

原子力科学研究所の概要

令和 6 年 1 月 25 日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所



株式会社JERA
常陸那珂火力発電所

原子力科学研究所
敷地面積 222ha (約67万坪)

日本原子力発電
株式会社

核燃料サイクル
工学研究所

現在地

JRR-3

大強度陽子加速器施設
J-PARC



放射性廃棄物の再資源化

- ・ 熱源、電源、RIとして再資源化
- ・ 原子力、産業・宇宙分野等に提供

リニューアブル社会への貢献

- ・ 燃料電池、水素インフラの機能性向上等

医療用RIの製造

- ・ 医療用RI (Mo/Tc) の製造
- ・ 安定な核医学診断体制構築への寄与

原子力施設の更なる安全性向上

- ・ 事故耐性燃料開発
- ・ 軽水炉の長期運転対応 (例: 機器の劣化評価手法の開発)

我が国の原子力利用と科学技術を支える研究活動

- ・ 原子力基礎基盤研究
- ・ 原子力計算科学研究
- ・ 1F廃止措置に向けた研究開発
- ・ 大型研究施設の運転及び関連する技術開発
- ・ 先端原子力科学研究
- ・ 原子力安全研究
- ・ 放射性廃棄物の処理・処分及び関連する技術開発
- ・ J-PARCの整備・共用
- ・ 物質科学研究
- ・ 核不拡散・核セキュリティに資する活動

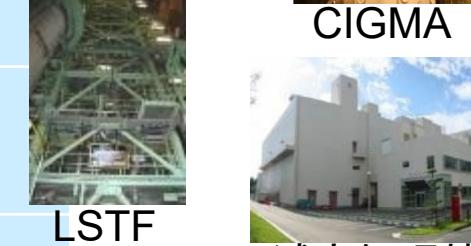
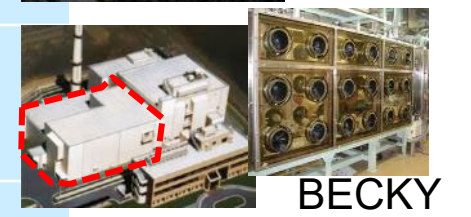
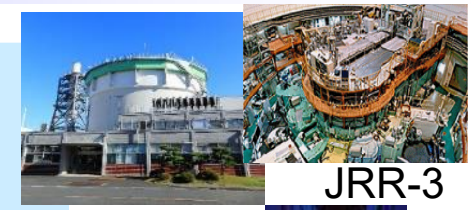
原子力分野の人材育成

- ・ 国内、国際研修
- ・ 大学との連携協力

研究開発の基盤である施設群

- ・ 研究炉
- ・ 臨界実験装置
- ・ 加速器施設
- ・ 核燃料物質使用施設
- ・ スーパーコンピュータ

研究炉	JRR-3(中性子ビーム利用、照射利用) NSRR; 原子炉安全性研究炉(安全研究)
臨界実験装置	STACY; 定常臨界実験装置(安全研究)
核燃料物質使用施設	燃料試験施設、WASTEF、NUCEF (BECKY) 第4研究棟
加速器・RI施設	J-PARC、タンデム加速器(先端基礎研究) FRS(放射線管理:放射線校正場) ラジオアイソトープ(RI)製造棟:RIの研究、製造
大型コールド施設	CIGMA; 大型格納容器実験装置(安全研究) LSTF; 大型非定常試験装置(安全研究)
廃棄物処理施設	高減容処理施設(解体分別保管棟、減容処理棟)
スーパーコンピュータ	HPE SGI 8600(処理能力(理論): 12.6PFLOPS)



総合科学技術である原子力の研究開発の基盤を形成し、新たな原子力利用技術を創出するため、核工学・炉工学、燃料・材料工学、原子力化学、環境・放射線科学等の研究を行う。

