

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23550046

研究課題名(和文) 弱い外部刺激によりポルフィリン環の電子状態を可逆的に遠隔調整するシステム開発

研究課題名(英文) Reversibly transformable chromatic system of nano-sized porphyrin derivative driven by the less-energy stimuli

研究代表者

樋口 弘行 (Higuchi, Hiroyuki)

富山大学・大学院理工学研究部(理学)・教授

研究者番号：00165094

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：微弱な外部刺激に敏感に応答する素子は、近代文明社会生活を根底で支える機能性材料開発研究における実質的な主役である。本研究では、外部刺激に対する高感度化を念頭に、一次元拡張共役系の末端に導入したポルフィリン誘導体について、可視及び近赤外の両領域における吸収帯を可逆的に変換できるシステムの設計・構築・制御手法を確立することが目的である。

その結果、構築したポルフィリン誘導体の構造物性相関に基き、目的達成のための幾つかの構造要件を見出し、申請者独自の機構に基づく機能性材料創出に向けた発展的研究段階に繋げることができた。

研究成果の概要(英文)：In recent years, a variety of porphyrin-based pi-electronic conjugation systems with well-defined skeleton have been receiving much attention as good candidates for opt-electronic and electrochemical devices, because of their electronic susceptibility and processibility. In relation with such a drastic development of organic functional materials science, we originally constructed and examined the structure-property relationship of a unique octaethylporphyrin system with proton-mediated transformable functions.

The results from this research project proposed as a guideline for molecular design that an introduction of the mobile 1,4-phenylene moiety into our system is very useful and important for enhancement of its sensitivity and stability to acid. Along with this line, an advanced project of other highly extended conjugation system is further in progress, aiming at the functional materials with the much higher sensitivity to outside stimuli.

研究分野：化学

科研費の分科・細目：基礎化学・有機化学

キーワード：ポルフィリン 電子構造 外部刺激 可逆システム ジアセチレン スペクトル プロトン センサー

1. 研究開始当初の背景

熱や光や酸などの微弱な外部刺激に対して電子構造が変化し、これに連動して大きなスペクトル変化を誘起する有機分子は、近代文明社会生活を根底で支える機能性素子材料の主役である。中でも、近赤外領域の微弱な外部刺激に敏感に応答する素子は、多様なセンサー機能の中核を担う。本研究では、外部刺激受容基を一次元拡張共役系の末端に導入した申請者独自の拡張共役系ポルフィリン (Por) 誘導体を基本骨格に採用し、従来型の型にない機構により近赤外領域の吸収帯を安定かつ可逆的に明滅させるシステムの構築を目指す。

2. 研究の目的

(1) Por 環特有の可視領域の強度の大きなソーレー帯を、プロトンや金属イオンを引き金とする弱い外部刺激により近赤外領域に移動させ、可視及び近赤外の両領域における吸収帯を可逆的に変換できるシステムの設計、構築、制御手法を確立することが課題である。

(2) この可逆的変換システムを完成させ、超高感度センサー創出に止まらず、光スイッチや高密度メモリーなど一層の省エネルギー型生活支援素子開発の発展的研究に繋がることが目的である。

3. 研究の方法

ポルフィリン ジヘキシルピチオフェンピリジン連結体 (Por - DHBTh - Pyr) は、トリフルオロ酢酸 (TFA) の添加により、末端が近赤外領域にまで及び吸収帯を誘起する電子吸収スペクトルを与え、また TFA の除去により元のスペクトルを再生することを見出している。本研究では、この基本原理を応用して、Por - DHBTh - Pyr のプロトン検知の感度を一層向上させ、かつ安定な可逆系システムを構築するために、新たな Por 誘導体を構築する。特に、分子構造、試料濃度、温度効果、発色応答速度との相関関係を明らかにし、高感度センサーとしての構造要素を絞り込む。それらの構造物性相関に基づき、プロトン受容後に誘起発現する吸収帯を近赤外領域にまで長波長シフト化させる構造要素を導き出す計画である。

