

平成23年 5月27日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20360035

研究課題名(和文) 多層光メモリ用二光子吸収材料の開発

研究課題名(英文) Two-Photon Absorption Materials for Multi-Layer Optical Data Storage

研究代表者

川俣 純 (KAWAMATA JUN)

山口大学・大学院医学系研究科・教授

研究者番号：40214689

研究成果の概要(和文)：メモリデバイスとしての応用に適した二光子吸収材料を探索した。具体的には、産業界から渴望されていた660、780nm帯の波長で、かつ、固体の状態で、半導体レーザーによる記録が可能な材料を得ることを目的とした。この目標は、研究申請時期に発表された「経済産業省ロードマップ2007」において、2015年頃の実現が予想されていたものである。粘土-色素ハイブリッド系に着目し、目的とする性能をもつ材料が創製できた。

研究成果の概要(英文)：Two-photon absorption (TPA) materials suitable to multi-layer optical data storage have been explored. This study aimed at the development of solid-state TPA materials excitable using a semi-conductor laser which operates at a wavelength near 660 or 780 nm. The wavelengths are used for practical optical data storage. Such efficient TPA materials at the wavelengths were expected to be attained later than 2015 in the 2007 road-map of the Ministry of Economy, Trade and Industry. Clay mineral/dye composites fabricated in this study exhibited the desired properties.

交付決定額

(金額単位：円)

|        | 直接経費       | 間接経費      | 合計         |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2008年度 | 5,900,000  | 1,770,000 | 7,670,000  |
| 2009年度 | 4,100,000  | 1,230,000 | 5,330,000  |
| 2010年度 | 4,100,000  | 1,230,000 | 5,330,000  |
| 年度     | 0          | 0         | 0          |
| 年度     | 0          | 0         | 0          |
| 総計     | 14,100,000 | 4,230,000 | 18,330,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：応用物理学・工学基礎・応用光学・量子光工学

キーワード：二光子吸収，光メモリ，三次元光記録，非線形光学，無機-有機ハイブリッド，粘土鉱物

## 1. 研究開始当初の背景

インターネットの高速化や、デジタルカメラ、デジタルオーディオ、携帯電話等のモバイル機器の多機能化やデジタル画像・音声の

高品質化に伴い、大容量のデジタル情報を高密度、かつ高速で記録できるメディアの必要性が急速に高まっている。その解決策として、加工性・コストに優れた有機化合物の示す二

光子吸収を利用した多層光記録には、大きな期待が寄せられている。

民生用機器に搭載可能な光源である半導体レーザーで、二光子吸収を生ぜしめるには、10000 GM ( $1 \text{ GM} = 1 \times 10^{-50} \text{ cm}^4 \text{ s photon}^{-1} \text{ molecule}^{-1}$ ) 以上の二光子吸収断面積（二光子吸収の効率を示す量）を持つ材料が必要であると言われてきた。材料科学者たちの精力的な研究により、波長 1000 nm 前後の近赤外領域の波長の光源で励起すると 10000 GM を超える二光子吸収断面積をもつ超高効率二光子吸収化合物が見い出されていた。しかし、二光子吸収は、通常の（一光子の）光吸収と同様スペクトルで、波長によって吸収量が大きく変化するため、CD-R や DVD-R などの光記録に用いられている高出力半導体レーザーの発振波長、660 nm や 780 nm で、大きな二光子吸収断面積を示す化合物はなかった。また、超高効率二光子吸収化合物は大きなソルバトクロミズムを示すが、二光子吸収挙動の評価はほとんどの場合溶液状態でのみ行われており、実際に記録メディアとしての利用が想定される、スピコート膜のような薄膜状態での有機化合物の二光子吸収特性についてはほとんど調べられていなかった。したがって、使いたい条件下で効率が高い二光子吸収材料が未だ見い出されていないことが、技術開発上のボトルネックとなっていた。

