

光近接場顕微鏡用金属プローブの伝搬モードについて: 難しさの要因

Propagation Modes of Metallic Probes for Optical Near-Field Microscopy:

Factors of the Difficulty

福井大教育 ○栗原 一嘉

Univ. Fukui °Kazuyoshi Kurihara

E-mail: kuri@u-fukui.ac.jp

回折限界を超える光学イメージ像を観測できる光近接場光学顕微鏡において、その金属プローブはまさに心臓部品と言えるにも関わらず、その伝搬モードの解析解は導かれていない。その理由は、3つの理論的な難しさにあると思われる。

1つ目は、テーパ構造であるために従来の変数分離法では扱えない。2つ目は、プローブ先端の曲率半径を考慮するには、扱いが難しい長形回転楕円体座標系(図1)で解く必要がある。3つ目は、金属誘電率を実数ではなく、複素数として扱える形式で理論を確立する必要がある。

1つ目の難しさに関して、発表者は準変数分離法を提案し、円錐形¹⁾や楔形²⁾などのテーパ構造を扱える形式を整えてきた。2つ目の難しさに関しては、プローブ先端の曲率半径を考慮する最も単純な形状である回転放物体³⁾や放物筒⁴⁾の形状について既に検討した。金属を内部とする回転放物体の形状では、界面に局在する表面プラズモンモードは存在せず、金属プローブを放物体形状でモデル化するのは不適當であることが理解された。それ故、長形回転楕円体座標系を使って回転双曲体の形状で議論するのが望ましいと考えられる。回転放物体³⁾や放物筒⁴⁾の議論から、回転双曲体でも先端部において局在モードから拡散モードへの移行が予想される。3つ目の難しさに関しては、テラヘルツ波領域におけるプラズモン超集束モードを扱った経験が役立つ。準分離不変量を解析的に記述する近似式を求めれば、金属誘電率が複素数の場合にも適用できる伝搬モードが記述できる。

当日は、金属プローブの伝搬モードの攻略に向けて数式レベルで説明する。

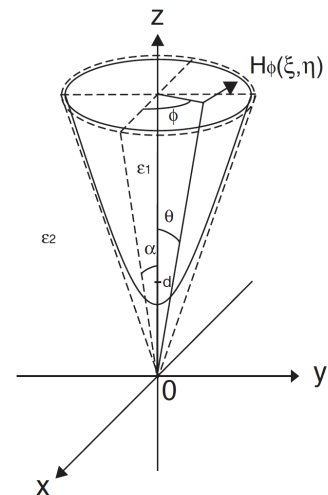


図1 回転双曲体による金属プローブのモデル化。長形回転楕円体座標系で回転双曲体を記述する。

参考文献

- 1) K. Kurihara *et al.*, *J. Phys. A: Math. Theor.* **40** (2007) 12479-12503.
- 2) K. Kurihara *et al.*, *J. Phys. A: Math. Theor.* **41** (2008) 295401 (48pp).
- 3) K. Kurihara *et al.*, *J. Phys. A: Math. Theor.* **42** (2009) 185401 (38pp).
- 4) K. Kurihara *et al.*, *Plasmonics* **10** (2015) 165-182.
- 5) 栗原一嘉他, レーザー研究 **45** (2017) 158-164.