

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2010

課題番号：20245013

研究課題名（和文） 多重モードで構造・物性の可逆変換を起こす金属錯体およびその集合系の創製

研究課題名（英文） Creation of metal complexes and their assemblies causing multi-mode reversible conversion of structures and physical properties

研究代表者

西原 寛 (NISHIHARA HIROSHI)

東京大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号：70156090

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、多重モードで構造・物性の可逆変換を起こす金属錯体およびその分子集合系の創製である。この研究においては、単に分子物性の解析のみならず、分子の結合状態を操作することで多重安定性を誘起し、また従来にはない電子状態を持つ分子からの予測できない結合形成なども期待できる。レドックス共役フォトクロミック分子、強い分子内ドナーアクセプター相互作用を持つ含ピリリウム縮合環系、光・磁気・電子機能部位を共役したメタラジチオレンおよびその π 拡張系など、多種の新規物質系を創製した。

研究成果の概要（英文）：This study aims at creation of metal complexes and their assemblies which undergo reversible and multiple mode conversion of structures and physical properties. In this study, it is expected to induce multiple stabilities not only by analyzing the physical properties of the molecules but also by operating the bonding nature of the molecules, and to find unique chemical bond formation from the molecules with unprecedented electronic structures. Redox-conjugated photochromic molecules, pyrylium-containing fused ring compounds with strong intramolecular donor-acceptor interaction, metalladitholenes with photo-, magneto-, and electro-functions and their π -extended systems were developed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	12,900,000	3,870,000	16,770,000
2009年度	12,700,000	3,810,000	16,510,000
2010年度	11,400,000	3,420,000	14,820,000
年度			
年度			
総計	37,000,000	11,100,000	48,100,000

研究分野：錯体化学、電気化学、光化学

科研費の分科・細目：基礎化学、無機化学

キーワード：多重物性、分子素子、フォトクロミズム、電子輸送、レドックス

1. 研究開始当初の背景

分子ユニット間の物性・機能の連鎖系は、光合成などの生体電子移動系、鞭毛モーターや、イオン輸送性 ATPase などの生体分子モーター、導電性高分子アクチュエータなどの

機能性材料系、グレンチェルセルや電極修飾触媒系などのヘテロ界面系で重要な役割を担っている。電子移動を例に挙げれば、速度論や機構論はマーカス理論、ハッシュ混合原子価理論などの基礎研究により半世紀にわ

たって大きく進歩し、その本質、すなわち電子移動の速度や方向、確率を左右する様々な要因（電子授受分子の化学構造、電子授受分子ユニットを連結するリンカーの構造と長さなど）が解明されてきた。その一方で、我々が取り扱える物質の形態が巨大分子、分子複合系、超分子など多岐にわたるようになり、分子間の物性・機能を連鎖する場が広がりつつある。これらの潮流の先に、今世紀の重要課題の一つである分子連鎖系を用いる分子素子の実現が見えている。

実際に国内外では、近年、機能物質（特に金属錯体、ナノ粒子、バイオ分子など）の開発、異種性質（光、電子移動、磁氣的性質、分子の形、化学的性質など）間の相互変換、および機能物質を基板表面に配列する手法の開発が活発に行なわれてきた。例えば、金属ナノ粒子の電気化学系でのSET現象（Murray, Wetten et al. *Science* 1998）、基板上に固定したアゾベンゼン単分子ワイヤの光誘起動作サイクル（Holland et al. *Science* 2002）、レドックス金属錯体単分子トランジスタのクーロンブロッケードと近藤効果（Park et al., *Nature* 2002）、ロタキサン分子シャトル（Staddart et al., *Nature* 1994）、金上に固定した一方向回転の分子モーター（Feringa et al., *Nature* 2005）、金表面上で動く分子の車（Tour et al., *Nano Lett.* 2005）、生体分子（グルコースオキシダーゼ）の金ナノ粒子結合体の金電極固定による迅速電子移動（Wilner et al. *Science* 2003）などである。