## 2. 研究の目的

本研究は、高出力半導体レーザーの発振波長で、かつスピコート膜のような固体薄膜の状態の高い性能を持つ二光子吸収化合物を創製することを目的とした。

## 3. 研究の方法

申請当初は、有機物単体の固相膜を作製する計画であったが、申請から採択までの間に、有機化合物を粘土鉱物の層間に挟み込んだハイブリッド固相膜中で、有機化合物の二光子吸収断面積が 10 倍以上にまで増強され、溶液中で 1000GM 程度の二光子吸収断面積を示す化合物が、10000 GM を超える二光子吸収断面積を示す場合があることが明らかとなった。そこで本研究では、粘土鉱物-有機化合物ハイブリッド固相膜にターゲットを絞り、高効率二光子吸収固体材料の創製を目指した。

一般に、粘土鉱物-有機化合物ハイブリッド材料は、光散乱が強く、非線形光学材料には適さない。この問題を解決するために、光散乱が無視できる質の粘土鉱物-有機化合物ハイブリッド固相膜の作製方法の創出を行った。

次に、創出したハイブリッド固相膜作製手

法を駆使し、様々な有機化合物と粘土鉱物とのハイブリッド固相膜を作製した。作製した固相膜の分光学的性質を精査し、粘土鉱物の層間に取り込まれることで二光子吸収断面積が顕著に増加する有機化合物の化学構造上の特徴を解明した。

## 4. 研究成果

(1) 光散乱が無視できる質の粘土鉱物-有機化合物ハイブリッド固相膜の作製方法の創出

光散乱は、媒質中に光の波長以上の大きさの屈折率の不連続がある場合に生じる。光散乱の無い複合体を作製するためには、粘土鉱物-有機化合物ハイブリッドの粒子の大きさを小さくし、その粒子を隙間無く詰めればよいことになる。そこで本研究では、水中で単層までに剥離させた粘土鉱物（およそ 30 nm の粒子）に、有機化合物の溶液を加えることで、まずハイブリッドを生成させ、このハイブリッドをゆっくりと再積層することにより固相膜を作製した。この際、用いる粘土鉱物の粒子のサイズ、ハイブリッドを作製する際の粘土の濃度、導入する有機化合物の量を制御すれば、得られた複合体の粒子を隙間無く詰めることが可能であることを明らかにした。以上により、様々な有機化合物を取り込んだ、粘土鉱物-有機化合物ハイブリッド固相膜が、光散乱が無視できる質で作製できるようになった。また、粘土鉱物以外の無機層状化合物を用いても、散乱が無視できるハイブリッド固相膜が作製できるようになった。

無機層状化合物と有機化合物とのハイブリッド材料からは、二光子吸収以外の特異的な光学物性も数多く報告されている。しかし、ハイブリッド材料は散乱体であるため、光学材料への活用は半ば諦められていた。この成果は、無機層状化合物/有機化合物複合体の光機能材料としての将来性と、工業的な有用性を飛躍的に高めた。

(2) 粘土鉱物と複合化させることで有機化合物の二光子吸収断面積が増加する理由の解明

(1)で確立した手法により、幾種類もの有機化合物と粘土鉱物とのハイブリッド固相膜を作製し、膜中に取り込まれた有機化合物の様態、およびその様態によりもたらされる分光学的性質について、様々な手法により詳細に調査した。

これまで、粘土鉱物-有機化合物ハイブリッド固相膜中で、有機化合物の二光子吸収断面積が増加する理由としては、①溶液状態では有機化合物が三次元的にランダムな配向をとっているのに対し、ハイブリッド固相膜中では有機化合物の配向が二次元に制限され

るので、入射光が効率良く吸収される効果、②粘土鉱物の層間という二次元平面内に有機化合物が閉じ込められることで、有機化合物の $\pi$ -電子系の平面性が向上し、 $\pi$ -電子が非局在化できる範囲が大きくなることによる効果、などが提案されていた。これらの要素に加え、②に起因する③デチューニングエネルギーが減少することによる効果、④粘土層間という疎水的な環境に有機化合物が置かれることによる効果が協奏的に作用し、ハイブリッド固相膜中で有機化合物の二光子吸収断面積が増加していることが明らかになった。それぞれの要素の寄与を有機化合物の化学構造から定量化することにも成功し、粘土鉱物とのハイブリッド化で二光子吸収断面積が顕著に増加する化合物の設計指針を導出することが出来た。