1Fの廃止措置・環境評価のための知識基盤を提供

原子力利用技術を創出

軽水炉の安全性向上技術

分離変換技術

知識基盤の提供
課題

知識基盤の提供
課題

原子力科学の共通基盤技術を維持・強化

シミュレーションコードなど解析ツールの開発と提供

産学官連携
・国際協力
・共同研究

データベースの整備と提供

分析・計測技術の開発と提供

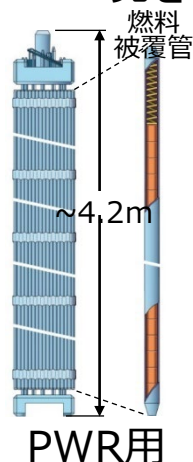
現象のメカニズム解明の研究

新燃料・新材料の研究開発

人材育成

➤ 事故耐性を高めた新型燃料(ATF)の開発

事故時の発熱・水素発生を抑え安全性の大幅な向上が見込める事故耐性燃料(ATF)開発をオールジャパン体制で推進。



PWR用

【SiC/SiC複合材】 BWR,PWR用被覆管

- 東芝ESS
- 日立GE/GNF-J

【FeCrAl-ODS】 BWR用被覆管

- 日立GE/GNF-J

【Coated-Zry】 PWR用燃料被覆管

- MHI/MNF

【ATF共通基盤技術開発】

代替照射技術開発
海外炉照射試験等

- JAEA



BWR用

事業内容

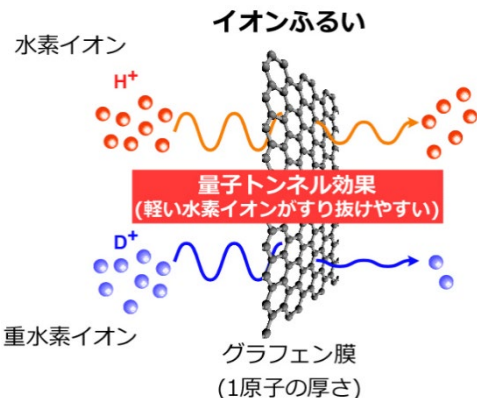
【原子力基礎工学研究】

軽水炉工学・核工学研究、燃料・材料工学研究、原子力化学研究、環境・放射線科学研究、分離変換技術開発

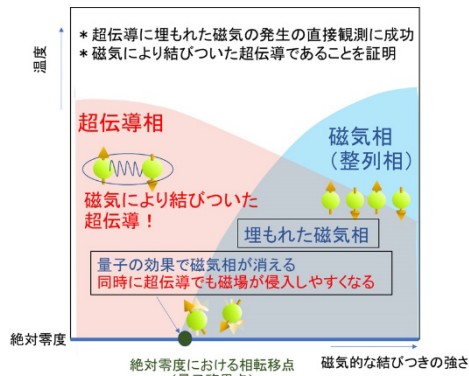
主な計画

- ・軽水炉の安全性を向上するための基盤的研究を実施
- ・放射性廃棄物処分の負担を低減するための加速器を用いた分離変換技術を開発
- ・データベースや計算コードを整備・公開
- ・核燃料物質などの非破壊測定技術や分析技術を開発
- ・原子力材料の劣化挙動を研究
- ・放射性物質の大気中への放出事象に対する評価技術の確立

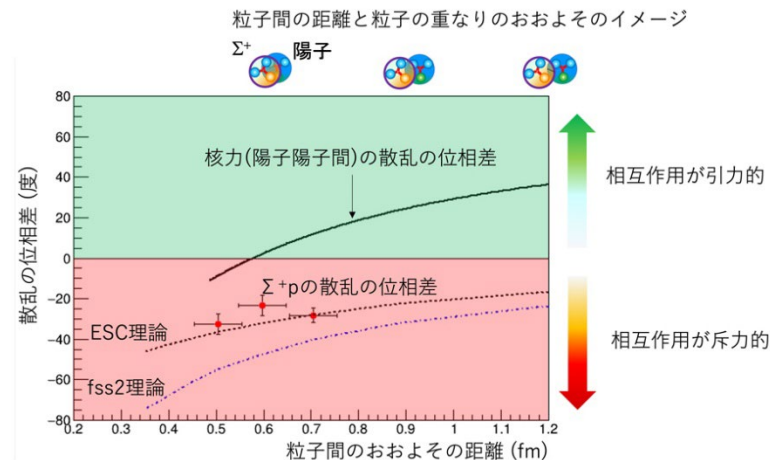
先端原子力科学の研究を推進し、新原理・新現象の発見、新物質・新材料の創製、革新的技術の創出等を目指すとともに、この分野における国際COEとしての役割を果たす。



原子一個の厚みの炭素膜（グラフェン）で水素と重水素を安価に分ける新技術を実証



超伝導に埋もれた磁気層をJ-PARCで生成した素粒子ミュオンで測定



ハドロン粒子 Σ と陽子との間の核力が通常の核力よりもはるかに強い反発力を持つことをJ-PARC実験で確認

事業内容

- 原子力先端材料科学分野
 - スピン-エネルギー科学研究
 - 表面界面科学研究
 - 耐環境性機能材料科学研究
- 原子力先端核科学分野
 - 極限重元素核科学研究
 - ハドロン原子核物理研究
 - 強相関アクチノイド科学研究
- 先端理論物理研究

主な計画

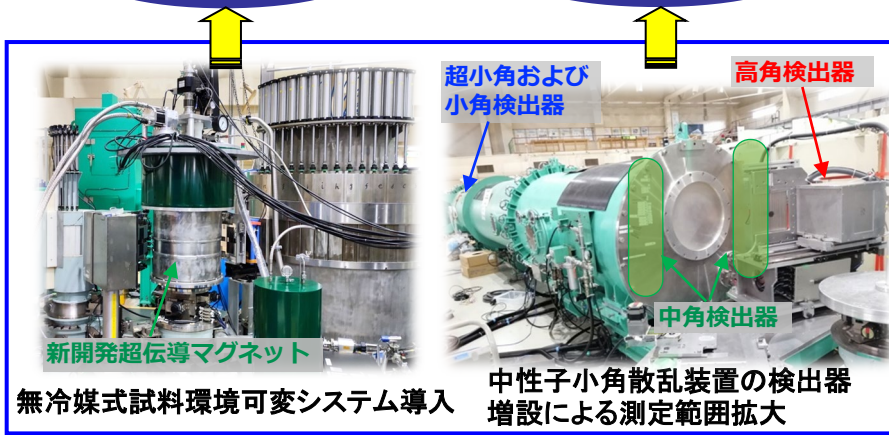
- スピン-エネルギー材料の開発に向けて、物質におけるスピンの高効率利用に資する基礎研究に取り組む。
- 新しい2次元物質・表面・水素機能の探索を目指し、超低速ミュオン、テラヘルツ分光、イオン・電子/陽電子を含む解析手法により、物質創成・制御及び水素同位体科学を推進する。
- 耐環境性高機能・新機能材料の創製に係る研究を進める。
- 重元素アクチノイド原子核に現れる複数の核分裂の変形経路に関する研究を発展させる。
- J-PARCを利用した原子核の構造及び核力相互作用に関する研究を実施する。
- アクチノイド化合物の新奇物性機能の物性研究に取り組む。
- 分野横断的な先端理論物理研究を推進する。

