

国際共同研究事業
国際化学研究協力事業
共同研究報告書

平成 28 年 8 月 8 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

所属機関・部局 九州大学大学院工学研究院

(ふりがな)

職・氏名 教授・君塚 信夫
きみづか のぶお

1. 事業名 国際共同研究事業国際化学研究協力事業
2. 研究課題名 (和文) 動的に構造・形状変換する新しいナノ結晶の開発とその集積機能科学
(英文) Synthesis and Assembly of Shape-Adjustable, Reconfigurable Nanocrystals
3. 共同研究実施期間 (全採用期間)
平成 25 年 8 月 1 日 ~ 平成 28 年 7 月 31 日 (3 年 0 ヶ月)
4. 研究経費総額
 - (1) 本事業により交付された委託費
総額 49,135 千円

初年度	(平成 25 年度) 委託費	<u>8,660</u> 千円
第 2 年度	(平成 26 年度) 委託費	<u>16,415</u> 千円
第 3 年度	(平成 27 年度) 委託費	<u>16,400</u> 千円
第 4 年度	(平成 28 年度) 委託費	<u>7,660</u> 千円
 - (2) 本事業による経費以外の国内研究経費総額 0 円

* 10 ページ<備考> 1. 参照

5. 研究組織

(1) 日本側参加者（代表者を除く）（共同研究実施期間中の日本側参加者を全員記入してください。）

氏名 (ふりがな)	所属・職名	専門及び本研究における役割
やまだ てっぺい 山田 鉄兵	九州大学大学院工学研究院・准教授	錯体化学、錯体構造設計・評価
もりかわ まさあき 森川 全章	九州大学大学院工学研究院・助教	界面化学、界面状態設計・評価
やない のぶひろ 楊井 伸浩	九州大学大学院工学研究院・准教授	コロイド化学、結晶分散性設計
べん ふえい でゅあん Pengfei Duan	九州大学大学院工学研究院・助教	光化学、光応答性結晶評価
ぶら ぜんじつと まほと Prasenjtit Mahato	九州大学大学院工学研究院・PD	錯体化学、化学応答性結晶評価
あめもり しょうご 雨森 翔悟	九州大学大学院工学研究院・PD	界面化学、界面活性剤合成
でい-ばつ く あすたな Deepak Asthana	九州大学大学院工学研究院・PD	界面化学、界面分光測定
らけし ゅ ぐ ぶた Rakesh Gupta	九州大学大学院工学研究院・PD	光化学、光応答性分子合成
いしば けいた 石場 啓太	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、錯体結晶合成
みなみ ゆうすけ 南 祐介	九州大学大学院工学府・院生	界面化学、界面活性剤合成
おおいし や すのり 大石 八寿徳	九州大学大学院工学府・院生	コロイド化学、結晶分散性評価
つのふり しょうへい 角振 将平	九州大学大学院工学府・院生	界面化学、結晶表面状態測定
ふるたに ひでのり 古谷 豪教	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、結晶化学応答性評価
みずぐち ゆうさく 水口 勇作	九州大学大学院工学府・院生	光化学、光応答性分子合成
おがわ たく 小川 卓	九州大学大学院工学府・院生	光化学、溶液中光応答性評価
ながとみ ひさのり 永富 久乗	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、配位子合成
ま せ かずま 間瀬 一馬	九州大学大学院工学府・院生	コロイド化学、分散の溶媒効果
ながお ゆうや 長尾 侑弥	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、錯体結晶合成
まつき まさや 松木 昌也	九州大学大学院工学府・院生	光化学、光応答性分子合成
ひさみつ しょうた 久光 翔太	九州大学大学院工学府・院生	光化学、光応答性分子合成
ほそやまだ まさのり 細山田 将士	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、結晶化学応答性評価
よしだ りな 吉田 莉捺	九州大学大学院工学府・院生	界面化学、結晶表面状態測定
わきやま たろう 脇山 太郎	九州大学大学院工学府・院生	コロイド化学、結晶分散性評価
かな こぎ けいすけ 鹿子木 啓介	九州大学大学院工学府・院生	界面化学、膜形状制御
く ぼ ゆうた 久保 勇太	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、新規結晶合成
こうの ひろのり 河野 宏徳	九州大学大学院工学府・院生	光化学、光応答性分子評価
こずえ まり こ 梢 真梨子	九州大学大学院工学府・院生	光化学、光応答性分子評価
しもの ともや 下野 智弥	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、錯体結晶合成
やまもと りょうすけ 山本 凌輔	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、錯体結晶合成
しらishi かん じ 白石 寛治	九州大学大学院工学府・院生	界面化学、結晶表面状態測定
うちの しんや 内野 慎也	九州大学大学院工学府・院生	コロイド化学、結晶分散性評価
おほら ひろたか 小原 裕貴	九州大学大学院工学府・院生	界面化学、膜形状制御
さ さき よういち 佐々木 陽一	九州大学大学院工学府・院生	錯体化学、新規結晶合成
よう かんぎョク 楊 カンギョク	九州大学大学院工学府・院生	光化学、光応答性分子評価
ますたに こうた 栞谷 浩太	(株)ハイテック・博士研究員	有機合成、量子化学計算

(2) 米国側参加者（代表者を含む*）（共同研究実施期間中の米国側参加者を全員記入してください。）

氏名	所属・職名	研究協力テーマ
○Steve Granick	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・教授	コロイド化学、研究取りまとめ
Bo Wang	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・PD	コロイド化学、結晶集合化設計
Ah Young Jee	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・PD	分光光学、結晶の分光測定
Lingxiang Jiang	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・PD	コロイド化学、結晶の集積化
John King	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・PD	分光光学、結晶のイメージング
Kai Lou	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・PD	分光光学、in situ 光照射システム
Robert Hayes	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・PD	分光光学、in situ 光照射システム
Melinda Sindoro	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	コロイド化学、光照射下集積制御
Subhalakshmi Kumar	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	コロイド化学、化学刺激集積制御
Scott Parker	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	分光光学、フォトニック結晶評価
Juan Guan	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	分光光学、in situ 光照射システム
Jing Yan	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	コロイド化学、結晶の集積化
Changqian Yu	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	コロイド化学、結晶の集積化
Kejia Chen	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	分光光学、結晶のイメージング
Chi Hang Boyce Tsang	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	コロイド化学、光照射下集積制御
Jie Zhang	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	コロイド化学、化学刺激集積制御
Cong Xu	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	コロイド化学、磁場下集積制御
Yoon Kyeung Lee	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校・院生	分光光学、フォトニック結晶評価

