

金ナノ長方形による近接場光の偏光制御

Polarization Control of Optical Near-Fields with Gold Nano-Rectangles

分子研¹, 総研大², JST さきがけ³

○(PC)橋谷田 俊¹, 成島 哲也^{1,2,3}, 岡本 裕巳^{1,2}

Inst. for Mol. Sci.¹, SOKENDAI², JST-PRESTO³

°(PC)Shun Hashiyada¹, Tetsuya Narushima^{1,2,3}, Hiromi Okamoto^{1,2}

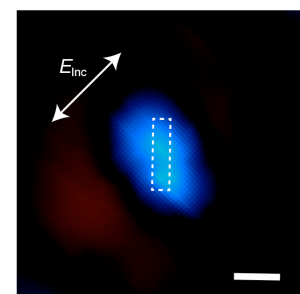
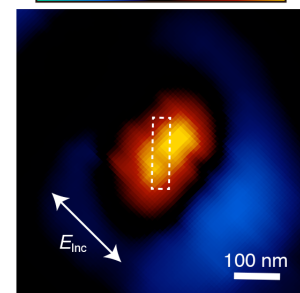
E-mail: shunjun@ims.ac.jp



光の偏光は、光と物質の相互作用における重要なパラメーターである。円偏光は、電磁場構造の鏡像対称性が欠如したキラルな光であり、これはキラル物質との相互作用において重要な役割を果たす。キラル物質は左・右円偏光に対する光応答が異なるという性質（光学活性）を示すため、光学活性信号の計測によって物質のキラリティの検出が可能になる。しかし、一般にキラル物質の光学活性信号は小さく、検出感度は低い。最近、キラルな形状の金属ナノ構造体の近くで発生する円偏光状態の近接場光を用いれば、従来よりも桁程度も高感度にキラル物質を検出できることが実験的に示された[1]。しかし、この手法において円偏光近接場のねじれの向きの制御は、ナノ構造のキラルな幾何構造デザインにより達成されており、従ってナノ構造作製後に場の制御が困難であった。左・右の円偏光近接場を発生させるためには、エナンチオマーの関係にあるペアのキラルナノ構造を用いる必要があり、これが測定プロトコルを煩雑なものにしていた。

今回我々は、キラルでない金ナノ長方形と直線偏光を用いて、ナノ長方形が発生する近接場光の円偏光純度を連続的に制御できることを実験的に示す。以前の研究で我々は、直線偏光照射したナノ長方形やナノ円盤が局所的には左右の円偏光近接場を発生するが、構造全体では円偏光純度がゼロになることを実験で明らかにしている[2]。本研究では、ナノ長方形に対して直線偏光の向きを傾けて入射し、光と物質を合わせた系全体のキラル対称性を破ることで、構造全体としてゼロでない円偏光純度の近接場光を発生させている。系全体のキラル対称性の「破れ度合い」は入射直線偏光の向きで調整することが可能である。従って、近接場光の円偏光純度を制御できる（右図）。我々の実験では、直径約 60 nm の開口近接場プローブで生成した直線偏光近接場によりナノ長方形を局所励起し、ナノ長方形による散乱光の偏光状態を解析することにより、近接場光の円偏光純度を計測している。本研究成果は、ナノスケールで光の偏光状態を制御する手法の基礎を確立するものと位置付けられる。

$$\text{円偏光純度 } g = 2 \frac{I_{\text{LCP}} - I_{\text{RCP}}}{I_{\text{LCP}} + I_{\text{RCP}}}$$



[1] E. Hendry *et al.*, *Nat. Nanotechnol.* **5**, 783 (2010).

[2] S. Hashiyada *et al.*, *Proc. SPIE* **10252**, 1025214 (2017); in preparation.