

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24550062

研究課題名(和文) スピン制御電荷分離錯体を利用する光電変換素子開発

研究課題名(英文) Studies on Photoelectric Conversion Molecular Systems Using Spin-controlled Charge-separated Metal Complexes

研究代表者

鈴木 修一 (Shuichi, Suzuki)

大阪市立大学・大学院理学研究科・講師

研究者番号：80433291

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)：光エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電荷分離の高効率化と電荷分離状態の長寿命化は極めて重要な因子である。本研究ではこれまでに本研究者が知見を蓄積してきた三重項光増感部として白金錯体を用いたスピン制御電荷分離錯体を電変換素子へと展開することを目的に、1. 長波長吸収を示す三重項光増感型電荷分離システムの設計と合成、2. ドナー・白金錯体・アクセプター三連結体システムを利用した光電変換素子の作製と評価、3. ドナー・白金錯体二連結体を用いた色素増感太陽電池の作製と評価、の三点を検討した。

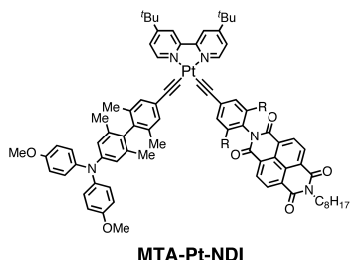
研究成果の概要(英文)：In this project, we aim to develop three subjects using spin-controlled charge-separated metal complexes: 1. Development of spin-controlled charge-separated metal complexes which have strong absorption band at longer wavelength region; 2. Development of photoelectric conversion systems using donor-(platinum complex)-acceptor triad systems; 3. Development of dye-sensitized solar cells using donor-(platinum complex) dyad systems. 1. We developed new triad system MTA-Pt-BDP and MTA-PtPor-FNDI which exhibit relatively strong absorption band over 500 nm. 2. We succeeded in the developments of photoelectric conversion systems using triad systems, MTA-Pt-NDiS and MTA-Pt-MNICOOH. 3. We succeeded in the developments of dye-sensitized solar cells using a dyad system, D-BPIPt-COOH.

研究分野：物性有機化学

キーワード：光電子移動 光電変換 太陽電池 スピン制御

1. 研究開始当初の背景

近年、有機分子ならびに有機無機複合分子光電変換素子と利用する色素増感型ならびに有機薄膜太陽電池に注目が集まっている。それら分子を基盤とした光電変換システムにおいて、光エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電荷分離の高効率化と電荷分離状態の長寿命化は極めて重要な因子である。通常、化学種は光励起では励起一重項状態を生成し、続く電子移動により生じるイオン対は一重項状態にある。その状態はスピン許容な逆電子移動により高速で失活してエネルギーは失われる。もし励起一重項状態が高速で励起三重項状態に項間交差するような化学種を励起後(三重項光増感システム)、電子移動が起これば、三重項イオン対が選択的に発生する。その状態から基底一重項状態へ失活はスピン禁制であるため遅く、長寿命になると予測される。



これまでに三重項光増感部として白金錯体を用いた各種電荷分離システムを合成し、特に MTA-Pt-NDI において 1 μ s 以上の寿命を有する長寿命電荷分離状態を 96% の量子収率で発生させることに成功している (S. Suzuki, et al. *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 10374–10375.)。この三重項光増感システムを用いることにより、スピン制御された電荷分離状態を利用した高効率太陽電池の創成が可能と考えた。

2. 研究の目的

本研究者等がこれまでに蓄積してきた三重項光増感型の電荷分離システムを光電変換素子へと展開することを目的に、次の三種類の課題について検討した。

(1) 長波長吸収を示す三重項光増感型電荷分離システムの設計と合成：これまで本研究者が利用してきた三重項光増感部であるピリジン白金ジアセチリド錯体は 400 nm 以上の長波長部の吸収強度が小さい。微弱な太陽光を有効に捕らえるためには吸収の長波長化と高強度化が必要と考えられる。本研究では、より長波長部の可視光領域を吸収する色素分子を導入した三重項光電荷分離システムの設計と合成を検討した。

