

令和 5 年 4 月 28 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K05617

研究課題名（和文）有機フラビン環の配列制御を基盤とする機能性超分子集合体の創製

研究課題名（英文）Development of functional supramolecules based on controlled array of riboflavin derivatives

研究代表者

飯田 拓基 (Iida, Hiroki)

島根大学・学術研究院環境システム科学系・准教授

研究者番号：30464150

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）： 共役系有機分子であるフラビンに着目し、それらを用いた集積化・配列させた超分子を合成するとともに、フラビンが配列や他分子との相互作用によって特異な触媒能や酸化還元特性などを発現することを見出した。特にキラルなフラビンの自己集合で形成された超分子ゲルがキラルソフトマテリアルとして応用できることを明らかにするとともに、フラビンの触媒能を利用した従来にはない環境調和型合成手法の開発にも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

最も一般的なフラビン化合物であるリボフラビンは、植物油やトウモロコシ由来の材料から発酵法で大量生産されている機能性有機分子であり、それを利用した持続可能な機能性有機材料の開発は学術的にも社会的にも大きな意義を有する。本研究ではフラビン化合物の発現する特性や機能をつまびらかにすることで、それらが潜在的に有している応用の可能性を明らかにすることに成功した。

研究成果の概要（英文）： In this study, we focused on flavins which are unique pi-conjugated organic molecules. We synthesized supramolecules formed by the self-assembly of the flavins, and found that the arrayed flavins exhibited unique organocatalysis and redox activity caused by the interaction with other flavins or molecules. We demonstrated that the supramolecular gel formed through the self-assembly of the chiral flavins was applicable as the chiral soft materials, and also succeeded in developing novel flavin-catalyzed organic syntheses that proceed environmentally friendly.

研究分野：有機化学

キーワード：フラビン 超分子 キラリティ ゲル 有機分子触媒 酸素酸化 酸化還元

1. 研究開始当初の背景

ポルフィリンやフラビン類縁体は、生体内で極めて重要かつ多様な機能を発揮する天然由来の π 共役系有機分子であり、これらを基本骨格に有する高分子や超分子は、魅力的な機能や物性を有する新材料となることが期待される。しかしながら、多くの応用・成功例が報告されてきたポルフィリン類縁体に対し、フラビン類縁体はほとんど注目を集めてこなかった。生体内のフラビン類縁体の周囲には、タンパク質により精密に制御された反応場が構築され、目的に応じて適切に配置された官能基や機能性部位が協奏的に作用することにより、多彩な機能や高度な選択性が発現する。本研究では、フラビン含有タンパク質のように、高次構造制御を通じてフラビン自身と周囲の機能性部位を精密に配列制御することができれば、低分子では実現出来ない高度な機能を有する超分子・高分子の開発に繋がるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

天然由来の π 共役系有機分子であるリボフラビン(ビタミンB₂)は、生体内でタンパク質と結びつき、精密に構築された周辺環境(反応場)に巧妙に配置された他の機能性部位と協奏的に働くことで、種々の生体反応を進行させる触媒(酵素)や、特定の分子や光・磁気を検出し電子を伝達する受容体など、多彩かつ重要な役割を演じている。本研究ではこれらのフラビン含有タンパク質に着想を得て、フラビン環構造を機能中心として組み込んだ超分子集合体や人工高分子を設計・合成し、それらにらせん状高次構造を形成させることにより、フラビン部位と機能性部位を規則的ならせん状に配列制御する。分子や光・磁気を認識し、触媒能を発揮するフラビン固有の特性を最大限に活用し、新たに付与したらせんキラリティと集積化された機能性部位間の相互作用を組み合わせることにより、フラビン単体では実現不可能な特異な認識能や不斉識別能を持ったセンシング材料や高活性な多成分複合触媒などの従来にない超分子・高分子材料群の開発を目指す。フラビン化合物の有する特性を詳細に調べ、その機能を開拓するとともに、それらを利用した新しい光学純度測定手法やクリーンな物質変換プロセスの開拓にも挑む。

