

光の角運動量によるナノ構造体のカイラリティー・マニピュレーション

Chirality manipulation of nano-structures by helicity of light

千葉大院融合¹, JST-CREST² 尾松 孝茂^{1,2}

Chiba Univ.¹, JST-CREST² Takashige OMATSU^{1,2}

E-mail: omatsu@faculty.chiba-u.jp

光波が持つ角運動量には、波面の幾何学的な構造に由来する軌道角運動量(Lh)と円偏光に起因するスピン角運動量(Sh)、さらに、これら 2 つの角運動量のベクトル和で与えられる全角運動量($Jh=Lh+Sh$)がある。光波の角運動量の存在は微粒子マニピュレーションなどで実証されていたが、積極的に活用した応用例はなく、未開拓な光パラメーターであったと言える。

近年、われわれは光波の角運動量がナノ空間における物質に力学的に作用し、螺旋構造体を創成することを発見した。光波の角運動量には時計回り、反時計回りの螺旋性(ヘリシティ)がある。角運動量のヘリシティと絶対値を変調すれば、螺旋構造体の螺旋の向き(カイラリティー)や螺旋の巻数が制御できる。ここでは、この新奇現象に基づく螺旋構造体のカイラリティー制御を光の角運動量による「カイラリティー・マニピュレーション」と呼ぶ。

本講演では、レーザーアブレーション過程によって光の角運動量が物質に作用し創成される螺旋ナノ針(カイラル・ナノニードル)を「カイラリティー・マニピュレーション」の実例として取り上げ、角運動量とナノ針の螺旋構造に関する詳細と今後の展望を紹介する。

螺旋位相板と波長板で軌道・スピン・全角運動量を変調した Q-スイッチ Nd:YAG レーザー(波長 1064 nm、パルス幅 20 ns、繰返し周波数 10 Hz)を金属ターゲットに照射した時にできたカイラル・ナノニードルの SEM 画像を図に示す。ナノニードルのカイラリティーは照射したレーザー光の角運動量のヘリシティと完全に整合する。また、角運動量の絶対値に対応して螺旋の巻数は増加することが分かっている。

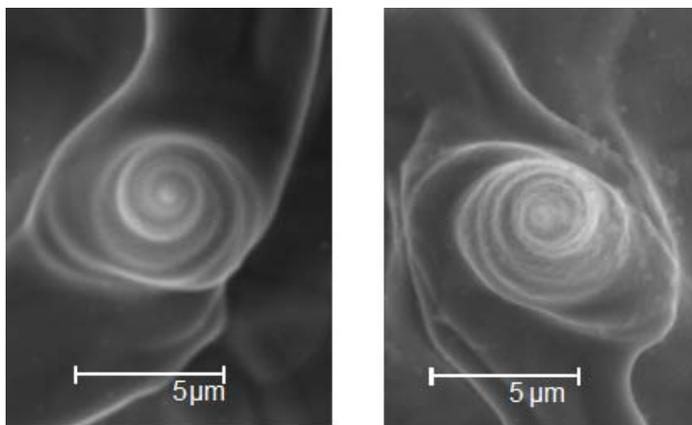


図 カイラル・ナノニードルの SEM 画像。時計回り、反時計回りの螺旋構造は光の角運動量の向きと整合している。また、螺旋構造の巻数は角運動量の絶対値大ききで決まる。

1. K. Toyoda, K. Miyamoto, N. Aoki, R. Morita, T. Omatsu, Nano Lett. **12**, pp. 3645–3649 (2012).
2. T. Omatsu, K. Chujo, K. Miyamoto, M. Okida, K. Nakamura, N. Aoki, R. Morita, Opt. Express, **18**, pp. 17967-17973 (2010).
3. J. Hamazaki, R. Morita, K. Chujo, Y. Kobayashi, S. Tanda, T. Omatsu, Opt. Express, **18** pp. 2144-2151 (2010).