* 米国側代表者の氏名の前に、「○」のマークをつけてください。

6. 研究概要（研究の目的・内容・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

※ 申請書の内容を踏まえて、日本語にて記入してください。

※ 経費との関連がわかるように具体的に記入してください。

本研究では、光や熱などの様々な外部刺激に応答するリコンフィギュラブルな分子集合体を開発し、その集積構造の制御に基づき集団機能を発現することを目的とする。日米それぞれのメンバーが互いに訪問し、更には滞在して共同で実験を行うことにより、化合物合成やナノ粒子合成などにおいて互いの専門性を補い合いながら研究を進めてきた。本研究において得られた特に重要な成果について以下にトピックごとに報告する。

1. 光刺激に応答する分子集合体の構築と Solar thermal fuel への応用

光エネルギーを分子の光異性化を利用して分子に貯蔵し、必要に応じて熱量として取り出す Solar thermal fuel は、古くからノルボルナジエンやアゾベンゼンの光異性化現象などを対象として研究がすすめられてきた。この光エネルギーを分子に蓄える Thermophysical battery は高いエネルギー密度が望まれ、このためには、溶媒で希釈しない固体、あるいは無溶媒液体系が好ましい。一方、例えばアゾベンゼンの *trans* → *cis* 異性化は、固体状態では抑制され、一方で溶液状態にするとエネルギー密度が低まるため、molecular fuel に求められる高いエネルギー密度を実現できないことが長年の課題であった。

そこで、この問題を解決すべく、石場（現博士課程3年）らは光という外部刺激により、結晶 ⇌ 液体間を相変化する際に伴う潜熱をも蓄えうることを見出し、報告した(K. Ishiba et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **54**, 1532 (2016))。種々のイオン性アゾベンゼン誘導体 **2**(n, m)-X (X=Cl, Br, Tf₂N) を合成したところ、化合物 *trans*-**2**(6, 4)-Br はイオン性結晶(IC)として得られ、紫外光を照射すると固体であるにも関わらず *trans* → *cis* 光異性化が起こって液化した。一方、生成したイオン液体(IL) *cis*-**3**(6, 4)に可視光を照射すると、可逆的に光結晶化した(右図)。*cis*-**3**(6, 4) (IL) を加熱すると、*trans*-**3**(6, 4) (IC) への熱異性化とともに結晶化し、この時の発熱量 $\Delta H = 97.1 \text{ kJ mol}^{-1}$ は *cis* 体のアゾベンゼン発色団に蓄えられる熱エネルギー ($\Delta H \sim 50 \text{ kJ mol}^{-1}$) の約2倍であった。すなわち、光融解するイオン結晶系においては、*cis* 体に蓄えられるコンフォメーションエネルギーに加えて、イオン液体—イオン結晶間の相転移に伴う潜熱を蓄積できることが判った。また *trans*-**3**(6, 4) (IC) ⇌ *cis*-**3**(6, 4) (IL) の可逆的な光相転移に伴い、イオン伝導性が2桁変化した。なお、本研究を遂行するに当たり、非常に優れた有機合成の技術を有する柘谷浩太博士を雇用して強力に押し進める必要があった。



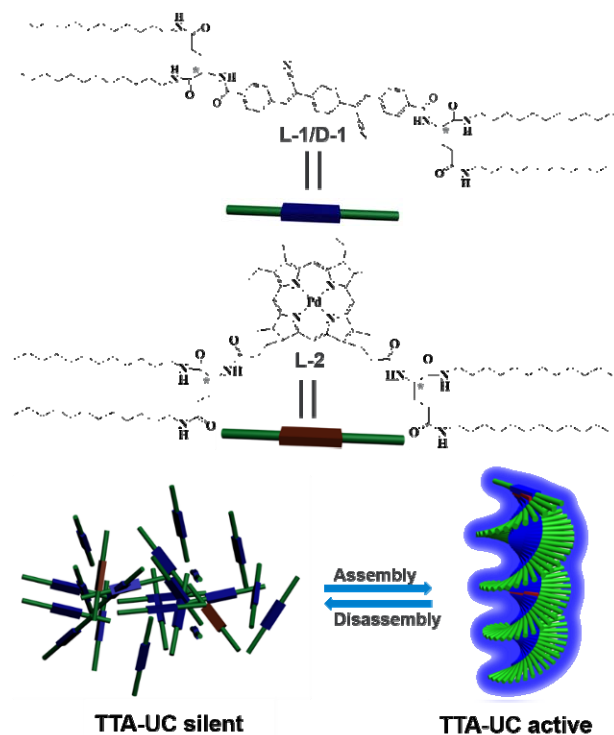
このようにリコンフィギュラブルな分子集合体を Solar thermal fuel に利用するという全く新しい方向性を開拓した。本研究を遂行した博士課程の学生である石場が Pacifichem2015 (Honolulu)に参加(別経費)して Student Poster Award を受賞するなど、対外的に高い評価を受けている。

2. 熱刺激に応答した光子・アップコンバージョンを示すナノ材料の創出

Duan 博士研究員らは、熱などの外部刺激により分子の集積構造及びダイナミクスを制御し、それに基づき光子・アップコンバージョン(UC)をスイッチングするという全く新しい機能の創出に成功した。UCとは、低いエネルギーの光を高いエネルギーの光に変換する方法論である。これまで活用出来なかった低いエネルギーの光(近赤外光など)を高いエネルギーの光(可視光など)に変換できれば、太陽電池や水の可視光分解、バイオイメージングや光線力学療法など、様々な分野に革新をもたらすものとして期待されている。中でも、三重項-三重項消滅(triplet-triplet annihilation, TTA)機構に基づく TTA-UC は、最近 10 年間の研究において太陽光程度の弱い励起光でも効率的な波長変換を達成しうるということが示され、大きな注目を集めている。

