

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05650

研究課題名(和文) 固体分子ローターの複合機能化と分子トポロジー化学への展開

研究課題名(英文) Developments of functions in solid-state molecular rotors and extension of them to topological chemistry

研究代表者

瀬高 渉 (Setaka, Wataru)

東京都立大学・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：60321775

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：大規模カゴ型分子骨格の内部に、電子系を架橋した構造の化合物を、固体内でも電子系が自由回転可能な分子ジャイロコマとして設計・合成し、分子運動と複合機能性の関係を解明した。例えば、チエノチオフェンジオキシド回転子の化合物では、固体誘電性および蛍光特性と分子運動の関係を明らかにした。また、ジフルオロベンゼンおよびフルオレン架橋体では、それぞれ、固体誘電緩和特性や固体蛍光特性と分子運動との関係を解明した。さらに、これらの化合物を合成する際の副生成物から、大環状ビスクロアルカンのin/out誘導体の同時合成法を確立した。この結果から、ビスクロアルカンのトポロジー構造化学である構造同相変換の証拠を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高度に機能デザインされた分子の機能性は、現代日常生活を豊かにする材料として利用されている。特に、分子の一部がメカニカルな運動を示す分子機械研究分野では、分子運動に伴う蛍光特性変化など、機能応用が内外で期待されている。本研究では、機能の宝庫である電子系が、固体内でも自由回転可能な分子ジャイロコマを設計・合成し、結晶内部における電子系回転子の運動観察法確立と基礎物性を明らかにしてきた。本研究ではこの系を機能物質化学へと発展させるため、固体誘電性と固体蛍光の複合特性を持つ系を合成し、それらの物性の分子運動との関係性を解明した。さらに分子構造トポロジー化学のような新しい化学へと展開させた。

研究成果の概要(英文)：Macrocage molecules with a bridged π -electron system were designed and synthesized as artificial crystalline molecular rotors. These compounds were engineered as molecular gyroscopes, enabling the free rotation of the π -electron system even in the solid state. The research aimed to elucidate the relationship between molecular motion and composite function. For instance, thieno-thiophene dioxide bridged derivatives showed both solid-state dielectric relaxation and fluorescence properties, and the relationship between molecular motion and them were analyzed. Difluorophenylene and fluorene bridged derivatives displayed solid-state dielectric relaxation and fluorescence, respectively. Furthermore, a simultaneous synthesis method for in/out isomers of macrocyclic bicycloalkanes was established from a siloxane cage, that was obtained as by-product through the synthesis of molecular gyrotops. The result provided evidence of the topological structural transformation of bicycloalkanes.

研究分野：機能物質化学

キーワード：人工分子ローター 分子ジャイロコマ 分子機械 誘電緩和 固体蛍光 ビシクロアルカン トポロジー構造化学 分子構造同相変換

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

分子の一部がメカニカルな運動を示す化合物は「分子機械」と呼ばれているが、この分子運動を利用した実用材料は実現されていない。研究代表者は、有機化合物として機能の宝庫であるベンゼン環などのような π 電子系を固体内(結晶内)で1軸回転させる人工分子ローターに焦点を当てて、その分子設計法、回転運動観察法、および機能発現を指向した研究を展開してきた。

大規模かご型分子骨格の内部に π 電子系を回転子として架橋した分子(例えば**1**)は、その構造の類似性から“分子ジャイロコマ”と呼ばれる[1](図1)。すなわち、この化合物は、回転子であるベンゼン環がかご型の分子骨格により立体保護されているため、結晶など固体状態でも回転子が回転するコマとしての機能を有する。実際に、化合物**1**のベンゼン環は、結晶中27°Cで、毎秒100万回の回転をしていることを、固体NMR観察で明らかにしていた[1]。さらに、これに伴う機能性として結晶中のベンゼン環の配向が乱れるため、結晶屈折率の異方性、すなわち複屈折が温度上昇とともに減少することを明らかにした[1]。同様の性質は、チオフェン架橋体**2**[2]やセレンフェン架橋体**3**[3]でも観察され、この化学の一般性を確認していた。