～中性子ビームを用いた物質・材料科学研究と産業利用促進～

JRR-3やJ-PARC等の中性子を用いた各種実験技術・手法の開発を進め、これらを利用して様々な分野の学術基礎研究や産業利用を推進する。

物質・材料科学

産業利用促進



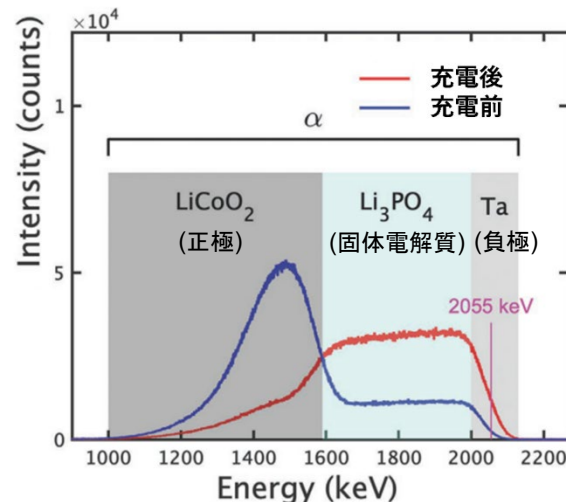
中性子実験技術・手法の開発

事業内容

- 中性子ビーム利用技術、データ解析手法等に関する研究開発
- 物質・材料科学分野の学術研究
- 機能性材料等の構造解析技術、残留応力解析技術、イメージング技術、即発γ線分析技術等の産業利用促進

全固体電池内のリチウム(Li)イオンの動きを捉えることに成功 —全固体電池の研究開発を加速—

JRR-3における中性子ビームを用いることにより、照射損傷をほとんど生じさせず、電池としての機能を維持したまま長期間の分析が可能に。



^6Li の中性子捕獲反応より生じる α 線のエネルギーを解析することで、電池中の Li イオンの位置を分析。

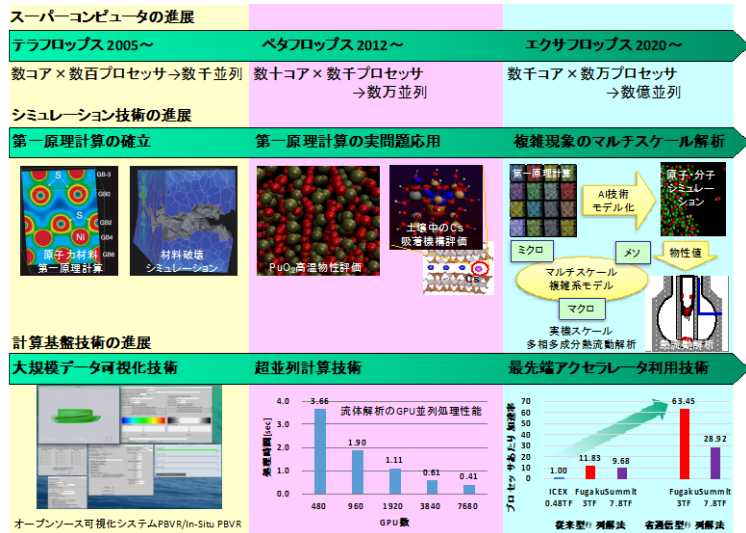
充電前に正極に存在する ^6Li イオンが充電中に固体電解質にどのように移動していくかをリアルタイムで検出することに成功。全固体電池開発の加速が期待できる。

(令和4年10月 プレス発表)

主な計画

- JRR-3における高経年化機器等の更新に加え、中性子利用技術高度化の継続
- 強相関係物質における新奇磁性現象の解明
- 鉄鋼材料や鉄筋コンクリート等の力学特性とマクロやミクロ構造の相関研究
- 新規複合材料や溶媒抽出剤等の機能性材料開発に資するマルチスケール構造解析研究

原子力計算科学研究においては、計算機科学技術とシミュレーション技術を両輪として研究開発を進めていく。これにより、最先端のスーパーコンピュータを活用した原子力研究開発の基盤を形成し、研究開発成果の最大化やイノベーション創出に貢献する。



水に溶けたラジウムの姿を世界で初めて分子レベルで解明

環境科学や医療の分野で重要な役割を果たしているラジウムについて、シミュレーションと実験により水和構造を初めて明らかにした（iScience 誌 [IF=6.107] に掲載、令和4年9月プレス発表）。