まず Duan 博士研究員らは、分子の凝集化により UC 発光をスイッチングする現象 (aggregation-induced photon upconversion; iPUC) を初めて見出し、論文として報告した(*Angew. Chem. Int. Ed.*, **54**, 7544 (2015))。発光分子として、シアノ基修飾オリゴフェニレンビニレンを用い、三重項増感剤と溶液中に共存させたが、全く UC 発光は観測されなかった。一方、この混合溶液をキャストした結晶状態では明確に UC 発光が観測された。これは溶液中では発光分子の T_1 状態が C=C 結合のねじれを伴い速やかに基底状態へと失活する一方、結晶状態ではこのような大きな結合のねじれが抑制されるため、トリプレット(T_1 状態)の寿命は TTA を起こすのに十分なほど長くなるためである。

そしてこの結果を基に、Duan 博士研究員らは更に熱という外部刺激に応答して集合化・解離を起こすナノシステムを構築し、報告した(*Faraday. Discuss.*, **accepted (2016)**)。ここでは色素骨格に更にグルタミン酸とアルキル鎖を連結することで、溶液中において冷却・過熱により集合・解離を可逆的に起こす系を構築した(右図)。ここに同様の修飾を施した三重項増感剤を共集合化させることで、熱刺激による可逆的な光子・アップコンバージョンの ON/OFF スwitching を可能にした。この系の特筆すべき点は、ON 状態と OFF 状態の発光強度の差が無限に近いほど大きいことである。これは分散状態では励起三重項状態の寿命が短いため、測定の条件化では全く TTA を起こすことができない一方、集合化状態においては十分に寿命が長く TTA を起こすことができるためである。



8. 研究の成果（「6. 研究概要」の内容と対応させつつ、本研究によって得られた新たな知見、成果を平易な表現で記述してください。）

(1) 学術的価値（本研究により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果）

リコンフィギュラブルな分子集合体の機能化学における新しい可能性を示したことに本研究の学術的価値がある。

光によるイオン性結晶-イオン液体といった相転移を、その現象論に留まらず Solar thermal fuel へと展開したことはこれまで全く例がなく、光エネルギーを分子集合体のエネルギーとして蓄積するという新しい概念を示した(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016)。これは従来、溶液中で検討されてきたため①蓄熱容量に限界があり②そもそも熱を取り出せなかった Solar thermal fuel 研究に一石を投じるものであり、今後の本分野の発展において重要な学術的ブレイクスルーと考えられる。

熱によるナノ構造の構築・解離により、フォトン・アップコンバージョン発光をスイッチングするという全く新しい現象を見出した(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2015, *Faraday Discuss.* 2016)。この発見は特に、フォトン・アップコンバージョンをセンサーやバイオロジーの方面に展開していく際に欠かせない基本原理となりうる。更に、これまで数多くの報告がある凝集誘起発光 (Aggregation-induced emission, AIE) では主に励起一重項からの蛍光のスイッチングであり、一光子過程であるため完全な ON/OFF スwitching を達成するのは困難である。一方、今回は TTA に基づくアップコンバージョンという二光子過程を用いるという新しい戦略により、無限に近い ON/OFF スwitching を達成でき、この重要な分野に新たな潮流を生んだと考える。

(2) 米国との交流実績（本研究による国際共同研究の活性化や、両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果）

研究を開始した25年度の10月に、研究代表者である君塚に加え、楊井、石場（当時 修士2年）、松木（修士1年）、小川（修士1年）、間瀬（修士1年）、永富（修士1年）の計7名で、米国側研究機関であるイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校を訪ね、Steve Granick 研究室の全員を交えたスタートアップミーティング (Kyushu University-UIUC Kickoff Meeting of ICC Program) を行った。研究計画について詳細なディスカッションを行い、また外部刺激に応答して動的に変化するナノシステムについて新たな共同研究のアイデアを得た。また、イリノイ大学において Steven Zimmerman 教授を初めとする世界的に著名な化学者ともディスカッションする機会を持ち、日本側代表者がセンター長を務める九州大学分子システム科学センター（九大 CMS）とイリノイ大学との間で積極的に国際組織間連携を進めることについて同意を得た。この米国訪問には5名の大学院生が参加し、米国側研究者と英語で発表、討論を行い、非常に貴重な経験となった。特に、世界トップレベルの大学において同世代の学生がどのように考え、どのように研究を行っているかを肌で感じるにより、その後の研究生生活への意欲が格段に向上したことは間違いない。それは参加した5名の修士学生はその後、全員が博士課程へと進学し、現在まで意欲的に研究活動を継続して数多くの成果を挙げてきたことから伺える。

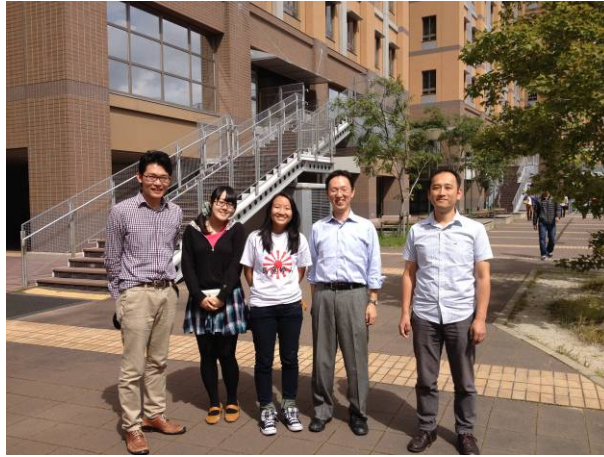


イリノイ大学での研究発表会とディスカッションの様子



日米両チームに加えて他のイリノイ大学の研究者も交えた交流会の様子

平成26年10月～12月の期間で、イリノイ大学側の大学院生 Melinda Sindoro 氏が九州大学に滞在し、日々ディスカッションを行いながら、密に共同実験を遂行した。当研究室が得意とする両親媒性界面活性剤を用いた固-液界面制御技術を応用することで、フォトン・アップコンバージョンを示すナノ粒子の合成に成功した。Melinda Sindoro 氏の九州大学での滞在が無ければこの研究は開始もされず、フォトン・アップコンバージョン分野におけるこのマイルストーンは存在しなかったであろう。



