

令和 4 年 5 月 29 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02613

研究課題名(和文) レーザー破壊による大型・高品質有機結晶の創製

研究課題名(英文) Production of large and high-quality crystals of organic materials by laser ablation

研究代表者

吉川 洋史 (Yoshikawa, Hiroshi)

大阪大学・工学研究科・教授

研究者番号：50551173

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、近年研究代表者らが独自開発した「レーザー破壊による結晶成長促進法」を技術発展させ、有機結晶の飛躍的な巨大化・高品質化アプローチを開発することに取り組んだ。具体的には、様々なレーザーパラメータ(エネルギー、パルス時間幅)が結晶の破壊と成長に与える影響について系統的に調べ、大型単結晶成長に最適な条件を決定した。またその条件を用いることで、生体材料や有機電気光学材料などにおいて従来法以上の大型結晶を作製することに成功した。またレーザーによる結晶核発生法の高度化にも取り組み、レーザー技術により結晶化を一貫して制御するための革新的アプローチの基盤を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

巨大かつ高品質な単結晶を得ることは、デバイス素子作製やX線構造解析など様々な分野において必要不可欠なプロセスである。しかし、有機結晶は弱い引力を成長の駆動力としているため、温度や濃度などの網羅的な条件探索を経ても、所望のサイズや品質を有する結晶が得られないケースが多々ある。一方、本研究で開発した「レーザー破壊による結晶成長促進法」は、自由エネルギー的に有利な結晶成長様式(例：渦巻き成長)を強制発生させるものであり、従来の結晶化制御法とは原理的に一線を画するものである。今後本手法を駆使することで従来法では困難であった様々な有機結晶の作製が期待できる。

研究成果の概要(英文)：We have developed a new technique for the control of crystal growth of organic materials by laser ablation. We systematically investigated the dependence of various laser parameters (e.g., energy and pulse duration) on the processing and growth of organic crystals. On the basis of the results, we succeeded in producing bulky crystals of biomaterials and organic opto-electric materials that cannot be made by conventional approaches alone. In addition, we developed a laser ablation technique for the control of crystal nucleation, which can be combined with crystal growth control by laser ablation.

研究分野：光工学、生物物理化学

キーワード：レーザーアブレーション レーザー加工 ナノプロセッシング 光干渉計測 結晶化 結晶成長 有機材料 レーザー操作

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

巨大かつ高品質な単結晶を得ることは、デバイス素子作製や X 線構造解析など様々な分野において必要不可欠なプロセスである。しかし、有機結晶は弱い引力を成長の駆動力としているため、温度や濃度などの網羅的な条件探索を経ても、所望のサイズや品質を有する結晶が得られないケースが多々ある。一方近年、我々の研究グループは、結晶を破壊することで成長を促進させるという全く新しい結晶育成法を開拓した<sup>①②</sup>。本手法の原理は、短パルスレーザーによる物質破壊現象（レーザーアブレーション、以下「レーザー破壊」と呼ぶ）により、エネルギー的に有利な結晶成長モード（渦巻き成長）を強制発生させるものであり、従来のような濃度・温度などの環境因子の調節とは一線を画するものである。またこれまで我々は、溶液のレーザー破壊によって結晶核発生を強制的に誘起する手法も開発してきた<sup>③</sup>。よってこれら独自のレーザー手法を駆使することで、従来の結晶化法では実現できない特性を有する有機結晶を作製できると考えるに至った。

## 2. 研究の目的

上記の背景の元、本研究では「レーザー破壊による結晶成長促進法」をさらに技術発展させ、有機結晶の飛躍的な巨大化・高品質化アプローチを開発することを目的とした。これを通してレーザーによる結晶化制御手法を高度化するとともに、従来法では既に頭打ちの状態にある有機電気光学結晶や生体分子結晶の巨大化・高品質化に応用し、材料科学・生命科学分野のイノベーション技術としての可能性を探求した。

