

令和 2 年 9 月 9 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05855

研究課題名(和文)機能性分子合成を指向する炭素-水素結合の直截的変換手法の開発

研究課題名(英文)Development of Direct Conversion Reactions of Carbon-hydrogen Bond for Functional Molecule Syntheses

研究代表者

秦 猛志 (Hata, Takeshi)

東京工業大学・生命理工学院・准教授

研究者番号：40419271

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究代表者は、遷移金属触媒を利用したC-H結合の直截的変換反応および機能性分子合成への展開をおこない、以下の結果を得た。(1) テトラゾール誘導体のハロアセチレンへの選択的付加とPd触媒のC-H結合活性化によるテトラゾール-共役分子合成と蛍光挙動、(2) ニトロアレーンとアリールグリニャール試薬から得られた多環性ベンゾイミダゾールの共役伸長、(3) Rh触媒による{1-[o-(ブromoエチニル)フェニル]アルキル}メチルエーテルの光学活性を保持した環化反応、(4) Rh触媒とo-(2,2-ジハロビニル)アリールアジドからの2,3-ジハロ-1H-インドール合成

研究成果の学術的意義や社会的意義

1) 機能性分子に適用できるヘテロ環化合物を、ハロアセチレンやニトロ化合物などの入手容易かつ安価な原料を用いるだけでなく、合成工程数をC-H結合活性化反応により一挙に短縮化して合成できるため、コスト低減と環境負荷低減の両分野を相乗的に満たすことができる。

2) 有機合成分野の重要なトピックスの1つである不斉C-H結合活性化反応を達成し、今後の触媒的不斉反応の開発に有用な知見を与えるのみならず、持続可能社会に必要な不可欠な技術として発展することができる。

研究成果の概要(英文)：This research representative developed direct conversion reactions of C-H bond by using various transition metal catalysts and applied to efficient synthetic methods of functional materials. Specifically, the following items were carried out. (1) Facile preparation of tetrazole-containing -conjugated compounds by using nucleophilic double addition of tetrazole derivatives and Pd-catalyzed C-H bond double activation, and their fluorescence behaviors, (2) Conjugation elongation using polycyclic benzimidazoles synthesized from nitroarenes and aryl Grignard reagents, (3) Rh-catalyzed cyclization of 1-[o-(bromoethynyl)phenyl]alkyl methyl ethers with retention of their optical activity, (4) Preparation of 2,3-dihaloindoles from a Rh catalyst and o-(2,2-dihalo vinyl)aryl azides.

研究分野：有機合成化学

キーワード：炭素-水素結合 遷移金属触媒 機能性分子 ヘテロ環 ヘテロ 共役分子 パラジウム ロジウム ナイトレン

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、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、生物活性物質や有機電子材料などの機能性分子の合成において、遷移金属触媒による不活性な炭素-水素 (C-H) 結合の直截的変換が、国内外で活発に利用されるようになってきた。これは、既存の手法に比べて、短工程で達成できるだけでなく、これまで合成が困難または不可能な誘導体を簡便に入手できるようになったからである。しかしながら、個別の反応形式を眺めてみると、使用可能な遷移金属触媒、適用できる基質、反応条件が限定されているのが現状である。

C-H 結合の多様な直截的変換法の開発および機能性分子合成への展開が大きく広がれば、持続可能社会に適した反応群を提供でき、次世代のモノづくりに大きく貢献できると考えられる。

そのような背景のもと、本研究代表者のグループでは、種々の遷移金属触媒による C-H またはケイ素-水素結合の直截的変換反応を見出し、既に報告していた (Rh 触媒 (*J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 3166-3167), *Chem. Eur. J.* **2014**, *20*, 317-322, *Chem. Eur. J.* (2016 年)), Y 触媒 (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *49*, 7762-7764, *Chem. Eur. J.* **2015**, *21*, 422-426), Pd 触媒 (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 6471-6474, *Heterocycles* **2015**, *90*, 847-856), Fe 触媒 (*Adv. Synth. Catal.* **2012**, *354*, 3480-3484))。

2. 研究の目的

本研究では、遷移金属触媒による C-H 結合の直截的変換反応を開発すること、および得られたヘテロ環化合物を利用して、機能性物質を効率的に合成することを研究全体の構想とする。