米国チームの Melinda Sindoro 氏（写真中央）が九州大学に 2 ヶ月間滞在して共同実験を行った

平成 27 年 5 月にはドイツ連邦共和国マインツ市で開催された国際会議 IACIS2015 にアメリカ側、日本側の両方の研究代表者が参加し、そこまで得られた結果を基に密なディスカッションを行い、今後の共同研究の方向性について確認を行った。



アメリカ側（写真中央）と日本側（写真右）の研究代表者により密なディスカッションを行った

また、米国側の学生である Chi Hang Boyce Tsang 氏が平成 27 年 12 月に九州大学を訪問し、研究成果報告およびディスカッションを行った。



Chi Hang Boyce Tsang 氏による研究成果報告の様子

(3) 社会的貢献（社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか）

エネルギー問題は世界が抱える喫緊の課題であり、特に我が国のように資源の乏しい国にとって太陽光を利用した再生可能エネルギーの創出技術を開発することが重要であることは疑いない。本研究では、太陽光を熱エネルギーとして蓄える Solar thermal fuel 分野において、分子集合体の相転移潜熱を利用するという全く新しいコンセプトを提案し、応用に向けた重要な一歩を踏み出すことが出来た。更に、太陽電池や光触媒といった全ての太陽光利用技術の効率を向上させる可能性があるフォトン・アップコンバージョンの分野において、太陽光という非常に弱い光でも効率よくアップコンバージョン発光を発現する固体材料の創出はこれまで困難を極めていたが、本研究によってその解決に向けた重要な基本戦略を確立でき、社会的な貢献は大きいと考えられる。

(4) 若手研究者養成への貢献（若手研究者養成への取り組み、成果）

本プロジェクトでは若手研究者が国際的な場で活躍できる人材となるように様々な形で教育・取り組みを行ってきた。まずはプロジェクト開始にあたってイリノイ大学でキックオフミーティングを開催し、そこには石場（当時 修士2年）、松木（修士1年）、小川（修士1年）、間瀬（修士1年）、永富（修士1年）の5名もの修士学生が参加し、全員が研究発表を行い、ディスカッションに参加した。更にイリノイ大学の他の研究室の見学を行い、交流会にも参加して学生間の交流を深めた。修士課程という早い段階でこのような豊富な国際交流の機会を体験することにより、その後の研究に対する意識が大きく向上し、参加した5名全員が博士課程に進学してこれまで顕著な結果を挙げてきている（*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, *Sci. Rep.* 2015, *Pacificchem2015* や *IPC2014* をはじめとした多数の学会でポスター賞を受賞）。

本プロジェクトの期間中に、アメリカ側から Ph.D. コースの学生である Melinda Sindoro 氏が日本に滞在して共に研究を行ったことも非常に若手研究者育成の面から効果的であった。Sindoro 氏は当研究室が得意とする両親媒性分子を用いた固液界面制御技術やフォトン・アップコンバージョン機能の評価技術を学ぶことができ、当研究室としては Sindoro 氏からナノコロイドの生成および集積制御の技術を学ぶことができた。また、Sindoro 氏のオープンで快活な人間性も功を奏し、当研究室の学生は Sindoro 氏と日々の生活の中で

多くの交流を行い、異なる文化や価値観を持つ研究者と共同で研究を行うことができた。すなわち、今後国際的な場で研究を行っていくうえで大いに助けとなる経験を積むことができた。

まだ本プロジェクトに関わった学生のほとんどは卒業していないが、今後はこの貴重な経験を基に、大学や企業など様々な国際的な舞台において活躍していく人材となっていくことが期待される。

(5) 将来発展可能性（本研究・交流事業を実施したことにより、当初見込んでいた将来的な発展は認められたか）

本研究において、分子の集合状態が大きく変化するリコンフィギュラブルなナノ材料を基に、新しい機能化学を展開するための「システム」を構築できたことは、将来的な発展性を直接的に示すところである。Solar thermal fuel やフォトン・アップコンバージョンといった社会に大きなインパクトを及ぼしうる研究分野において、リコンフィギュラブルなナノ材料が発現しうるというコンセプトを明確に示したことは、今後の当該分野の発展に大きく寄与するところとなるであろう。

また、本プロジェクトには様々な国籍の若手研究者が深く関わったが、そのような学生・ポスドク時代に共に研究を行った仲間は今後の国際連携ネットワークを築く上で非常に重要となろう。例えば、熱刺激に応答するナノ材料の研究において主要な貢献をした Pengfei Duan 氏は、本プロジェクトを開始する際には博士研究員であったが、その優れた研究成果が認められてプロジェクト期間中に本学（九州大学分子システム科学センター）の助教となり、更には2015年10月には中国の Chinese Academy of Science に教授として着任した。また、フォトン・アップコンバージョンを示すナノ材料の研究に貢献した Melinda Sindoro 氏はイリノイ大学で2016年に学位を取得し、2016年7月よりシンガポールの南洋理工大学でポスドクとして活躍している。それ以外にも本プロジェクトに参加した若手研究者が様々な場所で活躍していく中で、次世代の国際交流を担っていくことが期待される。

(6) その他（上記(1)～(5)以外に得られた成果があれば記述してください）

本プロジェクトでは全く新しい研究と若手研究者の教育を両輪として進めてきた。特筆すべきこととしては、本研究で得られた成果を発表するために、当研究室の学生は Gordon 会議や Functional PI、Pacifichem など海外で行われた国際会議に参加し、最先端の研究を学ぶとともに海外の若手研究者との交流を度々行ってきた。これは国際的視野の滋養という意味で非常に有意義であっただけでなく、その中で海外の研究グループとの共同研究に発展したものもあり、新たな研究を開拓するという面においてもプラスに働いた。本プログラムはこのような研究と教育を相乗的に展開することに非常に有効であり、ここに感謝の意を表すると同時に、このような機会が今後も様々な形で継続されることを期待したい。