## 3. 研究の方法

本研究では主に以下の 2 種類の研究手法の技術発展と応用を通して、研究目的達成を目指した。

### (1) レーザー破壊による結晶成長促進法

研究代表者らが近年開発した「レーザー破壊による結晶成長促進法」は、レーザー破壊により結晶の局所領域にらせん転位を強制発生させることで、エネルギー的に有利な結晶成長モード（渦巻き成長）を誘発するという、結晶巨大化の全く新しい結晶育成原理に基づく。実際これまでに、成長駆動力が極めて小さいタンパク質結晶を、結晶品質を劣化させずに巨大化できることを示し、単結晶 X 線構造解析によるタンパク質機能解明のためのブレイクスルー技術になりうることを示した<sup>①②</sup>。そこで本研究では、本レーザー手法の有効性・汎用性を検証することで、従来法では困難であった有機結晶の飛躍的な巨大化・高品質化を目指した。具体的には、結晶の巨大化の源である渦巻き成長発生の、レーザー照射条件（レーザーエネルギー、パルス時間幅、照射する結晶面など）を調べた。さらにその知見を元に、次世代の電気光学素子として期待されている有機電気光学結晶や、単結晶 X 線構造解析が待ち望まれている生体分子結晶などの巨大化・高品質化に挑み、本手法の汎用性・工業応用性を検証した。

### (2) レーザー破壊による結晶核発生法

結晶核発生は、溶液から固体核が発生する結晶化の第一段階である。研究代表者は、溶液のレーザー破壊を外部刺激とし、様々な有機材料の結晶核発生を強制的に誘起できることを見出してきた<sup>③</sup>。また結晶化ダイナミクス的高速イメージングなどの結果から、本技術では、溶液のレーザー破壊によって生じるキャビテーションバブルや衝撃波が溶質分子を凝集することで、核発生が誘起されるとの仮説を立てている。そこで本研究では、溶液のレーザー破壊で小実キャビテーションの挙動と結晶核発生との相関を詳細に調べることで、核発生メカニズムの解明とより効率的な条件探索を目指した。

## 4. 研究成果

### (1) レーザー破壊による結晶成長促進法の開発

本研究では、レーザー破壊のメカニズムに大きな影響を及ぼすパルス時間幅およびレーザーエネルギーの効果について重点的に調べた。具体的には、ほぼ同波長でありつつ、ナノ秒～フェムト秒でパルス時間幅が可変なレーザーシステムを用いて、アミノ酸結晶の破壊特性や成長様式を系統的に調べた（図 1）<sup>④</sup>。その結果、レーザーエネルギーがアブレーションしきい値に近く、さらにパルス時間幅が短いほど、多結晶化することとなる単結晶成長を誘導できることがわかった。この原因を調べるために、結晶表面の形状を原子間力顕微鏡や光干渉顕微鏡で詳細調べた。その結果、パルス時間幅が短いほど結晶へのダメージが小さくなり、約 100 フェムト秒のレーザーパルスの場合、解説限界以下の微小且つシャープなエッチングが形成できることがわかった。この結果は、フェムト秒レーザーによる多光子励起および光力学的アブレーションプロセスにより、結晶へのダメージが最小限に抑えられ、単結晶成長を誘導できることを示している。さらに見出されたパルス時間幅やレーザーエネルギーの最適条件を用いることで、通常育成の場合の数倍以上のサイズを有する L-フェニルアラニン結晶の作製に成功した。

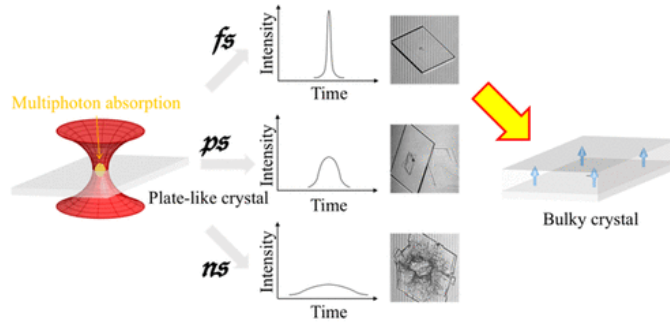


図1：レーザーパルス時間幅が結晶の加工・成長に与える影響。文献④より転載。Copyright (2019) American Chemical Society.

