

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23350017

研究課題名(和文)直鎖炭化水素基を官能基として用いる分子触媒の設計

研究課題名(英文)Design of Molecular Catalyst using Alkyl Chain as a Functional Group

研究代表者

松原 誠二郎(Matsubara, Seijiro)

京都大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：90190496

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,600,000円

研究成果の概要(和文)：当初直鎖アルキルの自己組織能力と疎水性を利用する抗選択的かつ効率の良い触媒の開発を目指し、研究に着手した。研究をすすめる内に、堅牢な分子骨格に二官能基を配置した有機分子触媒の利用が有効であることがわかり、従来では困難であった複素環化合物の不斉合成を可能にした。また、疎水性に優れる金属ポルフィリン触媒を用いて新規環化付加反応を見いだした。これ以外にもニッケル触媒、亜鉛反応剤を用い、新規環状化合物合成の開発を行った。

研究成果の概要(英文)：At the beginning of the project, we focused on the alkyl chain, which has a self-assembling ability and hydrophobicity, and tried to develop highly selective and efficient catalyst. During the research, we found a use of organocatalyst, which has a molecular frame with two functional group, is effective for the preparation of heterocyclic compound with high asymmetric induction. Moreover, we also found a novel cycloaddition reaction using metal-porphyrin catalyst, which has high hydrophobicity. And also, we developed novel method for the preparation of cyclic compounds using nickel catalyst and organozinc reagent.

研究分野：有機合成化学

キーワード：複素環合成 有機分子触媒 金属ポルフィリン ニッケル触媒 有機亜鉛

1. 研究開始当初の背景

「直鎖炭化水素基を官能基として用いる分子触媒の設計」は、ルイス酸触媒や遷移金属触媒を用いる反応を開発して、課程で、触媒の選択性や効率を直鎖炭化水素基の自己集積能力や疎水性により向上させることを目的として着手し、環境調和型の反応へ展開することをめざした。実際、着手時には、Click-reactionとして現在有機化学、生化学、材料化学の分野でも盛んに利用されている銅触媒によるアジドアルキンの環化付加反応においても、触媒として用いる銅塩に長鎖アルキルを有するイミダゾールを配位子として用いれば従来報告されている銅触媒よりもはるかに高活性の触媒を与えることができることを見だし報告しており、この作業仮説の根拠とした (S. Matsubara, Effects of a flexible alkyl chain on a ligand for CuAAC reaction, *Org. Lett.* **2010**, *12*, 4988)。

2. 研究の目的

当初金属触媒を用いる反応制御において、直鎖炭化水素鎖の自己集積能力と疎水性を活用し、選択性と効率を向上させることを目的とした。それに加え既に着手していた有機分子触媒において長鎖の炭化水素ユニットを利用することの有効性を示すことも目的とした。しかし、大きな目的としては、高選択的・高効率反応の開発であり、我々は環状化合物合成に関して、検討を進めることとした。このように開始した研究ではあったが、有機分子触媒の研究をすすめるなかで、二官能基性有機触媒を用いると、従来にない高エナンチオ選択的不斉環化反応を行えることを見だし、大きく研究を展開することができた。また、疎水性に着目するなかで、大きな疎水性ユニットを有する金属ポルフィリン触媒に注目し、結果として新規環化付加反応を見出すことができた。ニッケル触媒を用いる反応では長鎖炭化水素を有する複素環合成法を見出すことができた。

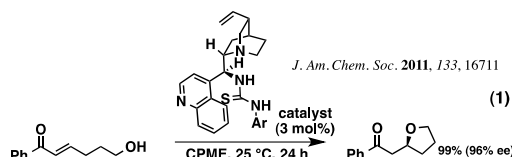
3. 研究の方法

これまで研究代表者が取り組んできた、有機分子触媒、遷移金属触媒、有機亜鉛反応剤の利用を中心に検討を進めた。結果として後に示す多くの新規環状化合物合成法を見出すことができた。

