

平成 22 年 9 月 27 日現在

研究種目：特定領域研究
 研究期間：2006～2009
 課題番号：18064006
 研究課題名（和文） 金属複合系反応剤の設計と反応開発

研究課題名（英文） Design and Development of Multimetallic Reagents and Their Application in Synthetic Reactions

研究代表者
 中村 正治 (NAKAMURA MASAHARU)
 京都大学・化学研究所・教授
 研究者番号：00282723

研究成果の概要（和文）：本研究では、多様な配位状態をとる典型金属元素と多様な電子状態をとる遷移金属元素が共存・協働する複合反応剤を設計し、有機塩化物などの工業的に重要な炭素資源を活用する触媒的炭素—炭素結合生成反応の開発を目標として研究を行った。有機典型金属化合物と有機ハロゲン化物との触媒的クロスカップリング反応は、電子材料や医・農薬およびその中間体の選択的な合成に重要であるだけでなく、このような典型・遷移金属協働系として興味深い化学変換反応である。研究期間中に、種々の鉄塩および鉄錯体を触媒とすることで、有機マグネシウム、亜鉛、ホウ素、アルミニウム化合物と種々の有機ハロゲン化物とのクロスカップリング反応が効率的に進行することを見出した。

研究成果の概要（英文）：This research program dealt with synergistic effects of various combinations of transition and main group metals on the catalyses for synthetic organic transformations. We focused, in particular, on transition metal/main group metal, or transition metal/transition metal cooperative catalysts upon carbon-carbon bond formation reactions. Herein are described representative results of the research program: iron-catalyzed selective biaryl cross-coupling and iron-catalyzed cross-coupling reaction of haloalkanes with various organometallic reagents, including organomagnesium, zinc, boron, and aluminum compounds.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	8,900,000	0	8,900,000
2007 年度	8,900,000	0	8,900,000
2008 年度	8,900,000	0	8,900,000
2009 年度	8,900,000	0	8,900,000
総計	35,600,000	0	35,600,000

研究分野：有機化学

科研費の分科・細目：基礎科学・有機合成化学

キーワード：普遍金属，化学資源，触媒，有機合成，元素科学

1. 研究開始当初の背景

化学資源の有効利用の観点から、有機塩化物などの工業的に重要な炭素資源を活用する触媒的炭素-炭素結合生成反応の開発が有機合成化学分野に於ける喫緊の課題となっていた。

2. 研究の目的

本研究では、多様な配位状態をとる典型金属元素と多様な電子状態をとる遷移金属元素が共存・協働する複合反応剤を設計し、化学資源の有効利用を可能とする新規祝梅的炭素-炭素結合生成反応の開発を目標として研究を行った。

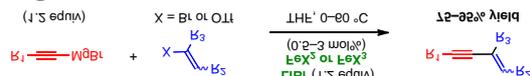
3. 研究の方法

有機典型金属化合物と有機ハロゲン化物との触媒的クロスカップリング反応は、電子材料や医・農薬およびその中間体の選択的な合成に重要であるだけでなく、このような典型・遷移金属協働系として興味深い化学変換反応である。研究期間中に、種々の鉄塩および鉄錯体を触媒とすることで、有機マグネシウム、亜鉛、ホウ素、アルミニウム化合物と種々の有機ハロゲン化物とのクロスカップリング反応が効率的に進行することを見出した。これらの反応系では、典型金属元素および共存するハロゲン化物イオンの共存・協働効果を考慮した反応設計が必須であることも明らかとなった。

4. 研究成果

4-1 鉄触媒エンインクロスカップリング反応

共役エンイン化合物は、多置換芳香族化合物や共役ジエン化合物へと簡便に変換できることから、有用な合成中間体として知られている。今回、臭化リチウムを添加剤として加えることで、塩化鉄を触媒とするアルキニルマグネシウム化合物とアルケニル求電子剤とのエンインクロスカップリング反応に成功した (Scheme 1)。リチウム塩は、アルキニル Grignard 反応剤の溶解度の向上、および鉄塩の還元による低酸化状態の鉄活性種の生成に寄与していると考えている。同反応は、アルキニルリチウム反応剤を用いた場合は殆ど進行せず、リチウム塩とマグネシウム塩との協働作用が反応進行の鍵となっている。

