

安全確保、核セキュリティの徹底

原子力機構は、安全確保を業務運営の最優先事項とすることを基本理念とし、自ら保有する原子力施設が潜在的に危険な物質を取り扱うとの認識に立って、安全確保と核セキュリティを徹底しています。また、原子力災害時に適切に対応するため平常時から緊急時体制の充実に努めています。

安全確保の最優先

原子力機構は、福島第一事故以降の新規制基準への対応やもんじゅにおける保守管理不備への対応、その他にも施設の高経年化対応など、安全確保及び核セキュリティに関して難しい課題に取り組まなければならない、厳しい状況にあります（図1）。

このような状況を踏まえ、2015年度の事業方針の一環として、原子力安全に係る品質方針、安全衛生管理基本方針、原子力施設における安全文化の醸成及び法令等の遵守に係る活動方針、環境基本方針、核セキュリティ文化の醸成に係る活動方針並びに核セキュリティ関係法令等の遵守に係る活動方針の6方針（理事長方針）を制定し、安全文化・核セキュリティ文化の醸成及び法令等の遵守に努め、安全確保の徹底を大前提とした事業運営を行っています。

原子力安全に係る品質方針に関して各拠点では、品質方針に従った品質目標を定め、安全を最優先とした保安活動を実施するとともに、PDCAサイクルによる業務の継続的改善に取り組んでいます。

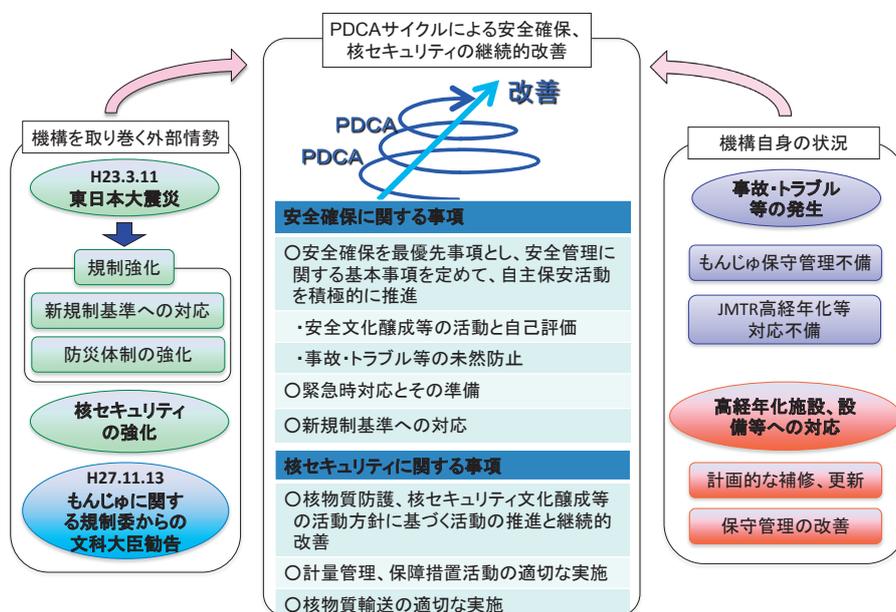


図1 安全確保、核セキュリティに関する業務と原子力機構を取巻く状況

原子力安全に係る品質方針

原子力安全に係る品質保証活動に当たっては、原子力施設の安全の確保を最優先に、高速増殖原型炉「もんじゅ」における保守管理体制及び品質保証体制の定着・改善に取り組むなど、安全文化を基礎として品質マネジメントシステムの下に保安活動を着実にを行い、業務の継続的な改善に取り組む。

さらに、機構を取り巻く情勢に鑑み、今一度、安全確保を最優先とする原点に立ち返り、潜在する問題を洗い直し、改善活動を展開し、一人ひとりが自分の役割に責任を持って行動しなければならない。これら決意の下に、原子炉施設等の保安規定等に基づき品質方針を以下のとおり定める。

また、法令等に基づき報告や是正を求められた事象は、従業員や施設の安全確保の観点から重要な課題であると認識し、再発防止に最大限に取り組んでいく。

- (1) 安全確保を最優先とする。
- (2) 法令及びルール（自ら決めたことや社会との約束）を守る。
- (3) 安全を最優先に資源を重点的に投入する。
- (4) 現場を重視し、リスクの低減を目指した保安活動に努める。
- (5) 経営層と現場とのコミュニケーションを推進する。
- (6) 施設・設備の保守管理をレビューし、継続的な改善を進める。
- (7) 業務の品質目標を具体的に設定して、定期的にレビューする。

安全文化の醸成及び法令等の遵守に係る活動方針並びに安全衛生管理基本方針に基づく活動として、理事長及び安全担当役員と拠点の安全管理担当課長との意見交換や役員による現場巡視を実施するとともに（写真 1, 2）、「基本動作の徹底」を掲げ、現場の 5S*や現場作業に際してのリスクアセスメント、KY*、TBM*に取り組み、現場作業の安全確保に努めています。

* 5S：整理・整頓・清潔・清掃・しつけ、KY：危険予知、TBM：ツールボックスミーティング



写真 1 理事長及び安全担当役員と安全管理担当課長との意見交換



写真 2 役員による現場巡視

安全文化醸成活動に係る意識調査

原子力機構は、安全文化の醸成及び法令等の遵守に係る活動方針を定め、安全文化醸成等の活動を推進しており、原子力機構の安全文化の状況やその変化を把握するため、職員等への意識調査（アンケート調査）を行いました。結果を安全文化の 14 項目*で整理した場合、機構全体では、前回（2014 年度）と大きな変化はありませんが、「報告する文化」等の観点で相対的に低いことがわかります（図 2）。拠点毎、部署毎の意識調査の結果も踏まえ、弱点に着目して改善できるよう安全文化醸成等の活動に取り組んでいます。

* 旧原子力安全・保安院の「規制当局が事業者の安全文化・組織風土の劣化防止に係る取組を評価するガイドライン」の 14 項目

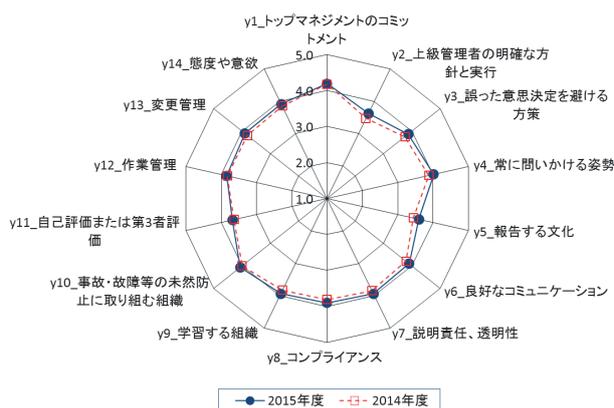


図 2 安全文化醸成活動に係る意識調査の結果（2015 年度、2014 年度比較）

水平展開活動

原子力機構では、事故・トラブルなどが発生した場合に、類似事象の再発防止のため、当該トラブルの原因究明の結果から得られる再発防止対策等の教訓を各拠点に情報提供し、必要に応じて現場作業への反映等の調査・検討を指示しています。このような活動を水平展開と呼んでいます。2015 年度においては、原子力機構内外の事故・トラブル事例等について、情報提供を 65 件、調査・検討指示を 10 件行い、再発防止に努めました。

