光ファイバ型分光セルを用いた生体分子添加による金ナノ粒子凝集検出

Detection of Gold Nanoparticle Aggregation by Addition of Biomolecules inside an

Optical Fiber Spectroscopic Cell

創価大理工 〇白石 正彦,渡辺 一弘,窪寺 昌一

Soka Univ., °Masahiko Shiraishi, Kazuhiro Watanabe, Shoichi Kubodera

E-mail: mshiraishi@soka.ac.jp

【緒言】超短パルスレーザーによるアブレーション(穴あけ)加工は、様々な材料で非熱的な加工が 実現されており、細径・軽量な透明材料である光ファイバにも適用されている[1]. 光ファイバに形成 される穴あけ構造は、構造内部に導入された液体試料と光ファイバ伝搬光を相互作用させることが可 能であり、微小容積の光ファイバ型分光セルとして応用できる.そして、分光セルと金属ナノ粒子を 組み合わせることでスペクトル計測に基づく微量生体センシングが期待できる.本稿では、室温で安 定に分散し可視領域に吸収ピークを有する金ナノ粒子を用いた生体分子添加による凝集過程を微小量 で捉えることを目標とし、光ファイバ型分光セルを利用した光吸収スペクトル変化取得の手法・結果 について報告する.

【実験】波長 400 nm, パルス幅 350 fs のフェムト秒パルス光による穴あけ加工で Fig. 1 (a)の SEM 写真 に示す光ファイバ型分光セルを形成した.写真は分光セルを含む光ファイバ端面であり,光ファイバ コア領域(コア径:62.5 µm)の分光セル直径が3 µm とすると,光ファイバ伝搬光と相互作用する容 積はおよそ 0.4 pL である.分光セル内部の試料と相互作用した光強度スペクトルは Fig. 1 (b)に示す構 成で取得した[2].ハロゲン白色光源と小型分光器を光ファイバ伝送路両端にそれぞれ接続し,分光器 集積時間を 3 ms,平均化回数 200 として計測した.

【結果・考察】Figure 2 に、金ナノ粒子分散溶液を凝集させる生体分子添加による光吸収スペクトルの 変化について示す.生体分子は L-cysteine とし、濃度は 0.0 または 7.5 mM とした.光吸収スペクトル 取得の際、金の質量濃度はいずれも 3.2 wt%とした.光吸収スペクトルは、分光セル内部を純水で満た した際の光強度スペクトルを基準とした.0.0 mM のとき、局在型表面プラズモン共鳴(LSPR)現象に 基づく波長 520 nm 近傍の吸収ピークが観測された.そして、7.5 mM の L-cysteine 添加によって吸収ピ ークが減衰した.これは、金ナノ粒子凝集に伴い分散溶液中の単位 mL 当たりのナノ粒子数が減少し たことに起因する.L-cysteine 添加に伴う光吸収スペクトルの吸収ピークの波長シフトは確認できなか った.これは、凝集した金ナノ粒子のサイズ・形状が分散溶液中に一定・均一にならなかったためと 考えられる.光吸収スペクトルの変化を取得するために使用された L-cysteine の濃度は 7.5 mM であり、 実際に光ファイバ伝搬光と相互作用した容積が 0.4 pL と見積もると、3.0×10⁻¹⁵ mol (3.6×10⁻¹³ g) と 非常に微小な量で検出できたことがわかる.本稿から、微小容積の分光セルを用いても金ナノ粒子が 凝集したことによる LSPR に基づく光吸収スペクトルの変化を取得できることが明らかとなった. 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 JSPS 科研費 JP15K04735,ならびに(公財)天田財団の助成を受けたものである.





Fig. 1 (a) SEM photograph of the optical fiber spectroscopic cell fabricated by femtosecond laser with 400 nm, 350 fs, 30 μ J, 300 laser pulses. (b) Schematic of the absorption measurement by use of the spectroscopic cell.

Fig. 2 Optical absorption spectra with/without L-cysteine inside the spectroscopic cell.