また以上で見出された最適なレーザー照射条件を用いることで、有機電気光学結晶を大型化できることを見出した(図2)<sup>⑤</sup>。具体的には、次世代の電気光学素子として期待されているDASTやDASC結晶を用いて、レーザー照射した結晶面の成長が大幅に促進することを発見した。また興味深いことに、結晶の一部が破壊されているのも関わらず、結晶はテラヘルツ波発生能などの非線形光学特性を維持していることがわかった、これらの結果は、レーザー破壊による結晶成長促進法が様々な有機結晶の大型化や高機能化に有効であることを示すものである。

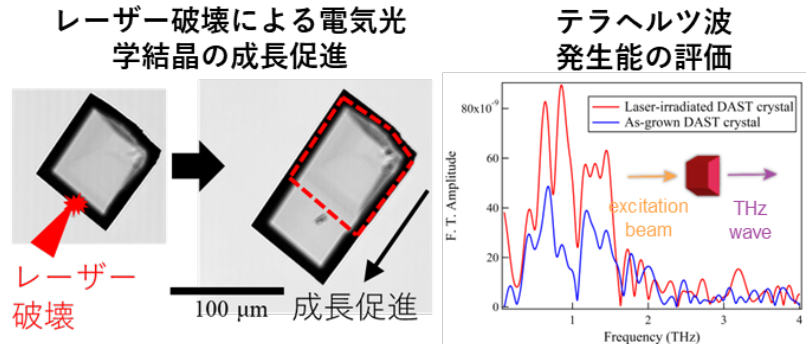


図2：レーザー破壊による有機電気光学結晶の成長促進とテラヘルツ波発生能の評価。文献⑤より転載。Copyright (2021) American Chemical Society.

### (2) レーザー破壊による結晶核発生法の最適化

本研究では、レーザー破壊による結晶核発生の最適条件を探求するために、融液系の結晶核発生を初めて開拓した(図3)<sup>⑥</sup>。融液系は溶液系と比較してシンプルな1成分系であるため、核発生のメカニズム解明や最適条件探索の上で格好の対象である。本研究では、レーザーのパルス時間幅、エネルギー、ビームプロファイルを系統的に変えながら、高い核発生確率が得られる条件を見出すことに成功した。またレーザー破壊による結晶核発生の確率が、キャビテーション泡による過飽和度の増加と、熱発生による過飽和度の減少の競争で決まることを見出した。

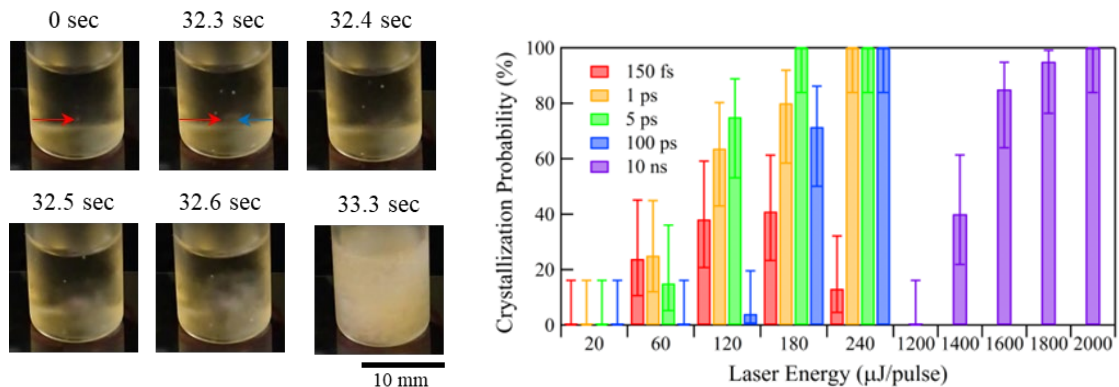


図3 レーザー破壊による氷酢酸融液からの結晶核発生とレーザーパラメータ依存性。文献⑥より転載。Copyright (2021) The Japan Society of Applied Physics.

