

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K05721

研究課題名(和文) 金属ヒドリド錯体の1光子2電子過程を経る金属多核化と一酸化炭素の還元固定

研究課題名(英文) Activation and derivatization of metal hydride complexes via one-photon two-electron processes and the catalytic reduction of substrates for C1 chemistry

研究代表者

末延 知義 (Suenobu, Tomoyoshi)

大阪大学・工学研究科・助教

研究者番号：90271030

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：金属錯体の反応性や触媒特性を最適化して水素放出を抑制し、協同触媒作用も利用して高効率1光子多電子還元を実現する目的で研究を行い、二酸化炭素の触媒的還元によって炭素資源の選択的生成を可能とする人工光合成型光触媒系の構築に成功し、触媒のナノクラスター化や固体化への展開も図った。また、反応観測には、時間分解分光計測が不可欠であることがわかり、その後、特にサブナノ秒の時間分解能を有する最新の分光計測技術を取り入れることで光触媒反応機構解明について研究が進展した。また、金属錯体やその配位圏のみならず固体結晶状態で可動性を制御できる分子性材料を開発し、その光応答の起源を探り、持続可能な触媒系構築を試みた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

金属錯体の光化学反応研究において、金属-配位子間結合の活性化は、これまで主に金属カルボニル錯体の光CO解離(電子遷移)や金属-金属、金属-炭素結合の光均一化開裂(1光子1電子移動過程)に関する基礎研究があるものの、金属ヒドリド錯体の光化学研究は未だ探求の余地が残されてきた。生じる配位不飽和錯体は、多くの触媒反応活性種としての利用も期待できる。金属錯体の反応性や触媒特性を最適化して水素放出を抑制し、高効率1光子多電子還元を実現することで、ギ酸、ホルムアルデヒド、メタノール等の有用C1化合物として生産できれば、枯渇性資源に依存する現代社会の、持続可能な循環型社会へのパラダイムシフトが可能となる。

研究成果の概要(英文)：The research was conducted for the purpose of developing efficient photocatalytic systems consisting of metal complexes with appropriate catalytic reactivity that enables multi-electron reduction processes induced by the one-photon absorption with the aid of co-catalysis by suppressing hydrogen evolution. Catalytic reduction of CO<sub>2</sub> was made possible for selective generation of C<sub>1</sub> chemicals inspired by natural photosynthetic reaction systems. Time-resolved spectroscopies, especially sub-nanosecond time resolution, are found to be indispensable to detect the transient species as a key intermediate for revealing the reaction mechanisms of photocatalysis studied in this research. The sustainable and green photocatalytic systems composed of metal complexes have been explored by developing molecular crystalline materials involving flexibility-controllable parts exhibiting photoresponsive dynamic properties.

研究分野：金属錯体光化学

キーワード：触媒 金属ヒドリド C1化学 錯体 光化学 過渡吸収 結晶

### 1. 研究開始当初の背景

有機金属錯体の光化学反応研究において、金属-配位子間結合の活性化は、これまで主に金属カルボニル錯体の光 CO 解離 (電子遷移) や金属-金属、金属-炭素結合の光均一化開裂 (1 光子 1 電子移動過程) に関する基礎研究があるものの、金属ヒドリド錯体の光化学研究は未開拓と言えた。生じる配位不飽和錯体は、多くの触媒反応活性種としての利用も期待できる。可視光照射で  $[\text{Ir}^{\text{III}}(\text{Cp}^*)(\text{bpy})\text{H}]^+$  (**1**, Cp\*: ペンタメチルシクロペンタジエニル, bpy: 2,2'-ビピリジル) の金属-ヒドリド結合が不均一化開裂して量子収率 100 % でプロトン解離 (1 光子 2 電子過程) することは、申請研究代表者らが以前に報告 (申請研究代表者が筆頭著者; *Angew. Chem., Int. Ed.*, **42**, 5492 (2003)) している。最近、MeCN 中での **1** の高い光還元力が熱力学サイクルから高く評価 (A. J. M. Miller ら, *J. Am. Chem. Soc.*, **136**, 14718 (2014)) され、**1** は再び注目を集めているが、反応ダイナミクス研究は皆無であった。

一方、太陽光に代表される再生可能エネルギーの、化学燃料としての貯蔵には、温和な条件で稼働できてエネルギー消費を抑えた消費地近傍の分散型小規模施設が望ましい。そのため、近い将来、人工光合成が実用化されて CO<sub>2</sub> 固定が可能となった場合のために、得られる水素や副生する C1 化合物 (Scheme 1)

1) の選択的転換手法の新しい方法論を打ち立てる必要が有ろう。

実際、常温常圧で H<sub>2</sub> と CO<sub>2</sub> を水中で効率的にギ酸に変換できることは我々が実証済みであった。(Fig. 1, *Energy Environ. Sci.*, **5**, 7360-7367 (2012))

現在、工業的にメタノールは主に大規模製造プラントで銅系固体触媒を用いて CO を水素還元して得られているが、発エルゴン過程 ( $\Delta H = -21.7 \text{ kcal mol}^{-1}$ ) であるため、原理的には自発的に反応が進行するものの、実際は CO, H<sub>2</sub> は常温では希薄な気体同志の反応になってしまうため進行が遅く、150°C 以上かつ 50 気圧以上の過酷な条件が必要である。CO 還元という Fischer-Tropsch 合成が既に確立した技術として挙げられるが、コストのかかる枯渇性エネルギー消費型技術であり、温室効果ガスを多量に環境に放出するため、現状では現実的とは言い難い。

