

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：11301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2011～2015

課題番号：23105009

研究課題名（和文）有機触媒芳香族脱プロトン化による分子変換システム開発

研究課題名（英文）Development of Molecular Transforming System Using Organocatalytic Aromatic Deprotonation

研究代表者

根東 義則（Kondo, Yoshinori）

東北大学・薬学研究科（研究院）・教授

研究者番号：90162122

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 39,900,000円

研究成果の概要（和文）：医薬品の基本構造あるいは部分構造として重要な芳香族化合物あるいは芳香族複素環化合物のC-H修飾反応の開発は多様性に富む医薬候補分子を供給する上で重要な研究課題である。遷移金属などの重金属類を用いた手法の開発はこれまで精力的に行われてきたが、医薬品への重金属の混入は厳しく規制されており、メタルフリーの方法論として有機分子触媒システムを用いる芳香環の選択的なC-H修飾反応の開発を行った。特に系内で発生するアミド塩基を触媒とする芳香環への直接的な側鎖導入法を開発した。

研究成果の概要（英文）：Arenes and heteroarenes have been widely used in the structure of various drug candidates. The development of new methodology for the C-H functionalization of aromatic molecules is considered to be one of the most important subjects in medicinal oriented organic synthesis. Many kind of transition metalcatalyzed reactions have been employed for the selective modification of aromatic molecules, but the contamination of heavy metals in the precursors of drug syntheses is strictly regulated. In this project, development of organocatalytic systems for selective C-H functionalization of aromatic molecules was investigated without using transition metal catalyzed processes. Especially, new deprotonative functionalizations were achieved by using in situ generated amide base catalyst.

研究分野：有機反応化学

キーワード：有機分子触媒 脱プロトン化 芳香環 芳香族複素環 アミド塩基 C-H修飾反応 メタルフリー

### 1. 研究開始当初の背景

芳香複素環化合物の選択的な修飾反応の中で、C-Hの活性化を伴う反応はこれまで有機金属化学を用いて研究が進められ、当量反応、触媒反応の両面から開発が行われてきた。当量反応では通常は芳香族リチオ化合物をまず調製した後に親電子剤との反応を行い種々の官能基の導入を行うが、親電子剤によってはリチオ化を親電子剤共存下に行う例も知られている。最近では官能基共存性を高めるためにリチウム以外にもマグネシウム、亜鉛、銅、アルミニウムと幅広い展開を見せている。親電子剤の種類も飛躍的に増え、多様な炭素、ヘテロ元素官能基の導入が可能となっている。一方、触媒反応はパラジウムなどの遷移金属を用いてC-H活性化を行い、選択的な炭素-炭素結合生成反応とくに芳香環と芳香環を連結させるピアリール生成反応に威力を発揮している。しかし、医薬品開発を志向する合成において、生成物への重金属類の混入はときとして問題となることがあり、また環境調和の観点からも金属を用いない分子変換反応の開発は魅力的かつ重要な課題である。一方、有機触媒プロセスはキラルな有機分子を触媒として不斉反応を中心に研究され、大きな成果が得られている。しかし、芳香環あるいは芳香複素環の修飾反応に有機触媒を用いる例は限られており、特に脱プロトン化を経る反応は皆無と考えられる。申請者は、有機超強塩基を用いる芳香環の選択的な修飾反応を研究する過程の中でその触媒化を種々試みた結果、有機触媒プロセス開発の端緒をつかんだ。

### 2. 研究の目的

芳香族複素環化合物は医薬品開発において欠かすことのできない重要な素材であり、その選択的な修飾反応の開発はいまなお精力的に行われている。金属性の試薬を用いない有機触媒反応は、高い選択性、環境に対する調和を志向して特に不斉反応を中心として研究が進められてきたが、芳香族複素環の修飾のために開発された反応例はほとんど知られておらず、未開拓の領域である。申請者は有機超強塩基を用いる炭素アニオン制御を研究する過程において、芳香族脱プロトン化-修飾のための有機触媒プロセスを見出しており今回その体系化をはかる。

