



研究開発活動報告

平成24年11月28日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

理事 伊藤 洋一

ご報告内容

- I. 原子力研究開発機構を取り巻く状況
- II. 主要事業の動向
- III. 東京電力福島第一原子力発電所事故への取り組み
- IV. 廃止措置等に向けた研究開発

- I. 原子力研究開発機構を取り巻く状況
- II. 主要事業の動向
- III. 東京電力福島第一原子力発電所事故への取り組み
- IV. 廃止措置等に向けた研究開発



機構を取り巻く最近の動き

(政府等の動き)

3/11 東日本大震災・東電福島第一原子力発電所事故

12/16 政府・東電中長期対策会議設置

1/1 放射性物質汚染対処特措法施行

1/24 独立行政法人の制度及び組織の見直しの基本方針(閣議決定)

9/14 革新的エネルギー・環境戦略

9/19 原子力規制委員会発足

10/10 文科省もんじゅ研究計画作業部会の設置

(原子力機構の動き)

3/11 「原子力機構対策本部」を設置

5/6 「福島支援本部」を設置

11/21 福島技術本部、福島環境安全センター、復旧技術部、企画調整部に組織変更

3/30 中期計画の変更(福島対応を事業に明記)

4/1 原科研、核サ研、大洗研に特別チーム設置

10/1 東海・大洗の施設管理部等を福島研究施設部に改組

H23年
3月

5月

7月

9月

11月

H24年
1月

3月

5月

7月

9月



革新的エネルギー・環境戦略

事故を踏まえ、今後の原子力・エネルギー政策の見直しが行われ、本年9月14日、「革新的エネルギー・環境戦略」が決定。

〈3つの原則〉

- 40年運転制限
- 規制委員会の安全確認による再稼働
- 新設・増設を行わない。



2030年代に原発稼働ゼロを可能にするよう、あらゆる政策資源を投入

〈5つの政策〉

- 核燃料サイクル政策
 - 国際的責務を果たしつつ、再処理事業に取り組む
 - 「もんじゅ」は、国際的な協力の下で、高速増殖炉開発の成果の取りまとめ、廃棄物の減容及び有害度の軽減等を目指した研究行うこととし、このための年限を区切った研究計画を策定、実行し、成果を確認の上、研究を終了
 - 廃棄物減容・有害度低減等を目的とした処理技術、専燃炉等を研究開発
- 原子力の安全確保に資する人材や技術の維持・強化
 - 廃炉、使用済み燃料の処理技術の向上、福島における除染等に関する技術の開発・人材育成、人材や技術の維持・強化策
- 国際社会との連携 ○立地地域対策の強化 ○原子力事業体制と原子力損害賠償制度

- I. 原子力研究開発機構を取り巻く状況
- II. 主要事業の動向**
- III. 東京電力福島第一原子力発電所事故への取り組み
- IV. 廃止措置等に向けた研究開発



原子力機構の事業の概要

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故への対応

廃止措置・環境修復に向けた技術開発等 機構全体として人材・研究施設を最大限に活用し、総力をあげた取組

長期的エネルギー安全保障・地球環境問題の解決 国際競争力のある科学技術を生み出す基盤

核燃料サイクルの確立

高速増殖炉サイクル技術

高レベル放射性廃棄物処分技術研究開発

軽水炉サイクル事業支援

原子力による水素社会への貢献

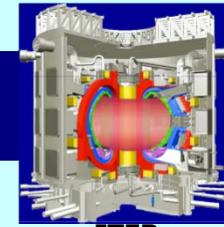


もんじゅ



瑞浪 幌延

核融合研究開発



ITER



幅広いアプローチ

量子ビーム応用研究



J-PARC

原子力の安全と平和利用を 確保するための活動

安全研究

核不拡散技術開発

自らの施設の廃止措置 廃棄物の処理処分

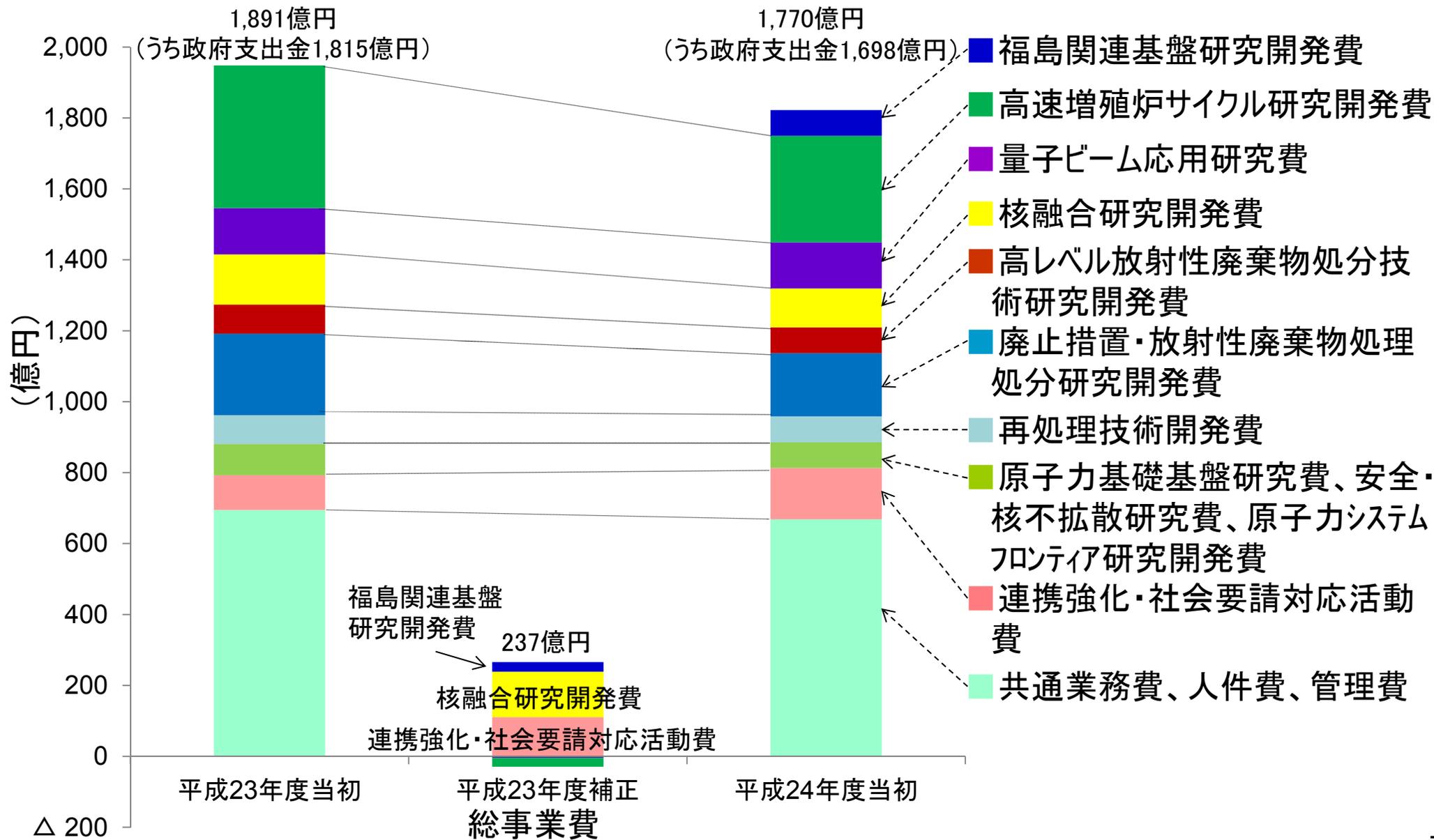
産学官との連携 国際協力 人材育成 原子力情報

共通的科学技術基盤

原子力基礎工学研究、先端原子力科学研究



原子力機構のH23年度およびH24年度予算の比較



高速増殖炉サイクル技術

— 高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発 —



平成22年5月: 14年5ヶ月ぶりに
性能試験を再開

平成22年8月 燃料交換終了後
の後片付け時、炉内中継
装置落下トラブル発生

平成24年8月 炉内中継装置の
復旧完了

「革新的エネルギー・環境戦略(H24.9.14)

○「もんじゅ」は、**国際的な協力**の下で、**高速増殖炉研究開発の成果の取りまとめ、廃棄物の減容、有害度の低減等**を目指した研究開発を行うこととし、このための**年限を区切った研究計画**を策定、実行し、成果を確認の上、研究を終了

○**廃棄物減容・有害度低減等を目的とした処理技術、専燃炉等**を研究開発

「もんじゅ研究計画作業部会」(H24.10.29第1回)

「もんじゅ」などによる研究計画を策定するために必要な事項について調査検討

最近の成果、動向

東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の実施

- ・電源車の配備等の安全対策の実施
- ・電源車接続訓練や全交流電源喪失を模擬した総合防災訓練の実施



電源車接続訓練

外部有識者によるもんじゅの安全性確認

- ・シビアアクシデント対応方策等について確認



もんじゅ安全性総合評価検討委員会審議状況

設備の信頼性向上対応

- ・設備の保全計画に従った計画的な点検の実施



新規IVTMの搬入(H24.3.21)