導出した指針に基づき固相膜を作製したところ、660 nmにおいて13000 GMの二光子吸収断面積を示すものなど、660 nmや780 nmで10000 GM以上の二光子吸収断面積を示す固体材料が数多く得られた。以上のように、経済産業省のロードマップ2007で、2015年以降によりやく達成できると予想されていた高い二光子吸収効率を示す材料を創製することが出来、研究の目標を達成した。この成果は2010年の光メモリ国際会議で招待講演として披露し、産業界からも大きな注目を集めた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 19 件)

- ① "Enhanced optical and nonlinear optical responses in a polyelectrolyte templated Langmuir-Blodgett film", K. Rajish, B. Balaswamy, K. Yamamoto, H. Yamaki, J. Kawamata, T. P. Radhakrishnan, *Langmuir*, 27, 2011, 1064-1069. 査読有
- ② "Fabrication of clay mineral-dye composites as nonlinear optical materials", J. Kawamata, Y. Suzuki, Y. Tenma, *Phil. Mag.*, 90, 2010, 2519-2527. 査読有
- ③ "Two-photon absorption properties of a cationic fluorene in clay films", Y. Suzuki, K. Nakagawa, Y. Nishioka, Y. Tenma, J. Kawamata, *Clay Sci.*, 14, 2010, 229-234. 査読有
- ④ "Enhanced Photodegradation of Organic Dyes Adsorbed on a Clay", S. Tani, H. Yamaki, A. Sumiyoshi, Y. Suzuki, S. Hasegawa, S. Yamazaki, J. Kawamata, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, 9, 2009, 658-661. 査読有
- ⑤ "Optical Second-Harmonic Generation Behavior of Films Consisting of Nano-Particles of Conjugated Ketone Derivatives", S. Hasegawa, S. Hirakawa, Y. Inada, J. Kawamata, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, 9, 2009, 216-220. 査読有
- ⑥ "Second-Order Non-Linear Optical Response in LB Films for the Metal Complexes", S. Hayami, S. Miyazaki, J. Kawamata, K. Inoue, *Polyhedron*, 28, 2009, 1722-1727. 査読有
- ⑦ "Non-centrosymmetric Behavior of a Clay Film Ion-exchanged with Chiral Metal Complexes", Y. Suzuki, R. Matsunaga, H. Sato, T. Kogure, A. Yamagishi, J. Kawamata, *Chem. Commun.*, 45, 2009, 6964-6966. 査読有
- ⑧ "Proton NMR Studies on Rhodamine B in an Aqueous Clay Suspension" S. Tani, H. Yamaki, D. Nakayama, Y. Suzuki, J. Kawamata, *Clay Sci.*, 14, 2009, 81-86. 査読有
- ⑨ 非線形光学材料としての粘土-有機物複合系、鈴木康孝、川俣純、『材料の科学と工学』 Vol. 46 No. 3 2009 106-111. 査読有
- ⑩ ここまで進んだ二光子吸収化合物、川俣純、鈴木康孝、『OPTRONICS』 11月号 No.335 2009 99-104. 査読有
- ⑪ 三次元多層光記録に向けた二光子吸収化合物の開発、川俣純、鈴木康孝、『光化学』 Vol. 40 No.3 2009 175-183 査読有
- ⑫ "Fabrication of Hybrid Langmuir-Blodgett Films Consisting of a Smectite Clay and a Nonamphiphilic Chiral Ruthenium(II) Complex", J. Kawamata, H. Yamaki, R. Ohshige, R. Seike, S. Tani, Y. Ogata, A. Yamagishi, *Col. Sur. A.*, 321, 2008, 65-69. 査読有
- ⑬ "Two-Photon Absorption Properties of Azulenyl Compounds Having a Conjugated Ketone Backbone", S. Hirakawa, J. Kawamata, Y. Suzuki, S. Tani, T. Murafuji, K. Kasatani, *J. Phys. Chem. A*, 112, 2008, 5198-5207. 査読有
- ⑭ "Spectroscopic Studies of Hybrid Thin Films Consisting of a Clay and a Tetrathiafulvalene", R. Seike, N. Okawahara, Y. Furukawa, Y. Suzuki, J. Kawamata, K. Kai, Y. Yoshida, G. Saito, *Clay Sci.*, 13, 2008, 199-204. 査読有
- ⑮ "Crystal Structures, Degree of Charge Transfer, and Non-Linear Optical Characteristics of Intramolecular Charge-Transfer Compounds: Indoline-Substituted Tricyanoquinodimethanes",