3. 研究の方法

種々のリボフラビン誘導体を、フラビン環部位の水素結合を利用することにより有機溶媒中で自己会合させて平面状集合体を形成し、フラビン環の π スタッキングやリビチル部位の水素結合などによりらせん状に配列制御された積層構造体を形成し、それらの集合体(ナノファイバー)の生成によりオルガノゲルを形成させる。生成したオルガノゲルを不斉識別材料や光学分割材料として応用する。また、らせん状構造を有するキチンなどの天然高分子をテンプレート(鋳型)として用い、その側鎖にフラビン誘導体を含む複数の触媒分子を非共有結合により固定化する。得られた超分子集合体は、導入した複数種の触媒部位が高分子主鎖のらせん骨格に沿って一方向巻きのらせん状に精密かつ規則的に配列され、協奏的かつ不斉選択的な触媒機能を発揮することが期待される。特にグリーンなフラビン触媒反応系の開発も進め、合成した低分子有機触媒や超分子・高分子触媒を利用した低環境負荷

型物質変換プロセスの構築に挑戦する。

4. 研究成果

市販のリボフラビンから合成したフラビン誘導体をハロゲン系有機溶媒中に溶解させ静置すると自己集合してオルガノゲルを形成することを見出した。また、有機溶媒中リボフラビン誘導体をメラミン誘導体と混合すると、水素結合により会合が進みキラルな超分子集合体を形成、ネットワーク状構造に成長したのち溶媒を取り込むことでゲル化することを見出した。ゲル中でフラビン誘導体が形成する高次構造について走査電子顕微鏡や X 線回折測定などを用いて詳細に調べた結果、フラビン誘導体がらせん状の超分子積層体を構築し、それらのファイバーが集合したネットワーク状構造を形成することでゲル化が進行することが明らかとなった。得られたゲルの円二色性スペクトルを測定すると、誘起された超分子キラリティに起因する明確なコットン効果が観察された。キラル材料としての応用について検討した結果、得られたゲルは誘起された超分子キラリティに由来する不斉識別能を発現することが明らかとなった。さらに種々のキラルやアキラル置換基を導入したメラミン誘導体とリボフラビン誘導体を合成し、有機溶媒中で混合することでキラルな超分子ゲルを得た。キラル分光測定の結果、このとき形成された超分子集合体のキラル高次構造と発現するキラル光学特性は、メラミンやリボフラビンに導入した置換基の構造やキラリティにより大きく変化することが明らかとなった。この超分子構造の制御技術は、望みの特性・機能を発現するキラルソフトマテリアルの開発に大きく寄与すると期待できる。

フラビン類縁体はフォトトロピンと呼ばれる植物の青色光受容体タンパク質に含まれ、光屈性などの発現に繋がる重要な光応答挙動を示すことが知られている。この青色光受容体のメカニズムに着想を得て研究を行った結果、リボフラビン誘導体が可視光照射下において有機光触媒として働き、2種類のチオールを化学選択的に非対称ジスルフィドへと変換できることを見出した (図 1)¹。本手法を用いると、従来法で問題となっていた対称ジスルフィドの生成が抑えられ、可視光と空気のみによって駆動することから環境負荷も低減されることが明らかとなった。新たな非対称ジスルフィドのグリーンな合成法として今後の更なる展開が期待できる。本手法を応用し、ヨウ素触媒との共存によるチオールの効率的な酸化²や、光触媒機能を用いるベンゾイミダゾールの合成³などにも成功した。

