

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 15 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24350101

研究課題名(和文)革新的プリンタブルOLEDを指向した有機金属系ハイブリッドりん光材料の創製

研究課題名(英文)Development of Organometallic Hybrid Phosphorescent Materials Aimed at Printable Organic Light-emitting Diodes Based on Innovative Device Structures

研究代表者

八木 繁幸(YAGI, SHIGEYUKI)

大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：40275277

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、革新的なデバイス構造をもつ溶液塗布型高効率有機電界発光素子の開発を目指して、キャリア輸送能をもつ有機金属系新規ハイブリッドりん光材料を創製した。拡張共役系やキャリア輸送性 dendron を付与したシクロメタル化配位子を用いることによって、単独で発光層を形成できる有機白金(II)錯体や有機イリジウム(III)錯体を創出した。当該りん光材料を用いることによって単一有機発光層からなる溶液塗布型有機電界発光素子の作製に成功し、さらには赤色りん光材料を発光層に添加することで白色発光素子を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：Aimed at development of solution-processable high-performance organic light-emitting diodes (OLEDs) with innovative device structures, we here prepared novel organometallic phosphorescent materials with carrier-transporting ability. Employing cyclometalated ligands with pi-extended conjugation systems and carrier-transporting dendrons, we successfully obtained phosphorescent organoplatinum(II) and organoiridium(III) complexes which are applicable to the emission layers in OLEDs. Using the developed hybrid phosphorescent materials as a single emission layer, solution-processed OLEDs were successfully fabricated. Furthermore, doping a red phosphorescent material into the emitting layer, white-emitting device was also obtained.

研究分野：有機材料化学

キーワード：有機電子デバイス OLED りん光材料 有機金属錯体 溶液塗布法 エキシマー発光 キャリア輸送 白色電界発光

### 1. 研究開始当初の背景

有機電界発光素子 (organic light-emitting diode、以下 OLED) は、超薄型ディスプレイや蛍光灯代替照明機器への応用が期待されている次世代発光素子であり、実用化ならびに製品の普及には簡素な素子構造と低コスト製造プロセスによる優れた素子特性の実現が求められる。OLED は一般的に、ITO 陽極/ホール注入・輸送層/発光層/電子注入・輸送層/金属陰極といった厚さ数百 nm の薄膜積層構造を有する (Adachi, C. *et al. J. Appl. Phys.* **1988**, 27, L713 など)。このような積層型素子は従来、真空蒸着法によって作製されてきたが、均一な有機薄膜を形成できる反面、各部材は昇華性を有する有機化合物に限定され、素子に定着する量が少なく非経済的である。また、機能分離された複数の層は素子構造を複雑にし、結果として高コストな素子作製工程をもたらす。一方、印刷技術による溶液塗布法による OLED 作製は、簡便な工程に加えて部材の利用効率も高く、高生産性が期待できる。特に、ポリビニルカルバゾールなどのホール輸送性ポリマーをホスト高分子とする色素分散型高分子系 OLED (Lee, C.-L., *et al. Appl. Phys. Lett.* **2000**, 77, 2280 など) は、低分子系の発光材料や電子輸送材料をホスト高分子に分子分散させるため、材料の組み合わせや応用範囲が広い。しかしながら、適切なバンドギャップを有する半導体ポリマーの種類が少ないこと、また、分散型発光層であるためキャリア再結合が非効率的であることから、蒸着型積層素子に比べて素子性能が劣る場合が多い。このような観点から、素子作製の簡便性を維持しながら電界発光性能の向上をもたらす、新しい素子構造ならびに材料設計の創出が次世代の有機 EL 研究の課題の一つであると考え、本研究課題を立案するに至った。

### 2. 研究の目的

本研究課題では、革新的な OLED として単一有機発光層から構成される新しい素子構造を提案し、プリンタブル OLED の高効率化に向けた新規発光材料の開発ならびに素子作製・素子特性評価を行う。特に、溶液塗布法による素子作製プロセスへの展開を想定して、成膜性・アモルファス安定性に優れ、かつ、キャリア輸送能 (ホールおよび電子輸送能) を有する有機金属系ハイブリッドりん光材料を創製する。さらには、補色系のりん光材料をドーパントに用いて白色発光 OLED を作製し、照明・光源デバイスへの応用の可能性を探る。

