

量子ドット-ナノ共振器強結合系における真空ラビ振動の時間領域観測

Time-domain measurement of vacuum Rabi oscillations in a strongly-coupled

quantum dot-nanocavity system

○車一宏¹, 太田泰友², 角田雅弘², 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2}

(1. 東大生研, 2. 東大ナノ量子機構)

○K. Kuruma¹, Y. Ota², M. Kakuda², S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2}

(1. IIS, Univ. of Tokyo., 2. NanoQuine, Univ. of Tokyo.)

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

はじめに フォトニック結晶(PhC)ナノ共振器と量子ドット(QD)の強結合系における発光ダイナミクスの研究は、共振器量子電気力学(CQED)やその応用の観点から重要である。特に、キャリア注入された系における時間領域のダイナミクスを明らかにすることは、QDを用いたナノレーザや量子光源などの古典・量子発光デバイスへの応用を目指す上で必要である[1]。しかし、従来の大きな共振器損失を持つQD-共振器強結合系では、時間領域における高速なダイナミクスの直接観測が困難であったため、これまで光学プローブ等[2,3]を用いた観測に留まっていた。今回我々は、高 Q 値化したPhC共振器と高速超伝導単一光子検出器を用いることで、光励起されたQD-ナノ共振器強結合系において初めて真空ラビ振動の時間領域観測に成功したので報告する。

実験 試料には低密度InAs/GaAs QDが埋め込まれた測定 Q 値80,000(図1(a))の2次元PhCダブルヘテロ共振器(スラブ厚130 nm)を用いた。まず低温顕微分光法(CW、808 nm、9K)により評価した結果を図1(b)に示す。QD-共振器共鳴時には強結合状態を示す真空ラビ分裂($34 \mu\text{eV}$)を観測し、QD-共振器結合定数 $g = 18 \mu\text{eV}$ を見積もった。図2(a)は同一試料における時間分解発光測定(ピコ秒パルス、励起波長908 nm、測定時間分解能25 ps)の結果である。QD-共振器共鳴時には、周期119 psを持つ明瞭な真空ラビ振動を観測し、さらにQD-共振器離調の増大による振動周期の短縮も確認した。また、図2(b)はQD-共振器離調とラビ周波数の関係を示しており、実験値がCQEDモデル($\Omega \sim (4g^2 + \delta^2)^{1/2}$)から推定される理論値とよく一致した。

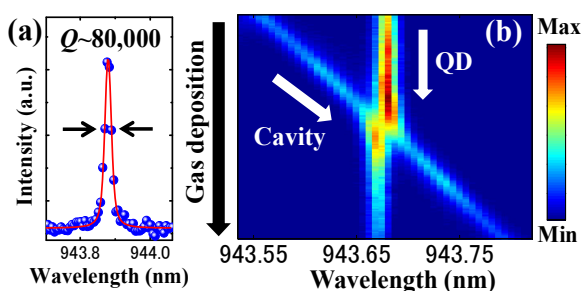


Fig.1. (a) Measured cavity spectrum under a far detuned condition. (b) Color map of PL spectra as the cavity mode crosses the QD emission line.

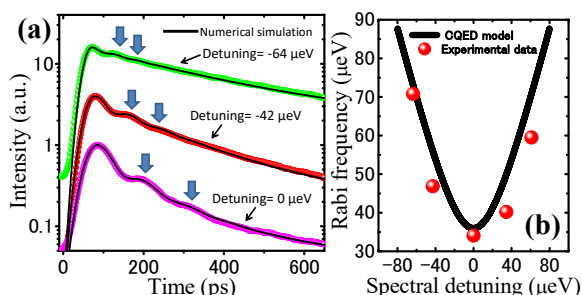


Fig.2. (a) Time-resolved PL spectra under various spectral detunings. Blue arrows indicate peak positions of the oscillations. (b) Measured Rabi frequencies versus QD-cavity detunings.

参考文献 [1] R. Bose, *et al.*, Nat. Phot. **8**, 858 (2014). [2] D. Englund *et al.*, Phys. Rev. Lett. **104**, 073904 (2010). [3] A. Majumdar, *et al.*, Phys. Rev. A **85**, 033802 (2012). **謝辞** 本研究は科研費特別推進研究(15H05700)およびNEDOプログラムにより遂行された。