

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01973

研究課題名(和文)ヨウ素触媒を用いる選択的酸化反応の開発

研究課題名(英文)Development of Selective Oxidation Reactions Using Iodine Catalysis

研究代表者

ウヤヌク ムハメット(Uyanik, Muhammet)

名古屋大学・工学研究科・准教授

研究者番号：20452188

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、貴金属や重金属の代替元素としてヨウ素の酸化・還元能を活かし、デザイン型ヨウ素化合物を有機分子触媒に用いる非金属系環境低負荷型酸化的カップリング反応及び不斉ヨウ素触媒を開発した。具体的には、触媒前駆体にはヨードアレン(共有結合型触媒)または第四級オニウムヨウ化物(イオンペア型触媒)を、共酸化剤には過酸化水素や過酸化アルコールを用い、反応系に一切の毒性の強い物質を用いないことにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、貴金属や重金属の代替元素としてヨウ素の酸化・還元能を活かし、デザイン型ヨウ素化合物を有機分子触媒に用いる非金属系環境低負荷型酸化的カップリング反応及び不斉ヨウ素触媒の開発を目的とした。具体的には、触媒前駆体にはヨードアレン(共有結合型触媒)または第四級オニウムヨウ化物(イオンペア型触媒)を、共酸化剤には過酸化水素や過酸化アルコールを用い、反応系に一切の毒性の強い物質を用いないことにした。

研究成果の概要(英文)：Transition-metal-free and environmentally benign oxidative coupling reactions have been developed using designer iodine-based catalysis by taking advantage of the redox behavior of iodine as an alternative element to precious metals and/or heavy metals. Specifically, we used iodoarenes (for covalent-bonding catalysis) or quaternary onium iodides (for ion-pair catalysis) as catalysts and hydrogen peroxide or other common simple peroxides as oxidants.

研究分野：有機化学

キーワード：有機合成

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

環境・資源問題が深刻化するなか、物質文明社会の持続的発展のためには、環境低負荷型精密有機合成法の開発が最重要課題の一つであり、貴金属や重金属等の毒性の強い金属資源を反応剤や触媒に用いる従来型の有機合成化学からの脱却が求められている。近年、金属を含まない有機分子触媒の開発が国内外で盛んであるが、そのほとんどは酸または塩基触媒であり、酸化・還元型の有機分子触媒の開発は比較的遅れている。

2010年のNobel化学賞に輝いた鈴木・根岸・Heck反応に代表されるように、カップリング反応は合成化学及び化学産業において重要な基幹技術である。これらの反応には触媒として酸化還元能をもつ遷移金属錯体(Pd, Ni等)が利用されている。また、ホウ素、亜鉛、マグネシウム、スズ等の金属も反応剤に使われているため、反応後に大量の金属塩が副生する。資源問題や環境問題が深刻化するなか、低毒性かつ豊富な代替元素を用いる直截的なカップリング反応開発が必要である。近年、環境低負荷型の酸化剤としてヨウ素化合物が注目されている。ヨウ素は容易に酸化されてその原子価を拡張し、オクテット則を超える超原子価化合物を形成するため、遷移金属のような酸化・還元性を示す。しかし、その中に溶解性が悪く、また爆発性を有するものもあるので取り扱いが困難であるため実用的な酸化剤とは言い難い。従って、真に力量あるヨウ素化合物を触媒に用いる非金属系環境低負荷型有機合成反応の開拓が必要である。

超原子価ヨウ素化学は1世紀も昔から研究されている学問領域であり、その基礎学理はほとんど確立している。また、幾つかの超原子価ヨウ素化合物については酸化剤として有機合成化学でも利用されているが、爆発性の危険もあり、その用途は限定的である。一方で、エネルギー問題、環境問題、資源問題が深刻化するなか、遷移金属等のレアメタルや重金属等の毒性の強い金属資源を反応剤や触媒に用いる従来型の有機合成化学からの脱却が求められている。こうした背景の下、近年、金属を含まない有機分子触媒の開発競争が国内外で激化している。しかし、そのいずれも酸か塩基触媒であり、酸化・還元型の有機分子触媒の開発については手つかずに近い状況である。我々はヨウ素の酸化・還元能に注目し、ヨウ素化合物を遷移金属の代替元素として触媒的に利用する研究を開始した。本研究課題はこの数年の我々の研究成果を基盤としており、真に力量あるヨウ素触媒を用いる環境低負荷型有機合成反応の開拓を目的とした。

