

プラズモニックナノ構造体における第二高調波の放射制御

Radiation control of SHG from designed plasmonic nanostructures

東大生研¹ ◯木村 友哉¹, 田中 嘉人¹, 志村 努¹

IIS, Tokyo Univ.¹ ◯Tomoya Kimura¹, Yoshito Tanaka¹, Tsutomu Shimura¹

E-mail: kimura36@iis.u-tokyo.ac.jp

プラズモニックナノ構造体を用いた波長変換は、ナノ医療や生体イメージングへの応用が見込まれ注目されている。通常、金属は中心対称性があるために二次の非線形分極は生じないが、金属表面では中心対称性が破れていることからこの制限が回避され、プラズモニックナノ構造体からも第二高調波(SHG : Second Harmonic Generation)が発生する。しかし、金属ナノ構造からの SHG は表面形状に強く依存するため、その放射特性の実験的な制御は難しいと考えられてきた。そこで我々の研究では、二次非線形分極とプラズモンモードを結合させるという独自のアイデアにより、単体金属ナノ構造からの SHG 放射を制御できることを明らかにしてきた。

Fig1 に示す V 字・Y 字型の金属ナノ構造は、直交する 2 つの双極子プラズモンモードを持つ。このプラズモンモードに二次非線形分極を結合させることによって、SHG の放射パターンと位相を制御可能であることを見出した。そして V 字・Y 字型の構造から生じた SHG を干渉させることによって、SHG の放射方向を側方一方向に制限できることを実験的に観測した[1]。

さらに、二次非線形分極が結合可能なプラズモンモードの制約についての検討を行い、二次非線形分極は光では直接励起が困難なダークプラズモンモードを選択的に励起することを見出した。Fig2 に示す十字型の金属ナノ構造では、二次非線形分極がブリージングモードと呼ばれるダークプラズモンモードに結合する。直線偏光を入射した際の SHG 放射パターンの偏光解析を行ったところ、その偏光分布が円対称な直線偏光となっており、測定された SHG がラディアル偏光と呼ばれるベクトルビームになっている様子が観測された[2]。

このような、二次非線形分極とプラズモンモードの結合によって生み出された特殊な非線形光学特性は、波長変換とビーム制御を同時に行うナノスケール波長変換素子としての応用が期待される。当日は、この原理を用いて新しく考案した、直線偏光を入射した際に円偏光の SHG が放射され、非線形光学過程で角運動量が生み出される新奇なナノ構造についても触れる予定である。

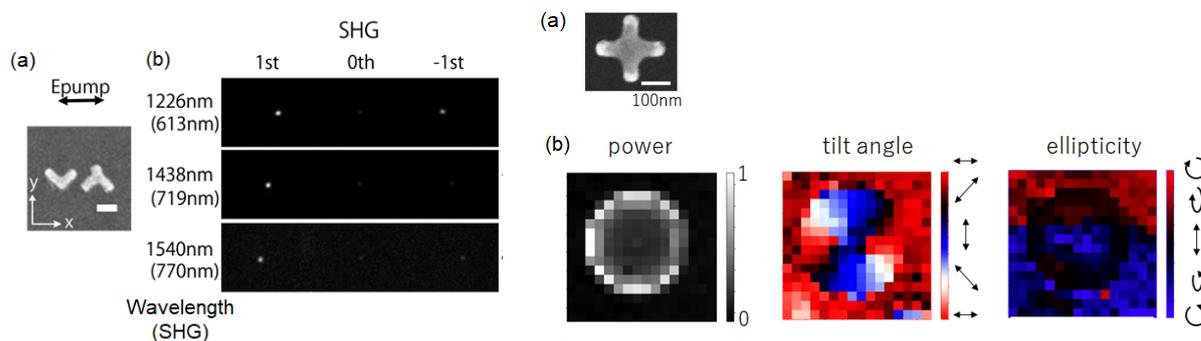


Fig.1 (a) SEM image of gold nanostructures. (white bar : 100nm) (b) Unidirectional diffraction patterns of SHG from VY interferometers.

Fig.2 (a) SEM image of a cross-shaped gold nanostructure. (b) Radiation pattern and its polarization of SHG from the nanostructure (tilt angle and ellipticity).

[1] 木村友哉, 田中嘉人, 志村努, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 (2018).

[2] 木村友哉, 田中嘉人, 志村努, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 (2019).