

## ナノスロットナノレーザによる超低濃度タンパク質センシング

## Sensing of Ultra-low Concentration Protein Using Photonic Crystal Nanolaser

横国大・院工<sup>1</sup>, 横浜市大・医<sup>2</sup> °羽中田 祥司<sup>1</sup>, 渡邊 敬介<sup>1</sup>, 磯野 俊成<sup>1,2</sup>, 馬場 俊彦<sup>1</sup>Yokohama Nat'l Univ.<sup>1</sup>, Yokohama City Univ.<sup>2</sup>°Shoji Hachuda<sup>1</sup>, Keisuke Watanabe<sup>1</sup>, Toshinari Isono, Toshihiko Baba<sup>1</sup>

E-mail: hachuda-shoji-dc@ynu.ac.jp

我々はナノスロットフォトニック結晶ナノレーザ (以下ナノレーザ) を用いて, 超高感度タンパク質を実証してきた<sup>1-3</sup>. 前回は  $1 \mu\text{M}$  のウシ血清アルブミン (BSA) を含む不純物環境でビオチン - ストレプトアビジン (SA) の選択的吸着をセンシングし, BSA/SA の選択比 10 兆倍, 検出限界  $100 \text{ zM}$  を観測した<sup>4</sup>. ただし現在, センシングの最中に起こるナノレーザ自体の酸化やエッチングにより発振波長のブルーシフトが生じ, これがノイズとなっている. そこで今回, Fig. 1 に示すようにナノレーザ表面に保護膜として  $\text{HfO}_2$  を形成し, ノイズ低減による感度向上を調査した.

センシング実験では, 原子層堆積法 (ALD) により厚さ  $3 \text{ nm}$  の  $\text{HfO}_2$  を形成したナノレーザ<sup>5</sup> を用意した. これを親水化後に APTES 処理を行い, グルタルアルデヒド溶液に浸漬することで, ナノレーザ周囲にアルデヒド基を修飾した. 次に BSA 溶液 ( $1 \text{ aM} - 100 \mu\text{M}$ ) に 10 分間浸漬し, その溶液中での発振波長を測定し, 純水中からの波長シフトを求めた. Fig. 2 に BSA 濃度に対する平均波長シフトを示す.  $1 \text{ aM}$  から  $1 \text{ fM}$  での平均波長シフトは  $0.05 \text{ nm}$  以下であり, 十分にノイズが抑えられた. そして  $10 \text{ fM}$  から明確な波長シフトが観測された. ラングミュアフィッティングにより検出限界を求めたところ,  $2.3 \text{ fM}$  となった. これは従来よりも 100 倍高感度である.  $\text{HfO}_2$  形成によりブルーシフトが抑制されたことで, このような超低濃度タンパク質の吸着によるレッドシフトが明確に観測されたと考えられる. 参考文献 1) S. Kita et al., *Opt. Exp.* 97 (2011), 161108. 2) S. Kita et al., *IEICE Trans. Electron.* E95-C (2012). 3) 大塚ら, 春季応物 (2012) 17a-F8-3. 4) 羽中田ら, 秋季応物 (2012) 12p-H3-8, 5) 渡邊ら, 本大会

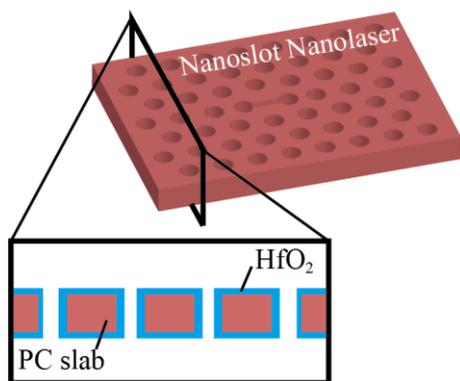


Fig. 1 Nanoslot photonic crystal nanolaser coated with  $3 \text{ nm}$  thick  $\text{HfO}_2$  layer.

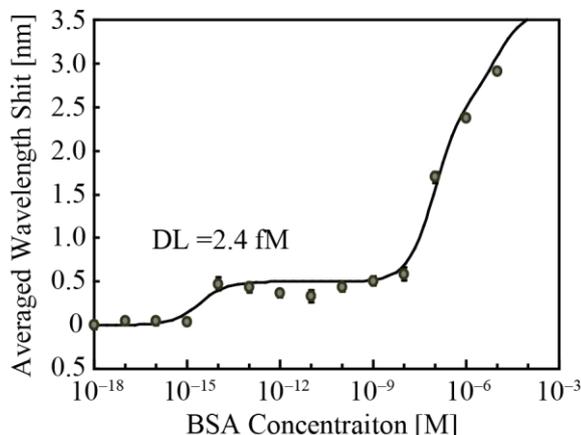


Fig. 2 Averaged wavelength shift with BSA concentration. Error bar shows the standard error.