### 2. 研究の目的

本研究では、貴金属や重金属の代替元素としてヨウ素の酸化・還元能を活かし、デザイン型ヨウ素化合物を有機分子触媒に用いる非金属系環境低負荷型酸化的カップリング反応及び不斉ヨウ素触媒の開発を目的とした。具体的には、触媒前駆体にはヨードアレーン(共有結合型触媒)または第四級オニウムヨウ化物(イオンペア型触媒)を、共酸化剤には過酸化水素や過酸化アルコールを用い、反応系に一切の毒性の強い物質を用いないことにした。

### 3. 研究の方法

研究期間は3年間、研究体制として、研究代表者はウヤヌク・ムハメット、連携研究者は石原一彰教授(所属する研究室の主宰者)、研究協力者は名古屋大学大学院工学研究科大学院生7人(有機合成の実験を担当)を含む総数9人が参加した。

本研究では、デザイン型ヨウ素化合物を有機分子触媒に用いる非金属系環境低負荷型酸化的カップリング反応及び不斉ヨウ素触媒の開発を目的とした。具体的には、触媒前駆体にはヨード

アレーン（共有結合型触媒）または第四級オニウムヨウ化物（イオンペア型触媒）を、共酸化剤には過酸化水素や過酸化アルコールを用い、反応系に一切の毒性の強い物質を用いないことにした。

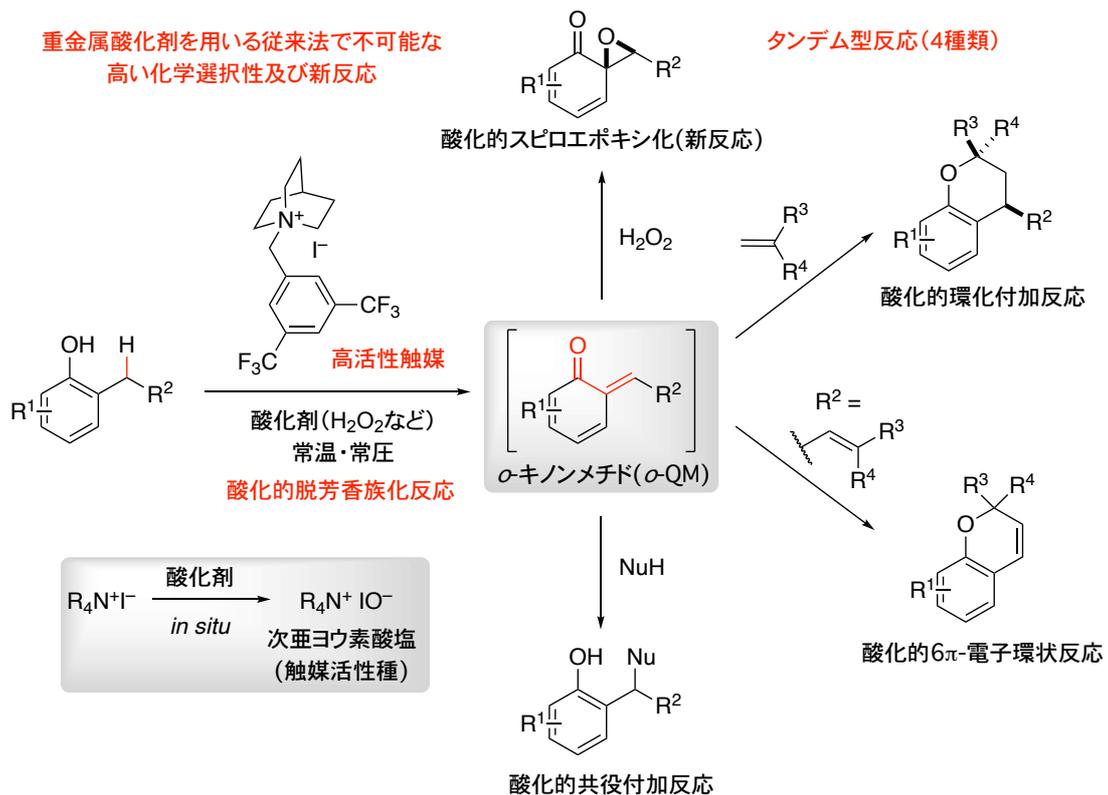
ヨウ素化合物のなかには爆発の危険性のあるものも少なくないが、本研究では、ヨウ素化合物の爆発の危険瀬を回避するため、希薄条件下、安定なヨウ素化合物と酸化剤から活性種のヨウ素化合物を *in situ* で調製し、単離することなく所望の有機反応に用いる手法を考えた。当該分野においては、超原子価ヨウ素化学の理解は深まりつつも、爆発の危険性が危惧される超原子価ヨウ素化合物を有機合成反応に用いる研究はそれほど進んでいない。そこで、本研究のように触媒量のヨウ素化合物を *in situ* で調製して用いることによって安全に取り扱うことができ、その触媒としての有用性が認められれば、ヨウ素は遷移金属や重金属の代替元素として極めて価値のある資源となるはずである。そして、日本のヨウ素生産量は世界第2位であり、その有効利用は国益にも繋がる。また、遷移金属や重金属試薬を有機反応に用いると所望の生成物から吸着しやすい金属種を完全に分離することは困難であり、医薬品合成の最終段階では大きな問題となる。一方、ヨウ素の場合、有機化合物からの分離は容易である。

