安全工学研究施設 (NUCEF)

- ✓ 原子力の安全確保に有効な技術的知見を取得・蓄積
- ✓ 系統的な整理・解釈により利用可能な状態にして、社会に発信



- ✓ 取得した技術データ・知識基盤を通じて、安全規制を技術的に支援
- ✓ 人材の育成と、必要な技術基盤の維持

シビアアクシデント評価に関する研究

- ❖ シビアアクシデント時ソースターム評価手法及びシビアアクシデント対策有効性評価手法の整備
 - 軽水炉⇒THALES2/KICHEコード
 - 再処理施設⇒CELVA-1D/ARTコード
- ❖ 上記手法を用いたソースターム評価

現在実施中の研究

不確かさ評価手法の
検討・適用

THALES2及びART
の改造・検証

福島第一原子力
発電所事故の解析

軽水炉及び再処理施設の
シビアアクシデント時FP移行挙動等に係わる実験
を通じた知見の取得とモデル化

MELCOR
参照

THALES2

THALES (熱水力及び炉心溶融進展)
+ ART (放射性物質移行挙動)

フィードバック

不確かさを含めた
ソースターム

KICHE

(格納容器内ヨウ素化学)

連携

連携

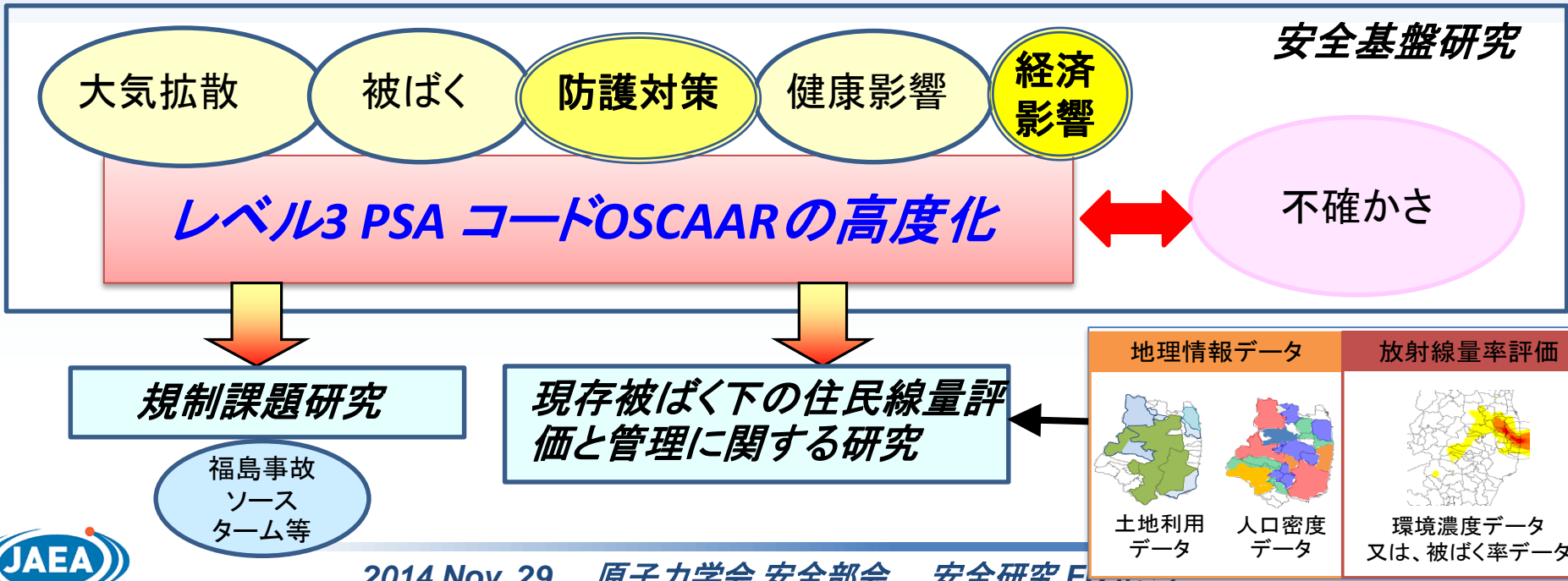
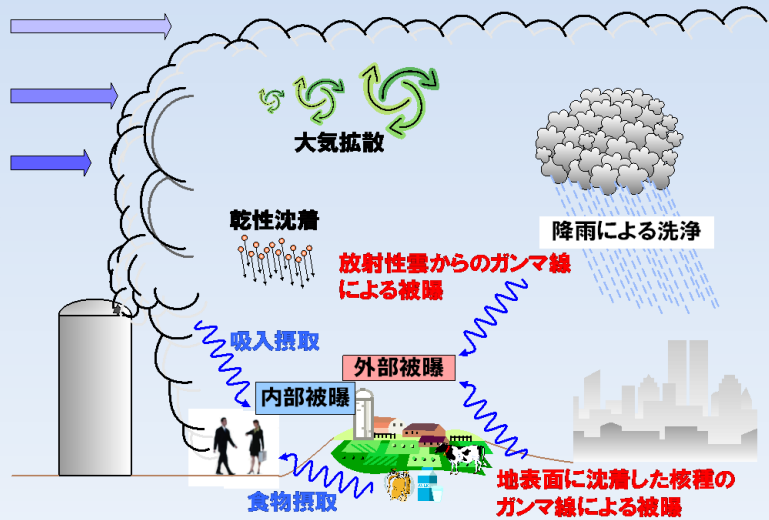
CELVA-1D