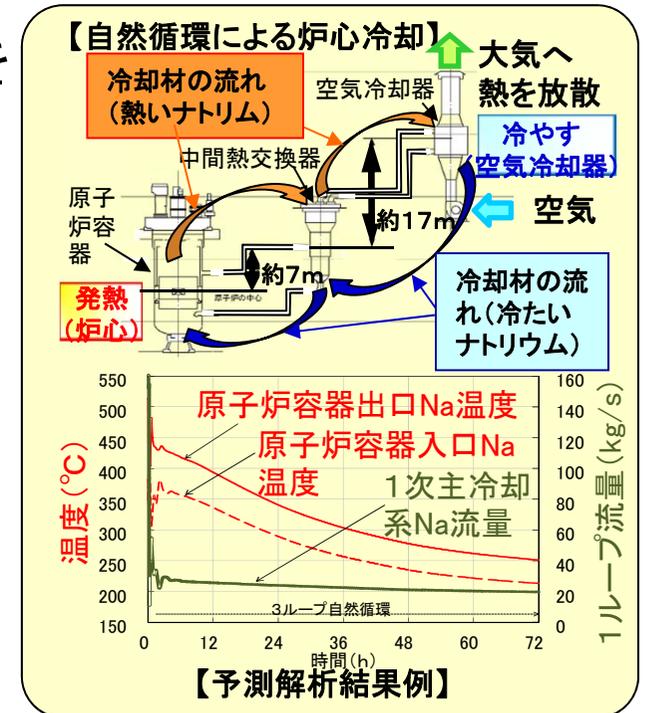
今後の課題、取り組み

- 原子力事故を踏まえた安全性向上のための活動を最優先に実施

- ・安全対策
- ・安全性の総合的な評価の対応など

- 原子炉等規制法改正に伴うシビアアクシデント対策に向けた設置許可本文の変更届け対応等の実施

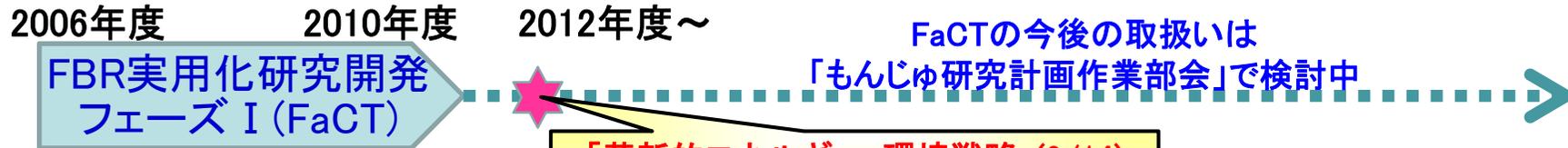
- 「もんじゅ」研究計画の検討、設備の保全計画に従った計画的な点検の継続





高速増殖炉サイクル技術

— 高速増殖炉サイクル研究開発 —



「革新的エネルギー・環境戦略」(9/14)

＜当面、優先的に取り組むべき新たな課題＞

- ◆ 原子力事故の教訓を踏まえた高速増殖炉の安全性強化に関する対応
- ◆ エネ・環戦略で示された「廃棄物減容・有害度低減等を目的とした研究開発の推進」への対応

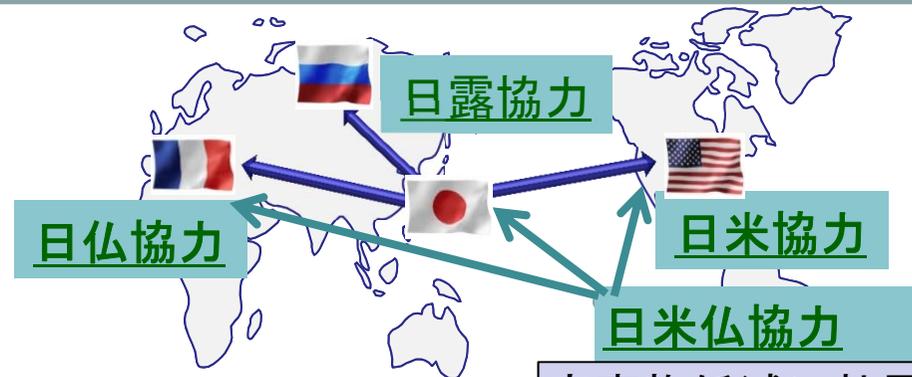
シビアアクシデント対策技術開発



冷却系機器開発試験施設 (AtheNa)

- 原子力事故を踏まえてFBRの安全性の一層強化が必要
- 冷却系機器開発試験施設(AtheNa)等を用いて、過酷事故(シビアアクシデント)発生時にも炉心冷却を可能とする多様な冷却方法について、国際協力の下で研究開発を行う

国際協力を活用した研究開発の推進と国際貢献



多国間協力

- 第4世代原子力システム国際フォーラム (GIF)
- 国際原子力機関 (IAEA)

廃棄物低減に効果的なマイナーアクチニド(MA)の燃焼実証プログラム(GACID計画)への参加

安全設計クライテリアの国際標準化のとりまとめ



高速増殖炉サイクル技術

— 廃棄物の減容及び有害度の低減を目指して —

これまでの成果、取り組み

○高レベル廃棄物の環境負荷低減(発熱低減、放射性毒性の持続期間短縮等)を目的として、**MA含有MOX燃料の研究開発**を実施

○高速実験炉「常陽」において
Am含有MOX燃料(Am:3%, 5%)
Np/Am含有MOX燃料(Am, Np:各2%)
の照射試験(10分間、24時間)を世界最高の線出力で実施し、照射初期のAm、Npの再分布挙動等のデータを取得

今後の取り組み

○「もんじゅ研究計画作業部会」の検討結果を踏まえ、「もんじゅ」におけるMA含有MOX燃料の照射試験等を検討

MA含有MOX燃料の照射試験

MA含有MOX燃料製造



大洗研究開発センター
照射燃料試験施設

核燃料サイクル工学研究所
プルトニウム燃料技術開発センター

Am含有MOX燃料

Np/Am含有MOX燃料

照射試験



「もんじゅ」

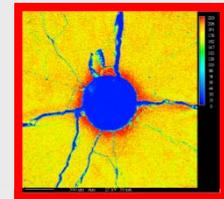


「常陽」

照射後試験

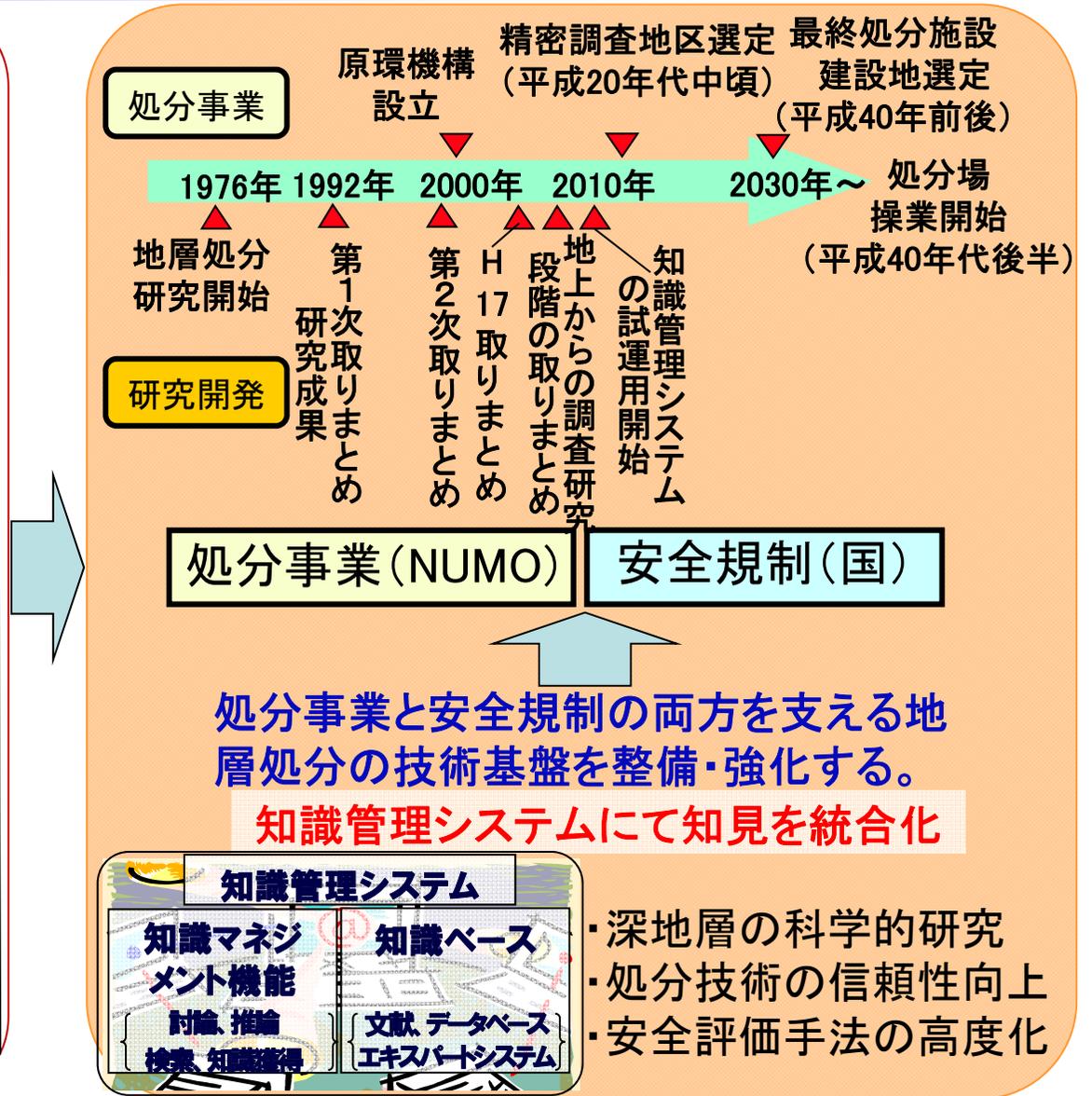
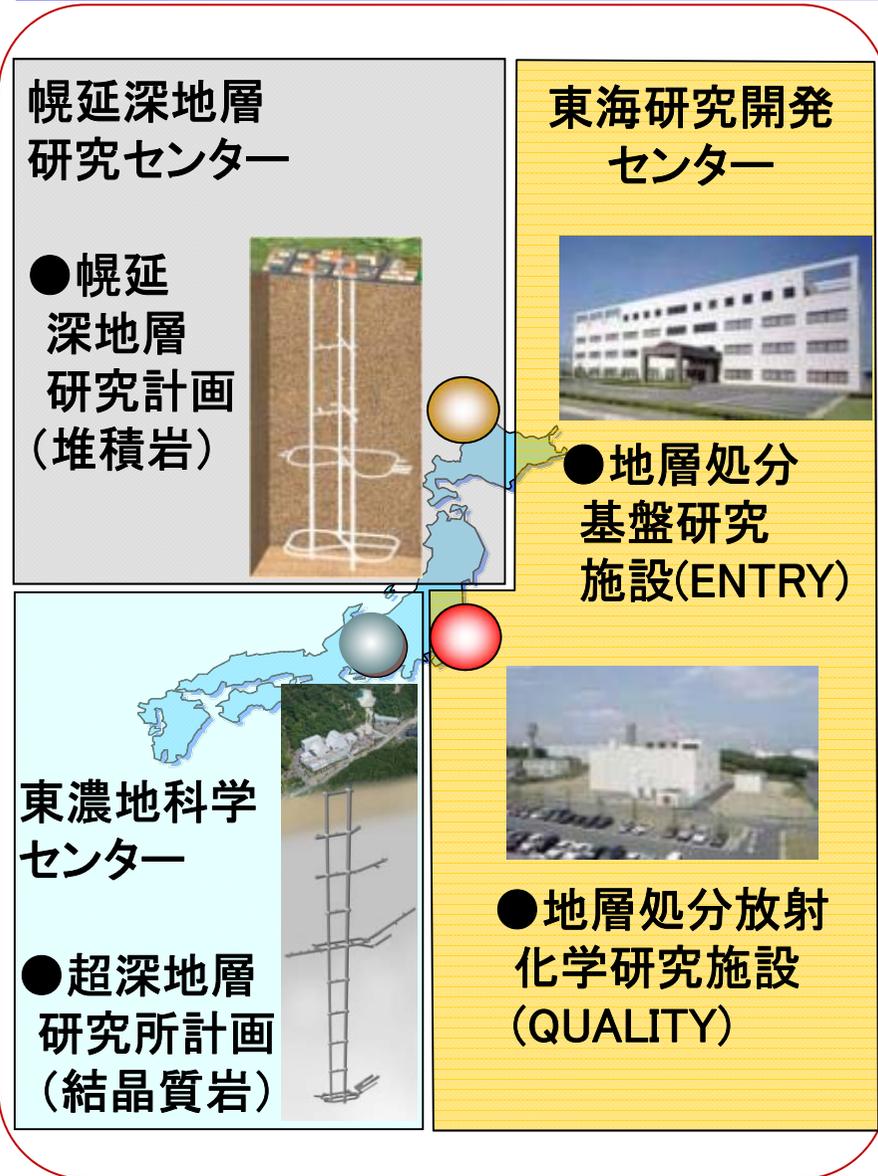


