



Japan Atomic Energy Agency

0

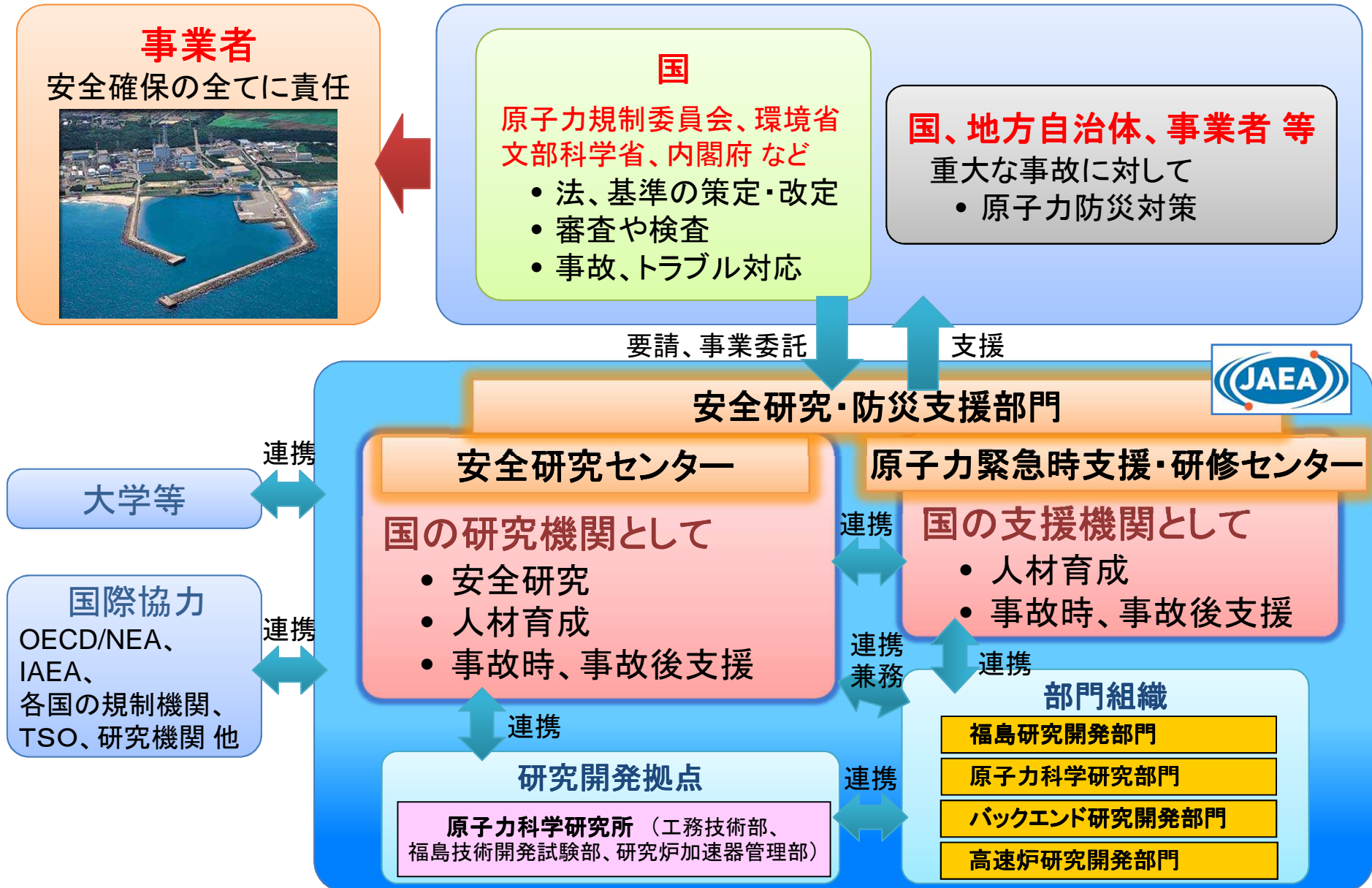
安全研究センターにおける研究の概要

日本原子力研究開発機構
安全研究・防災支援部門
安全研究センター

中村 秀夫

平成27年度 安全研究センター報告会
平成28年1月22日
富士ソフト アキバプラザ

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



安全研究について

研究の内容

- 原子力規制行政への技術的支援
 - ✓ 福島第一発電所事故の教訓
 - ✓ 「**原子力規制委員会における安全研究について**」などで提示／要請される技術的課題や、原子力安全の確保・改善に関する事項
 - ✓ 国際協力を含め、将来の課題を見据えた幅広い安全研究
- 規制基準類の整備など科学的合理的な安全規制と、安全向上に貢献