(熱流動)

- シビアアクシデント対策の有効性評価
- 公衆被ばく・環境影響評価
- 緊急時防護措置の最適化
- 安全目標・立地評価等
- 福島第一原子力発電所事故の分析・評価

事故時の防災に関する研究

最新知見に基づき、OSCAARのヨウ素代謝や健康影響モデルの改良を継続しつつ、安全目標や立地評価等に係る規制課題研究、防災措置実施の判断基準となる運用上の介入レベルOILの設定、福島県住民の被ばく線量評価の精度向上や中長期にわたる集団線量の評価、経済的・社会的影響を考慮した防護措置の最適化に係る研究を行う。



熱水力安全に関する研究

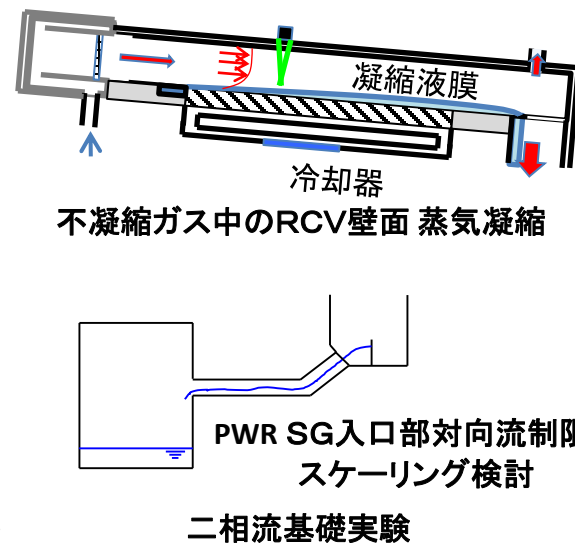
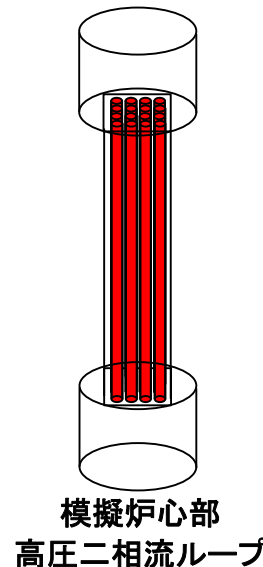
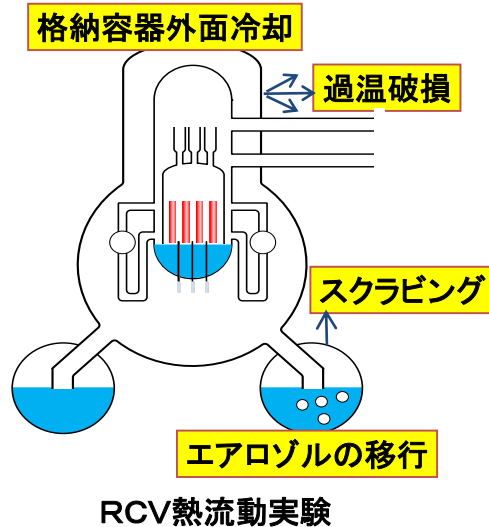
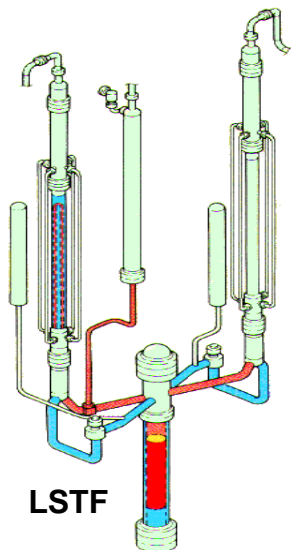
発電用原子炉の設計基準事故並びにシビアアクシデント(SA)時の安全確保に関して、実験的及び解析的な研究を実施する。得られた成果は、熱水力安全評価手法の高度化、国の解析コード開発の支援、SAの防止・影響緩和を行うアクシデントマネジメント策や、SA時の格納容器(RCV)熱流動評価、ソースターム評価の有効性検討に活用される。