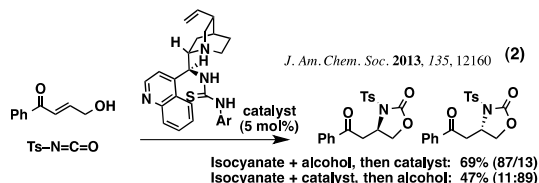
4. 研究成果

[1] 有機分子触媒を用いる新規不斉環化反応

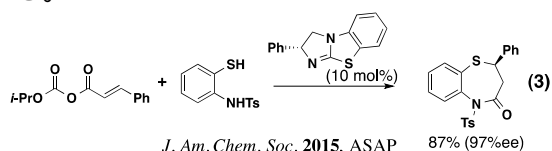
有機触媒に関する検討において最初に見いだしたのが、 ϵ -ヒドロキシ、 α,β -不飽和ケトンに対してシコナアルカロイド由来の分子内にチオウレア部位と三級アミンを有する有機分子触媒を作用させると、不斉分子内マイケル付加が高選択的に進行し、2-アシルテトラヒドロフランが高エナンチオ選択的に得られる反応である (式1)。一般に、分子内マイケル付加で5員環を形成する反応は活性化エネルギーが低く、エナンチオマーの作り分けを行うことは極めて困難であった。しかし、このような二官能基性有機分子触媒の利用は、複素環不斉合成に新しい手法をもたらした。



また、式2に示すような知見も得られた。 γ -ヒドロキシ、 α,β -不飽和ケトンとイソシアナートに対し、式1と同様シコナアルカロイド由来の二官能基性触媒を作用させたところ、oxazolidin-2-oneの両エナンチオマーが、アルコール・イソシアナート・触媒の加える順番により作り分けができることを明らかにした (式2)。これは基質であるイソシアナートが触媒と先に反応し、触媒を変質させてしまう結果であり、今後有機触媒を用いる際に起こりうる事例を先駆的に示したものである。

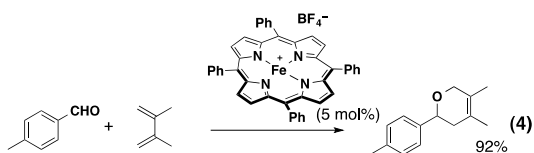


また、式3に示すようなベンゾチアゼピンの不斉環化付加反応も見いだしている。この生成物は、抗精神薬として実用化されているものであり、非常に有用な反応である。



[2] 金属ポルフィリン触媒を用いる新規環化付加反応

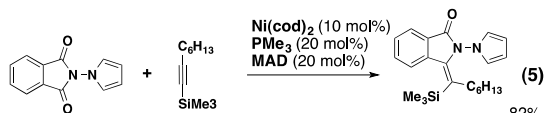
金属ポルフィリンは、高酸化数の金属イオンを中心に持ち酸化数を維持したまま、作用するのでLewis酸触媒としての活用が期待できる。我々はそれに加え、ポルフィリン環の疎水性を有効利用できるのではないかと考えた。式4に示すのは、鉄ポルフィリン錯体を触媒とするアルデヒドと不活性ジエンとの[4+2]型環化付加反応である。従来の反応では、アルコキシ基が置換した電子豊富ジエンでしか進行しないが、金属ポルフィリン触媒の有効性を示す成果となった。なお、コバルトポルフィリン錯体を触媒とすると、アルドイミンと不活性ジエンとの[4+2]型環化付加反応が進行することも見いだしている。これらの反応を軸にして水素添加、エン-イン環化異性化等の成果をあげる事もできた。



J. Am. Chem. Soc. 2011, 134, 5512

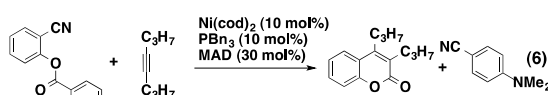
[3] ニッケル触媒を用いる新規分子変換反応

ニッケル触媒の作用により無水フタル酸やフタルイミドより脱カルボニルを伴い、ニッケラサイクルを調整し環状化合物を得る手法を我々は既に開発している。今回、フタルイミドにニッケルだけでなく、立体障害の大きなアルミ錯体であるMADを協働触媒として作用すると、シリルアセチレンがメチレンとして挿入するような新規環化反応を行うことができた(式5)。



