

平成 21 年 5 月 27 日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18350100  
 研究課題名（和文）発光性ハイブリッド錯体を活用した波長変換用光機能資材の開発と応用  
 研究課題名（英文）Development and application of optical functional materials for the wavelength conversion which utilized the luminescent hybrid complexes.  
 研究代表者  
 吉田 勝平（YOSHIDA KATSUHIRA）  
 高知大学・教育研究部自然科学系・教授  
 研究者番号：30036595

研究成果の概要：固体発光性を示す新規蛍光色素，発光性金属錯体，有機無機ハイブリッド錯体の創出，および波長変換用光機能資材の開発について研究を行った。種々の蛍光性包接錯体結晶の固体発光性と X 線結晶構造との相関性，蛍光色素の金属錯体化による固体発光性増大効果や多色発光性効果を明らかにした。また，ユーロピウム錯体の有機無機ハイブリッド薄膜の作製と固体発光挙動，蛍光色素を組み入れたプラスチックフィルムの光物性に及ぼすマトリックス効果や耐光性に及ぼす添加物効果を明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	9,200,000	2,760,000	11,960,000
2007年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：材料化学・有機工業材料

キーワード：固体発光性，蛍光色素，リン光材料，ユーロピウム錯体，発光性金属錯体，波長変換用資材，有機無機ハイブリッド，分子間相互作用

## 1. 研究開始当初の背景

蛍光・燐光色素には、発光性インキ・染料として利用に加えて、有機 EL 用発光体、レーザー用色素、波長変換用色素、太陽電池用増感色素等の多様な用途が拓かれている。ここで使用される色素は固体状態での良好な発光性が求められるが、一般的に発光性化合物は希薄な溶液状態で強い発光性を示しても分子凝集状態では濃度消光を引き起こすので、固体状態では発光性は大きく低下する。有機 EL 分野では光の三原色である青、緑、赤色発光体の探索研究が熾烈な競争下で進められており、最近では蛍光色素に加えて、リン光発光性金属錯体の開発にも注目が集まっている。また、発光性化合物の実使用に当たっては、高い発光効率や耐熱・耐光性も要求される。

## 2. 研究の目的

本研究では、固体発光性，発光効率および耐熱・耐光性に優れた新規な発光性ハイブリッド錯体色素の創出，色素の結晶構造－光物性の相関性の解明，および発光性色素を高分子マトリックス材料に組み入れた波長変換用光機能資材の開発を目標として実施した。

## 3. 研究の方法

発光性色素の分子凝集状態での濃度消光による発光効率の低下を回避する手段として、分子集合状態での分子間相互作用を制御し発光性を増大させる新発光システムの構築について検討した。具体的には、(1) 蛍光色素を含む異種分子混合系での固体発光システムの構築や(2) 蛍光色素を遷移金属イオンに配位させた発光性金属錯体を合成し、三次元高次構造と光物性の相関性を追究した。さらに、(3) 発光性化合物を高分子マト

リック材料に組み込んで波長変換機能を評価した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 固体発光性蛍光色素の設計・合成・光物性評価

##### ① 複素多環イミダゾール系およびオキサゾール系蛍光色素

イミダゾール環部での互変異性により2つのフォームをとることが可能な標題の蛍光色素を分子設計・合成し、種々の有機低分子(ゲスト)を取り込んだ包接錯体結晶を得た。得られた種々の結晶について、固体励起・蛍光スペクトル測定と単結晶X線構造解析を行い、固体光物性と結晶構造の相関性を解明した。ゲスト包接に際しては、互変異性をうまく切り替えて結晶構造が安定化されていることがわかった。また、関連して、構造類似のオキサゾール系蛍光色素についても同様に検討した。いずれにおいても、ゲスト分子包接により色素分子間の $\pi$ - $\pi$ 相互作用が緩和され、その程度と固体蛍光強度との間には良好な相関性が認められた。(詳細は論文①, ③, ⑦を参照のこと)

