ジグザグ鎖構造における光トポロジカルエッジ状態に関する数値解析

Numerical study on photonic topological edge state in a zig-zag chain

[1] 東工大理，[2]NTT ナノフォトニクスセンタ，[3]NTT 物性研　○森竹　勇斗 [1]，納富　雅也 [1,2,3]

[1]Tokyo Tech, [2]NTT Nanophotonics Center, [3]NTT Basic Research Labs.,

○Yuto Moritake[1], Masaya Notomi[1,2,3]

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

近年、光系においてバンドのトポロジー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トポロジカル絶縁体[1,2]などが提案され、カイラリティと伝搬方向がロックした非散逸伝搬や、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。

光トポロジカル絶縁体が 2 次元構造であるのに対し、図 1(a)のような 1 次元的なジグザグ構造においても系のバンドトポロジーに由来するエッジ状態が出現することが最近報告された [3]。このジグザグ鎖では、光の偏光の自由度を用いて SSH(Su-Schrieffer-Heeger)モデルをシミュレートしており、励起光の偏光状態に依存した光トポロジカルエッジ状態が発現する興味深い系である。

本研究では、金属ナノ共振器からなるジグザグ鎖構造における光トポロジカル状態について、数値シミュレーションによる調査を行った。特に、高吸収化構造を組み合わせた系と、非対称単位構造からなる系に着目し、検討を行った。高吸収化構造は、図 1(a)のような構造の背面に金属プレートを配置することで、吸収率を高めた構造となっている。このような系における高光吸収現象はこれまでよく研究がなされているが、光トポロジカルエッジ状態における高光吸収について検討した例はない。本研究の数値検討の結果、光エッジ状態が励起されている状態において吸収率が高くなることを見出した（図 1(b)）。一方、構成要素の対称性に着目し、非対称単位構造（スプリットリング構造）を用いることによる偏光・波長選択的エッジ状態（図 1(c)）を見出した。この結果は、対称性により光トポロジカルエッジ状態特性を変調できることを示しており、光系特有の新奇なトポロジカルエッジ状態への展開が期待できる。[1] L. H. Wu and X. Hu PRL **114**, 223901 (2015). [2] A. B. Khanikaev *et al.* Nat. matter. **12**, 233 (2013). [3] A. Poddubny *et al.* ACS Photon. **1**, 101 (2014).

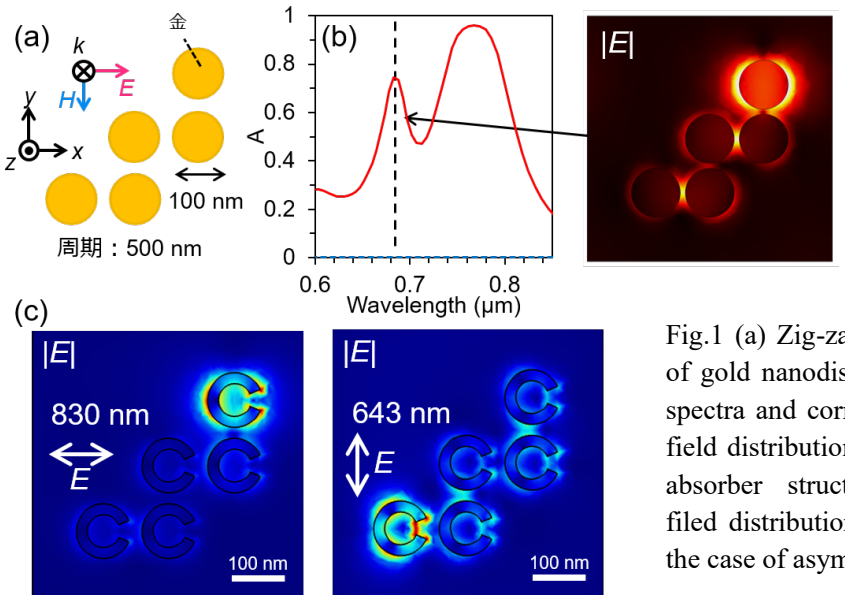

Fig.1 (a) Zig-zag chain consisting of gold nanodiscs. (b) Absorption spectra and corresponding electric field distribution in the case of an absorber structure. (c) Electric filed distributions at edge state in the case of asymmetric structures.

© 2019年 応用物理学会