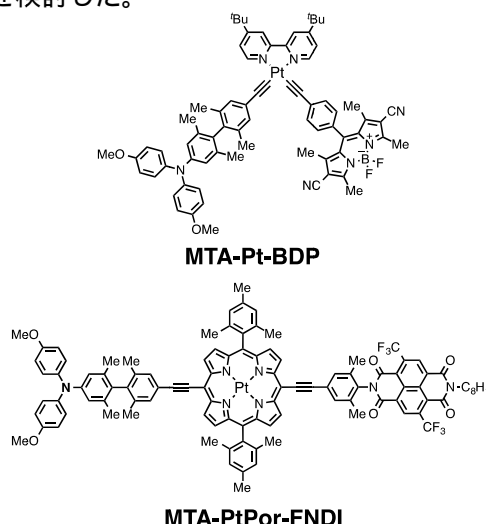
(2) ドナー・白金錯体・アクセプター三連結体システムを利用した光電変換素子の作製と評価：本研究者等が開発してきた三重項光増感型電荷分離システムを電極へ吸着させるために、極性官能基導入した誘導体を合成

し、光電変換素子の性能を評価した。

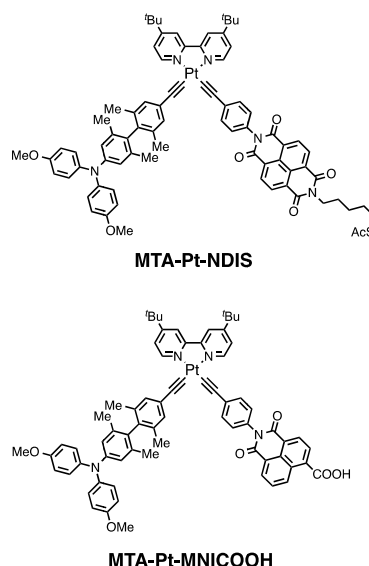
(3) ドナー・白金錯体二連結体を用いた色素増感太陽電池の作製と評価：ドナー・白金錯体・アクセプター三連結体におけるアクセプター部を酸化チタンと見立ててドナー・白金錯体二連結体を設計し、それらの色素増感型太陽電池を作製し、性能を評価した。

3. 研究の方法

(1) 長波長吸収を有する色素を導入したポロンジピロメテン導入体 MTA-Pt-BDP および白金ポルフィリン誘導体 MTA-PtPor-FNDI を設計、合成し、それらの光物理過程の解明を検討した。

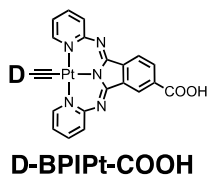


(2) 極性官能基としてアセチルチオ基を導入した MTA-Pt-NDIS、およびカルボキシル基を導入した MTA-Pt-MNICOOH を設計・合成した。前者は金電極、後者は酸化チタン電極に吸着させて光電変換素子を作製し、その性能を評価した。



(3) 可視光に比較的強い吸収をもつビス(ピリジルイミノ)イソインドリン白金錯体を光増感部として、連結するドナー部を各種連結した二連結体 (D-BIPt-COOH) を合成し、そ

れらを用いた色素増感太陽電池の性能を評価した。



4. 研究成果

(1) 白金錯体 **MTA-Pt-BDP** は ~500 nm に大きな吸収を有し、通常のピピリジン白金ジアセチリド錯体よりも光吸収能が向上した。通常ボロンジピロメテンは高い発光性を示すが、**MTA-Pt-BDP** はほとんど発光を示さなかった。このことは光励起状態から効率的な電子移動が起こっていることが示唆された。ナノ秒レーザー励起による過渡吸収スペクトルを測定したところ、THF 中において、励起直後にボロンジピロメテンラジカルアニオンに由来する吸収 (590 nm) とトリフェニルアミンラジカルカチオンに由来する吸収 (360 および 740 nm) の吸収が明瞭に観測され、電荷分離状態が発生していることが分かった。その寿命は 42 ns とこれまでに知られているボロンジピロメテンを酸化または還元部として用いた系よりも極めて長寿命であることが分かった。

