

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 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2009～2011

課題番号：21685011

研究課題名（和文）

ホウ素化ポルフィリンを活用した機能性分子の合成

研究課題名（英文）

Creation of Functional Molecules Based on Borylated Porphyrins

研究代表者

忍久保 洋 (SHINOKUBO HIROSHI)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：50281100

研究成果の概要（和文）：ホウ素化ポルフィリンの鈴木-宮浦カップリングによって、様々なポルフィリン多量体をサイズ選択的に合成した。テトラホウ素化ポルフィリンとテトラブロモポルフィリンのカップリング反応によりチューブ状ポルフィリン四量体を得られることを見いだした。この化合物は直径 14Å の空孔をもつチューブ状構造をもち、C₆₀ を強く包摂する。この包摂体の X 線構造解析から、空孔内に 1 つの C₆₀ が取り込まれ、外部に 4 つの C₆₀ が接近し、三次元ネットワークを形成することを発見した。

研究成果の概要（英文）：Synthesis of novel porphyrin oligomers has been achieved with borylated porphyrins as key building blocks. Cross-coupling of tetraborylated porphyrin with tetrabromo porphyrin provided a tetrameric porphyrin tube, which has an inner cavity with a diameter of 14Å. The X-ray diffraction analysis elucidated that the porphyrin tube encapsulates a C₆₀ molecule in its cavity and the interaction between the tube and C₆₀ constructs a 3D network in the solid state.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	9,700,000	2,910,000	12,610,000
2010年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
2011年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
総計	21,100,000	6,330,000	27,430,000

研究分野：有機合成化学

科研費の分科・細目：複合化学・合成化学

キーワード：π共役系、クロスカップリング、パラジウム、ホウ素、ポルフィリン、炭素-炭素結合生成、触媒、遷移金属

1. 研究開始当初の背景

有機化学の最重要課題として新反応開発がある。特に遷移金属触媒反応は著しい発展を遂げており、新しい反応形式や高い選択性をもつ新反応が次々に見いだされている。我々は、これまで蓄積されてきた反応開発の成果を効果的に興味ある構造・物性・機能をもつ新物質の創造に結びつけることを目指している。このようなコンセプトのもと、遷移金属触媒反応により従来は合成できなかったπ電子系を合成し、その物性や機能を探求している。

従来のポルフィリン合成において、遷移金属触媒反応はほとんど活用されていなかった。しかし、本研究代表者はイリジウム触媒を用いるポルフィリンの位置選択的 C-H 結合直接ホウ素化法の開発に成功し、メゾ位が最も反応性が高いという常識を覆すポルフィリンの修飾法を開発することができた。さらに、この反応を足がかりとしてβ位修飾ポルフィリンの化学に端緒を開いた。すなわち、空気中室温でさえも安定な一重項ビラジカルである二重縮環コロール二量体、触媒機能をもつポルフィリンピンサー型金属多角核

錯体、巨大な二光子吸収特性を有する架橋ポルフィリン多量体の合成を達成し、それらの構造・物性・機能を明らかにしてきた。このような研究を通して有機合成化学を基礎とした新規ポルフィリンの物質科学を展開している。ホウ素化ポルフィリンを活用することにより、さらに多様な新規ポルフィリンを創成し、さらに研究を展開することとした。

2. 研究の目的

本研究では、イリジウム触媒反応によって合成したホウ素化ポルフィリンを基盤として、パラジウム触媒によるクロスカップリング反応などを用いて、さらに多彩な新規ポルフィリン誘導体を創成し、その構造・物性・機能を探求することを目的とした。具体的には、既に合成を進めている環状ポルフィリン多量体についてフラーレン類やナノチューブの認識能の検討や光捕集アンテナモデルとしての機能評価を行う。更なる巨大環状構造、例えばベルト状ポルフィリン多量体の構築のため、巨大分子反応による合理的合成法の開発も行う。

