

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K05466

研究課題名(和文) 高活性超原子価ヨウ素触媒を用いる効率的芳香環C-Hアミノ化法の開発

研究課題名(英文) Development of Efficient Aromatic C-H Amination method Using Highly Reactive Hypervalent Iodine Catalyst

研究代表者

土肥 寿文(Dohi, Toshifumi)

立命館大学・薬学部・教授

研究者番号：50423116

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)：医薬品や機能性材料の骨格として重要な芳香族アミン類の合成戦略として、近年、芳香族化合物とアミン類の酸化的カップリングの直截性が注目されている。本研究では、超原子価ヨウ素触媒の活性向上の新指針を提案・実証することで、0.1mol%でも機能する優れた酸化触媒を開発した。また本研究の過程において、我々の開発した新規触媒が電気化学的な活性化も可能であることがわかり、脱芳香化を伴うスピロラクタム生成反応の電解触媒として機能することも見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究開始当時、芳香環C-Hアミノ化に用いる遷移金属触媒は最低でも5mol%は必要で、触媒活性の向上は難しい状況であった。超原子価ヨウ素触媒についても、我々がこれまで提案した反応性向上の指針のみでは、数mol%程度への触媒量低減が限界であった。触媒性能向上の新指針に基づき、我々が本研究で開発した触媒は、芳香環C-Hアミノ化において0.1mol%の触媒量でも十分に機能する。ヨウ素中心の反応性が高いため、有機触媒としての構造多様化を行っても十分な活性を保持しつつ、立体および化学選択的な触媒の分子設計や機能化へと発展できる。

研究成果の概要(英文)：Due to its straightforward characteristics, oxidative coupling of aromatic compounds with amines recently attracts attention as a synthetic strategy of aromatic amines that are important as a structure of pharmaceutical products and functional materials. In this research, by suggesting and proving a new guideline for the activity enhancement of the hypervalent iodine catalyst, we have developed excellent oxidation organocatalyst even working at 0.1 mol%. During this research, it was revealed and found that our newly developed catalyst is also compatible with electrochemical activation and can function as an electrocatalyst for dearomatic spiro lactam-forming reactions.

研究分野：有機合成化学

キーワード：アミノ化 酸化 カップリング 芳香族化合物

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

酸化的カップリングの分野では2007年にFagnouらが、芳香族化合物のC-H結合を活性化し、直接、クロスカップリングさせる反応を始めて実現している(引用文献)。研究代表者らは芳香環に対して優れた反応性を示す超原子価ヨウ素反応剤を用い、二量体を生じない世界発のメタル触媒フリーな酸化的カップリングを2008年に報告している(引用文献)。

20世紀までの触媒の科学は遷移金属を中心とするものが主であったが、金属は毒性と環境負荷の面で懸念があり、環境調和型の新しい合成技術として有機触媒が注目されている。2005年に信頼性あるヨウ素触媒プロセスを論文誌に発表したことを切掛けに、ヨウ素触媒の研究が数多く報告されるようになり、今では21世紀発の新しい有機触媒として広く認められるようになった。デザイン型ヨウ素触媒の例として、研究代表者らはキラルな不斉ヨウ素触媒を2008年に世界で初めて報告した(引用文献)。加えて、研究代表者らは超原子価ヨウ素触媒を用いた世界初の酸化的C-Nカップリングを報告している(引用文献)。ここでは、ヨウ素が酸素架橋を通じて集積すると求電子性が向上することを発見し、本知見に基づく触媒分子設計の新しい概念として、従来の反応剤よりも高い活性を示す酸素架橋型超原子価ヨウ素触媒を提案している(引用文献)。

合成戦略としての直截性から、近年、芳香族化合物とアミン類の酸化的カップリングの重要性がHartwig-Buchwaldアミノ化の開発者らによっても唱えられている(引用文献)。しかし、研究開始当初、触媒量は多くが10 mol%、最低でも5 mol%必要で(分子内反応で1 mol%で進行するものも稀にある)、酸化条件下で機能する金属配位子の制限から、触媒活性の向上は難しい状況であった。研究代表者らの触媒は、分子間の酸化的N-アリール化にも有効で、近年では他の研究グループらによっても利用され(例えば、引用文献)、触媒設計の重要なアイデアとして役立てられている(例えば、引用文献)。一方、芳香環C-Hアミノ化における触媒量向上を目指した検討は行われてなかった。