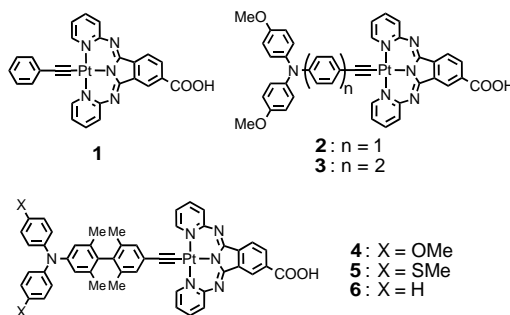
白金ポルフィリンを光増感部とする三連結体 **MTA-PtPor-FNDI** は白金ポルフィリン部に由来するに大きな吸収を 400 nm および 500–550 nm に有していた。通常ポルフィリン白金錯体は室温溶液中でも燐光発光を示すのに対し、**MTA-PtPor-FNDI** はほとんど発光を示さず光電子移動が起こっていることが示唆された。ベンゾニトリル中において、ナノ秒レーザー励起による過渡吸収スペクトルを測定したところナフタレンジイミドラジカルアニオン部に由来する吸収 (460、620 nm) とトリフェニルアミンラジカルカチオンに由来する吸収 (750 nm) の吸収が明瞭に観測され、電荷分離状態が発生していることが分かった。その寿命は 680 μs と極めて長寿命であることが分かった。

(2) 合成した三連結体 **MTA-Pt-NDIS** のジクロロメタン溶液に金電極を浸漬させることで色素を吸着させた。硫酸ナトリウム水溶液中、アスコルビン酸ナトリウムを犠牲剤として用いて 400–700 nm におけるアクションスペクトルを測定したところ、IPCE 値 0.01% と単分子膜として十分な光電流値を確認した。また、光の on/off により光応答性も確認できた。これらのことから、本三連結体を用いた光電変換素子が作成可能であることを実証した。

さらに、色素増感太陽電池への適応することを考慮し、アクセプター部をナフタルイミド体とした **MTA-Pt-MNICOOH** を設計・合成した。色素増感太陽電池として機能するか

を確かめるために、酸化チタン電極に吸着させて光電変換測定を行ったところ、変換効率が 0.2% と低い値ではあるが動作することを確認した。分子が V 字型であることから、酸化チタンに吸着した際に電極とドナー部が近接するため、光励起後酸化チタンに電子注入が起こったとしても、ドナラジカルカチオン部に逆電子移動が起こることで変換効率が小さくなったと考えられる。

(3) ドナー・白金錯体二連結体を用いた色素増感太陽電池の作製と評価：(1) および (2) で得られた知見を基に、新たに吸収末端が 600 nm 程度であるビス(ピリジリイミノ)イソインドリン白金錯体を三重項増感部として着目した。この白金錯体にエチレン基を介してフェニル基が導入された **1** および酸化電位、距離等の構造が異なる電子ドナーを連結したドナー連結型白金錯体 (**D-Pt-COOH, 2-6**) を設計した。



目的とする白金錯体 **1-6** を用いた色素増感太陽電池を作製して光電変換測定を行った。変換効率は **1** (0.64%) < **6** (1.01%) < **2** (1.54%) < **3** (2.13%) < **4** (2.68%) < **5** (3.09%) の順に高くなった。ドナーを連結させたすべての二連結体において参照化合物である **1** よりも光電変換効率が向上する結果となった。ジメトキシトリフェニルアミンが導入された **2, 3, 4** に着目すると、この順に変換効率が向上していることがわかった。分子構造から考えるとこの順に白金錯体部とドナー部間の相互作用が小さくなると考えられる。光照射により引き起こされる電子移動過程として、(i) $D-^{1,3}Pt^+-COO-TiO_2 \rightarrow D-Pt^+-COO-TiO_2^- \rightarrow D^+-Pt-COO-TiO_2^-$ と (ii) $D-^{1,3}Pt^+-COO-TiO_2 \rightarrow D^+-Pt^+-COO-TiO_2 \rightarrow D^+-Pt-COO-TiO_2^-$ の二つの過程が考えられ、どちらのルートでも酸化チタンへの電子注入過程は発エルゴニックであることがわかっている。ここで逆電子移動過程について着目すると、(i) の過程では、半導体の性質上、二酸化チタン上へ注入された電子は二酸化チタンの内部に移りやすく、その結果逆電子移動が遅くなり、さらに続くドナー部からの電子移動により白金部の還元反応が効率的に起こると考えられる。一方、(ii) の過程では二酸化チタン上へ電子注入が起こる前段階として $D^+-Pt^+-COO-TiO_2$ が生成する。これま