実験の実施と工学解析

- LSTF実験
福島事故を踏まえた安全対策の有効性確認実験等
- RCV熱流動実験
SA時の熱流動、ソースターム移行等
- 模擬炉心実験(高圧二相流ループ)
データベース拡充、ブローダウンピーク等
- 二相流基礎実験
流動挙動の詳細計測、スケーリングの検討等

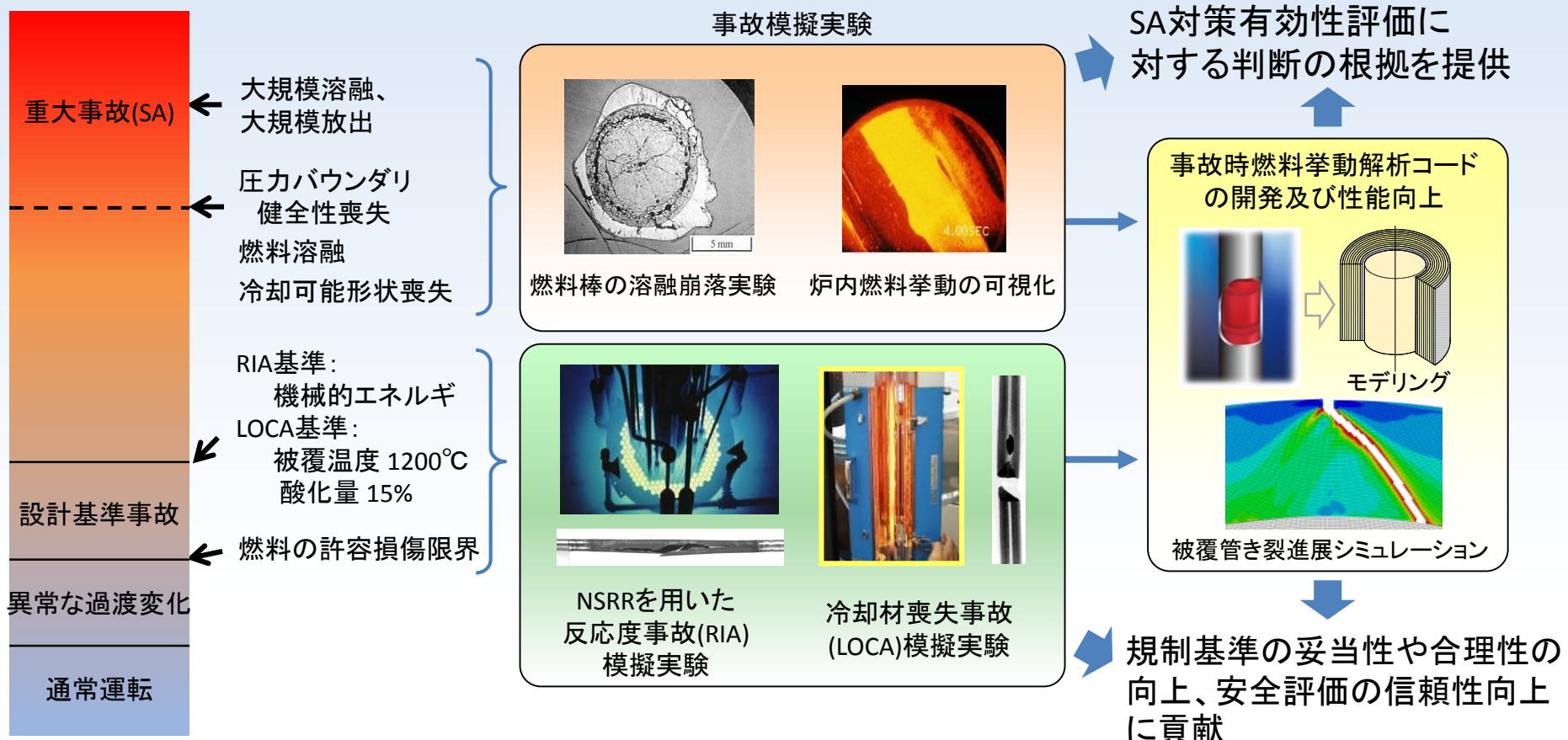
評価手法の検証・高度化

- 最適評価(BE)コード
 - 高精度化
 - 不確かさの把握
- 数値流体力学(CFD)コード
 - 多次元詳細解析
 - 二相流・エアロゾル移行解析への適用



燃料の安全性に関する研究

発電用原子炉の安全確保に必要な知見を得るために、設計基準事故及び重大事故時の燃料挙動に関する研究を行う。