●原子炉等規制法に基づき報告した事故・トラブル（2015 年度）

「高速増殖原型炉もんじゅ非常用ディーゼル発電機 B 号機シリンダヘッドインジケータコックの変形について」（2015 年 7 月 17 日発生）

高速増殖原型炉もんじゅ（以下、「もんじゅ」という）で非常用ディーゼル発電機 B 号機の点検のため、発電機本体から取り外したシリンダヘッドを吊り治具と 2 台の電動クレーンを用いて移動中にシリンダヘッドが落下し、インジケータコックを変形させるという事故が発生しました。

幸い負傷者はなく、放射性物質を取り扱う管理区域での事故ではないことから作業員への被ばくや周辺への影響もありませんでした。

点検作業は、毎年実施しているものでしたが、吊り治具は初めて使用するものでした。事故後の確認で、吊り治具に不適切なところがあることがわかりましたが、原子力機構による事前の確認が不十分で、事故の発生を防ぐことができませんでした。

もんじゅでは、品質マネジメントシステムの下で不適合管理を行い、再発防止対策を実施しています。

労働災害の防止

原子力機構では、労働災害の防止、労働安全衛生等の労働安全の確保のため、協力会社員も含めてリスクアセスメントやKY・TBM、安全講演会や安全体感研修等の安全活動を実施しています。

2006年から2015年までの協力会社員も含めた機構全体の度数率（100万延べ労働時間当たりの労働災害による死傷者数）を他産業と比較すると比較的低いことが分かりますが、引き続き安全活動を推進し、労働災害の防止に努めます（図3）。

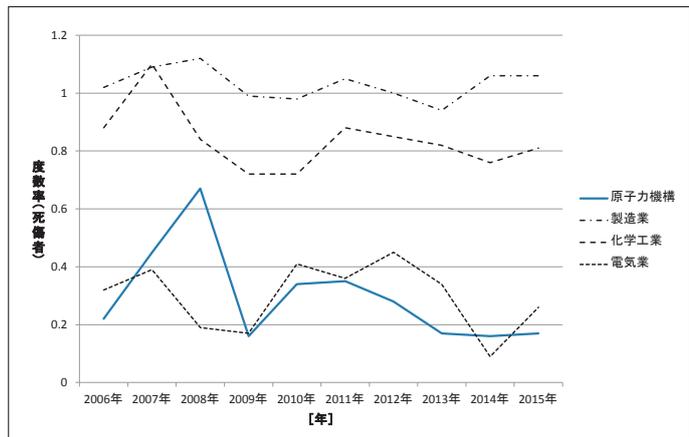


図3 労働災害統計；度数率の推移と他産業との比較

高経年化施設・設備の整理・活用に向けた取組

昭和30年代（1960年代）から原子力に関する研究開発を実施してきた原子力機構では、高経年化した施設・設備が多数あります。これらの施設・設備は、法令に基づき経年変化に関する評価や10年間の保全計画を作成し対応を行っていますが、施設・設備の安全確保のため、今後も継続して使用するものと使用を停止し廃止措置を進めるものに区分し（施設の重点化）、今後も継続して使用する施設・設備を計画的に更新や補修することが必要です。また、使用を停止する施設・設備については、安全を確保しつつ廃止措置に必要な対策を進めることが必要となります。

2015年度は、施設の重点化の検討を行うとともに、安全確保の観点から高経年化した設備の優先度を評価する方法を検討し、優先的に対策を実施する設備を選定するとともに、今後も、高経年化対応を計画的に進めることとしています。

新規制基準適合への対応

2011年3月の福島第一事故以降の原子力安全規制が強化され、新規制基準が施行されています。新規制基準においては、事故の反省を踏まえ、従前よりも厳しい耐震基準に加えて、停電時の対応や津波対策、従前の規制で想定していた事故を上回る事故を想定した評価など、新たに厳しい基準が設けられています。原子力機構が有する各原子力施設についても、これらの新規制基準への適合が求められており、廃棄物管理事業及び（一部の）試験研究炉では原子力規制委員会の審査を受けているところです。できる限り早期に原子力規制委員会の審査に合格し、施設の運転再開を目指しています。

原子力機構の危機管理

原子力施設などの事故・故障又は災害、自然災害などのさまざまな危機が発生した場合若しくはそのおそれがある場合に適切な対応を図るための各種の取り組みをしています。

<緊急時対応設備の整備及び維持管理>

機構内緊急時対応設備（TV会議システム、緊急時情報通信管理システム、緊急時招集システム等）の継続的な運用を行うため、計画的に点検を行っています。また、設備の老朽化に伴い、更新計画を作成し計画的に更新を行っています。

2015年度は、新しく整備した本部緊急時対策所設備の運用を開始するとともに、官邸、規制委員会等との通信手段として、統合原子力防災ネットワーク関連機器（TV会議システム、IP-電話及びIP-FAX）の整備を完了しました。



<危機管理教育・訓練対応>

危機管理能力の向上を目指して、役員や機構対策本部要員を対象とした教育を計画的に行っています。また、原子力機構全体での訓練の年度計画を作成して訓練を行うとともに、各拠点の訓練には、専門家を派遣し適切な指導を行っています。

2015年度の教育としては、役員を対象に危機管理の専門家による講演及び意見交換を実施しました。また、

機構対策本部要員の教育として、拠点が被災した際の機構対策本部の支援方法について机上検討を行うとともに、過去の教訓として、東日本大震災時における茨城地区の対応について、周知教育を実施しました。

訓練としては、拠点が実施する総合防災訓練等（24回、延べ約12,000人参加）に参加するとともに、機構内外の専門家を派遣して、緊急時対応能力の向上に向けた指導を行いました。

2015年度 主な総合防災訓練等

実施日	拠点	名称	参加者
2015.12.21	サイクル研	再処理施設 非常事態訓練	約 1,900 人
2016.1.27	大洗	「常陽」他 総合訓練	約 1,500 人
2016.1.29	原科研	NSRR 他 非常事態総合訓練	約 520 人
2016.3.23	もんじゅ	総合防災訓練	約 350 人