2. 研究の目的

現代では安全・環境にやさしく、地球に存在する資源をバランス良く活用した未来に残る合成手法の開発が求められている。本研究では、申請者らが提案する触媒性能向上の仮説を基に、日本に豊富に存在する「ヨウ素」を核とする優れた有機酸化触媒を開発する。ここでは遷移金属触媒系を凌駕する0.1 mol%の触媒使用下での芳香環C-Hアミノ化反応の実現を目指す。我々の触媒はヨウ素中心の反応性が高いため、有機触媒としての分子設計や機能化を行った際にも十分な活性を保持しつつ、立体および化学選択的な触媒反応へと応用できる。有機合成化学的な応用として、医薬品やファインケミカルズに有用な芳香族アミン類の新規合成法を確立するとともに、固体触媒反応システム(フロー反応)の構築等、触媒プロセス開発面での実用性を飛躍的に前進させる。

3. 研究の方法

(1) 課題 触媒性能の向上に向けた超原子価ヨウ素触媒の分子設計：酸化的芳香環カップリングの成功には、芳香族分子の存在下、アミンおよびアミド類を選択的に超原子価ヨウ素触媒で活性化することが必要である。我々の触媒は立体障害のために芳香環との反応が起こりにくいことから、0.1 mol%以下で機能する世界初の有機酸化触媒の創製を目指して、触媒回転数(TON)向上に向けた分子設計を行う。最適化した触媒について基質適用範囲、生成物選択性、酸化剤の選択枝、溶媒の影響等、遷移金属触媒との比較を意識した総合的な反応系の評価を行う。

(2) 課題 カップリングの位置選択性制御と有用骨格の合成：開発した超原子価ヨウ素触媒を用いて、酸化的C-Hアミノ化における芳香環の反応位置選択性の制御を試みる。アミドの置換基や芳香環の配向基(FG)をうまく選択することで、さらに選択性を向上させる。

(3) 課題 カップリング体の立体選択性制御への挑戦：芳香族アミド類の芳香環-窒素不斉軸におけるアトロプ異性体や、窒素-カルボニル結合の回転障壁に基づく配座異性体の制御は、医薬品分子設計において興味深いテーマである。申請者らがこれまでに開発した酸素架橋型キラルヨウ素触媒を用いて、分子間および分子内酸化的カップリングにおけるこれら立体選択性の制御について検討する。

(4) 課題 酸化的C-Hアミノ化法の実用化に向けたハイブリッド型超原子価ヨウ素触媒の開発：高い反応性を示す超原子価ヨウ素触媒のフロー合成への応用として、触媒の基本骨格に固層担持のための官能基の導入、続くポリマー担体への固定化を行う。

4. 研究成果

令和元年度は、アミンおよびアミド類をより選択的に活性化できる超原子価ヨウ素触媒の精密分子設計に加え、触媒回転数(TON)向上に向けた官能基の導入を行った。具体的には、触媒の

ヨウ素周辺(オルト位)への置換基の導入による立体環境の最適化、耐酸化性の向上を目的としたフッ素原子の導入を検討した。また、光応答性の超原子価ヨウ素触媒の合成が予定以上に進展したため、酸化的 C-H アミノ化における芳香環の反応位置選択性の制御に関する検討を前倒しで実施した。

芳香族アミド類の芳香環 - 窒素不斉軸におけるアトロブ異性体や、窒素 - カルボニル結合の回転障壁に基づく配座異性体の制御を目指した酸化的カップリングは挑戦的なテーマであり、これまでに開発した酸素架橋型キラルヨウ素触媒を用いて、まずは分子内反応における立体選択性の制御について検討した。

