

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年4月27日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21350055

研究課題名（和文）有機ホウ素、有機亜鉛と遷移金属触媒を活用した高効率有機合成反応の開発

研究課題名（英文）DEVELOPMENT OF EFFICIENT ORGANIC SYNTHESIS INVOLVING ORGANOBORANE AND ORGANOZINC PROMOTED BY TRANSITION METAL CATALYSIS

研究代表者

木村 正成（KIMURA MASANARI）

長崎大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：10274622

研究成果の概要（和文）：

パラジウムとトリエチルホウ素の協奏効果は、アリルアルコールを活性化し、 π -アリルパラジウム中間体を形成し、双極的アリル化反応を促進する。今回、有機ホウ素共存下、末端アルキンと π -アリルパラジウムを反応するとアルキニルボレートが1,2-転位を受け、アリル-アルキルカップリング反応が進行し、三置換アルケンを与える新規反応を開発した。一段階で環化反応と三置換アルケンの構築が位置及び立体選択的に進行する点は興味深い。ビスジエンを基質に用いて反応を行うと、トランス選択的に環化反応を伴いながら、同形式のタンデム反応が進行した。また、3-ヒドロキシ-4-ペンテン酸をパラジウムとトリエチルホウ素共存下で反応すると、 β -ビニルオキサパラダシクロペンタノンを経由して β -炭素脱離が進行し、二酸化炭素と共役ジエンを与える新規反応を見出した。

研究成果の概要（英文）：Triethylborane activates allylic alcohols to form π -allylpalladium key intermediates by oxidative addition of Pd(0) toward allylic C-O bonds and achieves amphiphilic allylations. Pd catalyzes three-component coupling reaction of allylic alcohol, terminal alkyne, and organoborane to provide (*E*)-1-substituted 2-alkyl-1,4-pentadiene involving geminal allylation and alkylation at the acetylenic terminal carbon. Bis-diene undergoes the similar multi-component coupling reaction with acetylene and organoborane involving cyclization of bis- π -allylpalladium to form *trans*-allyl pentadienyl cyclic and hetrocyclic compounds. Furthermore, a combination of Pd catalyst and triethylborane effectively promotes 3-hydroxy-4-pentenoic acid to undergo β -decarboxylative C-C bond cleavage reaction via β -vinyloxapalladacyclopentanone to provide conjugated diene and carbon dioxide.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
2010年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2011年度	3,300,000	990,000	4,290,000
総計	14,900,000	4,470,000	19,370,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：複合化学・合成化学

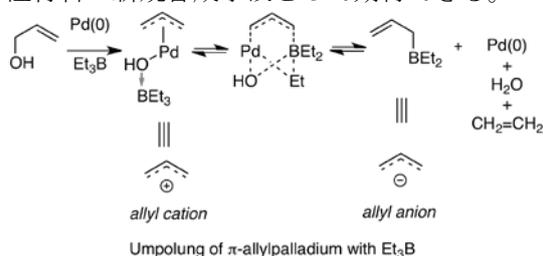
キーワード：選択的合成・有機ホウ素・有機亜鉛・パラジウム・アリル化・ポリフェノール

1. 研究開始当初の背景

申請者はこれまで物質変換過程の効率化（触媒的、高収率高選択性、常温常圧、水許容）を基盤として、遷移金属を触媒に用いた数々

の効率的かつ斬新な反応を開発してきた。その折に、Pd-Et₃B触媒系を見出し、アリルアルコールから直接アリルカチオンおよびアリルアニオンの双極的アリル活性種の発生するこ

とに成功した。アリル化反応は複雑な化合物構築法として極めて重要であり、とりわけ有機天然化合物の合成法として必須である。しかしながら従来法では、一般にアリルカチオンの生成にはアルコールを該当するハライド、酢酸（炭酸）エステル、無機酸（リン酸、ホウ酸、スルホン酸）エステルに変換しなければならない。また、これらの変換過程では必ず強酸が排出される。これに対し申請者が開発した手法では、このような無駄な工程を省き、かつ有害な強酸を副生することもない。本手法はアリルカチオンをアリルアルコールから直接発生させるのみならず、アリルアニオンを容易に生成させることもできる。アリルアルコールのアリルアニオンへの変換はアリルカチオンへの変換よりも格段に困難である。これは、後者が $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCH}_2^+ + \text{OH}^-$ でヒドロキシアニオンの安定性が駆動力になるのに対し、前者では $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCH}_2^- + \text{OH}^+$ の変換においてヒドロシカチオンが極めて不安定で高エネルギー活性種であるためである。それにも関わらず、Pd触媒、トリエチルホウ素をアリルアルコールと室温で混合するだけで容易にアリルアニオンが生成するのは極めて興味深い。本法は学術的に新現象の発見として興味深いだけでなく、有用化合物や機能性材料の新規合成手段として期待できる。