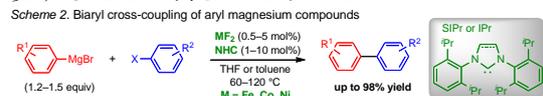


Scheme 1. Enyne cross-coupling of alkynyl magnesium compounds

4-2 鉄族元素触媒ビアリールクロスカップリング反応

非対称ビアリール化合物は電材用途などでの需要が多いため、選択的な反応による高

純度合成が特に重要となっている。パラジウム触媒を用いた鈴木宮浦カップリング反応が広く用いられているが、このパラジウム触媒を廉価で生成物からの除去が容易な 3d 遷移金属に置き換えられれば有用な物質生産手法となることが期待できる。我々は鉄、ニッケル、コバルトのフッ化物を触媒前駆体として、ここに *N*-ヘテロサイクリックカルベン配位子を加えることで、種々の芳香族ハロゲン化物と芳香族マグネシウム化合物のクロスカップリング反応が高効率かつ高選択的に進行することを見出した (Scheme 2)。密度汎関数法計算を用いた反応機構研究から、本反応ではフッ化物イオン配位子とカルベン配位子との相乗効果によって、金属中心が高酸化状態を保ったまま反応が進行するため、高いクロスカップリング反応選択性が発現することが明らかとなった。



4-3 鉄触媒ハロアルカンカップリング反応によるオレフィン合成

有機亜鉛反応剤はその穏和な反応性と官能基共存性から高度に官能基化された有機分子の効率的合成に頻用される求核剤であるにも関わらず、鉄を触媒としたクロスカップリング反応に利用された例は少なかった。今回、過剰量のジアミン配位子 (TMEDA) を添加することで、アルケニル亜鉛化合物とハロアルカン類のクロスカップリング反応が選択的に進行することを見出した (Scheme 3)。同反応では、求核攻撃に弱い官能基を有する有機亜鉛化合物とハロゲン化アルキルから多官能基化された化合物を合成できる。また、アルケン部位の立体化学を高度に保持したまま反応が進行するという合成的な特長を有する。

Scheme 3. Haloalkane coupling of alkenyl zinc compounds



⁺Zn⁺ = ZnCH₂SiMe₃

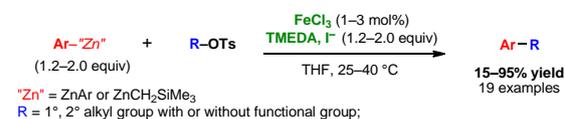
R = 1°, 2° alkyl group with or without functional group;

4-4 鉄触媒カップリング反応によるスルホン酸アルキル類の置換反応

スルホン酸アルキル類は入手容易なアルコールから調製できることから、求核置換反応による炭素-炭素結合生成反応の求電子基質として広く用いられているが二球アルキル基の様な高い基質ではあまり上手い出来ない。今回我々はジアミン添加剤と金属ヨウ化物の存在下、種々のアルキルトシラート基質と芳香族亜鉛化合物が鉄触媒によって高収率でクロスカップリング反応を起こし、

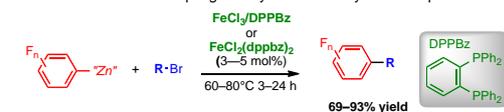
従前困難であった第二級のスルホン酸アルキルの炭素求核剤による高効率置換反応が可能となることを見出した (Scheme 4). 反応系中で S_N2 反応によって生成するヨウ化アルキルが鉄触媒によって速やかにアルキルラジカルへと変換されカップリング反応を起こすことが明らかとなった.