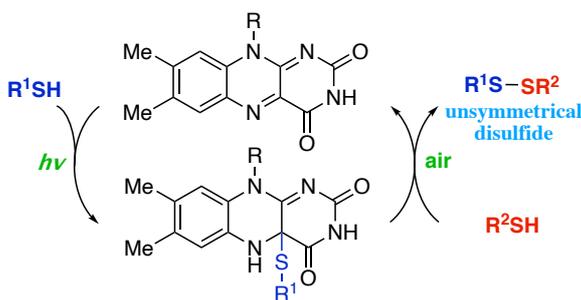


図1. フラビンの光触媒機能を利用した非対称ジスルフィドの合成

また、有機分子触媒として働くフラビン化合物とヨウ素触媒を組み合わせた二成分触媒系の開発も行った。その結果、アミノピリジンとアセトフェノンの酸化的 C-N 結合形成反応により、生理活性物質の重要な骨格構造であるイミダゾ[1,2-a]ピリジンが簡便に合成できることを見出した (図 2A)⁴。さらにインドールとアゾールの酸化的カップリング反応⁵や、アミジンとカルコンの酸化的カップリングにより対応するイミダゾールを効率良く合成できることも見出した (図 2B)⁶。本手法により、従来報告例の少ない四置換イミダゾールをメタルフリー条件下で原子効率良く合成できる。これらはいずれも分子状酸素のみによっ

て駆動し、排出される副生成物は無害な水のみとなる、低環境負荷型の有機合成手法である。また、これらの反応はいずれも以前報告したチオールを用いたC-S結合形成反応と同じ反応系中で進行させることができる。その結果、C-N, C-S結合形成反応がワン

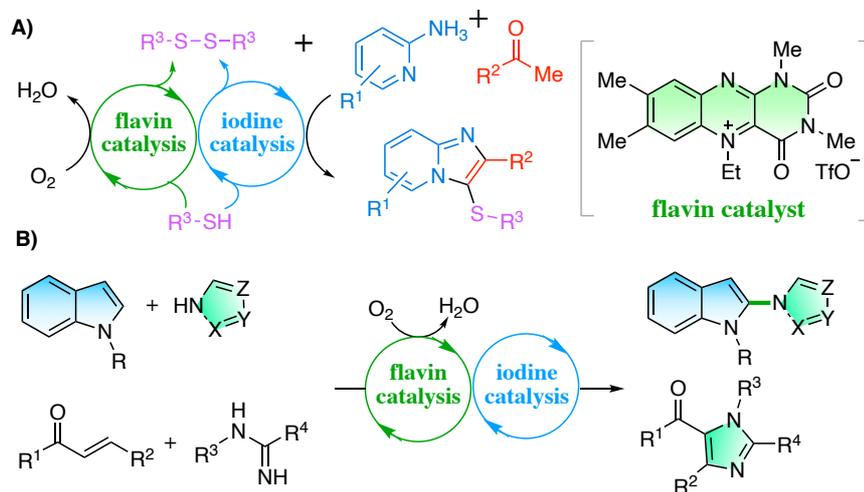


図2. フラビン-ヨウ素触媒による酸化的分子変換反応

ポットで進行する多成分連結反応の開発にも成功した^{4,5}。さらに、電解条件下でフラビン化合物を触媒として用いると、高選択的なスルフィドの酸素酸化反応が進行することも見出した(図3)⁷。これらの検討を通じて、リボフラビン誘導体の酸化還元機能や有機触媒機能について重要な知見が得られた。

