

開会にあたって

平成26年11月27日

独立行政法人日本原子力研究開発機構
理事長 松浦 祥次郎

○機構改革

○この一年の主な動き(研究開発成果)

○今後の方向性

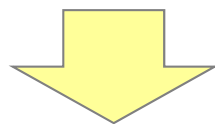
○まとめ

一年間の集中改革期間の成果と今後の対応を取りまとめた「日本原子力研究開発機構改革報告書」を本年10月2日に文部科学大臣に提出

集中改革を始めるにあたって

- ◆ 「もんじゅ」保守管理不備及びJ-PARCハドロン実験施設放射性物質漏えい事故
- ◆ 一年間の集中改革を開始(昨年10月1日)

→ その課題の範囲、対策の多様さ、規模等から今回の改革が機構及び職員個々に如何に重い意味を持つものであるかを考えると、あたかも峻しく困難な岩壁に立ち向かうかのような緊張感を覚えた。

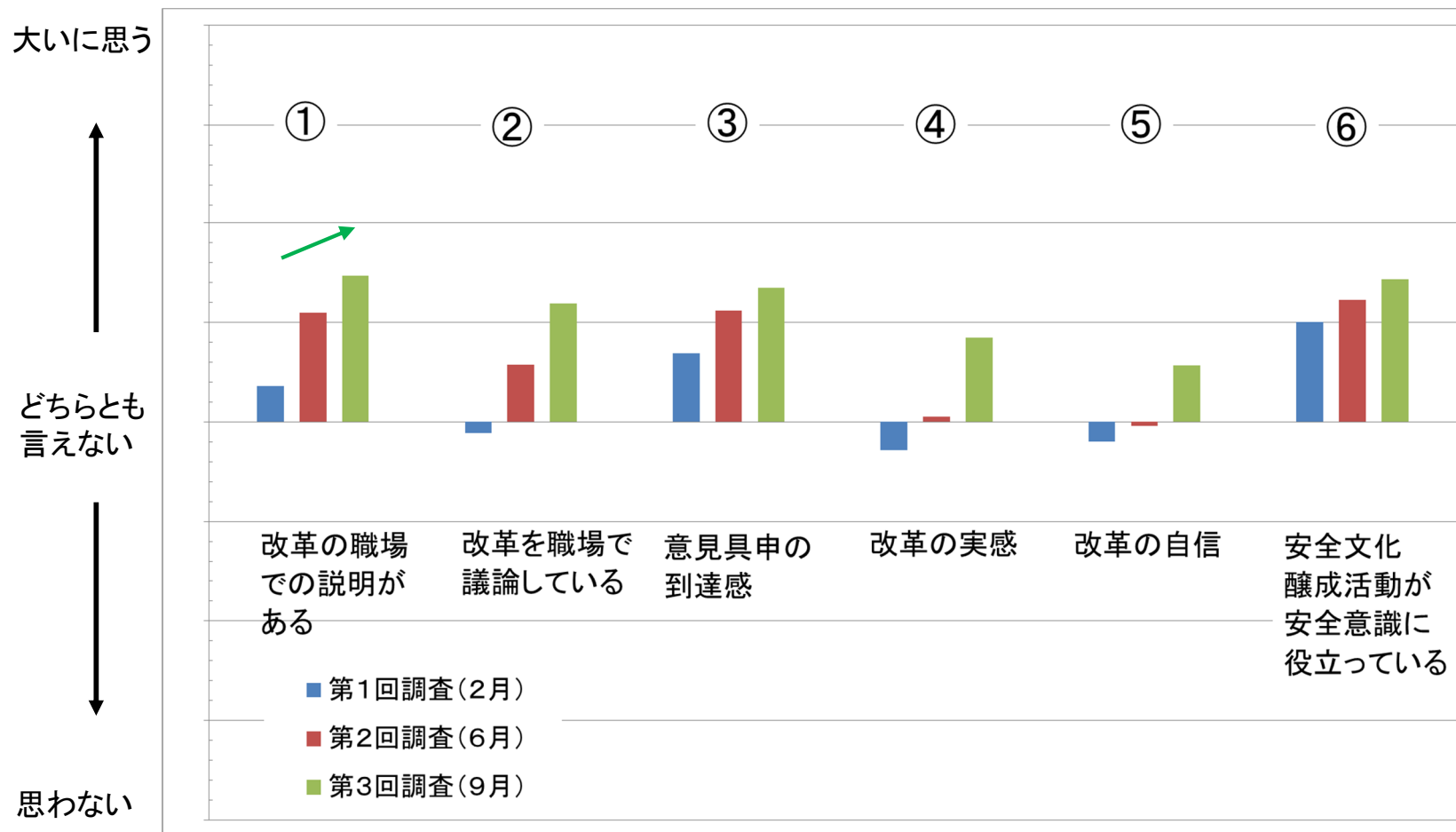


- 職員一人ひとりの改革への取組及び業務の実情を直接聴くべく、出来るだけ多くの職員と対話
- 拠点や組織の長から改革による変化は何かを聴取
＝改革の成果を別の角度から把握

機構改革がもたらした変化

- 改革計画において意図した施策がほぼ実行され、例えばガバナンスの強化や機動的な業務運営を可能にした6部門制を基軸とする組織体系への再編等の中で一定の効果が見られたこと。
- 機構内の様々な部署で業務の態様に応じた確かな変化が見られるとともに職員一人ひとりが組織や業務や安全に対する意見を率直に発言し始めたこと。
- しかしながら、「もんじゅ」については、安全性向上の方向性と内容を明確にすることが出来たとはいえ、その実践において未だ課題を残す結果となった。

職員意識調査(アンケート)の結果(例)



- 「①改革の職場説明」、「②改革を職場で議論」→ 改革意義の説明会や課室長主導による業務改善活動を実施の効果
- 「③意見具申の到達感」→ 改革を契機にしたコミュニケーションの改善
- 「④改革の実感」→ 改革をテーマにした役員と職員の意見交換などの取組の効果
- 「⑤改革の自信」→ 改革の実感に伴い上昇
- 「⑥安全文化醸成活動による安全意識」→ 安全文化醸成活動がより実効的になった結果

集中改革期間を終了して

- 一年間の集中改革期間での活動を通じて、当初目標とした諸課題への取り組みを終え、一定の成果(一部事業の移管を含めた事業の将来的道筋、職員意識の変化など)を確認でき、今後も継続的に改革の定着を目指す。
- 最重要課題である「もんじゅ」改革については、保守管理体制及び品質保証体制の再構築に向けた作業が依然続いており、更に現中期目標期間(平成26年度末まで)の間集中改革を継続する。改革の完遂、定着に向けて私自身職員の先頭に立って引続き改革活動に集中して取り組む決意。
- これまで社会に対してご心配をおかけしたことについては、理事長として責任を痛感。一方で、集中改革期間においても、東京電力福島第一原子力発電所事故への最優先の対応や本来の研究開発の使命を果たせたのも関係各位のご支援の賜物であると感じ。

この一年の主な動き(研究開発成果)(1/5)

- 本日の報告会は、現中期目標期間における最後の回。
- 最近では、政府が「エネルギー基本計画」(平成26年4月)を策定し、その中で、もんじゅの位置づけ等、機構に関する業務が明確になったことは、今後の研究開発の実施において心強い。
- 原子力機構としてのこの一年の動き(研究開発成果)について、以下の観点で取り上げ紹介する。

【トピックス1:最先端の科学を追求】

「J-PARCリニアックにおける400MeV(メヴ)加速の成功」

【トピックス2:培った技術を国民の安心・安全へ】

「東京電力福島第一原子力発電所(1F)事故対応における一般公衆を対象とした内部被ばく検査実施手法の考案」

【現中期目標期間に機構が取り組んでいる主要分野の研究開発成果】

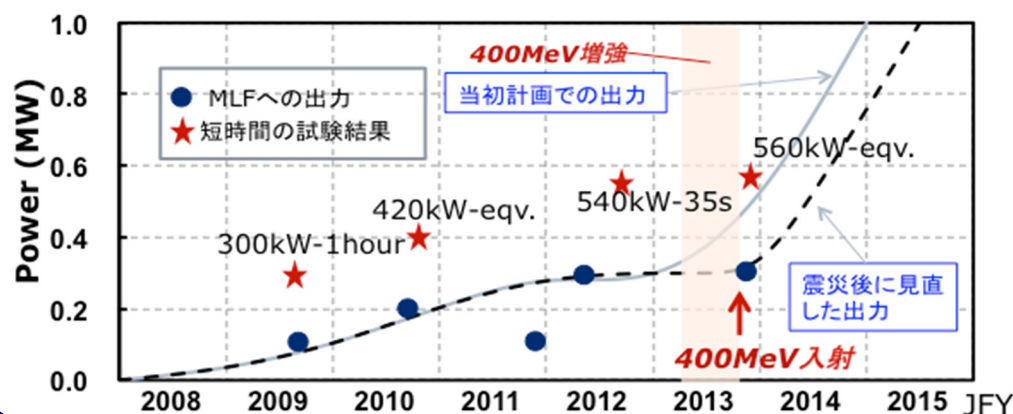
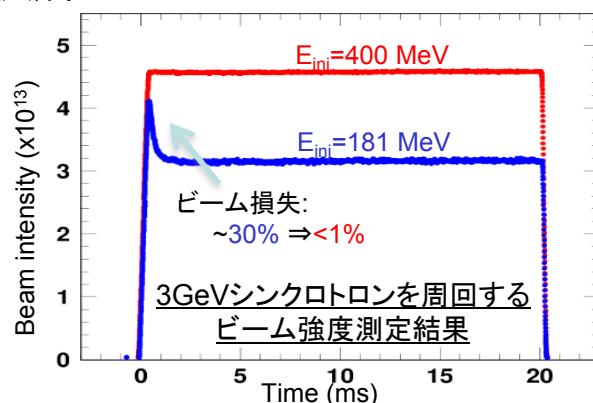
- 東京電力福島第一原子力発電所(1F)事故への対処に係る研究開発
- 安全研究・防災支援に係る研究開発
- 原子力基礎基盤研究
- 高速炉の研究開発
- 核融合研究開発
- 高レベル放射性廃棄物処分技術研究開発等

この一年の主な動き(研究開発成果)(2/5)

トピックス1: J-PARCリニアックにおける400MeV加速の成功

- ビーム出力増強にはビーム損失低減が必須
- 新型加速器を開発し、最上流のリニアックのエネルギー倍増(181⇒400MeV)に成功
- 後段の3GeVシンクロトロンでのビーム損失は約30%⇒1%以下と激減

- 結晶化が困難なタンパク質の解析等に必要なビーム出力(1MW)の実現が可能に



トピックス2: 1F事故対応における一般公衆を対象とした内部被ばく検査実施手法の考案

- 従前、原子力災害時における被災住民を対象とした被ばく検査手法として標準化されたものはなかった
- このため、乳幼児から高齢者まで多数の住民を対象とした統一的な手法の開発が急務であった
- 装置や検査場所の維持管理から被ばく線量の測定・評価、検査結果の伝達までを網羅した手法の考案により信頼性の高い検査を実現



- 測定結果をまとめた論文は、国連科学委員会の報告書でも参照されるなど、国際的にも価値の高いものと認められている



本手法により実施した内部被ばく検査の受検者総数
(H26年9月末現在)

219,799名

うちJAEA実施分
73,191名

1F事故への対処に係る研究開発

最近の成果・動向

○ 櫛葉遠隔技術開発センター着工

○ PSF(Plastic Scintillation Fiber)

を用いた放射線位置分布測定
技術の実用化



櫛葉遠隔技術開発センター

○ 地表に沈着した放射性セシウムの挙動評価
と吸脱着メカニズムの解明

○ 無人ヘリ搭載型ガンマカメラの開発

今後の課題・取組

○ 遠隔操作機器や放射性物質の分析・研究
等の技術基盤確立に向けた研究開発拠点
整備

○ 廃炉国際共同研究センターの設立

○ 様々なフィールドで得られた知見に基づき、
予測される被ばく線量や今後有効な対策を
科学的合理的な見地から提言

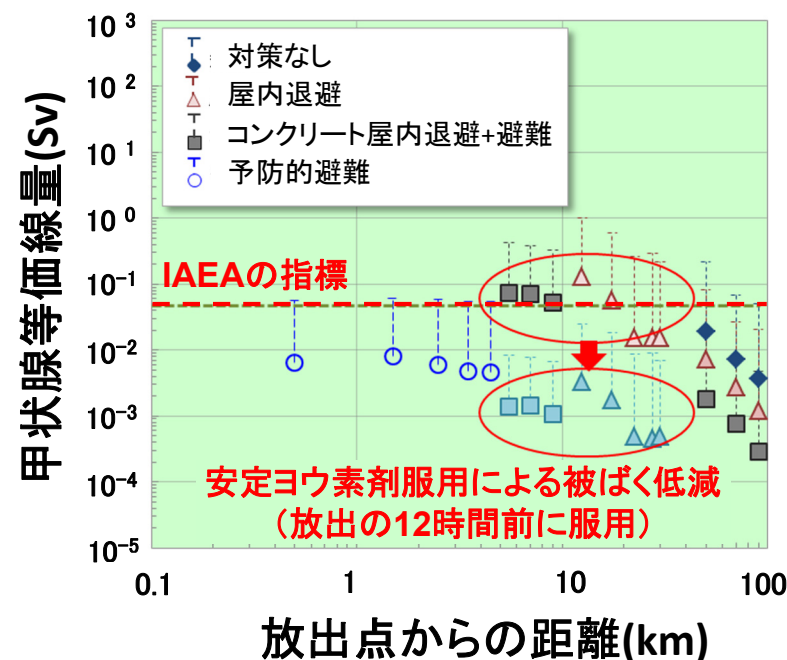
安全研究・防災支援に係る研究開発

○ 原子力施設の事故に関する安全研究等を行い
規制行政を技術的に支援

[原子力防災に関する研究例]

代表的な事故シナリオに対し、緊急時防護措置
の被ばく低減効果を評価

→ IAEAの確率的影響の判断指標を下回る
ための防護措置の方法と範囲を提示



原子力基礎基盤研究

高温ガス炉による水素製造技術開発

- 連続水素製造試験装置を完成
(平成26年3月)



- 高温ガス炉による安全性と多様な熱利用への社会の期待に応え、HTTRとの接続試験に向けて、さらに事業を進展

廃棄物中ウラン量の高速・高精度定量

- アクティブ中性子法を人形峠環境技術センターの実際の解体物に適用し、実用性を検証



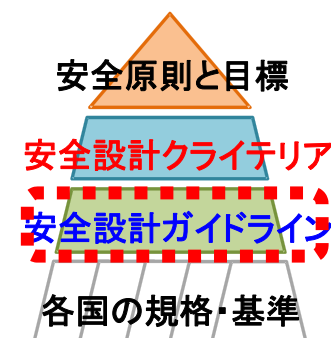
- 将来の人形峠環境技術センターでの廃止措置事業の円滑化等、幅広い利用を期待

高速炉の研究開発

国際協力を活用した研究開発

安全設計ガイドライン(SDG)の構築作業

- 多国間協力により、国際標準化に向けた安全設計上の手引きとなるSDGの構築作業を実施、反応度や除熱に対する基本的な安全アプローチの素案を作成

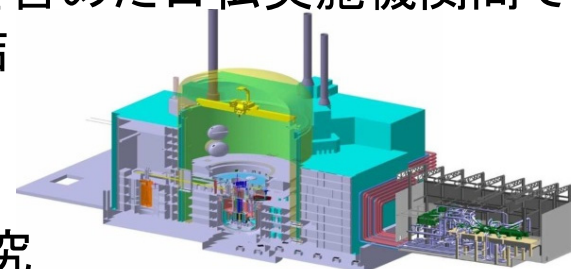


安全基準の階層

仏国の高速技術実証炉ASTRIDプロジェクトへの協力

- 日仏政府機関間取決め(平成26年5月5日締結)を受け、機構を含めた日仏実施機関間で実施取決めを締結
(平成26年8月7日)

- 設計、安全、燃料などの分野での研究開発協力を開始

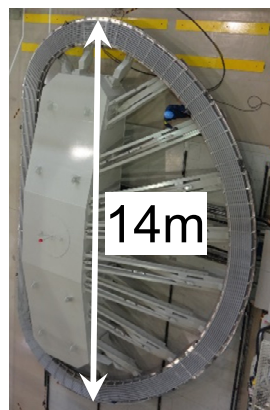


ASTRID鳥瞰図

核融合研究開発

ITER(国際熱核融合実験炉)計画

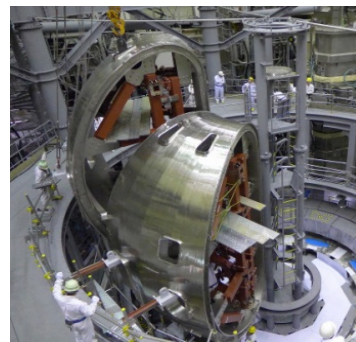
- 日本分担機器の88%の調達取決めをITER機構と締結し、調達を推進中
 - トロイダル磁場コイル用超伝導導体の製作を完了
 - 大きさ14m×9m、重さ300トンの超大型超伝導コイルの実機製作が進展



ITERトロイダル磁場コイルのダブルパンケーキ巻線

幅広いアプローチ(BA)活動

- 日本第3位、世界第30位(平成26年6月現在)の性能を持つスパコンを活用し、145編の論文を刊行、400件の学会報告を実施(平成26年3月現在)
- IFMIF/EVEDA原型加速器について、欧州が製作した入射器の据付・組立作業が進展し、本年9月に通電試験を開始
- サテライト・トカマクについて、本年1月に超伝導コイルの最初の搬入・仮設置を実施し、同6月から真空容器の組立てを開始

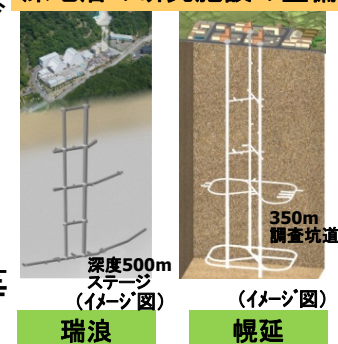


組立中の真空容器

高レベル放射性廃棄物処分技術研究開発等

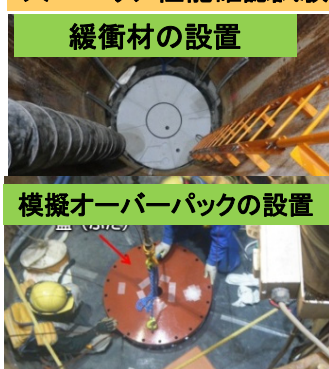
- 深地層の研究施設の水平坑道等での調査研究
 - 瑞浪(結晶質岩): 深度500m 再冠水試験の準備開始等
 - 幌延(堆積岩): 深度350m 人工バリア性能確認試験の開始等

深地層の研究施設の整備



- 成果取りまとめ
 - 第2期中期計画中の個別成果を本年9月末までに取りまとめ、「CoolRepH26」として公開
 - 残された必須の課題を明確にした深地層の研究施設計画等を取りまとめ

人工バリア性能確認試験



- 使用済燃料直接処分研究開始
 - 直接処分の実現可能性の見通しを取りまとめるための研究を実施中



- 深部地下構造の解析技術についての学術論文が物理探査学会賞を受賞

- 今回の改革を重く受け止め、その結果を今後の**将来戦略に反映**
- 安全の絶えざる向上を求める先見的試みと実直な努力の不断の積み重ねを通じて、安全の「Integrity: 完全性、統合性、誠実さ」の追求
- 原子力機構は、原子力利用の新たな可能性を切り拓くとともに、原子力利用の課題をいち早く予見し、その克服に向けた研究開発を先導

- 旧二法人(原研とサイクル機構)の統合効果が東京電力福島第一原子力発電所事故への対処等に現れてきており、更なる「ニーズoriented」型と「シーズoriented」型の連携・融合を追求
- これらを達成するには、各階層の人材の育成、特に次代を担うリーダーの育成が重要であることを意識

- 今回の改革は、機構の原子力安全意識の再構築と使命の再確認を通じて機構の再生をはかる企てであった。
- 改革項目について今後更にその推移を見守り、逸脱や劣化を防ぐ努力を怠ることは出来ない。絶えざる改善、向上を求めることは、あらゆる機構の活動の遂行に内在する必然的要請である。
- 今一度、我が国唯一の原子力総合研究機関としての原点に立ち返り、国民の負託に応えるべく、原子力研究開発を先導的に切り拓くという、機構本来の使命達成に向けた新たな出発に挑む。

「苟日新 日日新 又日新」

(まことに日に新たに、日日に新たに、また日に新たなり)

原子力機構改革を踏まえた将来展望

平成26年11月27日

独立行政法人日本原子力研究開発機構
戦略企画室長 田島 保英

- 機構改革の概要
- 改革から見えてきたもの
- とりまく状況
- 第3期中長期計画以降に取り組む課題
- 将来展望の考え方
- 具体的取組み、目指すもの
- まとめ

機構改革の概要(1/10): 経緯

「もんじゅ」保守管理上の不備

J-PARCハドロン実験施設
放射性物質漏えい事故

原子力機構の抜本的改革が必要

文部科学省

平成25年5月28日 日本原子力研究開発機構改革本部設置(本部長:文部科学大臣)
平成25年8月 8日 「日本原子力研究開発機構の改革の基本的方向」とりまとめ

具体的な改革計画の策定とその実行を指示

原子力機構

平成25年6月10日 原子力機構改革推進本部、原子力機構改革推進室設置
平成25年9月26日 「日本原子力研究開発機構の改革計画」策定
平成25年10月1日 もんじゅ安全・改革本部、もんじゅ安全・改革室を現地に設置
1年間の集中改革期間を設定し、改革の本格的実施(～平成26年9月30日)
平成25年12月3日 原子力機構改革検証委員会設置 (委員長:木村孟 文部科学省顧問)
平成25年12月4日 もんじゅ安全・改革検証委員会設置(委員長:阿部博之 科学技術振興機構顧問)

機構改革の概要(2/10): 機構の課題

「もんじゅ」保守管理上の不備

保全計画策定・変更時の検討や確認が不十分であったなどの直接的原因に加え、根本原因分析において以下の組織要因が見いだされた。

- ・プラント長期停止による技術力の低下
- ・保守管理上の問題に関するトップマネジメントのコミットメント及び管理職層のマネジメント力の不足
- ・保守管理活動のPDCAの不全
- ・職員の技量や意識の不足
- ・業務遂行のためのコミュニケーションや意識の不足

J-PARC事故

有識者会議で以下の要因が指摘された。

- ・異常事象発生 of 想定 of 不十分
- ・放射線管理に関する認識の不足
- ・J-PARCセンター全体での放射線管理体制が一元化されていない

全く異なる事案であるが、いずれも「安全意識」や「組織体制」についての指摘がなされた

過去の改革の検証

- ・動燃改革
「経営の不在」、「安全確保と危機管理の不備」、
「閉鎖性」に対する改善が定着しなかった
- ・二法人統合
シナジー効果を達成するための「強い経営」を
確立できていない

安全確保、安全文化醸成に関する取組みの検証

- ・機構全体としての統括機能が弱い
- ・安全文化醸成活動の形骸化
- ・コンプライアンス・リスクマネジメント活動との連携不足

事故・トラブルのたびに、安全・意識改革に取り組んできたにも関わらず、不適切な対応が繰り返されている。

国民から機構そのものの安全文化の劣化を疑われる事態
【経営リスクの摘出の不完全により、組織の自己改善ができなかった】

- 機構横断的に経営上のリスクを把握・分析し、適時適切な経営判断につなげる意識が低く、またそのための仕組みが不十分 **【弱い経営】**
- 安全文化醸成活動の真の効果の検討・フォローアップが不十分 **【「対症療法」の悪循環】**
- ダイナミックで計画的なスクラップ＆ビルドがなされずガバナンスの効かせられる範囲以上に業務が拡大 **【「選択」と「集中」の不徹底】**

機構改革の概要(3/10): 使命の再確認

原子力の専門人材と専門施設を擁する我が国唯一の原子力の総合的研究機関として、原子力利用に係る諸々の側面を支え、あらゆる事態に対応できるよう、以下の使命を重点的に実施

東京電力福島第一原子力発電所(1F)事故に最優先で対応

- ・環境回復へ貢献し、復興への取組みが加速されるよう貢献
- ・燃料デブリの取り出し等、廃炉事業へ貢献
- ・廃炉事業に向けた研究拠点施設の整備

原子力の安全性向上に向けた研究

- ・規制支援のための安全研究
- ・廃炉支援で得られる知見を活かした安全技術向上
- ・核不拡散、核セキュリティや原子力防災等に関する国や自治体の支援

原子力基盤の維持・強化

- ・原子力基盤を支える研究開発力の維持強化及び人材育成
- ・原子力基盤施設(研究用原子炉、加速器施設、ホット施設等)の戦略的強化とその供用
- ・産業界に対する技術サポート(六ヶ所再処理、軽水炉等)

核燃料サイクルの研究開発(「もんじゅ」を中心とした研究開発)

- ・「もんじゅ」の安全管理体制を確立し、高速炉開発の最重点事項として推進
- ・高い安全性を追求した高速炉サイクル技術の開発を国際協力で推進

放射性廃棄物処理・処分技術開発

- ・高レベル放射性廃棄物処理、処分のための技術開発
- ・研究施設等廃棄物の埋設処分事業等の着実な実施

改革の理念

- 器の改革だけでなく、**人や組織文化を改革**
- 原子力機構のミッションを的確に達成する「**強い経営**」を確立
- 国民の信頼と安心を回復すべく**安全確保・安全文化醸成に真摯に取り組む**
- **事業の合理化を実行**
- 「**もんじゅ**」改革の断行

改革の内容

【制度・体制(器)の整備、意識改革(魂)の促進の両面から機構改革を着実に推進】

- **組織体制の抜本的再編**を含む経営の強化
機動的な業務運営のため事業ごとに組織を大きく再編する「部門制」の導入、経営を支援する機能の強化(戦略企画室等の設置)
- **職員の意識向上と業務改善**
全職場における課室長主導による業務改善活動、役員と職員の意見交換、会議運営の改善等の業務の合理化・効率化
- **事業の重点化・合理化**
1F事故対応及び「もんじゅ」へ重点化、核融合研究開発及び量子ビーム応用研究の一部を他法人に移管、東海再処理施設等の事業の見直し、JRR-4等6施設の廃止
- **安全確保活動と安全文化醸成の強化**
安全最優先の徹底・意識の浸透、安全統括機能の強化、安全文化醸成活動等の総点検による活動の重点化・効率化
- **J-PARC改革**
放射性物質漏えい防止などのハード対策、放射線安全管理強化のためのソフト対策
- 「**もんじゅ**」改革
体制、風土、人の改革の断行

機構改革の概要(5/10): 強い経営の確立

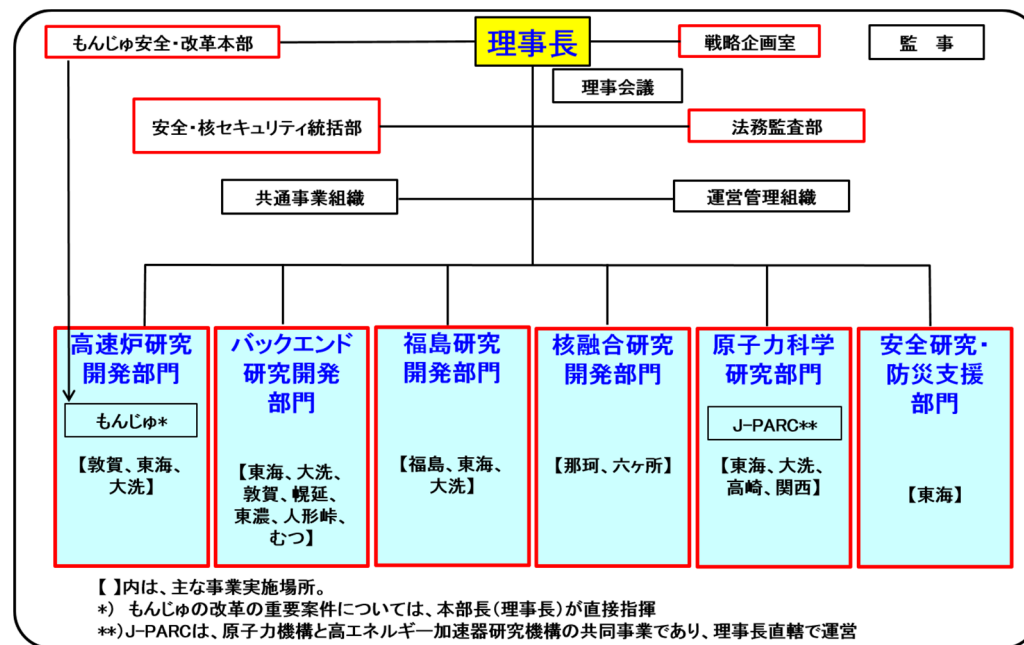
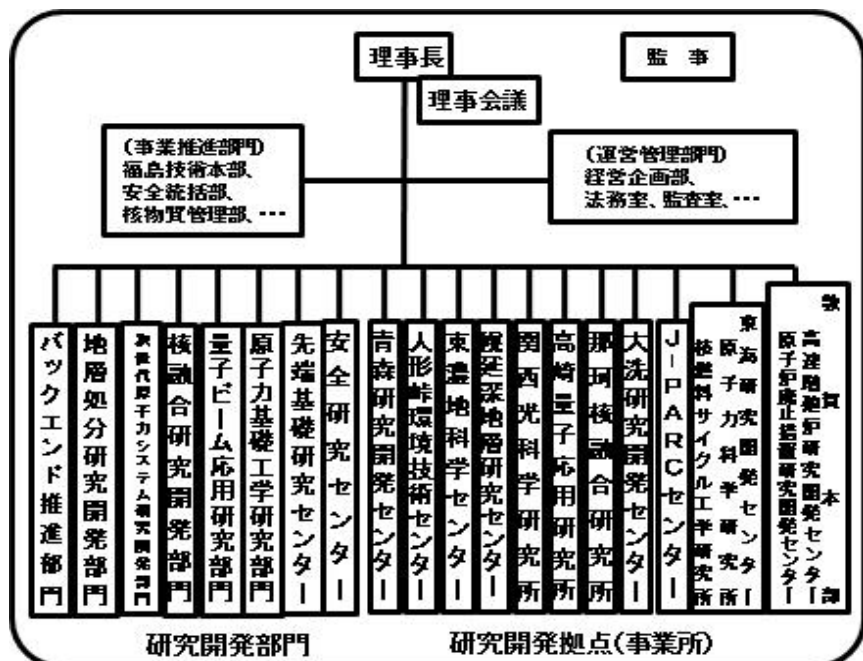
課題

- 機動的な業務運営を可能にする組織体系への再編
- 経営を支援する機能の強化

「部門制」組織への再編

平成26年4月に組織再編を実施(敦賀地区については10月に再編)

重点化した事業別に6つの部門に再編し、部門長(理事)が執行責任



経営支援機能の強化

理事長を中心とする強い経営を支援する組織を設置
 【戦略企画室】【安全・核セキュリティ統括部】【法務監査部】

機構改革の概要(6/10):「6部門」の概要

福島研究開発部門

1F(1～4号機)の廃止措置等及び環境回復に係る研究開発を通じて福島復興に貢献。

- ・企画調整室
- ・福島事業管理部
- ・福島廃炉技術安全研究所
- ・福島廃止措置技術開発センター
- ・原子力科学研究所(福島技術開発試験部)
- ・核燃料サイクル工学研究所(福島技術開発試験部)
- ・大洗研究開発センター(福島燃料材料試験部)
- ・福島環境安全センター

安全研究・防災支援部門

原子力施設の安全評価に関する研究並びに原子力安全、原子力防災、核セキュリティに対する技術的な規制支援等を通じて原子力の安全確保に貢献。

- ・企画調整室
- ・安全研究センター
- ・原子力緊急時支援・研修センター
- ・核不拡散・核セキュリティ規制支援室

原子力科学研究部門

原子力に関する基礎基盤研究、量子ビーム応用研究、高温ガス炉研究開発、大強度陽子加速器施設(J-PARC)の運営等を通じて、原子力基盤の維持・強化及び原子力人材の育成に貢献。

- ・企画調整室
- ・原子力科学研究所(研究炉加速器管理部等)
- ・先端基礎研究センター
- ・原子力基礎工学研究センター
- ・原子力エネルギー基盤連携センター
- ・量子ビーム応用研究センター
- ・高崎量子応用研究所
- ・関西光科学研究所
- ・大洗研究開発センター
(照射試験炉センター、高温工学試験研究炉部)
- ・原子力水素・熱利用研究センター
- ・J-PARCセンター

高速炉研究開発部門

「もんじゅ」の安全管理体制確立を最優先とし、国際協力も有効に活用しながら、廃棄物の減容・有害度の低減、安全性強化等を目指した高速炉サイクルの研究開発を推進。

- ・企画調整室
- ・高速増殖原型炉もんじゅ
- ・もんじゅ運営計画・研究開発センター
- ・次世代高速炉サイクル研究開発センター
- ・核燃料サイクル工学研究所
(プルトリウム燃料技術開発センター)
- ・大洗研究開発センター
(高速炉技術開発部、高速実験炉部)

バックエンド研究開発部門

機構原子力施設の廃止措置、地層処分研究開発、低レベル放射性廃棄物処理・処分の技術開発、埋設処分事業等を着実に推進。

- ・企画調整室
- ・廃棄物対策・埋設事業統括部
- ・地層処分研究開発推進部
- ・核燃料サイクル工学研究所
(環境技術開発センター、再処理技術開発センター等)
- ・人形峠環境技術センター
- ・東濃地科学センター
- ・幌延深地層研究センター
- ・青森研究開発センター(むつ事務所)
- ・原子力科学研究所(バックエンド技術部)
- ・大洗研究開発センター(環境保全部)
- ・原子炉廃止措置研究開発センター

核融合研究開発部門

国際熱核融合実験炉(ITER)計画／幅広いアプローチ(BA)活動等、核融合エネルギーの実現に向けた研究開発を着実に推進。

- ・企画調整室
- ・那珂核融合研究所
(ITERプロジェクト部、トカマクシステム技術開発部、先進プラズマ研究部)
- ・六ヶ所核融合研究所
(核融合炉システム研究開発部、核融合炉材料研究開発部、ブランケット研究開発部)

課題

- 我が国唯一の原子力に関する総合的研究開発機関として、果たすべき役割を再確認し、事業の重点化・合理化を実施

経営資源の重点投入

- 【1F事故への対応】体制強化: **福島研究開発部門設置**、人的強化: **約610人** [平成26年度]
- 【もんじゅへの経営資源投入】他拠点より**プロパー職員40名**を追加投入、実務経験者を**22名**中途採用、**安全対策追加予算措置**

事業の分離・移管

- 核融合研究開発及び量子ビーム応用研究の一部を文科省方針を踏まえ**他法人に統合**

事業の見直し

【再処理技術開発】

- **基礎・基盤技術開発の継続・推進、放射性廃棄物対策の実施、廃止措置計画を申請する方向での検討**

【深地層の研究施設での研究開発】

- 瑞浪・幌延それぞれにおける研究内容の再検討により**必須の課題に絞り込み**

【高速炉サイクルの研究開発】

- **「もんじゅ」への取組みを最優先**し、実用化への研究開発は国際協力の積極的活用により合理化・効率化

【先端基礎科学研究】

- 従来11のグループ・研究テーマを**原子力科学の中心課題である2研究分野に集約化**

6施設の廃止

研究施設の重点化・集約化

事業の廃止等

課題

- 職員一人ひとりが改革を自らの問題と捉え、ボトムアップ的に対策を実施

全職場における課室長主導による業務改善活動

【全職場における課室長主導による業務改善活動】(4月開始: 全480課室)

- 全職場に対して改革の趣旨徹底を図るとともに、各職場における業務改善活動を促進
- 計739件の改善提案があり現在実行中

本部事務管理組織による原子力機構全体に係る業務運営の改善

業務の合理化及び標準化に向けた取組み

人事制度の改善

人事制度の見直しと技術職人材育成の取組み (本年4月より実施)

役員と職員の意見交換

理事長と職員の意見交換会58回、理事と職員の意見交換会78回
計136回実施、1,307名参加 (本年9月末時点)



現在: 「職員一人ひとりの意識改革や業務の質の向上が必要」と自覚
(役員との対話のほか、全職場での改善活動や諸々の情報発信を経て、上記の意見が増加)

調査方法

- 職員に対する改革意義の浸透、課題改善及び職員の意識変化のモニタリングを目的としてアンケートを3回実施(2月、6月、9月)
- 改革の浸透、安全確保、機構のミッション、ガバナンス強化、コンプライアンスに関する設問及び自由記述
- 全職員対象、無記名回答(所属、職種、職位は記入)
- 結果をイントラネットHPにより全職員へ周知

【アンケート項目(計27問)】

- ・改革の浸透 11問
- ・安全確保 4問
- ・機構のミッション 3問
- ・ガバナンス強化 8問
- ・コンプライアンス 1問

結果

- 回答率: 2月(71.8%) 6月(95.4%) 9月(95.0%)
- 全ての設問で積極的回答が増加してきており、改革が自らの問題として**職員一人ひとりへの浸透が図られてきている**
- 「改革が着実に進んでいると感じるか」「今回の改革は成功すると思うか」などの項目の指標は6月は低かったが、9月には大きく上昇したことから、**改革が進捗し、成果が出つつあると評価**
- 「改革について職場で議論しているか」「役員との距離が縮まったと感じるか」などの項目の指標が大きく上昇しており、地道な改革活動の効果が挙がってきている

- 原子力機構改革の全般に関しては、集中改革期間中に計画した施策をほぼ完了した。
- 機構が直面する危機的状況への痛切な認識共有から、職員間の相互理解や連帯・協働の必要性の本質的理解が格段に深まった。
- J-PARCの施設改修や各種の制度整備等その即時的効果が観測された。
- 他方、「もんじゅ」では残された課題への取組みの早期完了を目指すとともに、再稼働への道程における喫緊の課題である保守管理体制及び品質保証体制の再構築を急ぐため、現中期目標期間の間、集中改革を継続し、改革とその定着の総仕上げを行う。

- 安全の確保は研究開発活動の根底となるものであり、**継続的な向上・努力**が必要
- 機構の使命の再確認を踏まえ、社会からのニーズが高く、**原子力機構にしかできない事業に重点化**
- 研究施設の廃止や重点化・集約化の検討を通して、研究開発に伴って発生する**廃棄物や老朽化した施設に対する適切な対処が不可避**であることを改めて認識
- 重点化事業の実行と廃棄物等への対処について、限られた経営資源の**バランスのとれた投入**が必要

○平成23年3月の1F事故により、我が国において原子力を取り巻く環境は一変

- 廃炉対応と事故からの復旧・復興
- 過酷事故(SA)対策強化： 極低確率・影響大な事故への備え
- 放射性廃棄物の処理処分の取組みの強化

○エネルギー基本計画（平成26年4月閣議決定）

- 原子力は、エネルギー需給構造上の重要なベースロード電源
- 核燃料サイクル政策では、再処理やプルサーマル等を推進
- 高速炉、加速器による核種変換、固有の安全性を有する高温ガス炉等の技術開発を推進

○原子力利用は世界的に拡大傾向

→日本の高度な技術力と原子力再起への世界的関心は高い

○我が国唯一の総合的な原子力の研究開発機関として、原子力機構の使命、役割は非常に大きい

○原子力機構では、「もんじゅ」における保守管理上の不備及びJ-PARCにおける放射性物質漏えい事故に端を発して、改革を実施

- 「日本原子力研究開発機構改革報告書」を文科大臣に提出(平成26年10月)
- 「もんじゅ」については、現中期目標期間(平成26年度末まで)の間集中改革を継続

○原子力機構は、平成27年4月から第3期中長期計画を開始

- 新たな独立行政法人制度の下、国立研究開発法人としてスタート
- 研究開発成果の最大化が求められる

第3期中長期計画以降に取り組む課題

①東京電力福島第一原子力発電所事故の対処

- 廃止措置等に向けた研究開発
- 環境汚染への対処に係る研究開発 等

②原子力の安全・核セキュリティ

- 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究
- 原子力の安全性向上のための研究開発、核不拡散・核セキュリティに資する活動

③原子力の基礎基盤の維持・強化

- 原子力の基礎基盤研究の推進(課題解決力の涵養、インフラ整備、人材育成)
- 先端基礎科学研究、高温ガス炉、量子ビーム応用研究 等

④高速炉の研究開発

- 「もんじゅ」の研究開発
- 高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発

⑤核燃料サイクルとバックエンド対策の課題解決に向けた研究開発

- 使用済燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発
- 放射性廃棄物の減容化・有害度低減に関する研究開発
- 高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発
- 原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分の計画的遂行と技術開発

⑥核融合研究開発

新たに必要な研究開発資源(理想形)

【施設】

○多目的多機能高性能試験研究炉

- ・ビーム利用: 高強度熱／冷中性子ビーム(グリーン/ライフイノベーション: 産業創造)
- ・照射利用: 高速中性子束向上照射(軽水炉安全向上、基礎基盤研究、RI製造)

○加速器施設

- ・高エネルギー陽子ビーム(物質・生命科学、原子核素粒子、ニュートリノ実験)
- ・加速器駆動システム【ADS】(放射性物質の有害度低減・減容化: 核変換)

○機能集約、連携型ホット施設

- ・機能: 照射後試験／核種分離／燃料製造／廃棄物処理・廃棄体化／分析
(放射性物質の有害度低減・減容化: 群分離、先進的核燃料サイクル)

○国際展開

- ・国際最先端技術集約機能及び国際貢献発信(廃炉・廃棄物対策の知識の集積と展開)

【人員】

○ 研究者／技術者: 3600人規模(事務系800人規模)

(新たに必要となった福島への貢献関連人員も考慮し、少なくともH17機構統合時のレベルが必要)

研究開発資源(現状)

【施設】

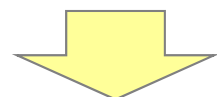
- 各試験研究炉、ホット施設
 - ⇒老朽化(昭和30年代に建設された施設を含む)
 - ⇒最先端機能から近い将来乖離
 - ⇒テーマの進展に照らして機能が分散
- 廃棄物
 - ⇒研究開発活動による放射性廃棄物の蓄積

【人員】

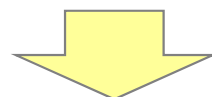
- 研究者／技術者:3100人規模→統合時より500人減(事務系700人規模)
 - ⇒全体減、これからのベテランの大量退職等により既存インフラ維持にも限界

大いなるギャップその克服のために...