9. 研究発表（本共同研究の一環として発表したもの、又は、発表予定のものについて記入してください。なお、印刷物がある場合は1部添付してください。）

【雑誌論文】 計（27）件 うち査読付論文 計（26）件

共有 の 無*	著者名	論文標題			
○	M. Sindoro, N. Yanai, A-Y. Jee, S. Granick	Colloidal-Sized Metal—Organic Frameworks: Synthesis and Applications			
	雑誌名 Accounts of Chemical Research	査読の有無 有	巻 47	発行年 2014	最初と最後の頁 459-469
	著者名 楊井伸浩, 君塚信夫	論文標題 配位高分子によるナノ・マイクロ粒子の形成, 集積制御および機能			
	雑誌名 高分子論文集	査読の有無 有	巻 70	発行年 2013	最初と最後の頁 235-241
	著者名 M-a. Morikawa, S. Tsunofuri, N. Kimizuka	論文標題 Controlled Self-Assembly and Luminescence Characteristics of Eu(III) Complexes in Binary Aqueous/Organic Media			
	雑誌名 Langmuir	査読の有無 有	巻 29	発行年 2013	最初と最後の頁 12930-12935
	著者名 T. Noguchi, N. Kimizuka	論文標題 Spectroscopic Readout of Polyoxometalates' Molecular Information via Self-Assembly			
	雑誌名 Chem. Commun.	査読の有無 有	巻 50	発行年 2014	最初と最後の頁 599-601
	著者名 P. Duan, N. Yanai, N. Kimizuka	論文標題 Photon Upconverting Liquids: Matrix-Free Molecular Upconversion Systems Functioning in Air			
	雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	査読の有無 有	巻 135	発行年 2013	最初と最後の頁 19056-19059
	著者名 R. Tanoue, R. Higuchi, K. Ikebe, S. Uemura, N. Kimizuka, A. Z. Steig, J. K. Gimzewski, M. Kunitake	論文標題 Thermodynamic Self-Assembly of Two-Dimensional π -Conjugated Metal-Porphyrin Covalent Organic Frameworks by "On-Site" Equilibrium Polymerization			
	雑誌名 Journal of Nanoscience and Nanotechnology	査読の有無 有	巻 14	発行年 2014	最初と最後の頁 2211-2216
	著者名 T. S. Kang, K. Ishiba, M-a. Morikawa, N. Kimizuka	論文標題 Self-Assembly of Azobenzene Bilayer Membranes in Binary Ionic Liquid-Water Nanostructured Media			
	雑誌名 Langmuir	査読の有無 有	巻 30	発行年 2014	最初と最後の頁 2376-2384
	著者名 R. Tanoue, R. Higuchi, K. Ikebe, S. Uemura, N. Kimizuka, A-Z. Stieg, J-K. Gimzewski, M. Kunitake	論文標題 Positional Selectivity of Reversible Azomethine Condensation Reactions at Solid/Liquid Interfaces Leading to Supramolecule Formation			
	雑誌名 Journal of Electroanalytical Chemistry	査読の有無 有	巻 716	発行年 2014	最初と最後の頁 145-149

	著者名	論文標題			
	T. Yamada, Y. Minami, N. Kimizuka	Coordination Lamellar Nanofibers Consisting of N-(2-Hydroxy-n-dodecyl)-Substituted Amino Acid an Divalent Copper Cation			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Chem. Lett.	有	43	2014	1031-1033
	著者名	論文標題			
	R. Tanoue, R. Higuchi, K. Ikebe, S. Uemura, N. Kimizuka, A. Z. Stieg, J. Gimzewski, M. Kunitake	Thermodynamic Self-Assembly of Two-Dimensional π -Conjugated Metal-Porphyrin Covalent Organic Frameworks by "On-Site" Equilibrium Polymerization			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	J. Nanosci. Nanotech.	有	14	2014	2211-2216
	著者名	論文標題			
	P. Duan, N. Yanai, N. Kimizuka	A Bis-Cyclometalated Iridium Complex as a Benchmark Sensitizer for Efficient Visible-to-UV Photon Upconversion			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Chem. Commun.	有	50	2014	13111-13113
	著者名	論文標題			
	K. Masutani, M-a. Morikawa, N. Kimizuka	A Liquid Azobenzene as Solvent-Free Solar Thermal Fuel			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Chem. Commun.	有	50	2014	15803-15806
	著者名	論文標題			
	T. Soejima, Y. Amako, S. Ito, N. Kimizuka	Light-Reducible Dissipative Nanostructures Formed at the Solid-Liquid Interface			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Langmuir	有	30	2014	14219-14225
	著者名	論文標題			
	K. Ishiba, M-a Morikawa, C. Chikara, T. Yamada, K. Iwase, M. Kawakita, N. Kimizuka	Photoliquefiable Ionic Crystals: a Phase Crossover Approach for Photon Energy Storage Materials with Functional Multiplicity			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Angew. Chem. Int. Ed.	有	54	2015	1532-1536
	著者名	論文標題			
	P. Duan, N. Yanai, H. Nagatomi, N. Kimizuka	Photon Upconversion in Supramolecular Gel Matrixes: Spontaneous Accumulation of Light-Harvesting Donor-Acceptor Arrays in Nanofibers and Acquired Air Stability			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	J. Am. Chem. Soc.	有	137	2015	1887-1894
	著者名	論文標題			
	S. Hisamitsu, N. Yanai, S. Fujikawa, N. Kimizuka	Photoinduced Crystallization in Ionic Liquids: Photodimerization-Induced Equilibrium Shift and Crystal Patterning			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Chem. Lett.	有	44	2015	908-910

