

フェムト秒レーザーアブレーションによる 有機結晶成長の時空間制御

Control of organic crystal growth by femtosecond laser ablation

埼大院理工¹, [○](M1)鈴木 大希¹, 中林 誠一郎¹, 吉川 洋史¹

Saitama Univ.¹, [○]Daiki Suzuki¹, Seichiro Nakabayashi¹, Hiroshi Y. Yoshikawa¹

E-mail: d.suzuki.451@ms.saitama-u.ac.jp

<序論>これまで我々は、過飽和溶液中でのフェムト秒レーザーアブレーションにより、様々な物質の結晶核発生・結晶成長・種結晶生成を時空間制御することに成功してきた[1-3]。その中でもごく最近、フェムト秒レーザーアブレーションによりタンパク質結晶を局所的に破壊することで、結晶成長の駆動力が大きいうずまき成長が発生し、結晶成長が大きく促進するという新奇な現象を見出した[3]。本研究では、本現象がタンパク質以外の物質でも生じるかを検証することを目的とし、タンパク質を構成するアミノ酸であるグリシンを用いて実験を行った。

<実験>グリシンの過飽和水溶液 (300 mg/mL) を自作チャンバーに加え、自然核発生によりグリシン結晶を得た。その後、低過飽和溶液を加えて溶液濃度を調整し、カバーガラスでチャンバーを密封した後、20°C で 12 時間静置した。励起光源としては、再生増幅したフェムト秒レーザー ($\lambda = 800$ nm, 120 fs) を使用し、対物レンズ (NA = 0.5) を用いてグリシン結晶の (010) 面へ単発照射した。レーザー照射による結晶成長の変化は、透過像とレーザー共焦点微分干渉像 (LCM-DIM) から調べた。

<結果及び考察>Fig 1 に、結晶成長がほぼ止まっている結晶に対して、レーザーを単発照射 (0.8 μ J/pulse) した際の成長挙動を示す。レーザー照射前 30 分間は結晶の厚みが 3.6 μ m で一定であったのに対して、レーザー照射後 30 分間で結晶厚みが 5.8 μ m へと急激に増加する様子が観察された。照射 60 分後には結晶厚さは 6.8 μ m となり、照射前の約 1.9 倍になった。この原因を調べるために、透過像と同時に得られた微分干渉像を解析したところ、レーザー照射痕を中心としてとして、うずまき成長が発生していることがわかった。一般に、うずまき成長は、結晶成長の駆動力が高く、低過飽和での結晶成長に有利であることが知られている。しかし、うずまき成長は転位を由来として発生するため、うずまき成長の発生を時空間制御することは自発的な結晶育成法では不可能である。本研究の結果は、フェムト秒レーザーアブレーションにより、タンパク質だけでなく、有機低分子の結晶のうずまき成長の発生を時空間制御できることを明確に示しており、様々な物質の大型結晶作製法としての汎用性の大きな手法となりうることを示唆している。

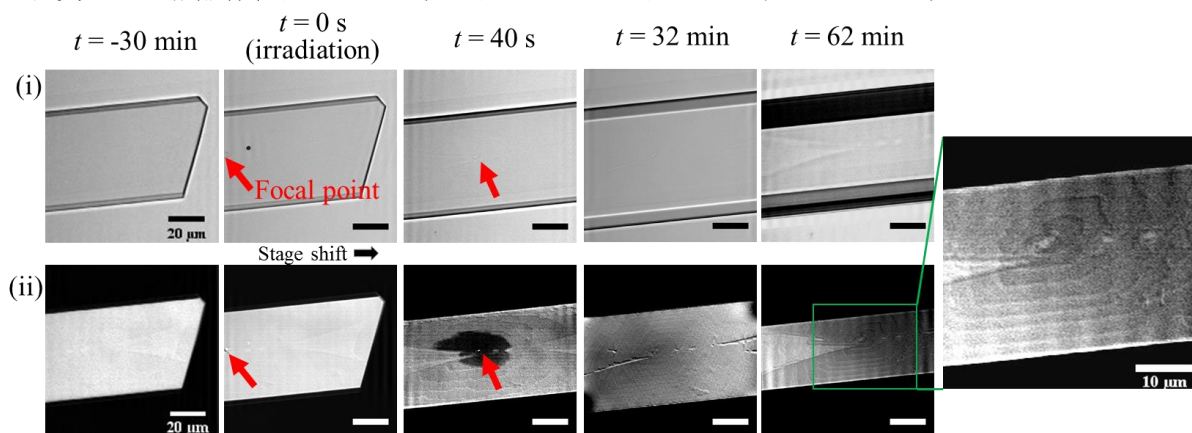


Fig.1 (i) Bright field and (ii) LCM-DIM images of glycine crystal growth by femtosecond laser ablation

[1] H. Y. Yoshikawa et al., Crystal Growth & Design, **6** (2006) 302.

[2] H. Y. Yoshikawa et al., Chemical Society Reviews, **43** (2014) 214.

[3] T. Tominaga, M. Maruyama, H. Y. Yoshikawa et al., Nature Photonics, **10** (2016) 723.