

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 5 月 22 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H05485

研究課題名(和文) ユビキタス元素による高選択的炭素-炭素及び炭素-窒素結合形成反応の創出とその応用

研究課題名(英文) Development and Application of Base-Metal-Catalyzed Highly Selective C-C and C-N Bond Formations

研究代表者

平野 康次 (Hirano, Koji)

大阪大学・工学研究科 准教授

研究者番号：70532696

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 17,800,000円

研究成果の概要(和文)：ユビキタス元素である銅およびニッケルを触媒とした炭素-水素結合切断を伴う高選択的新規炭素-炭素ならびに炭素-窒素結合形成反応を開発した。先行するパラジウムやロジウムなどの貴金属触媒の代替作用に加え、これらユビキタス元素触媒特有の機能開拓にも成功した。またこれらを利用し、機能性材料としての応用が期待できる含窒素高度縮環パイ共役分子群の創成にも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はこれまで触媒活性の低さからあまり注目されてこなかった銅およびニッケルに着目し、これらを利用した高選択的分子変換反応の開発を目指したものである。先行研究で用いられている貴金属触媒であるパラジウムやロジウムの触媒機能をこれら安価な金属元素で代替することに成功した点に一定の社会的意義がある。また、貴金属触媒系では実現できない分子変換を可能にする等、銅やニッケル特有の触媒機能を見いだすことで、今後の触媒化学の発展に大きく貢献できる点に大きな学術的意義がある。

研究成果の概要(英文)：We have uniquely focused on the high potential of base metals and developed copper- and nickel-catalyzed highly selective carbon-carbon and carbon-nitrogen bond forming reactions via C-H bond cleavage. The newly developed base metal catalysis can replace the reported noble metals such as palladium and rhodium. Additionally, the aforementioned copper and nickel catalysis are found to promote some challenging C-H transformations even under noble metal catalysis. Moreover, we successfully prepare some nitrogen-containing, highly condensed pi-conjugated molecules, which are of high potential in material chemistry.

研究分野：有機合成化学

キーワード：銅 ニッケル 炭素-水素結合切断 炭素-炭素結合形成 炭素-窒素結合形成 二座配向基 パイ共役化合物

1. 研究開始当初の背景

我々の生活を豊かにする物質の多くは有機化合物であり、この点で有機合成化学は現代社会を物質供給面から支える基盤的技術であるといえる。一方、我が国を含む現代社会は環境、エネルギー、そして資源枯渇問題といった深刻な諸問題に直面しており、「ものづくり」をその基盤とする有機合成化学が果たすべき役割もまた近年ますます大きなものとなってきている。このような状況の中、申請者はこれまでユビキタス元素の積極的利用をキーワードに掲げて研究を展開し、「(ヘテロ)芳香族化合物の直接的分子変換」や「極性転換法に基づく新規触媒的炭素-窒素結合形」といった多数の直接的かつ高選択的な新規分子変換反応を見出してきた。これらが有する特徴は、上述した現代社会が抱える環境、エネルギー、そして資源枯渇といった様々な問題を、合成化学の力をもって根底から解決でき得る可能性を示しており、ユビキタス元素の更なる高度利用を計る本研究課題「ユビキタス元素による高選択的炭素-炭素及び炭素-窒素結合形成反応の創出とその応用」を着想するに至った。

2. 研究の目的

本研究では、ユビキタス元素による高選択的炭素-炭素ならびに炭素-窒素結合形成反応の開発を通して、コモンメタルの代替機能開発による従来のレアメタル依存型社会からの脱却、ならびにコモンメタル特有の機能発現を目標とする。主な内容は以下のとおりである。