	著者名	論文標題			
	P. Duan, N. Yanai, Y. Kurashige, N. Kimizuka	Aggregation-Induced Photon Upconversion through Control of the Triplet Energy Landscapes of the Solution and Solid States			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Angew. Chem., Int. Ed.	有	54	2015	7544-7549
	著者名	論文標題			
	T. Ogawa, N. Yanai, A. Monguzzi, N. Kimizuka	Highly Efficient Photon Upconversion in Self-Assembled Light-Harvesting Molecular Systems			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Scientific Reports	有	5	2015	10882
	著者名	論文標題			
	S. Amemori, N. Yanai, N. Kimizuka	Metallonaphthalocyanines as Triplet Sensitizers for Near-Infrared Photon Upconversion beyond 850 nm			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Phys. Chem. Chem. Phys.	有	17	2015	22557-22560
	著者名	論文標題			
	S. Hisamitsu, N. Yanai, N. Kimizuka	Photon-Upconverting Ionic Liquids: Effective Triplet Energy Migration in Contiguous Ionic Chromophore Arrays			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Angew. Chem., Int. Ed.	有	54	2015	11550-11554
	著者名	論文標題			
	M. Hosoyamada, N. Yanai, T. Ogawa, N. Kimizuka	Molecularly Dispersed Donors in Acceptor Molecular Crystals for Photon Upconversion Under Low Excitation Intensity			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Chem.-Eur. J.	有	22	2016	2060-2067
	著者名	論文標題			
	N. Yanai, N. Kimizuka	Recent Emergence of Photon Upconversion Based on Triplet Energy Migration in Molecular Assemblies			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Chem. Commun.	有	52	2016	5354-5370
	著者名	論文標題			
	K. Okumura, K. Mase, N. Yanai, N. Kimizuka	Employing Core-Shell Quantum Dots as Triplet Sensitizers for Photon Upconversion			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Chemistry A European Journal	有	22	2016	2060-2067
	著者名	論文標題			
	H. Kouno, T. Ogawa, S. Amemori, P. Mahato, N. Yanai, N. Kimizuka	Triplet Energy Migration-based Photon Upconversion by Amphiphilic Molecular Assemblies in Aerated Water			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Chem.Sci.	有	7	2016	5224-5229
	著者名	論文標題			
	N. Yanai, M. Kozue, S. Amemori, R. Kabe, C. Adachi, N. Kimizuka	Increased Vis-to-UV Upconversion Performance by Energy Level Matching Between a TADF Donor and High Triplet Energy Acceptors			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	Journal of Materials Chemistry C	有	4	2016	6447-6451

	著者名	論文標題			
	楊井伸浩・君塚信夫	三重項・三重項消滅に基づくフォトン・アップコンバージョンとその新展開			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	光学	無	45 (5)	2016	181-185
	著者名	論文標題			
	S. Amemori, Y. Sasaki, N. Yanai, N. Kimizuka	Near-Infrared-to-Visible Photon Upconversion Sensitized by a Metal Complex with Spin-Forbidden yet Strong S ₀ -T ₁ Absorption			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
	J. Am. Chem. Soc.	有	138(28)	2016	8702-8705

* 10 ページ<備考>6. 参照

備考：必要に応じて、欄を追加してください。

[学会発表] 計 (55) 件 うち招待講演 計 (3) 件

1	発表者名	発表標題		
	大石八寿徳・森川全章・君塚信夫	イオン液体/水界面を利用したタンパク質ナノカプセルの作製とその機能		
	学会等名	発表年月日	発表場所	
	第62回高分子討論会	2013.9.13	金沢大学角間キャンパス	
2	発表者名	発表標題		
	石場啓太・吉瀬大亮・森川全章・君塚信夫	ポリオキソメタレートの自己組織化に基づくナノ構造の形成とその光還元特性		
	学会等名	発表年月日	発表場所	
	第62回高分子討論会	2013.9.12	金沢大学角間キャンパス	
3	発表者名	発表標題		
	永富久乗・楊井伸浩・森川全章・石毛亮平・高原淳君塚信夫	脂溶性一次元 Co(II)錯体における配位アーキテクチャーならびに溶液特性の制御		
	学会等名	発表年月日	発表場所	
	錯体化学会第63回討論会	2013.11.3	琉球大学	
4	発表者名	発表標題		
	楊井伸浩	分子性結晶を超結晶化する		
	学会等名	発表年月日	発表場所	
	低温合成法による新機能性材料創製 (第10回)	2013.11.13	京都大学 桂キャンパス	
5	発表者名	発表標題		
	君塚信夫	金属錯体の自己組織化によるソフトマテリアルの構築と機能		
	学会等名	発表年月日	発表場所	
	日本化学会第94春季年会	2014.3.28	名古屋大学東山キャンパス	
6	発表者名	発表標題		
	小川卓・楊井伸浩・君塚信夫	フォトン・アップコンバージョン分子システム (3) 空気中における三重項励起状態の安定化		
	学会等名	発表年月日	発表場所	
	日本化学会第94春季年会	2014.3.27	名古屋大学東山キャンパス	

7	発表者名	発表標 題	
	楊井伸浩・Prasenjit Mahato・君塚信夫	フォトン・アップコンバージョン分子システム (1) 金属錯体骨格中におけるエネルギーマイグレーション	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	日本化学会第94春季年会	2014.3.27	名古屋大学東山キャンパス
8	発表者名	発表標 題	
	間瀬一馬・楊井伸浩・君塚信夫	フォトン・アップコンバージョン分子システム (5) 液晶中におけるエネルギーマイグレーション	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	日本化学会第94春季年会	2014.3.30	名古屋大学東山キャンパス
9	発表者名	発表標 題	
	松木昌也・山田鉄兵・君塚信夫	プロキラル柔軟性結晶の合成と相挙動	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	日本化学会第94春季年会	2014.3.29	名古屋大学東山キャンパス
10	発表者名	発表標 題	
	Taku Ogawa, N. Yanai, N. Kimizuka	Efficient doping of donor molecules in acceptor organic microcrystals	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon research conference on Electronic Processes in Organic Materials	2014.5.6	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)
11	発表者名	発表標 題	
	Kazuma Mase, N. Yanai, N. Kimizuka	Triplet-Triplet Annihilation Upconversion in Columnar Liquid Crystal	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon research conference on Electronic Processes in Organic Materials	2014.5.6	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)
12	発表者名	発表標 題	
	Nobuhiro Yanai, P Duan, P. Mahato, A. Monguzzi, N. Kimizuka	Triplet Exciton Migration and Photon Upconversion in Self-Assembled Molecular Systems	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon research conference on Electronic Processes in Organic Materials	2014.5.7	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)
13	発表者名	発表標 題	
	楊井伸浩・小川卓・君塚信夫	フォトン・アップコンバージョンを示す超分子集合体の構築	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第63回高分子学会年次大会	2014.5.30	名古屋国際会議場
14	発表者名	発表標 題	
	吉田莉捺・森川全章・君塚信夫	親水性制御されたイオン液体を用いるタンパク質ナノ粒子の作製	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第63回高分子学会年次大会	2014.5.30	名古屋国際会議場