#### 4. 研究成果

以下、代表的な研究成果について紹介する（その他の成果については研究業績リストを参照してください）。

##### 【次亜ヨウ素酸塩触媒（イオンペア型触媒）の開発】

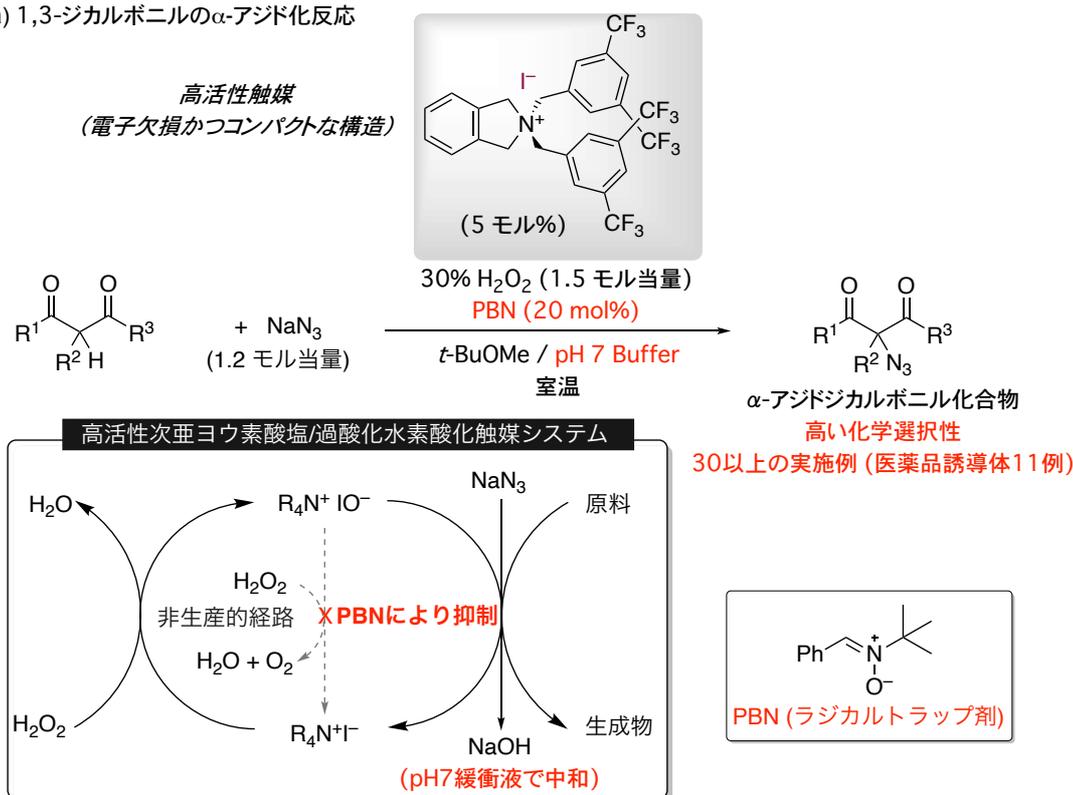
(1)高活性キノンメチド(QM)の化学選択的生成法の開発及びタンデム型反応への応用：反応性に富む QM は医薬品や機能性材料注の合成中間体としての有用性が期待されるものの、不安定ゆえに合成・取扱が困難であるため十分に活用できていない。古くからフェノールを原料に重金属酸化剤を用いて QM を生成する方法が知られているが、重金属の毒性の問題や反応の選択性が低いなど、合成法としては適用しづらく、実用的な生成法の開発が求められていた。本研究では、高活性な次亜ヨウ素酸塩触媒と過酸化水素などの酸化剤を用いて、フェノールを原料に温和