- T. Murata, G. Saito, K. Nishimura, C. H. Chong, M. Makihara, G. Honda, Y. Enomoto, S. Khasanov, H. Yamochi, A. Otsuka, K. Kamada, K. Ohta, J. Kawamata, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 81, 2008, 1131-1146. 査読有
- ⑯ "Hybrid Films Consisting of a Clay and a Diacetylenic Two-Photon Absorptive Dye", Y. Suzuki, S. Hirakawa, Y. Sakamoto, J. Kawamata, K. Kamada, K. Ohta, *Clay. Clay Mineral.*, 56, 2008, 487-493. 査読有
- ⑰ "Room-Temperature Synthesis of Manganese Oxide Monosheets", K. Kai, Y. Yoshida, H. Kageyama, G. Saito, T. Ishigaki, Y. Furukawa, J. Kawamata, *J. Am. Chem. Soc.*, 130, 2008, 15938-15943. 査読有
- ⑱ "Two-Photon Absorption Cross Sections of Phthalocyanine Nanoparticles", K. Takemura, K. Kasatani, Y. Morita, H. Okamoto, J. Kawamata, *The Materials Reserch Society of Japan*, 33, 2008, 931-934. 査読有
- ⑲ アズレン化学の展望と応用、齋藤勝裕、川俣純、伊藤俊司、『未来材料』 Vol. 8 No. 9 2008 32-38 査読有
- [学会発表] (計 51 件)
- ① 粘土層間に挟み込まれたピアントロン誘導体が示すクロミズム、西岡幸泰、天満悠太、松永怜也、鈴木康孝、川俣純、日本化学会第 91 春季年会 (神奈川、神奈川大学) 2011 年 3 月 27 日
- ② 固体状態にある有機化合物の二光子吸収特性、田中祐樹、川俣純、日本化学会山口地区化学講演会 低次元無機-有機複合系と光化学 (山口、山口大学) 2011 年 1 月 21 日
- ③ 二光子吸収におけるソルバトクロミズム、樽谷帆奈美、田中祐樹、川俣純、日本化学会山口地区化学講演会 低次元無機-有機複合系と光化学 (山口、山口大学) 2011 年 1 月 21 日
- ④ 合成サポナイトとの複合体膜化によるポルフィリン誘導体の二光子吸収特性の向上、天満悠太、西岡幸泰、鈴木康孝、川俣純、日本化学会山口地区化学講演会 低次元無機-有機複合系と光化学 (山口、山口大学) 2011 年 1 月 21 日
- ⑤ 粘土-有機化合物複合系の二光子吸収特性、鈴木康孝、天満悠太、西岡幸泰、中川絢太、川俣純、日本化学会山口地区化学講演会 低次元無機-有機複合系と光化学 (山口、山口大学) 2011 年 1 月 21 日
- ⑥ "Variation of two-photon absorption characteristics of dyes in solution depending on the solvents." H. Tarutani, Y. Tanaka, J. Kawamata, "2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies", (Honolulu, Hawaii) 2010 年 12 月 19 日
- ⑦ "Enhanced two-photon absorption cross section of photochromic compounds by incorporation of an azulenyl group." K. Nakagawa, Y. Suzuki, T. Murafuji, J. Kawamata, "2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies", (Honolulu, Hawaii) 2010 年 12 月 19 日
- ⑧ "Fabrication of clay-dye composites exhibiting enhanced two-photon absorption cross-sections." Y. Suzuki, Y. Tenma, J. Kawamata, "2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies", (Honolulu, Hawaii) 2010 年 12 月 18 日
- ⑨ "Second-order optical nonlinearities of clay-organic hybrid materials.", K. Yamamoto, R. Matsunaga, Y. Suzuki, J. Kawamata, "2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies", (Honolulu, Hawaii) 2010 年 12 月 18 日
- ⑩ "Enhanced two-photon absorption cross-section of organic materials in solid state." Y. Tanaka, J. Kawamata, "2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies", (Honolulu, Hawaii) 2010 年 12 月 16 日
- ⑪ 二光子蛍光バイオイメージングに向けた水溶性デンドリマーの合成、内田章裕、中川絢太、山本皓太、天満悠太、川俣純、臭素化学懇話会 (山口、山口大学) 2010 年 11 月 26 日
- ⑫ "Visible Laser Beam Excitable Efficient Two-Photon Absorption Materials", J. Kawamata, "International Symposium on Optical Memory 2010", (花蓮, 台湾) 2010 年 10 月 28 日 【招待講演】
- ⑬ ポルフィリン/合成サポナイト複合体の二光子吸収特性、天満悠太、鈴木康孝、川俣純、第 54 回粘土科学討論会 (愛知、名古屋大学) 2010 年 9 月 8 日
- ⑭ 粘土-色素ハイブリッド膜中における色素の非線形光学応答の増強、鈴木康孝、天満悠太、川俣純、第 54 回粘土科学討論会 (愛知、名古屋大学) 2010 年 9 月 8 日
- ⑮ 粘土鉱物を用いた夢のある新素材の創製に向けて、川俣純、第 3 回若手研究者研究発表会 (愛知、名古屋大学 V B L) 2010 年 9 月 5 日 【招待講演】
- ⑯ "Two-Photon Absorption Properties of Cationic Porphyrin-Clay Composites", Y. Tenma, Y. Suzuki, J. Kawamata, "2010 SEA-CSSJ-CMS Trilateral Meeting on Clays", (Seville, Spain) 2010 年 6 月 10 日
- ⑰ "Enhanced Two-Photon Absorption