3. 研究の方法

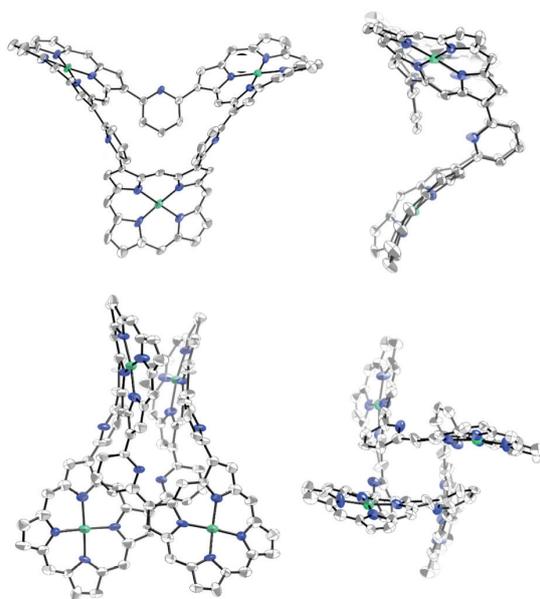
機能性色素であるポルフィリンに対して、イリジウム触媒による炭素-水素結合の直接ホウ素化反応を用いてβ位がホウ素化されたポルフィリンを効率的に合成する。有機ホウ素化合物は有用な合成中間体であり、パラジウム触媒を用いるとクロスカップリング反応に、ロジウム触媒を用いるとα,β-不飽和カルボニル化合物への共役付加に対して求核剤として用いることができる。また、酸化によりアルコールへと変換できる。これらの反応を用いて、ホウ素化ポルフィリンをビルディングブロックとして活用し、様々な新規ポルフィリンを創成する。

合成した新規ポルフィリンについては、各種スペクトル測定により同定を行い、その構造については単結晶 X 線構造解析によって立体構造を確定する。基本的な光物性と立体構造をもとに、新規ポルフィリンの機能性を開拓する。

4. 研究成果

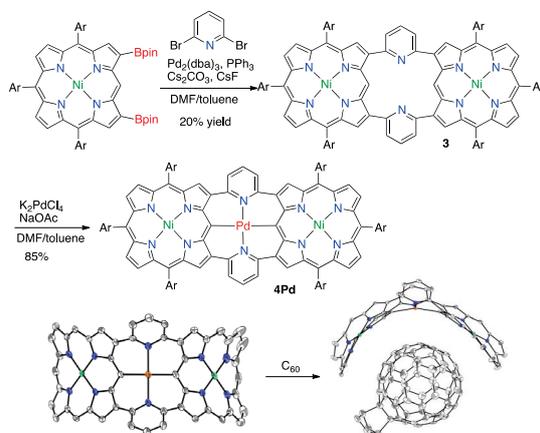
(1)大環状ポルフィリン多量体の合成

β,β'-ジボリルポルフィリンとジプロモピリジンの鈴木-宮浦カップリングによって、一連の大環状ポルフィリン多量体をサイズ選択的に効率よく合成することに成功した。また、単結晶 X 線解析により生成物の構造を明らかにした。



(2)はしご状ポルフィリン多量体の合成と物性

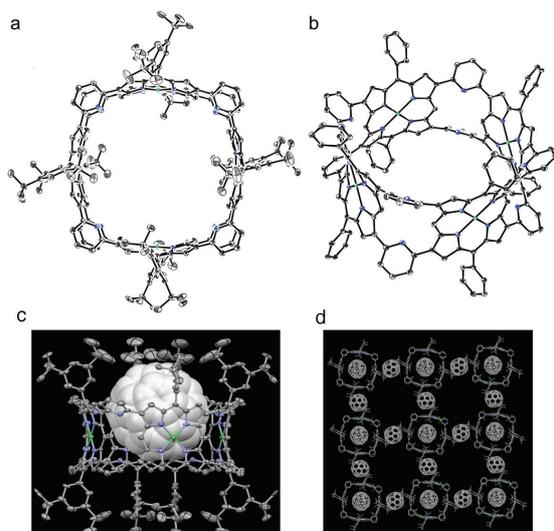
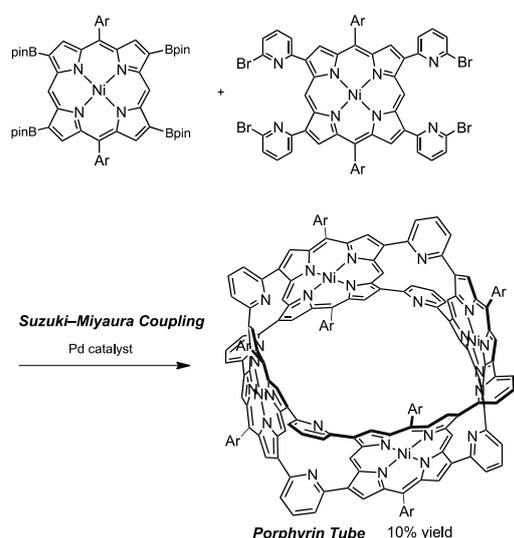
はしご型ポルフィリン二量体および三量体の合成とその物性について研究を行った。合成したはしご型ポルフィリン二量体に塩化パラジウムを作用させると、二つの炭素-水素結合の切断を伴って、中央部にパラジウムが導入された錯体が収率よく得られた。パラジウムの導入前では2つのポルフィリン間の電子的な相互作用は弱いのが、パラジウムの導入により吸収スペクトルが大きく長波長シフトし、共役が拡張されることが明らかとなった。このパラジウム錯体はC₆₀を効果的に包摂することもわかった。はしご型分子のピリジン部位へのパラジウムの挿入は容易に起こることが分かった。さらに、興味深いことに、パラジウムの挿入により二光子吸収断面積が飛躍的に増大することを明らかにした。これは、金属のd軌道が関与したπ共役の拡張によるものと考えられる。