現行の枯渇性エネルギー消費型の既存工業技術から再生可能エネルギーを利用する新手法へのパラダイムシフトを提案する取り組みは、米国では 1990 年代からオバマ政権下のチュー博士を長官に擁する DOE 主導で進められ、メタノールエコノミー (ノーベル化学賞受賞者の G. A. Olah らが提唱) は、カーボンニュートラルな循環型エネルギー社会実現に直結するとされた。実際、その甲斐あって、米国では、ピアノ椅子型 Re や Mn 単核 CO 錯体を電気化学的に還元し、生じるホルミル、ヒドロカルベン、ヒドロキシメチル錯体の各反応過程の熱力学計測 (E. S. Wiedner ら, *J. Am. Chem. Soc.*, **136**, 8661 (2014)) など、基礎研究の成果が蓄積されてきた。

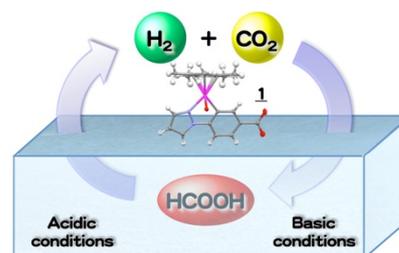
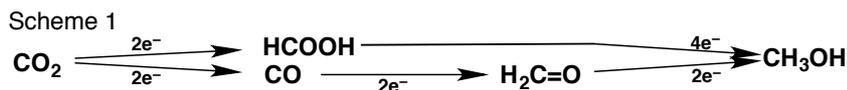


Fig. 1 常圧水素による水中常圧二酸化炭素固定とギ酸分解水素発生

### 2. 研究の目的

各種金属錯体を新規に合成し、その多核化を試みる。また、各種分光学的手法を駆使してその構造同定を行い、光励起後の生成過程を時間分解分光法によって観測して 1 光子多電子移動金属多核化の機構を解明する。反応系中で過渡的にしか生成し得ない活性中間体種は、分光用クライオスタット (申請主要設備) で低温分析する。これら還元型多核錯体用いて CO<sub>2</sub>, CO の還元固定を試み、化学量論を決定する。ギ酸、ホルムアルデヒド (水中ではメタンジオール)、メタノール等の生成物分布を調べ、選択的反応が可能なる錯体を見出す。これを触媒反応に適用する。1 光子 2 電子過程を経る分子構築という革新的「もの作り」に挑み、学問領域を開拓しようとする点に学術的特色がある。更に、この多電子過程ゆえに得られる活性な還元型化学種を温室効果ガスや CO の固定という、将来の実用的価値を見据えた研究に展開しようとする点も、学術的特色と言えよう。よって、本申請研究は未踏領域における先駆的研究となり、同時に社会貢献も大いに期待される。

### 3. 研究の方法

金属中心への電子供与能や  $\pi$  逆供与の程度が異なる各種錯体を合成し、その各々に対応するヒドリド錯体 **1** を化学的還元剤 (ギ酸、水素化ホウ素ナトリウム、水素など) によって生成させた。分光観測により同定を行った後、低温において可視光照射することで、錯体を得た。低温分光測定によって多核化が確認できた錯体は、昇温して安定性を調べた。その結果に基づいて、**2** や **4** と他の平面型金属錯体や金属イオンとの反応性を調べて多核化の可能性を探った。低温でのみ観測可能な未知の反応活性種を見出し、その触媒としての可能性を探る。得られた各種多核錯体と CO<sub>2</sub>, CO の反応を直接分光観測し、速度論、化学量論についての知見を得た。**3** の CO<sub>2</sub>, CO 飽和溶液に光照射し、触媒反応条件下での触媒活性種、生成物分布を調べて、それらの情報を高活性で安定な触媒開発にフィードバックさせた。

このようにして金属錯体の触媒反応活性や電子移動反応性、電気化学特性などを指標にそれらの定量的評価を行った。ヒドリド錯体が形成可能な遷移金属についても網羅的に探索して、できる限り製造コストを抑え、かつ環境適合性の高いものを取捨選択した。同定は、UV-vis、NMR、IR、ESI-MS、TOF-MS、単結晶 X 線構造解析などにより行なった。光物性、反応性（水素発生能、CO<sub>2</sub>、CO 還元能）を調べて過渡種を NMR、UV-vis、ESR、レーザー時間分解分光測定などを用いて低温分光観測した。常温付近まで安定な場合は ESI 質量分析も行った。低温において結晶化可能な場合は、単結晶 X 線回折による構造同定を低温で行った。MLCT 励起状態からの脱プロトン化-プロトン化過程の観測と、それに引き続いて起こる Ir-Ir 結合形成の分子間反応は、ナノ秒時間分解過渡吸収スペクトルを観測して速度論解析を行なった。同時に脱プロトン化、Ir-Ir 結合生成の量子収率も決定できる。励起状態からの発光が観測できる場合には、発光スペクトルを観測して発光寿命や発光の量子収率を決定し、励起エネルギーを決定した。

#### 4. 研究成果

(1) コバルトクロリン錯体が二酸化炭素を還元的に固定して一酸化炭素へと変換できる触媒として機能することを申請者が見出した。この発見を発展させて、天然の光合成系と同じく電子源として水を用いて、光・電気エネルギーと水と二酸化炭素から C1 化学合成プロセスの初期原料となる一酸化炭素を生産する画期的技術開発に成功した。(ACS Energy Lett. 2, 532-536 (2017)) 光エネルギーだけでは不足するエネルギーを電気化学的な電極電位の変化で補うことで、天然では 2 段階 2 光子の吸収で実現できている光合成を人工系で 1 段階の可視光吸収で可能にした。コバルトクロリン錯体の触媒能の獲得には、カーボンナノチューブ電極上に固定化された低原子価コバルトクロリンの生成が鍵となることがわかった。同じく 9 族元素のイリジウムの低原子価金属錯体の反応性や光機能についての申請者の 2003 年の報文<sup>①</sup>は、その独創性から Chem. Rev. 誌 (IF: 54.3)<sup>②,③</sup> に再三取り上げられ、金属ヒドリド錯体の光電気化学的水素発生への利用法<sup>④</sup> が提案され、最近再び注目を集めている。