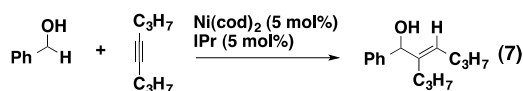
J. Am. Chem. Soc. 2013, 135, 13636

ニッケルとアルミの協働触媒は式6のような反応も可能にした。この反応では、二カ所のC-C結合が活性化されアルキンが挿入した形の環状化合物生成反応である。



J. Am. Chem. Soc. 2011, 133, 11066

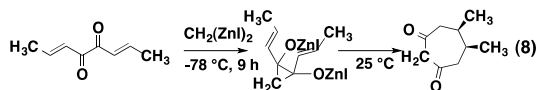
式7のような環境調和型反応も見いだした。一級アルコールとアルキンにニッケル-IPr触媒を作用するだけであるが、一挙にアリルアルコールが生成する。通常の変換反応では、酸化-還元反応を経て数ステップで行う必要があり、Redox-economyかつStep-economyな反応であると言える。



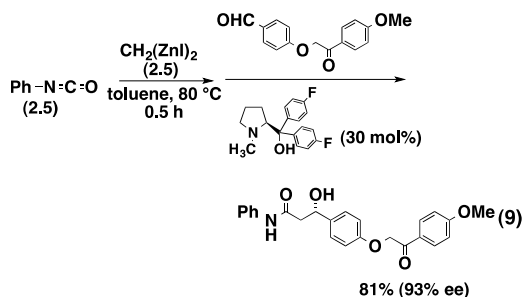
J. Am. Chem. Soc. 2014, 136, 7797

[4] 有機二亜鉛種を用いる新規環化付加反応

ジビニル-1,2-ジケトンに対して二亜鉛メチレンを作用させると、一挙にシクロヘプタン-1,3-ジオンが得られる反応を見いだした(式8)。ジケトンに対し二亜鉛種が作用し、シス体のシクロプロパン-1,2-ジオールが生成し、それがCope転位を経て7員環生成物となる。



また、二亜鉛メチレンを THF もしくはトルエン中 80 でフェニルイソシアネートに反応させると、エノラート等価体得られる。このエノラート等価体の反応性は従来 α -ハロアミドと亜鉛金属から得られる Reformatsky 型のエノラート等価体に較べ、極めて低い。このことは、従来研究されて来たアミノアルコール触媒による有機亜鉛反応剤による触媒的アルキル化を適用すれば触媒的不斉合成が行える可能性を示している。このエノラート等価体は、ケトン、アルデヒドとの反応の官能基選択性があり、式9に示すように、ケトンとアルデヒドが共存する基質において、アルデヒドに対し、選択的に触媒的不斉 Reformatsky 型反応が可能となっている。



以上のように、幅広い種類の触媒・反応剤を用いて、環状化合物合成を中心に新規有用分子変換反応を開発することができた。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 57 件)

1. Preparation of cycloheptane ring by nucleophilic cyclopropanation of 1,2-diketones with bis(iodozincio)methane, Ryosuke, H.; Takada, Y.; Matsubara, S.* *Org. Biomol. Chem.* **2015**, *13*, 241-247. (10.1039/C4OB01474)
2. Nickel-catalysed synthesis of tetrasubstituted vinyl sulfides from thiocarbamates and internal alkynes, Inami, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Commun.* **2015**, *51*, 1285-1288. (10.1039/c4cc09123)
3. Asymmetric Oxy-Michael Addition to gamma-Hydroxy-alpha,beta-Unsaturated Carbonyls Using Formaldehyde as an Oxygen-Centered Nucleophile, Yoneda, N.; Hotta, A.; Asano, K.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2014**, *16*, 6264-6266. (10.1021/ol3003755)
4. Rhodium(III) Porphyrin-catalyzed Reactions via Activation of Alkynes, Hasegawa, M.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2014**, *43*, 1937-1939. (10.1246/cl.140810)
5. Design of Molecular Transformations Based on the Concerted Function of Two Zinc Atoms in Bis(iodozincio)methane, Sada, M.; Uchiyama, M.; Matsubara, S.* *Synlett* **2014**, *25*, 2831-2841. (10.1055/s-0034-1379250)
6. Nickel-Catalyzed Reaction of Thioisatins and Alkynes: A Facile Synthesis of Thiochromones, Inami, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2014**, *16*, 5660-5662. (10.1021/ol5026102)
7. Regio- and Diastereoselective Nickel-Catalyzed Cycloaddition of Activated Cyclopropanes with Allenes, Tombe, R.; Iwamoto, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Synlett* **2014**, 2281-2284. (10.155/s-0034-1378371)
8. Preparation of the Zinc Enolate Equivalent of Amides by Zinciomethylation of Isocyanates: Catalytic Asymmetric Reformatsky-Type Reaction, Haraguchi, R.; Matsubara, S.* *Synthesis* **2014**, 2272-2282. (10.1055/s-0034-1378514)
9. Lithium(1+)-Catalyzed Nazarov-Type Cyclization of 1-Arylbuta-2,3-dien-1-ols: Synthesis of Benzofulvene Derivatives, Sai, M.; Matsubara, S.* *Synlett* **2014**, 2067-2071. (10.1055/s-0034-1378333)
10. Cobalt Porphyrin Catalyzed [3+2] Cycloaddition of Cyclopropanes and Carbonyl Compounds, Shiba, Takahiro; Kuroda, Daiki; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Synlett* **2014**, 2005-2008. (10.1055/s-0034-1378394)
11. Nickel-Catalyzed Redox-Economical Coupling of Alcohols and Alkynes to Form Allylic Alcohols, Nakai, K.; Yoshida, Y.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *J. Am. Chem. Soc.* **2014**, *136*, 7797-7800. (10.1021/ja500666h)
12. Palladium Porphyrin Catalyzed Hydrogenation of Alkynes: Stereoselective Synthesis of cis-Alkenes, Nishibayashi, R.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Synlett*, **2014**, 1287-1290. (10.1055/s-0033-1341240)
13. Diastereoselective Construction of Trans-Fused Octalone Framework via Ruthenium-Porphyrin-Catalyzed Cycloaddition, Terada, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2014**, *16*, 2594-2597. (10.121/ol500625r)
14. Asymmetric Isomerization of w-Hydroxy-a,b-Unsaturated Thioesters into β -Mercaptolactones by a Bifunctional Aminothiourea Catalyst, Fukata, Y.; Okamura, T.; Asano, K.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2014**, *16*, 2184-2187. (10.121/ol500637x)
15. Asymmetric chroman synthesis via an intramolecular oxy-Michael addition by bifunctional organocatalysts, Miyaji, R.; Asano, K.; Matsubara, S.* *Org. Biomol. Chem.* **2014**, *12*, 119-122. (10.1039/C3OB41938J)
16. Catalytic Asymmetric Aldol-Type Reaction of Zinc Enolate Equivalent of Amides, Haraguchi, R.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2013**, *15*, 3378-3380. (10.1021/ol4005068)
17. Copper-catalyzed 1,4-Addition Reaction of Grignard Reagent to Enones Using Microflow System, Katayama, H.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2013**, *42*, 471-472. (10.1246/cl.1300)
18. Procedure-Controlled Enantioselectivity Switch in Organocatalytic 2-Oxazolidinone Synthesis, Fukata, Y.; Asano, K.; Matsubara, S.* *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, *135*, 12160-12163. (10.1021/ja407027e)
19. Asymmetric Indoline Synthesis via Intramolecular Aza-Michael Addition Mediated by Bifunctional Organocatalysts, Miyaji, R.; Asano, K.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2013**, *15*, 3658-3661. (10.1021/ja407027e)
20. Asymmetric Cycloetherifications by Bifunctional Aminothiourea Catalysts: The Importance of Hydrogen Bonding, Fukata, Y.; Miyaji, R.; Okamura, T.; Asano, K.; Matsubara, S.* *Synthesis* **2013**, *45*, 1627-1634. (10.1055/s-0032-1316920)
21. Nickel-Catalyzed Decarbonylative Alkylidenation of Phthalimides with Trimethylsilyl-Substituted Alkynes, Shiba, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, *135*, 13636-13639. (10.1021/ja4068172)
22. Iron Corrole Catalyzed [4+2] Cycloaddition of Dienes and Aldehydes, Kuwano, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2013**, *42*, 1241-1243. (10.1246/cl.130672)
23. Nickel-Catalyzed Decarbonylative and Decarboxylative Cycloaddition of Isoic Anhydrides with Alkynes, Nakai, K.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2013**, *42*, 1238-1240. (10.1246/cl.130578)
24. Cationic Iron(III) Porphyrin Catalyzed Dehydrative Friedel-Crafts Reaction of Alcohols with Arenes, Teranishi, S.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Synlett*

- 2013**, *24*, 2148–2152. (10.1055/s-0033-1339640)
25. [3+2] Cycloaddition of Aziridines with Alkenes Catalyzed by Cationic-Manganese-Porphyrin, Ozawa, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Synlett* **2013**, *24*, 2763–2767. (10.1055/s-0033-1340012)
 26. Dicationic Platinum Porphyrin Catalyzed Cycloisomerization of Enynes, Hasegawa, M.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Tetrahedron Lett.* **2013**, *54*, 6196–6198. (10.1016/j.tetlet.2013.08.128)
 27. Synthesis of Phenanthrenes by Cationic Chromium(III) Porphyrin-Catalyzed Dehydration Cycloaromatization, Wakabayashi, R.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Synlett* **2013**, *24*, 1791–1793. (10.1055/s-0033-1339710)
 28. Synthesis of Quinolones by Nickel-Catalyzed Cycloaddition via Elimination of Nitrile, Nakai, K.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2013**, *15*, 856–859. (10.1021/ol303546p)
 29. Nickel-catalyzed Decarbonylative Polymerization of 5-Alkynylphthalimides: A New Methodology for the Preparation of Polyheterocycles, Takeuchi, M.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2012**, *41*(12), 1566–1568. (10.1246/cl.2012.1566)
 30. Nickel-catalyzed Cycloaddition of α,β -Unsaturated Oximes with Alkynes: Synthesis of Highly Substituted Pyridine Derivatives, Yoshida, Y.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2012**, *41*(11), 1498–1499. (10.1246/cl.2012.1498)
 31. Ruthenium Porphyrin Catalyzed Friedel-Crafts Type Reaction of Arenes With Imines, Terada, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Heterocycles*, **2012**, *85* (10), 2415 (10.3987/COM-12-12556)
 32. Cobalt(III) Porphyrin Catalyzed Aza-Diels-Alder Reaction, Wakabayashi, R.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2012**, *14* (18), 4794–4797 (10.1021/ol3020946)
 33. Manganese Porphyrin Catalyzed Cycloisomerization of Enynes, Ozawa, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2012**, *14* (12), 3008–3011 (10.1021/ol3014161)
 34. Rapid Preparation of Cycloheptane Ring from 1,2-Diketone and Bis(iodozincio)methane via Oxy-Cope Rearrangement Using Microflow System, Haraguchi, R.; Takada, Y.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2012**, *41*, 628–629. (10.1246/cl.2012.628)
 35. Cationic Iron(III) Porphyrin-Catalyzed [4+2] Cycloaddition of Unactivated Aldehydes with Simple Dienes, Fujiwara, K.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 5512–5515. (10.1021/ja300790x)
 36. Asymmetric Synthesis of 1,3-Dioxolanes by Organocatalytic Formal [3+2] Cycloaddition via Hemiacetal Intermediates., Asano, K.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2012**, *14*, 1620–1623. (10.1021/ol3003755)
 37. Organocatalytic asymmetric oxy-Michael addition to a α -hydroxy- β -unsaturated thioester via hemiacetal intermediates, Okamura, T.; Asano, K.; Matsubara, S.* *Chem. Commun.* **2012**, *48*, 5076–5078 (10.1039/c2cc31602a)
 38. Nickel-catalyzed [4+2] cycloaddition for highly substituted arenes, Horie, H.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Commun.* **2012**, *48*, 3866–3868 (10.1039/c2cc30801k)
 39. Preparation of Furan Ring from 2-(Oxiran-2-yl)-1-alkylethanone Catalyzed by Nafion® Sac-13, Tombe, R.; Matsubara, S.* *Heterocycles* **2012**, *84*, 775–783 (10.3987/COM-11-S(P)55)
 40. Wittig Like Methylenation of Aldehydes in a Microflow System: Selective Methylenation by Differential of Plural Reactions. Takada, Y.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2011**, *40*, 364–365 (10.1246/cl.2011.364)
 41. Asymmetric Catalytic Cycloetherification Mediated by Bifunctional Organocatalysts. Asano, K.; Matsubara, S.* *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 16711–16712 (10.1021/ja207322d)
 42. A Tandem Reaction of Organozinc Reagent Prepared from Palladium-Catalyzed Umpolung Method: Diastereoselective Formation of Cyclohexene Derivatives Bearing Three Adjacent Stereocenters. Sada, M.; Nomura, K.; Matsubara, S.* *Org. Bioorg. Chem.* **2011**, *9*, 1389–1393 (10.1039/C0OB00806)
 43. Nickel-catalyzed [3+2] Cycloaddition of α,β -Unsaturated Ketones with Vinyl Oxiranes. Sako, S.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2011**, *40*, 808–809 (10.1246/cl.2011.808)
 44. Nickel-Catalyzed Cycloadditions of Thiophthalic Anhydrides with Alkynes. Inami, T.; Baba, Y.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2011**, *13*, 1912–1915 (10.1021/ol200336c)
 45. Methylenecyclopropanes in [4+1] Cycloaddition with Enones. Inami, T.; Sako, S.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2011**, *13*, 3837–3839 (10.1021/ol201540b)
 46. Silver-Catalyzed Intramolecular Chloroamination of Allenes: Easy Access to Functionalized 3-Pyrroline and Pyrrole Derivatives. Sai, M.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2011**, *13*, 4676–4679 (10.1021/ol201895s)
 47. Dehydrogenative Diels-Alder Reaction. Ozawa, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Org. Lett.* **2011**, *13*, 5390–5393 (10.1021/ol202283d)
 48. Nickel-catalyzed Cycloadditions of Benzoxazinones with Alkynes: Synthesis of Quinolines and Quinolones. Maizuru, N.; Inami, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2011**, *40*, 375–376 (10.1246/cl.2011.375)
 49. Nickel-Catalyzed Intermolecular Codimerization of Acrylates and Alkynes. Horie, H.; Koyama, I.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 2658–2660 (10.1039/C0CC04061D)
 50. Nickel-Iminophosphine-Catalyzed [4+2] Cycloaddition of Enones with Allenes: Synthesis of Highly Substituted Dihydropyrans. Sako, S.;

- Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Commun.* **2011**, 47, 6150-6152 (10.1039/C1CC10890E)
51. Methylenecyclopropane as C1 Synthetic Units: [1+4] Cycloaddition via a Nickel Catalyst. Inami, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Commun.* **2011**, 47, 9711-9713 (10.1039/C1CC13540F)
 52. Nickel-Catalyzed Cycloaddition of *o*-Arylcarboxybenzotrioles and Alkynes via Cleavage of Two Carbon-Carbon σ Bonds. Nakai, K.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, 133, 11066-11067 (10.1021/ja203829j)
 53. Transition-Metal Chloride Mediated Addition Reaction of Diorganomagnesium to Easily Enolizable Ketones. Sada, M.; Matsubara, S.* *Tetrahedron* **2011**, 67, 2612-2614 (10.1016/j.tet.2011.02.009)
 54. Nickel-Catalyzed Cycloaddition of $\alpha,\beta,\gamma,\delta$ -Unsaturated Ketones with Alkynes. Horie, H.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, 50, 8956-8959 (10.1002/anie.201104286)
 55. Nickel-catalyzed Heteroannulation of *o*-Haloanilines with Alkynes. Yoshida, Y.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2011**, 40, 1067-1068 (10.1246/cl.2011.1067)
 56. Nickel-catalyzed Cycloaddition of Aromatic (O-Benzyl)ketoximes with Alkynes to Produce Isoquinoline and Isoquinoline N-Oxide Derivatives. Yoshida, Y.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2011**, 40, 1140-1141 (10.1246/cl.2011.114)
 57. Nickel-catalyzed Decarboxylative Polymerization of 6-Alkynylisatoic Anhydride. Nakai, K.; Shiba, T.; Yoshino, Y.; Kurahashi, T.; Matsubara, S.* *Chem. Lett.* **2011**, 40, 1240-1241 (10.1246/cl.2011.1240)
6. 松原誠二郎, フロー・マイクロ合成研究会第26回公開講演会, 大阪, 2012.8.3 環化付加と環化反応の新しい工夫松原誠二郎, 平成24年度後期有機合成化学講習会, 東京, 2012.11.20
 7. Novel Synthetic Method for Heterocyclic Compounds Seihiro Matsubara, Bristol-Kyoto Organic Synthesis Workshop in Kyoto, 2012.11.17
 8. New Methods for the Preparation of Heterocyclic Compounds Matsubara, S. 2nd International Collaborative and Cooperative Chemistry Symposium (ICCS2), The University of Queensland, Brisbane, Australia, 2011, 11.01 (招待講演)
 9. (Asymmetric Synthesis of Heterocycles via Cyclization by Bifunctional Organocatalyst Asano, K.; Matsubara, S. First Germany-Japan Organocatalytic Symposium, Kyoto University, Kyoto, 2011, 10.14 (Poster)
 10. Selective Methylenation of Aldehydes with Bis(iodozincio)methane Takada, Y.; Matsubara, S. ISIS-7, Kobe, Japan, 2011, 10.10 (Poster)
 11. Organocatalytic Oxy-Michael Addition to γ -Hydroxy- α,β -Unsaturated Thioester Okamura, T.; Asano, K.; Matsubara, S. ISIS-7, Kobe, Japan, 2011, 10.10 (Poster)
 12. A Novel Nickel-catalyzed [4+1] Cycloaddition Inami, T.; Kurahashi, T.; Matsubara, S. ISIS-7, Kobe, Japan, 2011, 10.10 (Poster)
 13. Asymmetric Synthesis of Heterocycles via Cyclization by Bifunctional Organocatalyst Asano, K.; Fukata, Y.; Matsubara, S. ISIS-7, Kobe, Japan, 2011, 10.10 (Poster)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕
ホームページ等
<http://researchmap.jp/read0012787/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松原 誠二郎 (MATSUBARA, Seihiro)
京都大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 90190496

〔学会発表〕(計131件)

1. Preparation of Heterocycle Based on Ni-catalyzed C-C Bond Activation Seihiro Matsubara, Fifth International Collaborative and Cooperative Chemistry Symposium, Kyoto, 2014. 9.30 (招待講演)
2. 有機金属反応剤と有機分子触媒の使い方 松原誠二郎 第34回有機合成若手セミナー, 大阪, 2014年8月5日(招待講演)
3. Asymmetric Synthesis of Heterocycles using Bifunctional Organocatalyst Seihiro Matsubara, The 8th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia, 大阪, PB-19 (ポスター), 2013.11.28
4. Procedure-Controlled Enantioselectivity Switch in Organocatalytic 2-Oxazolidinone Synthesis Keisuke Asano, Yukihiro Fukata, Seihiro Matsubara The Eighth International Symposium on Integrated Synthesis, 奈良, P64 (ポスター), 2013, 11.30
5. 松原誠二郎, 平成24年度後期有機合成化学講習会, 東京, 2012.11.20 有機亜鉛反応剤系でのマイクロフローの微分的な利用