

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：23803

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K06585

研究課題名(和文) 光駆動型不斉フッ素化反応の開発

研究課題名(英文) Development of Asymmetric Photofluorination

研究代表者

江上 寛通 (Egami, Hiromichi)

静岡県立大学・薬学部・准教授

研究者番号：50553848

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)：光励起により水素原子引き抜きが可能なベンゾフェノン誘導体を基質としてフッ素化を行ったところ、目的のモノフッ素化ではなく、過剰反応が起こったジフッ素化体が主生成物となることがわかった。そこでHAT触媒としてケトン類を種々検討したところ、モノフッ素化体を選択的に得ることに成功した。しかし、相間移動触媒条件でのC-Hフッ素化は進行せず、課題が残った。一方、キラル相間移動触媒から調製されるフッ素化剤とラジカル種とを反応させたところ、エナンチオ選択性の発現を確認することができた。このことは、ラジカル中間体を経るフッ素化の立体制御の可能性を示す有用な知見である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新しいフッ素化合物を供給する方法論の開発は、生命科学研究において重要な課題であるが、最も効率的と考えられるC-H結合のフッ素化に関して、その立体制御を成す一般的な方法論は未だ確立されていない。そのため、C-Hフッ素化反応の立体制御法の開発を目指した本研究は学術的に挑戦的である。一方、その生成物は含フッ素ケミカルスペースの拡充に貢献することから、意義ある課題である。今回、ラジカル中間体をキラル相間移動触媒から調製されるキラルフッ素化剤と反応させることで、その立体制御が可能であることを示すことができた。これによりラジカル的なフッ素導入における立体制御の新たな方法論を提供するきっかけを得た。

研究成果の概要(英文)：The C-H fluorination of a benzophenone derivative, which has ketone unit enable to be excited by photo-irradiation, provided not mono-fluorination product but di-fluorination product. On the other hand, mono-fluorination product was selectively obtained by using HAT catalyst. However, the photo-induced C-H fluorination did not proceed under phase-transfer catalyst conditions in non-polar solvents. We also tried to confirm the possibility of asymmetric induction between the radical intermediate and chiral fluorinating reagent, which is generated from the chiral phase-transfer catalyst with Selectfluor. As a result of some examinations, it was found that the chirality was induced in the radical fluorination.

研究分野：有機合成化学

キーワード：不斉合成 フッ素 相間移動触媒 C-H結合 ラジカル

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

生物活性物質の適切な位置へフッ素を導入することにより、代謝安定性、脂溶性や体内動態を改善し、生物活性を向上させることができる。このことからフッ素を有機分子に導入することは、生命科学研究において重要な戦略の一つとなっている。しかし、フッ素を含む天然有機化合物はほとんどなく、現在までに発見されたものは 20 種類にも満たない。すなわち含フッ素有機化合物を供給するには、化学合成が必須となる。生体内がキラルな環境下にあることから、光学異性体は生体内で異なる作用を示すため、立体化学を識別する重要性は明らかである。以上を考慮すると、フッ素導入における立体化学の制御を実現する分子変換反応は重要な研究課題である。

我々の研究グループでは独自にジアニオン型相間移動触媒を開発し、反応性の高いジカチオン性フッ素化剤である Selectfluor を用いたオレフィン類の不斉フッ素官能基化反応を検証してきた(*JACS*, **2018**, *140*, 2785.)。ほかにも脂肪族 C-H 結合の直接的フッ素官能基化反応の研究も遂行しており、これまでベンゾフェノン類の光エノール化を利用した位置選択的 C-H トリフルオロメチル化反応や(*Org. Lett.*, **2017**, *19*, 4452.)、Selectfluor を用いたフタルイミド化合物の光励起による C-H フッ素化反応も見出している(*Org. Lett.*, **2018**, *20*, 1367.)。これらはいずれもカルボニルの光励起によるラジカル生成が反応の駆動力である。

ステップエコノミーおよびアトムエコノミーの観点から、C-H 結合を直接変換する方法論が近年活発に研究されており、フッ素官能基化においてもいくつか報告例があるものの、不斉反応への応用は未開拓である(総説: *Sci. China. Chem.*, **2017**, *60*, 214.)。そのため不斉 C-H フッ素化を実現する新しい方法論の開拓が望まれている。

## 2. 研究の目的

本研究ではこれまでの知見を活かし、カルボニルの化学とキラル相間移動触媒の化学を融合させることで光を駆動力とする不斉 C-H フッ素化反応を開発することを目的とした。