原子炉安全性研究炉(NSRR)等を用いた実験により事故時に燃料が破損に至る過程を解明し、事故時の安全余裕を評価すると共に、実験結果の再現や事故時燃料挙動の予測を高い精度で行うことができる解析コードの開発及び改良を行う。

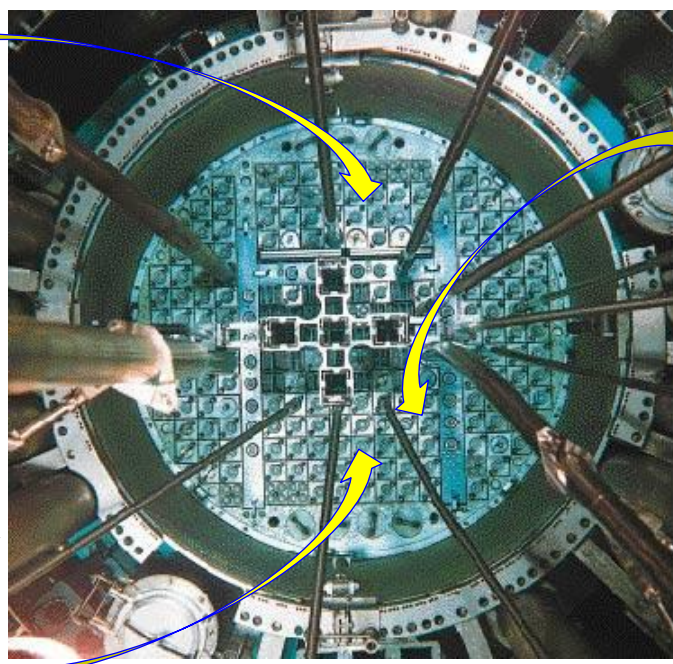
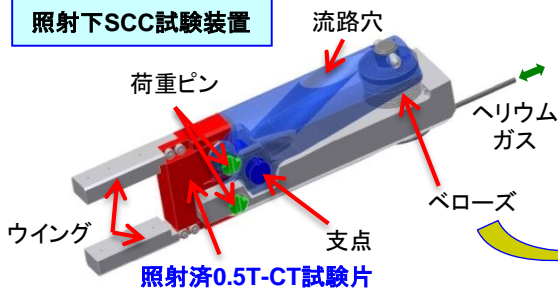


照射環境での材料劣化・水化学に関する研究

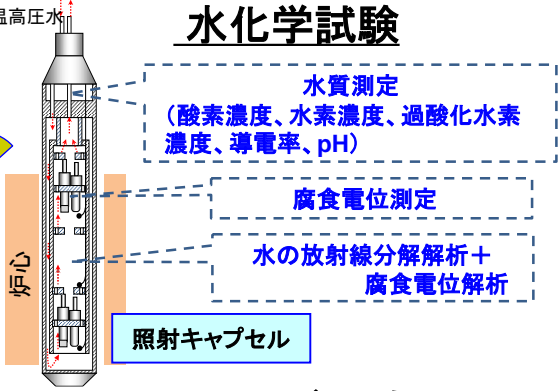
軽水炉の運転期間延長認可及び高経年化対策に関する技術的妥当性の規制判断に資することを目的として、材料試験炉(JMTR)を活用した実機模擬環境での軽水炉用材料の劣化及び水化学環境の評価に関する試験研究を行う。