シミュレーションと実験の協奏による成果



ラジウムを用いる実験は被ばくの危険を伴うため、分子レベルの実験がこれまで行われず、基本的な性質である水和構造さえ不明であった。

本研究では安全な実験工程を確立しSPRING-8を利用することで、ラジウムの水和構造の観測に世界で初めて成功、さらに、スーパーコンピュータを用いたシミュレーションで実験結果を再現するとともに世界で初めて、その動的性質を詳細に調べ、水に溶けたラジウムは生体や環境中物質に取り込まれやすいこと等が分かった。

ラジウムの水和構造解明で進展が期待される分野

事業内容

【計算機科学技術に係る研究開発】

- 高性能計算技術の研究開発
- 可視化技術の研究開発

【シミュレーション技術に係る研究開発】

- 流体シミュレーション技術の研究開発
- 原子・分子シミュレーション技術の研究開発
- 機械学習技術の研究開発

主な計画

【計算機科学技術に係る研究開発】

- 最先端スーパーコンピュータ上で高性能計算を可能とする行列解法の開発
- 大規模シミュレーションデータに対するVR/MR可視化技術の開発

【シミュレーション技術に係る研究開発】

- 原子炉内の熱流動現象や汚染物質の大気拡散に係る流体計算技術の研究開発
- 新型炉燃料・材料物性評価のための第一原理計算、機械学習分子動力学計算技術の研究開発

1F事故の教訓や原子力利用を取り巻く動向(カーボンニュートラル、エネルギー安全保障、軽水炉の再稼働と防災、新検査制度の導入など)を踏まえ、原子力安全規制行政等への技術的支援に取り組む。

長期運転対応

中性子照射脆化等による原子炉健全性への影響評価手法の高度化

リスク情報活用

外的要因を含めシビアアクシデントに至る事象に係るリスク評価手法の高度化と意思決定への活用

原子力防災の最適化

プラント情報の防災への活用
モニタリング技術開発と体制整備

環境安全

炉内等廃棄物などの処分の安全性評価手法の整備

専門的人材の育成・訓練

事業内容

【安全研究】

- ・原子力施設のシビアアクシデント評価
- ・高経年化・構造安全性評価
- ・燃料デブリの臨界安全性評価
- ・廃棄物処分・廃止措置の安全性評価
- ・保障措置技術開発

主な計画

- ・「原子力規制委員会における安全研究の基本方針」等に沿って、1F事故の教訓を踏まえた安全研究を実施
- ・科学的に合理的な規格・基準類の整備、事故・故障原因の究明及び原子力施設の安全性確認等に成果を活用
- ・安全研究を通じた人材育成、研究施設基盤の維持・拡充に加えTSO(技術支援機関)としてのパフォーマンスを向上



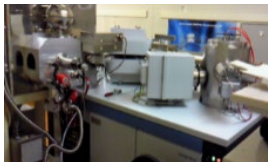
原子炉安全性研究炉(NSRR)

原子炉出力が急上昇する反応度事故時の燃料のふるまいを解明する



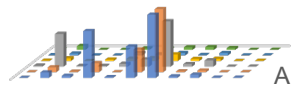
大型格納容器実験装置(CIGMA)
シビアアクシデント時の格納容器内の熱水力現象を解明する

【「核の鑑識」に関する技術開発】



【核鑑識分析装置】

押収された核物質の出所等を分析する「核鑑識」の技術開発



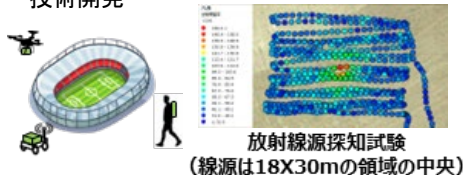
【高度な分析技術】

不純物元素の分布でその産地などを特定する。

【核検知・測定技術開発】

広域かつ迅速な核・放射性物質検知技術開発

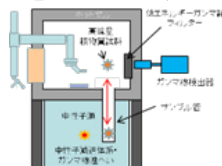
大規模イベント等における核物質や放射性物質を使用したテロ行為に対する検知技術開発



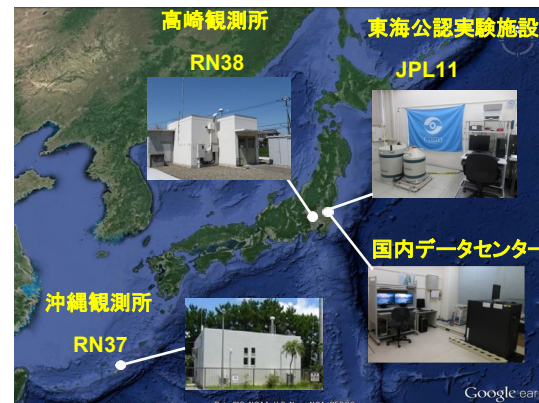
放射線源探知試験
(線源は18X30mの領域の中央)

アクティブ中性子非破壊測定技術開発

使用済み核燃料溶解液などに含まれる核分裂性核種を測定する非破壊測定システム開発を日欧協力で実施



【CTBT国際検証体制への貢献】



- 放射性核種監視観測所(RN37,38): 沖縄県と群馬県に設置した観測所で大気中の放射性核種を観測しています。
- 東海公認実験施設(JPL11): 世界各地にある放射性核種監視観測所で採取された粒子捕集試料の詳細分析を行っています。
- 国内データセンター: 全世界の放射性核種監視観測所のデータを受信して解析・評価を行っています。