令和2年度は、遷移金属触媒系を凌駕する 0.1mol% の触媒使用下での酸化的カップリングの実現と有機酸化触媒の創製を目指して、酸化的 C-H アミノ化における超原子価ヨウ素触媒の設計を完了し、基質適用範囲、生成物選択性、酸化剤の選択性、溶媒の影響等、遷移金属触媒との比較を意識した総体的な反応系の評価を行った。芳香族アミド類の芳香環 - 窒素不斉軸におけるアトロブ異性体や、窒素 - カルボニル結合の回転障壁に基づく配座異性体の制御を目指した酸化的カップリングでは、アミドの置換基や芳香環の配向基(DG)等の基質制御法と組み合わせ、位置および立体選択的な酸化的カップリングにも取り組んだ。加えて、高い触媒活性を維持しつつ、適切な不斉環境を持ったキラル超原子価ヨウ素触媒の創製も検討した。芳香環のメタ位選択的な酸化的カップリングについては、基質の光励起による半占軌道(SOMO)との相互作用を利用した反応開発や、光応答性の超原子価ヨウ素触媒を利用した制御を検討した。

本研究の過程において、我々の開発した新規触媒が電気化学的な活性化も可能であることがわかり、脱芳香化を伴うスピロラクタム生成反応における電解触媒として機能することを新たに見出した。本法は、超原子価ヨウ素触媒の活性化に化学酸化剤を必要とせず、酸化剤由来の廃棄物が発生しないため、グリーンケミストリーの観点で優れている。

令和3年度は、キラル超原子価ヨウ素触媒による立体選択的な酸化的カップリングについて、これまで得られた知見を基に触媒の不斉環境の最適化を行い、高い触媒耐久性を兼ね備えたキラル超原子価ヨウ素触媒の創製に取り組んだ。同時に、アミドの置換基や芳香環の配向基(DG)等の基質制御法と組み合わせ検討を行った。また、酸化的 C-H アミノ化法のプロセス的な改良として、これまでに開発した超原子価ヨウ素触媒を固相ハイブリッド化し、フロー合成へと応用することで、生産性の向上を目指した。我々の開発した新規触媒をオンデマンドで電気化学的に活性化し、超原子価ヨウ素カップリングにおける酸化的 C-N 結合形成と、続く C-C 結合形成(我々の酸化的ピアリアルカップリングなど)との連続化の検討も行った。最終年度に行った成果の一部は未公表であるが、全体的には予定していた以上に論文発表や学会発表を行うことができ、著書や総説として本研究内容をまとめることができた。本研究は若手研究者の育成にも大きく寄与しており、関連するテーマで博士課程学生が博士号を取得した。

<引用文献>

- D. R. Stuart, K. Fagnou, The catalytic cross-coupling of unactivated arenes, *Science* **2007**, *316*, 1172-1175.
- T. Dohi, M. Ito, K. Morimoto, M. Iwata, Y. Kita, Oxidative cross-coupling of arenes induced by single-electron transfer leading to biaryls using organoiodine(III) oxidants, *Angew. Chem., Int. Ed.* **2008**, *47*, 1301-1304. (Journal Cover and Very Important Paper)
- T. Dohi, A. Maruyama, N. Takenaga, K. Senami, Y. Minamitsuji, H. Fujioka, S. Cammerer, Y. Kita, A chiral hypervalent iodine (III) reagent for enantioselective dearomatization of phenols, *Angew. Chem., Int. Ed.* **2008**, *47*, 3787-3790. (Highlighted in *Angew. Chem., Int. Ed.* 2011)
- T. Dohi, A. Maruyama, Y. Minamitsuji, N. Takenaga, Y. Kita, First hypervalent iodine(III)-catalyzed C-N bond forming reaction: catalytic spirocyclization of amides to N-fused spiro lactams, *Chem. Commun.* **2007**, *12*, 1224-1226. (the most cited papers in *Chem. Commun.* published in 2007, Journal Cover and Hot Paper, Research Highlight in *Chem. Sci.*, **2007**, *4*, C13.)
- T. Dohi, N. Takenaga, K. Fukushima, T. Uchiyama, D. Kato, M. Shiro, H. Fujioka, Y. Kita, Designer μ -oxo-bridged hypervalent iodine(III) organocatalysts for greener oxidations. *Chem. Commun.* **2010**, *46*, 7697-7699. (Hot Article)
- T. Dohi, D. Kato, R. Hyodo, D. Yamashita, M. Shiro, Y. Kita, Discovery of stabilized bisiodonium salts as intermediates in the carbon-carbon bond formation of alkynes. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 3784-3787.
- R. Shrestha, P. Mukherjee, Y. Tan, Z. C. Litman, J. F. Hartwig, Sterically controlled, palladium-catalyzed intermolecular amination of arenes, *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, *135*, 8480-8483.
- R. Samanta, J. O. Bauer, C. Strohmann, A. P. Antonchick, Sterically controlled, palladium-catalyzed intermolecular amination of arenes, Organocatalytic, oxidative, intermolecular amination and hydrazination of simple arenes at ambient temperature, *Org. Lett.* **2012**, *14*, 5518-5521.