での研究からドナー連結白金錯体における光電荷分離状態は、逆電子移動が高速で進行して失活することがわかっている。ドナー部と白金部間の相互作用が小さい場合は (i) の過程が優先して起こり、効率のよい光電変換が可能であるのに対し、ドナー部と白金部間の相互作用が大きい場合は (ii) の過程の寄与が大きくなり、逆電子移動による電荷再結合による失活過程が優先し、変換効率が向上しないと考えられる。

さらにメチルチオ基を導入した **5** ではジメトキシ体 **4** よりも変換効率が良いことがわかった。このことはドナー部のソフトな原子である硫黄原子と電解質中のソフトなイオンであるヨウ素間の相互作用により速やかにドナーカチオン部が還元されることで変換効率が向上していると現在考えている。また、電子ドナー性の低いトリフェニルアミン置換体 **6** では変換効率がほとんど向上しないことから、過程 (i) におけるドナー部からの電子移動による白金部還元の手速が変換効率に影響を与えることも示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

1. A. Karimata, S. Suzuki, M. Kozaki, K. Kimoto, K. Nozaki, H. Matsushita, N. Ikeda, K. Akiyama, D. Kosumi, H. Hashimoto, and K. Okada, "Direct Observation of Hole Shift and Characterization of Spin States in Radical Ion Pairs Generated from Photoinduced Electron Transfer of (Phenothiazine)_n-Anthraquinone (n = 1, 3) Dyads" *J. Phys. Chem. A*, **2014**, *118*, 11262–11271. [査読有]
 2. A. Karimata, H. Kawauchi, S. Suzuki, M. Kozaki, N. Ikeda, K. Keyaki, K. Nozaki, K. Akiyama, and K. Okada, "Photoinduced Charge Separation of 10-Phenyl-10*H*-phenothiazine-2-Phenylanthraquinone Dyad Bridged by Bicyclo[2.2.2]octane" *Chem. Lett.* **2013**, *42*, 749–796. [査読有]
 3. S. Suzuki, Y. Matsumoto, M. Tsubamoto, R. Sugimura, M. Kozaki, K. Kimoto, M. Iwamura, K. Nozaki, N. Senju, C. Uragami, H. Hashimoto, Y. Muramatsu, A. Konno, and K. Okada, "Photoinduced Electron Transfer of Platinum(II) Bipyridine Diacetylides linked by triphenylamine- and naphthaleneimide-derivatives and their application to photoelectric conversion systems" *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2013**, *15*, 8088–8094. [査読有]
 4. R. Sugimura, S. Suzuki, M. Kozaki, K. Keyaki, K. Nozaki, H. Matsushita, N. Ikeda, and K. Okada, "Photoinduced Charge Separation of Phenothiazine-platinum-naphthalene Diimide Triads Linked by Twisted Phenylene Bridges" *Res. Chem. Intermed.* **2013**, *39*, 185–204. [査読有]
 5. M. Yamamoto, T. Horibe, Y. Nishisaka, S. Suzuki, M. Kozaki, R. Fujii, M. Doe, M. Nango, K. Okada, and H. Hashimoto, "Reassociation of All-trans-3,4-Dihydroanhydrorhodovibrin with LH1 Subunits Isolated from *Rhodospirillum rubrum*: Selective Binding of All-trans Isomer from Mixture of *cis*- and *trans*-Isomers" *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2013**, *86*, 121–128. [査読有]
- 〔学会発表〕(計 32 件)
1. 植田勇希, 鈴木修一, 小寄正敏, 磯和樹, 昆野昭則, 岡田恵次, "ニッケルサレン錯体誘導体を用いた色素増感型太陽電池の研究" 日本化学会第95春季年会, 平成27年3月25–29日, 日本大学船橋キャンパス (千葉・船橋市)
 2. Y. Ueda, S. Suzuki, M. Kozaki, K. Iso, A. Konno, and K. Okada, "Syntheses and Properties of Nickel-Salen Complexes for Dye Sensitized Solar Cells" The 18th Osaka City University International Conference, March 9, 2015, Media Center in Osaka City University (Osaka, Japan).
 3. Y. Ueda, S. Suzuki, M. Kozaki, K. Iso, A. Konno, and K. Okada, "Synthesis and Properties of Nickel-Salen Complex Derivatives for Dye Sensitized Solar Cells" The 2014 OCARINA Annual International Meeting, March 4–5, 2015, Media Center in Osaka City University (Osaka, Japan).
 4. 松本侑真, 鈴木修一, 狩俣歩, 小寄正敏, 村松陽平, 昆野昭則, 岡田恵次, "ドナー連結型ビス(ピリジリイミノ)イソインドリン白金錯体を用いた色素増感太陽電池に関する研究" 2014年光化学討論会, 平成26年10月11–13日, 北海道大学札幌キャンパス (北海道・札幌市).
 5. 狩俣歩, 鈴木修一, 小寄正敏, 館祥光, 岡田恵次, "発光性フェノチアジン誘導体の光学特性および置換基効果" 平成26年10月11–13日, 北海道大学札幌キャンパス (北海道・札幌市).
 6. 岡田恵次, 神原隆介, 鈴木修一, 小寄正敏, 石川絵美子, 岩村宗高, 野崎浩一, "発光性ジホスフィン-銅(I)-ジアセチリド錯体の開発と光電子移動反応への展開" 平成26年10月11–13日, 北海道大学札幌キャンパス (北海道・札幌市).
 7. 植田勇希, 鈴木修一, 小寄正敏, 村松陽平, 昆野昭則, 岡田恵次, "色素増感型太陽電池を指向したサレン金属錯体とその類縁体の合成と性質" 第24回基礎有機化学討論会, 平成26年9月7–9日, 東北大学川内北キャンパス (宮城・仙台市).
 8. 松本侑真, 狩俣歩, 鈴木修一, 小寄正敏, 村松陽平, 昆野昭則, 岡田恵次, "ドナー

