

希土類添加ナノ蛍光体と透過電子顕微鏡を用いた カソードルミネッセンスバイオイメージング

Biological cathodoluminescence imaging using
rare-earth doped nanophosphors and transmission electron microscopy

阪大基礎工¹, 東工大²

古川太一¹, 福島昌一郎¹, 新岡宏彦¹, 山本直紀², 荒木勉¹, 橋本守¹

Osaka Univ.¹, Tokyo Institute of Technology², [○]Taichi Furukawa¹, Shoichiro Fukushima¹,

Hirohiko Niioka¹, Naoki Yamamoto², Tsutomu Araki¹, Mamoru Hashimoto¹

E-mail: furukawa@sml.me.es.osaka-u.ac.jp

カソードルミネッセンス(CL)顕微法は分子種識別能とナノスケールの空間分解能を両立する新しいバイオイメージング法である。この方法は電子線で蛍光体の励起を行うため、焦点サイズが nm オーダーであり、光励起によるイメージングに比べ高い空間分解能が得られる[1]。また、発光波長の異なる複数の蛍光体を用いることで、蛍光顕微鏡のようにカラーで分子種の識別が可能となる[2]。従来この CL バイオイメージングは、走査電子顕微鏡(SEM)をベースとしており、我々の知る限りでは透過型走査電子顕微鏡(STEM)を用いた例はない。STEM を用いた CL イメージングは、従来の SEM ベースの CL イメージングよりも、高い加速電圧のため、高 CL 輝度が期待出来るだけでなく、試料での電子線散乱によるスポットサイズの増加を防ぐ事が可能であり、より高い空間分解能が期待出来る。更に、SEM に比べ高いコントラストで細胞の微細構造を観察可能である。本研究では、赤色、緑色に発光する蛍光体としてそれぞれ $Y_2O_3:Eu$ と $Y_2O_3:Tb$ を均一沈殿法で作製し[3], STEM を用いた CL バイオイメージングを試みた。

Fig. 1 に HeLa 細胞中に取り込まれたナノ蛍光体の STEM 画像と CL 画像を示す。STEM 画像からは、食作用で取り込まれた 2 つの蛍光体と共に、ミトコンドリアなどの細胞構造が明瞭に観察出来ることが分かる。CL 画像では、STEM 画像で分別できない蛍光体の種類を分別観察出来た。これらの蛍光体は CL 画像、STEM 画像においてほぼ同じ大きさで観察出来ており、高い空間分解能で観察されていることが見て取れる。イメージングの際、この蛍光体は、80 kV という高い加速電圧で観察しているにもかかわらず、ほとんど褪色しなかった。また、この蛍光体は 254 nm の紫外光によっても励起可能であるため、超薄切片にする前に蛍光顕微鏡による観察を行うことが出来る。同一蛍光体を用いて蛍光観察と STEM-CL 観察を行うことで、nm から μm スケールまでシームレスに観察可能な新しい相関顕微鏡法になると考えられる。

[1] T. Furukawa et al., Opt. Express, **21**(22), (2013), 25655.

[2] H. Niioka et al., Appl. Phys. Express, **4**, (2011), 112402.

[3] N. Venkatachalam et al., J. Am. Ceram. Soc., **92**, (2009), 1006.

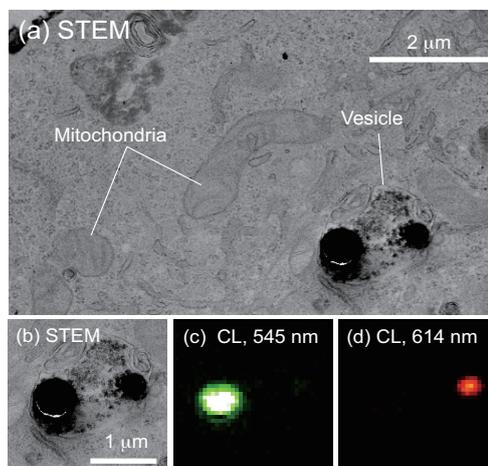


Fig. 1 STEM and CL images of $Y_2O_3:Eu$ and $Y_2O_3:Tb$ nanophosphors in 100 nm thin section of HeLa cell.