N. Lucchetti, M. Scalone, S. Fantasia, K. Muñiz, An improved catalyst for iodine(I/III)-catalysed intermolecular C-H amination, *Adv. Synth. Catal.* **2016**, *358*, 2093-2099.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 N. Takenaga, R. Kumar, T. Dohi	4. 巻 8
2. 論文標題 Heteroarylodonium(III) salts as highly reactive electrophiles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Front. Chem.	6. 最初と最後の頁 599026 ~ 599033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fchem.2020.599026	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 T. Dohi, J. Han, R. Kumar	4. 巻 9
2. 論文標題 Editorial: New hypervalent iodine reagents for oxidative coupling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Front. Chem.	6. 最初と最後の頁 642889 ~ 642891
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fchem.2021.642889	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 H. China, N. Kageyama, H. Yatabe, N. Takenaga, T. Dohi	4. 巻 26
2. 論文標題 Practical synthesis of 2-iodosobenzoic acid (IBA) without contamination by hazardous 2-iodoxybenzoic acid (IBX) under mild conditions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 1897 ~ 1914
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26071897	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 N. Takenaga, H. China, R. Kumar, T. Dohi	4. 巻 103
2. 論文標題 Azido, cyano, nitrate cyclic hypervalent iodine(III) reagents in heterocycle synthesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Heterocycles	6. 最初と最後の頁 144 ~ 164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/REV-20-SR(K)5	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 T. Dohi, T. Hayashi, S. Ueda, T. Shoji, K. Komiyama, H. Takeuchi, Y. Kita	4. 巻 26
2. 論文標題 Recyclable synthesis of mesityl iodonium(III) salts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 3617 ~ 3627
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2019.05.033	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 N. Takenaga, T. Hayashi, S. Ueda, H. Satake, Y. Yamada, T. Kodama, T. Dohi	4. 巻 24
2. 論文標題 Synthesis of uracil-iodonium(III) salts for practical utilization as nucleobase synthetic modules	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 3034 ~ 3046
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules24173034	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 土肥寿文, 森本功治, 北 泰行	4. 巻 9
2. 論文標題 高リサイクル型ならびに触媒型高活性超原子価ヨウ素反応剤の開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemGrowing (富士フィルム和光純薬株式会社)	6. 最初と最後の頁 2 ~ 5
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 T. Dohi, K. Komiyama, S. Ueda, N. Yamaoka, M. Ito, Y. Kita	4. 巻 100
2. 論文標題 Benzylic oxidation and functionalizations of xanthenes by ligand transfer reactions of hypervalent iodine reagents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Heterocycles	6. 最初と最後の頁 85 ~ 103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/COM-19-14139	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 H. China, K. Tanihara, H. Sasa, K. Kikushima, T. Dohi	4. 巻 348
2. 論文標題 Regiodivergent oxygenation of alkoxyarenes by new hypervalent iodine/Oxone system	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Catal. Today	6. 最初と最後の頁 2~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2019.08.060	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 K. Kikushima, R. Kumar, T. Dohi	4. 巻 17
2. 論文標題 Progress in [18F]fluorination by using arylodonium(III) compounds and application for PET tracer syntheses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mini Rev. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 173~195
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 該当する