<事故・トラブル対応>

事故・トラブルが発生した場合、機構内緊急時対応設備（TV 会議システム、緊急時情報通信管理システム、緊急時招集システム等）を操作し、迅速な事故・トラブル対応を行っています。2015年度の機構内緊急時対応設備を使用した事故・トラブル対応は、38件ありました。

原子力機構における核セキュリティ・保障措置の取組

核物質を盗もうとする者や原子力施設を破壊しようとする者から核物質や施設を守るために核セキュリティは極めて重要です。このため原子力機構では関連法規に基づき核物質の悪用や犯罪への利用を防ぐための取組を行っています。この取組として、核物質防護規定変更認可申請、核物質防護規定遵守状況検査対応の業務に加えて、新たに導入が予定される個人の信頼性確認制度¹⁾への対応など、核物質防護に係る業務の指導、支援及び調整を行い、核物質防護の強化を図っています。e-ラーニングや講演会等の多様な機会を通じて核セキュリティ文化醸成活動等を行いつつ、意識調査（アンケート調査）を通じて醸成活動の定着状況を把握して核セキュリティ文化醸成活動等の継続的改善を行いました。

また、核物質が平和目的だけに利用され、核兵器等に転用されないことを担保するために行われる保障措置・計量管理業務も重要です。このため、保障措置・計量管理業務の適切な実施のための指導、支援及び計量管理報告の取りまとめ業務を行いました。また、計量管理業務の水準及び品質の維持・向上を図り、IAEAの統合保障措置²⁾に適切に対応するとともに、核物質の管理に係る原子力委員会、国会等からの情報提供要請に適切に対応しました。



担当理事による核物質防護担当者等との意見交換会の様子



核セキュリティ文化醸成に関する講演会の様子

1) 個人の信頼性確認制度：個人の信頼性確認制度とは、従業員等の内部者による脅威対策の一つとして、原子力施設の重要な区域に常時立ち入る者及び核物質防護上の秘密情報を取り扱う者の身分や経歴を調査し、テロ組織等暴力的破壊活動を行うおそれがないことを確認する制度である。

2) 統合保障措置：統合保障措置（Integrated Safeguards：IS）とは、包括的保障措置と追加議定書に基づく新しい保障措置を一体化したものであり、追加議定書（Additional Protocol：AP（INFCIRC/540））に規定されている措置と手段が包括的保障措置協定（INFCIRC/153）のそれと統合し運用することで、はじめて十分な「保障措置の強化と合理化」を可能にする。

従来の包括的保障措置は、申告された核物質の転用がないことを計量管理に基づいて検認するものであるのに対して、追加議定書での新しい保障措置は、IAEAが新たに付与された権限を行使して、当該国に未申告の核物質及び原子力活動がないことを確認するものである。

統合保障措置は、従来の計量管理に基づく保障措置を基本としつつ、新たな保障措置を単純に強化するだけでなく、保障措置の効果をあげるとともに保障措置効率化を目的として、両者を一体不可分の保障措置として構築しようとするものである。

福島の再生・復興に向けた技術の確立を目指して

廃炉や環境回復のための研究に取り組み、廃炉戦略の策定や研究開発の企画・推進等を支援するとともに、国による避難指示解除や住民の帰還に関する各自治体の計画立案に貢献するなどの成果をあげています。

福島第一事故により、同発電所の廃炉、汚染水対策、環境回復等、世界にも前例のない困難な課題が山積しており、これらの解決のための研究開発の重要性は極めて高くなっています。このため、人的資源や研究施設を最大限活用しながら、エネルギー基本計画等の国の方針や社会のニーズ等を踏まえ、廃炉及び環境回復のための研究開発を確実に実施するとともに、研究開発基盤を構築します。

福島研究開発部門のトピックス

廃炉国際共同研究センター（CLADS）* 開所式

原子力機構は2015年4月20日、原子力科学研究所内情報交流棟において、廃炉国際共同研究センター（CLADS）の開所式を行いました。当センターは、産学官が一体となって世界の英知を結集し、福島第一の廃炉に向けた研究開発及び人材育成に係る取組を加速することを目的としています。



第1回 CLADS 廃止措置研究国際ワークショップを開催

2015年11月10日、東海村のいばらき量子ビーム研究センターにおいて、「第1回 CLADS 廃止措置研究国際ワークショップ」を開催しました。本ワークショップは、CLADS 開所後初の国際会議であり、国内外の研究者128名(外国の専門家等21名、国内の参加者107名(外部機関等36名を含む))が参加しました。



福島県環境創造センター環境放射線センターが開所

2015年11月16日、南相馬市に福島県環境創造センター環境放射線センターが開所しました。環境創造センターは、環境の回復・創造に向け、モニタリング、調査研究、情報収集・発信、教育・研修・交流を行う総合的な拠点として、福島県が設置した施設であり、原子力機構は、環境創造センターにおいて、福島県、国立環境研究所と連携して業務を行います。

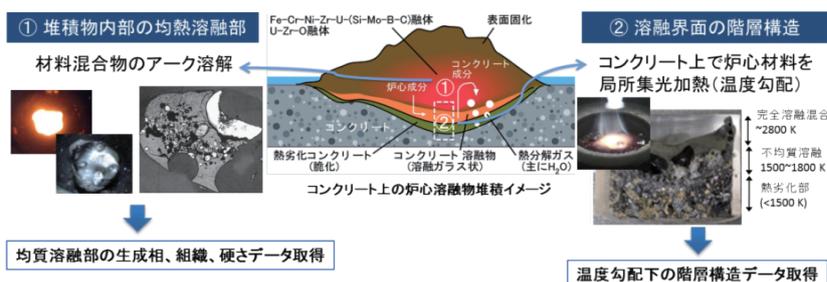


1) 福島第一の廃炉に向けた研究開発

福島第一(1～4号機)の廃炉に向けた中長期ロードマップに基づいて、燃料デブリ(原子炉内で溶け崩れた燃料等)の取り出し準備や放射性廃棄物の処理・処分等に必要となる様々な研究開発を行っています。

