

量子ビームテクノロジーの展開



図 4-1 原子力機構の量子ビーム施設群と研究開発分野

量子ビームの優れた機能

中性子ビーム、イオンビーム、電子線、高強度レーザー、放射光等の量子ビームは、物質を構成する原子や分子と相互作用して、その配列や組成、結合状態や電子状態を変化させることから、原子・分子レベル（ナノレベル）の加工が可能です（「創る」機能）。また、このような相互作用により、量子ビーム自身には進行方向の変化やエネルギーの損失が起きます。別の種類の量子ビームが発生することもあります。このような変化は原子や分子の状態を反映するので、量子ビームは原子や分子の状態を観るナノレベルの観察手段としても有効です（「観る」機能）。

量子ビーム応用研究の展開

原子力機構では、研究炉や加速器等の施設群（量子ビームプラットフォーム）からの量子ビームの発生・制御・利用技術を高度化する先進ビーム技術開発を進めるとともに、量子ビームの優れた機能を総合的に活用し、物質・材料、環境・エネルギー、医療・バイオ応用分野の先端的研究開発を推進することにより、グリーンイノベーション、ライフイノベーションに結び付く革新的成果を創出して、科学技術・学術の発展や産業の振興に貢献することを目指しています（図 4-1）。

最近の研究成果

最近の代表的成果として、先進ビーム技術分野では、次世代光源実現への道を拓く電子ビーム源開発、高輝度 X 線源実現に向けた高速飛翔鏡技術の高度化、世界最先端の軟 X 線偏光制御・解析技術の開発が挙げられます（トピックス 4-1～4-3）。

物質・材料分野では、中性子と水素核のスピン偏極に着目した新規コントラスト変調法、散乱 X 線偏光解析による励起電子の軌道状態識別法、コヒーレント X 線によるマルチスケール観察法を世界に先駆け創出し、超伝導、磁性、誘電材料等の構造・機能解析への適用を進めています（トピックス 4-4～4-6）。

環境・エネルギー分野では、X 線吸収分光による水素貯蔵材の水素放出メカニズムの解明、産業上重要なレアアースを選択的かつ効率的に吸着できるフェナントロリンアミドやグラフト重合捕集材の開発、電子線と触媒を併用した実規模排ガス処理装置の開発などに成功しており、トピックス 4-7～4-10 で解説します。

医療・バイオ応用分野では、中性子結晶構造解析の手法で、タンパク質の働きを支える低障壁水素結合の存在を実証しました。また、粒子線照射で生体中に生じる水分子イオンの電場が DNA 損傷に及ぼす効果を提唱するとともに、植物細胞の遺伝情報が照射直後だけでなく、細胞分裂を経た後も変化することを突き止めるなど、優れた成果を挙げています（トピックス 4-11～4-13）。