

原子力科学の共通基盤技術を維持・強化して原子力利用技術を創出

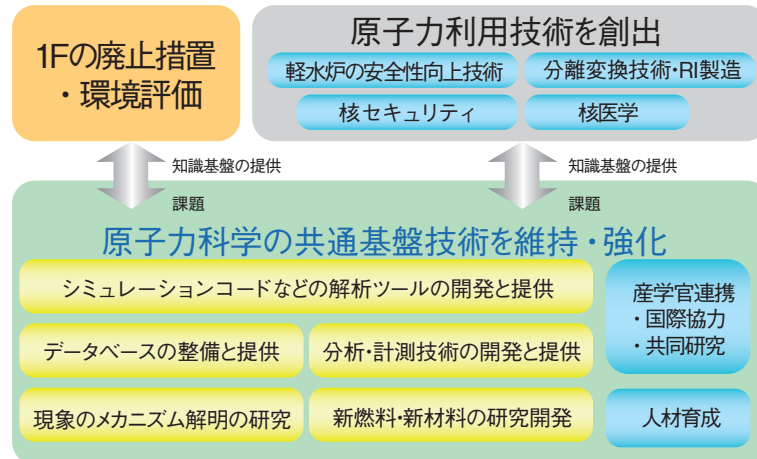


図4-1 原子力基礎工学研究の概要

原子力科学の共通基盤技術を維持・強化しています。さらに、東京電力福島第一原子力発電所（1F）の廃止措置等に知識基盤を提供するとともに、軽水炉の安全性向上技術、放射性廃棄物の有害度を低減させる分離変換技術などの研究開発も進めています。

原子力エネルギーの利用や放射線利用は、基礎となるデータベースやシミュレーション解析コードなどのツール、分析技術、現象のメカニズムに関わる知識など共通基盤技術・知識基盤によって支えられています。令和4年度から始まる第4期中長期計画においては、シミュレーション技術の高度化を進め革新的な原子力利用技術の創出につながる基盤的研究開発を行っていく予定です。開発した基盤的技術は産業界・大学・政府機関などに提供し、軽水炉の安全性向上技術や放射性廃棄物の有害度を減らす分離変換技術・RI製造や核医学など新しい原子力利用技術の研究開発も行っています。本章では、近年の研究開発による成果を紹介し（図4-1）。

空港や港湾において、核物質等に対するセキュリティ検査の必要性がありますが、装置が大型で高価になるという課題があります。そこで、安価で可搬性が高い装置の実現として核物質検知法の一つであるアクティブ法を用いた検出器の開発を行っています。検出器で使用される中性子源と対象核物質から放出される中性子を区別するために、中性子線源（カリホルニウム 252 (^{252}Cf) 強度を疑似的に変化させる可搬性が高い回転照射装置を開発し、核物質検知に成功しました。今後、検査装置の実用化が期待されます（トピックス4-1）。

核反応断面積などの原子核固有の情報を表す核データは、原子力利用に欠かすことのできない知の基盤データです。しかし、炉心解析等の放射線輸送計算の為に、断面積処理等の核データ処理が必要となります。核データ処理に係わる海外コード依存低減とオープンソース化による機能向上を目的としてFRENDYの機能向上を行い、第2版を公開しました。FRENDY第2版では、より多くの機能が追加されており、FRENDYの重要性がますます高まることが期待されます（トピックス4-2）。

酸化物核燃料等のセラミック材料は、高速核分裂片などの放射線環境に曝されることで照射損傷を起こします。近年、特定のセラミックスにおいて照射損傷が理論値と異なっておりその原因が不明でした。照射損傷の際に形成される約10 nmの表面ナノ構造（ナノヒロック）を詳細に観察した結果、セラミックの再結晶化の速度が非常に速いために耐照射性が高まることを明らかにしました（トピックス4-3）。

都市域での放射性物質拡散による被曝評価は大気拡散

計算と建物による遮蔽を考慮する必要があります。しかし、3次元的に考慮した線量評価はできませんでした。そこで、高分解能大気拡散計算コード（LOHDIM-LES）と建物の遮蔽効果を考慮した線量率評価コード（SIBYL）及び都市大気拡散の高速計算が可能な計算コード（CityLBM）を統合した局所域高分解能大気拡散・線量評価システム「LHADDAS」を、システム計算科学センターとの連携研究により開発しました。この評価システムは、原子力事故時の放射性物質の漏えいや原子力施設の解体時の放射性物質の飛散の監視と環境影響評価への活用が期待されます。（トピックス4-4）。

将来の多様な原子炉（高速炉、軽水炉、小型炉ほか）利用で生じる廃棄物処分の負荷を低減するための技術開発の検討が進められています。これらの技術の導入した場合の将来シナリオを設定し、その放射性物質や核物質の扱いを評価するための高速で汎用性・柔軟性の高い解析システムNMB4.0（Nuclear Material Balance）を東京工業大学と共同開発しました。これにより、持続的な原子力利用のために、多様な原子力システム及び核燃料サイクル技術の研究開発や実装戦略の立案に貢献することができ（トピックス4-5）。

高レベル放射性廃棄物の有害度を低減するために加速器駆動核変換システム（ADS）を開発しています。ADS用加速器には未臨界炉心の加速ビームのトリップによる熱疲労を低減するため、非常に高い信頼性が必要となります。今回、加速器設計の鍵となる高い加速効率を実現するため、超伝導高周波空洞の最新技術を取り入れた設計を行いました。シミュレーション結果から、信頼性が向上した加速器の実現に向けた設計手法を確認できました（トピックス4-6）。

核医学検査薬の一つであるテクネチウム 99m はモリブデン 99 (^{99}Mo) を原料としています。近年、核セキュリティなどの観点から高濃度ウラン燃料からの分離精製ではなく、モリブデン 98 に中性子を照射して製造する放射化法が注目されています。しかし、放射化法は ^{99}Mo の生成量が少ないため、効率的に ^{99}Mo を回収する吸着材（アルミナ）の性能向上が必要となります。今回、アルミナへの Mo 吸着メカニズムを明らかにするとともに、Mo 吸着容量を向上する手法を開発しました（トピックス4-7）。