

ナノロッドアレイによる赤外域での電場増強と表面増強赤外吸収

Field enhancement and surface enhanced infrared absorption with nanoarrays

○竹上 明伸^{1,2}、草 史野^{1,2}、生嶋 健司¹、芦原 聡² (1. 農工大工、2. 東大生研)

○Akinobu Takegami^{1,2}, Fumiya Kusa^{1,2}, Kenji Ikushima¹, Satoshi Ashihara² (1.TUAT, 2.IIS/UT)

E-mail: ashihara@iis.u-tokyo.ac.jp

[背景と目的] 赤外分光法は、分子構造や結晶構造を識別するための強力なツールとして幅広く活用されている。今日では、少数分子の同定、単分子膜の構造決定、lab-on-a-chip デバイスなどへの応用に向けて、赤外分光計測のさらなる高感度化が求められている。この要求に応えるためのアプローチとして、金属ナノ構造のプラズモン共鳴による電場増強効果の利用が考えられる。このアプローチは表面増強赤外吸収(SEIRA)として知られており、ナノ構造の金属表面に吸着した分子の赤外吸収信号が増大して観測される現象のことをいう。本研究では、赤外域にプラズモン共鳴を有する金ナノロッド[1][2]を活用することで、赤外吸収信号の顕著な増大をもたらす最適な金属パターンを見出すことを目的とした。本発表では、金ナノロッドを一次元的に配列させた際の共鳴・電場増強・吸収増大の各特性を電磁場解析(FDTD 法)によって調べた結果を報告する。

[結果と考察] 金ナノロッド(長さ 1300 nm,幅 100 nm,厚み 50 nm)の配列周期を変えたときに得られる電場増強度の周波数応答を図 1 に示す。図中白丸は増強度スペクトルのピークを表す。周期が 2.75 ミクロンのとき増強度が最大となり、孤立ロッドの場合と比較しておよそ二倍の値となった。周期 2.75 ミクロンは金ナノロッドに共鳴する電磁波の(基板中)一波長に対応する。この波長で電場増強度が最大となるのは、隣接するナノロッドに励起される局在プラズモン同士が強め合いの干渉を起こすためである[3]。同様の金ナノロッドアレイ上に形成した分子膜の赤外吸収信号を計算した。その結果を図 2 に示す。図 2 より、金ナノロッドを一次元的に配列した際には、最も大きな電場増強度をもたらすアレイ構造が、赤外吸収信号も最大化することがわかった。今後は、配列を二次元に拡張するとともに基本要素を見直し、赤外吸収を増大させる最適な構造を見出す。

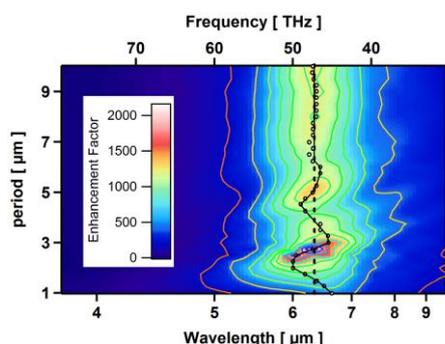


図 1 異なる配列周期に対する金ナノロッドアレイの電場増強度スペクトル

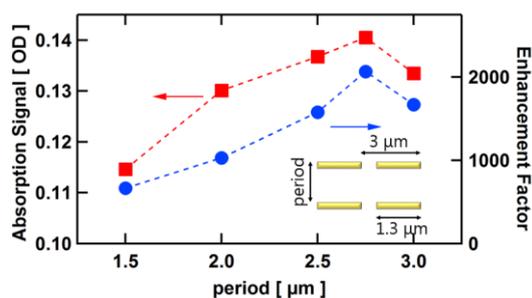


図 2 分子膜の赤外吸収信号の大きさ(■)と局所的な電場増強度(●)

[1] Neubrech *et al.*, PRL **101**, 157403 (2008).

[2] Fumiya Kusa *et al.*, J. Appl. Phys. **116**, 153103 (2014).

[3] Vladimir Liberman *et al.*, Opt. Express **20**, 11953 (2012).