大洗研究開発センター
照射燃料試験施設



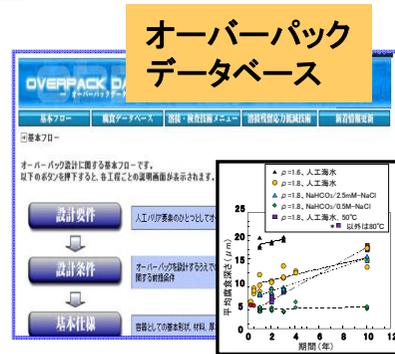
ペレットの金相観察結果
中心空孔周辺のAm分布
イメージ化

高レベル放射性廃棄物処分技術研究開発



最近の成果、動向

- 処分場の設計・安全評価に必要なデータベースの整備等を実施
- 表層環境中での核種挙動評価に必要なデータを拡充し、福島対応への活用
- 幌延では深度350m、東濃では深度500mにて水平坑道を掘削し、水平坑道等で調査研究を実施中
- 研究開発の進展や知識の整理結果をエキスパートシステムに反映することによる、知識管理システムの充実



今後の課題、取り組み

- 処分システムの工学技術や安全評価に関わるデータ拡充とモデル高度化を継続
- 幌延：深度350m 東濃：深度500mの水平坑道の整備と地質環境特性や掘削影響の把握等を着実に実施
- これまで得られた知見、技術等を福島事故対応へ活用
- 使用済燃料の直接処分研究費を平成25年度概算要求中

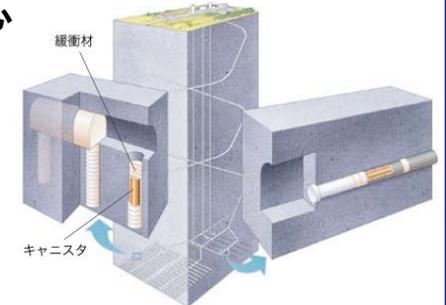


人工バリア材料の健全性評価



地下水採水作業

研究坑道の掘削に伴う調査



直接処分イメージ

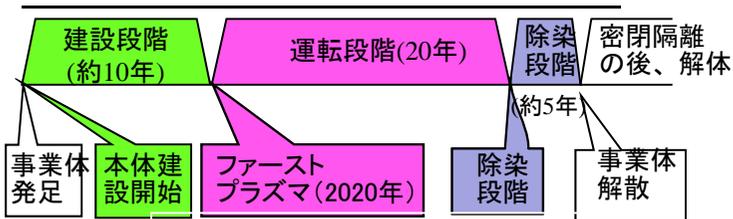
ITER(国際熱核融合実験炉)計画

日・欧・米・露・中・韓・印の7極の協力により、核融合実験炉ITERの建設・運転等を通じ、燃焼プラズマの実現や核融合工学技術の有効性を実証する。

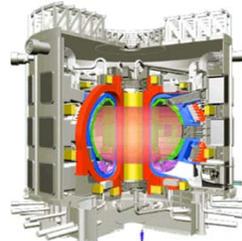
幅広いアプローチ(BA)活動

日欧協力による、ITER計画を支援・補完し、原型炉開発に向けた技術基盤を構築するためのプロジェクト。青森県及び茨城県で施設設備を整備し、研究開発活動を推進。

0 5 10 15 20 25 30 35



ITER計画スケジュール



核融合熱出力: 50万kW

①国際核融合エネルギー研究センター事業:六ヶ所村



原型炉設計・R&D調整

核融合計算機シミュレーション

ITER遠隔実験

仏・カダラッシュ トカマク複合建家ピット 免震マットの設置が完了 (幅87m,長123.6m,深17m)

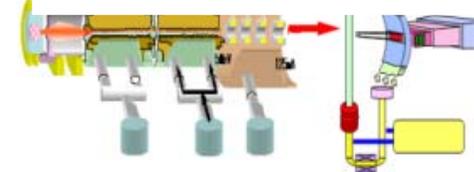
高電圧受変電設備エリア 鉄塔、電線の敷設作業中 (およそ4ヘクタール)

PF組立建家(冷凍機棟) 幅45m,長252m,高17m (2012年2月完成)

ITERサイト整備状況



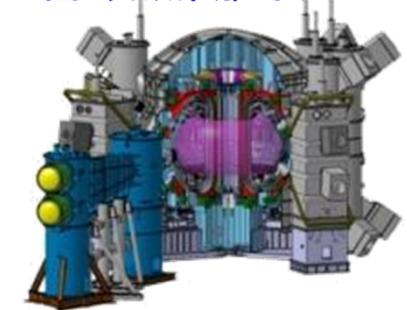
②国際核融合材料照射施設の工学実証工学設計活動 (IFMIF/EVEDA):六ヶ所村



重陽子ビーム加速器

中性子発生用液体Liターゲット

③衛星トカマク計画:茨城県那珂市



JT-60SA

最近の成果、動向

- ITER計画
 - ◆ 他極に先駆け量産体制を確立し、トロイダル磁場コイル用超伝導導体を着実に製作
 - ◆ 超伝導コイルの製作に着手
- 国際核融合エネルギー研究センター(IFERC)事業では、平成24年1月から核融合計算機(11月現在:国内第2位、世界第15位)の運用開始
- IFMIF/EVEDA活動では、被災の復旧作業が完了したリチウム試験ループの実証試験の再開
- サテライト・トカマク計画では、超伝導コイル導体、真空容器等の製作が順調に進展



運用を開始した核融合計算機



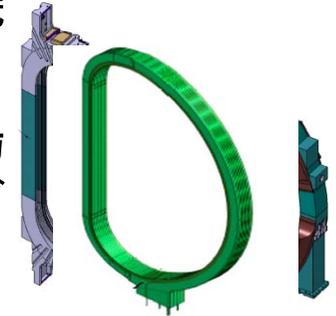
完成したリチウム試験ループ



サテライト・トカマク真空容器実機製作

今後の課題、取り組み

- ITER協定の国内機関として活動
 - ◆ 実機トロイダル磁場コイル等の製作などを継続
- IFERC事業では、核融合計算機を本格運用
- IFMIF/EVEDAでは、リチウム試験ループの実証試験の実施とともに、加速器の電源・冷却設備などを整備
- サテライト・トカマク計画では、機器・施設の調達を継続



トロイダル磁場コイルの製作



原型加速器の入射器



量子ビームテクノロジー

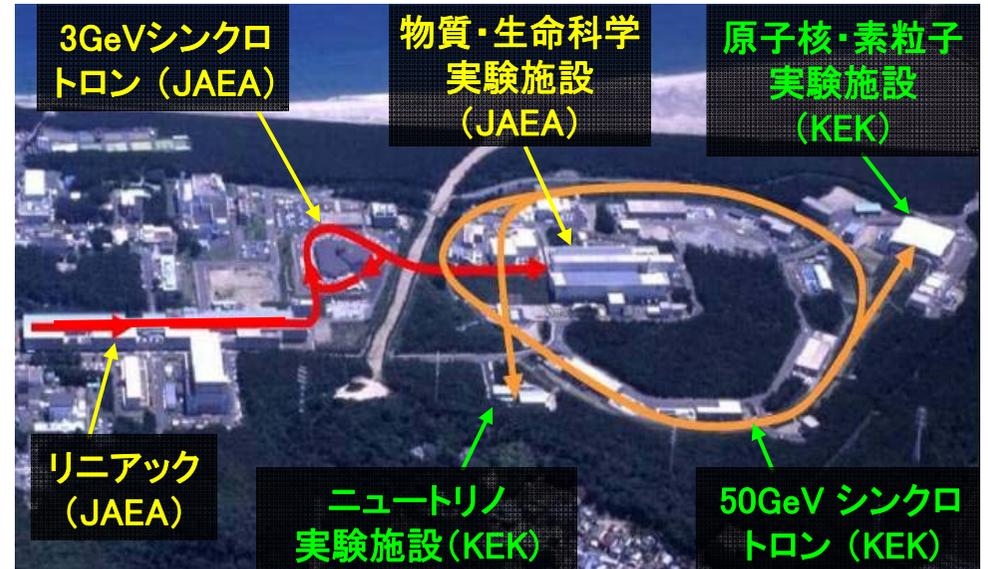
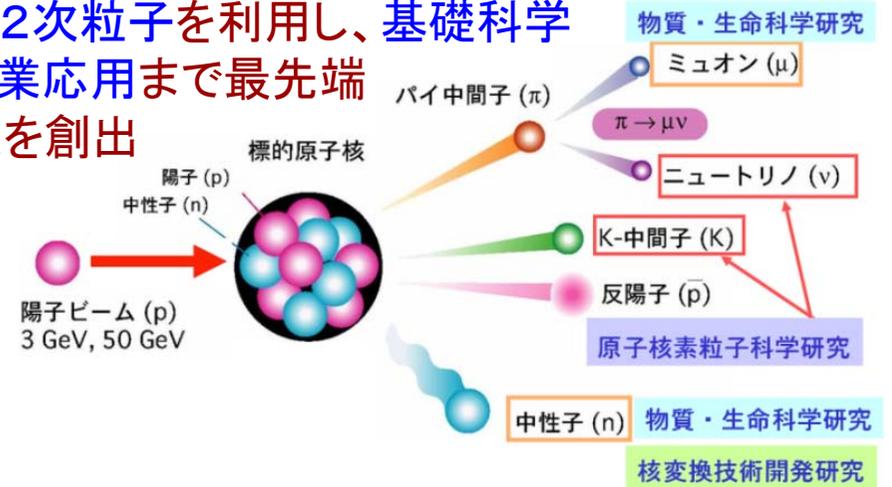
○量子ビームプラットフォームによる先端科学技術への挑戦

