

分子・物質合成プラットフォームにおける利用成果

硫化銅ナノ粒子の近赤外局在プラズモン共鳴における 光学非線形性の研究

名古屋工業大学

濱中 泰, 廣瀬 達徳, 山田 薫

【目 的】

金などの貴金属のナノ粒子が示す局在表面プラズモン共鳴(LSPR)の応用技術であるプラズモニクスの研究が盛んである。一方、近年は貴金属ナノ粒子に代わって高密度にキャリアをドーピングした半導体ナノ粒子のLSPRが注目されている。半導体ナノ粒子は、ドーピングによってLSPR波長を広い範囲で制御できる点が優れており、また近赤外領域にLSPRを示すためバイオイメージングや光通信デバイス等の応用に適している。半導体ナノ粒子では比較的大きいサイズでキャリアの量子閉じ込め効果が顕著になるが、これがLSPRに及ぼす影響は興味深い。本研究では、硫化銅(Cu_{2-x}S)ナノ粒子を対象に、LSPRの特性が強く反映される非線形光学特性を調査した。

【成 果】

波長可変ピコ秒パルスレーザーを光源に使用して、三次の非線形光学効果である非線形吸収係数をLSPRバンド近傍で測定した。図1に平均粒径4.5 nmの硫化銅ナノ粒子の吸収スペクトルと非線形吸収係数 β のスペクトルを示す。 β は負であり、その大きさはLSPRに対して共鳴増大した。 β の最大値は $-0.15 \text{ cm}^2/\text{GW}$ であり、貴金属ナノ粒子と同程度であった。硫化銅ナノ粒子が近赤外領域のプラズモニクス材料として有望であることがわかった。LSPR吸収ピークでの β のナノ粒子サイズ依存性を図2に示す。ナノ粒子濃度に差があるため、値は線形吸収係数 α で規格化して補正した。大きいナノ粒子の方が非線形吸収係数が大きいことがわかった。観測された種々の特徴は、貴金属ナノ粒子と良く一致しており、5 nmより大きい硫化銅ナノ粒子のLSPRは、基本的にこれまでに構築された貴金属のLSPRの理論によって説明できると考えられる。

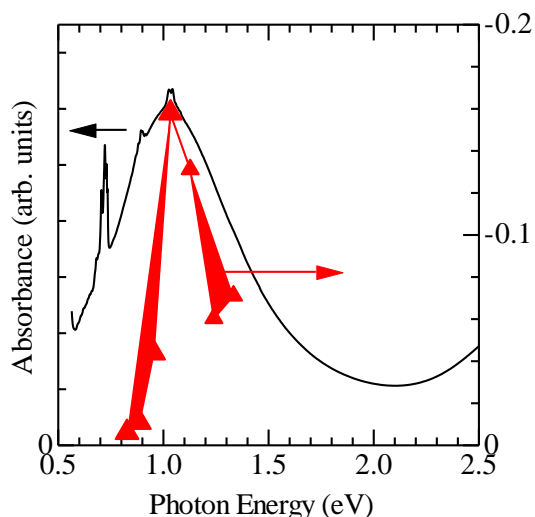
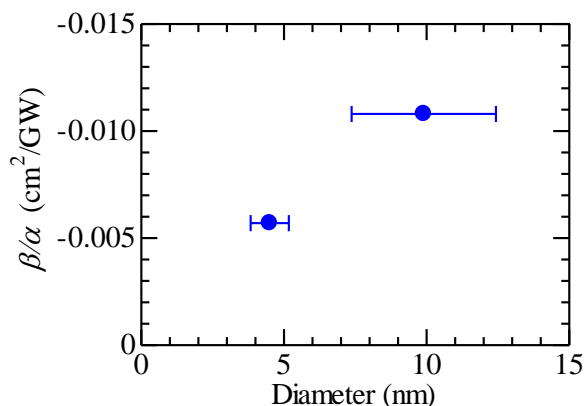
図1 吸収スペクトル (—) と非線形吸収係数 β (▲)

図2 非線形吸収係数のサイズ依存性