



研究課題名 紫外プラズモニクスの開拓

大阪大学・大学院工学研究科・教授 かわた さとし  
河田 聡

研究分野: 工学

キーワード: 光計測・プラズモニクス

【研究の背景・目的】

本研究は、これまで原理的に可視光・近赤外に限定されていた「プラズモニクス」の分野を紫外・深紫外領域に展開し、紫外領域でのナノ構造と光の相互作用の科学およびそのバイオサイエンス・デバイス工学・ナノ材料科学への展開を目指すことを目的とします。

プラズモニクスの意義は、フォトンと金属自由電子の集団的振動の相互作用により、金属表面に極めて高い運動量（波数）を持つ表面電磁場を局在させることができる点にあります。しかし、金属材料はプラズマ振動数を可視域にもち、それを超える紫外領域では誘電体となるため、プラズモニックなスローライト効果や光の増強効果は得られません。そのため、従来「プラズモニクス」とは可視・近赤外領域の科学であるというのが常識でした。しかし、紫外・深紫外領域は、バイオイメージングや半導体デバイスの評価等において今後ますます重要となります。本研究では、「紫外域でのプラズモニクス」の科学を開拓し、バイオサイエンス・デバイス工学・ナノ材料科学への貢献をはかります。

【研究の方法】

1. 紫外プラズモニクスの原理開発

金属材料を基礎とする可視プラズモニクスに代わる紫外プラズモニクスの原理研究を行います。金属材料は、その局在プラズモン波長が350nmから500nm付近に存在し、紫外領域では透明な誘電体として振る舞います。そのため、プラズモニックな効果は期待できません。私たちは、従来の金属に代わり、紫外域でプラズモニック効果を得る手法の、原理開発および実証を行います。この新原理に基づいてナノ粒子（球、ロッド、ピラミッド、キューブ）やチップを作製し、共鳴波長を深紫外から近紫外領域で制御します。共鳴効果を高め、大きな電場増強効果を得るために、理論計算からの検討も加え、波長によって最適なナノ構造を提案します。

2. 紫外プラズモニックナノプローブのバイオイメージングへの応用

紫外プラズモニクスの原理に基づき作製したナノ構造体をプローブとして用いて、生体分子のナノイメージングを行います。多くの生体分子は、深紫外領域に電子共鳴を持つため、これを利用することにより可視では得られないユニークな情報を得ることができます。また、プラズモニックナノプローブを用いた近接場イメージングでは、分解能はプローブの大きさ程度となり、光の回折限界に左右されません。これらの技術を応用し、生体分子の空間分布や配向、構造に関する情報をナノスケールの空間分解能で得るための技術を確立します。

【期待される成果と意義】

これまで紫外でのプラズモニクス研究は世界に例がありませんでした。しかし、紫外光のフォトンエネルギーは物質の電子共鳴準位のエネルギーに相当し、光スペクトルの中でも利用価値の高い波長域として位置づけられます。本研究は、紫外技術とその応用に、紫外プラズモニクスを基礎とした近接場光学・ナノフォトニクスを結びつけます。「紫外プラズモニクス」はそれ自体が全く新しい科学であるのみならず、新しい産業応用分野をも開拓するポテンシャルを秘めています。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. S. Kawata, "Near-Field Optics and Surface Plasmon Polaritons," Springer (2001).
2. S. Kawata and V. M. Shalaev, "Tip Enhancement," Elsevier (2007).
3. A. Taguchi, N. Hayazawa, K. Furusawa, H. Ishitobi, S. Kawata, "Deep-UV tip-enhanced Raman scattering", J. Raman Spectrosc (in press).

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
150,700千円  
ホームページ等

[http://lasie.ap.eng.osaka-u.ac.jp/home\\_j.html](http://lasie.ap.eng.osaka-u.ac.jp/home_j.html)