(2) 生体系では光合成で獲得したエネルギーを Z スキームで表される還元反応の連鎖で還元型 β-ジヒドロニコチンアミドアデニンジヌクレオチド NADH の形で電子源として蓄積し、これを必要な時に必要な場所で、再び電子伝達反応の起点とすることができる。これは、地球創生からの長きに渡って化石燃料として蓄積された化学エネルギーを、適所で必要な時に利用している現代社会の縮図といっても過言ではない。生体防御システムでは、白血球に代表される免疫担当細胞によって生産される過酸化水素は、まさにその高エネルギー物質であり、その化学エネルギーをがん細胞やウイルスの排除に用いている。免疫担当細胞が NADH を電子源としてどのように過酸化水素に変換されるのか、我々は、人工触媒系での実証に成功した。(Inorg. Chem. 55, 7747-7754 (2016)) 生体防御には、外敵の侵入や免疫担当細胞に対する回避行動に対していち早く対抗するために、過酸化水素の局所濃度の急激な上昇を必要とする。人工系において過酸化水素濃度の経時変化がシグモイド形状を描いて急上昇することがわかり、その原因は、触媒系において自動酸化サイクルが働いているためであることが判明した。

(3) 上述のように高エネルギー物質である過酸化水素の生成は、他にも、NADH の代わりに水を電子源とする光触媒系において成功しており、プルシアンブルー骨格を有する配位高分子 (Chem. Commun. 53, 3473-3476 (2017)) や、その金属イオンの助触媒効果 (Chem. Commun. 53, 3418-3421 (2017))、水酸化触媒との組み合わせ (Catal. Sci. Technol. 6, 681-684 (2016))、水酸化用半導体光触媒との組み合わせ (RSC Adv. 6, 42041-42044 (2016)) などによる効率的な触媒系が構築できた。

(4) 半導体光触媒を用いた光電気化学触媒系を用いた C1 化学合成 (ACS Energy Lett. 2, 532-536 (2017)) や、半導体光触媒を用いた炭化水素 C-H 結合活性化による触媒的水酸化反応 (Inorg. Chem. 55, 5780-5786 (2016)) において、半導体光触媒上で起こる光キャリア生成やその外部基質との電子移動反応過程を、新しく開発したサブナノ秒レーザー時間分解分光計測技術を用いてリアルタイム計測できることがわかった。これにより従来不可能と考えられてきた光吸収初期に起こる高速現象の外部電場による影響を解明することができた。

(5) 新しく開発したサブナノ秒レーザー時間分解分光計測技術は、小分子の光励起状態での緩和過程の情報 (J. Phys. Chem. A 124, 46-55 (2019)) の詳細を得ることができ、金属錯体を固体触媒として用いる際に必要となる凝集系分子性材料の光励起初期過程 (凝集誘起発光 AIE 過程) の機構を見事に解き明かすことができた。(Angew. Chem. Int. Ed. Early View (2020))

(6) 柔軟な配位環境を有する金属錯体を用いた場合、金属錯体固体結晶内で配位圏の小分子が可動となり固体内分子貯蔵と変換が可能であることを示すデータが得られており、分子性結晶材料の包摂反応場の利用を目指した今後の研究展開につながる研究成果を得ている (未発表)。本基盤研究の研究成果を起点とする新領域開拓につながるものと考えている。

