

軌道角運動量を持つ光渦に対するナノ構造のキラル光学応答

Chiroptical response of plasmonic nanostructures for vortex beams with orbital angular momentum

東大生研 [○](M2) 宇都 隆宏、呉 安安、志村 努、田中 嘉人

Univ. of Tokyo, [○]Takahiro Uto, Anan Wu, Tsutomu Shimura, Yoshito Y. Tanaka

E-mail: uto@iis.u-tokyo.ac.jp

スピン角運動量 ($s = \pm 1$) を持つ円偏光とキラル物質の相互作用 (キラル光学応答) は古くから研究されてきたが、近年新たに軌道角運動量を持つ光渦との相互作用が、基礎物理と応用の双方の観点から注目を集めている。自然界の物質のキラル光学応答は通常極めて小さいが、我々は、キラル物質を模倣してデザインされたねじれ金ナノロッドダイマーにおいて、ロッド間のプラズモン強結合により生じる双極子混成モードが巨大な円二色性を示すことを見出してきた [1]。本研究では、このねじれロッドダイマーを用いて、軌道角運動量 ($l = \pm 1$) を持つ光渦との相互作用、特に左右光渦に対する吸収スペクトルの差 (ヘリカル二色性、Fig. 1) を数値シミュレーションと実験の双方から研究した。

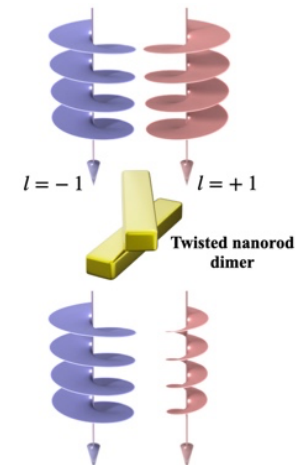


Fig. 1 The concept of helical dichroism (HD).

直線偏光した光渦をナノロッドダイマーに照射したところ、双極子モードは励振されないが、円偏光励起では禁制な四重極子の混成に起因するプラズモンモードが現れた (Fig. 2)。さらに、左右光渦 ($s = 0, l = \pm 1$) に対して異なる吸収スペクトル、つまり二色性を示すことを見出した。これらのシミュレーション結果を実証するため、光渦の一種である Laguerre-Gaussian ビームをサンプルに集光し、直線偏光した左右光渦に対するヘリカル二色性を測定した。Fig. 3a のねじれナノロッドダイマーを周期的に配列することで、信号雑音比を実験的に検出可能なレベルまで向上させ、四重極子プラズモン共鳴ピーク付近において、Fig. 2 のシミュレーションと同様のヘリカル二色性の符号変化を実験的に捉えることに成功した (Fig. 3b) [2]。これは、四重極子モードとヘリカル二色性の関係を明確に示した初めての結果である。

[1] A. Wu, Y. Tanaka et al. *APL Photon.* **6**, 126104 (2021).

[2] T. Uto, Y. Tanaka et al. arXiv:2211.03422.

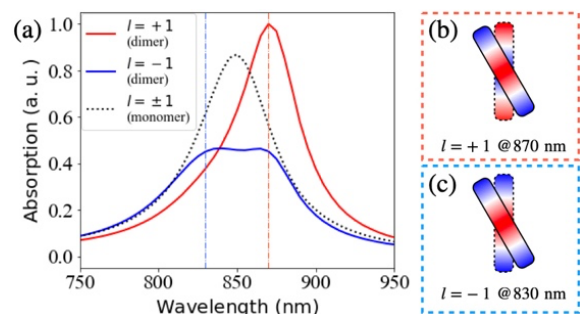


Fig. 2 (a) Calculated absorption spectra of the twisted nanorod dimer at different orbital angular momentum ($l = \pm 1$). (b)(c) The phase distribution at two peaks in the absorption spectra.

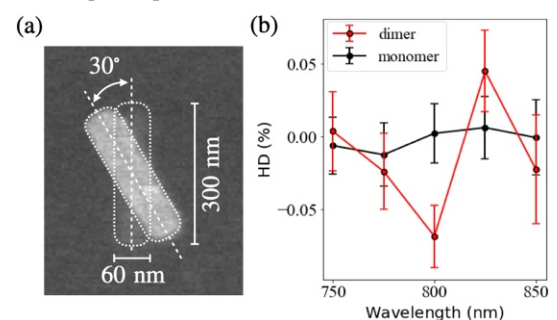


Fig. 3 (a) SEM image and (b) measured wavelength dependence of the helical dichroism of the twisted nanorod dimers.