## 3. 研究の方法

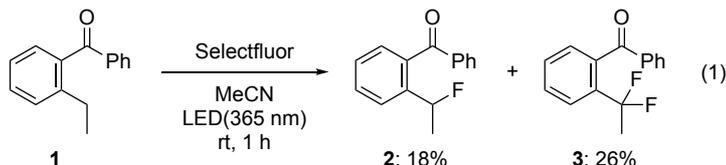
C-H フッ素化は、①水素原子引き抜き過程と、②フッ素導入過程、の2段階に分けて考えることができる。そこでこれまでの知見から、過程①を光励起したカルボニルによって行い、過程②において①で発生した活性種と、相間移動触媒によってキラル環境下におかれたフッ素化剤とを反応させることで、不斉 C-H フッ素化反応を実現する着想を得た。そこで本研究では、1) ケトン基質の分子内水素移動をとまなう C-H フッ素化と、2) 水素原子移動(HAT)触媒とキラル相間移動触媒を用いる C-H フッ素化をそれぞれ検討する事で、不斉 C-H フッ素化反応の基盤構築を目指した。

## 4. 研究成果

### 1) ケトン基質の分子内水素移動をとまなう C-H フッ素化

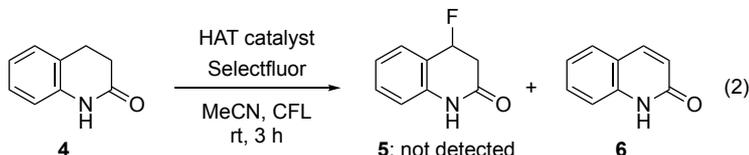
ケトン基質としてトリフルオロメチル化で実績があるオルトアルキルベンゾフェノン **1** を選択した。このものは光励起後、水素原子移動を経由してエノール構造を取ることが知られており、キラル相間移動触媒を用いればそのアニオン部位との水素結合により、遷移状態における立体配座を均質化するものと期待できる。

まずは C-H フッ素化反応自体が進行するかを確認するため、これまでの知見からケトン部位の  $n-\pi^*$  遷移に必要とされる 365 nm の光を照射したところ、過剰反応が進行し、ジフッ素化された化合物 **3** が主生成物として得られた(式 1)。そこでこの過剰フッ素化を抑制することを目的に種々の条件検討を行った。フッ素化剤に関して、NFSI やフルオロピリジニウム塩などの他のフッ素化剤では反応自体が進行しないことがわかった。また非極性溶媒中では、わずかにフッ素化が進行するのみであり、その効率が大幅に低下することがわかった。いずれの条件においてもモノフッ素化体 **2** よりもジフッ素化体 **3** の方が多く生成したことから、光エノール化を経由する以外にも、基質 **1** と Selectfluor によるエキシプレックスを形成し、生じるアミニルラジカルが C-H 結合切断に関与しているものと考えた。そこで、別途ベンジルを HAT 触媒として添加し、425 nm の光を照射したところ、**3** の生成を抑制できることを見出した。そのため、光エノール化を経由しない HAT 触媒によるフッ素化の検討にシフトすることとした。



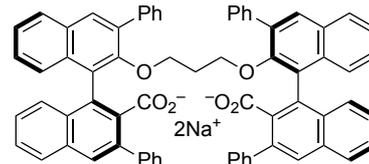
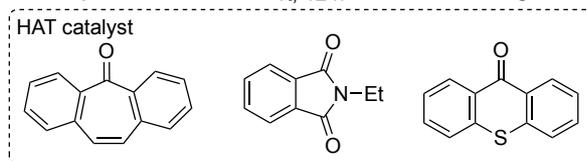
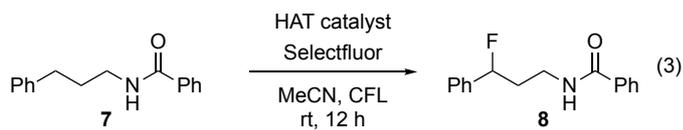
### 2) 水素原子移動(HAT)触媒とキラル相間移動触媒を用いる C-H フッ素化

C-H フッ素化を検討する基質として、水素結合ドナー部位をもち、コンフォメーションが均一な環状アミド **4** を初期検討の基質として設定した(式2)。これまでに C-H フッ素化反応を促進する水素原子引き抜き(HAT)触媒がいくつか報告されているものの、基質によって適切な触媒が異なることが知られているため、まずは均一溶媒系にて、C-H フッ素化が進行す



るか確認することとした。種々のケトン触媒を検討したものの、予想に反して望みの化合物 **5** は全く得られず、β-脱離が進行したと思われる化合物 **6** のみを得られる結果となった。

