

量子ドット-フォトリック結晶結合系における発光制御

Control of Light Emission in Quantum Dot-Photonic Crystal Coupled Systems

東大生研¹, 東大ナノ量子機構² ○岩本敏^{1,2}, 太田泰友², 高橋駿², 田尻武義¹,
車一宏¹, 荒川泰彦^{1,2}

¹IIS and ²NanoQUINE, Univ. of Tokyo, °Satoshi Iwamoto, Yasutomo Ota, Shun Takahashi,
Takeyoshi Tajiri, Kazuhiro Kuruma, and Yasuhiko Arakawa
E-mail: iwamoto@iis.u-tokyo.ac.jp

フォトリック結晶 (Photonic Crystal, PhC) は、輻射場のエンジニアリングとそれを利用した物質と光の相互作用の高度制御を可能にするフォトリックナノ構造の一つであり、半導体や有機材料などの様々な材料の発光特性の制御に利用されている。特に、微小領域に強い光閉じ込めを可能とする PhC ナノ共振器は、そこに配置された発光体の自然放出レートの増強 (パーセル効果) や物質と光子の強結合状態の実現など、共振器量子電気力学 (Cavity Quantum Electrodynamics, CQED) 的効果が顕著に発現するため、物理の探求と応用の舞台となっている。

我々は、量子ドット (Quantum Dot, QD) を含む高品質な PhC および PhC ナノ共振器の作製技術を確立し、固体 CQED の基礎研究と高効率光源への展開を目指した研究に取り組んできた[1]。これまでに、2次元および3次元 PhC ナノ共振器レーザ [2,3] や QD 励起子と各種ナノ共振器との強結合系の実現[4,5]とその分光研究[6]などを報告してきた。

本講演では、QD-PhC 結合系における発光制御の基礎を簡単に述べた後、高品質な PhC ナノ共振器により可能となる二光子発光の増強[7]や時間分解発光測定による真空ラビ振動の観測[8]などの成果について紹介する。また、カイラルフォトリック結晶を用いた量子ドットの円偏光発光特性の制御[9]や、縮退共振器を用いた光の軌道角運動量を有する光子生成の可能性[10]など、QD-PhC 結合系における発光制御の新たな展開として取り組んでいる話題の幾つかについても議論する予定である。

謝辞: 本研究は科研費特別推進研究 15H05700, 新学術領域研究 15H05868, 基盤研究(B)17H02796, JST-CREST などにより遂行された。

参考文献:

- [1] Y. Arakawa, S. Iwamoto, M. Nomura, A. Tandraechanurat, Y. Ota, J. Sel. Top. Quantum Electron. **18**, 1818 (2012).
- [2] M. Nomura, S. Iwamoto, K. Watanabe, N. Kumagai, Y. Nakata, S. Ishida, and Y. Arakawa, Opt. Express **14**, 6309 (2006).
- [3] A. Tandraechanurat, S. Ishida, D. Guimard, M. Nomura, S. Iwamoto, and Y. Arakawa, Nat. Phot. **5**, 91 (2011).
- [4] Y. Ota, M. Shirane, M. Nomura, N. Kumagai, S. Ishida, S. Iwamoto, S. Yoroze, and Y. Arakawa, Appl. Phys. Lett. **94**, 033102 (2009).
- [5] R. Ohta, Y. Ota, M. Nomura, N. Kumagai, S. Ishida, S. Iwamoto, and Y. Arakawa, Appl. Phys. Lett. **98**, 173104 (2011).
- [6] Y. Ota, R. Ohta, N. Kumagai, S. Iwamoto, and Y. Arakawa, Phys. Rev. Lett. **114**, 143603 (2015).
- [7] Y. Ota, S. Iwamoto, N. Kumagai, and Y. Arakawa, Phys. Rev. Lett. **107**, 233602 (2011).
- [8] K. Kuruma, Y. Ota, M. Kakuda, S. Iwamoto, and Y. Arakawa, CLEO, JTh1E.4, San Jose, USA (2017).
- [9] S. Takahashi, T. Tajiri, Y. Ota, J. Tatebayashi, S. Iwamoto, and Y. Arakawa, CLEO, FF1C.2. San Jose, USA (2015).
- [10] S. Iwamoto, Y. Ota, and Y. Arakawa, ICNN2017, ICNN1-4, Yokohama, Japan (2017).