- 連結型ビス(ピリジリイミノ)イソインドリン白金錯体の太陽電池特性” 日本化学会第 94 春季年会, 平成 26 年 3 月 27–30 日, 名古屋大学東山キャンパス (愛知・名古屋市).
9. A. Karimata, S. Suzuki, M. Kozaki, and K. Okada, “Optical Properties of 3,7-Diphenyl Phenothiazine Derivatives” The 2013 OCARINA Annual International Meeting, March 4–5, 2014, Media Center in Osaka City University (Osaka, Japan).
 10. Y. Matsumoto, A. Karimata, S. Suzuki, M. Kozaki, Y. Muramatsu, A. Konno, and K. Okada, “Photoelectric Conversion System Based on Dyads Platinum Complexes Linked with Electron Donor Moieties” The 2013 OCARINA Annual International Meeting, March 4–5, 2014, Media Center in Osaka City University (Osaka, Japan).
 11. 鈴木修一, “白金錯体を光増感部とするスピン制御型電荷分離分子システムの開発” 第 3 回 CSJ フェスタ 2013–新化学技術推進協会 (JACI) 奨励研究講演会, 平成 25 年 10 月 21–23 日, タワーホール船堀 (千葉・船橋市) [依頼講演].
 12. 狩俣 歩, 鈴木修一, 小寄正敏, 木本健嗣, 野崎浩一, 松下浩典, 池田憲昭, 岡田恵次, “分子内光電子移動反応によるフェノチアジントリマーラジカルカチオンの発生とそのダイナミクス” 2013 年光化学討論会, 平成 25 年 9 月 11–13 日, 愛媛大学城北地区 (愛媛・松山市).
 13. 岡田恵次, 杉村亮治, 鈴木修一, 小寄正敏, 木本健嗣, 佐藤翼, 野崎浩一, 清水宏樹, 池田憲昭, 秋山公男, “トリフェニルアミン-白金ポルフィリン-ナフタルジイミド三連結体のスピン制御型光電子移動反応” 2013 年光化学討論会, 平成 25 年 9 月 11–13 日, 愛媛大学城北地区 (愛媛・松山市).
 14. 狩俣 歩, 鈴木修一, 小寄正敏, 岡田恵次, “電子求引基を導入したフェノチアジン誘導体の発光特性” 第 24 回基礎有機化学討論会, 平成 25 年 9 月 5–7 日, 学習院大学目白キャンパス (東京・豊島区).
 15. 神原隆介, 堀越敬史, 鈴木修一, 小寄正敏, 植野光代, 石山 泰, 石川絵美子, 佐藤翼, 成瀬大輔, 岩村宗孝, 野崎浩一, 岡田恵次, “ビス(ジアリールホスフィノ)ベンゼン–銅(I)アセチリド錯体の発光特性” 第 24 回基礎有機化学討論会, 平成 25 年 9 月 5–7 日, 学習院大学目白キャンパス (東京・豊島区).
 16. 松本侑真, 狩俣 歩, 鈴木修一, 小寄正敏, 村松陽平, 昆野昭則, 岡田恵次, “電子ドナー連結型白金錯体の光電変換特性” 第 24 回基礎有機化学討論会, 平成 25 年 9 月 5–7 日, 学習院大学目白キャンパス (東京・豊島区).
 17. 中川堅太郎, 松本侑真, 鈴木修一, 小寄正敏, 昆野昭則, 村松陽平, 岡田恵次, “テトラフェニルアザジピロメテン誘導体の合成と色素増感太陽電池への応用” 第 24 回基礎有機化学討論会, 平成 25 年 9 月 5–7 日, 学習院大学目白キャンパス (東京・豊島区).
 18. 神原隆介, 堀越敬史, 鈴木修一, 小寄正敏, 植野光代, 石山 泰, 成瀬大輔, 岩村宗孝, 野崎浩一, 岡田恵次, “二核および単核構造を有する発光性銅アセチリド錯体の合成と性質” 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 (滋賀・草津市).
 19. 松本侑真, 鈴木修一, 小寄正敏, 村松陽平, 昆野昭則, 岡田恵次, “ビス(ピリジリイミノ)イソインドリン白金錯体を三重項光増感部とした光電変換分子の構築” 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 (滋賀・草津市).
 20. Y. Matsumoto, A. Karimata, S. Suzuki, M. Kozaki, Y. Muramatsu, A. Konno, and K. Okada, “Photoelectric Conversion Using Platinum Complexes Linked with Electron Donors” 15th International Symposium on Novel Aromatic Compounds, July 28–August 2, 2013, Howard Civil Service International House (Taipei, Taiwan).
 21. R. Kambara, T. Horikoshi, S. Suzuki, M. Kozaki, M. Ueno, Y. Ishiyama, D. Naruse, M. Iwamura, K. Nozaki, and K. Okada, “Syntheses and Structures of Mono- and Bi-nuclear Copper(I) Acetylide Complexes with Highly Luminescent Properties” 15th International Symposium on Novel Aromatic Compounds, July 28–August 2, 2013, Howard Civil Service International House (Taipei, Taiwan).
 22. S. Suzuki, Y. Matsumoto, M. Tsubamoto, R. Sugimura, M. Kozaki, K. Kimoto, M. Iwamura, K. Nozaki, N. Senju, C. Urugami, H. Hashimoto, Y. Muramatsu, A. Konno, and K. Okada, “Photoinduced Electron Transfer of Platinum Bipyridine Diacetylides Linked by Triphenylamine and Naphthalenediimide and its Application to Photoelectric Conversion System” The 5th International Conference as the 2012 OCARINA Annual International Meeting, March 4–6, 2013, Media Center in Osaka City University (Osaka, Japan).
 23. A. Karimata, S. Suzuki, M. Kozaki, K. Kimoto, K. Nozaki, H. Matsushita, N. Ikeda, and K. Okada, “Phenothiazine Trimer-Anthraquinone Dyad: Dynamic Structure Change in its Photo-induced Charge Separated State via Hole Transfer Process” The 17th Osaka City University International Symposium, February 4, 2013,

