

令和 4 年 7 月 29 日現在

機関番号：22701

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06368

研究課題名（和文）ソフトクリスタルの熱機械的評価手法ならびに制御手法の開拓

研究課題名（英文）Developments of Thermomechanical Properties of Soft Crystals

研究代表者

高見澤 聡（TAKAMIZAWA, SATOSHI）

横浜市立大学・生命ナノシステム科学研究科（八景キャンパス）・教授

研究者番号：90336587

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 40,700,000円

研究成果の概要（和文）：有機固体が発現する超弾性（“有機超弾性”）を基軸としてソフトクリスタルの形態制御

ならびに物性変調への展開を行った。超弾性は形状記憶合金（もしくは超弾性合金）として知られる特殊な合金の特異な物理特性としてこれまで極めて限定的に発展してきたが、有機超弾性は化学に現れた新しい固体特性であり、化学的手法による超弾性研究が可能な新しいステージを確立できた。本研究では(1)有機超弾性結晶の創製および手法の開拓、(2)物性評価手法の深化発展、ならびに(3)超弾性とカップルする光学物性変調特性の獲得に至った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

物質にあまり備わっていない弾性や塑性は、あらゆる材料の基礎物性であるため、それらと強い相関性を持つ超弾性は潜在的に高い一般性と応用性を秘めている。本が新学術領域研究「ソフトクリスタル」では、光学的な特性の導入と、様々な有機・金属錯体の機能性結晶における超弾性探索を行い、有機超弾性を発現する多彩なソフトクリスタル物質群を見出すのに成功した。化学における新しい固体物性としての有機超弾性の観点からソフトクリスタルを俯瞰し、かつソフトクリスタルの学理進化および将来の応用性を示せたものと思う。

研究成果の概要（英文）：Aiming to develop Soft Crystals' shape control and transition properties, we carried out experimental studies on organosuperelasticity. Since superelasticity has been known as a peculiar property in a specific kind of metal alloys, organosuperelasticity, the new solid-state property in chemistry, can provide a new platform for studying Soft Crystals with chemical procedures.

In this project, we achieved the development of the synthesis of organosuperelastic crystals (1), the expansion of measuring methods for organosuperelastic crystals (2), and the realizing superelastochromic crystals (3).

研究分野：錯体化学

キーワード：有機超弾性

### 1. 研究開始当初の背景

“超弾性”とは(変態)擬弾性として知られる固体材料特性であり、塑性変形した固体があたかも弾性体の様に自発的に元の形状に戻る特性である。これまで Ti-Ni 合金を代表とする特殊な合金で発現する特異な物理特性と考えられてきた。また、超弾性の温度ヒステシスは形状記憶効果をもたらし、これらの材料は形状記憶合金として知られる。超弾性が Au-Cd 合金で報告[1]されてから 80 年以上経った 2014 年に、代表者である高見澤は有機物による超弾性挙動(有機超弾性)を世界で初めて示した。[2]また、Au-Cd 合金において形状記憶合金の最初の報告[3]から 60 年以上経過した 2016 年に、有機結晶で合金特有の形状記憶効果の発現にも成功した。[4] これらの結果は超弾性の物質的一般性と高い拡張性を示す。また、多孔性金属錯体においても超弾性を見出しており[5]、蒸気吸着による結晶変態とカップルしてベイポクロミズムも確認した。[6] ベイポクロミズムやメカノクロミズムを有機超弾性の概念で理解できる可能性が見出された。