申請者は、電子移動連鎖系について、約20年前に、フェロセン誘導体の電解重合膜などのレドックス高分子薄膜修飾電極の作製と一方向電子移動（*JCS Chem. Comm.* 1987, *JPC* 1989, etc）やレドックス二層膜による固体型ケミカルダイオード（*JCS Chem. Comm.* 1987, etc）の研究をスタートし、これまで分子素子を目指した多重機能物質合成、電気化学系との組み合わせ、そして電子移動の理論解析などの研究を展開してきた（図1）。この5年間は、新規な π 共役有機金属導電性高分子の合成とその光伝導性や強磁性的相互作用の発現（*JACS* 2003, etc）、レドックスや発光等と連動して多重応答性を示すフォトクロミック錯体（*JACS* 2001, 2002, 2003, 2005, *Angew. Chem.* 2006, 2006, etc）、プロトン応答原子価互変異性体を作るドナーアクセプター共役錯体（*JACS* 2001, *Angew. Chem.* 2006, 2007, etc）を行なった。さらに、界面ボトムアップ錯形成法による分子ワイヤ構築の研究（*Chem. Lett.* 2005, *Chem Asian J.* 2007, *Chem. Commun.* 2007）、ナノ粒子の表面配列に関する研究（*Langmuir* 2001, 2002, 2003, *Chem. Commun.* 2001, 2002, *J. Phys. Chem. B,* 2003, *Chem. Eur. J.* 2006, etc）、光合成タンパク質複合体PSI-分子ワイヤ-金ナノ粒子-FETを

用いるフォトンセンサーの開発（*Biochem. Biophys. Acta* 2007）など、分子機能の高度化、界面レドックス-分子機能の連動系の構築、ならびに実際に作動する分子素子作製に関する研究を行なってきた。

2. 研究の目的

本プロジェクトではこれまでの成果を踏まえて、金属錯体をベースとするより高機能の分子材料を設計・創製して、その物性や機能を解明する。第一に、多重安定状態間を光、温度、電場、磁場などの外部刺激で可逆的に変換することのできる新しい分子の開発を目指す。具体的には、(A) フォトクロミック金属錯体、(B) ドナー・アクセプター共役原子価互変異性錯体、(C) π 共役メタラジチオレンクラスタ錯体の新規の新しい系として、1) 複数のレドックスサイト間の電子コミュニケーションを光によって可逆的に変換できるジメチルジヒドロピレン共役系、2) 室温で配位子のフォトクロミック現象により磁性変換をおこし、多重安定状態をとるLD-LISC系、3) フォトクロミック現象で可逆な配位交換を起こして多重安定状態をとり、ポテンシャル変化を示すカテナン型フォトクロミック錯体、4) 単一緑色光源とレドックスの組み合わせで可逆な異性化をするフェロセニルアゾベンゼンの球状ポリマーを用いる光による形状変換系、を研究対象とする。(B) ドナー・アクセプター共役原子価互変異性錯体としては、強いアクセプター性をもつピリリウムとメタロセンやジチオレン錯体のようなドナー性金属錯体とを共役した複合分子を合成対象とし、熱や光での原子価互変異性の発現を達成する。(C) π 共役メタラジチオレンクラスタ錯体としては、する。

第二に、固体表面に分子ワイヤならびに金属ナノ粒子を接続して、分子ネットワークを構築し、そこにレドックスサイトや色素分子、発光分子、フォトクロミック分子を組み込むことによって、外部刺激によって、電子伝導や光学的性質、物理構造が変化し、検出できる分子連動系をつくる。また、界面電子移動系に関しては、分子ネットワークによる電子伝導のメカニズムや速度論の解明も同時に行なう。その結果をもとに、望みの電子移動を行う分子回路が設計・構築できるところまで到達する。

