

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あたっては、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、他の国の人材育成支援等の国際貢献、原子力機構の研究開発成果の国際的な普及があげられます。

国際協力推進の基本方針

- ・原子力安全の確保への貢献
- ・核不拡散・核セキュリティの確保への貢献
- ・研究開発成果の最大化
- ・原子力人材育成支援(他の国に対する支援、原子力機構内の国際人材育成)
- ・研究開発成果の海外への普及、国際展開

原子力機構は、2017年3月に国際戦略を策定し、これに基づく新たな取組として、2017年度は米国・フランスの原子力関連機関及び国際原子力機関(IAEA)との協力により、シンポジウム等を開催しました。

また、以下の協力を新たに開始しました。

- ・ポーランド原子力研究センターとの間の高温ガス炉に関する協力(2017年5月～)
- ・URENCO社との間の高温ガス炉に関する協力(2017年5月～)
- ・ロシア国営企業ロスアトムとのマイナーアクチノイドの核変換の研究開発のための情報交換に関する協力(2017年9月～)
- ・米国原子力規制委員会(NRC)との間の原子力安全研究に関する協力(2017年12月～)

加えて、以下の国際機関・イニシアティブ等を通じた国際連携や協力を行っています。

- ・IAEA
- ・OECD/NEA(経済協力開発機構/原子力機関)
- ・ISTC(国際科学技術センター)
- ・GIF(第4世代原子力システム国際フォーラム)
- ・FNCA(アジア原子力協力フォーラム)
- ・ESARDA(欧州保障措置研究開発機構)
- ・EC/JRC(欧州委員会/共同研究センター)
- ・DOE(米国エネルギー省)
- ・CEA(フランス原子力・代替エネルギー庁)

※ 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/



ワシントン事務所主催
シンポジウム
(2017年6月)



パリ事務所主催
ワークショップ
(2018年2月)



ウィーン事務所主催
セミナー
(2017年10月)



ロスアトムとの
取決め署名式
(2017年9月撮影)

産学官との連携による研究開発の促進

原子力機構は、創出した研究成果を広く社会に還元するとともに、イノベーション創出につなげる取組として、産学官の連携による研究開発の実施、特許等知財の橋渡し、論文等の研究成果の取りまとめと発信を行っています。

2017年度は、国や大学、民間企業等と共同研究236件、受託研究141件を実施しました。保有する特許技術の橋渡しのため、「JAEA技術シーズ集Ver.3」の刊行や国立研究開発法人科学技術振興機構等と連携した「新技術説明会」の開催等を行っています。同説明会では、主に企業からの聴講者約80名に対し、実施許諾申込みをいただける

よう4件の技術を発明者自らが紹介しました。また、原子力機構がこれまでに発表した論文等の研究成果(約10万件)は、「研究開発成果検索・閲覧システム(JOPSS)」にデータベース化し、国内外に発信しています。

※ 産学官との連携や研究成果の発信に関する詳細は、原子力機構ホームページを御覧ください。
<https://tenkai.jaea.go.jp>



イノベーション・ジャパン2017
(2017年8月31日～9月1日開催)
における技術の紹介

原子力分野の人材育成

原子力機構は、原子力人材育成センターを中心に「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。2017年度は、定期講座として21講座を行い、更に、さまざまな御要望に応えた随時研修2講座を開催しました。



国内研修の実習風景
(放射線防護 基礎コース)

国際研修

国際研修として、東南アジア等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。2017年度は11か国・80名が受講しました。



国際研修の実習風景
(環境放射能モニタリング)

大学との連携協力

連携大学院方式に基づく東京大学大学院原子力専攻の学生受入れ(2017年度実績:14名)をはじめとし、大学からの特別研究生(同:27名)、学生実習生(同:145名)、夏期休暇実習生(同:180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(2017年度受講者数:184名)。2018年度の研究系・



技術系の新入職員のうち約5割が、これらの学生受入れ制度等を利用していました。

若手研究員と夏期休暇実習生との懇談

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にあたり、原子力機構を含む産学官77機関は、相互協力のもと原子力人材育成ネットワークを運営しています。原子力人材育成センターでは、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(2017年度は東京都と福島県で開催)するほか、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。

※ 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/>

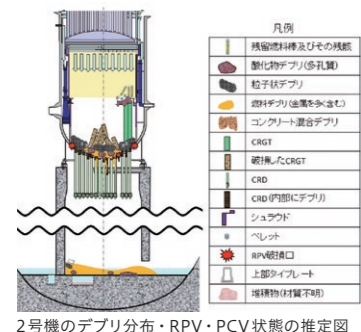
福島研究開発部門

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、廃炉や環境回復のための研究開発に取り組むことで、廃炉戦略の策定や研究開発の企画・推進等への支援、及び国による避難指示解除や、各自治体による住民帰還の計画立案に貢献する成果をあげています。

炉内・格納容器内状況の総合的な分析・評価

海外機関の協力を含め、国内外の英知を集結し、現場調査等で得られたさまざまな情報、事故時及び事故後の測定データ、実験により得られた知見、事故進展解析の結果等を総合的に分析・評価することで、福島第一原子力発電所の原子炉圧力容器内・格納容器内に分布が想定される燃料デブリ等の状況を推定しました。こうして得られた