4. 研究成果

(1) 当該研究期間の前半では、申請者ら独自のシステムであるジアセチレン架橋拡張共役系 Por 誘導体について、新たに 6 種類の化合物を合成し、それらの基本物性情報を収集した。それら誘導体への酸添加実験により、Por 環特有の可視領域のソーレー吸収帯と入れ替わるように一掃の長波長領域に新たな吸収帯を与えること、また逆に中和反応により元のスペクトルを完全に再現することを観察した。すなわち、本システムは安定な可逆系色素として一般化できることを確認し

た。

(2) 期間後半では、その可視領域の吸収帯をプロトンや金属イオンを引き金とする弱い外部刺激により近赤外領域にシフトさせること、また、その両吸収帯を、副反応を伴うことなく可逆的変換できるように制御手法を確立することを目指した。プロトンの新しい受容成分や熱的に安定かつ稼働性の高いスペーサー成分についても精査した。その結果、ソーレー吸収帯の著しい分裂現象を見出すとともに一層の長波長シフト化現象も観察した。また、Por 環に特有の Q-吸収帯についても材料としての感度向上に繋がる吸収強度増強のための構造要素を導き出すこともできた (論文投稿中)。

(3) 当該研究途上、本システムの特許を取得することができた。独自性と将来性を背景に得られた成果を基に、本システムの実用化を指向した発展的基盤研究を 26 年度から新たに展開することに繋がった。

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 9 件)

1. J. Yoshino, M. Tsujiguchi, N. Hayashi, H. Higuchi, Synthesis and Multistimuli-responsive Behavior of Octaethylporphyrin-Dihexylbithiophene-Dimethylanilin Triads Conncted with Diacetylene Linkage, *Chem. Lett.*, **2011**, 40, 944-946.
DOI: 10.1246/cl.2011.944
2. N. Hayashi, K. Matsui, A. Kanda, T. Yoshikawa, J. Yoshino, H. Higuchi, Exchange of Quinone and Hydroquinone Moieties in a Mixed Solution of Benzoquinone and Bihydroquinone, *Chem. Lett.*, **2011**, 40, 947-949.
DOI: 10.1246/cl.2011.947
3. N. Hayashi, K. Sato, Y. Sato, M. Iwagami, N. Nishimura, J. Yoshino, H. Higuchi, T. Sato, Elongation of Phenoxide C-O Bonds due to Formation of Multifold Hydrogen Bonds: Statistical, Experimental, and Theoretical Studies, *J. Org. Chem.*, **2011**, 76, 5747-5758.
DOI: org./10.1021/jo200852r
4. T. Sugawara, T. Itoh, K. Suzuki, H. Higuchi, M. M. Matsushita, A programmable single-component diode based on an ambipolar organic field-effect transistor (OFET), *J. Pure and Applied Chemistry*, **2012**, 84, 979-989.
DOI: org./10.1351/PAC-CON-11-10-14
5. T. Toyama, S. Komori, J. Yoshino, N. Hayashi, H. Higuchi, Synthesis and Properties of 1,1'-Bis[*p*-(*N,N*-dimethylaminophenyl)butadiynyl]Ferrocene. A Methodology for Proton-mediated Reversible Conformation Control of Two Function Sites,

- Tetrahedron Lett.*, **2013**, 54, 66-71.
DOI: 10.1016/j.tetlet.2012.10.094
6. N. Hayashi, H. Nakagawa, Y. Sugiyama, J. Yoshino, H. Higuchi, Synthesis and Oxidizing Ability of *p*-Chloranil Dimer, *Chem. Lett.*, **2013**, 42, 398-400.
DOI: 10.1246/cl.2013.398
 7. J. Yoshino, Y. Nakamura, S. Kunitomo, N. Hayashi, H. Higuchi, Synthesis of tris(4-amino-2,6-dimethylphenyl)borane and facile extension of its π -conjugated system by utilizing the reactivity of the amino groups, *Tetrahedron Lett.*, **2013**, 54, 2817-2820.
DOI: 10.1016/j.tetlet.2013.03.080
 8. M. Akita, M. Takahashi, K. Kobayashi, N. Hayashi, H. Tukuda, Bent CNN bond of diazo compounds, $RR'(C=N^+=N^-)$, *J. Mol. Structure*, **2013**, 1034, 346-353.
DOI: 10.1016/j.molstruc.2012.10.027
 9. J. Yoshino, N. Kano, T. Kawashima, Fluorescent Azobenzenes and Aromatic Aldimines Featuring an N-B Interaction, *Dalton Trans.*, **2013**, 42, 15826-15834.
DOI: 10.1039/c3dt51689j

