

金属ナノ構造による第二高調波の一方向放射制御と非線形光圧への展開

Unidirectional radiation control of SHG from plasmonic nanostructures and prospect for nonlinear optical force

東大生研¹, JST さきがけ² ○木村 友哉¹, 田中 嘉人^{1,2}, 志村 努¹

IIS, Tokyo Univ.¹, JST PRESTO², °Tomoya Kimura¹, Yoshito Tanaka^{1,2}, Tsutomu Shimura¹

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

【はじめに】金属ナノ構造を用いて光の散乱を一方向に制限した時、光の反跳力によって金属ナノ構造に力が働く。私たちの研究グループでは、光の反跳力を利用すると金属ナノ構造が光駆動モータとして動作可能なことを見出し、その実験的な観測にも成功した[1]。このような光圧の議論はこれまで線形プロセスに限られていたが、非線形なプロセスについても同様の放射制御ができれば非線形な光圧が生じることが期待される。しかし金属ナノ構造からの二次の光放射は原理が複雑なうえに、放射のパターンが表面形状に強く依存するためその制御は難しいと考えられてきた。そこで本研究では、二次の非線形分極を第二高調波の波長に対応したプラズモンモードに結合させるというアイデアにより[2]、第二高調波の放射パターンや位相を制御可能であることを見出し、左右非対称な第二高調波の放射を生み出せることを実験的に観測した。

【結果・考察】本研究では、Fig.1 に示す VY 干渉計と呼ばれる構造に着目した。VY 干渉計は二つの異なる双極子モードを持ち、入射光と第二高調波それぞれが別の双極子モードに結合する特殊な構造となっている。この特性を利用することで、近赤外光を入射した場合のレイリー散乱が等方的な双極子放射になる一方、第二高調波の放射方向を一方向に制限させることが可能となる。電子線リソグラフィ/リフトオフ法で作成した VY 干渉計構造に、x 偏光の近赤外パルスレーザーを照射した時の第二高調波の回折パターンの波長依存性を Fig.2 に示す。波長 1438nm を入射した際に-1 次光が消失しており、-x 方向に制限された第二高調波の放射が観測されている。VY 干渉計では光の反跳力により生じる光圧のうち一次の項がキャンセルされ、二次の項を取り出すことが可能であり、非線形光圧というこれまでほとんど報告のない現象への展開が期待される。

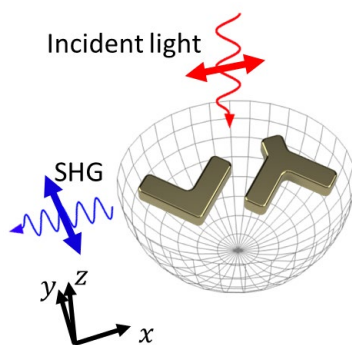


Fig.1 (a) Schematic image of unidirectional control of SHG from VY interferometers.

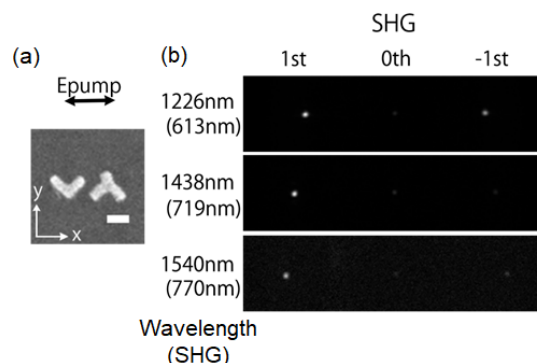


Fig.2 (a) SEM image of gold nano structures. (white bar : 100nm) (b) Diffraction patterns of SHG from VY interferometers.

[1] 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 79 回応用物理学会秋季学術講演会 (2018).