(3)ポルフィリンチューブの合成と機能

テトラホウ素化ポルフィリンとテトラブ

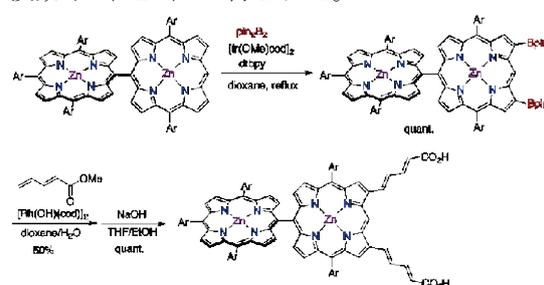
ロモポルフィリンを鈴木-宮浦カップリング反応させると、収率 10%でチューブ状ポルフィリン四量体が得られることを見いだした。さらに、この化合物の単結晶 X 線構造解析に成功した。構造解析の結果からポルフィリンチューブ内の空孔の直径が 14Å であることが分かった。これは、C₆₀ を取り込むのにちょうど適している。そこで、チューブ状ポルフィリンが C₆₀ を包摂するか検討したところ、C₆₀ を強く結合することが分かった。さらに、C₆₀ を取り込んだチューブ状ポルフィリンの単結晶 X 線構造解析にも成功した。予期した通りチューブ内部に C₆₀ が包摂されていることが分かったが、予想外にチューブ外部にも C₆₀ が相互作用していることを見いだした。チューブ状ポルフィリンは 4つのポルフィリンから構成されるが、それぞれのポルフィリンに対して 4つの C₆₀ が接近し、チューブ状ポルフィリンと C₆₀ が三次元ネットワークを形成していることが明らかとなった。



