

令和 2 年 5 月 9 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05864

研究課題名(和文) ルイス酸性の精密制御を鍵とする銅触媒メタル化反応の開発

研究課題名(英文) Copper-catalyzed metalation reactions based on precise control of metal-Lewis acidity

研究代表者

吉田 拓人 (Yoshida, Hiroto)

広島大学・工学研究科・准教授

研究者番号：40335708

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：銅触媒によるジアミノナフタレン置換非対称ジボロンとアリルリン酸エステル類の置換型ホウ素化を開発した。この際、ルイス酸性が抑制されたジアミノナフタレン置換ホウ素のみが、位選択的に導入され、種々のアリルホウ素化合物を効率的に合成できた。また、アントラニルアミド置換非対称ジボロンを新奇合成し、これを用いるハロゲン化アリールとのパラジウム触媒置換型ホウ素化に成功した。この反応により選択的に合成できるアントラニルアミド置換アリールホウ素化合物が、脱保護することなく直接クロスカップリングできることも明らかにした。さらにアラインの銅触媒アリールスタニル化にも成功し、ビアリールスズの直接合成を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

元来ルイス酸であるホウ素のルイス酸性を適切な置換様式で抑制し、それに付随するユニークな化学選択性を活かした触媒的ホウ素化反応群の開発に成功した。こうして直截的に得られるルイス酸性抑制型有機ホウ素化合物は、従来の有機ホウ素化合物に比べて空気や水に対し格段に安定となり、取り扱い・実用性の面で優位となる。一方でルイス酸性抑制は、有機ホウ素化合物のホウ素を起点とした変換の反応性を下げるためこれまで脱保護を要していたが、本研究ではルイス酸性抑制ホウ素をそのままクロスカップリングに利用する手法も確立した。今後の有用分子合成に広く利用可能な合成手法であるといえる。

研究成果の概要(英文)：Copper-catalyzed borylative substitution reaction of allylic phosphates with diamino naphthalene-substituted unsymmetrical diboron has been developed. A diamino naphthalene-substituted boron moiety with diminished Lewis acidity has been found to be installed chemoselectively into the gamma position of the allylic phosphates, leading to the formation of various allylic boron compounds in high yields. In addition, we have succeeded in synthesizing an anthranilamide-substituted unsymmetrical diboron, which can be utilized for palladium-catalyzed borylative substitution of aryl halides. The resulting anthranilamide-substituted aryl boron compounds have turned out to undergo direct Suzuki-Miyaura coupling without prior acidic deprotection. We have also achieved copper-catalyzed arylstannylation of arynes, which provides direct access to diverse biarylstannanes.

研究分野：有機合成化学, 有機金属化学

キーワード：ルイス酸性制御 ポリル化 スタニル化 銅触媒 クロスカップリング

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

有機ホウ素化合物は、現代精密有機合成化学を支える最重要炭素求核種の一つである。化学選択的変換を可能とする穏やかな反応性、高い官能基許容性、水・酸素への安定性、**bench-stable** な性質など、他の有機金属化合物にはない特徴を兼ね備えているためである。有機炭素骨格へホウ素を導入する代表的手法の一つは、炭素-炭素不飽和結合へのホウ素含有 σ 結合種の付加反応である。ヒドロホウ素化、ハロホウ素化、触媒的ホウ素化(シリルホウ素化、カルボホウ素化等々)など多様な反応があるが、いずれもホウ素が末端アルケン(アルケン)の末端炭素に付加する β 選択性で進行するのが一般的である。これはホウ素含有 σ 結合種が付加する際、ホウ素のルイス酸性に起因する安定なカルボカチオンの遷移状態を優先的に經由するためと解釈でき、ホウ素を内部炭素に導入する α 選択性を発現させるのは原理的に困難である。2011年 Hoveyda らは末端アルケンを分岐型アルケニルボランに直接変換する α 選択的銅触媒ヒドロホウ素化を初めて報告したが (*J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 7859), 位置選択性が完全でない・基質適用範囲が限定される点で未完であり、ホウ素の完全な α 選択的導入法の開発は現在でも挑戦的課題であり続けている。