- ✓ 研究開発テーマを横断的、融合的に捉える
- ✓ その中で研究インフラの集約、効率化を図る

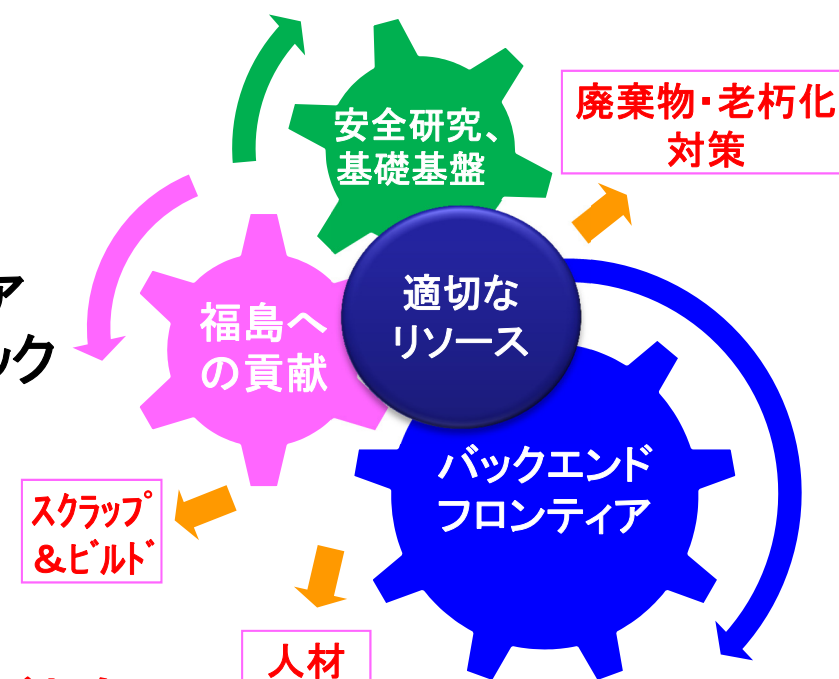


- 福島への貢献(1F廃炉の加速研究開発)
- 安全研究、原子力の基礎基盤の強化
- バックエンドフロンティア研究構想
⇒バックエンドの視点からとらえたエンドステートがクリアな核燃料サイクルの研究開発(核燃料サイクル、バックエンド対策の融合)及び処理処分の着実な実施



これらを有機的に進め;

- ① 日本全体を俯瞰した研究施設の適切なスクラップ&ビルドと合理的な集中化
- ② 廃棄物や老朽化対策に向けた実効性のある取組み
- ③ 課題への持続的対応のための人材の育成



福島への貢献(1F廃炉の加速研究開発)

1F廃炉の加速と同時に原子力安全や廃棄物対策に関する知識基盤の構築と国際貢献！

- ・1F廃炉を加速させるための基礎基盤的な研究開発を関係機関と連携しつつ機構を挙げて実施
- ・櫛葉遠隔技術開発センター(平成26年9月26日起工式)及び放射性物質分析・研究施設(設計中)に加え、国内外の知と技術を結集するための廃炉国際共同研究センター(仮称)を福島に整備予定
- ・茨城地区のインフラ、能力を最大限活用するとともに、新たな施設整備を踏まえ、効率のよい体制に再編・構築
- ・安全研究、バックエンド研究開発とも連携
- ・研究開発情報などを集約し国内外に発信



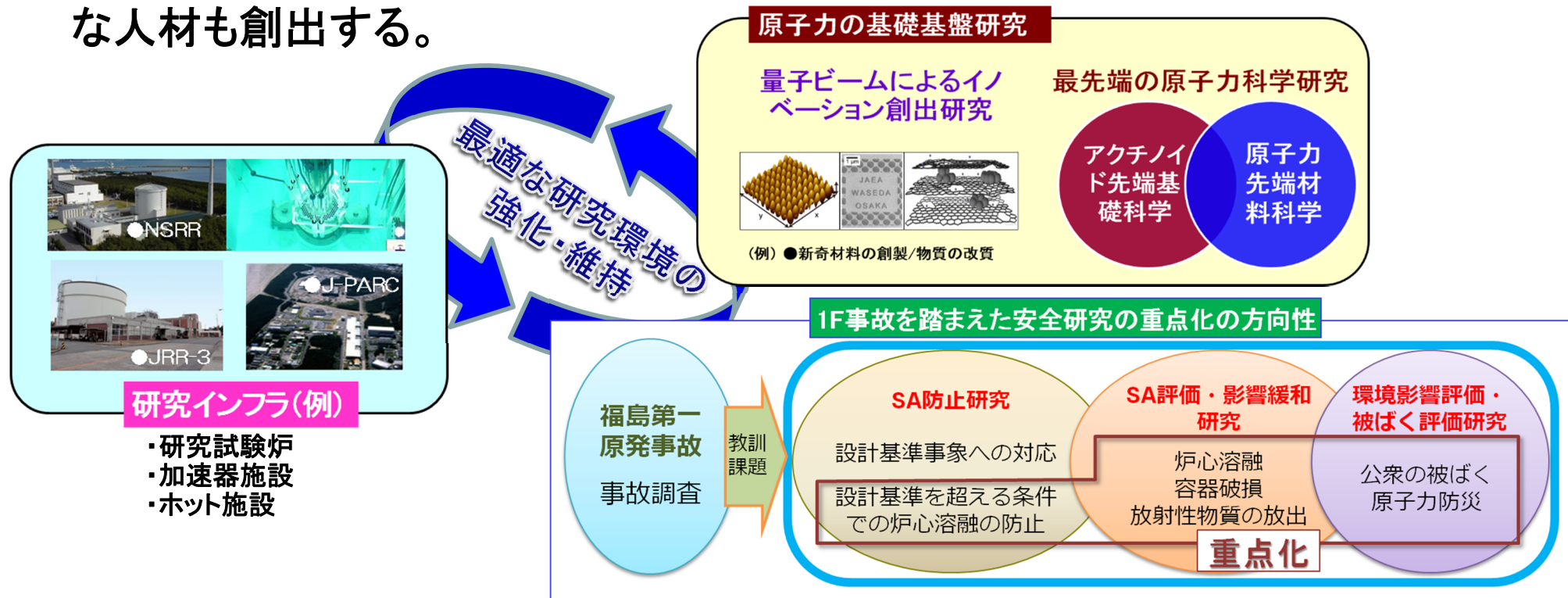
1F廃炉加速のための研究施設群

具体的取組み(2/5)

安全研究、原子力の基礎基盤の強化

安全研究、基礎基盤研究を強化し、我が国の原子力の未来を支える！

- ・我が国唯一の原子力の総合研究開発機関として、原子力の将来を支える安全研究、基礎基盤研究の確実な強化を図る。
- ・その中で、日本全体を俯瞰して最適化された原子力機構が有する、有すべき社会共有財としてのインフラを整備・維持・運用するとともに、各分野に必要な人材も創出する。



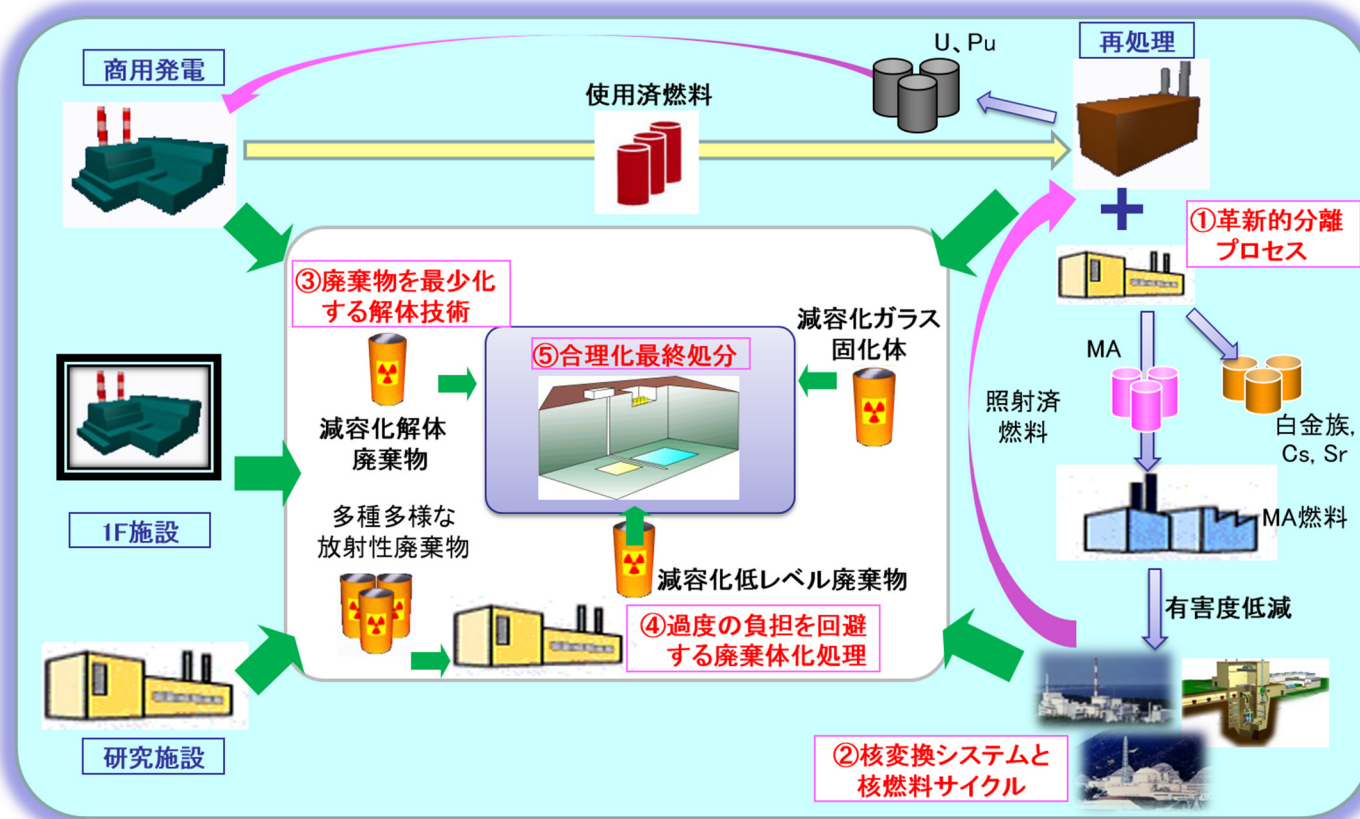
これらの活動を通じて人材を創出

具体的取組み(3/5)

バックエンドフロンティア構想

バックエンド研究開発を原子力研究開発の最前線に！

- ・放射性廃棄物減容・有害度低減に関する研究開発を柱として、バックエンドの視点からとらえたエンドステートがクリアな核燃料サイクルの研究開発
- ・自らの原子力施設の廃止措置、廃棄物処理処分の着実な実施



バックエンドを最前線の研究として若い人材を期待

バックエンドフロンティア構想

放射性廃棄物減容・有害度低減に向けた分離変換研究の推進

○ 放射性廃棄物の減容化・有害度低減のための研究開発

- ・原子力エネルギー利用におけるリスク低減のキーテクノロジー
- ・革新的分離プロセス、核変換システムと核燃料サイクル、合理的最終処分といった研究開発要素を含み、関連するこれまでの研究開発の取組みと一体的に実施



- ・具体的な研究開発ロードマップを策定
- ・研究開発推進及び原子力研究開発基盤の高いレベルでの維持・発展のために、研究施設をスクラップ&ビルド(特に新規施設構想を検討)

分離変換技術を取り入れた核燃料サイクルの研究開発



バックエンドフロンティア構想

廃止措置、廃棄物処理処分の着実な実施と研究開発の推進

- 喫緊の課題に対する目に見える対応
 予算、廃棄物保管余裕の厳しい状況下における、
 研究施設の計画的廃止措置の実施
 ↓
 - ・施設の特徴に応じた中間措置の適用検討
 - ・優先度を踏まえた資源の集中投入による廃棄物
 体化計画の具体化
 - ・クリアランス・再利用の推進
- 合理的処理処分のための研究開発
 1F事故による廃棄物も視野に入れた、通常の発電所廃
 棄物とは異なる研究施設等廃棄物の特徴を踏まえた、廃
 棄物全体の合理的処理・処分のための研究開発
 ↓
 - ・処理・処分全体としての合理化、最先端技術の適用
 も視野に入れた負担軽減など

廃止措置イメージ



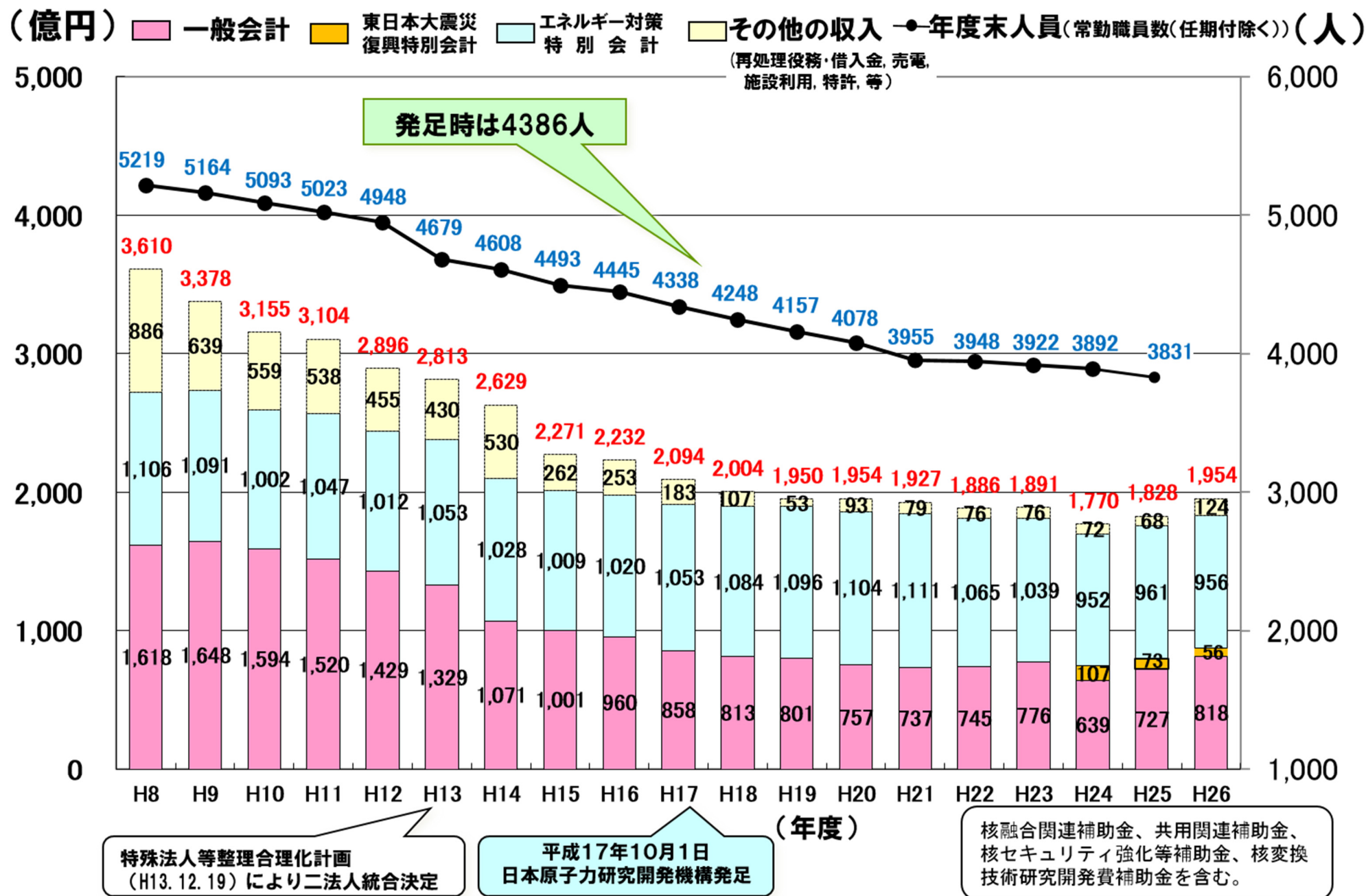
目指すもの： 偶然から必然への回帰

- 研究開発の初源： 最低限必要な人員、予算、設え = 必然の態勢
- テーマの進展、状況の変化： 現況を踏まえた手直し = 偶然の態勢
- 「政策の立案者と決定者」に対する「**実施機関**」として、「**科学的真理と技術的妥当性**」の追求を通じた先見的選択肢の提案、実行。
- 粘り強く社会の納得を得る努力と良質の研究開発成果の創造による、

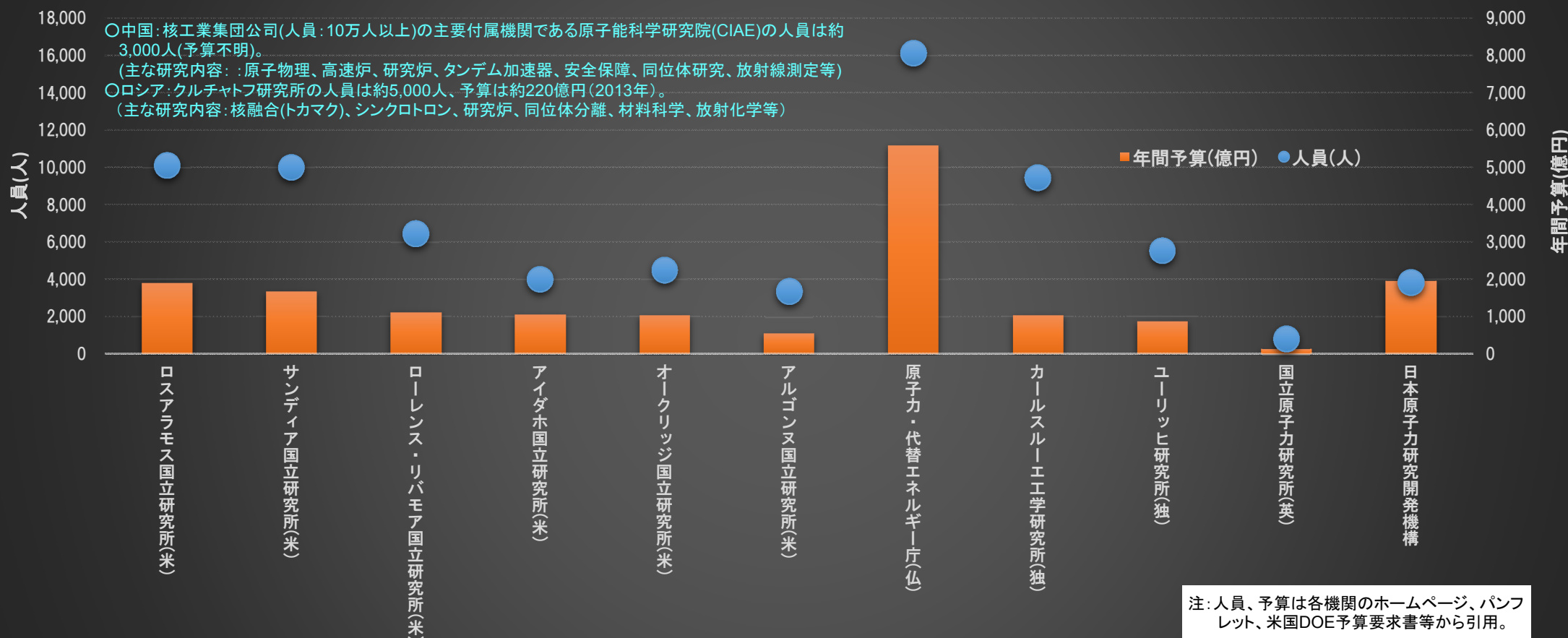
RESILIENTな必然の研究開発機関

- 原子力機構改革の全般に関しては、集中改革期間中に計画した施策をほぼ完了し、次になすべきことも明らかとなった。
- さらに、原子力及び機構を取り巻く状況を改めて確認した上で、実施すべき研究開発を認識。
- 今後の機構の研究開発について、現状では、その十全な遂行は困難となっており、リソースと任務の乖離解消が急務。
- 全体を俯瞰して、研究開発資源を有効に活用できる方法、構想を指向、具体化し、研究開発を進めるとともに、所要リソースの獲得に最大限の努力。

(参考)旧二法人・原子力機構の人員・予算推移



(参考)各国の主要原子力関連研究機関



主な研究内容	軍事、核不拡散、保障措置・核物質防護、環境保全、エネルギー(陽子線形加速器中性子源、核燃料研究グループボックス施設等)	核兵器、エネルギー、原子力、資源、核不拡散、国土安全保障(環状炉心研究炉、ガンマ線照射施設等)	核兵器管理、国家安全保障、レーザー核融合、計算科学、エネルギー環境(国立レーザー核融合点火施設等)	エネルギー・環境、国家安全保障、原子力(新型試験炉、材料・燃料試験施設、乾式処理施設、中性子ラジオグラフィ施設等)	中性子科学、生物システム、エネルギー、先進材料、国家安全保障、計算科学(核破砕中性子源、高中性子束炉、照射燃料・材料試験施設、化学工学ホットセル等)	エネルギー貯蔵、代替エネルギー、原子力、バイオ・環境システム、国家安全保障(放射光源、タンデム線形加速器、ホットセル等)	エネルギー、情報・健康技術、防衛・国家安全保障(高速原型炉、試験研究炉、臨界実験装置、核燃料サイクル研究施設、トカマク実験装置等)	エネルギー、地球・環境、核要技術、物質構造(核融合関連試験施設、原子力安全関連試験施設等)	健康、エネルギー・環境、情報(シンクロトロン加速器、トカマク実験装置等)	エネルギー、廃棄物、環境、燃料サイクル、核不拡散等(ホットセル、グローブボックス、コールド工学試験施設等)	原子力基礎的・応用的研究、核燃料サイクル技術、福島事故対応等(高速原型炉、試験研究炉、再処理・MOX燃料施設、深地層実験施設、各種ホットラボ、トカマク実験装置、陽子加速器核破砕源、イオン加速器等)
--------	---	---	---	---	--	--	---	---	--------------------------------------	---	--

もんじゅ改革の現状と今後の取組

平成26年11月27日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

高速炉研究開発部門

もんじゅ運営計画・研究開発センター長

家田 芳明

従来の高速増殖炉開発計画

- 東電福島第一原子力発電所事故
- 「もんじゅ」での保守管理上の不備問題より以前の計画

実験炉 常陽

初臨界：S52年4月

- 熱出力：140MWt
- 役割：
 - プラント成立性の実証
 - 基礎・基盤研究
- 運転実績：30年
- これまでの成果：
 - 増殖、ナトリウム自然循環等
 - 燃料照射挙動、材料特性
 - 受動的炉停止機構の特性

原型炉 もんじゅ



初臨界 : H 6年4月
 初併入(発電) : H 7年8月
 ナトリウム漏えい事故 : H 7年12月
 性能試験再開 : H22年5月
 炉内中継装置落下 : H22年8月
 炉内中継装置復旧 : H24年8月

- 電気出力：280MWe
- 役割：
 - 運転・保守経験の蓄積
 - ナトリウム取扱技術の実証
 - 発電プラントとしての信頼性の実証
- これまでの成果(建設段階)：
 - 燃料、主要機器の開発
 - 設計・評価手法、高温構造設計方針等の整備

実証炉



- 電気出力：750MWe
- 役割：
 - 経済性見通し
 - 革新技術の実証
 - 高稼働率運転
- これまでの成果：
 - 設計検討による革新技術の採否判断(FaCTプロジェクト フェーズI)

ナトリウム漏えい事故以降の対応の不十分さ

「もんじゅ」を確実に運転でき、技術伝承を行う体制ができていない。

- 平成7年のナトリウム漏えい事故以降、平成22年に一旦性能試験を再開したものの、現在に至るまで長期にわたって運転が停止。
- この期間、電力会社等からの出向者が減少していく中で、十分な職員の配置や育成を実施してこなかった。
- 問題発生都度、要因掘り下げが不十分な対応を繰り返すうちに、自ら課題を摘出し、自ら改善する取組及び姿勢が薄れてしまった(受け身の体質の形成)。



- 組織としてのマネジメントを的確に行わず、職員個々の技術力や自ら定めたルールを守る意識等の低下を招き、保守管理及び品質保証に係る体制やマネジメントが十分とは言えないものとなった。

原子力規制の変化への対応の不十分さ

電力会社と同等レベルの規制対応ができていない。

- 平成20年8月に法令※が改正され、約4か月後の平成21年1月から保全プログラムに基づく保全活動に対する検査制度が導入。

※「研究開発段階にある発電の用に供する原子炉の設置、運転等に関する規則」

- しかし、「もんじゅ」においては、実効性の観点から十分に検討した保全計画を整備できなかった(電力会社においては軽水炉について十分な経験に基づき時間をかけて保全計画が整備された)。

【主な理由】

- 法令改正後に保全プログラム策定作業を開始したため策定作業期間が短かった
- 長期停止状態にあり、十分な運転・保守経験を有していなかった
- ナトリウム冷却高速増殖炉の原型炉であるため、国内に十分な保全に関する経験がない
- 軽水炉にない系統・設備(ナトリウム系等)を有している 等

- 保全計画策定後、保全の最適化に向け、点検内容や頻度等の見直しを計画的に図っていくことを考えていたが、結果として保全計画の見直しが十分に進まなかった。

【主な理由】

- 計画どおりに運転することができなかった
- 品質マネジメントシステム(QMS※)導入に関する理解が不十分なままに保全プログラムを運用した 等

※ QMS(Quality Management System): 製造物や提供されるサービスの品質を管理監督するシステム

長期停止の結果として抱えた課題

- 職員個々の技術力や自ら定めたルールを守る意識の低下、適切な発電所マネジメントが不十分
 - 保守管理体制の強化、品質保証体制の強化が途上
- 策定した保全計画は、軽水炉の計画を参照して作成したが、「もんじゅ」に即した実効性の検討が不十分
 - 保全計画の見直し、一部機器の再点検が必要な状況



「もんじゅ」改革に至る経緯

平成24年11月27日

電気・計測制御設備における**保守管理上の不備**を公表
(点検間隔・頻度の変更に係る手続き不備による未点検機器発生)

平成24年12月12日

点検実施、原因究明・
再発防止対策検討等を命令

平成25年2月14,15日

立入検査

平成25年5月29日

- ・**保安措置命令**(保守管理体制、品質保証体制の再構築等を命令)
- ・**保安規定変更命令**

(原子力規制委員会)

平成25年1月31日

未点検機器の点検実施
再発防止対策等を報告

平成25年5月23日

J-PARC放射性物質漏えい事故

平成25年8月8日

日本原子力研究開発機構の改革の
基本的方向 (文部科学省)

平成25年9月26日

日本原子力研究開発機構の**改革計画**: 自己改革 -「新生」への道-

平成25年10月1日

集中改革期間の開始

- ・理事長を本部長とする「もんじゅ安全・改革本部」を設置
- ・改革計画に基づく基本計画／実施計画を策定し改革を推進

根本原因分析(RCA)の結果

保守管理上の不備に関する一連の事象(平成24年11月の点検時期超過機器の公表～平成26年3月までの保安検査指摘事項)についての根本原因分析を実施。

主な直接要因

1. 点検計画に点検期限の記載がなく、点検期限が不明確
2. 膨大な量の保全計画や記録を人の手で管理
3. 点検期限延長の手続き不備

- ・過去に実施された根本原因分析等の対策からの反映
- ・他の類似事象(島根、浜岡、柏崎刈羽、福島原子力発電所)からの反映

4項目の組織要因

1. 管理機能が不足

管理者の所掌範囲が過大であるにも関わらず、管理者自らが一担当者となりマネージャーとしての意識が不足していたため、保守管理における管理機能が十分に発揮されていなかった。

2. チェック(横串)機能が不足

組織としてルール遵守意識が不足しており、これを是正すべき品質保証室等によるチェック(横串)機能が十分でなかった。保全プログラム開発等への計画的な取り組みの調整、管理機能等が不足していた。

3. 保全に係る技術基盤の整備が不足

保全計画や点検管理システムが構築途上にあるにも関わらず、頻発するトラブル対応に傾注し、点検要領標準化等の保守管理に係る課題に対する本質的な対応が十分でなく、また、これらを実践する要員、体制が不十分であった。

4. 安全最優先の意識と取り組みが不足

点検期限超過等の保守管理状況の実態把握が不足して、現場の安全を最優先とする意識や資源確保等への取り組みが不足していた。また、過去のRCAの対策取り組みへのフォローも不足していた。



「もんじゅ」のあるべき姿と課題、改革の視点

もんじゅ改革後の姿

- 不断の努力により自発的に安全を追求し、国民の負託に応え、高速増殖原型炉としての成果を発信することで社会への貢献を果たせる組織

<課題の克服>

課題の総括

- (改革の視点)
- ① 強力なトップマネジメントにより安全最優先の徹底
 - ・トップの指揮、トップメッセージの発信、浸透
 - ・トップの判断による経営資源の適切な配分、等
 - ② 安全で自立的な運営管理を遂行できる組織・管理体制の早急な確立
 - ・原子力機構プロパー職員による自立的な運営管理体制の構築
 - ・プラント・クルーが運転・保守に専念できるよう支援する組織の設置
 - ・プラントの要員増強、プロパー職員比率の向上
 - ・メーカ、協力会社と一体となった確実な運営管理体制の確立、等
 - ③ 安全な運営管理を着実に実施できるマネジメント能力の改善
 - ・各層管理者の責任と権限の明確化
 - ・長期を見通したマネジメント能力の向上
 - ・業務の適正なルール化、合理化、等
 - ④ 安全最優先を徹底できる組織風土への再生
 - ・安全意識浸透、教育訓練の充実、等
 - ⑤ 高い技術力の育成、モチベーションの高揚
 - ・専門知識の充実、技術維持・継承
 - ・マイプラント意識醸成のための取組、等
- 体制
- 風土
- 人

「もんじゅ」改革の総合評価

昨年10月から1年間、集中改革期間の取組みとして、
当初抽出した課題に対する対策を実施し、一定の成果を確認

総 合 評 価

【体制の改革】

- ・理事長の強力なトップマネジメントにより、経営資源（予算・人員）を集中的に投入し、「もんじゅ」の運営強化と保守管理等に係る人員の増強を図った。
- ・今後は、**保守管理体制及び品質保証体制の再構築**を行い、**継続的**にそれらが**改善**されていく体制に改革する。

【風土の改革】

- ・理事長や所長が職員と直接意見交換し、安全を最優先とする意識の浸透が図られつつあるため、今後も安全文化醸成活動を継続する。
- ・品質保証に係る「もんじゅ」内での**横串機能の強化**のため品質保証活動に係る**定期的な監査等**に取り組み、**品質マネジメントシステムに従った業務遂行の習慣**を根付かせる。

【人の改革】

- ・保守担当者の育成計画を作成して試運用を開始するとともに、シニア技術者を活用し、設計当初の知見が若い世代に継承されつつある。
- ・今後は、中長期的な観点から「もんじゅ」に**必要な技術力を確保・強化**できるよう、各種対策を継続的に進めることが重要である。



「もんじゅ」集中改革1年間の総括と今後

- 改革の発端となった保守管理上の不備問題に関しては、保守管理体制及び品質保証体制の再構築に向けた作業が継続中
- 集中改革期間での取組により、組織、人員、制度など器は揃ってきたが、改革の定着と自立的な改善への取組を継続することで、改革の総仕上げが必要

改革継続

現中期目標期間の終了(平成27年3月)まで集中改革を継続

「もんじゅ」改革第2ステージ(平成26年10月から半年間)

【課題1】保守管理体制の再構築と継続的改善

【課題2】品質保証体制の再構築と継続的改善

【課題3】現場技術力の強化

保安措置命令に係る対策

- 原子力規制委員会の保安措置命令への対応の総仕上げ
- 保安検査に適切に対応して措置命令解除の実現、または解除の見通しを得る(～来年3月)
- その他の改革活動は対策の具体化・定着化を加速し、確実に実施(～来年3月)



もんじゅ安全・改革検証委員会の意見

委員会意見(平成26年9月25日)