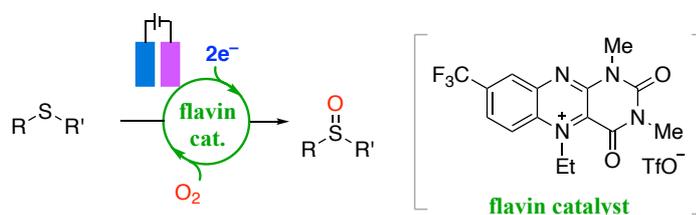


図3. フラビン触媒による電解酸化反応

引用文献

1. Oka, M.; Katsube, D.; Tsuji, T.; Iida, H. *Org. Lett.* **2020**, *22*, 9244-9248.
2. Oka, M.; Kozako, R.; Iida, H. *Synlett* **2021**, *32*, 1227-1230.
3. Shiogai, Y.; Oka, M.; Iida, H. *Org. Biomol. Chem.* **2023**, *21*, 2081-2085.
4. Okai, H.; Tanimoto, K.; Ohkado, R.; Iida, H. *Org. Lett.* **2020**, *22*, 8002-8006.
5. Tanimoto, K.; Okai, H.; Oka, M.; Ohkado, R.; Iida, H. *Org. Lett.* **2021**, *23*, 2084-2088.
6. Takeda, A.; Okai, H.; Watabe, K.; Iida, H. *J. Org. Chem.* **2022**, *87*, 10372-10376.
7. Mizushima, T.; Oka, M.; Imada, Y.; Iida, H. *Adv. Synth. Catal.* **2022**, *364*, 2443-2448.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Mizushima Taiga, Oka Marina, Imada Yasushi, Iida Hiroki	4. 巻 364
2. 論文標題 Low Voltage Driven Electrochemical Aerobic Oxygenation with Flavin Catalysis: Chemoselective Synthesis of Sulfoxides from Sulfides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Synthesis & Catalysis	6. 最初と最後の頁 2443 ~ 2448
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adsc.202200351	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 Takeda Aki, Okai Hayaki, Watabe Kyoji, Iida Hiroki	4. 巻 87
2. 論文標題 Metal-Free Atom-Economical Synthesis of Tetra-Substituted Imidazoles via Flavin-Iodine Catalyzed Aerobic Cross-Dehydrogenative Coupling of Amidines and Chalcones	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 10372 ~ 10376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.2c00596	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 Shiogai Yuta, Oka Marina, Iida Hiroki	4. 巻 21
2. 論文標題 Aerobic cross-dehydrogenative coupling of toluenes and <i>o</i> -phenylenediamines by flavin photocatalysis for the facile synthesis of benzimidazoles	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 2081 ~ 2085
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D30B00113J	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 Iida Hiroki	4. 巻 80
2. 論文標題 Recent Development of Aerobic Oxidative Transformations by Flavin Catalysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 27 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaiishi.80.27	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 Oka Marina, Kozako, Ryolida Hiroki	4. 巻 32
2. 論文標題 Green Aerobic Oxidation of Thiols to Disulfides by Flavin?Iodine Coupled Organocatalysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 1227 ~ 1230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-1520-9916	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 Oka Marina, Katsube Daichi, Tsuji Takeshi, Iida Hiroki	4. 巻 22
2. 論文標題 Phototropin-Inspired Chemoselective Synthesis of Unsymmetrical Disulfides: Aerobic Oxidative Heterocoupling of Thiols Using Flavin Photocatalysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 9244 ~ 9248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c03458	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 Okai Hayaki, Tanimoto Kazumasa, Ohkado Ryoma, Iida Hiroki	4. 巻 22
2. 論文標題 Multicomponent Synthesis of Imidazo[1,2-a]pyridines: Aerobic Oxidative Formation of C?N and C?S Bonds by Flavin?Iodine-Coupled Organocatalysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 8002 ~ 8006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c02929	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 Tanimoto Kazumasa, Okai Hayaki, Oka Marina, Ohkado Ryoma, Iida Hiroki	4. 巻 23
2. 論文標題 Aerobic Oxidative C?H Azolation of Indoles and One-Pot Synthesis of Azolyl Thioindoles by Flavin?Iodine-Coupled Organocatalysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 2084 ~ 2088
