

キラリティを有するナノギャップ構造の探索

Finding a nanogap structure with chirality

北大電子研¹, [○](M1) 福井 岳人¹, 田口 敦清¹, 笹木 敬司¹

Hokkaido Univ.¹, [○]Yamato Fukui¹, Atsushi Taguchi¹, Keiji Sasaki¹

E-mail: taguchi@es.hokudai.ac.jp

ナノ構造のペアを数ナノメートルまで近接させ、光を照射すると、そのギャップ部に強い電場増強が発生する。この現象は局在ギャップモードと呼ばれ [1]、ナノ光トラッピングやナノ光マニピュレーション[2]、表面増強ラマン散乱[3]など、ナノテクノロジー、ナノサイエンスの様々な分野で活用が期待されている。

ナノギャップ構造のほとんどは鏡像対称性を持つアキラル構造である。本研究では、ギャップ部の電場強度が入射する円偏光の向きに対して選択性を有する、キラリティを持ったナノギャップ構造を提案する。このような性質を持つナノギャップアンテナの形状は未知であるため、本研究では逆設計手法を活用して構造の探索を行った。具体的には、トポロジー最適化[4]を利用し、円偏光を入射した時に、ナノギャップ部の電場強度が最大となるような形状を数理的に求めた。構造の材料は酸化チタン (TiO₂) とした。

最適化により導出された構造を Fig. 1 に示す。得られた構造は 3 次元的に渦巻いた形となり、その渦の方向は入射光の円偏光の向きによって反転した。さらに、右回り円偏光で最適化した構造について有限差分時間領域 (FDTD) 法を用いてギャップ中心部の電場強度を解析した。その結果、波長 480 nm に対して、右回り円偏光を照射した時の電場強度は、左回り円偏光を照射した時に比べて 4.8 倍大きいことが分かった。構造の非対称性の評価として、非対称因子 $g = 2(I_R - I_L) / (I_R + I_L)$ を定義すると、その値は 1.3 となり、導出された構造はキラリティを有することが分かった。発表では構造のスペクトル特性や偏光特性の詳細についても議論する。

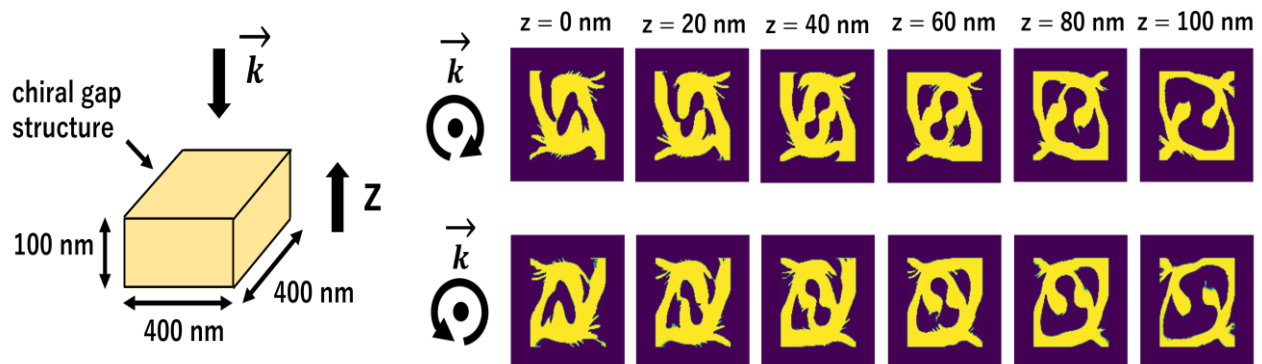


Fig.1 Chiral nanogap structure obtained using topology optimization. The parts colored in yellow and violet represent titanium dioxide (TiO₂) and air, respectively. The height of the structure is 100 nm. Incident light was circularly polarized with the handedness shown in the figure as the circular arrows.

参考文献

- [1] K. Braun, et al., Nanophotonics 7, 1503-1516 (2018).
- [2] O. Marago, et al., Nat. Nanotech. 8, 807-819 (2013).
- [3] V. Merk, et al., Adv. Opt. Mater. 1, 313-318 (2013).
- [4] J. Lu, et al., Opt. Express 21, 13351-13367 (2013).