

光ファイバ型ピコリットル分光セルによる生体分子計測手法の検討 Examination of Biomolecular Measurement Method by Use of Optical Fiber Picoliter Spectroscopic Cell

創価大学, (M1)池田 和, 白石 正彦, 渡辺 一弘, 窪寺 昌一

Soka Univ. Kazu Ikeda, Masahiko Shiraishi, Kazuhiro Watanabe, Shoichi Kubodera

E-mail: e19m5206@soka-u.jp

1. 研究背景

フェムト秒レーザーによる加工は、加工部周辺の熱影響を可能な限り抑制できるため、細径・軽量の透明素材である光ファイバにも適用されている[1]。フェムト秒レーザーの穴あけ加工によって光ファイバに形成される穿孔に液体試料を入れ、伝搬光を相互作用させると、その穿孔は容積が数ピコリットルの光ファイバ型分光セルとして応用できる[2]。本研究では、フェムト秒レーザーを用いて光ファイバに分光セルを作製し、生体分子と金ナノ粒子の相互作用に基づく局在型表面プラズモン共鳴を用いた微量分光セルにおける生体分子のスペクトル変化を追跡した。

2. 実験概要

フェムト秒レーザーの第二高調波（波長:400 nm, パルス幅:350 fs）を用いて、光ファイバへ貫通する穴あけ構造を形成した。近紫外集光用対物レンズ（NA: 0.65）を用いてマルチモード光ファイバ（コア径:125 μm , クラッド径 62.5 μm ）の側面に穴あけ加工を形成した。繰り返し周波数、パルスエネルギーはそれぞれ 1 kHz, 30 μJ とし、光ファイバへ集光照射した。パルス照射数 150 回の 2 方向照射による穴あけ加工により、貫通する穴あけ構造を形成した。構築した穴あけ加工は、容積 1 ピコリットル程度の液体試料を注入できる光ファイバ型分光セルとして機能を有する[2]。分光セルを含む光ファイバの端をハロゲン白色光源と CCD 分光器に接続し、分光セルを透過する光強度スペクトルを取得した。実験で用いた液体試料は、金ナノ粒子分散溶液とし、牛血清アルブミン（BSA）添加に伴う金ナノ粒子固有の減衰スペクトルを取得した。金ナノ粒子の濃度を 2.7 wt% で一定とし、牛血清アルブミン（66.5kDa）は 0-15 wt% まで変化させた。また、本実験で用いた金ナノ粒子の粒径は 5-10 nm であり、平均粒径は 8.1 nm のものを用いた。

3. 結果

Fig. 1 は牛血清アルブミンと金ナノ粒子分散溶液の混合液における減衰スペクトルの特性についてである。グラフの縦軸は、各波長における混合液の強度 (I) と各波長における水の強度 (I_0) の光強度比を示している。縦軸の 1.00 は基準とした純水の強度である。牛血清アルブミンの濃度増加に伴いスペクトルが一様に減少していることがわかる。また、各スペクトルにおいて波長 500 -550 nm の範囲において減衰が大きな値となるようなスペクトルとなり、金ナノ粒子固有の減衰ピークに近い値を取得することができた。変化の理由として、L-システインによって金ナノ粒子が結合することにより凝集し、光ファイバ伝搬光と相互作用する粒子数が変化したことが挙げられる。BSA のような分子量の大きい生体試料を用いても、金ナノ粒子の減衰スペクトルに変化が生じることが明らかとなった。

この結果から、微量分光セルにおいて局在型表面プラズモン共鳴を用いた生体分子の濃度差によるスペクトル変化を捉える事ができた。

参考文献：[1] K. Goya, et. al., Sens. Actuators B 210, 685 (2015). / [2] M. Shiraishi, et. al., Opt. Commun. 410, 8 (2018).

謝辞：本研究は（公財）天田財団の助成を受けたものである。

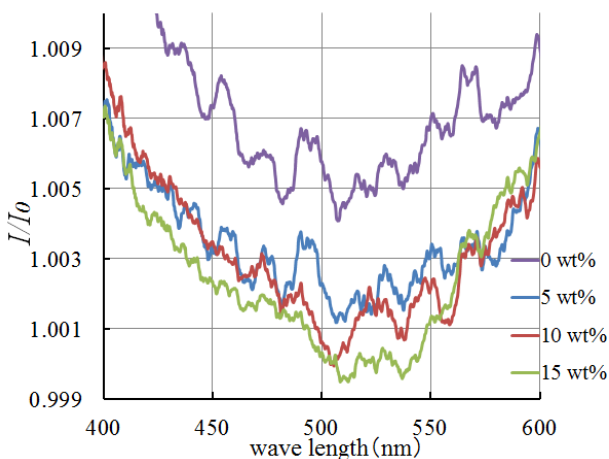


Fig. 1 Optical extinction spectra by injection of gold nanoparticle dispersion solution with different BSA concentrations.