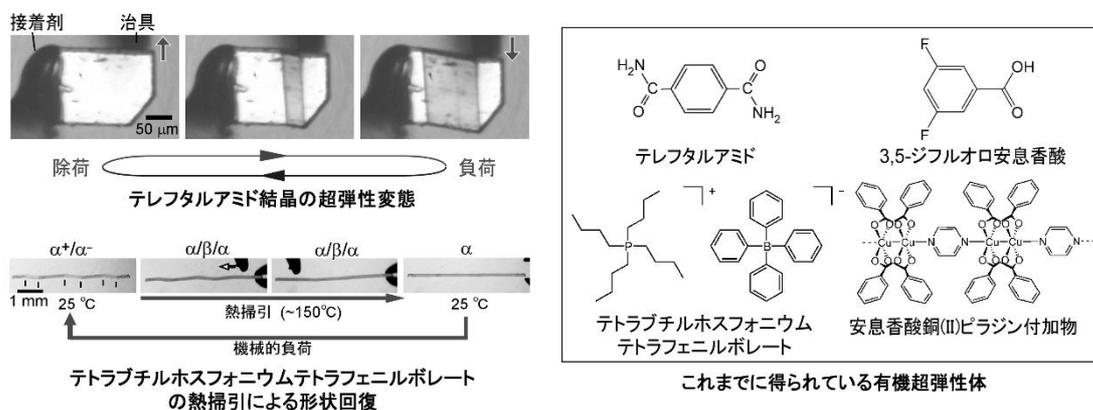


図 1. 当初の有機超弾性体 (1) 単純な有機結晶であるテレフタルアミドの水素結合性結晶[2]、(2) 3,5-ジフルオロ安息香酸の二分子会合体のファンデルワールス結晶[7]、(3) テトラブチルホスフォニウム テトラフェニルボレートの 2 元系イオン性有機結晶[4]、(4) 安息香酸銅(II)ピラジン付加物の多孔性一次元鎖状高分子錯体結晶。[5])

### 2. 研究の目的

有機超弾性は化学にとって新しい物理特性であり、化学に現れた新しい物理要素である。金属材料や無機材料でのみ知られる特性を有機材料で実現できるようになれば、計り知れない学術的/応用材料の影響が出る。有機超弾性もその一例になる可能性を秘めており、有機超弾性を切り口に、ソフトクリスタル研究に展開できる可能性があった。そこで A01 班の役割である微量の蒸気・熱・機械的刺激などの低刺激に应答するソフトクリスタル創製及び形態制御を担当する。新しい固体物性である超弾性の根源となる応力誘起結晶相転移の観点からソフトクリスタルの熱機械的特性の評価ならびに機械的な光特性操作法の開拓を行い、有機超弾性研究手法を駆使してソフトクリスタルの形態制御研究促進への貢献を目的とした。

ソフトクリスタルは光物性遷移が分子スケールから結晶状態の連携によって構造 電子状態相関の協同現象として発現している可能性がある。非拡散型の結晶相変態に着目し、機械的な分子構造 結晶構造の連携について力学的な評価制御手法を探索する。熱・応力を機械的パラメータとし、ソフトクリスタルの機械的挙動と電子状態変化がカップルする物性開拓を行い、分子 分子集合体 結晶相の機械的学理の確立を目指した。

### 3. 研究の方法

本研究では、A01 班の役割である微量の蒸気・熱・機械的刺激などの低刺激に应答するソフトクリスタル及び構成分子の形態制御を担当とし、有機超弾性研究の観点からソフトクリスタルの形態制御研究促進に貢献しつつ、本領域での超弾性概念の学理的意義を明瞭にするために、ソフトクリスタルの熱機械的特性の評価な

