

# 研究開発を促進させる取組

## 国際戦略の展開

原子力機構のミッション遂行に当たっては、他国の原子力関連機関や国際機関等との連携が欠かせません。こうした取組には、研究開発成果の最大化に資するための国際共同研究、他国の人材育成支援等の国際貢献による人的ネットワークの拡大、研究開発成果の国際的な普及による原子力機構のプレゼンス向上等があげられます。

下線は2018年度の特記事項



## 海外事務所主催によるイベント等を開催(前年度の取組を更に深化、発展)

米国、欧州の原子力産業界を代表するキーパーソンが参加



第2回日米原子力研究シンポジウム (2018年6月、ワシントン)

先進炉の開発だけでなく、軽水炉の安全性の向上もテーマとして追加



JAEA-CEA研究施設廃止措置ワークショップ(2019年2月、パリ)

参加国等を仏や経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)だけでなく、英国・イタリア・EUまで拡大

### その他の取組

• OECD/NEAと連携し、理系を目指す女子中高生の裾野拡大に向けた国際メンタリングワークショップ「Joshikai-II」を開催(2018年8月、東京)



• 国際拠点化に向けた外国人研究者等の受入れ環境の整備

※ 国際戦略の詳細は原子力機構ホームページを御覧ください。  
[https://www.jaea.go.jp/about\\_JAEA/international\\_strategy/](https://www.jaea.go.jp/about_JAEA/international_strategy/)

## 施設建設等の実施及び耐震評価等に係る技術支援等

2018年度は、固体廃棄物減容処理施設(OWTF)新築工事を完了するとともに、原子力施設及び一般施設の耐震改修工事、JRR-3施設ほか耐震改修設計、常陽原子炉建家周辺ボーリング調査を実施しました。また、HTTR等試験研究炉の運転再開に向け、新規基準の適合性確認申請への対応として、基準地震動・基準津波の策定、耐震改修設計等を実施しています。



固体廃棄物減容処理施設(OWTF)新築工事

## 高度な計算科学技術による研究開発の促進

原子力分野の研究開発では、実験や観測が困難な現象の解明や予測が必要になることがあります。原子力機構では、スーパーコンピュータを駆使したシミュレーション技術や高速計算技術の開発を進めるとともに、AI技術やビッグデータ解析技術等といった最新の計算科学技術を積極的に導入し、現実複雑現象の解明に取り組んでいます。



スーパーコンピュータ

## 原子力分野の人材育成

原子力人材育成センターでは、「国内研修」「国際研修」「大学との連携協力」及び「原子力人材育成ネットワーク」を通じて、原子力分野の人材育成を進めています。

### 国内研修

国内研修では、RI/放射線技術者及び原子力エネルギー技術者の養成並びに国家資格の受験者を支援しています。2018年度は、定期講座として20講座を行い、更に、さまざまな御要望に応えた随時研修3講座を開催しました。



国内研修の実習風景(放射線防護コース)

### 大学との連携協力

2018年度までに連携大学院方式に基づく協定を19大学院と締結し、東京大学大学院原子力専攻の学生受入れ(2018年度実績：15名)をはじめとし、大学からの特別研究生(同：38名)、学生実習生(同：171名)、夏期休暇実習生(同：211名)等の受入れを行っています。

また、大学連携ネットワークとして、遠隔教育システムにより7大学に原子力工学基礎に関する講座を提供しています(2018年度受講者数：142名)。2019年度の研究系・技術系の新入職員のうち4割強が、これらの学生受入れ制度等を利用していました。



若手研究者と夏期休暇実習生との懇談

### 国際研修

国際研修として、アジアの国々から研修生を受け入れ、放射線や原子力の専門知識を有する講師を育成するための種々の研修コースや、放射線の基礎知識を普及する人材を養成するためのセミナーを実施しています。2018年度は11か国・82名が受講しました。また、アジア各国の研修に専門家を派遣し、講義や技術指導等を行っています。2018年度は合計59名を9か国に派遣しました。



国際研修の実習風景(原子炉工学コース)

### 原子力人材育成ネットワーク

我が国一体となった原子力人材育成体制の構築を目指す原子力人材育成ネットワーク(原子力機構を含む産学官79機関が参加)の事務局として、その運営に当たっています。具体的には、IAEAと協力した原子力エネルギーマネジメントスクールを開催(2018年度は東京都と福島県で開催)したほか、我が国の若手人材の国際化を目的とする語学コースも開催しています。



原子力エネルギーマネジメントスクールの開催

※ 人材育成の詳細は、原子力機構ホームページを御覧ください。  
<https://nutec.jaea.go.jp/>

# 福島研究開発部門

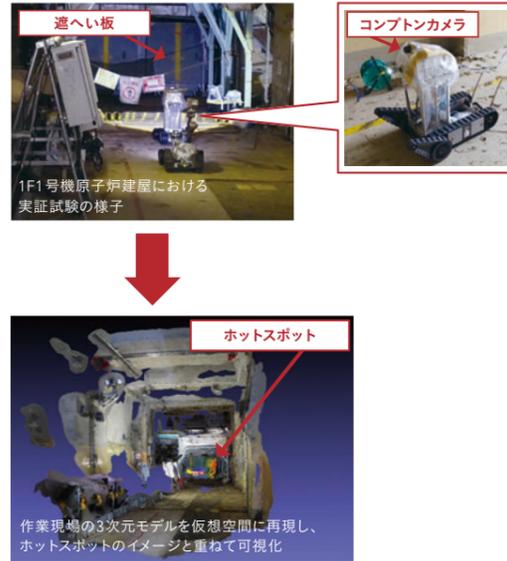
## 福島の再生・復興に向けた技術の確立を目指して

福島研究開発部門は、福島第一原子力発電所(以下「1F」という。)の廃止措置や環境再生に向けた研究開発に取り組むことで、国の廃止措置戦略の策定や研究開発の企画・推進等への支援、国による避難指示解除に向けた方針策定や自治体による復興計画策定に貢献する成果をあげています。