### 3. 研究の方法

#### (1) ハイブリッドりん光材料の合成と基礎物性評価

ハイブリッドりん光材料の候補分子を得るために、シクロメタル化白金(II)およびイリジウム(III)錯体をコアとして、それらの配

位子にホールまたは電子輸送性ユニットを組み込んだりん光性有機金属錯体を新規に設計・合成した。得られた錯体について発光スペクトルや発光量子収率 $\Phi_{PL}$ を評価し、発光に係る光物理過程の評価を行った。また、三重項準位や HOMO・LUMO 値などの発光デバイスへの応用に重要な物性についてもそれぞれ、りん光スペクトルおよび電気化学測定から評価した。さらには、膜厚計や原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて、薄膜作製時の成膜性についても評価した。

#### (2) ハイブリッドりん光材料を用いたプリンタブル OLED の作製

開発したりん光性錯体の中から優れた発光特性を示すものを選出し、これらを単一発光層に用いた溶液塗布型 OLED を作製した (図 1)。得られた OLED について電界発光スペクトルを測定するとともに色度ならびに発光効率を評価し、非ドーブ型 OLED 用ハイブリッドりん光材料の有用性について検討した。また、青色ハイブリッドりん光材料に赤色りん光材料をドーブすることによって、白色 OLED の作製についても検討した。さらには、りん光性シクロメタル化白金(II)錯体のエキシマー発光を利用した OLED の色調調節についても検討した。



図 1. ハイブリッドりん光材料を単一発光層とする溶液塗布型 OLED の典型的な素子構造。

### 4. 研究成果

#### (1) $\pi$ 共役拡張型シクロメタル化配位子をもつ有機白金(II)系ハイブリッドりん光材料

ホール輸送性  $\pi$  共役鎖をシクロメタル化配位に組み込んだ有機白金(II)錯体を設計し、オリゴカルバゾール系錯体 (1a、1b) とオリゴフルオレン系錯体 (2a、2b) を新規合成した (図 2)。ポリ(9-ビニルカルバゾール) (PVCz) をホストとする OLED にこれら錯体をドーブして素子特性を評価したところ、赤橙色の電界発光が得られ、興味深いことに 1a から 1b、および 2a から 2b への  $\pi$  共役ユニットの伸長は発光波長 $\lambda_{PL}$ や発光量子収率 $\Phi_{PL}$ にほとんど影響しないことがわかった。

錯体 1 および 2 の成膜性について評価したところ、膜厚 50 nm 程度のスピコート薄膜を表面粗さ $\pm 2$  nm 以下で作製でき、優れた成膜性を有することがわかった。これら錯体を単一発光層とする非ドーブ型 OLED を作製したところ、発光効率は低いものの (外部量子効率 $\eta_{ext} < 1\%$ )、当該錯体由来の赤橙色電界

発光を得ることに成功した。

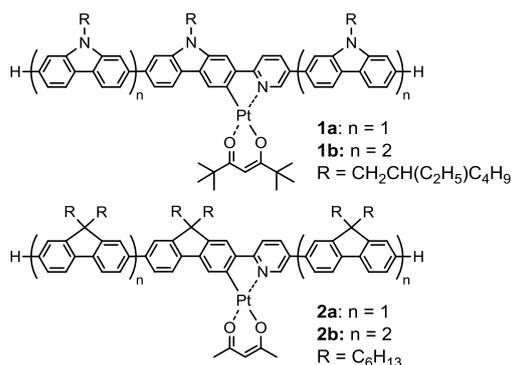


図2. 有機白金(II)錯体 **1** と **2** の構造.