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c00241	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 Watanabe Mirai, Sakai Takuya, Oka Marina, Makinose Yuki, Miyazaki Hidetoshi, Iida Hiroki	4. 巻 362
2. 論文標題 Non Covalently Immobilized Chiral Imidazolidinone on Sulfated Chitin: Reusable Heterogeneous Organocatalysts for Asymmetric Diels Alder Reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Synthesis & Catalysis	6. 最初と最後の頁 255 ~ 260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adsc.201901036	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 Tanimoto Kazumasa, Ohkado Ryoma, Iida Hiroki	4. 巻 84
2. 論文標題 Aerobic Oxidative Sulfonylation of Pyrazolones and Pyrazoles Catalyzed by Metal-Free Flavin-Iodine Catalysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 14980 ~ 14986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.9b02422	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 7件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 水嶋 大雅・岡 真里奈・飯田 拓基
2. 発表標題 電気化学的フラビン触媒反応: 化学選択的なスルフィドの酸素酸化
3. 学会等名 第46回有機電子移動化学討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡 真里奈・勝部大地・小迫亮・飯田 拓基
2. 発表標題 フラビン触媒を用いるチオールの酸素酸化的ホモおよびヘテロカップリング反応
3. 学会等名 第46回有機電子移動化学討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武田 明紀・岡井 駿樹・渡部 恭士・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒を用いた酸素酸化的C-N結合形成反応による四置換イミダゾールの合成
3. 学会等名 第46回有機電子移動化学討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三宅 葉月・岡井 駿樹・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒を用いる脱水素型クロスカップリングによる酸化的マンニッヒ反応
3. 学会等名 第46回有機電子移動化学討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯田 拡基・小迫 亮・岡 真里奈・新田 隆裕
2. 発表標題 リボフラビンを用いる超分子ゲルの開発とキラル材料への応用
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福田竜己・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒による酸素酸化的イミダゾ[1,5-a]ピリジンの合成
3. 学会等名 第25回 ヨウ素学会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三宅 葉月・岡井 駿樹・飯田 拓基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒を用いた3級アミンの脱水素型クロスカップリングによる酸化的マンニッヒ反応および1,3-双極子付加環化反応
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩貝 雄太・岡 真里奈・飯田 拓基
2. 発表標題 フラビン光触媒と分子状酸素を用いるトルエンとo-フェニレンジアミンの脱水素型クロスカップリングによるベンゾイミダゾール合成
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福田竜己・飯田 拓基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒により分子状酸素で駆動するイミダゾ[1,5-a]ピリジン形成反応
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡 真里奈・小迫亮・飯田 拓基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンとアキラルなメラミン誘導体による超分子ゲルの形成とその触媒機能
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村尾 舞妃・岡井 駿樹・岡 真里奈・飯田 拡基
2. 発表標題 不均一系キトサン担持フラビン触媒によるチオールおよびアルコールの光酸化反応
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武田 明紀・岡井 駿樹・渡部 恭士・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン・ヨウ素触媒を用いるカルコンのC-H活性化による酸素酸化的イミダゾールおよびジヒドロピロールの合成
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田 雄太・小迫 亮・寺西 宥太・飯田 拡基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンとメラミン誘導体の2:1会合体が形成する超分子ゲルの不斉識別能
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 熊谷 優志・小迫 亮・飯田 拡基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンとメラミンの3:1会合体が形成する超分子オルガノゲルの開発
3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Marina Oka, Daich Katsube, Ryo Kozako, Hiroki Iida
2. 発表標題 Aerobic oxidative homo- and hetero-coupling of thiols using riboflavin-derived organocatalyst
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) Kota Kinabalu 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroki Iida
2. 発表標題 Aerobic Oxidative C-N and C-S Bond Formations by Flavin-Iodine-Coupled Organocatalysis
