

光ファイバ屈折率センサのバイオセンシングに向けた検討

1230135 原田 将汰 (光計測工学研究室)

(指導教員 田上 周路 准教授)

1. 目的

光ファイバを利用したセンサには、様々な種類があり、歪・圧力・音波・加速度・温度・電流・電界・化学物質・放射線など、様々な測定を行うことができる。その測定範囲の広さ故、私たちが生きる現代の様々な分野に応用されている。

その光ファイバを利用したセンサの中で、溶液の屈折率測定などに用いられるマルチモード干渉を利用した屈折率センサ(MMI センサ)がある。このセンサは測定精度が高いが、センサ長が長く多量の測定溶液が必要という問題がある。その問題解決のため、センサ長がより短い MMI センサの製作を目指す。製作したセンサ長の短い MMI センサを用いて、より少ない測定溶液での測定が必要となるバイオセンシングを行うことができると考えた。バイオセンサとしての応用の可能性を示すために、本研究で製作したセンサ長の短い MMI センサで、牛血清アルブミン(BSA)の吸着検出を目指す。

2. 研究内容・方法

従来適切であるとされているセンサ長が 50 mm の MMI センサよりも短いセンサ長の MMI センサの製作を行う。製作した各センサで、図 1 の実験系を構成し、MMI センサに白色光を通し、センサを通過した光を光スペクトラムアナライザに受光させ、スペクトルの計測を行う。この時、センサの周りを空気(屈折率 1.00)、水(1.33)、エタノール(1.36)で満たし、スペクトルのシフトを観測する。測定した、各センサ長のスペクトルの振幅と、測定物質を変えたときのスペクトルのシフト量を比較し、MMI センサとして使用可能なセンサ長を調査する。

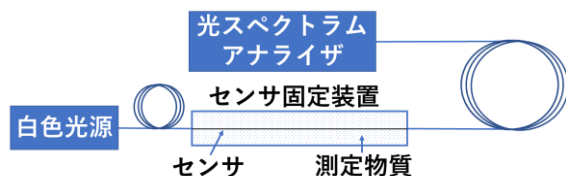


図 1 MM センサによる屈折率測定 実験系略図

調査により判明したセンサ長の MMI センサを、図 2 のようにガラス板で挟み流路を模した装置を作成する。図 2 の装置を用いて図 3 の実験系を構成する。単一波長光を製作したセンサに通し、通過した光を Ge ディテクタで受光し、図 2 の装置に空気・生理食塩水・生理食塩水に溶かした BSA を注入したときの光強度変化を観測する。

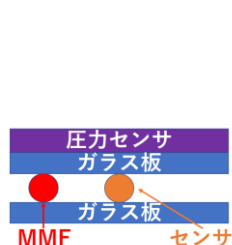


図 2 光ファイバで作る流路



図 3 MMI センサによる BSA 測定 実験系

3. 結果・成果

次に、図 4 は、各センサ長の MMI センサで空気・水・エタノールを測定した時、スペクトルのシフト量を比較したもの

である。図 4 を見るとセンサ長が 0.7 mm の時、ほとんどシフトしておらず、0.8 mm、1 mm の時はシフトしているが、他のセンサ長の MM センサでの測定とは異なるシフト量であることがわかる。このことと前述したスペクトルの振幅から、MM センサのセンサ長として適当な長さは、2 mm 以上であることが言える。

以上のスペクトルの振幅と、スペクトルのシフト量という 2 つの観点からの評価を統合して、MM センサとしての運用に適するセンサ長は 2 mm 以上であることがわかった。

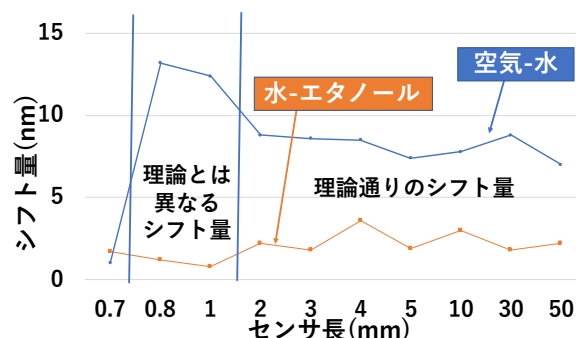


図 4 各センサ長でのシフト量の比較

調査で判明した短いセンサ長の MMI センサで図 3 の実験系を構成し、ガラス板の間に BSA を注入することによる光強度の変化を測定したものが図 5 である。図 5 を見ると、BSA を注入してから光強度が徐々に上昇していることがわかる。これは、ガラス板に満たされた生理食塩水の中を拡散によって徐々に BSA が広がり、BSA がファイバの表面に吸着していくことでセンサの周りの屈折率が変化したからであると考ええる。そして、BSA を注入した直後、光強度が下がってから徐々に上昇していることがわかる。これは、BSA 注入によりわずかな力が測定精度の非常に高い MMI センサに加わり、光強度の減少という形で測定結果に影響を及ぼしたと考える。

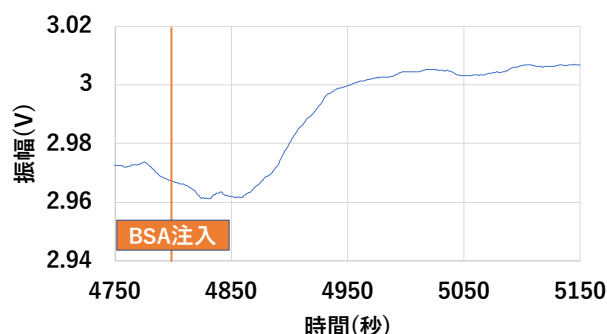


図 5 BSA 注入時の光強度変化

4. まとめ

MM センサとしての利用に適する限界のセンサ長は 2 mm であると判明した。判明した短いセンサ長の MMI センサと MMF をガラス板で挟んだ流路を使用して、BSA の吸着検出ができた。