中性子照射による原子炉圧力容器鋼の破壊靱性の変化、照射環境下での応力腐食割れ(SCC)、腐食環境に影響する放射線分解水質(水化学)などを調べるため、試験装置や照射キャプセルの整備、及び既存照射材を活用したホットラボでの試験など、照射試験の準備を進めている。なお、既に改修を終えたJMTRは、新規制基準への適合性確認後、再稼働する。これらの研究活動により軽水炉の廃炉材・廃却材の利用も視野に入れた照射研究基盤の強化を図る。

材料照射試験



水化学試験



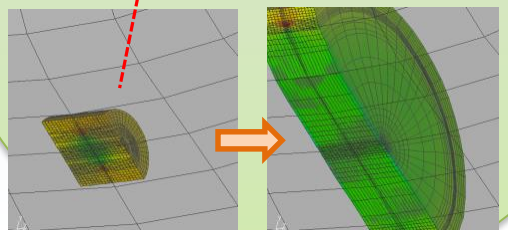
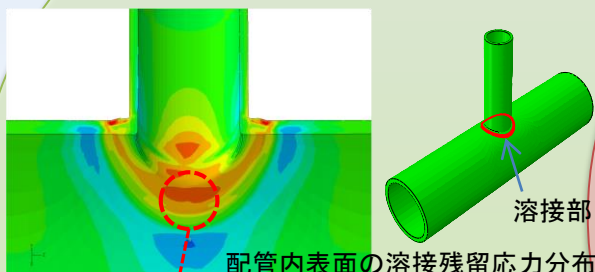
ホットラボ試験



原子炉機器の構造健全性評価に関する研究

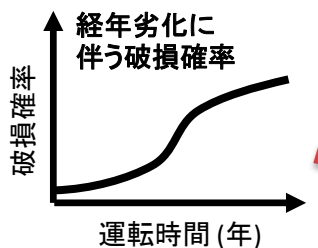
軽水型原子力発電所の構造機器に対する健全性評価法の高度化の一環として、材料劣化の予測評価法や、構造材料不連続部における溶接残留応力・き裂進展評価法に関する研究を進めると共に、原子炉機器に対する確率論的構造健全性評価手法の実用化に向けた研究を行っている。また、基準地震動を超える地震に対する機器の耐震余裕評価のため、機器類の損傷程度や破損確率を評価する手法の整備を進めている。

