

利用申請区分特別1型(S1型)課題

「非平衡強相関材料開拓に向けたサブナノ秒分解 X 線回折ビームラインの建設と利用」

(課題番号 2004S1-001)

実験責任者： 腰原伸也(東京工業大学・JST ERATO)

PF-AR は通年大電流単バンチモード運転を行っており、放射光パルスの時間構造を利用した時間分解実験を集中的かつ包括的に遂行するうえで、世界的に見て極めて有利な立場にある。これまで PF における構造物性研究は、主に強相関電子系などの新奇な物質系を対象に、温度・圧力・磁場などの外場変化をパラメータとして、物質の平衡状態の精密構造からその物性を理解することを目的として発展してきた。本申請はこれらの外場パラメータに加えて、今やフォノン周期(サブピコ秒)を上回る時間精度でパルス制御が可能となった、フェムト秒パルスレーザー光による光励起を新しい外場として利用することにより、平衡状態のみならず光励起によって生じた非平衡状態のダイナミクスの時間分解構造解析を行うことを目指しており、そのための既設ビームラインの利用研究(NW2, BL1)と新規ビームライン建設(NW14)を推進している。このアクティビティーにより、これまでの平衡状態の物性に基づく既成概念を乗り越えて、高効率、動的かつ超高速に応答する新規な光電的機能材料開拓を進めるための研究拠点作りを目指している。

既設ビームライン NW2 においては、全ビームタイムの約 1/3 を利用して、サブナノ秒分解 X 線回折実験装置の立ち上げと利用実験を進めている。実験装置として X 線回折装置とフェムト秒チタンサファイアレーザー再生増幅システムを設置し、約 50 ピコ秒幅の X 線パルスと 150fs 幅のレーザーパルスを 1:1 で同期させたポンププローブ X 線回折実験を行うことがすでに可能である。X 線パルスを 794kHz から 1kHz まで間引くための装置として、X 線パルスセレクトを設置しており、また実験ハッチ内には、低温ヘリウムガス吹き付けにより 20K 程度まで試料冷却可能な低温装置が利用できる。試料としては、現状では主に有機電荷移動錯体を対象としており、82K で中性-イオン性相転移を示す TTF-CA や、278K で金属-絶縁体相転移を示す(EDO-TTF)₂PF₆ を用いて、ピコ秒からナノ秒領域での光誘起相転移現象を X 線回折法により追跡している。すでに 50-100 ピコ秒の時間分解能で X 線回折強度の時間変化の観測に成功しており、現在さらなる測定精度の向上を目指している。また励起前後で遅延時間を固定した状態で全回折データ測定を行い、非平衡状態の精密構造解析を行う準備を進めている。

新規ビームライン NW14 の建設状況については、本予稿の施設報告を参照していただきたい。