(1) ユビキタス元素触媒の複合作用による環境調和型炭素-炭素及び炭素-窒素結合形成法の開発

(2) ユビキタス元素触媒による不活性 sp^3 炭素-水素結合の直接アミノ化

(3) ユビキタス元素触媒による機能性分子合成への展開

3. 研究の方法

本研究では、ユビキタス元素触媒として主に銅及びニッケルを利用する。上記の三つの課題は互いに連動しており、それぞれから得られる知見、結果をフィードバックし合いながら並行的に検討を進める。具体的には銅及びニッケル触媒を用いた炭素-水素結合の直接切断を経由する炭素-炭素及び炭素-窒素結合形成反応の開発に軸足をおく。

4. 研究成果

(1) 銅触媒を用いたベンズアミドの炭素-水素結合切断を伴う新規炭素-炭素及び炭素-窒素結合形成反応の開発

研究初期において、銅触媒と MnO_2 存在下、8-アミノキノリン部位を有するベンズアミドに対してイソニトリルを作用させると、ベンズアミドの炭素-水素結合切断を伴う連続的な炭素-炭素及び炭素-窒素結合形成反応が進行し、対応するイミノイソインドリノンが得られることを見出した。これはベンズアミドとイソニトリルの形式的な[4+1]環化付加反応と捉えることもできる。本反応の進行には銅触媒とともに MnO_2 を共存させることが必須であり、銅/マンガンの複合作用が重要であることが示唆された。また類似の条件下、同じベンズアミドとマレイミドの直接カップリングが進行し、対応するスピロイソインドリノンが得られることも合わせて見出した。このような分子変換はこれまでパラジウムやロジウムといった第二周期以降のレアメタルを中心に研究が行われてきたが、これを安価なユビキタス元素である銅で代替することに成功した先駆的な成果である。なお、この報告以降、第一周期の金属元素を利用する関連する触媒反応が海外の研究グループから相次いで発表される等、大きな波及効果を見せている。

上記の結果をもとに、より難易度の高いピアリアル形成を伴う銅触媒直接炭素-炭素結合形成反応の開発に取り組んだ。その結果、8-アミノキノリンから誘導されたベンズアミドと2-ニトロ安息香酸類の脱炭酸ピアリアルカップリングが進行することを見出した。得られるピアリアルは反応性に富むニトロ基を有しており、これを足がかりとしたさらなる分子変換により、機能発現が期待できる含窒素高度縮環パイ共役分子群の創成にも成功した。

また、関連する成果として、銅触媒を用いた不活性 sp^3 炭素-水素結合の分子内直接アミノ化反応を見出し、対応するイソインドリノンを簡便に合成することに成功した。ここでも共触媒として MnO_2 が効果的に働くことを明らかにしている。

(2) 銅触媒を用いたピコリンアミド類の炭素-水素結合切断を伴う新規炭素-炭素及び炭素-窒

素結合形成反応の開発

ピコリンアミド部位を有するベンジルアミン誘導体を (1) で開発した銅/マンガンの複合触媒系で処理すると、炭素-水素結合切断を伴う分子内直接アミノ化反応と、それに続く電子環状反応が一挙に進行し、従来法では合成が難しかったベンゾオキサジンが得られることを見出した。また、類似のエナミド基質を同じ条件下で反応させると、置換基に応じて異なる生成物を与えることがわかった。すなわち、ピコリンアミド部位を有する基質からは分子内炭素-水素結合直接アミノ化によってインドールが得られる。一方で、単純なベンズアミド由来の基質からは分子内炭素-水素結合直接アルコキシ化によってオキサゾールが生じる。すなわち、同様の骨格から、置換基を変えるだけで、全く同じ反応条件下で二種類の複素環を分岐的に合成することが可能となった。

