# タイムゲートを活用した単一ドット発光の強度相関解析

## Analysis of intensity correlation of single-dot emission using time-gate technique

情報通信研究機構　○井原 章之，梶　貴博，山田　俊樹，大友　明
Advanced ICT Research Institute, National Institute of Information and Communications Technology
○Toshiyuki Ihara, Takahiro Kaji, Toshiki Yamada, and Akira Otomo
E-mail: t-ihara@nict.go.jp

半導体ナノ粒子（コロイド量子ドット）は、室温において高効率に発光するナノ材料である。バイオイメージングやディスプレイに利用されているほか、量子光源としての応用も期待される。ナノ粒子の性質は、粒子のモルフォロジーや周辺環境に強く影響される。そのため、様々なサイズ・形状・材質のナノ粒子が世界中で活発に研究されている。ナノ粒子の性質・性能を評価する上で大変役立つ計測法のひとつが、単一ナノ粒子発光分光法である。この分光法を用いて単一ナノ粒子の発光の時間変化を分析すると、内部に形成される励起子に加えて、荷電励起子や励起子分子の性質を調べることができる。近年では、単一ナノ粒子の励起子・荷電励起子発光に対するシュタルク効果の影響や、励起子分子から２つの光子が連続して放出される「２光子カスケード発光」の特徴が明らかになっている[1-5]。

今回我々は、様々な単一ナノ粒子の２光子カスケード発光の特徴を明らかにすることを目的として、新たな解析法を開発し、その有効性を確かめるためのモデル計算を行った。新たな解析法とは、励起子に比べて早い寿命をもつ励起子分子の発光を除去するために、発光減衰曲線に対してタイムゲートをかけて強度相関を解析する手法である。図１に、パルスレーザーで励起された単一ドットを想定し、発光の強度相関をモデル計算した結果を示した。タイムゲートをかけていない場合(赤線)は、２光子カスケード発光がセンターピークに現れる。一方で、タイムゲートをかけた場合(青線)は、2 光子カスケード発光が除去され、センターピークが消失する。この計算結果は、強度相関のセンターピークがカスケード発光に起因するものであることを示す上で、タイムゲートを活用した解析法が役立つことを示している。

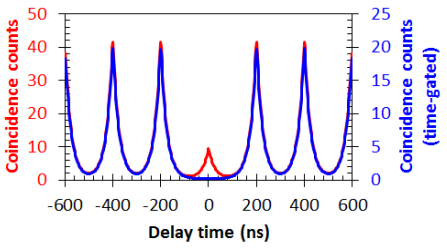


図１：単一ドット発光の強度相関をモデル計算した結果。タイムゲートあり(赤線)・なし(青線)で、センターピークに差が生じる。

講演では、タイムゲートを活用した強度相関を様々な条件下で計算した結果を示し、解析法の有用性を議論する。また、単一 CdSe/ZnS ナノ粒子に対して計測した実験データに対し、タイムゲートを用いて強度相関を解析した結果についても報告する。

本研究は、科研費(16K17483)の助成を受けて行った。

[1] T. Ihara and Y. Kanemitsu, Phys. Rev. B **90**, 195302 (2014).
[2] T. Ihara and Y. Kanemitsu, Phys. Rev. B **92**, 155311 (2015).
[3] H. Ibuki, T. Ihara, and Y. Kanemitsu, J. Phys. Chem. C **120**, 23772 (2016).
[4] T. Ihara, Phys. Rev. B **93**, 235442 (2016).
[5] N. Hiroshige, T. Ihara, Y. Kanemitsu, Phys. Rev. B **95**, 245307 (2017).

© 2017年 応用物理学会