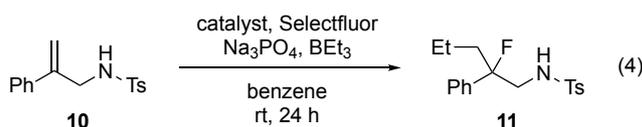
そこで次に鎖状のアルキルアミド **7** を基質に用いることとした(式 3)。その結果、ジベンゾスベレノン、エチルフタルイミド、チオキサントン を HAT 触媒とした時、望みの C-H フッ素化が効率よく進行することを見出した。一方で単純アルキル化合物での C-H フッ素化で用いられているアントラキノンやキサントンでは、複雑な混合物を与えるか反応が進行せず化合物 **7** を回収する結果となった。この検討結果を受けて、次にベンゼンやトリフルオロトルエンなどの非極性溶媒中にて、上記の HAT 触媒とキラル相間移動触媒 **9** を用いて種々条件検討を行った。しかしながら残念ながら、C-H フッ素化が進行する条件を見出すことができず、様々な条件にて原料回収という結果となった。そのため、非極性溶媒中でも HAT 活性がある触媒の検討を続けたところ最近、ペンタセンテロンがわずかながらフッ素化を触媒することがわかった。きっかけを得ることができたので、今後も継続的に検討する予定である。



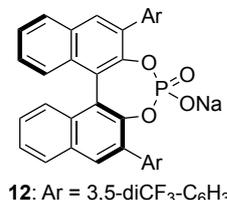
phase-transfer catalyst **9**

### 3) ラジカルのフッ素化の不斉制御の検討

C-H フッ素化においてキラリティーが誘起されるのは、HAT 後に生じる炭素ラジカルとフッ素化剤との反応段階である。そこで相間移動触媒により構築されるキラルなフッ素化剤が、炭素ラジカルと立体制御を伴って反応するのか確認することとした。具体的にはアルケンへのラジカル種の付加反応で炭素ラジカルを調製し、相間移動触媒存在下、フッ素化を行った(式 4)。目的の化合物 **11** は低収率ではあったものの、相間移動触媒 **9** を用いた時に有意な不斉誘起を認めた。さらにリン酸アニオン **12** を触媒とした時、53% ee もの選択性が発現した。このことは当初の期待通り、キラルなフッ素化剤を相間移動触媒により調製すれば、炭素ラジカル種との反応において不斉誘起が可能であることを示している。すなわち、非極性溶媒中でも HAT 活性の高い触媒を見出すことができれば、C-H フッ素化が実現できるものと考えられる。またこの知見を活かしたラジカル反応における不斉フッ素化への展開も期待される。



