

GaAs 過渡吸収を用いた XFEL 同期レーザータイミング測定装置の開発

Timing measurement between XFEL and optical laser pulses

with transient absorption of GaAs

理研/SPRING-8¹、高輝度研²、佐藤 堯洋¹、小川 奏¹、[○]富樫 格²、片山 哲夫²、犬伏 雄一¹、
登野 健介²、矢橋 牧名¹

RIKEN/SPRING-8¹, JASRI², Takahiro Sato¹, Kanade Ogawa¹, [○]Tadashi Togashi², Tetsuo Katayama²,
Yuichi Inubushi¹, Kensuke Tono², Makina Yabashi¹

E-mail: tadashit@spring8.or.jp

X 線自由電子レーザー (X-ray free electron laser, XFEL) は、コヒーレンス、高ピーク強度、超短パルスの特色を備えたレーザーに匹敵する X 線光源として期待されている。X 線自由電子レーザー (X-ray free electron laser, XFEL) 施設 SACLA (SPRING-8 Angstrom Compact free electron Laser) は、2011 年 6 月に波長 1.8~0.6Å の硬 X 線レーザー発振に成功し、~10fs、数百 μJ の X 線超短パルスが得られた[1, 2]。2012 年 3 月から供用を開始し、現在、コヒーレント X 線イメージングを利用したタンパク質やナノデバイスにおける構造解析、同期フェムト秒レーザーとのポンプ・プローブ法による時間分解計測、X 線領域での非線形光学過程解明などのテーマで、利用実験が行われている。

SACLA では、XFEL に同期した高強度フェムト秒光学レーザーの開発整備を進めており、Ti:sapphire レーザーを基本とするチャープパルス増幅システムを採用することで、波長 800nm において、4mJ, 30fs のパルス光を提供している。モード同期発振器の繰り返し周波数は共振器長に反比例するため、加速器を駆動する RF 信号に同期するように共振器長のフィードバック制御を行う。しかしながら、電気的な同期制御にはピコ秒程度の限界があるため、我々のグループでは、XFEL パルスと光学レーザーパルスのジッターを各ショット測定し、データベース化した値をユーザーに提供するタイミングモニタシステムの開発を進めている。

図 1 にタイミングモニタのセットアップを示す。XFEL パルス照射による GaAs の過渡吸収により、波長 800nm 付近における透過率の急激な増加が見られ、X 線吸収長と同程度 (~20μm) の薄い試料を用いることで光学レーザーの透過信号を効率よく測定することに成功した。XFEL と光学レーザーの入射角度を大きくとり時間情報の空間マッピングを行うことで、到達時間のジッターを、光学レーザー透過ビームプロファイルに生じるエッジのシフトとして検出できる。測定したジッターの統計結果から、XFEL と光学レーザーのジッターは 130fs(rms)程度であることがわかった[3]。現在、開発中の XFEL 用ビームスプリッター及び透過型回折格子と組み合わせることでタイミングモニタの常設を図り、タイミングモニタで測定したジッター値のデータベース化を進めている。

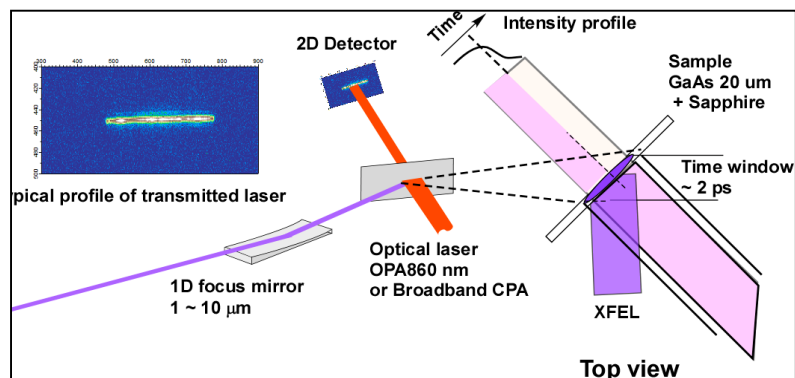


図 1、タイミングモニタ、実験セットアップ

[1] T. Ishikawa *et al* *Nature Photon.* 6, 540 (2012)

[2] Y. Inubushi *et al* 2012 *Phys. Rev. Lett.* 109, 144801 (2012)

[3] Sato *et al.*, *J. Phys. Conf. Ser.* 425, 092009 (2013)