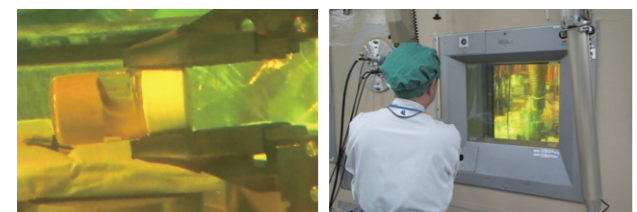


燃料デブリ等の知見は、今後のデブリ取出し等の廃炉作業への活用が期待されています。

JAEAは国際廃炉研究開発機構(IRID)研究の参加機関として主に2号機を担当
※ 経済産業省/平成27年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金」により実施。

廃棄物の処理・処分方を検討するための分析

福島第一原子力発電所において保管されているさまざまな廃棄物の分析を継続して進めています。滞留水中からの放射性物質を除去する過程で、二次的な廃棄物としてスラッジ(沈殿物)が発生しています。このスラッジ試料を原子力機構の分析施設(高レベル放射性物質研究施設)に輸送し、分析しました。これにより得られたスラッジの密度や流動性、放射能濃度のデータは、リスクの低い処理方法や将来の処分方法を検討するために利用されています。



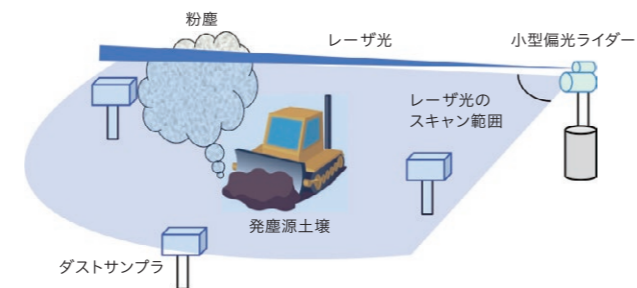
除去装置スラッジの試料
ホットセルでの遠隔操作による分析
※ 経済産業省/平成28年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金」により実施。

除去土壌の安全な再生利用に資する技術開発

～除去土壌の粉塵飛散状況を監視するモニタリング技術の実証～

国は、除染作業で生じた除去土壌の最終処分量を低減するため、放射性セシウムで汚染した除去土壌を適切に処理し、公共事業の道路盛土材等に再生利用することを目指しています。こうした中、原子力機構は、千葉大学との共同研究により、除去土壌を再生利用した土木工事で発生する粉塵の拡散状況をモニタリングできる技術を開発し、帰還困難区域内の中間貯蔵施設内にある土壌貯蔵施設において、モニタリングの実証試験を行いました。

実証試験では、工事で発生した粉塵の飛散範囲が比較的限定的であることや、空気中の放射能濃度が関係法令に定める限度に比べ、十分に低いことを明らかにすることができました。この技術は、中間貯蔵施設等のモニタリング技術として、周辺住民や作業者の安全性を確認できる情報を発信する手段への活用が期待されます。



ダストサンプラ
小型偏光ライダー
人体に無害なレーザー光を利用して粉塵の分布を測定する「ライダー」という技術とダストサンプラを組み合わせることで、工事等で発生した粉塵の飛散状況と空気中の放射能濃度を把握。小型偏光ライダーは、遠隔操作による自動計測が可能です。

TOPICS

大熊分析・研究センター施設管理棟の運用開始

福島第一原子力発電所の事故によって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に、分析や研究を行う大熊分析・研究センターの整備を、福島第一原子力発電所の隣接地で進めています。2018年3月15日から施設管理棟の運用を開始しており、分析作業を行う遠隔操作機器の実機や実寸大の模擬設備等を設置し、分析作業の事前確認や体験型訓練等を行う場として活用しています。



運用を開始した施設管理棟(正面から)

サイトリニューアル「答えます みんなが知りたい福島の今」 ～根拠情報Q&Aサイト～

原子力機構が行った調査研究の成果や他の関係研究機関等で得られた科学的な知見について、住民の皆様が帰還されるにあたり必要とされる情報を中心に整理し、Q&A形式で分かりやすくまとめた情報を、2016年3月からホームページで公開しています。

2018年3月には、一般の方から専門家の方まで幅広い方々にとって、より利便性の高いサイトへリニューアルしました。



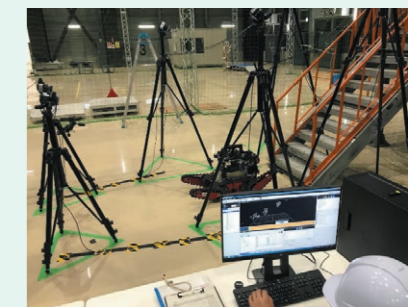
<https://fukushima.jaea.go.jp/QA/>



櫛葉遠隔技術開発センターの施設利用が倍増

櫛葉遠隔技術開発センターは、福島第一原子力発電所の廃炉に向け、国際廃炉研究開発機構(IRID)による原子炉の漏水を止める実規模実証試験や民間企業による原子炉格納容器内部調査用水中ロボット試験等に利用されました。また、福島県内企業による展示実演会、県内外の大学・高専による各種試験や廃炉創造ロボコン等に利用され、地域産業の活性化及び人材育成に貢献しました。