##### ② 複素多環ベンゾナフトフラン系およびベンゾキサンテン系蛍光色素

複素多環系キノール系蛍光色素は、有機低分子をゲストとして包接する機能を有し、その包接結晶の発光性は大きく増大した。この光物性変化を単結晶X線構造解析により解明した。ここで得られた知見を活用して、蛍光母体骨格の中枢に置換基(R, X)を非共役連結様式で導入した2種の新規な複素多環系蛍光色素、ベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン-6-オン系およびベンゾ[k]キサンテン-2-オン系蛍光色素を分子設計した。期待通り、置換基の立体効果を利用して結晶構造を制御することにより、固体発光性が様々に変化する蛍光色素の開発に成功した。(詳細は論文④,⑤,⑥,⑩,⑫を参照のこと)

##### ③ インデノ[1, 2-b]ベンゾ[4, 5-e]ピラン-11-オン系蛍光色素

分子凝集状態で蛍光消光を引き起こす要因となる $\pi$ - $\pi$ 相互作用や水素結合等を回避した非平面型の複素多環系蛍光母体に嵩高い置換基を複数導入した標題の新規な複素多環系蛍光色素を分子設計した。蛍光量子収率は、溶液状態よりも固体状態の方がかなり高い値を示した。この色素が高い固体発光量子収率を示す原因は、固体状態での置換基の自由回転の抑制と非平面構造に起因する分子間相互作用の緩和によるものと理解できた。しかし、チエニル基を導入した色素では、芳香族CH $\cdots$ S結合による新たな分子間相互作用の存在で固体発光性が大きく減少することが分かった。(詳細は論文⑨,⑪を参照のこと)

##### (2) 発光性金属錯体の設計・合成・光物性評価

##### ① イミダゾフェナントロリン系蛍光色素(bpimp)を配位させた発光性金属錯体

Zn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>などの金属は、反応活性で八面体型 6 配位の錯体が得られる。従って、bpimp 系の色素溶液と各種金属イオンの水溶液を混合するだけで、[M(bpimp)<sub>3</sub>]<sup>2+</sup>型のハイブリッド金属錯体が収率よく合成できる。この種の各種金属錯体の SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>塩、Cl<sup>-</sup>塩および Br<sup>-</sup>塩を合成し、その蛍光性を比較した。

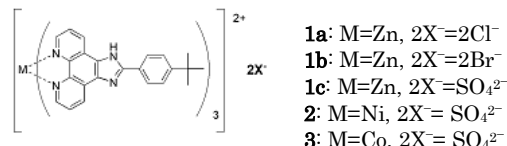


図1 Structures of [M(bpimp)<sub>3</sub>]X<sub>2</sub>

色素配位子自体も溶液状態で蛍光を示すが、固体状態では示さないものが多い。合成した上記のZn錯体は、溶液状態でも固体状態でも強い蛍光性を示し、固体量子収率が0.5に達するものも存在する。それに対して、Fe<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>等に配位させた錯体は、溶液の蛍光は弱く、固体状態ではほとんど蛍光を示さなかった。また、配位子bpimpよりZn錯体の方が溶媒効果による赤色シフトが大きく、錯体形成により蛍光特性が大きく改善できることがわかった。(詳細は論文②を参照のこと)

##### ② アントラキノン誘導体を配位子させた発光性金属錯体

1,4-ジヒドロキシ-2-ピペリジノ-AQ (A), 1,4-ジヒドロキシAQ (B)を配位子に用いて、種々の金属イオンとの錯形成反応について検討した。配位子Aについては、Al<sup>3+</sup>, Be<sup>2+</sup>, Dy<sup>3+</sup>, Eu<sup>3+</sup>, Gd<sup>3+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> 錯体、配位子Bについては、Be<sup>2+</sup>, Dy<sup>3+</sup>, Eu<sup>3+</sup>, Gd<sup>3+</sup> 錯体を合成した。組成は配位子Aでは、Be錯体は1:2, Dy, Eu, Gd錯体は1:3, 配位子BではBe錯体は1:2, Dy錯体は1:3, Eu, Gd錯体は1:2.5と決定した。これは、配位子BのEu, Gd錯体では、単核と多核錯体が混在していることを示している。配位子Bでは1位と4位に二つのOH基が存在する対称な構造であるため、一方のOH基とC=O基のみで配位した単核錯体と二つのOH基とC=O基が複数の金属イオンに配位した多核錯体が考えられ、Eu, Gdの二核錯体の単離に成功した(図2)。このような発光性の多核錯体の例は少なく、大変興味深い。