具体的には、これまで申請者らがおこなってきた研究課題と予備的知見を基盤にして、Rh, Pd 触媒、およびナイトレンを縦横に利用することにより、C-H 結合の直截的変換の適用性の拡大をおこなう。更に、得られた種々の含窒素、含酸素ヘテロ環化合物から、天然有機化合物、医薬、および π 共役系化合物などの機能性分子を効率的に合成する。

3. 研究の方法

種々の有機溶媒中、反応基質、触媒量の遷移金属触媒を添加し、アルゴン雰囲気下で加熱還流することにより、C-H 結合活性化反応を進行させ、種々の生成物を合成し、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで反応生成物を単離した。生成物の分子構造は、核磁気共鳴スペクトル、赤外吸収スペクトル、質量分析によって決定した。

4. 研究成果

(1) テトラゾール誘導体のハロアセチレンへの選択的ダブル求核付加と Pd 触媒のダブル C-H 結合活性化によるテトラゾール π 共役分子合成および溶液中における蛍光挙動

連続した 4 つの窒素と 1 つの炭素から構成されるテトラゾールは、その脂溶性やプロトンの酸性度がカルボン酸に近いことから、医薬の基本骨格として多用されている。そのため、研究代表者が所属する研究室では積極的にテトラゾールを利用する新反応開発に取り組んでいる。一方、ヘテロ環が π 共役分子内に組み込まれたヘテロ π 共役分子は、蛍光や特異な酸化還元応答などの物性により、分子プローブなどに多用されている。しかしながら、電子供与的な性質を有するテトラゾールが π 共役分子に組み込まれた合成例はほとんどなく、その合成手法のみならず物性も興味を持たれる。本研究では、研究代表者が所属する研究室で見出された合成手法を利用し、テトラゾールを含む多環式芳香族化合物の合成法の開発および得られた誘導体の蛍光挙動を検討することにした。

具体的には、1-ブロモ-1-オクチンと 3-(1*H*-テトラゾール-5-イル)フェノールを K_3PO_4 共存下 DMF 中で加熱すると、後者が前者にダブル付加した 1-((*Z*)-1-ブロモオクト-1-エン-2-イル)5-(3-((*Z*)-1-ブロモオクト-1-エン-2-イル)オキニ)フェニル)-1*H*-テトラゾールを位置および立体選択的に得ることができた。続いて、上記で得られた付加体に対し、触媒量の酢酸パラジウム存在下、DMF で加熱すると、C-H 結合活性化のダブル環化により、5,9-ジヘキシルフロ[3,2-*g*]テトラゾロ[5,1-*a*]イソキノリン (**1**) と 7,10-ジヘキシルフロ[2,3-*f*]テトラゾロ[5,1-*a*]イソキノリン (**2**) の混合物を得ることができ、それぞれをシリカゲルカラムクロマトグラフィーで分離できた。得られた化合物の塩化メチレン溶液で蛍光スペクトルを測定したところ、それぞれ蛍光を発光することがわかった (蛍光量子収率 (Φ_f): **1**(0.26), **2**(0.18))。また、いずれの化合物も発光種は 1 成分 (蛍光寿命: **1**(5.1 ns), **2**(7.2 ns)) であることが確認できた。更に、TD-DFT 計算をおこなったところ、HOMO と LUMO はそれぞれ **1** と **2** の中心に位置していることがわかった。TD-DFT 計算により得られた線形の振動子強度からシミュレーションした吸収スペクトルは励起スペクトルのシミュレーション結果と一致した。また、波動関数から、主に HOMO-1 \rightarrow LUMO および HOMO-1 \rightarrow LUMO が第 1 遷移になって発光に大きく寄与しており、興味深いことに HOMO-LUMO 遷移が発光に寄与せずに第 2 遷移になっていることがわかった。

(蛍光関連の測定に際し御協力頂きました長谷川美貴先生、石井あゆみ先生 (青山学院大学)、TD-DFT 計算に際し御協力頂きました齋藤尚平先生 (京都大学) に厚く御礼申し上げます。)

(2) 芳香族ニトロ化合物とアリールグリニャール試薬から合成された多環性ベンゾイミダゾールをテンプレートとする共役伸長

ベンゾイミダゾールは、人工の医薬や機能性有機分子の主骨格として多用されているヘテロ環の 1 つであり、その効率的かつ実用的な合成法の開発は重要である。ごく最近、研究代表者が所属する研究室では、ポリハロ置換ニトロアレーンと 2,4,6-トリイソプロピルフェニルグリニャール試薬から発生したニト