原子力規制委員会 における安全研究

9項目の研究分野

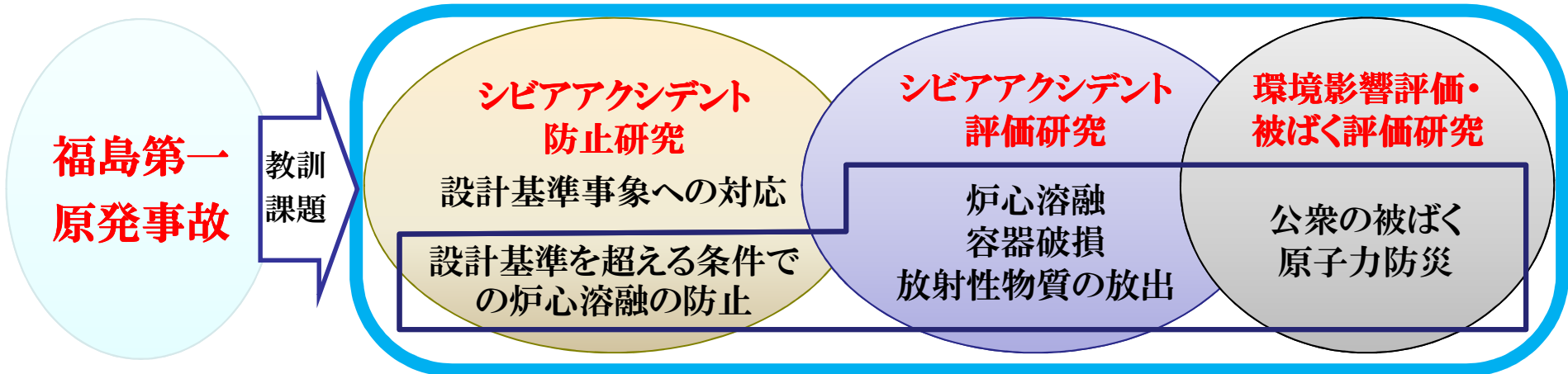
(平成27年4月22日)

- 原子炉施設
- 特定原子力施設
- 共通原因故障を引き起こす内部・外部事象
- 核燃料サイクル
- バックエンド
- 原子力災害対策・放射線防護
- 保障措置・核物質防護の確保
- 放射線規制・管理
- 横断的課題

取り組みかた

- 独立性、中立性、透明性、実効性の確保 ← 規制支援審議会
 - ✓ 施設管理組織からの区分、研究協力や外部組織の研究参画などのルール策定
- 人材の育成や施設基盤の維持・発展に努め、内外との研究協力を図る
- 実施状況の評価 ← 安全研究・評価委員会、安全研究委員会

福島事故の教訓を受けた重点的研究テーマ



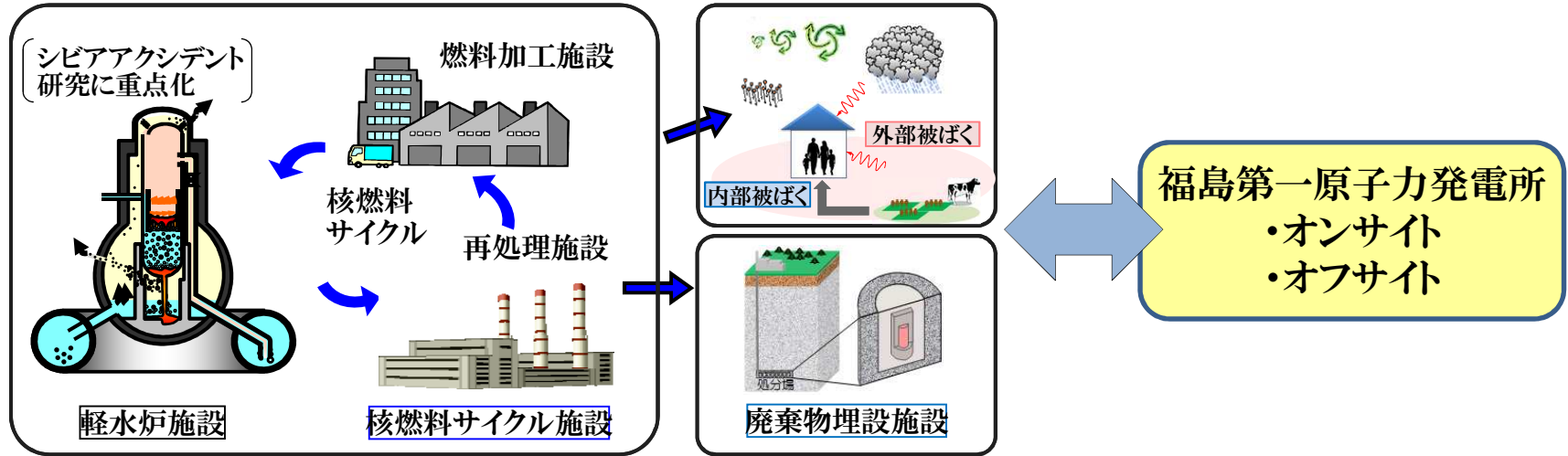
研究テーマの見直しと重点化

- シビアアクシデントの発生防止及び評価のための手法の高度化
- 緊急事態への準備と対応に向けた研究
- 事故に関わる放射線影響・放射性廃棄物管理の研究
- 福島第一原発のデブリの臨界安全管理の研究
- 保障措置分析への貢献・IAEA国際連携

- 安全規制に用いられる基準の策定や対策の妥当性等評価に貢献
- 福島第一原発の廃止措置や環境修復を支援

➔ 原子力安全の継続的改善に貢献

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
- 熱水力安全研究**
 大型装置実験や評価手法の整備による、事故進展やアクシデントマネジメント策の有効性評価研究
- 材料劣化・構造健全性研究**
 材料の経年劣化事象の予測評価手法や確率論的構造健全性評価手法の研究
- リスク評価・原子力防災研究**
 ソースター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防護戦略・被ばく管理の研究

