

量子ドット成長基板上に作製したプラズモニックメタ表面の超線形効果 Superlinear Effect of Plasmonic Metasurfaces Fabricated on Quantum-Dot-Grown Substrates

物材機構 ○岩長 祐伸, 間野 高明, 池田直樹

NIMS ○Masanobu Iwanaga, Takaaki Mano, Naoki Ikeda

E-mail: iwanaga.masanobu@nims.go.jp

物質の応答を人工的に増強しようというプラズモン増強の試みはラマン散乱、蛍光、高次高調波発生、光触媒、受光素子など多様な展開を見せている [1]。とりわけ顕著な成功例が報告されている発光のプラズモン増強効果に関連して、今回半導体量子ドットからの発光を効果的に取り出す実験を試みた。図1はその結果の一例を示している。図1(a)は金(Au)の網目構造からなる単層のプラズモニックメタ表面とGaAs基板中のInAs量子ドット(QDs)埋め込み位置(黄色点線)を模式的に示している。

図1(b)は測定した発光スペクトル(赤線)と垂直反射スペクトル(黒破線)を示している。矢印でQD発光ピークを指示しており、メタ表面の共鳴(反射ディップ)と一致している。発光スペクトルは波長532nmの連続レーザー照射によって誘起した。図1(c)はQD発光強度(赤丸)の励起パワー(P)依存性を示しており、べき乗フィッティングを行った結果、 $P^{1.92}$ に比例することが分かった(赤線)。一方、参照用に図1(b)に表示している入射レーザーの散乱光は $P^{1.0}$ に比例する。つまり散乱光強度(図1(c)中の□)は線形に変化する。

通常、非線形応答は高い励起パワーほど観測されやすい傾向にあるが、今回の結果は弱励起の領域でも発光強度は超線形応答($\propto P^\alpha$, $\alpha > 1$)を示し、本研究のプラズモン・半導体結合系が非線形なシステムであることを強く示唆している。

[1] For example, M. Iwanaga, *Plasmonic Resonators: Fundamentals, Advances, and Applications* (Pan Stanford, Singapore, 2016).

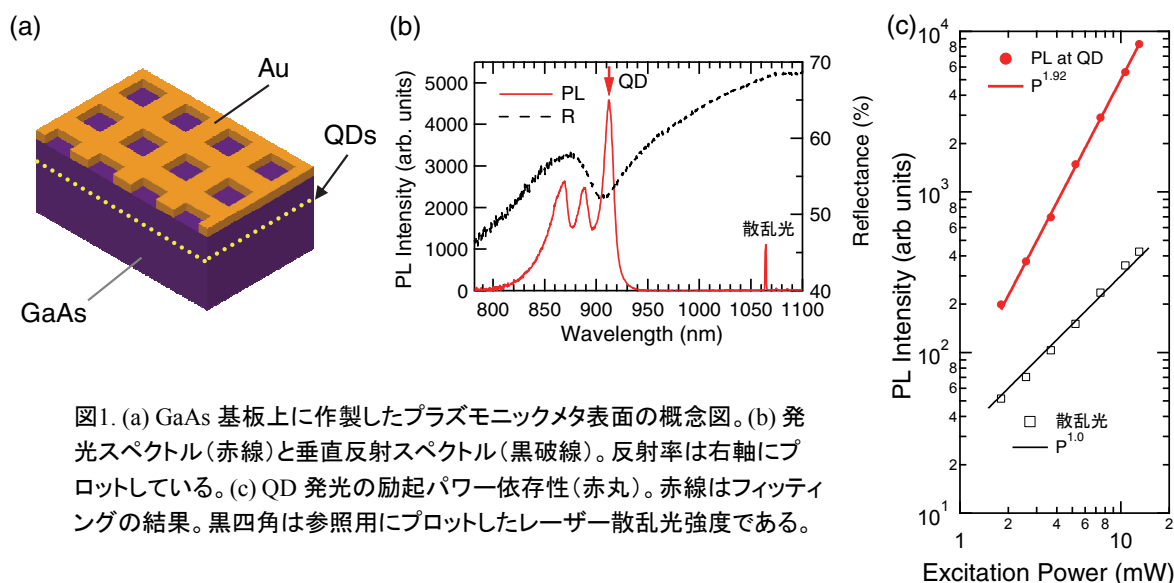


図1. (a) GaAs 基板上に作製したプラズモニックメタ表面の概念図。(b) 発光スペクトル(赤線)と垂直反射スペクトル(黒破線)。反射率は右軸にプロットしている。(c) QD 発光の励起パワー依存性(赤丸)。赤線はフィッティングの結果。黒四角は参照用にプロットしたレーザー散乱光強度である。