

## 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

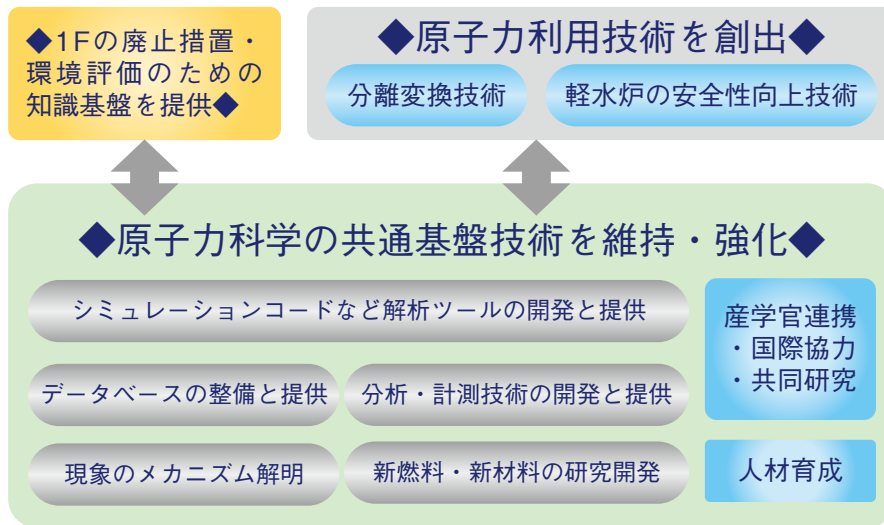


図4-1 原子力基礎工学研究の概要

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し、軽水炉の安全性向上、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。私たちは、常に最新の知見や技術をこれらに取り込む研究開発を行い、産業界・大学・政府機関などに提供をしています。また、軽水炉の安全性向上や放射性廃棄物の有害度を減らす分離変換技術など新しい原子力利用技術の研究開発も行っています（図4-1）。本章では、近年の研究開発による成果を紹介します。

重陽子を用いると核変換の効率が高くなるのが従来研究から示唆されていました。従来の核反応理論モデルは予測精度に課題があったため、重陽子が陽子と中性子に分解する効果を厳密に計算する重陽子用モデルを開発しました。最新の実験値と比較して、核反応を高精度で予測できることを検証しました（トピックス4-1）。

高経年化した原子炉は応力腐食割れを起こすリスクが増しますが、高温・高圧下のミクロなすき間内部の環境が関連する現象であるため、発生・進展メカニズムの解明が困難でした。そこで新技術「すき間センサー」を開発し、すき間内の環境を推定可能としました。すき間内では、不純物が濃縮して腐食性が高くなり、結晶粒界の腐食が発生することを確認しました（トピックス4-2）。

使用済燃料溶解液から核燃料物質及びマイナーアクチノイド（MA）を分離する方法である「SELECTプロセス」の開発に、原子力機構は成功しています。実廃液試験と並行して、量子化学シミュレーションを駆使して原子力機構が開発した分離剤が性能を発揮する理由を理論的に解明しました。MAであるアメリカシウム、キュリウムと分離剤中の窒素原子の結合距離と電子軌道の重なりの違いがあることを発見し、これが両者の分離する選択性の

鍵となっていることを示しました（トピックス4-3）。

放射線量などの測定に広く使われているシンチレーション検出器の発光量を計算できる新しい数理モデルを開発しました。開発したモデルを用いて様々な放射線の種類に対して発光量を計算した結果、過去の実験値と良く一致していることを確認できました。本成果は、新たなシンチレーション検出器の開発にも貢献することが期待できます（トピックス4-4）。

欧米人の平均的な体格に基づく国際放射線防護委員会（ICRP）の被ばく線量評価用標準データを日本人の様々な体格に適用することの妥当性を確認する必要性がありました。本研究では、日本人の体格範囲を網羅する人体モデルを構築することを通じて、日本人に対してもICRPの標準モデルによる外部被ばく線量評価で±10%程度の差で評価できることを確認しました（トピックス4-5）。

軽水炉の重大事故時にセシウムなど核分裂生成物（FP）が、原子炉炉心から原子炉建屋を経由して環境に放出されることにより、公衆被ばくに至る問題において、放出量を精度良く算出するためにはFPの化学挙動を正しく予測することが重要であり、そのためのデータベース整備が研究課題となっていました。本研究では、セシウムやホウ素の化学種を含む、化学反応速度論を組み込んだ新しいデータベース（ECUME）を開発し、公衆被ばく評価の精度向上に寄与しました（トピックス4-6）。

高エネルギー粒子線による核破砕反応はJ-PARCや加速器駆動核変換システム（ADS）などで重要な反応ですが、従来の複雑な理論では核破砕生成物の収率の予測精度が低い課題がありました。本研究では、核分裂の確率に着目して新たに簡易な理論モデルを開発し、従来モデルと比較して高い精度で計算できることを実験値との比較により確認しました（トピックス4-7）。