2. 研究の目的

研究代表者は、一方のホウ素を 1,8-ジアミノナフタレン (**dan**) 置換とした非対称ジボロンと銅触媒から **dan** 置換ボリル銅を選択的に発生できることを明らかにし、これを鍵活性種とすることで末端アルケンへの完全 α 選択的ホウ素導入を初めて達成した。**dan** 置換によるホウ素のルイス酸性抑制がこのユニークな位置選択性発現の起源と解釈している。本研究ではこの成果を踏まえ、ホウ素のルイス酸性抑制に基づいた完全 α 選択的な銅触媒三成分連結型ホウ素化反応の開発を目指した。また、ホウ素のルイス酸性抑制がジボロンと遷移金属触媒との σ 結合メタセシスの選択性を完全制御できることを活かしたルイス酸性抑制型有機ホウ素化合物合成志向の新触媒反応開発も目的とした。こうして得られる知見を発展させ、銅を駆使したスタニル化反応創出も目指した。

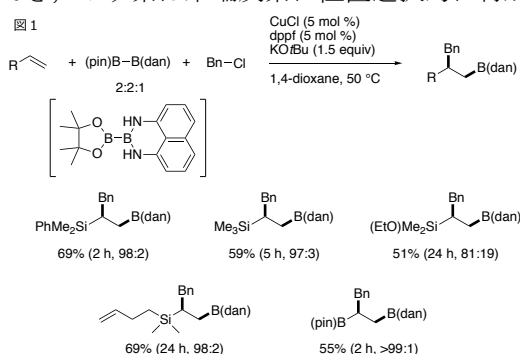
3. 研究の方法

不飽和炭化水素を用いる銅触媒三成分連結型ホウ素化反応においては、第三成分の求電子剤の開発、ルイス酸性抑制型有機ホウ素化合物合成志向の新触媒反応開発においては、ルイス酸性抑制型ホウ素反応剤の新デザイン、銅を触媒とするスタニル化反応開発においては、有機スズ化合物の炭素-スズ結合の活性化を起点とする反応デザイン、を研究遂行上の主な柱とした。

4. 研究成果

(1). **dan** 置換非対称ジボロンを用いた **B(dan)** 導入反応

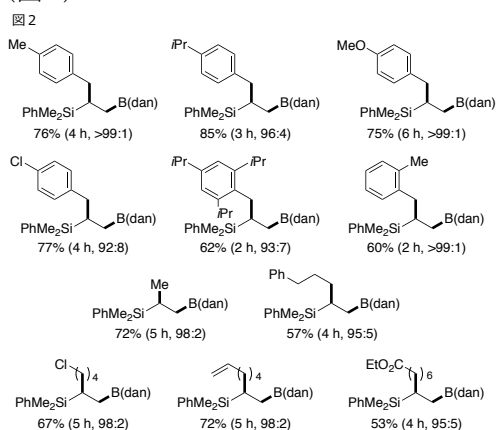
1,8-ジアミノナフタレン (**dan**) 置換とした非対称ジボロン[(**pin**)**B**-**B**(**dan**)]を末端アルケン、ベンジルクロリドと **dppf** を配位子とする銅触媒存在下反応させると、三成分連結型のカルボホウ素化が進行することを見つけた。この際、ルイス酸性が抑制された **B(dan)** のみが導入され **B(pin)** 由来のカルボホウ素化体は全く生成しない。アルケンとしてはビニルシラン、ビニルボランが利用でき、ホウ素は末端炭素に位置選択的に付加する (図 1)。