### 3. 研究の方法

芳香複素環の新しい修飾法として有機触媒プロセスを用いる脱プロトン化反応を体系化し、技術的に確立する。方法としては二通り検討する。一つは有機超強塩基を触媒とし、活性化剤として有機ケイ素化合物を用いる方法である。ホスファゼン塩基 P4 とプロピニルシランの組み合わせが有効な触媒システムとなることが判明しつつあり

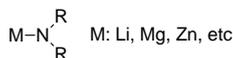
その適用範囲を明らかにする。もう一つは系内で発生させるオニウムアミドを触媒とする反応で、特にホスファゼニウム P5 フルオリドとジアルキルアミノシランとの組み合わせが有効であることが明らかになりつつあり、その適用範囲を明らかにする。有機触媒プロセスを用いる芳香環の脱プロトン化はこれまでに知られておらず、有機触媒反応の新しい可能性を示すものと考えられる。有機超強塩基は、触媒としての利用が徐々に報告されつつあり、有機合成に有用な触媒としての認識が高まりつつある。一方、オニウムアミドを用いる反応は概念として全く新規である。従来、ジアルキルアミノシラン類は、ジアルキルアミノ基を供与する試薬あるいはケイ素化のための試薬として用いられてきたが、脱プロトン化のためのアミドアニオン発生の前駆体として用いられた例はない。今回、ホスファゼニウム P5 フルオリドとジアルキルアミノシランとの反応により系内で発生したオニウムアミドを脱プロトン化剤として利用し、さらに触媒的に再生させることに成功した。これは従来脱プロトン化剤として用いられているリチウムジイソプロピルアミドをオニウムアミドに置き換えることにより、触媒的なプロセスを可能としたことを意味する。有機金属を用いることなく、芳香族炭素アニオンを発生させまた親電子剤と反応後に触媒を再生させることができたことは極めて意義深いと考えられる。この手法は、炭素アニオンの制御全般に幅広く活用することができると考えられ、大きな展開の可能性を秘めていると考えられる。

### 4. 研究成果

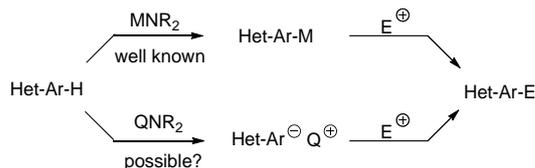
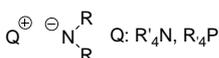
これまでにオニウムアミドは有機合成に用いられていなかったため、まずその簡便な発生法から検討を行った。種々のフッ化オニウムとトリメチルシリル化アミン類との反応により容易に系内でオニウムアミドが発生できることが明らかになった。従来の金属アミド類の調製においては反応性の高いアルキルリチウムやアルキルマグネシウム類を使用するため、反応には細心の注意が求められたが、オニウムアミドの発生においては安定な試薬と安定な試薬の組み合わせにより反応性の高い試薬の発生を行うためその反応取扱いは安全であり、有機金属の反応を行ったことのない場合でも容易に行うことができる。オニウム塩としては TBAF を用いた場合には熱安定性が低く、高熱の反応においては分解が見られた。最も効果的なのはホスファゼニウム塩を用いた場合であるが、TMAF も反応性はやや劣るものの実用的な面では十分使用可能であることが判明した。一方、トリメチルシリル化アミン類については、ジメチルアミン類は、脱プロトン化能とともに求核性も有するため、副生成物の生成が見られる場合があったが、よ