2. 研究の目的

本研究では、アリル活性種の効率的な形成法の開拓と機能性有機材料創製を目的としている。高度に制御された炭素-炭素結合形成反応及び炭素-炭素結合切断反応を開発すると共に特異な反応特性を持つ新しい有機分子の創製を目指した。具体的には双極的アリル化反応を活用し、1,3-双極子及び1,4-双極子を中間体とした含窒素複素環化合物の新規合成法を見出した。また、ポリフェノールやイソキノリン骨格を含む生理活性物質創製に成功した。更に電子ドナー・アクセプター特性を示す新しいC3対称性光素子材料の開発に挑戦した。

3. 研究の方法

2-メチレン-1,3-プロパンジオールの双極的

活性化は合成上、研究意義が高い。申請者は対称ビスアリルアルコールをアリルカチオン、アリルアニオンへと非対称に活性化し[3+2]環化付加反応を開発することにした。とりわけ、パラジウムとトリエチルホウ素共存下、2-メチレンプロパン-1,3-ジオールを1,3-双極子として活用し、イミンとの環化付加反応を活用した複素環合成を検討した。更に炭素鎖が一つ伸張した2,3-ビスメチレン-1,4-ジオールを1,4-双極子として利用した。生成物は*s-cis*ジエン骨格を有しているため、アルキン等のジエノフィルとのDiels-Alder反応によるイソキノリン骨格の効率的合成を目指した。本法は一般に合成が困難であるポリアセンの簡便的合成法として期待でき、さらには色素増感剤等のエネルギー物質創製の可能性を秘めている。

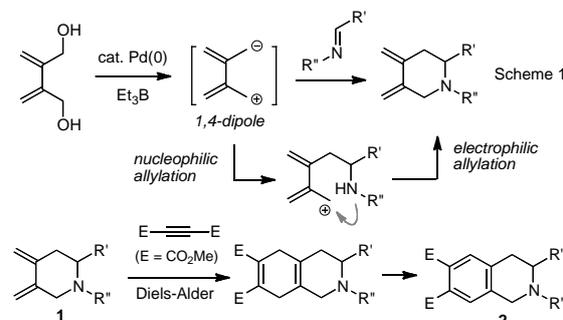
更に、有機ホウ素共存下、末端アルキンと π -アリルパラジウムを反応するとアルキニルボレートの1,2-転位を伴ってアリル-アルキルカップリング反応が進行し、三置換アルケンが形成する反応を目指した。一段階で環化反応と三置換アルケンの構築が位置及び立体選択的に進行している点も興味深い。本法は、不飽和炭化水素化合物の高位置及び高立体選択的合成法として期待できる。

また量子化学的見地から、新規合成化合物の電子状態と光物性に焦点を当て、密度汎関数(DFT)法および高精度post-Hartree-Fock(CASSCF, CASPT2)法を用いた理論解析を行う。

4. 研究成果

(1) [4+2]環化付加型双極的アリル化反応

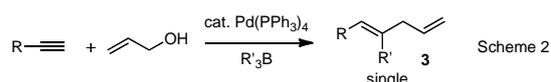
2,3-ビスメチレンブタン-1,4-ジオールをスキーム1で示す条件で反応したところ、3,4-ビスメチレンピペリジン環が一段階で合成できた。つまり、2,3-ビスメチレンブタン-1,4-ジオールを1,4-双極子として活用することができた。本法もイミンに対して、求核的アリル化反応、親電子的アリル化反応の順序で双極的アリル化反応を起こす。