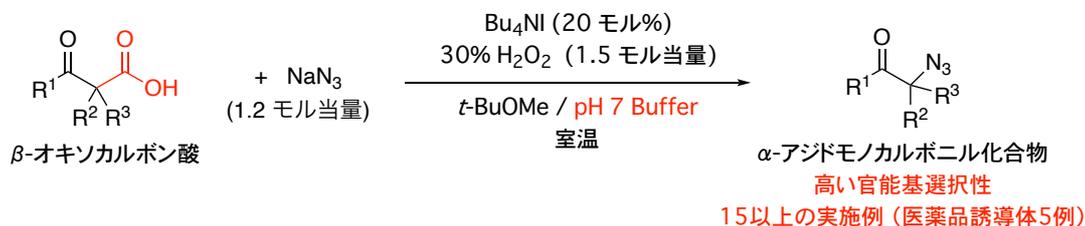
な条件下（常温・常圧）で QM を収率よく生成する方法を開発した(Uyanik, et al. *Nat. Chem.* **2020**, *12*, 353)。本生成法は、毒性が懸念される金属を全く使用せず、副生成物は水と酸化剤由来のアルコールのみのため、環境に優しいという利点もある。また、不安定な QM を単離することなく、他の反応と組み合わせた4種のワンポットによるタンデム型反応（環化付加反応・電子環状反応・共役付加反応・スピロエポキシ化反応）を可能にした。

(2)カルボニル化合物の酸化的 $\alpha$ -アジド化反応： $\alpha$ -アジドカルボニル化合物は医薬品や機能材料の合成中間体としての高いニーズがあり、アジド基の簡便な導入法の確立は極めて重要な課題である。特に、生物活性物質などの複雑な骨格や様々な官能基を有する分子への導入は難易度が高く、有効な手段は限られる。近年になって、反応性の高いアジド化剤が幾つも開発され、単段