### 作業現場の汚染箇所を可視化する技術を開発 ～遠隔ロボットを用いた放射線イメージング測定を実施～

1Fの廃止措置作業の計画立案においては、作業員の被ばくを抑制するために、原子炉建屋内のホットスポット等の放射性物質分布に関する正確な情報が必要です。しかし、建屋内の高い線量率や現場に散乱したガレキ・機器等が障害となり、人間による放射性物質の分布の測定は困難でした。

こうした中、原子力機構では、小型軽量化に成功した「コンプトンカメラ」をロボットに搭載し、遠隔で建屋内のホットスポットの検知に成功しました。更に、作業場所の写真を組み合わせて建屋内部の3次元モデルを仮想空間上に構築し、コンプトンカメラで捉えたホットスポットのイメージと統合することによって、肉眼では直視できない汚染状況を立体的に把握することを可能としました。これらの成果により、建屋内に人間が立ち入ることなく、作業員の被ばく量を最小にする作業計画の詳細な検討や事前訓練などが実現できる可能性が拓かれました。

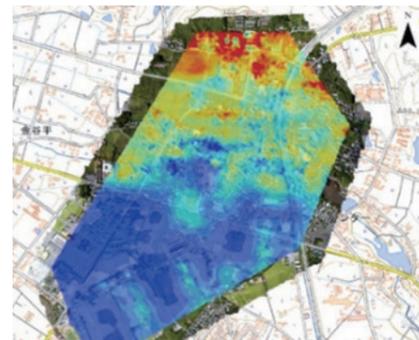


作業現場の3次元モデルを仮想空間に再現し、ホットスポットのイメージを重ねて可視化

### 特定復興再生拠点における被ばく線量を簡便かつ詳細に評価

環境回復に関する研究開発成果を適用し、「特定復興再生拠点区域(復興拠点)」における被ばく線量の評価等を進めました。

まず、これまで培ってきた無人ヘリコプターを用いた測定技術を活用するとともに、数学的手法を適用し、地表面の空間線量率の面的分布をより詳細に評価することに成功しました。また、自治体等からのヒアリングに基づく復興拠点区域内における生活者の代表的な行動パターンを用いて、モンテカルロ解析による確率論的な被ばく線量分布評価を行いました。加えて、大気中の放射性物質の濃度を測定し、吸入による内部被ばく線量を推定しました。その結果から、区域内での内部被ばく線量は、外部被ばく線量の1%未満と極めて低い値であることを明らかにしました。これらの評価結果は原子力規制委員会に報告され、放射線防護対策の立案に活用されました。



無人ヘリを用いた測定の結果について、数学的手法を用いて解析し、詳細な地表面の空間線量率分布を評価

凡例  
地表面から1mの高さの空間線量率(μSv/h)

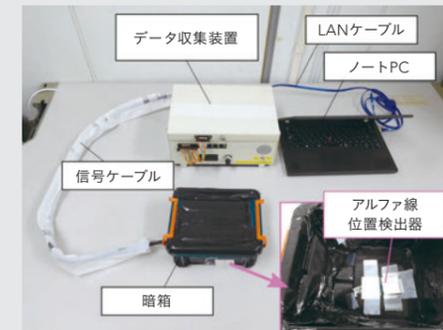
6.5<	6.0-6.5	5.5-6.0	5.0-5.5	4.5-5.0	4.0-4.5
3.5-4.0	3.0-3.5	2.5-3.0	2.0-2.5	1.5-2.0	1.0-1.5
0.5-1.0	<0.5				

## TOPICS

### 廃炉国際共同研究センター

#### 「アルファ核種可視化検出器」の開発に成功

廃止措置作業を進める上で、内部被ばくへの影響が大きいアルファ核種の検知は非常に重要です。そこで、原子力機構が研究開発を進めている「アルファ核種可視化検出器」を用いて1F原子炉建屋内で採取されたスミヤ試料の測定を試みたところ、エネルギー分布から核燃料物質由来と考えられるアルファ核種を検知することに成功しました。これにより、核燃料物質由来か天然由来かを現場の測定で判断することができ、更に、その2次元的な分布と放射能が測定できることから、アルファ核種の分布状況を簡便かつ迅速に把握することが可能となりました。この「アルファ核種可視化検出器」は、作業環境の放射線管理や作業員の放射線防護などへの応用が期待できます。



アルファ核種可視化検出器

### 櫛葉遠隔技術開発センター

#### 全国の学生の人材育成に貢献

櫛葉遠隔技術開発センターでは、遠隔操作機器の開発・実証試験に向け、さまざまな試験設備を設置しており、福島県内をはじめとする全国の学生がこれらを活用しています。例えば、神戸大学では試験用水槽を用いた難度の高い水中ロボットの操作実習やVRによる1F炉内環境の体験等の研修を実施しました。また、日本大学によるモーションキャプチャを使用したドローン飛行特性解明試験や、東京工業大学においてモックアップ階段を利用した不整地踏破試験が実施される等、研修の実施や試験への技術的な協力を通じて次世代を担う人材の育成に貢献しています。



神戸大学での研修プログラム実施の様子

### 大熊分析・研究センター

#### 施設管理棟ワークショップの機能充実

1Fの廃止措置に向け、事故で発生した放射性廃棄物や燃料デブリ等の性状等を把握するため、分析や研究を行う大熊分析・研究センターの整備を、1Fの隣接地で進めています。2018年より運用を開始した施設管理棟のワークショップ(試験や訓練を行う作業場)の機能を更に充実させるため、分析装置の設置を行い、分析技術者の訓練やマニュアルの作成に活用しています。