量子ビームの高品位化(高強度化、微細化、均一性向上等)や利用技術の高度化を通じて、科学技術・学術の発展、新分野開拓と産業振興に貢献



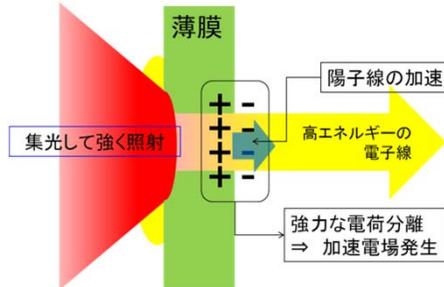
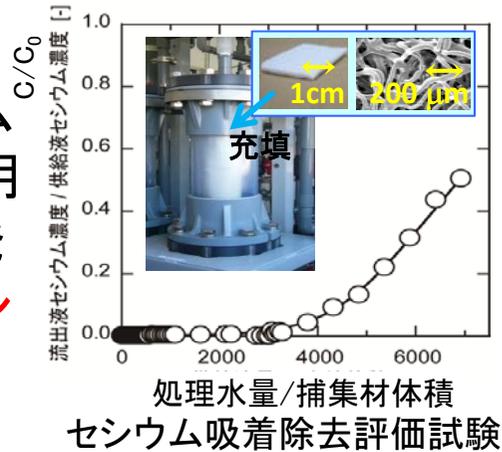
○大強度陽子加速器施設 (J-PARC)

世界最高レベルの陽子加速器によって得られる多様な2次粒子を利用し、基礎科学から産業応用まで最先端の成果を創出



最近の成果、動向

- 量子ビームプラットフォーム
 - ・放射線グラフト重合技術を用いた**セシウム捕集材**の開発
 - ・イオンビーム育種による**セシウム高吸収植物**、セシウム低吸収イネの開発
 - ・小型化が可能な**レーザー装置**を用いて、**世界最高の加速エネルギーの陽子線発生**に成功
- J-PARC
 - ・3.11震災被害からの復旧を速やかに進め、H24年1月24日から利用運転再開、H23年度内に約2サイクルの運転実施
 - ・特に、Liイオン電池関連の実験でグリーンイノベーションに繋がる成果を創出

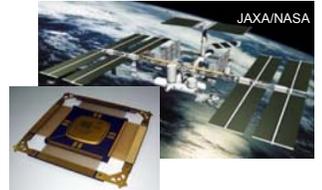


レーザー駆動陽子線装置の原理



今後の課題、取り組み

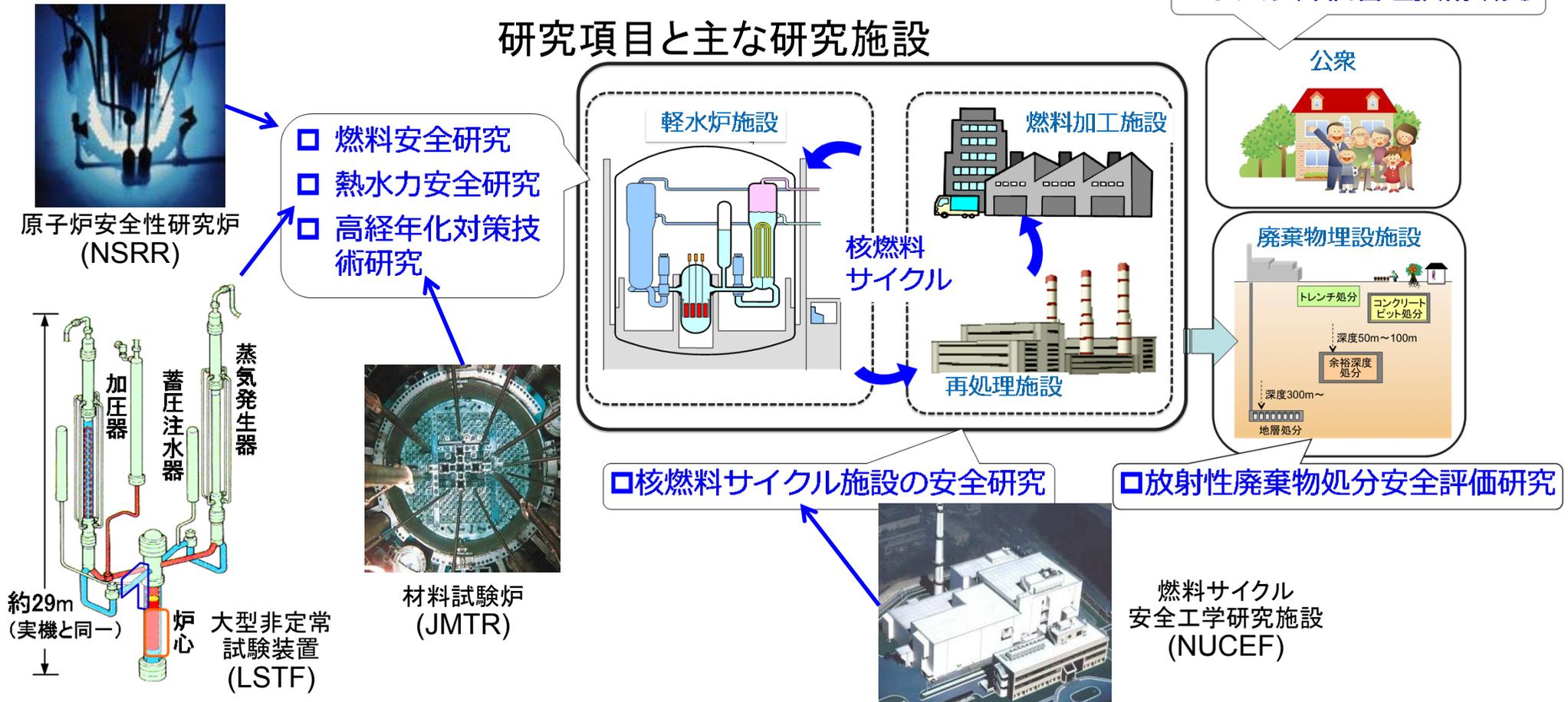
- 量子ビームプラットフォーム
 - ・応用が期待される新物質・材料創製や、先端医療・バイオ技術分野に貢献する量子ビーム利用技術の開発・高度化(バイオディーゼル触媒やがん治療用新規RI薬剤伝達システムの開発など)
- J-PARC
 - ・H24年度内に8サイクル(約170日間)のビーム利用運転予定
 - ・H24年11月、より短時間で多くの成果創出を目指し、出力を210kWから300kWに増強中
 - ・H25年度、リニアック加速器増強を完成させ、目標とする1MW出力に向けたビーム試験開始予定



新しい宇宙用半導体の開発

- 原子力施設のリスク低減に向け広範な研究を実施し、現象解明や安全規制に用いられる基準作りなどに貢献

研究項目と主な研究施設



➤ 今後は、シビアアクシデントの発生防止及び評価法、低頻度で影響の大きな外的事象の評価法、並びに緊急時への準備の充実を図るための研究に重点化

シビアアクシデント 防止研究

炉心溶融の防止
(設計基準内・超)

