

【基盤研究(S)】

理工系(化学)



研究課題名 ナノドット配列における結合励起状態の時空間特性と励起場制御

分子科学研究所・光分子科学研究領域・教授

おかもと ひろみ
岡本 裕巳

研究分野: 化学

キーワード: ナノ計測、走査プローブ顕微鏡、表面・界面、クラスター・微粒子

【研究の背景・目的】

ナノレベルのサイズの物質には、マクロな物質とも、分子レベルの物質とも異なる特異な性質が現れ、21世紀の科学と技術に新たな展開を与えることが期待されている。特に、励起状態(物質のエネルギーが通常よりも高い状態)の性質が、ナノ物質の新たな特性に密接に関わる。本研究では、様々なナノサイズの物質構造を作成し、その励起状態の特異な性質、特に光学的性質との関連に注目して研究を行う。ナノ構造の設計を通じて励起状態の特性を制御することで、例えば空間的に大きな領域に広がる光を、ナノレベルの小さな空間の目的とする場所に運んだり、通常環境では起こらない分子の変化を誘起すること、またそれらを利用して微小な光通信素子を構築すること等ができると考えられている。それを実現し、発展させるための体系を確立するには、光の空間構造をナノレベルで解析する必要があるが、普通の顕微鏡ではそれはできない。本研究では、我々が自ら開発した近接場顕微分光装置を用いて、ナノレベルの光学イメージングを行い、ナノ構造上の光の空間分布の特徴やその分光特性を、直接観察する。その結果を、モデル計算等を併用して解析することで、ナノ構造と光学特性の関係を解明・概念化して、新しい特性を創出し、ナノ空間で光と励起状態を制御するための基盤を構築していく。

【研究の方法】

半導体微細加工技術として用いられる電子線描画装置により、設計された構造と配置をもつナノ物質試料を作成する。研究の前半では、貴金属のナノ構造に重点を置く。特に、金属の円形ディスクや、金属薄膜に開いた円形の孔(これらを円形ナノドットと総称する)を様々な構造に配列した試料(鎖状や環状にドットを配置した構造、2次元的にドットを敷き詰めた構造、規則正しく配列したもの他、揺らぎや欠陥を導入した構造等)を中心に研究を行う。作成した試料は、近接場光学顕微鏡(ナノ空間領域での光の減衰や散乱・発光、及び光に対する非線形な応答を観測する実験的手法)によって、ナノ光学イメージングの測定を行う。我々の以前の研究により、近接場イメージングの実験で、ナノ構造上の光の空間分布が観察できることがわかっている。得られた光の空間構造の実験データは、電磁気学理論に基づくシミュレーションや、より単純で物理的な描像を抽出

し易いモデル計算等を併用して解析する。研究の後半では、金属に限らず、半導体や高分子など、興味深い特性の期待できる様々な物質を対象を挙げ、見いだされる現象の、物質による個性と一般性を議論する。

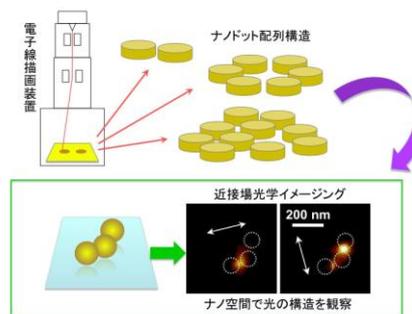


図 研究の方法: 電子線描画で作成したナノ構造を近接場イメージングで観察。

【期待される成果と意義】

本研究によってナノ物質における励起状態と光の時空間構造を支配する基本原理が解明され、更に設計・制御していくための、基盤となる指針が得られると期待される。これを基礎として、適切に設計されたナノ物質の中でのみ起こる光物理・光化学現象の創出や、極めて高い感度を持つ化学物質検出法、様々な光応答性材料や微小な光通信素子、光情報処理等の技術に繋がる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・Hiromi Okamoto and Kohei Imura, "Near-field optical imaging of enhanced electric fields and plasmon waves in metal nanostructures," *Prog. Surf. Sci.* **84**, 199-229 (2009).
- ・岡本裕巳, 「プラズモンのイメージング」, プラズモンナノ材料の最新技術, 山田 淳 監修, シーエムシー出版, pp. 105-115 (2009).

【研究期間と研究経費】

平成22年度-26年度
119,300千円

【ホームページ等】

<http://www.ims.ac.jp/know/light/okamoto/okamoto.html>