

## 極端紫外自由電子レーザーとフッ化リチウム画像計測器 とを用いた物質のイメージング

(原子力機構・関西<sup>A</sup>、ロシア科学アカデミー<sup>B</sup>、理研・XFEL<sup>C</sup>、高輝度光科学研究センター<sup>D</sup>)  
 ○福田祐仁<sup>A,C</sup>、A. Ya. Faenov<sup>A,B,C</sup>、T. A. Pikuz<sup>B,C</sup>、永園 充<sup>C</sup>、東谷 篤<sup>C</sup>、  
 富樫 格<sup>C,D</sup>、矢橋牧名<sup>C</sup>、木村洋昭<sup>C,D</sup>、大橋治彦<sup>C,D</sup>、石川哲也<sup>C</sup>

【序】 X線自由電子レーザー(XFEL)のプロトタイプ機として整備が進められている極端紫外自由電子レーザー(EUVFEL)[1]の波長領域(40-60 nm)では、物質との相互作用において、(1) レーザー電場による原子・分子の直接イオン化(トンネルイオン化)とともに、光吸収による多光子イオン化が混在して起こる、(2) カットオフ密度の低下により、物質内部に電場が侵入し始める、(3) ポンデラモーティブエネルギーが小さい、などのため、可視光領域やX線領域とは異なる独特なプラズマ状態(低温高密度プラズマ)を形成すると考えられ、強い光と物質の相互作用の基礎過程を探る上で興味深い[2]。

このような研究の第一段階として、本研究では、EUVFEL とフッ化リチウム(LiF)製の放射線画像検出器とを用い、EUVFELの空間コヒーレンス分布の計測、及び、LiF画像検出器のEUV領域でのダイナミックレンジの評価、を行うためのイメージング実験を行った。

【実験】 実験の概略図を図1に示す。集光していない状態のEUVFELとLiF製放射線画像検出器とを用いて、金属メッシュや金属薄膜、生体物質のイメージング実験を行った。

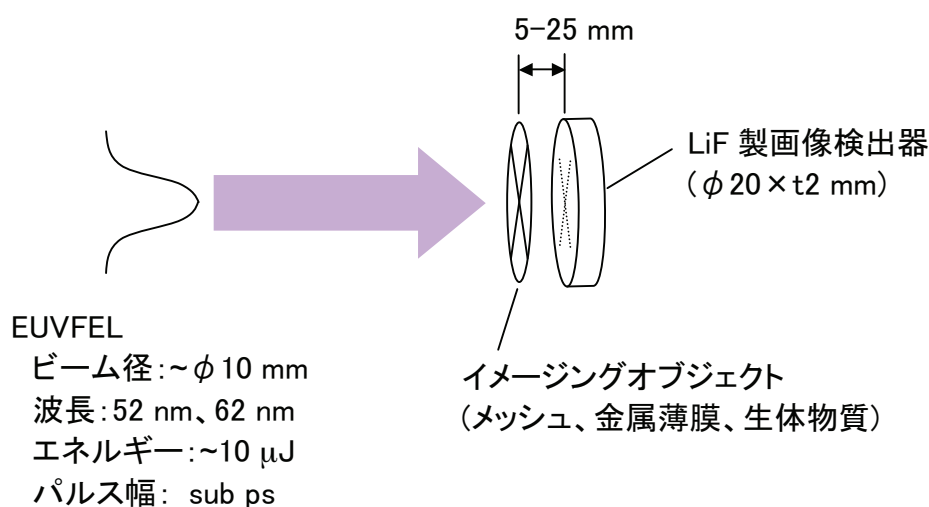


図1. 実験の概略図

【結果】 図2に、LiF 結晶検出器を用いて取得した金属メッシュ(間隔 344  $\mu\text{m}$ 、ワイヤ径 18.5  $\mu\text{m}$ )のシングルショットイメージを示した(EUVFEL 波長 62 nm)。このイメージの解析から、以下のことが明らかとなった。

- ・LiF 検出器は、EUVFEL 光のシングルショットでも十分な感度を有する。
- ・EUVFEL 光の空間コヒーレンスは、極めてよい。ビーム全体 ( $\phi 20\text{ mm}$  程度) に渡って、メッシュのフリンジパターンが観測されている。
- ・この観測を行った位置での EUVFEL のビーム径は、 $9.0 \times 8.4\text{ mm}$  (半値全幅) である。

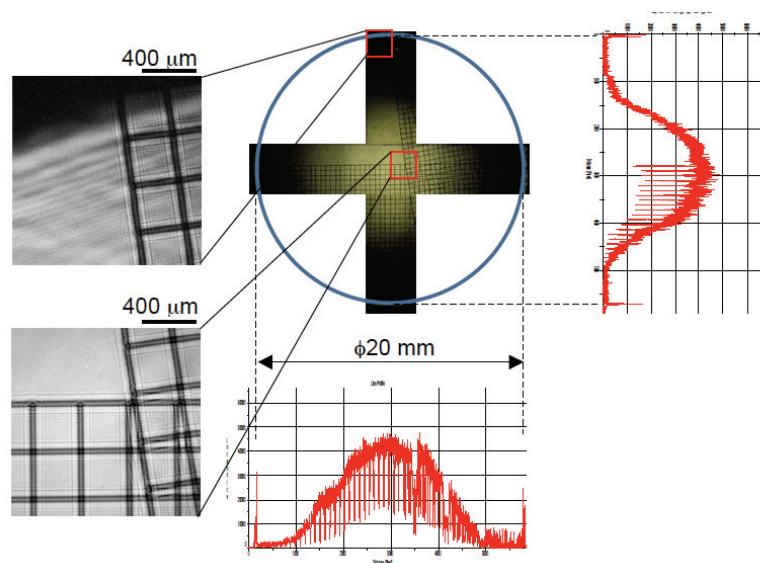


図2. LiF 結晶検出器( $\phi 20\text{ mm}$ )で捕らえたメッシュ(間隔 344  $\mu\text{m}$ 、ワイヤ径 18.5  $\mu\text{m}$ )のシングルショットイメージ。左側:ビーム中心、及び、周辺付近のイメージの拡大図。右側・下側:イメージ中心の縦方向、及び、横方向のラインプロファイル。

また、800 nm厚のAlフィルターをずらしながら5枚重ねたターゲットを透過してきたEUVFELをLiF結晶検出器を用いて検出した。その結果の画像は、800 nm厚のAlフィルター5枚の重なりを区別できており、LiF結晶検出器のダイナミックレンジは、最低でも $10^5$ であることが明らかとなった。さらに、蜘蛛の糸( $\phi 2\text{--}3\text{ }\mu\text{m}$ )の構造を観察し、糸上にある獲物を捕らえるための“ノリ”の観測に成功した。

- [1] T. Shintake et al., “A compact free-electron laser for generating coherent radiation in the extreme ultraviolet region”, *Nature Photonics* **2**, 555 (2008).
- [2] 中村彰浩、廣池承一郎、森林健悟、中村龍史、福田祐仁、岸本泰明、「光電離過程を取り入れた短波長レーザーとクラスターとの相互作用」、日本物理学会2008秋季大会、22pZH-5。