シビアアクシデント 評価研究

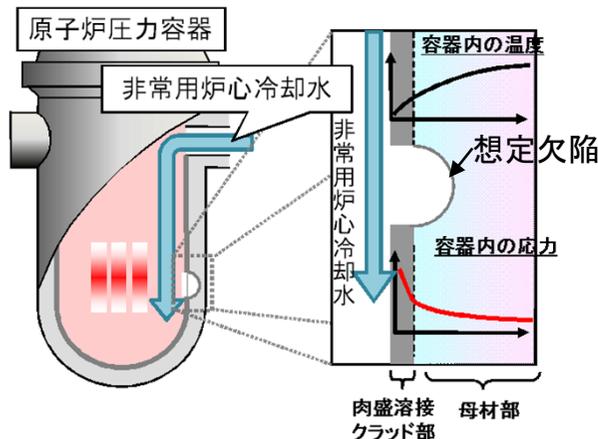
炉心溶融、容器破損
放射性物質の放出

環境影響評価・ 被ばく評価研究

公衆の被ばく
原子力防災

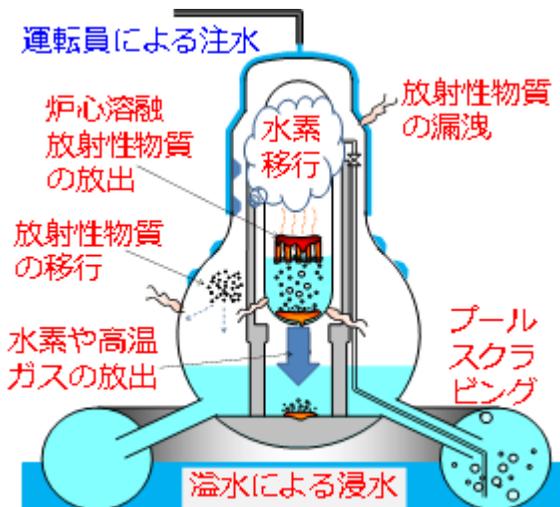
➤ 長期間供用された機器・構造物の健全性評価への確率論的手法の導入を支援

✓ 原子炉圧力容器や配管の破損確率評価のための確率論的破壊力学解析コードを整備



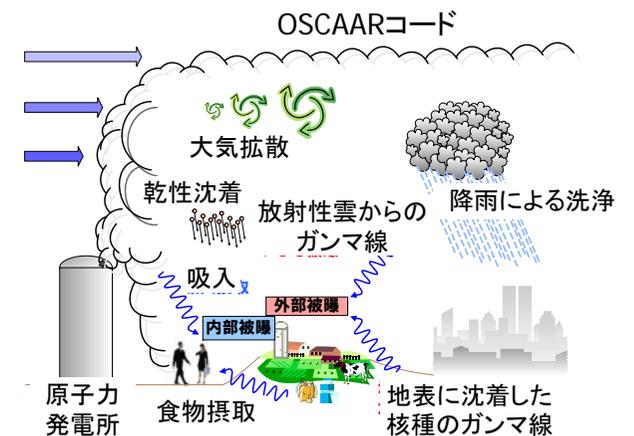
加圧熱衝撃時の健全性評価

➤ 福島事故で顕在化した課題の解決や今後の新しい安全規制に資するため、格納容器挙動に関する実験的研究等を計画

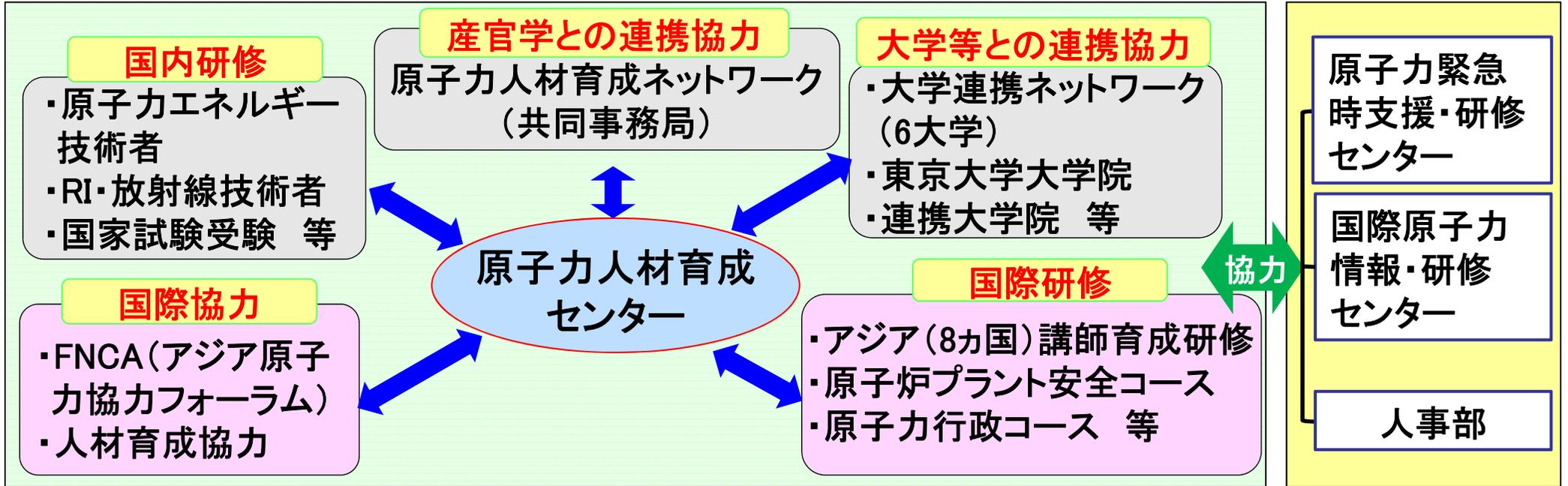


➤ 原子力規制委員会による原子力災害対策指針の策定を支援

✓ OSCAARコードによる予防的防護措置範囲の検討のための放射性物質放出の影響評価



原子力分野の人材育成への貢献



東京電力(株)福島第一原子力発電所事故対応

○東京電力放射線測定要員等育成研修

H23年8月より実施 (エネ庁受託)
計15回 約420名 (H23年度実績)

○除染業務者講習会

H23年10月より実施 (福島県受託)
計15回約3,400名 (H23年度実績)

国際原子力安全交流対策 (講師育成)
【文科省受託】

母国で技術指導できる講師を育成
原子力人材育成自立を支援

講師育成者数 現地研修生者数
累計約 160名 累計約 2,100名
(平成23年度までの実績)



JMTRを用いた⁹⁹Mo国産化に係る技術開発

⁹⁹Moから生成される^{99m}Tcは、癌、心臓病などの医療診断に必要なラジオアイソトープ

○供給元である海外原子炉の老朽化による故障や火山噴火などによる航空機輸送の遅延により供給が停止
⇒国産化により安定供給を図る
(国内需要の25~100%を供給可能)

日本原子力研究開発機構

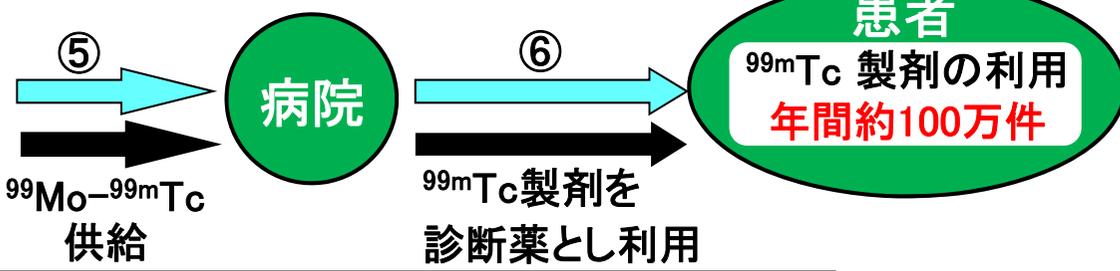
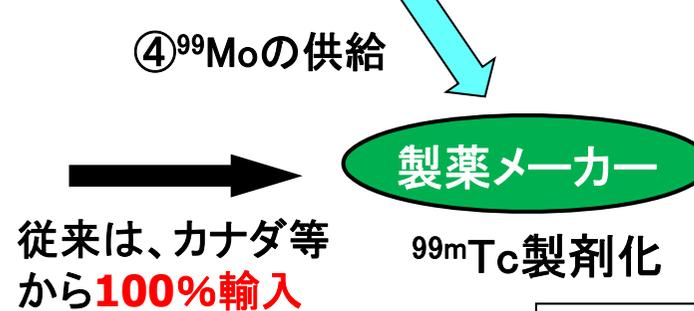
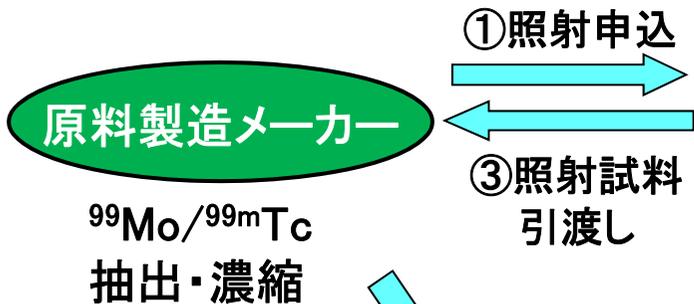
(n,γ) 法による新たな^{99m}Tc製造方法を世界に先駆けて成功