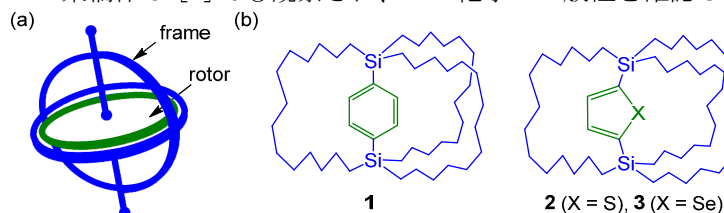


図1. (a) ジャイロコマと (b) 分子ジャイロコマの構造式

2. 研究の目的

高度に機能デザインされた分子の機能性は、現代日常生活を豊かにする材料として利用されている。特に、分子機械研究分野では、分子運動と分子の他の性質との複合特性の機能応用が内外で期待されている。研究代表者は、これまで大規模かご型分子骨格の内部に π 電子系を架橋した独自の分子ジャイロコマを設計・合成し、結晶内部における π 電子系回転子の運動解明の基礎研究を明らかにしてきた。

本研究ではこの化学を機能物質科学へと発展させるとともに、新しい化学へと展開させていく。このため第一に、蛍光性 π 電子系を回転子とする分子ジャイロコマの回転運動に伴う機能と固体発光の複合特性を明らかにする。第二に、かご骨格に相当するビスクロアルカンの合成法確立と構造化学研究について検討する。

3. 研究の方法

第一研究項目である「固体かご型分子ローターの複合機能化」については、以下の回転子を有する分子ジャイロコマを合成する(図2)。まず固体蛍光と誘電緩和特性を兼ね備えたチエノチオフェンジオキソ架橋体(**C14TTO2**)により、固体誘電蛍光複合特性を解明する。次いで、極性を有するジフルオロフェニレン誘導体(**C14PhF2**)により、回転運動による誘電緩和特性を明らかにする。さらに、固体蛍光性を有するフルオレン架橋体(**C18Flu**)により、分子運動と固体蛍光強度の関係を解明する。また、電荷移動蛍光を示すベンゾチオフェンジオキソ(**C18BTO2**)についても、回転運動と蛍光特性の関係を検討する。これらの化合物を合成し、X線結晶構造解析で結晶中の構造を明らかにし、粉末の固体NMRおよび誘電緩和測定により固体内回転子の分子運動を観察する。そして、機能性として主に蛍光特性について検討する。さらに、 π 電子系回転子の運動のかごサイズ依存性を明らかにし、物性変化を観察する。このようにして、機能性 π 電子系の分子運動と物性の相関を系統的に評価する。

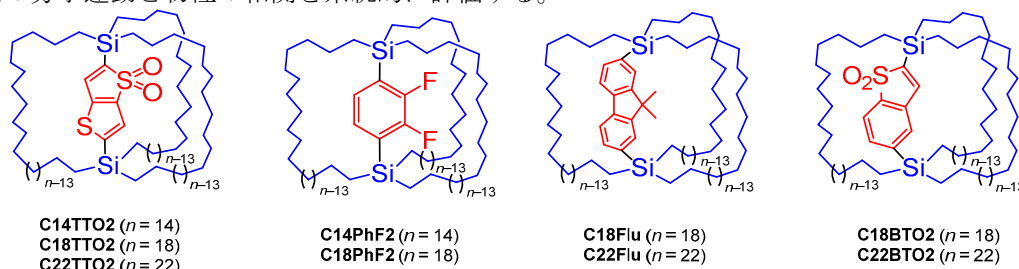


図2. 本研究対象の分子ジャイロコマの構造式

第二研究項目である「分子トポロジー化学への展開」については、分子ジャイロコマ合成時に複生するシロキサンかご型化合物(**C140**)を出発物質とし、Si-O結合を切断することで、かご型ビスクロアルカン(**BCA**)を合成する方法を確立する(図3)。この化合物には、橋頭位置換基の配向が異なる異性体が存在し、それらのout, out-体とin, in-体間の同相変換を明らかにする。**BCA**のような巨大なかごの誘導体は、これと引力相互作用するゲスト分子を取り込めるホスト分子となることが期待される。