2017年度は、前年度に比べおよそ倍増となる64件の施設利用がありました。



会津大学によるロボット試験の様子

国内外の英知の結集

2018年度、文部科学省により「廃炉研究等推進事業費補助金(CLADS補助金)」が創設されました。これは、廃炉国際共同研究センター(CLADS)を中核に、廃炉の現場ニーズを踏まえ、国内外の大学、研究機関等との基礎的・基盤的な研究開発及び研究者育成の取組を推進することを目的としており、より安定的かつ継続的に実施する体制を構築していきます。

【公募情報サイト】
<https://fukushima.jaea.go.jp/initiatives/cat05/index.html>

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

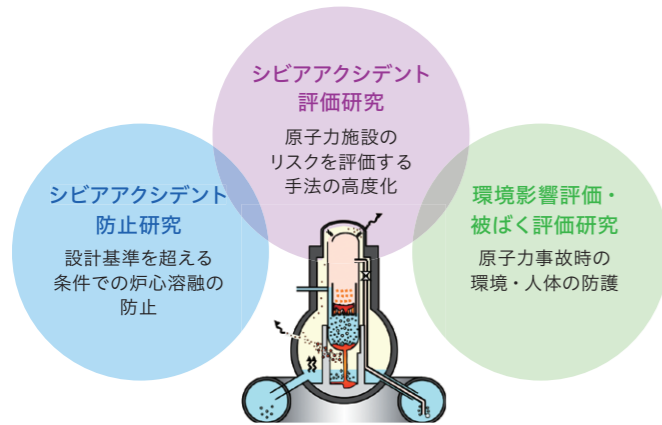
安全研究・防災支援部門は、原子力安全規制行政を技術的に支援することにより、我が国の原子力の研究、開発及び利用の安全確保に寄与するとともに、関係行政機関及び地方公共団体の原子力災害対策の強化に貢献しています。

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*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

シビアアクシデントへの対応に重点を置いた主要研究テーマ



2017年度における主な実績

- 原子力規制委員会等の技術的課題を解決するため、28件の安全研究を受託し、実施しました。
- 原子力規制庁の若手研究員の人材育成のため、13名の研究員を受け入れるとともに、2件の共同研究を開始しました。更に、原子力規制委員会の検討チーム等に延べ46名の専門家を派遣しました。
- 海外も含めた原子力安全の確保に貢献するため、前年度を上回る94報の論文を公表しました。

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、アジア諸国の原子力防災対応への技術的支援等を行っています。

2017年度における主な実績

- 国や地方公共団体の職員等1,654名に対して研修を実施しました。
- 国の「原子力総合防災訓練」へ専門家を派遣し、訓練の企画から実働・評価までを行い、原子力災害時における地方公共団体等の対応能力の向上に寄与しました。またこの訓練では、福島第一原子力発電所事故への対応で培った航空機によるモニタリング技術を基に整備した緊急時モニタリング支援体制による実働訓練も行いました。
- 一時退避施設における被ばく低減効果を評価する手法を開発し、より実効性を高めるための技術的知見を取りまとめました。
- 地方公共団体の所有する資機材を調査し、放射線測定器や個人被ばく線量計に求める標準性能や運用上の留意事項等を取りまとめました。

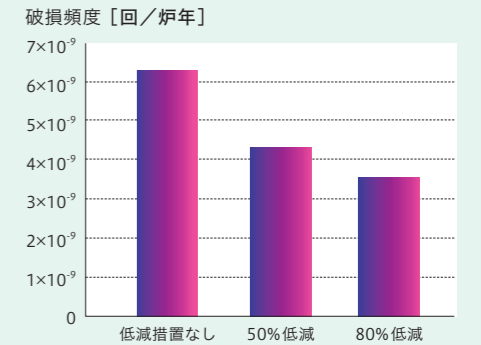
TOPICS

国内軽水炉の原子炉圧力容器について、 破損頻度を計算可能にする解析コードの開発に初めて成功

国内軽水炉の原子炉圧力容器について、構造物の破損発生確率を定量的に評価する手法を用いることで、従来は評価できなかった安全性を示す定量的な数値指標「破損頻度*」を算出できる国内で唯一の解析コードの開発に成功しました。これにより、破損頻度を低減するために有効な運転・管理方法を把握することや、プラント間の健全性の相对比较ができるようになる等、安全性向上への活用が期待されます。

*破損頻度=事故の発生頻度×事故が発生した際の破損確率であり、単位は「回/炉年」

原子炉圧力容器の破損頻度に 中性子照射量の低減措置が及ぼす影響

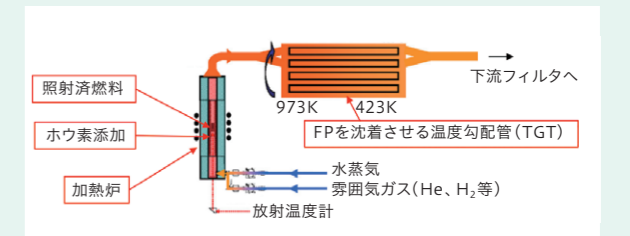


フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)との国際協力により 核分裂生成物の移行挙動に制御材が及ぼす影響を解明

原子炉施設における重大事故時に燃料から放出される核分裂生成物(セシウム・ヨウ素等)の移行挙動に制御材であるホウ素が及ぼす影響について、CEAと協力して行った実験によりセシウムの移行挙動に関するデータを取得しました。重大事故時のソースターム*評価において活用が期待できるものです。

