

PF/PF-AR ビームライン・測定装置の開発状況と整備計画 ERATO プロジェクト

新物質開拓を加速する 100ps 時間分解動的構造解析装置

東工大フロンティア・物質科学、ERATO,JST 腰原 伸也

量子ビーム技術を基盤とする光観測技術の進歩、とりわけこの10年間のそれはまさに飛躍的という表現が適切であろう。時間分解能はフェムトからアト秒域に達しつつある。波長も X 線から THz まで広がり、装置の安定性、信頼性の向上などいずれもが目覚ましい進展を遂げた。達成されているパルス幅は、まさにフォノンを初めとする各種素励起の量子振動時間や、物性発現の鍵を握る内部の協同的相互作用エネルギーの逆数に達しつつある。これにより、物質の中で磁性、誘電性、発色、光電変換などの各種物性機能を生み出している電子間相互作用と、構成原子の動的構造が連携しておりなす映画が、まさに(誰もが目にしなかつた)素励起の量子振動を観測し得る時間スケールで観測可能となりつつある。エネルギー域も、各種低エネルギー素励起の直接励起から、X 線分光、構造解析を可能とするところまで広がりつつあり、さらにその強度や空間コヒーレンス特性も高密度励起や(時空間)コヒーレント励起源としての利用は言うに及ばず、ナノスケール結晶の顕微観測すらも可能となりつつある。一方で物質科学側においても、この10年間、光等の外場刺激に対して巨大応答を示す機能性物質の探索に関して精力的な研究が行われてきた。その結果、従来の静的構造に基盤をおいた「基底状態の物質科学」から、動的構造・エネルギー流の中におかれた物質の特性探索へ、という新しい方向性が強く叫ばれるようになってきた。特に協同的相互作用を利用して、フェムト秒オーダーで物質のマクロな物性を転換させる光誘起相転移現象は、その劇的性質もあって多くの研究者の興味を集めている。このような研究の進展に伴い、当然であるが、「物性とその動的変化を生み出す電子間相互作用と、構成原子の動的構造がオングストロームスケールで連携して生み出す状況」をリアルタイムで観測する技術への強い要請が出されている。

このように、いままさに「光源・光測定科学」と「物質科学」両分野が、双方を互いに希求する状態となっており、この要請に応じて、新しい硬 X 線動的構造科学を推進するべくその最初の一步として計画、建設されたのが ERATO プロジェクトによる NW14A の 100ps 時間分解 X 線ビームラインである。本講演ではこの5年間に達成された装置とその利用研究の概要を紹介する。研究の詳細に関しては S1 課題研究の報告もご参考いただければ幸いである。

本研究は、ERATO-JST 腰原プロジェクト研究員諸氏、KEK-PF 関係各位、東京工業大学沖本グループ、伊藤グループ、京都大学斎藤グループ、矢持グループ、分子研米満グループ等の方々との共同研究によって達成されたものである。