

## レーザー誘起結晶化技術におけるパルス時間幅の影響

### Effects of pulse duration on the laser-induced crystallization

阪大院工<sup>1</sup>, 京府大生命環境<sup>2</sup>, 埼玉大院理工<sup>3</sup>, 創晶<sup>4</sup>, 東北大院理<sup>5</sup>, 阪大レーザー研<sup>6</sup>

○釣優香<sup>1</sup>, 丸山美帆子<sup>1,2</sup>, 吉川洋史<sup>1,3</sup>, 安達宏昭<sup>1,4</sup>, 高野和文<sup>2,4</sup>,  
塚本勝男<sup>1,5</sup>, 今西正幸<sup>1</sup>, 吉村政志<sup>6</sup>, 森勇介<sup>1,4</sup>

Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.<sup>1</sup>, Grad. Sch. of Life and Environ. Sci., Kyoto Pref. Univ.<sup>2</sup>,

Dept. of Chem., Saitama Univ.<sup>3</sup>, SOSHO Inc.<sup>4</sup>, Grad. Sch. of Sci., Tohoku Univ.<sup>5</sup>, ILE, Osaka Univ.<sup>6</sup>

○Y. Tsuru<sup>1</sup>, M. Maruyama<sup>1,2</sup>, H. Y. Yoshikawa<sup>1,3</sup>, H. Adachi<sup>1,4</sup>, K. Takano<sup>2,4</sup>,

K. Tsukamoto<sup>1,5</sup>, M. Imanishi<sup>1</sup>, M. Yoshimura<sup>6</sup>, and Y. Mori<sup>1,4</sup>

E-mail: tsuri@cryst.eei.eng.osaka-u.ac.jp

### はじめに

これまで我々が開発してきたレーザー誘起結晶化技術では、結晶化が非常に困難である膜タンパク質の結晶化や有機化合物の結晶多形制御を実現してきた[1-3]。またこれまでそのメカニズム解明についての研究も推進し、溶液のレーザーアブレーションによって発生するキャビテーションバブルが結晶化のメイントリガーの1つであると考えている[3]。よって、今後様々な化合物に対して短時間かつ高確率な結晶化制御を目指すためには、結晶化メカニズムに基づいた更なる照射条件（パルスエネルギーや照射時間など）の検討が必要である。そこで本研究では、モデル材料として有機化合物の尿素を用い、結晶化のパルス時間幅依存性を調査した。

### 実験と結果

尿素水溶液（濃度 13.5 M）を 1 mL バイアル瓶に 0.8 mL ずつ分注した後、温度 25 °C（飽和濃度 10.47 M）まで徐冷して過飽和溶液を調製した。冷却後、自然核発生していないことを確認し、Ti:sapphire レーザー（中心波長 800 nm、繰り返し周波数 1 kHz、パルスエネルギー 260  $\mu$ J/pulse）を照射した。パルス時間幅は約 300-1300 fs の範囲で調節し、各パルス時間幅条件で 5 本ずつのバイアル瓶に対して目視で結晶化が観察できるまで最大 300 s のレーザー照射を行った。その結果、いずれのパルス時間幅条件においても、集光点から放射状に尿素が結晶化の様子が観察された（Fig. 1）。本結晶化現象を統計的に調べたところ、全ての条件で、80%以上の高い確率で結晶化が誘起されること、レーザー照射を始めてから結晶化するまでの時間（Induction time）がパルス時間幅の増加とともに減少する傾向があることがわかった（Fig. 2）。次に、レーザーによって発生するキャビテーションバブルの挙動を高速カメラで調べたところ、キャビテーションバブルの最大サイズがパルス時間幅に大きく依存することがわかった。以上の結果から、レーザー結晶化を促進

させるためには、パルス時間幅の最適化が必要であり、キャビテーションバブルがその指標の1つとなりうることを示唆された。

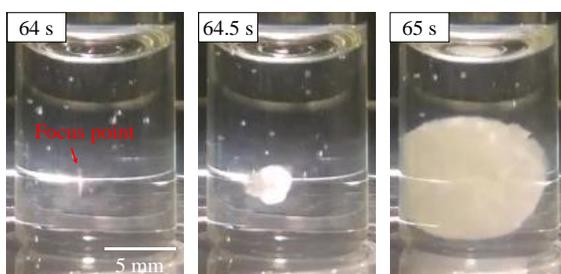


Fig. 1. A representative example of urea crystallization by laser irradiation.

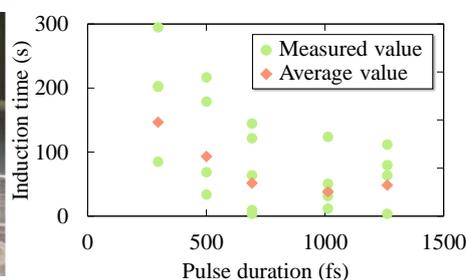


Fig. 2. Dependence of pulse duration on induction time for crystallization.

### 参考文献

- [1] H. Adachi et al., Jpn. J. Appl. Phys. **43**, L1376 (2004). [2] Y. Tsuru et al., Appl. Phys. Express, **12**, 015507 (2019). [3] H. Y. Yoshikawa et al., Chem. Soc. Rev., **43**, 2147 (2014)