り求核性を抑えた HMDS アミドでは芳香環の脱プロトン化修飾反応は円滑に進行することが明らかとなった。

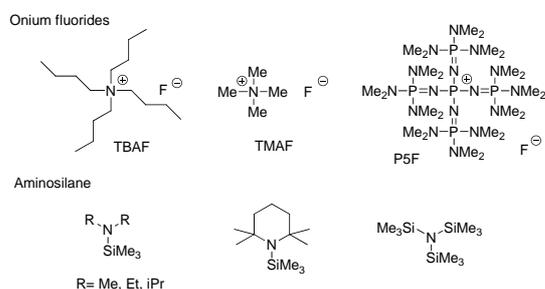
Metal Diarylamides



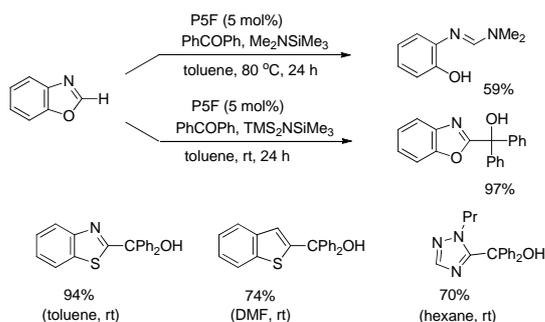
Onium Dialkylamides



Chem. Commun. 2012, 48, 9771; 2014, 50, 6523.



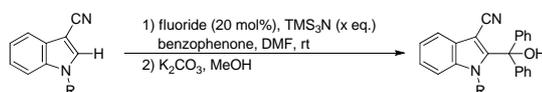
ホスファゼニウムの HMDS アミドを系内発生させることによりベンゾチアゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾチオフェンなどの芳香族複素環の触媒的な脱プロトン化修飾においてその有効性が認められた。



Chem. Commun. 2012, 48, 9771.

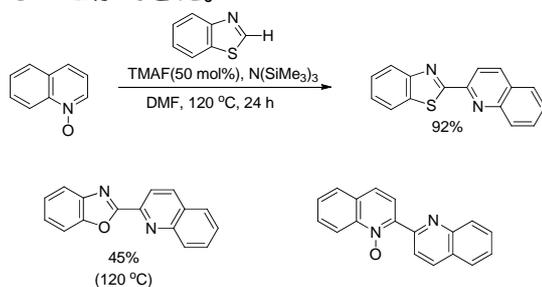
また、反応性はやや低下するもののテトラメチルアンモニウムの HMDS アミドを用いても反応は進行することが明らかとなった。官能基との共存性も高く、有機リチウムや有機マグネシウムを用いる反応とは明らかに異なった利用法としてその展開が期待される。

また、この反応システムをインドール誘導体の C-H 修飾反応に利用したところフッ化物として CsF や RbF が有効であることが明らかとなった。



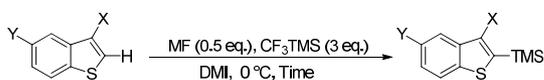
Entry	R	x	fluoride	solvent	Yield (%)
1	Me	1.1	KF	DMF	0
2	Me	1.1	RbF	DMF	84
3	Me	1.1	CsF	DMF	79
4	Me	1.1	TMAF	DMF	47
5	Me	1.1	RbF	THF	0
6	Me	2.0	RbF	DMF	quant.
7	Bn	2.0	RbF	DMF	70
8	MOM	2.0	RbF	DMF	74

この触媒システムは親電子剤として含窒素芳香族 N オキド類を用いることによりヘテロビアール類の合成に応用することが可能であり、キノリン環あるいはイソキノリン環のヘテロアール化反応を達成することができた。



Org. Biomol. Chem. 2013, 11, 3773.