*ソースターム：重大事故時に放出が予想される汚染物質の種類、量、物理的・化学的形態等、環境への影響を調査するにあたり考慮すべき情報の総称

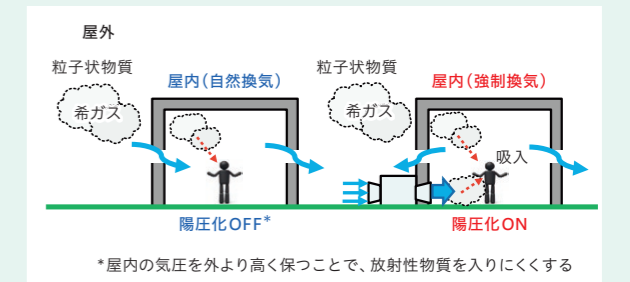
CEAのホットセルに設置された実験装置の概略



重大事故時被ばく線量評価

放射線防護対策に関する研究ニーズの拡大に対応し、福島県内の実家屋を用いた実験やラボ実験により、自然換気率や粒子状物質の沈着等のデータを取得し、確率的事故影響評価コードによる高精度な評価に活用できる知見を得ました。また、放射線防護対策が施された一時退避施設についても、被ばく低減効果を評価するため、建屋構造や防護対策の内容を踏まえて、避難住民の被ばく線量評価法を開発し、気象条件や陽圧化の程度等による被ばく低減についての解析を行いました。

一般的な施設と、放射線防護対策が施された 一時退避施設との放射性物質吸入経路の違い



国の「原子力総合防災訓練」に初めて出動

2017年9月、九州電力株式会社玄海原子力発電所を対象に実施された「原子力総合防災訓練」において、防衛省との連携による航空機からの空間線量率等のモニタリングを初めて実施し、国が推進する緊急時航空機モニタリングの実施体制整備に貢献しました。



自衛隊ヘリコプターからのモニタリングを実施

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、原子力のエネルギー利用・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続けています。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、加速器を用いての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、これらを有効に利用した研究を実施する研究開発拠点です。原子炉安全性研究炉(NSRR)と定常臨界実験装置(STACY)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(新規制基準)の適合性を確認するための審査に合格しました。NSRRについては、2018年度には運転を再開し、原子炉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っています。



原子炉安全性研究炉(NSRR)

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。

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持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。



早期の運転再開を目指している研究用原子炉 JRR-3

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。安全かつ安定な施設の共用運転*により、2017年度は123報の査読付論文が発表され、8件のプレス発表が行われました。

*特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律に基づく運転



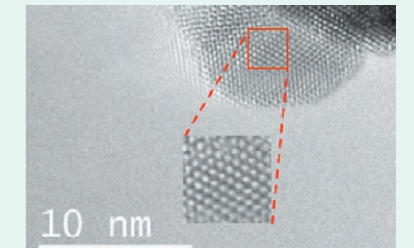
大強度陽子加速器施設(J-PARC)

TOPICS

セラミックスの放射線損傷に対する自己修復能力の発見

放射線照射によって材料表面に生じる数ナノメートルオーダーの超微細組織を観察する手法を開発し、耐放射線性の高いセラミックスでは損傷により乱れた原子配列が再結晶化する際に自己修復することを明らかにしました。今後、セラミックスが持つ自己修復能力の解明が進めば、宇宙や原子炉のような強い放射線場でのセラミックスの利用の可能性が広がります。

※ 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/press2017/p17102702/>



放射線損傷を受けたが再結晶化原子配列が自己修復(BaF₂)

ウラン化合物で現れる磁場に強い超伝導の仕組みを解明

結晶軸の揃った大型のウラン化合物単結晶(UrU₂Si₂)を成長させ高精度の物性測定を行いました。測定の結果、強い磁場中でも電子が持つスピンの特殊な状態が維持されるため超伝導状態が持続することが明らかになりました。この成果は、超伝導現象の理解を深めるとともに、今後より強い磁場まで耐えることができる実用的な超伝導体探索の指針を与えるものと期待されます。

※ 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/press2017/p18011301/>

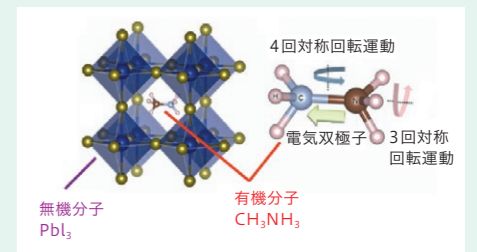


成長中のウラン化合物単結晶試料

J-PARC AMATERAS & DNA 中性子非弾性散乱を用いた次世代機能性材料の先導的研究

異なるエネルギー領域を持つ2台の中性子非弾性散乱装置を使い分けることにより、材料の機能発現メカニズムを原子レベルで解明することができるようになりました。この技術により、有機・無機ハイブリッド太陽電池材料の特徴的な機能発現メカニズムを解明し、次世代型の太陽電池の設計の基礎になることが期待されます。

※ 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/press2017/p17081003/>

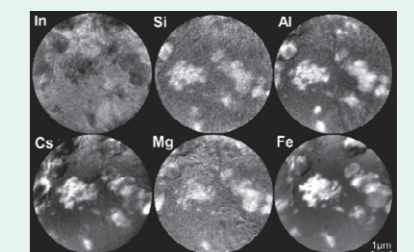


有機・無機ハイブリッド太陽電池材料(ヨウ化鉛メチルアンモニウム)

