

TEM グリッドに塗布したコロイド量子ドットの単一光子特性評価

Single-photon characteristics of colloidal quantum dot dropcasted on TEM grid

^A情報通信研究機構, ^B理研 CEMS, ^C神戸大学

○井原 章之^A, 榎本 航之^B, 夫 勇進^B, 富成 征弘^A, 三木 茂人^{A,C}, 寺井 弘高^A

^ANational Institute of Information and Communications Technology, ^BRIKEN CEMS, ^CKobe univ.

○Toshiyuki Ihara, Kazushi Enomoto, Yong-Jin Pu, Yukihiro Tominari, Shigehito Miki, and Hirotaka Terai

E-mail: t-ihara@nict.go.jp

近年、単一光子を代表として、古典的な波の概念では説明できない特性をもつ非古典光を用いた通信技術や情報処理テクノロジーへの関心が高まっている[1]。その中で、ナノ材料の発光プロセスを利用した発生手法は、高純度の単一光子を高いレートで発生できるメリットがあり、注目を集めている[2]。単一光子の純度とは、強度相関の時刻ゼロの値 $g^{(2)}(0)$ で決定される量であり、値が小さい方が優れている。高純度の単一光子を用いると、量子暗号通信の長距離化や量子シミュレーションの低エラー化が可能になる。我々も近年、可溶性の発光材料であるコロイド量子ドット (Colloidal quantum dots ; CQD) に着目し、高純度の単一光子を室温で発生させる技術の開発を進めている。最近の実験では、発光の減衰曲線に時間的なフィルターをかけ、1 電子正孔対 (= エキシトン) の発光を抽出することにより、 $g^{(2)}(0)=0.005$ となる高純度な単一光子を発生できることを明らかにした (図 1)。

今回我々は、カバーガラスの上に CQD を塗布する従来手法ではなく、透過型電子顕微鏡 (TEM) 用の支持膜付きグリッドの上に CQD を塗布する新たな手法を開発し、作製した試料の単一光子特性を評価した。発光波長が 620 nm の試料において、カバーガラスを用いた従来の実験[3]と同程度の、極めて高い単一光子純度 ($g^{(2)}(0) = 0.003$) を観測することができた (図 1; inset)。本実験により、TEM グリッドの上に塗布した CQD においても、高純度な単一光子を効率よく発生できることが明らかになった。さらに本実験で開発した手法を、先行研究で報告されている手法[4]と組み合わせることにより、高純度の単一光子発生を検証した上で、その CQD の TEM 像を観察することが可能になる。

本研究は、科研費(18K04902)の助成を受けて行った。

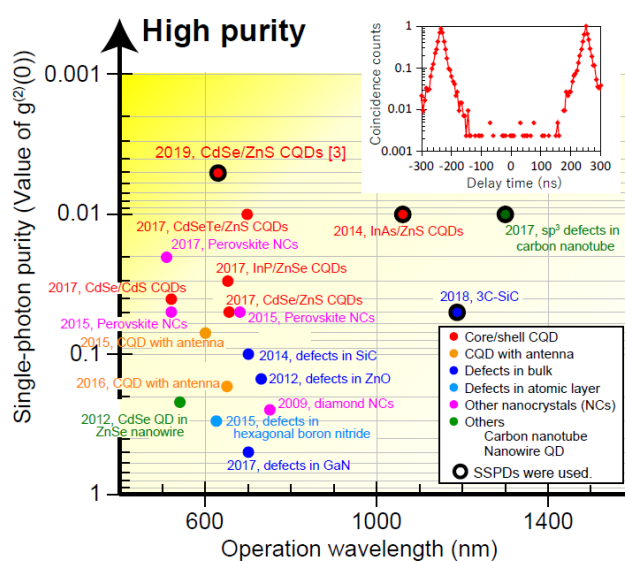


図 1 : 様々な材料からなる室温単一光子発生法における、単一光子純度の値。我々は近年の実験で、超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (SSPD) と時間的なフィルターを用いることにより、最も高い値 ($g^{(2)}(0)=0.005$) を観測することができた。TEM グリッドを用いた今回の実験でも、同程度の単一光子純度となるデータが得られた (inset 図)。

[1] J. Wang, F. Sciarrino, A. Laing, and M. G. Thompson, Nat. Photon. **14**, 273 (2020).

[2] P. Senellart, G. Solomon, and A. White, Nat. Nanotech. **12**, 1026 (2017).

[3] T. Ihara, S. Miki, T. Yamada, T. Kaji, A. Otomo, I. Hosako, and H. Terai, Sci. Rep. **9**, 15941 (2019).

[4] K. R. Reid, S. J. Rosenthal *et al.*, ACS NANO **12**, 11434 (2018).