

利用申請区分特別 I 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)

電子蓄積リングから放射されるシンクロトロン放射光(放射光)は、加速器中の高周波電場によってほぼ光速まで加速され、かつ数センチほどの長さにバンチ化された電子から放出される電磁波であり、元来電子バンチ長程度の時間幅(～100 ピコ秒)を持つパルス光である。ただし、放射光は高周波加速電場の周波数に対応して GHz-MHz 程度の高繰返しで発生するため、放射光分野の研究者の間ではこれまで放射光をどちらかといえばパルス光源としてではなく連続光源的に利用することが多かった。しかし、近年様々な分野でパルス X 線光源を利用した実験への要求が高まるのに伴い、パルス X 線光源の利用研究が大いに進展しつつある。特に昨今のバンチスライミング技術の進展、高強度超短パルスレーザーによる X 線発生技術の進歩、X線自由電子レーザーの開発などによって、ピコ秒時間スケールはもとより、場合によってはフェムト秒スケールの構造変化を、パルス X 線を利用してオンゲストロームスケールでとらえることすら研究標的となりつつある。このピコ・フェムト秒時間スケールというのは、固体内フォノンによる振動1周期程度の時間に相当しており、パルス X 線を用いた研究手法は、凝縮系における基本的振動素励起に相当する時間分解能と原子レベルの空間分解能で構造ダイナミクスを観測できる革新的な測定手法となる可能性を秘めている。われわれの S1 課題では、将来のフェムト秒 X 線利用を見据え、まずは現状の蓄積リングを使った 100 ピコ秒分解能のレーザー・放射光ポンプ・プローブ X 線実験を進めている。2006 年 1 月よりユーザー実験を開始し、約 1 年の間に以下の表に示す様々な実験を行った。いくつかの例においては 100 ピコ秒オーダーの構造ダイナミクスを捕らえ始めている。ポスター発表ではこれらのパルスX線利用実験の現状について報告する。

試料	測定手法	X 線光子エネルギー	エネルギーバンド幅	繰返し周波数	入射光子数 photons/pulse	入射光子数 photons/sec
タンパク質結晶	ラウエ回折	～12keV	～10%	1Hz	10^9	10^9
無機 単結晶 (非可逆過程)	ラウエ回折	～15keV	～10%	single shot	10^9	-
有機・無機 単結晶	ブラッグ回折 散漫散乱	10-15keV	～0.1%	1kHz	10^6	10^9
遷移金属酸化物 単結晶	超格子反射	10-15keV	～0.1%	1kHz	10^6	10^9
遷移金属錯体 溶液	XAFS	5-9keV	～0.1%	1kHz	10^6	10^9
無機化合物 溶液	溶液散乱	15-18keV	～1%	1kHz	10^8	10^{11}