### (3) その他

本研究では(1)(2)の成果が基盤となり、レーザー核発生時の溶液状態の可視化<sup>⑦</sup>、レーザーによる結晶多形の制御と分析<sup>⑧</sup>、バイオ材料のレーザー加工<sup>⑨</sup>などで論文や学会にて成果を発表し、当初の想定以上に発展・波及した。以上の成果により、レーザーを用いた革新的な結晶化

制御アプローチを提唱することができたとともに、様々な有機・バイオ材料の開発・分析に貢献できた。

<引用文献>

- ① Yusuke Tominaga, Mihoko Maruyama\*, Masashi Yoshimura, Haruhiko Koizumi, Masaru Tachibana, Shigeru Sugiyama, Hiroaki Adachi, Katsuo Tsukamoto, Hiroyoshi Matsumura, Kazufumi Takano, Satoshi Murakami, Tsuyoshi Inoue, Hiroshi Y. Yoshikawa, Yusuke Mori, "Promotion of protein crystal growth by actively switching crystal growth mode via femtosecond laser ablation" *Nature Photonics*, 10 (2016) 723-726.
- ② Daiki Suzuki, Seiichiro Nakabayashi, Hiroshi Y. Yoshikawa, "Control of Organic Crystal Shape by Femtosecond Laser Ablation", *Crystal Growth & Design*, 18 (2018) 4829–4833.
- ③ H. Y. Yoshikawa, R. Murai, H. Adachi, S. Sugiyama, M. Maruyama, Y. Takahashi, K. Takano, H. Matsumura, T. Inoue, S. Murakami, H. Masuhara, and Y. Mori, "Laser ablation for protein crystal nucleation and seeding", *Chemical Society Reviews*, 43 (2014) 2147-2158.
- ④ Chi-Shiun Wu, Jun Ikeyama, Seiichiro Nakabayashi, Teruki Sugiyama, Hiroshi Y. Yoshikawa, "Growth Promotion of Targeted Crystal Face by Nano-Processing via Laser Ablation", *The Journal of Physical Chemistry C*, 123 (2019) 24919-24926.
- ⑤ Hozumi Takahashi, Mayu Yamaji, Jun Ikeyama, Makoto Nakajima, Hideaki Kitahara, Syouei Tetsukawa, Naritaka Kobayashi, Mihoko Maruyama, Teruki Sugiyama, Shuji Okada, Yusuke Mori, Seiichiro Nakabayashi, Masashi Yoshimura and Hiroshi Y. Yoshikawa, "Growth Enhancement of Organic Nonlinear Optical Crystals by Femtosecond Laser Ablation", *The Journal of Physical Chemistry C*, 125 (2021) 2021, 8391–8397.
- ⑥ Hozumi Takahashi, Teruki Sugiyama, Seiichiro Nakabayashi and Hiroshi Y. Yoshikawa, "Crystallization from Glacial Acetic Acid Melt via Laser Ablation", *Applied Physics Express*, 14 (2021) 045503.
- ⑦ Itsuo Hanasaki, Kazuki Okano, Hiroshi Y. Yoshikawa, Teruki Sugiyama, "Spatio-Temporal Dynamics of Laser-Induced Molecular Crystal Precursors Visualized by Particle Image Diffusometry", *The Journal of Physical Chemistry Letters*, 10 (2019) 7452-7457.
- ⑧ Chi-Shiun Wu, Hiroshi Y. Yoshikawa, Teruki Sugiyama, "Bidirectional polymorphic conversion by focused femtosecond laser irradiation", *Japanese Journal of Applied Physics*, 59 (2020) S11H02.
- ⑨ Yuka Tsuru, Mihoko Maruyama, Hiroshi Y. Yoshikawa, Shino Okada, Hiroaki Adachi, Kazufumi Takano, Katsuo Tsukamoto, Masayuki Imanishi, Masashi Yoshimura, and Yusuke Mori, "Intergrowth of two aspirin polymorphism observed with Raman spectroscopy", *Journal of Crystal Growth*, 532 (2020) 125430 (6 pages).
- ⑩ Kanae Hiyoshi, Kaito Saito, Narumi Fukuda, Takahisa Matsuzaki, Hiroshi Y. Yoshikawa and Sachiko Tsuda, "Two-Photon Laser Ablation and In Vivo Wide-Field Imaging of Inferior Olive Neurons Revealed the Recovery of Olivocerebellar Circuits in Zebrafish", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (2021) 8357.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 吉川洋史、丸山美帆子、中嶋誠、吉村政志、森勇介	4. 巻 -
2. 論文標題 レーザーアブレーションによる有機・バイオマテリアルの結晶成長制御	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊OPTONICS	6. 最初と最後の頁 159~162
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takahashi Hozumi, Yamaji Mayu, Ikeyama Jun, Nakajima Makoto, Kitahara Hideaki, Tetsukawa Syouei, Kobayashi Naritaka, Maruyama Mihoko, Sugiyama Teruki, Okada Shuji, Mori Yusuke, Nakabayashi Seiichiro, Yoshimura Masashi, Yoshikawa Hiroshi Y.	4. 巻 125