### (2) カルバゾール含有デンドロンを有する緑色りん光性有機イリジウム(III)錯体

溶液塗布型りん光 OLED 用カルバゾール系ホスト材料の部分骨格を緑色りん光性ビスシクロメタル化イリジウム(III)錯体に付与した新規錯体 **3** (図 3) を合成した。カルバゾール部位の 3,6-位に導入した *tert*-ブチル基によって **3** はクロロホルムやトルエンなどの溶媒に優れた溶解性を示すとともに、スピコート薄膜については良好な成膜性が認められた。錯体 **3** の発光特性はカルバゾール系デンドロンによる影響を受けず、その薄膜はコア錯体由来する緑色発光を与えた ( $\lambda_{\text{PL}} = 530 \text{ nm}$ ,  $\Phi_{\text{PL}} = 0.086$ )。当該錯体を単一発光層とする非ドープ型 OLED を作製したところ、最大発光輝度  $L_{\text{max}} = 725 \text{ cd m}^{-2}$ ,  $\eta_{\text{ext}} = 0.14\%$  の緑色電界発光が得られた。錯体 **3** の薄膜による発光層に電子輸送材料として 2-(ピフェニル-4-イル)-5-(4-(*tert*-ブチル)フェニル)-1,3,4-オキサジアゾール (PBD) を添加したところ、 $L_{\text{max}}$ ,  $\eta_{\text{ext}}$  はそれぞれ、11300  $\text{cd m}^{-2}$ , 4.7% まで向上した。発光層のモデル薄膜の発光特性を評価した結果、PBD 添加による素子特性の向上は、発光層中での電荷再結合時のキャリアバランスの改善に加え、PBD のドープによる **3** の  $\Phi_{\text{PL}}$  の向上に起因することがわかった。

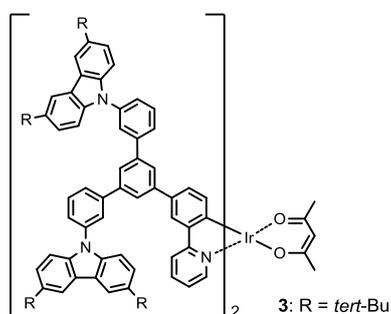


図3. カルバゾール含有デンドロンを有する有機イリジウム(III)錯体 **3** の構造.

錯体 **3** に電子輸送能を付与するために、電子輸送性ユニットであるオキサジアゾール環を導入したジベンゾイルメタン系補助配

位子を新たに合成した。当該補助配位子を用いてモデル錯体を合成し、その発光特性を調べたところ、極めて弱い発光しか確認されなかった。電子輸送性補助配位子の開発については、コア錯体の消光機構を明らかにした上で適切な分子設計の修正が必要である。

### (3) カルバゾール含有デンドロンを有する青色りん光性有機イリジウム(III)錯体

表示デバイス用 OLED における三原色発光の一つとして重要であり、また白色発光素子の創出にも不可欠な青色りん光を与えるハイブリッドりん光材料を開発するために、錯体 **3** と同様、カルバゾール含有デンドロンを付与した青色りん光性ビスおよびトリスシクロメタル化イリジウム(III)錯体 (図 4, **4** および **5**) を合成し、その発光挙動と非ドープ型 OLED への応用を検討した。デンドロンを持たないコア錯体の場合、溶液中では青色発光を与えるものの、薄膜状態では会合由来の発光が 500 nm に顕著に現れた (図 5a)。一方、デンドロンを付与した錯体では大幅に会合は抑制され、コア錯体のモノマー発光に相当する青色発光が得られた (図 5b)。なお、会合抑制効果は錯体 **4a** および **5a** に比べて **4b** および **5b** の方が顕著であることから、カルバゾールユニット数の増加による立体的な効果がコア錯体間の相互作用を阻害していると考えられる。また、デンドロン部位はコア錯体よりも高い三重項準位を有し、デンドロンを励起した際にはコア錯体への効率的なエネルギー移動が確認された。

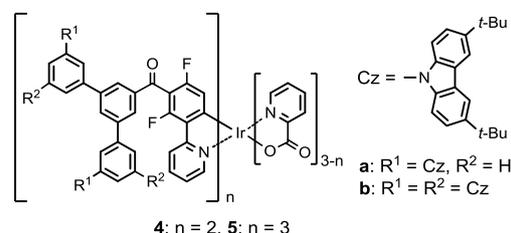


図4. カルバゾール含有デンドロンを有する青色りん光性有機イリジウム(III)錯体 **4** と **5** の構造.