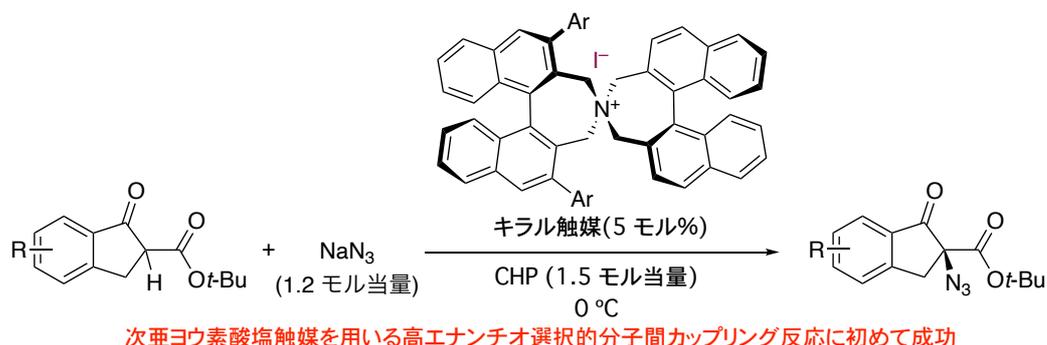
a) 1,3-ジカルボニルの $\alpha$ -アジド化反応



b) 脱炭酸的アジド化反応



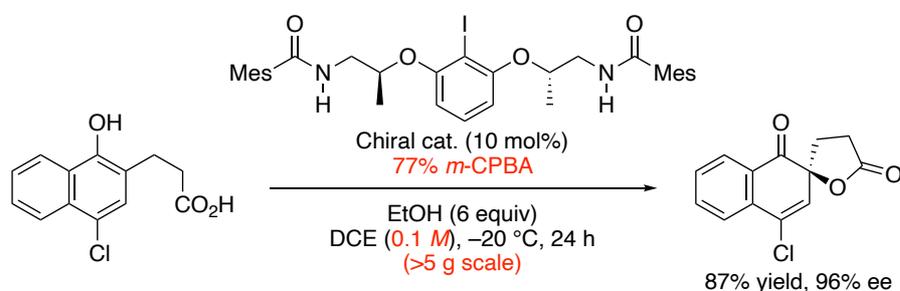
c) エナンチオ選択的 $\alpha$ -アジド化反応



階での酸化的アジド化反応も報告されるようになったが、試薬が高価である上、その爆発性や副生成物などの課題も残されている。本研究では、高活性な次亜ヨウ素酸塩触媒を開発し、安価なアジ化ナトリウムをアジド源に、常温・常圧・中性という温和な条件下、カルボニル化合物の $\alpha$ 位にアジド基を導入することに成功した(Uyanik, et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2020**, *59*, 17110)。本研究では、3つの克服すべき課題があった。(i) アジ化ナトリウムを使用すると、 $\alpha$ -アジド化反応に伴い副生する水酸化ナトリウムによって生成物が分解する。この問題は pH 7 緩衝液( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ )を用いて解決した。(ii) 中性条件下での反応性を高めるために、イソインドリン由来の新しい第四級アンモニウムヨウ化物を新規分子設計し触媒として用いた。本触媒は市販のヨウ化テトラブチルアンモニウム ( $\text{Bu}_4\text{NI}$ ) の 10 倍を超える高活性を示した。(iii) 酸化剤に過酸化水素を用いると、自己分解が競合するため、反応の完結には過剰量必要となる。この非生産的な経路には、ラジカル機構が関与しており、ラジカル捕捉剤として触媒量の *N*-tert-ブチル- $\alpha$ -フェニルニトロン(PBN)を使用することで、過酸化水素の分解を抑制した。こうして最適化した条件下、様々な 1,3-ジカルボニル化合物から対応する $\alpha$ -アジド化合物を高収率で得ることに成功した。本生成法は高い官能基許容性を示し、複数の官能基を有する生物活性物質に対しても選択的にアジド基を導入できるため、合成後期のアジド化反応にも有用である。また、市販の  $\text{Bu}_4\text{NI}$  を触媒を用いて $\beta$ -オキソカルボン酸の脱炭酸的アジド化反応にも成功し、対応する $\alpha$ -アジドモノカルボニル化合物を高収率で得た。さらに、ピナフチル由来スピロ型キラル第四級アンモニウムカチオンを対カチオンに用いることでエナンチオ選択的 $\alpha$ -アジド化反応の開発にも成功した。これは、キラル次亜ヨウ素酸塩触媒を用いる初めてのエナンチオ選択的分子間カップリング例である。