<引用文献> \_

- ① Tomoyoshi Suenobu, Dirk M Guldi, Seiji Ogo, and Shunichi Fukuzumi, Excited-state Deprotonation and H/D Exchange of an Iridium Hydride Complex, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **42**, 5492–5495 (2003).
- ② My Hang V. Huynh and Thomas J. Meyer, Proton-Coupled Electron Transfer, *Chem. Rev.* **107**, 5004–5064 (2007).
- ③ Mar Gómez-Gallego and Miguel A. Sierra, Kinetic Isotope Effects in the Study of Organometallic Reaction Mechanisms, *Chem. Rev.* **111**, 4857–4963 (2011).
- ④ Catherine L. Pitman and Alexander J. M. Miller, Molecular Photoelectrocatalysts for Visible Light-Driven Hydrogen Evolution from Neutral Water, *ACS Catal.*, **4**, 2727–2733 (2014).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Iwai Riki, Suzuki Satoshi, Sasaki Shunsuke, Sairi Amir Sharidan, Igawa Kazunobu, Suenobu Tomoyoshi, Morokuma Keiji, Konishi Gen-ichi	4. 巻 Early View
2. 論文標題 Bridged Stilbenes: AI Egens Designed via a Simple Strategy to Control the Non-radiative Decay Pathway	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202000943	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Li Chifeng, Mizuno Noritaka, Murata Kei, Ishii Kazuyuki, Suenobu Tomoyoshi, Yamaguchi Kazuya, Suzuki Kosuke	4. 巻 Early View
2. 論文標題 Selectivity switch in the aerobic oxygenation of sulfides photocatalysed by visible-light-responsive decatungstate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Green Chemistry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0GC01500H	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamada Keitaro, Suzuki Mitsuharu, Suenobu Tomoyoshi, Nakayama Ken-ichi	4. 巻 12
2. 論文標題 High Vertical Carrier Mobilities of Organic Semiconductors Due to a Deposited Laid-Down Herringbone Structure Induced by a Reduced Graphene Oxide Template	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 9489 ~ 9497
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.9b18993	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Suenobu Tomoyoshi, Arahori Ikuya, Nakayama Ken-ichi, Suzuki Toshiaki, Katoh Ryuzi, Nakagawa Tatsuo	4. 巻 124
2. 論文標題 Reaction of Oxygen with the Singlet Excited State of [n]Cycloparaphenylenes (n = 9, 12, and 15): A Time-Resolved Transient Absorption Study Seamlessly Covering Time Ranges from Subnanoseconds to Microseconds by the Randomly-Interleaved-Pulse-Train Method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry A	6. 最初と最後の頁 46 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpca.9b09846	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shibasaki Yuuya, Suenobu Tomoyoshi, Nakagawa Tatsuo, Katoh Ryuzi	4. 巻 220
2. 論文標題 Effect of reabsorption of fluorescence on transient absorption measurements	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy	6. 最初と最後の頁 117127 ~ 117127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.saa.2019.05.032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sairi Amir Sharidan, Kuwahara Kohei, Sasaki Shunsuke, Suzuki Satoshi, Igawa Kazunobu, Tokita Masatoshi, Ando Shinji, Morokuma Keiji, Suenobu Tomoyoshi, Konishi Gen-ichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Synthesis of fluorescent polycarbonates with highly twisted N,N-bis(dialkylamino)anthracene AIE luminogens in the main chain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 21733 ~ 21740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra03701b	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nikaido Shinsuke, Suenobu Tomoyoshi, Nakagawa Tatsuo, Katoh Ryuzi	4. 巻 731
2. 論文標題 Delocalization of positive charge in aromatic liquids studied by subnanosecond near-infrared transient absorption spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Physics Letters	6. 最初と最後の頁 136578 ~ 136578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cpllett.2019.07.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Yuna, Adachi Sho, Suenobu Tomoyoshi, Suzuki Mitsuharu, Nakayama Ken-ichi	4. 巻 59
2. 論文標題 Effect of the MIS structure with MgF2 on CELIV measurements	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SDDB01 ~ SDDB01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab5506	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamada Keitaro, Okamoto Michitaka, Sakurai Minori, Suenobu Tomoyoshi, Nakayama Ken-ichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Solution-processable reduced graphene oxide template layer for molecular orientation control of organic semiconductors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 32940 ~ 32945
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra06258k	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takahashi Yusuke, Uehara Takuya, Matsuhashi Chihiro, Yamaji Minoru, Mutai Toshiki, Yoshikawa Isao, Houjou Hirohiko, Kitagawa Kota, Suenobu Tomoyoshi, Maki Shojiro, Hirano Takashi	4. 巻 376
2. 論文標題 Spectroscopic properties of push-pull 2-(4-carboxyphenyl)-6-dimethylaminobenzothiazole derivatives in solution and the solid state	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry	6. 最初と最後の頁 324 ~ 332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochem.2019.03.021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 末延知義	4. 巻 5
2. 論文標題 発光性マンガ(II) ソフトクリスタルの創製と過渡吸収分光	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ソフトクリスタル News Letter	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://www.softcrystal.org/wp/wp-content/uploads/2018/11/Newsletter05_rev.pdf">https://www.softcrystal.org/wp/wp-content/uploads/2018/11/Newsletter05_rev.pdf</a>	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 末延知義	4. 巻 6