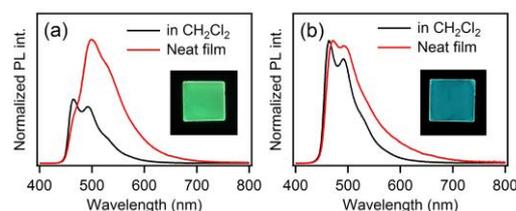


図5. (a) デンドロンを持たない **4a** のコア錯体、および (b) **4a** のジクロロメタン溶液および薄膜の発光スペクトル. 図中の写真はそれぞれの錯体 (薄膜) の発光状態を示す。

本研究では、錯体 **4** および **5** の薄膜を単一発光層に用いて非ドープ型青色りん光 OLED の作製に成功した。例えば、**4a** を発光層に用いた場合、 $L_{\text{max}} = 1700 \text{ cd m}^{-2}$ ,  $\eta_{\text{ext}} = 0.95\%$  の

電界発光が得られ、 $L_{\max}$ でのCIE色度座標は $(x, y) = (0.21, 0.36)$ であった。電子輸送材料として(オキシビス(2,1-フェニレン))ビス(ジフェニルホスフィンオキッド)(DPEPO)をドーピングすることでキャリアバランスならびに発光層の $\Phi_{\text{PL}}$ が改善され、素子性能は $L_{\max} = 3000 \text{ cd m}^{-2}$ 、 $\eta_{\text{ext}} = 4.6\%$ まで向上した。この際、錯体間の会合もさらに抑制され、CIE色度座標は $(0.16, 0.29)$ まで青色方向へシフトした。

また、当該錯体に赤色りん光材料をドーピングした薄膜を発光層に用い、白色りん光OLEDの作製について検討したところ、演色性は低いながらもCIE色度座標が $(0.31, 0.31)$ の白色電界発光が得られた。今後、青色ハイブリッドりん光材料にドーピングする赤色りん光材料を精査するか、もしくは黄緑～黄色の発光材料を合わせて共ドーピングすることによって演色性の向上は可能と考えられる。

#### (4) 有機白金(II)錯体のエキシマー発光を利用した発光色調調節

単一発光材料で白色OLEDの実現が可能なハイブリッドりん光材料を開発するために、有機白金(II)錯体のエキシマー発光に着目し、その発光挙動について検討した。まず、芳香族系補助配位子を有する緑色りん光性シクロメタル化白金(II)錯体**6**( $\lambda_{\text{PL}} = 516 \text{ nm}$ )についてPVCzドーピング薄膜の発光特性、ならびにPVCzをホストとするOLEDでの電界発光挙動について調べたところ、**6**のドーピング濃度の増大に従ってエキシマー発光が促進され、600 nm付近の発光帯が顕在化した(図6)。興味深いことに、ドーピング薄膜の光励起によるエキシマー発光に比べてOLEDでのエキシマー電界発光の方が顕著であり、ホールおよび電子注入によって生成した**6**のアニオンラジカルとカチオンラジカルの再結合による直接的なエキシマー形成を経てエキシマー電界発光が得られることが示唆された。その結果、**6**のドーピング濃度を調節しエキシマー発光を制御することで電界発光の色調を緑色から赤橙色まで調節することができた。

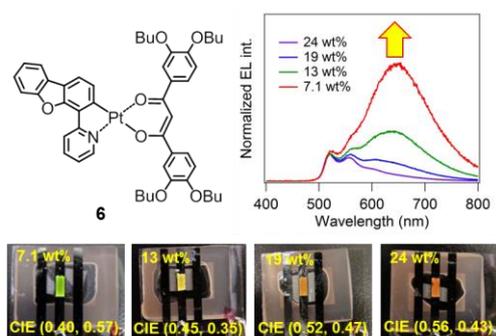


図6. 有機白金(II)錯体**6**の構造と**6**をPVCz-PBD発光層にドーピングしたOLEDの電界発光スペクトル(**6**のドーピング濃度: 7.1–24%). 写真には各ドーピング濃度におけるOLEDの発光状態を示す。

つぎに、白色OLEDへの展開を考慮して、エキシマー発光を示す青色りん光性有機白金(II)錯体の創出について検討した。種々の置換2-フェニルピリジンシクロメタル化配位子とする錯体についてポリ(メタクリル酸メチル)(PMMA)薄膜中でのエキシマー発光挙動を調べたところ、5'-位にベンゾイル基を導入することでエキシマー発光が著しく促進された。さらに4',6'-位にフルオロ基を導入した**7**(図7)を合成し発光挙動を調べたところ、PMMA薄膜中で青色モノマー発光を与え( $\lambda_{\text{PL}} = 463 \text{ nm}$ )、かつ600 nm付近に顕著なエキシマー発光を示した。興味深いことに、**7**はPMMA薄膜中でドーピング濃度に関わらず比較的高い $\Phi_{\text{PL}}$ を与えた( $\Phi_{\text{PL}} = \text{ca. } 0.5$ )。錯体**7**を電子輸送材料とともにドーピングしたPVCz薄膜を発光層とするOLEDを作製したところ、**7**のドーピング濃度を調節することでCIE色度座標が $(0.36, 0.42)$ 、平均演色評価数 $R_a$ が79の白色電界発光を得ることに成功した(図7、 $L_{\max} = 1580 \text{ cd m}^{-2}$ 、 $\eta_{\text{ext}} = 0.54\%$ )。

