軟 X 線励起蛍光における SX-STED イメージング

SX-STED imaging in soft X-ray excited luminescence

東北大多元研 [1]、埼玉医大保医 [2]、宇都宮大工 [3]、東大光量子セ[4]
江島丈雄 [1]、若山俊隆 [2]、石山貴之 [2]、安楽響哉 [3]、金田凌祐 [3]、
ロイ ショミット [3]、津田準一 [3]、坂上和之 [4]、東口武史 [3]
IMRAM Tohoku Univ.[1], Utsunomiya Univ.[2], Saitama Med. Univ.[3], UT-PSC[4]
°T. Ejima[1], T. Wakayama[2], T. Ishiyama[2], K. Anraku[3], R. Kaneda[3], S. Roy[3], and J. Tsuda[3],
K. Sakaue[4], T. Higashiguchi[3]
E-mail: takeo.ejima.e7@tohoku.ac.jp

蛍光体からの蛍光は、励起光と同時に蛍光波長の光を照射することにより誘導放出を起こす。この波長に強度の弱い蛍光波長を用いることで、強度の強い波長の蛍光を失活できる。このような誘導放出抑制を蛍光顕微鏡に応用することで、蛍光体からの蛍光領域を制限し、アッベの回折限界を超えた空間分解能を得る手法を、誘導放出抑制法(Stimulated Emission Depletion Method、STED 法)と呼ぶ[1]。今回我々は、酸化物シンチレーターのひとつである Ce:LSO を用いて、X 線励起による蛍光においてベクトル光を用いて蛍光領域の制限を試みた結果、今回、最大で集光スポット径の 1/10 程度まで蛍光領域が制限できることを実験的に明らかにできた（図 1）[2]。

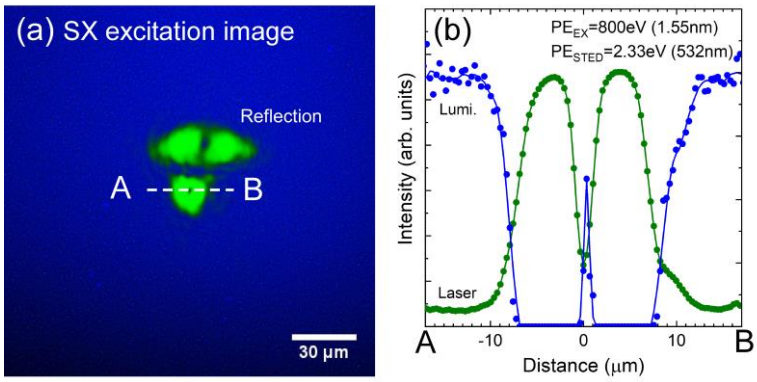

図 1：X 線励起蛍光と STED 光の様子(a)と破線部の光強度変化（b）。どちらも最大値、最小値で規格化。

この結果に基づいて、この SX-STED 現象をラジオグラフィー型イメージング、10 倍の無収差軟 X 線結像光学系に応用した場合の空間分解能を計算し、従来型の Zone Plate（NA=0.1、最外線幅 20nm）の空間分解能と比較した結果を図 2 に示す。得られた結果は、どちらも酸素吸収端近傍より低エネルギー側で Zone Plate より高い空間分解能を持つ可能性が示された。

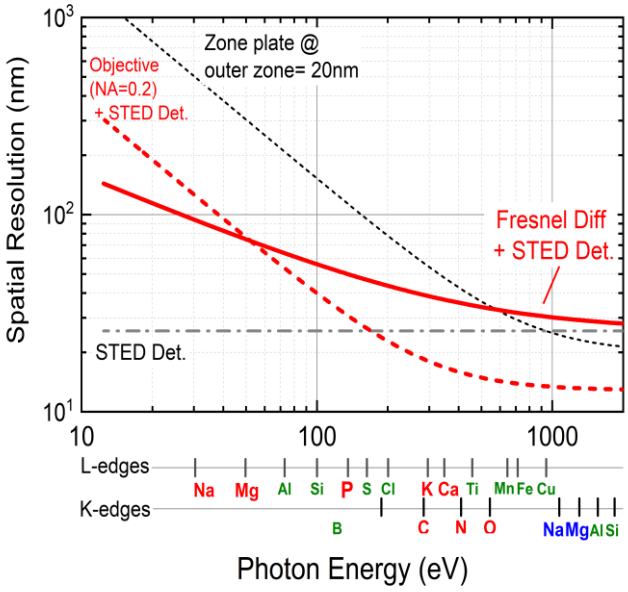

図 2：空間分解能の比較（計算）

[1] E. Rittweger, et al., Nature Photo. **22**, (2009) 144.
[2] 江島他　応用物理学会、2019 年 9 月 19 日（北大）19p-E318-4.