- 臨界安全管理研究**
 核燃料サイクル施設の臨界評価手法を福島デブリの再臨界評価へ応用
- 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
- 放射性廃棄物管理の安全研究**
 事故廃棄物(1F事故含む)の保管・貯蔵のための材料の性能評価
- 環境影響評価研究**
 森林除染の効果の評価、除染廃棄物の再利用基準の検討
- 保障措置分析化学研究**
 環境試料中の極微量核物質の同位体分析法の開発

H27/4~

詳しくは

HP: <http://www.jaea.go.jp/04/anzen/>

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
安全研究・防災支援部門
安全研究センター

サイト内検索

標準 | 大文字サイズ変更 English

HOME センターについて 研究内容 アクセス・お問合せ 大学・企業・学生のみなさまへ

当センターの研究活動・成果を広く発信して、専門家と議論をさせて頂く場にするともに、若手・中堅研究者が企画・開催することにより、人材育成を推進する取組みとして、毎年安全研究センター報告会を開催しています。

大学・企業・学生のみなさまへ 研究内容 関連資料

注目トピックス 平成27年度安全研究センター報告会の開催のご案内

- 平成28年1月22日(金) 13:30~17:30
- 富士ソフトアキバプラザにて、平成27年度安全研究センター報告会を開催します
- 詳しくはこちら をご覧ください

新着情報 解析システム 成果トピックス

2015/12/23 > 平成27年度安全研究センター報告会の開催のご案内を掲載しました

2015/11/30 > 組織紹介を更新しました

2015/10/29 > プレス発表「大型格納容器実験装置 (CIGMA) を用いた初めての実験を実施」を追加しました

2015/9/10 > ホームページを全面リニューアルしました

2015/2/23 > 第2回規制支援審議会(平成26年11月13日)の資料等をアップしました

- 閲覧したい情報へのアクセス性を向上
- 学生からの閲覧を増やすため、スマートフォンからも閲覧可能



注目トピックス

平成27年度安全研究センター報告会の開催のご案内

- 平成28年1月22日(金) 13:30~17:30
- 富士ソフトアキバプラザにて、平成27年度安全研究センター報告会を開催します
- 詳しくはこちら をご覧ください

新着情報	解析システム	成果トピックス
2015/12/23		平成27年度安全研究センター報告会の開催のご案内を掲載しました
2015/11/30		組織紹介を更新しました
2015/10/29		プレス発表「大型格納容器実験装置 (CIGMA) を用いた初めての実験を実施」を追加しました
2015/9/10		ホームページを全面リニューアルしました
2015/2/23		第2回規制支援審議会(平成26年11月13日)の資料等をアップしました

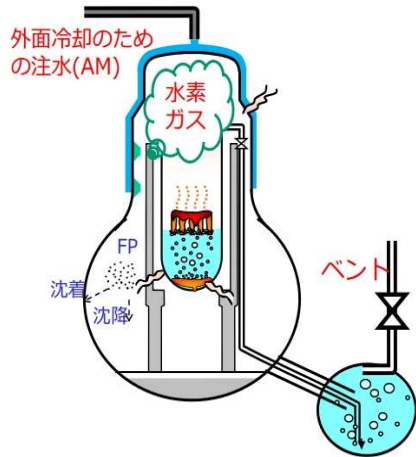


各グループの最新の研究内容を紹介

最近のトピックス

1. プレス「大型格納容器実験装置 (CIGMA) を用いた初めての実験を実施」 (H27.10.29) **Containment InteGral Measurement Apparatus**

ROSA-SA計画 研究対象現象



- シビアアクシデント時の水素や高温ガスの挙動解明、効果的な事故拡大防止策の検討 (原子力規制委員会からの受託研究)
- 高温の実験条件や計測点密度にて世界一の性能
- 実験結果で解析モデルの妥当性を確認

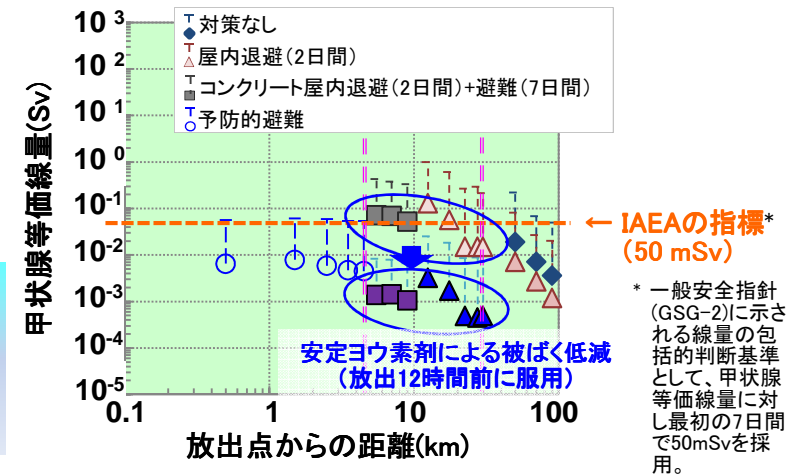
圧力 (MPa)	0.1~1.5					
温度 (°C)	<table border="0"> <tr> <td>300</td> <td>圧力バウンダリ平均温度</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td>過熱ガス注入ノズル温度</td> </tr> </table>	300	圧力バウンダリ平均温度	700	過熱ガス注入ノズル温度	
300	圧力バウンダリ平均温度					
700	過熱ガス注入ノズル温度					
熱電対数	約650	速度 { PIV 粒子画像流速計 LDV レーザードップラー流速計				
ガス濃度計測数	約100					
	QMS 4重極質量分析計					