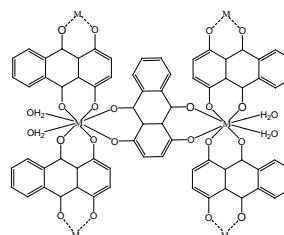


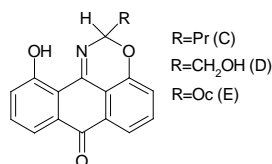
図 2. 考えられる単核, 多核構造

この違いは、配位子**B**の場合は、塩基を加えることで、さらにプロトンが引き抜かれ、配位子の両側で配位が可能になるのに対して、配位子**A**の場合は、2位に置換しているピペリジノ基の立体障害により、一方のOH基への配位が抑えられるために、多核化が抑制されることに起因すると考えられる。

希土類錯体の発光・励起スペクトルを測定すると、配位子と比較して吸収極大、発光極大いずれも長波長シフトした。配位子**A**の希土類錯体では、吸収極大波長は40nm程度、発光極大波長は40-50nm程度、配位子**B**の希土類錯体では、吸収極大波長は70-110nm程度、発光極大波長は60-100nm程度長波長シフトした。特に、Eu錯体では顕著な多波長発光が現れている。これは、Eu<sup>3+</sup>のエネルギー準位が接近しており、励起状態で更に光を吸収し、より高い励起準位に上がることでと考えられる。また、電子供与基であるピペリジノ基を導入した配位子**A**を用いた錯体では、置換基を導入していない配位子**B**よりシフト幅が小さくなることがわかった。(詳細は学会発表⑨,⑮を参照のこと)

### ③ アントラキノイド系色素配位子を用いた発光性金属錯体

アントラキノイド系蛍光色素(**C**, **D**, **E**)を配位子に用いて、Be<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>イオンとの反応により錯体を合成した。



配位子**C**はZn<sup>2+</sup>, Be<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>イオン, **D**はZn<sup>2+</sup>, Be<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>イオン, **E**はZn<sup>2+</sup>, Be<sup>2+</sup>イオンとの反応で結晶が得られた。Zn, Be錯体ともに、配位子:金属が2:1で[M(**C**, **D**, or **E**)<sub>2</sub>]型錯体(M=Zn, Be)が生成していることがわかった。1,4-ジオキサンおよびDMF中での可視吸収スペクトルは、それぞれ479([Zn(**C**)<sub>2</sub>]), 500([Zn(**D**)<sub>2</sub>]), 482([Zn(**E**)<sub>2</sub>]), 466([Be(**C**)<sub>2</sub>]), 458([Be(**D**)<sub>2</sub>]), 464([Be(**E**)<sub>2</sub>]) nmにMLCT吸収帯を示した。蛍光スペクトルからは、錯体の蛍光強度が配位子より劇的に増大することがわかった。Zn錯体の蛍光強度は、配位子より3.6~20倍も増大した。Be錯体は、配位子と比べると、励起波長は長波長側に、蛍光波長は短波長側にシフトし、蛍光強度は配位子と比べて17~23倍増大した。これは、錯体が4配位構造をとり立体障害が少なく、配位子はハード塩基、Be<sup>2+</sup>はハード酸であることから、安定度定数の高い錯体を形成することができたためと考えられる。(詳細は学会発表④を参照のこと)