ロソの C-H 結合活性化反応 (ヒドリド転位) を伴い、三環性ベンゾイミダゾールが得られることを見出した。本反応の特徴としては、ポリハロ置換ニトロアレーンとアリールグリニヤール試薬を混ぜるだけで、複数のハロゲン基をベンゼン環上に精密に配置したベンゾイミダゾール誘導体を与える点が挙げられる。そこで本研究では、上記のベンゾイミダゾールに残存するハロゲン基を足がかりに複数のアリール基の導入をおこない、芳香環同士の酸化的カップリング反応により、ベンゾイミダゾール骨格を含むヘテロ環共役分子が簡便に合成できないか検討した。

具体的には、THF 中-78 度において、1-(2-ブロモ-4-クロロ-6-ニトロフェニル)ピペリジンに 2,4,6-トリイソプロピルフェニルマグネシウムブロミドを加え、その後 50 度で加熱したところ、7-ブロモ-9-クロロ-1,2,3,4-テトラヒドロベンゾ[4,5]イミダゾ[1,2-*a*]ピリジン (**3**) が収率良く得られた。得られた **3** に対し、DMF-水混合溶媒中、触媒量の Pd(PPh₃)₄、(3',4'-ジメトキシ-[1,1'-ビフェニル]-2-イル)ホウ酸、K₂CO₃ を添加し、100 度で加熱したところ、7-クロロ-9-[3',4'-ジメトキシ-(1,1'-ビフェニル)-2-イル]-1,2,3,4-テトラヒドロベンゾ[4,5]イミダゾ[1,2-*a*]ピリジンが得られた (**4**)。続いて、得られたカップリング体 **4** に対し、塩化メチレン溶媒中 0 度にて FeCl₃ を加えたところ、酸化的環化が進行し、5-クロロ-2,3-ジメトキシ-8,9,10,11-テトラヒドロトリフェニレノ[2',1':4,5]イミダゾ[1,2-*a*]ピリジンと 5-クロロ-3,4-ジメトキシ-8,9,10,11-テトラヒドロトリフェニレノ[2',1':4,5]が 91:9 の位置選択性で得られた。

(3) Rh 触媒による {1-*o*-(ブロモエチニル)フェニル}アルキル}メチルエーテルの光学活性を保持した環化反応

光学活性インデン誘導体は、医薬や不斉修飾基の合成に有用である。これらの合成法として、光学活性ベンジルエーテルに C-H 結合活性化反応を適用した光学活性インデン誘導体への環化は、不斉保持されずにほぼラセミ化する。最近 Au 触媒で高い不斉保持が一例報告されたものの、その一般性と生成物の絶対構造については明らかになっていない。そこで本研究では、不斉保持の状況を新たに Rh 触媒により検討し、出発物質と生成物の絶対構造も確定し、光学活性炭素上における信頼できる C-H 結合活性化環化反応を検討した。

具体的には、(S)-1-ブロモエチニル-2-(1-メトキシプロピル)ベンゼン (**5**) に Rh₂(oct)₄ 触媒を添加しトルエン中で加温すると、出発物質の ee 値を高度に保持したまま、収率良く (*R*)-3-ブロモ-1-メトキシ-1-エチルインデン (**6**) が得られた。得られた光学活性インデンエーテルの絶対構造を決定するため、Pd 触媒による水素添加で化合物 **7** へと導いた。一方で別途合成した絶対構造既知の標品と比較し、**7** の絶対構造、すなわち生成物 **6** のそれが *R* 体であり、出発物質から立体化学保持で反応が進行したことを確認した。上記の結果に基づき本反応の反応機構は、**5** から臭素転位を伴って Rh アルキリデンカルベンが発生し、これが C-H 結合に協奏的に挿入することで出発物質 **5** の絶対配置を保持したまま目的物 **6** を与えたと考えられる。一方でヒドリドシフトのメカニズムはラセミ体を与えることになるが、**5** の芳香環上の置換基によってはヒドリドシフトの経路も無視できないことも確認した。