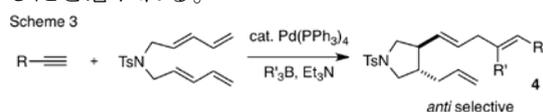
生成物は、反応活性な *s-cis*-ジエン骨格を有

するため新たな炭素骨格形成反応へと利用できた。化合物 **1** は、アルキンと Diels-Alder 反応を速やかに起こし、双環式含窒素複素環化合物 **2** を与えた。本法はイソキノリン骨格の新規合成法として有用である。

(2) 末端アセチレンに対する多成分連結反応
パラジウム触媒とトリエチルホウ素存在下、アリールアルコールと末端アルキンを反応すると、アルキンの末端炭素上でアリール基とエチル基が位置及び立体選択的に付加反応し、三置換アルケン **3** が選択的に得られた。



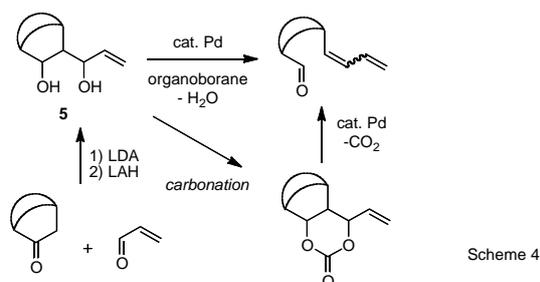
本反応は、アルキニルトリエチルボレートからエチル基の 1,2-転位を経由して進行しているものと思われる。しかしながら、本法のように完全に位置及び立体選択性が制御されて三置換アルケンを与える合成法は珍しい。また、ビスジエンを基質に用いると環化反応を伴いながらビスアリール骨格とアルキン、有機ホウ素の多成分連結反応が進行し、**4** を単一生成物として与えることを見出した (スキーム 3)。また、本反応では塩基が必須であり、その中でもトリエチルアミンが適していた。アセチレン末端の酸性度がπ-アリールパラジウムの配位によって上昇し、トリエチルアミンの働きによって、アルキニルボレートを形成することで多成分連結反応が進行したと思われる。



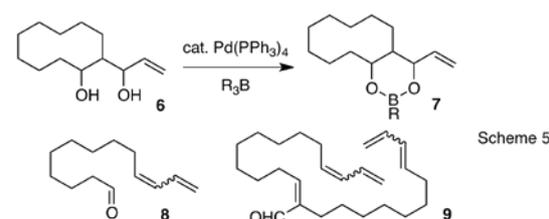
(3) オキサパラダサイクルを介する炭素-炭素結合切断反応

以前、当研究室ではビニル環状カーボネートとパラジウム触媒を反応させたところ、脱炭酸を伴いながら、オキサパラダシクロペンタン中間体が生成し、β-炭素結合切断反応によって、共役ジエンとカルボニル化合物を与える炭素-炭素結合切断反応について報告した。最近になり、環状カーボネートへ誘導しなくても、その前駆体である 4-ペンテン-1,3-ジオール **5** をパラジウム触媒と有機ホウ素で処理することにより、同形式の炭素-炭素結合切断反応が進行することを発見した (スキーム 4)。

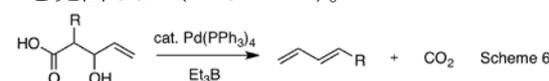
歪みが小さな環状ジオール **6** に対し、パラジウム触媒と様々な有機ホウ素による反応を検討した (スキーム 5)。



この場合、用いる有機ホウ素の種類が重要である。トリエチルホウ素を用いるとジエチルホウ酸エステル **7** が得られるものの、トルエン環流下条件であっても炭素-炭素結合の切断反応は進行しなかった。種々、有機ホウ素類を検討したところ、*B*-Ph-9-BBN が最も優れた促進剤であることを見出した。この時、アルデヒド **8** だけでなく自己アルドール縮合体 **9** が得られた。本法は、双環式ジオールに対しては優れた反応性を示し、目的生成物であるジエニルアルデヒドを高収率で立体選択的に与えた。



最近、パラジウム触媒とトリエチルホウ素共存下、3-ヒドロキシ-4-ペンテン酸を反応すると、脱炭酸を伴いながら共役ジエンを与える新形式の炭素-炭素結合切断反応を見出した (スキーム 6)。