#### 【超原子価ヨウ素触媒（共有結合型触媒）反応の開発】

フェノール類の酸化的脱芳香族化反応は生物活性物質合成の鍵反応として有用である。既に、我々はキラル超原子価ヨウ素触媒を用いたフェノール類のエナンチオ選択的酸化的脱芳香族化反応を開発している(Uyanik, et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2013**, *52*, 9215)。しかし、高い不斉収率を得るためには多量の有機溶媒を使用した希薄条件下 (<0.02 M)、事前に精製した酸化剤 (*m*-クロロ過安息香酸、*m*-CPBA) を用いる必要があった。本研究では、溶媒量の削減やより安全な市販の 77% *m*-CPBA をそのまま酸化剤として用いる反応条件を探索することで、本酸化反応のスケールアップ (0.05 g 以下のスケールから 5 g 以上のスケールへ) に成功した(Uyanik, et al. *Org. Synth.* **2021**, *98*, 1 及び *Org. Synth.* **2021**, *98*, 28)。



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Uyanik Muhammet, Sahara Naoto, Tsukahara Mayuko, Hattori Yuhei, Ishihara Kazuaki	4. 巻 59
2. 論文標題 Chemo and Enantioselective Oxidative Azidation of Carbonyl Compounds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 17110 ~ 17117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202007552	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 Uyanik Muhammet, Tanaka Hiroki, Ishihara Kazuaki	4. 巻 22
2. 論文標題 Hypoiodite-Catalyzed Chemoselective Tandem Oxidation of Homotryptamines to Peroxy- and Epoxytetrahydropyridindolenines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 8049 ~ 8054
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c03001	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 Uyanik Muhammet, Tanaka Hiroki, Ishihara Kazuaki (checked by Wang Tao, Campos Kevin)	4. 巻 10
2. 論文標題 I+/TBHP Catalysis For Tandem Oxidative Cyclization To Indolo[2,3 b]quinolines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asian Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 164 ~ 169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202000570	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 Uyanik Muhammet, Ishizaki Shinichi, Ishihara Kazuaki (checked by Zarate Cayetana, Campos Kevin)	4. 巻 98
2. 論文標題 Synthesis of Chiral Organoiodine Catalyst for Enantioselective Oxidative Dearomatization Reactions: N,N'-(2S,2'S)-(2-Iodo-1,3-phenylene)bis(oxy)bis(propane-2,1-diyl)bis(2,4,6-trimethylbenzamide)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Syntheses	6. 最初と最後の頁 1 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15227/orgsyn.098.0001	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

1. 著者名 Uyanik Muhammet, Ishizaki Shinichi, Ishihara Kazuaki	4. 巻 98
2. 論文標題 Chiral Organiodine-catalyzed Enantioselective Oxidative Dearomatization of Phenols	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Syntheses	6. 最初と最後の頁 28 ~ 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15227/orgsyn.098.0028	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