[学会発表](計49件)

1. T. Sugawara, T. Itoh, K. Suzuki, H. Higuchi, M. M. Matsushita, A programmable single-component diode based on an ambipolar organic field-effect transistor (OFET), The 14th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-14), July 24-29, 2011, Eugene (Oregon, USA).
2. 中川寛之、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、酸化試薬としての *o*-及び *p*-クロラニル 2 量体、平成 23 年度有機合成化学北陸セミナー、平成 23 年 10 月 7~8 日、港のホテル(福井県坂井市)。
3. 吉野馨、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、非対称キノン 2 量体の分子内環化反応における選択性とその天然物合成への応用、平成 23 年度有機合成化学北陸セミナー、平成 23 年 10 月 7~8 日、港のホテル(福井県坂井市)。
4. J. Yoshino, E. Hasegawa, R. Shimizu, N. Hayashi, H. Higuchi, Integrated Synthesis and Structure-Property Relationships of 1,1'-Bis-(Diacylene-group) Connected Ferrocene-Thiophene Derivative, The 7th International Symposium on Integrated Synthesis (ISIS-7), 平成 23 年 10 月 9~10 日、シーサイドホテル舞子ヴィラ(神戸市)。
5. 上野太撰、森隆博、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、トリアリールフェノキシラジカルの 2 量体反応とアモルファス固化挙動、第 20 回有機結晶シンポジウム、平成 23 年 10 月 20~21 日、富山大学五福キャンパス(富山市)。
6. 菅原正、伊藤卓郎、鈴木健太郎、松下未知雄、樋口弘行、テトラチエノキノイド誘導体の FET 構造から導かれるダイオード特性、第 20 回有機結晶シンポジウム、平成 23 年 10 月 20~21 日、富山大学五福キャンパス(富山市)。
7. 樋口弘行、ジヘキシル-2,2'-ピチオフェン誘導体の構造物性化学—実験結果が誘起する基礎研究の展開—、第 5 回有機 π 電子系シンポジウム、平成 23 年 11 月 25~26 日、ホテルアウイーナ大阪(大阪市)。
8. 前田明彦、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、周辺部に分子認識部位としてアントラセンを有するトリアリールボランの合成と性質、平成 23 年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会、平成 23 年 11 月 18 日、金沢大学角間キャンパス(金沢市)。
9. 上野太撰、森隆博、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、平衡生成物であるフェノキシラジカルの存在がラジカル 2 量体の固化挙動に及ぼす影響、平成 23 年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会、平成 23 年 11 月 18 日、金沢大学角間キャンパス(金沢市)。
10. 岩上真之、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、フラン縮環化合物の分子間引力とトランスファー積分に関する研究、平成 23 年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会、平成 23 年 11 月 18 日、金沢大学角間キャンパス(金沢市)。
11. 林直人、榊原輝、吉野馨、吉野惇郎、樋口弘行、天然物合成を目指した非対称キノン 2 量体の選択的環化反応、第 62 回有機合成化学協会関東支部シンポジウム(新潟シンポジウム)、平成 23 年 11 月 26~27 日、新潟大学五十嵐キャンパス(新潟市)。
12. 建部秀斗、小酒由衣、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、ビス(ジメチルアミノ)フェニル基を有する拡張 π 電子系ポルフィリン誘導体の合成と性質、