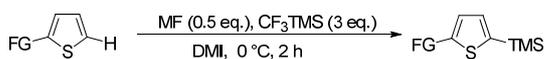
ここで、親電子剤としてカルボニル化合物の代わりに、脱プロトン化剤前駆体としての役割と親電子剤としての役割を兼ね備えた有機ケイ素化合物を用いることにより、芳香環の脱プロトン化 - ケイ素化反応が一段階で達成できる触媒システムを開発できるものと考えた。用いる有機ケイ素化合物を種々スクリーニングした結果、Ruppert 試薬として知られるトリフルオロトリメチルシランと触媒量のフッ化物塩との組み合わせにより、芳香複素環の脱プロトン化ケイ素化反応が一段階で円滑に進行することを見出した。まず無置換のベンゾチオフェンを用いて反応の最適化を行ったところ、フッ化物塩としてはフッ化セシウム、フッ化ルビジウムが優れており、溶媒としてはアミド系の溶媒が適しており、特に DMI が最も良い結果を与えた。TMAF を用いた場合には生成物は痕跡程度しか観測されず、またフッ化物を用いない場合には反応は全く進行しなかった。基質によりやや適した条件は異なり、5 位メチル体では、フッ化セシウムを用いて長時間反応を行うことにより良い結果が得られた。また 5-シアノ体、5-プロモ体では、フッ化ルビジウムがより効果的であった。またこの反応は 3-プロモ体でもケイ素化反応が円滑に進行することが明らかとなった。



Entry	X	Y	MF	Time	Yield (%) <sup>a</sup>
1	H	Me	RbF	2	10
2	H	Me	CsF	2	60
3	H	Me	CsF	24	83(81) <sup>b</sup>
4	H	CN	RbF	2	93(79) <sup>b</sup>
5	H	CN	CsF	2	60
6	H	Br	RbF	2	100(93) <sup>b</sup>
7	H	Br	CsF	2	91
8	Br	H	RbF	2	66
9	Br	H	CsF	2	77
10 <sup>c</sup>	Br	H	CsF	2	72(65) <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Determined by <sup>1</sup>H NMR. <sup>b</sup> Isolated yield. <sup>c</sup> CF<sub>3</sub>TMS: 5 eq.

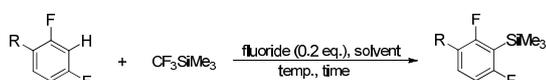
次に置換チオフェン類にこのケイ素化反応の適用を試みた。2-プロモ体のみならず2-ヨード体などの反応性の高い化合物においてもハロゲンを損なうことなく5-位を選択的にケイ素化することができた。また、有機金属化学の手法では達成が困難と考えられるニトロ基が置換する化合物においてもこの脱プロトン化-ケイ素化反応は円滑に進行した。エトキシカルボニル基やシアノ基の場合にはフッ化物としてフッ化ルビジウムを用いた場合に良好な結果が得られた。



Entry	R	MF	Yield (%) <sup>a</sup>
1	Br	RbF	88(71) <sup>b</sup>
2	Br	CsF	60
3	I	RbF	80(72) <sup>b</sup>
4	I	CsF	46
5	NO <sub>2</sub>	RbF	80(68) <sup>b</sup>
6	NO <sub>2</sub>	CsF	68
7	COOEt	RbF	40(37) <sup>b</sup>
8	COOEt	CsF	0
9 <sup>c</sup>	CN	RbF	92(84) <sup>b</sup>
10	CN	CsF	<5

<sup>a</sup> Determined by <sup>1</sup>H NMR. <sup>b</sup> Isolated yield.  
<sup>c</sup> DMI/THF (1:1), -20 °C

ベンゾチオフェン誘導体、チオフェン誘導体で良好な結果が得られ、とくに後者においてニトロ基との共存も可能であることが示されたので、次にニトロベンゼン誘導体のケイ素化反応を検討した。無置換のニトロベンゼンとの反応は全く進行しなかったが、プロモ基、ヨード基を有するニトロベンゼン誘導体でケイ素化反応が進行した。またジニトロベンゼンもケイ素化が進行することが判明した。反応の収率についてはまだ改善の余地はあるものの今後の展開の可能性は示され更なる反応の最適化により収率の向上をはかっている。さらにこの反応を1,3-次フルオロベンゼン誘導体のC-Hケイ素化反応に適用したところ高い官能基選択性を示し円滑にケイ素化反応が進行した。