2. 論文標題 Growth Enhancement of Organic Nonlinear Optical Crystals by Femtosecond Laser Ablation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 8391 ~ 8397
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.jpcc.0c10636	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Takahashi Hozumi, Sugiyama Teruki, Nakabayashi Seiichiro, Yoshikawa Hiroshi Y.	4. 巻 14
2. 論文標題 Crystallization from glacial acetic acid melt via laser ablation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 045503 ~ 045503
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1882-0786/abf053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Hiyoshi Kanae, Saito Kaito, Fukuda Narumi, Matsuzaki Takahisa, Yoshikawa Hiroshi Y., Tsuda Sachiko	4. 巻 18
2. 論文標題 Two-Photon Laser Ablation and In Vivo Wide-Field Imaging of Inferior Olive Neurons Revealed the Recovery of Olivocerebellar Circuits in Zebrafish	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 8357 ~ 8357
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph18168357	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsuru Yuka, Inaoka Nana, Maruyama Mihoko, Tsukamoto Katsuo, Adachi Hiroaki, Yoshikawa Hiroshi Y., Takano Kazufumi, Imanishi Masayuki, Yoshimura Masashi, Mori Yusuke	4. 巻 557
2. 論文標題 Effects of entrapped gas on the surface of a plastic ball induced by ultrasonic irradiation on the enhancement of crystallization of acetaminophen form II	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Crystal Growth	6. 最初と最後の頁 125994 ~ 125994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcrysgro.2020.125994	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishigaki Akari, Maruyama Mihoko, Tanaka Shun-ichi, Yoshikawa Hiroshi Y., Imanishi Masayuki, Yoshimura Masashi, Mori Yusuke, Takano Kazufumi	4. 巻 11
2. 論文標題 Growth of Acetaminophen Polymorphic Crystals and Solution-Mediated Phase Transition from Trihydrate to Form II in Agarose Gel	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 1069 ~ 1069
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst11091069	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉川洋史	4. 巻 594
2. 論文標題 光技術による応用自然科学の探求～結晶化から臓器形成まで～	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 大阪大学工業会誌 (TECHNO NET)	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉川洋史	4. 巻 74
2. 論文標題 光技術による物質科学・生命科学の新展開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生産と技術	6. 最初と最後の頁 79-81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 丸山美帆子、吉川洋史、釣優香、吉村政志、森勇介	4. 巻 48
2. 論文標題 レーザー光による結晶化現象の制御	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 レーザー研究	6. 最初と最後の頁 419-425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wu Chi-Shiun, Ikeyama Jun, Nakabayashi Seiichiro, Sugiyama Teruki, Yoshikawa Hiroshi Y.	4. 巻 123
2. 論文標題 Growth Promotion of Targeted Crystal Face by Nanoprocessing via Laser Ablation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 24919 ~ 24926
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b06878	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Wu Chi-Shiun, Yoshikawa Hiroshi Y., Sugiyama Teruki	4. 巻 59
2. 論文標題 Bidirectional polymorphic conversion by focused femtosecond laser irradiation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 S11H02 ~ S11H02
