

2 波長の共振モードによる蛍光増強を指向した ハニカム格子フォトニック結晶の設計

Design of honeycomb-lattice structured photonic crystal for enhancement of fluorescence intensity

阪府大院工¹, 香川大院工², JST さきがけ³, 志水 友哉¹, 安藝 翔馬¹,

前野 権一¹, 寺尾 京平², 塩見 太郎², 末吉 健志¹, 久本 秀明¹, 遠藤 達郎^{1,3}

Osaka Pref. Univ.¹, Kagawa Univ.², JST PRESTO³, Tomoya Shimizu¹, Shoma Aki¹, Kenichi Maeno¹,

Kyohei Terao², Taro Shiomi², Kenji Sueyoshi¹, Hideaki Hisamoto¹, and Tatsuro Endo^{1,3}

E-mail: endo@chem.osakafu-u.ac.jp

1. 概要

フォトニック結晶(photonic crystal: PhC)は、光の波長スケールの周期構造を有する誘電体材料であり、フォトニックバンド端による光閉じ込めや光波方向制御が可能である[1]。当研究室ではこれまでに、TiO₂ 製三角格子ナノピラーアレイ構造と蛍光色素含有ポリマー材料のハイブリッド型 PhC を開発し、蛍光の放射方向制御によって約 10 倍の蛍光増強を達成してきた[2]。本研究では、複数の共振モードを有するハニカム格子の利用を着想した。これにより蛍光色素の励起・蛍光波長それぞれに合致する共振モードが実現できれば、蛍光色素励起効率向上と蛍光の放射方向制御を同時に達成でき、更なる蛍光増強が期待される。今回は、それぞれの制御に適した共振ピークのシミュレーション解析を行ったので報告する。

2. シミュレーション解析と結果

TiO₂/ポリマーハイブリッド型ハニカム格子 PhC 構造 (Fig.1) を設計した。屈折率 2.5 の TiO₂ ピラーアレイ構造の間隙を、蛍光色素を含有した屈折率 1.5 のポリマーで埋めたハイブリッド構造を想定した。構造内部における閉じ込め光と放射光の FDTD(Finite difference time domain)法を用いたシミュレーション解析を行った。

Fig. 2 に解析結果を示す。波長 525 nm, 588 nm に閉じ込め光・放射光の共振ピークが確認され、両波長の光はそれぞれ PhC 内の平面方向、垂直方向の共振モードであることが垂直方向の電界分布より確認された。このことから、525 nm に励起波長をもつ蛍光体は PhC 平面内に閉じ込められた光に効率よく励起され、588 nm に蛍光を持つ蛍光体は蛍光の放射方向が垂直に制御されることによる蛍光増強が期待できる。

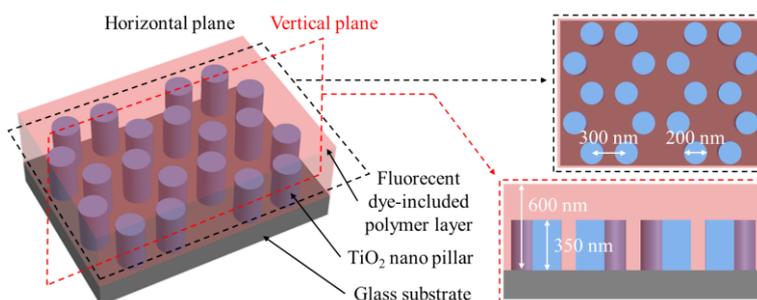


Fig. 1 Design of TiO₂/polymer hybrid honeycomb-lattice structured PhC

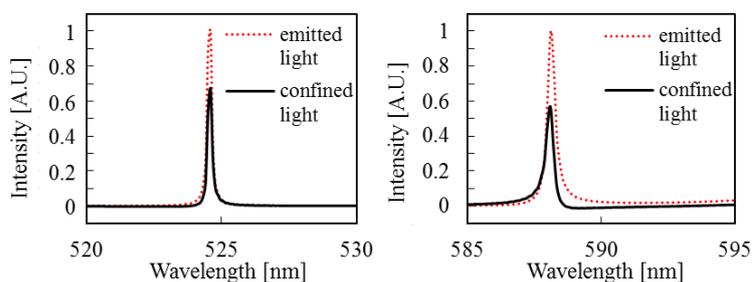


Fig. 2 Simulated spectra of confined and emitted lights in TiO₂/polymer hybrid honeycomb-lattice structured PhC

3. 参考文献

- [1] J. Lourtioz, et al., *Les Cristaux Photoniques ou la lumière en cage*, Lavoisier SAS, 2003, 木村 達也 訳, フォトニック結晶—ナノ光デバイスを目指して—, オーム社, 240-245.
[2] S. Aki, et al., *Proc. MicroTAS 2014*, 2291.