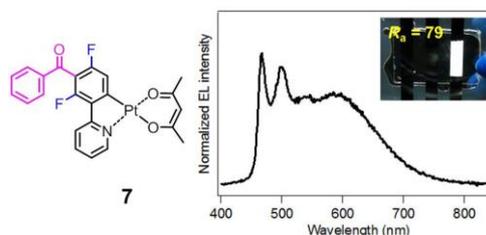


図7. 有機白金(II)錯体**7**の構造と**7**を用いた白色OLEDの電界発光スペクトル。

上記結果を踏まえ、青色りん光性シクロメタル化白金(II)錯体**7**にカルバゾール含有デンドロンを付与した錯体**8**を合成し、単一発光材料で白色OLEDを可能にするハイブリッドりん光材料の創出を試みた。**8**を単一発光層とするOLEDではデンドロンの付与が分子間相互作用を促進するため、エキシマー形成由来の赤橙色電界発光のみが観測され(図8、 $\lambda_{\text{PL}} = 637 \text{ nm}$ 、CIE  $(0.59, 0.40)$ )、モノマー発光とエキシマー発光の混合による白色電界発光の創出には至らなかった。今後、かさ高い置換基を導入するなど、分子間相互作用を阻害することでモノマー発光とエキシマー発光の比率を調節し、単一ハイブリッドりん光材料による白色OLEDを実現したい。

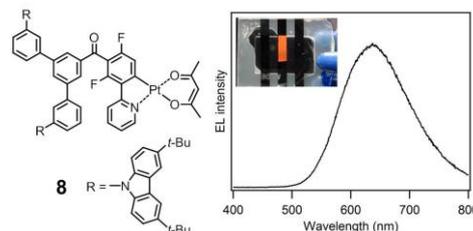


図8. カルバゾール含有デンドロンを有する有機白金(II)錯体**8**の構造と**8**を用いたOLEDの電界発光スペクトル。

(5) 白色 OLED 用りん光ドーパントの開発  
上記の研究項目に加え、ハイブリッドりん光材料による白色 OLED の作製に用いるりん光ドーパントとして、2-(ベンゾ[b]フラン-2-イル)ピリジンおよび 2-(ベンゾ[b]チオフェン-2-イル)ピリジンをシクロメタル化配位子に用いたトリスシクロメタル化イリジウム(III)錯体を創出した。また、白色りん光 OLED に関する補足的な研究として、白色 OLED 中におけるりん光ドーパント間の励起エネルギー移動を発光層疑似薄膜の発光寿命測定から解析し、そのメカニズムを明らかにした。