1. 著者名 Uyanik Muhammet, Kato Takehiro, Sahara Naoto, Katade Outa, Ishihara Kazuaki	4. 巻 9
2. 論文標題 High-Performance Ammonium Hypoiodite/Oxone Catalysis for Enantioselective Oxidative Dearomatization of Arenols	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 11619 ~ 11626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.9b04322	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 Uyanik Muhammet, Sahara Naoto, Katade Outa, Ishihara Kazuaki	4. 巻 22
2. 論文標題 Chemoselective Oxidative Spiroetherification and Spiroamination of Arenols Using I+/Oxone Catalysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 560 ~ 564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b04324	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 Uyanik Muhammet, Nishioka Kohei, Kondo Ryutaro, Ishihara Kazuaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Chemoselective oxidative generation of ortho-quinone methides and tandem transformations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Chemistry	6. 最初と最後の頁 353 ~ 362
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41557-020-0433-4	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 Suzuki Takahiro, Watanabe Soichiro, Uyanik Muhammet, Ishihara Kazuaki, Kobayashi Susumu, Tanino Keiji	4. 巻 20
2. 論文標題 Asymmetric Total Synthesis of (?)-Maldoxin, a Common Biosynthetic Ancestor of the Chloropupekeananin Family	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 3919 ~ 3922
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.8b01502	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 Uyanik Muhammet, Sahara Naoto, Ishihara Kazuaki	4. 巻 2019
2. 論文標題 Regioselective Oxidative Chlorination of Arenols Using NaCl and Oxone	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 27 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201801063	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 Uyanik Muhammet, Nishioka Kohei, Ishihara Kazuaki	4. 巻 48
2. 論文標題 Ammonium Hypoiodite-catalyzed Oxidative Dearomatizative Azidation of Arenols	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 353 ~ 356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.181036	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62件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 熊谷幸子, 佐原直人, 出旺太, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 高活性キラル第四級アンモニウム塩触媒によるアレノールのエナンチオ選択的脱芳香族型塩素化反応
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 月森康夫, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラル第四級アンモニウム次亜臭素酸塩触媒を用いるアレノールのエナンチオ選択的脱芳香族型アジド化反応
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤丈裕, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 Oxidative Dearomatization of Arenols Using High-performance Hypohalite Catalysis
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安井俊博, 田中啓貴, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 2-アルキルスピロインドレニンの骨格転位型環拡大反応によるアゼピノインドールの合成
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本翔吾, 田中啓貴, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 超原子価ヨウ素( )触媒を用いるアレノールの酸化的脱芳香族型フッ素化反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 熊谷幸子, 佐原直人, 出旺太, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 高活性キラル第四級アンモニウム塩触媒による(ヘテロ)アレノールのエナンチオ選択的脱芳香族型塩素化反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 月森康夫, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラル第四級アンモニウム次亜臭素酸塩触媒を用いるアレノールのエナンチオ選択的脱芳香族型アジド化反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中啓貴, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 Hypoiodite-catalyzed Chemoselective Oxidative Cyclization of Indole Derivatives
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Muhammet Uyanik, Kohei Nishioka, Kazuaki Ishihara
2. 発表標題 Hypoiodite-catalyzed Chemoselective Oxidative Generation of ortho-Quinone Methides and Tandem Reactions
3. 学会等名 The 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress (ISHC) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryutaro Kondo, Muhammet Uyanik, Kazuaki Ishihara
2. 発表標題 IBS-catalyzed Highly Efficient and Selective Oxidation of Alcohols with Oxone
3. 学会等名 The 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress (ISHC) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中啓貴, 請川直哉, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラル次亜ヨウ素塩触媒を用いるインドールの極性転換及び不斉脱芳香族化反応
3. 学会等名 第22回ヨウ素学会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中啓貴, 請川直哉, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 インドール類の極性転換に伴う触媒的エナンチオ選択的酸化的脱芳香族化反応
3. 学会等名 第36回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤丈裕, 佐原直登, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 高活性次亜ハロゲン酸塩触媒を用いたフェノール類のエナンチオ選択的酸化的脱芳香族化反応
3. 学会等名 第36回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安井俊博, 田中啓貴, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 2-アルキルスピロインドレニンの1,3-転位型環拡大反応によるアゼピノインドールの合成
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石崎伸一, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 実用化に向けたキラルヨウ素(III)触媒を用いるエナンチオ選択的酸化反応のスケールアップ検討
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤丈裕, 佐原直登, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 高活性次亜ハロゲン酸塩触媒を用いるフェノールのエナンチオ選択的酸化的脱芳香族化反応
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ウヤヌク ムハメット, 西岡浩平, 近藤竜太郎, 石原一彰