(3) フェナントロリン型新規二座配向基の開発に基づくフェノール誘導体の銅触媒炭素-水素結合直接アミノ化反応

研究成果 (1) (2) において、ユビキタス元素である銅触媒を用いた新規炭素-水素結合直接変換反応の開発に成功した。しかし、(1)では 8-アミノキノリン、(2)ではピコリンアミドがいわゆる配向基として反応の進行に必須であり、適用可能な基質が必然的にカルボン酸やベンジルアミン誘導体に限定されていた。より広い適用範囲を獲得するためには、銅触媒に適した新たな配向基の開発が必要との判断に至り、その設計、開発を行った。結果、フェナントロリンが有効であり、特にこれを水酸基上へ導入したフェノールが銅触媒存在下、効果的に直接アミノ化反応をうけることを見いだした。この新規フェナントロリン配向基は安価な市販原料から二段階でデカグラムスケールにて調製可能であり、その脱着ならびにリサイクルまでもが容易に実施できる。本成果はフェノール等のアルコール基質の炭素-水素結合直接変換反応において、二座配向基の有効性をはじめて実証したものであり、今後の大きな波及効果が期待できる。実際、アミノ化反応以外の種々の直接変換反応においても効果的に作用することを予備的ながら確認している。また、フェナントロリンの配向基効果を含めた反応機構を実験、理論の両面から調査し、その詳細を明らかとすることにも成功した。

(4) ニッケル触媒を用いたベンズアミドとエポキシドの立体特異的 direct カップリング反応によるベンズラクトン類の高選択的合成

銅触媒と並行して、ニッケル触媒を利用する分子変換反応の開拓にも取り組んだ。その結果、ニッケル触媒を用いたベンズアミドとエポキシドの direct カップリング反応が進行し、対応するベンズラクトンが得られることを見出した。類似の反応はパラジウム触媒を用いると進行することが知られていたが、より安価なニッケル触媒でも代替できるという点で意義がある。加えて、パラジウム触媒とニッケル触媒を用いた場合は、反応の立体化学が異なるという極めて興味深い現象を見出した。すなわち、パラジウム触媒存在下で *cis* 体のエポキシドとカップリングさせると、立体反転を伴う炭素-炭素結合形成反応が進行し、対応する *trans* 体のベンズラクトンが得られる。これに対し、申請者が新たに見出したニッケル触媒では立体保持で炭素-炭素結合形成反応が進行し、先とは逆の *cis* 体のベンズラクトンが選択的に生じる。つまり、同一の主発原料から触媒を変更するだけで、生成物の両立体異性体を作り分けることができる。さらに、ニッケル触媒ではパラジウム触媒では適用できなかった脂肪族アミドもカップリング基質として利用できる。つまり、より不活性とされる sp^3 炭素-水素結合の direct 変換も可能であった。最近では、基質適用範囲をエポキシドからより環ひずみの小さいオキサタンにまで拡張することにも成功している。この場合、生成物は 7 員環のベンズラクトンであり、従来法ではアクセスし難い中員環化合物への新たなアプローチを提供することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 2 件)

- (1) 高田竜壮、平野康次、三浦雅博 ”Synthesis of α -Trifluoromethylamines by Cu-Catalyzed Regio- and Enantioselective Hydroamination of 1-Trifluoromethylalkenes” *Org. Lett.* 査読有、21 巻、(2019)、ASAP.
DOI: 10.1021/acs.orglett.9b01471.
- (2) 高松一貴、林 慶浩、川内 進、平野康次、三浦雅博 ”Copper-Catalyzed Regioselective C-H Amination of Phenol Derivatives with Assistance of Phenanthroline-Based Bidentate Auxiliary” *ACS Catal.* 査読有、9 巻、(2019)、5336–5344.
DOI: 10.1021/acscatal.9b01145.
- (3) Hazra Sunit, 平野康次、三浦雅博 ”Solvent-Controlled Rhodium-Catalyzed C6-Selective C–H Alkenylation and Alkylation of 2-Pyridones with Acrylates” *Asian J. Org. Chem.* 査読有、8 巻、