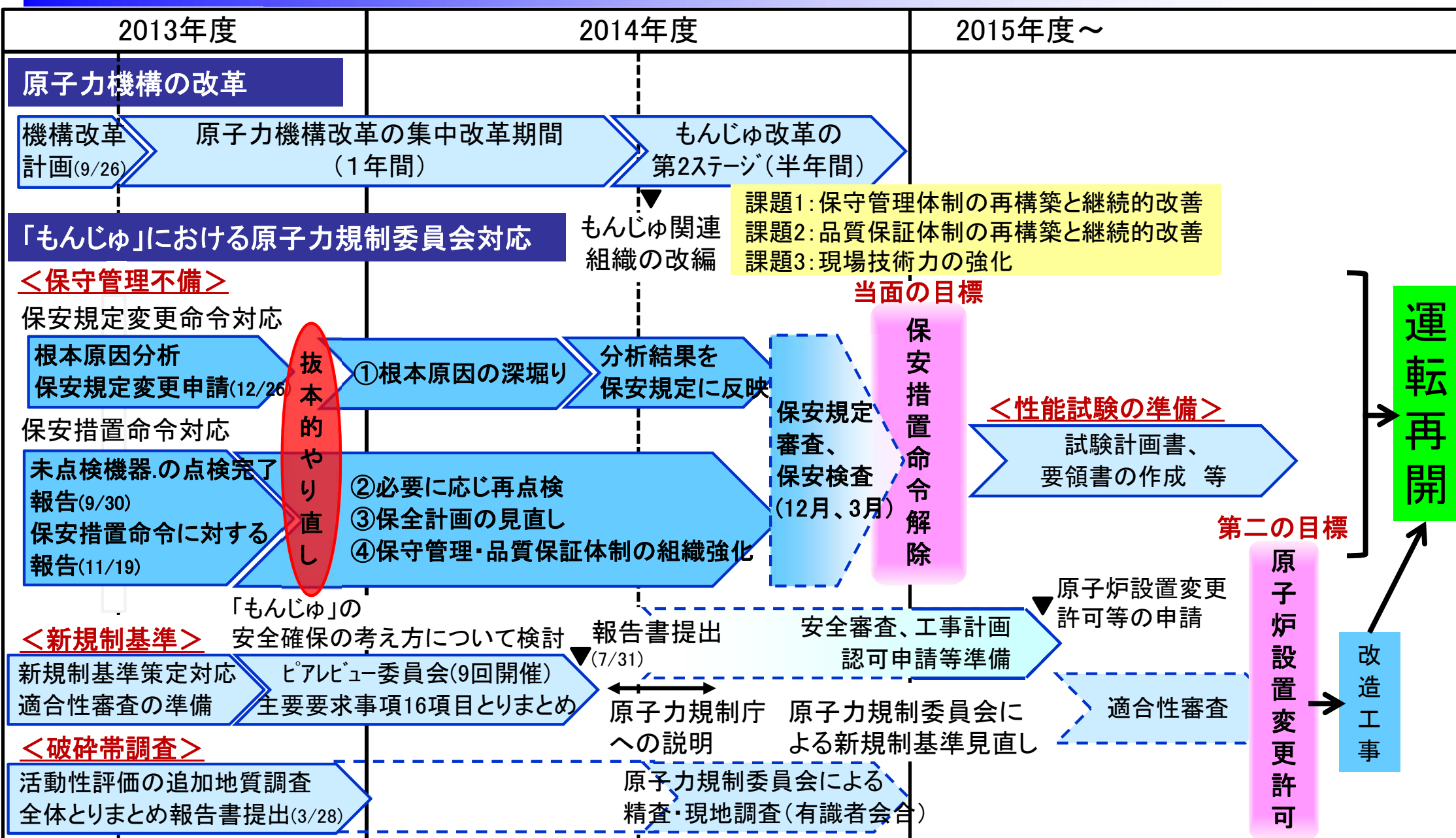
- 「もんじゅ」職員が精一杯努力している姿が確認され、また職員の改革への意識の高まりが感じられる。「もんじゅ」は改革が進捗し、変わりつつある。
- 長期にわたり停止し原子炉の保守管理をしている状況においても、このような安全管理の問題を抱えている現状は異常なものと「もんじゅ」職員は強く認識すべき。
- 本来の姿である運転再開を行うことこそが、職員の意欲、マイプラント意識の向上、ひいては仕事の質の向上につながる。根本的な安全管理を確実に行える体質に改革することが必須。
- 保安措置命令に対する総仕上げが必要であり、更なる6ヶ月間集中改革を継続することは適當。
- 改革を成し遂げ、国民から信頼される組織に再生した上で、本格的な運転対応の安全管理の体制にして運転再開を目指すことが必要。

委員長	阿部 博之	科学技術振興機構顧問、元東北大学総長、元総合科学技術会議議員
委員長代理	宮野 廣	法政大学大学院客員教授、日本原子力学会標準委員会委員長
委員	宇多川 隆	福井県立大学理事・副学長、元クノール食品(株)代表取締役社長
委員	大場 恭子	東京工業大学特任准教授
委員	小澤 守	関西大学教授 社会安全学部 学部長
委員	橋詰 武宏	ジャーナリスト、元福井新聞社論説委員長
委員	和気 洋子	慶應義塾大学名誉教授



「もんじゅ」の運転再開を目指した工程

保安措置命令解除とそれに向けた対応強化が急務





「もんじゅ」の位置付けと研究計画

新しい「エネルギー基本計画」(平成26年4月11日閣議決定)

経済産業省 資源エネルギー庁HPから抜粋

第4節 原子力政策の再構築

4. 対策を将来へ先送りせず、着実に進める取組

(2) 核燃料サイクル政策の推進

① 再処理やプルサーマル等の推進

我が国は、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する**核燃料サイクルの推進を基本的方針**としている。(中略)

もんじゅについては、廃棄物の減容・有害度の低減や核不拡散関連技術等の向上のための国際的な研究拠点と位置付け、これまでの取組の反省や検証を踏まえ、あらゆる面において徹底的な改革を行い、もんじゅ研究計画に示された研究の成果を取りまとめることを目指し、そのため実施体制の再整備や新規規制基準への対応など克服しなければならない課題について、国の責任の下、十分な対応を進める。

「もんじゅ研究計画」(平成25年9月25日)

✓ 高速増殖炉技術開発の成果の取りまとめを目指した研究開発

⇒ 運転・保守経験を通じた技術の確立・継承、高速増殖炉開発の成果取りまとめ

✓ 廃棄物の減容及び有害度の低減を目指した研究開発

⇒ 「もんじゅ」において燃料照射試験と分析を行いデータの収集を実施

✓ 高速増殖炉/高速炉の安全技術体系の構築を目指した研究開発

⇒ アクシデントマネジメントの検討・訓練等を通じた研究開発の場を提供

成果とりまとめ時期と評価

- ✓ 「第5サイクル終了後」(概ね6年程度)に、評価し、研究継続を判断
- ✓ 中間的な評価 「性能試験完了後」(概ね2年程度)

文部科学省 科学技術・学術審議会
もんじゅ研究計画作業部会

「もんじゅ研究計画」の全体像

技術的な観点からの結果と、その時点でのエネルギー政策上の位置付け、国際的な状況も勘案し、研究継続の可否を判断

中間評価

全体評価

「もんじゅ」の工程

性能試験(40%~100%出力)

定格運転(初期炉心)

性能試験+第1サイクル運転

第2サイクル~第5サイクル運転

高速増殖炉開発の成果の取りまとめ

➤ 発電システム成立性の確認

➤ 発電システム信頼性の確認
➤ 炉心燃料の信頼性実証

研究 定格運転(平衡炉心~)

第6サイクル~

成果の
・長期の本格運転による発電システムの経年特性確認/健全性確認

目標
高速増殖炉プラントとしての技術成立性の確認

➤ 供用期間中検査(ISI)技術の開発、実機適用準備 ➤ ISI技術の実機適用

・ナトリウム大型機器の経年特性/健全性確認

➤ 設備点検・故障対応経験を通じた保守管理技術の整備

取り
・高燃焼度燃料の実証

廃棄物の減容・有害度低減

➤ Amを多く含んだ初期炉心特性の確認(臨界特性、出力特性等) ➤ Am含有初期炉心の燃焼特性確認

り
・仏実証炉(ASTRID)初装荷燃料照射試験

目標
高速増殖炉/高速炉システムによる環境負荷低減の有効性の確認

➤ Am及びNp含有MOX燃料等の照射試験

まとめ
・包括的アクチノイドサイクル国際実証(GACID)試験(集合体レベルの実証)

➤ MA含有燃料製造技術開発、MA分離技術開発
➤ MA含有燃料ペレットの照射挙動確認(常陽) ➤ 長寿命材料の照射性能確認(常陽)

高速増殖炉の安全性強化

➤ SA評価技術の構築と安全性向上策の抽出(自然循環除熱試験) ➤ シビアアクシデントマネジメント策の充実とその実証的な確認や訓練・運用

目標
高速増殖炉/高速炉全体の安全技術体系の構築

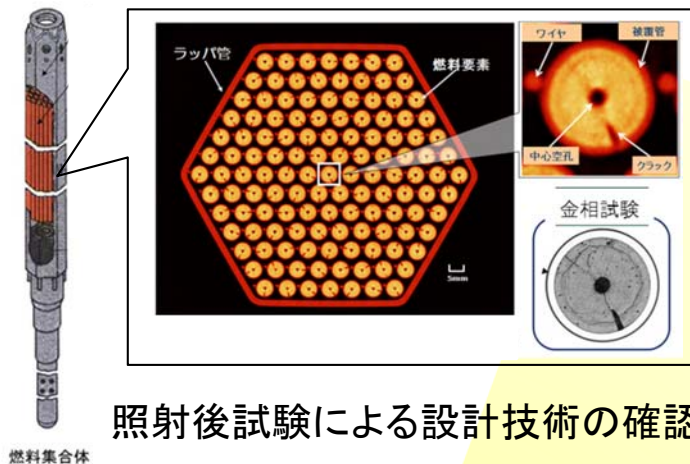
➤ 国際標準安全設計ガイドライン構築、シビアアクシデント時の安全確保のための試験

作業
■ :「もんじゅ」で実施
赤字:国際協力で実施
またはその可能性あり

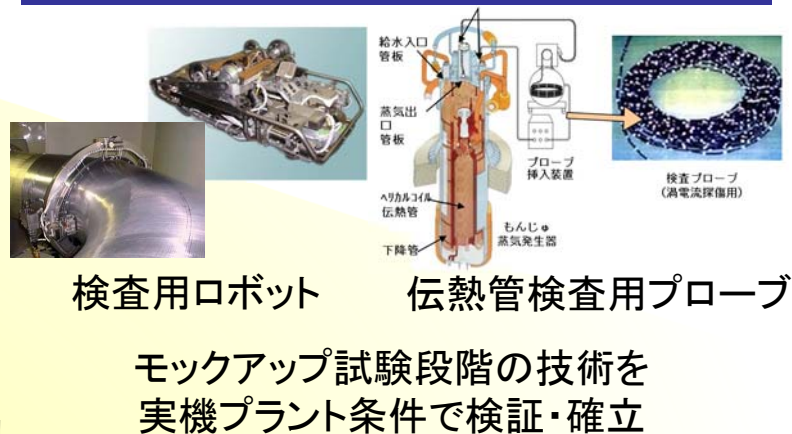
※ 定格運転以降は、1サイクルとして4ヶ月の運転+8ヶ月程度の点検を行う運転パターンを想定

高速増殖炉プラントとしての技術成立性の確認

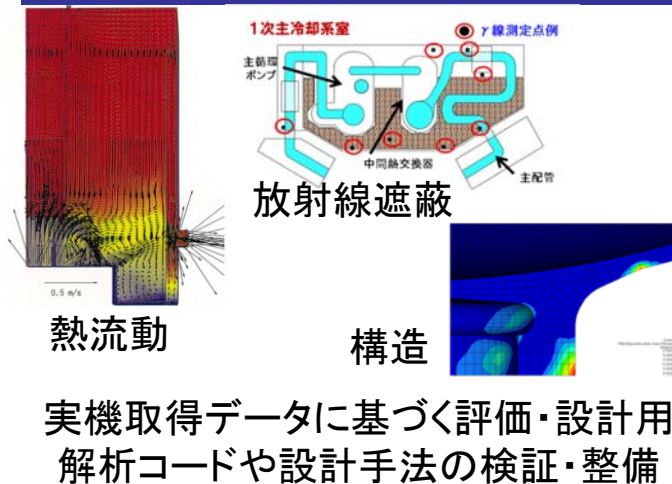
炉心・燃料技術



ナトリウム取扱い技術



機器システム設計技術

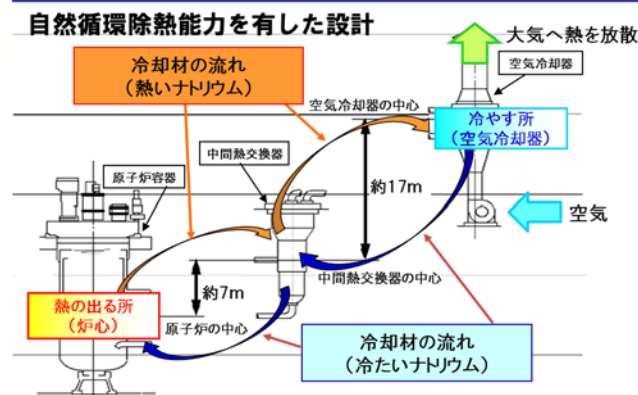


原型炉「もんじゅ」プラントを用いて
検証・実証、そして技術確立へ

プラント運転保守技術



シビアアクシデントに関する安全機能確認、評価技術



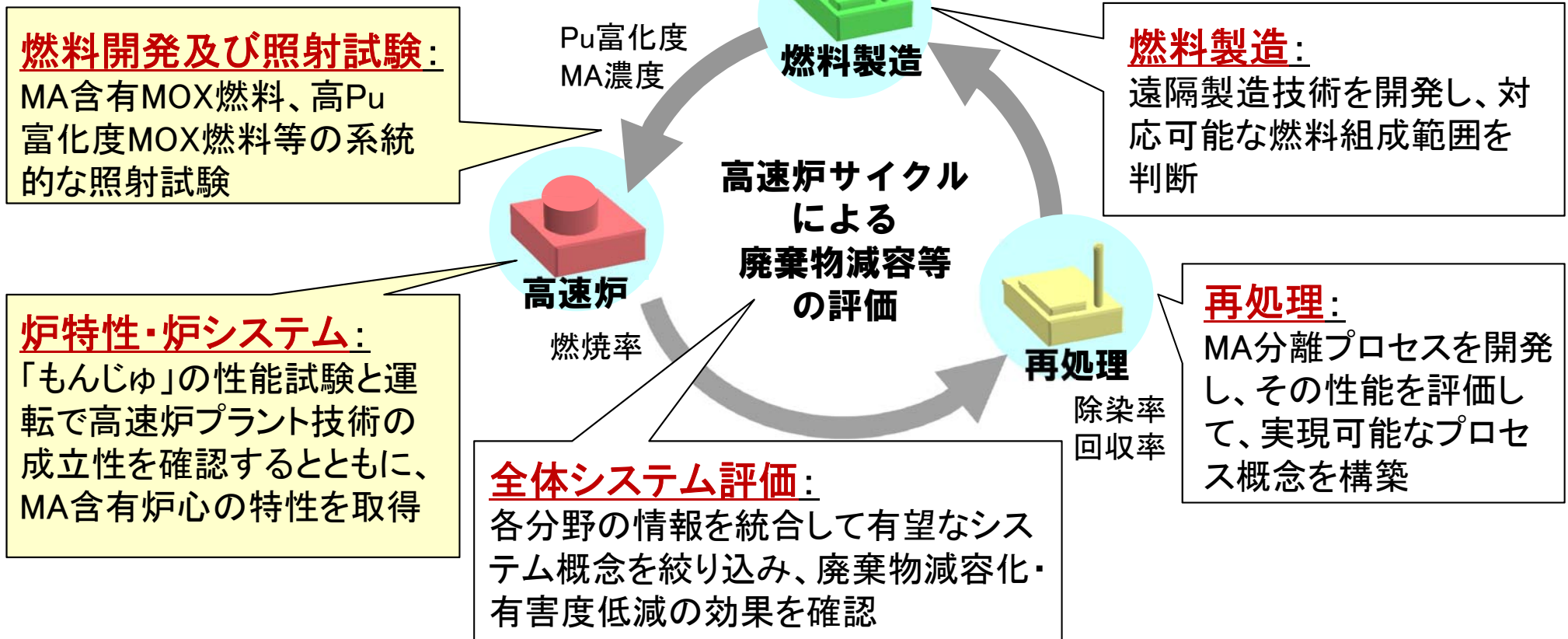
実機への確率論的リスク評価(PRA)の適用による安全性強化研究や安全特性・機能の確認と改良

環境負荷低減の有効性の確認

ナトリウム冷却MOX燃料高速炉での均質Pu/MAサイクル技術

● 確認すべき事項

- 高速炉プラント概念の技術成立性
- Puの柔軟な利用・燃焼（高次化Pu利用、Pu燃焼の確認）
- MAの利用・燃焼（MA含有MOX燃料の確認）
- MAリサイクル技術（MA分離、遠隔燃料製造技術等の開発、見通し確認）



安全確保の考え方の検討・整理

新規制基準への対応

- 原子力規制委員会：研究開発段階炉に関する基準を策定（平成25年7月）
（安全審査を行うまでに改めて検討し基準を見直すとしている）
- 原子力機構：もんじゅ安全対策ピアレビュー委員会設置
（齋藤伸三委員長以下、外部委員4名を含む8名の専門家により構成）
- 「もんじゅ」の特徴を踏まえて「高速増殖原型炉もんじゅの安全確保の考え方」を検討
 - ・ 適切な対策を講ずべき主要な16項目の要求事項をとりまとめ
- 原子力規制委員会に報告書提出
（平成26年7月31日）

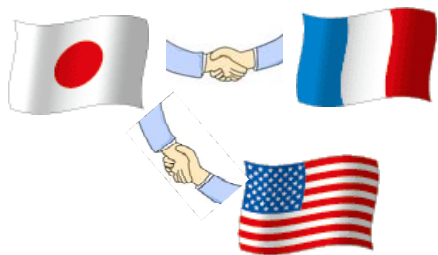
原子力規制庁への説明

ナトリウム冷却高速炉に特徴的な要求事項 （ピアレビュー委員会報告書抜粋）

要求事項	内 容
ナトリウム冷却炉特有事象	● ナトリウム漏えい、ナトリウム・水反応に関する十分な対応策を講じる ● 従来の設備対応の妥当性及び設計基準を超える重大事故への進展の恐れについて検討し、必要に応じて設備対応等を実施する
著しい炉心損傷の防止	● 原子炉停止失敗及び除熱失敗に起因する事象について、必要な設備対応及び操作・管理・体制面の対応からなるアクシデントマネジメント策を講じる
格納機能喪失の防止	● 溶融燃料による原子炉容器破損の可能性が実質上除外されるように適切なアクシデントマネジメント策を講じる
水素対策	● 想定外の水素爆発を防止するため、水素濃度の測定、水素の外部への排出、意図的な小規模な水素燃焼等の対応策を既存設備等を活用し講じる
中央制御室緊急時対策所	● 設計においては、ナトリウム冷却高速炉における事故の特徴に鑑みたソースタームを想定し、遮蔽、換気等の設備を設計する

国際的な協力・貢献に資する研究(進め方と重点的取組分野)

① 2国間協力の強化



【具体的研究プロジェクト及び各国の個別研究開発への貢献】

- 廃棄物の減容に資する照射試験
- 海外高速炉の燃料の先行照射
- シビアアクシデント対応のための研究開発

② GIF等の多国間協力の更なる深化



【将来の高速炉の安全性向上及び国際基準策定への貢献】

- 高速炉の安全基準、運転・保守ガイドラインの構築
 - －高速炉に関する国際安全基準(SDC)の策定
 - －SDCの具体化に向けた国際ガイドライン(SDG)の策定検討

③ IAEAの枠組みを活用した国際協力



【高速炉開発に係る基盤的データの共有】

- 高速炉の安全に関する公開データに基づく研究協力
- プラント運転経験に関する情報交換

⇒安全性向上や国際基準策定に関する国際協力については、特に積極的に推進

まとめ

- 現在進めている「もんじゅ」改革を確実に成し遂げ、諸課題を解決し性能試験の再開を実現することで、研究開発機関としての国民からの負託に応えていく。
- 「もんじゅ研究計画」に基づき、「もんじゅ」を活用した研究開発を進め、高速炉の実用化に繋げていく。
 - ① 高速増殖炉技術開発の成果の取りまとめを目指した研究開発
 - ② 廃棄物の減容及び有害度の低減を目指した研究開発
 - ③ 高速増殖炉/高速炉の安全技術体系の構築を目指した研究開発
- 国際協力を積極的に活用して効率的、効果的に研究開発を進め、世界に貢献する成果を挙げていく。

○強力なトップマネジメントにより安全最優先の徹底

◆ トップマネジメントによる改革の着実な推進

- ・「もんじゅ安全・改革本部」を設置し、理事長が直接指揮。
- ・保全計画の継続的改善のために、小委員会を設置。
- ・「もんじゅ安全・改革検証委員会」を設置し、改革の進捗状況を検証。(平成25年12月から4回開催)



もんじゅ安全改革検証委員会の様子

◆ 経営資源(予算・人材)の集中投入

- ・他事業所からの異動(40名)、実務経験者の採用(22名)等。
- ・安全強化に関する予算の追加措置。(理事長裁量で予算確保する仕組みを新たに構築)

○安全で自立的な運営管理を遂行できる組織・管理体制の早急な確立

◆ 「もんじゅ」関連組織の改編

- ・運転・保守への集中、保守管理上の不備の問題解決の加速を図るため、組織を改編。
(平成26年10月1日)
- ・「もんじゅ」を支援する組織「もんじゅ運営計画・研究開発センター」を新設。

○安全な運営管理を着実に実施できるマネジメント能力の改善

◆ 保守管理体制の再構築(保守管理方法の見直し等)

- ・ 点検期限等を管理できる「保守管理業務支援システム」の開発・運用。
- ・ 劣化メカニズム等の技術根拠の整備、それに基づく保全計画の計画的見直し。

◆ プラント保全部の体制強化

- ・ 直面する保守管理上の不備の問題を解決するため、人員の増強や責任体制と管理スパンの適正化によるマネジメントを強化。

◆ 電力会社の運営管理手法の導入

- ・ 電力会社出身者を、新たに敦賀地区の安全・核セキュリティ統括担当理事として配置。
- ・ 電力会社から指導的技術者14名を新たに受け入れ、発電所運営管理手法を直接指導。
- ・ 保全計画の見直しや不適合管理において電力会社の知見を導入。

◆ メーカー・協力会社との連携強化

- ・ 複数メーカーとの連携強化等のためのタスクフォースを設置。メーカーとの契約を簡素化。
- ・ 技術的パートナーとなる協力会社の技術力強化。



保全計画の見直し作業の様子

○強力なトップマネジメントにより安全最優先の徹底

◆トップダウンとボトムアップを有機的に機能させる取組

- ・ 理事長及び所長との直接対話による、安全確保を最優先とするメッセージの浸透、安全文化に対する現場の課題についての実態の把握、理事長や所長と現場職員との相互理解の深化。
(理事長直接対話：平成25年10月以降の1年間で30回実施、計226名の職員と対話)
- ・ 直接対話を踏まえた改善を実施。

○安全最優先を徹底できる組織風土への再生

◆品質保証体制の再構築

- ・ 原子力安全管理と品質保証の経験豊富な者を担当副所長として追加配置。
- ・ 日常的に発生する不具合について、所長以下幹部で情報共有し、不適合を検討する仕組(是正処置プログラム)を導入。

◆安全文化醸成活動等の再構築

- ・ 安全文化醸成改革推進チームにより、ルールや業務の改善活動を推進。
 - 約30チームの小集団による具体的改善活動を展開。優秀活動を表彰。
 - 意識調査の結果、コンプライアンスやコミュニケーションに係る意識が改善。



小集団活動の表彰

○高い技術力の育成、モチベーションの高揚

◆ 教育制度の再構築とモチベーション高揚活動

- ・ 各職員に要求される技術的能力を明確化。計画的に技術者能力を向上。
 - 保守員育成計画を作成・運用。技術認定制度を整備中。
 - 運転担当者の重要OJT項目を体系化し、当直長が技術力を認定。
- ・ 「もんじゅ」の政策上の位置付けに関する勉強会。シニア技術者による講習会等。

◆ 人事評価制度の見直し

- ・ 地道に現場の安全確保に従事する者について適切な評価がなされるよう人事評価制度の運用を見直し。
- ・ 優秀な若手人材を抜擢登用できるよう制度に見直し。

◆ 電力事業者の原子力発電所に、機構職員を派遣（発電所運営管理手法等の学習）

- ・ 5名派遣中（北海道電力・泊、九州電力・玄海、関西電力・大飯、東北電力・女川、東京電力・柏崎刈羽）

◆ マイプラント意識の定着

- ・ 業務に対する使命感とモチベーションを高める活動として、勉強会、意見交換会を計画的に実施。
 - この結果、自主的なあいさつ運動によるコミュニケーション向上や自主的な清掃活動が実施されるなど、マイプラント意識が定着しつつあり、職員の中に改革・改善の意識が芽生えた。

【参考資料】 各国における高速炉開発の状況

①エネルギーセキュリティの観点から増殖を志向

ロシア

- 原型炉(BN-600:60万kWe)運転中。
⇒豊富な運転経験(1980年運転開始)
- 商用炉から増殖の計画。

原型炉運転中

2014年6月
実証炉
(BN-800:88万kWe)
初臨界

2025年
商用炉
運転開始予定

BN-800外観
2014年6月現在



中国

- 原型炉は、ロシア原型炉により代替し、
実証炉(CFR-600:60万kWe)を建設予定。
- 実証炉から増殖の計画。

2010年7月
実験炉
(CEFR:2.3万kWe)
臨界

2011年7月
発電

2025年頃
実証炉
(CFR-600:60万kWe)
運転開始予定

2030年頃
商用炉
導入予定

インド

- 発電機能を有する実験炉(FBTR:
1.3万kWe(1985年～))を運転中。
- 原型炉から増殖の計画。

実験炉運転中

2015年
原型炉
(PFBR:50万kWe)
臨界予定

2025年頃
実証炉・商用炉
(CFBR:50万kWe)
複数建設予定



PFBR外観
2013年4月現在

②増殖技術を習得した上で廃棄物対策中心

フランス

- 原型炉(フェニクス:26万kWe(1973年～2010年))及び
実証炉(スーパーフェニクス:124万kWe(1985年～1998年))
の運転経験があり、増殖性は確認済み。
- 現在は、放射性廃棄物対策を主眼に開発(ASTRID:60万kWe)。

現在稼働中の炉なし

2025年頃
実証炉
(ASTRID:60万kWe)
運転開始を目標

2040年代
商用炉
導入予定

アメリカ

- 実験炉(EBR-II:2万kWe(1964年～1998年))やFermi炉:6万kWe(1963年～1975年)などの運転経験があり、1977年政権交代において、核不拡散政策の変更により高速炉計画を改め、商業化を延期。
- ただし、現在は、技術維持の観点から、国際協力により、放射性廃棄物対策を主眼とした研究開発を実施中。

※イギリスは、実験炉・原型炉の運転経験あり。一方で、北海油田の発見もあり、高速炉計画中止。

ドイツは、実験炉の運転経験あり。一方、原型炉は建設中に政策議論や財政難のため中止。

※炉型については、日本が耐震性に優れたループ型、その他の国はプール型を採用。

GACIDプロジェクト

GACID: *Global Actinide Cycle International Demonstration*

高速増殖炉の実用炉燃料として有力なマイナーアクチニド(MA)含有燃料を、「もんじゅ」及び「常陽」を利用して実証。

- 高速炉(常陽・もんじゅ)で燃焼させることによりMA全量リサイクルの可能性を実証
- 3ステップで段階的に実施

GACID全体スケジュール

ステップ-1

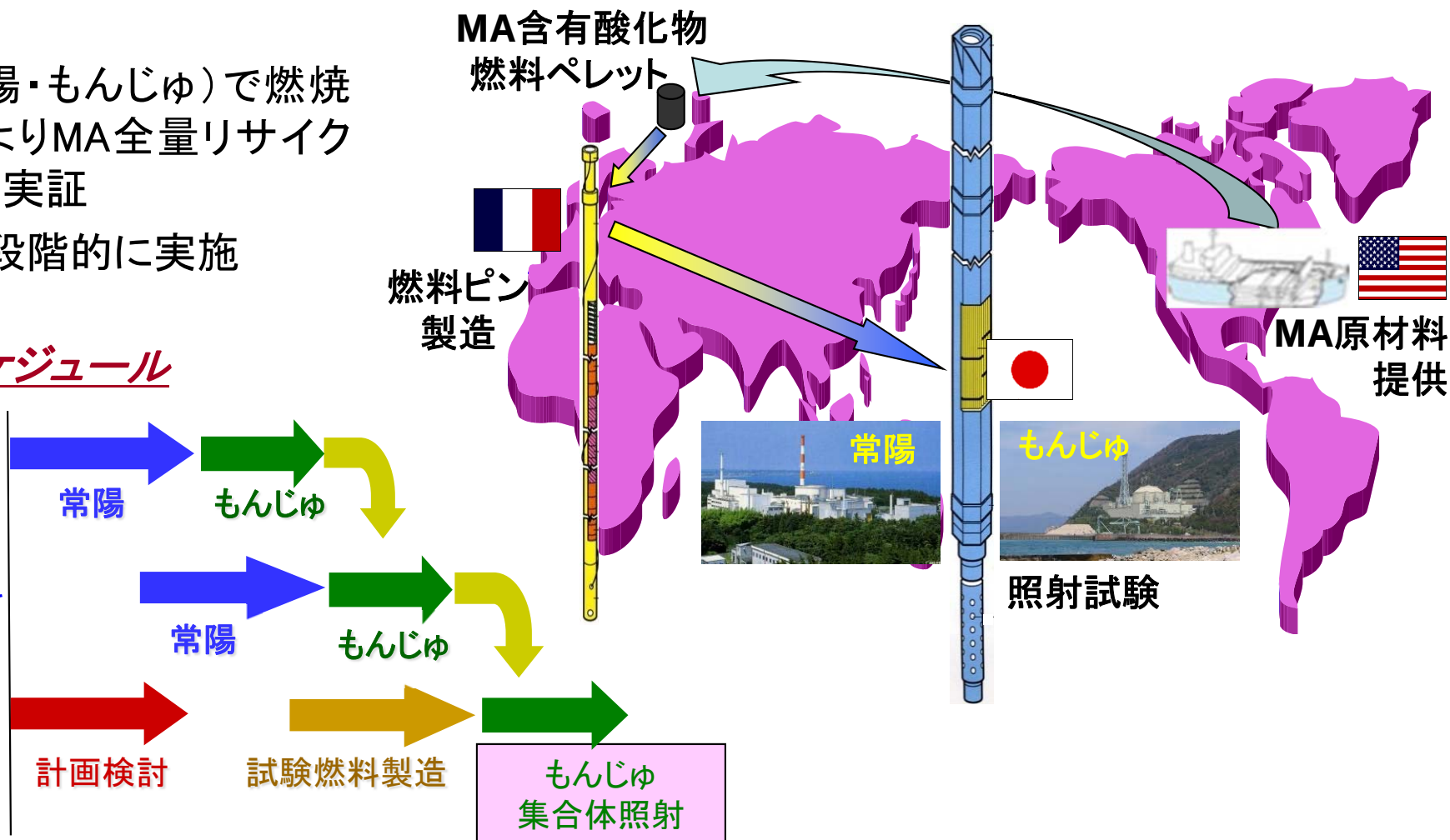
Np/Am含有燃料のピン照射

ステップ-2

Np/Am/Cm含有燃料のピン照射

ステップ-3

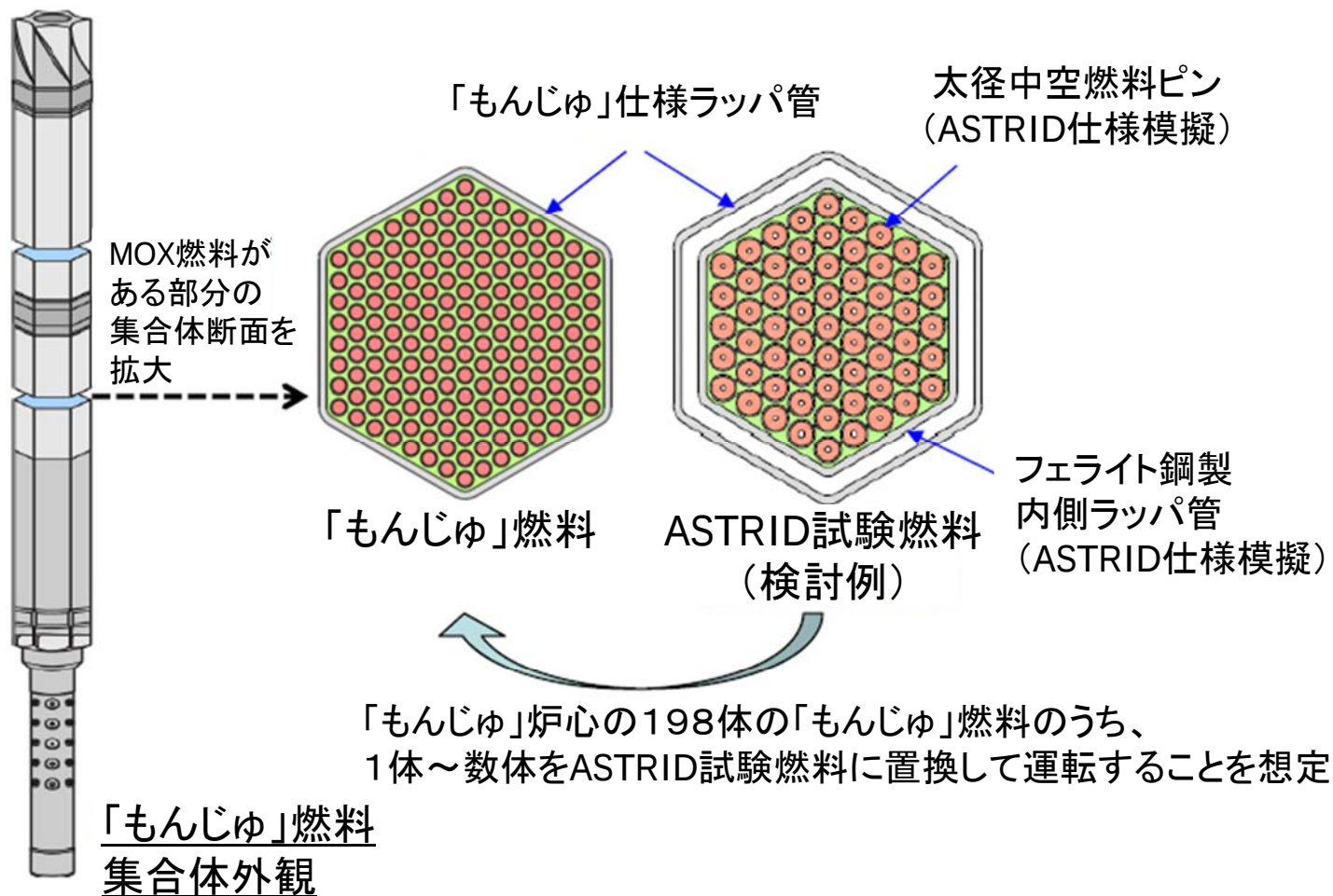
Np/Am/Cm含有燃料の集合体照射



仏国とのASTRID実施取決めの下での協力

ASTRID: *Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration*

日仏政府機関間及び実施機関間で締結した取決めの下、「もんじゅ」を用いて将来実施可能な試験について、施設運転計画に基づいて共同で計画を立案中。



照射試験



高速増殖原型炉「もんじゅ」(敦賀)

照射後試験 (PIE)



照射燃料集合体試験施設(大洗)

「もんじゅ」を利用したASTRID燃料照射試験の検討例

【参考資料】 敷地内破砕帯の追加調査

- 東北地方太平洋沖地震(平成23年3月)を踏まえた原子力安全保安院指示(平成24年8月)に基づき、もんじゅ敷地内破砕帯に関する追加調査を実施
- 追加調査結果の報告書を原子力規制委員会に提出(平成25年4月30日)
 - 敷地内破砕帯には活動的であることを示す痕跡は認められない
 - 白木-丹生断層に引きずられて敷地内破砕帯が動くこともないと評価



- 原子力規制委員会: 有識者会合及び現地調査に基づき更なる追加調査の指示(平成25年9月25日)
- 追加調査結果の報告書を原子力規制委員会に提出(平成26年3月28日)
 - 追加の調査結果でも敷地内破砕帯には活動的であることを示す痕跡は認められない
 - 陸域及び海域の調査から、白木-丹生断層以外に活断層に関連する構造は認められない



- 原子力規制委員会による報告内容の精査(有識者会合の開催)