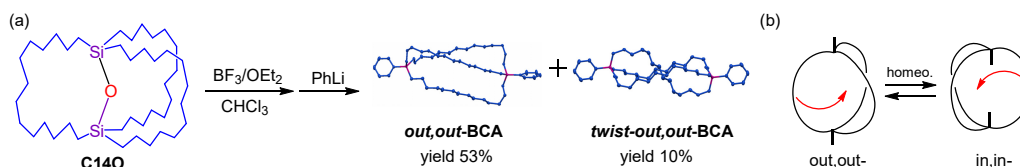


図 3. (a)本研究で合成したビスシクロアルカン **BCA** と (b) out,out 体と in,in 体間の同相変換

4. 研究成果

(1) チェノチオフェンジオキシド架橋体の固体誘電発光複合特性 [4]

チェノチオフェンジオキシドは、大きなダイポールモーメントを持ち、かつ紫外線の照射により高効率の蛍光を示す。そこで、これを回転子とする分子ジャイロコマ **C14TTO2** を合成し、固体内回転子運動を誘電緩和とスペクトルで観察した。さらにこの蛍光体回転子が回転すると固体蛍光強度が弱くなることを、量子収率の解析から明らかにした。また、この性質のかごサイズ依存性も明らかにした。これは、誘電発光材料としての応用展開が期待できる。この成果は材料化学の英国王立化学会の材料化学の専門誌 *J. Mater. Chem. C* に掲載された。

(2) ジフルオロフェニレン架橋体の固体誘電緩和と特性 [5]

1, 2-ジフルオロベンゼンを回転子とした分子ジャイロコマ **C14PhF2** を合成し、固体状態におけるベンゼン環の回転を固体NMR解析により明らかにした。さらにこの回転子はダイポールモーメントを有するため、回転運動に伴う粉末の誘電緩和の観察に成功し、その分子運動が固体NMRの結果と一致することを確認した。また、この性質のかごサイズ依存性も明らかにした。つまり、固体内部のダイポールの回転を固体NMRと誘電緩和の両面から明らかにする研究法を確立した。この成果は米国化学会の有機化学の専門誌 *J. Org. Chem.* に掲載された。

(3) フルオレン架橋体の固体蛍光強度特性 [6]

フルオレンは、紫外線の照射により高効率の蛍光を示す優れた蛍光体として知られている。そこで、これを回転子とした分子ジャイロコマ **C18Flu** を合成した。この化合物の多結晶体においてフルオレン部分構造がわずかに振動運動していることが固体NMRの緩和時間解析から明らかになり、このため固体蛍光量子収率が減少することを明らかにした。また、この性質のかごサイズ依存性も明らかにした。これは、外部環境変化により制御可能な発光材料としての応用展開が期待できる。この成果は英国王立化学会の材料化学の専門誌 *New. J. Chem.* に掲載された。

(4) ベンゾチオフェンジオキシドの電荷移動蛍光 [7]

ベンゾチオフェンジオキシド架橋分子ジャイロコマ **C18BTO2** を合成した。この化合物では、かご骨格による特異な電荷移動発光特性が観察された。また、この性質のかごサイズ依存性も明らかにした。この成果により、化学物質の溶媒和における立体効果を調査する基礎研究が可能であることを示した。この成果は英国王立化学会の有機化学の専門誌 *Org. Biomol. Chem.* に掲載された。

(5) かご型ビスシクロアルカンの合成法確立 [8]

巨大柔軟構造のビスシクロアルカンは、2つの鎖の間を他の鎖がすり抜ける同相変換と呼ばれる特異なトポロジー構造化学を示す。本研究では、酸素架橋かご化合物 **C14O** から、ビスシクロアルカンへと誘導し、同相変換の証拠となる2つのジアステレオマー (out,out-**BCA** および twist-out,out-**BCA**) の構造を明らかにした。この成果は英国王立化学会の化学の専門誌 *Chem. Commun.* に掲載された。

(6) 新規な分子ローターの合成構造化学

分子ジャイロコマ関連化合物として、*p*-フェニレンジアミンベースの新規な分子ローターを設計、合成し、溶液中の回転運動観察まで報告した[9][10]。また、かご型分子ローターの結晶内回転運動について報告した[11]。さらに、新規な分子ローターとしてフェニルトリプチセン誘導体を設計し、回転ポテンシャル制御や溶液中の回転観察を報告した[12]。