以上の研究を通して、金属錯体の新たな物性、機能を見出し、その本質を明らかにするとともに、それを分子素子の材料として活用できることを顕示する

3. 研究の方法

研究計画は3段階からなる。第1段階では、新しい外部刺激応答性金属錯体の設計と合成を行い、合成した新物質の構造解析とキャ

- Formation and Correlation between Structure and Internuclear Electronic Communication, S. Tsukada, Y. Shibata, R. Sakamoto, T. Kambe, T. Ozeki, and H. Nishihara, *Inorg. Chem.* **2012**, *51*, 1228-1230.
- 2) Arylethynylantraquinone and Bis-(arylethynyl)anthraquinone: Strong Donor-Acceptor Interaction and Perylium Salts Formed by Proton-induced Cyclization. R. Sakamoto, K. P. Rao, and H. Nishihara, *Chem. Lett.* **2011**, *40*, 1316-1326.
- 3) Protonation-induced Cyclization of 1,8-Bis(diarylethynyl)anthraquinones: Monopyrylium Salt Formation and Intensification of Donor-Acceptor Interaction. K. P. Rao, M. Kondo, R. Sakamoto, T. Kusamoto, S. Kume, and H. Nishihara, *Chem. Lett.* **2011**, *40*, 1456-1458.
- 4) Benzo[*e*]pyrene Skeleton Dipyrilium Dication with a Strong Donor-Acceptor-Donor Interaction, and Its Two-Electron Reduced Molecule. K. P. Rao, M. Kondo, R. Sakamoto, T. Kusamoto, M. Nishikawa, S. Kume, M. Nihei, H. Oshio, and H. Nishihara, *Chem. Eur. J.* **2011**, *17*, 14010-14019.
- 5) Synthesis of photo-switchable 3-FcAB-modified polymer particles. K. Namiki, M. Murata, S. Kume, and H. Nishihara, *New J. Chem.* **2011**, *35*, 2146-2152.
- 6) Normal and inverted redox potentials and structural changes tuned by medium effects in $[M_2Mo(\eta^5-C_5Me_5)_2(S_2C_6H_4)_2(CO)_2]$ (M: Co, Rh). S. Muratsugu, K. Sodeyama, F. Kitamura, S. Tsukada, M. Tada, S. Tsuneyuki, and H. Nishihara, *Chem. Sci.* **2011**, *2*, 1960-1968.
- 7) Double Lactonization in Triarylamine-Conjugated Dimethyl Diethynylfumarate: Formation of Intensely Colored and Luminescent Quadrupolar Molecules Including a Missing Structural Isomer of Pechmann Dye. M. Hayashi, F. Toshimitsu, R. Sakamoto, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 14518-14521.
- 8) Expanding Family of π -Conjugated Trinuclear Dithiolenes: The Case of Groups 8 (Ru(II)) and 10 (Ni(II), Pt(II)) Metals. T. Kambe, S. Tsukada, R. Sakamoto, and H. Nishihara, *Inorg. Chem.* **2011**, *50*, 6856-6858.
- 9) Bottom-Up Fabrication of Redox-Active Metal Complex Oligomer Wires on an H-terminated Si(111) Surface. H. Maeda, R. Sakamoto, Y. Nishimori, J. Sando, F. Toshimitsu, Y. Yamanoi, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 8644-8646.
- 10) Reversible On/Off Conductance Switching of Single Diarylethene Immobilized on a Silicon Surface. K. Uchida, Y. Yamanoi, T. Yonezawa, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133* (9239-9241).