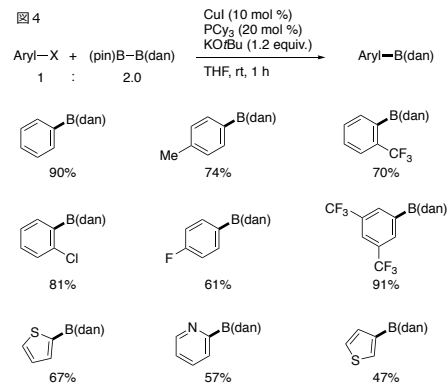
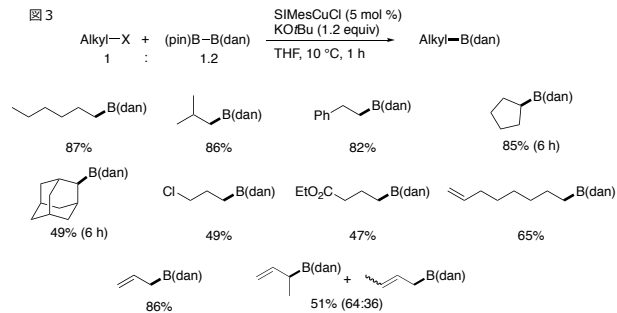


カルボホウ素化は種々の置換ベンジルクロリドやアルキルハライドに適用でき、多様なアルキル **B(dan)** を高収率、高位置選択的に合成することができた。また反応の官能基選択性も高く、脂肪族アルケン部位・エステル部位・炭素-塩素結合などを損なうことなく生成物を得ることができた (図 2)。

銅触媒を用いると (**pin**)**B**-**B**(**dan**) と有機ハロゲン化物による置換型 **B(dan)** 導入反応も進行することを明らかにした。脂肪族ハロゲン化物との反応では NHC を配位子とする **SIMesCuCl** が触媒として最適で、種々の一級、二級アルキル **B(dan)** を一段階で得ることができた。反応はアリルハライドにも適用可能であったが、クロチルプロミドの反応では α , γ 付加体の混合物となった (図 3)。

また、配位子を **PCy3** にすることで芳香族ハロゲン化物のホウ素化も速やかに進行し、対応するアリール **B(dan)** を高収率で得ることができた。反応は複素芳香環にも適用でき、特に 2-thienyl や 2-pyridyl などヘテロ元素の隣接炭素にホウ素を導入した化合物は極めて安定であった。**B(dan)** の





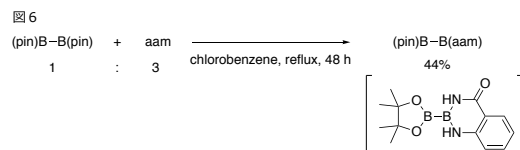
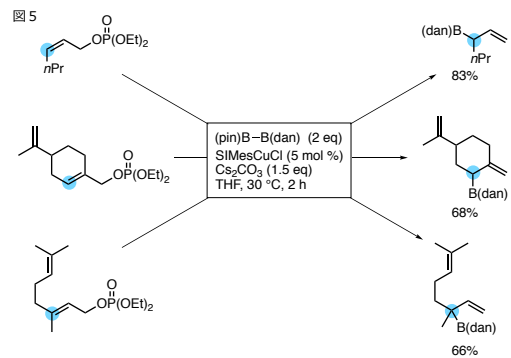
強力なルイス酸性抑制効果に帰することができる (図4).

炭素求電子剤との同様の置換型ホウ素化はアリルリン酸エステルでも進行し、種々のアリル B(dan)を合成することができた. 上記のアリルハライドの反応とは異なり、脱離基のγ位選択的に B(dan)が導入され単一の生成物を与える点で特徴的である (図5).