- Media Center in Osaka City University (Osaka, Japan)
24. 鈴木修一, “スピン状態制御を指向した電子系分子の設計と合成” 第 6 回有機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 (愛媛・松山市). [依頼講演]
 25. 神原隆介, 堀越敬史, 鈴木修一, 小寄正敏, 岩村宗孝, 野崎浩一, 岡田恵次, “強発光性銅アセチリド錯体: ジホスフィン配位子の構造と光物性” 第 6 回有機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 (愛媛・松山市).
 26. 松本侑真, 鈴木修一, 杉村亮治, 小寄正敏, 木本健嗣, 野崎浩一, 村松陽平, 昆野昭則, 岡田恵次, “三重項光増感部を用いた高効率電荷分離錯体の光電変換特性” 第 6 回有機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 (愛媛・松山市).
 27. 鈴木修一, “白金とスピンを鍵とする新規錯体の合成と物性” 第 47 回錯体化学若手の会, 近畿地区勉強会, 2012 年 12 月 8 日, UNITY (兵庫・神戸市). [依頼講演]
 28. 杉村亮治, 鈴木修一, 野崎浩一, 池田憲昭, 岡田恵次, “白金ポルフィリン(PtPor)の特性を利用したトリフェニルアミン-PtPor-ナフタレンジイミド連結体の高効率光電荷分離状態の発生” 第 2 回 CSJ 化学フェスタ 2012, 平成 24 年 10 月 14-17 日, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京・目黒区).
 29. 中塚祥一, 鈴木修一, 小寄正敏, 木本健嗣, 野崎浩一, 清水宏樹, 池田憲昭, 岡田恵次, “架橋部にピレンを用いたトリフェニルアミン-BODIPY 連結体の光電荷分離” 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・京都市).
 30. 松本侑真, 鏑本麻衣, 鈴木修一, 杉村亮治, 小寄正敏, 木本健嗣, 野崎浩一, 昆野昭則, 千住直輝, 浦上千藍紗, 橋本秀樹, 岡田恵次, “電子ドナー・白金錯体・アクセプター三連結体の光電子移動反応と光電変換特性” 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・京都市).
 31. 神原隆介, 鈴木修一, 堀越敬史, 小寄正敏, 岩村宗高, 野崎浩一, 植野光代, 石山泰, 岡田恵次, “嵩高いジホスフィン配位子を用いた銅アセチリド錯体の発光特性” 平成 24 年光化学討論会, 平成 24 年 9 月 12-14 日, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京・目黒区).
 32. 杉村亮治, 鈴木修一, 小寄正敏, 木本健嗣, 野崎浩一, 清水宏樹, 池田憲昭, 秋山公男, 岡田恵次, “白金ポルフィリンを三重項増感部とするトリフェニルアミン・ナフタレンジイミド連結体の光電子移動” 平成 24 年光化学討論会, 平成 24 年 9 月