もんじゅ敷地内破砕帯

最も新しい破砕帯でも、地下深部で形成された古い時代の地質構造と推定される

高レベル放射性廃棄物の 減容化・有害度低減への挑戦

平成26年11月27日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

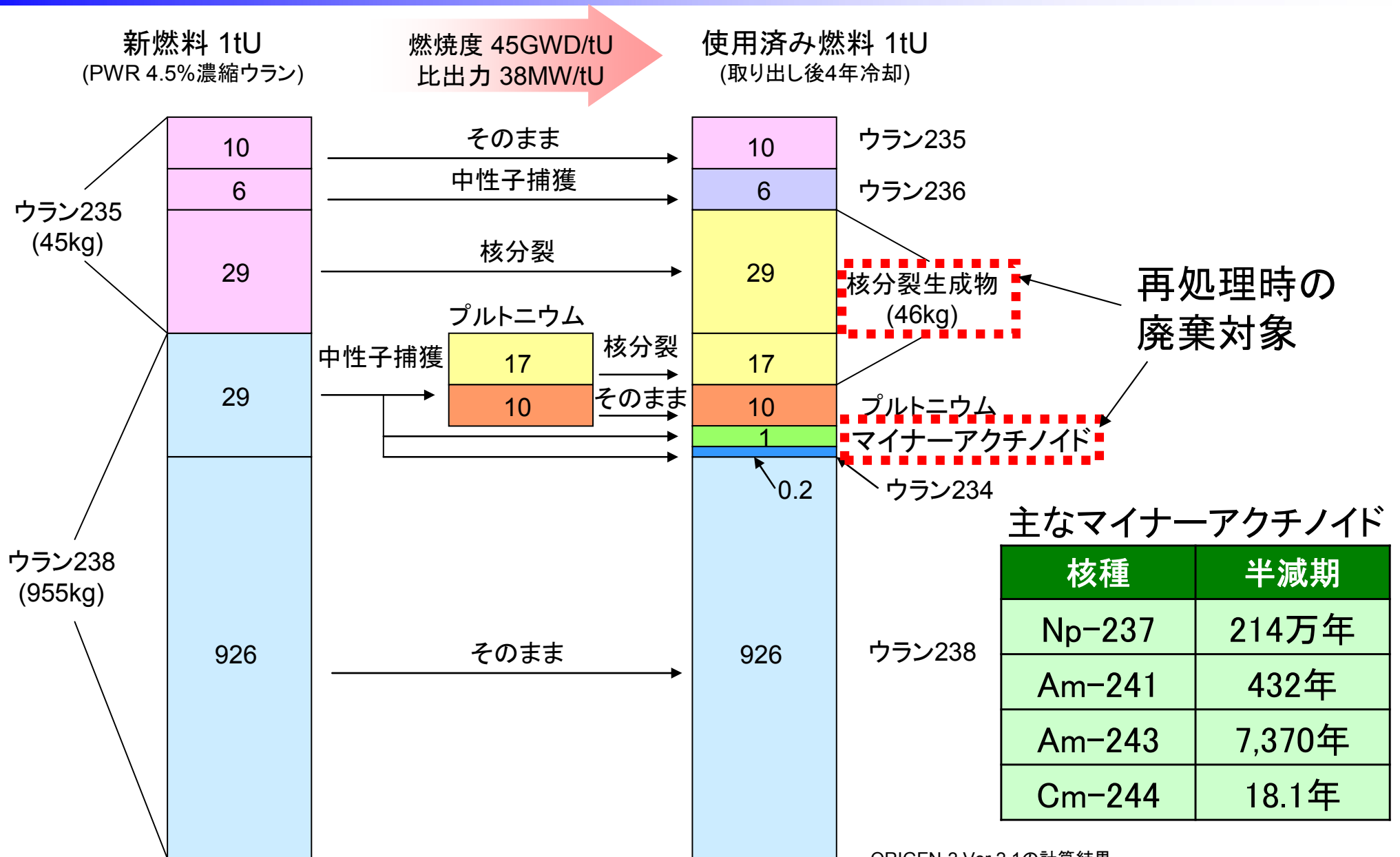
戦略企画室 次長

大井川 宏之

背 景

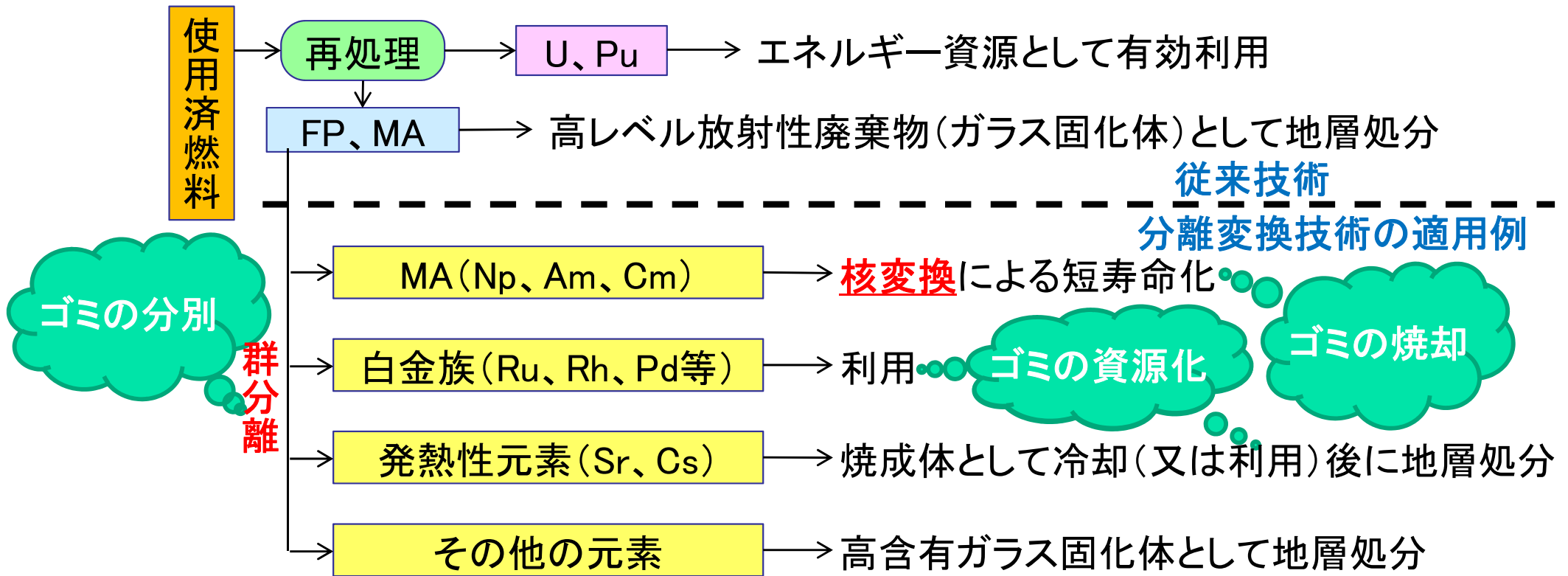
- 原子力を利用する上で、放射性廃棄物の処理処分の負担軽減が課題
 - 100万キロワット級の原子力発電所からは毎年約20トンの使用済燃料が発生
 - 我が国は大量の使用済燃料を保管(約17,000トン)
 - ◎ 原子力機構では、廃棄物処分の負担軽減を目指し、核燃料サイクルの研究開発とともに、「分離変換技術」の研究開発を進めてきた
- 
- 昨年9月、文部科学省は「もんじゅ研究計画」を取りまとめ、廃棄物の減容・有害度低減等を目指した研究開発を「もんじゅ」の3つの役割の一つとした
 - 昨年11月、文部科学省は「群分離・核変換技術評価作業部会」において、加速器駆動システムを中心とした研究開発について推進の方向性を示した
 - 本年4月に閣議決定された「エネルギー基本計画」では、「高速炉や、加速器を用いた核種変換など、放射性廃棄物中に長期に残留する放射線量を少なくし、放射性廃棄物の処理・処分の安全性を高める技術等の開発を国際的なネットワークを活用しつつ推進する」などの方向性が示された

軽水炉内でのウラン燃料の転換



ORIGEN-2 Ver.2.1の計算結果。
棒グラフ中の数字の単位はkg。
(四捨五入の関係で合計があわない場合がある)

分離変換技術 (Partitioning & Transmutation)

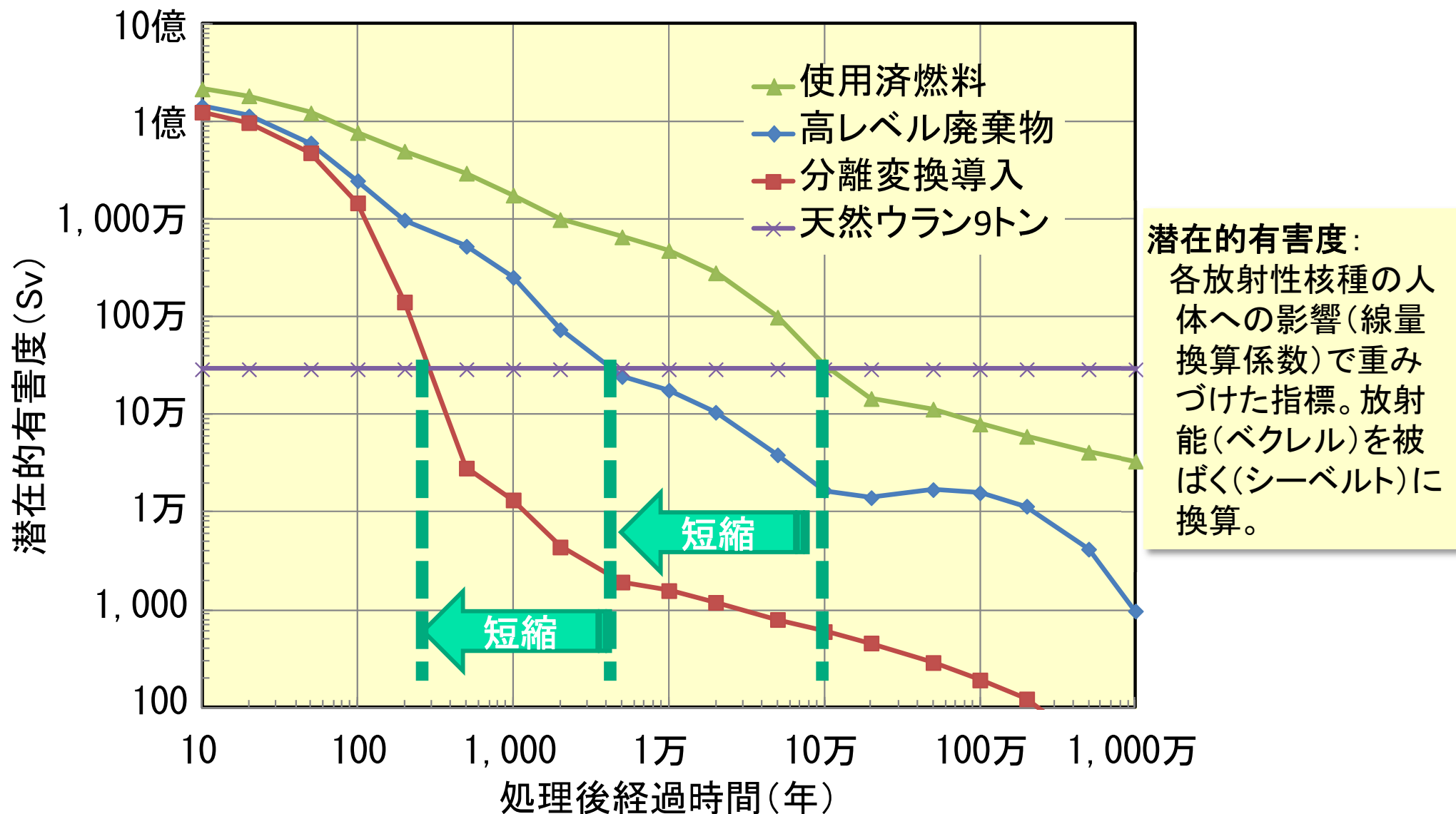


MA: マイナーアクチノイド
FP: 核分裂生成物

目標

- ・ 長期リスクの低減:
廃棄物の潜在的有害度の総量を大幅に低減
- ・ 処分場のコンパクト化:
発熱の大きい核種を除去
- ・ 放射性廃棄物の一部資源化:
希少元素の利用(白金族、希土類など)

使用済燃料の潜在的有害度の減衰



群分離プロセスの研究開発

● MA分離回収

- **MA+RE分離**: **TDdDGA抽出剤**によるプロセスを開発中。模擬廃液中のAmの99.99%以上回収に成功
- **MA/RE分離**: 新規抽出剤の開発を進め、高い分離性能を有する数種の候補抽出剤を見出した

● Sr-Cs、その他

- 抽出クロマトグラフ法の小規模実液試験等を実施



NUCEF/BECKY
空気雰囲気セル



NUCEF/BECKY
空気雰囲気グローブボックス

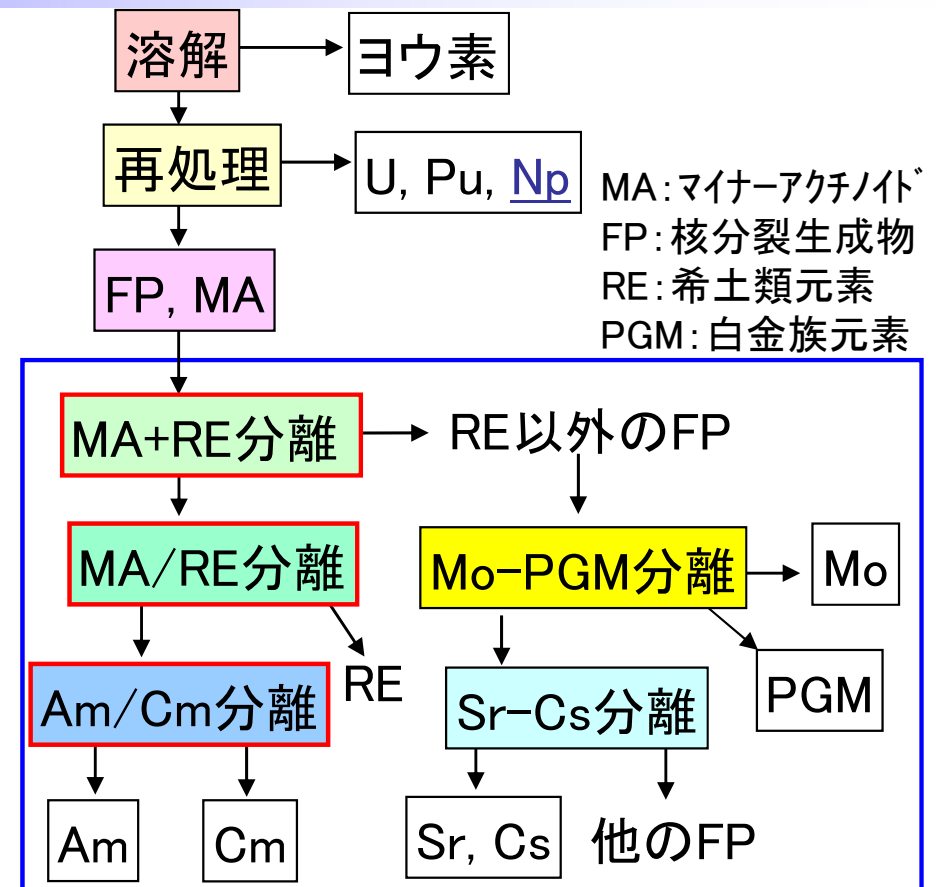
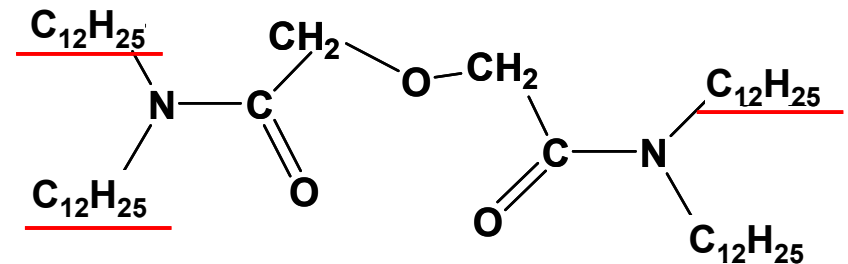


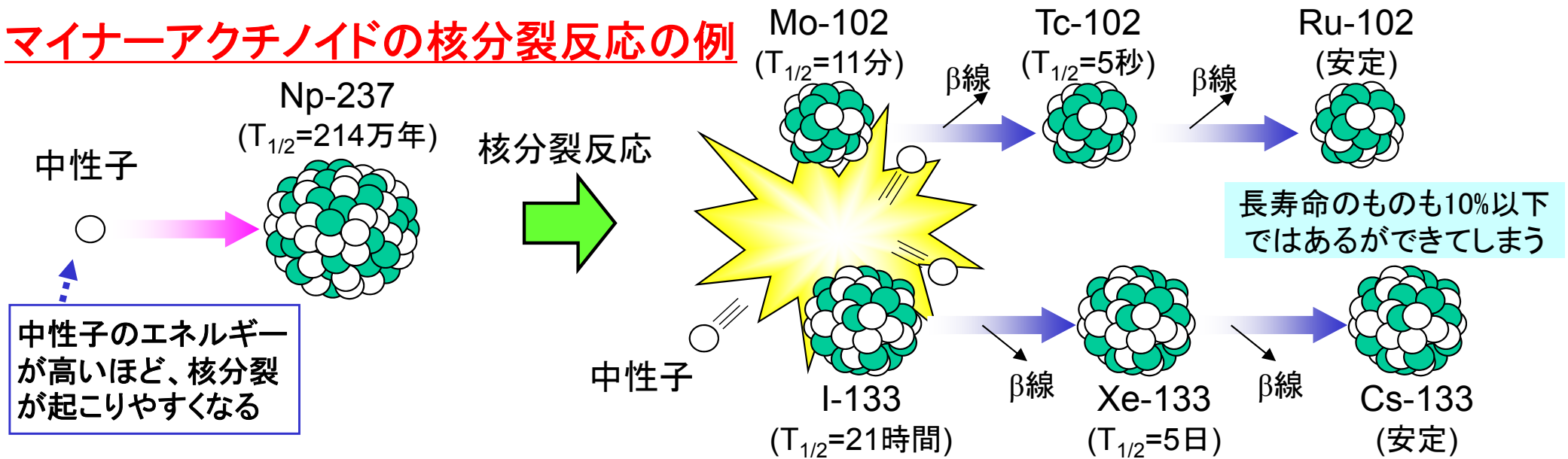
図 分離プロセスの一例



TDdDGA : テトラデシルジグリコールアミド
(ドデシルDGA)

核変換の方法

マイナーアクチノイドの核分裂反応の例



- ・原子核に入り込みやすい中性子を使うのが有効
- ・マイナーアクチノイドは高速中性子で核分裂させるのが効率的
- ・高速中性子の供給方法：
 - 高速炉 → 高速炉サイクル利用型
 - 加速器 → 核変換専用サイクル型(階層型)

高速炉サイクル利用型と 核変換専用サイクル型(階層型)

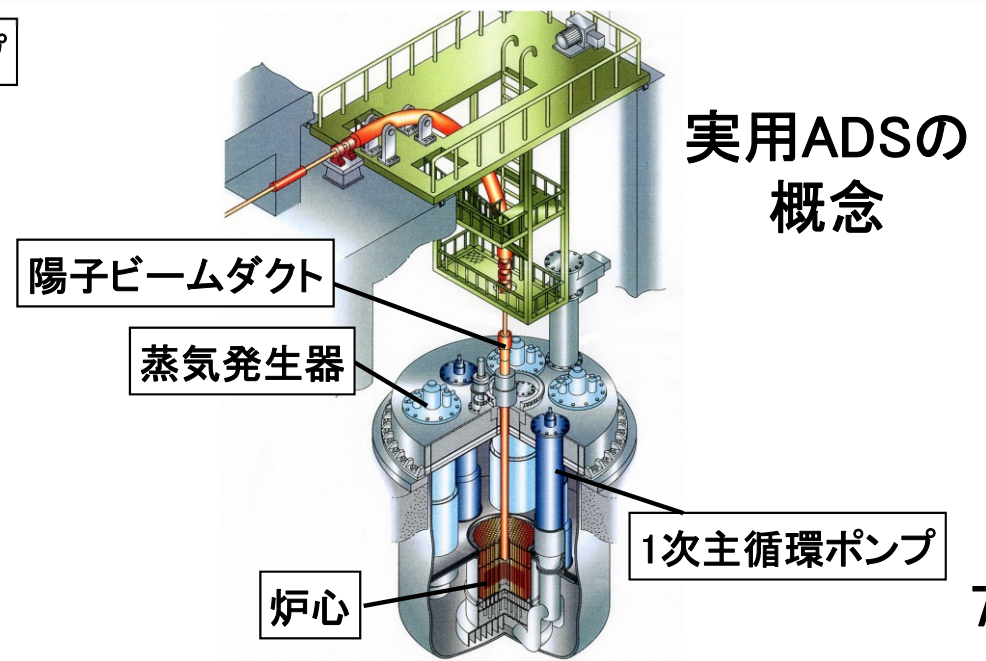
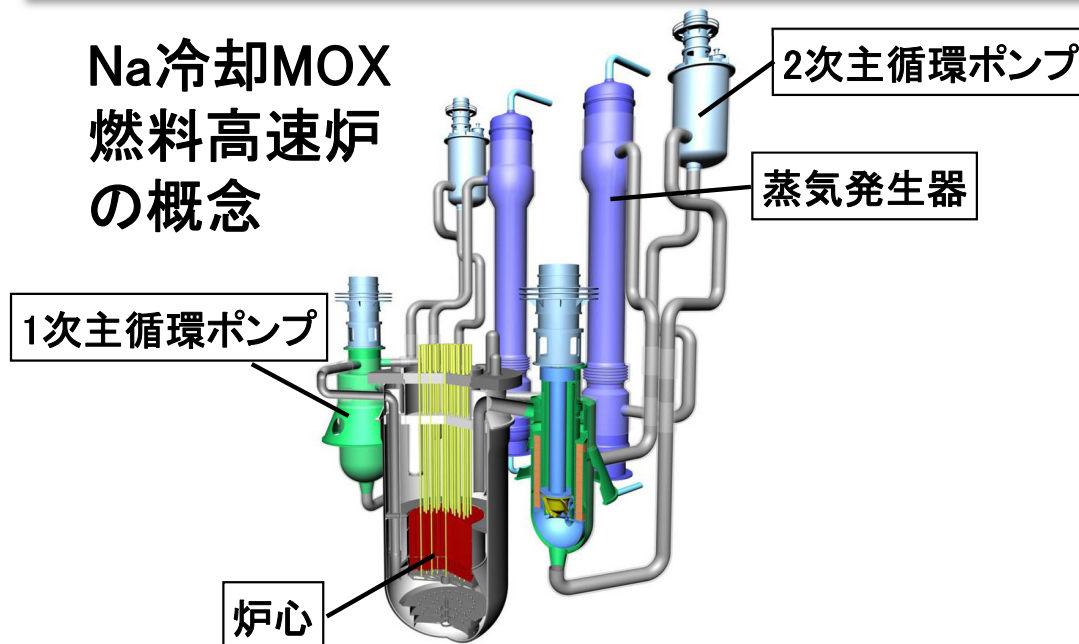
高速炉サイクル利用型

- ・発電炉を用いた分離変換技術
- ・ひとつのサイクル内でPuと共にMAをリサイクル
- ・発電炉(高速炉)内でMAを核変換
- ・燃料のMA含有量は5%まで
- ・Na冷却MOX燃料高速炉が有力候補

核変換専用サイクル型(階層型)

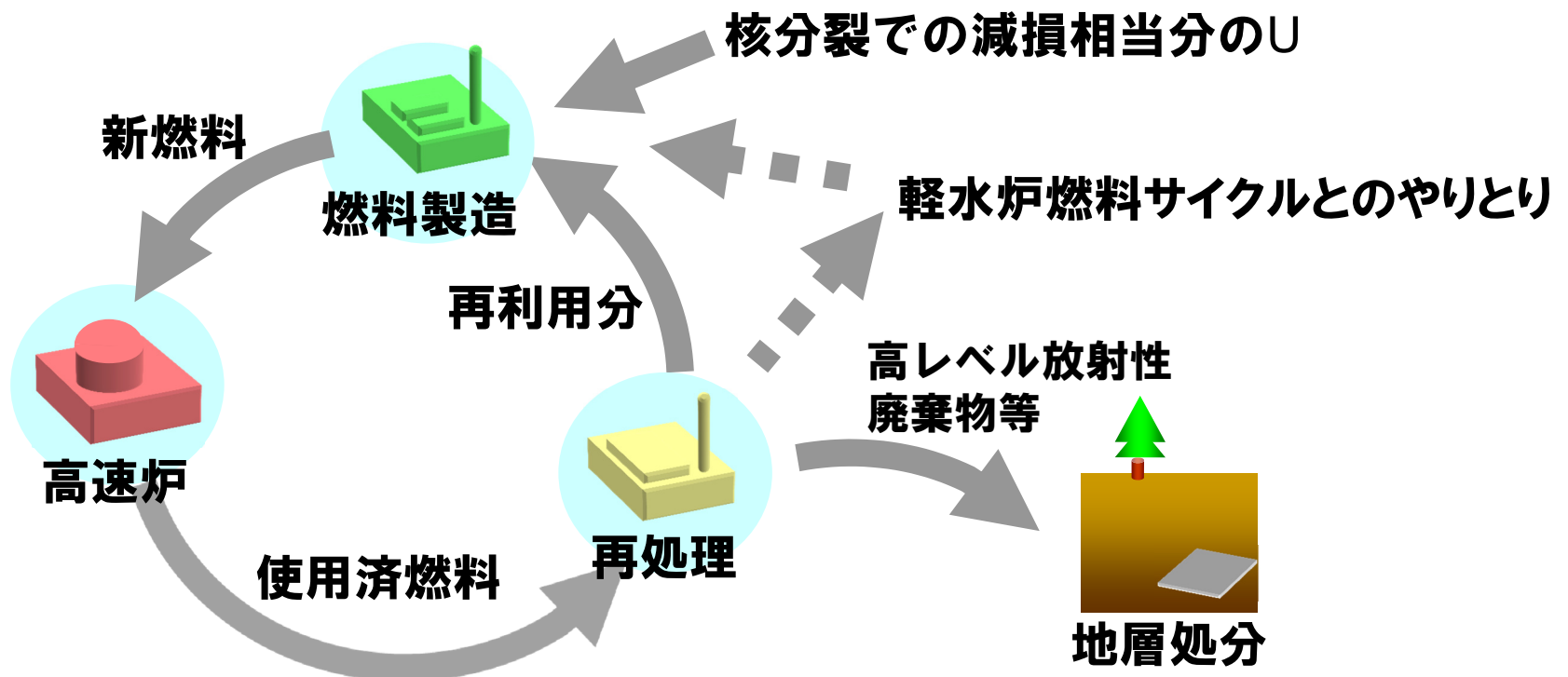
- ・発電用サイクルに核変換サイクルを付設
- ・コンパクトなサイクルにMAを閉じ込める
- ・核変換専用システム(加速器駆動システム: ADS 等)
- ・燃料のMA含有量は50%以上(ウランを含まない燃料)
- ・鉛合金冷却窒化物燃料ADSが有力候補

2つの方法は共通部分が多く、それぞれに特徴を持つことから、並行・連携して研究開発を推進



高速炉サイクル利用型の特徴

- エネルギー生産とウラン資源の有効利用を達成しながら、MAを核変換し、放射性廃棄物に含まれるPu、MAを最小化
 - 炉心の変更により、MAを核変換しながら、Puの増殖にも、Puの燃焼にも利用可能
- 社会ニーズに応じて役割を変えられる(Pu増殖、持続、TRU管理)



社会ニーズに応じた 高速炉サイクルの役割

代表例	Puの外部への供給	自己で再利用	投入	意義、ねらい
Pu増殖モード	Pu増加分 (発電規模増加に利用)	U減損、Pu装荷分、MA	U減損分	Puストックなしで 高速炉発電規模を拡大 (高速増殖炉開発当初)
持続モード	なし	U減損 PuとMAは不変	U減損分	将来の持続的エネルギー源 U資源を最大利用 (エネルギー基本計画)
TRU管理モード	なし	U、Pu、MA減少	U、Pu、 MA減少分	軽水炉サイクルの TRU量調整・廃棄物低減 (エネルギー基本計画)

注) 表中示したサイクルのモード概念は代表例

高速炉サイクル利用型で確認すべき事項

燃料開発及び照射試験:

- ・MA含有MOX燃料、高Pu富化度MOX燃料等の系統的な照射試験



常陽

炉特性・炉システム:

- ・高速炉プラント技術の成立性確認
- ・MA含有炉心の特性取得



もんじゅ



FMFR



AGR

燃料製造:

- ・遠隔製造技術の開発
- ・対応可能な燃料組成範囲の判断



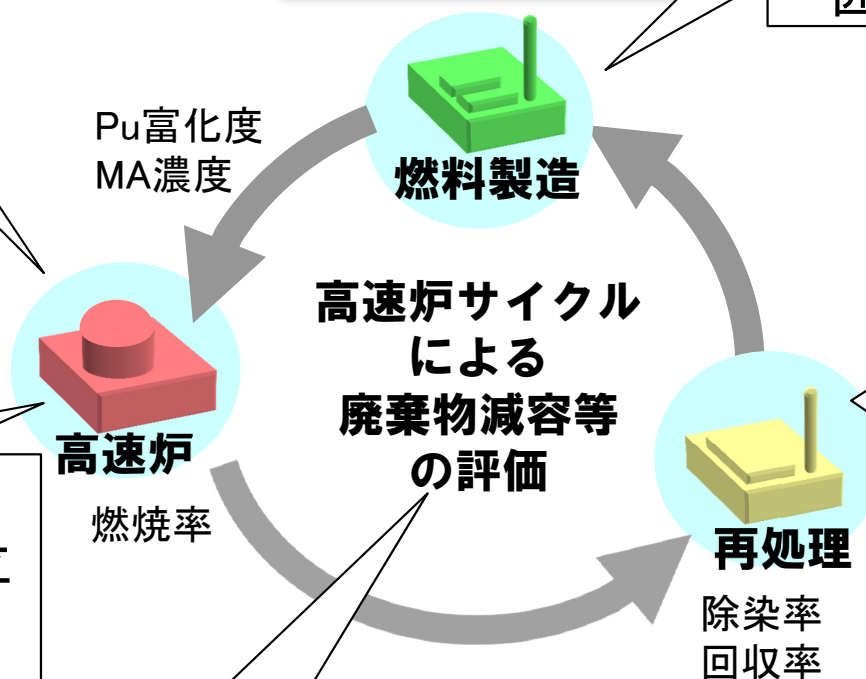
Pu-3

再処理:

- ・MA分離プロセスの開発と性能評価
- ・実現可能なプロセス概念の構築



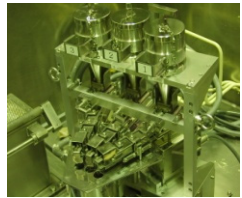
CPF



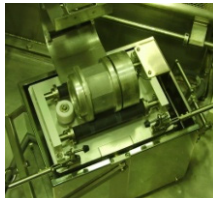
全体システム評価:

- ・各分野の情報の統合と有望なシステム概念の絞り込み
- ・廃棄物減容化・有害度低減の効果の確認

①燃料製造技術 (遠隔燃料製造に向けた開発)



粉末供給装置(秤量機)



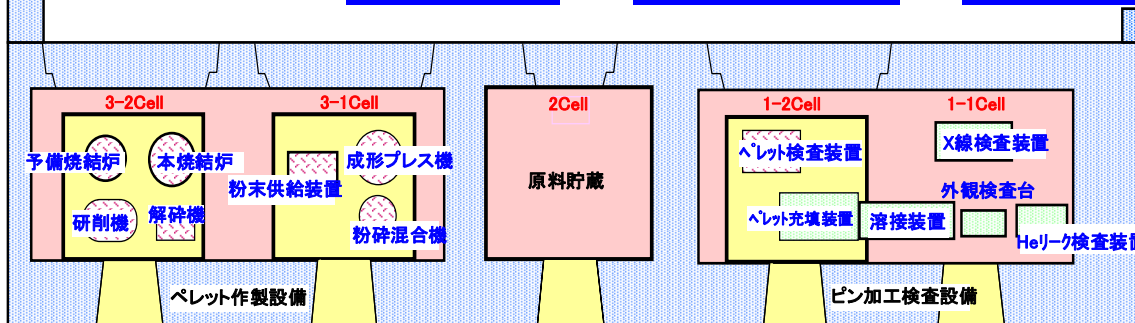
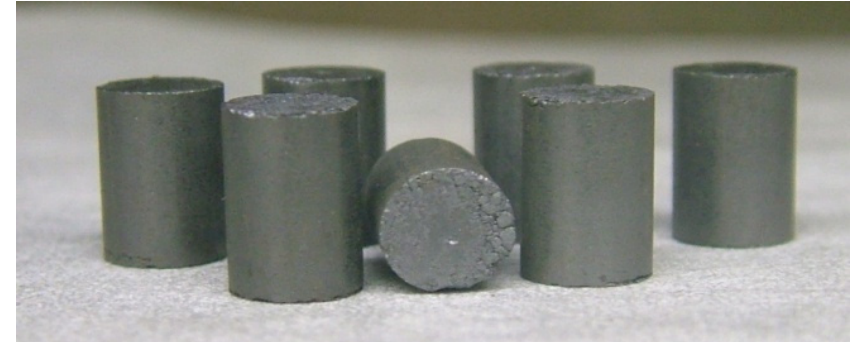
回転揺動混合機



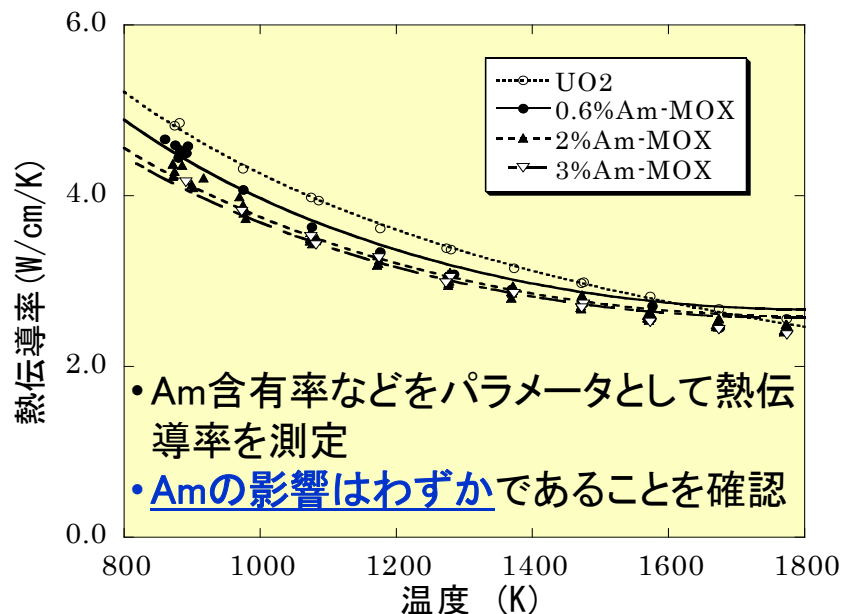
成形プレス機



本焼結炉



- ・ホットセルにおいてAm-MOX燃料ペレット製造設備、ピン加工検査設備を導入
- ・遠隔での操作性・保守性を考慮
- ・常陽で照射した試験燃料ピン(5%Am-MOX)を遠隔製造



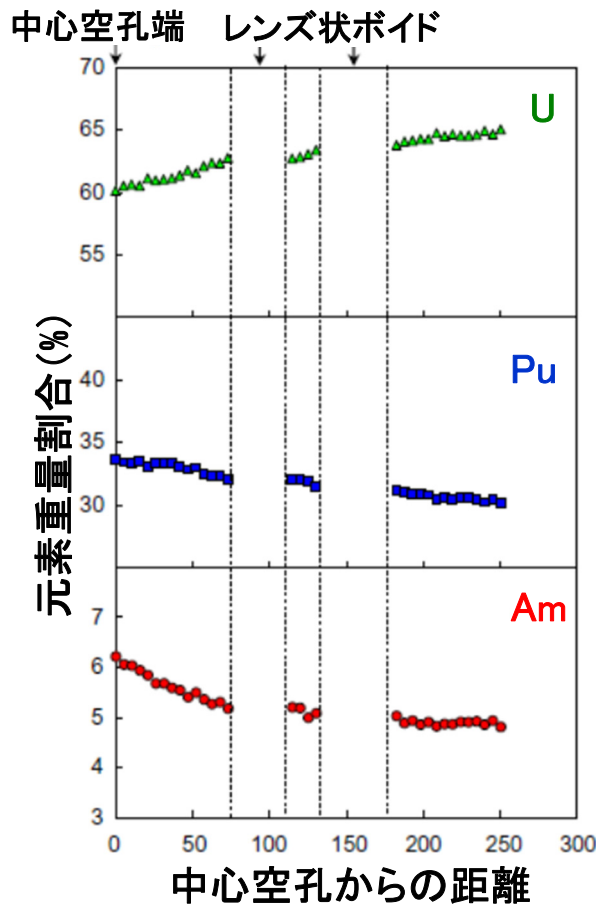
熱伝導率測定結果

今後のMA-MOX燃料製造技術開発

- 製造プロセスの基礎試験(O/M調整技術等)及び融点、熱伝導度等の燃料の基礎物性研究
- 高線量、高発熱となるMA燃料の遠隔燃料製造に適した製造プロセス(簡素化ペレット法:燃料粉末取扱い工程の大幅合理化プロセス)の開発
- 燃料製造自動化設備の改良高度化

②燃料開発及び照射試験 (Am含有MOX燃料の照射試験)

- Amを最大5%含有するMOX燃料の「**常陽**」短期照射試験により、**燃焼初期の燃料挙動に対するAm含有効果は小さい**ことを確認
- 今後、**燃焼度、線出力等のデータ範囲を拡張**するとともに、「**もんじゅ**」での**実規模照射**を実施予定



短時間照射試験後の中心空孔部周辺の
元素濃度分布 (5%Am、10分間照射)

10分間照射
(43kW/m)

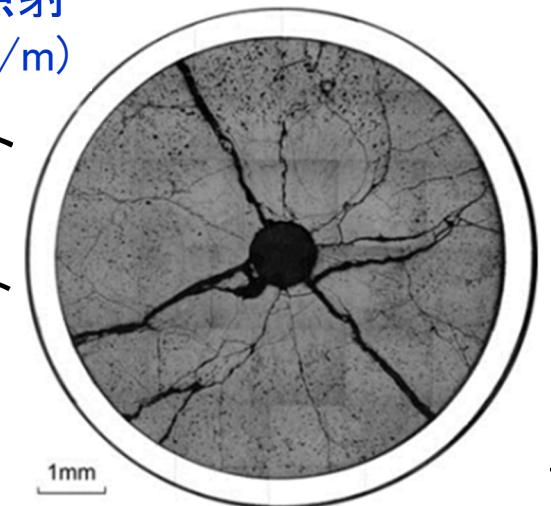
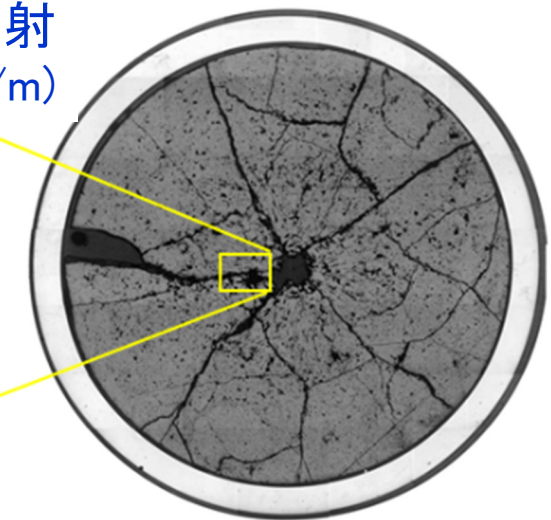


(レンズ状ボイド)

24時間照射
(45kW/m)