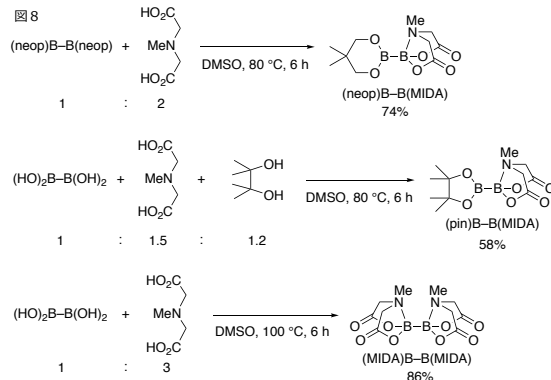
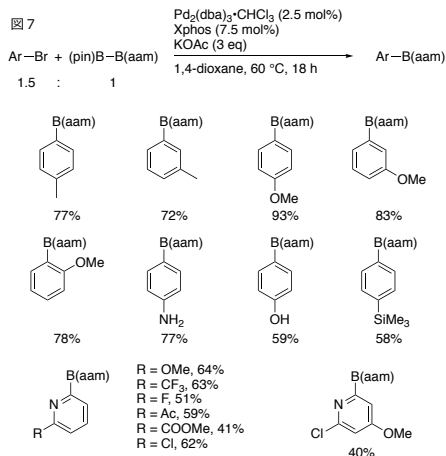
(2). aam 置換非対称ジボロンの開発とそれを用いた B(aam)導入反応

ビス(ピナコラート)ジボロン[(pin)B-B(pin)]とアントラニルアミド(aam)とを作用させると、一方のホウ素上置換基が置きかわった新しい非対称ジボロン[(pin)B-B(aam)]を合成することができた(図6).

この非対称ジボロンを芳香族ハロゲン化合物と XPhos を配位子とするパラジウム触媒存在下反応させると、宮浦-石山型ホウ素化が進行し多様な Ar-B(aam)を合成できた. この反応においても、ルイス酸性が抑制された B(aam)のみが有機骨格に導入され、Ar-B(pin)は全く生成しない. 反応は種々の 2-pyridyl-Br にも適用可能で、2-pyridyl-B(aam)をカラムクロマトグラフィー単離可能な安定化合物として得ることができた (図7).



(3). mida 置換ジボロンの開発



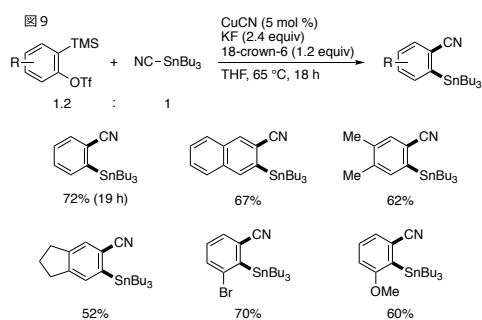
N-メチルイミノ二酢酸 (MIDA) は、鈴木-宮浦クロスカップリングにおける代表的ホウ素マスク (ルイス酸性抑制) 置換基として汎用性が極めて高い. 実際に、

クロスカップリング活性をオフにできる性質を活かした有用分子の精密合成に関する研究が盛んである. 従来 MIDA 置換有機ホウ素化合物は、予め調製した有機ボロン酸と MIDA の脱水縮合で概ね合成されるため、有機ボロン酸の入手状況がそのまま MIDA 置換有機ホウ素化合物のバラエティに反映されるという合成化学上の制限がある. B(MIDA)ユニットを有機骨格に直接導入する反応やそれを可能とする B(MIDA)含有ホウ素反応剤の開発を目指し、MIDA 置換新奇ジボロンの合成に取り組んだ. ビス(ネオペンチルグリコラート)ジボロン[(neop)B-B(neop)]およびテトラヒドロキシジボロン[(HO)₂B-B(OH)₂]を原料とし、MIDA との置換型反応を施すことで B(MIDA)含有非対称ジボロン 2 種を合成することに成功した. また、MIDA のみをホウ素置換基とする対称ジボロンも合成できた (図8). これらを用いたホウ素導入反応については鋭意検討中である.