### ④ ユーロピウム錯体をケイ素系高分子材料にハイブリッド化した固体発光材料の創出

フェニルトリメトキシシラン(PTMS)の加水分解・重縮合により得られるポリフェニルシルセスキオキサン(PPSQ)とβジケトン配位子を有するユーロピウム錯体 Eu(HFA)<sub>3</sub>·(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> (**1**)とのハイブリッド化では、立体的に嵩高いトリフェニルホスフィンオキサイド(TPPO)配位子を用いることで、ユーロピウム錯体を凝集させずにPPSQに導入できた。このことから、錯体とマトリックスとの間でフェニル基を介したπ-π相互作用を形成させることがユーロピウム錯体のハイブリッド化における重要な材料設計指針の一つであることがわかった。得られた薄膜には10 nmに満たないしわが認められたが、凹凸のない極めて平滑な面が得られており、本法により均一で緻密な薄膜を形成できることがわかった(図3)。

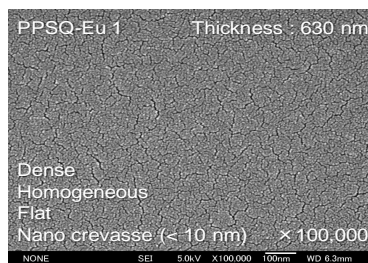


図 3 FESEM image of hybrid thin film, PPSQ-Eu1.

得られたハイブリッド薄膜は、近紫外光の照射により614 nmに発光極大をもつシャープな発光スペクトルを与えた(図4)。相対発光強度(<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>1</sub> / <sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>2</sub>)は、固体状態の錯体**1**の13.0に対し、ハイブリッドで25.2と極めて高い値を示したことから、マトリックス中でTPPOが錯体**1**に配位し、錯体Eu(HFA)<sub>3</sub>(TPPO)<sub>2</sub> (**2**)と同様の構造を形成していることがわかった(図5)。ハイブリッドの相対発光強度は固体状態での錯体**2**の相対発光強度23.0よりも向上したことから、ハイブリッド中ではユーロピウム錯体がマトリックスに束縛されて発光失活要因となる分子運動が軽減され、その結果高輝度発光が達成されたものと考えられた。

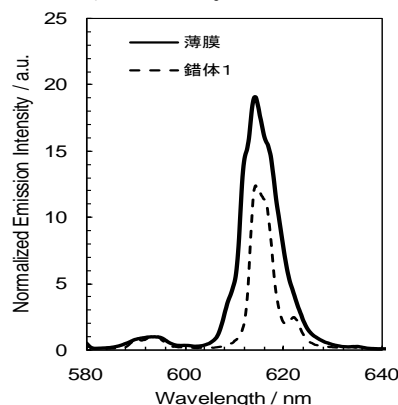


図 4. Solid-state emission spectra of nano-hybrid thin film (PPSQ-Eu1) and complex 1.

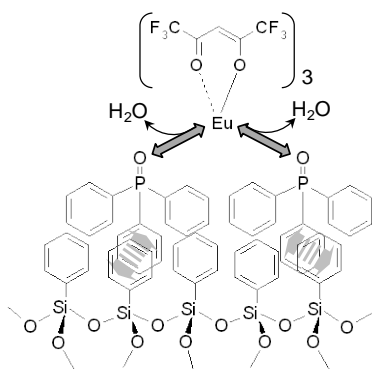


図 5. Speculated structure of the hybrid (PPSQ-Eu1).

また、ペンタフルオロフェニル基を有するシルセスキオキサンを用いて、四極子相互作用を利用したユーロピウム錯のナノハイブリッド化についても検討した。ユーロピウム錯体には  $\text{Eu}(\text{HFA})_3(\text{H}_2\text{O})_2$  (**1**) を用い、ホスフィンオキサイドにはトリフェニルホスフィンオキサイド(TPPO)のほかに、嵩高さが異なるシクロヘキシルジフェニルホスフィンオキサイド(CDPO)、メチルジフェニルホスフィンオキサイド(MDPO)を用いた。いずれのホスフィンオキサイドを用いた場合もユーロピウム錯体を凝集させることなく PFSQ に導入することができた。このことから、分子間四極子相互作用がユーロピウム錯体のハイブリッド化に利用できることがわかった。