**9**: 9%, 15% ee  
**12**: 9%, 53% ee



**12**: Ar = 3,5-diCF<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>

### 4) その他の不斉フッ素化反応

当研究室で開発したキラル相間移動触媒 **9** を用いた不斉反応も大きな進展を見せた。本研究期間中に、ナフトールやインドールなどの芳香属化合物の脱芳香環化型フッ素化反応が高エナンチオ選択的に進行することを見出した(Angew. Chem. Int. Ed. **2020**, 59, 14101; Org. Lett. **2020**, 22, 5656.)。これらの反応では酸化条件に弱い官能基があっても位置選択的にフッ素化が進行した。フッ素化に通常用いる極性溶媒中では様々な位置にフッ素化が進行することから、これらは相間移動触媒条件の有用性を示す結果である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 8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 Egami Hiromichi	4. 巻 68
2. 論文標題 Fluorofunctionalizations of C-C Multiple Bonds and C-H Bonds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical and Pharmaceutical Bulletin	6. 最初と最後の頁 491 ~ 511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c19-00856	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 Egami Hiromichi, Hotta Ryo, Otsubo Minami, Rouno Taiki, Niwa Tomoki, Yamashita Kenji, Hamashima Yoshitaka	4. 巻 22
2. 論文標題 Asymmetric Dearomatizing Fluoroamidation of Indole Derivatives with Dianionic Phase-Transfer Catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 5656 ~ 5660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c02026	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 Egami Hiromichi, Rouno Taiki, Niwa Tomoki, Masuda Kousuke, Yamashita Kenji, Hamashima Yoshitaka	4. 巻 59
2. 論文標題 Asymmetric Dearomative Fluorination of 2 Naphthols with a Dicarboxylate Phase Transfer Catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 14101 ~ 14105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202005367	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 Egami Hiromichi, Nakagawa Satoshi, Katsura Yuki, Kanazawa Masakatsu, Nishiyama Shingo, Sakai Toshihiro, Arano Yasushi, Tsukada Hideo, Inoue Osamu, Todoroki Kenichiro, Hamashima Yoshitaka	4. 巻 18
2. 論文標題 18F-Labeled dihydromethidine: positron emission tomography radiotracer for imaging of reactive oxygen species in intact brain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 2387 ~ 2391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D00B00126K	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 江上寛通、濱島義隆	4. 巻 9
2. 論文標題 アニオン性相関移動触媒の創成と不斉フッ素化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊化学工業	6. 最初と最後の頁 6-13
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 江上寛通、濱島義隆	4. 巻 10
2. 論文標題 相関移動触媒の設計に基づくオレフィン類の不斉フッ素官能基化反応の開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊ファインケミカル	6. 最初と最後の頁 22-30
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 Yuta Ito, Akihiro Touyama, Minako Uku, Hiromichi Egami, Yoshitaka Hamashima	4. 巻 67
2. 論文標題 Thiocyanation of Aromatic and Heteroaromatic Compounds with 1-Chloro-1,2-benziodoxol-3-(1H)-one and (Trimethylsilyl)isothiocyanate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical and Pharmaceutical Bulletin	6. 最初と最後の頁 1015-1018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c19-00352	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 Taiki Rouno, Tomoki Niwa, Kousuke Nishibashi, Nobuharu Yamamoto, Hiromichi Egami and Yoshitaka Hamashima	4. 巻 24
2. 論文標題 Enantioselective 5-exo-Fluorocyclization of Ene-Oximes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 3468
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules24193464	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 Hiromichi Egami, Yuta Ito, Takafumi Ide, Shuya Masuda, Yoshitaka Hamashima	4. 巻 50
2. 論文標題 Simple Photo-Induced Trifluoromethylation of Aromatic Rings	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Synthesis	6. 最初と最後の頁 2948-2953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0037-1609759	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 Tomoki Niwa, Kiyoshi Ujiiie, Hitomi Sato, Hiromichi Egami, Yoshitaka Hamashima	4. 巻 66
2. 論文標題 Asymmetric Fluorination of Cyclic Tetrasubstituted Alkenes with a Pendant Amide Groups under Diatonic Phase-Transfer Catalysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Pharm. Bull.	6. 最初と最後の頁 920-922
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c18-00551	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30件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 江上寛通、蛭野大輝、丹羽智紀、増田航佑、山下賢二、濱島義隆
2. 発表標題 相間移動触媒を用いたナフトール類の脱芳香環化型不斉フッ素化反応
3. 学会等名 日本薬学会第140年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丹羽智紀、西橋幸祐、佐藤 瞳、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 ジアニオン型相間移動触媒を用いた , -二置換アリルアミド類の不斉フッ素官能基化反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第140年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林史尚、藤田将司、井出貴文、伊藤優太、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 チオ安息香酸の二重作用による光照射下での選択的C-Hアリール化
3. 学会等名 日本薬学会第140年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiromichi Egami
2. 発表標題 Asymmetric Fluorofunctionalizations with Anionic Phase-Transfer Catalyst
3. 学会等名 France-Japan Joint Forum on Organofluorine Chemistry for Future Pharmaceutical/Agricultural and Material Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiromichi Egami
