

# 三角格子状のバレーフォトニック結晶におけるバレー依存した固有モード

## Valley-contrasting eigenmodes in valley photonic crystals with triangular lattice

○養田 大騎<sup>1,2</sup>, 納富 雅也<sup>1,2,3</sup>

東工大理<sup>1</sup>, NTT 物性研<sup>2</sup>, NTT ナノフォトニクスセンタ<sup>3</sup>

○Taiki Yoda<sup>1,2</sup>, Masaya Notomi<sup>1,2,3</sup>

Tokyo Institute of Technology<sup>1</sup>, NTT Basic Research Labs.<sup>2</sup>, NTT Nanophotonics Center<sup>3</sup>

E-mail: [yoda.t.aa@m.titech.ac.jp](mailto:yoda.t.aa@m.titech.ac.jp)

近年物性物理の分野において、グラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイドを用いたバレートロンニクスの研究が盛んに行われている[1]。バレートロンニクスでは電子が波数空間のどこにいるかというバレー自由度を擬スピンとして扱い、この擬スピンの用いたデバイス作成が行われている。

電子のスピン自由度とは異なり、このようなバレー自由度はフォトニックバンドにおいても同様に現れる。特に三角格子やハニカム格子はK点とK'点のバレー自由度を持つことから、これらの構造を用いたバレーフォトニクス研究が期待されている。円形の空気穴を三角格子状に配列したフォトニック結晶では、TMモードに対してはギャップが閉じておりK点とK'点でディラックコーンを持つ(Figure 2(a)赤破線)。本研究ではシリコンに Figure 1 のような三角形の空気穴をあけ、6 回回転対称性と空間反転対称性を破ることでギャップを開くことを考えた。まず初めに有効屈折率 2.64、格子定数  $a=660\text{nm}$  の下でバンド計算を行ったところ、対称性の低下に伴いK点、K'点の縮退が解け、バンドギャップが開くことが判明した(Figure 2(a)青)。次に屈折率  $n=3.46$ 、格子定数  $a=660\text{nm}$ 、厚さ  $h=0.5a$  のスラブで TM-like モードのバンド計算を行った(Figure 2(b))。その結果波長 1550nm 付近でバンドギャップが開き、ライトラインの下でK点とK'点に特異なバレーモードが生じるバレーフォトニック結晶として働くことを明らかにした。このバレーモードが持つ角運動量について、スピン角運動量と軌道角運動量について調べた結果について報告する。また互いに逆向きの構造を持つバレーフォトニック結晶の界面では、波数空間のベリー曲率に起因したエッジモードが現れることが知られている[2]。今回我々が扱った構造についても同様のエッジモードが出現することが判明したのでこれについても報告する。本研究は JSPS 科研費 JP16J07354 の助成を受けたものである。

[1]X. Xu et. al., Nature Physics **10**, 343 (2014); [2]T. Ma and G. Shvets, New J. Phys. **18**, 025012 (2016)

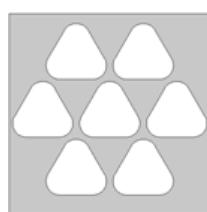


Figure 1

Lattice structure of  
valley photonic crystal

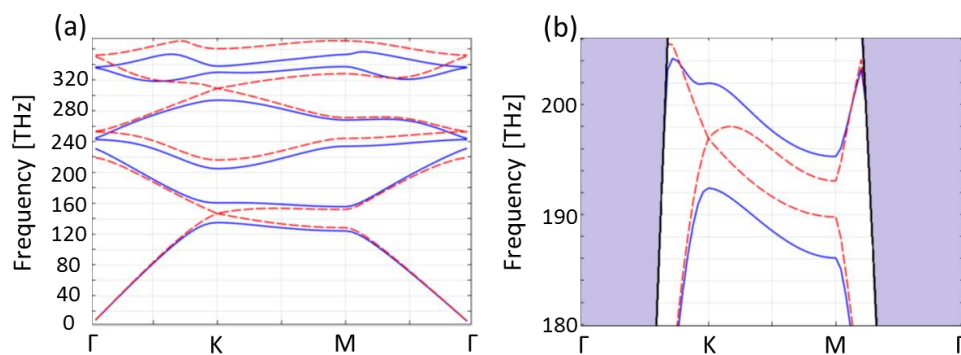


Figure 2

Band structure of (a) 2D photonic crystal and (b) photonic crystal slab  
with (blue) triangular airhole and (broken red) circular airhole