- 11) A Uniform Bimetallic Rhodium/Iron Nanoparticle Catalyst for the Hydrogenation of Olefins and Nitroarenes. I. Nakamura, Y. Yamanoi, T. Imaoka, K. Yamamoto, and H. Nishihara, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 5830-5833.
- 12) Preferential carbene insertion into Ge-H vs other heavier group 14 hydrides via samarium carbenoids. H. Kondo, Y. Yamanoi, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 6671-6673.
- 13) Complete Solid State Photoisomerization of Bis(dipyrazolylstyrylpyridine)iron(II) to Change Magnetic Properties. Y. Hasegawa, K. Takahashi, S. Kume, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 6846-6848.
- 14) Switching of Molecular Insertion in a Cyclic Molecule via Photo- and Thermal Isomerization. S. Umeki, S. Kume, and H. Nishihara, *Inorg. Chem.* **2011**, *50*, 4925-4933.
- 15) Synchronized motion and electron transfer of a redox-active rotor. S. Kume, H. Nishihara, *Dalton Trans.* **2011**, *40*, 2299-2305.
- 16) Platinadithiolene-conjugated pyrylium salt with strong intramolecular donor-acceptor interaction. K. P. Rao, T. Kusamoto, R. Sakamoto, Y. Yamamoto, S. Kume, M. Nihei, H. Oshio, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 2330-2332.
- 17) Tuning-up and driving a redox-active rotor. S. Kume and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 415-417.
- 18) Integrated Palladium-catalyzed Arylation of the Heavier Group 14 Hydride. A. Lesbani, H. Kondo, Y. Yabusaki, M. Nakai, Y. Yamanoi, H. Nishihara, *Chem. Eur. J.* **2010**, *16*, 13519-13527.
- 19) Facile synthesis of hypersilylated aromatic compounds by palladium-mediated arylation reaction. A. Lesbani, H. Kondo, J. Sato, Y. Yamanoi, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2010**, *46*, 7784-7786.
- 20) Double Protonation of 1,5-Bis(triaryl-aminoethynyl)anthraquinone To Form a Paramagnetic Pentacyclic Dipyrilium Salt. K. P. Rao, T. Kusamoto, F. Toshimitsu, K. Inayoshi, S. Kume, R. Sakamoto, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 12472-12479.
- 21) Dual Emission Caused by Ring Inversion Isomerization of a 4-Methyl-2-pyridylpyrimidine Copper(I) Complex. M. Nishikawa, K. Nomoto, S. Kume, K. Inoue, M. Sakai, M. Fujii, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 9579-9581.
- 22) Versatile Synthesis of Blue Luminescent Siloles and Germales and Hydrogen Bond-Assisted Color Alteration. Y. Yabusaki, N. Ohshima, H. Kondo, T. Kusamoto, Y. Yamanoi,

