

グラフェン装荷フォトニック結晶における例外点の検討

Study of exceptional point in graphene loaded photonic crystals

¹東工大理, ²NTT 物性研, ³JST さきがけ, ⁴NTT ナノフォトニクスセンタ

○大塚 秀太郎^{1,2}, 上村 高広^{1,2}, 養田 大騎², 森竹 勇斗^{1,3}, 納富 雅也^{1,2,4}

¹Tokyo Tech, ²NTT BRL, ³JST Presto, ⁴NTT NPC

○Shutaro Otsuka^{1,2}, Uemura Takahiro^{1,2}, Taiki Yoda², Yuto Moritake^{1,3}, Masaya Notomi^{1,2,4}

E-mail: otsuka.s.ac@m.titech.ac.jp

PT 対称性をもつ非エルミート物理系では、例外点 (Exceptional point: EP) をまたいだ PT 相転移が発現することが知られている。特に光学系では EP 付近で非相反現象など興味深い現象が予測され、研究が活発化している。非エルミート光学系を実現するためには損失を導入する必要がある、これまで様々な吸収材料が検討されてきた。なかでもグラフェンは吸収率が高く、屈折率実部にほとんど影響を与えずに損失を導入できる点で優れているが[1]、それを利用した周期的な損失を持つ非エルミート系は先行研究が少ない。本研究では、グラフェンを選択装荷したフォトニック結晶を用いて、固有偏光状態に EP を持つ非エルミート系を近赤外領域で実現する方法について検討したので報告する。

前回、我々は結合プラズモニック共振器と相変化材料を用いて、ジョーンズ行列に PT 相転移を起こす方法を報告した[2]。本研究では、その構造をシリコン化した正方格子フォトニック結晶 (図 1(a)) についてシミュレーションで調べた。単位格子は 2 つの誘電体ロッドからなり、基板は SiO₂、上部は PMMA で満たされている。今回、 Γ 点で縮退する 2 つの TM 固有モードに着目し、この構造に損失を与えて EP を形成し、固有モードから放射される遠方場の偏光状態を調べた。2 つのロッドはそれぞれ x, y 偏光を固有偏光状態に持つため、結合したロッドの固有偏光状態は直線偏光になる。しかし、片方のロッドにのみグラフェンを装荷して選択的に損失を導入すると、PT 相転移が起こりカイラリティを持つ EP が形成され、その結果として x, y 偏光間に位相差が生じ、円偏光状態になることが期待される[3]。ロッド間距離 g により結合の大きさを変化させると、2 つの直線偏光状態が 1 つの円偏光状態に近づいた後、再度 2 つの直線偏光状態に分かれる様子が確かめられた (図 1(b))。これは、グラフェンの損失によって非エルミート系が実現され、PT 相転移が発現していることを示唆している。

【謝辞】本研究は、科学研究費補助金 (20H05641) の援助の下に行われた。

[1] K. Kim *et al.* Nat Commun. 7, 13893 (2016). [2] 森竹他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z17-18 (2020).

[3] M. Lawrence *et al.* PRL. 113, 093901 (2014).