2. 発表標題 Hypoiodite-catalyzed Chemoselective Oxidative Generation of ortho-Quinone Methides and Tandem Reactions
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 佐原直人, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 Designer quaternary ammonium hypiodite catalysis for oxidative -azidation of carbonyl compounds
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤竜太郎, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 次亜ヨウ素酸塩触媒を用いるキノンメチドの化学選択的酸化的生成及びタンデム型反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中啓貴, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 Ammonium hypiodite-catalyzed oxidative umpolung of indoles towards synthesis of alkaloids
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安井俊博, 田中啓貴, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 2-アルキルスピロインドレニンの触媒的骨格転位によるアゼピノインドールの合成
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石崎伸一, 田中啓貴, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラルヨウ素(III)触媒を用いるエナンチオ選択的酸化的ピアリールカップリング反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤丈裕, 佐原直人, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 高活性キラル次亜ヨウ素酸塩触媒を用いるアレノールのエナンチオ選択的酸化的脱芳香族化反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 熊谷幸子, 佐原直人, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 高活性キラル第四級アンモニウム塩触媒によるアレノールのエナンチオ選択的脱芳香族型塩素化反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 月森康夫, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラル第4級アンモニウム次亜臭素酸塩触媒を用いるアレノールのエナンチオ選択的脱芳香族型アジド化反
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ウヤヌク ムハメット
2. 発表標題 デザイン型キラル超原子価ヨウ素(III)触媒
3. 学会等名 京都大学第3回有機若手ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ウヤヌク ムハメット
2. 発表標題 ヨウ素触媒を用いる環境低負荷型酸化反応の開発
3. 学会等名 グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム(GIC)平成30年度第59回研修セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Muhammet Uyanik, Hiroki Hayashi, Daisuke Suzuki, Hirokazu Iwata, Kazuaki Ishihara
2. 発表標題 Enantioselective Hypoiodite Catalysis for Oxidative Coupling Reactions
3. 学会等名 The 4th International Symposium on C-H Activation (ISCHA4) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中啓貴, 請川直哉, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラル次亜ヨウ素酸塩触媒を用いるスピロインドレニンの不斉合成
3. 学会等名 第113回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐原直登, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 高活性次亜ヨウ素酸塩触媒を用いるカルボニル化合物の直接 $\alpha$ -アジド化反応
3. 学会等名 第113回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤丈裕, 佐原直登, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラル次亜ハロゲン酸塩触媒を用いるフェノール類のエナンチオ選択的脱芳香族型スピロラクトン化反応
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤竜太郎, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 超原子価ヨウ素(V)触媒を用いるアルコールの高効率的选择的酸化反応
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西岡浩平, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 フェノールの酸化反応による高活性キノンメチドの化学選択的生成法の開発及びタンデム型反応への応用
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 田中啓貴, 請川直哉, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 インドール類の極性転換に伴うエナンチオ選択的酸化的環化反応の開発
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 田中啓貴, 請川直哉, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 次亜ヨウ素酸塩触媒を用いるインドールのエナンチオ選択的酸化的脱芳香族化反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安井俊博, 田中啓貴, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 2-アルキルスピロインドレニンの1,3-転位型環拡大反応によるアゼピノインドールの合成
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石崎伸一, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラルヨウ素(III)触媒を用いるエナンチオ選択的酸化反応のスケールアップ検討
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐原直登, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 Chiral Hypoiodite-catalyzed Enantioselective Oxidative -Azidation of Carbonyl Compounds
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片出旺太, 佐原直登, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 キラル第四級アンモニウム塩触媒を用いるナフトール類のエナンチオ選択的酸化的脱芳香族型塩素化反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤丈裕, 佐原直登, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 高活性次亜ハロゲン酸塩触媒を用いるフェノールのエナンチオ選択的酸化的脱芳香族化反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西岡浩平, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 Hypoiodite-catalyzed Chemoselective Generation of Quinone Methides and Application to Tandem Reactions
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤竜太郎, ウヤヌク ムハメット, 石原一彰
2. 発表標題 IBS酸化触媒とOxoneを用いるアルコールの効率的選択的酸化及び酸化的エステル化反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Uyanik Muhammet、Ishihara Kazuaki	4. 発行年 2019年
2. 出版社 John Wiley & Sons: Chichester	5. 総ページ数 46
3. 書名 Oxidation of Alcohols and Amines in Patai's Chemistry of Functional Groups	

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室のHP <a href="http://www.ishihara-lab.net/english/members-staff/muhammet-uyanik/">http://www.ishihara-lab.net/english/members-staff/muhammet-uyanik/</a> 名古屋大学プレスリリース <a href="http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20200330_engg1.pdf">http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20200330_engg1.pdf</a> 日本の研究.comプレスリリース <a href="https://research-er.jp/articles/view/87686">https://research-er.jp/articles/view/87686</a> 研究室のHP <a href="http://www.ishihara-lab.net/english/members-staff/muhammet-uyanik/">http://www.ishihara-lab.net/english/members-staff/muhammet-uyanik/</a>
--

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