

プラズモニック構造における光トポロジカルエッジ状態の観測

Observation of photonic topological edge states in plasmonic structures

東工大 理, JST さきがけ ○森竹 勇斗

Tokyo Tech, JST Presto ○Yuto Moritake

E-mail: moritake@phys.titech.ac.jp

近年、系やバンドのトポロジカルな性質に由来する現象を利用した「トポロジカルフォトニクス」と呼ばれる研究分野が、新たなナノフォトニクス分野として活発になっている。これまで、フォトニック結晶やメタマテリアルを用いた光版のトポロジカル絶縁体[1,2]が提案され、カイラリティと伝搬方向がロックした非散逸伝播や、構造揺らぎに対するロバストさなどから、新しい光制御技術として大きな注目を集めている[3]。これまでマイクロ波等の比較的長い波長域では金属で構成される系が報告されているが、光領域における報告は、ほとんどがシリコン等の半導体から構成される誘電体を扱っており、光領域のプラズモニック系はほとんど報告例がない。本発表では、2種類のプラズモニック構造における光トポロジカルエッジ状態の実験的観測を行った研究について紹介する。

ひとつめは、金属ナノディスクからなるジグザグ鎖である (図 1(a)) [4]。この系は、ディスクに誘起される双極子の鎖が SSH モデルで記述できることを利用し、トポロジカルな系を実現している。最大の特徴は、入射偏光に依存した光エッジ状態の位置のスイッチングや、光トポロジカル相転移である。ジグザグ鎖のエッジ状態はサブ波長サイズのディスクに局在するため、それを遠方場で観測することは難しいが、我々は長い鎖を用い、ふたつのエッジを空間的に離すことで、偏光によるエッジ状態のスイッチングやトポロジカル相転移の遠方場観測に成功した (図 1(b))。

ふたつめは、バレープラズモニック結晶 (VPIC) である (図 1(c)) [5]。バレーフォトニック結晶は、電子系のバレートロンニクスのアナロジーから反転対称性の破れたハニカム格子によって実現される。反転対称性の壊し方は2パターンあり、それらの界面にはエッジ状態が形成される。金属構造から形成される VPIC においても同様にエッジ状態を形成でき、その CL 分光結果から、ナノスケールでの光エッジ状態の観測に成功した (図 1(d))。

トポロジカルなプラズモニック系は、金属による損失のため、導波路等への応用は難しい。一方、強い電場の閉じ込め効果により、同じくトポロジカルな性質をもつ TMDC 等の二次元物質との光物質相互作用を研究・応用するための新しいプラットフォームへの展開が期待される。

[1] L. H. Wu and X. Hu, *PRL* 114, 223901 (2015). [2] A. B. Khanikaev *et al.*, *Nat. Matter.* 12, 233 (2013). [3] L. Lu *et al.*, *Nat. Photon.* 8, 821 (2014). [4] Y. Moritake *et al.* submitted [5] H. Saito *et al.* *Nano Lett.* 21(15), 6556 (2021).

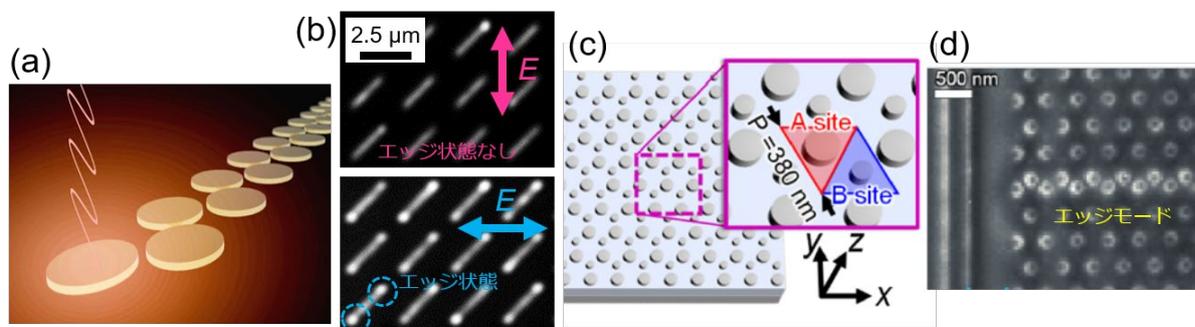


図 1(a)金属ジグザグ鎖構造 (b)偏光による光トポロジカル相転移 (c)バレープラズモニック結晶 (d)CL 分光によるプラズモニックエッジモードの可視化