15	発表者名	発表標 題	
	Teppey Yamada	High Proton Conductivity of Zinc Oxalate Metal-Organic Frameworks	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	ACS fall meeting	2014.8.10	San Francisco
16	発表者名	発表標 題	
	Masaya Matsuki, T. Yamada, N. Kimizuka	Ion Conductivity of Low Symmetrical Plastic Crystal	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	ACS fall meeting	2014.8.12	San Francisco
17	発表者名	発表標 題	
	石場啓太・長尾侑弥・主税智恵・外山泰弘・川北美香 森川全章・山田鉄兵・君塚信夫	イオン性アゾベンゼン誘導体における光誘起結晶-イオン液体フェーズクロスオーバー特性	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第63回高分子討論会	2014.9.25	長崎大学
18	発表者名	発表標 題	
	小川卓・楊井伸浩・君塚信夫	分子の自己集合に基づくフォトン・アップコンバージョンの効率化	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第63回高分子討論会	2014.9.26	長崎大学
19	発表者名	発表標 題	
	石場啓太・主税智恵・外山泰弘・川北美香・森川全章 山田鉄兵・君塚信夫	Phase-Crossover Materials: Photo-induced Crystal-to-Ionic Liquid Phase Transition and Controlled Ionic Conductivity of Azobenzene Derivatives	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	IPC2014	2014.12.5	EPOCAL TSUKUBA
20	発表者名	発表標 題	
	細山田将士・楊井伸浩・君塚信夫	Triplet Energy Migration and Photon Upconversion in Organic Crystals	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	IPC2014	2014.12.5	EPOCAL TSUKUBA
21	発表者名	発表標 題	
	久光翔太・楊井伸浩・君塚信夫	Efficient Photon Upconversion in Fluorescent Ionic Liquids by Optimizing Dye Arrangements	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	IPC2014	2014.12.5	EPOCAL TSUKUBA
22	発表者名	発表標 題	
	小川卓・楊井伸浩・君塚信夫	分子組織化フォトン・アップコンバージョンシステムにおける酸素ブロック能の発現	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	日本化学会 第95春季年会	2015.3.28	日本大学 理工学部 船橋キャンパス

23	発表者名	発表標題	
	吉田莉捺・森川全章・君塚信夫	水/イオン液体の界面を利用したタンパク質ナノ粒子の開発とDNAの内包特性	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	日本化学会 第95春季年会	2015.3.27	日本大学 理工学部 船橋キャンパス
24	発表者名	発表標題	
	久光翔太・楊井伸浩・君塚信夫	π 電子系イオン液体中における三重項エネルギー拡散とフォトン・アップコンバージョン	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	日本化学会 第95春季年会	2015.3.27	日本大学 理工学部 船橋キャンパス
25	発表者名	発表標題	
	間瀬一馬・楊井伸浩・堀内達哉・渡辺豪・君塚信夫	カラムナー液晶中の三重項拡散制御に基づく低励起光フォトン・アップコンバージョン	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第64回高分子学会年次大会	2015.5.29	札幌コンベンション センター
26	発表者名	発表標題	
	楊井伸浩・段鵬飛・君塚信夫	超分子ゲル中への高密度色素集積による空气中フォトン・アップコンバージョン機能の発現	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第64回高分子学会年次大会	2015.5.28	札幌コンベンション センター
27	発表者名	発表標題	
	小川卓・楊井伸浩・君塚信夫	自己組織化による固相フォトン・アップコンバージョン分子システムの構築	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第64回高分子学会年次大会	2015.5.29	札幌コンベンション センター
28	発表者名	発表標題	
	久保勇太・山田鉄兵・君塚信夫	多孔性高分子錯体におけるチオ尿素の相挙動および強誘電特性	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第64回高分子学会年次大会	2015.5.28	札幌コンベンション センター
29	発表者名	発表標題	
	Nobuo Kimizuka, P. Duan, T. Ogawa, N. Yanai	Photon Upconversion Based on Molecular Self-Assembly	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	IACIS2015	2015.5.26	ドイツ マイイツ
30	発表者名	発表標題	
	Pengfei Duan, N. Yanai, N. Kimizuka	Aggregation-Induced Photon Upconversion (iPUC): Switching the Triplet-Triplet Annihilation by Molecular Aggregative State	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	12th International Symposium on Functional π -Electron Systems	2015.7.19, 20	Seattle USA

31	発表者名	発表標題	
	Shogo Amemori, P. Duan, N. Yanai, N. Kimizuka	NIR to Visible Photon Upconversion Based on Triplet-Triplet Annihilation with Metallonaphthalocyanine Donors	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	12th International Symposium on Functional pi-Electron Systems	2015.7.21, 23	Seattle USA
32	発表者名	発表標題	
	Shota Hisamitsu, N. Yanai, N. Kimizuka	Synthesis and Functions of New Anthracene-Based Ionic Liquids	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	12th International Symposium on Functional pi-Electron Systems	2015.7.21, 23	Seattle USA
33	発表者名	発表標題	
	Nobuhiro Yanai, P. Duan, N. Kimizuka	Photon Upconversion in Self-Assembled Supramolecular Materials	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	12th International Symposium on Functional pi-Electron Systems	2015.7.22	Seattle USA
34	発表者名	発表標題	
	河野宏徳・楊井伸浩・君塚信夫	水中での自己組織化に基づくフォトン・アップコンバージョン分子システム	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第64回高分子討論会	2015.9.17	東北大学 川内キャンパス
35	発表者名	発表標題	
	久光翔太・楊井伸浩・君塚信夫	フォトン・アップコンバージョン機能を有するイオン液体：色素の近接配置による励起三重項エネルギーの拡散制御	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第64回高分子討論会	2015.9.15	東北大学 川内キャンパス
36	発表者名	発表標題	
	細山田将士・楊井伸浩・君塚信夫	フォトン・アップコンバージョン機能を有する脂溶性配位高分子の合成	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第64回高分子討論会	2015.9.15	東北大学 川内キャンパス
37	発表者名	発表標題	
	Nobuo Kimizuka	Interdisciplinary Molecular Self-Assembly towards Fusion Materials	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Pacificchem2015	2015.12.18	Hawaii Convention Center
38	発表者名	発表標題	
	Shogo Amemori, N. Yanai, P. Duan, N. Kimizuka	New Chromophore Systems for Near Infrared-to-Visible and Visible-to-UV Photon Upconversion	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Pacificchem2015	2015.12.15	Hawaii Convention Center