ワークショップに設置した低エネルギー用Ge半導体検出器

### 福島環境安全センター

#### 「福島総合環境情報サイト」を開設

環境中の放射性セシウムに関する情報を多角的にまとめた新情報サイト「福島総合環境情報サイト」を開設しました。このサイトでは、実際の観測データ、現地調査に基づく放射性セシウムの分布や動き、それらに基づく数値解析の結果等を知ることができます。これらの情報を通じて、人々の疑問解消をはじめとして、自治体の被ばく低減に向けた安全対策の検討、避難指示解除等の福島復興に係る施策への活用まで、幅広い効果が期待されます。



<https://fukushima.jaea.go.jp/ceis/>

# 安全研究・防災支援部門

## 原子力安全の継続的改善に貢献するために

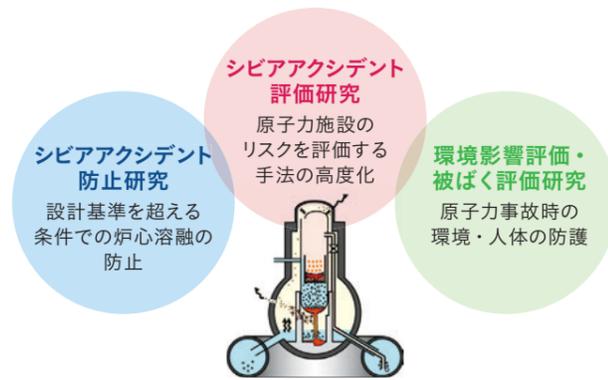
安全研究・防災支援部門は、原子力安全規制行政を技術的に支援することにより、我が国の原子力の研究、開発及び利用の安全確保に寄与するとともに、関係行政機関及び地方公共団体の原子力災害対策の強化に貢献しています。

### 安全研究センター：原子力安全規制に貢献するための安全研究

福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、シビアアクシデント<sup>\*</sup>対策等に必要な安全研究を実施しています。また、原子力規制委員会の研究ニーズ等に沿って研究を実施し、研究成果は科学的合理的な規制基準類の整備、事故・故障原因の究明及び原子力施設の安全性確認等に活用されます。なお、これら規制支援活動に際しては、十分な中立性と透明性が保たれているか、外部有識者からなる委員会の確認を受けつつ進めています。

※シビアアクシデント：炉心の著しい損傷を伴うような重大な事故

設計基準を超える事象への対応に重点を置いた主要研究テーマ



### 原子力緊急時支援・研修センター：原子力防災等に対する技術的支援

#### 原子力緊急時における役割

原子力機構は、原子力に関する緊急時には国の原子力災害対策本部や現地対策本部の活動を技術的に支援します。その際、原子力緊急時支援・研修センターは、原子力機構の技術支援の活動拠点となります。

#### 平常時の役割

平常時には、国及び地方公共団体の原子力防災訓練等の支援や原子力防災関係要員の育成を行っています。また、原子力防災体制の強化を支援するための調査研究を進めるとともに、海外における原子力防災対応への技術的支援等を行っています。

### 2018年度における主な実績

#### 1. 原子力安全規制行政への支援及びそのための安全研究

- ・機構の研究炉として新規規制基準のもと初めて運転を再開した原子炉安全性研究炉(NSRR)により燃料破損限界等のデータを取得したほか、多様な原子力施設のシビアアクシデント対応等に必要な安全研究を実施しました。
- ・原子力規制委員会等の技術的課題を解決するため、24件の安全研究を受託し、研究成果の提供等を通して原子力規制委員会における学協会規格の技術評価等に貢献しました。
- ・原子力安全研究による人材育成に関する協力協定を原子力規制委員会と締結し、今後の人材交流の道を大きく拓きました。
- ・OECD/NEA(経済協力開発機構原子力機関)による国際共同研究プロジェクト「福島第一原子力発電所の原子炉建屋及び格納容器内情報の分析」(略称ARC-F)が、機構を運営機関として開始されました。
- ・原子力施設の査察等で採取された環境試料中の微小ウラン粒子を効率的かつ正確に分析する手法を開発し、IAEAによる分析能力認証試験に合格しました。

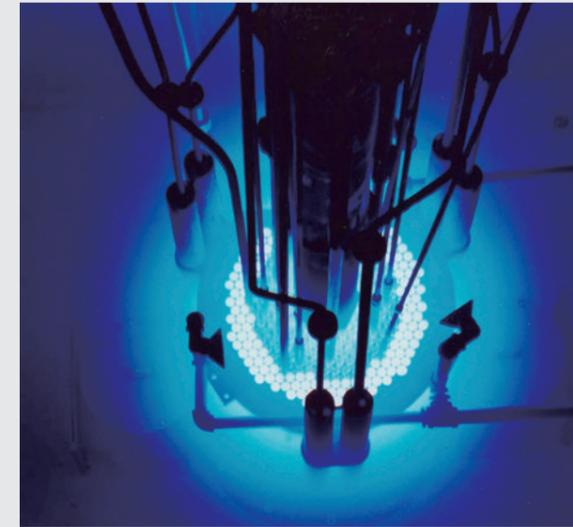
#### 2. 原子力防災等に対する技術的支援

- ・国や地方公共団体の原子力防災関係要員1,512名に対して研修や訓練を実施しました。また、緊急時に意思決定業務に当たる中核要員育成のための研修プログラムを新たに開発し、実施・試行しました。
- ・国や地方公共団体等が主催する原子力防災訓練において企画から実働・評価までを行い、原子力災害時における対応能力の向上に寄与しました。

## TOPICS

### 運転を再開した 原子炉安全性研究炉(NSRR)による実験

NSRRは、瞬間的に非常に高い出力を安全に得ることができる研究用原子炉です。これを用いて軽水炉における反応度事故の状況を模擬し、高燃焼度改良型燃料の破損限界データを取得しました。得られた知見は、日本の原子力規制行政をはじめ、海外においても燃料安全研究ひいては原子力発電所の安全確保に活かされます。



