

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

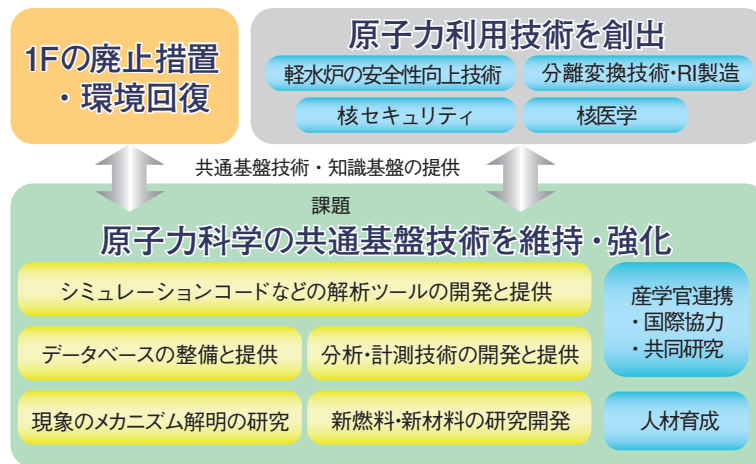


図1 原子力基礎工学研究の概要

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。

原子力発電や医療・工業分野における原子力利用は、それらの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、分析・計測技術、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。私たちは常に新技術の創出と最新の知見や技術を取り込みながら研究開発を行い、国際協力や共同研究を通じて原子力人材育成を行っています。本章では、近年の研究開発による成果を紹介します（図1）。

原子力エネルギーの利用においては、核物質の量や同位体比を推定する必要があります。これまで困難であった照射済核燃料中の核物質量を精度良く測定するため、3種類の非破壊分析手法を組み合わせることで適用できる世界初の装置 Active-N を開発しました。Active-N によって得られる知見は、燃料デブリのみならず核セキュリティ分野での非破壊分析装置の開発などにつながることを期待されます（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。幅広い放射線利用へ対応するため、中性子反応以外の陽子、重陽子等を含めた原子核反応データの統合を行い2021年11月に JENDL-5 として公開しました。放射線に関わる広い分野で JENDL-5 が利用され、研究開発が促進されることが期待されます（トピックス 4-2）。

加速器駆動システム（ADS）を用いたマイナーアクチノイド（MA）の核変換技術では、高濃度の MA の処理を可能にするために専用の窒化物燃料サイクルを開発しています。MA-白金族化合物を用いることで、塩素ガス等の腐食性ガスを極力使用しないプロセスを提案しました。この工程を組み込んだ、MA 回収率の高い乾式再処理プロセスの開発を進めていきます（トピックス 4-3）。

原子力システム（原子炉、再処理等）においては、ステンレス鋼が多く使用されています。ステンレス鋼の使用環境では、局部（すき間）腐食が問題になる場合があります。腐食抑制効果のある金属イオン（ Cu^{2+} ）に注目し、キレート化（陰イオン化）することで、すき間内部に導

入することが可能となる技術を開発しました。本手法を活用してより効果的な腐食抑制剤の開発を探求していきます（トピックス 4-4）。

材料の機械的特性向上のために、合金化は有効なアプローチです。しかし、その添加元素の効果をあらかじめ予想することは極めて困難です。計算科学を活用し、添加元素によって異なる電子状態を計算し、そこから力学特性評価を行う手法を開発しました。本手法は、材料開発を合理的に進めることが可能となり、元素戦略に基づく材料開発への貢献が期待されます（トピックス 4-5）。

核燃料再処理の分離性能は溶媒抽出における油相と水相の界面（油水界面）におけるウランの振る舞いで決まります。振動和周波発生（VSFG）分光法を用いて油水界面におけるウランの化学状態を明らかにすることでウランの相間移動メカニズムの解明に成功しました。本手法を活用して革新的なウランの溶媒抽出分離法の開発が期待されます（トピックス 4-6）。

放射線治療では正常組織への照射が避けられず、正常組織でがん（2次がん）などの副作用が発生するリスクがあります。そのリスク低減のために、正常組織を含む全身の正確な線量分布を評価するシステム RT-PHITS for CIRT の開発を行いました。本システムは、世界最多の重粒子線治療実績を持つ量子科学技術研究開発機構で、過去に実施した治療の再評価に活用される予定です（トピックス 4-7）。

放射性廃棄物の減容化・有害度低減のために、ADS が注目されています。ADS は、陽子ビームを用いた核破砕反応中性子を用いて毒性の弱い物質に変換します。核破砕中性子は様々なエネルギー分布を持ちますが、エネルギーの低い領域（100 MeV 領域）において実験データが不足していました。今回、低エネルギー領域で起こる核破砕反応に関するデータを実験によって取得しました。本研究で得られたデータや検証結果は、核反応モデルの予測精度向上に向けた貴重なデータとなり、ADS の研究開発のみならず陽子ビームを用いた加速器施設の設計にも貢献すると期待されます（トピックス 4-8）。