膜の発光スペクトルを図6に、また発光データを表1にまとめた。いずれの薄膜も614 nm付近にユーロピウム錯体に特徴的なシャープな発光スペクトルを与えた。発光量子収率はそれぞれ0.40 (TPPO)、0.55 (CDPO)、0.18 (MDPO)で、最も嵩高いCDPOの場合に発光量子効率が最も高くなることが分かった。

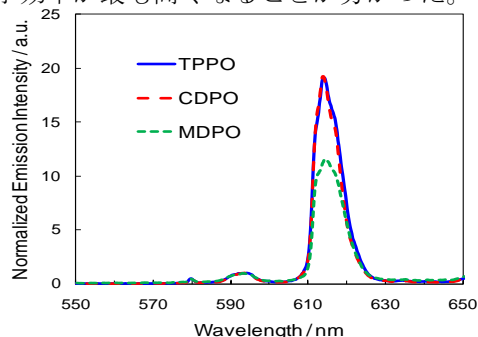


図 6 Solid-state emission spectra of nano-hybrid thin films.

表 1. Luminescence Data.

Additive	Emission Maxima <sup>1</sup> (nm)	Branching Ratio <sup>2</sup>	Quantum Efficiency <sup>1</sup>	Life Time <sup>1</sup> (mS)
TPPO	613.8	24.6	0.40	0.89
CDPO	613.8	24.3	0.55	0.94
MDPO	614.4	18.7	0.18	0.84

<sup>1</sup>  $\lambda_{\text{ex}} = 355 \text{ nm}$

<sup>2</sup>  $I(^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_2) / I(^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_1)$

このことから、ホスフィンオキサイドの嵩高さがユーロピウムイオンの配位子場や、隣接する配位子間での交差失活などに影響し、ハイブリッドの発光特性が大きく変化することがわかった。また、最も嵩高いシクロヘキシル基を有するCDPOを用いた場合に最も良い発光特性が得られることがわかった。(詳細は学会発表①, ②, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑩, ⑪を参照のこと)

### (3) 波長変換資材の試作と評価

二軸押出機を用いてマスターバッチ法により各種ポリマーに蛍光色素を熔融混練した種々の蛍光フィルムの作製と、色素の発光に及ぼす高分子樹脂の影響について検討した。種々のポリマー(LDPE, PS, PLA, EVA, PC, PMMA, PET, PVC)に熔融混練によりフェナジン系蛍光色素 **1** またはオキサゾール系蛍光色素 **2** を 0.05 wt% 分散した発光ポリマーフィルムを作製し、その発光特性について検討した。

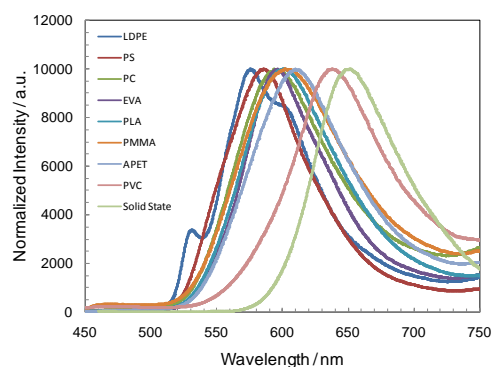


図 7 Emission spectra of organic dye 1 in various polymers.

代表例として色素 **1** の発光スペクトルを図7にまとめて示した。色素 **1** の発光極大波長は媒体に用いたポリマーの構造によって大きく変化し、LDPE 中では最も短波長側の 575 nm に、PVC 中では最も長波長側の 638 nm に観測され、63nm もの長波長シフトを示した。一方、色素 **2** ではLDPE 中では最も短波長側の 532 nm に、PVC 中では 547 nm に観測され、15 nm ほどのわずかな長波長シフトしか示さなかった。このように色素の構造によってポリマー

から受ける影響が大きく異なる原因を明らかにするために、色素の分子軌道計算を行ったところ、特に色素 1 では基底状態と励起状態で大きく電荷分布が異なり、色素 2 よりも分子内電荷移動にもとづく双極子モーメントが大きいことがわかった。そこで、双極子モーメントに影響及ぼすと考えられるポリマーの誘電率を計測し、これに対して発光極大波長をプロットしたところ、発光極大波長とポリマーの誘電率には極めて良好な直線関係が成り立つことを明らかにした(図 8)。