原子炉安全性研究炉(NSRR)

### 防災訓練での航空機モニタリング実働

原子力規制庁及び防衛省と合同で、国の「原子力総合防災訓練」及び「北海道原子力防災訓練」において航空機を活用する緊急時モニタリングを実働させ、緊急時航空機モニタリング体制の実効性を検証しました。



北海道原子力防災訓練における航空機モニタリング

### ARC-Fプロジェクトを開始

福島第一原子力発電所(以下「1F」という。)事故の詳細な状況を探り、軽水炉の安全性向上に役立てることを目的として、原子力機構がOECD/NEA(経済協力開発機構原子力機関)に提案した国際共同研究プロジェクト(ARC-F)が2019年1月から開始されました。12か国22機関が参加予定であり、2021年12月までの3年間で主に下記のテーマを進めていきます。



ARC-F会合

1. シビアアクシデント解析コードを用いた計算機シミュレーションにより、1F事故がどのように進展し、燃料から放出された放射性物質がどのように移動したかをより詳細に推定すること
2. 原子炉建屋や格納容器の内部調査などから得られたデータ・情報を集約、管理すること
3. 残された課題を明らかにし、将来の長期プロジェクトを検討すること

# 原子力科学研究部門

## 原子力の研究、開発及び利用を支え、けん引する基礎基盤研究を推進

原子力科学研究部門では、原子力エネルギー利用・放射線利用のための科学技術を先導し、原子力開発の基盤を支え、けん引し続けることを事業の中核としています。事業推進のために、原子力基礎基盤研究、先端原子力科学研究、中性子や放射光を用いた物質科学研究、原子力の安全性の向上、加速器を用いた放射性廃棄物の減容化・有害度低減に関する研究開発、人材育成等を進めています。

### 原子力科学研究所

原子力科学研究所は、試験研究用原子炉や放射性物質を安全に取り扱う施設等を有し、これらを有効に活用した研究を実施する研究開発拠点です。研究用原子炉(JRR-3)は、東日本大震災以降に改正された原子力施設を稼働するための基準(新規規制基準)の適合性を確認するための審査に合格し、運転再開に向けて耐震補強工事の準備を進めました。原子炉安全性研究炉(NSRR)は2018年度に運転を再開し、原子炉反応度事故時の核燃料の挙動を把握し原子炉の安全性を向上するための実験等を行い、今後の規制基準にとって重要なデータを取得しました。



研究用原子炉 JRR-3

### 原子力基礎工学研究センター

原子力基礎工学研究センターでは、原子力利用を支え、さまざまな社会的ニーズへの科学的貢献と新たな原子力利用を創出するために、原子力科学技術基盤の根幹をなす核工学・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推進しています。また、原子力の安全性の向上、加速器を用いた放射性廃棄物の減容化・有害度低減に関する研究開発にも取り組んでいます。

### 先端基礎研究センター

先端基礎研究センターでは、原子力科学の発展に先鞭をつける学術的・技術的に極めて強いインパクトをもった世界最先端の原子力科学研究を推進し、新原理・新現象の発見、新物質の創成、革新的技術の創出等を目指しています。

### 物質科学研究センター

物質科学研究センターでは、中性子(J-PARC、JRR-3等)と放射光(SPring-8等)による先端的な構造・機能解析ツールを駆使し、科学的意義や出口を意識した社会的にニーズの高い原子力科学、原子力利用に資する物質・材料科学研究開発に取り組んでいます。特に、東京電力福島第一原子力発電所からの燃料デブリ等の分析に向けた準備を開始しました。

### J-PARCセンター

J-PARCセンターでは、施設の高度化に向けた研究開発を継続的に実施するとともに、世界最高レベルのパルス強度の陽子ビームによって得られる多様な2次粒子を利用することにより、基礎科学から産業応用までの幅広い分野において、多くの研究機関や企業とともに世界最先端の研究が行われています。2018年度は、目標とするビーム出力1MW相当で1時間の利用運転に成功しました。

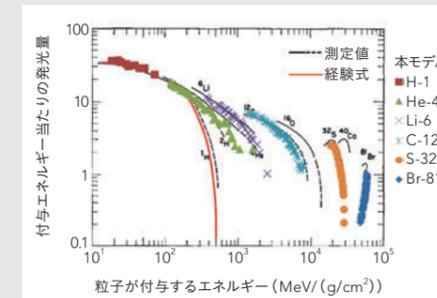


大強度陽子加速器施設 J-PARC

## TOPICS

### シンチレーション検出器の光出力を決める仕組みを解明

放射線がシンチレーション検出器で光に変換される際、一部のエネルギーが失われる過程を解明し、検出器の発光量を正確に予測できる数理モデルを開発しました。この数理モデルにより、従来は不明であった陽子、重粒子線によるシンチレーション検出器の発光が抑制される仕組みが明らかになり、正しい発光量の予測が可能になりました。今後、加速器、宇宙、医療現場などの多様な環境におけるシンチレーション検出器による正確な放射線計測が可能になるとともに、新たな測定器の開発にも貢献することが期待されます。

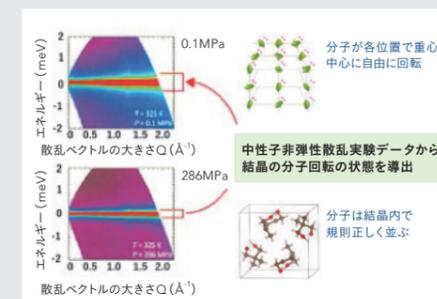


数理モデルで計算した重粒子のエネルギー付与と光出力の関係

<https://www.jaea.go.jp/02/press2018/p18083001/>

### J-PARCの中性子非弾性散乱実験装置を用いた次世代機能性材料研究

気体冷媒の代替として注目を集めている柔軟性結晶が、従来の固体冷媒の約10倍の圧力熱効果をもつメカニズムを解明するため、J-PARCの冷中性子チョッパー分光器AMATERASを用いて中性子非弾性散乱測定を行いました。その結果、低圧下では柔軟性結晶を構成する各々の分子が自由に回転できる状態である一方、高圧下では分子の回転運動が抑えられることにより巨大な圧力熱効果が生じることを明らかにしました。今後、より優れた冷媒材料の探索や設計等、次世代の冷媒技術開発の基礎となることが期待されます。