高密度MoO₃ペレットの製造技術開発 MoO₃ペレット
⇒⁹⁹Mo生産量の増大に貢献

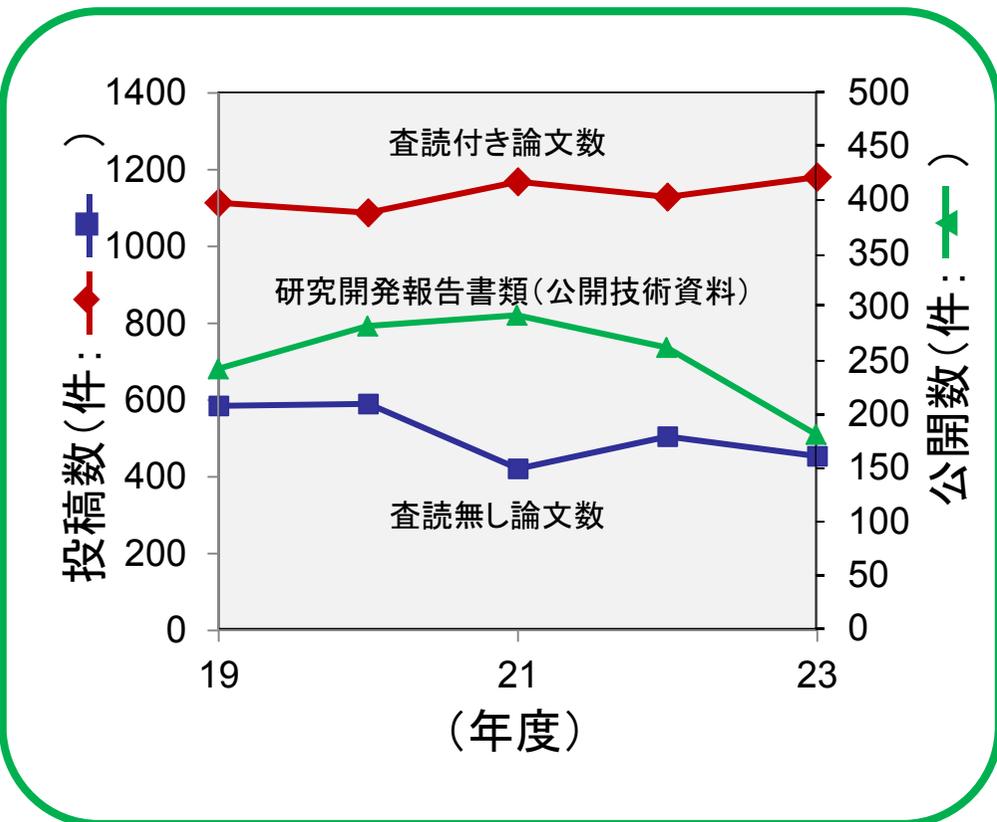


⁹⁹Mo/^{99m}Tc分離・抽出・濃縮技術開発
⇒高純度な⁹⁹Mo抽出に貢献



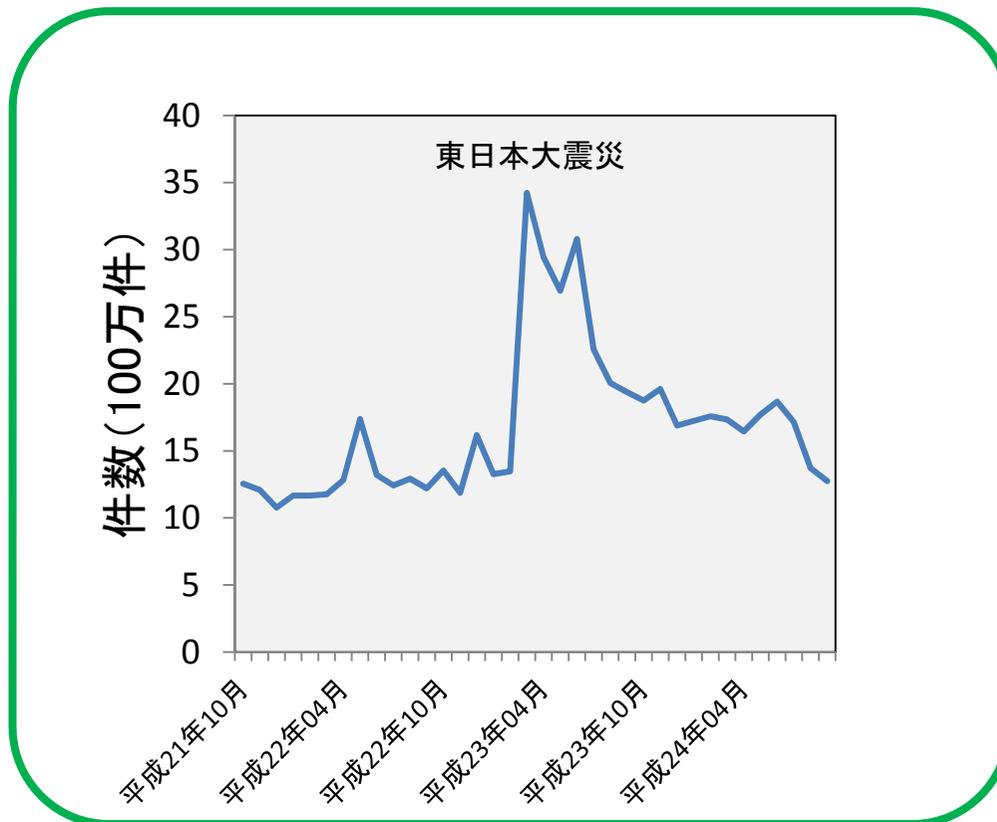
→ : 国産製造スキーム → : 輸入製造スキーム

投稿論文数



平成23年度は震災が発生したが、投稿した論文数に影響はみられず

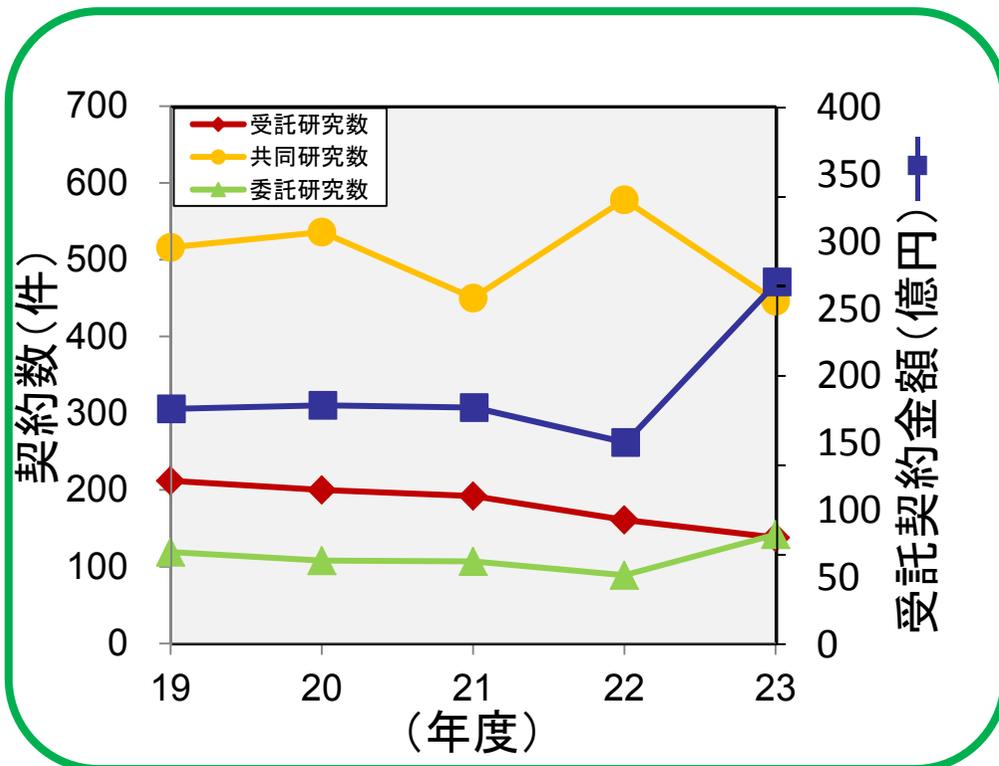
機構HPへのアクセス件数



平成23年度は震災及び原子力事故関係へのアクセスが急増

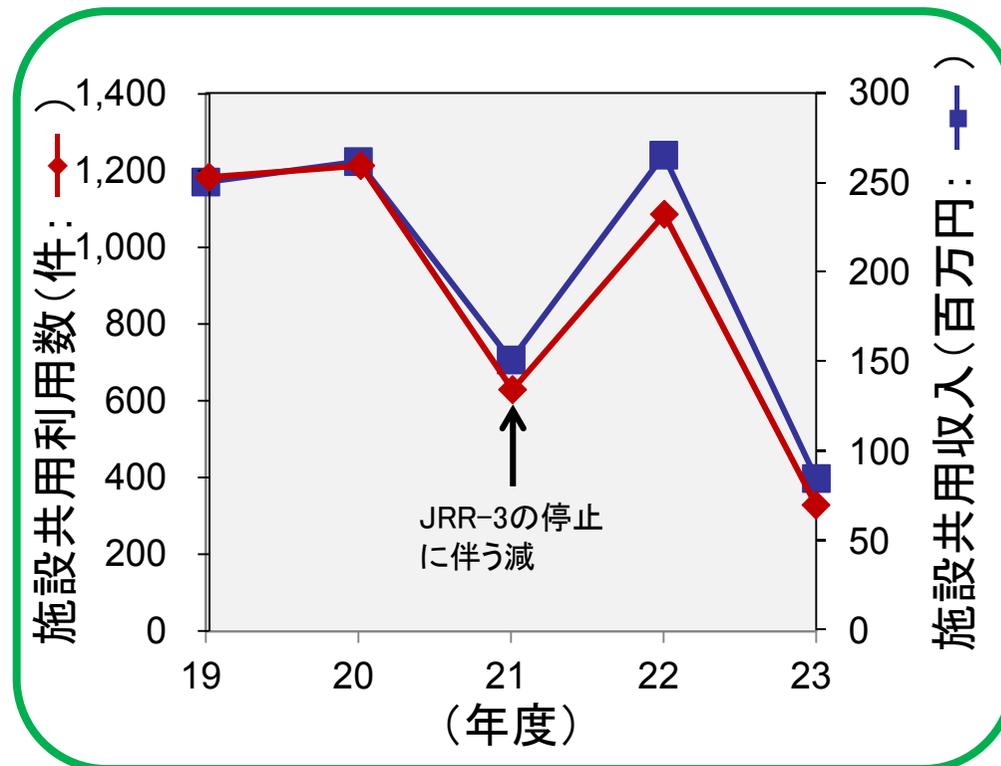
原子力機構における産学連携の状況

研究契約数と受託研究契約金額



平成23年度は福島支援関連の受託研究が増加し、契約金額が急増

機構施設の供用(外部利用)数と施設使用料収入



施設供用については震災の影響により平成23年の利用数が大幅減少

- I. 原子力研究開発機構を取り巻く状況
- II. 主要事業の動向
- III. 東京電力福島第一原子力発電所事故への取り組み**
- IV. 廃止措置等に向けた研究開発



東京電力福島第一原子力発電所事故への取り組みの経緯

平成23年3月11日 東日本大震災発生
理事長を本部長とする「原子力機構対策本部」設置
指定公共機関として緊急事態への支援活動を開始

事故後延べ45,000人以上の職員がさまざまな活動に従事



JAEA-2号
(屋内観察・除染ロボット)

サイト復旧活動への支援



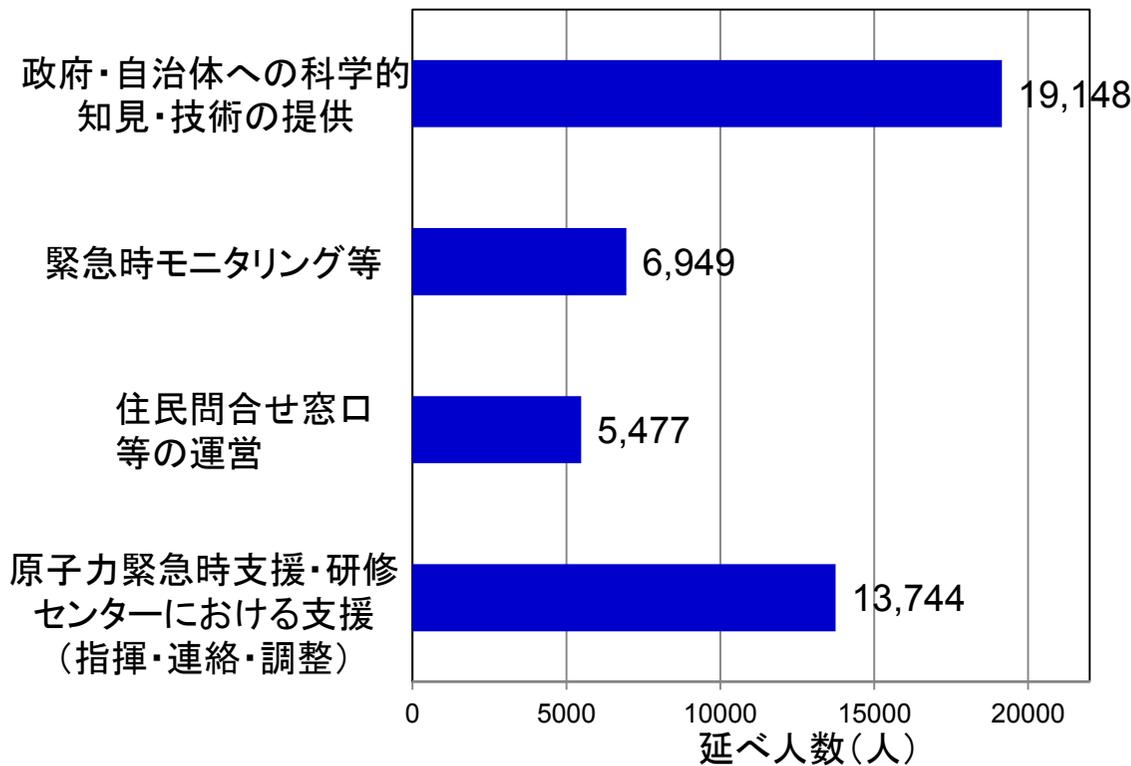
緊急モニタリング活動(継続中)