- and H. Nishihara, *Chem. Eur. J.* **2010**, *16*, 5581-5585.
- 23) Surface Junction Effects on the Electron Conduction of Molecular Wires. T. Kurita, Y. Nishimori, F. Toshimitsu, S. Muratsugu, S. Kume, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 4524-4525.
- 24) A Photosensing System Composed of Photosystem I, Molecular Wire, Gold Nanoparticle, and Double Surfactants in Water. M. Miyachi Y. Yamanoi, Y. Shibata, H. Matsumoto, K. Nakazato, M. Konno, K. Ito, Y. Inoue, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2010**, *46*, 2557-2559.
- 25) A new special pair model comprising *meso*-di-*p*-anisylaminoporphyrin: enhancement of visible-light absorptivities and quantification of electronic communication in mixed-valent cation radical. R. Sakamoto, M. Nishikawa, T. Yamamura, S. Kume, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2010**, *46*, 2028-2030.
- 26) Acid-Base Responsive Photoelectric Conversion of a Hydroxyazobenzene-appended Bipyridine Copper Complex System. S. Umeki, S. Kume, and H. Nishihara, *Chem. Lett.* **2010**, *39*, 204-205.
- 27) Cyclization of TEMPO Radicals Bound to Metalladithiolene Induced by SOMO-HOMO Energy-Level Conversion. T. Kusamoto, S. Kume, and H. Nishihara, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *49*, 529-531.
- 28) Thioacetyl-Terminated Ferrocene-Anthraquinone Conjugates: Synthesis, Photo- and Electrochemical Properties Triggered by Protonation-Induced Intramolecular Electron Transfer. W.-W. Zhang, M. Kondo, T. Fujita, K. Namiki, M. Murata, and H. Nishihara, *Molecules* **2010**, *15*, 150-163.
- 29) Intramolecular Electron Arrangement with a Rotative Trigger. S. Kume, K. Nomoto, T. Kusamoto, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 14198-14199.
- 30) Counterion-Dependent Valence Tautomerization of Ferrocenyl-Conjugated Pyrylium Salts. M. Kondo, M. Uchikawa, K. Namiki, W.-W. Zhang, S. Kume, E. Nishibori, H. Suwa, S. Aoyagi, M. Sakata, M. Murata, Y. Kobayashi, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 12112-12124.
- 31) Superior Electron-Transport Ability of π -Conjugated Redox Molecular Wires Prepared by the Stepwise Coordination Method on a Surface. Y. Nishimori, K. Kanaizuka, T. Kurita, T. Nagatsu, Y. Segawa, F. Toshimitsu, S. Muratsugu, M. Utsuno, S. Kume, M. Murata, and H. Nishihara, *Chem. Asian J.* **2009**, *4*, 1361-1367.
- 32) A Cyclic Hexanuclear Heterometalldithiolene Cluster [$\{(Cp^*Rh)_2Mo(\mu-CO)_2(CO)\}_2-(S_2C_6H_2S_2)_2$] with Two π -Conjugated $S_2C_6S_2$ Bridges: Synthesis, Crystal Structure, and Properties. B.-H. Zhu, Y. Shibata, S. Muratsugu, Y. Yamanoi, and H. Nishihara, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2009**, *48*, 3858-3861.
- 33) A Single Molecular System Gating Electron Transfer by Ring Inversion of a Methylpyridylpyrimidine Ligand on Copper. K. Nomoto, S. Kume, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 3830-3831.
- 34) Alcohol- and acid-causing reversible switching of near-infrared absorption and luminescence in a donor-acceptor conjugated system. M. Kondo, M. Uchikawa, S. Kume, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2009**, 1993-1995.
- 35) Development of a versatile synthesis method for trinuclear Co(III), Rh(III), and Ir(III) dithiolene complexes, and their crystal structures and multi-step redox properties. Y. Shibata, B.H. Zhu, S. Kume, and H. Nishihara, *Dalton Trans.* **2009**, 1939-1943.
- 36) Two-electron Reduction of a Rh-Mo-Rh Dithiolato Complex to Form a Triplet Ground State Associated with a Change in CO Coordination Mode. S. Muratsugu, K. Sodeyama, F. Kitamura, M. Sugimoto, S. Tsuneyuki, S. Miyashita, T. Kato, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 1388-1389.
- 37) Trans-Cis Photoisomerization of Azobenzene-Conjugated Dithiolato-Bipyridine-Pt(II) Complexes: Extension of Photoresponse to Longer Wavelengths and Photo-Controllable Tristability. R. Sakamoto, S. Kume, M. Sugimoto, and H. Nishihara, *Chem. Eur. J.* **2009**, *15*, 1429-1439.
- 38) Surface immobilization of PSI using vitamin K_1 -like molecular wires for fabrication of a bio-photoelectrode. M. Miyachi, Y. Yamanoi, T. Yonezawa, H. Nishihara, M. Iwai, M. Konno, M. Iwai, and Y. Inoue, *J. Naosci. Nanotech.* **2009**, *9*, 1722-1726.
- 39) Reversible Light-induced Magnetization Change in an Azobenzene-attached Pyridylbenzimidazole Complex of Iron(II) at Room Temperature. Y. Hasegawa, S. Kume, and H. Nishihara, *Dalton Trans.* **2009**, 280-284.
- 40) Realization of SOMO-HOMO Level Conversion for a TEMPO-Dithiolate Ligand by Coordination to Platinum(II). T. Kusamoto, S. Kume, and H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 13844-13845.
- 41) Nanocage Catalyst –Rhodium Nanoclusters Encapsulated with Dendrimers as Accessible and Stable Catalysts for Olefin and Nitroarene Hydrogenations. I. Nakamura, Y. Yamanoi, T.