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab7ae2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tsuru Yuka, Maruyama Mihoko, Yoshikawa Hiroshi Y., Okada Shino, Adachi Hiroaki, Takano Kazufumi, Tsukamoto Katsuo, Imanishi Masayuki, Yoshimura Masashi, Mori Yusuke	4. 巻 532
2. 論文標題 Intergrowth of two aspirin polymorphism observed with Raman spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Crystal Growth	6. 最初と最後の頁 125430 ~ 125430
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcrysgro.2019.125430	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hanasaki Itsuo, Okano Kazuki, Yoshikawa Hiroshi Y., Sugiyama Teruki	4. 巻 10
2. 論文標題 Spatiotemporal Dynamics of Laser-Induced Molecular Crystal Precursors Visualized by Particle Image Diffusometry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 7452 ~ 7457
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.9b02571	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 高橋 秀実、釣 優香、丸山 美帆子、吉村 政志、中林 誠一郎、森 勇介、吉川 洋史
2. 発表標題 レーザーアブレーションによる氷の結晶核発生
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉川 洋史
2. 発表標題 結晶を創るフォトンクス技術の過去・現在・未来
3. 学会等名 59th. Photonics Colloquium (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉川 洋史
2. 発表標題 光技術が拓く有機・生体材料の秩序構造形成～結晶化から臓器再生まで～
3. 学会等名 第17回 PhotoLIFEワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 丸山 美帆子, 吉川 洋史, 吉村 政志, 森 勇介
2. 発表標題 生命にかかわる結晶の多形 = 尿路結石の形成
3. 学会等名 薄膜材料デバイス研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 丸山美帆子、中嶋誠、吉川洋史、塚本勝男、王有為、太田雅人、釣優香、磯山悟朗、大沼準志、島田竜太郎、立嶋知彦、 V.C.Angul to, V.K.Mag-usara, 高野和文、宇佐美茂佳、今西正幸、吉村政志、森勇介
2. 発表標題 テラヘルツ自由電子レーザーを用いたアントラセンの結晶核形成誘起
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 短パルスレーザー照射によるアントラセン結晶核形成の高速度観察
2. 発表標題 釣優香、丸山美帆子、吉川洋史、塚本勝男、大沼準志、島田竜太郎、立嶋知彦、高野和文、安達宏昭、宇佐美茂佳、今西正幸、吉村政志、 森勇介
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白岩愛実、高橋秀実、山地真由、丸山美帆子、吉村政志、中嶋誠、森勇介、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 レーザー破壊による有機非線形光学材料の種結晶形成
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 海老原里美、高橋秀実、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 パルスレーザー単発照射による集光点からの結晶化現象～酢酸ナトリウム～
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣田隆人、高橋秀実、池山潤、松崎賢寿、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 パルスレーザー誘起結晶成長に対する結晶構造の影響の評価
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 レーザーアブレーションが誘起する結晶化現象の可視化
2. 発表標題 吉川洋史、丸山美帆子、釣優香、塚本勝男、高野和文、安達宏昭、宇佐美茂佳、今西正幸、吉村政志、森勇介
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 釣優香、丸山美帆子、吉川洋史、塚本勝男、高野和文、安達宏昭、宇佐美茂佳、今西正幸、吉村政志、森勇介
2. 発表標題 アスピリンの安定相と準安定相が作る intergrowth 形成のその場観察
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 由利子、丸山 美帆子、杉浦 悠紀、濱本 周造、茶谷 亮輔、田尻 理恵、吉川 洋史、高野 和文、岡田 淳志、吉村 政志、安井 孝周、森 勇介
2. 発表標題 リン酸カルシウム系尿路結石形成初期過程にみられる結晶相の相転移
3. 学会等名 第50回結晶成長国内会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉川洋史
2. 発表標題 バイオソフトマターの光計測・光操作～細胞膜・タンパク質結晶～
3. 学会等名 第72回コロイドおよび界面化学討論会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroshi Yoshikawa
2. 発表標題 Production of functional organic crystals by intense laser
3. 学会等名 光・量子ビーム科学合同シンポジウム 2021 (OPTO 2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroshi Y. Yoshikawa
2. 発表標題 Crystallization control of organic and biological materials by femtosecond laser ablation
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Tsuru, M. Maruyama, H. Y. Yoshikawa, K. Tsukamoto, K. Takano, S. Usami, M. Imanishi, M. Yoshimura, Y. Mori