短時間照射試験のペレット
横断面の金相写真

照射が進むにつれ、ペレット
の組織変化が進行し、中心
空孔が拡大

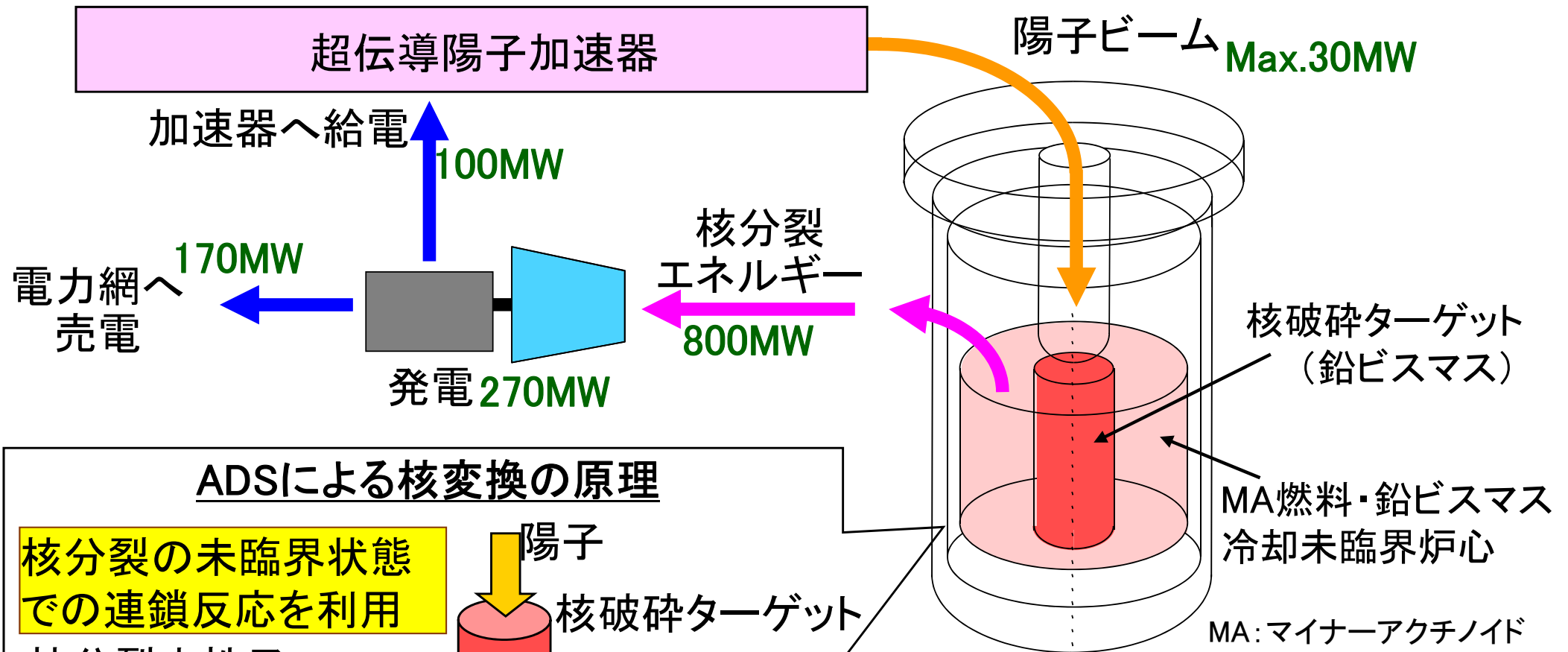


高速炉を用いた核変換技術の 今後の取組

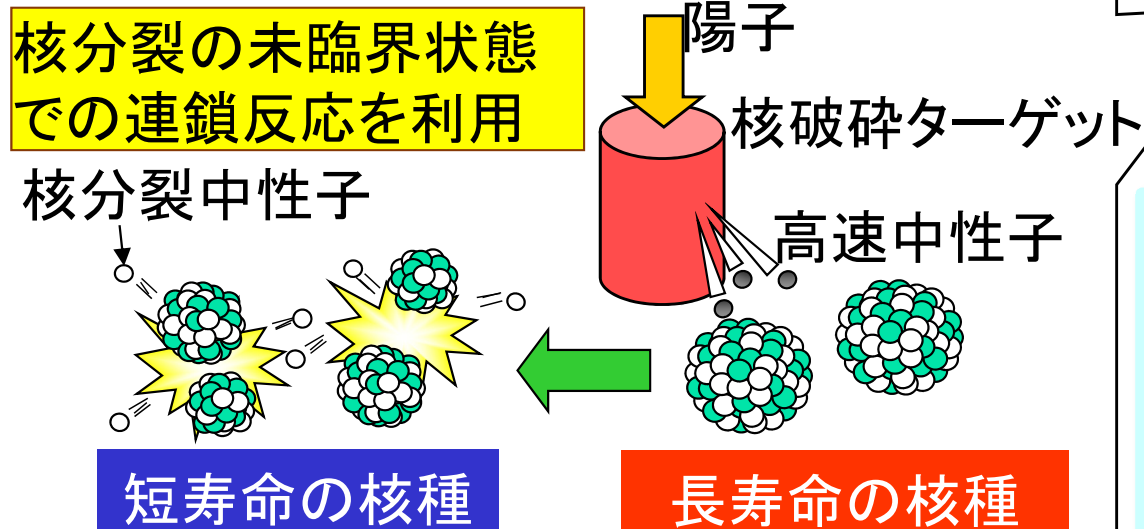
- 「もんじゅ研究計画」の高速増殖炉開発の成果の取りまとめにより、Na冷却MOX燃料(原子炉級Pu)高速炉の技術成立性を確認
- 「もんじゅ研究計画」の廃棄物減容・有害度低減研究として、Amを多く含むMOX炉心のデータを「もんじゅ」で取得
- 高次化PuやAm及びNpの均質サイクルに関する燃料製造、照射、照射後試験、再処理試験を実規模を見通せるレベルで実施
- 使用済燃料からのMA(Cmを含む)について、分離・回収転換、燃料製造、照射、照射後試験までの一連の試験を行うことにより、サイクル施設での物質収支等の知見を得る取り組みを既存施設を用いて進める
- 「もんじゅ」等での照射試験、その試験燃料の製造、原料物質調達、照射後試験等を国際協力として実施

加速器駆動核変換システム

ADS: Accelerator Driven System



ADSによる核変換の原理

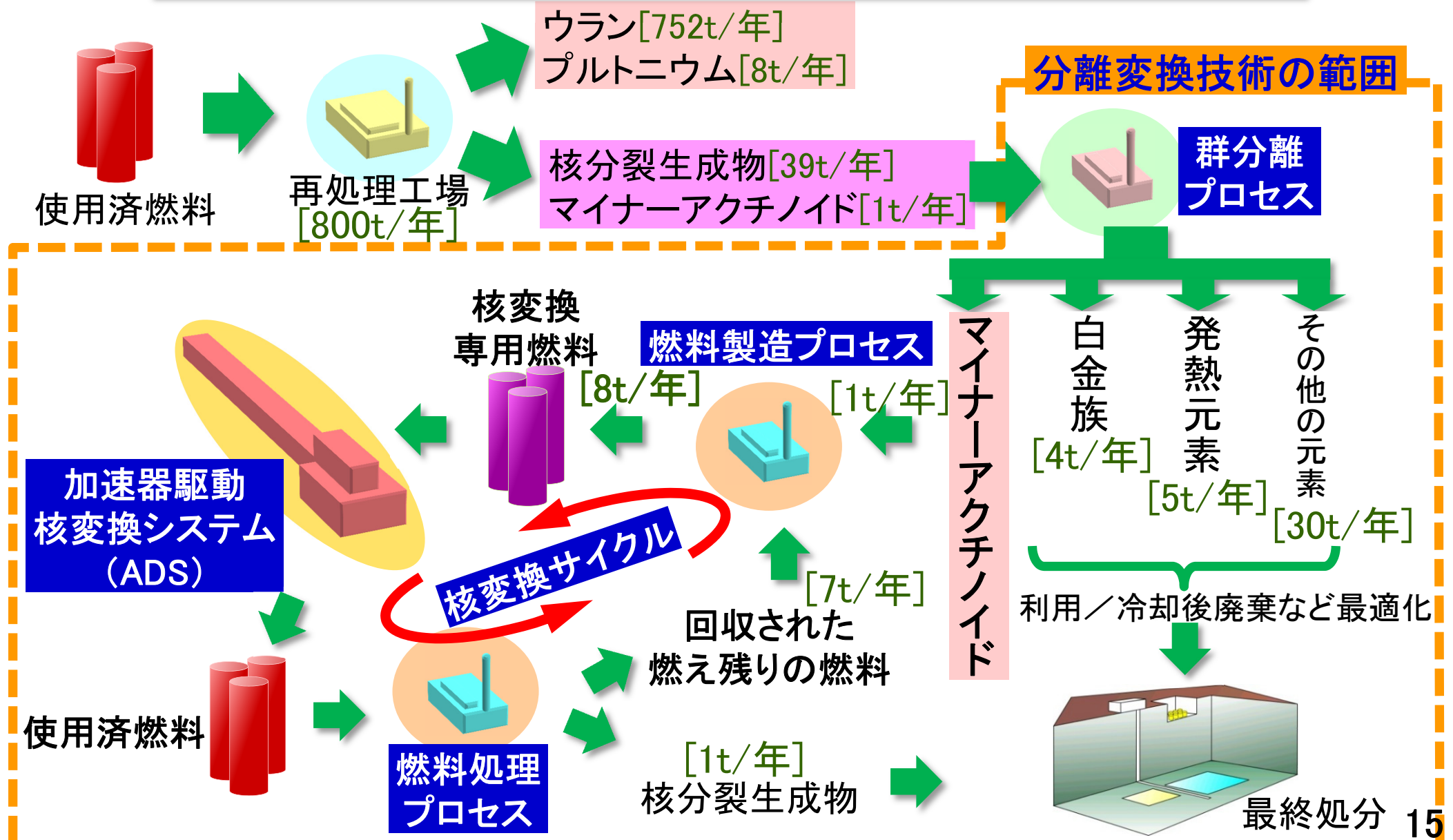


ADSの特徴:

- ・加速器を止めれば連鎖反応は停止
→ 核反応の暴走の心配が無い
- ・MA濃度の高い燃料が使用可能
→ 1基で軽水炉10基分のMAを核変換
- ・鉛ビスマスは化学的に不活性。

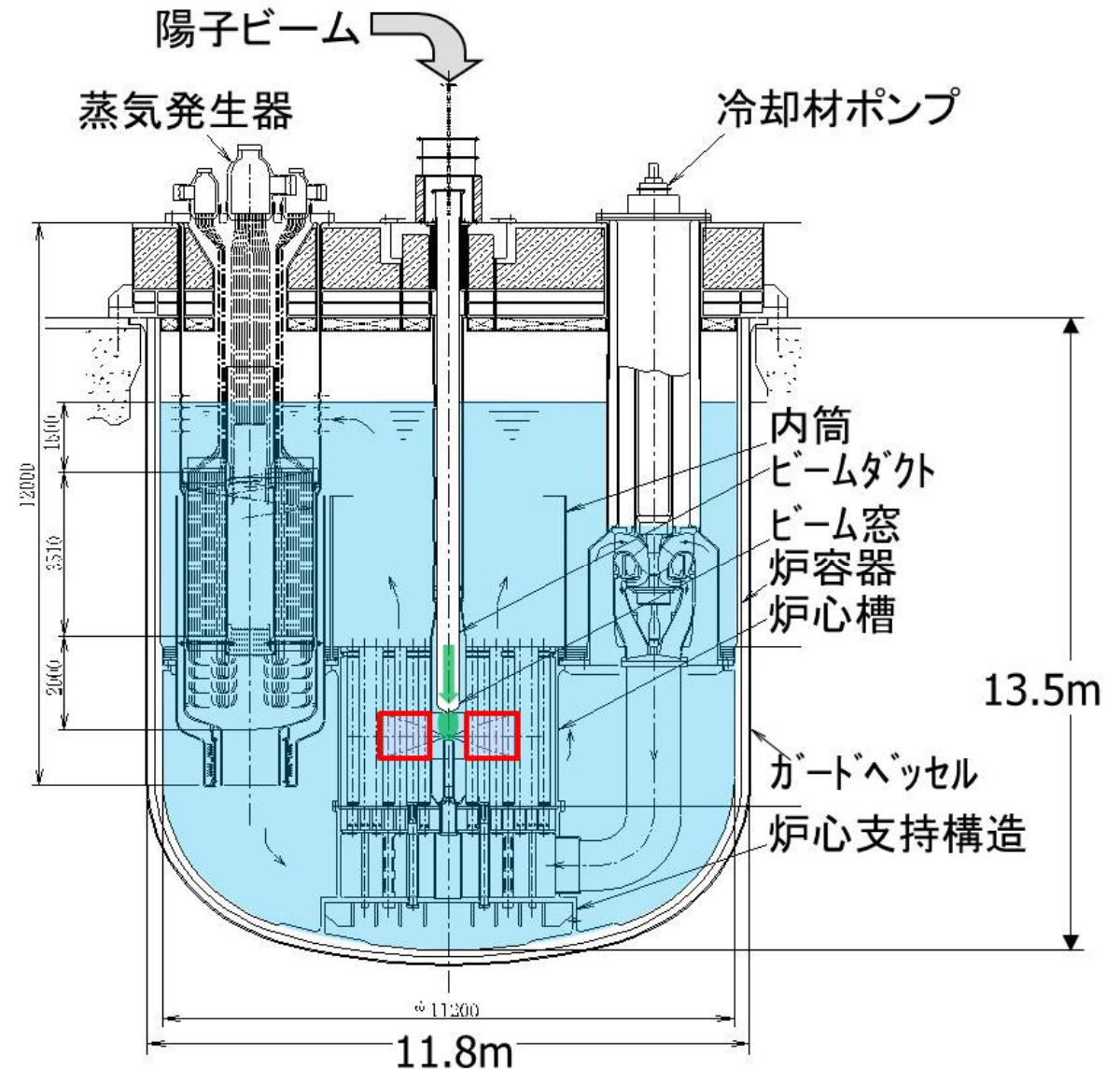
ADSを中心とした階層型分離変換技術

特徴: コンパクトな燃料サイクルにMAを閉じ込めて効率よく核変換



ADSの概略仕様

- ・ 陽子ビーム : 1.5GeV
- ・ 核破砕ターゲット : 鉛ビスマス
- ・ 冷却材 : 鉛ビスマス
入り口 : 300°C、出口 : 407°C
- ・ 最大 $k_{\text{eff}} = 0.97$
- ・ 熱出力 : 800MWt
- ・ MA初期装荷量 : 2.5t
- ・ 燃料組成 :
(MA + Pu)N + ZrN
- ・ 核変換効率 :
10%MA / 年
- ・ 燃料交換法 : 600EFPD, 1 バッチ
- ・ 主循環ポンプ : 2基
- ・ 蒸気発生器 : 4基
- ・ 崩壊熱除去計 : 3系統



①ADSの研究開発

・FBR技術を応用しつつ、多岐にわたる研究開発が必要

鉛ビスマス技術

- ・FBR開発で培った液体金属技術(可視化、計測、純度管理等)を応用



ビーム窓模擬ループのオーバーフロー部の流況

超伝導加速器技術

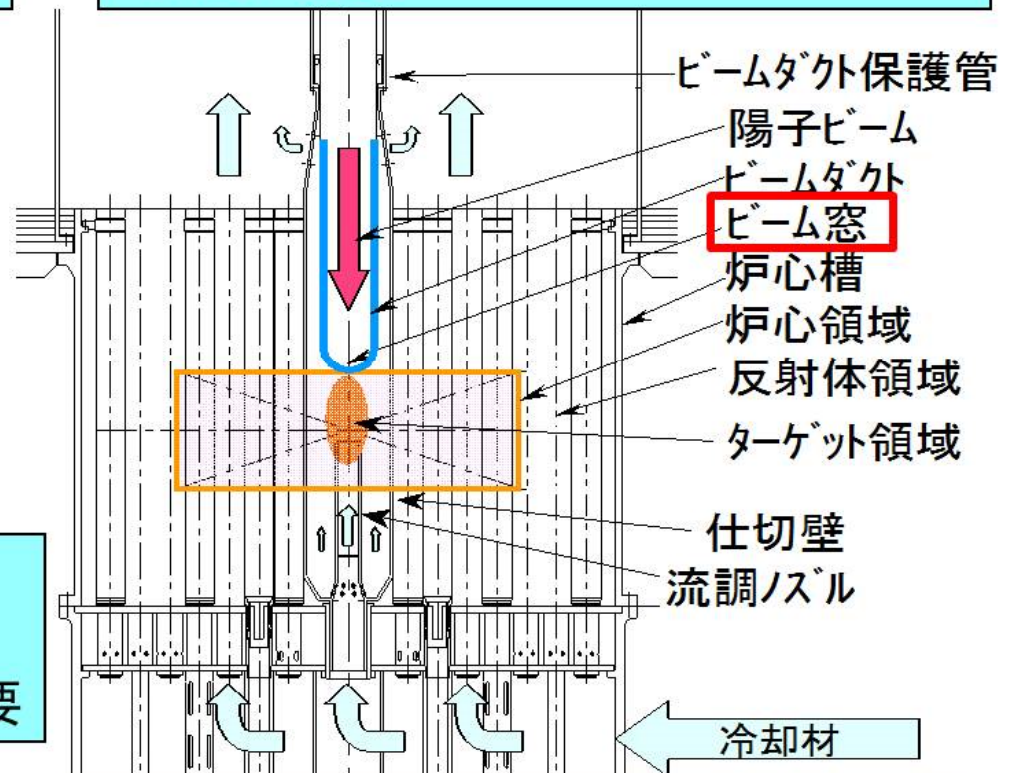
- ・高い加速電界達成を確認
- ・大強度で信頼性の高い加速器の開発が必要



ニオブ製の超伝導空洞

ビーム窓

- ・陽子・中性子で照射されるので寿命の評価が必要



未臨界炉

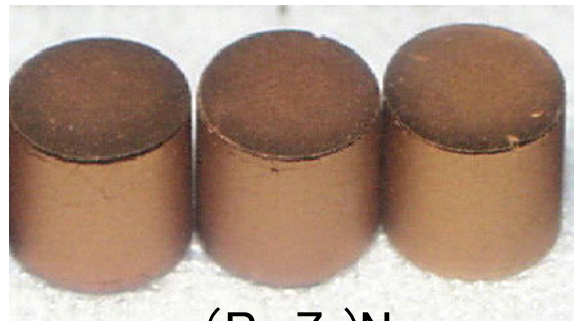
- ・運転制御の経験蓄積が必要
- ・MAや鉛の核データの検証が必要

②ADS用の核変換サイクルの研究開発

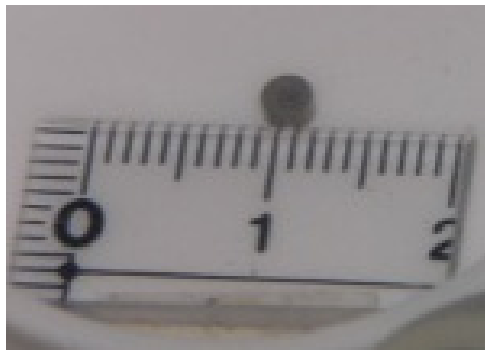
・ADS用の燃料として、MAの安定性と熱伝導度に優れる**窒化物**を中心に研究を実施

MA含有燃料の製造・物性測定

・(MA,Pu,Zr)N等の実験室規模での調製に成功し、熱伝導率を温度・ZrN含有率をパラメータに測定



(Pu,Zr)N



(Pu_{0.21}Am_{0.21}Zr_{0.58})N

燃料製造



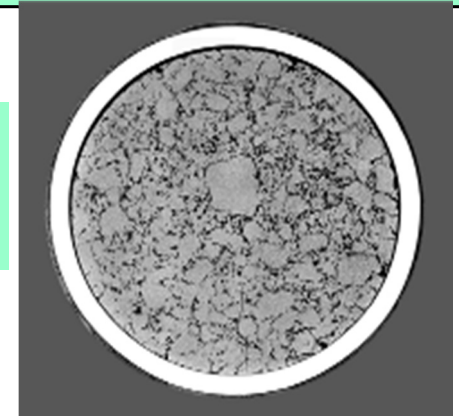
燃料サイクルの課題

・総合的な**燃料設計クラ**
イテリアの選定
・工学的な技術の開発

MA含有燃料の照射挙動評価

・(Pu,Zr)N等をJMTRや常陽で照射

照射挙動



JMTR照射後(Pu,Zr)Nの断面写真

燃料処理



使用済燃料の高温化学処理

・窒化物の電解⇒回収⇒再窒化⇒焼結に成功



電解後の液体Cd陰極



再窒化回収粉末



(U,Pu)N焼結ペレット



NUCEF/BECKY
TRU-HITEC (Ar雰囲気セル)

大強度陽子加速器プロジェクト J-PARC



J-PARCにおける 核変換実験施設計画

核変換物理実験施設: TEF-P

目的: 低出力で未臨界炉心の物理的
特性の探索とADSの運転制御
経験を蓄積

施設区分 : 原子炉(臨界実験施設)

陽子ビーム: 400MeV-10W

熱出力 : 500W以下

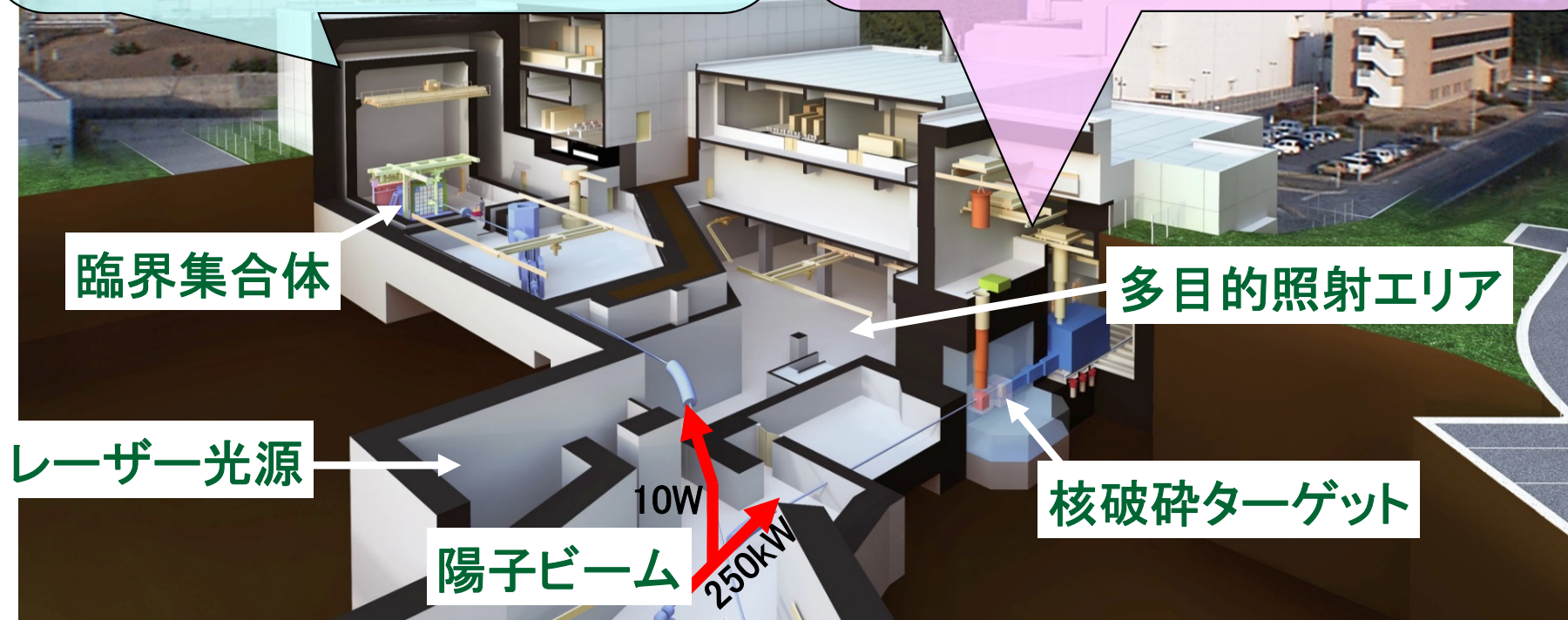
ADSターゲット試験施設: TEF-T

目的: 大強度陽子ビームでの核破砕
ターゲットの技術開発及び材料の
研究開発

施設区分 : 放射線発生装置

陽子ビーム: 400MeV-250kW

ターゲット: 鉛ビスマス合金



ADSによる核変換技術の実用化に向けた道筋

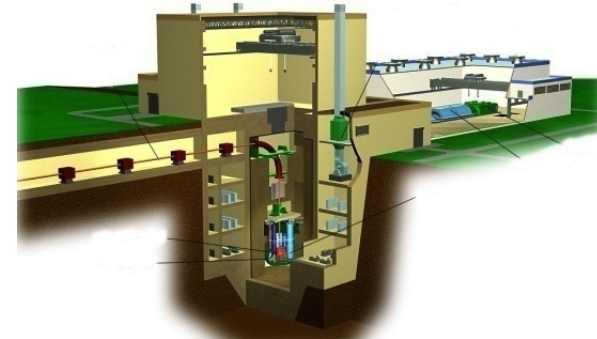
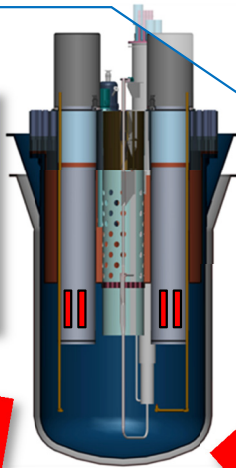
出力規模

MA燃料の無いADSの技術
(鉛ビスマス炉心、加速器、運転経験)

実験炉級ADS ⇒ 国際共同
ベルギーのMYRRHA計画

2.4MW-beam, 50~100MW_{th}
・ADS技術の実証と燃料照射

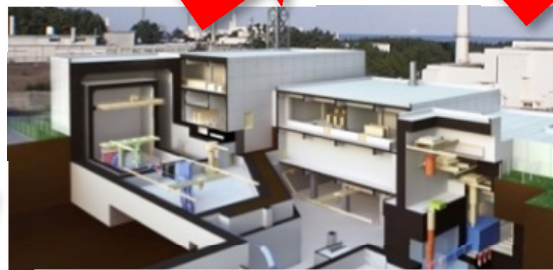
ビーム窓材料の高度化



実用ADSプラント

30MW-beam, 800MW_{th}
・軽水炉10基分のMA核変換

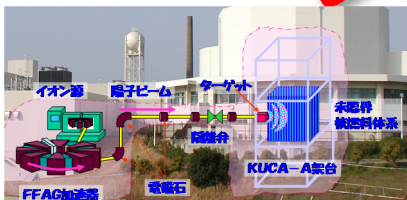
MA燃料の炉物理とターゲット材料開発



J-PARC核変換実験施設

250kW-beam
・鉛ビスマスタarget技術
・核変換の炉物理

・2030年頃までにデータと経験を蓄積し、
次の段階に進めるかどうかを判断



ループ実験、KUCA実験などの基礎試験

2010

2020

2030

年

まとめ

- 「エネルギー基本計画」、「もんじゅ研究計画」、「群分離・核変換技術評価作業部会」の見解などに基づき、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減を目指した研究開発に計画的に取り組む
- 高速炉サイクル利用型と階層型(ADS)が連携して一体的に研究開発を推進
- MA核変換システム(高速炉・加速器駆動システム)の開発だけでなく、「分離」、「MA燃料製造」、「MA燃料再処理」などの核燃料サイクル技術の研究開発が必要
- MAなどの放射性物質の取扱い能力を增強し、技術基盤を充実していくことが必要
- わが国は、世界の国々と連携し、この分野の研究開発において主導的役割を果たすことで、持続的に社会に受け入れられる原子力の利用に貢献すべき。

使用済燃料中の主な長寿命核種

アクチノイド

超ウラン元素

(TRU)

マイナーアクチノイド

(MA)

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
U-235	7億年	47	10kg
U-238	45億年	45	930kg

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Pu-238	87.7年	230	0.3kg
Pu-239	2万4千年	250	6kg
Pu-240	6,564年	250	3kg
Pu-241	14.3年	4.8	1kg

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Np-237	214万年	110	0.6kg
Am-241	432年	200	0.4kg
Am-243	7,370年	200	0.2kg
Cm-244	18.1年	120	60g

核分裂生成物

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Se-79	29万5千年	2.9	6g
Sr-90	28.8年	28	0.6kg
Zr-93	153万年	1.1	1kg
Tc-99	21万1千年	0.64	1kg
Pd-107	650万年	0.037	0.3kg
Sn-126	10万年	4.7	30g
I-129	1,570万年	110	0.2kg
Cs-135	230万年	2.0	0.5kg
Cs-137	30.1年	13	1.5kg

線量換算係数:

放射性核種を人体に摂取した時の影響を示す指標。放射能(ベクレル)あたりの被ばく(シーベルト)で示す。

廃止措置と環境回復に向けての取組

平成26年11月27日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

福島研究開発部門 企画調整室長

船坂 英之

1. JAEAの取組の基本方針

～グランドデザイン（総合戦略）～

2. 研究開発の取組

2-1 廃止措置に向けて

2-2 環境回復に向けて

3. 研究開発基盤の強化～研究拠点整備～

3-1 梶葉遠隔技術開発センター

3-2 大熊分析・研究センター

3-3 廃炉国際共同研究センター

4. 情報のアーカイブ化

5. 今後の進め方

1. JAEAの取組の基本方針 ～グランドデザイン（総合戦略）～

JAEAの基本的考え方

- 東京電力(株)福島第一原子力発電所（以下、1Fという）事故対応に総力を挙げて取り組むことが、我が国唯一の総合的原子力研究開発機関としての最優先事項
- 廃止措置と環境回復に対して一体的かつ総合的に取り組む
- これまでに前例のない長期にわたる課題解決のための研究開発は、国の研究機関であるJAEAが中核となって取り組むべき研究活動
- 国際社会との協力を主体的に進め、国内外の関係機関との連携を図り、世界の英知を集めて研究開発に取り組む
- 研究開発によって得られた成果を含め、事故の教訓・知見を次世代に継承することが不可欠

廃止措置への取組－JAEAが担う役割－

- 廃止措置を加速し、研究を支える研究開発拠点の整備：
遠隔操作機器や放射性物質の分析・研究等の技術基盤確立に向けた研究開発拠点を整備する。
- 中長期ロードマップの実現に向けた研究開発：
IRIDのもと、研究開発資源を提供し、中核をなす研究開発を実施するとともに、運営費交付金により、これらを支え、中長期的に貢献する基礎基盤的な研究開発を実施する。
- 喫緊の課題への機動的対応：
汚染水問題等、1Fにおける喫緊の課題に対し、JAEA内に設置したタスクフォースにおいて組織横断的かつ機動的に対応する。
- 原子力損害賠償・廃炉等支援機構への貢献：
廃炉戦略の策定、研究開発の企画・推進等の意思決定に対し、総合的な原子力研究開発機関として、専門的知見・技術情報をタイムリーに提供することにより貢献する。

環境回復への取組－JAEAが担う役割－

- 福島での二一ズが、事故直後の緊急時の対応から、住民帰還の判断、帰還後の長期的な住民の安全・安心の確保に移っていくなかで、JAEAの限られたリソースの配分の見直しを行いつつ、環境回復に貢献していくために以下の役割を担う。
 - 住民が安全で安心な生活を取り戻すための解決策策定やその実施判断の根拠となる科学的技術的知見を体系立てて提供
 - 環境回復に効果的な技術や評価手法を開発し提供
 - 上記の技術的根拠を示すための基礎基盤データの取得・拡充・整理
- 福島県環境創造センター運営戦略会議において、今年度策定する研究計画に係るロードマップに基づき、住民帰還に貢献する研究開発成果を提供する。
- これらの活動を着実に実施していく人材の育成

2. 研究開発の取組

2-1 廃止措置に向けて

提供：日本スペースイメージング(株)、(c)Digital Globe



1F全体の状況

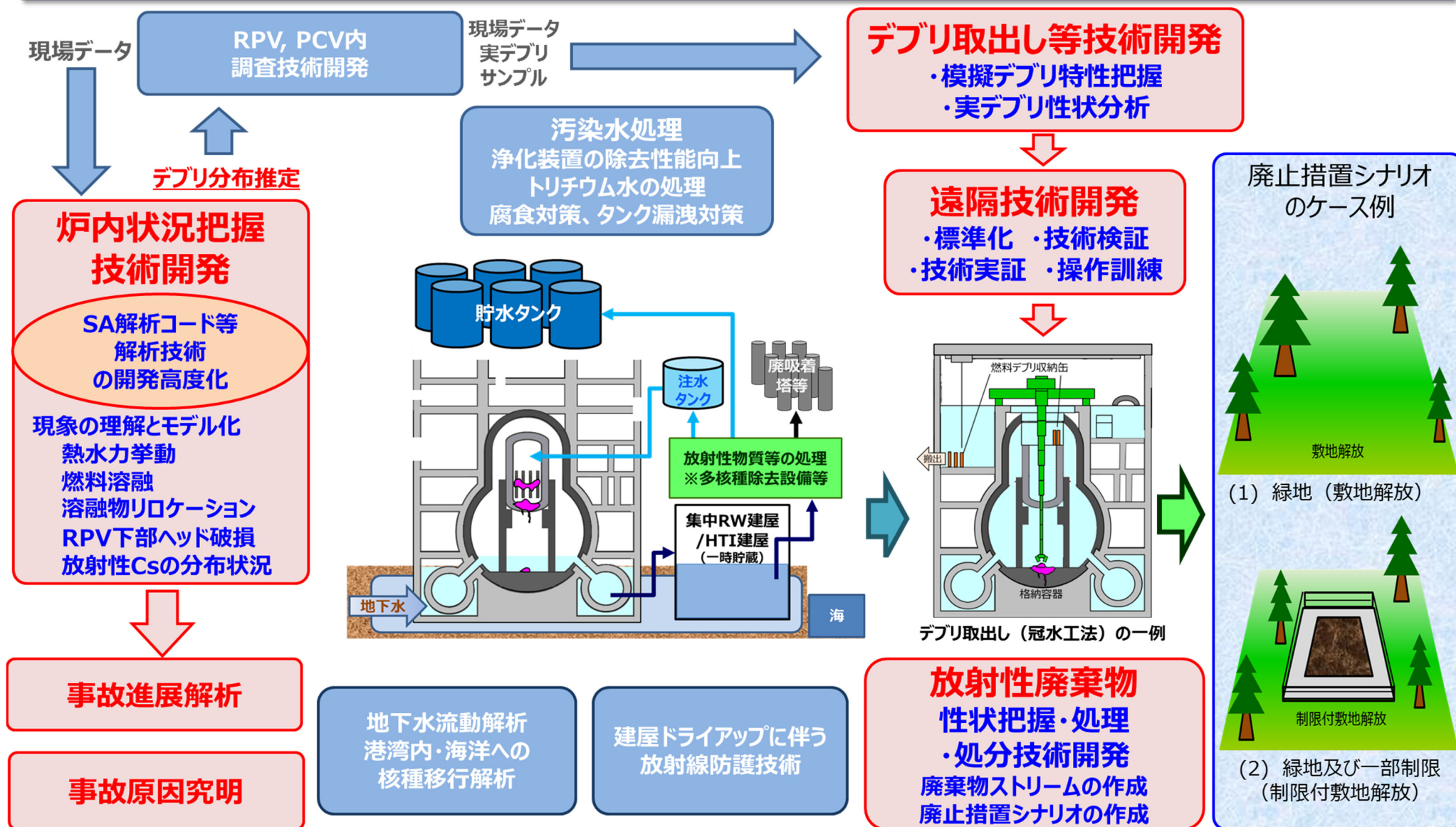
提供：日本スペースイメージング(株)、(c)Digital Globe

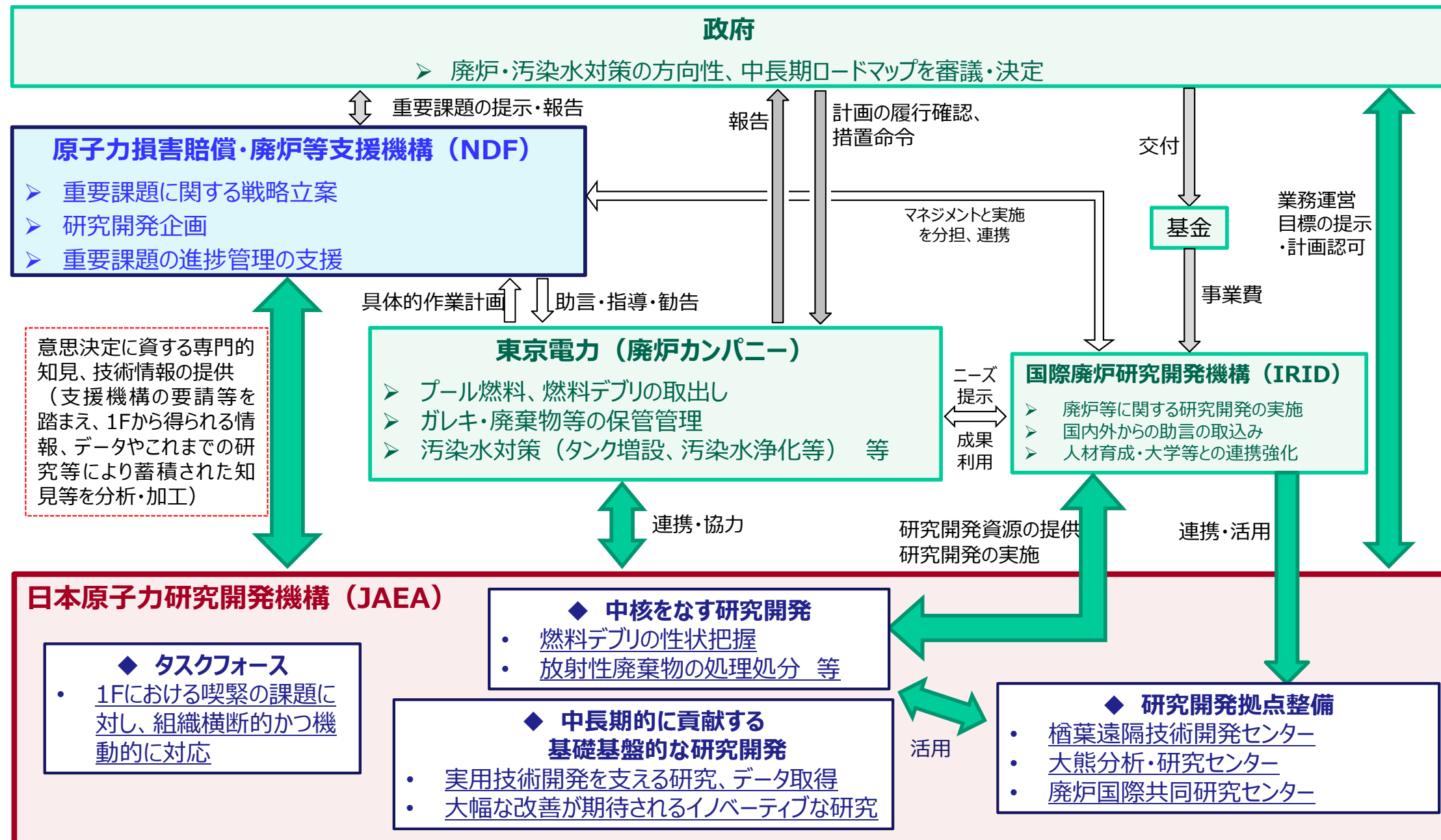
1~4号機付近

- 平成26年10月現在で、1F敷地内には約850基の1~4号機用汚染水貯蔵タンクを設置。
- 海側遮水壁内の1~3号機取水口及び放水口は埋立済み。4号機前の遮水壁は未閉合。