放射光電子顕微鏡を用いて絶縁材料の元素分布と化学結合状態を測定する技術を開発

福島環境回復を進める上で重要となるセシウムの土壌への吸着メカニズム解明のため、従来は測定が困難であった絶縁体試料について、ナノスケールで元素分布と化学結合状態を測定する方法を開発しました。この分析手法は、福島環境回復だけでなく、次世代イノベーションを支える機能性材料の品質や性能向上を目指した研究開発に役立つと期待されます。

※ 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/press2017/p18011101/>



セシウム吸着土壌試料の元素マップ

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。更に、研究施設等廃棄物の埋設処分事業に取り組んでいます。

地層処分技術に関する研究開発

原子力発電によって最終的に発生する高レベル放射性廃棄物を地下深くの安定した地層中に処分(地層処分)する技術について、その安全と信頼を支えるための研究開発に取り組んでいます。

岐阜県瑞浪市と北海道幌延町にある2つの深地層の研究施設では、地下深くの岩盤や地下水の性質を調べる技術や手法を整備するための研究開発を進めています。2017年度は、坑道周辺環境の回復状況や花崗岩中にある割れ目の中を物質がどのように進むかを調べる試験(瑞浪)、実規模人工バリアの性能確認試験や重量物である廃棄体を地下坑道で搬送・定置する技術の確認試験(幌延)等を実施しました。

また、火山や断層等の自然現象の過去の活動を調べ、将来の変化を予測する技術の開発といった地質環境の長期安定性に関する研究を引き続き行いました。

茨城県東海村の研究施設では、深地層の研究施設で得られる情報も活用し、処分場の設計に必要な技術や処分した後の長期にわたる安全性を評価するためのデータ取得を継続して行いました。

これまでの研究開発成果は、「CoolRep」として原子力機構のホームページで公開しています。

※ 研究開発成果の詳細は、「CoolRep」をご覧ください。
<https://kms1.jaea.go.jp/CoolRep/index.html>

地下深部での岩盤中の物質移動に関する調査研究(岐阜県瑞浪市)

岩盤中に注入した物質がどのように移動するかを地下深部で観察しています。

割れ目内流速分布の推定結果

直接的な観察とシミュレーションにより、実際の地下深部での地下水の動きを把握する技術が開発されました。

坑道内での模擬廃棄体の搬送・定置試験(北海道幌延町)

搬送・定置装置(エアベアリング方式)を開発して動きを確認しています。

実際の狭い地下において、空気のみで約14トンもの重量物を持ち上げて移動することに成功しました。

安全性を評価するためのデータの取得(茨城県東海村)

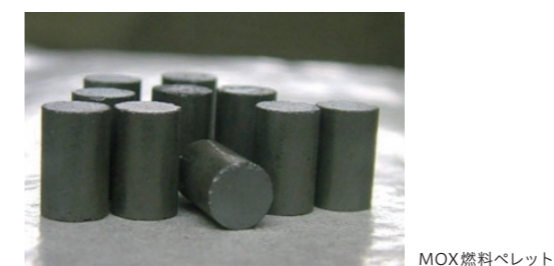
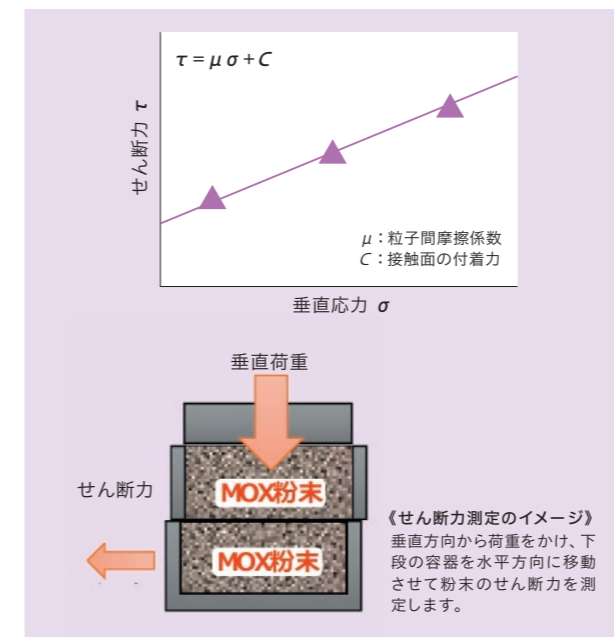
地下深部の環境を地上で再現し、人工バリアや岩石中での放射性物質の動きに関するデータを蓄積しています。

プルトニウム・ウラン混合酸化物燃料(MOX燃料)製造に関する技術開発

核燃料サイクル工学研究所のプルトニウム燃料技術開発センターでは、再処理により回収されたプルトニウムを使い、高速炉で用いるMOX燃料ペレットの製造に関する技術開発等に取り組んでいます。

MOX燃料ペレットは、プルトニウム原料粉末とウラン原料粉末を所定の組成になるように混ぜ合わせ、円柱形状に成型した後に、高温で焼結して製造します。こうして得られるMOX燃料ペレットは、原料粉末が変わると焼結特性の違いにより密度や寸法等が変わることから一定品質のMOX燃料ペレットを製造する上では、原料粉末に応じて製造条件を得るための予備試験が必要です。現在、MOX燃料製造技術を高度化するための取組として、原料粉末の特性とMOX燃料ペレット製造条件の関係について、科学的なアプローチから明らかにすることによって予備試験を合理化するための研究開発を進めています。