2. 論文標題 新しい過渡吸収分光法 (RIPT 法) で発光物質を観る	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 複合系の光機能研究会ニュースレター	6. 最初と最後の頁 3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="http://photochem.sci.hokudai.ac.jp/~photochem/documents/NewsLetterNo6.pdf">http://photochem.sci.hokudai.ac.jp/~photochem/documents/NewsLetterNo6.pdf</a>	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sasaki, Shunsuke; Sugita, Yoshiyuki; Tokita, Masatoshi; Suenobu, Tomoyoshi; Ishitani, Osamu; Konishi, Gen-ichi	4. 巻 50
2. 論文標題 Smart Network Polymers with Bis(piperidyl)naphthalene Crosslinkers: Selective Fluorescence Quenching and Photodegradation in the Presence of TrichloromethylContaining Chloroalkanes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 3544-3556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.7b00213	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中川達央, 末延知義, 加藤隆二	4. 巻 66
2. 論文標題 新しい過渡吸収測定技術RIPT 法の原理と応用	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 分光研究	6. 最初と最後の頁 207-211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://www.bunkou.or.jp/prints/prints_6606.html">https://www.bunkou.or.jp/prints/prints_6606.html</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aoi, S.; Mase, K.; Ohkubo, K.; Suenobu, T.; Fukuzumi, S.	4. 巻 2
2. 論文標題 Selective CO production in photoelectrochemical reduction of CO <sub>2</sub> with a cobalt chlorin complex adsorbed on multiwalled carbon nanotubes in water	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ACS Energy Lett.	6. 最初と最後の頁 532-536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsenerylett.6b00630	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Aratani, Tomoyoshi Suenobu, Kei Ohkubo, Yusuke Yamada, and Shunichi Fukuzumi	4. 巻 53
2. 論文標題 Dual function photocatalysis of cyano-bridged heteronuclear metal complexes for water oxidation and two-electron reduction of dioxygen to produce hydrogen peroxide as a solar fuel	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 3473-3476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1039/C7CC00621G	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamada Mihoko, Yoshinari Nobuto, Kuwamura Naoto, Saito Toru, Okada Satoshi, Maddala Sai Prakash, Harano Koji, Nakamura Eiichi, Yamagami Kohei, Yamanaka Keisuke, Sekiyama Akira, Suenobu Tomoyoshi, Yamada Yusuke, Konno Takumi	4. 巻 8
2. 論文標題 Heterogeneous catalase-like activity of gold(i)cobalt(iii) metallocsupramolecular ionic crystals	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 2671 ~ 2676
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C6SC04993A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Yamada, Kohei Oyama, Tomoyoshi Suenobu and Shunichi Fukuzumi	4. 巻 53
2. 論文標題 Photocatalytic water oxidation by persulphate with a Ca <sup>2+</sup> ion-incorporated polymeric cobalt cyanide complex affording O <sub>2</sub> with 200% quantum efficiency	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 3418-3421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC00199A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suenobu, T.; Shibata, S.; Fukuzumi, S.	4. 巻 55
2. 論文標題 Catalytic formation of hydrogen peroxide from coenzyme NADH and dioxygen with a water-soluble iridium complex and a ubiquinone coenzyme analogue	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Inorg. Chem.	6. 最初と最後の頁 7747 - 7754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.6b01220	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aratani, Y.; Oyama, K.; Suenobu, T.; Yamada, Y.; Fukuzumi, S.	4. 巻 55
2. 論文標題 Photocatalytic hydroxylation of benzene by dioxygen to phenol with a cyano-bridged complex containing FeII and RuII incorporated in mesoporous silica-alumina	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Inorg. Chem.	6. 最初と最後の頁 5780 - 5786
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.5b02909	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamada, Y.; Tadokoro, H.; Naqshbandi, M.; Canning, J.; Crossley, M. J.; Suenobu, T.; Fukuzumi, S.	4. 巻 81
2. 論文標題 Nanofabrication of a solid-state, mesoporous nanoparticle composite for efficient photocatalytic hydrogen generation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 521 - 525
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cplu.201600148	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Isaka, Y.; Yamada, Y.; Suenobu, T.; Nakagawa, T.; Fukuzumi, S.	4. 巻 6
2. 論文標題 Production of hydrogen peroxide by combination of semiconductor-photocatalysed oxidation of water and photocatalytic two-electron reduction of dioxygen	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 RSC Adv.	6. 最初と最後の頁 42041 - 42044
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C6RA06814F	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Isaka, Y.; Oyama, K.; Yamada, Y.; Suenobu, T.; Fukuzumi, S.	4. 巻 6
2. 論文標題 Photocatalytic production of hydrogen peroxide from water and dioxygen using cyano-bridged polynuclear transition metal complexes as water oxidation catalysts	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Catal. Sci. Technol.	6. 最初と最後の頁 681 - 684
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C5CY01845E	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計81件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 25件)