① 燃料デブリの特性の把握、処置方法の検討

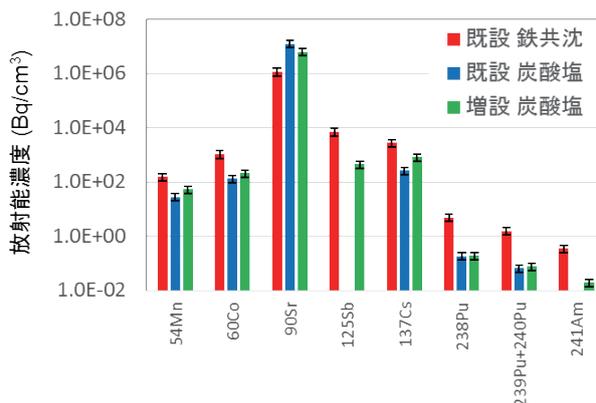
燃料デブリの特性を把握するため、模擬の燃料デブリやアメリカのスリーマイル島での原発事故で生成した燃料デブリを用いて、核燃料や構造材料の組成が特性に与える影響について評価しました。さらに、溶融燃料と格納容器内のコンクリートとが反応して出来た生成物の模擬体に対してフランスの機関とも協力して、その特性を把握しました。また、燃料デブリを回収する際の収納や保管のために必要となる特性を把握するとともに、燃料デブリそのものの分析技術の開発も継続しました。これまでに得られた情報を燃料デブリの基盤情報として取りまとめました。



溶融燃料と格納容器のコンクリートとが反応して出来た生成物の模擬体の作製と特性の評価

②放射性廃棄物の処理処分のための研究開発

ガレキや汚染水を処理することで発生する廃棄物の放射能の分析を行いました。その結果、多核種除去設備から発生した沈殿物はストロンチウムが主成分であることがわかりました。また、廃棄物を固めるための様々な手法を試験し、評価に必要なデータを取得しました。セシウムの除去効果を評価するコンピューターコードの妥当性を実験結果と比較して検証しました。さらに、これまでに取得された情報に基づいて放射性廃棄物処分の安全性を評価し、より安全性を向上させるための対策について整理しました。



多核種除去設備から発生した沈殿物の放射能の分析結果

2) 環境汚染への対処のための研究開発

福島第一事故に関して国や福島県、市町村が実施する事業に対する技術面からの支援や被ばく評価・低減化に向けた研究開発に継続して取り組みました。

福島県内の森林、河川・河口域、ダム湖・ため池等を対象としてセシウム移動に関するデータをデータベースとして整備し、関係する自治体等に対して情報を発信しました。また、全身カウンターによる福島県民の内部被ばく測定、環境回復における人材育成活動及び理解促進のためのコミュニケーション活動などを継続して実施しました。



移動式全身カウンター車

①放射線分布測定技術の高度化

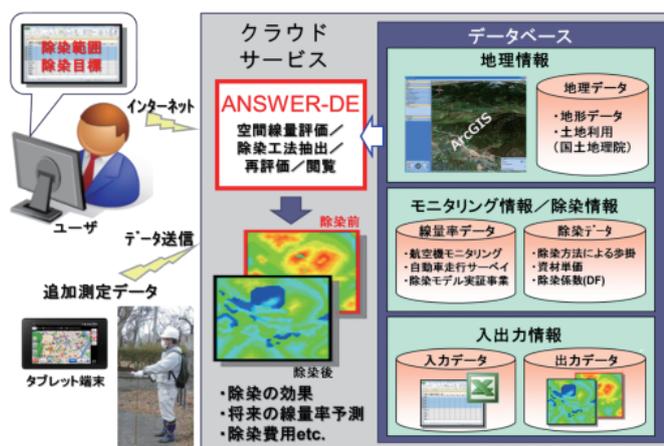
放射性物質の広範囲の分布状況を迅速に把握する無人機による放射線測定システムの開発として、マルチコプターを用いた放射線測定システムの実証試験、農薬散布用の無人ヘリに搭載する測定精度向上を目的としたガンマ線検出用カメラの実用化を行いました。また、潜水型のロボットや無人観測船を用いた水中対応のモニタリングシステムの実証試験を実施しました。



無人ヘリ (左)、マルチコプター (右)

②除染活動支援システムの開発・実証

除染事業を支援するために開発した「除染活動支援システム (RESET)」が、環境省、福島県、除染特別地域及び汚染状況重点調査地域の市町村等で利用されました。また国や自治体の依頼を受けて中間貯蔵施設や帰還困難区域での除染効果をシミュレーションするとともに、任意の地域の将来の線量率予測等に活用されました。



除染活動支援システム (RESET)

【さらに詳しく知りたい方は】
<http://fukushima.jaea.go.jp/>

脚注

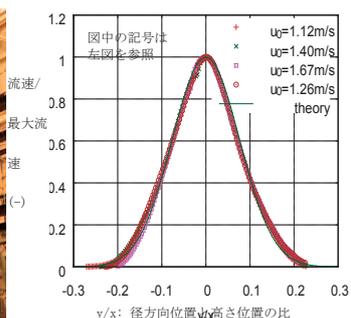
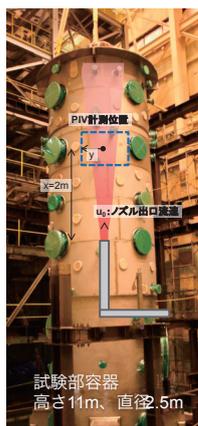
* 廃炉国際共同研究センター (CLADS: Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science): 2014年6月20日に文部科学省が公表した「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等研究開発の加速プラン」に基づき、設置されました。

原子力安全の継続的改善に貢献するために

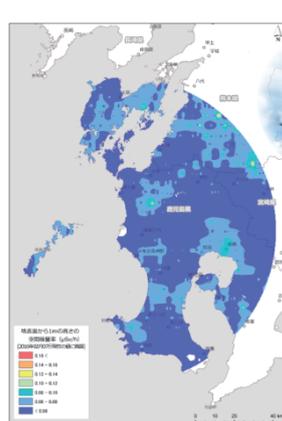
原子力の安全を脅かす現象やリスクを評価するための研究に取り組み、安全規制や原子力防災等を支援しています。

原子力規制委員会のニーズ等を的確に捉えたシビアアクシデント等に関する安全研究や規制行政への技術的支援を実施することにより、我が国の原子力の研究、開発及び利用の安全の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・防災支援部門のトピックス



噴流速度の径方向分布の計測値と理論値を比較し、粒子画像流速(PIV)計測の妥当性を確認した。



緊急時に航空機モニタリングを実施する体制を整備し、事故時のデータ解析評価に必要なバックグラウンド測定を実施した。

図1 軽水炉の事故時熱水力挙動を研究するための大型格納容器実験装置 CIGMA を完成し、試験を開始

図2 緊急時の航空機モニタリングに向け、川内原子力発電所周辺の線量率を測定

(1) 原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

福島第一事故を踏まえ、科学的・合理的な規制基準類の整備、原子力施設の安全性に関する確認等に貢献することを目的として、多様な原子力施設のシビアアクシデント対応等に必要となる安全研究を実施しました(図3参照)。