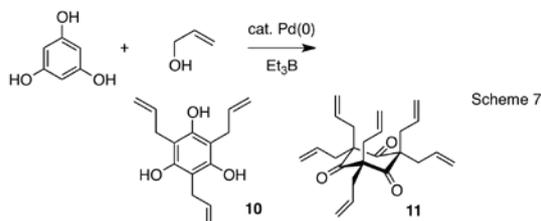


本法は基質許容性が極めて高く、様々な置換 3-ヒドロキシ-4-ペンテン酸に適用できた。しかも、原料の立体化学に依存せず、高い *E*-選択性を示した。トリエチルホウ素はカルボン酸とエステルを形成すると同時に、パラジウム触媒への酸化的付加反応を促し、オキサパラダサイクル中間体を与える。その後、アリールパラジウムのσ-π-σ異性化を経て、立体的に安定な *anti* 体のパラダサイクルを経由した後、β-炭素脱離によって *E*-選択的に共役ジエンが得られたと思われる。

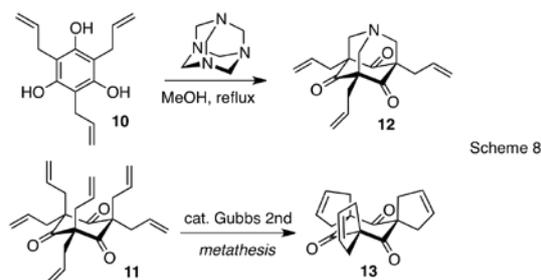
(4) アリル化反応を活用した機能性材料合成

フェノール誘導体に対する親電子的アリル化を検討した。トリヒドロキシベンゼンと反応を行ったところ、全てのオルト位炭素上

でアリル化が進行し、トリアリルトリヒドロキシベンゼン **10** を与えた (スキーム 7)。過剰量のアリルアルコールを用いると、**10** に対して更に *C*-アリル化反応が進行し、ヘキサアリルシクロヘキサントリオン **11** を高選択的に与えた。



本法で得られたアリル化生成物は対称性分子であるので、構造的にも興味深い。更に誘導実験を検討した (スキーム 8)。化合物 **10** をヘキサメチレンテトラミンとメタノール中で加熱反応すると、アザアダマンタントリオン **12** が得られた。また、化合物 **11** を Grubbs 試薬でオレフィンメタセシス反応したところ、 D_{3h} 対称性スピロ化合物 **13** が得られた。化合物 **12** 及び **13** は、分子内 σ -donor-accepter 型の電荷移動作用を示す新しい機能性材料として期待できる。



(5) 量子化学による電子状態・光物性解析基底状態の構造は DFT 法を用いて最適化し、分子内電荷移動を伴う through space 型の分子内結合様相について理論的知見を得た。また蛍光性機能色素としての応用の観点から、励起状態の構造を CASSCF および CASPT2 法を用いて最適化し、蛍光特性と励起状態ポテンシャル曲面との関連について解析した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

[雑誌論文] (計 20 件)

- (1)“Stereodefined Construction of Trisubstituted Alkene via Direct Coupling Reaction of Allylating Agents, Alkyne, and Organoborane”, *Chemistry - A European Journal*, in press (2012). M. Fukushima, D. Takushima, H. Satomura, G. Ododera, M. Kimura. 査読有
- (2)“Regio- and Stereoselective Multi-Component