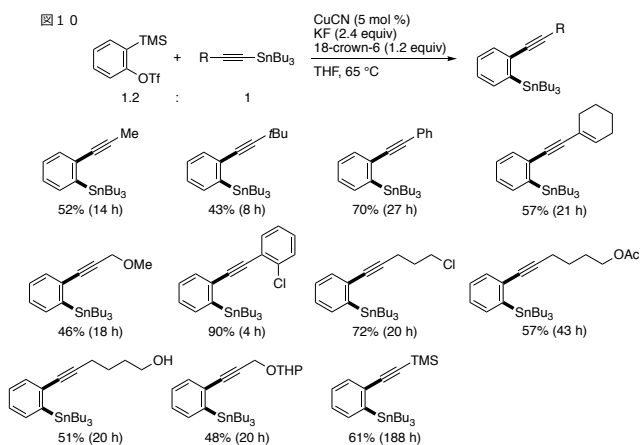
(4). 銅触媒スタニル化反応

シアン化銅を触媒とし、シアン化スズを 2-(トリメチルシリル)アリアルトリフレートとフッ化

物イオンから発生させたアラインと反応させると、**Sn-CN** 結合へのアライン挿入が速やかに進行し、2-シアノアリアルスズを一段階合成できることを見つけた。特に三重結合の隣に置換基をもつ非対称アラインのシアノスタニル化は位置選択的に進行し、置換基に近い側にスズが導入された生成物のみを与えた (図9)。

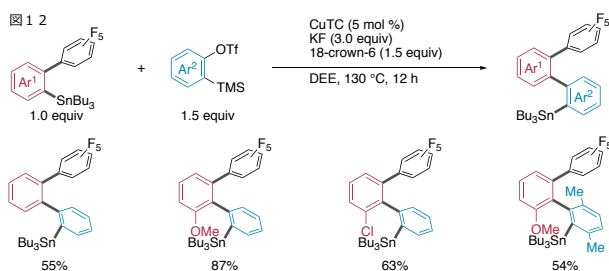
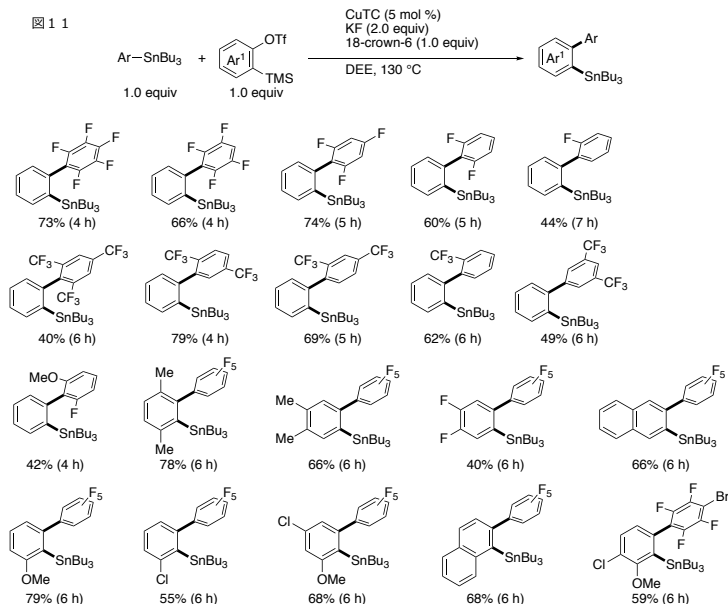


同条件下、アルキニルスズの **Sn-C(sp)** 結合にもアラインが挿入し 2-アルキニルアリアルスズを合成できること見つけた。アルキニルスタニル化の官能基許容性は高く、炭素-塩素結合やヒドロキシ基を損なうことなく生成物を得ることができた (図10)。



さらに、アリアルスズの **Sn-C(sp²)** 結合にもアラインが挿入することも明らかにした。特にフッ素やトリフルオロメチル基が置換した電子不足性の高いアリアルスズほど効率的に反応が進行し、ビアリアルスズを高収率で与えた。なお、生じるビアリアルスズも **Sn-C(sp²)** 結合を持つが、アライン挿入に伴ってスズ部位の電子不足性が緩和されるため反応性が低下し、アラインを 1 当量用いた条件ではアライン一分子挿入生成物のみを選択的に得ることができる (図11)。