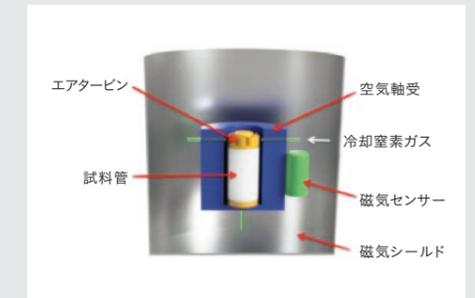


柔軟性結晶のもつ巨大な圧力熱効果のメカニズム

<https://www.jaea.go.jp/02/press2018/p19032902/>

### 磁石中で電子の回転運動が消失する現象の観測に成功

磁気シールドで地磁気を排除し、電磁気を使わない空気回転子を用いて、試料を回転させた際の磁力の変化から試料中の角運動量(磁気素となる電子の回転運動)を測定する装置を開発しました。本装置により、反対方向の磁気モーメントをもつ2種類の磁性原子からなるフェリ磁性体で、試料全体の角運動量がキャンセルされてゼロとなることを直接的に観測しました。角運動量がゼロとなる角運動量補償温度では高速な磁気反転が実現されることから、今後の次世代の高速磁気記憶媒体開発に資することが期待されます。

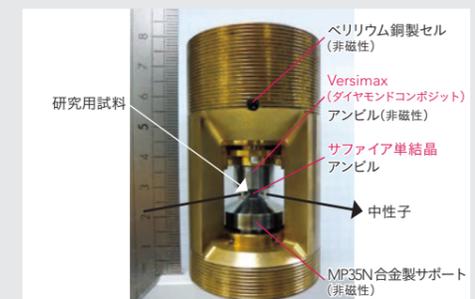


角運動量測定装置の概略図

<https://www.jaea.go.jp/02/press2018/p18083102/>

### 数万気圧環境下での中性子3次元偏極解析に成功

近年、圧力により誘発される磁気相転移現象が注目を集めており、高圧環境下での中性子3次元偏極解析を行うため、サファイア単結晶とダイヤモンドコンポジット材料により完全非磁性で数万気圧(数GPa)を発生できるアンビル式高圧セルを開発しました。これを用いて、デラフォサイト鉄酸化物が2万気圧以上で強磁性と強誘電性を同時に示し、磁場により誘電分極を、電場によってスピンを制御できるマルチフェロイック材料となることを明らかにしました。今後、圧力が誘発するスピン配列の変化の解析により、新たな新機能材料開発に資することが期待されます。



開発した完全非磁性のアンビル式高圧セルの概略図

<https://www.jaea.go.jp/02/press2018/p18102202/>

# 高速炉・新型炉研究開発部門

## 安全性・経済性・機動性に優れた原子力イノベーションの追求

高速炉・新型炉研究開発部門では、将来におけるエネルギー持続可能性、安全性、信頼性、経済性、機動性等の向上を目指し、高速炉／高温ガス炉等の新型炉及び燃料サイクル技術の研究開発に取り組んでいます。更に、廃止措置に係る環境技術開発も進めています。

### 大洗研究所

炉型の異なる2基の試験研究用原子炉(高温工学試験研究炉(HTR)及び高速実験炉「常陽」)と関連する研究施設群を活用し、エネルギー基本計画等の国の政策のもとで、高速炉の研究開発、高温ガス炉とこれによる熱利用技術の研究開発を行っています。また、材料試験炉の廃止措置及び技術開発、福島技術支援等の研究開発を実施しています。



大洗研究所

### 高速炉サイクル研究開発センター

長期的エネルギー安全保障・地球環境問題に対応するため、高速炉システムの設計、原子炉の挙動を評価する研究、安全確保を目的としたルール策定等、高速炉を中核とする核燃料サイクルの確立に向けた研究開発を行っています。



高速実験炉「常陽」

### 高温ガス炉研究開発センター

安全性が極めて高く950°Cの高温熱が取り出せる高温ガス炉の技術開発とともに、高温熱を用い水から水素を製造する技術、発電に向けたヘリウムガスタービン技術等、温暖化対策に有効な多目的熱利用の研究開発を行っています。



高温工学試験研究炉(HTR)

### 環境技術開発センター

軽水炉の燃料・材料照射試験等に広く利用されてきた材料試験炉(JMTR)の廃止措置と関連する技術開発、及び大洗研究所内の原子炉の運転や核燃料物質の使用によって発生した放射性廃棄物の処理処分と関連する技術開発を行っています。



固体廃棄物減容処理施設(OWTF)

### 敦賀総合研究開発センター

「もんじゅ」の開発成果の取りまとめ、ナトリウム冷却高速炉に関する検査・保守技術開発、レーザー技術の原子力施設等への応用に関する研究開発等を行っています。



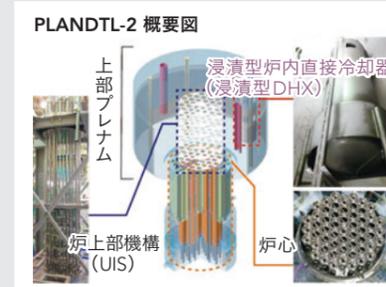
ナトリウム工学研究施設

## TOPICS

### ナトリウム冷却高速炉の研究開発

フランス原子力・代替エネルギー庁と進めているナトリウム冷却高速炉の開発整備に資する国際共同試験として、大洗研究所に設置されているナトリウム試験装置(PLANDTL-2)を用いたナトリウム試験を実施しました。これにより、原子炉容器内部に設置した冷却器による炉心崩壊熱除去システムの有効性の実証、及びそれを評価する数値シミュレーションの予測精度を大幅に向上させるデータの取得に成功しました。