➡ **最初の実験として、事故時の水素挙動を調べるための実験を実施 (H27.10.27)**

2. 緊急時防護措置(ヨウ素剤の事前服用など)の実効性に関する確率論的事故影響評価(レベル3 PRA)手法OSCARを用いた評価

- 防護措置の被ばく低減効果を評価

➡ **原子力規制委員会
「原子力災害対策指針」の改定 (H27年4月)
に貢献**




* 一般安全指針 (GSG-2)に示される線量の包括的判断基準として、甲状腺等価線量に対し最初の7日間で50mSvを採用。

研究の連携・協力

1. 国際研究協力

- OECD/NEA共同研究プロジェクト → 主催するプロジェクトを検討中
 - ・BSAF計画 主催 1F事故ベンチマーク解析1～3号機
 - ・THAI-2計画 参加 CV内ヨウ素挙動などソースターム解析
 - ・ハルデン原子炉計画 参加 燃料挙動
他3件
- 大学
 - ・カールスルーエ工科大学 安全性、炉、廃棄物、放射線
 - ・マクマスター大学 アクチノイドの銻物への収着
 - ・スウェーデン王立工科大学 溶融炉心冷却性
- 研究機関
 - ・IRSN 臨界、燃料挙動、廃棄物
 - ・KAERI PSA、熱水力、SA、緊急時支援 他2件

国内の大学、研究機関、産業界との交流や研究協力も積極的に展開

- 
- 大規模な実験施設を利用した、研究の効率的推進
 - 人材育成、技術力向上、国際ネットワーク構築

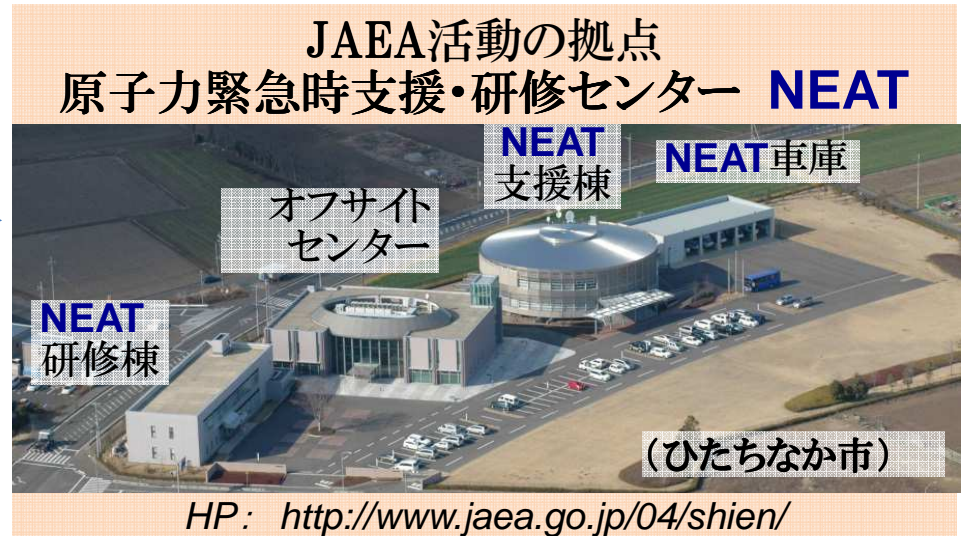
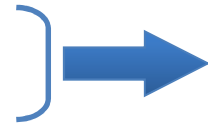
2. 機構内の協力(例)

- シビアアクシデント時ソースターム評価手法の高度化(SA Gr ⇔ 6 Gr + 1 部門)
- 1F事故廃棄物の保管・貯蔵(廃棄物Gr ⇔ 2 Gr)

- 
- 協力・連携による研究の質の向上
 - 「安全」「安全研究」に関する議論・共通認識の醸成

原子力防災のJAEA内連携

- 原子力防災の充実は、原子力の最大の課題
- JAEAは指定公共機関であり、緊急時への備えと対応に責務
- 原子力防災の研究・技術開発の成果を福島事故対応に活用：
緊急時モニタリングの技術開発
放射線防護・被ばくの研究



航空機モニタリングの研究・開発

福島事故後、技術が進展・成熟。

その後、防災技術としての適用性について研究・開発

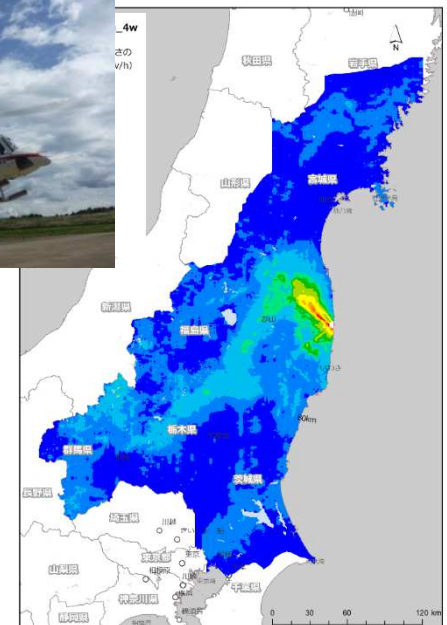
- 有人ヘリモニタリングの手法確立
および無人機等**技術開発**
- 解析手法の精緻化など**研究**
- 立地地点や福島における
有人ヘリモニタリング (実用段階)