1. 発表者名 荒堀郁也, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一, 藤内謙光, 笠井秀隆, 西堀英治, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介, 立川貴士, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 外部刺激により多様な発光色の発現が可能なソフトクリスタル
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 諸戸良紀, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一, 施宏居, 藤内謙光, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介, 立川貴士, 岩佐 豪
2. 発表標題 光照射下で構造相転移により発光増強を示すOFF-ON型光記録ソフトクリスタル
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒堀郁也, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一, 藤内謙光, 笠井秀隆, 西堀英治, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 発光性多核銅(I)錯体の外部刺激に応答する可逆的分子構造変化と構造相転移
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 諸戸良紀, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一, 施宏居, 藤内謙光, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介, 立川貴士, 岩佐 豪
2. 発表標題 金(I)イソシアニド錯体結晶の光照射下での構造相転移を伴った発光増強
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺岡優理香, 鈴木友菜, 櫻井海徳, 鈴木充朗, 末延知義, 中山健一
2. 発表標題 ジケトピロロピロール誘導体における分子間水素結合に基づく face-on配向薄膜の作製と電気物性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒堀郁也, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一, 藤内謙光, 笠井秀隆, 西堀英治, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介, 立川貴士, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 異なる溶媒蒸気に応答して発光色が変化する三核銅(I)錯体結晶
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu
2. 発表標題 Polymorphism of Crystalline Metal Complexes Affording Luminochromism
3. 学会等名 The 26th Assembly of Advanced Materials Congress (Stockholm) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu
2. 発表標題 Revealing the Black Box of Photocatalysis with Transient Absorption by Eliminating Luminescence Based on Randomly-Interleaved Pulse-Train Method
3. 学会等名 World Chemistry Forum 2019 (WCF-2019) (Barcelona) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Suenobu, K. Kitagawa, K. Nakayama, H. Kasai, E. Nishibori, K. Ichianagi, A. Sato-Tomita, N. Nakayama, H. Goto
2. 発表標題 Structural and Mechanistic Studies on Polymorphic Manganese(II) Complexes Exhibiting Luminochromism
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Soft Crystals (Narita) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 I. Arahori, T. Suenobu, M. Suzuki, K. Nakayama, N. Tohnai, H. Kasai, E. Nishibori, K. Ichianagi, A. Sato-Tomita, S. Nozawa
2. 発表標題 Change in Luminescence Property and Crystal Structure of Trinuclear Copper(I) Complexes in Fast Response to Organic Vapors
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Soft Crystals (Narita) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Suenobu, K. Kitagawa, K. Nakayama, T. Nakagawa, R. Katoh
2. 発表標題 Polymorphism and Luminochromism of Coordinatively-Flexible Tetrahedral Manganese(II) Complexes
3. 学会等名 The 23rd International Symposium on the Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds (ISPPCC) 2019 (Hong Kong) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Yabumoto, H. Hanada, K. Okamoto, T. Suzuki, T. Suenobu, R. Katoh, T. Nakagawa
2. 発表標題 Simultaneous Measurement of TCSPC Fluorescence Lifetime and RIPT Transient Absorption with an Oscilloscope-Based Single Instrument
3. 学会等名 The 23rd International Symposium on the Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds (ISPPCC) 2019 (Hong Kong) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu
2. 発表標題 Soft Crystal: Polymorphic Metal Complexes Affording Luminochromism
3. 学会等名 APSMR (Asia Pacific Society for Materials Research) 2019 Annual Meeting (Sapporo) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 I. Arahori, T. Suenobu, M. Suzuki, K. Nakayama, N. Tohnai, H. Kasai, E. Nishibori, K. Ichiyangi, A. Sato-Tomita, S. Nozawa
2. 発表標題 Luminescent Crystalline Cu(I) Complexes Breathing Solvent Vapors
3. 学会等名 APSMR (Asia Pacific Society for Materials Research) 2019 Annual Meeting (Sapporo) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒堀郁也, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一, 藤内謙光, 笠井秀隆, 西堀英治, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 平面型三核銅(I)錯体への結晶中溶媒配位と発光ダイナミクス
3. 学会等名 第31回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 諸戸良紀, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介
2. 発表標題 光照射による金(I)錯体結晶の発光増強
3. 学会等名 第31回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小堀 健, 浅野素子, 中川達央, 末延知義, 倉持悠輔, 佐竹彰治
2. 発表標題 銅ポルフィリンと亜鉛ポルフィリンからなるマクロリングポルフィリンにおける近赤外発光の温度変化解析と分子内エネルギー移動
3. 学会等名 第31回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末延知義, 荒堀郁也, 鈴木充朗, 中山健一, 藤内謙光, 笠井秀隆, 西堀英治, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介
2. 発表標題 平面型三核銅錯体の結晶構造変化を伴う高速応答発光ベイポクロミズム
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小堀 健, 浅野素子, 末延知義, 花田啓明, 中川達央
2. 発表標題 ポルフィリンヘテロ二量体のサブナノ秒過渡吸収法による分子内エネルギー移動速度と超交換相互作用
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒堀郁也, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一, 藤内謙光, 笠井秀隆, 西堀英治, 一柳光平, 佐藤文菜, 野澤俊介
2. 発表標題 Change in crystal structure of trinuclear copper(I) complexes under organic vapors giving rise to the vapoluminochromism
3. 学会等名 錯体化学会第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 諸戸良紀, 末延知義, 鈴木充朗, 中山健一
2. 発表標題 光照射に対してOFF-ON型発光応答を示す新規金(I)錯体
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikuya Arahori, Tomoyoshi Suenobu, Mitsuharu Suzuki, Ken-ichi Nakayama, Norimitsu Tohnai, Hidetaka Kasai, Eiji Nishibori, Kohei Ichiyonagi, Ayana Sato-Tomita, Shunsuke Nozawa
2. 発表標題 Vapoluminochromism of Planar Trinuclear Copper Complexes Having Heterocyclic Ligands and Changes in Their Crystal Structure
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 有泉 恒亮、末延 知義、鈴木 充朗、中山 健一
2. 発表標題 可視域に吸収を持つ熱活性化遅延蛍光分子の単一成分薄膜太陽電池への応用
3. 学会等名 2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井 海徳、山田 啓太郎、末延 知義、鈴木 充朗、中山 健一
2. 発表標題 塗布グラフェン膜を用いた有機半導体の分子配向制御の有機薄膜太陽電池への応用
3. 学会等名 2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北川康太; 末延知義; 中山 健一; 花田 啓明; 中川 達央; 加藤 隆二
2. 発表標題 マンガン 2 価錯体の結晶ベイポクロミック発光と時間分解分光分析