- Coupling Reaction of Alkyne and Dimethylzinc Involving Allylnickelacycles”, *Synthesis*, in press (2012). T. Mori, T. Nakamura, G. Onodera, M. Kimura. 査読有
- (3)“Ni-Catalyzed Multi-component Coupling Reaction of Norbornene, Dimethylzinc, Butadiene, and Aldimine”, *Heterocycles*, Vol. 84, No. 1, pp. 339-347 (2012). T. Nakamura, T. Mori, M. Togawa, M. Kimura. 査読有
- (4)“Synthesis, solid-state fluorescence properties, and computational analysis of novel 2-aminobenzo[4,5]thieno[3,2-*d*]pyrimidine 5,5-dioxides”, *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, Vol. 8, pp. 266-274 (2012). K. Yokota, M. Hagimori, N. Mizuyama, Y. Nishimura, H. Fujito, Y. Shigemitsu, Y. Tominaga. 査読有
- (5)“Photophysical properties of arylcarbonitrile derivatives: Synthesis, absorption and emission spectra, and quantum chemical studies”, *Dyes and Pigments*, Vol. 92, No. 1, pp. 580-587 (2012). Y. Shigemitsu, B.-C. Wang, Y. Nishimura, Y. Tominaga. 査読有
- (6)「トリエチルホウ素と後周期遷移金属の相乗効果を利用した炭素-炭素結合形成および切断反応」, *有機合成化学協会誌*, Vol. 70, No. 3, pp. 216-226 (2012). 木村正成 査読無
- (7)“Stereoselective Coupling Reaction of Dimethylzinc and Alkyne toward Nickelacycles”, *Org. Lett.*, Vol. 13, No. 9, pp. 2266-2269 (2011). T. Mori, T. Nakamura, M. Kimura. 査読有
- (8)“Nucleophilic Allylation of *N,O*-Acetals with Allylic Alcohols Promoted by Pd/ Et_3B and Pd/ Et_2Zn Systems”, *Tetrahedron Lett.*, Vol. 52, No. 8, pp. 913-915 (2011). Y. Yamaguchi, M. Hashimoto, K. Tohyama, M. Kimura. 査読有
- (9)“Dienyl Homoallyl Alcohols via Palladium Catalyzed Ene-Type Reaction of Aldehydes with 1,3-Dienes”, *J. Am. Chem. Soc.*, Vol. 132, No. 46, pp. 16346-16348 (2010). M. Fukushima, D. Takushima, M. Kimura. 査読有
- (10)“Decarboxylative C-C Bond Cleavage Reactions via Oxapalladacycles”, *Heterocycles*, Vol. 82, No. 1, pp. 281-287 (2010). M. Kimura, T. Kohno, K. Toyoda, T. Mori. 査読有
- (11)“Allylic Alkylation of Indoles with Butadiene Promoted by Palladium Catalyst and Triethylborane” *Heterocycles*, Vol. 80, No. 2, pp. 787-797 (2010). M. Kimura, K. Tohyama, Y. Yamaguchi, T. Kohno. 査読有
- (12)“Rh-Catalyzed Reductive Coupling Reaction of Aldehydes with Conjugated Dienes