今後、この試験を対象とした数値シミュレーションを行い、妥当性確認と予測精度の向上を進め、将来的には、これまで試験に頼っていた技術実証を、信頼性の高い数値シミュレーションへ置き換えていきます。これにより実規模での大型試験装置の建設やその運転に関わる多大な開発コスト削減が可能となります。



ナトリウム試験装置(PLANDTL-2)の構成要素

### 原子炉施設の廃止措置に向けた準備・技術開発

JMTRに係る廃止措置計画認可申請の準備として、施設内の汚染の分布、放射性固体廃棄物量、平常時及び事故時の放射線被ばくの評価等、廃止措置中に機能を維持管理すべき設備の検討を行い、廃止措置計画認可申請書を取りまとめました。



JMTR全景

### 放射性廃棄物の処理・処分に係る技術開発及び管理

2013年度から建設を開始した固体廃棄物減容処理施設(OWTF)は、2018年度末に全施設・設備の工事が完了しました。また、2018年8月22日に新規規基準に基づく廃棄物管理事業の変更許可を取得しました。



OWTFに設置した焼却溶融設備

### 実用工業材料で製作した試験装置を用いた熱化学法ISプロセスによる150時間の連続水素製造

高温ガス炉の熱利用研究として、ヨウ素(I)と硫黄(S)の化合物を用いて水を熱分解する熱化学水素製造ISプロセスの研究開発を進めています。腐食に起因する溶液漏えい等の技術課題を解決し、2019年1月には、実用工業材料で製作したISプロセス水素製造試験装置を用いて、長時間運転の目安となる150時間の連続水素製造運転を達成しました。これにより、原子力機構がこの分野のトップランナーであることを示すことができました。今後、プラント自動運転技術等、高温ガス炉水素製造システムの実用化に必要な研究開発を進めていきます。



150時間の水素製造に成功した試験装置  
(水素製造量: ~0.1m³/h-H₂, W18.5xD5xH8.1 (m))

※ 詳細は原子力機構ホームページを御覧ください。  
<https://www.jaea.go.jp/02/press2018/p19012502/>

### 「ふくいスマートデコミッション技術実証拠点」の運用開始

廃止措置に関する技術シーズの地域企業への提供や、実証等を通じた地域企業の技術力向上を目指して、2018年6月に「ふくいスマートデコミッション技術実証拠点」(スマデコ)の運用を開始しました。本拠点は、原子力機構と福井県、福井大学、若狭湾エネルギー研究センターが連携して計画・整備したものです。MR(Mixed Reality: 複合現実感)システムをはじめ、ロボット協調・レーザー溶断適応制御システム、円筒型プールを有する水中技術実証試験エリアという、特色ある3つのフィールドを整備しました。

2018年度の外部利用の実績は14件で、そのうち福井県内企業等の実績は8件でした。



スマデコ全景

# 核燃料・バックエンド研究開発部門

## バックエンド技術の確立を目指して

安全で環境負荷低減につながる放射性廃棄物の処理技術開発及び地層処分の基盤的研究開発並びに原子力施設の廃止措置に関する研究開発を着実に進めています。

### 地層処分技術に関する研究開発拠点

我が国の高レベル放射性廃棄物の地層処分計画を進めていくために、地層処分技術に関する研究開発を実施しています。

東濃地科学センターでは、深地層の科学的研究として、深地層の研究施設計画と地質環境の長期安定性に関する研究を実施しています。

幌延深地層研究センターでは、深地層の科学的研究のほか、地層処分研究開発として地下坑道を用いた工学的対策技術の開発等に取り組んでいます。

核燃料サイクル工学研究所では、地層処分研究開発として処分場の設計や安全評価に必要な技術の開発を進めています。



【幌延】坑道構置き模擬PEM<sup>®</sup>の設置  
※ Prefabricated Engineered barrier system Moduleの略。鋼製の容器の中に、人工バリアであるオーバーバックや緩衝材を設置し、一体化したものです。

### 核燃料サイクル工学研究所

核燃料サイクル工学研究所は、原子力エネルギーを有効活用するための核燃料サイクルの実現に向けた先進かつ実用的な研究開発を進める研究開発拠点です。プルトニウム・ウラン混合酸化物燃料(MOX燃料)に関する技術開発、放射性廃棄物の減容及び有害度の低減化を目的としたマイナーアクチノイド(MA)の分離技術の開発、福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発等、研究・技術開発を進め原子力のエネルギー利用に関わるイノベーションの創出やエネルギー資源問題の解決に貢献しています。東海再処理施設では、国内のトップランナーとして長期にわたる一大プロジェクトである大規模な核燃料施設の廃止措置を進めています。



ガラス流下の様子

### 人形峠環境技術センター

人形峠環境技術センターでは、「ウランと環境研究プラットフォーム構想」に基づき、我が国で初めてとなる大型核燃料施設の廃止措置の先駆者として、安全を最優先に遠心分離機等の合理的処理方法に関する研究開発を進めています。また、核原料物質鉱山の閉山措置に向けて地下水、表流水の流動特性及び地下水中のウラン、ラジウムの挙動等について、調査・解析を進めています。



ウラン濃縮原型プラントDOP-2遠心分離機

### 青森研究開発センター

青森研究開発センターでは、地球環境中に存在する極微量の放射性核種等を世界最高レベルの精度で測定する加速器質量分析装置(AMS)を用いて、海洋における放射性物質等の移行挙動の解明等の成果をあげています。