有限要素法に基づく構造材料不連続部における溶接残留応力とき裂進展評価手法の研究

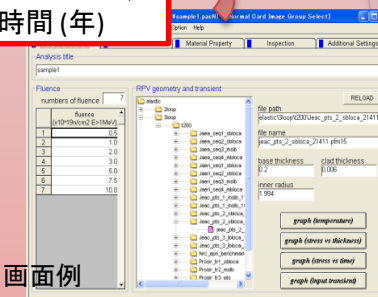


溶接残留応力・き裂進展評価法の開発

地震や溶接残留応力等の荷重や、き裂進展等に伴う材料劣化を考慮して、機器類の破損確率を算出する計算コードの開発

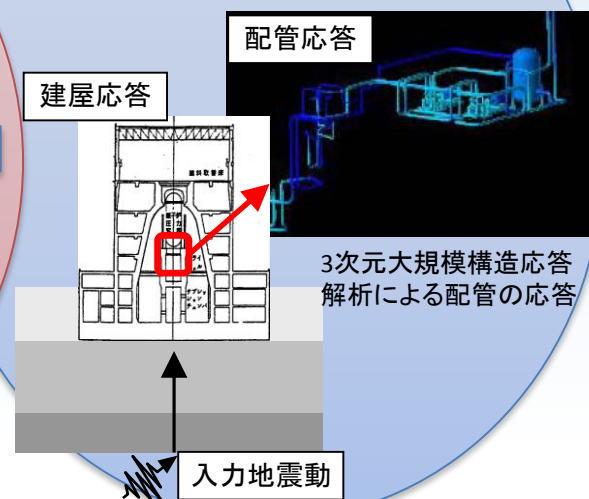


解析コード入力画面例



確率論的構造健全性評価手法の実用化に向けた研究

設計基準事象を超えた場合や低頻度の事象も対象とし、地震荷重等により過大な荷重が生じる場合の機器の損傷評価手法の整備

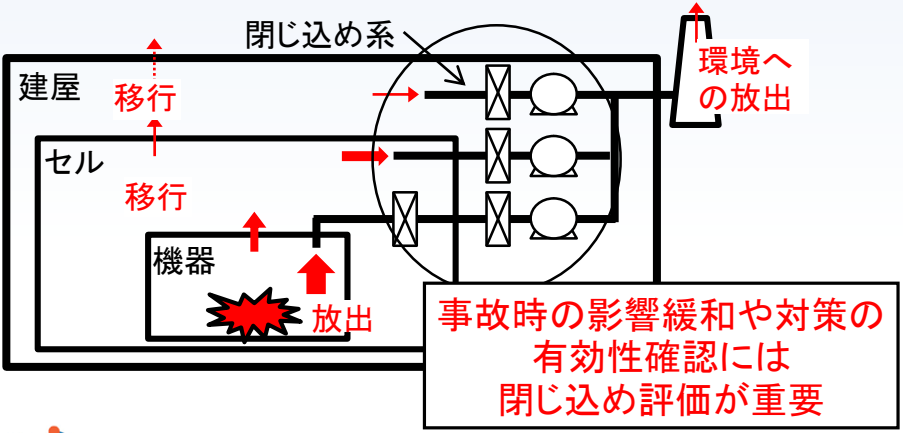


地震に伴う機器類の健全性解析技術の整備

核燃料サイクル施設の安全研究

- 核燃料サイクル施設における重大事故安全評価手法整備
- 再処理施設の機器の経年変化評価手法整備

1. 核燃料サイクル施設の重大事故安全評価手法整備
 - 重大事故発生の可能性検討、発生頻度評価
 - 重大事故時の放射性物質の放出・移行・閉じ込め評価に必要な基礎データを取得しメカニズムを検討
 - 施設外へ放出される放射性物質の放出量、化学・物理形の評価
 - 定量的な評価手法の構築及び事故時最大影響評価
2. 再処理施設の機器の経年変化評価手法整備
 - 再処理機器の腐食評価データ取得、経年変化予測定量評価手法整備



新規制基準における再処理施設で考慮された重大事故

✓ 重大事故の定義：
 ・設計基準を超える条件(多重故障等)で発生
 ・事故影響が大

↓

具体的な事故：

- 冷却機能喪失による廃液蒸発乾固
- 放射線分解水素の爆発
- 溶媒等の火災・爆発
- 臨界事故

↓

✓ これらの事故の発生防止及び拡大防止のための重大事故対策を要求

重大事故安全評価研究の目的：

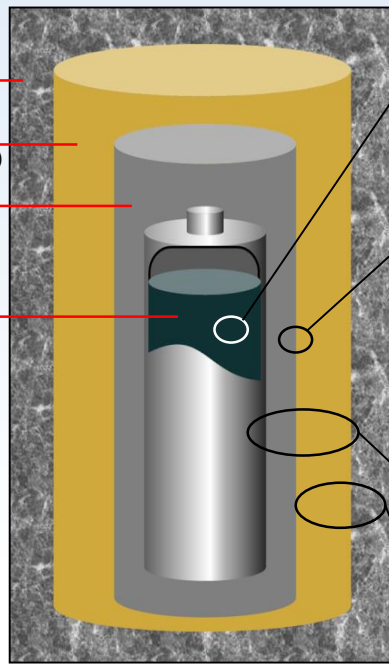
- ・事象進展評価
 (放射性物質の放出・移行・閉じ込め)
- ・定量的な公衆への影響評価
 ⇒ 最大影響評価
 ⇒ 核燃料サイクル施設における防災対策策定

放射性廃棄物の保管・処分に関する安全研究

放射性廃棄物処分の保管・処分の安全規制を支援するため、廃棄体、金属容器、緩衝材等のバリア機能材料の特性データの取得、安全評価手法の開発を行う。

バリア機能材料内／材料間の物質移動、拘束条件下での溶液科学など安全の根拠となる現象について、仏IRSNと協力しながら、実験と理論の両面から解明を図る。

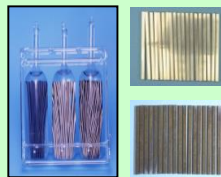
地層中への処分・長期保管



- 岩・コンクリート
- 緩衝材 (ベントナイト粘土)
- オーバーパック (炭素鋼)
- ガラス固化体

ガラス固化体の変質 ハル圧縮体の腐食

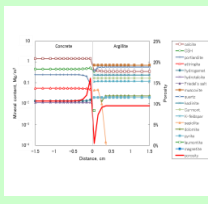
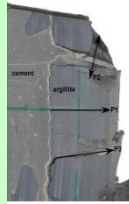
炭素鋼容器腐食の影響



