

金属ナノ微粒子と共鳴モードの結合に基づいた深紫外プラズモニクス

Deep-UV plasmonics based on metal nanoparticles and resonant mode coupling

九大先導研¹, 大分高専², 九大分子シスセ³ ○岡本 晃一¹, (M2)西田 知句¹, 田中 大輔²,

(B)大藏 孝太¹, (D)立石 和隆¹, 王 胖胖³, 龍崎 奏¹, 玉田 薫¹

IMCE, Kyushu Univ.¹, NIT, Oita College², ECGRMSD, Kyushu Univ.³, ○Koichi Okamoto¹, Haruku Nishida¹, Daisuke Tanaka², Kouta Okura¹, Kazutaka Tateishi¹, Pangpang Wang³, Sou Ryuzaki¹, and Kaoru Tamada¹

E-mail: okamoto@ms.ifoc.kyushu-u.ac.jp

プラズモニクスは、高効率発光素子や太陽電池等の様々な光技術への応用が期待されている¹。近年は特に、アルミニウム等を用いたプラズモニクスの深紫外波長域への拡張が注目を集めている²。特に波長 350 nm 以下の深紫外波長域は、電気・電子、化学、生物に加え、医療や環境の分野でも重要であるが、高効率な固体光源もまだ達成できていない状況である。更に波長 200 nm 以下の超深紫外域に至っては、ほぼ未開の領域である。そこで我々は、深紫外波長域での光技術の発展のために、様々な金属ナノ構造を利用した深紫外プラズモニクスの開拓に取り組んでいる。

例えば前回我々は、高真空成膜した金属薄膜を窒素雰囲気下で熱処理することによって、Al の他にも、In、Ta を用いたナノ微粒子構造の作製に成功し、特に Ta が波長 200 nm 付近に局在表面プラズモン共鳴に起因すると思われる非常に大きなピークを持つことを報告した³。この原因・機構を解明するために、時間領域差分(FDTD)法に加え、離散双極子近似(DDA)法を用いた電磁場解析を行った。その結果について、当日詳しく述べる。

さらにごく最近、FDTD 計算により、Al 基板上に 5 nm の SiO₂ 層を積層し、その上に Al 微粒子 (半球) を配置することにより、透明基板上では 260 nm にピークを持っていた共鳴スペクトルが 2 つに分裂し、短波長側では 156 nm に急峻で強いピークが現れることを見出した (図 1)。我々の知る限り、波長 200 nm 以下の超深紫外域において、金属微粒子の局在表面プラズモン共鳴が観測された例はまだ報告されておらず、現在この系の実験検証を進めている。同様の現象は Ag 基板上の Ag 微粒子においても得られ、これについては実験実証にも成功

した。この現象はごく最近、金属基板上に転写した Ag 微粒子シート多層膜の消衰スペクトルに見られたピーク分裂⁴と同様で、金属基板の鏡像効果を介したプラズモンモードの結合に起因すると考えている。その機構についても当日議論する。この方法により共鳴ピークを極限まで短波長化することが可能になり、深紫外プラズモニクスを新たな展開に導くものと期待している。

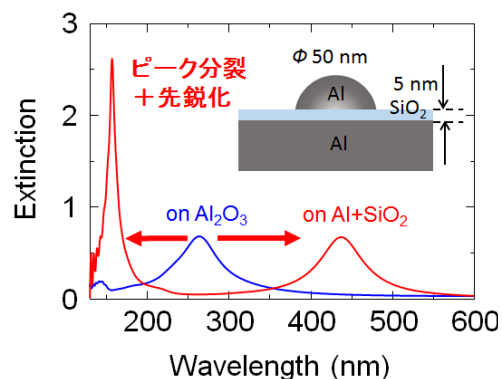


図 1 Al 微粒子の共鳴モードの結合による深紫外波長域でのピーク分裂と先鋭化

1. K. Okamoto, *Plasmonics for Green Technologies, Advanced Photonic Sciences* (Chap. 8), InTech (2012). Open Access <http://www.intechopen.com/books/advanced-photonics-sciences/>
2. K. Okamoto, *J. Jpn. Assoc. Crystal Growth*, **41**, 162 (2014). Open Access http://www.jacg.jp/jacg/journal/mypage/journal_login_vol41-3.php
3. 西田知句, 川元駿, 王胖胖, 龍崎奏, 岡本晃一, 玉田薫, 第 63 回応用物理学会春季講演会 (2016).
4. K. Okamoto, D. Tanaka, R. Degawa, X. Li, P. Wang, S. Ryuzaki, and K. Tamada, *submitted*.