(4)ロジウム触媒を用いる共役ポルフィリン

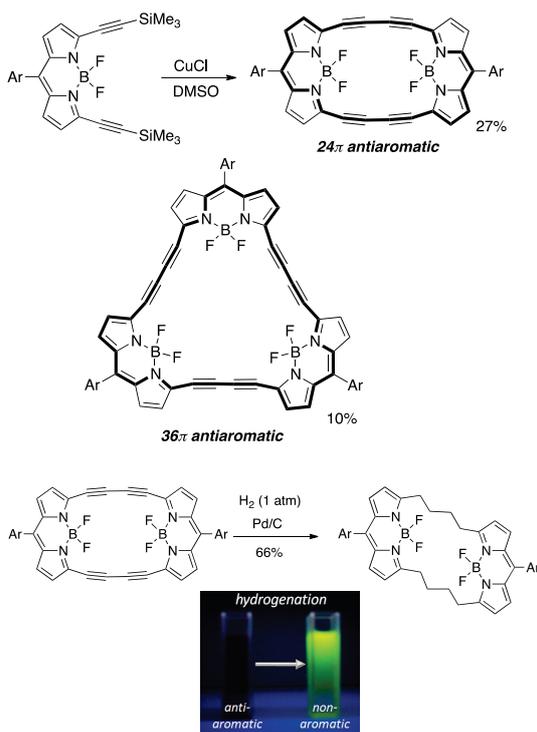
の合成と太陽電池への応用

ロジウム触媒の存在下、ホウ素化ポルフィリンがアクリル酸エステル類と反応し、不飽和エステルが高収率で得られることを見いだした。この結果をポルフィリン多量体へと展開した。メゾ-メゾ結合ポルフィリン二量体にイリジウム触媒を用いてホウ素を導入し、ロジウム触媒により不飽和エステルを導入することに成功した。片側のポルフィリンに不飽和カルボン酸を導入した非対称型ポルフィリン二量体では、ポルフィリンから不飽和カルボン酸が結合したポルフィリンに効率的にエネルギー移動することが分かった。この特性は、ポルフィリン多量体を光捕集アンテナとして活用できることを示している。そこで、不飽和カルボン酸部位をもつポルフィリン二量体を合成し、これを用いて色素増感太陽電池を作成した。光電変換効率の評価を行ったところ、ポルフィリン系色素を用いた色素増感太陽電池としては高い変換効率 (4.2%) が得られた。



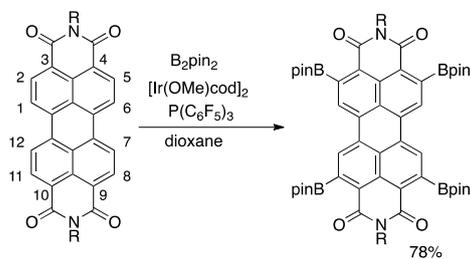
(5)ボロンジピリン (BODIPY) は、ポルフィリンの部分骨格とみなすことができる。そこで、新規ポルフィリン類縁体としてプタジイン架橋 BODIPY 環状二量体をターゲット分子として設計した。トリメチルシリルエチル基を導入した BODIPY を合成し、銅塩を用いるシリルアセチレンのホモカップリング反応により BODIPY 環状二量体を合成することに成功した。この化合物の結晶構造解析から剛直なアセチレンで架橋されたことにより、高い平面性をもっていることが分かった。また、共役系上に 24 個のπ電子をもつことから反芳香族性であることが明らかになった。また、36π電子系を有する反芳香族性 BODIPY 環状三量体も生成していることを発見した。

BODIPYは強い蛍光を持つ分子として知られている。しかし、これら環状 BODIPY は全く蛍光を示さなかった。これは、反芳香族性により本来の蛍光特性が消失していることを示唆する。そこで、共役を切断し反芳香族性を消失させることを検討した。その結果、パラジウム炭素を触媒に用いてアルキン部をアルカンへ還元することに成功し、反芳香族性の消失に伴い強い蛍光を示すことを見出した。



(6)ペリレンビスイミドの直接変換法の開発

ペリレンビスイミド(PBI)は有機電子材料への展開が盛んに進められている。PBIの物性を制御するには官能基変換が重要となるが、従来は1,6,7,12位のハロゲン化しか利用できなかった。種々検討した結果、ルテニウム触媒を用いる反応によりPBIの2,5,8,11位にアルキル基やアール基を直接的に導入できることを見いだした。次に、PBIのホウ素化を検討した。[Ir(OMe)cod]₂錯体およびトリスペンタフルオロフェニルホスフィン配位子を用いると、収率よく望みの反応が進行することが分かった。反応は完全な位置選択性で進行し、カルボニル基に隣接した2,5,8,11位にのみホウ素が導入された。生成物のX線構造解析の結果、ペリレン部分の高い平面性を保ったままホウ素を導入できることがわかった。これは、ペリレン平面の歪みを誘発してしまう従来の官能基化とは大きく異なる特徴である。



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 26 件)

