

2023 年度年次報告書

トランススケールな理解で切り拓く革新的マテリアル

2023 年度採択研究代表者

高橋 秀実

大阪大学 大学院工学研究科

大学院生

光で実現する革新的結晶作製技術の創成

研究成果の概要

本研究の目的は、レーザー光の「集める・並べる・壊す」といった工作的作用を駆使することで、結晶材料の形・構造を精密に制御することである。1 年目である 2023 年度は、集光レーザービームによる物質捕捉現象(光ピンセット、物を集める・並べる)を利用したグリシンの結晶化制御に取り組んだ。

グリシンの未飽和水溶液の表面に対して、対物レンズを用いて近赤外波長($\lambda = 1064 \text{ nm}$)の連続発振レーザーを集光照射すると、集光点からグリシン結晶が析出した。このとき、対物レンズの開口数を高くしていくと、グリシン結晶が得られる確率が高くなることがわかった。この結果は、レーザーをきつく絞るほど、集光点での溶質の濃縮が促進されることを示唆している。そこで、次に顕微ラマン分光法によって光ピンセットによる溶質の濃縮効果を定量的に評価した。すると、開口数 0.50 (集光角度: 30°)の対物レンズを用いた光ピンセットよりも、開口数 0.90 (集光角度: 64°)のそのほうが、溶質濃度の上昇速度が2倍以上速いことを見出した。また興味深いことに、開口数 0.50 の光ピンセットでは自然核発生が誘起される程度の濃度で結晶が析出したのに対し、開口数 0.90 ではそれよりも遥かに高い濃度に達するまで結晶が析出しないことがわかった。この結果は、きつく絞ったレーザーによる光ピンセットでは、集光点に安定な溶質の凝集体(dense liquid droplet)が形成していることを示唆している。このような光ピンセットによる特異な凝集体を利用することで、従来法では得られない多形を創出できる可能性がある。今後は、レーザー条件等を変えながら光ピンセットによる凝集構造を詳細に調べていく予定である。また、光ピンセットにレーザーアブレーション(高強度レーザーが誘起する物質破壊現象)を同時に利用できる実験光学系を立ち上げ、より能動的に結晶の形・構造を制御できるシステムを構築する。