Scheme 4. Haloalkane coupling of alkenyl zinc compounds



4-5 鉄触媒カップリング反応による多フッ素置換芳香族化合物の合成

Scheme 5. Haloalkane coupling of Polyfluorinated aryl zinc compounds

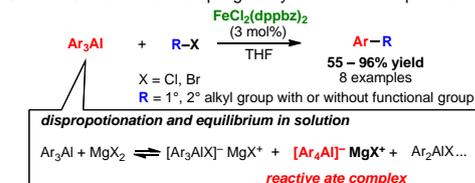


フッ素化芳香環は、医薬品医薬中間体あるいは電子材料化合物中に広く見られる構造であり、このような化合物群への置換基導入が選択的なカップリング反応で出来れば合成的に有用な反応となる。今回、多フッ素化芳香族亜鉛化合物と種々のハロゲン化アルキル類のクロスカップリング反応が触媒量のホスフィン配位子と触媒量の鉄塩あるいは触媒量の鉄ホスフィン錯体の存在下、円滑に進行し生成物を高収率で与えることを見出した。

4-6 有機アルミニウム反応剤を用いるクロスカップリング反応

有機マグネシウムおよび亜鉛化合物を用いる鉄触媒クロスカップリング反応が精力的に研究されてきたのに対し、マグネシウムと同程度以上の汎用性有機金属化合物である有機アルミニウム化合物を用いるクロスカップリング反応の開発は立ち後れていた。今回、上述の鉄ホスフィン錯体を用いることで、種々のアリアルミニウム化合物とハロゲン化アルキルとのクロスカップリング反応が収率良く進行することを見出した (Scheme 6). 反応系中における有機アルミニウム化合物の不均化を制御することが反応進行の鍵であることが明らかとなった。

Scheme 6. Haloalkane coupling of aryl aluminum compounds

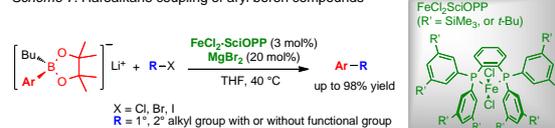


4-7 有機ホウ素反応剤を用いるクロスカップリング反応

鈴木-宮浦カップリング反応の重要性を改

めて説明する必要はなからう。同反応はパラジウムあるいは一部の例ではニッケルを触媒として行われてきたが、これを鉄触媒で行うことによって、従前困難であった第二級アルキル求電子剤を基質とするクロスカップリング反応が可能となることを明らかとした。九州大学永島英夫教授との特定領域内共同研究の成果を踏まえて創出した新規鉄ホスフィン錯体 ($\text{FeCl}_2 \cdot \text{SciOPP}$) を触媒とすることで、第二級塩化アルキルと芳香族ホウ素化合物とのカップリング反応が室温程度で円滑に進行し、生成物が高収率で得られる (Scheme 7). 臭化マグネシウムなどの典型金属塩を共触媒として添加することが必須であり、複数金属の協働効果が重要であることが判明した。

Scheme 7. Haloalkane coupling of aryl boron compounds



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 22 件, すべて査読有り)

- [1]"Nickel-Catalyzed Alkenylative Cross-Coupling Reaction of Alkyl Sulfides." Ishizuka, K.; Seike, H.; Hatakeyama, T.; Nakamura, M. *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, in press.
- [2]"Iron-Catalyzed Suzuki-Miyaura Coupling of Alkyl Halides." Hatakeyama, T.; Hashimoto, T.; Kondo, Y.; Fujiwara, Y.; Seike, H.; Takaya, H.; Tamada, Y.; Ono, T.; Nakamura, M. *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 10674-10676.
- [3]"The first iron-catalyzed aluminum-variant Negishi coupling: critical effect of co-existing salts on the dynamic equilibrium of arylaluminum species and their reactivity." Kawamura, S.; Ishizuka, K.; Takaya, H.; Nakamura, M. *Chem. Commun.* **2010**, *46*, 6054-6056.
- [4]"Transition-Metal-Free Electrophilic Amination between Aryl Grignard Reagents and N-Chloroamines." Hatakeyama, T.; Yoshimoto, Y.; Ghorai, S. K.; Nakamura, M. *Org. Lett.* **2010**, *12*, 1516-1519.
- [5]"Iron-catalyzed Suzuki coupling? A cautionary tale" Bedford, R. B.; Nakamura, M.; Gower, N. J.; Haddow, M. F.; Hall, M. A.; Huwe, M.; Hashimoto, T.; Okopie, R. A. *Tetrahedron Lett.* **2009**, *50*, 6110-6112.
- [6]"Iron-Catalyzed Negishi Coupling Toward an Effective Olefin Synthesis." Hatakeyama, T.; Nakagawa, N.; Nakamura, M. *Org. Lett.* **2009**, *11*, 4496-4499.
- [7]"Iron-Catalyzed Cross-Coupling of Alkyl Sulfonates with Arylzinc Reagents." Ito, S.; Fujiwara,

Y.; Nakamura E.; Nakamura, M. *Org. Lett.* **2009**, *11*, 4306-4309.