アラインが一分子挿入したビアリアルスズを単離し、二分子目のアラインを作用させることでビアリアルスズへもアラインを挿入させることができ、ターアリアルスズを得ることに成功した (図12)。スズの電子不足性によって制御できる反応性を利用することで、原料のアリアルスズに望みの順に二種のアラインを連続的に挿入できたことになる。アラインのアリアルメタル化の研究は長い歴史を持つが、アラインの一分子挿入の例が大部分であり、アラインが二分子挿入したとしても同じアラインの例に限られていた。本成果が異なるアラインをアリアル金属反応剤に連続的に挿入させた初めての例である。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 H. Yoshida, Y. Murashige, I. Osaka	4. 巻 361
2. 論文標題 Copper-Catalyzed B(dan)-Installing Allylic Borylation of Allylic Phosphates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Adv. Synth. Catal.	6. 最初と最後の頁 2286-2290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adsc.201900342	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 S. Kamio, I. Kageyuki, I. Osaka, H. Yoshida	4. 巻 55
2. 論文標題 Anthranilamide (aam)-Substituted Arylboranes in Direct Carbon-Carbon Bond-Forming Reactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 2624-2627
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8cc10252j	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 H. Yoshida, M. Kimura, H. Tanaka, Y. Murashige, I. Kageyuki, I. Osaka	4. 巻 55
2. 論文標題 Anthranilamide-Substituted Borane [H-B(aam)]: Its Stability and Application to Iridium-Catalyzed Stereoselective Hydroboration of Alkynes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 5420-5422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9cc02002k	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 H. Tanaka, H. Kuriki, T. Kubo, I. Osaka, H. Yoshida	4. 巻 55
2. 論文標題 Copper-Catalyzed Arylstannylation of Alkynes in a Sequence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 6503-6506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9cc02738f	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 H. Tanaka, I. Osaka, H. Yoshida	4. 巻 48
2. 論文標題 One-pot Sequential Fluorostannylation-Arylstannylation of Arynes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 1032-1034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190385	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 Hirotoshi Yoshida, Shintaro Kamio, Itaru Osaka	4. 巻 47
2. 論文標題 Copper-Catalyzed Borylation of Bromoaryl Triflates with Diborons: Chemoselective Replacement of an Ar-Br Bond	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 957-959
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180385	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 Hirotoshi Yoshida, Yuya Murashige, Itaru Osaka	4. 巻 95
2. 論文標題 Preparation of (pin)B-B(dan)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Org. Synth.	6. 最初と最後の頁 218-230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15227/orgsyn.095.0218	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 Shintaro Kamio, Ikuo Kageyuki, Itaru Osaka, Sayaka Hatano, Manabu Abe, Hirotoshi Yoshida	4. 巻 54
2. 論文標題 Anthranilamide (aam)-Substituted Diboron: Palladium-Catalyzed Selective B(aam) Transfer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 9290-9293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CC05645E	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 Shintaro Kamio, Ikuo Kageyuki, Itaru Osaka, Hiroto Yoshida	4. 巻 55
2. 論文標題 Anthranilamide (aam)-Substituted Arylboranes in Direct Carbon-Carbon Bond-Forming Reactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 2624-2627
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8cc10252j	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 Hiroto Yoshida, Michinari Seki, Ikuo Kageyuki, Itaru Osaka, Sayaka Hatano, Manabu Abe	4. 巻 2