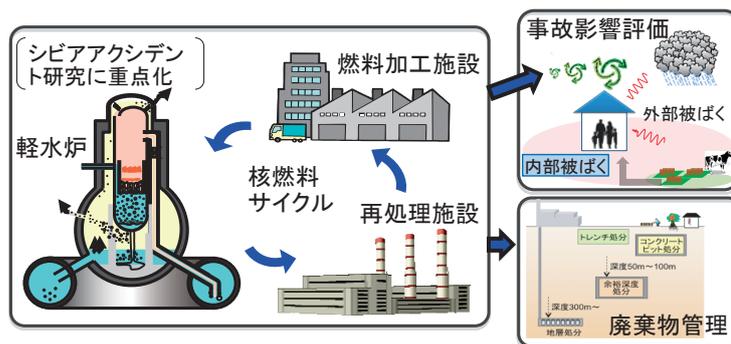


図3 安全研究センターにおける安全研究の取組

- 軽水炉の事故時熱水力挙動に関する研究として、大型格納容器実験装置(CIGMA)を完成させ過圧破損や水素リスクに関する実験を開始するとともに、格納容器内のエアロゾル移行に関する実験を継続しました。
- 軽水炉燃料の安全に関する研究として、反応度事故時の燃料破損挙動に関するデータ及び冷却材喪失事故後再昇温時の被覆管挙動データを取得しました。
- 軽水炉の材料劣化・構造健全性に関する研究として、亀裂進展等に関する照射データを取得しました。また、原子炉圧力容器の確率的健全性評価に関するガイドラインを整備しました。
- 福島第一事故廃止措置時の臨界安全評価として、鉄を含有する燃料デブリの基礎臨界特性データの整備、臨界リスク評価手法の整備、及びこれらのデータ・手法の検証実験を行うための定常臨界実験装置(STACY)の更新を進めました。
- 核燃料サイクル施設の重大事故に関する研究として、高レベル濃縮廃液沸騰・乾固時の放射性物質移行挙動を把

- 握するため、揮発性を有するため移行率が高いガス状ルテニウム化学種の移行挙動データを取得しました。
- 原子力施設のリスク評価に関する研究として、国際協力プロジェクトにおいて、福島第一事故における1号機のプラント内FP分布及びソースタームをシビアアクシデント総合解析コード等により再評価しました。
 - さらに、事故影響評価コードの高度化を進め、関西電力株式会社高浜原子力発電所で想定される事故シナリオに対する防護対策による被ばく低減効果を解析し、必要な防護対策の実施範囲等を評価しました。
 - 福島第一事故汚染物の管理基準に関する研究として、中間貯蔵施設へ持ち込まれる除染土の再利用及び福島第一事故内ガレキの路盤材への限定再利用に関わるセシウム濃度の目安を試算しました。
 - 保障措置分析技術に関する研究として、質量分析による同位体比分析、走査型電子顕微鏡による形状観察およびX線分析による不純物元素の測定を組み合わせた革新的な分析手法を開発しました。

(2) 原子力防災等に対する技術的支援

原子力災害時等に人的・技術的支援を確実に果たすことを目的として、原子力緊急時支援・研修センターの基盤整備を推進するとともに、原子力防災に関わる関係行政機関等の体制強化を支援しました（図4参照）。

- 原子力防災の専門家の育成に関しては、機構内外の専門家を対象として、研修・訓練を106回実施し、緊急時対応力の向上及び危機管理体制の維持を推進しました（図5）。
- また、国、地方公共団体等が実施する6回の原子力防災訓練の企画及び訓練に参画して助言を行うなど、防災体制の強化に向けた取組みを支援しました（図6）。

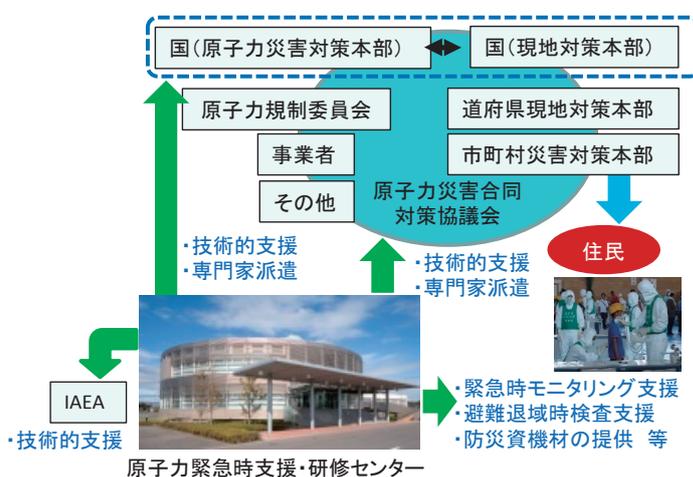


図4 原子力防災等に対する技術的支援



図5 原子力防災研修への講師派遣



図6 原子力防災訓練への専門家派遣

- 国が実施する緊急時の航空機モニタリングに対応するため、「航空機モニタリング支援準備室」を新設し、緊急時に向けた現地への機器・人員移動から始まる一連の手順・行程の確認と、九州電力川内原子力発電所80km圏内を対象にバックグラウンド詳細測定を実施しました。
- 原子力防災分野における国際協力として、IAEAの緊急時モニタリングに関する緊急時対応援助ネットワーク（RANET）ワークショップ等の開催に協力するとともに、韓国原子力研究所等と原子力災害対応等に関する情報交換を実施しました。

【さらに詳しく知りたい方は】

<http://www.jaea.go.jp/O4/anzen/>

<https://www.jaea.go.jp/O4/shien/>

原子力を支えけん引する基礎基盤研究を推進

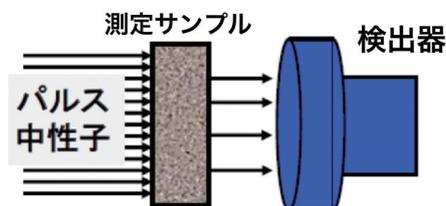
原子力のエネルギー利用を支える最新の科学技術をけん引し、原子力開発を基盤的に支え続けています。

原子力科学研究部門では、機構が有する研究炉・試験炉、ホットラボ、J-PARC（大強度陽子加速器）などの特徴ある基盤研究施設や装置群を最大限活用して、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、高温ガス炉とこれによる熱利用技術の研究開発、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、研究開発人材の育成等を行っています。

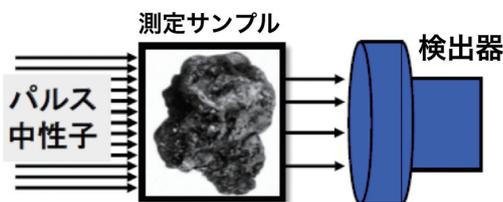
原子力科学研究部門のトピックス

【中性子共鳴分光法の不特定形状試料の高精度分析手法の開発により、原子力学会賞技術開発賞と文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞！測定対象が大幅に拡張】

