

## 量子ビームテクノロジーを先導する

量子ビームは、電磁波（レーザー、X線、 $\gamma$ 線など）、レプトン（電子、陽電子、ミュオン、ニュートリノなど）、ハドロン（陽子、中性子、メソン、イオンなど）が作る波動性と粒子性を併せ持つビームです。原子力機構では、東海、高崎、関西の各地区において稼動している研究炉や加速器等からの中性子ビーム、イオンビーム、電子線、 $\gamma$ 線、高強度極短パルスレーザー、高輝度放射光等を有機的に利用して(図4-1)、以下のように研究開発を進めることにより、量子ビームテクノロジーを科学技術イノベーションの中核技術として確立し、これを普及させることを通して、科学技術・学術の進歩と産業の振興に貢献することを目指しています。

## 量子ビームのどのような機能に着目するか

各量子が相互作用する相手は原子や分子ですので、ナノレベルでの高精度な加工が可能です(「創る」機能)。また、「見えないものはつくれない」と言われるとおり、ナノレベルでの加工や物質創製にはナノレベルの観察が必要です。量子ビームではこれが可能であり(「観る」機能)、原子の配列、電子の状態、元素の種類などの観察を通して、物質がなぜ超伝導などの機能を持つようになるかなどの謎に迫ることができます。更に、量子ビームは局所的に大きなエネルギーを与えることができるので、他の部分にあまり影響を与えずにがん細胞等を攻撃することができます(「治す」機能)。

## どのような科学技術分野を対象とするか

原子力機構では、科学技術基本計画に定められた重点推進4分野を中心に、次のような研究開発を進めています。ナノテクノロジー・材料分野では、高耐久性燃料電池膜の開発や超伝導機構の解明研究など、生命科学・バイオ技術分野では、創薬等を目指したタンパク質構造解析やDNA損傷・修復機構解明と新品種創出の研究など、環境・エネルギー分野では、原子炉材料の応力腐食割れ

機構解明と対策技術開発や環境浄化材料・環境浄化技術の開発など、情報通信分野では、耐放射線半導体の開発や新規半導体創製の研究などを行っています。また、先進医療分野では、高強度レーザーを使って陽子ビームを発生させることにより、がん治療装置の超小型化を目指すとともに、環境と人に優しい医用材料の開発などを行っています。

## どのようなステップで研究開発を進めるか

まず第1段階として、高品位なビームを形成する技術の開発を行っています。中性子の高効率輸送・集束に威力を発揮する世界最高性能のスーパーミラーの開発、レーザー加速による2.2MeVまでの安定した陽子発生と単色化に、それぞれ成功しています。

第2段階として、量子ビーム利用技術の高度化を進め、技術革新につながる成果の発信と量子ビーム利用の新たな可能性の提示を行っています。偏極中性子解析法、強磁場下X線回折法など新たな測定・解析技術の開発とそれらによる磁気フラストレート系化合物の微細な磁気構造の決定、DNA修復に新たな機能を持つタンパク質の発見などに成功しています。また、トピックス4-1で紹介する宇宙における強誘電体氷の存在の提唱など、基礎科学への新たな量子ビーム利用の可能性を提示しています。

第3段階として、実用化段階にある技術については、技術移転により産業利用を促進しています。電子線や $\gamma$ 線を用いた橋かけやグラフト(接木)技術を用いて、電力損失の極めて少ないミリ波アンテナ基板の開発、温泉水から有用金属を捕集する新技術の創出などを行うとともに、イオンビームを用いて、キク科の新しい花色を持つ新品種の実用化に成功しています。また、中性子や放射光を用いた残留応力測定技術や、短パルスレーザーによる非熱蒸発加工技術を、FaCTプロジェクトの課題解決に応用するための連携協力を進めています。



図4-1 原子力機構の量子ビーム施設群と各地区における研究開発及び最近のトピックス