

## 1 分子蛍光イメージングのための埋込型ナノ導波路の設計

## Simulation of Planer Nano-Waveguides for Single-Molecule Fluorescence Imaging

早大理工 ○井上あゆ, 浅野祐次, 大久保幸太郎, 谷井孝至

A. Inoue, Y. Asano, S. Ryu, S. Higano, K. Okubo, T. Tani (Email: tani@waseda.jp)

【背景・目的】ゼロモード導波路(ZMW)を用いた 1 分子蛍光観察法は、励起光を極度に小さな実効体積( $10^{-21} \ell$ )に閉じ込めることができるため、分子間の結合解離をリアルタイムで観察できる強力な手法であり、これまでに DNA シーケンサやタンパク質間相互作用解析に用いられてきた[1,2]。しかしながら、ZMW の表面は金属に開口を配列形成した平坦でない構造をもち、例えば細胞膜タンパク質に適用しようとする、導波路上に自然な状態で細胞膜を配置できない。今回、膜タンパク質観察を目的として、平坦な表面を持つ埋込型ナノ導波路を設計し、導波路表面に生成する近接場を計算した結果を報告する。

【実験方法】計算には COMSOL Multiphysics を用い、図 1 に示す 1 つの導波路をモデル化した。モデルは 3 次元で、面内方向(X-Y 面)に周期的境界条件を設定して導波路配列とした。図 1 ①の部分は石英基板である。②は励起光を閉じ込める金属クラッド(直径: 100 nm)で、Al (100 nm 厚)、Ag (100 nm 厚)、Ag/Al(50/50 nm 厚)の 3 種類の材料について検討した。③は導波路コア部で、材料をガラスとした。④は水溶液である。石英基板側から励起光(TM モード、波長: 635nm)を照射し、導波路から水溶液側に染み出す近接場を計算した。

【結果・考察】図 2 は計算結果(図 1 の A-A' 間の電場強度プロファイル; Z 軸)である。タンパク質の 1 分子観察では、温度上昇による変性や反応速度定数の変化を防ぐ必要があり、励起光強度を極端に高められない。したがって励起光強度を一定にしたまま、如何にして高輝度かつ実効体積の小さい近接場を染み出させるかが課題となる。1 分子観察に必要な電場強度は従来の ZMW を用いた場合から見積もることができ、およそ図 2 の B 点に対応する。クラッドを Al から Ag へと変えると、周期的境界条件によっては電場強度が増強したが(C 点)、染み出しは伝搬光となった。Ag/Al の二層クラッド系にしたところ、励起光強度が増強(D 点)し、伝搬光強度が低下した。発表では、導波路の構造と 1 分子蛍光観察の実行可能性について議論する予定である。なお、本研究は文部科学省科研費 基盤研究(B)(20310069) の助成を受けた。

- [1]M. J. Levene et al: Science 299(2003)682.  
 [2]J. Eid et al: Science 323(2009)133.  
 [3]T. Miyake et al: Anal. Chem. 80(2008)6018.