1. 著者名 T. Shoji, K. Fukushima, T. Menjo, Y. Yamada, T. Hanasaki, K. Kikushima, N. Takenaga, T. Dohi	4. 巻 69
2. 論文標題 Triflimide-promoted nucleophilic C-arylation of halopurines to access N7-substituted purine biaryls	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Pharm. Bull.	6. 最初と最後の頁 886~891
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c21-00380	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 R. Kumar, F. V. Singh, N. Takenaga, T. Dohi	4. 巻 17
2. 論文標題 Asymmetric direct/stepwise dearomatization reactions involving hypervalent iodine reagents	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chem.-Asian J.	6. 最初と最後の頁 e202101115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202101115	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 H. Sasa, K. Mori, K. Kikushima, Y. Kita, T. Dohi	4. 巻 70
2. 論文標題 μ -Oxo hypervalent iodine-catalyzed oxidative C-H amination for synthesis of benzolactam derivatives	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chem. Pharm. Bull.	6. 最初と最後の頁 106 ~ 110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c21-00980	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 K. Kikushima, N. Miyamoto, K. Watanabe, D. Koseki, Y. Kita, T. Dohi	4. 巻 24
2. 論文標題 Ligand- and counterion-assisted phenol O-arylation with TMP-iodonium(III) acetates	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 1924 ~ 1928
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.2c00294	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 K. Kikushima, E. E. Elboray, J. O. C. Jimenez-Halla, C. R. Solorio-Alvarado, T. Dohi	4. 巻 20
2. 論文標題 Diaryliodonium(III) salts in one-pot double functionalization of C-I(III) and ortho C-H bonds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Org. Biomol. Chem.	6. 最初と最後の頁 3231 ~ 3248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D10B02501E	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 Rimi, S. Soni, B. Uttam, H. China, T. Dohi, V. V Zhdankin, R. Kumar	4. 巻 54
2. 論文標題 Recyclable hypervalent iodine reagents in modern organic synthesis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Synthesis	6. 最初と最後の頁 2731 ~ 2748
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0041-1737909	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 N. Takenaga, Y. Yoto, T. Hayashi, N. Miyamoto, H. Nojiri, R. Kumar, T. Dohi	4. 巻 vii
2. 論文標題 Catalytic and non-catalytic selective aryl transfer from mesityliodonium(III) salts to diarylsulfide compounds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ARKIVOC	6. 最初と最後の頁 7~18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24820/ark.5550190.p011.732	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86件(うち招待講演 3件/うち国際学会 25件)