- Characteristics of Poly-Cationic Dyes by Hybridizing with Clay Minerals", Y. Suzuki, Y. Tenma, J. Kawamata, "2010 SEA-CSSJ-CMS Trilateral Meeting on Clays", (Seville, Spain) 2010年6月10日
- ⑱ "Adsorption of Clusters of Photo-Functional Dyes onto Clay Minerals Exfoliated to Single Layers", J. Kawamata, "2010 SEA-CSSJ-CMS Trilateral Meeting on Clays", (Seville, Spain) 2010年6月8日 【招待講演】
- ⑲ 二次元無機結晶に包接された有機化合物の非線形光学特性、川俣純、日本化学会第90春季年会(大阪、近畿大学)2010年3月29日 【招待講演】
- ⑳ 粘土層表面に吸着した有機分子クラスターの温度に依存した分光学的挙動、山本皓太、松永怜也、鈴木康孝、川俣純、日本化学会第90春季年会(大阪、近畿大学)2010年3月28日
- ㉑ サイズマッチング則を満たした粘土-ポリカチオン性色素複合体の二光子吸収特性、鈴木康孝、天満悠太、川俣純、日本化学会第90春季年会(大阪、近畿大学)2010年3月28日
- ㉒ ソルバトクロミズムを示す有機化合物の二光子吸収挙動の溶媒依存性、樽谷帆奈美、田中祐樹、川俣純、日本化学会第90春季年会(大阪、近畿大学)2010年3月27日
- ㉓ カチオン性ポルフィリン誘導体の二光子吸収特性、天満悠太、鈴木康孝、川俣純、日本化学会第90春季年会(大阪、近畿大学)2010年3月27日
- ㉔ 共役ケトン誘導体からなる固層膜の二光子吸収挙動、田中祐樹、大重遼太、谷誠治、川俣純、日本化学会第90春季年会(大阪、近畿大学)2010年3月27日
- ㉕ 粘土-金属錯体ハイブリッドによる二次非線形光学材料の創製、鈴木康孝、松永怜也、山本皓太、川俣純、新学術領域「分子ナノシステムの創発化学」第1回公開シンポジウム(京都、キャンパスプラザ京都)2010年2月6日
- ㉖ 二光子吸収特性に優れた蛍光性化合物の水溶化、川俣純、第6回バイオオプティクス研究会講演会(北海道、北海道大学)、2009年12月5日 【招待講演】
- ㉗ アズレニル基を有するアゾベンゼン誘導体の二光子吸収特性、中川絢太、鈴木康孝、村藤俊宏、川俣純、第6回バイオオプティクス研究会(北海道、北海道大学)2009年12月4日
- ㉘ 有機非線形光学材料の設計 - 二光子吸収化合物を中心に -、川俣純、有機合成化学協会 支部講演会(長崎、長崎大学)2009年11月20日 【招待講演】
- ㉙ 高効率二光子吸収化合物の開発、川俣純、2009年日本化学会西日本大会(愛媛、愛媛大学)2009年11月8日 【招待講演】
- ⑳ "Nonlinear Optical Properties of Organic Materials and Clay/Dye Composites", J. Kawamata, "スロバキア科学アカデミー特別講演会" (Bratislava Slovakia) 2009年10月30日 【招待講演】
- ㉑ 二光子吸収断面積測定のための有機固相膜の作製、田中祐樹、大重遼太、内田章裕、平川祥一郎、川俣純、第62回コロイドおよび界面化学討論会(岡山、岡山理科大学)2009年9月19日
- ㉒ 単層剥離した粘土表面での色素分子のナノ粒子の形成、松永怜也、松尾奈津希、山本皓太、鈴木康孝、川俣純、第53回粘土科学討論会(岩手、岩手大学)2009年9月11日
- ㉓ プロトン NMR による粘土水懸濁液中における有機色素の動的挙動と光分解、谷誠治、山木博史、中山大輔、鈴木康孝、川俣純、第53回粘土科学討論会(岩手、岩手大学)2009年9月11日
- ㉔ 粘土層表面で J 会合体を形成した色素の線形および非線形光学特性、鈴木康孝、天満悠太、川俣純、第53回粘土科学討論会(岩手、岩手大学)2009年9月11日
- ㉕ "Linear and Nonlinear Optical Properties of Composites Consisting of Clay and Dyes", J. Kawamata, "14th International Clay Conference" (Castellaneta Marina, Italy) 2009年6月16日 【基調講演】
- ㉖ "Optical Second-Harmonic Generation from Composites Consisting of Chiral Organic Molecules and A Smectite", R. Matsunaga, H Yamaki, Y. Suzuki, J. Kawamata, T. Kogure, H. Sato, A. Yamagishi, "14th International Clay Conference" (Castellaneta Marina, Italy) 2009年6月16日
- ㉗ "Hybrid Film Consisting of a Clay and Organic Dye for Two-Photon Absorption Materials", Y. Suzuki, C. Ichimaru, S. Hirakawa, J. Kawamata, "14th International Clay Conference" (Castellaneta Marina, Italy) 2009年6月16日
- ㉘ 低次元無機-有機複合系の光化学、川俣純、日本化学会第89春季年会(千葉、日本大学理工学部船橋キャンパス)2009年3月28日 【特別講演】
- ㉙ 粘土鉱物との複合化による有機色素の二光子吸収の高効率化、鈴木康孝、一丸千何子、平川祥一郎、川俣純、日本化学会第89春季年会(千葉、日本大学理工学部船橋キャンパス)2009年3月28日
- ㉚ 二光子吸収効率の高いアゾベンゼン誘導体の合成、中川絢太、鈴木康孝、平川祥一郎、村藤俊宏、川俣純、日本化学会第89春季年会(千葉、日本大学理工学部船橋キ