原子力科学研究部門の原子力基礎工学研究センターでは、研究テーマの一つとして J-PARC での大強度中性子ビーム等を活用し、中性子共鳴分光法の大幅な革新とその応用研究を行っています。今回、中性子共鳴反応の際、瞬時に発生するガンマ線を、高いエネルギー分解能で測定する技術を開発し、複雑な元素組成の試料であっても、高精度の非破壊分析を可能としました。また、従来の中性子共鳴分析法では、均一厚さの平板状サンプルでしか精度良い分析ができませんでした。共鳴解析にサンプル形状の違いを考慮できる解析手法を開発し、不特定形状試料でも高精度な分析ができるようになりました。これらの技術開発により、中性子共鳴分光法の測定対象が大幅に拡張され、デブリの計量管理、核セキュリティへの寄与や原子力の基礎を支える核データの高精度化等への貢献が期待されています。本研究は、2015 年度の原子力学会賞技術開発賞、2016 年度の文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞しました。



従来の解析方法：均一厚さのサンプルに制限。



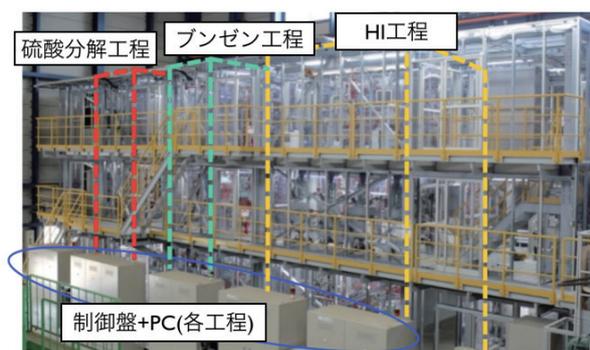
今回の解析方法：任意形状のサンプルが可能。

原子力科学研究部門では、原子力開発に係る幅広い分野での研究開発を 7 つの研究センターと一つの特別チームで行っています。ここでは、いくつかの研究センターで行っている研究開発を紹介します。

原子力基礎工学研究センターでは、原子力基盤を支える研究開発力の維持・強化及び人材の育成を行いつつ、革新的な原子力利用技術の創出に資する基礎的・基盤的な研究開発を行っています。2015 年度の成果としては、先に述べた中性子共鳴分光法の高精度化の他に、非破壊分析技術として開発した中性子直接問い合わせ法を人形峠環境技術センターと共同で廃棄物中ウラン量測定装置に応用し、その実運用を開始したことが上げられます。

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アクチノイド先端基礎科学及び原子力先端材料科学研究を行っています。2015年度は強い磁場を掛けることで発現する、ウラン化合物の新しい超伝導の仕組みを世界で初めて明らかにしました。この成果を活用することにより、強磁場下で動作する超伝導デバイスへの応用が期待されています。

高温ガス炉水素・熱利用研究センターでは、高温ガス炉の技術開発と水の熱化学分解法による水素製造技術等の多目的利用の研究開発を行っています。2015年度は、水の熱分解を実現する3つの反応工程（硫酸分解工程、ブンゼン反応工程、HI分解工程）を統合した連続水素製造試験装置により約8時間の水素製造を達成し、全反応工程を連結した運転が可能であることを実証しました。



連続水素製造試験装置：3階建て鉄骨構造（幅18.5m×奥行5.0m×高さ8.1m）

3反応工程

硫酸分解工程、ブンゼン工程、HI分解工程

諸元

温度：850°C（最高）
水素製造規模：0.1m³/h（定格）
電気加熱

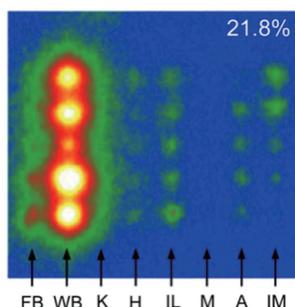
装置材料

フッ素樹脂ライニング、ガラスライニング
炭化ケイ素（SiC）、セラミックス、不浸透黒鉛

気相

ハステロイ C-276

物質科学研究センターでは、中性子と放射光の先端的な構造・機能解析ツールを駆使して原子力科学、原子力利用に資する物質・材料科学研究を推進しています。2015年度は、福島第一事故を模した極低濃度放射性セシウムのような鉱物による吸着実験を行い、汚染土壌処理技術開発に関する重要な知見としてセシウムが他の鉱物に比べて特に風化黒雲母に吸着することを明らかにしました。この成果を活用することにより、土壌中の放射性セシウムの今後の動態（固定や拡散）や、土壌からの除去方法、除染作業で発生した廃棄物の減容化方法の開発などに大きく寄与することが期待されています。



異なる鉱物（記号で下部に表示）を各5粒子ずつ縦に並べて測定。
WBは風化黒雲母を示しており、放射性セシウムが風化黒雲母に濃集していることが分かる。

FB: 未風化黒雲母, WB: 風化黒雲母, K: カオリナイト, H: ハロイサイト,
IL: イライト, M: モンモリロナイト, A: アロフェン, IM: イモゴライト

さまざまな鉱物に吸着された放射性セシウムの濃度を示す画像

J-PARC センターでは、より大強度の陽子ビームを加速するための加速器及びビームラインの高度化、大強度陽子ビームによって得られる多様な2次粒子を利用した基礎科学から産業応用までの幅広い研究が行われています。昨年度は、タイヤ用新材料を、SPring-8・「京」とともに J-PARC を連携活用させた開発が行われ、J-PARC はその技術開発に貢献しました。

バックエンド技術の確立を目指して

安全で環境負荷の低減に繋がる放射性廃棄物の処分の実現に向けて成果をあげています。

安全で環境負荷低減に繋がる原子力施設の廃止措置並びに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を着実に進めています。さらに、研究施設等廃棄物の埋設処分事業に取り組んでいます。

バックエンド研究開発部門のトピックス

水管ボイラー内堆積物除去技術の考案 ～文部科学大臣表彰「創意工夫功労者賞」受賞～

○堆積物除去技術の考案

水管ボイラー燃焼室内の堆積物を除去するために、ドライアイス洗浄の技術を利用し、複雑で狭隘な水管群の構造に適した特殊ノズルを開発することにより、堆積物の除去を可能にした。

○特許出願

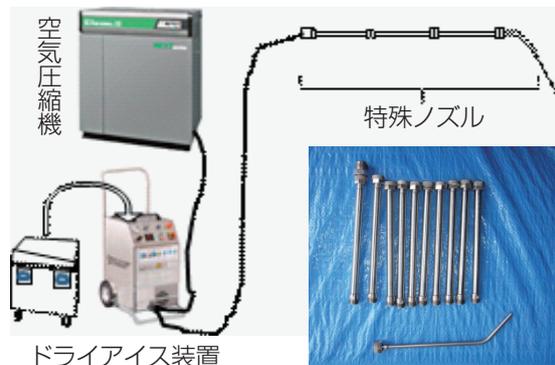
ドライアイスによる堆積物の除去方法及び開発した特殊ノズルについて特許を出願した。