本日、成果を紹介致します。

← 福島研究開発部門

← 安全研究センター

← **NEAT**



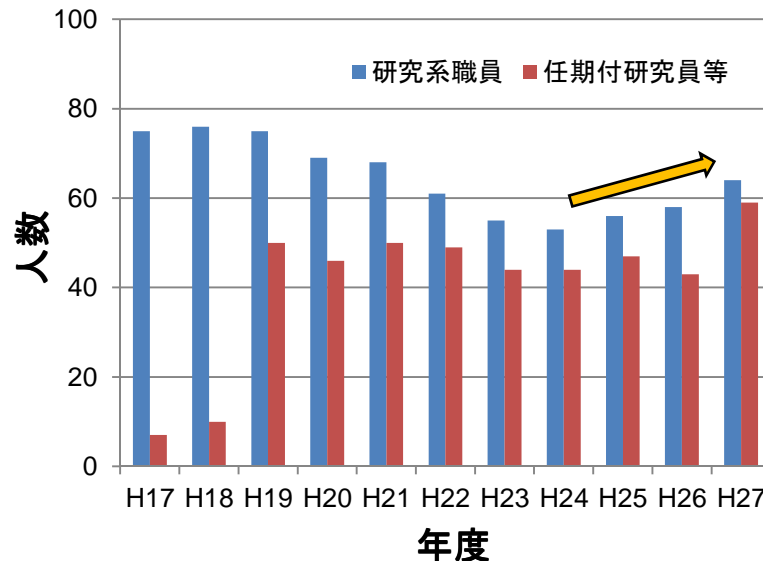
人材の確保と育成 (1/2)

—「原子力安全の継続的改善」を支える人的研究基盤の確保—

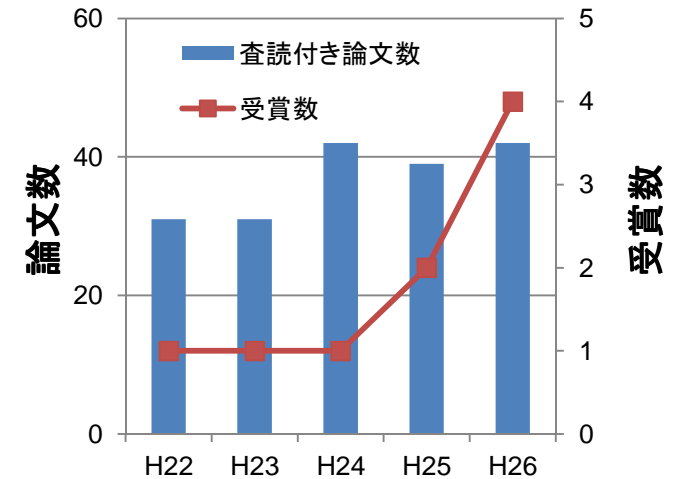
1. 人員の継続的確保

- 研究系職員数は1F事故以降、徐々に増加
- 任期付研究員(博士研究員等)の採用増(H27)
- 論文数、受賞数共に増加傾向

研究者数の推移



査読付き論文数と受賞数の推移



年度	最近の受賞
H25	日本原子力学会賞 論文賞
H25	日本原子力学会バックエンド部会 奨励賞
H26	日本保全学会 論文賞
H26	腐食防食学会 論文賞
H26	日本原子力学会バックエンド部会 論文賞
H26	日本原子力学会 再処理・リサイクル部会 優秀講演

問題点

- 安全研究を十分に担うには、依然として**総数が少ない**
- 職員と同数程度を**外部に頼らざるを得ない**
(博士研究員、特別研究生、夏期実習生、リサーチフェローなど**若手制度を最大限活用**)

人材の確保と育成 (2/2)

—「原子力安全の継続的改善」を支える人的研究基盤の確保—

2. 研究活動を通じた若手研究者の育成

● 研究環境の整備・動機づけ

- ✓ 人的環境の充実: 年齢ギャップの緩和、専門領域の伸張
- ✓ 知識・技術の継承と共有: 日常の議論、専門基礎の勉強会、論文指導
- ✓ 主体的参加意識の醸成: 中長期計画策定への参加、センター活動の企画
- ✓ グループ外専門家との研究情報の共有: 学会、委員会、WS等 参加の積極支援
- ✓ 成果発信・活用: 若手成果発信タスク、内外発表・発信の企画・支援

● 多様な交流や留学等、学習の支援

- ✓ 海外派遣:
 - 国外スクール = 国際原子力大学(WNU)、MeV Summer School など、原子力留学制度、協力協定を通じた派遣
- ✓ JAEA、安全研究センター等の企画イベント:
 - 原子力国際人材養成コース(JN-HRD.NET 原子力人材育成ネットワーク)、JAEA-IAEA 原子力マネジメントスクール、国内プラント(PWR,BWR)の見学

国際原子力大学(WNU)