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) Kota Kinabalu 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三宅 葉月・飯田 拓基
2. 発表標題 フラビン触媒によるテトラヒドロイソキノリンと炭素求核剤との分子状酸素を用いる脱水素型クロスカップリング
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 岡真里奈・小迫亮・飯田 拓基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンとメラミン誘導体が形成する超分子オルガノゲルを用いる色変化によるキラルセンシング
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 村尾 舞妃・岡井 駿樹・岡 真里奈・飯田 拡基
2. 発表標題 不均一系キトサン担持フラビン触媒の開発と有機光触媒能
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 福田竜己・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒と分子状酸素を用いた脱水素型クロスカップリングによるイミダゾ[1,5-a]ピリジンの合成
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 岡井 駿樹・岡真里奈・小迫 亮・谷本 和雅・大門 竜馬・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒による酸素酸化的C-N/C-S結合形成反応を用いるイミダゾ[1,2-a]ピリジン誘導体の合成
3. 学会等名 第24回 ヨウ素学会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三宅 葉月・岡井 駿樹・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒を用いるテトラヒドロイソキノリンと炭素求核剤の酸素酸化的クロスカップリング反応
3. 学会等名 第24回 ヨウ素学会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武田 明紀・岡井 駿樹・渡部 恭士・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒を用いた酸素酸化的C-N結合形成反応の開発
3. 学会等名 2021年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三宅 葉月・岡井 駿樹・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン-ヨウ素触媒を用いたテトラヒドロイソキノリンのC-H活性化による酸素酸化的脱水素クロスカップリング反応
3. 学会等名 2021年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水嶋 大雅・岡 真里奈・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン触媒を用いたスルフィドの電気化学的酸素酸化
3. 学会等名 2021年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩貝 雄太・岡 真里奈・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビンの光酸素酸化触媒能を利用したトルエンとo-フェニレンジアミンの脱水素型クロスカップリングによるベンゾイミダゾール合成
3. 学会等名 第54回酸化反応討論
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroki Iida
2. 発表標題 Organocatalysts Immobilized onto Chitin and Chitosan
3. 学会等名 Taiwan-Japan Bilateral Polymer Symposium (2021 TJBPS) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺西 宥太・小迫 亮・山田 雄太・飯田 拓基
2. 発表標題 カルバメート基を有するフラビン化合物と光学活性メラミン誘導体の自己集合によるキラル超分子ゲルの形成
3. 学会等名 2021年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯田拓基
2. 発表標題 ビタミンB2を用いた有機分子触媒反応の開発と機能性材料への応用
3. 学会等名 第73回日本ビタミン学会大会 part2 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺西 宥太・小迫 亮・飯田 拓基
2. 発表標題 種々のカルバモイル化リボフラビン誘導体を用いた超分子ゲルのキラル光学特性と不斉識別能
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三宅 葉月・岡井 駿樹・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン・ヨウ素触媒により分子状酸素で駆動するテトラヒドロイソキノリンと炭素求核剤との脱水素型クロスカップリング反応
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 水嶋 大雅・岡 真里奈・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン触媒を用いる化学選択的なスルフィドの電解酸素酸化
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩貝 雄太・岡 真里奈・飯田 拡基
2. 発表標題 有機光触媒と分子状酸素を用いるトルエンとo-フェニレンジアミンの脱水素型クロスカップリングによるベンゾイミダゾール合成
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武田 明紀・岡井 駿樹・渡部 恭士・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビン・ヨウ素触媒を用いたアミジンとカルコンの酸素酸化的カップリングによる四置換イミダゾールの合成
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田 雄太・寺西 宥太・飯田 拓基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンと様々な光学活性メラミン誘導体によるキラル超分子ゲル
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯田拓基
2. 発表標題 有機触媒能を有するリボフラビン誘導体の開発と機能性高分子・超分子材料への応用
3. 学会等名 第69回高分子討論会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡真里奈・勝部大地・飯田拓基
2. 発表標題 フラビン光触媒を用いたチオール酸素酸化的クロスカップリング
3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡井 駿樹・谷本 和雅・大門 竜馬・飯田 拓基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒によるイミダゾ[1,2-a]ピリジンの合成及び多成分連結反応への応用
3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小迫 亮・飯田 拓基
2. 発表標題 リボフラビンおよびメラミン誘導体によるキラル超分子ゲルの形成とその応用
3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯田拓基
