

H0 型フォトニック結晶ナノ共振器-量子ドット結合系における 大きな真空ラビ分裂(>350 μ eV)の観測

Observation of a large vacuum Rabi splitting (>350 μ eV) in a H0 photonic crystal nanocavity-quantum dot coupled system

東大生研¹, 東大ナノ量子機構², O高宮大策¹, 太田泰友², 太田竜一¹, 都木宏之¹,
熊谷直人², 石田悟己¹, 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2}

IIS Univ. of Tokyo¹, NanoQuine², O.D. Takamiya¹, Y. Ota¹, R. Ota¹, H. Takagi¹,

N. Kumagai², S. Ishida¹, S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2}

E-mail: daisaku@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに フォトニック結晶(PhC)ナノ共振器・量子ドット(QD)結合系は単一光子レベルで発現する大きな非線形光学応答を有し、量子情報デバイス等への応用が期待される。特にその小さな共振器モード体積 V を生かして 100 μ eV(=25GHz)程度の大きな共振器-QD 間の結合定数 $g(\propto 1/\sqrt{V})$ を実現できるため、高速単一光子スイッチなどへの応用が期待されている[1]。現在までに、 g 増大を目指し、 V の異なる様々な共振器-QD 結合系が作製・報告されているが[2]、InAs-QD 系において実現された g の最高値は 158 μ eV に留まっていた[3]。今回我々は極小 $V(\sim 0.25(\lambda/n)^3)$ を持つ H0 型共振器を用いて、大きな真空ラビ分裂(=353 μ eV)を観測することに成功した。見積もられた g は 176 μ eV であり、現在報告されている InAs-QD-cavityQED 系で最高値である。

実験 試料はスラブ厚160nmのGaAs二次元PhCで、内部にInAs-QDが埋め込まれている。共振器には図1(a)に示すH0型(格子定数300nm)を用い、その発光を低温顕微PL法によって調べた(4K,CW励起,波長808nm)。図1(b)に示すように、共振器モード(Q $\sim$ 18,000)に加え、量子ドットからの2本の輝線X1,X2が観測された。Xeガスを用いて共振器-QD間距離調を変化させながら[4]スペクトル測定を行った結果、共振器モードとQDとの間に真空ラビ分裂が観測された(図1(c)参考)。

X1(X2)は共振器と強く結合することで2つのポラリトンUP1とLP1(UP2とLP2)に分裂している。図1(d)に共振器モード波長をスキャンした時のポラリトンピーク波長の変化を示す。見積もられた真空ラビ分裂の大きさは353 μ eV、結合定数 g は176 μ eVである。詳細は当日報告する。

参考文献 [1] T. Voltz *et al.*, Nature. Photonics. **6** 605 (2012)

[2] R. Ota *et al.*, Appl. Phys. Lett. **98**, 173104 (2011) [3] M.

Winger *et al.*, Phys. Rev. Lett. **101** 226808 (2008) [4] S.

Mosor *et al.*, Appl. Phys. Lett. **87** 141105 (2005) **謝辞** 本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業および最先端研究開発支援プログラムにより遂行された。

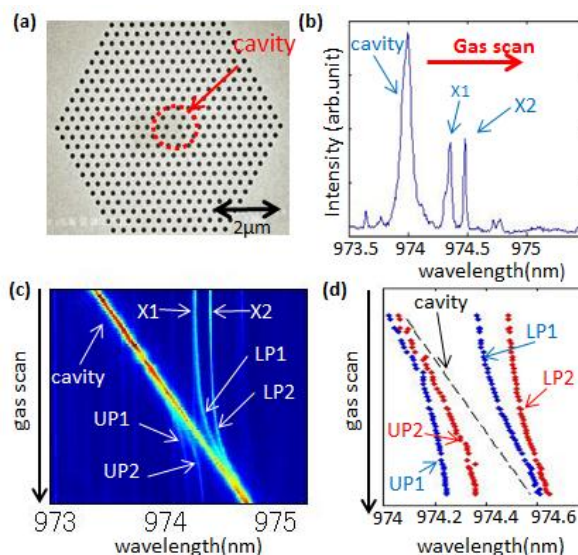


Fig.1. (a) SEM image of a H0 photonic crystal nanocavity. (b) PL spectrum before gas absorption. (c) Color plot of PL spectra obtained by varying the cavity mode wavelength. (d) Transition of peak wavelengths during gas scanning. The dashed line shows the estimated cavity peak wavelength.