- キャンパス) 2009年3月27日
- ④① 固体状態にある共役ケトン誘導体の二光子吸収挙動、田中祐樹、大重遼太、平川祥一朗、川俣純、朝日孝尚、野崎浩二、日本化学会第89春季年会(千葉、日本大学理工学部船橋キャンパス) 2009年3月27日
- ④② 高効率水溶性二光子吸収化合物の開発、川俣純、第5回バイオオプティクス研究会講演会(静岡、光産業創成大学院大学) 2008年12月19日 【招待講演】
- ④③ "Two-Photon Excitation Photochromism of Azobenzene Derivatives Having Azulenyl Groups", K. Nakagawa, Y. Suzuki, S. Hirakawa, T. Murafuji, J. Kawamata, "IUMRS-ICA 2008" (愛知、名古屋国際会議場) 2008年12月11日
- ④④ "Synthesis and Characterization of Fluorescent Dyes for Two-Photon Excited Bio-Imaging", H. Saito, S. Hirakawa, Y. Suzuki, J. Kawamata, "IUMRS-ICA 2008" (愛知、名古屋国際会議場) 2008年12月11日
- ④⑤ "Clay / Organic Composites as Nonlinear Optical Materials", J. Kawamata, Workshop on "Anisotropic fluorescent thin films based on organic dyes embedded in layered inorganics", (Bratislava, Slovakia) 2008年10月20日 【招待講演】
- ④⑥ マンガン酸ナノシートとルテニウム(II)錯体の複合体膜の作製とその光第二高調波発生、石垣哲男、山木博史、鈴木康孝、松永怜也、川俣純、甲斐一也、吉田幸大、齋藤軍治、第61回コロイドおよび界面化学討論会(福岡、九州大学) 2008年9月9日
- ④⑦ 粘土-色素複合系からなる超高効率二光子吸収材料、鈴木康孝、坂本祐輔、一丸千何子、平川祥一朗、川俣純、第52回粘土科学討論会(沖縄、沖縄ポートホテル 那覇市) 2008年9月3日
- ④⑧ 低次元無機-有機複合材料による光の制御、川俣純、日本化学会新領域研究グループ「低次元無機-有機複合系の光化学」第一回研究講演会-低次元ナノ空間を利用した高度光機能発現のために-(東京、青山オーバルビル 東京) 2008年7月11日
- ④⑨ "Fabrication of a Clay and Two-Photon Absorptive Dyes Composites", Y. Suzuki, S. Hirakawa, Y. Sakamoto, J. Kawamata, K. Kamada, K. Ohta, "ICONO'10" 2008年5月20日 サンタフェ アメリカ合衆国
- ⑤① "Two-Photon Absorption Cross-Section of an Organic Dye in Solid State", S. Hirakawa, S. Hasegawa, Y. Inada, Y. Tanaka, J. Kawamata, "ICONO'10" 2008年5月20日 サンタフェ アメリカ合衆国
- ⑤① 高効率二光子吸収材料の設計戦略、川俣純、平成20年度第一回光ディスク懇談会