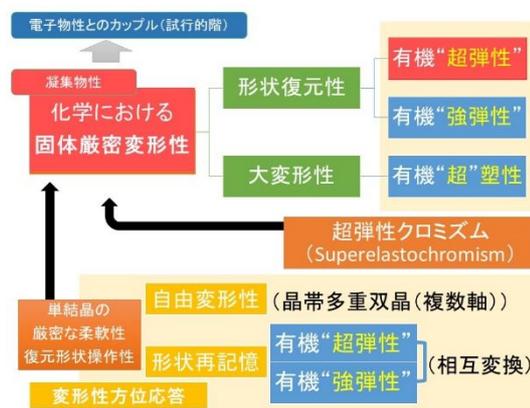
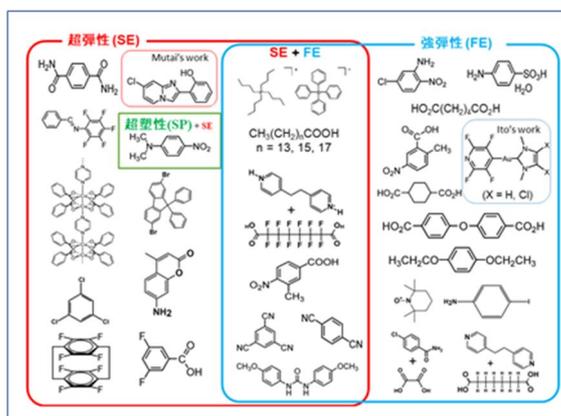
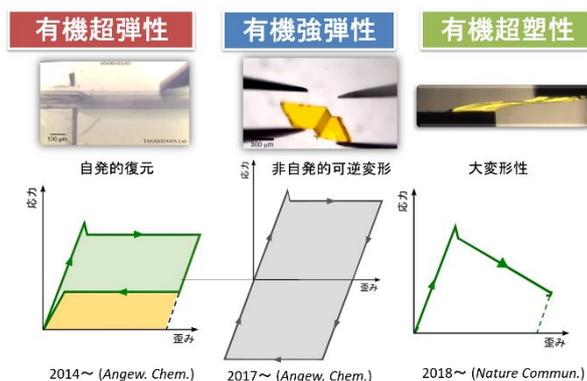


らびに機械的な光特性操作法の開拓の実験研究を行った。  
 有機超弾性結晶の創製および手法の開拓と超弾性評価手法の深化発展、ならびに超弾性とカップルする光学特性変調特性の解明について、領域内での共同研究の推進によって研究を促進した。

#### 4. 研究成果

有機超弾性は有機結晶における新しい物理特性であり、本新学術領域のソフトクリスタルときわめて高い親和性が明らかとなった。本研究の進展により、有機超弾性[8-15]から始まり、有機強弾性[16-25]、有機超塑性[26]を見出した。変形の前後で単結晶性を失わない「厳密変形性」は、厳密な機構理解に有利であり、分子を組成とする結晶変形の新しい形態である。単結晶性を維持した自由変形性として、晶帯多重双晶変形[12,16]、超弾性 - 強弾性転移による形状記憶効果ならびに形状再記憶効果[27,28]も明らかにした。

また、蛍光性有機金属化合物結晶における超弾性クロミズムを共同で見出すのにも成功した。[29-31]機化合物結晶における有機超弾性現象の発現および機能について新しい知見を得た。また、弾性体やすべり試料の測定[32-34]、物性測定手法[35]としての共同研究も推進した。



#### [ 参考文献 ]

1. A. Ölander, An electrochemical investigation of solid cadmium-gold alloys, *J. Am. Chem. Soc.*, **54**, 3819-3833 (1932).
2. S. Takamizawa, Y. Miyamoto, Superelastic organic crystals, *Angew. Chem. Int. Ed.* **53**, 6970 (2014).
3. L. C. Chang and T. A. Read, Plastic deformation and diffusionless phase changes in metals — the gold-cadmium beta phase, *Transactions of the AIME*, **189**, 47-52 (1951).
4. S. Takamizawa, Y. Takasaki, Shape-memory effect in an organosuperelastic crystal, *Chem. Sci.* **7**, 1527-1534 (2016).
5. Y. Takasaki, S. Takamizawa, Active porous transition towards spatiotemporal control of molecular flow in a crystal membrane, *Nature Commun.* **6**, 8934 (2015).
6. S. Takamizawa, Dynamic gas-inclusion in a single crystal, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **54**(24), 7033–7036 (2015).
7. S. Takamizawa, Y. Takasaki, Superelastic shape recovery of mechanically twinned 3,5-difluorobenzoic acid crystals, *Angew. Chem. Int. Ed.* **54**(16), 4815-4817 (2015).
8. S. Takamizawa, Y. Takasaki, Versatile shape recoverability of odd-numbered saturated long-chain fatty acid crystals, *Cryst. Growth Des.* **19**(3), 1912-1920 (2019).