[8] "Highly Selective Biaryl Cross-Coupling Reactions between Aryl Halides and Aryl Grignard Reagents: A New Catalyst Combination of N-Heterocyclic Carbenes and Iron, Cobalt, and Nickel Fluorides." Hatakeyama, T.; Hashimoto, S.; Ishizuka, K.; Nakamura, M. *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 11949-11963.

[9] "threo-2-(2,6-Dimethoxyphenoxy)-1-(4-ethoxy-3-methoxyphenyl)propane-1,3-diol." Ishizuka, K.; Ando, D.; Watanabe, T.; Nakamura, M. *Acta Cryst. Section E* **2009**, *E65*, o1389-o1390.

[10] "Effect of TMEDA on Iron-Catalyzed Coupling Reactions of ArMgX with Alkyl Halides." Noda, D.; Sunada, Y.; Hatakeyama, T.; Nakamura, M.; Nagashima, H. *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 6078-6079.

[11] "Indium-Catalyzed [1 + n] Annulation Reaction between β -Ketoester and α, ω -Diyne." Tsuji, H.; Tanaka, I.; Endo, K.; Yamagata, K.-i.; Nakamura, M.; Nakamura, E. *Org. Lett.* **2009**, *11*, 1845-1847.

[12] "Construction of optically active multimetallic systems of rhodium(I), palladium(II), and ruthenium(II) with a P-chiral tetraphosphine ligand" Yashio, K.; Kawahata, M.; Danjo, H.; Yamaguchi, K.; Nakamura, M.; Imamoto, T. *J. Organomet. Chem.* **2009**, *694*, 97-102.

[13] "Iron-Catalyzed Fluoroaromatic Coupling Reactions under Catalytic Modulation with 1,2-Bis(diphenylphosphino)benzene" Hatakeyama, T.; Kondo, Y.; Fujiwara, Y.; Takaya, H.; Ito, S.; Nakamura, E.; Nakamura, M. *Chem. Comm.* **2009**, 1216-1218.

[14] "Efficient Formation of Ring Structures Utilizing Multisite Activation by Indium Catalysis" Itoh, Y.; Tsuji, H.; Yamagata, K.; Endo, K.; Tanaka, I.; Nakamura, M.; Nakamura, E. *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 17161-17167.

[15] "Iron-Catalyzed Enyne Cross-Coupling Reaction" Hatakeyama, T.; Yoshimoto, Y.; Toma, G.; Nakamura, M. *Org. Lett.* **2008**, *10*, 5541-5544.

[16] "Diastereoselective Addition of Zincated Hydrazones to Alkenylboronates and Stereospecific Trapping of Boron/Zinc Bimetallic Intermediates by Carbon Electrophiles" Hatakeyama, T.; Nakamura, M.; Nakamura, E. *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 15688-15701.

[17] "Construction of a Chiral Quaternary Carbon Center by Indium-Catalyzed Asymmetric α -Alkenylation of β -Ketoesters" Fujimoto, T.; Endo, K.; Tsuji, H.; Nakamura, M.; Nakamura, E. *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 4492-4496.

[18] "Stereoselective Synthesis of Trisubstituted E-Iodoalkenes by Indium-Catalyzed syn-Addition of 1,3-Dicarbonyl Compounds to 1-Iodoalkynes" Tsuji, H.; Fujimoto, T.; Endo, K.; Nakamura, M.; Nakamura, E. *Org. Lett.* **2008**, *10*, 1219-1221.

