

トポロジカル材料科学と革新的機能創出
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

北村 恭子

京都工芸繊維大学 電気電子工学系
准教授

歪(ひずみ)フォトニック結晶科学の構築と新奇ビームレーザーへの展開

§ 1. 研究成果の概要

歪フォトニック結晶とは、フォトニック結晶を構成する格子点の格子配列や形状において空間的に断熱的な変化(格子歪)を有するものである。単位格子における平均屈折率が一定の条件下であったとしても、格子歪の効果のみで、光の伝搬を湾曲することができる。本研究では、このような歪フォトニック結晶の設計により、周回軌道を空間的に広域に作り出し、上方に取り出すことで、空間的に位相波面の制御されたビーム、すなわち光渦ビームの生成を実現することをねらいとしている。2021年度は、①周回軌道の実現に向けた、格子系の展開、②上方回折効果の付与に向けた、3次元FDTD法によるシミュレーションの環境整備、③光領域での実験実証に向けた、Si系の楕円格子点回転からなる歪フォトニック結晶スラブの作製プロセスの検討を行った。①においては、従来基準格子配列を正方格子配列に限定していたものから、三角格子配列に展開し、楕円格子点回転からなる歪フォトニック結晶において、等周波数面から群速度ベクトルの向きの変化を追跡する方法で、光の蛇行を定量的に評価した。その結果、低周波数領域においては、等方的な等周波数面の形状に起因して、基準格子配列によらない光蛇行が見られることが明らかとなった。またこの結果に発想を得て、格子点形状の楕円化と低周波数領域における等周波数面の扁平率とを定量的に取り扱うため、ソフトネスという評価指標を新たに定義し、格子点の楕円化(形状歪化)と格子配列の長方格子化(位置歪化)とが双対な関係であることを示すに至った。②においては、これまでの2次元FDTD法によるシミュレーションから3次元に展開し、一例として、楕円格子点回転からなる歪フォトニック結晶中の光伝搬を直接的に可視化する方法を、3次元FDTD空間において検討した。③においては、SOI基板上に光領域の歪フォトニック結晶を作製する条件を見出した。今後は、これらの研究成果を基に、光領域における新奇光伝搬の実験実証、および、周回軌道に向けた歪構造の設計に取り組み、新たなフォトニック結晶レーザーに展開する。

【引用した原著論文情報】

- 1) H. Kitagawa, K. Nanjyo, and K. Kitamura, "Effective field theory for distorted photonic crystals," Phys. Rev. A 103 063506 (2021).
- 2) K. Nanjyo, H. Kitagawa, D. Headland, M. Fujita, and K. Kitamura, "Steering of beam trajectory by distorted photonic crystals," arXiv:2110.05729 (2021).