2. 論文標題 B(MIDA)-Containing Diborons	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 5911-5916
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.7b01042	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 Hiroto Yoshida, Yuki Takemoto, Shintaro Kamio, Itaru Osaka, Ken Takaki	4. 巻 4
2. 論文標題 Copper-Catalyzed Direct Borylation of Alkyl, Alkenyl and Aryl Halides with B(dan)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Org. Chem. Front.	6. 最初と最後の頁 1215-1219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c7qo00084g	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 Hiroto Yoshida, Miki Kimura, Itaru Osaka, Ken Takaki	4. 巻 36
2. 論文標題 Copper-Catalyzed Borylstannylation of Alkynes with Tin Fluorides	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 1345-1351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.7b00058	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 Hiroto Yoshida, Teruhiko Kubo, Hitoshi Kuriki, Itaru Osaka, Ken Takaki, Yousuke Ooyama	4. 巻 2
2. 論文標題 Ligand-Free Copper-Catalyzed Cyano- and Alkynylstannylation of Arynes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ChemistrySelect	6. 最初と最後の頁 3212-3215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/slct.201700297	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 4件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 吉田 弘人
2. 発表標題 有機典型金属化合物の選択的合成法の開発とその応用
3. 学会等名 明治大学講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田 弘人
2. 発表標題 有機典型金属化合物の選択的合成法の開発とその応用
3. 学会等名 東京理科大学化学特別講義 1 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroto Yoshida
2. 発表標題 Development of New Methods for Synthesizing Main Group Organometallic Compounds Including Boron and Tin
3. 学会等名 “Inviting Intelligence” Programme of the Beijing Univeristy of Chemical Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideya Tanaka, Itaru Osaka, Hiroto Yoshida
2. 発表標題 Copper-Catalyzed Arylstannylation of Arynes in a Sequence
3. 学会等名 The 16th Nano Bio Info Chemistry Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideya Tanaka, Itaru Osaka, Hiroto Yoshida
2. 発表標題 Copper-Catalyzed Arylstannylation of Arynes in Sequence
3. 学会等名 20th IUPAC International Symposium on Organometallic Catalysis Directed Towards Organic Synthesis (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideya Tanaka, Itaru Osaka, Hiroto Yoshida
2. 発表標題 Copper-Catalyzed Arylstannylation of Arynes in a Sequence
3. 学会等名 16th International Conference on the Coordination and Organometallic Chemistry of Germanium, Tin and Lead (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideya Tanaka, Itaru Osaka, Hiroto Yoshida
2. 発表標題 Copper-Catalyzed Arylstannylation of Arynes in a Sequence
3. 学会等名 National Central University-Hiroshima University Joint Symposium on Materials Chemistry and Physics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroto Yoshida, Michinari Seki and Itaru Osaka
2. 発表標題 Direct Suzuki-Miyaura Coupling with Naphthalene-1,8-diaminato (dan)-Substituted Organoborons
3. 学会等名 14th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関道成, 尾坂格, 吉田弘人
2. 発表標題 dan置換有機ホウ素化合物の直接クロスカップリング反応
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平岡勇太, 尾坂格, 吉田弘人
2. 発表標題 塩基によるシリルスタナンを用いたハロゲン化アリーのスタニル化反応
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中英也, 尾坂格, 吉田弘人
2. 発表標題 ピアリール合成に向けたアラインの銅触媒アリアルスタニル化の展開
3. 学会等名 第124回触媒討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平岡勇太, 尾坂格, 吉田弘人
2. 発表標題 塩基によるシリルスタナンを用いたハロゲン化アリのールの置換型スタニル化反応
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 Jialun, Li, Michinari Seki, Itaru Osaka, Hiroto Yoshida