- ① M. Horie, Y. Hayashi, S. Yamaguchi, H. Shinokubo, Synthesis of Nickel(II) Azacorroles via Pd-Catalyzed Amination of α,α' -Dichloro Dipyrin Ni(II) Complex and Their Properties, *Chem. Eur. J.* **2012**, *18*, 5919-5923, DOI:10.1002/chem.201200485. (査読有)
- ② N. Mizoshita, K. Yamanaka, S. Hiroto, H. Shinokubo, T. Tani, S. Inagaki, Energy and Electron Transfer from Fluorescent Meso-structured Organosilica Framework to Guest Dyes, *Langmuir*, **2012**, *28*, 3987-3994, DOI: 10.1021/la204645k. (査読有)
- ③ M. Akita, S. Hiroto, H. Shinokubo, Oxidative Annulation of β -Aminoporphyrins into Provide Pyrazine-Fused Diporphyrins, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 2894-2897, DOI: 10.1002/anie.201108037. (査読有)
- ④ N. Mizoshita, T. Tani, H. Shinokubo, S. Inagaki, Mesoporous Organosilica Hybrids Consisting of Silica-Wrapped π - π Stacking Columns, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 1156-1160, DOI: 10.1002/anie.201105394. (査読有)
- ⑤ S. Nakamura, S. Hiroto, H. Shinokubo, Synthesis and Oxidation of Cyclic Tetraindole, *Chem. Sci.* **2012**, *3*, 524-527, DOI: 10.1039/C1SC00665G. (査読有)
- ⑥ Y. Hayashi, S. Yamaguchi, W. Y. Cha, D. Kim, H. Shinokubo, Synthesis of Directly Connected BODIPY Oligomers through Suzuki-Miyaura Coupling *Org. Lett.* **2011**, *13*, 2992-2995, DOI: 10.1021/ol2004534. (査読有)
- ⑦ K. Yoshida, T. Nakashima, S. Yamaguchi, A. Osuka, H. Shinokubo, Peripherally Cyclometalated Iridium Complexes of Dipyridylporphyrin, *Dalton Trans.* **2011**, *40*, 8773-8775, DOI: 10.1039/C1DT10246J. (査読有)
- ⑧ T. Teraoka, S. Hiroto, H. Shinokubo, Iridium-Catalyzed Direct Tetraborylation of Perylene Bisimides, *Org. Lett.* **2011**, *13*, 2532-2535, DOI:10.1021/ol2004534. (査読あり)
- ⑨ J. Song, S. Anabuki, N. Aratani, H. Shinokubo, A. Osuka, A Hexameric Porphyrin Triangle Constructed by Suzuki-Miyaura Cross-Coupling, *Chem. Lett.* **2011**, *40*, 902-903, DOI: 10.1246/cl2011.902. (査読有)
- ⑩ J. Song, N. Aratani, H. Shinokubo, A. Osuka, A β -to- β 2,5-Thienylene-Bridged Cyclic Porphyrin Tetramer: Its Rational Synthesis and 1:2 Binding Mode with C₆₀, *Chem. Sci.* **2011**, *2*, 748-751, DOI: 10.1039/C0SC00605J. (査読有)
- ⑪ T. Sakida, S. Yamaguchi, H. Shinokubo, Metal-Mediated Synthesis of Antiaromatic Porphyrinoids from a BODIPY Precursor, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 2280-2283, DOI: 10.1002/anie.201006314. (査読有)
- ⑫ J. Yamamoto, T. Shimizu, S. Yamaguchi, N. Aratani, H. Shinokubo, A. Osuka Synthesis of a Diimidazolylporphyrin Pincer Palladium Complex, *J. Porphyrins Phthalocyanines* **2011**, *15*, 534-538, DOI: 10.1142/S1088424611002908. (査読有)
- ⑬ J. Song, N. Aratani, H. Shinokubo, A. Osuka, A