1. 発表者名 齋藤未奈, 菊蔦孝太郎, 小宮山慧南, 北 泰行, 土肥寿文
2. 発表標題 オルトトリフルオロメトキシフェニル基をダミーリガンドとするジアリールヨードニウム塩の選択的ヒドロキシ化反応
3. 学会等名 第70回 日本薬学会関西支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷田部穂高, 谷原心路, 影山奈未, 知名秀泰, 土肥寿文
2. 発表標題 ヨードソ安息香酸/オキソン系によるアルコキシアレーン類のパラ位選択的酸化反応
3. 学会等名 第70回 日本薬学会関西支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮本直樹, 渡邊和真, 小関大地, 菊蔦孝太郎, 土肥寿文, 北 泰行
2. 発表標題 トリメトキシフェニル (TMP) ヨードニウム (III) アセタートを用いるフェノール類のメタルフリーO-アリール化反応
3. 学会等名 日本薬学会第141春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Dohi
2. 発表標題 Hypervalent iodine oxidative aromatic coupling - The quinone intermediate strategy
3. 学会等名 International Conference on Applied Catalysis & Chemical Engineering 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土肥 寿文, 佐々 裕隆, 堂地 滯緒, 安井 千尋, 北 泰行
2. 発表標題 高活性超原子価ヨウ素触媒を用いた酸化的アリールアミノ化反応
3. 学会等名 第8回JACI/GSCシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Dohi
2. 発表標題 Hypervalent iodine oxidative coupling via dearomatized intermediate
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry Yangon 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Sasa, M. Dochi, C. Yasui, T. Dohi, Y. Kita
2. 発表標題 Oxidative aromatic C-H amination utilizing highly reactive hypervalent iodine catalyst
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry Yangon 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土肥寿文
2. 発表標題 超原子価ヨウ素カップリングの反応および反応剤設計
3. 学会等名 第39回 有機合成若手セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土肥寿文, 小林将太, 莊司俊貴, 上田祥平, 北 泰行
2. 発表標題 PIDA-TfOH/CH ₃ CN反応系でのジアリールヨードニウム(III)トリフラートの簡便合成法
3. 学会等名 第69回 日本薬学会関西支部大会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小宮山慧南, 菊嶋孝太郎, 齊藤未奈, 北 泰行, 土肥寿文
2. 発表標題 銀触媒によるジアリールヨードニウム塩と含フッ素カルボン酸塩の選択的カップリング反応
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 谷田部穂高, 影山奈未, 知名秀泰, 土肥寿文
2. 発表標題 新規アルコキシリガンドを有する2-ヨードソ安息香酸誘導体：合成と反応性
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 齊藤未奈, 小宮山慧南, 菊嶋孝太郎, 北 泰行, 土肥寿文
2. 発表標題 トリフルオロメトキシフェニル基を有するジアリールヨードニウム塩の銀触媒リガンドカップリング
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 谷原心路, 佐々裕隆, 菊嶋孝太郎, 知名秀泰, 土肥寿文
2. 発表標題 環状ヨードニウム塩の生成を利用した触媒反応: p - キノン類の選択的合成
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 佐々裕隆, 影山奈未, 森 功躍, 菊嶋孝太郎, 土肥寿文
2. 発表標題 超原子価ヨウ素触媒を用いた脱芳香族スピロラクタム化反応: 電解反応への展開
3. 学会等名 第10回JAC1/GSCシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮本直樹, 菊嶋孝太郎, 渡邊和真, 小関大地, 北 泰行, 土肥寿文
2. 発表標題 高反応性トリメトキシフェニルヨードニウム塩によるフェノール類の効率的O - アリール化反応
3. 学会等名 第41回有機合成若手セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taeho Bae, 森田亜希, Elghareeb Elshahat Elboray, 菊嶋孝太郎, 北 泰行, 土肥寿文
2. 発表標題 ジアリールヨードニウム塩を用いたベンズアミド類のN - 及びO - アリール化反応
3. 学会等名 第71回日本薬学会関西支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田航平, 菊嶋孝太郎, 小宮山慧南, 北 泰行, 土肥寿文
2. 発表標題 TMP-ヨードニウム塩を用いるジフルオロ酢酸誘導体のアリール化反応
3. 学会等名 第119回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoki Miyamoto, Kazuma Watanabe, Daichi Koseki, Kotaro Kikushima, Toshifumi Dohi, Yasuyuki Kita
2. 発表標題 Efficient synthesis of diaryl ethers using trimethoxyphenyl (TMP) diaryliodonium(III) acetates
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hotaka Yatabe, Nami Kageyama, Hideyasu China, Toshifumi Dohi
2. 発表標題 Catalytic application of 2-iodosobenzoic acid for selective p-quinone synthesis
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 要藤友佑, 林 巧実, 宮本直樹, 菊嶋孝太郎, 土肥寿文
2. 発表標題 メシチルヨードニウム塩(III)を用いたスルフィドのアリール化による芳香族スルホニウム塩の合成
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森田亜希, Taeho Bae, Elghareeb Elshahat Elboray, 菊嶋孝太郎, 北 泰行, 土肥寿文
2. 発表標題 トリメトキシフェニルヨードニウム(III)アセテートを用いたスルホンアミドのN-アリール化反応
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 T. Dohi, Y. Kita	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 31
3. 書名 Iodine Catalysis in Organic Synthesis	

1. 著者名 H. China, T. Dohi, R. Kumar	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 -
3. 書名 Multifaceted Bio-sensing Technology	

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室ホームページ

<http://www.ritsumeai.ac.jp/pharmacy/dohi/>

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			
インド	J. C. Bose Univ.	Vellore Institute of Technology Chennai		
中国	East China University			
米国	University of Minnesota Duluth			
メキシコ	Universidad de Guanajuato			
エジプト	South Valley University			