原料粉末の特性評価の例(せん断力と垂直応力の関係)



TOPICS

ウランと環境研究プラットフォーム

人形峠環境技術センターでは、同センターの施設の廃止措置を着実に進めるために必要な研究開発を通じて、地域・国際社会への貢献を目指す「ウランと環境研究プラットフォーム」構想を2016年12月に公表しました。

この構想を進めるにあたっては、計画段階から立地地域の皆様等との双方向のコミュニケーション等を通じて、事業の信頼性・透明性を確保していくことが重要です。そのため、2017年度は、立地地域や有識者の方々から意見や提言をいただくための「ウランと環境研究懇話会」を開催し、同センターが安全性をより高める研究を着実に進めることは、適切であるとの認識が取りまとめられました。



「ウランと環境研究懇話会」開催の様子

高速炉・新型炉研究開発部門

原子力技術の更なる安全性向上・環境負荷低減を目指して

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。

高速炉サイクル技術は、我が国のエネルギー安全保障と環境負荷低減の観点から開発が必要な技術です。2016年12月に原子力関係閣僚会議で示された「高速炉開発の方針」を踏まえ、それを具体化する政府の「戦略ロードマップ」策定に、原子力機構として積極的に貢献しています。

高温ガス炉は、第5次エネルギー基本計画(2018年7月閣議決定)において取り組むべき技術課題とされました。原子力機構は、過酷事故を原理的に起こさない高温ガス炉固有の安全性を小型モジュール炉として確立するための技術開発、及び水素製造を含めた多様な産業への熱利用による炭酸ガス排出削減に向けた技術開発に積極的に取り組んでいます。

これら以外にも、廃止措置に係る環境技術開発も進めています。

高速炉サイクル技術を確立するための研究開発

高速炉サイクル技術の研究開発は、国際協力を活用し、二国間協力及び第4世代原子力システム国際フォーラム(GIF)等の多国間協力により、各国と開発資源を分担することで効率的に研究開発を推進しています。

2017年度における主な実績

・フランスとの間の技術実証炉ASTRIDに関する協力(ASTRID協力)では国際標準化を狙った日仏共通の設計に対する基本的な要求や採用する技術について、日本側の提案を盛り込んだ内容にて合意するとともに、仕様統一の範囲を拡大させる等の成果を得ました。

・プラントレベルの安全目標値(炉心損傷頻度等)から機器レベルの構造信頼性に関する目標値の導出を可能とする画期的な手法を新たに開発することに成功しました。これに基づき構築した維持規格は、2017年5月に米国機械学会規格*ASME Code Case N-875として発刊されました。開発した手法は、既存炉・革新炉問わず共通に維持規格に適用される事実上の世界標準として普及することが見込まれています。

*米国機械学会規格：世界の約100か国で利用される中心規格

ASTRID概念



維持規格の開発、世界標準への展開

ASME Code Case N-875

- 機構が開発主導
- プラントの特徴を考慮して柔軟に検査方法を設定可能な画期的な維持規格

既存炉・革新炉共通の維持規格として展開

アウトカム

ナトリウム冷却型高速炉



ASMEと日本機械学会(JSME)とで共同タスクグループを設置し、規格化を検討

- 維持規格整備のニーズを抽出
- 設計、検査技術等に関する知見を収集

ナトリウム取扱技術の高度化を目指した取組

ナトリウム工学研究施設では、高速炉の安全性向上等を目指したナトリウムの化学反応に関する研究や、高温・高放射線環境等の特徴とする高速炉の検査・補修技術の開発等、ナトリウム取扱技術の高度化に向けた研究開発を進めています。今後は、高速炉の廃止措置に役立つ技術開発についても施設の活用が期待されています。



ナトリウム工学研究施設



安全技術開発ループ試験設備

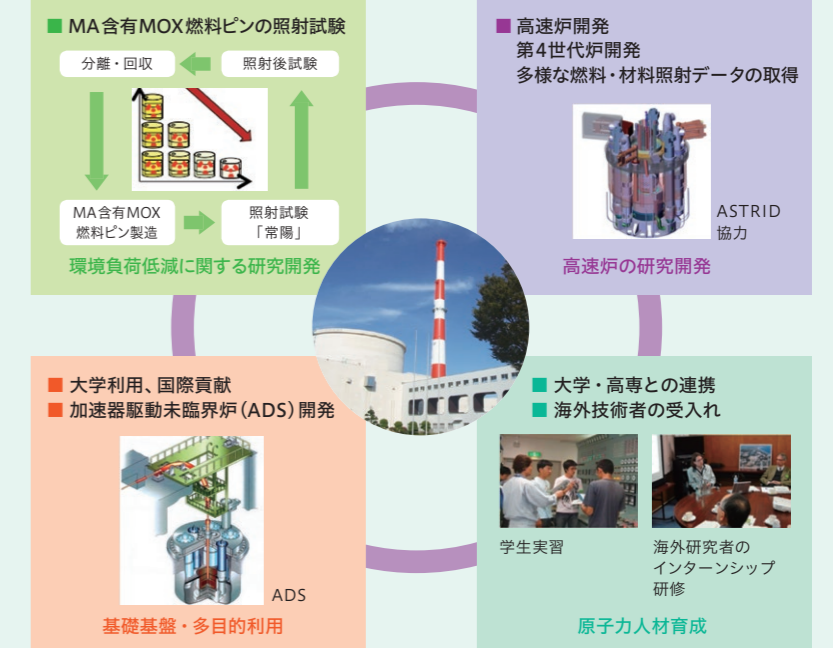
TOPICS

高速実験炉「常陽」の再稼働に向けて

大洗研究所の高速実験炉「常陽」は、世界的にも貴重な高速中性子照射施設として、幅広い科学技術分野での活用が期待されており、大学や海外の研究機関とも連携して試験計画の検討を進めています。