- 日本化学会第 92 春季年会、
平成 24 年 3 月 25-28 日、
慶応大学日吉キャンパス（横浜市）。
- 1 3 . 林直人、岩上真之、吉野惇郎、樋口弘行、
フラン縮環化合物 2 分子会合体における分子間引力とトランスファー積分に関する理論的研究、
日本化学会第 92 春季年会、
平成 24 年 3 月 25-28 日、
慶応大学日吉キャンパス（横浜市）。
- 1 4 . 東出伊世、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、
p-ベンゾキノンを電子アクセプター部位としてもつ A-D-A 型分子の結晶構造と物性、
日本化学会第 92 春季年会、
平成 24 年 3 月 25-28 日、
慶応大学日吉キャンパス（横浜市）。
- 1 5 . 上野太撰、森隆博、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、
結晶磨砕によるフェノキシラジカルの発生と、それに続く結晶-アモルファス転移、
日本化学会第 92 春季年会、
平成 24 年 3 月 25-28 日、
慶応大学日吉キャンパス（横浜市）。
- 1 6 . 建部秀斗、黒田夏希、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
3,5-ビス(ジメチルアミノ)フェニル基を有する拡張 π 電子系ポルフィリン誘導体の酸添加挙動、
第 23 回基礎有機化学討論会、
平成 24 年 9 月 19-21 日、
京都テルサ，京都。
- 1 7 . 小酒由衣、黒田夏希、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
フェナントロリン部位を有する拡張 π 電子系ポルフィリン誘導体の合成と性質、
第 23 回基礎有機化学討論会、
平成 24 年 9 月 19-21 日、
京都テルサ，京都。
- 1 8 . 富山卓也、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
1,1'-ビス(ジメチルアミノフェニルジアセチレン架橋)フェロセン誘導体の合成及び酸添加による配座制御、
第 23 回基礎有機化学討論会、
平成 24 年 9 月 19-21 日、
京都テルサ，京都。
- 1 9 . 建部秀斗、黒田夏希、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
3,5-ビス(ジメチルアミノ)フェニル基を有する拡張 π 電子系ポルフィリン誘導体の合成と酸添加挙動、
有機合成化学協会関西支部平成 24 年度有機合成化学北陸セミナー、
平成 24 年 10 月 5-6 日、
富山観光ホテル（富山）。
- 2 0 . 富山卓也、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
新規なジアセチレン架橋フェロセン誘導体の合成及び酸添加によるスペクトル変化、
有機合成化学協会関西支部平成 24 年度有機合成化学北陸セミナー、
平成 24 年 10 月 5-6 日、
富山観光ホテル（富山）。
- 2 1 . 小酒由衣、黒田夏希、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
フェナントロリン部位を有する拡張 π 電子系ポルフィリン誘導体のプロトン応答と金属応答、
有機合成化学協会関西支部平成 24 年度有機合成化学北陸セミナー、
平成 24 年 10 月 5-6 日、
富山観光ホテル（富山）。
- 2 2 . 小酒由衣、黒田夏希、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
フェナントロリン部位を有する拡張 π 電子系ポルフィリン誘導体の合成とプロトン及び金属応答、
日本化学会近畿支部・高分子学会北陸支部合同福井大会平成 24 年度北陸地区講演会と研究発表会、
平成 24 年 11 月 17 日、
福井大学工学部（福井）。
- 2 3 . 富山卓也、小森静、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
1,1'-ビス(ジメチルアミノフェニルジアセチレン)フェロセン誘導体の合成及び外部刺激による応答性、
日本化学会近畿支部・高分子学会北陸支部合同福井大会平成 24 年度北陸地区講演会と研究発表会、
平成 24 年 11 月 17 日、
福井大学工学部（福井）。
- 2 4 . 吉野惇郎、中村優里、國友静香、林直人、樋口弘行、
トリ(*p*-アミノフェニル)ボラン誘導体の合成と性質、
日本化学会近畿支部・高分子学会北陸支部合同福井大会平成 24 年度北陸地区講演会と研究発表会、
平成 24 年 11 月 17 日、
福井大学工学部（福井）。
- 2 5 . 林直人、上野太撰、吉野惇郎、樋口弘行、
2,4,6-トリアリールフェノキシラジカルのアモルファス固化におけるかさ高い置換基の影響、
日本化学会有機結晶部会第 21 回有機結晶シンポジウム、
平成 24 年 11 月 8-10 日、
東工大（東京）。
- 2 6 . 富山卓也、長谷川恵美、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
弱い外部刺激による配座平衡制御に関する方法論-1,1'-(ジアセチレン結合)