2. 発表標題 Laser pulse duration effects on laser-induced crystallization of urea
3. 学会等名 The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 秀実、杉山 輝樹、中林 誠一郎、吉川 洋史
2. 発表標題 レーザーアブレーションによる氷酢酸融液からの結晶化
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroshi Yoshikawa
2. 発表標題 Fabrication of Highly Ordered Protein Assembly by Focused Laser Beam
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋秀実、山地真由、池山潤、中嶋誠、北原英明、鐵川憧英、小林成貴、丸山美帆子、杉山輝樹、岡田修司、森勇介、中林誠一郎、吉村政志、吉川洋史
2. 発表標題 レーザーによる有機結晶の形状制御と非線形光学特性に与える影響の解明
3. 学会等名 光・量子ビーム科学合同シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山地真由、高橋秀実、池山潤、鐵川憧英、北原英明、中嶋誠、杉山輝樹、丸山美帆子、森勇介、吉村政志、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 レーザー技術による有機電気光学結晶の結晶化の時空間制御
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 池山潤、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 有機結晶の渦巻き成長発生に最適なレーザー照射条件の探索
3. 学会等名 第49回結晶成長国内会議
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋秀実、杉山輝樹、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 レーザーアブレーションによる融液からの結晶化 ~氷酢酸~
3. 学会等名 第49回結晶成長国内会議
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 釣優香、丸山美帆子、吉川洋史、塚本勝男、安達宏昭、高野和文、宇佐美茂佳、今西正幸、吉村政志、森勇介
2. 発表標題 レーザーのパルス時間幅が尿素結晶化に及ぼす影響
3. 学会等名 第49回結晶成長国内会議
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久住翔太、丸山美帆子、門馬綱一、古川善博、杉浦悠紀、田中勇太郎、田尻理恵、宇佐美茂佳、今西正幸、吉川洋史、高野和文、岡田淳志、安井孝周、吉村政志、森勇介
2. 発表標題 尿路結石形成機序解明に向けたシュウ酸カルシウム結晶の溶媒媒介相転移の観察
3. 学会等名 第49回結晶成長国内会議
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉川洋史
2. 発表標題 集光レーザービームによる有機・バイオ材料の秩序構造形成
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会 第40回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 釣優香，丸山美帆子，吉川洋史，安達宏昭，高野和文，塚本勝男，今西正幸，吉村政志，森勇介
2. 発表標題 レーザー誘起結晶化技術におけるパルス時間幅の影響
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroshi Yoshikawa
2. 発表標題 CONTROL OF CRYSTAL SHAPE OF ORGANIC MATERIALS BY FEMTOSECOND LASER ABLATION
3. 学会等名 15th International Conference on Laser Ablation (COLA 2019) † (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 釣優香、丸山美帆子、吉川洋史、岡田詩乃、安達宏昭、高野和文、塚本勝男、今西正幸、吉村政志、森勇介
2. 発表標題 医薬品化合物アスピリンの成長過程における相転移のその場観察
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池山潤、Wu Chi-Shiun、杉山輝樹、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 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 ~ ビームプロファイルおよびパルス時間幅依存性 ~
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋秀実、池山潤、山地真由、小林成貴、丸山美帆子、中嶋誠、岡田修司、吉村政志、森勇介、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 フェムト秒レーザーアブレーションによる有機非線形光学結晶の成長制御
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋秀実、池山潤、山地真由、小林成貴、丸山美帆子、中嶋誠、岡田修司、吉村政志、森勇介、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 レーザーアブレーションによる有機非線形光学結晶の形状制御
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山地真由、高橋秀実、池山潤、杉山輝樹、丸山美帆子、森勇介、吉村政志、中林誠一郎、吉川洋史
2. 発表標題 レーザーアブレーションによる有機電気光学結晶の異方的成長誘導
3. 学会等名 第48回結晶成長国内会議（JCCG-48）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 釣優香、丸山美帆子、吉川洋史、池山潤、岡田詩乃、安達宏昭、高野和文、塚本勝男、今西正幸、吉村政志、森勇介
2. 発表標題 レーザー照射による尿素結晶化のパルス時間幅依存性
3. 学会等名 第48回結晶成長国内会議（JCCG-48）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉川洋史
2. 発表標題 自律的な秩序構造形成に資する力学的相互作用の定量解明 ～結晶化および細胞組織化の研究を通して～
3. 学会等名 第39回キャピラリー電気泳動シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	丸山 美帆子  (Maruyama Mihoko)  (20623903)	大阪大学・高等共創研究院・准教授   (14401)	



6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	吉村 政志  (Yoshimura Masashi)  (60314382)	大阪大学・レーザー科学研究所・教授    (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
その他の国・地域（台湾）	国立陽明交通大学			