「常陽」は、「高速炉開発の方針」の中でも、「その重要性に鑑みて、『常陽』の再稼働に向けて積極的に取り組む。」とされています。原子力機構としても、「常陽」を高速炉開発の中でも最重要と位置付けており、安全確保を最優先に、福島第一原子力発電所事故を踏まえた新規制基準の適合確認に向けた準備を進めています。

「常陽」の今後の役割



高温ガス炉とこれによる熱利用技術の研究開発

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や高温熱を用いて水から水素を製造する技術、ヘリウムガスタービン技術の研究開発を実施しています。高温ガス炉は、高効率発電に加えて、水素製造や高温蒸気製造、海水淡水化等さまざまな分野での熱需要に応えることができます。また、最近では小型モジュール炉(SMR)として、原子力新興国での導入が検討されています。

2017年度は、高温工学試験研究炉(HTR)の運転再開に向けて、福島第一原子力発電所事故を踏まえた新規制基準への適合性確認審査を進めました。また、商用高温ガス炉の導入計画を発表したポーランドと国際協力を推進するために、産学官が一体となった国内協力体制を構築しました。



高温工学試験研究炉(HTR)

熱化学法ISプロセスによる水素製造

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。2004年には、ガラス製試験装置を用いて、一週間の連続水素製造に世界で初めて成功しました。現在は、熱効率向上に向けた研究開発や耐熱耐熱機器の開発、工業材料製の連続水素製造試験装置を用いた機器信頼性の確認、運転技術の確立等に取り組んでいます。



連続水素製造試験装置
水素製造量：～0.1m³/h-H₂、W18.5×D5×H8.1(m)

敦賀廃止措置実証部門

安全・着実な廃止措置に向けて

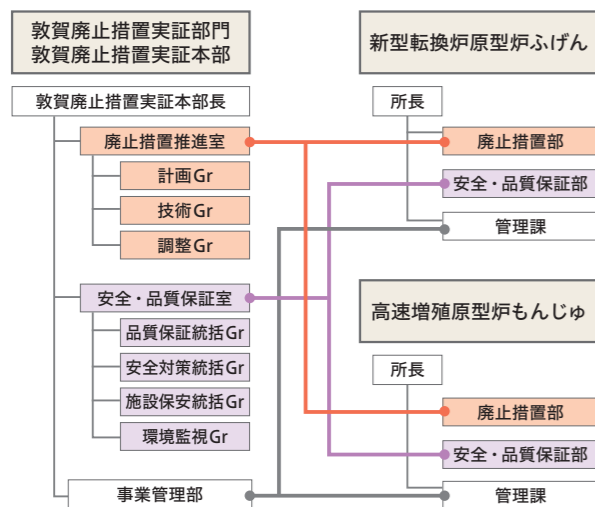
廃止措置計画に基づく「ふげん」及び「もんじゅ」の廃止措置を着実に実施することを目的として、2018年4月1日に敦賀廃止措置実証部門を設置しました。立地地域並びに国民の皆様の理解を得ながら、安全確保を最優先として廃止措置に取り組んでいきます。

「ふげん」及び「もんじゅ」心を一つに

2018年4月1日、「敦賀廃止措置実証部門」を新たに設置することで本格的に「もんじゅ」を廃止措置へと移行する体制を整備し、「もんじゅ」のみならず「ふげん」の廃止措置完遂に向け、「心を一つに」して一元的に進めていくこととしました。

「敦賀廃止措置実証本部」が、「ふげん」及び「もんじゅ」の廃止措置プロジェクトの全体管理を行う等、敦賀地区の廃止措置業務を統括します。「ふげん」及び「もんじゅ」の現場では、実証本部の廃止措置推進室、安全・品質保証室、事業管理部に対応させた組織体制として、廃止措置部、安全・品質保証部、管理課に再編し、実証本部と現場との連携を強化しました。

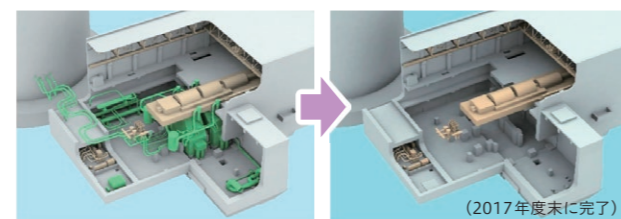
この新体制において、これまで原子力機構が培ってきた技術・経験に電力会社やメーカーの技術力を融合させることで、保安活動を着実に進めつつ、廃止措置を計画的かつ効率的に進めます。