【文献】

- [1] W. Setaka, K. Yamaguchi, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109, 9271-9275 (2012).
- [2] W. Setaka, K. Yamaguchi, *J. Am. Chem. Soc.*, 135, 14560-14563 (2013).
- [3] T. Masuda, J. Arase, Y. Inagaki, M. Kawahata, K. Yamaguchi, T. Ohhara, A. Nakao, H. Momma, E. Kwon, W. Setaka, *Cryst. Growth Des.*, 16, 4392-4401 (2016).
- [4] D. Hasyashi, Y. Inagaki, W. Setaka, *J. Mater. Chem. C*, 9, 8220-2225 (2021).
- [5] T. Tsuchiya, Y. Inagaki, K. Yamaguchi, W. Setaka, *J. Org. Chem.*, 86, 2423-2430 (2021).
- [6] R. Yoshizawa, Y. Inagaki, H. Momma, E. Kwon, K. Ohara, K. Yamaguchi, W. Setaka, *New. J. Chem.*, 47, 5946-5952 (2023).
- [7] K. Nobuhara, Y. Inagaki, W. Setaka, *Org. Biomol. Chem.*, 19, 6328-6333 (2021).
- [8] Y. Ikeda, Y. Inagaki, W. Setaka, *Chem. Commun.*, 57, 7838-7841 (2021).
- [9] W. Setaka, K. Kajiyama, Y. Inagaki, *J. Org. Chem.*, 87, 10869-10875 (2022).
- [10] T. Kurimoto, Y. Inagaki, K. Ohara, K. Yamaguchi, W. Setaka, *Org. Biomol. Chem.*, 20, 8465-8470 (2022).
- [11] W. Setaka, K. Yamaguchi, M. Kira, *Chemistry*, 3, 39-44 (2021).
- [12] H. Inami, Y. Inagaki, W. Setaka, *Org. Biomol. Chem.*, 20, 7092-7098 (2022).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yoshizawa Reina, Inagaki Yusuke, Momma Hiroyuki, Kwon Eunsang, Ohara Kazuaki, Yamaguchi Kentaro, Setaka Wataru	4. 巻 47
2. 論文標題 Synthesis and fluorescence properties of 9,9-dimethylfluorene-diyl bridged molecular gyrotops: effects of slight fluorophore motion on fluorescence efficiency in the solid state	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 5946 ~ 5952
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2NJ05873A	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 Kurimoto Taichi, Inagaki Yusuke, Ohara Kazuaki, Yamaguchi Kentaro, Setaka Wataru	4. 巻 20
2. 論文標題 Synthesis and rotational dynamics of diazamacrocycles having bridged 1,4-naphthylene as framed molecular rotors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 8465 ~ 8470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D20B01613C	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 Setaka Wataru, Kajiyama Kazuki, Inagaki Yusuke	4. 巻 87
2. 論文標題 Structures and Oxidation Properties of Phenylene-Bridged Diazacycloalkanes: Ring Size Effects on Structures and Properties	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 10869 ~ 10875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.2c01174	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 Inami Hazuki, Inagaki Yusuke, Setaka Wataru	4. 巻 20
2. 論文標題 Design of rotational potential in a phenyltritycene molecular rotor by exploiting CH/π-interaction between triptycyl hydrogen and phenyl	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 7092 ~ 7098
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D20B01179D	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 Komatsubara Kazuki、Inagaki Yusuke、Setaka Wataru	4. 巻 87
2. 論文標題 Synthesis and Characterization of Silyl[<i>n</i>]acetydienes (Linearly Fused Benzodehydro[12]annulenes): Utilizing Bulkiness of Silyl Groups to Improve Selectivity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 12783 ~ 12790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.2c01398	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 Hayashi Daiki、Inagaki Yusuke、Setaka Wataru	4. 巻 9
2. 論文標題 Crystalline thieno[3,2- <i>b</i>]thiophene-dioxide-diyl bridged molecular gyrotops as fluorescent dielectric materials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 8220 ~ 8225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1TC00808K	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 Ikeda Yuto、Inagaki Yusuke、Setaka Wataru	4. 巻 57
2. 論文標題 Simultaneous synthesis and characterization of in/out-isomers of disilabicyclo[14.14.14]alkanes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 7838 ~ 7841
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CC02933A	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 Nobuhara Keita、Inagaki Yusuke、Setaka Wataru	4. 巻 19
2. 論文標題 Steric effects on the intramolecular charge transfer fluorescence of benzo[<i>b</i>]thiophene-1,1-dioxide bridged macrocages	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 6328 ~ 6333
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D10B01050F	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 Tu Yuyang, Inagaki Yusuke, Kwon Eunsang, Setaka Wataru	4. 巻 50
2. 論文標題 Template Synthesis for Disilamacrocycles via Ring-closing Metathesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1397 ~ 1399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210234	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 Tsuchiya Taro, Inagaki Yusuke, Yamaguchi Kentaro, Setaka Wataru	4. 巻 86
2. 論文標題 Structure and Dynamics of Crystalline Molecular Gyrotops with a Difluorophenylene Rotor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 2423 ~ 2430
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c02571	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 Setaka Wataru, Yamaguchi Kentaro, Kira Mitsuo	4. 巻 3
2. 論文標題 Solid-State 2H NMR Study for Deuterated Phenylene Dynamics in a Crystalline Gyroscope-Like Molecule	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry	6. 最初と最後の頁 39 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/chemistry3010004	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 -