鉄片を水溶液と共にガラスアンプルに封入して腐食させ、発生したガスや腐食生成物を分析することにより、腐食による化学環境への影響を調べています。

ステンレス鋼製キャニスタの応力腐食割れ

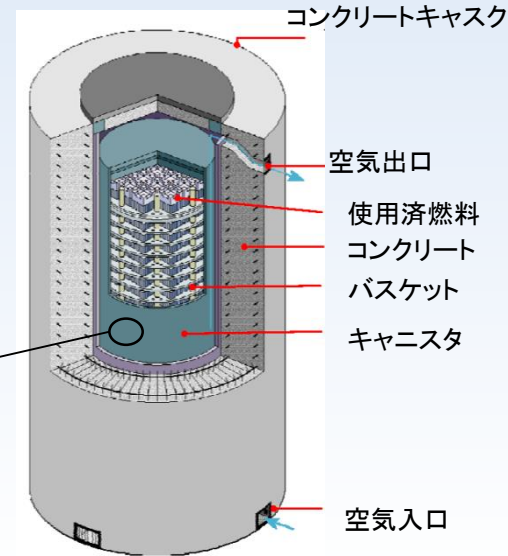
粘土系緩衝材の変質



仏IRSNで取得された15年間に及ぶコンクリート-粘土反応のデータを用いて、我々が開発した粘土変質モデルの妥当性を確認しています。

放射性核種のバリア材中移行

地表での保管



- コンクリートキャスク
- 空気出口
- 使用済燃料コンクリートバスケット
- キャニスタ
- 空気入口

環境影響評価に関する安全研究

原子力施設の内外から発生する放射性廃棄物等の汚染物を対象として、長期にわたる保管・処理・処分といった重要な課題について、総合的・多面的な安全管理に必要な研究を次期中期計画において実施する。具体的には、放射性廃棄物を含めた放射性ハザードに対する包括的評価手法の整備を実施する。

放射性ハザードに対する包括的な評価手法の整備

放射性ハザードの影響評価

放射性廃棄物を含む放射性ハザードに対し、安全確保に関わる判断や対策を迅速に図るため、様々なハザードが及ぼす人と環境への影響を評価する手法を体系化

シナリオ、モデル、パラメータの整備：

- 原子力施設からの放射性汚染水の漏洩
- 原発事故汚染物の除染・再利用・処分
- 放射性廃棄物や使用済燃料の管理・処分
- 原子力施設の解体
- 原子力施設解体後の敷地残存放射能

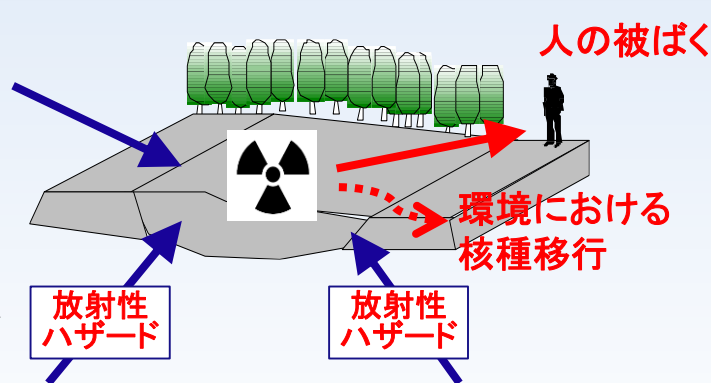
原発事故汚染物
(汚染がれき等)