39	発表者名	発表標 題	
	Taku Ogawa, N. Yanai, N. Kimizuka	Air-Stable and Highly Efficient Photon Upconversion in Self-Assembled Molecular Systems	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Pacificchem2015	2015.12.16	Hawaii Convention Center
40	発表者名	発表標 題	
	Kazuma Mase, N. Yanai, G. Watanabe A. Monguzzi, N. Kimizuka	Columnar Liquid Crystals for Low-Power Photon Upconversion	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Pacificchem2015	2015.12.15	Hawaii Convention Center
41	発表者名	発表標 題	
	Nobuhiro Yanai, N. Kimizuka	Triplet Energy Migration in Self-Assembled Molecular Systems for Efficient Photon Upconversion	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Pacificchem2015	2015.12.15	Hawaii Convention Center
42	発表者名	発表標 題	
	Masanori Hosoyamada, N. Yanai, N. Kimizuka	Aggregation-Free Doping of Donor in Solid Acceptor Arrays for Low-Power Photon Upconversion	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Pacificchem2015	2015.12.16	Hawaii Convention Center
43	発表者名	発表標 題	
	Hironori Kouno, N. Yanai, N. Kimizuka	Photon Upconversion in Air-Saturated Water Based on Amphiphilic Self-Assembly of Chromophores	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Pacificchem2015	2015.12.16	Hawaii Convention Center
44	発表者名	発表標 題	
	Teppei Yamada	Creation of Chiral Ionic Plastic Crystals and Its Proton Conductivity	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Pacificchem2015	2015.12.17	Hawaii Convention Center
45	発表者名	発表標 題	
	Nobuo Kimizuka	Molecular Self-Assembly Approaches for Photon Upconversion	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	The 1st International Symposium on Singlet Fission and Photon Fusion	2016.4.19	Gothenburg, Sweden
46	発表者名	発表標 題	
	山田鉄兵・周泓遙・君塚信夫	シクロデキストリン添加によるI-/I3-系熱化学電池のゼーバック係数の向上	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第65回高分子学会年次大会	2016.5.25	神戸国際会議場
47	発表者名	発表標 題	
	楊井伸浩, P. Mahato, 君塚信夫	低励起光強度で高効率なフォトンアップコンバージョンを示す分子システムの開発	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第65回高分子学会年次大会	2016.5.25	神戸国際会議場

48	発表者名	発表標題	
	小川卓・楊井伸浩・君塚信夫	フォトン・アップコンバージョン特性に及ぼすアクセプター分子配列の効果	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第65回高分子学会年次大会	2016.5.25	神戸国際会議場
49	発表者名	発表標題	
	久光翔太・楊井伸浩・君塚信夫	イオン液体の構成イオン種がフォトン・アップコンバージョン特性に与える影響の系統的評価	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	第65回高分子学会年次大会	2016.5.26	神戸国際会議場
50	発表者名	発表標題	
	Hironori Kouno, T. Ogawa, S. Amemori, P. Mahato N. Yanai, N. Kimizuka	Supramolecular Chemistry for Photon Upconversion in Water	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon Research Seminar Electronic Processes in Organic Materials	2016.6.4	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)
51	発表者名	発表標題	
	Keisuke Okumura, K. Mase, N. Yanai, N. Kimizuka	Photon Upconversion Sensitized by Core-Shell Quantum Dots	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon Research Seminar Electronic Processes in Organic Materials	2016.6.5	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)
52	発表者名	発表標題	
	Masanori Hosoyamada, N. Yanai, N. Kimizuka	Photon Upconversion in Supramolecular Chromophores Assemblies	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon Research Seminar Electronic Processes in Organic Materials	2016.6.4	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)
53	発表者名	発表標題	
	Shota Hisamitsu, N. Yanai, N. Kimizuka	Fast Triplet Exciton Migration in Chromophoric Ionic Liquids for Low-Power Photon Upconversion	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon Research Seminar Electronic Processes in Organic Materials	2016.6.4	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)
54	発表者名	発表標題	
	Nobuhiro Yanai, N. Kimizuka	Triplet Energy Migration-based Photon Upconversion (TEM-UC)	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon research conference on Electronic Processes in Organic Materials	2016.6.8	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)
55	発表者名	発表標題	
	Yoichi Sasaki, S. Amemori, N. Yanai, N. Kimizuka	Near Infrared-to-Visible Photon Upconversion in Nanomaterials	
	学会等名	発表年月日	発表場所
	Gordon research conference on Electronic Processes in Organic Materials	2016.6.8	Renaissance Tuscan y Il Ciocco Resort (Italy)

備考：必要に応じて、欄を追加してください。

【図書】 計 (0) 件

著 有 の 無 *	著 者 名		出 版 社	
	書 名		発 行 年	総ページ数
			⋮ ⋮ ⋮	
	著 者 名		出 版 社	
	書 名		発 行 年	総ページ数
			⋮ ⋮ ⋮	
	著 者 名		出 版 社	
	書 名		発 行 年	総ページ数
			⋮ ⋮ ⋮	

備考：必要に応じて、欄を追加してください。

* 10 ページ<備考>6. 参照