(東京、機会振興会館 東京) 2008年5月16日 【招待講演】

〔図書〕(計1件)

「精密設計薄膜」川俣純、監修 小川誠 『機能性粘土素材の最新動向』、第III編、第10章、シーエムシー出版、2010年3月  
283-289

〔産業財産権〕

○出願状況(計2件)

名称：有機色素化合物-粘土複合体よりなる二光子吸収材料

発明者：川俣純、鈴木康孝

権利者：国立大学法人山口大学

種類：特許

番号：特願 2010-009607

出願年月日：生成22年1月20日

国内外の別：国内

名称：無機化合物-有機化合物複合体よりなる二光子吸収膜

発明者：川俣純、鈴木康孝、平川祥一朗

権利者：国立大学法人山口大学

種類：特許

番号：特願 2008-174677

出願年月日：平成20年7月3日

国内外の別：国内

○取得状況(計1件)

名称：ナノ粒子集合体薄膜及び該薄膜よりなる非線形光学材料

発明者：川俣純、平川祥一朗、稲田洋三

権利者：国立大学法人山口大学

種類：特許

番号：特願 2005-044984

取得年月日：平成23年5月10日

国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.sci.yamaguchi-u.ac.jp/chem/chem2/solid/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

川俣 純 (KAWAMATA JUN)

山口大学・大学院医学系研究科・教授

研究者番号：40214689

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし