マイクロ粒子添加による金ナノコロイドの高効率レーザー光誘起集合化

Highly Efficient Laser-induced Assembling of Gold Nanocolloid by Addition of Microbeads

○宮井 萌[1,2]，西村 勇姿[1,2]，床波 志保[2]，飯田 琢也[1,*]
(1. 阪府大院理, 2. 阪府大院工)
○Miyai Moe[1], Yushi Nishimura[1], Shiho Tokonami[2], Takuya Iida[1,*]
(1. Grad. Sch. Sci. & 2. Grad. Sch. Eng. of Osaka Pref. Univ.)
*Email: t-iida@p.s.osakafu-u.ac.jp

金属ナノ粒子は内部の電子状態である局在表面プラズモン(LSP)の光学特性が，粒子のサイズ，形状，空間配置などの幾何学的特性に依存して多様に変化し，常温でも強い光散乱，光吸収，局在電場を発生する[1]．近年，金属ナノ粒子の配列制御や高密度化による LSP の変調効果を利用して DNA などの生体分子等を検出するバイオセンサー応用の研究[2]も盛んに行われ，ドラッグデリバリーシステム（DDS）と関連して有機ナノカプセルに内包された金属ナノ粒子の発熱効果による温熱療法に関する研究[3]も行われている．これらの応用研究において，狙った場所に金属ナノ粒子を集積化できれば，バイオ応用のハイスループット化に繋がると期待される．最近，金属ナノ粒子を高密度固定したマイクロビーズにおける LSP の協力的な光発熱効果による対流と光誘起バブルを利用した集合現象に関する研究が報告された[4]．しかしながら，非共鳴条件のレーザー光で分散状態の金属ナノ粒子を高密度に集合化させることは困難であり，今後の課題として残されていた．そこで，狭小空間に金属ナノ粒子を高密度状態で滞在させることができれば，「光誘起力」と「光発熱効果」の相乗効果により，分散状態でもこのような課題を克服できるはずと着想した．

本研究では，このような着想の下，金ナノ粒子の分散液にマイクロ粒子を添加し，それらの間隙に金ナノ粒子を閉じ込めて異なる粒子中の LSP の協力的光発熱効果を狙い，分散状態でこれら 2 種の粒子を混合した液滴において光による集積化の可能性を探った．Fig.1 に本研究の概念図と結果の一例を示す．(a),(b)を比較すると同じレーザー照射時間にもかかわらず，マイクロ粒子を添加した場合のみ 100μm オーダーの領域にマクロな集合体が形成されることが分かる．これは，マイクロビーズ同士の隙間に金ナノ粒子が濃縮されて発熱が促進されたためと考えられる．わずか数十秒で局所的に集積化可能であるため，バイオセンサーにおける検体の検出部位への誘導や薬剤集積化の迅速化への応用可能性が期待される．

[1] S. Kawata, in Near-Field Optics and Surface Plasmon Polaritons,, Springer, Berlin, (2001).
[2] S. Tokonami, T. Iida, et al., J. Phys. Chem. C., **118**, 7235 (2014).
[3] C.Kojima, Y. Watanabe, H. Hattori, T.Iida, J. Phys. Chem. C, 115, 19091 (2011).
[4] Y. Nishimura, S. Tokonami, T. Iida et al., J. Phys. Chem. C 118, 18799 (2014).

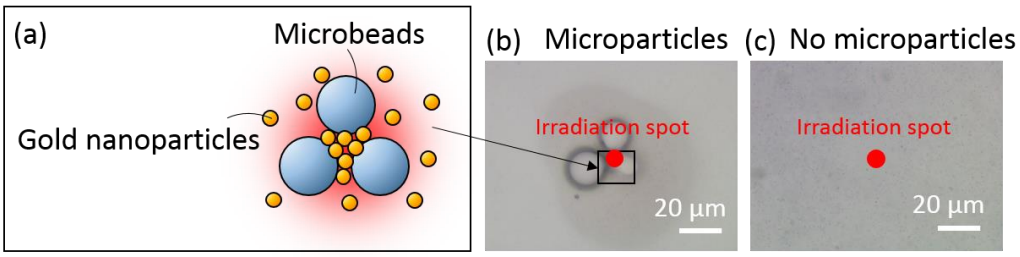

Fig.1 Optical microscopic images of samples after 60s laser irradiation. (a) A hypothetical schematic image of the observed assembling phenomenon (b) with microparticles (c) without microparticles

© 2016年 応用物理学会