- 12-14 日, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京・目黒区).
33. 堀越敬史, 鈴木修一, 小寄正敏, 木本健嗣, 野崎浩一, 松下浩典, 池田憲昭, 秋山公男, 岡田恵次, “ジアニルフェニルアミン、ナフタレンジイミド連結型ビス(2-ピリジリイミノ)イソインドリン-Pt-アセチリドの光電荷分離および電荷再結合” 平成 24 年光化学討論会, 平成 24 年 9 月 12-14 日, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京・目黒区).
34. T. Horikoshi, S. Suzuki, A. Karimata, R. Sugimura, M. Kozaki, K. Kimoto, K. Nozaki, H. Mastushita, N. Ikeda, K. Akiyama, and K. Okada, “Photoinduced Charge Separation in Bis(2-pyridylimino)isoindoline-Pt-acetylides Linked with Dianisylphenylamine and Naphthalene Diimide” The 2nd International Symposium on Electron Spin Science, July, 23-25, 2012, Hotel Matsushima Taikanso (Miyagi, Japan).

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称: 銅錯体化合物, 銅錯体化合物の製造方法、医療診断蛍光色素、太陽電池、ならびに発光素子

発明者: 岡田恵次, 小寄正敏, 鈴木修一, 神原隆介, 植野光代, 石山 泰

権利者: 公立大学法人大阪市立大学, 昭和化学工業

種類: 特許

番号: 特願 2013-110756

出願年月日: 平成 25 年 5 月 27 日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 修一 (SUZUKI SHUICHI)

大阪市立大学・大学院理学研究科・講師

研究者番号: 80433291