(4) Rh 触媒と *o*-(2,2-ジハロビニル)アリールアジドからの 2,3-ジハロ-1*H*-インドール合成

インドールは、アルカロイドをはじめとする天然有機化合物、人工の医薬品などの生物活性化合物に含有しており、それらの活性発現に大きく寄与している。これらの効率的合成のために、分子変換が容易な官能基を複数有する含窒素ヘテロ環の合成手法の開発は重要である。一方、ビニル置換基を有するアリールアジドは、Rh 触媒により発生したナイトレンの分子内環化反応と続く転位反応で 2,3-ジ置換インドールを与えることが既に知られている。そこで本研究では、アリールアジドのビニル置換基の両者がハロゲンである基質に着目し、検討することとした。

具体的には、1-アジド-2-(2,2-ジブロモ)ベンゼンと触媒量の Rh₂(esp)₂ (esp = α,α,α'-テトラメチル-1,3-ベンゼンジプロピオネート) をクロロベンゼン中 120 度で加熱すると、2,3-ジブロモ-1*H*-インドール (**8**) が収率良く得られた。なお、**8** の位置選択的なアリール化が既知であるなど、ジハロインドール **8** は有用な化合物である。続いて、異種のハロゲン有する (*E*)-1-アジド-2-(2-クロロ-2-ヨードビニル)ベンゼン (単一の異性体) からは 2-クロロ-3-ヨード-1*H*-インドールをほぼ単一の異性体として得られた。更に、ほぼ 1:1 のオレフィンの異性体混合物メチル 3-アジド-4-(2-クロロ-2-ヨードビニル)ベンゾエートから出発しても、ほぼ単一のメチル 2-クロロ-3-ヨード-1*H*-インドール-6-カルボキシレートが収率良く得られた。したがって、本反応ではオレフィンについての立体特異性はなく、生成物の位置選択性はヨード基のクロロ基に対するより高い転位能により決定されることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 Ayana Furukawa, Takeshi Hata, Masayuki Shigeta, and Hirokazu Urabe	4. 巻 60
2. 論文標題 Rh-catalyzed Intramolecular Cyclization of N-Sulfonyltriazole and Sulfinate. Concise Preparation of Sulfonylated Unsaturated Piperidines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 815-819
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2019.01.012	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 Goshi Sugano, Kojiro Kawada, Masayuki Shigeta, Takeshi Hata, and Hirokazu Urabe	4. 巻 60
2. 論文標題 Iron-catalyzed α -Selective Conjugate Addition of Methyl and Cyclopropyl Grignard Reagents to α,β -Unsaturated Carbonyl Compounds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 885-890
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2018.12.043	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 Takeshi Hata, Yoshiki Hayashi, Yuki Hasegawa, Masaaki Iwai, Ayumi Ishii, Miki Hasegawa, Masayuki Shigeta, and Hirokazu Urabe	4. 巻 48
2. 論文標題 Preparation of Tetrazole-fused α -Conjugated Molecules and Their Fluorescence Behavior	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 662-665
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/cl.190150	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27件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 秦 猛志
2. 発表標題 環境調和型分子変換を基軸とするヘテロ 共役分子群の創製
3. 学会等名 第7回CSJ化学フェスタ2017・JST特別企画「分子技術が創り出す新しい世界と材料」（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 秦 猛志
2. 発表標題 触媒的C-H活性化によるヘテロ環構築と機能性分子合成への展開
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会・中長期シンポジウム「分子設計と分子技術：新機能によるイノベーション」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 重田雅之・坂口恵理子・小坂恭平・石井 梓・山岸優仁・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 1-ハロ-1-アルキンへのカルボン酸アミドの付加反応とピロロキノリン合成への展開
3. 学会等名 第111回有機合成化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮仲健人・原田朋奈・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 Fe触媒とグリニャール試薬による2,4-アルカジエニルカルボキシレートの位置かつ立体選択的置換反応
3. 学会等名 第64回有機金属化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 秦 猛志・後藤英之・Kwek Cheah Ming・瀬戸俊平・坂内理英・佐伯諒平・重田雅之・占部弘和
2. 発表標題 官能性ジエンモノエポキシドにおけるグリニャール試薬の鉄触媒置換反応を反復利用するポリプロピオネート類の合成研究
3. 学会等名 第59回天然有機化合物討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 池田 謙・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 Rh触媒によるN-[1-[o-(プロモエチニル)フェニル]アルキル]イミドから光学活性を保持したインデンルアミン誘導体の合成
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秦 猛志・金井優貴・阿部鉄平・重田雅之・占部弘和
2. 発表標題 Rh触媒とo-(2,2-ジハロビニル)アリールアジドによる2,3-ジハロインドールの合成
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増山愛理・渡部可於理・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 Rh触媒によるオキシムを側鎖にもつスルホニルトリアゾールの環化反応