● 人材交流

- ✓ 規制庁: 研究員の規制現場への出向 + 規制者の研究グループへの派遣

本日の報告

- 14:00 **臨界安全** 福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界安全研究
臨界安全研究グループ 郡司智
- 14:30 **環境影響評価** 廃止措置安全評価コードシステムの開発
環境影響評価研究グループ 島田太郎
- 15:00 コーヒーブレイク + **ポスターセッション**@セミナールーム4, 5
- 15:40 **保障措置分析化学** 保障措置環境試料分析研究の現状
保障措置分析化学研究グループ 江坂文孝
- 16:10 **特別講演** 航空機衝突に対する原子力発電施設の耐衝撃設計
前橋工科大学 非常勤講師 坪田張二 様
- 16:40 **NEATとの連携研究** 航空機モニタリングの経緯と防災への適用
放射線安全・防災研究グループ 眞田幸尚

- プロアクティブな基礎研究をベースに、規制支援の研究を実施
 - 科学的合理性を追求し、原子力安全の継続的改善に貢献
- 人材の確保・育成に注力
 - 報告会は若手・中堅を中心に企画・実施

忌憚なく、ご意見をお願い致します



参 考

○ 従来の安全研究の進め方

- ▶ 原子力安全委員会の「**原子力の重点安全研究計画**」を踏まえ、中期計画を策定
- ▶ 中期計画に従って安全研究を実施。指針類や安全基準の整備等に貢献

○ **新規制基準の施行**（平成25年7月）

- ▶ 安全機能の一斉喪失を引き起こす可能性のある、自然現象以外の事象（内的事象、火災等）について対策を強化
- ▶ 五層の深層防護に基づき、シビアアクシデントが発生しても進展を食い止める対策を要求

○ **原子力規制委員会における安全研究について**（平成25年9月、同27年4月）

- ▶ 安全研究が必要な研究分野（9カテゴリー、22分野）
 - ✓ 原子炉施設、特定原子炉施設、共通要因故障を引き起こす内部・外部事象、核燃料サイクル、バックエンド、原子力防災、放射線計測・防護、横断的課題 等