- 架橋フェロセン誘導体、
第6回有機 π 電子系シンポジウム、
平成24年12月14-15日、
道後温泉茶波瑠(松山)。
27. 建部秀斗、小酒由衣、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
プロトン及び金属イオンを受容する芳香環を有する拡張 π 電子系ポルフィリン誘導体の合成と性質、
日本化学会第93春季年会、
平成25年3月22-25日、
立命館大学びわこ・くさつキャンパス(南草津)。
28. 富山卓也、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
1,1'-ビス(*p*-ジメチルアミノフェニル)ジアセチレン架橋)フェロセン誘導体の親電子成分添加による配座制御、
日本化学会第93春季年会、
平成25年3月22-25日、
立命館大学びわこ・くさつキャンパス(南草津)。
29. 林直人、磯田恵理子、上野太撰、吉野惇郎、樋口弘行、
非対称構造を有するトリアリールフェノキシルのアモルファス形成挙動、
日本化学会第93春季年会、
平成25年3月22-25日、
立命館大学びわこ・くさつキャンパス(南草津)。
30. 尾上雅也、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、
アントラジフラン-5,11-ジオンおよびその誘導体の合成と性質、
日本化学会第93春季年会、
平成25年3月22-25日、
立命館大学びわこ・くさつキャンパス(南草津)。
31. 佐々木菜穂、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、
縮合多環 π 電子部位を有するトリアリールフェノキシルからなるアモルファス固体の調製と性質、
日本化学会第93春季年会、
平成25年3月22-25日、
立命館大学びわこ・くさつキャンパス(南草津)。
32. 吉野惇郎、中村優里、國友静香、林直人、樋口弘行、
トリ(*p*-アミノフェニル)ボラン誘導体の合成、構造、および性質、
日本化学会第93春季年会、
平成25年3月22-25日、
立命館大学びわこ・くさつキャンパス(南草津)。
33. 宮林恵子、亀井祐典、林直人、樋口弘行、三宅幹夫、
構造異性を有するジヘキシルピチオフェン誘導体類で保護した金ナノ粒子の調製と光照射挙動、
日本化学会第93春季年会、
平成25年3月22-25日、
立命館大学びわこ・くさつキャンパス(南草津)。
34. N. Hayashi, M. Onoue, J. Yoshino, H. Higuchi,
Preparation and Structure of Isomeric Anthradifuran-5,11-diones,
The 4th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM-NANO 2013), 2013. 6. 17-20. Ishikawa Ongakudo (Ishikawa, Japan).
35. N. Hayashi,
Amorphous solids consisting of 2,4,6-triarylphenoxy and their dimers,
21st International Conference on the Chemistry of the Organic Solid State (ICCOSS2013), 2013. 8. 4-9, St. Catherine's College (UK).
36. 林直人、上野太撰、佐々木菜穂、岡本直樹、吉野惇郎、樋口弘行、塚田秀行、
トリアリールフェノキシル2量体からなるアモルファス形成およびアモルファス-結晶相転移、
第24回基礎有機化学討論会、
平成25年8月25-26日、
学習院大学(東京)。
37. 建部秀斗、才川惇平、吉野惇郎、林直人、樋口弘行、
アントラセン環をスペーサーに含むジアセチレン架橋ポルフィリン誘導体の合成研究、
有機合成化学協会平成25年度有機合成化学北陸セミナー、
平成25年10月4-5日、
石川青少年総合研修センター(石川)。
38. 吉野惇郎、小西翔太、桶谷祐稀美、林直人、樋口弘行、
簡便な反応でパイ共役系を拡張したトリアリールボランの合成と性質、
日本化学会平成25年度北陸地区講演会と研究発表会、
平成25年11月22日、
北陸先端科学技術大学院大学(石川)。
39. 中田貴之、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、
かさ高い置換基を持たない拡張キノン2量体の合成と性質、
日本化学会平成25年度北陸地区講演会と研究発表会、
平成25年11月22日、
北陸先端科学技術大学院大学(石川)。
40. 岡本直樹、林直人、吉野惇郎、樋口弘行、
部分的にビフェニル基が置換したフェノキシルラジカルの固化学挙動、
日本化学会平成25年度北陸地区講演会と研究発表会、
平成25年11月22日、