#### 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 8 件)

- ① Naoki Okamura, Hiroshi Funagoshi, Shigeru Ikawa, Shigeyuki Yagi, Takeshi Maeda, Hiroyuki Nakazumi, Starburst-type Carbazole Trimers as Host Materials for Solution-Processed Phosphorescent OLEDs, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, in press, 査読有り.
- ② Shigeyuki Yagi, Tatsuya Shigehiro, Tomonari Takata, Takeshi Maeda, Hiroyuki Nakazumi, Photo- and Electroluminescence from Organoplatinum(II) Complexes Bearing Oligofluorene-based Cyclometalated Ligands, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, in press, 査読有り.
- ③ Shigeru Ikawa, Shigeyuki Yagi, Takeshi Maeda, Hiroyuki Nakazumi, Yoshiaki Sakurai, White Polymer Light-emitting Diodes Co-doped with Three Phosphorescent Iridium(III) Complexes Aimed at Improvement of Color Rendering Properties, *J. Lumin.*, 155, 368-373 (2014), 査読有り. DOI: 10.1016/j.jlumin.2014.05.026
- ④ Shigeru Ikawa, Shigeyuki Yagi, Takeshi Maeda, Hiroyuki Nakazumi, Hideki Fujiwara, Shiro Koseki, Yoshiaki Sakurai, Photo- and Electro- luminescence from Deep-red- and Near-infrared-phosphorescent Tris-cyclometalated Iridium(III) Complexes Bearing Largely  $\pi$ -Extended Ligands, *Inorg. Chem. Commun.*, 38 (1), 14-19 (2013), 査読有り. DOI: 10.1016/j.inoche.2013.09.075
- ⑤ Tatsuya Shigehiro, Shigeyuki Yagi, Takeshi Maeda, Hiroyuki Nakazumi, H. Fujiwara, Yoshiaki Sakurai, Photo- and Electroluminescence from 2-(dibenzo[b,d]-furan-4-yl)pyridine-based Heteroleptic Cyclometalated Platinum(II) Complexes, *J. Phys. Chem. C*, 117 (1), 532-542 (2013), 査読有り. DOI: 10.1021/jp307853t
- ⑥ Yoshiaki Sakurai, Shigeyuki Yagi, Shigeru Ikawa, H. Asuka, Takeshi Maeda, Hiroyuki Nakazumi, Operating Voltage-independent White Electroluminescence from Phosphorescent Ir(III) Complexes Embedded in Poly(*N*-vinylcarbazole), *Phys. Status Solidi C*, 9 (12), 2557-2560 (2012), 査読有り. DOI: 10.1002/pssc.201200450
- ⑦ Shigeru Ikawa, Shigeyuki Yagi, Takeshi Maeda, Hiroyuki Nakazumi, White Polymer Light-emitting Diodes Co-doped with Phosphorescent Iridium Complexes Bearing the Same Cyclometalated Ligand, *Phys. Status Solidi C*, 9 (12), 2553-2556 (2012), 査読有り. DOI: 10.1002/pssc.201200422
- ⑧ 八木繁幸, 井川茂, 中澄博行, 溶液塗布技術を利用したりん光型白色有機 EL 素子の開発, *WEB ジャーナル*, 134, 14-17 (2012), 査読無し.

[学会発表] (計 29 件)

- ① 八木繁幸, 2-フェニル-1*H*-イミダゾール系配位子を有する新規有機イリジウム錯体の合成と発光特性, 日本化学会第 95 春季年会, 2015 年 3 月 26-29 日, 日本大学理工学部船橋キャンパス (千葉県・船橋市).
- ② 八木繁幸, 3,5-ジ(カルバゾール-9-イル)フェニル基を付与した dendroliamer 型青色りん光性有機イリジウム錯体の合成と発光特性, 日本化学会第 95 春季年会, 2015 年 3 月 26-29 日, 日本大学理工学部船橋キャンパス (千葉県・船橋市).
- ③ Shigeyuki Yagi, Luminescent Properties of 2-(Dibenzo[b,d]-furan-4-yl)pyridine-based Cyclometalated Platinum(II) Complexes in Polymer Thin Films, 2014 年 10 月 11-13 日, 北海道大学札幌キャンパス (北海道・札幌市).
- ④ 八木繁幸, カルバゾール含有 dendroliamer を有する新規青色りん光性有機イリジウム錯体の合成と発光特性, 2014 年 10 月 11-13 日, 北海道大学札幌キャンパス (北海道・札幌市).
- ⑤ 八木繁幸, 塗布型 OLED を指向したりん光性有機金属錯体の配位子デザイン, 高分子学会印刷・情報記録・表示研究会および光反応・電子用材料研究会, 2014 年 10 月 9 日, 大阪府立大学 I-site なんば (大阪府・大阪市), 招待講演.
- ⑥ 八木繁幸, 塗布型有機 EL を指向したりん光性有機金属錯体の機能設計, 日本接着学会関西支部平成 26 年度第 1 回接着ワークショップ, 2014 年 7 月 22 日, 大阪市立工業試験所 (大阪府・大阪市), 招待講演.
- ⑦ 八木繁幸, ホール輸送性 dendroliamer を有する新規青色りん光性イリジウム(III)錯体の合成と発光特性, 日本化学会第 94 春季年会, 2014 年 3 月 27-30 日, 名古屋大学