○ **原子力機構の改革**（平成25年10月～平成26年9月）

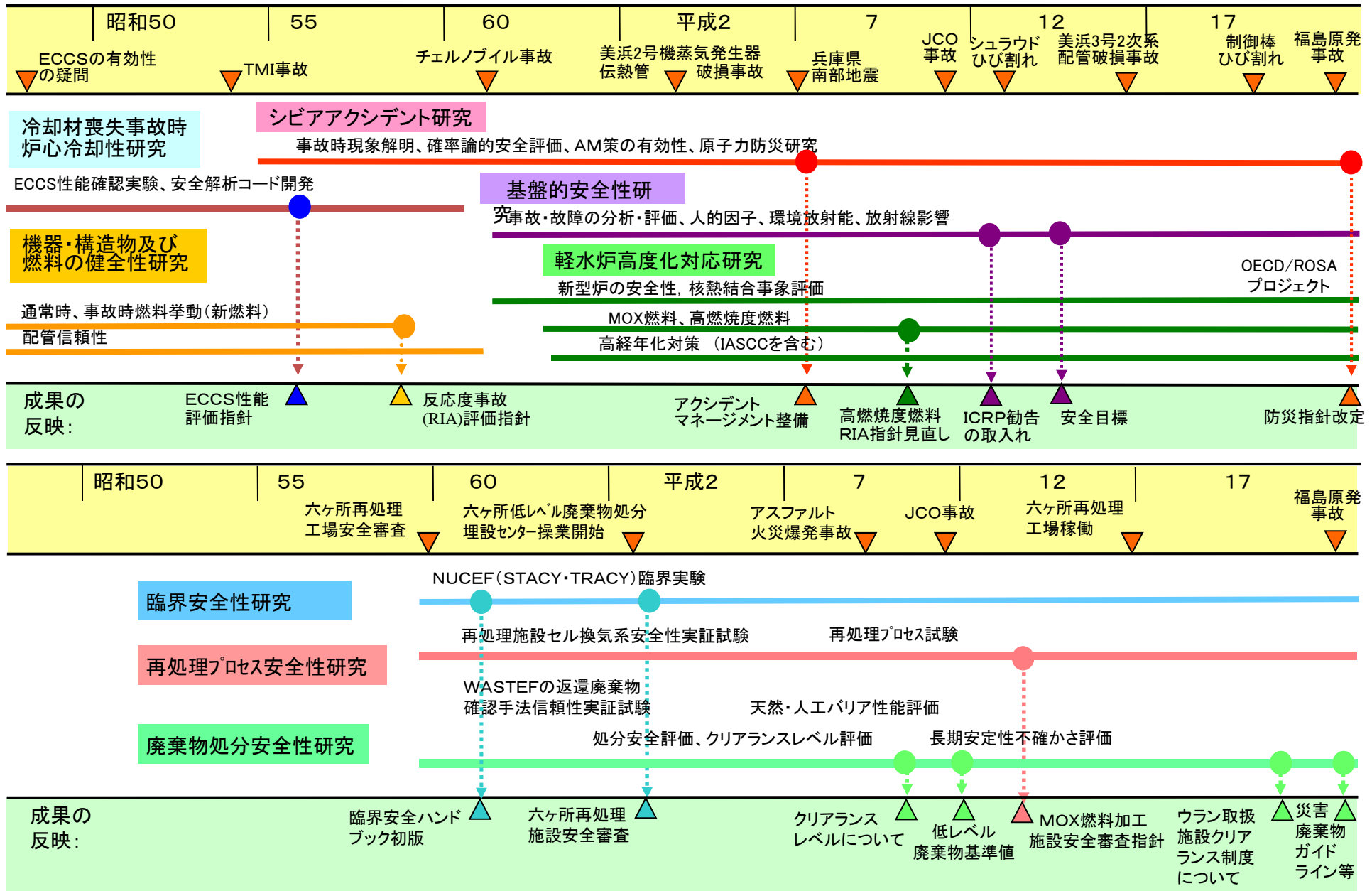
- ▶ 組織の再編と外部有識者による審議会の設置 ⇒ 中立性・透明性の確保

○ **原子力規制委員会の共同所管と部門制への移行**（平成26年4月）

- ▶ 共同所管： 原子力の研究、開発及び利用における安全の確保に関する事項
- ▶ 部門制： 原子力緊急時支援・研修センター（NEAT）と共に

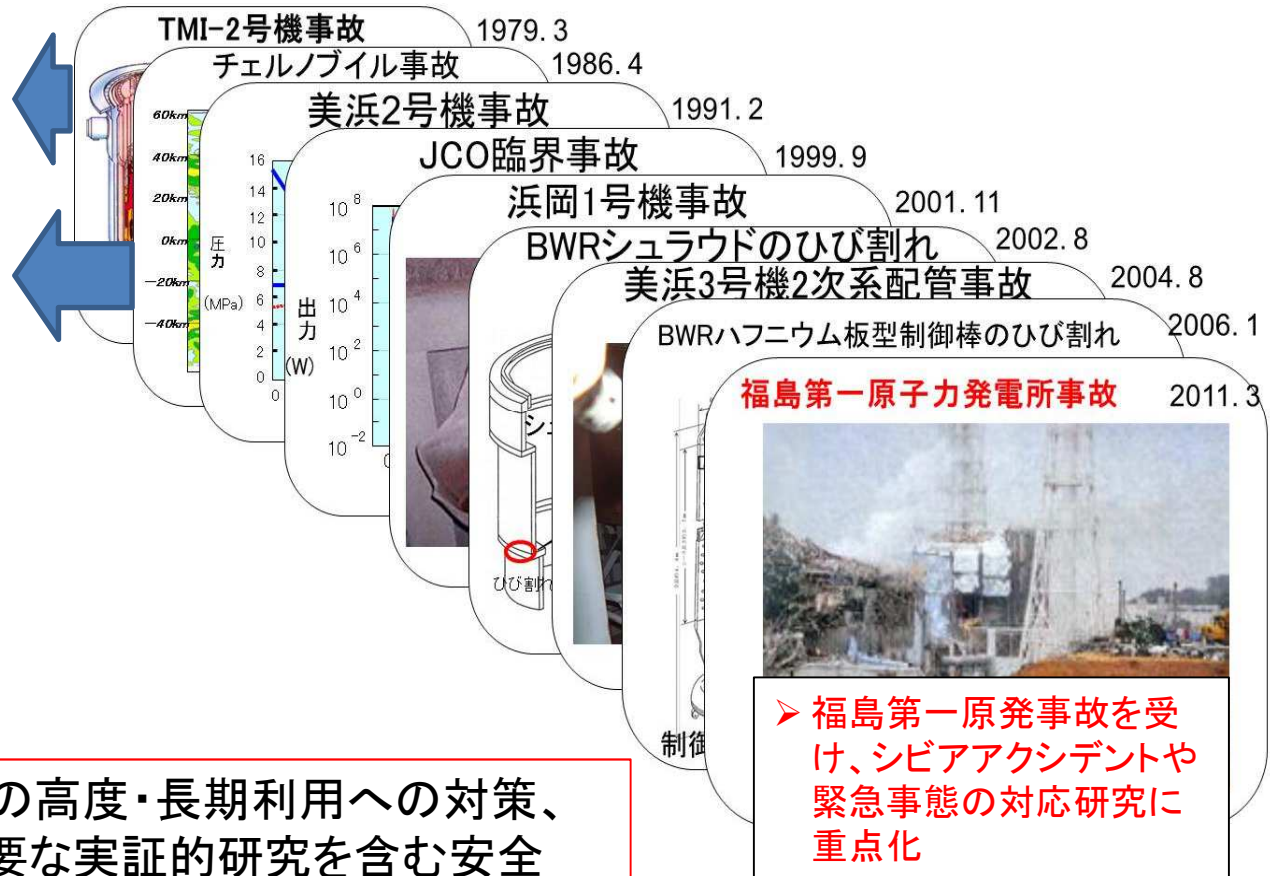
○ **国立研究開発法人への移行**（平成27年4月）

- ▶ 研究成果の最大化と、そのための目標、評価軸、評価指標の多様化
- ▶ 中長期目標（7年）に基づいた研究の実施



事故時の現象解明、
確率論的安全評価研究

事故や故障の分析評
価、環境放射線影響研
究



➤ S50年代*1から、軽水炉の高度・長期利用への対策、
事故・トラブル対応に必要な実証的研究を含む安全
研究を行い、安全規制の指針・基準等に成果を反映

➤ 福島第一原発事故を受け、シビアアクシデントや
緊急事態の対応研究に
重点化

- H17の二法人統合に伴い、規制支援活動の中核として安全研究の統括組織に*2
- H26.4から原子力規制委員会が共管する*3「安全研究・防災支援部門」内に組織