廃止措置に向けての研究開発における全体像

グランドデザイン（総合戦略）の活動方針に基づき、1F廃止措置を加速するために、中長期ロードマップにおける中核をなす研究開発と、中長期的に貢献する基礎基盤的な研究開発を実施する。
また汚染水問題等、喫緊の課題へ組織横断的かつ機動的に対応する。





2. 研究開発の取組

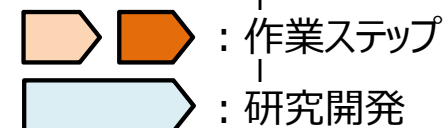
2-1 廃止措置に向けて 中核をなす研究開発

主な作業ステップと研究開発計画

第1期	第2期(H26～H33)			第3期
H25	(前)	(中)	(後)	H34～
【主な作業ステップ】				
除染・遮へい等	格納容器内部調査・補修・水張り		取出装置 設置	サンプリング
				燃料デブリ取出し
【主な研究開発】				
プール燃料健全性・処理検討				
遠隔除染等				
漏えい箇所調査・補修（止水）				
格納容器・圧力容器内部調査装置				
	燃料デブリ取出工法・装置			
デブリ収納・移送・保管				
燃料デブリの臨界管理、計量管理				
炉内状況把握（解析技術の高度化、模擬実験）				
模擬デブリを用いた特性把握		実デブリ性状把握（準備を含む）		
処理・処分技術検討、基本的考え方のまとめ			安全性の見通し確認	
廃止措置シナリオ立案、技術の検討				

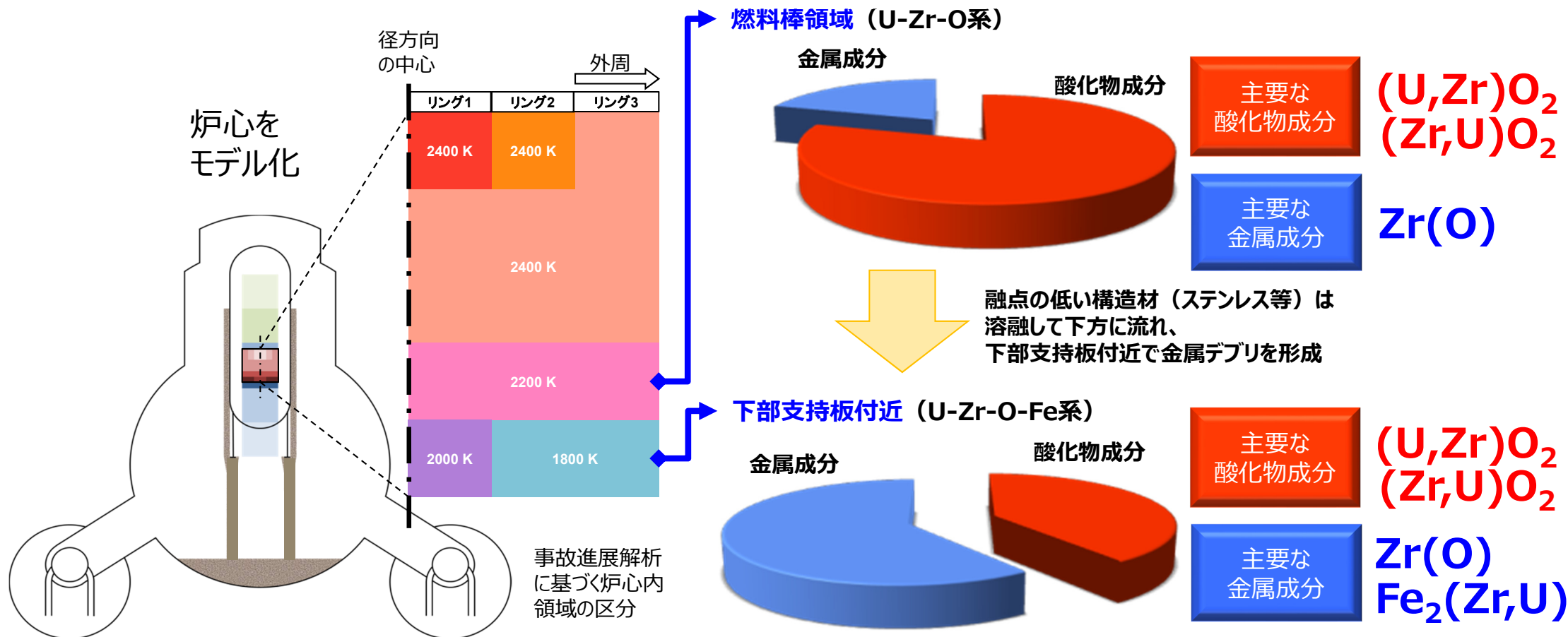
：作業ステップ

：研究開発



燃料デブリの性状把握①

- 事故進展解析コードの結果から得られる、圧力容器内の元素組成及び温度分布をもとに、燃料デブリの化学形を熱力学平衡計算により概略評価。下部では金属成分の割合が増加。

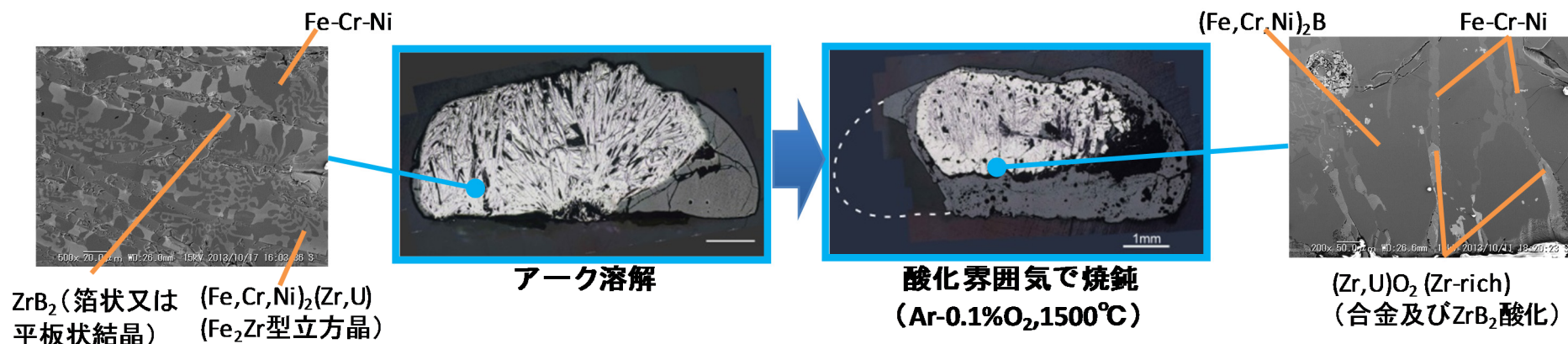


解析結果に基づき、温度・質量分布等を評価。

⇒ 炉心をモデル化（特徴による区分）

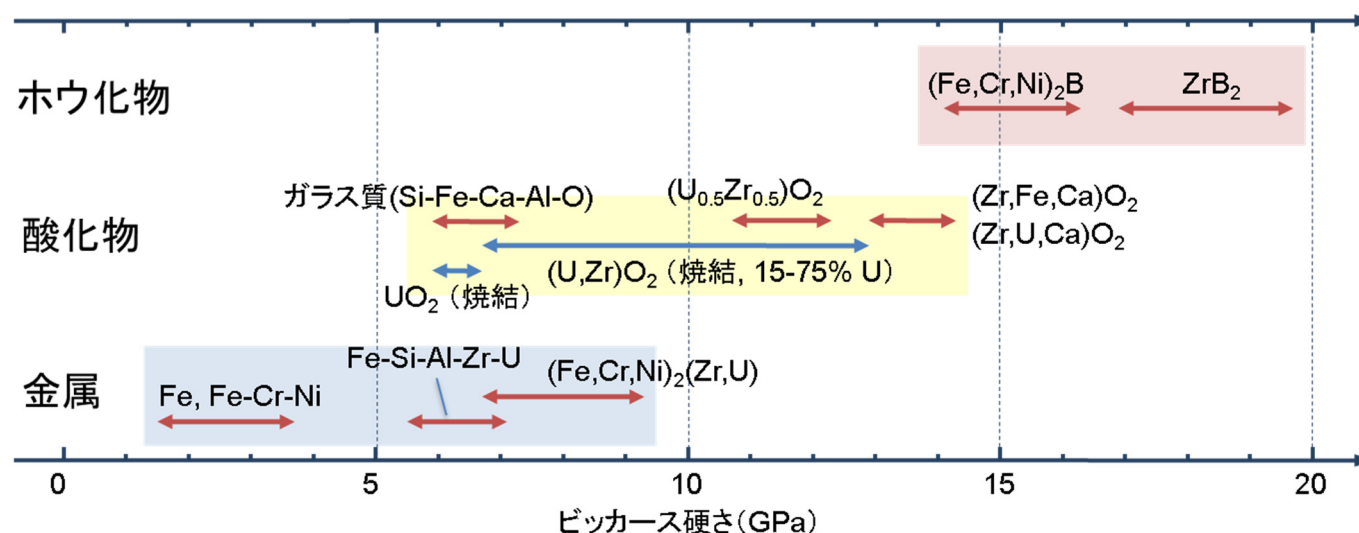
評価した温度・質量分布をもとに、想定される炉内の状況下で最も安定に存在できる物質(化学形)を熱力学平衡計算で評価

- 模擬した材料（模擬デブリ）や実際の燃料デブリを分析し、硬さなどの機械的特性や、溶解性・化学的安定性等のデータを取得し、取り出し工具等の検討に反映。



制御材 (B₄C+SUS) との反応 (溶融固化物断面観察像の例)

(制御棒と燃料が溶融した場合にできる固化物の組織等に係る知見を取得)



(デブリの化学系 (ホウ化物、酸化物、金属) 毎に硬度の分布を推定)

① 廃棄物ストリームに関する検討

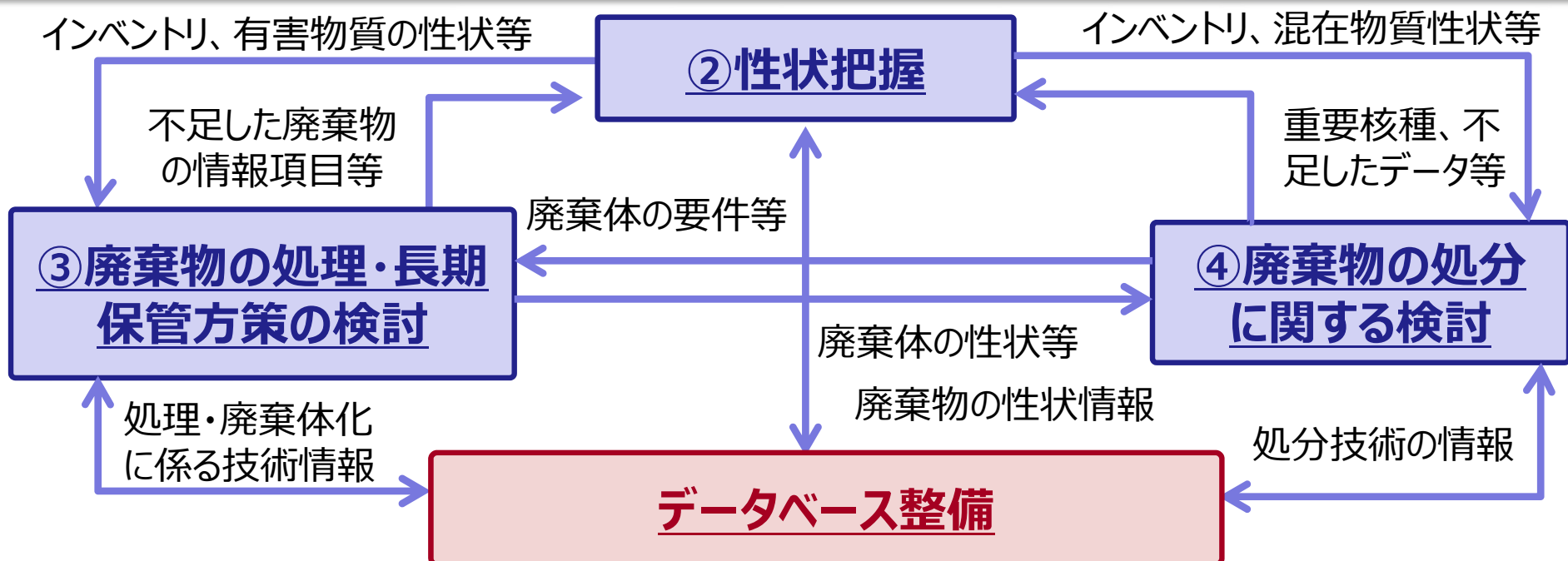
廃棄物ストリーム：事故廃棄物の発生・保管から処理・処分までの一連の廃棄物の取り扱い

安全性等の観点からの処理・
処分のオプション技術の提示

提示された処理・処分のオプション
技術の実現性・合理性を確認
するための検討要求

最適な処理・
処分概念
の提示

個別研究開発項目（廃棄物ストリームの構築に必要な知見を与える基盤研究開発）



- 水処理二次廃棄物に含まれるフェロシアン化物は、無害化、安定化が必要であるが、分解に伴い遊離するセシウムを固定化できる処理方法を検討する必要がある。

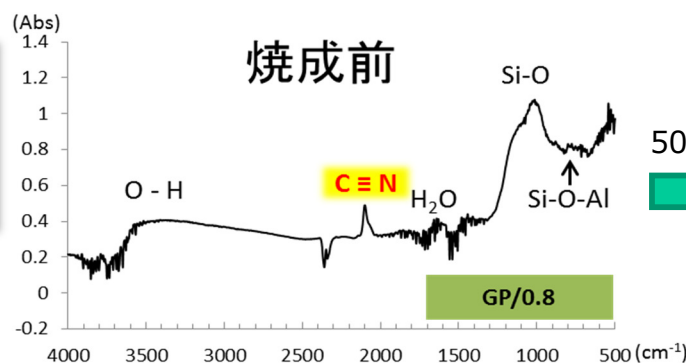


シアンの無害化、セシウムの不溶化・不揮発化、といった観点からジオポリマーを用いた処理方法に着目。

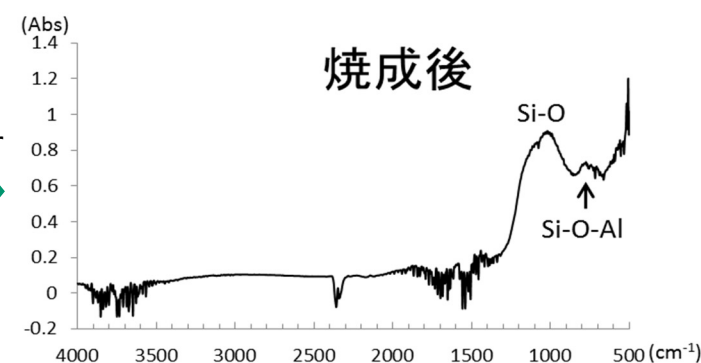
FT-IR分析結果より、焼成により、フェロシアン化物は、ほぼ完全に分解できたことを確認。

ジオポリマー

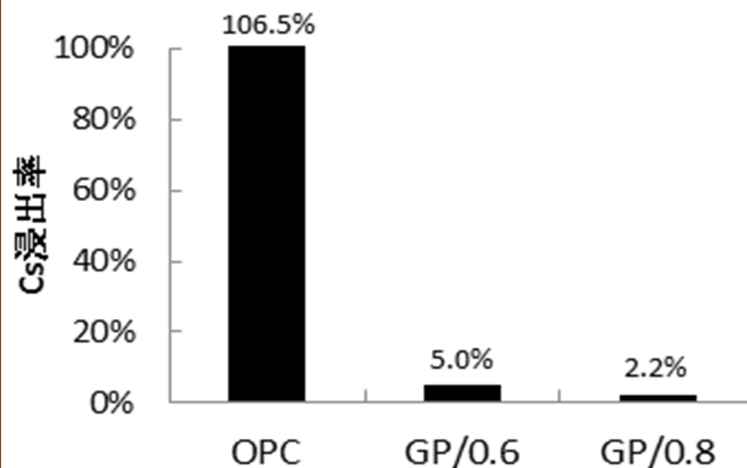
- 主にアルミニウムとケイ素で構成されるアモルファス状の無機系材料
- フィラー（フライアッシュ（FA）等）とアルカリ活性剤（水ガラス、水酸化ナトリウム等）を混練・養生することで作製する



500℃, 3hr



焼成後試料のセシウム浸出率



焼成後の固化物中のセシウム残存量を測定した結果、セシウム量は焼成前後でほぼ同量であり、セシウムが固化物中に留まっている。

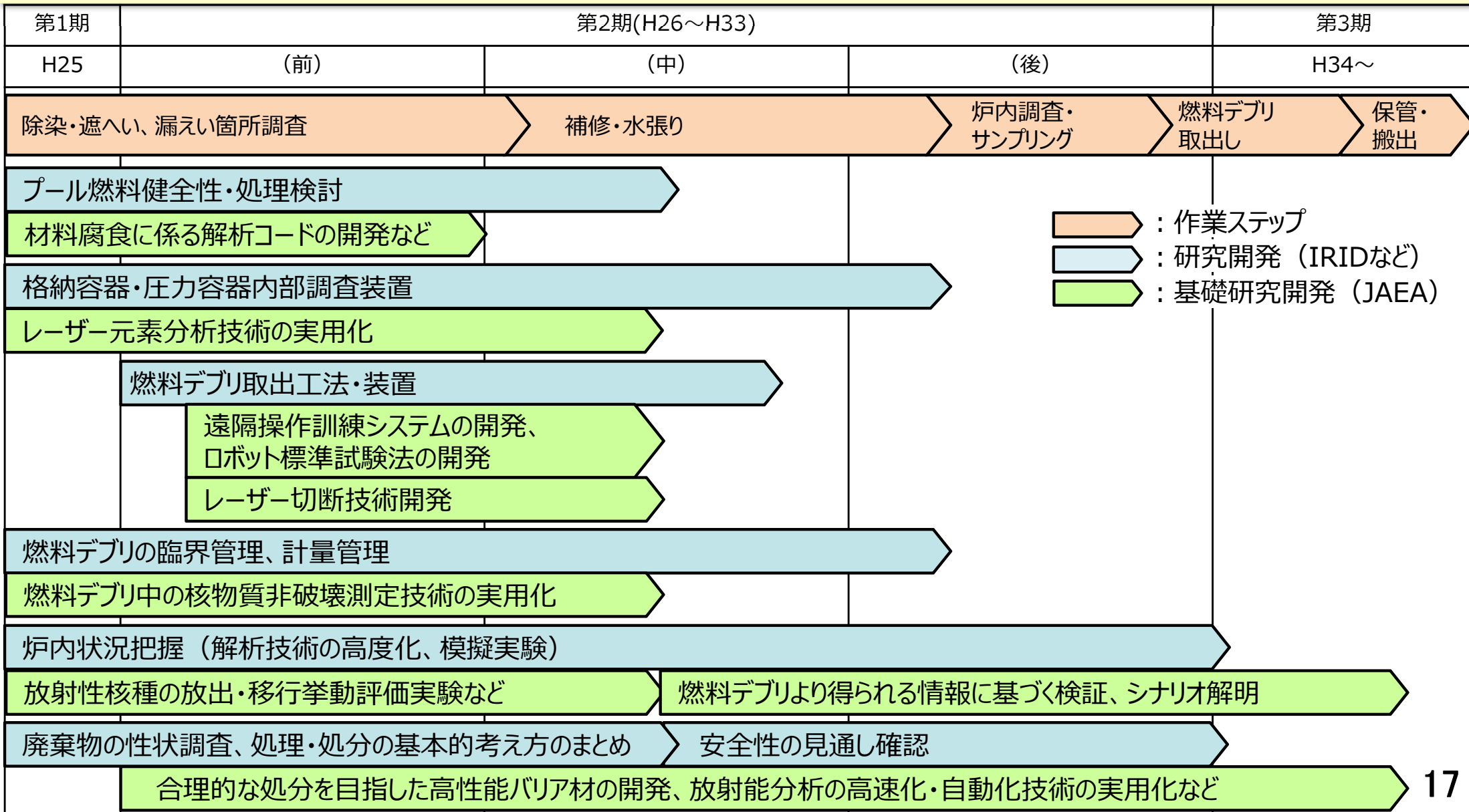
セシウムを吸着したフェロシアン化物の処理技術にジオポリマーを適用することは高い有用性を持つことが示された。

2. 研究開発の取組

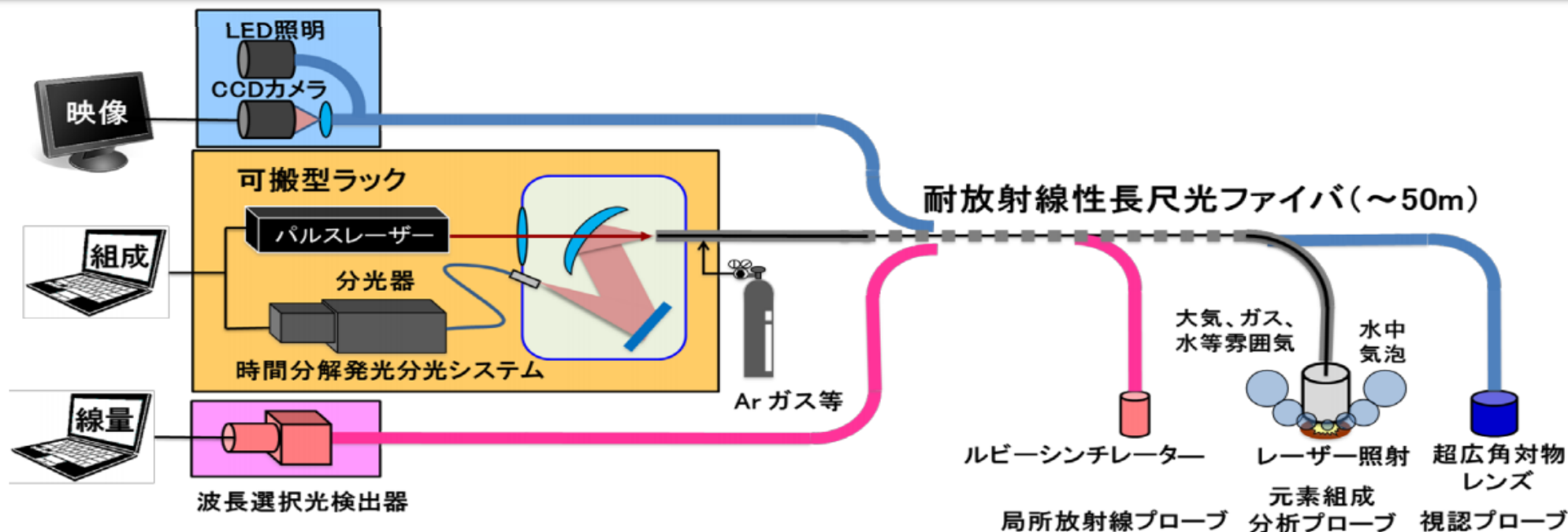
2-1 廃止措置に向けて 中長期的に貢献する 基礎基盤的な研究開発

主な基礎基盤的な研究の計画

- 実用技術開発を支える研究や安全性の説明等の裏付けとなるデータの提供、
- 現状の見通しを大幅に改善できる可能性のあるイノベティブな研究などの基盤的な研究開発、を行う。



- JAEAが基盤的な技術として開発を進めてきた、ファイバ스코ープによる観察技術とレーザー誘起ブレイクダウン分光（LIBS）による元素分析技術を組み合わせ、光ファイバの耐放射線性を向上させた複合型光ファイバプローブによる遠隔観察・分析技術を開発

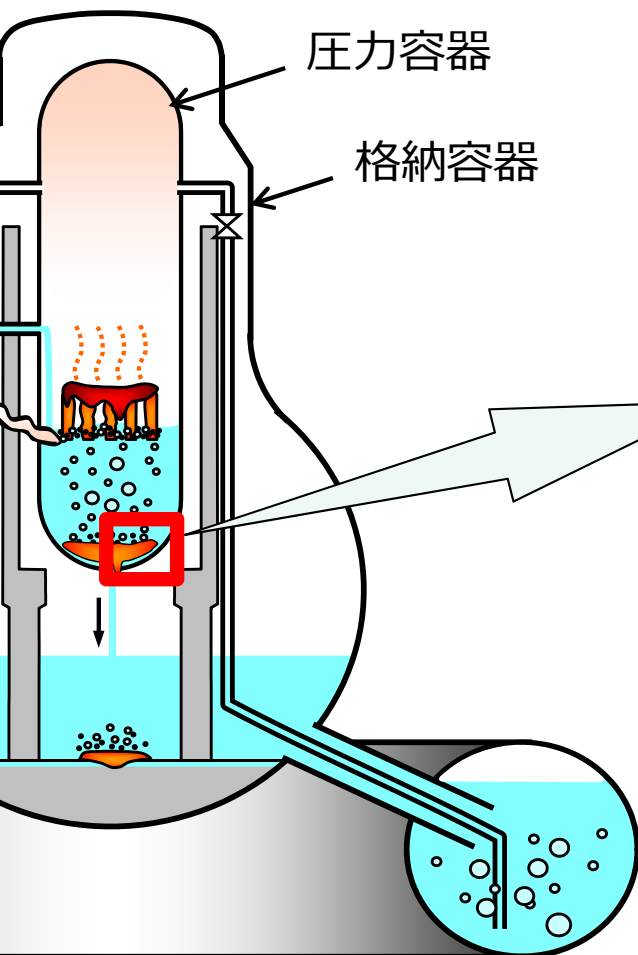


共通技術基盤：**耐放射線性光ファイバ**による光信号・エネルギー伝送

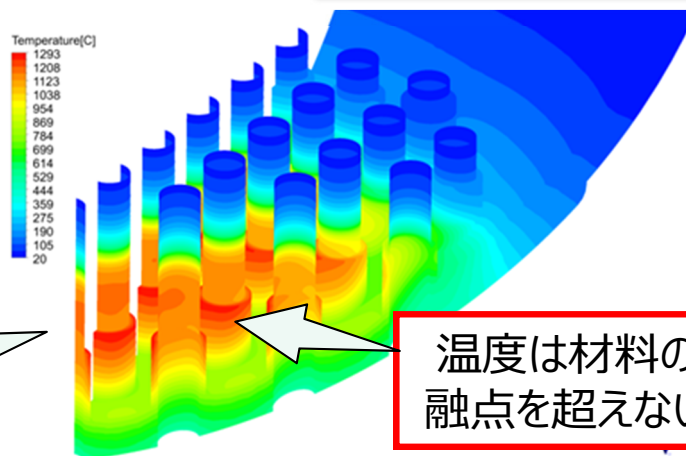
1. ファイバ스코ープによる**視認プローブ**
2. ルビーシンチレータによる**局所放射線プローブ**
3. レーザープラズマ発光分光（LIBS）による**元素組成分析プローブ**

事故進展挙動等の調査・研究

- BWRの下部ヘッドに関する熱流動・構造連成シミュレーションを実施し、詳細変形・破損解析手法を開発。圧力容器破損位置や時期を推定。



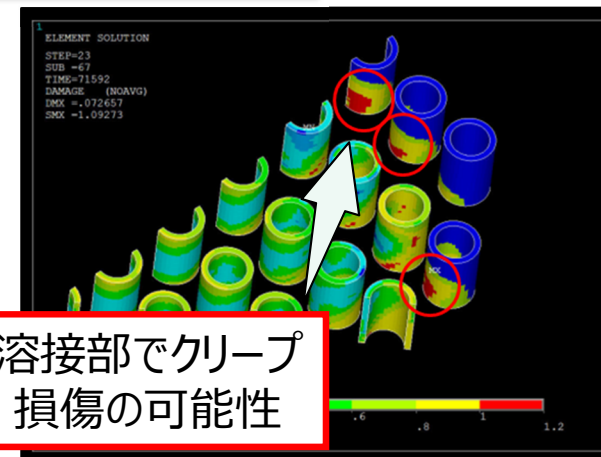
圧力容器下部ヘッドの解析結果



温度は材料の融点を超えない

内面の温度分布

下部ヘッドの底に溶融物が約0.6m（燃料の10%）堆積した場合の温度分布と応力分布を解析（外部放熱を考慮）
⇒最高温度は約1200℃で飽和し、溶融しないものの、クリープ損傷の可能性あり



溶接部でクリープ損傷の可能性

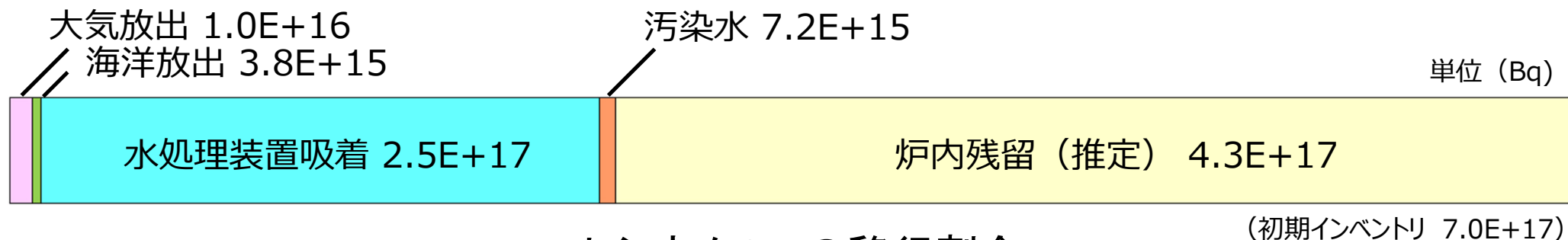
貫通部近傍の応力分布

事故後の原子炉のイメージ

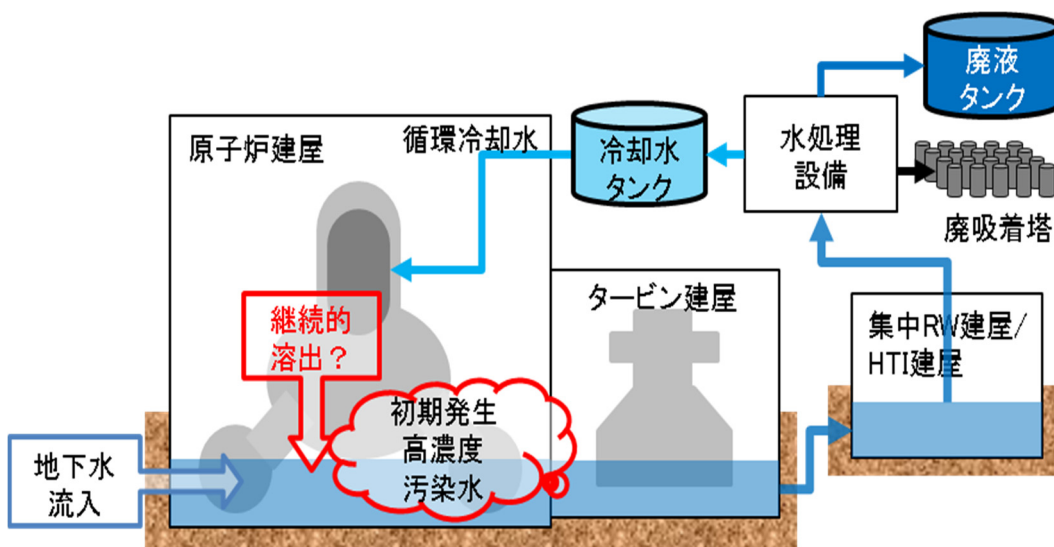
更なる詳細解析により、「いつ」、「どこから」、「どのくらい」の破損が生じたのか、「どこにどれだけ」の燃料デブリが存在するか推定

セシウム137の分布①

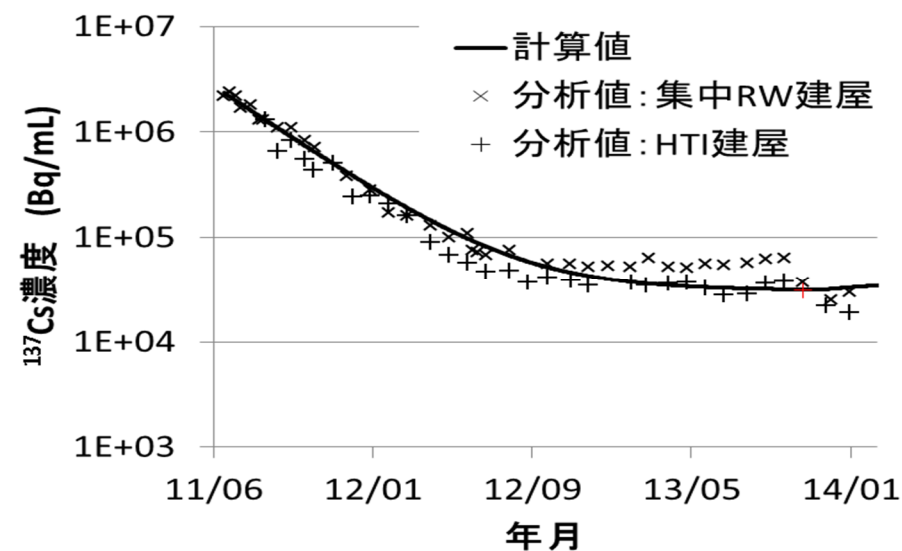
- 汚染水中の放射性核種の濃度は、当初、冷却水の注入や地下水の流入による希釈により単調な減少が期待されていたが、濃度の低下が緩やかになっており、原子炉建屋等から継続的に移行していると推定。評価モデルを構築し解析。



セシウム137の移行割合



評価モデル概念図

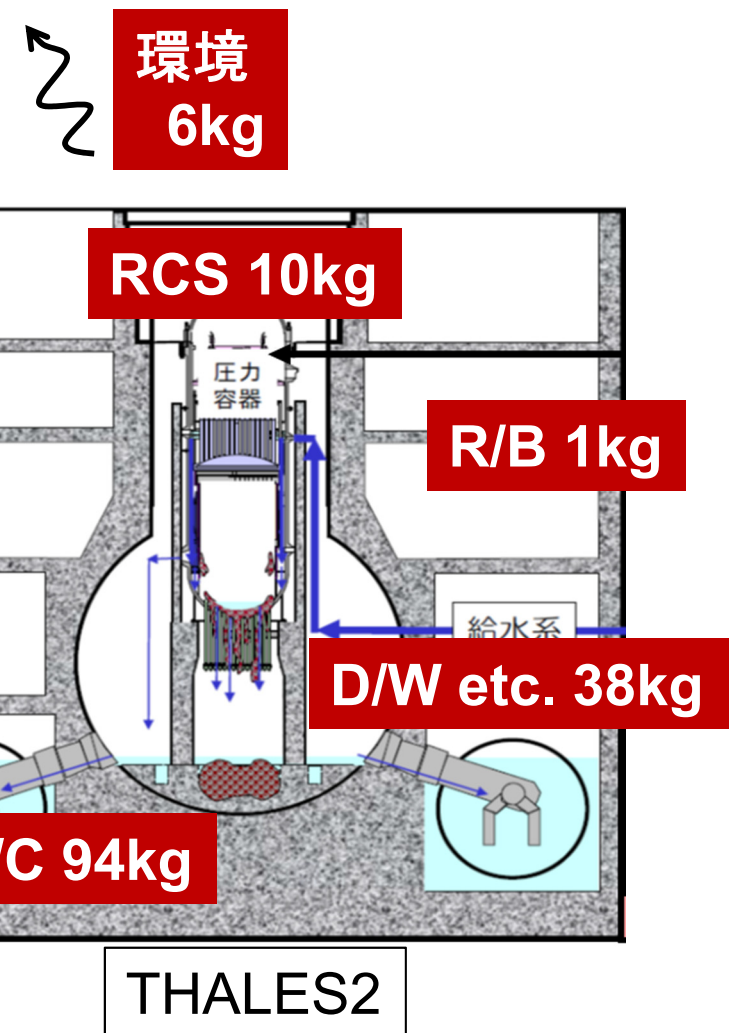
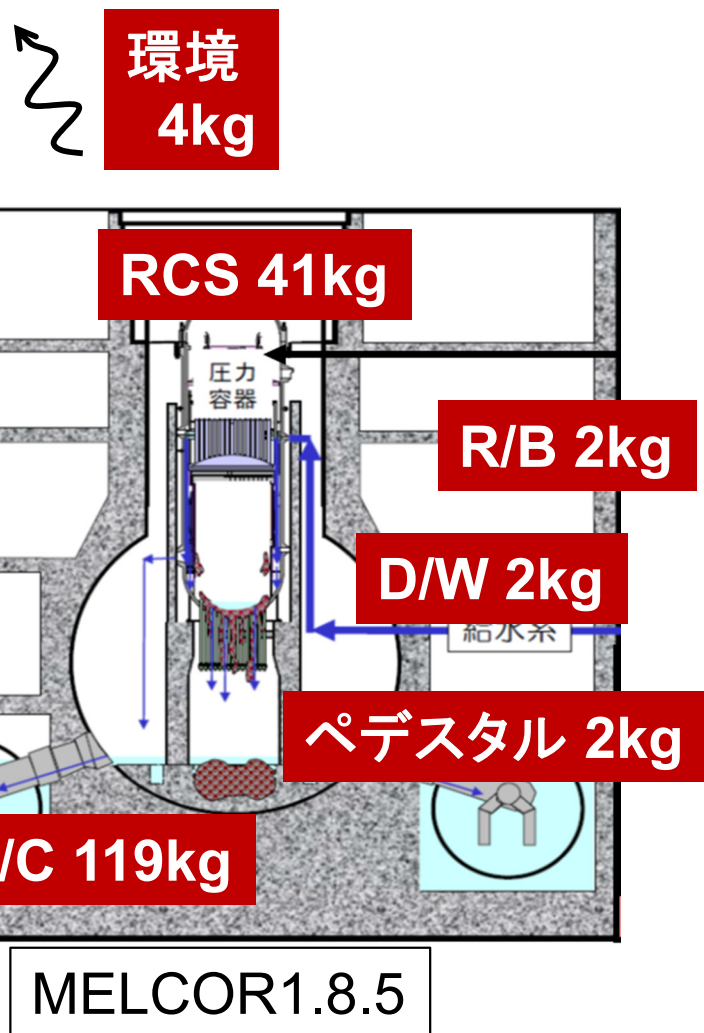