- (2019)、early view.
DOI: 10.1002/ajoc.201900190.
- (4) Xu Shibo、高松一貴、平野康次、三浦雅博 "Synthesis of Seven-Membered Benzolactones by Nickel-Catalyzed C-H Coupling of Benzamides with Oxetanes" *Chem. Eur. J.* 査読有、25 巻、(2019)、early view.
DOI: 10.1002/chem.201900543.
- (5) 西村和敏、平野康次、三浦雅博 "Synthesis of Dibenzophospholes by Tf_2O -Mediated Intramolecular Phospha-Friedel-Crafts-Type Reaction" *Org. Lett.* 査読有、21 巻、(2019)、1467–1470.
DOI: 10.1021/acs.orglett.9b00219.
- (6) 乙村宣孝、平野康次、三浦雅博 "Diphosphination of 1,3-Dienes with Diphosphines under Visible-Light-Promoted Photoredox Catalysis" *Org. Lett.* 査読有、20 巻、(2018)、7965–7968.
DOI: 10.1021/acs.orglett.8b03534.
- (7) 平野康次、三浦雅博 "Development of New C-N and C-P Bond Formations with Alkenes and Alkynes Based on Electrophilic Amination and Phosphination" *J. Synh. Org. Chem. Jpn.* 査読有、76 巻、(2018)、1206–1214.
DOI: 10.5059/yukigoseikyokaishi.76.1206.
- (8) 西村和敏、宇納佑斗、平野康次、三浦雅博 "Phosphenium Cation Mediated Formal Cycloaddition Approach to Benzophospholes" *Chem. Eur. J.* 査読有、24 巻、(2018)、13089–13092.
DOI: 10.1002/chem.201803225.
- (9) Xu Shibo、高松一貴、平野康次、三浦雅博 "Nickel-Catalyzed Stereospecific C-H Coupling of Benzamides with Epoxides" *Angew. Chem. Int. Ed.* 査読有、57 巻、(2018)、11797–11801.
DOI: 10.1002/anie.201807664.
- (10) 高田竜壮、西川大貴、平野康次、三浦雅博 "Synthesis of α -Aminophosphines by Copper-Catalyzed Regioselective Hydroamination of Vinylphosphines" *Chem. Eur. J.* 査読有、24 巻、(2018)、10975–10978.
DOI: 10.1002/chem.201802491.
- (11) 奥川祐登、林慶浩、川内進、平野康次、三浦雅博 "Diphosphination of Alkynes with Diphosphines" *Org. Lett.* 査読有、20 巻、(2018)、3670–3673.
DOI: 10.1021/acs.orglett.8b01470.
- (12) 松出耀広、平野康次、三浦雅博 "Palladium-Catalyzed Benzylic Phosphorylation of Diarylmethyl Carbonates" *Org. Lett.* 査読有、20 巻、(2018)、3553–3556.
DOI: 10.1021/acs.orglett.8b01323.
- (13) Atifah Najib、平野康次、三浦雅博 "Asymmetric Synthesis of Diarylmethyl Sulfones by Palladium-Catalyzed Enantioselective Benzylic Substitution: A Remarkable Effect of Water" *Chem. Eur. J.* 査読有、24 巻、(2018)、6525–6529.
DOI: 10.1002/chem.201800744.
- (14) 乙村宣孝、奥川祐登、平野康次、三浦雅博 "Bromine Cation Initiated vic-Diphosphination of Styrenes with Diphosphines under Photoredox Catalysis" *Synthesis* 査読有、50 巻、(2018)、3402–3407.
DOI: 10.1055/s-0037-1609447.
- (15) 加藤宏大、平野康次、三浦雅博 "Copper-Catalyzed Regio- and Enantioselective Aminoboration of Unactivated Terminal Alkenes" *Chem. Eur. J.* 査読有、24 巻、(2018)、5775–5778.
DOI: 10.1002/chem.201801070.
- (16) 山本千秋、高松一貴、平野康次、三浦雅博 "Oxidative Rearrangement of Benzylamines to 4H-3,1-Benzoxazines via Cu/Mn-Promoted Intramolecular C-H Amination/Electrocyclic Reaction Cascade" *Heterocycles* 査読有、94 巻、(2018)、395–408.
DOI: 10.3987/COM-18-S(T)27.
- (17) 高松一貴、平野康次、三浦雅博 "Copper-mediated Decarboxylative Coupling of Benzamides with Potassium Malonate Monoesters via Directed C-H Cleavage" *Chem. Lett.* 査読有、47 巻、(2018)、450–453.
DOI: 10.1246/cl.171212.
- (18) 平野康次、三浦雅博 "A lesson for site-selective C-H functionalization on 2-pyridones: radical, organometallic, directing group and steric controls" *Chem. Sci.* 査読有、9 巻、(2018)、22–32.
DOI: 10.1039/C7SC04509C.
- (19) 平野康次、三浦雅博 "Recent advances in diphosphination of alkynes and alkenes" *Tetrahedron Lett.* 査読有、58 巻、(2017)、4317–4322.
DOI: 10.1016/j.tetlet.2017.10.018.
- (20) 加藤宏大、平野康次、三浦雅博 "Copper/Bisphosphine Catalysts in the Internally Borylative Aminoboration of Unactivated Terminal Alkenes with Bis(pinacolato)diboron" *J. Org. Chem.* 査読有、82 巻、(2017)、10418–10424.
DOI: 10.1021/acs.joc.7b01874.
- (21) 乙村宣孝、奥川祐登、平野康次、三浦雅博 "vic-Diphosphination of Alkenes with Silylphosphine