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 奥田侑希; 片桐千帆; 末延知義; 中山 健一
2. 発表標題 トリフェニルアミンとベンゾチアジアゾール部位を含む新規ドナー・アクセプター連結分子の合成および誘導体化と単一成分有機太陽電池への応用
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二階堂 真裕; 末延知義; 中川達央; 加藤 隆二
2. 発表標題 ベンゼン誘導体液体中で形成するエキシプレックスのサブナノ秒緩和ダイナミクス
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田 啓太郎; 片桐千帆; 北川康太; 末延知義; 中山 健一
2. 発表標題 有機半導体分子の配向制御を目的とした塗布成膜可能なグラフェン template layer の作製
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀬島彬智; 末延知義; 中山 健一
2. 発表標題 平面型素子を用いた有機薄膜中の励起子束縛エネルギーの評価
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中和博; 川口貴大; 末延知義; 中山 健一
2. 発表標題 Time-Delayed Collection Field法を用いた有機薄膜太陽電池におけるキャリアダイナミクス解析
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 友菜; 片桐千帆; 末延知義; 中山 健一
2. 発表標題 MIS-CELIV 法で求めたキャリア移動度と有機太陽電池性能の関係
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 片桐千帆; 鈴木友菜; 末延知義; 中山 健一
2. 発表標題 MIS-CELIV法による正孔輸送材料NPB薄膜中の移動度評価
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本道誉; Cigdem Yumusak; Eric D. Glowacki; Niyazi S. Sariciftci; 末延知義; 中山 健一
2. 発表標題 水素結合性顔料を用いた縦型有機トランジスタの開発
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Okamoto; Cigdem Yumusak; Eric D. G_owacki; Niyazi S. Sariciftci; T. Suenobu; K. Nakayama
2. 発表標題 Vertical organic transistors using a hydrogen-bonded pigment
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keitaro Yamada; Chiho Katagiri; Kohta Kitagawa; Tomoyoshi Suenobu; Ken-ichi Nakayama
2. 発表標題 Solution processable graphene template layer for the molecular orientation control of organic semiconductors
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akinori Sejima; Tomoyoshi Suenobu; Ken-ichi Nakayama
2. 発表標題 Evaluation of exciton binding energy in organic thin films integrated into a planar device
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 未延知義; 北川康太; 中山健一; 鈴木利明; 中川達央; 加藤隆二
2. 発表標題 金属錯体の凝集化と RIPT 法による時間分解過渡吸収分光観測
3. 学会等名 第30回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北川康太; 未延知義; 中山健一
2. 発表標題 Mn(II)錯体の結晶構造変化に基づくルミノクロミズム
3. 学会等名 第30回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu; Kota Kitagawa; Ken-ichi Nakayama
2. 発表標題 Vapoluminochromism of Mn(II) Complexes in the Crystalline State
3. 学会等名 The Japan Taiwan Bilateral Workshop on Nanoscience 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosuke Ariizumi; Tomoyoshi Suenobu; Ken-ichi Nakayama
2. 発表標題 Photodynamics of Charge Separation in the Thin Film of Thermally Activated Delayed Fluorescence (TADF) Molecule
3. 学会等名 The Japan Taiwan Bilateral Workshop on Nanoscience 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryoko Morishita; Ken-ichi Nakayama; Tomoyoshi Suenobu
2. 発表標題 Studies on n-Type Organic Semiconductor Materials in n/p Stacked-type Metal Base Organic Transistors
3. 学会等名 The Japan Taiwan Bilateral Workshop on Nanoscience 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Kawaguchi; Tomoyoshi Suenobu; Ken-ichi Nakayama
2. 発表標題 Analysis of Carrier Dynamics of Organic Solar Cells Using a Non-fullerene Acceptor
3. 学会等名 The Japan Taiwan Bilateral Workshop on Nanoscience 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuna Suzuki; Chiho Katagiri; Tomoyoshi Suenobu; Ken-ichi Nakayama
2. 発表標題 Relationship between OPV Performance and Balanced Carrier Mobilities Determined by MIS-CELIV
3. 学会等名 The Japan Taiwan Bilateral Workshop on Nanoscience 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kota Kitagawa; Tomoyoshi Suenobu; Ken-ichi Nakayama; Ryuzi Katoh; Hiroaki Hanada; Tatsuo Nakagawa
2. 発表標題 Vapochromism of a crystalline manganese(II) complex exhibiting green or orange emission and the time-resolved measurements
3. 学会等名 錯体化学会第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu; Kota Kitagawa; Ken-ichi Nakayama; Ryuzi Katoh; Hiroaki Hanada; Tatsuo Nakagawa
2. 発表標題 Polymorphism of an Mn(II) complex in soft crystals and the luminescence vapochromism
3. 学会等名 錯体化学会第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kota Kitagawa; Tomoyoshi Suenobu; Ken-ichi Nakayama
2. 発表標題 Selective control of crystal polymorphism of an Mn(II) complex leading to clear difference in emission chromaticity
3. 学会等名 The 43rd International Conference on Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu
2. 発表標題 Hydrogen storage and evolution catalyzed by transition metal complexes in protic media
3. 学会等名 The 43rd International Conference on Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 SUENOBU; Tomoyoshi; KITAGAWA; Kota; NAKAYAMA; Ken-ichi; KATOH; Ryuzi; SUZUKI; Toshiaki; NAKAGAWA; Tatsuo
2. 発表標題 Luminochromism of manganese(II) complexes and timeresolved transient absorption spectroscopic studies based on the RIPT method
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 奥田侑希; 末延知義; 中山健一
2. 発表標題 トリフェニルアミンとベンゾチアジアゾール部位を含む新規ドナー・アクセプター連結分子の合成と薄膜における光キャリア発生挙動
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二階堂 真裕; 末延 知義; 中川 達央; 加藤 隆二
2. 発表標題 芳香族液体中の電荷非局在性: RIPT 法による検討
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柴崎 裕也; 末延 知義; 中川 達央; 加藤 隆二
2. 発表標題 RIPT 法を用いたベンゾペリレンエキシマーの形成過程
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu; Kota Kitagawa; Ken-ichi Nakayama; Ryuzi Katoh; Toshiaki Suzuki; Tatsuo Nakagawa
2. 発表標題 AGGREGATION-INDUCED EMISSION OF CRYSTALLINE METAL COMPLEXES AND THEIR VAPOCHROMISM STUDIED BY TIME-RESOLVED SPECTROSCOPIES
3. 学会等名 The 27th PhotoIUPAC Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu; Ikuya Arahori; Toshiaki Suzuki; Ryuzi Katoh
2. 発表標題 Transient Absorption Spectra of Strongly Fluorescent Oligophenylenes and the Reaction Kinetics with Oxygen Based on Randomly-Interleaved-Pulse-Train Method
3. 学会等名 The 10th Asian Photochemistry Conference (APC2018) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒堀郁也; 末延知義; 中山健一; 中川達央; 加藤隆二
2. 発表標題 高速な外部刺激応答を示す多核銅錯体のルミノクロミズム
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安達 祥; 鈴木友菜; 末延知義; 中山健一
2. 発表標題 MIS-CELLIV 法によるホール輸送性樹脂分散膜のキャリア移動度評価
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 有泉恒亮; 奥田侑希; 末延知義; 中山健一