「ふげん」の廃止措置完遂に向けて

「ふげん」は、「もんじゅ」に先行して廃止措置段階に移行しており、2033年度の完了を目指して、着実に作業を進めています。2017年度は、重水冷却系統等の汚染除去(トリチウム除去)を完了し、タービン設備のうち大型機器である復水器及び湿分離器の解体撤去を実施し、タービン系設備の主要機器の解体撤去を完了しました。また、放射性廃棄物のクリアランス制度の運用に向けて、タービン建屋から発生する解体廃棄物(金属約1,100トン)に係る放射能濃度の測定及び評価方法に関して、2018年8月31日に認可を受けました。

「ふげん」の複雑かつ狭隘な構造の原子炉へアクセスす



タービン系設備の主要機器の解体撤去

廃止措置計画(使用済燃料搬出工程)の変更

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	
			建屋の解体

るための原子炉構造材料採取装置の開発については、モックアップによる機能確認を終え、供用中に燃料を装填していた圧力管等からの試料採取に着手しました。

一方、2014年9月、東海村の核燃料サイクル工学研究所にある使用済燃料の再処理施設を廃止措置とする方針を決定したことから、「ふげん」の使用済燃料処理計画の変更が必要になりました。そのため、2018年2月28日に原子力規制委員会へ使用済燃料の搬出先や時期等について廃止措置計画の変更認可申請を行い、2018年5月10日に認可を受けました。

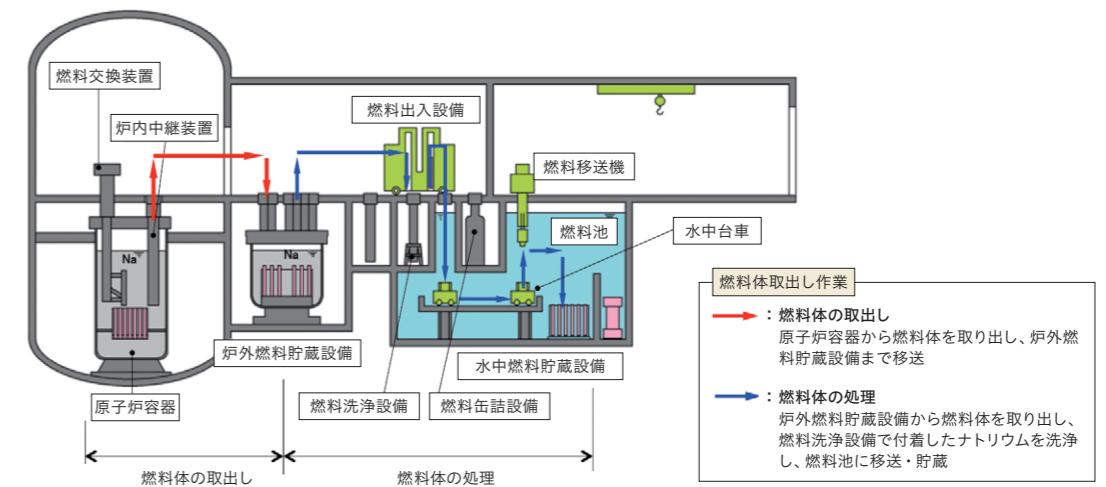
今後、計画の具体化を進め、使用済燃料の早期搬出を目指します。

「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、国内外の英知を集結して、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。

廃止措置第1段階である燃料体取出し作業に向けて、実施責任者、操作チーム員及び設備チーム員による作業体制を整備しました。その体制のもとで、燃料取扱作業の模擬訓練等を実施し、2018年8月から最初の燃料体の処理作業を開始しました。

2022年度までに530体全ての燃料体を燃料池に移送し、燃料体取出し作業を完了する計画です。



TOPICS

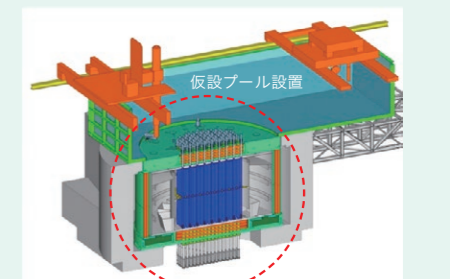
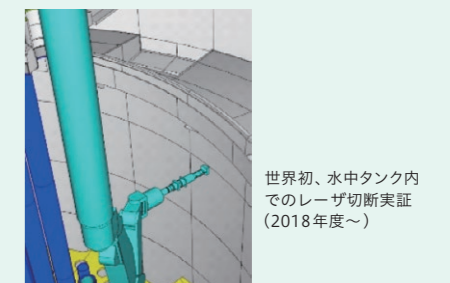
新たな廃止措置技術の開発 ~世界初、水中でのレーザー切断工法を選定~

「ふげん」は、タービン設備等、周辺設備の解体撤去を着実に進めており、今後原子炉本体の解体作業に取りかかる予定です。

「ふげん」は、減速材に「重水」を使用しているため、一般的な発電用の原子炉(軽水炉)と比べて、特殊な材料(ジルコニウム合金や炭素鋼等)を用いており、構造も複雑です。更に、約25年間の運転により、これらの材料は放射化しています。

そこで、このような作業環境下でも、原子炉本体の解体作業を安全かつ効率的に行うため、水中での遠隔作業による解体を行うこととし、切断方法としてレーザー切断工法を選定しました。この工法は、発生する放射性廃棄物の低減も期待できます。

今後、実証試験を経て、解体方法の検証や遠隔解体装置の設計・実用化を図っていきます。



レーザーによる原子炉の遠隔水中解体を実施予定(原子炉本体解体、2023年度(予定)~)