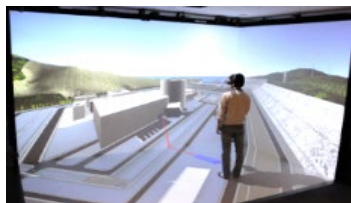
事業内容

- 核不拡散・核セキュリティに係る先進保障措置技術や核鑑識技術、核検知測定技術等の開発
- 核実験を検知するCTBTの活動への協力
- 原子力新興国等を対象とした人材育成支援
- 機構内の核燃料輸送、研究炉燃料の需給支援等

主な計画

- 核不拡散・核セキュリティに係る核鑑識技術、核検知測定技術等の開発の継続
- 核不拡散・核セキュリティ強化に資する人材育成支援
- CTBT国際監視制度施設の運用、CTBT機関準備委員会との放射性希ガス共同観測等を実施

【人材育成支援】 トレーニングに使用する主な施設



【バーチャルリアリティ(VR)】

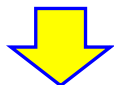
仮想の原子力施設を用いた核不拡散・核セキュリティ演習



【核物質防護実習フィールド】

核セキュリティ技術の向上及び能力構築を目的とする国内唯一の実習施設

「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」の計画等に基づき、廃止措置及び廃棄物の処理・処分のための課題解決に取り組む。

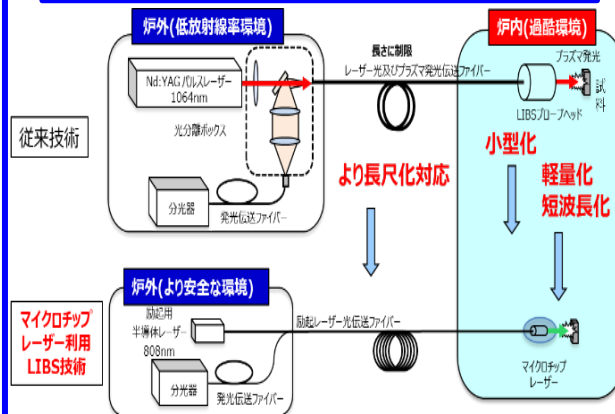


廃炉に向けた課題解決を主導し、必要となる技術開発を、安全研究や基礎基盤研究による豊富な知見と施設・設備を活用して推進

主な計画

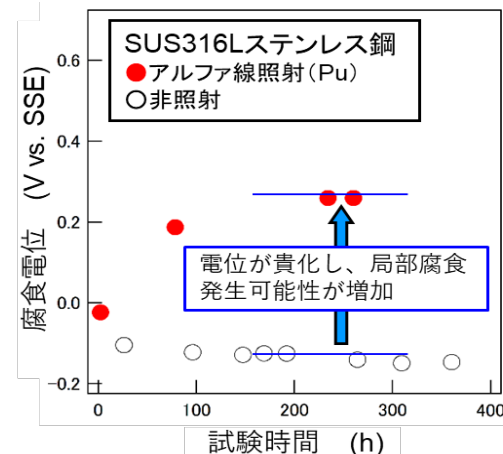
- ・ 燃料デブリ遠隔・その場・迅速簡易分析の開発
- ・ 特殊環境下における腐食現象の解明
- ・ 燃料デブリの生成・特性等の研究
- ・ 福島第一原子力発電所の原子炉内の状態を把握するための解析技術の開発や核分裂生成物核種の挙動解析
- ・ 核物質量の管理技術の開発
- ・ 汚染水処理二次廃棄物に関する放射性廃棄物の処理・処分技術開発

燃料デブリ遠隔・その場・迅速簡易分析の開発



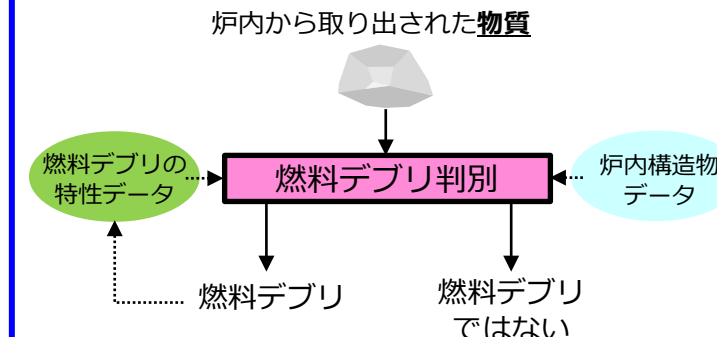
従来技術に比べて、より遠方、より小型軽量のLIBSプローブを目指すため、マイクロチップレーザー利用LIBS技術を開発し、高線量率ガンマ線照射環境下でのプラズマ発光を初めて観測するなど燃料デブリの遠隔分析技術開発を進める。