2. 発表標題 有機分子触媒の高分子・超分子化による触媒機能制御と機能性材料への応用
3. 学会等名 令和2年度 九州地区高分子若手研究会・冬の講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Marina Oka, Daichi Katsube, Takeshi Tsuji, Hiroki Iida
2. 発表標題 Chemoselective Synthesis of Unsymmetrical Disulfides Using Phototropin-Inspired Flavin Photocatalysis
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡井 駿樹・谷本 和雅・大門 竜馬・飯田 拓基
2. 発表標題 フラビン・ヨウ素触媒による酸素酸化的C-NおよびC-S結合形成反応を用いるイミダゾ[1,2-a]ピリジンの低環境負荷型合成
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小迫 亮・飯田 拡基
2. 発表標題 カルバモイル化およびメラミン誘導体を用いた超分子ゲルのキラル光学特性とその不斉吸着能
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩貝 雄太・飯田 拡基
2. 発表標題 リボフラビン誘導体を有機光触媒として用いるベンジルアミンとフェニレンジアミンの酸素酸化的ベンゾイミダゾール環形成反応
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺西 宥太・小迫 亮・飯田 拡基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンと光学活性メラミン誘導体が形成する超分子ゲルの構造とキラル光学特性
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯田拡基
2. 発表標題 レドックス活性なリボフラビン誘導体による低環境負荷型触媒反応の開発
3. 学会等名 H31先端錯体工学研究会ミニシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Iida
2. 発表標題 Riboflavin-Based Functional Polymers and Supramolecules
3. 学会等名 2019 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Marina Oka, Hiroki Iida
2. 発表標題 Photocatalytic Aerobic Oxidative Coupling of Thiols by Riboflavin-derived Organocatalyst
3. 学会等名 2019 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahiro Nitta · Taiyo Ishige · Saki Sugihara · Lu Chenxu · Hiroki Iida
2. 発表標題 Chiral Supramolecular Organogel Formed by Self-Assembly of Carbamoylated Riboflavin Derivatives
3. 学会等名 2019 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazumasa Tanimoto, Ryoma Ohkado, Hiroki Iida
2. 発表標題 Coupled Flavin-Iodine Catalysis for Aerobic Sulfenylation of Pyrazolones with Thiols
3. 学会等名 2019 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本和雅・大門竜馬・飯田拡基
2. 発表標題 分子状酸素を酸化剤として用いたフラビニウム-ヨウ素触媒によるピラゾロンの酸化的スルフェニル化反応
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 岡真里奈・飯田拡基
2. 発表標題 リボフラビン誘導体を有機光触媒としたチオールの酸素酸化的カップリング
3. 学会等名 第35回若手化学者のための化学道場
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本和雅・大門竜馬・飯田拡基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いたピラズロン類縁体の低環境負荷型酸化的スルフェニル化反応
3. 学会等名 第35回若手化学者のための化学道場
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新田隆裕・石毛太陽・杉原沙季・LuChenxu・飯田拡基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビン誘導体を用いたオルガノゲルのキラル光学特性とその応用
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡真里奈・飯田 拓基
2. 発表標題 リボフラビン誘導体を有機光触媒とした非対称ジスルフィドの合成
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本和雅・大門 竜馬・飯田 拓基
2. 発表標題 非金属触媒と分子状酸素を用いるピラゾロンとピラゾールのスルフェニル化反応
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡井 駿樹・大門 竜馬・飯田 拓基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いるアミノピリジンとケトンの酸素酸化的環化反応
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小迫 亮・石毛 太陽・飯田 拓基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンとメラミン誘導体を用いたキラルオルガノゲルの開発
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡真里奈・勝部大地・飯田拓基
2. 発表標題 リボフラビン触媒を用いるチオールの光酸化的クロスカップリングによる非対称ジスルフィドの合成
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 フラビニウム-ヨウ素触媒による酸素酸化的C-N結合形成反応を用いるイミダゾ[1,2-a]ピリジンの合成
2. 発表標題 岡井 駿樹・大門 竜馬・谷本 和雅・飯田 拓基
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 勝部大地・岡真里奈・飯田拓基
2. 発表標題 キトサンに固定化した不均一系フラビン触媒によるチオールの光酸化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 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小迫 亮・新田 隆裕・飯田 拓基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンとメラミン誘導体により形成されたキラル超分子ゲルの構造と特性
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

島根大学 分子機能化学研究室
<https://www.ipc.shimane-u.ac.jp/fmchem/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
---------	---------