- 東山キャンパス (愛知県・名古屋市).
- ⑧ 八木繁幸, 有機 EL 素子への応用を指向したりん光性有機金属錯体の高機能化, 東海コンファレンス 2013 in 岐阜, 2013 年 12 月 25 日, 岐阜大学 (岐阜県・岐阜市), 招待講演.
- ⑨ Shigeyuki Yagi, Development of Single-doped White Organic Light-emitting Diodes with High Color Rendering Properties Utilizing Excimer Emission from Cyclometalated Platinum(II) Complexes, 85th Japan Society of Colour Material (JSCM) Anniversary Conference, October 24-25, 2013, Tokyo (Japan).
- ⑩ 八木繁幸, 非ドーブ型 OLED への応用を目的としたカルバゾール含有デンドロンを有する新規ビスシクロメタル化イリジウム(III)錯体の合成と電界発光特性, 色材協会創立 85 周年記念研究発表会, 2013 年 10 月 24-25 日, タワーホール船堀 (東京都・江戸川区).
- ⑪ 八木繁幸, フェニルピリジン配位子上に種々の置換基を有するシクロメタル化白金(II)錯体のエキシマー発光挙動, 2013 年光化学討論会, 2013 年 9 月 11-13 日, 愛媛大学城北地区キャンパス (愛媛県・松山市).
- ⑫ 八木繁幸, カルバゾール系ホール輸送部位を有する新規シクロメタル化イリジウム(III)錯体の合成と電界発光挙動, 第 24 回基礎有機化学討論会, 2013 年 9 月 5-7 日, 学習院大学目白キャンパス (東京都・豊島区).
- ⑬ Shigeyuki Yagi, Excimer-based Photo- and Electroluminescence from Cyclometalated Platinum(II) Complexes Controlled by Cyclometalated and Ancillary Ligands, 11th International Symposium on Functional  $\pi$ -Electron System, June 2-7, 2013, Arcachon (France).
- ⑭ 八木繁幸, 高分子 EL 素子中におけるシクロメタル化白金(II)錯体のエキシマー形成とその発光挙動, 日本化学会第 93 春季年会, 2013 年 3 月 22-25 日, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県・草津市).
- ⑮ 八木繁幸, 種々の電子求引基を有する新規シクロメタル化白金錯体のエキシマー発光挙動, 日本化学会第 93 春季年会, 2013 年 3 月 22-25 日, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県・草津市).
- ⑯ 八木繁幸, カルバゾール含有デンドロンを有する新規シクロメタル化イリジウム(III)錯体の合成と発光特性, 日本化学会第 93 春季年会, 2013 年 3 月 22-25 日, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県・草津市).
- ⑰ Shigeyuki Yagi, Synthesis and Photophysical Properties of Novel Phosphorescent Platinum(II) Complexes Bearing

Oligofluorene-based Cyclometalated Ligands, 12th International Kyoto Conference on Organic Chemistry (IKCOC-12), November 12-16, 2012, Kyoto (Japan).

- ⑱ 八木繁幸, フルオレン系  $\pi$  共役拡張型シクロメタル化配位子を有するりん光性白金(II)錯体の合成と高分子電界発光素子への応用, 2012 年度色材研究発表会, 2012 年 9 月 20-21 日, 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス (大阪府・堺市).

[図書] (計 1 件)

- ① 八木繁幸, 中澄博行, 化学同人, 機能性色素の科学 第 16 章 ディスプレイ用色素, 2013 年, pp. 247-269.

[産業財産権]

- 出願状況 (計 2 件)  
 名称: イリジウム錯体およびそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子  
 発明者: 八木繁幸  
 権利者: 公立大学法人大阪府立大学  
 種類: 特許出願  
 番号: 特願 2014-047889  
 出願年月日: 2014 年 3 月 11 日  
 国内外の別: 国内

名称: イリジウム錯体およびそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子  
 発明者: 八木繁幸  
 権利者: 公立大学法人大阪府立大学  
 種類: 特許出願  
 番号: PCT/JP2015/000760  
 出願年月日: 2015 年 2 月 18 日  
 国内外の別: 国外

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等  
<http://www.chem.osakafu-u.ac.jp/ohka/ohka6/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

八木 繁幸 (YAGI, SHIGEYUKI)  
 大阪府立大学・大学院工学研究科・准教授  
 研究者番号: 40275277