- under Visible-Light-Promoted Photoredox Catalysis” *Org. Lett.* 査読有、19 巻、(2017)、4802–4805.
DOI: 10.1021/acs.orglett.7b02223.
- (22) 山本千秋、高松一貴、平野康次、三浦雅博 ”A Divergent Approach to Indoles and Oxazoles from Enamides by Directing-Group-Controlled Cu-Catalyzed C-H Amination and Alkoxylation” *J. Org. Chem.* 査読有、82 巻、(2017)、9112–9118.
DOI: 10.1021/acs.joc.7b01667.
- (23) 奥川祐登、平野康次、三浦雅博 ”Brønsted Base Mediated Stereoselective Diphosphination of Terminal Alkynes with Diphosphanes” *Org. Lett.* 査読有、19 巻、(2017)、2973–2976.
DOI: 10.1021/acs.orglett.7b01209.
- (24) 山本千秋、平野康次、三浦雅博 ”Cesium Hydroxide-mediated Regio- and Stereoselective Hydroamidation of Internal Aryl Alkynes with Primary Amides” *Chem. Lett.* 査読有、46 巻、(2017)、1048–1050.
DOI: 10.1246/cl.170379.
- (25) 三浦 航、平野康次、三浦雅博 ”Nickel-Catalyzed Directed C6-Selective C-H Alkylation of 2-Pyridones with Dienes and Activated Alkenes” *J. Org. Chem.* 査読有、82 巻、(2017)、5337–5344.
DOI: 10.1021/acs.joc.7b00682.
- (26) Atifah Najib、平野康次、三浦雅博 ”Palladium-Catalyzed Asymmetric Benzylic Substitution of Secondary Benzyl Carbonates with Nitrogen and Oxygen Nucleophiles” *Org. Lett.* 査読有、19 巻、(2017)、2438–2441.
DOI: 10.1021/acs.orglett.7b01022.
- (27) 宇納佑斗、平野康次、三浦雅博 ”Metal-Free Electrophilic Phosphination/Cyclization of Alkynes” *J. Am. Chem. Soc.* 査読有、139 巻、(2017)、6106–6109.
DOI: 10.1021/jacs.7b02977.
- (28) 高松一貴、平野康次、三浦雅博 ”Copper-Mediated Decarboxylative Coupling of Benzamides with ortho-Nitrobenzoic Acids by Directed C-H Cleavage” *Angew. Chem. Int. Ed.* 査読有、56 巻、(2017)、5353–5357.
DOI: 10.1002/anie.201701918.
- (29) 三浦 航、平野康次、三浦雅博 ”Iridium-Catalyzed Site-Selective C-H Borylation of 2-Pyridones” *Synthesis* 査読有、49 巻、(2017)、4745–4752.
DOI: 10.1055/s-0036-1588735.
- (30) 保久友宏、平野康次、三浦雅博 ”Rhodium-Catalyzed Electrophilic Amination of Arylboronic Acids with Secondary Hydroxylamines” *Chem. Lett.* 査読有、46 巻、(2017)、463–465.