特殊環境下における腐食現象の解明



アルファ線照射下での鋼材表面の腐食電位測定により、アルファ線照射による腐食加速の可能性を確認する。

燃料デブリの生成・特性等の研究

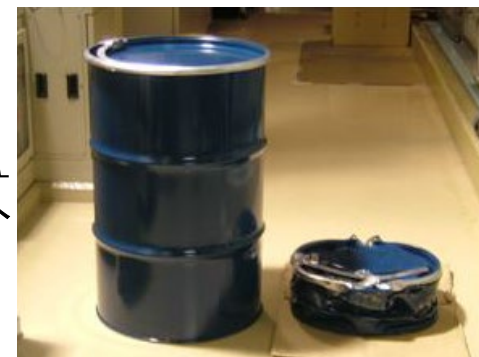
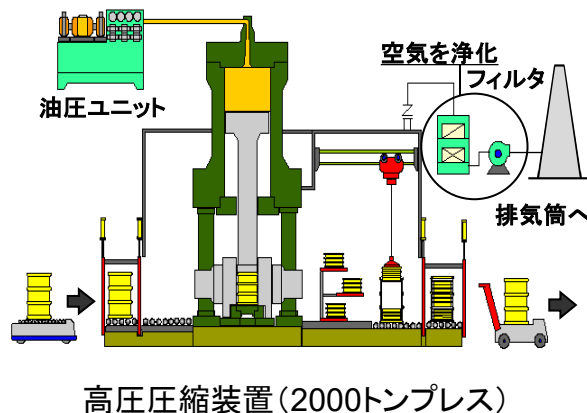


燃料デブリの特性把握で得られたデータ等から、炉内から取り出された物質が燃料デブリであるか、そうでないかをどうやって判別するかを検討する。

主な計画

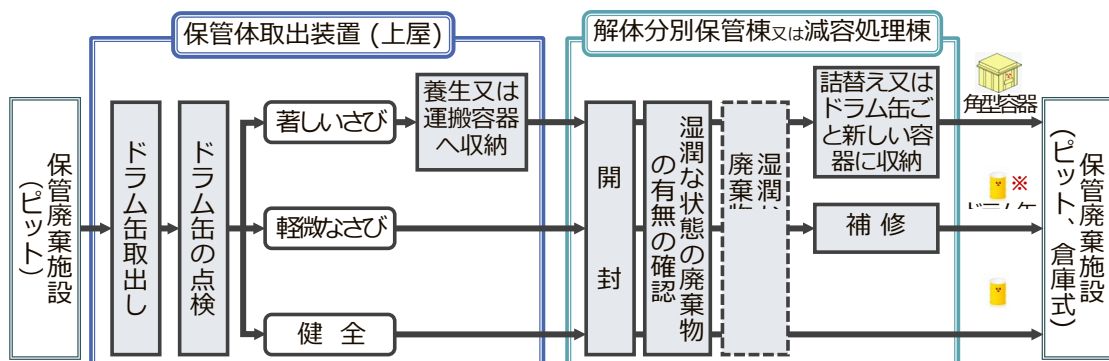
- ・放射性廃棄物処理場については、新規基準に基づく「設計及び工事の計画の認可」対応等を実施し、早期の適合性確認を目指す。
- ・半地下ピット式の保管廃棄施設・Lについては、ドラム缶の健全性確認の完了を目指す。
- ・高減容処理施設については、前処理及び高圧圧縮処理により放射性廃棄物の減容を進める。
- ・日本アイソトープ協会(RI協会)から受託して保管している廃棄物については、平成25年度から開始した同協会への返却を継続する。

【放射性廃棄物の減容】



処理前後の廃棄物
(約1/3~1/4に減容)

【ドラム缶の健全性確認】



健全性確認の作業フロー

【RI協会への廃棄物返却】



返却時の測定等



トラックでの輸送

主な計画

- 研究用原子炉JRR-3については、安全・安定運転を行い、利用ユーザーにイノベーション創出の場を提供するとともに、照射利用として医療用ラジオアイソトープの製造によりがん治療に貢献する。また、モリブデン99の安定した国内供給体制の強化を目指し照射製造技術開発を推進する。
- 研究用原子炉NSRRについては、反応度事故時やシビアアクシデント時の燃料挙動研究のためパルス照射試験を安全に実施する。
- 定常臨界実験装置(STACY)については、東京電力福島第一原子力発電所から将来取り出される燃料デブリの臨界安全性の研究に利用するため、新規制基準及び原子力規制庁受託事業に基づく施設整備を進める。
- 過渡臨界実験装置(TRACY)、研究用原子炉JRR-4、軽水臨界実験装置(TCA)及び高速炉臨界実験装置(FCA)については、廃止措置計画に沿って施設保守を進める。
- バックエンド研究施設(BECKY)、燃料試験施設(RFEF)、廃棄物安全試験施設(WASTEF)、タンデム加速器については、東京電力福島第一原子力発電所の環境修復や廃止措置に係る技術開発、原子炉燃料・材料の安全評価、核燃料サイクルや放射性廃棄物に関する安全研究、基礎・基盤研究等に資するため、安全・安定運転を行うとともに、利用技術の開発を進める。



NSRR



NUCEF (STACY, TRACY, BECKY)