- Porphyrin Nanobarrel that Encapsulates C₆₀, *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 16356-16357, DOI: 10.1021/ja107814s. (査読有)
- ⑭ K. Yoshida, S. Yamaguchi, A. Osuka, H. Shinokubo, Pt(II)- and Pt(IV)-Porphyrin Pincer Complexes: Synthesis, Structures, and Reactivity, *Organometallics* **2010**, *29*, 3997-4000, DOI: 10.1021/om100644n. (査読有)
- ⑮ J. Song, N. Aratani, J. H. Heo, D. Kim, H. Shinokubo, A. Osuka, Directly Pd(II)- Bridged Porphyrin Belts with Remarkable Curvatures, *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 11868-11869, DOI: 10.1021/ja1046654. (査読有)
- ⑯ S. Yamaguchi, H. Shinokubo, A. Osuka, η^2 -Porphyrin Ru(II) π -Complexes, *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 9992-9993, DOI: 10.1021/ja104842h. (査読有)
- ⑰ J. Song, N. Aratani, P. Kim, D. Kim, H. Shinokubo, A. Osuka, Porphyrin "Lego Block" Strategy To Construct Directly meso- β Doubly Linked Porphyrin Rings, *Angew. Chem., Int. Ed.* **2010**, *49*, 3617-3620, DOI: 10.1002/anie.201000915. (査読有)
- ⑱ C. She, S. Easwaramoorthi, P. Kim, S. Hiroto, I. Hisaki, H. Shinokubo, A. Osuka, D. Kim, J. T. Hupp, Excess Polarizability Reveals Exciton Localization/Delocalization Controlled by Linking Positions on Porphyrin Rings in Butadiyne- Bridged Porphyrin Dimers, *J. Phys. Chem. A* **2010**, *114*, 3384-3390, DOI: 10.1021/jp908767x. (査読有)
- ⑲ J. Song, P. Kim, N. Aratani, D. Kim, H. Shinokubo, A. Osuka, Strategic Synthesis of 2,6-Pyridylene-Bridged β -to- β Porphyrin Nanorings through Cross-Coupling, *Chem. Eur. J.* **2010**, *16*, 3009-3012, DOI: 10.1002/chem.200903177. (査読有)
- ⑳ J. K. Park, J. Chen, H. R. Lee, S. W. Park, H. Shinokubo, A. Osuka, D. Kim, Doubly β -functionalized meso-meso Directly Linked Porphyrin Dimer Sensitizers for Photovoltaics, *J. Phys. Chem. C* **2009**, *113*, 21956-21963, DOI: 10.1021/jp905675x. (査読有)
- ㉑ S. Nakazono, S. Easwaramoorthi, D. Kim, H. Shinokubo, A. Osuka, Synthesis of Arylated Perylene Bisimides through C-H Bond Cleavage under Ruthenium Catalysis, *Org. Lett.* **2009**, *11*, 5426-5429, DOI: 10.1021/o902271b. (査読有)
- ㉒ S. Tokuji, T. Yurino, N. Aratani, H. Shinokubo, A. Osuka, Palladium-Catalyzed Dimerization of meso-Bromoporphyrins: Highly Regioselective meso- β Coupling via Unprecedented Remote C-H bond Cleavage, *Chem. Eur. J.* **2009**, *15*, 12208-12211, DOI: 10.1002/chem.200902143. (査読有)