DOI: 10.1246/cl.161158.
- (31) 西川大貴、榮 良典、三木佑也、平野康次、三浦雅博 ”Copper-Catalyzed Regioselective Ring-Opening Hydroamination of Methylene-cyclopropanes” *J. Org. Chem.* 査読有、81 巻、(2016)、12128–12134.
DOI: 10.1021/acs.joc.6b02483.
- (32) 加藤宏大、平野康次、三浦雅博 ”Synthesis of β -Boryl- α -Aminosilanes by Copper-Catalyzed Aminoboration of Vinylsilanes” *Angew. Chem. Int. Ed.* 査読有、55 巻、(2016)、14400–14404.
DOI: 10.1002/anie.201608139.
- (33) 奥川祐登、平野康次、三浦雅博 ”Copper-Catalyzed Vicinal Diphosphination of Styrenes: Access to 1,2-Bis(diphenylphosphino)ethane-Type Bidentate Ligands from Olefins” *Angew. Chem. Int. Ed.* 査読有、55 巻、(2016)、13558–13561.
DOI: 10.1002/anie.201606976.
- (34) 西川大貴、平野康次、三浦雅博 ”Copper-Catalyzed Regio- and Stereoselective Aminoboration of Alkenylboronates” *Org. Lett.* 査読有、18 巻、(2016)、4856–4859.
DOI: 10.1021/acs.orglett.6b02338.
- (35) 山本千秋、高松一貴、平野康次、三浦雅博 ”Copper-Catalyzed Intramolecular Benzylic C-H Amination for the Synthesis of Isoindolinones” *J. Org. Chem.* 査読有、81 巻、(2016)、7675–7684.
DOI: 10.1021/acs.joc.6b01393.
- (36) 三浦 航、平野康次、三浦雅博 ”Rhodium-Catalyzed C6-Selective C-H Borylation of 2-Pyridones” *Org. Lett.* 査読有、18 巻、(2016)、3742–3745.
DOI: 10.1021/acs.orglett.6b01762.
- (37) Atifah Najib、平野康次、佐藤哲也、三浦雅博 ”Highly C3-Selective Direct Alkylation and Arylation of 2-Pyridones under Visible-light-promoted Photoredox Catalysis” *Heterocycles* 査読有、92 巻、(2016)、1187–1203.
DOI: 10.3987/COM-16-13459.
- (38) 田淵 翔、平野康次、三浦雅博 ”Palladium-Catalyzed Asymmetric Benzylic Alkylation of Active Methylene Compounds with α -Naphthylbenzyl Carbonates and Pivalates” *Angew. Chem. Int. Ed.* 査読有、55 巻、(2016)、6973–6977.
DOI: 10.1002/anie.201602075.
- (39) 西川大貴、平野康次、三浦雅博 ”Asymmetric Synthesis of α -Aminoboronic Acid Derivatives by Copper-Catalyzed Enantioselective Hydroamination” *J. Am. Chem. Soc.* 査読有、137 巻、(2015)、