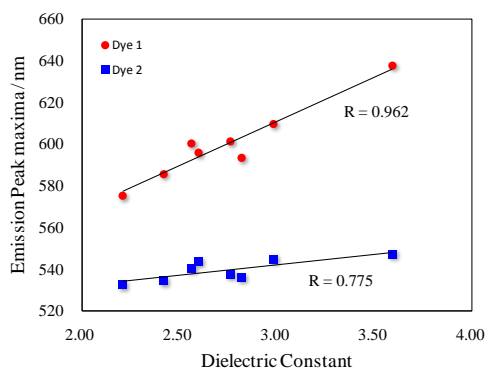


図 8. Relation of emission peak maxima of dyes and dielectric constant of polymers.

また、作製した蛍光フィルムの耐光性改善についても検討を行い、ジチオカルバミン酸ナトリウムやビタミンCおよびビタミンEなどの酸化防止効果を有する添加剤を用いることで蛍光色素の耐光性を改善できることを明らかにした。(詳細は学会発表⑫, ⑬, ⑭を参照のこと)

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 13 件)

- ① Y. Ooyama, S. Nagano, and K. Yoshida, "Drastic solid-state fluorescence enhancement behaviour of imidazo[4,5-a] naphthalene-type fluoescence hosts upon inclusion of polyethers and t-butyl alcohol", *Tetrahedron*, 65, **2009**, 1467-1574. 査読有
- ② T. Ama, T. Sakaguchi, K. Yoshida, and M. Yamaguchi, "Zn<sup>II</sup> Complexes Coordinated by a Fluorescent Ligand, 2-(4-tert-Butylphenyl)-imidazo[4,5-f]-1,10-phenanthroline", *Chem. Letters*, 38, **2009**, 508-509. 査読有
- ③ Y. Ooyama, S. Nagano, M. Okamura, and K. Yoshida, "Solid-state Fluorescence Changes of 2-(4-Cyanophenyl)-5-[4-(diethylamino)phenyl]-3H-imidazo[4,5-a]naphthalene upon Inclusion of Organic Solvent Molecules", *Eur. J. Org. Chem.* **2008**, 5899-5906. 査読有
- ④ Y. Ooyama, H. Egawa, T. Mamura, and K. Yoshida, "Synthesis, X-ray crystal structure, and solid-state blue fluorescence of dialkylbenzo[b]naphtho[2,1-d]furan-6-one-type fluorophores", *Tetrahedron* 64, **2008**,