〔学会発表〕 計38件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Wataru Setaka
2. 発表標題 Crystalline Molecular Gyrotops with a Fluorescent Rotor
3. 学会等名 第4回先端ナノ物質に関する国際会議 (ICEAN2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本 謙・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 オルトキシリレン架橋ジアザ大環状化合物の合成と溶液中の分子運動
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会(2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuyang Tu, Yusuke Inagaki, Wataru Setaka
2. 発表標題 Novel Template Synthesis for Disilacycloalkanes Utilizing Reactivity of a Siloxane Bond
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会(2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大沼 廉・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 クランクシャフト型回転子の分子ジャイロコマの合成と構造
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本 謙・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 大環状フレームを持つフェニレン架橋ジアザマクロサイクルの合成
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大久保 瑛冬・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 ジビレニルジシラピシクロ[14,14,14]アルカンの合成と蛍光特性
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金野 峻平・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 側鎖にケイ素を含むフェニレン架橋ジアザマクロサイクルの合成と構造
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 栗本 大地・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 ナフタレン架橋ジアザ大環状化合物の合成と動的挙動
3. 学会等名 第102回日本化学会春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 池田 悠人・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 大環状ジシラピシクロアルカンのin/out-異性体混合物の合成と構造
3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲見 葉月・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 シリル基の高さを利用したシリルフェニルトリブチセン回轉異性体の合成と構造
3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 栗本 大地・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 ナフタレン架橋ジアザ大環状化合物の合成と構造特性
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tu 雨暘・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 閉環メタセシス反応による大環状ジシラアルカンのテンプレート合成
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池田 悠人・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 ジシラビシクロ[14.14.14]アルカンのin/out-異性体の同時合成と構造
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲見 葉月・稲垣 佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 キラルなフェニルトリブチセンにおけるフェニルの制限回転の観察
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲見 葉月・稲垣 祐介・瀬高 渉
2. 発表標題 フェニルトリブチセン誘導体におけるフェニルの制限回転の観察
3. 学会等名 第101回日本化学会春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池田 悠人・稲垣 祐介・瀬高 渉
2. 発表標題 かご型シロキサンを前駆体とする大環状ジシラピシクロアルカンの合成
3. 学会等名 第101回日本化学会春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 延原 圭太・稲垣佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 ベンゾ[b]チオフェン-1,1-ジオキソ架橋かご型化合物の合成と電荷移動蛍光特性
3. 学会等名 第47回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 延原 圭太・稲垣佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 シリル置換ベンゾ[b]チオフェンジオキシドの蛍光特性に及ぼすシリル基の効果
3. 学会等名 第24回ケイ素化学協会シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 池田 悠人・稲垣 祐介・瀬高 渉
2. 発表標題 巨大なかご型化合物であるジシラジメチルピシクロ[14.14.14]アルカンの合成
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 延原 圭太・稲垣佑亮・瀬高 渉
2. 発表標題 ベンゾ[b]チオフェン-1,1-ジオキシド架橋カゴ型化合物の合成と蛍光特性
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京都立大学 大学院都市環境科学研究科 環境応用化学域 瀬高研究室
<http://wwwchem.apchem.ues.tmu.ac.jp/~setaka/>

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

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