○水管の腐食発生防止

堆積物が原因で発生する水管の腐食について、堆積物除去による発生防止が期待できる。

○他ボイラーへの展開

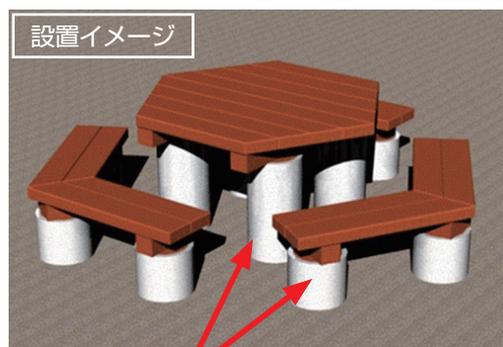
除去方法は汎用性があり、水管ボイラー以外の貫流ボイラー、炉筒煙管ボイラー等への適用も可能である。



■クリアランス制度の推進

原子力機構では、クリアランス制度を活用した資源の有効利用を推進しています。人形では、金属約 607 t のクリアランスを計画しており、これまで金属約 10 t のクリアランス物をセンター内の花壇等に活用してきました。

現在、新たに約 10.5t のクリアランス物の確認申請を行っており、これらについても、センター正門前広場のテーブルやベンチの資材として利用する計画です。また、このほか、ふげんにおいても、金属約 1,000 t のクリアランスを計画しており、放射能濃度の測定及び評価方法について認可申請を国に申請中です。



クリアランス物を活用したテーブルと椅子
(2016年7月に設置完了)

■再処理技術開発

東海再処理施設は、1977年のホット試験開始以降、累積約 1,140 トンに及び使用済燃料の再処理を通して、再処理技術の国内定着に先導的役割を果たし、六ヶ所再処理工場への技術移転もほぼ完了した段階にあります。その後施行された新規基準対応にかかる費用対効果も勘案し、今後は再処理施設等の廃止措置体系の確立に向けた新たな取り組みを進めるべく、2017年度中に廃止措置計画を申請する方向で準備を進めています。

一方、東海再処理施設には、これまでの再処理運転に伴い発生したプルトニウム溶液や高レベル放射性廃液等を貯蔵していることから、施設の安全性向上を図るため、これらの固化・安定化処理を進めています。2015年度は、プルトニウム転換技術開発施設 (PCDF) においてプルトニウム溶液の混合転換処理運転を安全かつ着実に進め、当初保有量の約 8 割の処理を完了しました。またガラス固化技術開発施設 (TVF) において高レベル放射性廃液のガラス固化処理運転を約 9 年ぶりに再開しガラス固化体 9 本を製造しました。

■放射性廃棄物の埋設処分について

原子力機構は、国の認可を受けた「埋設処分業務の実施に関する計画」に基づき、原子力機構や大学・民間等から発生する低レベル放射性廃棄物の埋設処分業務を進めています。埋設施設の設置に向けた主な活動としては、立地手順及び立地基準を記載した埋設処分業務の実施に関する計画の変更が国により2016年3月25日に認可され、今後、この手順と基準に従い立地活動を進めることとなります。また、将来実施する埋設施設の基本設計に備えた埋設施設や廃棄体の製作方法に係る技術検討等を進めています。

■地層処分技術に関する研究開発

高レベル放射性廃棄物の地層処分の実現に向け、実施主体である原子力発電環境整備機構(以下「NUMO」という。)による処分事業と国による安全規制の両面を支える技術基盤を強化するために、原子力機構は様々な観点から地層処分の技術と信頼性を支える研究開発に取り組んでいます。

まず、岐阜県瑞浪市と北海道幌延町にある、二つの深地層の研究施設では、地下深部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るとともに、見学者の受け入れなどを通じて地層処分に関する国民との相互理解の促進を図っています。2015年度は、「機構改革の基本的方向」を踏まえて設定した重点課題(必須の課題)に計画どおり着手し、再冠水試験(瑞浪)や人工バリア性能確認試験(幌延)等の試験を進めました。地質環境の長期安定性に関する研究では、自然現象の活動履歴の把握や将来予測に係る調査・評価手法の開発を進めるとともに、年代測定技術については2014年11月に開所した土岐地球年代学研究所での研究開発が本格化しています。

一方、茨城県東海村の研究施設では、人工バリアの長期挙動や放射性物質の移動特性に関する実験データなどを基に、深地層の研究施設で得られる情報も活用して、地層処分の工学技術の信頼性向上や安全評価手法の高度化を目指した研究開発を行っています。

2015年度は、オーバーパックや放射性核種の取着・拡散に関するデータベースの拡充などを進めました。使用済燃料の直接処分に特徴的な現象に着目した基礎基盤研究開発も実施しています。また、これまでの研究開発成果を取りまとめ、CoolRep(読者の知りたいことへのアクセスを支援するウェブシステムを活用したレポートシステム)として公開しています。



*人工バリア：処分した放射性廃棄物から放射性物質が生活環境へ移行することを抑制するために人工的に設けられる障壁

高速炉サイクル技術の確立を目指して

高速炉サイクル技術の確立は、我が国のエネルギー安全保障と地球温暖化対策の観点から必須の課題であり、「エネルギー基本計画」（2014年4月閣議決定）を踏まえて国が定めた第3期中長期目標に基づき、2015年度以降は国際協力も活用しつつ、①高速増殖原型炉「もんじゅ」の研究開発、②高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発、③放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発、を三本柱として研究開発を進めています。

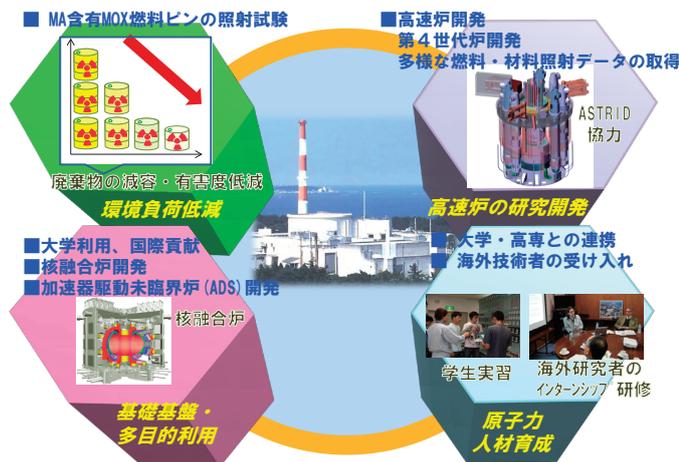
「もんじゅ」の研究開発では、廃棄物減容・有害度低減等関連技術のための国際的な研究拠点と位置付け、運転再開及び新規規制基準への対応等の取組みを重点的に推進しています。