移動式全身カウンタ車の派遣



健康相談ホットライン対応

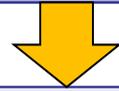


機構職員の原子力事故対応の状況

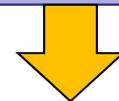


機構の原子力事故対応

指定公共機関としての活動



中期計画で主要業務に位置付け



廃止措置等R&D

- 国の研究開発計画に基づくR&Dの実施
- ホット施設の活用、機構施設の廃止措置技術、経験の活用

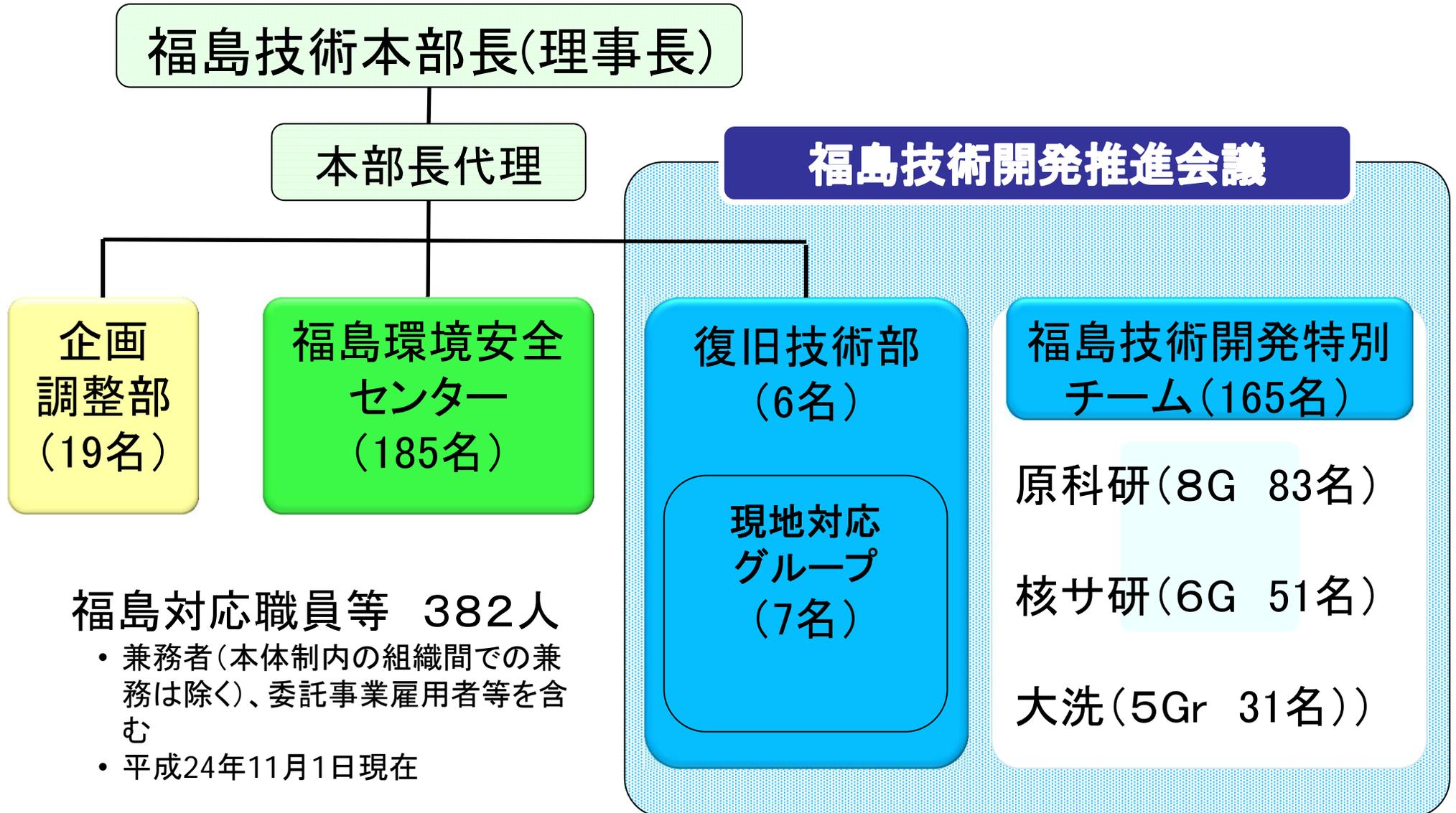
環境汚染対処R&D

- 自治体・関係府省との連携、モニタリング・マッピングの継続
- 長期の環境中での放射性物質の動態研究など

国内外との連携・情報発信、人材育成



機構の原子力事故対応体制の強化



福島対応職員等 382人

- 兼務者(本体制内の組織間での兼務は除く)、委託事業雇用者等を含む
- 平成24年11月1日現在

- I. 原子力研究開発機構を取り巻く状況
- II. 主要事業の動向
- III. 東京電力福島第一原子力発電所事故への取り組み
- IV. 廃止措置等に向けた研究開発**



廃止措置等に向けた中長期ロードマップ

現在（ステップ2完了）

2年以内

10年以内

30年～40年後

ステップ1, 2

第1期

第2期

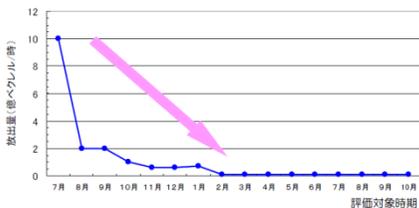
第3期

<安定状態>

3号機 (H23年9月10日)



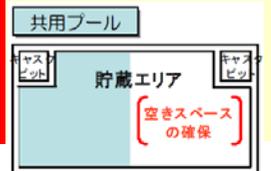
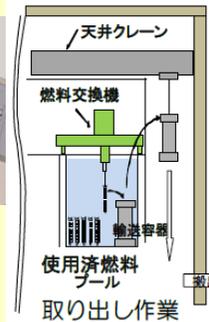
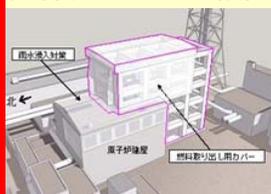
(H24年10月16日)



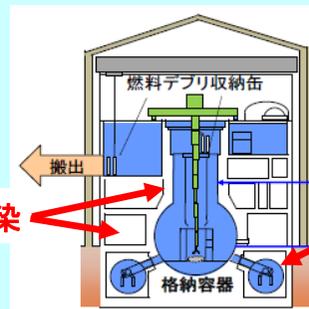
1～3号機からの放出量

プール内の使用済燃料取出し開始まで

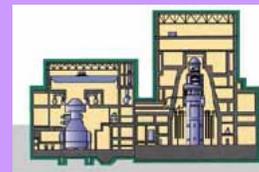
燃料取出用カバー設置



燃料デブリ取出し開始まで



廃止措置終了まで



政府・東京電力中長期対策会議(H23年12月21日)

出典：東京電力株式会社ホームページ



廃止措置へ向けた中長期研究開発体制

政府・東京電力中長期対策会議

運営会議

研究開発推進本部

【全体マネジメント】

【ワーキングチーム・タスクフォース】

使用済燃料
プール対策

燃料デブリ取りだし準備

放射性廃棄物
処理・処分

遠隔技術
共通基盤

報告

審議

【個別研究開発プロジェクト:全19プロジェクト】

JAEAが関与している研究開発:12プロジェクト

- ・建屋内の遠隔除染
- ・PCV/RPV健全性評価
- ・デブリ臨界管理
- ・事故進展解析
- ・模擬デブリ特性把握

- ・デブリ処理技術
- ・デブリ計量管理方策
- ・実デブリ性状分析(28FY-)