タンデム加速器



RFEF



WASTEF

研究用原子炉 JRR-3

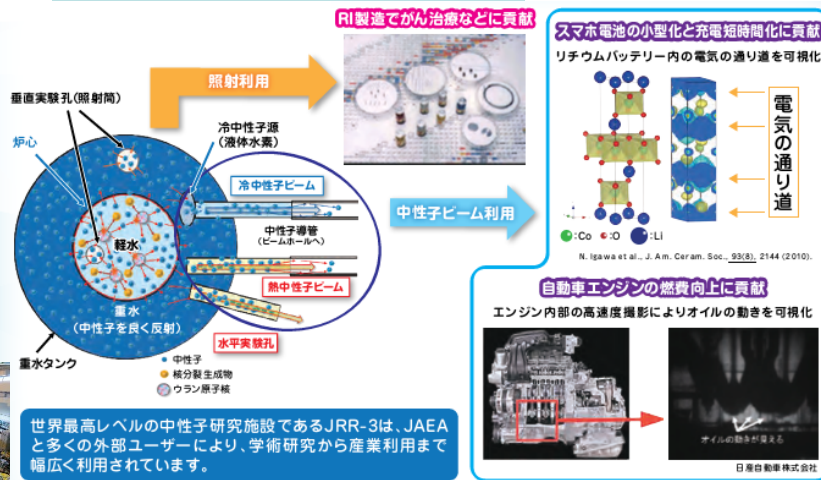
【施設の外観】



【原子炉本体】



【ビームホール】



施設等の廃止措置

主な計画

過渡臨界実験装置(TRACY)、研究用原子炉JRR-4、軽水臨界実験装置(TCA)及び高速炉臨界実験装置(FCA)については、廃止措置計画に沿って施設保守を進める。



JRR-4



TCA

～原子力分野の研究者及び技術者を養成～

国内研修

- 定期講座
 - 原子力エネルギー技術者
 - RI・放射線技術者
 - 国家試験受験／資格取得
- 随時研修

国際研修

- アジア諸国を対象とした研修
- 講師育成研修、講師育成アドバンス研修
原子炉工学、原子力/放射線緊急時対応、環境放射能モニタリング
 - フォローアップ研修（アジア各国で開催）
 - 原子力技術セミナー
原子力プラント安全、原子力行政、放射線基礎、原子力施設立地

原子力人材育成ネットワーク

- 産学官の原子力関係機関の連携による総合的な人材育成活動
- 共同事務局（中核機関）の役割
- IAEA原子力マネジメントスクール、原子力国際人材養成コース等の実施
- 国際協力（IAEAとの協力等）

原子力人材育成センター

大学との連携協力

- 連携協定（21大学院*、2学部、2高専）
- 東京大学大学院工学系研究科原子力専攻
- 大学連携ネットワーク（JNEN）活動
- 学生受入制度
* 東京大学大学院工学系研究科原子力専攻を含む。