*1 前身組織の安全性試験研究センター *2 二法人の統合に関する報告書(H15.9)の提言に基づく
*3 共同所管の対象は、JAEA業務のうち、原子力の研究、開発及び利用における安全の確保に関する事項

原子力事故や防災の専門家を速やかに国に派遣。これまでの研究成果と技術を活用して事故の対応に必要な評価を適時実施し、情報を提供した。

これまでの研究成果と技術

放射性物質の移行と住民の外部/内部被ばくを評価する確率論的環境影響評価コードOSCAARの開発

ICRP被ばく評価モデルに応じた線量係数、発電所周辺の気象・人口・農畜産データなどの整備(安全目標・性能目標に関する研究)

シビアアクシデント解析コードTHALES2開発

多様な事故シナリオに対応した放射性物質放出の系統的評価

事故条件での熱水力安全評価手法の整備

燃料に蓄積する放射性物質の種類と量、放射線強度、崩壊熱評価手法の整備

多様な事故条件での燃料の損傷、放射性物質放出評価手法の整備

ヨウ素化学モデルKiche開発

事故に対応した評価

- 発電所事故の状態が更に悪化した場合に追加避難が必要な範囲等を国が検討するため、過去の気象データ(約9000)、放射性物質放出の評価等を基に**住民の被ばく**(避難までの1週間)の確率分布を予測

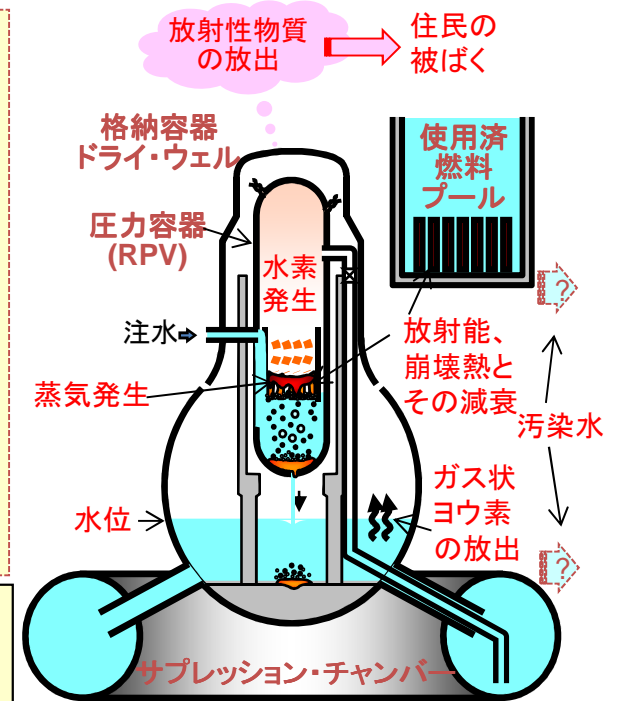
- 炉心、燃料プールの熱・質量バランスに基づく**蒸気発生、水位**等の推定

- 炉心、燃料プールそれぞれに蓄積された**放射能**(放射性物質の種類・量、放射線強度)、**崩壊熱とその減衰**

- 漏洩した**汚染水**の核種分析に基づく放出源の推定

- 燃料損傷等に伴う**水素発生**

- 冷却水の放射線分解に伴う**ガス状ヨウ素の放出**速度の評価(海水中の有機物の影響等を考慮)



主なシビアアクシデント現象

	1. 1F事故対応研究	2. 安全研究	3. 安全性向上
原子炉施設		<ul style="list-style-type: none"> 原子炉熱水力 (DBA、SA防止) 格納容器 (CV) 熱水力 (冷却、水素流動、FP移行) 燃料挙動 (RIA・LOCA・BDBA) FP移行 (レベル2PRA 解析) CV内デブリ冷却 (CV破損防止) 材料劣化・構造健全性 	<ul style="list-style-type: none"> 事故時炉心熱流動 SFP冷却性 ベントの除染性能 炉心溶融シミュレーション FP化学 溶融燃料落下挙動 事故耐性燃料
福島第一	<ul style="list-style-type: none"> デブリ物性 デブリ分析・非破壊測定 プラント内線量評価 FP化学挙動 炉心物質移行挙動 廃棄物分析、長期保管、処理処分 	<ul style="list-style-type: none"> デブリ臨界 汚染水評価 1F廃棄物 (オン/オフサイト) 安全 	
施設 サイク		<ul style="list-style-type: none"> DBA/重大事故評価 (火災、沸騰、臨界) 経年劣化 保障措置 (IAEA支援、技術開発) 	
防廃災・環境・	<ul style="list-style-type: none"> 環境モニタリング 環境動態 除染・減容 放出量評価 公衆線量評価 	<ul style="list-style-type: none"> リスク評価 (レベル3PRA) 防災活用 住民の放射線被ばく評価・管理 緊急時モニタリング (航空機) 処分安全評価 (ウラン廃棄物、地層) 廃止措置安全 貯蔵安全 	<ul style="list-style-type: none"> 海洋拡散システム 大気放出源推定手法 高分解能大気拡散予測モデル