7219-7224. 査読有

- ⑤ Y. Ooyama, and K. Yoshida, "Solid-State Fluorescence Change in Crystals of Benzo[b] naphtho[1,2-d]furan-6-one-Type Fluorophore upon Inclusion of Organic Solvent Molecules", *Eur. J. Org. Chem.* **2008**, 2564-2570. 査読有
- ⑥ Y. Ooyama, A. Hayashi, T. Okamoto, H. Egawa, T. Mamura, and K. Yoshida, "Synthesis, X-ray Crystal Structures, and Solid-State Fluorescence Properties of 5,5-Dialkyl-9-dibutylamino-5H-benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-6-one and 3,3-Dialkyl-9-dibutylamino-3H-benzo[k]xanthen-2-one", *Eur. J. Org. Chem.* **2008**, 3085-3094. 査読有
- ⑦ Y. Ooyama, K. Nonami, S. Watanabe, and K. Yoshida, "The effect of the inclusion of guest molecules on the solid-state fluorescence of naphthoxazole-type fluorophores", *Dyes and Pigments*, 77, **2008**, 315-322. 査読有
- ⑧ 松川公洋, 松浦幸仁, 片山康治, カ石真樹, 内藤裕義, 「ポリシラン-シリカ粒子ハイブリッド薄膜の作製と光学特性」, 高分子論文集, 65(6), 440-444 (2008), 査読有.
- ⑨ Y. Ooyama, S. Yoshikawa, S. Watanabe, and K. Yoshida, "Solid-emissive Fluorophores Constructed by a Non-planar Heteropolycyclic Structure with Bulky Substituents: Synthesis and X-ray Crystal Structures", *Org. Biomol. Chem.*, 5, **2007**, 1260-1269. 査読有
- ⑩ Y. Ooyama, T. Mamura, and K. Yoshida, "Synthesis, X-ray Crystal Structures and Solid-State Fluorescence Properties of 3-Dibutylamino-6-alkoxy-6-phenylnaphtho[2,3-b]benzofuran-11(6H)-one Derivatives", *Eur. J. Org. Chem.*, **2007**, 5010-5019. 査読有
- ⑪ Y. Ooyama, S. Yoshikawa, S. Watanabe, and K. Yoshida, "Molecular Design of Novel Non-planar Heteropolycyclic Fluorophores with Bulky Substituents: Convenient Synthesis and Solid-state Fluorescence Characterization", *Org. Biomol. Chem.*, 4, **2006**, 3406-3409. 査読有
- ⑫ Y. Ooyama, T. Okamoto, T. Yamaguchi, T. Suzuki, A. Hayashi, and K. Yoshida, "Synthesis, X-ray Crystal Structures, and Solid-State Photophysical Properties of Novel 5-Hydroxy-5-substituent-benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-6-one and 3-Hydroxy-3-substituent-benzo[k]xanthen-2-one Derivatives", *Chem. Eur. J.*, 12, **2006**, 7827-7838. 査読有
- ⑬ 渡瀬星児, 「りん光発光性金錯体」, 科学と工業, 80(7), 335-344 (2006). 査読無.

[学会発表] (計: 頁数制限により, 発表 30 件中的下記 15 件のみを記載する)

- ① 渡瀬星児, 北川翔太, 伊藤和也, 濱田崇, 長谷川靖哉, 西岡昇, 松川公洋, 「アルコキシシリル基を有するホスフィン配位子を用いた金錯体薄膜の形成とその発光挙動」, 日本化学会第 89 春季年会, 2009 年 3 月 27 日, 日本大学.
- ② 伊藤和也, 渡瀬星児, 濱田崇, 長谷川

- 靖哉, 西岡昇, 松川公洋, 「ナフチル基を有するシルセスキオキサンとユーロピウム錯体とのハイブリッド化とその発光特性」, 日本化学会第 89 春季年会, 2009 年 3 月 27 日, 日本大学.
- ③ 渡瀬星児, 伊藤和也, 北川翔太, 濱田崇, 西岡昇, 松川公洋, 「金(I)錯体-シルセスキオキサンハイブリッドの作製と発光特性」, 第 27 回無機高分子研究討論会, 2008 年 11 月 6 日, 東京理科大学.
- ④ 米村 俊昭, 庭木 美佳, 岩田 一弥, 吉田 勝平; アントラキノイド系蛍光色素を含む亜鉛, ベリリウム錯体の合成と光物性, 機能評価; 第 58 回錯体化学討論会, 2008 年 9 月 21 日, 金沢大学.
- ⑤ 渡瀬星児, 伊藤和也, 北川翔太, 濱田崇, 渡辺充, 長谷川靖哉, 西岡昇, 松川公洋, 「ユーロピウム錯体とシルセスキオキサンのハイブリッド化による薄膜発光体の作製」, 第 21 回配位化合物の光化学討論会, 2008 年 8 月 6 日, 北里大学.
- ⑥ 伊藤和也, 渡瀬星児, 濱田崇, 渡辺充, 西岡昇, 松川公洋, 「配位性シルセスキオキサンを用いた発光性ハイブリッド薄膜の作製」, 第 54 回高分子研究発表会, 2008 年 7 月 18 日, 兵庫県中央労働センター.
- ⑦ 渡瀬星児, 伊藤和也, 濱田崇, 渡辺充, 西岡昇, 松川公洋, 「シルセスキオキサン-金属錯体ハイブリッド薄膜の作製とその発光特性」, 第 57 回高分子学会年次大会, 2008 年 5 月 28 日, パシフィコ横浜.
- ⑧ 渡瀬星児, 伊藤和也, 濱田崇, 西岡昇, 松川公洋, 「シルセスキオキサンとユーロピウム錯体とのハイブリッド化による薄膜発光体の作製とその発光特性」, 日本化学会第 88 春季年会, 2008 年 3 月 27 日, 立教大学.
- ⑨ 米村 俊昭, 鈴木 真美, 中川 安由, 吉田 勝平, 1,4-ジヒドロキシアントラキノ誘導体を含む金属錯体の合成と光物性, 日本化学会第 88 春季年会, 2008 年 3 月 29 日, 立教大学.
- ⑩ 渡瀬星児, 伊藤和也, 濱田崇, 西岡昇, 松川公洋, 「Preparation of Luminescent Hybrids Containing Lanthanide Complex and Their Emission Properties」, 第 10 回環太平洋高分子国際会議, 2007 年 12 月 5 日, 神戸国際会議場.
- ⑪ 渡瀬星児, 伊藤和也, 濱田崇, 西岡昇, 松川公洋, 「ハイブリッド型希土類発光体の作製と発光特性」, 第 26 回無機高分子研究討論会, 2007 年 11 月 1 日, 東京工業大学.
- ⑫ 渡瀬星児, 笹尾茂広, 松川公洋, 喜多泰夫, 前田優子, 吉田勝平, 「蛍光色素含有ポリマーフィルムの発光に及ぼすポリマーのマトリックス効果」, 第 56 回高分子討論会, 2007 年 9 月 19 日, 名古屋工業大学.