- 4 1 . 北陸先端科学技術大学院大学 (石川)、
尾上雅也、林直人、吉野惇郎、
樋口弘行、
アントラジフラン-5,11-ジオン類の
合成、構造、及び性質、
日本化学会平成25年度北陸地区講
演会と研究発表会、
平成25年11月22日、
北陸先端科学技術大学院大学 (石川)。
- 4 2 . 佐々木菜穂、林直人、吉野惇郎、
樋口弘行、
トリアリールフェノキシルの固化学
動における縮環部位の影響、
日本化学会平成25年度北陸地区講
演会と研究発表会、
平成25年11月22日、
北陸先端科学技術大学院大学 (石川)。
- 4 3 . 関川天空、中山玲嘉、吉野惇郎、林直
人、樋口弘行、
カチオン部位を三回対称型に集積し
たピピリジン誘導体の合成研究、
日本化学会平成25年度北陸地区講
演会と研究発表会、
平成25年11月22日、
北陸先端科学技術大学院大学 (石川)。
- 4 4 . 吉野惇郎、小西翔太、桶谷祐稀美、林
直人、樋口弘行、
アミノ基の反応性を活用してパイ共
役系を拡張したトリアリールボラン
の合成と性質、
第7回有機 電子系シンポジウム、
平成25年12月13-14日、
高崎ビューホテル (群馬)。
- 4 5 . 吉野惇郎、林直人、建部秀斗、樋口弘
行、
ジアセチレン架橋ポルフィリン-アン
トラセン誘導体の合成および電子的
性質、
第7回有機 電子系シンポジウム、
平成25年12月13-14日、
高崎ビューホテル (群馬)。
- 4 6 . 林直人、尾上雅也、吉野惇郎、樋口弘
行、
フラン環が縮環したテトラシアノア
ントラキノジメタンの合成と性質、
日本化学会第94春季年会、
平成26年3月27-30日、
名古屋大学 (愛知)。
- 4 7 . 吉野惇郎、小西翔太、桶谷祐稀美、林
直人、樋口弘行、
アミノ基の反応性を活用してパイ共
役系を拡張したトリアリールボラン
の合成、構造、および性質、
日本化学会第94春季年会、
平成26年3月27-30日、
名古屋大学 (愛知)。
- 4 8 . 関川天空、吉野惇郎、林直人、
樋口弘行、
四配位カチオン性ホウ素錯体の固体
フォトクロミズム挙動、

- 日本化学会第94春季年会、
平成26年3月27-30日、
名古屋大学 (愛知)。
- 4 9 . 岡本直樹、林直人、吉野惇郎、
樋口弘行、
ビフェニル基を有するフェノキシ
ルラジカルのアモルファス固化学動、
日本化学会第94春季年会、
平成26年3月27-30日、
名古屋大学 (愛知)。

〔図書〕(計2件)

- (1) T. Kawashima, T. Agou, J. Yoshino,
Chemical Sensors: Main Group
Compounds for Anion Detection,
In Comprehensive Inorganic Chemistry
II, Ed., J. Reedijk and K. Poepelmeier,
Elsevier (Oxford), 2013, pp 1053-1068.
- (2) 川瀬毅・谷敬太・樋口弘行 共著
“—大学院進学を目指す学生のための
有機化学演習問題集”
三共出版 (東京) (印刷中)。

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計0件)
取得状況 (計1件)
名称: オクタエチルポルフィリン誘導体から
なる分子機能素子
発明者: 樋口弘行
権利者: 富山大学
種類: 物質特許
番号: 5374701
取得年月日: 2013年10月4日
国内外の別: 国内

〔その他〕

- (1) 北陸地区国立大学学術研究連携支援
プログラム採択: 平成23年度、
オプトエレクトロニクスデバイスの創製を
目指した有機・無機ナノ複合体の調製と評価
富山大学: 樋口弘行、
北陸先端科学技術大学院大学: 三宅幹夫。

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
樋口 弘行 (HIGUCHI HIROYUKI)
富山大学・大学院理工学研究部 (理学)・
教授
研究者番号: 00165094
- (2) 研究分担者
林 直人 (HAYASHI NAOTO)
富山大学・大学院理工学研究部 (理学)・
准教授
研究者番号: 90281104
吉野 惇郎 (YOSHINO JYUNRO)
富山大学・大学院理工学研究部 (理学)・
助教
研究者番号: 70553353
- (3) 連携研究者
無し