15620–15623.

DOI: 10.1021/jacs.5b09773.

- (40) 田淵 翔、平野康次、三浦雅博 ”Stereospecific Pd-Catalyzed Intermolecular C(sp³)-C(sp) Cross-Coupling of Diarylmethyl Carbonates and Terminal Alkynes Under Base-Free Conditions” Chem. Eur. J. 査読有、21 巻、(2015)、16823–16827.
DOI: 10.1002/chem.201503647.
- (41) 高松一貴、平野康次、三浦雅博 ”Copper-Catalyzed Formal [4 + 1] Cycloaddition of Benzamides and Isonitriles via Directed C-H Cleavage” Org. Lett. 査読有、17 巻、(2015)、4066–4069.
DOI: 10.1021/acs.orglett.5b01986.
- (42) 三浦 航、平野康次、三浦雅博 ”Copper-Mediated Oxidative Coupling of Benzamides with Maleimides via Directed C-H Cleavage” Org. Lett. 査読有、17 巻、(2015)、4034–4037.
DOI: 10.1021/acs.orglett.5b01940.

〔学会発表〕(計 13 件)

- (1) 平野康次 ”極性転換が拓く新規炭素-ヘテロ元素結合形成” 日本薬学会第 139 年会シンポジウム「有機合成化学の若い力：今、ICHIBAN アツイ化学者たち」、2019.3.21-23、幕張メッセ (千葉)
- (2) 平野康次 ”Palladium-Catalyzed Asymmetric Benzylic Substitution of Secondary Benzyl Carbonates” The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-14), 2018.11.12-16, Rihga Royal Hotel KYOTO (Kyoto, Japan)
- (3) 平野康次 ”Phosphination of Alkenes and Alkynes with Phosphinyl Radicals and Phosphenium Cations of Unique Reactivity” International Symposium on Main Group Chemistry Directed towards Organic Synthesis (MACOS), 2018.8.25, Kyoto University (Kyoto, Japan)
- (4) 平野康次 ”Phosphination of Alkenes and Alkynes with Phosphinyl Radicals and Phosphenium Cations of Unique Reactivity” Biotechnology and Chemistry for Green Growth, 2018.3.13-14、淡路夢舞台国際会議場 (兵庫)
- (5) 平野康次 ”極性転換が拓く新規触媒的炭素-窒素結合形成” 第 13 回関西創薬研究会、2017.10.27、石原産業株式会社 (滋賀)
- (6) 平野康次 ”Catalytic *vic*-Diphosphination of Terminal Alkenes with Silylphosphine” INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PURE & APPLIED CHEMISTRY (ISPAC) 2017, 2017.6.8-10, Hotel Continental Saigon (Ho Chi Minh City, Vietnam)
- (7) 平野康次 ”銅触媒を用いた窒素およびリン元素導入を伴うアルケンの二官能基化反応の開発” 分子研研究会「若い世代が創る次世代型分子触媒の開発とその展望」, 2016.11.10-11、分子科学研究所 (岡崎)
- (8) 平野康次 ”銅触媒を用いた求電子的アミノ化:”マイナス”を”プラス”にしたら何ができるか?” 第 36 回有機合成若手セミナー「明日の有機合成を担う人のために」、2016.8.9、京都薬科大学 (京都)
- (9) 平野康次 ”Synthesis of α -Aminoboronic Acid and -silane Derivatives by Copper-Catalyzed Electrophilic Amination” JSPS Japanese-German Graduate Externship International Symposium “Biological and Chemical Methods for Selective Catalysis”, 2016.9.5-8, Aachen University (Aachen, Germany)
- (10) 平野康次 ”Development of New Catalytic C–N Bond Formation Based on Electrophilic Amination” 日本化学会第 69 春季年会, 2016.3.24、同志社大学 (京都)
- (11) 平野康次 ”銅触媒による求電子的アミノ化を利用した炭素 - 窒素結合形成” ITbM/IGER Chemistry Workshop “Symposium of Organic Chemistry by Students”, 2015.10.30、名古屋大学 (名古屋)
- (12) 平野康次 ”Regiodivergent Copper-Catalyzed Aminoboration of Unactivated Terminal Alkenes” 18th IUPAC Conference on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis (OMCOS18), 2015.6.28-7.2、Sitges (Barcelona, Spain)
- (13) 平野康次 ”Regiodivergent Copper-Catalyzed Aminoboration of Unactivated Terminal Alkenes” Organic Chemistry Symposia, RSC Japan Road Show, 2015.6.5, Kyoto University (Kyoto, Japan)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~miura-lab/>

6 . 研究組織

該当なし