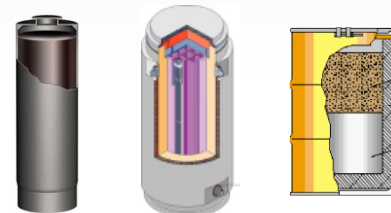
施設からの漏洩



廃止措置中を含む原子力施設



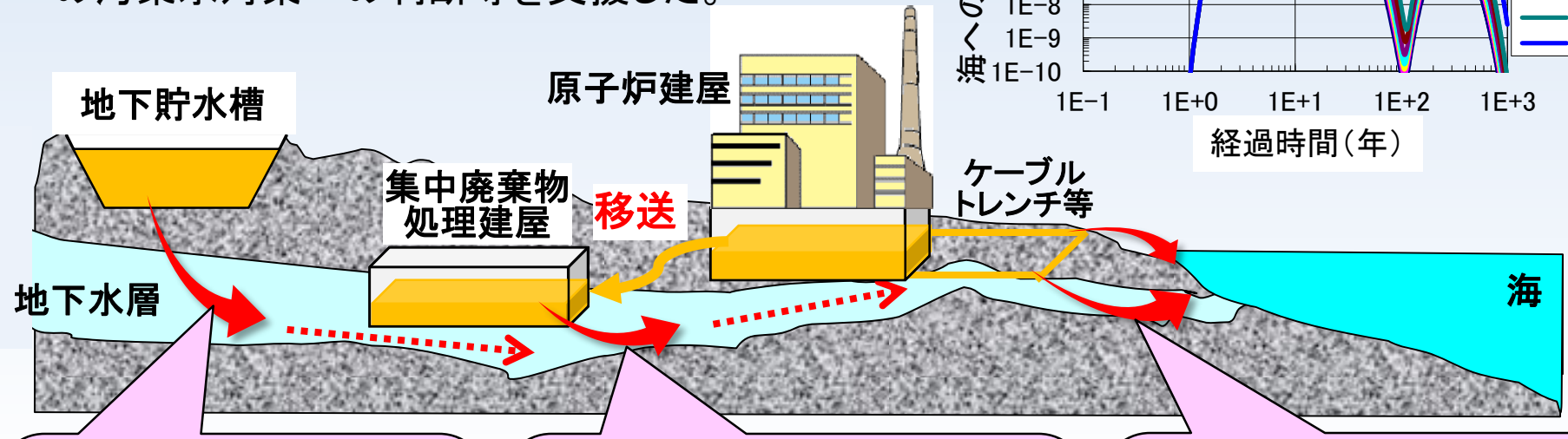
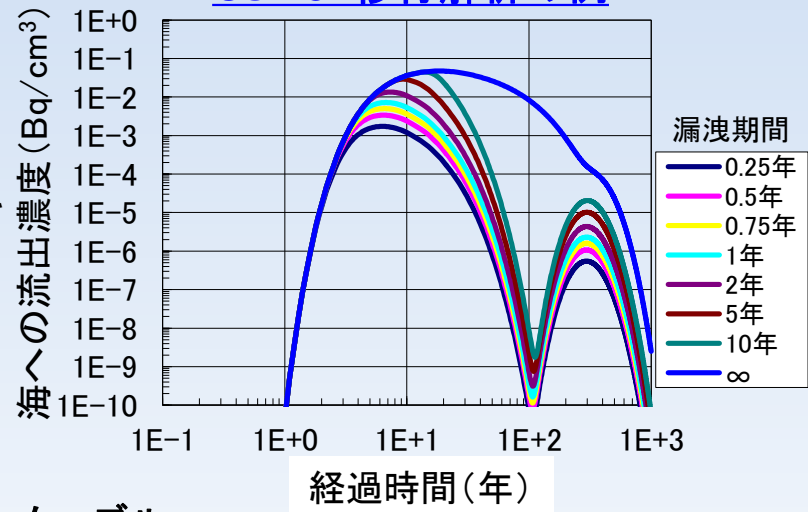
放射性廃棄物



HLW・キャスク・ドラム缶の安全管理

- ✓ 放射性廃棄物の**浅地中処分**の安全評価を行う
解析コード(**GSA-GCL**)を開発：
 - ▶ 埋設濃度上限値等の評価に活用し、我が国の廃棄物処分に係る規制基準等の策定に貢献
- ✓ 整備したコード、モデル、パラメータならびに蓄積した知識や経験を活用して、福島第一原子力発電所敷地内で発生した汚染水の漏洩挙動や移行挙動を評価し、原子力災害対策本部、原子力規制委員会の汚染水対策への判断等を支援した。

建家のひび割れや地下水位を考慮した Cs-137 移行解析の例



地下貯水槽から汚染水の漏洩が発生：
地下水を介して海へ移行する時期と濃度を評価
→ 有効な対策の検討を支援

原子炉建屋内の高放射性滞留水を集中廃棄物処理建屋へ**移送**：
移送先建屋からの漏洩挙動、海への流出挙動を評価(右上図)
→ 妥当性の判断根拠を提示

護岸付近の観測井戸で高濃度の放射性核種を検出：
移行挙動解析と観測値との比較から、汚染源と移行経路を推定
→ 有効な対策の検討を支援