- Promoted by Triethylborane”, *Org. Lett.*, Vol. 11, No. 17, pp. 3794 - 3797 (2009). M. Kimura, D. Nojiri, M. Fukushima, S. Oi, Y. Sonoda, Y. Inoue. 査読有
- (13)“Nickel-Catalyzed Multi-Component Coupling Reaction of Aldimine, Alkyne, and Dimethylzinc via Dimerization of Butadiene”, *Tetrahedron Lett.*, Vol. 50, No. 27, pp. 3982 - 3984 (2009). M. Kimura, M. Togawa, Y. Tatsuyama, K. Matsufuji. 査読有
- (14)“Amphiphilic Allylic Alkylation with Allyl Alcohols Promoted by Pd-Catalyst and Triethylborane”, *Mini-Reviews in Organic Chemistry*, Vol. 6, No. 4, pp. 392-397 (2009). M. Kimura, Y. Tamaru. 査読有
- [学会発表] (計 60 件)
- (1) 眞田祥平, 木村正成, “2, 3-ビスメチレンブタン-1, 4-ジオールの双極的アリル化反応を活用した新形式ピペリジン環合成”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学, (2012, 3, 27)
- (2) 田中翔太, 木村正成, “ π -アリルパラジウムの極性転換反応を利用したラクトン及びラクタム合成”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学, (2012, 3, 27)
- (3) 黒田あずさ, 木村正成, “トリプタミンの親電子的アリル化反応によるピロロインドールアルカロイドの合成”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学, (2012, 3, 27)
- (4) 平田剛輝, 木村正成, “トリヒドロキシベンゼンのC-アリル化反応を活用した対称性有機分子の創製”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学, (2012, 3, 28)
- (5) 里村秀昭, 木村正成, “パラジウム触媒を用いたジエン, アルキン, 有機ホウ素の 3 成分連結反応”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学, (2012, 3, 28)
- (6) 多久島大樹, 木村正成, “パラジウム触媒とジエチル亜鉛を用いた α -プロパルギル環状アセタールの反応”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学, (2012, 3, 28)
- (7) 大平勇希, 木村正成, “有機亜鉛の特異な反応挙動を活用した共役ジエンとカルボニル類のカップリング反応”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学, (2012, 3, 26)
- (8) 林摩耶, 木村正成, “エンイン, カルボニル化合物, 有機亜鉛の選択的カップリング反応”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学, (2012, 3, 26)
- (9) 福島将大, 木村正成, “パラジウム触媒を用いた末端アルキン, 不飽和炭化水素, 有機ホウ素の 3 成分カップリング反応”, 第 41 回複素環化学討論会, 熊本市民会館 (2011, 10, 20)
- (10) 森崇理, 木村正成, “ビニルエポキシドの開環に伴う、オキサニッケラサイクルを介した三成分連結反応”, 第 41 回複素環化学討論会, 熊本市民会館 (2011, 10, 20)
- (11) 眞田祥平, 木村正成, “対称アリルアルコールを用いた含窒素複素環化合物の新規合成法の開発”, 第 41 回複素環化学討論会, 熊本市民会館 (2011, 10, 20)
- (12) 多久島大樹, 木村正成, “ポリフェノール類を基軸とした機能性有機材料の創製”, 第 41 回複素環化学討論会, 熊本市民会館 (2011, 10, 20)
- (13) 森崇理, 木村正成, “Ni-Catalyzed Efficient Synthesis of Unsaturated Carboxylic Acids from Diketene”, 第 58 回有機金属化学討論会, 名古屋大学 (2011, 9, 7)
- (14) 白重良, 木村正成, “Ni-Catalyzed Multi-Component Coupling Reaction of Unsaturated Hydrocarbons and Carbon Dioxide”, 第 58 回有機金属化学討論会, 名古屋大学 (2011, 9, 7)
- (15) 福島将大, 木村正成, “Pd-Catalyzed Tandem Reaction of Terminal Alkynes, Unsaturated Hydrocarbons, and Organoboranes”, 第 58 回有機金属化学討論会, 名古屋大学 (2011, 9, 7)
- (16) Masanari Kimura, “Regio- and Stereoselective Multi-component Coupling Reaction via Nickelacycles”, 5th Asian Network of Metal Chemistry, 14th Asian Chemical Congress, Bangkok, Thailand, (2011, 9, 6). 招待講演
- (17) 福島将大, 木村正成, “パラジウム触媒と有機ホウ素を用いた末端アルキンの高選択的アリル化反応”, 九州大学馬出キャンパス (2011, 8, 27)
- (18) 福島将大, 木村正成, “末端アルキンのアリル化反応を活用した高選択的三置換アルケン合成”, 第 48 回化学関連支部合同九州大会, 北九州国際会議場 (2011, 7, 9)
- (19) 多久島大樹, 木村正成, “対称性ポリフェノールを用いた機能性有機材料の創製”, 第 35 回有機電子移動化学討論会, 第 7 回有機電子移動化学若手の会, 九州大学医学部百年講堂 (2011, 6, 23)
- (20) 眞田祥平, 木村正成, “対称アリルアルコールを用いた有用環式化合物の効率的合成法の開発”, 第 35 回有機電子移動化学討論会, 九州大学医学部百年講堂 (2011, 6, 23)
- (21) 福島将大, 多久島大樹, 木村正成, “Pd

