

## 分子制御に基づく光伝搬経路スイッチと光電場増強の機能をもつ

## ナノ構造フォトニクスデバイスのシミュレーション設計開発

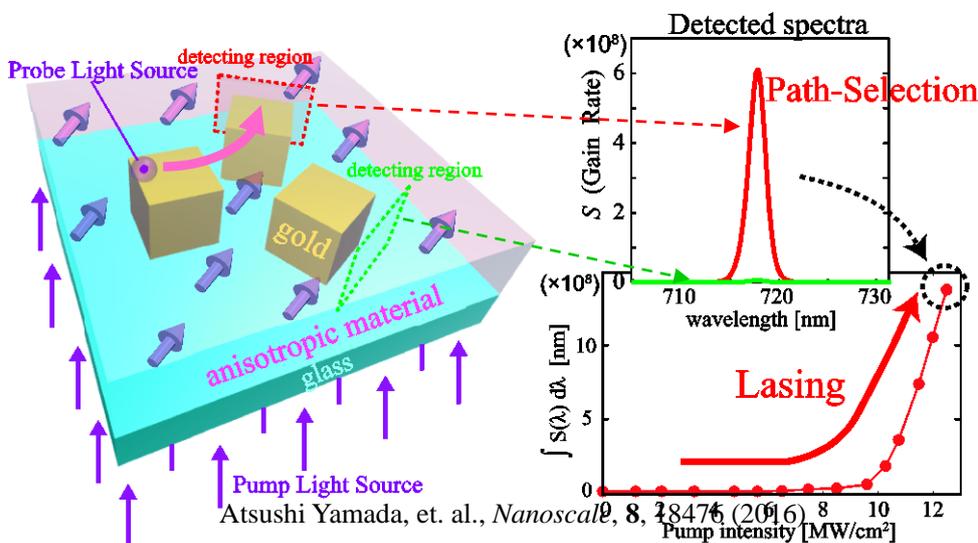
## Simulation Design and Development of Path-Selective Lasing

## Nano-Photonics Device based on Molecular Control

筑波大<sup>1</sup>, UCLA<sup>2</sup>, CNRS/ボルドー大<sup>3</sup> ○山田篤志<sup>1</sup>, Daniel Neuhauser<sup>2</sup>, Renaud Vallée<sup>3</sup>Tsukuba Univ.<sup>1</sup>, Univ. of California, Los Angeles<sup>2</sup>, CNRS/Univ. of Bordeaux<sup>3</sup>, ○Atsushi Yamada<sup>1</sup>, Daniel Neuhauser<sup>2</sup>, and Renaud Vallée<sup>3</sup>

E-mail: ayamada@ccs.tsukuba.ac.jp

デバイスの微細化に伴い光を波長より小さい領域で制御する技術開発の重要性が増しており、特に表面プラズモンポラリトンを利用してナノ構造上に光を閉じ込めて制御するナノフォトニクスデバイスの研究がなされてきている。しかし電場強度が短距離で減衰してしまうことや特定の方向へ経路を制御することが難しく、これらの課題を克服して長所を十分に発揮したデバイス開発が望まれている。本研究では、量子古典混合系モデルの光伝搬(FDTD)シミュレーションを用いて設計した電場増強と光経路制御が可能なフォトニクスデバイスを提案する。図(左)に示すように、一辺 30nm 立方体の金ブロック(黄色)3つとその周りに誘電体(紫色: 右上方向に向いた液晶分子と色素分子の混合)を配置した構造を設計した。光伝搬の方向は液晶分子の配向制御でスイッチすることを想定しており、サイズと配置はプラズモンポラリトンの共鳴ピークが可視光領域に入るように選ばれている。左の金ブロックの端から光照射したシミュレーションを行うと、右上(赤色面)で測定した電場強度は右下(緑色面)の3倍程度だった。これは液晶分子の配向による経路選択性を示している。より強い経路選択性と電場強度の増強を図るため、ポンププローブ型の光照射のシミュレーションを行った。ここで誘電物質に4準位ブロッホ方程式による量子力学モデルが用いられているため、光吸収、光励起、誘導放射などの一連のプロセスを扱うことが可能である。すると、12MW/cm<sup>2</sup>のポンプ光を用いると経路選択性(右上と右下領域での電場強度比)は120に大きく増大し、また右上の測定領域での電場強度はデバイス内でレーザー発光型の増幅原理によりポンプ光なしの場合に比べ10<sup>8</sup>倍もの著しい増加が見られた。このデバイスの実現に向けて実験グループと共同で開発が行われている。この進捗があれば合わせて報告する。

Atsushi Yamada, et. al., *Nanoscale*, 8, 28476 (2016)