

アゾ微粒子を用いたマイクロ液滴の動的・光変形過程の評価

Evaluation of optical modification dynamics of micro droplets using azo microparticles

新潟大¹、北里大² ○(M2) 平島 駿一¹、新保 一成¹、岡 寿樹²、大平 泰生¹

Niigata Univ.¹ Kitasato Univ.² Shunichi Hirashima^{1*}, Kazunari Shinbo¹, Hisaki Oka², Yasuo Ohdaira¹

E-mail : ohdaira@eng.niigata-u.ac.jp

【はじめに】外場駆動した液滴の物質輸送や化学反応制御への応用が注目されている[1]。光を駆動源として用いれば、従来の電場や磁場が利用できない液中などの特殊な環境へ適用範囲を拡張できるばかりではなく、マイクロからナノでの微細な領域でのロボットアクチュエーションなどの広い応用が期待できる。本研究は、光で形状が変化するアゾベンゼンポリマー微粒子をアンカーとして用いる液滴の光操作法を開発することを目的としている。我々はこれまでに、液中におけるアゾ微粒子の光異性化反応による巨大な光変形特性について明らかにしてきた[2]。ここではさらに、アゾ微粒子を近接配置したマイクログリセリン液滴の光変形過程の時間変化について調べた。

【実験方法】PMMA-co-DR1 アゾポリマー分子をコロイド法により微粒子化し、ガラス基板上に分散させた。倒立型光学顕微鏡下で孤立した単一のアゾ微粒子を選定し、先鋭化したポリマーピペットチューブを用いて、アゾ微粒子の近傍にマイクロサイズのグリセリン液滴を配置した。その後、焦点距離 60 mm のレンズで集光した波長 532 nm、強度 69 mW のレーザーを入射角 45 deg で入射し、アゾ微粒子をピンポイントで光励起し、光変形過程を動画撮影した。ここでは、また、顕微鏡画像から液滴を抽出する画像処理プログラムを python 用いて作成した。図 1 に示すように、光照射 t 秒後のグリセリン液滴の楕円の x 軸方向および y 軸方向のサイズを $L_x(t)$ 、 $L_y(t)$ とし、アゾ粒子の光変形に伴うグリセリン液滴の形状変化の時間変化過程を評価した。

【結果と考察】初期直径 9 μm のアゾ微粒子の左側に、23 μm のグリセリン液滴を配置した光照射 12 sec. 後変形中の光学顕微鏡像を図 2 に示す。アゾ微粒子とグリセリン液滴間の初期の距離は約 5 μm である。偏光方向が液滴の配置方向と一致する S 偏光でアゾ微粒子を励起すると、6 sec. 後にアゾ微粒子が 16 μm 延伸し、グリセリン液滴とアゾ微粒子が接触し、23 sec 後に変形方向に沿って延伸した。グリセリン液滴の x 軸方向の直径 $L_x(t)$ の時間変化を図 3 に示す。延伸したアゾ粒子がグリセリン液滴に接触後、液滴の形状が急峻に変化し、接触後 6sec. でアゾ粒子を包み込み x 軸正の方向に 18 μm 延伸した。その後は液滴内を方向にアゾ微粒子が x 軸負の方向に移動し、グリセリン液滴も追従して変形した。さらに、励起光の偏光方向を 90° 回転させ、 y 軸方向に変更すると、アゾ微粒子は新たな偏光方向へ再変形し、グリセリン液滴は励起光の偏光方向が長軸となる楕円状に形状変化した。これらのことから、アゾ微粒子の可逆的な光変形の性質を用いれば、アゾ微粒子の液滴の配置と入射光の偏光を調整することで、液滴の光による形状操作が可能であると考えられる。

【参考文献】 [1] A. Li, et al., Sci. Adv. 6, eaay5808 (2020), [2] 小林他, 応物秋, 18a-E204-9 (2019)

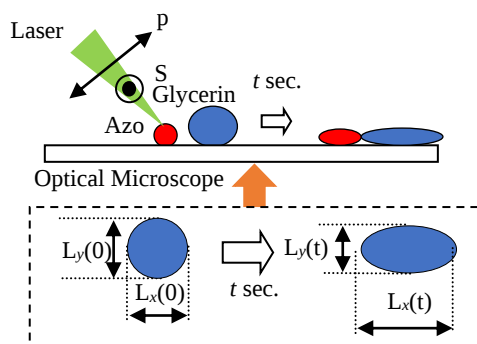


Fig.1 Shape evaluation of glycerin droplet deformed by photoisomerized azo particles

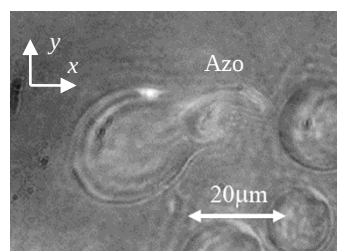


Fig.2 Optical microscope image of glycerin droplet near single azo particle irradiated by focused laser beam

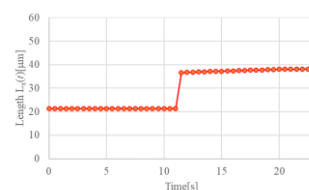


Fig.3 Transient properties of the shape changes of glycerin droplet optically deformed by azo particle