加速器質量分析装置

## TOPICS

### 多様な放射性廃液の安定化処理に係る研究

核燃料サイクル工学研究所では、原子力施設における研究開発により発生する放射性廃液について、大学等と共同プロジェクトを立ち上げ、廃液の安定化処理に関する研究を進めています。

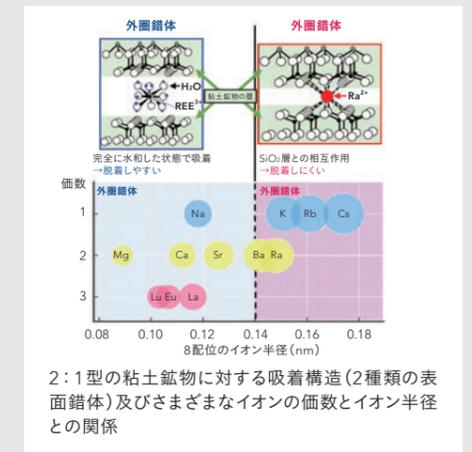
2018年度は、常圧60度加熱の条件下において、安全かつ効率的に廃液中のアンモニウム塩を分解する技術として、塩化コバルト溶液を触媒としたオゾンガスによる分解技術を開発しました。この技術は、一般産業界で用いられている高温・高圧下での分解手法に比べて安全な技術であり、他の窒素化合物の分解にも幅広く応用が期待されます。



アンモニウム塩含有廃液の分解試験  
(加熱及び攪拌用装置)

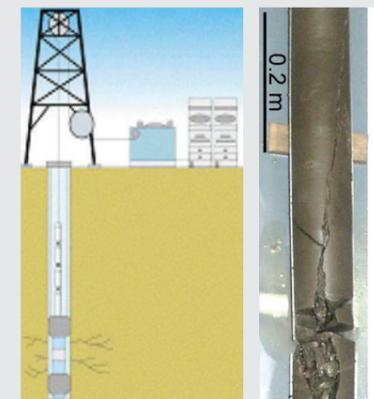
### 露天採掘場跡地及び鉱さいたい積場措置に必要なラジウム挙動に係る研究

人形峠環境技術センターでは、鉱山施設の閉山に向けて、表層でのラジウム挙動の実態を確認する取組を進めています。露天採掘場跡地及び鉱さいたい積場の試料分析による化学反応の特定や、放射光分析や量子化学計算等の先端手法による原子レベルからの解明により、ラジウムの挙動予測や閉山措置技術の構築が期待されます。



### 地下深くの亀裂の連結性を地上から評価する方法を開発

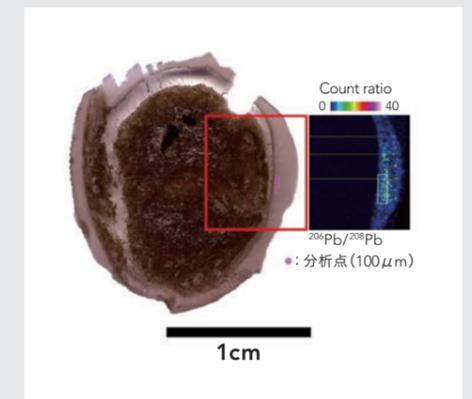
幌延深地層研究センターでは、地層中の亀裂の連結性に於いて水圧挙動が変化することに着目し、これまで困難とされてきた、地上の調査から地下深くの亀裂の連結性を適切に評価可能な新たな手法を開発しました。この成果は、資源探査や二酸化炭素の地中貯留等の分野における地層の閉じ込めや、貯留性能の評価へ貢献することが期待されています。



(左)ボーリング調査イメージ  
(右)ボーリングコア中で認められる天然の亀裂

### 国内初、炭酸塩鉱物の微小領域の年代測定手法を開発

東濃地科学センターでは、炭酸塩鉱物を対象に、分析可能な領域を判別する同位体イメージング技術等を用いて、髪の毛程度の小さな領域の質量分析を行う技術を開発しました。この成果は、炭酸塩鉱物の微小領域の年代を測定した国内初の事例であり、過去の環境を推定する科学的研究の発展に貢献することが期待されています。



LA-ICP質量分析法によるウミツボミの分析例

# 敦賀廃止措置実証部門

## 安全・着実な廃止措置に向けて

「ふげん」及び「もんじゅ」の廃止措置に関し、廃止措置計画に基づき、安全確保を最優先に着実に進めています。

「ふげん」については原子炉周辺設備解体撤去期間に移行、「もんじゅ」については燃料体取出し作業を開始。それぞれ、廃止措置の完遂に向けて着実に作業を進めています。

### 「ふげん」の廃止措置完遂に向けて

「ふげん」は、2033年度の廃止措置完了に向けて、順調に解体撤去作業等を進めています。

「ふげん」は、2017年度までに「重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間」における作業を完了しており、2018年度から「原子炉周辺設備解体撤去期間」に移行しています。現在、原子炉周辺の比較的線量が低い区域において原子炉周辺機器やタービン、発電機等の解体撤去や汚染の除去作業を進めています。

また、2023年度からの「原子炉本体解体撤去期間」における本格的な原子炉の解体撤去に向け、原子炉構造材の放射線を精度良く把握するために原子炉内の試料を採取する等、安全で効率的な解体手順の準備・検討を開始しています。

2007-2017	2018-2022	2023-2031	2032-2033
重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間	原子炉周辺設備解体撤去期間	原子炉本体解体撤去期間	建屋解体期間
使用済燃料搬出		2026	
重水搬出、トリチウム除去	重水系、核燃料取扱施設等の解体		
原子炉冷却系統施設、計測制御系統施設等の解体			
		原子炉本体の解体	
			建屋解体

