

## 異方性の強い微粒子からの光の散乱

## Light scattering from a strongly anisotropic nanoparticle

情報機構 ○石井 智, 井上 振一郎, 大友 明

NICT ○Satoshi Ishii, Shin-ichiro Inoue and Akira Otomo

E-mail: s.ishii@nict.go.jp

金属ナノ粒子の場合、局在表面プラズモンが励起されるとその大きさが波長に比べて十分に小さくても強い共鳴が起こる。今回は波長より十分小さい粒子として、強い異方性を持った微粒子を考える。ここでの「強い異方性」とは一軸異方性のうち一つの誘電率成分が負、もう一つの誘電率成分が正であることを指し、等周波数曲線が双曲線となることからハイパボリックと呼ぶ。ハイパボリック材料中に存在できる波数の大きさは、理想的には上限がない。そのため、粒子の大きさが波長より小さくても、ウィスパーリングギャラリモードのような共鳴条件を満たすことができる。ハイパボリック粒子の共鳴は最近になっていくつかの報告がなされた[1,2]。しかし、微粒子の応用において重要なパラメータである散乱や吸収に関する特性は議論はなされてこなかった。そこで本発表では、ハイパボリック粒子の散乱や吸収に関して、金属ナノ粒子と比較しながら議論する。

今回扱うハイパボリック材料は銀とケイ素の多層膜の有効誘電率を用いた。その一軸異方性の有効誘電率を図1(a)に示す。続いて半径60nmのハイパボリック粒子が真空中におかれた場合の散乱効率と吸収効率を図1(b)に示す。波長1564nmに強い共鳴ピークが表れており、その時の磁場の分布を図1(c)に示す。ハイパボリック粒子の散乱効率と吸収効率はプラズモニック粒子として代表的な銀ナノ粒子と同程度であるため、ハイパボリック粒子は、近赤外域において有用な散乱体及び吸収体となりえる。さらに、この異方性由来の共鳴モードは特異な性質を示す。例えば、ハイパボリック粒子は入射光の入射角度が光軸に対して傾きを持ってても散乱方向は一定である。他方、等方的な銀ナノ粒子は入射方向が変われば、散乱方向も変わる。ハイパボリック粒子の入射角に依存しない散乱は、近赤外域でのセンシング応用において有益である。

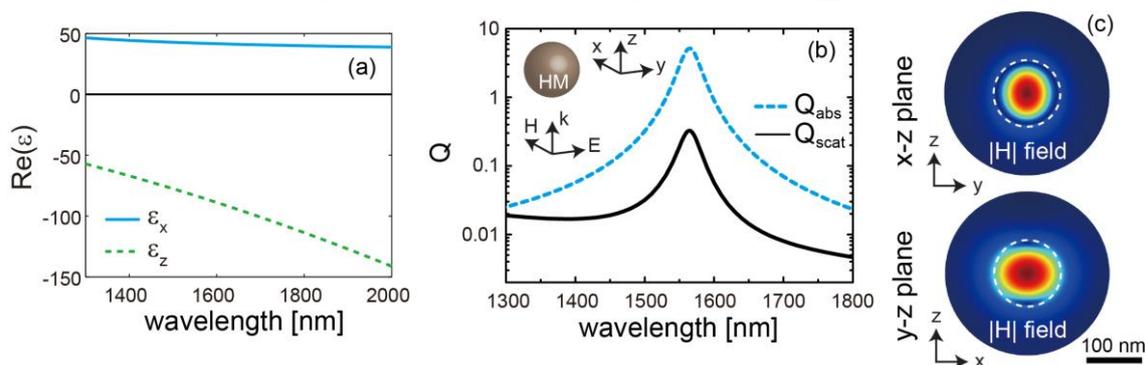


図1 (a)銀-シリコン多層膜の一軸異方性を持つ有効誘電率。(b)半径60nmのハイパボリック粒子の散乱効率( $Q_{\text{scat}}$ )と吸収効率( $Q_{\text{abs}}$ )。HMはハイパボリック材料の略。(c)共鳴波長1564nmでの磁場の大きさ。点線は粒子の外形を表す。

## 参考文献

- [1] J. Yao, X. Yang, X. Yin, G. Bartal, and X. Zhang, "Three-dimensional nanometer-scale optical cavities of indefinite medium," *Proc. Natl. Acad. Sci.* **108**, 11327-11331 (2011).  
 [2] D. Li, L. Qin, X. Xiong, R.-W. Peng, Q. Hu, G.-B. Ma, H.-S. Zhou, and M. Wang, "Exchange of electric and magnetic resonances in multilayered metal/dielectric nanoplates," *Opt. Express* **19**, 22942-22949 (2011).