セシウム濃度の推移

セシウム137の分布②

- シビアアクシデント解析コードによる解析結果においても、大部分はS/Cの水相中にあるが、無視できない量が化学吸着により圧力容器内に残存し得ることを示唆。

Csの分布（150時間後、いずれも化学吸着を考慮）



2. 研究開発の取組

2-1 廃止措置に向けて

1Fにおける喫緊の課題

に対する機動的対応

1F敷地における地下水流動解析

- 1Fにおける1～4号機建屋周りの地下水の移行経路の解析を実施し、地下水の移行経路を確認。
- 国の汚染水処理対策委員会が実施している地下水流動解析モデルの妥当性を確認し、遮水壁等の対策工による建屋への地下水流入量の低減効果を評価。第11回委員会にて報告を実施。

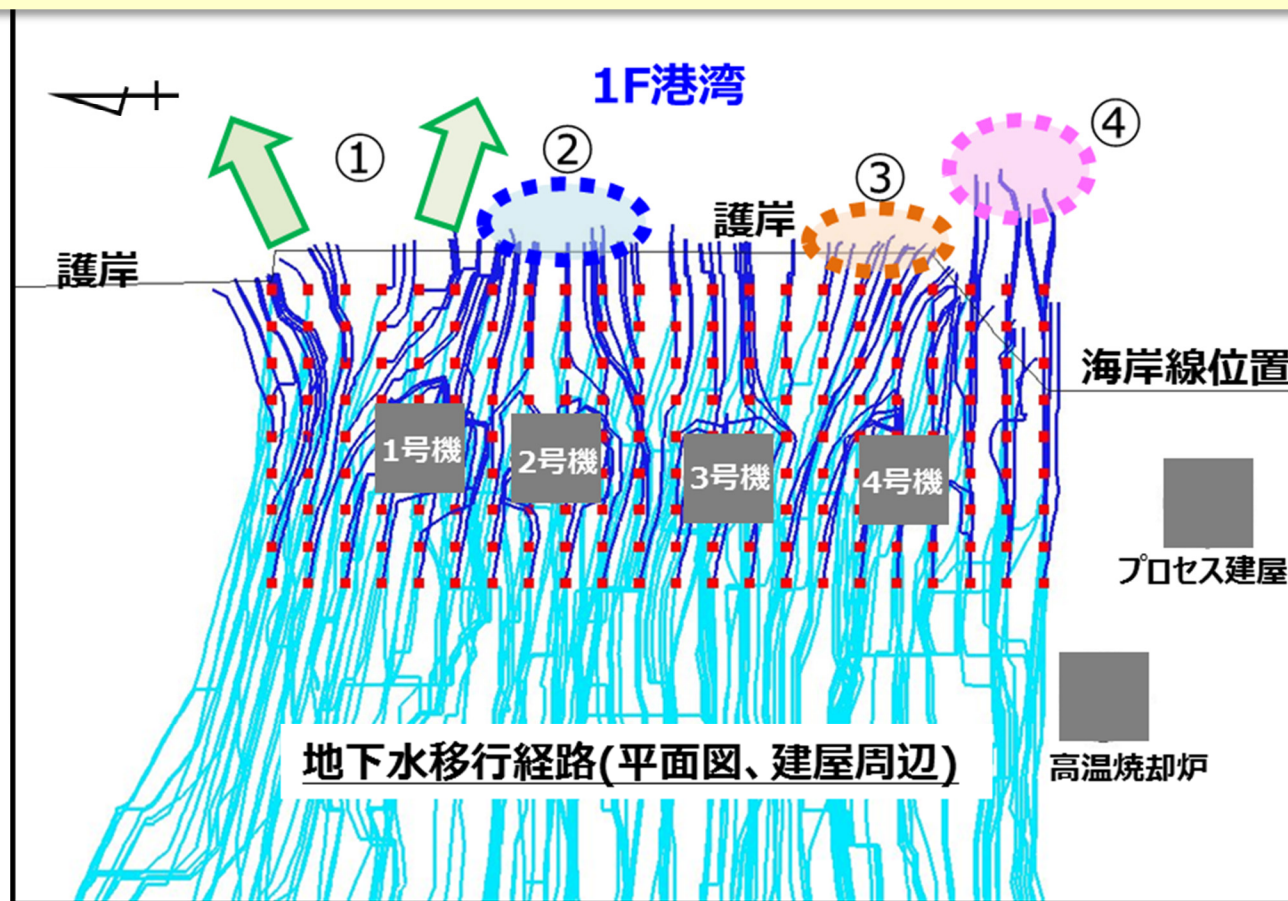


図. 粒子追跡線解析による地下水の移行経路の解析結果
(指定点深度：標高-10m)

- 粒子追跡線解析 (PT) 条件
- ✓ 原子炉建屋周辺領域 (200m×525m) にPT指定点を設定 (1,584点)
水平方向；25m間隔 (198点) 鉛直方向；5m間隔 (4深度 (標高0m～標高-15m))
- ✓ 10m盤端部における各原子炉建屋東側のフラックスを算出

○ 解析結果による 地下水の移行経路の特徴

- ① 1号機建屋北側を通過した地下水は、その後、北東側と北西側の移行経路に大別
- ② 2号機建屋前に地下水の移行経路が集中する傾向
- ③ 4号機建屋前に地下水の移行経路が集中する傾向
- ④ 4号機建屋南側を通過した地下水は、他と比べて海側へ流出

- 指定点からの地下水の流れ
- 指定点までの地下水の流れ

1F港湾における流動解析

- 1F港湾における海水の潮の流れ及び港湾へ流入した地下水の流動を解析、可視化。
- 1Fにおける**地下水から港湾までをつなげた解析を確立**。
- 海洋へ漏洩する放射性核種の移行挙動を把握するための海洋拡散相対濃度マップと関連付けることにより、**敷地内地下水→港湾→海洋と一連の解析が可能**。

○ 港湾内の矢印の向きと大きさと、潮の流れの向きと強さを表示

対策工実施前

3号機取水口

3号機あたりから強く地下水が流入している状況。地下水の割合が高い箇所を白く表示。

対策工実施後

海側遮水壁

対策工として**海側及び陸側遮水壁を設置**したケース

対策工を実施したことにより、1～4号機護岸からの地下水の流入がみられない。

図. 1～4号機護岸から港湾へ流入した地下水（港湾の海水に対する地下水の割合を可視化した） 24

2. 研究開発の取組

2-2 環境回復に向けて

環境回復に係る研究開発体制

政府

環境の汚染への対処に関する特別措置法

福島復興再生特別措置法

基本方針

(環境省)

国は、原子力機構、国立環境研究所等の取組の支援と連携の確保により、除去土壌等の量の抑制のための技術や、事故由来放射性物質により汚染された廃棄物及び土壌の減容化のための技術の開発・評価・公表を積極的に進める。

基本方針

(復興庁)

原子力機構は、除染に活用するために必要な範囲内及び期間内で、放射性物質による環境の汚染を除去し、環境を回復させるための調査及び研究開発を行うとともに、その普及を図る。

福島県環境創造センター

- 放射性物質により汚染された環境を早急に回復し、県民が将来にわたり安心して暮らせる環境を創造する。
- 国内外の研究機関と緊密な連携の下、世界に冠たる国際的研究拠点を目指す。

日本原子力研究開発機構
(JAEA)

国立環境研究所等

環境回復への機構の取組

放射性セシウムの付着場所

樹木、土壌、水、人工物、がれき 等

放射性セシウムの移動形態

土壌粒子、有機物、イオン 等

水流等

森林

ダム・ため池

河川

河口域

水流による移動
海洋拡散など

モニタリング

移動予測
モデルの開発

被ばく線量
の変化の評価

移動抑制

散乱エネルギー認識型高位置分解能ガンマカメラの開発

- 従来の無人ヘリによる計測では位置分解能の向上が課題であった。そこで、感度が高く、地表面上での2次元位置分解能を持ち、無人ヘリに搭載可能な散乱エネルギー認識型ガンマカメラを開発し、上空からの放射性セシウムの可視化を可能とした。

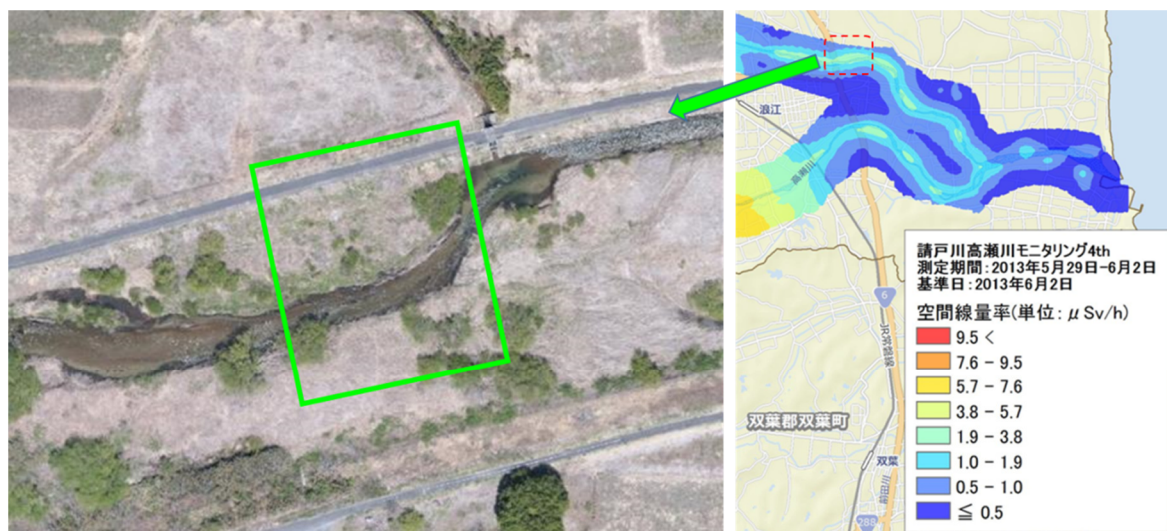
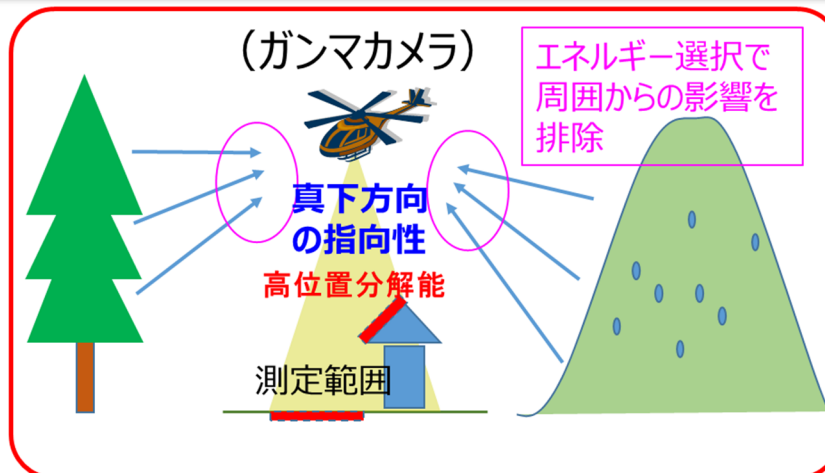


図. 試験場所 (福島県浪江町高瀬川河川敷)
右は従来型検出器で測定された放射線分布マップ

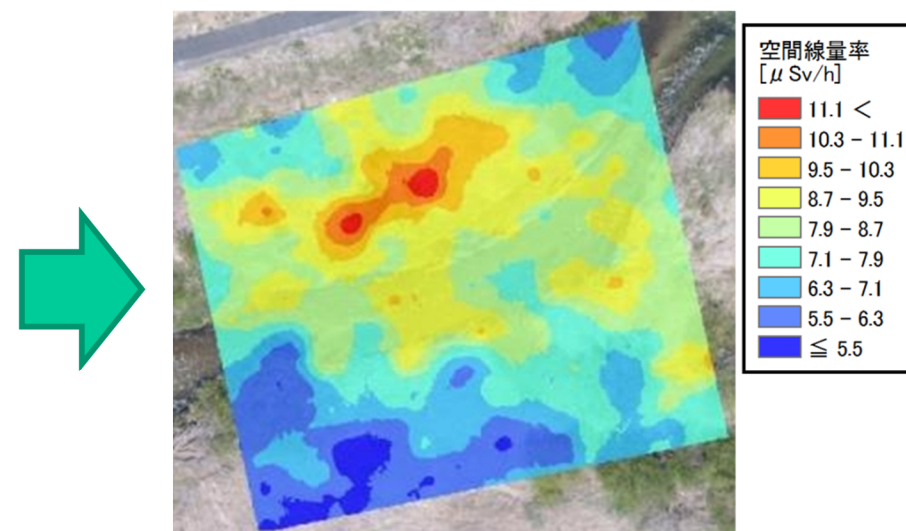
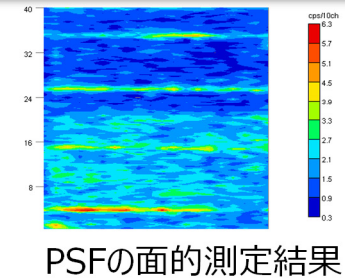
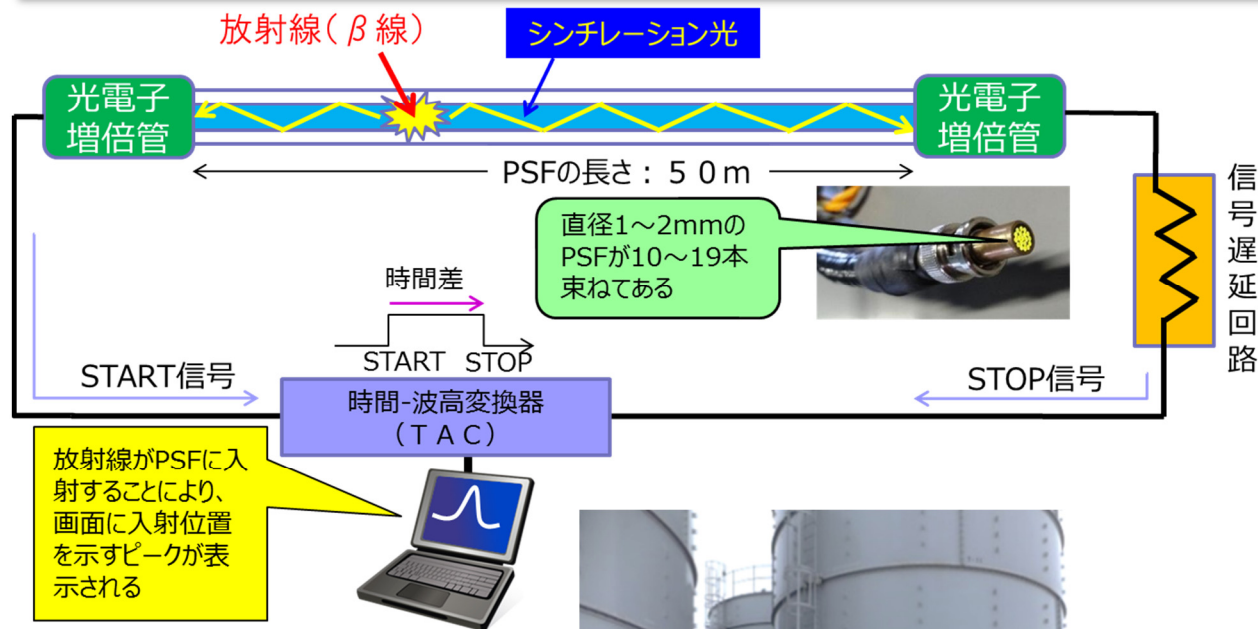


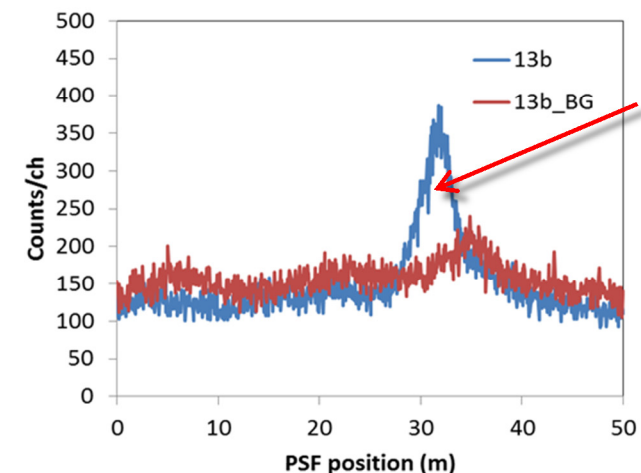
図. プログラミング飛行結果
(空間線量率分布マップ)

JAEA PSFを用いた放射線位置分布測定装置の開発

- PSF（Plastic Scintillation Fiber）を用いた放射線位置分布測定装置は、検出部の放射線の入射位置を特定でき、これまでは広い場所の除染前後の計測や、ため池底の放射線分布測定等に利用。
- 1Fの汚染水タンクの漏洩検知の試験を実施し、**オンサイト、オフサイト両方での利用可能性を確認。**



1Fにおける汚染水タンクの漏洩検知試験



1Fにおける汚染水タンクの漏洩検知試験測定結果 29

環境回復への機構の取組

モニタリング

放射性セシウムの付着場所

樹木、土壌、水、人工物、がれき 等

放射性セシウムの移動形態

土壌粒子、有機物、イオン 等

水流等

森林

ダム・ため池

河川

河口域

水流による移動
海洋拡散など

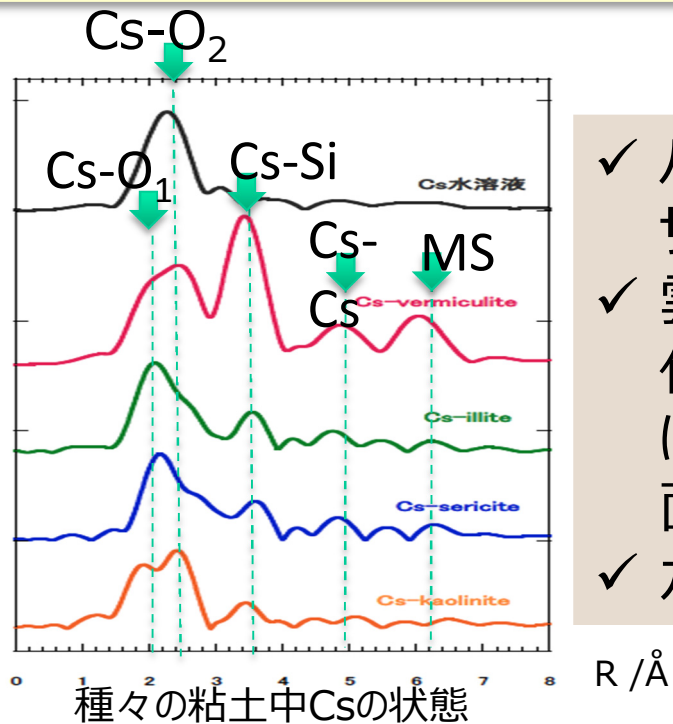
移動予測
モデルの開発

被ばく線量
の変化の評価

移動抑制

粘土鉱物へのセシウム吸着メカニズム

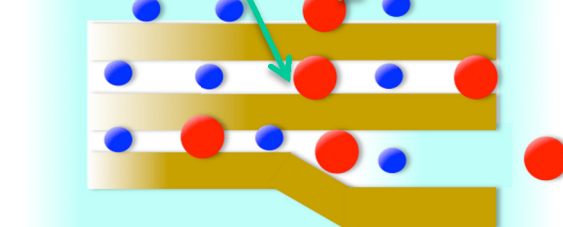
- 汚染土壌の中間貯蔵における安定性評価および減容化処理法の開発には、セシウムの粘土鉱物別の吸着サイトの解明が不可欠である。
- 粘土鉱物別にセシウムの吸着サイトを放射光測定等により特定した。



- ✓ バーミキュライトは、層間サイトに取り込まれる。
- ✓ 雲母系粘土は一部風化した端面近傍の層間に取り込まれるものの表面吸着が主体。
- ✓ カオリナイトは表面吸着。

完全に脱水和、
Siに囲まれる

半部分が水和



粘土中Cs (赤) および
カルウム (青) の存在状態

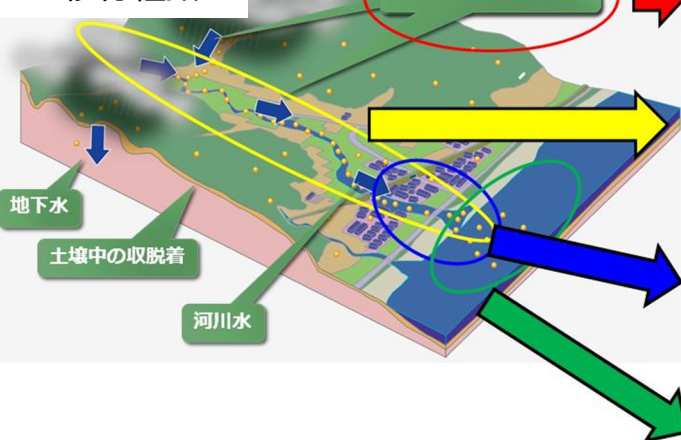
- バーミキュライトのある場所に放射性セシウムイオンが1個だけ吸着すると、その隣にもセシウムや化学的性質の類似したイオンが吸着しやすくなるため、その粘土層に多くのセシウムイオンが取り込まれることを解明。土壌からのセシウムイオンの除染や放射性廃棄物の減容化方法、新たな環境移行挙動モデルなどの提案へと発展させることが期待されている。



バーミキュライト 31

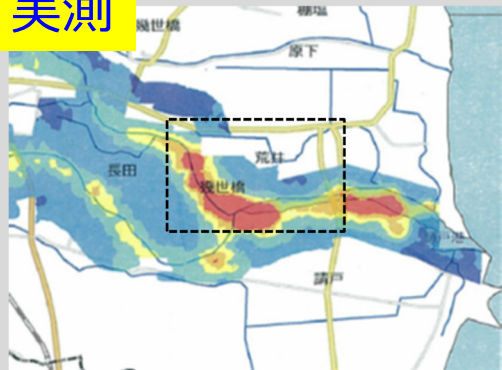
- 環境中での放射性セシウムの動態調査を実施し、将来における放射性セシウムの移行予測を行い、今後の長期にわたる放射性セシウムの分布を予測した。

放射性セシウムの移行経路

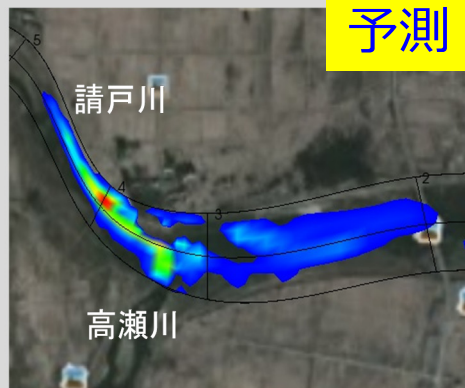


- 土壌流亡予測式を利用したシミュレーション(USLEなど)
- 1次元モデルによる河川シミュレーション(TODAMなど)
大域的な河川シミュレーション
- 2次元モデルによる河川シミュレーション(iRICなど)
局所的な河川シミュレーション
- 3次元モデルによる沿岸シミュレーション(ROMSなど)

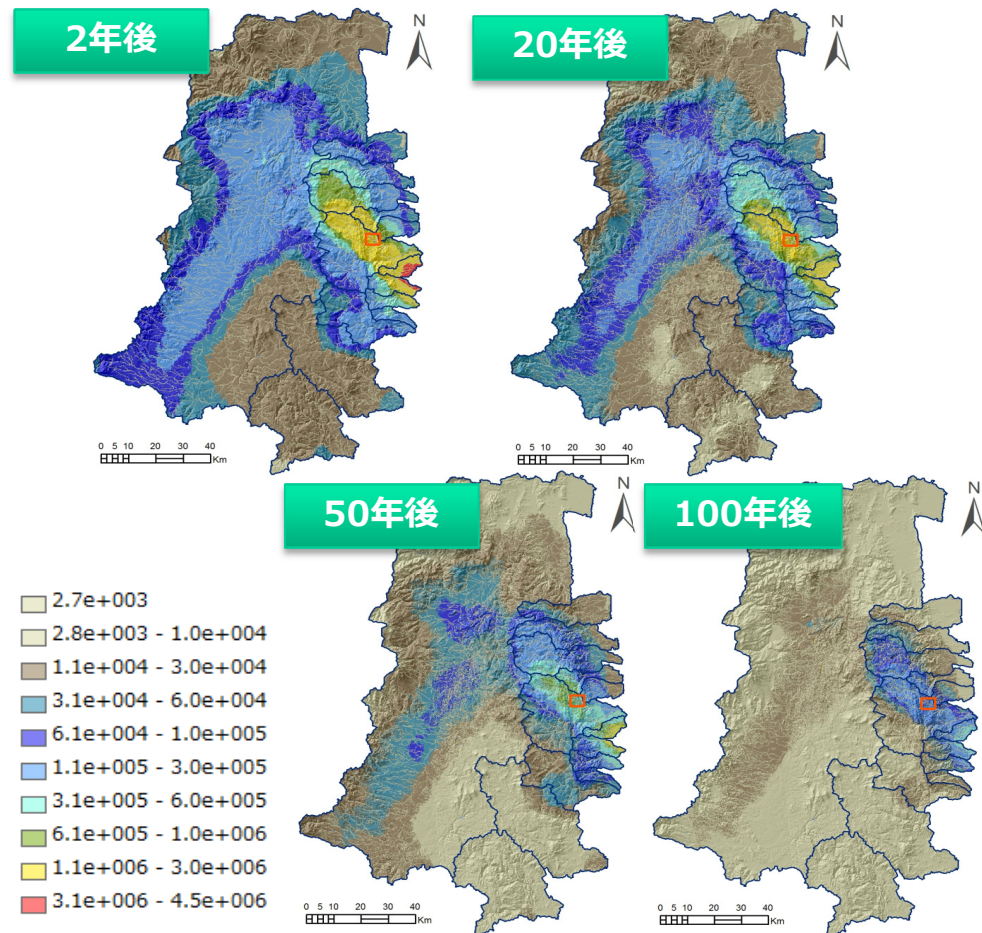
実測



予測



河川での放射性セシウムの動態予測



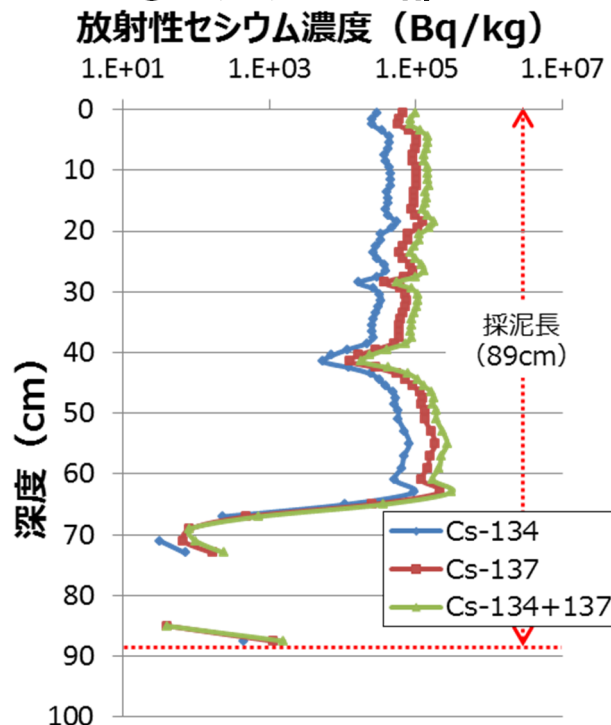
^{137}Cs 蓄積量 [Bq m^{-2}]

土壌流亡予測式による推定

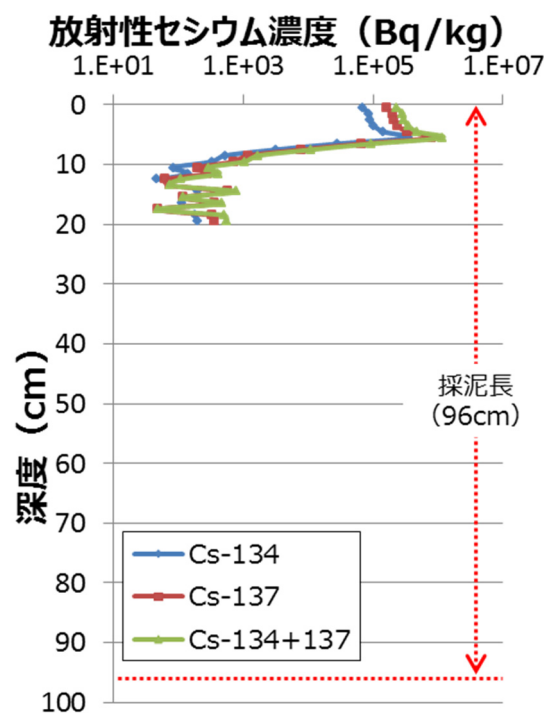
ダム湖内における放射性セシウム移動挙動

- ダム湖底堆積物の深さ方向における放射性セシウム濃度の分布を調査

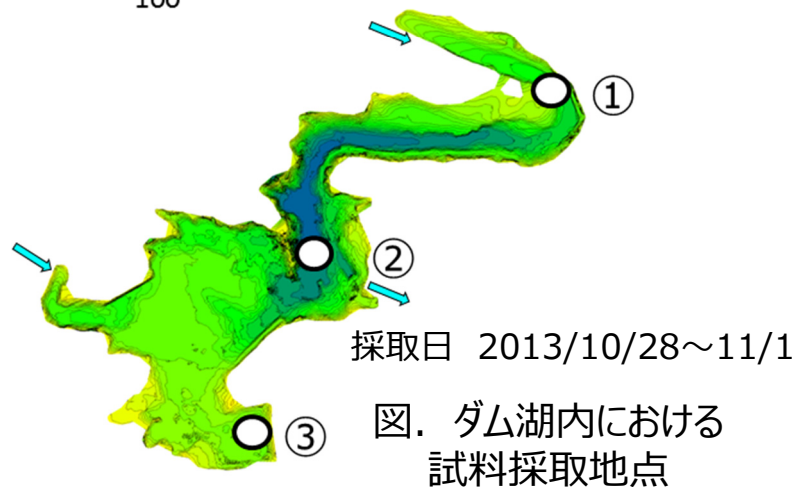
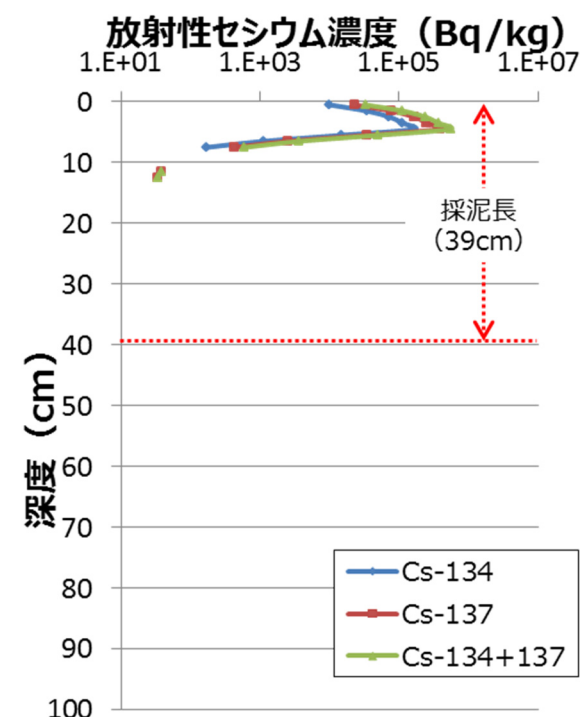
採取地点①：ダム湖上流部



採取地点②：ダム湖下流部



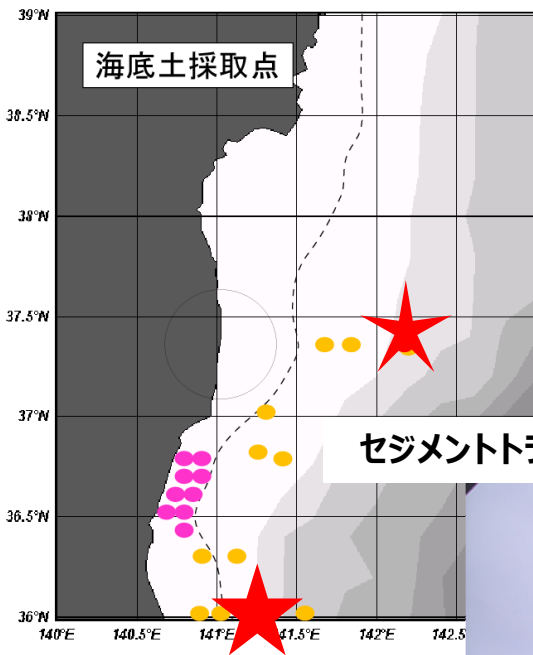
採取地点③：ダム湖下流部



- 放射性セシウムの堆積は、ダム湖上流部（①）で厚く、下流部（②・③）で薄い。
- 堆積物表面の放射性セシウム濃度は 10^5 Bq/kg程度。
- ろ過後の湖水中放射性セシウム濃度は0.12 (Cs-137) 及び0.04 (Cs-134) Bq/L。
→ セシウムを強く吸着する粘土鉱物の寄与を示唆。

- 福島沖海域に特化した海洋動態予測モデルの開発を実施

海洋調査



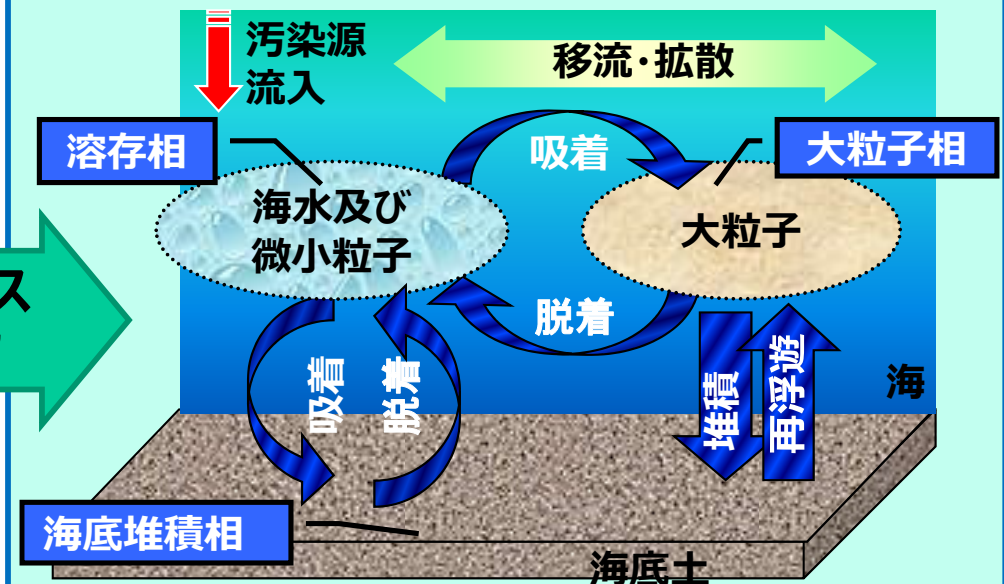
土壌採取
海底土中の ^{137}Cs
の鉛直分布

移行プロセス
パラメータ



セジメントトラップ
表層から海底への粒
子状 ^{137}Cs の沈降過
程の解明

海洋動態予測モデル



実態に近い海底土の核種分布
の把握と移行の評価

海洋における物質動態のモデル開発

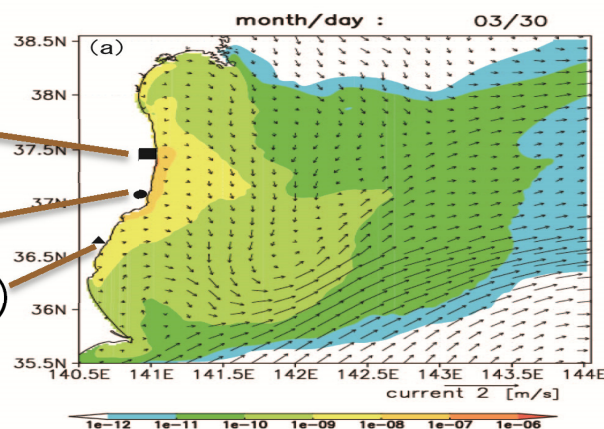
- 汚染水の海洋漏洩に対する移行過程を把握するため、四季ごとに仮想放出計算を実行：3、6、9、12月の1日を中心として前後5日を放出初日とした11通りの拡散計算を実行、2011・2012年の結果の平均を求める。
- 漏洩による海洋汚染範囲の予測、迅速な海洋モニタリング計画策定に役立てる。