### 「もんじゅ」の廃止措置完遂に向けて

「もんじゅ」は、廃止措置計画に基づき、国内外の英知を結集し、安全確保を最優先に、我が国で最初の高速炉の廃止措置に取り組んでいます。

2018年3月に認可を受けた廃止措置計画においては、燃料体を燃料池へ移送する第1段階、ナトリウム機器を解体する準備等を行う第2段階、ナトリウム機器の解体等を行う第3段階、建物の解体撤去等を行う第4段階を経て、2047年度に廃止措置の完了を予定しています。2018年8月に、第1段階の「燃料体取出し作業」を開始し、およそ30年間にわたる廃止措置の第一歩を踏み出しました。

「燃料体取出し作業」は、原子炉の燃料体を炉外燃料貯蔵槽に移送する「燃料体の取出し」と炉外燃料貯蔵槽の燃料体を表面等に残ったナトリウムを洗浄して燃料池に保管する「燃料体の処理」からなります。2018年度は、安全確保を最優先に、一つひとつの工程を確認しながら作業を進め、2019年1月までに86体の「燃料体の処理」を行いました。この作業を通して、改善点の摘出や改良、作業員の習熟を図り、廃止措置計画に定めた2022年度の「燃料体取出し作業」完了に向け、より確実な見通しを得ました。

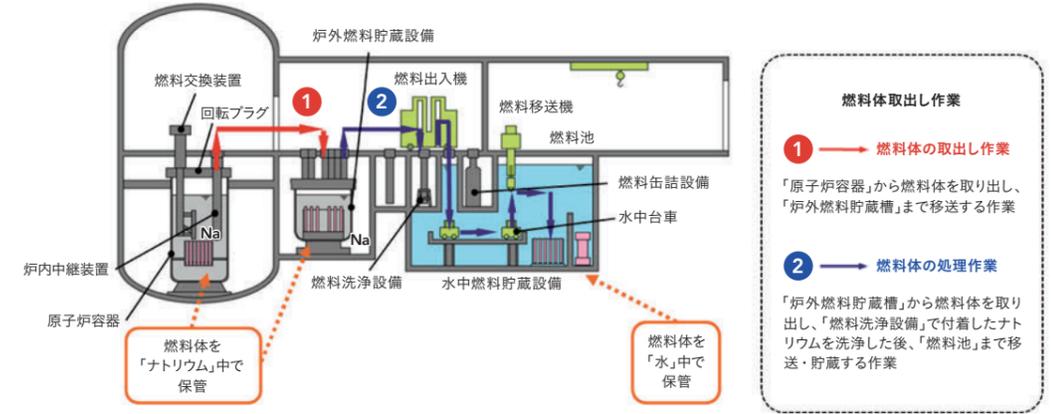
2019年度においては、2018年度に得た知見を踏まえた改善を確実に実施しつつ、10月に100体の「燃料体の取出し」を完了し、現在、130体の「燃料体の処理」に向けて準備を進めています。

引き続き、2022年度の「燃料体取出し作業」完了に向け、安全確保を最優先に、着実に作業を進めていきます。



燃料取扱設備操作室の様子

2018-2022	2023-2047		
燃料体取出し期間	解体準備期間	廃止措置期間Ⅰ	廃止措置期間Ⅱ
燃料体の取出し			
	ナトリウム冷却系機器解体準備		
		ナトリウム冷却系機器解体・撤去	
		水・蒸気系等発電設備の解体・撤去	
			建物等解体・撤去

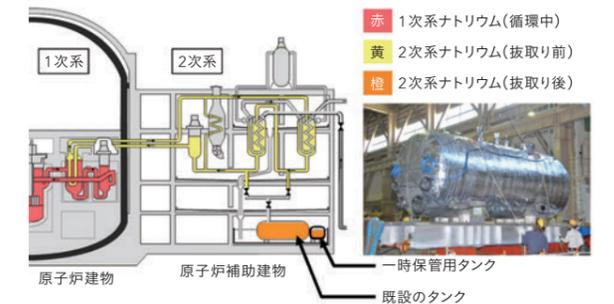


### リスク低減のために ～2次冷却系ナトリウムの抜き取り完了～

「燃料体取出し作業」と並行して、施設の安全確保や潜在リスク低減のため、廃止措置の各段階に応じた施設運用、保守管理の見直しを進めています。

2018年度は、ナトリウム漏えい・燃焼リスク低減のため、2018年12月に全ての2次冷却系ナトリウム(約750トン)をタンクへ抜き取り、その後にナトリウムを固化することで、より安全な状態での保管に移行しました。

今後、「燃料体取出し作業」が完了する2022年度までに、1次冷却系ナトリウムの抜き取り方法や時期、及び2次冷却系ナトリウムを含む抜き取ったナトリウムの処理・処分方法を検討していきます。



## TOPICS

### 放射性廃棄物の低減に向けた取組

#### ～福井県内で初めて、クリアランス制度の運用を開始～

原子力施設の廃止措置等に伴って発生する放射性廃棄物のうち、放射能濃度が低く、人の健康への影響がほばないものについて、国の認可・確認を受けた上で、一般の廃棄物と同様に再利用や処分ができる制度を「クリアランス制度」といいます。

この制度に基づき、「ふげん」では、2018年8月に「放射能濃度の測定及び評価の方法」について原子力規制委員会の認可を受け、2018年12月からクリアランス測定を開始しました。国内では既にクリアランス制度を導入している原子力発電所もありますが、福井県内では「ふげん」が初となります。

「ふげん」において、これまでに放射線管理区域内で発生した約1,100トンの解体撤去物のうち、2018年度中に約49トンの測定・評価を終了しています。2019年度に国の確認を受け、その後の解体撤去物の再利用については、社会からの理解が得られるよう、十分な検討を行っていきます。

#### クリアランス制度の運用