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大倉混生・嵯峨康平・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 光延反応を利用したアルコールによるテトラゾールの高選択的2位アルキル化反応
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大倉滉生・嵯峨康平・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 Ag触媒によるニトロオレフィンへの1-テトラゾリル基の共役付加反応
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高力駿介・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 フェナントロインドリジジンの合成研究-フェナントレン部分の合成と不斉化
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤澤和来・小坂恭平・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 リチオ(プロモ)エナミドの立体化学反転のメカニズムとそれを利用する多置換エナミドの立体選択的合成
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水本詩菜・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 TiCl ₄ 共存下N,N-ジビニルアミドと1,1-ジクロロまたはジメトキシアルカンによる新規エナミド合成
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秦 猛志・林 叔毅・長谷川祐紀・石井あゆみ・長谷川美貴・重田雅之・占部弘和
2. 発表標題 テトラゾールを含む縮環 共役化合物の合成と溶液中における蛍光挙動
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中克樹・篠原裕樹・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 1-ハロ-1-アルキンへのトリアルキルホスファイトの求核付加による(ハロビニル)ホスホネートの立体選択的合成と利用
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮仲健人・原田朋奈・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 FeCl ₂ とブチル-フリル混合グリニャール試薬による2,4-アルカジエニルカルボキシレート的位置かつ立体選択的デオキシ化反応
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅野剛志, 川田紘次郎・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 鉄触媒による脂肪族グリニャール試薬の , , , -不飽和カルボニル化合物への位置かつcis-選択的付加反応
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第8回化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秦 猛志, 戸谷英太郎, 重田雅之, 占部弘和
2. 発表標題 芳香族ニトロ化合物とアリールグリニャール試薬から合成された多環性ベンゾイミダゾールをテンプレートとする共役伸長
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第8回化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅野剛志・海老原 太陽・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 鉄触媒による脂肪族グリニャール試薬の , , , -不飽和カルボニル化合物への位置かつ立体選択的付加反応
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第8回化学フェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秦 猛志・阿部鉄平・占部弘和・重田雅之
2. 発表標題 Rh触媒とo-(2,2-ジハロビニル)アリールアジドからの2,3-ジハロインドール合成
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第8回化学フェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秦 猛志・小野田 聡志・重田雅之・占部弘和
2. 発表標題 Mn塩存在下ニトロ化合物とグリニャール試薬によるN,N-ジ置換ヒドロキシルアミン合成
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第8回化学フェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嵯峨康平・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 官能性および光学活性アルコールによるテトラゾールの高選択的2位アルキル化反応
3. 学会等名 日本化学会秋季事業第8回化学フェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秦 猛志・阿部鉄平・重田雅之・占部弘和
2. 発表標題 Rh触媒による1-アジド-2-[(2,2-ジハロピニル)(Boc)アミノ]アレーンからの2-ハロキノキサリンの位置選択的合成
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 秦 猛志・小野田 聡志・重田雅之・占部弘和
2. 発表標題 塩化マンガン共存下ニトロ化合物と有機亜鉛試薬による官能性N,N-ジ置換ヒドロキシルアミン合成
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 嵯峨康平・伊藤 翔・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 銅触媒とジアリールヨードニウム塩によるテトラゾール-5-アセトアミド類のデグラデーション反応
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 嵯峨康平・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 銅触媒とジアリールヨードニウム塩によるテトラゾール-5-アセトアミド類の1位選択的アリール化反応
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 緒方高隼・宮仲健人・重田雅之・秦 猛志・占部弘和
2. 発表標題 Fe触媒とアリールグリニャール試薬による2,4-アルカジエナル アセタールの位置かつ立体選択的置換反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Takeshi Hata	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Wiley-VCH	5. 総ページ数 26
3. 書名 “Molecular Technology, Volume 4: Synthesis Innovation” Wiley-VCH, Hisashi Yamamoto, Takashi Kato, Eds.	

〔産業財産権〕

〔その他〕

ホームページ等 http://www.urabe-lab.bio.titech.ac.jp/
--

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