- ㉓ S. Nakazono, Y. Imazaki, H. Yoo, J. Yang, T. Sasamori, N. Tokitoh, T. Cedric, H. Kageyama, D. Kim, H. Shinokubo, A. Osuka, Regioselective Ru-Catalyzed Direct 2,5,8,11- Alkylation of Perylene Bisimides *Chem. Eur. J.* **2009**, *15*, 7530-7533, DOI: 10.1002/chem.200901318. (査読有)
- ㉔ J. Chen, N. Aratani, H. Shinokubo, A. Osuka, Post-Modification of meso-meso Linked Porphyrin Arrays via Iridium and Rhodium Catalyses for Tuning of Energy Gap, *Chem. Asian J.* **2009**, *4*, 1126-1133, DOI: 10.1002/asia.200900053. (査読有)
- ㉕ S. Cho, J. M. Lim, S. Hiroto, P. Kim, H. Shinokubo, A. Osuka, D. Kim, Unusual Interchromophoric Interactions in β, β' - Directly and Doubly Linked Corrole Dimers: Prohibited Electronic Communication and Abnormal Singlet Ground States, *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 6412-6420, DOI: 10.1021/ja900220y. (査読有)
- ㉖ J. Chen, M. Mizumura, H. Shinokubo, A. Osuka, Functionalization of BODIPY Dyes through Iridium and Rhodium Catalyses: A Complementary Approach to α - and β - Substituted BODIPYs, *Chem. Eur. J.* **2009**, *15*, 5924-5949, DOI: 10.1002/chem.200802541. (査読有)
- [学会発表] (計 43 件)
- ① 伊藤 覚, 廣戸 聡, 忍久保 洋, 縮環ペリレンビスイミドとナフタレンイミドの合成とその物性, 日本化学会第 92 春季年会, 2012/3/27, 横浜
- ② 近藤 剛資, 中村 翔一, 廣戸 聡, 忍久保 洋, インドールからなる環状多量体とその類縁体, 日本化学会第 92 春季年会, 2012/3/26, 横浜
- ③ H. Shinokubo, Synthesis of Novel Porphyrins via Transition Metal Catalysis, The 6th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia, 2011/12/14, Hong Kong
- ④ S. Ito, S. Hiroto, H. Shinokubo, Synthesis and Properties of Fused Perylene Bisimides and Naphthalene Monoimide, 2011/11/28, Nagoya
- ⑤ T. Kondo, S. Nakamura, S. Hiroto, H. Shinokubo, Synthesis of Cyclic Oligomers Containing Indole and Benzofuran, 2011/11/28, Nagoya
- ⑥ 中村 翔一, 廣戸 聡, 忍久保 洋, インドール環状四量体の合成と構造, 第 22 回基礎有機化学討論会, 2011/9/22, つくば
- ⑦ 廣戸 聡, 伊藤 覚, 忍久保 洋, ペリレンビスイミドの直接ホウ素化を利用した窒素含有多環芳香族化合物の合成, 第 22 回基礎有機化学討論会, 2011/9/21, つくば
- ⑧ H. Shinokubo, Synthesis of Novel Porphyrins via Transition Metal Catalysis, 錯体化学会第 61 回討論会ミニシンポジウム Carbon-rich Coordination Chemistry, 2011/9/17, Okayama
- ⑨ 神谷 拓輝, 柳澤 周一, 鈴木 勝也, 廣戸 聡, 伊丹 健一郎, 忍久保 洋, ジアリアルエテンの遷移金属触媒反応による新規合成法の開発, 第 58 回有機金属化学討論会, 2011/9/9, 名古屋
- ⑩ 中村 翔一, 近藤 剛資, 廣戸 聡, 忍久保 洋, 遷移金属触媒反応によるインドール類の環状多量体合成, 第 58 回有機金属化学討論会, 2011/9/9, 名古屋
- ⑪ 廣戸 聡, 寺岡 拓朗, 伊藤 覚, 忍久保 洋, イリジウム触媒によるペリレンビスイミドの位置選択的 direct ホウ素化反応の開発, 第 58 回有機金属化学討論会, 2011/9/8, 名古屋
- ⑫ H. Shinokubo, Functionalization of π -Systems