2. 発表標題 Asymmetric Fluorofunctionalizations of Alkenes with Anionic Phase-Transfer Catalyst
3. 学会等名 International Conference on Fluorine Chemistry 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江上寛通
2. 発表標題 炭素 - 炭素多重結合および炭素 - 水素結合に対するフッ素官能基導入反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Niwa, Hitomi Sato, Ryo Hotta, Taiki Rouno, Kiyoshi Ujiie, Yuji Kawato, Hiromichi Egami, Yoshitaka Hamashima
2. 発表標題 Dianionic phase transfer catalyst for asymmetric fluorofunctionalization
3. 学会等名 日本化学会第98会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo Hotta, Taiki Rouno, Tomoki Niwa, Hiromichi Egami, Yoshitaka Hamashima
2. 発表標題 Asymmetric Dearomative Fluorination with Novel Phase-Transfer Catalysts
3. 学会等名 日本化学会第99会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤優太、井出貴文、増田柊也、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 光照射による芳香族化合物のトリフルオロメチル化反応
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 蠟野大輝、堀田 遼、丹羽智紀、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 インドール誘導体の脱芳香環化型不斉フッ素化反応
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江上寛通、増田柊也、川戸勇士、濱島義隆
2. 発表標題 フタルイミドの光特性を利用するC-Hフッ素化反応
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丹羽智紀、佐藤 瞳、堀田 遼、蠅野大輝、氏家清、川戸勇士、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 ジアニオン型相間移動触媒の創成と不斉フッ素化反応への応用
3. 学会等名 第17回次世代を担う有機化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Niwa, Hitomi Sato, Ryo Hotta, Taiki Rouno, Kiyoshi Ujiie, Yuji Kawato, Hiromichi Egami, Yoshitaka Hamashima
2. 発表標題 Dianionic phase-transfer catalyst for asymmetric fluorofunctionalization
3. 学会等名 20th Tetrahedron symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 蠅野大輝、丹羽智紀、西橋幸佑、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 エン・オキシムの不斉フッ素環化反応の開発
3. 学会等名 第65回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西橋幸佑、丹羽智紀、佐藤 瞳、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 、 -二置換アリルアミドの不斉フルオロ脱プロトン化および環化反応
3. 学会等名 第65回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiromichi Egami, Ryo Hotta, Minami Otsubo, Taiki Rouno, Kenji Yamashita, Tomoki Niwa, Yoshitaka Hamashima
2. 発表標題 Asymmetric Dearomatizing Fluorination of Indole Derivatives under Phase-Transfer Catalysis
3. 学会等名 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Niwa, Hitomi Sato, Ryo Hotta, Taiki Rouno, Kiyoshi Ujiie, Yuji Kawato, Hiromichi Egami, Yoshitaka Hamashima
2. 発表標題 Dianionic Phase transfer catalyst for asymmetric fluorofunctionalizations
3. 学会等名 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 蠟野大輝、丹羽智紀、増田航佑、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 ナフトール類の脱芳香環化型不斉フッ素化反応
3. 学会等名 第116回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Niwa, Hitomi Sato, Kousuke Nishibashi, Yuji Kawato, Hiromichi Egami, Yoshitaka Hamashima
2. 発表標題 Dianionic phase-transfer catalyst for asymmetric fluorofunctionalizations of allylic amide
3. 学会等名 France-Japan Joint Forum on Organofluorine Chemistry for Future Pharmaceutical/Agricultural and Material Sciences (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江上寛通、堀田 亮、大坪海波、蠅野大輝、山下賢二、丹羽智紀、濱島義隆
2. 発表標題 相間移動触媒を用いたインドール類の脱芳香環化型不斉フッ素化反応
3. 学会等名 第42回日本フッ素化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiromichi Egami, Taiki Rouno, Minami Otsubo, Ryo Hotta, Kousuke Masuda, Kenji Yamashita, Tomoki Niwa, Yoshitaka Hamashima
2. 発表標題 Asymmetric Dearomatizing Fluorinations under Phase-Transfer Catalysis
3. 学会等名 第12回有機触媒シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤優太、井出貴文、増田柊也、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 光照射による芳香族化合物のトリフルオロメチル化反応
3. 学会等名 第64回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤優太、井出貴文、増田柊也、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 光照射による芳香族化合物のトリフルオロメチル化反応
3. 学会等名 第49回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丹羽智紀、氏家清、佐藤瞳、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 環状四置換アルケンに対する不斉フルオロ脱プロトン化反応
3. 学会等名 日本病院薬剤師会東海ブロック・日本薬学会東海支部合同学術大会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 蠟野大輝、増田航佑、丹羽智紀、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 ナフトールルイの脱芳香環化型不斉フッ素化反応
3. 学会等名 日本病院薬剤師会東海ブロック・日本薬学会東海支部合同学術大会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 江上寛通、増田柊也、川戸勇士、濱島義隆
2. 発表標題 フタルイミドを利用したC-Hフッ素化反応
3. 学会等名 第44回反応と合成の進歩シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丹羽智紀、佐藤瞳、氏家清、川戸勇士、濱島義隆
2. 発表標題 ジアニオン型相間移動触媒を用いた不斉フッ素官能基化反応の開発
3. 学会等名 第44回反応と合成の進歩シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoki Niwa, Hitomi Sato, Ryo Hotta, Taiki Rouno, Yuji Kawato, Hiromichi Egami, Yoshitaka Hamashima
2. 発表標題 Diatonic Phase-Transfer Catalyst for Asymmetric Fluorocyclization
3. 学会等名 IKCOC-14 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 蠟野大輝、堀田亮、丹羽智紀、江上寛通、濱島義隆
2. 発表標題 インドール誘導体の脱芳香環化型不斉フッ素化反応
3. 学会等名 第11回有機触媒シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 江上寛通
2. 発表標題 触媒設計に基づく不斉フッ素官能基化反応
3. 学会等名 ITbM/IGER Chemistry Workshop 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

静岡県立大学薬学部医薬品創製化学分野  
<https://w3pharm.u-shizuoka-ken.ac.jp/~lsocus/index.html>

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