[19] "Indium-Catalyzed Cycloisomerization of omega-Alkynyl-beta-ketoesters into Six- to Fifteen-Membered Rings" Tsuji, H.; Yamagata, K.-i.; Itoh, Y.; Endo, K.; Nakamura, M.; Nakamura, E. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2007**, *46*, 8060-8062.

[20] "Iron-Catalyzed Selective Biaryl Coupling: Remarkable Suppression of Homocoupling by the Fluoride Anion" Hatakeyama, T.; Nakamura, M. *J. Am. Chem. Soc.* **2007**, *129*, 9844-9845.

[21] "Regioselective alpha-Alkylation of Ketones with Alkyl Chlorides and Fluorides via Highly Nucleophilic Magnesium Enamides" Hatakeyama, T.; Ito, S.; Yamane, H.; Nakamura, M.; Nakamura, E. *Tetrahedron* **2007**, *63*, 8440-8448.

[22] "Indium-Catalyzed 2-Alkenylation of 1,3-Dicarbonyl Compounds with Unactivated Alkynes" Endo, K.; Hatakeyama, T.; Nakamura, M.; Nakamura, E. *J. Am. Chem. Soc.* **2007**, *129*, 5264-5271.

[学会発表] (計 39 件)

(1) 鉄触媒による精密炭素-炭素結合生成反応 (依頼講演)
中村正治, 第二回岡山理科大学グリーン元素科学シンポジウム, 岡山, 2010.2.12 (依頼講演)

(2) 鉄族元素触媒によるクロスカップリング反応—新規な反応性と特異な選択性—
中村正治, 有機合成化学協会関西支部 2 月セミナー, 京都, 2010.2.4 (依頼講演)

(3) Selective Cross-Coupling Reactions under Iron Catalysis
M. Nakamura, The 3rd International Conference on Joint Project of Chemical Synthesis Core Research Institutions, Nagoya, Japan, 2010.1.7 (口頭発表)

(4) 鉄触媒による精密炭素-炭素結合生成反応の開発・空想 10 年
中村正治, 東京工業大学理学研究流動機構シンポジウム「元素化学の可能性」, 東京, 2009.12.4 (依頼講演)

(5) 鉄族元素を触媒とするクロスカップリング反応の新展開
中村正治, 農薬デザイン研究会, 京都, 2009.11.27 (依頼講演)

(6) 鉄および鉄族元素触媒による高選択的ビアリールクロスカップリング反応
中村正治, 石油学会触媒シンポジウム, 東京, 2009.11.24 (依頼講演)

(7) クロスカップリング反応における鉄属元素触媒の新展開
中村正治, 第 37 回オルガノメタリック (OM) セミナー, 名古屋, 2009.11.19 (依頼講演)

(8) Iron-Catalyzed Suzuki-Miyaura Coupling Reaction
M. Nakamura Japan-Korea Organic Chemistry Seminar, Atami, Japan, 2009.10.23 (口頭発表)

(9) 鉄触媒による炭素-炭素結合生成反応の精密制御
中村正治, 有機合成化学研究所平成 21 年度第一回産学共同学習セミナー「新物質・新材料研究会」,

京都, 2009.7.23 (依頼講演)

(10) 鉄触媒による精密クロスカップリング反応
中村正治, 日本プロセス学会サマーシンポジウム
2009, 東京, 2009.7.16 (依頼講演)

(11) 鉄触媒による炭素-炭素結合生成反応の精密
制御
中村正治, 高分子同友会勉強会, 東京, 2009.4.16
(依頼講演).

(12) 鉄触媒を活用する精密炭素-炭素結合生成反応
中村正治, 日本化学会第 89 春季年会 (特別企画:
第一遷移金属触媒の新展開), 千葉, 2009.3.28 (特
別講演).