春放出

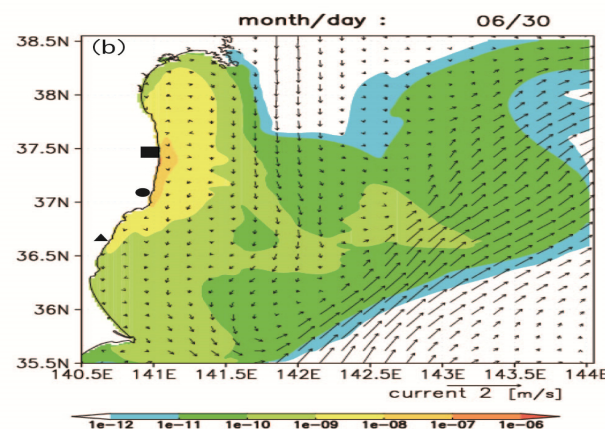
1F

いわき(40km)

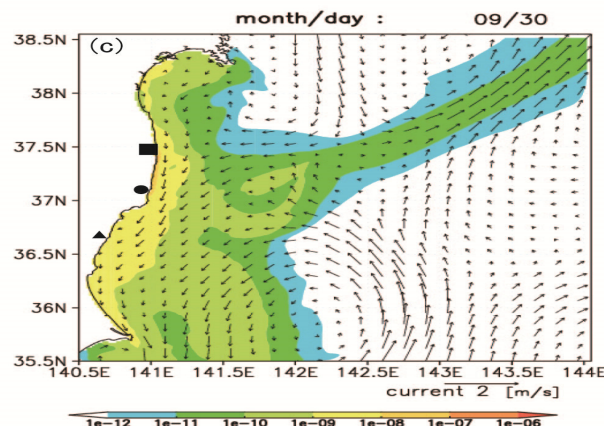
日立(100km)



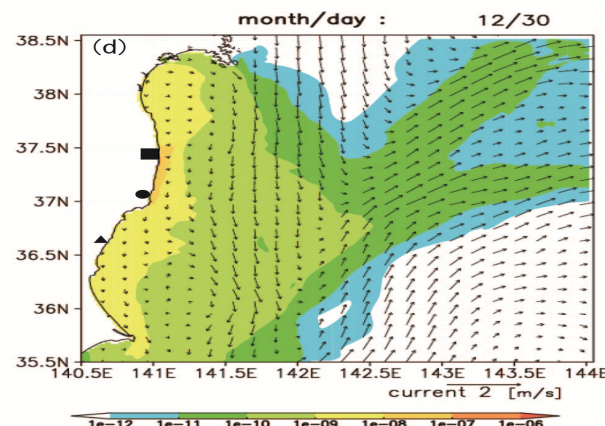
夏放出



秋放出



冬放出



沿岸モデルの結果 漏洩から 30日後

- 環境動態調査により、計算される河川から流出する放射性セシウムデータをインプットし、高精度の将来予測が可能となるモデルを整備する。

環境回復への機構の取組

モニタリング

放射性セシウムの付着場所

樹木、土壌、水、人工物、がれき 等

放射性セシウムの移動形態

土壌粒子、有機物、イオン 等

水流等

森林

ダム・ため池

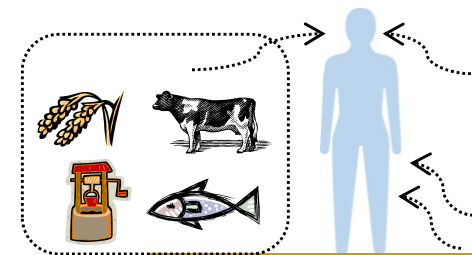
河川

河口域

水流による移動
海洋拡散など

移動予測
モデルの開発

被ばく線量
の変化の評価



移動抑制

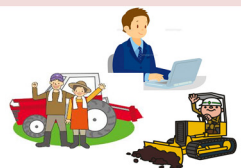
個人線量評価技術

- 現状では個人の行動様式や家屋の遮蔽率を一律で仮定している。そこで、個人の行動様式と居住環境等を考慮したアプローチで個人線量評価を実施。

個人の行動様式と居住環境等を考慮したアプローチ

「個人の生活環境の空間線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）」 $\times$ 「個人の行動様式に基づく屋外と屋内の滞在時間（屋内には**線量低減係数**をかける）」
 $\times 365 \text{日} \div 1000 \times$ 「空間線量に対する個人線量計読取値の比」 = 年間被ばく線量（ $\mu\text{Sv/y}$ ）

生活習慣の違いを反映



屋内作業者
屋外作業者

- 職業に応じて、屋内外の滞在時間と滞在場所を考慮
- 作業内容による線量の変動

線量低減係数



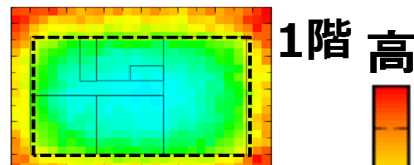
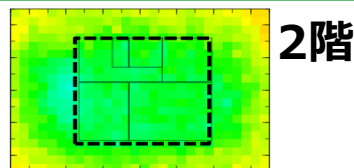
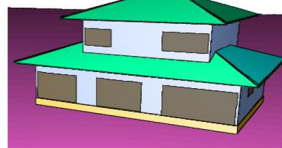
- 屋内に滞在した場合、建屋による遮へい効果やフィルタリング効果を考慮
- 建屋在室、階層の違い

個人の生活環境の空間線量



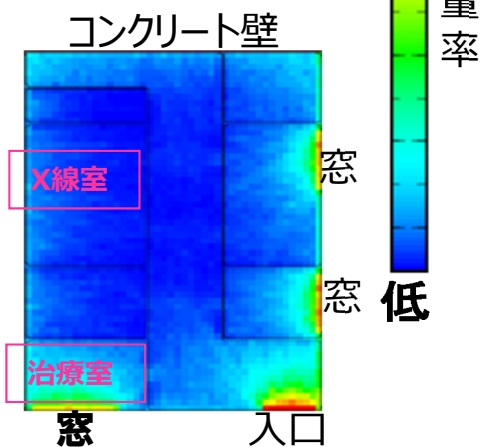
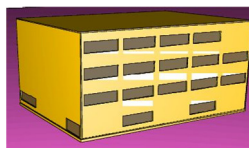
- 地表での放射性セシウムの沈着分布を考慮

木造家屋のモデルの例

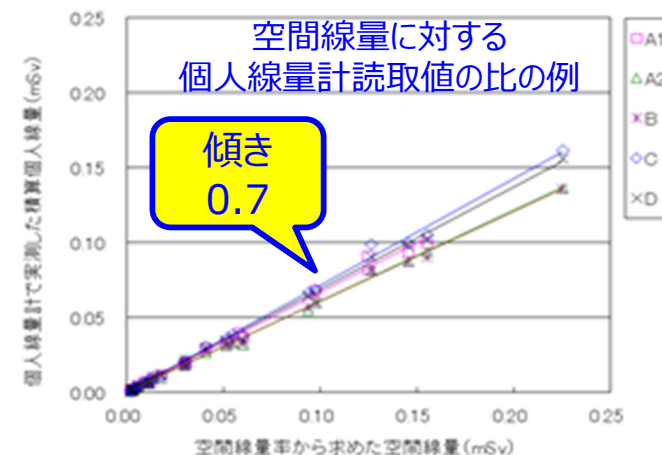


線量低減係数：0.42（1階の中心付近）

病院のモデルの例



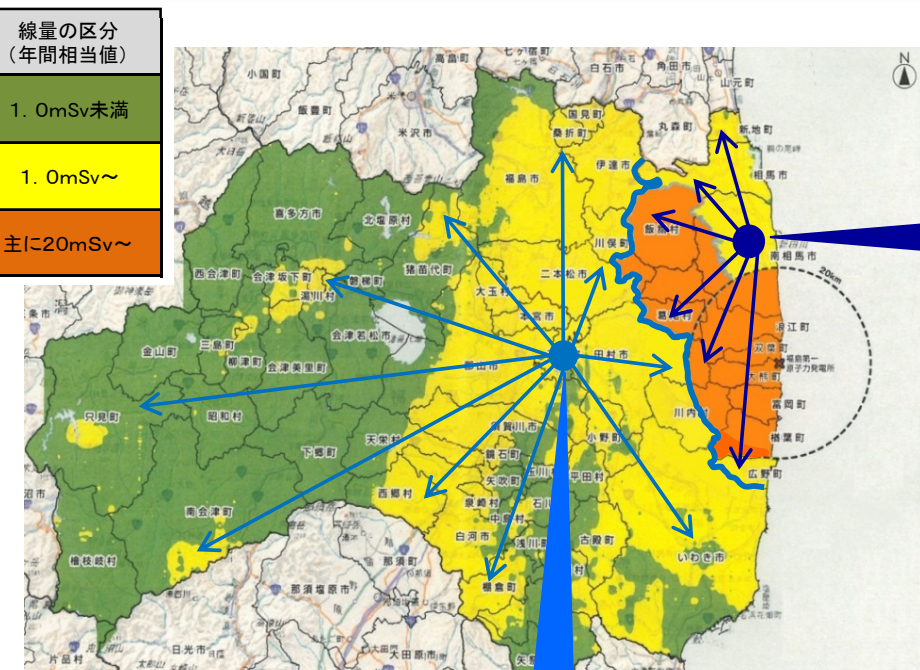
線量低減係数：0.10（治療室），0.02（X線室）



測定状況

福島県環境創造センター構想への対応

- 福島県環境創造センターにおける環境回復のニーズを吸い上げ、これを研究開発に反映する場とし、研究活動を主体的・積極的に取組、研究開発ロードマップ等を通じて、環境回復に対する貢献度の高い研究活動を的確に行っていく。



A施設（三春町）

- 機能
 - ①モニタリング
 - ②調査・研究
 - ③情報収集・発信
 - ④教育・研修・交流

2 施設概要

- 敷地面積：約46,000m²
- 延床面積：16,000m²程度
- 鉄筋コンクリート2階建 3棟
 - ① 本館 4,228m²
 - ② 研究棟 約5,600m²
 - ③ 交流棟 約4,600m²程度、等
- 附属施設 2か所 約500m²（大玉村、猪苗代町）



B施設（南相馬市）

- 機能
 - ①原子力関連施設周辺のモニタリング
 - ②原子力関連施設の安全監視
- 施設概要
 - 敷地面積：約19,000m²
 - 延床面積：3,000m²程度
 - 鉄筋コンクリート2階建 1棟
 - ① 本館 2,940m²
 - ② 校正施設 455m²、等



整備工程	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
基本設計 実施設計					
建設工事			A施設 B施設	A施設 一部開所 B施設の開所	開 全 所 施 設

- 福島県は、IAEAの招致、JAEA、国環研との連携などにより国内外の研究機関と緊密な協力関係の構築を期待
- 環境創造センターにおける機構の研究機能
 - ・環境放射線・放射能の測定
(環境試料測定、無人ヘリ、走行サーベイ等)
 - ・長期環境動態研究
 - ・高線量地域の除染活動支援
 - ・コミュニケーション活動
 - ・その他の研究機能

3. 研究開発基盤の強化

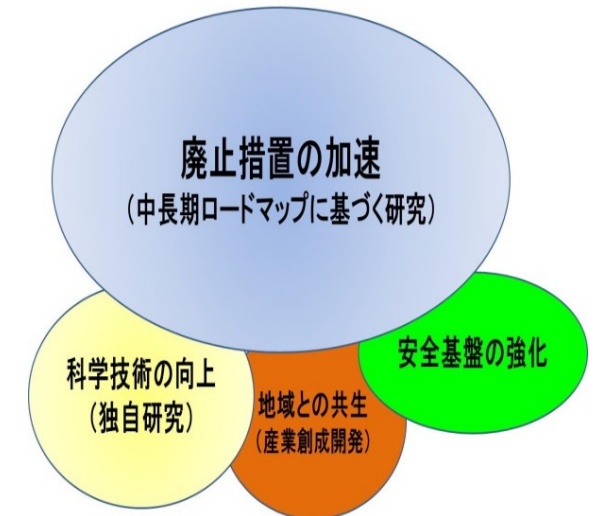
～研究拠点整備～

- 3-1 梶葉遠隔技術開発センター**
- 3-2 大熊分析・研究センター**
- 3-3 廃炉国際共同研究センター**

- 1F廃止措置推進に必要な不可欠な遠隔操作機器や放射性物質の分析・研究等に関する技術基盤を確立するため、福島県内に研究拠点施設を整備。

- 遠隔操作機器・装置実証施設（楢葉遠隔技術開発センター）
平成26年8月に建設開始。
- 放射性物質の分析・研究施設（大熊分析・研究センター）
平成26年度から詳細設計開始。

新規整備施設の役割

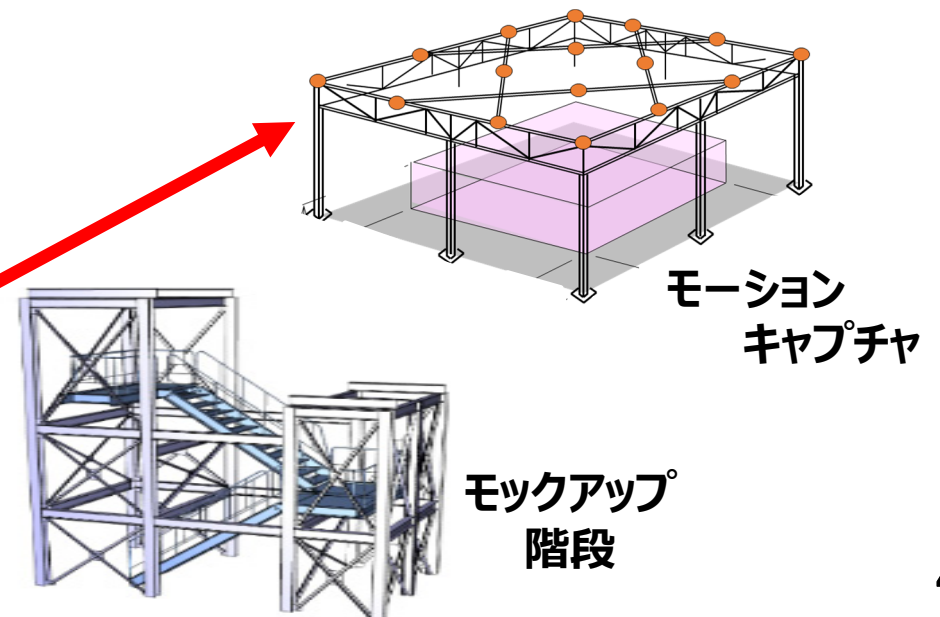
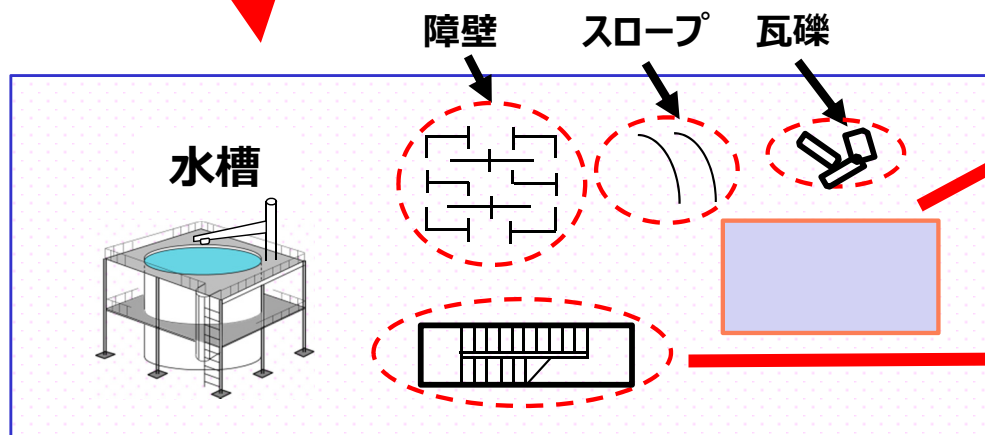
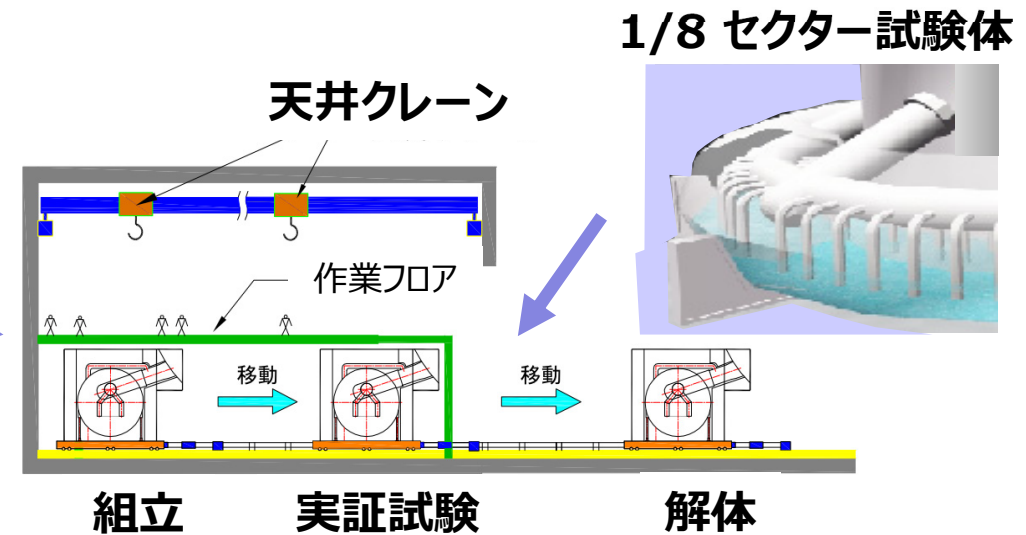


(年度)

項 目	2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	2016 (H28)	2017 (H29)	2018 (H30)	2019 (H31)	2020 (H32)	2021 (H33)	2022 (H34)	2023 (H35)	
遠隔操作機器・装置実証施設	設計	建設	運用									
			○廃止措置に必要な研究開発に係る実証試験 ○遠隔操作機器等の屋内機能実証試験 ○作業者の訓練									
放射性物質分析・研究施設	設置					運用※						
						増設			運用			
						○がれき、汚染水二次廃棄物、燃料デブリ等の放射性廃棄物の処理・処分技術開発等のための分析						

※放射性物質分析・研究施設の運用開始時期については、許可申請等も含めて精査中である。

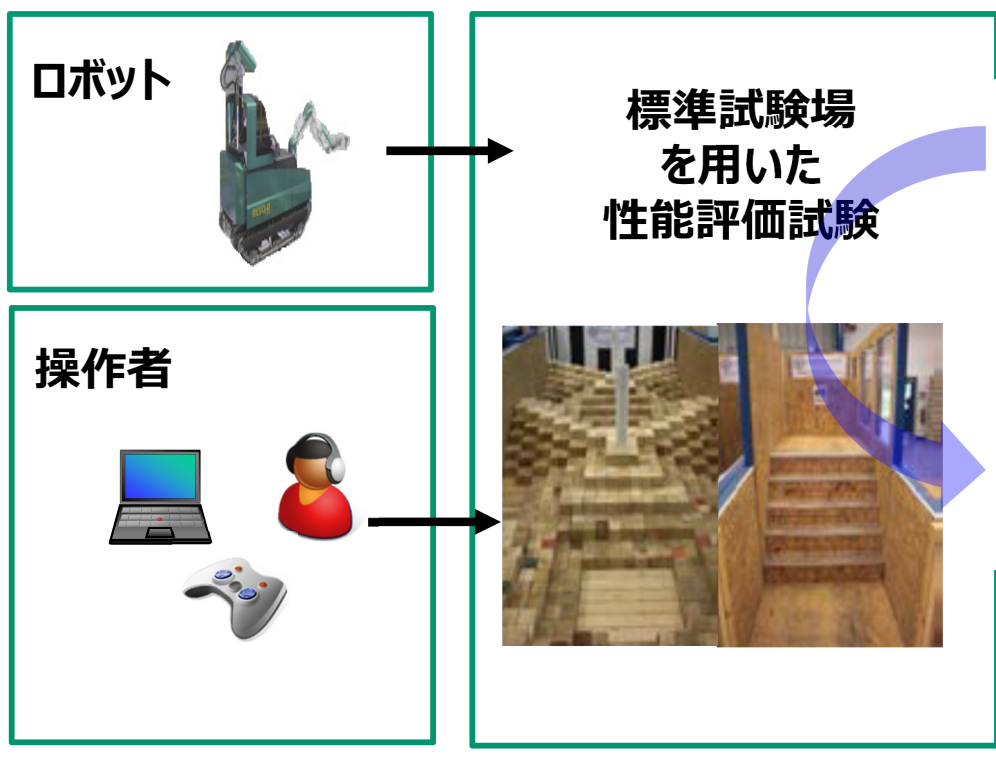
- 試験棟には、格納容器下部の漏えい箇所補修技術等の実証試験を行うスペースのほか、階段、水槽等の標準的な試験要素を設置した災害対応ロボット実証試験エリアを備える。



ロボット標準試験法とロボット・シミュレータ

- 原子力災害対応ロボットの共通基盤的なタスク遂行能力を定量的に評価する試験法を開発し、ロボットの要求水準やオペレータの技能達成水準を明示。

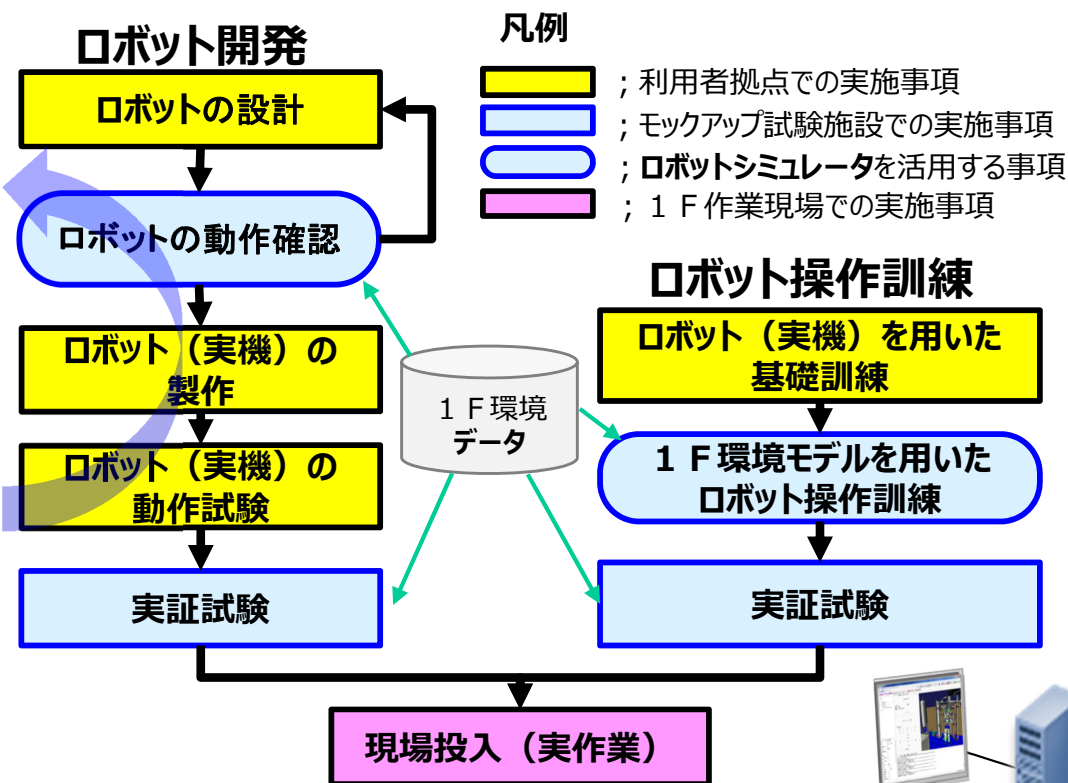
原子力災害対応ロボット標準試験法



標準試験方法による相互検証

- 廃炉において変化する作業現場等の環境データをコンピュータに取り込み、ロボットによる廃炉作業の計画立案や訓練及びロボット開発の合理化を目指したシミュレータを開発。

1F廃炉ロボット・シミュレータ



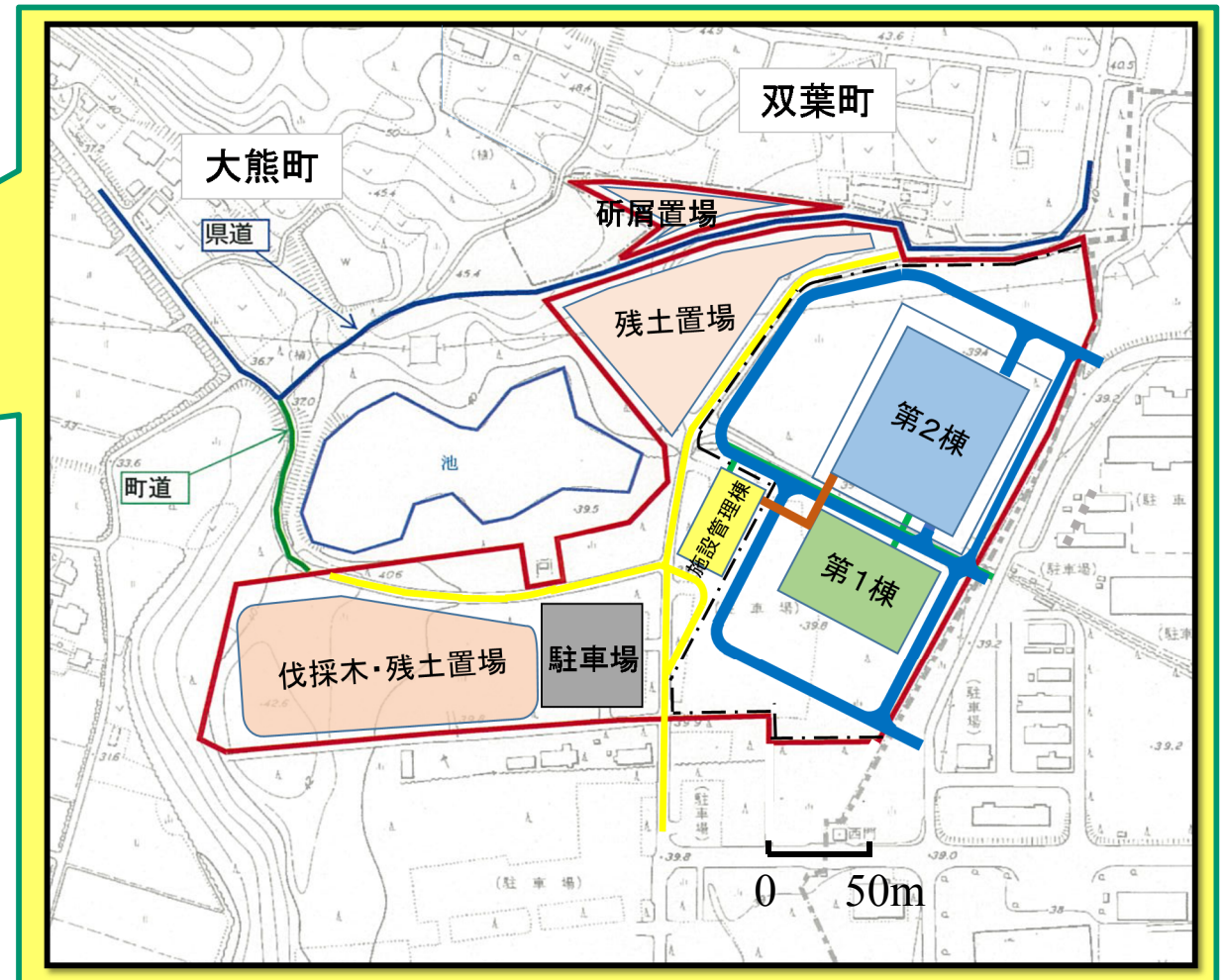
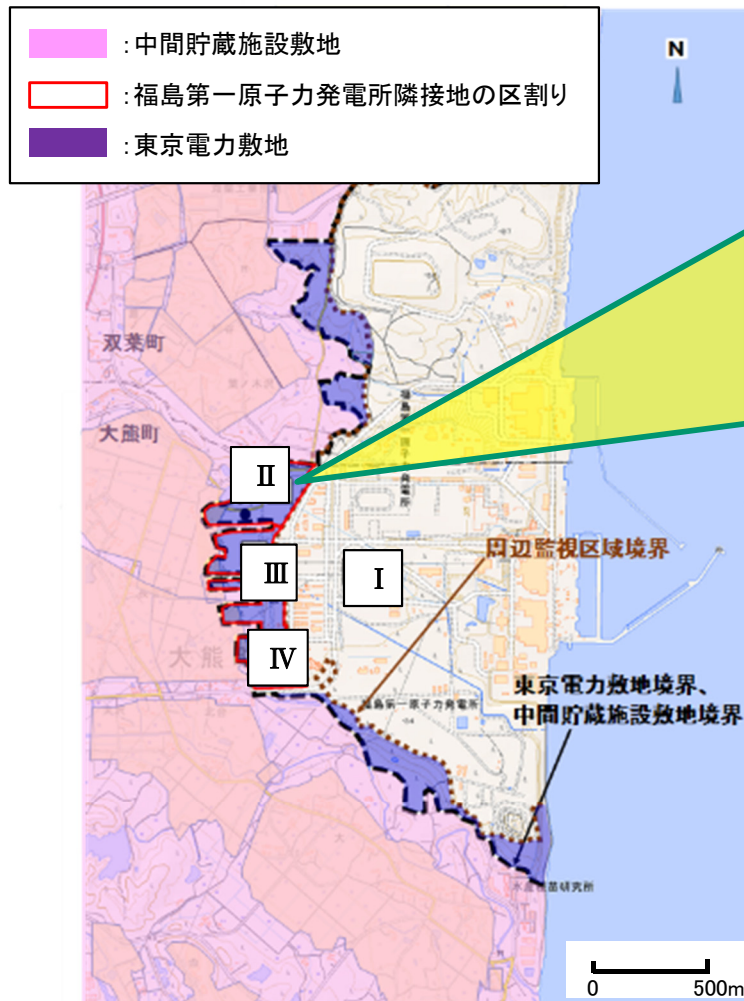
- 効率的なロボット開発
- 実践的な作業訓練
- オープンイノベーション

- 実践的なオペレータ育成
- 新規参入促進
- リスクコミュニケーション

- 合理的な作業計画立案
- 市場開拓

大熊分析・研究センター

- 第1棟は低中線量試料を受け入れ ～ ガレキ類、汚染水処理二次廃棄物等
- 第2棟は高線量試料を受け入れ ～ 燃料デブリ、汚染水処理二次廃棄物等



敷地内配置

国内外の英知を結集する拠点の構築

- 1Fの廃止措置等に必要な技術に関する研究開発のうち、中長期的な課題の研究開発について、内外の研究者を結集して実施するための国際的な拠点を構築する。

廃炉国際共同研究センター（仮称）

国内外の研究者等 100人～150人規模の参画を想定

東海・大洗等の施設を活用した事業 （平成27年4月～）

【廃炉等に関する研究開発の加速】

- ・核燃料取扱、分析、モニタリング技術
- ・デブリ取り出し、廃止措置工法
- ・放射性廃棄物の取扱い、保管・管理など

【JAEA特有の試験施設群の活用】

- ・核燃料、放射性物質の使用施設
- ・高エネルギー量子照射施設 など

梶葉遠隔技術開発センター （平成27年8月～）



【廃止措置研究開発】

- ・遠隔操作機器開発
（除染、観察、補修）等

大熊分析・研究センター （平成29年～）



【廃止措置研究開発】

- ・難測定核種の分析、
モニタリング手法開発等

国際共同研究棟（福島） （平成28年～）

- ・1F近郊（20km圏内）
- ・延べ床面積約3,000m²

【幅広い分野の研究開発】

- ・廃炉等の研究開発、
人材育成の拠点

4. 情報のアーカイブ化

- }

経済産業省、文部科学省、
東京電力(株)等の発信する
1F事故関連情報



プレス
リリース



モニタリングデータ、
プラントデータ

日本原子力学会等の口頭発表情報



收集

**公開後、
約300万件のアクセス**



<http://dspace.jaea.go.jp/>

お問い合わせ先：研究連携成果展開部

検索語を入力して、検索ボタンをクリックしてください。

除染

檢索



* 東京電力(株)
 HP、国立国会図
 書館インターネット
 資料収集保存
 事業 (WARP)
 に保存されている
 情報を表示 46

- 今後の取り組み（予定）
 - 収録情報の拡充（環境省等）
 - 検索システムの機能強化
 - 国立国会図書館東日本大震災アーカイブ（ひなぎく）及びIAEA/INISデータベースとの連携

国内外の英知の集約と情報発信

- 福島アーカイブの収録情報を段階的に拡充・集約（Ⅰ～Ⅲ）し、国内外に発信

JAEA

Ⅰ：技術資料、論文

Ⅱ：知財、供用
施設情報、人材



技術資料、
学術論文

知財情報

供用施設
情報

研究人材
情報

国内関係機関

Ⅰ、Ⅲ：行政機関（MEXT、METI、etc）、
研究機関（IRID etc）、東電、学会



インターネット情報



研究成果、データ



報告書、公文書、
参考文献



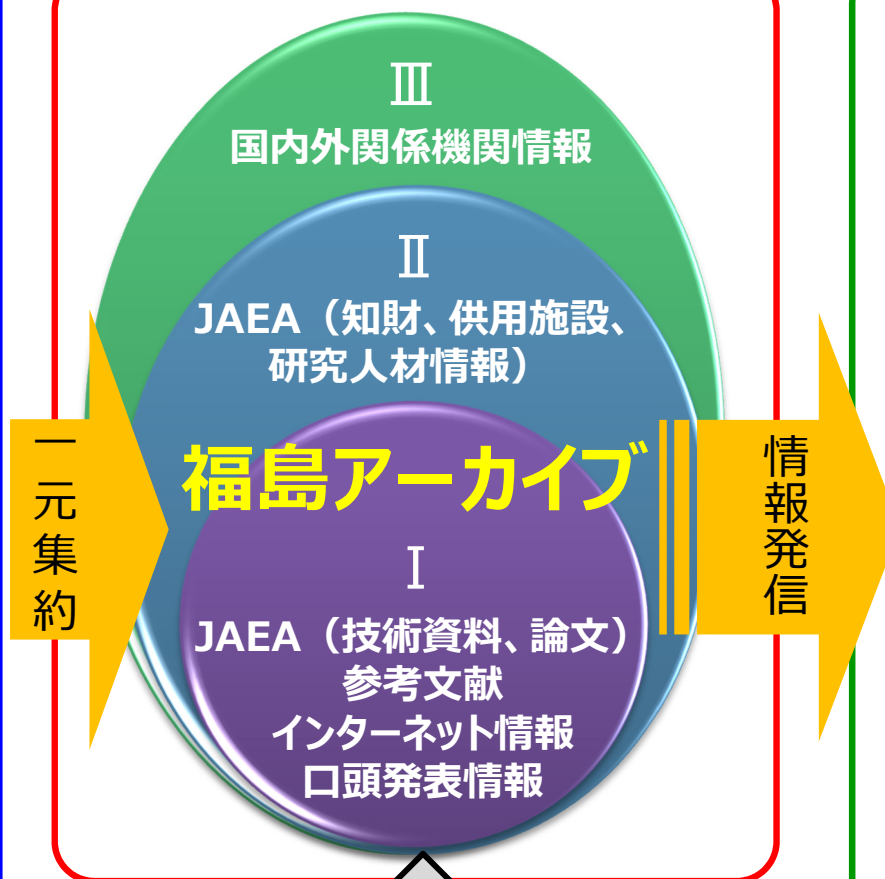
学会発表情報

海外関係機関

Ⅰ：報告書、参考文献
・福島事故報告書
（IAEA、米国NRC、etc）
・参考文献、調査資料
（チェルノブイリ、米国TMI、etc）



統合型アーカイブ



連携



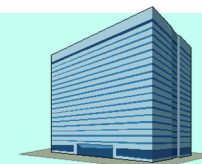
国立国会図書館
National Diet Library

ユーザー

一般



産業界



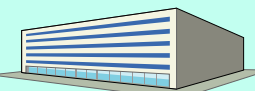
研究機関



大学、学会



行政機関



海外関係機関



5. 今後の進め方

今後の進め方（1/2）

- 廃止措置に向けての取組については、中長期ロードマップの実現に向けて、機構の持てる研究ポテンシャルを十分に発揮でき、かつ実施が期待される燃料デブリに係る研究開発、放射性廃棄物の処理処分技術開発等の中核的な研究開発と中長期的に貢献する基礎基盤的研究開発を着実に推進する。
- 1F廃止措置の推進に必要な不可欠な技術基盤を確立するため、梶葉遠隔技術開発センターや大熊分析・研究センターの建設、整備を着実に進める。
- また、国内外の英知を結集し、産学官による基礎基盤的研究開発と人材育成を一体的に進めるための国際的な研究開発拠点とする廃炉国際共同研究センター（仮称）を構築する。

今後の進め方（2/2）

- 環境回復に向けての取組については、福島県環境創造センター運営戦略会議において、今年度策定する研究計画に係るロードマップに基づき、住民帰還に貢献する研究開発成果を提供する。
- 廃止措置と環境回復の両者の研究領域を横断的に結び付け、様々な専門分野の力を結集させることにより、効果的・効率的に取り組んでいく。

関係機関との緊密な連携・協力をはかり、
廃止措置及び環境回復へ確実に貢献していく。