2. 発表標題 Synthesis of Ar-B(dan) by the Reaction of Aryl Grignard Reagents with H-B(dan)
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 Hiroto Yoshida
2. 発表標題 Anthranilamide (aam)-Substituted Diboron: Palladium-Catalyzed Selective B(aam) Transfer
3. 学会等名 ICPAC Langkawi 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroto Yoshida, Shintaro Kamio, Itaru Osaka
2. 発表標題 Anthranilamide (aam)-Substituted Diboron: Pd-Catalyzed Selective B(aam) Transfer and Direct Cross-Coupling of Ar-B(aam) Therefrom
3. 学会等名 IKCOC-14 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神尾慎太郎, 尾坂格, 吉田弘人
2. 発表標題 アントラニルアミド置換ジボロン:パラジウム触媒による選択的 B(aam)導入と直接クロスカップリング への展開
3. 学会等名 第65回有機金属化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田弘人, 田中英也, 尾坂格
2. 発表標題 銅触媒を用いるアラインの1分子あるいは2分子選択的アリールスタニル化
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神尾慎太郎, 尾坂格, 吉田弘人
2. 発表標題 アントラニルアミド(aam)置換非対称ジボロン: B(aam)導入反応および直接クロスカップリング
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 田中英也, 尾坂格, 吉田弘人
2. 発表標題 アリールスズのルイス酸性に基づいたアラインとの銅触媒連続的カップリング
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 神尾慎太郎, 尾坂格, 吉田拡人
2. 発表標題 アントラニルアミド置換ホウ素基の直接導入および直接クロスカップリング
3. 学会等名 2018年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中英也, 尾坂格, 吉田拡人
2. 発表標題 ラインの銅触媒アリアルスタニル化によるピアリアル及びターアリアル直截合成
3. 学会等名 2018年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関道成, 尾坂格, 吉田拡人
2. 発表標題 dan置換有機ホウ素化合物の直接クロスカップリング反応
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 神尾慎太郎, 尾坂格, 吉田拡人
2. 発表標題 銅触媒を用いたプロモアリアルトリフラートの臭素部位選択的ホウ素化反応
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 対馬拓海, 尾坂格, 吉田拡人
2. 発表標題 銅触媒を用いたルイス酸性抑制非対称ジボロンによる末端アルキンの 選択的三成分連結ホウ素化反応
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 田中英也, 尾坂格, 吉田拡人
2. 発表標題 銅触媒を用いたアラインの連続的アリールスタニル化
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 吉田拡人, 村重有哉, 尾坂格
2. 発表標題 銅触媒を用いたマスク型ジボロンによる置換型ホウ素化反応
3. 学会等名 第111回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田拡人, 田中英也, 尾坂格
2. 発表標題 銅触媒を用いたアラインのアリールスタニル化反応
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 吉田 弘人, 村重有哉, 尾坂格
2. 発表標題 ジアミノナフタレン置換非対称ジボロンを用いた炭素求電子剤の銅触媒置換型ホウ素化反応
3. 学会等名 第120回触媒討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田 弘人, 神尾慎太郎, 尾坂格
2. 発表標題 アントラニルアミド置換非対称ジボロンを用いたハロゲン化アリールのパラジウム触媒置換型ホウ素化反応
3. 学会等名 第120回触媒討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田 弘人, 対馬拓海, 尾坂格
2. 発表標題 アントラニルアミド置換非対称ジボロンを用いたアルキンの銅触媒位置選択的ヒドロホウ素化反応
3. 学会等名 第120回触媒討論会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 田中英也, 吉田弘人	4. 発行年 2020年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 7
3. 書名 高反応性のアラインを簡単につなぐ!	

1. 著者名 Hiroto Yoshida	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Thieme	5. 総ページ数 52
3. 書名 Diboron Compounds: Synthesis and Applications, in Science of Synthesis Reference Library: Advances in Organoboron Chemistry toward Organic Synthesis	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>第8回CSJ化学フェスタ2018における最優秀ポスター発表賞（CSJ化学フェスタ賞）受賞 https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/48649 広島大学ホームページ【研究成果】『化学(化学同人)』の最新号で紹介されました https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/55802 アラインをパズルのピースのように繋げる！ https://www.chem-station.com/blog/2019/06/aryne.html 広島大学ホームページ【研究成果】『Chem-Station』で紹介されました https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/51693 広島大学ホームページプレスリリース https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/51349 広島大学大学院工学研究科応用化学専攻反応設計化学研究室 http://home.hiroshima-u.ac.jp/~rdc/</p>

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