(13) Controlling the Iron Catalysis in Cross-Coupling
and Some Related Reactions
M. Nakamura, The 9th Youngnam-Kinki Joint
Symposium on Organometallic Chemistry, Kyoto
University, Katsura, Kyoto, 2008.1.25 (依頼講演)

(14) Iron-Catalyzed Kumada-Tamao-Corriu and
Negishi Coupling Reactions
M. Nakamura, International Symposium on Catalyst
and Fine Chemicals 2007, Nanyang Technological
University, Singapore, 2007.12.17 (依頼講演)

(15) 鉄触媒による精密炭素-炭素結合生成反応
中村正治, 岡山大学 COE 「鉄の科学の新展開」シ
ンポジウム, 岡山, 2007.12.08 (依頼講演)

(16) 鉄を触媒とした不斉カルボメタリ化反応
中村正治, 文部科学省特定領域研究「元素相乗系
化合物」第二回若手コロキウム, 岡崎, 2007.9.7 (依
頼講演)

(17) フッ化物イオンによるクロスカップリング反
応の制御: 高選択的対称非対称ビアリール合成への応
用
中村正治, 文部科学省特定領域研究「元素相乗系
化合物」第二回公開シンポジウム, 福岡,
2007.6.21-22 (依頼講演)

(18) Iron-Catalyzed Selective C-C Bond Formation
M. Nakamura, Asian Core Program “Cutting Edge
Organic Chemistry, Lectureship tour in China, Institute
of Chemistry, Chinese Academy of Science, Peking,
China, 2007.4.29 (招待講演)

(19) Iron-Catalyzed Selective C-C Bond Formation
M. Nakamura, Asian Core Program “Cutting Edge
Organic Chemistry” Lectureship tour in China, Fudan
University, Shanghai, China, 2007.4.26 (招待講演)

(20) Iron-Catalyzed Selective C-C Bond Formation
M. Nakamura, Asian Core Program “Cutting Edge
Organic Chemistry” Lectureship tour in China,
Shanghai Institute of Organic Chemistry, Shanghai,
China, 2007.4.25 (招待講演)

(21) Iron-Catalyzed Tamao and Negishi Coupling
Reactions
M. Nakamura, The 99th National Meeting of the
Korean Chemical Society, Seoul, Korea, 2007.4.18-19
(招待講演)

(22) “Development of Iron-Catalyzed Selective C-C
Bond Formation”
Nakamura Masaharu, Asian Core Program “Cutting

Edge Organic Chemistry” Lectureship tour in Hong
Kong, The University of Hong Kong, 2007.2.8 (招待
講演)

(23) “Development of Iron-Catalyzed Selective C-C
Bond Formation”
Nakamura Masaharu, Asian Core Program “Cutting
Edge Organic Chemistry” Lectureship tour in Hong
Kong, Hong Kong University of Science and
Technology, 2007.2.7 (招待講演)

(24) “Development of Iron-Catalyzed Selective C-C
Bond Formation”
Nakamura Masaharu, Asian Core Program “Cutting
Edge Organic Chemistry” Lectureship tour in Hong
Kong, Hong Kong Baptist University, 2007.2.6 (招待
講演)

(25) “Development of Some New Reactions for
Exploiting Chemical Resources”
Nakamura Masaharu, Asian Core Program “Cutting
Edge Organic Chemistry” Lectureship tour in Hong
Kong, The Chinese University of Hong Kong,
2007.2.5 (招待講演)

(26) 「レアメタル」を用いないクロスカップリング
反応
中村正治, 近畿化学協会有機金属部会 2006 年度第
4 回例会 大阪 2007.2.1 (依頼講演)

(27) 「鉄触媒を用いる新規炭素-炭素結合生成反
応」
中村正治, 第 21 回 (財) 有機合成化学研究所 講
演会 京都 2006.11.29 (依頼講演)

(28) 「未来に備える有機合成-新反応で地球の資源
を大切に-」
中村正治, 第 13 回京都大学化学研究所公開講演会
宇治 2006.10.15 (依頼講演)

(29) “Metal-Mediated Substitution Reactions of
Unreactive Haloalkanes with Carbon Units”
Nakamura Masaharu, IKCOC10 京都 2006.11.13
(Poster presentation)

(30) “Iron-Catalyzed Cross-Coupling of Haloalkanes”
Nakamura Masaharu, The 1st Asian Core Program
“Cutting Edge Organic Chemistry”, Okinawa,
2006.10.16 (Poster presentation)