- through Transition Metal Catalysis, 14th Asian Chemical Congress 2011, 2011/9/8, Bangkok
- ⑬ H. Shinokubo, Synthesis of Novel Porphyrins via Transition Metal Catalysis JSPS-NTU/NUS Joint Seminar, 2011/8/1, Singapore
- ⑭ H. Shinokubo, Synthesis of Functional π -Systems via Transition Metal Catalysis Nagoya University Global COE in Chemistry 4th Annual Symposium, 2011/6/15, Nagoya
- ⑮ ○山口 龍一, 廣戸 聡, 忍久保 洋, ヘキサベンゾコロネンの位置選択的C-Hホウ素化反応とその応用, 第57回有機金属化学討論会, 2010/9/18, 東京
- ⑯ ○山口 滋, 大須賀 篤弘, 忍久保 洋, ポルフィリンピンサー金属錯体の合成と性質, 第57回有機金属化学討論会, 2010/9/16, 東京
- ⑰ ○崎田 孝文, 山口 滋, 忍久保 洋, ブタジイン架橋BODIPY二量体の合成とその反芳香族性, 第21回基礎有機化学討論会, 2010/9/11, 名古屋
- ⑱ ○吉田 恵太, 山口 滋, 忍久保 洋, ポルフィリンピンサー白金錯体の合成と性質, 第21回基礎有機化学討論会, 2010/9/9, 名古屋
- ⑲ ○寺岡 拓朗, 廣戸 聡, 忍久保 洋, ペリレンビスイミドの位置選択的ホウ素化反応の開発と応用, 第21回基礎有機化学討論会, 2010/9/9, 名古屋
- ⑳ ○山口 滋, 忍久保 洋, 大須賀 篤弘, η^2 -ポルフィリン Ru(II) π -錯体の合成, 第21回基礎有機化学討論会, 2010/9/9, 名古屋
- ㉑ ○穴吹 翔馬, 山本 純, 忍久保 洋, 荒谷 直樹, 大須賀 篤弘, β, β' -ビスピリジルポルフィリンピンサー白金錯体の合成とその性質, 第21回基礎有機化学討論会, 2010/9/9, 名古屋
- ㉒ ○林 陽介, 山口 滋, 忍久保 洋, β 結合BODIPY多量体の合成とその性質, 第21回基礎有機化学討論会, 2010/9/9, 名古屋
- ㉓ ○H. Shinokubo, Synthesis of Large Functional Molecules through Transition Metal Catalysis, 2010 Japan-China Joint Symposium on Functional Supramolecular Architectures, 2010/07/26, Changchun
- ㉔ ○山本 純, 志水 朋洋, 忍久保 洋, 大須賀 篤弘, β, β' -ビスイミダズリルポルフィリンピンサー錯体の合成と性質, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/29, 大阪
- ㉕ ○徳地 澄人, 百合野 大雅, 忍久保 洋, 大須賀 篤弘, パラジウム触媒を用いたポルフィリンの特殊な置換位置での二量化反応, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/29, 大阪
- ㉖ ○山口 滋, 忍久保 洋, 大須賀 篤弘, η^2 -Ru-ポルフィリン π 錯体の合成, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/29, 大阪
- ㉗ ○吉田 恵太, 山口 滋, 忍久保 洋, ポルフィリンピンサー白金錯体の合成と性質, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/28, 大阪
- ㉘ ○崎田 孝文, 山口 滋, 忍久保 洋, ブタジイン架橋BODIPY二量体の合成とその物性, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/28, 大阪
- ㉙ ○秋田 将成, 廣戸 聡, 忍久保 洋, β -アミノポルフィリンの合成及びその物性, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/27, 大阪
- ㊱ ○林 陽介, 山口 滋, 忍久保 洋, β 結合BODIPY多量体の合成とその性質, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/27, 大阪
- ㊲ ○前田 千尋, 忍久保 洋, 大須賀 篤弘, アザインドール環を用いたポルフィリン集合体の形成, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/27, 大阪
- ㊳ ○寺岡 拓朗, 廣戸 聡, 忍久保 洋, ペリレンビスイミドの位置選択的ホウ素化反応の開発と応用, 日本化学会第90春季年会, 2010/3/26, 大阪
- ㊴ ○忍久保 洋, 遷移金属触媒反応による新しいポルフィリンの合成, 近畿化学協会有機金属部会平成21年度第4回例会, 2010/2/2, 大阪
- ㊵ J. Song, N. Aratani, ○H. Shinokubo, A. Osuka, Synthesis of β -Bridged Cyclic Porphyrin Arrays through Cross-Coupling, The 11th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry, 2009/11/10, Kyoto
- ㊶ ○H. Shinokubo, Synthesis of Novel Porphyrins through Transition Metal Catalysis International Symposium on Chemistry and Materials Science, 2009/11/02, Okazaki
- ㊷ ○山口 滋, 忍久保 洋, 大須賀 篤弘, β -(2-ピリジル)ポルフィリンのルテニウムカチオンへの配位挙動, 第20回基礎有機化学討論会, 2009/9/29, 桐生
- ㊸ ○徳地 澄人, 百合野 大雅, 荒谷 直樹, 忍久保 洋, 大須賀 篤弘, パラジウム触媒を用いたポルフィリンの異常な置換位置での二量化反応, 第56回有機金属化学討論会, 2009/9/10, 京都
- [図書] (計1件)
- ① 廣戸 聡, 忍久保 洋, ジアリアルエテンの新規合成法の開発, (フォトクロミズムの新展開と光メカニカル機能材料, 監修: 入江正浩・関 隆広)159-169 ページ, シーエムシー出版 (2011)
- [その他]
ホームページ等
<http://www.apchem.nagoya-u.ac.jp/hshino/sub/research/research.html>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
忍久保 洋 (SHINOKUBO HIROSHI)
名古屋大学・工学研究科・教授
研究者番号: 50281100
- (2) 研究分担者なし
- (3) 連携研究者なし