9. Y. Takasaki, T. Sasaki, S. Takamizawa, Temperature-diversified anisotropic superelasticity and ferroelasticity in a 3-methyl-4-nitrobenzoic acid crystal, *Cryst. Growth Des.* 20(9), 6211-6216 (2020).
10. T. Sasaki, S. Sakamoto, S. Takamizawa, Twinning-based organosuperelasticity and chirality in a single crystal of an achiral donor-acceptor type schiff base induced by charge-transfer interactions, *Cryst. Growth Des.* 20(12), 8079-8083 (2020).
11. T. Sasaki, S. Ranjan, S. Takamizawa, A photoluminescent organosuperelastic crystal of 7-amino-4-methylcoumarin, *CrystEngComm* 23(34) 5801-5804 (2021).
12. T. Sasaki, K. Nishizawa, S. Takamizawa, Versatile organosuperelastic deformability by multiple mechanical twinning, *Cryst. Growth Des.* 21(4), 2453-2458 (2021).
13. T. Sasaki, S. Sakamoto, E. R. Engel, S. Takamizawa, An organosuperelastic mechanism with bending molecular chain bundles, *Crystal Growth & Design* 21(5) 2920-2924 2021
14. T. Sasaki, S. Ranjan, S. Takamizawa, Perpendicularly oriented dual organosuperelasticity correlated with molecular symmetry, *Crystal Growth & Design* 21(7) 3902-3907 (2021).
15. E. R. Engel and S. Takamizawa, A phase-diagram rationalization of thermally and mechanically triggered multiple mechanical responses of an organic crystal, *Cryst. Growth Des.* 22, 2, 1229–1236 (2022)
16. E. R. Engel, S. Takamizawa, Versatile ferroelastic deformability in an organic single crystal by twinning about a molecular zone axis, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 57, 11888-11892 (2018).
17. S. H. Mir, Y. Takasaki, E. R. Engel, S. Takamizawa, Enhancement of dissipated energy by large bending of an organic single crystal undergoing twinning deformation, *RSC Advances*. (2018).
18. T. Sasaki, S. Sakamoto, S. Takamizawa, Twinning organosuperelasticity of a fluorinated cyclophane single crystal, *Cryst. Growth Des.*, 19(10), 5491-5493 (2019).
19. T. Sasaki, S. Sakamoto, Y. Takasaki, S. Takamizawa, A multidirectional superelastic organic crystal by versatile ferroelastical manipulation, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 59(11), 4340-4343 (2020).
20. T. Sasaki, S. Sakamoto, S. Takamizawa, Organoferroelastic crystal prepared by supramolecular synthesis, *Cryst. Growth Des.*, 20(3), 1935-1939 (2020).
21. T. Sasaki, S. Sakamoto, K. Nishizawa, S. Takamizawa, Ferroelasticity with a biased hysteresis loop in a co-crystal of pimelic acid and 1,2-di(4-pyridyl)ethane, *Cryst. Growth Des.* 20(6), 3913-3917 (2020).
22. T. Sasaki, S. Takamizawa, Organoferroelasticity mediated by water of crystallization, *Cryst. Growth Des.* 20(10), 6990-6994 (2020).
23. S. Ranjan and S. Takamizawa, Characterization of organoferroelasticity in a TEMPO crystal, *Cryst. Growth Des.* 22(1) 585–589 (2022)
24. T. Sasaki, S. Sakamoto, S. Takamizawa, Four directional twinning deformation of an anisotropic molecular single crystal based on three different modes of mechanical twinning, *Crystal Growth & Design* 22(1) 174-179 2022
25. S. Ranjan and S. Takamizawa, Two-dimensional organoferroelasticity in a single crystal of 4-iodoaniline, *Cryst. Growth & Des.*, 22(3), 1831–1836 (2022).
26. S. Takamizawa, Y. Takasaki, T. Sasaki, N. Ozaki, Superplasticity in an organic crystal, *Nat. Commun.*, 9, 3984 (2018).
27. S. Sakamoto, T. Sasaki, A. Sato-Tomita, S. Takamizawa, Shape memorization of an organosuperelastic crystal via superelasticity-ferroelasticity interconversion, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 58, 13722–13726 (2019).
28. T. Sasaki, S. Sakamoto, S. Takamizawa, Flash shape-memorization processing and inversion of a polar direction in a chiral organosuperelastic crystal of 1,3,5-tricyanobenzene, *Cryst. Growth Des.*

20(7), 4621-4626 (2020).