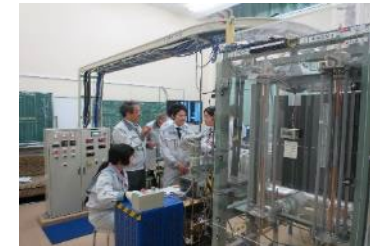
放射線管理に関する実習風景



夏期休暇実習生の実習の様子



外国人研修生の実習風景



沸騰熱伝達実験の様子

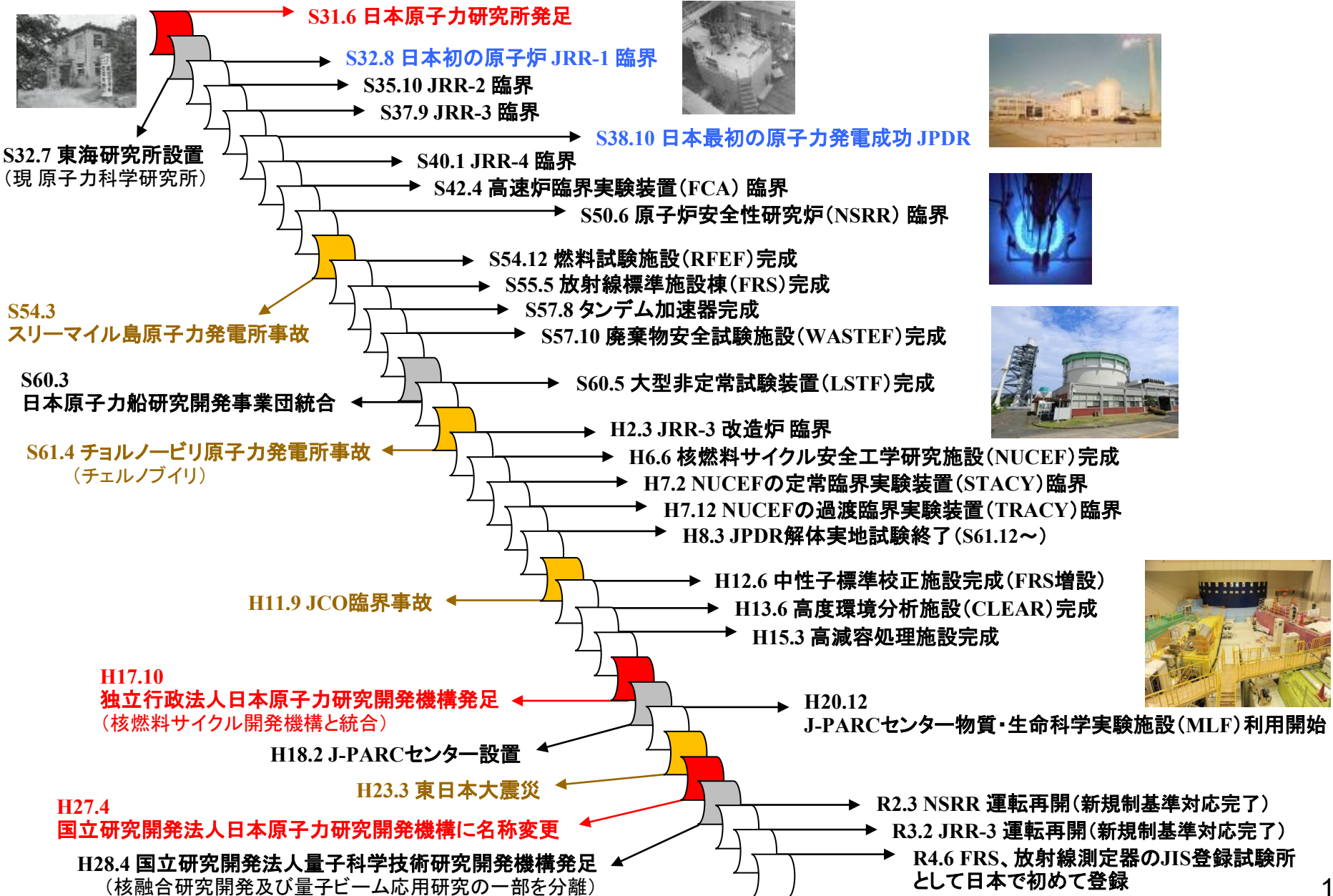
事業内容

- ・原子力エネルギー/RI・放射線技術者の育成
- ・アジアでの原子力平和利用に関わる人材の育成
- ・大学における原子力人材育成への支援
- ・産学官連携による原子力人材育成の推進

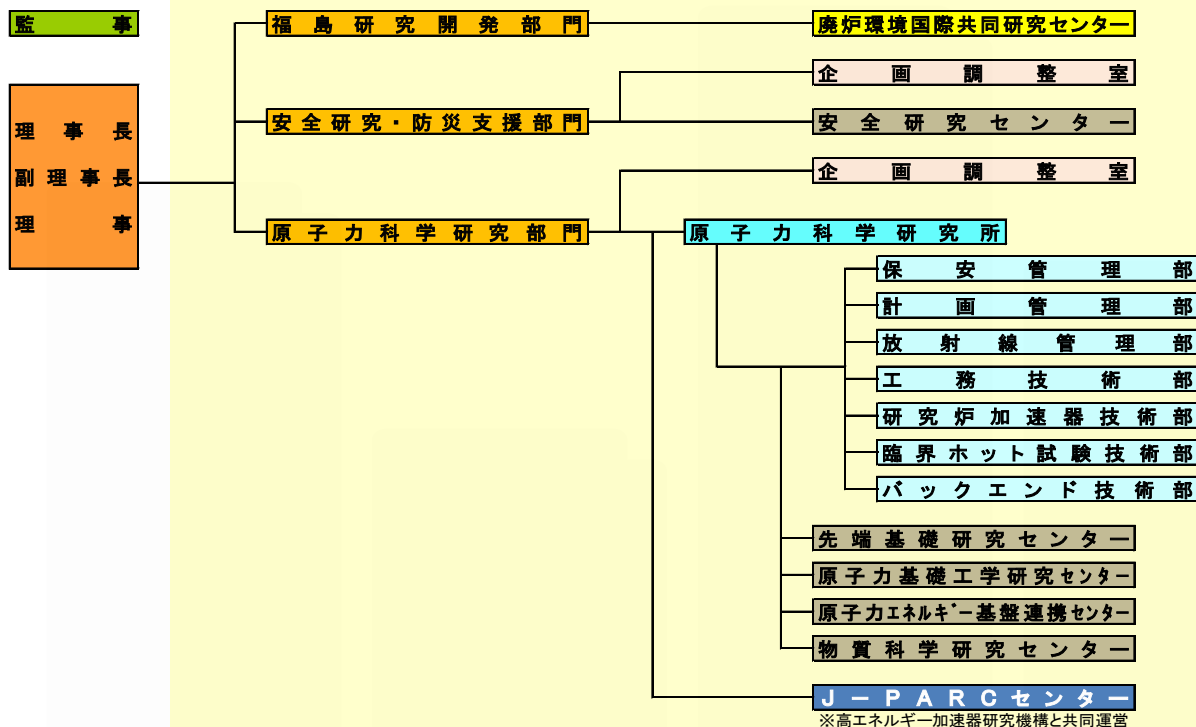
主な計画

- ・国内研修では、20回の定期講座開催を継続
- ・国際研修では、アジア諸国における原子炉工学等の講師育成を継続
- ・大学との連携協力では、講師派遣や学生受入等を継続
- ・原子力人材育成ネットワーク事務局としての活動を継続

参考資料



原子力科学研究所を主な拠点として活動する組織



本部組織

- 海外事業統括部
- JAEA イノベーションハブ
- 建設部
- システム計算科学センター
- 原子力人材育成センター
- 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
- 新試験研究炉推進室