- ・燃料集合体長期健全性
- ・損傷燃料の処理技術(25FY-)
- ・廃棄物の処理処分検討
- ・汚染水処理廃棄物安定化

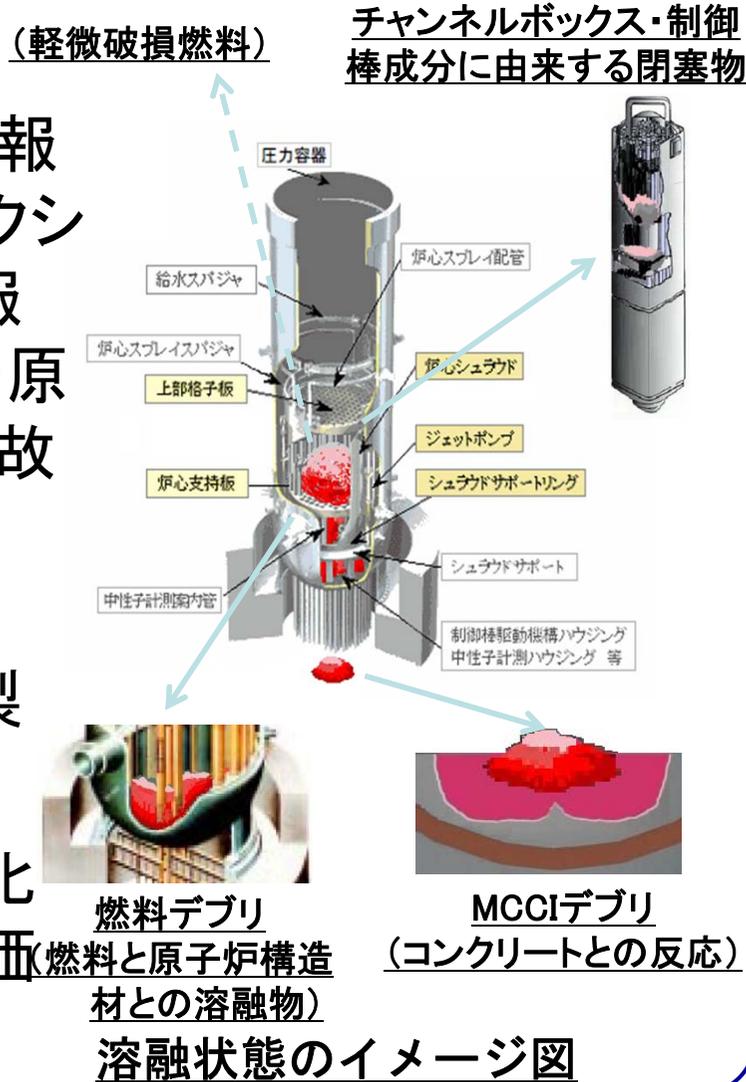
溶融固化燃料(デブリ)の特性評価

- ・TMI-2事故情報
- ・既往シビアアクシデント研究情報
- ・東電福島第一原子力発電所事故情報

模擬デブリ作製

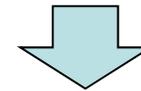
物理的特性や化学的特性の評価

- ・試験を実施



既存処理技術の適用性評価

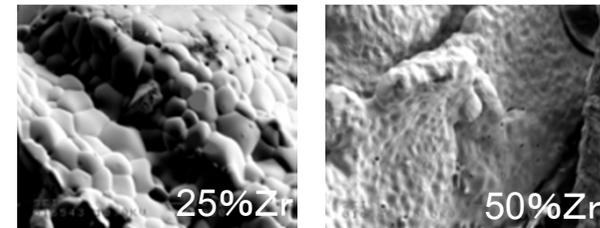
既存処理技術の適用可能性について検討



燃料取出し後の長期保管や処理処分の見通しを得る



模擬デブリの外観



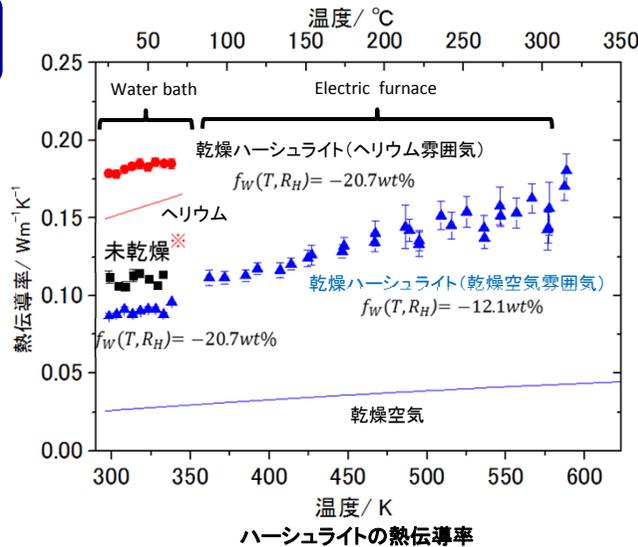
模擬デブリ試料表面のSEM観察

廃棄物の性状把握

汚染水処理にともなう
二次廃棄物としてのゼオライトの性状評価



得られたゼオライトの
性状を各研究開発の
初期値として活用



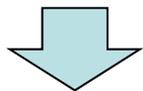
性状把握の例:ゼオライト熱伝導測定

廃棄体化技術の基礎的検討

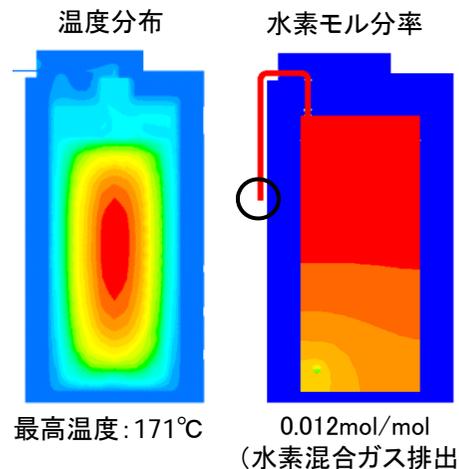
- ・長期保管方策の検討において十分な保管性能が担保されないケースに対応
- ・廃棄体化に係る処理技術の基礎的検討を実施

長期保管方策の検討

廃棄物からの水素発生や容器の腐食等の評価



長期保管(約20年程度)に係る安定性を確認



長期保管方策検討例:ベッセル三次元水素拡散解析

- ゼオライト層温度は、**最高171°C**で水素の自己着火温度(約560°C)以下。
- サイフォン現象が生じることを明らかにし、**塔内水素濃度は1.3%以下**に静定(爆発下限界4%以下)。

遠隔技術の開発

原子力災害ロボットの改造・整備

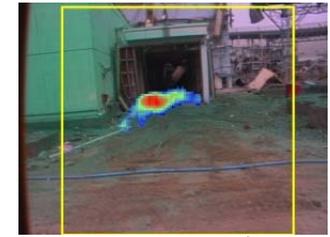
原子力災害ロボット
開発や核燃料サイクル
施設等での経験

福島第一事故
現場の状況へ
の適合化

保有していたロボットの改造・整備を実施
(⇒東京電力に提供)



ロボット操作車



γ カメラ画像



JAEA-3号

(屋内観察・ γ 線可視化ロボット)



γ -eye

遠隔検知技術等の開発

遠隔操作で格納容器等内部を観察と
レーザーモニタリングによる元素分析(熔融
燃料の存否確認)の技術開発を実施

炉内での遠隔検知技術を開発



ファイバースコープ概観

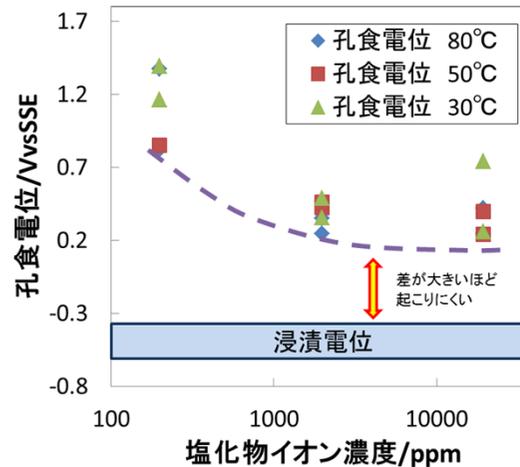


観察例

レーザーモニタリング・内部観察加工技術(例)

燃料集合体の長期健全性評価

- ジルカロイ製被覆管の耐久性評価に係る基礎試験
- 塩化物イオン・温度の影響評価
- 放射線下での影響評価
 - ヒドラジンの溶存酸素低減に対する有効性確認、等

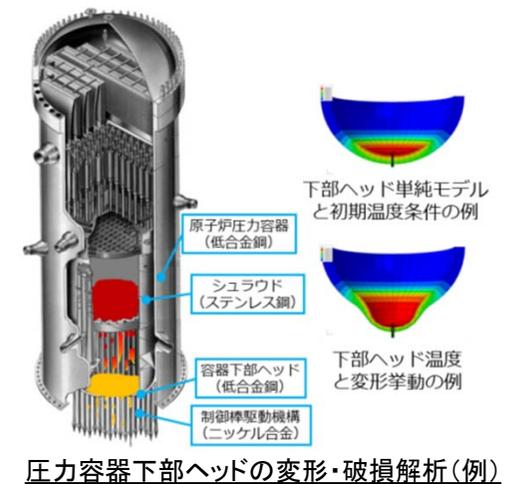
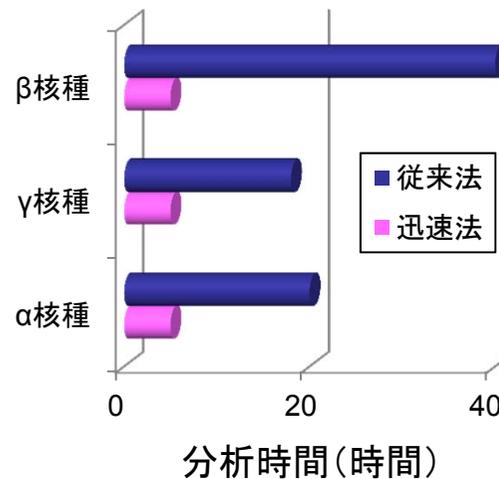


炉内状況把握・解析に係る研究開発

- 事故時の熱水力挙動評価
- 燃料損傷及び熔融進展評価
- 構造材・圧力容器挙動に係る評価 等

核種分析に係る技術開発

- 約20核種を対象とした簡易・迅速分析法を開発。最大1/8に分析時間を短縮
- 福島の前留水、がれき等(約30サンプル)の測定にも適用



➤ 機構の施設・設備を最大限有効活用

廃止措置に向けた中長期研究開発に活用する施設・設備の例



**燃料サイクル安全
工学研究施設(東海)**
サイト内ガレキ、汚染水
等の分析、臨界解析、
等



燃料試験施設(東海)

燃料集合体材料腐食試
験、機械特性試験、等



**照射燃料集合体試
験施設(大洗)**
建屋内除染検討のた
めの分析試験、等



⁶⁰Co第一照射棟(高崎)
原子炉材料照射腐食
試験、水処理廃棄物
の照射試験、等

廃止措置等の知見・経験を現場に反映



ふげん



ホットラボ(東海)

25年度復興予算で要求中の廃止措置施設等の事例

**核燃料(α 核種)で高度に汚染されたエリ
アでの機器解体(遠隔含む)、除染作業を
実施**

知見・経験を蓄積

作業で得られた知見・経験を東京電力福
島第一原子力発電所の廃止措置計画に
反映

まとめ

- 機構被災施設の復旧に努めつつ、着実に事業を実施
- 高速増殖炉サイクル技術の研究開発については政府の検討を踏まえ対応
- 事故対応については、自治体・関係府省と連携し、機構の人材、研究施設を最大限活用し、総力を挙げて取り組む



ご清聴ありがとうございました