- 触媒と有機ホウ素を用いたジエニルホモアリルアルコールの合成”,第21回万有福岡シンポジウム,九州大学医学部百年講堂(2011, 5, 21)
- (22) 木村正成, “パラジウム触媒と有機ホウ素を用いた共役ジエンとカルボニル化合物のカップリング反応”, 第57回有機金属化学討論会, 中央大学 (2010, 9, 16)
- (23) 山口祐未, 木村正成, “パラジウム触媒を用いたビニルシクロプロパンの求核的アリル化反応によるラクトン, ラクタムの高選択的合成”, 第57回有機金属化学討論会, 中央大学 (2010, 9, 16)
- (24) 森 崇理, 木村正成, “オキサニッケラサイクルを介する高立体選択的多成分連結反応”, 第57回有機金属化学討論会, 中央大学 (2010, 9, 16)
- (25) 山口祐未, 木村正成, “パラジウム触媒を用いた求核的アリル化反応によるラクトン, ラクタムの高選択的合成”, 第47回化学関連支部合同九州大会, 北九州国際会議場 (2010, 7, 10)
- (26) 森崇理, 木村正成, “オキサニッケラサイクルを活性中間体とする三成分選択的連結反応”, 第20周年記念万有福岡シンポジウム, 九州大学医学部百年講堂 (2010, 5, 22)
- (27) 廣川慎吾, 木村正成, “ポリヒドロキシ環状ヘミアセタールと共役ジエンの還元的カップリング反応”, 日本化学会第90春季年会, 近畿大学 (2010, 3, 26)
- (28) 森崇理, 木村正成, “オキサニッケラサイクルを介するアリル基, アルキン, 有機亜鉛の選択的連結反応”, 日本化学会第90春季年会, 近畿大学 (2010, 3, 26)
- (29) 松藤貴美子, 木村正成, “亜鉛存在下におけるハロゲン化アルキル, 共役ジエン, カルボニルの3成分連結反応”, 日本化学会第90春季年会, 近畿大学 (2010, 3, 26)
- (30) 木村正成, “パラジウム触媒とトリエチルホウ素を用いた共役ジエンによるインドールのアリル化反応”, 日本化学会第90春季年会, 近畿大学 (2010, 3, 26)
- (31) 山口祐未, 木村正成, “ビニルシクロプロパンの求核的アリル化反応を活用したラクトン及びラクタム合成”, 日本化学会第90春季年会, 近畿大学 (2010, 3, 26)
- (32) 福島将大, 木村正成, “パラジウム触媒を用いた共役ジエンとアルデヒドの還元的カップリング反応”, 日本化学会第90春季年会, 近畿大学 (2010, 3, 26)
- (33) 河野智彦, 木村正成, “3-ヒドロキシ-4-ペンテン酸の脱炭酸による共役ジエン合成”, 日本化学会第90春季年会, 近畿大学 (2010, 3, 26)
- (34) 遠山佳津実, 木村正成, “パラジウム触媒とトリエチルホウ素を用いた双極的アリル化反応”, 第59回錯体化学討論会, 長崎大学 (2009, 9, 25)
- (35) 十河茉莉子, 木村正成, “オキサニッケラサイクルを介するアリル基, アルキン, 有機亜鉛の高選択的カップリング反応”, 第56回有機金属化学討論会, 同志社大学 (2009, 9, 11)
- (36) 木村正成, “ロジウム触媒を用いた共役ジエンとカルボニル化合物の還元的カップリング反応”, 第56回有機金属化学討論会, 同志社大学 (2009, 9, 10)
- (37) 山口祐未, 木村正成, “パラジウム触媒を用いた共役ジエンによるインドールの求電子的アリル化反応”, 第56回有機金属化学討論会, 同志社大学 (2009, 9, 10)
- (38) 遠山佳津実, 木村正成, “アリルアルコールの双極的活性化による含窒素複素環化合物の合成”, 第46回化学関連支部合同九州大会, 北九州国際会議場 (2009, 7, 11)
- (39) 山口祐未, 木村正成, “パラジウム触媒を用いた芳香族化合物に対する新形式アリル化反応の開発”, 第46回化学関連支部合同九州大会, 北九州国際会議場 (2009, 7, 11)
- (40) 松藤貴美子, 木村正成, “亜鉛存在下におけるアルキルハライドと共役ジエンを用いたカップリング反応”, 第46回化学関連支部合同九州大会, 北九州国際会議場 (2009, 7, 11)
- (41) 山口祐未, 木村正成, “生理活性物質創製を目的とした新形式アリル化反応の開発”, 第20周年記念万有仙台シンポジウム, 仙台国際センター (2009, 6, 13)

[その他]

ホームページ等

<http://www.ch.nagasaki-u.ac.jp/org/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木村 正成 (KIMURA MASANARI)
長崎大学・工学研究科・教授
研究者番号: 10274622

(2) 研究分担者

重光 保博 (SHIGEMITSU YASUHIRO)
長崎大学・工学研究科・准教授
研究者番号: 50432969