2. 発表標題 長波長吸収を持つ熱活性化遅延蛍光分子を用いた単一成分薄膜太陽電池
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北川康太; 末延知義; 中山健一; 笠井秀隆; 西堀英治; 一柳光平; 佐藤文菜; 中川達央; 加藤隆二
2. 発表標題 マンガン 2 価錯体の結晶多形とルミノクロミズム
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 SUENOBU, Tomoyoshi
2. 発表標題 The Randomly-Interleaved-Pulse-Train (RIPT) Method for the Measurement of Subnanosecond Transient Absorption Spectra of Photoactive Coordination Compounds
3. 学会等名 The Applications of Photoactive Coordination Compounds conference (APCC2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SUENOBU, Tomoyoshi; SUZUKI, Toshiaki; HANADA, Hiroaki; HANADA, Hiroaki; KITAGAWA, Kota; NAKAYAMA, Ken-ichi; NAKAGAWA, Tatsuo; KATO, Ryuzi
2. 発表標題 The Randomly-Interleaved-Pulse-Train (RIPT) Method for Subnanosecond Transient Absorption Measurement of Metal Complexes
3. 学会等名 22nd INTERNATIONAL SYMPOSIUM on PHOTOCHEMISTRY and PHOTOPHYSICS of COORDINATION COMPOUNDS (ISPPCC2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北川康太, 末延知義, 中山健一
2. 発表標題 発光性金属錯体の溶液および固体中での過渡吸収分光観測
3. 学会等名 第29回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 末延知義, 北川康太, 鈴木利明, 花田啓明, 中山健一, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 マンガン 2 価錯体の発光と固体状態におけるベイポクロミズム
3. 学会等名 第29回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 未延知義, 荒堀郁也, 北川康太, 鈴木利明, 花田啓明, 中山健一, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 The RIPT (Randomly-Interleaved-Pulse-Train) method for the measurement of transient absorption spectra of luminescent oligophenylenes
3. 学会等名 2017年光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤隆二, 中川達央, 未延知義
2. 発表標題 RIPT 法による励起分子会合体のサブナノ秒ダイナミクスの計測
3. 学会等名 2017年光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柴崎裕也, 未延知義, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 RIPT 法を用いたアントラセン誘導体エキシマーのサブナノ秒ダイナミクスの計測
3. 学会等名 2017年光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西脇理仁, 佐々木俊輔, 未延知義, 石谷 治, 小西玄一
2. 発表標題 クロロホルム中で選択的に消光・光分解する高蛍光性架橋剤の開発
3. 学会等名 2017年光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 二階堂真裕, 末延知義, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 RIPT 法を用いたトルエン-テトラシアノベンゼンエキシレックスのサブナノ秒ダイナミクスの計測
3. 学会等名 2017年光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SUENOBU, Tomoyoshi; KITAGAWA, Kota; ARAHORI, Ikuya; NAKAYAMA, Ken-ichi; NAKAGAWA, Tatsuo; KATOH, Ryuzi
2. 発表標題 The RIPT (Randomly-Interleaved-Pulse-Train) method for the measurement of transient absorption spectra of luminescent metal complexes and their reactions
3. 学会等名 錯体化学会第67回討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北川康太, 末延知義, 中山健一, 花田啓明, 鈴木利明, 岡本基土, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 発光性遷移金属錯体の固体状態における環境応答と過渡吸収分光
3. 学会等名 錯体化学会第67回討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田美穂子, 吉成信人, 桑村直人, 齋藤 徹, 岡田 賢, Sai Prakash Maddala, 原野幸治, 中村栄一, 山神光平, 山中恵介, 関山 明, 末延知義, 山田裕介, 今野 巧
2. 発表標題 Au14Co1112金属超分子イオン結晶のカタラーゼ様不均一触媒活性
3. 学会等名 錯体化学会第67回討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥田侑希, 大倉達也, 儘田正史, 末延知義, 吉田 司, White S. Matthew, Sariciftci Serdar Niyazi, 中山健一
2. 発表標題 チオフェン環またはチエノチオフェン環で連結した分子内D-A分子の合成と単一成分薄膜太陽電池への応用
3. 学会等名 第7回CSJ化学フェスタ2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北川康太, 末延知義, 中山健一, 花田啓明, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 マンガン2価錯体の結晶ベイポクロミック発光と時間分解分光分析
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 奥田侑希, 片桐千帆, 末延知義, 中山健一
2. 発表標題 トリフェニルアミンとベンゾチアジアゾール部位を含む新規ドナー・アクセプター連結分子の合成および誘導体化と単一成分有機太陽電池への応用
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二階堂真裕, 末延知義, 中川達央, 加藤隆二
2. 発表標題 ベンゼン誘導体液体中で形成するエキシプレックスのサブナノ秒緩和ダイナミクス
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Suenobu, T.
2. 発表標題 Kinetics and dynamics of aqueous catalytic reactions for solar fuel production inspired by coenzyme redox systems
3. 学会等名 I2CNER International Workshop 2017 -Natural and Chemical Catalysts for Technology - (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青井 祥子 ・ 大久保 敬 ・ 末延 知義 ・ 福住 俊一
2. 発表標題 コバルトクロリン修飾電極によるCO2の還元と水の酸化を組み合わせた光電気化学触媒系の構築 (3A11)
3. 学会等名 2016年光化学討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kohei OYAMA, Tomoyoshi SUENOBU, Shunichi FUKUZUMI, Yusuke YAMADA
2. 発表標題 酸化還元不活性な金属イオンを含む プルシアンブルー類似体を触媒とする水の高効率光触媒酸化反応 (1PF-05)
3. 学会等名 錯体化学会 第66回討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 末延知義、鈴木利明、中川達央、中山健一、加藤隆二
2. 発表標題 RIPT法による強発光性ナノ粒子の時間分解過渡吸収分光 (P25)
3. 学会等名 第35回固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu, Toshiaki Suzuki, Tatsuo Nakagawa, Ryuzi Katoh
2. 発表標題 The Randomly-Interleaved-Pulse-Train (RIPT) Method for Nanosecond Transient Absorption Measurement of Luminescent Metal Complexes and Their Reactions
3. 学会等名 The 9th Asian Photochemistry Conference (APC 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tomoyoshi Suenobu
2. 発表標題 Composite Photocatalytic Systems Containing Metallic Nanoparticles, Metal Complexes, and Rare Earth Metal Ions for Production of Hydrogen Peroxide from Water and Dioxygen (104-09)
3. 学会等名 Rare Earths 2016 in Sapporo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 末延知義、鈴木利明、加藤隆二、中川達央
2. 発表標題 RIPT法を用いる発光性金属錯体の過渡吸収分光
3. 学会等名 2016年光化学討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中川 達央・末延 知義・鈴木 利明・岡本 基士・花田 啓明・小山 久美子・加藤 隆二
2. 発表標題 新規な過渡吸収測定法 RIPT 法による強発光性有機分子の過渡吸収・発光同時測定
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 結晶、結晶の製造方法、および結晶を用いた製品	発明者 末延知義、中山健一、北川康太	権利者 大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、2018-130076	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 薄膜、薄膜の製造方法、薄膜を含む製品	発明者 末延知義、中山健一、荒堀郁也	権利者 大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、2018-196603	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

受賞： Tomoyoshi Suenobu, Physical Chemistry Chemical Physics (PCCP) Outstanding Poster Presentation Prize at The 23rd International Symposium on the Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds (ISPPCC) 2019, Hong Kong, 2019年7月, 王立化学会
---

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----