- ⑬ 笹尾茂広, 渡瀬星児, 松川公洋, 喜多泰夫, 前田優子, 吉田勝平, 「有機蛍光色素を混練したポリマーフィルムの作製とその発光特性」, 第 56 回高分子学会年次大会, 2007 年 5 月 30 日, 京都国際会議場
- ⑭ 渡瀬星児, 笹尾茂広, 松川公洋, 喜多泰夫, 前田優子, 吉田勝平, 「有機蛍光色素を用いた発光ポリマーの作製とその発光特性」, 日本化学会第 87 春季年会, 2007 年 3 月 26 日, 関西大学.
- ⑮ 無川 郁一郎, 米村 俊昭, 吉田 勝平; 1-ヒドロキシアントラキノ誘導体を含むアルミニウム, 亜鉛錯体の合成と光物性; 日本化学会第 87 春季年会, 2007 年 3 月 25 日, 関西大学.

[総説] (計 1 件)

大山陽介, 吉田勝平 “クラスレート形成能を有する複素環キノール系蛍光色素の固体光物性と機能性”, 有機合成化学協会誌, 67(4), 337-348 (2009). 査読有

[図書] (計 1 件)

吉田勝平, “最新 機能性色素大全集” 第 1 章 第 2 節 固体発光性蛍光色素の分子設計・合成・機能評価, pp15-32, 2007.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

吉田 勝平 (YOSHIDA KATSUHIRA)  
高知大学・教育研究部自然科学系・教授  
研究者番号: 30036595

### (2) 研究分担者

阿万 智治 (AMA TOMOHARU)  
高知大学・教育研究部自然科学系・教授  
研究者番号: 60036580

米村 俊昭 (YONEMUA TOSHIAKI)  
高知大学・教育研究部自然科学系・准教授  
研究者番号: 90240382

松川 公洋 (MATSUKAWA KIMIHIRO)  
大阪市立工業研究所・電子材料研究部・研究主幹  
研究者番号: 90416321

渡瀬 星児 (WATASE SEIJI)  
大阪市立工業研究所・電子材料研究部・研究主任  
研究者番号: 60416336

島崎 一彦 (SHIMASAKI KAZUHIKO)  
高知大学・教育研究部自然科学系・教授  
研究者番号: 20196471

### (3) 連携研究者

該当なし