Entry	R	fluoride	solvent	temp.	time (h)	Yield (%)
1	Ph	KF	DME	0 °C	2	0
2	Ph	RbF	DME	0 °C	2	69
3	Ph	CsF	DME	0 °C	2	86
4	Ph	Cs	DME	rt	2	26
5	Ph	Cs	THF	0 °C	2	23
6	H	Cs	DME	0 °C	1	85
7	Me	Cs	DME	0 °C	1	57
8	MeO	Cs	DME	0 °C	1	77
9	Br	Cs	DME	0 °C	1	quant.
10	I	Cs	DME	0 °C	1	72
11	NO <sub>2</sub>	Cs	DME	0 °C	1	79
12	CN	Cs	DME	0 °C	1	81

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計16件)

Abe, Masahiro; Denneval, Charline; Nozawa-Kumada, Kanako; Kondo, Yoshinori, Development of Madelung-type indole synthesis using copper-catalyzed amidation/condensation strategy, *Heterocycles*, Vol. 92, No. 5, 2016, inpress. (査読有)

DOI:10.3987/COM-16-13440

Sasaki, Midori; Kondo, Yoshinori, Deprotonative C-H silylation of functionalized arenes and heteroarenes using trimethyl-trialkylsilane with fluoride, *Org. Lett.* Vol. 17, No. 4, 2015, pp. 848-851. (査読有)

DOI:10.1021/ol503671b

Nozawa-Kumada, Kanako; Kadokawa, Jun; Kameyama, Takehiro; Kondo, Yoshinori, Copper-catalyzed sp<sup>3</sup> C-H aminative cyclization of 2-alkyl-N-arylbenzamides: an approach for the synthesis of N-arylidolinones, *Org. Lett.* Vol.17, No. 18, 2015, pp. 4479-4481 (査読有)

DOI:10.1021/acs.orglett.5b02235.

Inamoto, Kiyofumi; Okawa, Hitomi; Kikkawa, Shoko; Kondo, Yoshinori, Use of tetramethylammonium fluoride (TMAF) and alkali metal alkoxides as an activator for catalytic deprotonative functionalization of heteroaromatic C(sp<sup>2</sup>)-H, *Tetrahedron* Vol. 70, No. 43, 2014, pp. 7917-7922. (査読有)

DOI:10.1016/j.tet.2014.08.054  
Taneda, Hiroshi; Inamoto, Kiyofumi; Kondo, Yoshinori, Direct condensation of functionalized sp<sup>3</sup> carbons with formamides for enamine synthesis using an in situ generated HMDS amide catalyst, *Chem. Commun.* Vol. 50, No. 49, 2014, pp. 6523-6525. (査読有)

DOI:10.1039/c4cc02228a  
Yonemoto-Kobayashi, Misato; Inamoto, Kiyofumi; Kondo, Yoshinori, Desilylative carboxylation of aryltrimethylsilanes using CO<sub>2</sub> in the

presence of catalytic phosphazanium salt, *Chem. Lett.* Vol. 43, No. 4, 2014, pp. 477-479. ( 査 読 有 ) DOI:10.1246/cl.131108

Inamoto, Kiyofumi; Yamada, Tetsuya; Kato Sei-ichi; Kikkawa, Shoko; Kondo, Yoshinori, Facile deprotection of dithioacetals by using a novel 1,4-benzoquinone/cat. NaI system, *Tetrahedron*, Vol. 69, No. 44, 2013, pp. 9192-9199. ( 査 読 有 ) DOI:10.1016/j.tet.2013.08.061

Inamoto, Kiyofumi; Kadokawa, Jun; Kondo, Yoshinori, Ruthenium-catalyzed Carbonylative C-H cyclization of 2-arylphenols: a novel synthetic route to 6H-dibenzo[b,d]pyran-6-ones, *Org. Lett.* Vol. 15, No. 15, 2013, pp 3962-3965. ( 査 読 有 ) DOI:10.1021/ol401734m

Inamoto, Kiyofumi; Araki, Yuta; Kikkawa Shoko; Yonemoto, Misato; Tanaka, Yoshiyuki; Kondo, Yoshinori, Organocatalytic functionalization of heteroaromatic N-oxides with C-nucleophilic bases using in situ generated onium amide bases, *Org. Biomol. Chem.* Vol. 11, No. 27, 2013, pp. 4438-4441. ( 査 読 有 ) DOI:10.1039/c3ob40782a

Yonemoto-Kobayashi, Misato; Inamoto, Kiyofumi; Tanaka, Yoshiyuki; Kondo, Yoshinori, Craboxylation of alkynylsilanes with carbon dioxide mediated by cesium fluoride in DMSO, *Org. Biomol. Chem.* Vol. 11, No. 23, 2013, pp. 3773-3775. ( 査 読 有 ) DOI:10.1039/c3ob40760h

Inamoto, Kiyofumi; Okawa, Hitomi; Taneda, Hiroshi; Sato, Naomi; Hirono, Yutaro; Yonemoto, Misato; Kikkawa, Shoko; Kondo, Yoshinori, Organocatalytic deprotonative functionalization of C(sp<sup>2</sup>)-H and C(sp<sup>3</sup>)-H bonds using in situ generated onium amide bases, *Chem. Commun.* Vol. 48, No. 78, 2012, pp. 9771-9773. ( 査 読 有 ) DOI:10.1039/c2cc35701a

Inamoto, Kiyofumi; Nozawa, Kanako; Kadokawa, Jun; Kondo, Yoshinori, Efficient use of a surfactant for copper-catalyzed coupling of arylboronic acids with imidazoles in water, *Tetrahedron* Vol. 68, No. 38, 2012, pp. 7794-7798. ( 査 読 有 ) DOI:10.1016/j.tet.2012.07.042

Inamoto, Kiyofumi; Asano, Narumi; Nakamura, Yuka; Yonemoto, Misato; Kondo, Yoshinori, Synthesis of 3-Carboxylated Indoles through a Tandem Process Involving Cyclization of 2-Ethynylanilines Followed By CO<sub>2</sub> Fixation in the Absence of Transition Metal Catalysts, *Org. Lett.* Vol. 14, No. 10, 2012, pp. 2622-2625. ( 査 読 有 ) DOI:10.1021/ol300958c

Inamoto, Kiyofumi; Asano, Narumi; Kobayashi, Koji; Yonemoto, Misato; Kondo, Yoshinori, A copper-based catalytic system for carboxylation of terminal alkynes: synthesis of alkyl 2-alkynoates, *Org. Biomol. Chem.* Vol. 10, No. 8, 2012, pp. 1514-1516. ( 査 読 有 ) DOI:10.1039/c2ob06884b

Inamoto, Kiyofumi; Nozawa, Kanako; Yonemoto, Misato; Kondo, Yoshinori, Micellar system in copper-catalyzed hydroxylation of arylboronic acids: facile access to phenols, *Chem. Commun.* Vol. 47, No. 42, 2011, pp. 11775-11777. ( 査 読 有 ) DOI:10.1039/c1cc1497a

Araki, Yuta; Kobayashi, Koji; Yonemoto, Misato; Kondo, Yoshinori, Functionalization of heteroaromatic N-oxides using organic superbase catalyst, *Org. Biomol. Chem.* Vol. 9, No. 1, 2011, pp. 78-80. ( 査 読 有 ) DOI:10.1039/c1cc1497a

[ 学 会 発 表 ] ( 計 2 8 件 )

1. 大澤沙優里、佐々木碧、熊田佳菜子、根東義則、トリフルオロメチルトリアルキルシランを用いた芳香族ケイ素化反応、日本薬学会第136年会(横浜) 2016, 3月29日口頭発表。
2. 稲木萌翔、熊田佳菜子、根東義則、DMPUによるトリフルオロメチルシランの活性化を経由した末端アルキンのケイ素化反応の開発、日本薬学会第136年会(横浜) 2016, 3月29日口頭発表。
3. 藤井悠光、熊田佳菜子、根東義則、系内発生アミド塩基による芳香族複素環化合物の触媒的脱プロトン化修飾反応、日本薬学会第136年会(横浜) 2016, 3月29日口頭発表。
4. 甲斐佑典、Denneval Charline、熊田佳菜子、根東義則、アンモニウム塩を用いたラジカル的クロスカップリング反応によるピアリアル骨格の構築、日本薬学会第136年会(横浜) 2016, 3月29日口頭発表。
5. 伊藤峻吾、熊田佳菜子、根東義則、有機超電子供与剤の反応性評価と新規還元分子間反応の開発、日本薬学会第136年会(横浜) 2016, 3月29日口頭発表。
6. Yoshinori Kondo, Selective Functionalization of heteroaromatics using organocatalytic systems, Pacificchem2015, 2015, December 17, Hawaii, USA. 招待講演。
7. 阿部将大、熊田佳菜子、根東義則、シリルボランを用いたカルバゾール合成法の開発、第45回複素環化学討論会(東京) 2015, 11月19日ポスター発表。
8. 亀山雄大、門川純、熊田佳菜子、根東義則、銅触媒 C(sp<sup>3</sup>)-H 結合官能基化を用いたイソインドリノン骨格構築法の開発、第45回複素環化学討論会(東京) 2015, 11月19日ポスター発表。
9. 熊田佳菜子、亀山雄大、門川純、根東義則、銅触媒 C(sp<sup>3</sup>)-H 結合官能基化を用

- いたイソインドリノン合成法の開発、第108回有機合成シンポジウム(東京)2015、11月5日口頭発表。
10. 安部瑛里奈、熊田佳菜子、根東義則、有機超電子供与剤を用いた新規二トロベンゼン類変換反応の開発、第41回反応と合成の進歩シンポジウム(大阪)2015、10月26日ポスター発表。
  11. 熊田佳菜子、佐々木碧、大澤沙優里、稲木萌翔、根東義則、第41回反応と合成の進歩シンポジウム(大阪)2015、10月26日口頭発表。
  12. 安部瑛里奈、熊田佳菜子、根東義則、有機超電子供与剤を用いたアゾベンゼン合成法の開発、第54回日本薬学会東北支部大会(盛岡)2015、9月26日口頭発表。
  13. 亀山雄大、門川純、熊田佳菜子、根東義則、銅触媒を用いたイソインドリノン骨格合成法の開発、第54回日本薬学会東北支部大会(盛岡)2015、9月26日口頭発表。
  14. 阿部将大、熊田佳菜子、根東義則、シリルボランを用いた2-ニトロピアリール類の分子内C-Hアミノ化反応の開発、日本薬学会第135年会(神戸)2015、3月27日ポスター発表。
  15. 安部瑛里奈、熊田佳菜子、根東義則、有機超電子供与剤を用いた二トロベンゼン誘導体の変換反応、日本薬学会第135年会(神戸)2015、3月27日ポスター発表。
  16. 佐々木碧、根東義則、トリフルオロメチルシラン活性化を介した芳香族ケイ素化反応、第40回反応と合成の進歩シンポジウム(仙台)2014、11月11日ポスター発表。
  17. 中村巨佑、根東義則、フッ化オニウムを用いる芳香族ハロゲン化合物の脱ハロゲン化修飾反応、第40回反応と合成の進歩シンポジウム(仙台)2014、11月11日ポスター発表。
  18. 山田哲也、根東義則、アンモニウム塩を用いたカップリング反応によるヘテロピアリール骨格の構築、第40回反応と合成の進歩シンポジウム(仙台)2014、11月10日ポスター発表。
  19. 中村巨佑、根東義則、フッ化オニウムを用いる芳香族ハロゲン化合物の脱ハロゲン化及び修飾反応、第53回日本薬学会東北支部大会(いわき)2014、10月5日口頭発表。
  20. 佐々木碧、根東義則、トリフルオロメチルシランを用いた芳香族複素環化合物のケイ素化反応、第44回複素環化学討論会(札幌)2014、9月11日ポスター発表。
  21. 山田哲也、根東義則、アンモニウム塩を用いた複素環化合物のラジカルカップリング反応、第44回複素環化学討論会(札幌)2014、9月11日ポスター発表。
  22. 阿部将大、稲本浄文、根東義則、Madelung型インドール合成の触媒的閉環プロセスの開発、日本薬学会第134年会(熊本)2014、3月29日ポスター発表。
  23. 中村巨佑、佐々木碧、吉川晶子、根東義則、芳香族ハロゲン化合物のメタルフリー脱ハロゲン化反応、日本薬学会第134年会(熊本)2014、3月29日ポスター発表。
  24. Kiyofumi Inamoto, Hitomi Okawa, Yuta Araki, Misato Yonemoto, Shoko Kikkawa, Yoshinori Kondo, Organocatalytic Functionalization Making Use of in situ generated onium Amide Bases, 10<sup>th</sup> International Symposium on Carbanion Chemistry, Kyoto, September 26, 2013. ポスター発表
  25. Misato Kobayashi, Kiyofumi Inamoto, Yoshinori Kondo, Phosphazanium salt promoted carboxylation of aryltrimethylsilanes with CO<sub>2</sub>, 10<sup>th</sup> International Symposium on Carbanion Chemistry, Kyoto, September 26, 2013. ポスター発表
  26. 大川ひとみ、米本みさと、廣野佑太郎、稲本浄文、根東義則、有機触媒によるトリス(トリメチルシリル)アミンの活性化を介した芳香複素環の修飾反応、日本薬学会第132年会(札幌)2012、3月29日口頭発表。
  27. 佐藤菜央美、米本みさと、稲本浄文、根東義則、フッ化物塩によるアミド塩基発生と触媒的脱プロトン化反応、日本薬学会第132年会(札幌)2012、3月29日口頭発表。
  28. 佐々木碧、米本みさと、稲本浄文、根東義則、ホスファゼニウムフルオリドを用いたアルキニルシランの触媒的芳香族求核置換反応、日本薬学会第132年会(札幌)2012、3月29日口頭発表。
- 〔図書〕(計1件)
1. Yoshinori Kondo, C-H Functionalization of Heteroaromatic N-Oxides, in "Metal Free C-H Functionalization of Aromatics", ed by Valery Charushin and Oleg Chupakhin, Topics in Heterocyclic Chemistry, 2014, Vol. 37, pp 155-178, Springer. DOI:10.1007/978-3-3319-07019-3
- 〔その他〕
- ホームページ等  
[http://www.pharm.tohoku.ac.jp/~henkan/lab/henkan\\_top.html](http://www.pharm.tohoku.ac.jp/~henkan/lab/henkan_top.html)
6. 研究組織
- (1) 研究代表者  
 根東 義則 (KONDO, Yoshinori)  
 東北大学・大学院薬学研究科・教授  
 研究者番号: 90162122
  - (2) 研究分担者 なし
  - (3) 連携研究者 なし
  - (4) 研究協力者  
 田中 好幸 (TANAKA, Yoshiyuki)  
 徳島文理大学・薬学部・教授  
 稲本 浄文 (INAMOTO, Kiyofumi)  
 武庫川女子大学・薬学部・准教授  
 熊田 佳菜子 (KUMADA, Kanako)  
 東北大学・大学院薬学研究科・助手