(31) 「金属複合系反応剤の設計と反応開発」
中村正治, 特定領域研究「元素相乗系化合物の化
学」第一回公開シンポジウム 札幌 2006.10.13
(依頼講演)

(32) 「鉄触媒によるハロアルカン類の交差カップ
リング反応」
中村正治, 触媒化学討論会 福井 2006.9.26 (依
頼講演)

(33) 「化学資源活用型の新規合成反応の開発」
中村正治, 日本薬学会東海支部特別講演会・静岡
県立大学講演会 静岡 2006.9.22 (依頼講演)

(34) 「レアメタルを使わないクロスカップリング反
応: 化学資源活用型の有機合成にむけて」
中村正治 日本薬学会東北支部有機化学若手研
究者セミナー 仙台 2006.9.16 (依頼講演)

(35) “Development of New Organometallic

Substitution Reactions Toward Exploitation of Chemical Resources“

Nakamura Masaharu, The 1st European Chemistry Congress, Budapest, 2006.8.28 (Poster presentation)

(36)「化学資源の活用を目指した新規炭素-炭素結合生成反応の開発」

中村正治 有機反応懇談会 京都 2006.8.3 (依頼講演)

(37)「塩化アルキル類の鉄触媒による高度分子変換」

中村正治 特定領域研究「炭素資源の高度分子変換」第一回公開シンポジウム 岡山 2006.6.22 (依頼講演)

(38)「炭素と炭素をつなげる新反応：化学資源の活用を念頭に置いた有機合成反応の開発研究」

中村正治 大阪府立大学白鷺セミナー 大阪 2006.6.8 (依頼講演)

(39)「化学資源の活用を目指した有機合成反応の探求」

中村正治 京都大学分子工学コロキウム 京都 2006.5.12 (依頼講演)

[図書] (計2件)

[1] 「鉄触媒を用いるクロスカップリング反応の最近の進展」 清家弘史, 中村正治 触媒年鑑:触媒技術の動向と展望 2009. pp. 28-38. 触媒学会 2009年

[2] “Metal Catalyzed Arylation of Nonactivated Alkyl (Pseudo)Halides via Cross-Coupling Reactions” Itoh, S.; Nakamura, M. Modern Arylation Methods, Lutz Ackermann, Ed. Chapter 5, 2007

[産業財産権]

○出願状況 (計6件)

(1) 発明の名称: 「芳香族アミン化合物の製造方法」

発明者: 中村正治・畠山琢次・吉本祐也

出願番号: (特願 2009-58274)

出願人: 京都大学

出願年月日: H22

国内

(2) 発明の名称: 「多環芳香族化合物」

発明者: 中村正治・畠山琢次・橋本土雄磨

出願番号: (PCT/JP2010/53818)

出願人: 京都大学

出願年月日: H22

国外

(3) 発明の名称: 「クロスカップリング反応用触媒, 及びこれを用いた芳香族化合物の製造方法」

発明者: 中村正治・畠山琢次・藤原優一

出願番号: (PCT/JP2009/54588)

出願人: 京都大学

出願年月日: H21

国外

(4) 発明の名称: 「触媒組成物及びそれを用いたクロスカップリング化合物の製造方法」
発明者: 中村正治・畠山琢次・江口久雄・箭野裕一

出願番号: (PCT/JP2008/62401)

出願人: 京都大学・東ソー株式会社・東ソー・ファインケム株式会社

出願年月日: H20

国外

(5) 発明の名称: 「触媒組成物及びそれを用いたクロスカップリング化合物の製造方法」

発明者: 中村正治・畠山琢次

出願番号: (PCT/JP2008/053751)

出願人: 京都大学・東ソー・ファインケム株式会社

出願年月日: H20

国外

(6) 発明の名称: 「鉄触媒による芳香族化合物の製造方法」

発明者: 中村正治・伊藤慎庫・藤田敦子

出願番号: (特願 2007-49731)

出願人: 株式会社チッソ

出願年月日: H19

国内

[その他]

ホームページ等

<http://es.kuicr.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 正治 (NAKAMURA MASAHARU)

京都大学・化学研究所・教授

研究者番号: 00282723