29. T. Seki, C. Feng, K. Kashiyama, S. Sakamoto, Y. Takasaki, T. Sasaki, S. Takamizawa, H. Ito, Photoluminescent ferroelastic molecular crystals, *Angew. Chem. Int. Ed.* 25(23), 8839-8843 (2020).
30. T. Mutai, T. Sasaki, S. Sakamoto, I. Yoshikawa, H. Houjou, S. Takamizawa, A superelastochromic crystal, *Nature Commun.*, A Superelastochromic Crystal, 11, 1824 (2020).
31. T. Mutai and S. Takamizawa, Organic soft crystals exhibiting spontaneously reversible mechano-responsive luminescence, *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 51, 100479 (2022).[16 pages]
32. S. Bhandary, J. C. McMurtrie, J. K. Clegg, P. Ghosh, S. R. N. K. Mangalampalli, S. Takamizawa, D. Chopra, The mechanism of bending in a plastically flexible crystal, *Chem. Commun.* 56, 12841-12844 (2020).
33. M. Yoshida, Y. Makino, T. Sasaki, S. Sakamoto, S. Takamizawa, A. Kobayashi, M. Kato, Elastic deformability and luminescence of crystals of polyhalogenated platinum(ii)-bipyridine complexes, *CrystEngComm* 23(34) 5891-5898 (2021)
34. T. Sasaki, Y. Miyamoto, S. Takamizawa, Strictly regulated two-dimensional slippage in a lamellar single crystal of 5-fluorouracil, *Cryst. Growth Des.* 20(7), 4779-4782 (2020).
35. M. Ryu1, S. Takamizawa, J. Morikawa, Thermal diffusivity of organosuperelastic soft crystals during stress-induced phase transition, *Appl. Phys. Lett.* 119, 251902 (2021).[7 pages]

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計32件（うち査読付論文 31件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Mutai Toshiki, Takamizawa Satoshi	4. 巻 51
2. 論文標題 Organic soft crystals exhibiting spontaneously reversible mechano-responsive luminescence	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews	6. 最初と最後の頁 100479 ~ 100479
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochemrev.2021.100479	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 Engel Emile R., Takamizawa Satoshi	4. 巻 22
2. 論文標題 Phase-Diagram Rationalization of Thermally and Mechanically Triggered Multiple Mechanical Responses of an Organic Crystal	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 1229 ~ 1236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c01192	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 Ranjan Subham, Takamizawa Satoshi	4. 巻 22
2. 論文標題 Two-Dimensional Organoferroelasticity in a Single Crystal of 4-Iodoaniline	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 1831 ~ 1836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c01394	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 Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Takamizawa Satoshi	4. 巻 22
2. 論文標題 Four Directional Twinning Deformation of an Anisotropic Molecular Single Crystal Based on Three Different Modes of Mechanical Twinning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 174 ~ 179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c00763	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 Ranjan Subham, Takamizawa Satoshi	4. 巻 22
2. 論文標題 Characterization of Organoferroelasticity in a TEMPO Crystal	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 585 ~ 589
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c01141	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 M. Ryu, S. Takamizawa, J. Morikawa	4. 巻 119
2. 論文標題 Thermal Diffusivity of Organosuperelastic Soft Crystals during Stress-Induced Phase Transition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 251902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0055707	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 Sasaki Toshiyuki, Ranjan Subham, Takamizawa Satoshi	4. 巻 21
2. 論文標題 Perpendicularly Oriented Dual Organosuperelasticity Correlated with Molecular Symmetry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 3902 ~ 3907
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c00210	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 Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Engel Emile R., Takamizawa Satoshi	4. 巻 21
2. 論文標題 An Organosuperelastic Mechanism with Bending Molecular Chain Bundles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 2920 ~ 2924
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c00089	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 Yoshida Masaki, Makino Yusuke, Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Takamizawa Satoshi, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 23
2. 論文標題 Elastic deformability and luminescence of crystals of polyhalogenated platinum(II) bipyridine complexes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 5891 ~ 5898
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CE00459J	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 -

