

## 中赤外超短パルスのプラズモニック電場増強特性の解析と制御

### Analysis and control of plasmonically enhanced mid-IR ultra-short laser field

東大生研<sup>1</sup>, 農工大院<sup>2</sup> ◦(D)今坂光太郎<sup>1</sup>, 竹上明伸<sup>1,2</sup>, 草史野<sup>1,2</sup>, 志村努<sup>1</sup>, 芦原聡<sup>1</sup>

IIS, The Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, Tokyo Univ. of Agric. and Tech.<sup>2</sup>

◦Kotaro Imasaka<sup>1</sup>, Akinobu Takegami<sup>1,2</sup>, Fumiya Kusa<sup>1,2</sup>, Tsutomu Shimura<sup>1</sup>, Satoshi Ashihara<sup>1</sup>

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

物質に 1 V/nm 以上の非常に強い電場を作用させると、物質中の電子は摂動論的には表現できない非線形性の強い応答を示すことが知られている。これは“強電場現象”と呼ばれ、その典型的な例は、超短パルス光電場を作用させた気体原子のトンネルイオン化と電子の加速、再衝突による高次高調波発生である。我々は、光電界電子放出を実現するなど[1]、可視域と比べて大きな Ponderomotive エネルギー( $\propto \lambda^2$ )の得やすい中赤外域を対象とした強電場現象の発現と制御に取り組んでいる。

高次高調波発生をはじめとする強電場現象をより高効率に誘起する手法として、Au ナノ構造の表面プラズモン励起による電場増強効果の利用が考えられる。そこでは、強い電場を生成するだけでなく、増強場をより広い領域で得る必要がある。そこで、本研究では、強電場生成にも耐えられる高い損傷閾値を持ち、かつ増強電場の体積を大きくする Au ナノ構造の設計を行う。これを用いて、強電場現象の高効率な誘起を目指す。

まず、ZnS 基板に幅や厚さの異なる Au ナノロッドを作製し、それぞれに中赤外超短パルス光を照射して損傷の様子を観察した。図 1 はその一例を示す。可視光と同様に[2]、中赤外領域においても共鳴の有無により損傷閾値が異なることが明らかとなった。さらに、この損傷閾値を基に FDTD 法による電磁場解析を行い、Au ナノロッド近傍で損傷せずに実現可能な増強電場ヒストグラムを求めた。図 2 は、図 1 の共鳴構造の損傷閾値を基に計算した一例である。強電場現象の誘起の目安である 1 V/nm を超える領域が広く分布し、最大で 88 V/nm に達すると推測される。当日は、このヒストグラムを用いて強電場現象の誘起に適した Au ナノ構造の考察を行う。

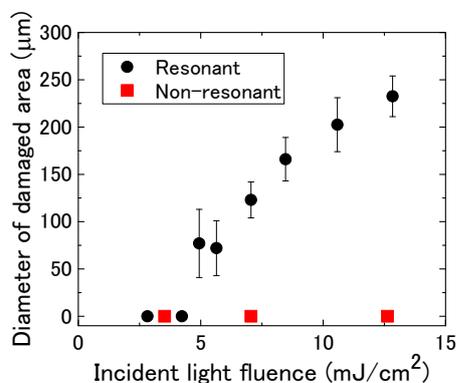


Fig. 1 Damaged area of resonant and non-resonant Au-rod.

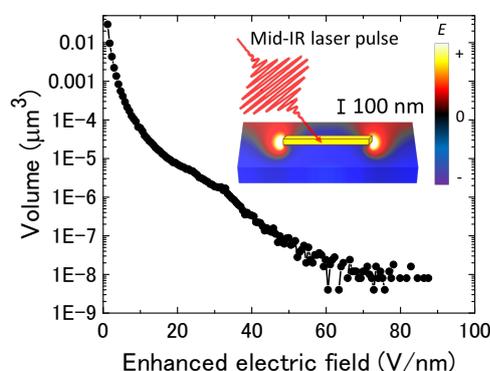


Fig. 2 Histogram of enhanced electric field around Au-rod resonant with mid-IR ultra-short laser

[1] F. Kusa *et al.*, AIP Advances **5**, 077138 (2015). [2] C. Kern *et al.*, Nanophotonics **4**, 303 (2015).