Yonezawa, T. Imaoka, K. Yamamoto, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2008**, 5716 - 5718.

42) Direct and Selective Arylation of Tertiary Silanes with Rhodium Catalyst. Y. Yamanoi, H. Nishihara, *J. Org. Chem.* **2008**, *73*, 6671-6678.

43) Observation of Electrochemical Single-Electron-Transfer Events of Au Nanoparticles in Aqueous Solution in the Presence of Both Ammonium and Sulfonate Surface-Active Agents. M. Nakai, Y. Yamanoi, Y. Nishimori, T. Yonezawa, H. Nishihara, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, *47*, 6699-6702.

44) Visible-Light Photochromism of Triarylamine- or Ferrocene-Bound Diethynylethenes that Switches Electronic Communication between Redox Sites and Luminescence. R. Sakamoto, S. Kume, and H. Nishihara, *Chem. Eur. J.*, **2008**, *14*, 6978-6986.

45) Photochrome-coupled Metal Complexes: Molecular Processing of Photon Stimuli. S. Kume and H. Nishihara, *Dalton Trans.* (Perspective), **2008**, 3260-3271

46) Redox-Assisted Ring Closing Reaction of the Photogenerated Cyclophanediene Form of Bis(ferrocenyl)dimethyldihydropyrene with Interferrocene Electronic Communication Switching. S. Muratsugu, S. Kume, H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 7204-7205.

47) Surface Bottom-up Fabrication of Porphyrin-terminated Metal Complex Molecular Wires with Photo-electron Conversion Properties on ITO. M. Miyachi, M. Ohta, M. Nakai, Y. Kubota, Y. Yamanoi, T. Yonezawa, and H. Nishihara, *Chem. Lett.* **2008**, *37*, 404-405.

48) Modification of the Luminescence Spectra of Chloro(tetrapyridylcyclotetramine)-europium Complexes by Fine Tuning of the Eu-Cl Distance with the Outer-sphere Counterions in the Solid State, in a Polymer Matrix, and in Solution. A. Wada, M. Watanabe, Y. Yamanoi, and H. Nishihara, *Chem. Commun.* **2008**, 1671-1673.

49) Synthesis of an anthraquinone-bridged bis(terpyridine) ligand and its use in the stepwise fabrication of complex oligomer wires on gold. M. Utsuno, F. Toshimitsu, S. Kume, and H. Nishihara, *Macromol. Symp.* **2008**, *270*, 153-160

50) Electronic Communication in the Mixed-valence States of Cyclobutadienecobalt Complexes Having Two Ferrocenes and Two Anthraquinones. T. Nakaya, K. Namiki, M. Murata, K. Kanaizuka, M. Kurashina, T. Fujita, and H. Nishihara, *J. Inorg. Organometal. Polym. Mater.* **2008**, *18*, 124-130.

[学会発表] (計 162 件)

1) H. Nishihara, “Molecular Electronics in Nanosciences”, International Symposium on Coordination Chemistry and Molecular Materials

(Bordeaux, France), Dec. 2, 2011

2) H. Nishihara, “Surface Coordination Programming of Electro-Functional Metal Complex Polymers”, IUPAC MMC-14 Symposium Program (Helsinki, Finland), Aug. 15, 2011

(他 160 件)

[図書] (計 2 件)

(1) Redox and Photo Functions of Metal Complex Oligomer and Polymer Wires on the Electrode. M. Miyachi and H. Nishihara, in *Macromolecules Containing Metal and Metal-Like Elements*, Vol. 10 (ed. A. S. Abd-El-Aziz, C. E. Carraher, P. D. Harvey, C. U. Pittman, M. Zeldin), Wiley, **2010**, Chapter 11, pp. 387-414.

(2) π -Conjugated Photochromic Molecular Systems Exhibiting Multiple Functionalities. R. Sakamoto and H. Nishihara, in *Molecular Electronic and Related Materials-Control and Probe with Light*, (ed. T. Naito) Trans-world Research Network, India, **2010**, Chapter 11, pp. 223-242

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: トリアリールアミン部位及び縮合環部位を有する化合物、及びその製造方法

発明者: 西原寛、林幹大、利光史行

権利者: 東京大学

種類: 特許

番号: 特願 2009-205510

出願年月日: 2009/9/7

国内外の別: 国内、米国

[その他]

ホームページ等

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/inorg/index.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西原 寛 (NISHIHARA HIROSHI)

東京大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号: 70156090

(2) 研究分担者

山野井 慶徳 (YAMANOI YOSHINORI)

東京大学・大学院理学系研究科・准教授

研究者番号: 20342636

久米 晶子 (KUME SHOKO)

東京大学・大学院理学系研究科・助教

研究者番号: 30431894

坂本 良太 (SAKAMOTO RYOTA)

東京大学・大学院理学系研究科・助教

研究者番号: 80453843