1. 著者名 Sasaki Toshiyuki, Ranjan Subham, Takamizawa Satoshi	4. 巻 23
2. 論文標題 A photoluminescent organosuperelastic crystal of 7-amino-4-methylcoumarin	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 5801 ~ 5804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CE00359C	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 -

1. 著者名 Sasaki Toshiyuki, Nishizawa Keigo, Takamizawa Satoshi	4. 巻 21
2. 論文標題 Versatile Organosuperelastic Deformability by Multiple Mechanical Twinning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 2453 ~ 2458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c00054	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 -

1. 著者名 Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Takamizawa Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Twinning-Based Organosuperelasticity and Chirality in a Single Crystal of an Achiral Donor-Acceptor Type Schiff Base Induced by Charge-Transfer Interactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 8079 ~ 8083
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.0c01350	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 -

1. 著者名 Sasaki Toshiyuki、Takamizawa Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Organoferroelasticity Mediated by Water of Crystallization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 6990 ~ 6994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.0c01041	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 -

1. 著者名 Takasaki Yuichi、Sasaki Toshiyuki、Takamizawa Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Temperature-Diversified Anisotropic Superelasticity and Ferroelasticity in a 3-Methyl-4-Nitrobenzoic Acid Crystal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 6211 ~ 6216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.0c00964	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 -

1. 著者名 Sasaki Toshiyuki、Miyamoto Yasuhiro、Takamizawa Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Strictly Regulated Two-Dimensional Slippage in a Lamellar Single Crystal of 5-Fluorouracil	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 4779 ~ 4782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.0c00535	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 -

1. 著者名 Sasaki Toshiyuki、Sakamoto Shunichi、Takamizawa Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Flash Shape-Memorization Processing and Inversion of a Polar Direction in a Chiral Organosuperelastic Crystal of 1,3,5-Tricyanobenzene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 4621 ~ 4626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.0c00431	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 -

1. 著者名 Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Nishizawa Keigo, Takamizawa Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Ferroelasticity with a Biased Hysteresis Loop in a Co-Crystal of Pimelic Acid and 1,2-Di(4-pyridyl)ethane	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 3913 ~ 3917
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.0c00221	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 -

1. 著者名 Mutai Toshiki, Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Yoshikawa Isao, Houjou Hirohiko, Takamizawa Satoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 A superelastochromic crystal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1824
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-15663-5	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 -

1. 著者名 Seki Tomohiro, Feng Chi, Kashiya Kentaro, Sakamoto Shunichi, Takasaki Yuichi, Sasaki Toshiyuki, Takamizawa Satoshi, Ito Hajime	4. 巻 59
2. 論文標題 Photoluminescent Ferroelastic Molecular Crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 8839 ~ 8843
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-15663-5	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 Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Takamizawa Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Organoferroelastic Crystal Prepared by Supramolecular Synthesis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 1935 ~ 1939
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201914610	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 -

1. 著者名 Sakamoto Shunichi, Sasaki Toshiyuki, Sato Tomita Ayana, Takamizawa Satoshi	4. 巻 58
2. 論文標題 Shape Rememorization of an Organosuperelastic Crystal through Superelasticity-Ferroelasticity Interconversion	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 13722 ~ 13726
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.9b01606	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 -

1. 著者名 Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Takamizawa Satoshi	4. 巻 19
2. 論文標題 Twinning Organosuperelasticity of a Fluorinated Cyclophane Single Crystal	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 5491 ~ 5493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201905769	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 Sasaki Toshiyuki, Sakamoto Shunichi, Takasaki Yuichi, Takamizawa Satoshi	4. 巻 59
2. 論文標題 A Multidirectional Superelastic Organic Crystal by Versatile Ferroelastical Manipulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 4340 ~ 4343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.9b00917	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 -