高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発では、今後、「もんじゅ」の研究開発で得られる成果や、燃料・材料の中性子照射を行う高速実験炉「常陽」等の成果を活用するとともに、実証段階にある仏国ASTRID協力等の国際プロジェクトへの参画を通じて、その成果を我が国の高速炉の研究開発にも活かしています。

放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発では、高速炉を用いた核変換により、高レベル放射性廃棄物を減容化し、長期に残留する有害度を低減する技術において主要な開発課題であるマイナーアクチノイド（MA）含有燃料の性能評価、MAの分離・回収技術等を国際的なネットワークを活用しつつ推進しています。

高速炉研究開発部門のトピックス

◆大洗の「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、施設利用を予定している大学や海外の研究機関とも連携し試験計画の検討を進めています。このようなニーズに応えるべく再稼働に向け、福島第一事故を踏まえた新たな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

◆サイクル研のプルトニウム燃料第三開発室は、世界に先駆けて遠隔自動化による工学規模でのMOX燃料の製造技術開発を進めています。現在、福島第一事故を踏まえ施行された新規規制基準において要求される事項について適合性を確保するため、必要な対応方法について検討を進めています。



プルトニウム燃料第三開発室

◆国際シンポジウム「放射性廃棄物低減に向けた現状と将来の展望～次世代の安心に向けた挑戦～」を一般の方を対象に2016年2月に開催（約220名参加）して、研究開発の重要性及び国際協力の必要性について理解を広めました。

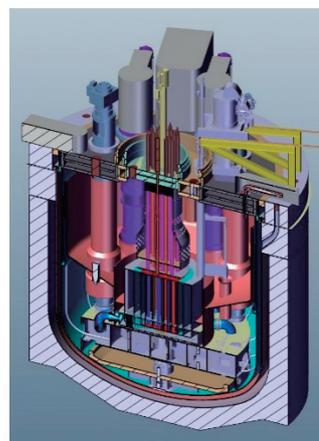


パネルディスカッションの様子

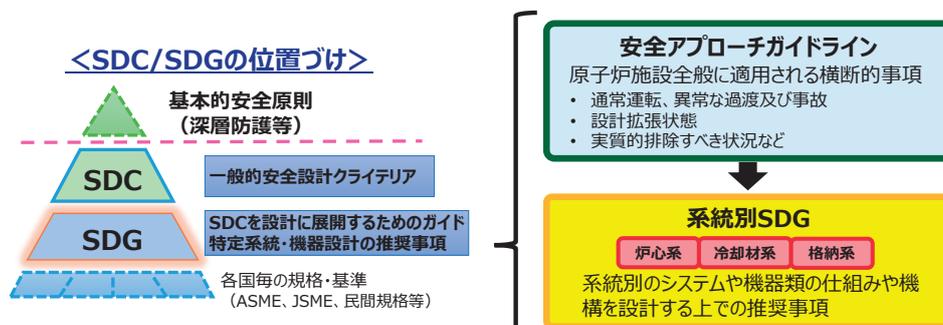
高速炉サイクル技術を確立する研究開発

国際協力を活用しつつ成果の最大化を目指すため、二国間協力及び第4世代原子炉国際フォーラム（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。その例として、ASTRID 協力、安全設計クライテリア（SDC）及び安全設計ガイドライン（SDG）の構築に関する活動をそれぞれ紹介します。

仏国との ASTRID 協力は 2015 年度に概念設計段階から基本設計段階への移行を判断する節目の年を迎えました。協力内容は、系統・機器の設計の他、燃料材料及び構造材料分野や熱流動分野の研究開発等多岐に亘りますが、計画どおりに進展し、高い成果が得られたことを受けて、基本設計では更に協力内容が拡大されました。一方、次世代のナトリウム冷却高速炉を対象とした安全基準の国際標準化への取り組みである SDC については、GIF 政策グループの承認を得た後、引き続き我が国の主導の下、IAEA、更には OECD/NEA の各国規制機関の会合に提示する等国際展開を図りました。また、SDC を具体的な設計に展開するための SDG のうち、安全上重要となる炉心反応度等に関連した事故への対応については、対策を包括的にまとめた安全アプローチガイドラインを構築し、GIF 政策グループの承認を得ました（2016 年 3 月）。今後は、更に系統別に見た時のシステムや機器類の仕組みと機構に踏み込んで詳細化を行う系統別 SDG の構築を進めます。



ASTRID 概念

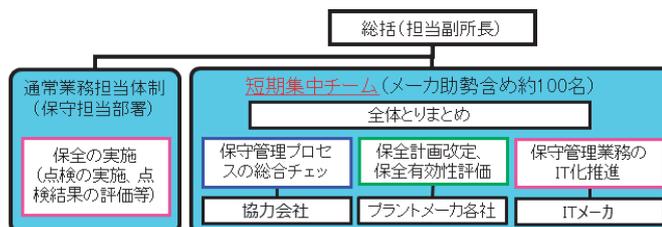


次世代ナトリウム冷却高速炉の SDC/SDG

高速増殖原型炉もんじゅ

原子力規制委員会から受けた保安措置命令への対応として、2015 年 4 月には民間から理事長を迎えて民間の視点を入れた改革に取り組み、2015 年 12 月から 2016 年 6 月までの期間は、電力及びメーカーの力を結集した「オールジャパン体制」による短期集中チームを結成し、必要な改善を加速させて進めてきました。すなわち、保守管理業務プロセスの総合チェック、保全計画の見直し、保守管理に係る業務の IT 化といった活動に取り組み、これにより、今後保守管理及び品質保証活動を計画的に実施し改善を継続していくための基盤が構築されたと考えています。これまでの改善の結果を取りまとめ、原子力規制委員会に報告しました（2016 年 8 月）。

一方、福島第一事故を踏まえて 2013 年 7 月に公布され「もんじゅ」に適用される新規制基準については、パブリックコメントの結果が反映されておらず、今後見直されることになっています。原子力機構は自ら「もんじゅ」の安全確保の考え方を検討するため、機構内外の高速炉の専門家による「もんじゅ安全対策ピアレビュー委員会」を設置し、2014 年 7 月に報告書を取りまとめたいただきました。この検討結果については、更に国内外の専門家によるレビューを受け、妥当との評価を得ています（2015 年 8 月）。原子力機構としては、今後原子力規制委員会において、この結果を参考に新規制基準の見直しが行われることを期待します。



オールジャパン体制による取り組み