1. 著者名 Mir Sajjad Husain, Takasaki Yuichi, Engel Emile R., Takamizawa Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Controllability of coercive stress in organoferroelasticity by the incorporation of a bulky flipping moiety in molecular crystals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 3807 ~ 3811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201914954	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 Mir Sajjad Husain, Takasaki Yuichi, Engel Emile R., Takamizawa Satoshi	4. 巻 8
2. 論文標題 Enhancement of dissipated energy by large bending of an organic single crystal undergoing twinning deformation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 21933 ~ 21936
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CE00295A	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 Engel Emile R., Takamizawa Satoshi	4. 巻 57
2. 論文標題 Versatile Ferroelastic Deformability in an Organic Single Crystal by Twinning about a Molecular Zone Axis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 11888 ~ 11892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8RA02499E	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 Takamizawa Satoshi, Takasaki Yuichi, Sasaki Toshiyuki, Ozaki Noriaki	4. 巻 9
2. 論文標題 Superplasticity in an organic crystal	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3984
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201803097	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 -

1. 著者名 Takamizawa Satoshi, Takasaki Yuichi	4. 巻 19
2. 論文標題 Versatile Shape Recoverability of Odd-Numbered Saturated Long-Chain Fatty Acid Crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 1912 ~ 1920
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-06431-7	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 Mir Sajjad Husain, Takasaki Yuichi, Engel Emile Richard, Takamizawa Satoshi	4. 巻 56
2. 論文標題 Ferroelasticity in an Organic Crystal: A Macroscopic and Molecular Level Study	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 15882 ~ 15885
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.8b01890	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 E. R. Engel, Y. Takasaki, S. H. Mir, S. Takamizawa*	4. 巻 5
2. 論文標題 Twinning ferroelasticity facilitated by the partial flipping of phenyl rings in single crystals of 4,4'-dicarboxydiphenyl ether	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 R. Soc. open sci.	6. 最初と最後の頁 171146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsos.171146	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 -

1. 著者名 S. H. Mir, Y. Takasaki, S. Takamizawa*	4. 巻 20
2. 論文標題 An organoferroelasticity driven by molecular conformational change	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 4631-4635
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CP07206F	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 S. H. Mir, Y. Takasaki, S. Takamizawa*	4. 巻 20
2. 論文標題 An organoferroelasticity driven by molecular conformational change	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 4631-4635
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CP07206F	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 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 9件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 高見澤聡
2. 発表標題 有機超弾性材料の開発
3. 学会等名 KISTEC Innovation Hub 2018 in EBINA (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高見澤聡
2. 発表標題 有機超弾性の発見
3. 学会等名 高分子学会：第33回茨城地区「若手の会」交流会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 SATOSHI TAKAMIZAWA
2. 発表標題 Organosuperelasticity: New physical element in chemistry
3. 学会等名 ICCOSS XXIII (23rd International Conference on Chemistry of the Organic Solid State) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SATOSHI TAKAMIZAWA
2. 発表標題 Discovery of Superelasticity and Shape-memory Effect in Organic Crystals
3. 学会等名 ICOMAT 2017 (International Conference on Martensitic Transformations) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高見澤聡
2. 発表標題 有機超弾性研究の紹介
3. 学会等名 ソフトロボット：メカニカル材料シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高見澤聡
2. 発表標題 ソフトクリスタルにおける超弾性の潜在性と可能性
3. 学会等名 科研費ソフトクリスタル：秩序で柔軟な応答系の学理と光機能 第1回公開シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高見澤聡
2. 発表標題 有機超弾性研究の発見
3. 学会等名 日本化学会 第98春季年会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高見澤聡
2. 発表標題 有機超弾性の発見と意義そして研究の現状
3. 学会等名 エポキシ樹脂技術協会特別講演会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高見澤聡
2. 発表標題 ソフトクリスタルと共に歩んだ有機超弾性
3. 学会等名 ソフトクリスタル第8回公開シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 超弾性材料およびその使用	発明者 高見澤聡, 高崎祐一	権利者 横浜市立大学 KISTEC
産業財産権の種類、番号 特許、189482	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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	黒田 玲子  (KURODA REIKO)  (90186552)	中部大学・先端研究センター・特任教授   (33910)	

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
---------	---------