

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月25日現在

機関番号：24403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21655016

研究課題名（和文）安定ラジカルを用いた「有機ラジカルEL」への挑戦

研究課題名（英文）A Challenge to “Organic Radical Light-emitting Diode” Utilizing Stable Radicals

研究代表者

池田 浩 (IKEDA HIROSHI)

大阪府立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：30211717

研究成果の概要（和文）：本研究では安定な有機ラジカルを合成し、その機能性有機デバイスへの応用を検討した。残念ながら蛍光性ではなく、有機 EL（OLED）の発光子として使用する最初の試みは不可能であった。しかし、酸化還元電位などの基礎特性評価の結果、この有機ラジカルは有機 EL の電子あるいは正孔輸送物質として有用であることが示唆された。また、有機電界効果トランジスタ（OFET）にも適用可能であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：In this study, a stable organic radical was synthesized and its application to the functional organic devices were examined. The first attempt to use it as an emitter of the organic light-emitting diodes (OLEDs) was impossible, because it was not fluorescent, unfortunately. However, as a result of basic examination of redox properties, the organic radical was suggested to be useful as an electron- or hole-transporting material of OLEDs. It was also suggested that the organic radical is applicable to organic field effect transistor (OFET).

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	700,000	0	700,000
2010年度	1,200,000	0	1,200,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	360,000	3,460,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：基礎化学・有機化学

キーワード：有機光化学

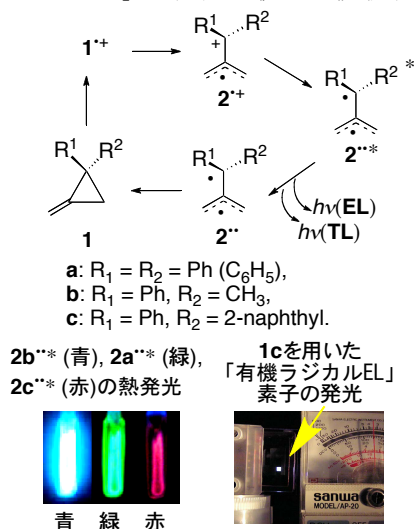
1. 研究開始当初の背景

(1) 国内外の研究動向及び位置づけ：有機 EL は液晶に代わる次世代ディスプレイとして研究開発が行われてきたが、現在は一時期の勢いを失っており、大きな転換期を迎えている。これは重要な開発原理が一通り出尽くしたことが一因となっている。一方、有機ラジカルは機能性素子として急速に注目されており、有機ラジカル電池がその好例である。有機 EL に有機ラジカルを応用する試みは、山形大・城戸研と早稲田大・西出研で見られ、いずれもニトロキシ

ドラジカル（ちなみに、これらは発光しない）をホール輸送層に利用している。一方、有機 EL の発光子として利用する目的で安定有機ラジカルを開発する研究が、国外で少なくとも1グループある。このような現状に鑑み、「有機ラジカル EL」という国内発で世界初（次項）の新概念に関してイニシアチブを維持するためにも本研究が必要不可欠であると考え、応募に至った。

(2) 応募者のこれまでの研究成果と着想に至った経緯：我々はすでに基質 1 の化学反

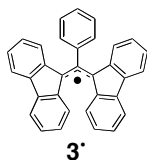
応で生じた反応性有機ラジカル 2^{**} を発光子として利用する「有機ラジカル EL」素子の開発に世界で初めて成功した (スキーム 1)。これは、従来の有機 EL 開発原理の常識を覆すものであり、上記 1, 2) の他に、3) 耐久性向上のための新機構という、3 点の革新的な特徴があった。これを受け、本研究では、反応性ではなく、安定有機ラジカルの合成とそれを発光子とする「有機ラジカル EL」の開発に初めて挑戦する。



スキーム 1. 基質 **1** の熱発光と反応性「有機ラジカル EL」の概略図

2. 研究の目的

本研究では、国内発で世界初の新概念である、炭化水素系安定有機ラジカル (3^*) を発光子とする有機 EL、即ち「有機ラジカル EL」の開発研究を行う。これにより、長波長発光の簡易実現と、内部量子効率の飛躍的増大を図る。



3. 研究の方法

本研究では、主に次の 7 つの方法で研究を推進する計画を立てた。

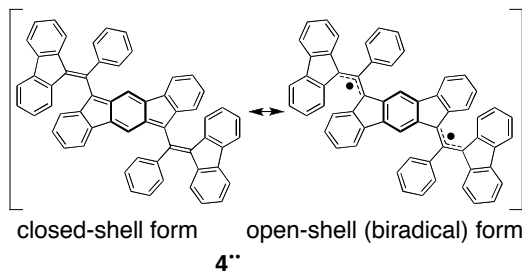
- (1) 基質合成
- (2) 光化学的挙動、光物理学的挙動の解明
- (3) 電気化学的挙動の解明
- (4) γ 線および X 線誘起熱発光
- (5) X 線結晶構造解析と ESR 測定
- (6) 量子化学計算
- (7) 「有機ラジカル EL」の作成と特性評価

4. 研究成果

(1)2009 年度：本研究では、新たなデバイス材料として、安定アリルラジカルである α,γ -ビスジフェニレン- β -フェニルアリルラジカル (3^*) に着目し、有機デバイスへの応用に必要な基礎物性の評価を行った。文献を参考

に合成した 3^* を、ベンゼンから再結晶すると、1:1 でベンゼンを包摂した、金属光沢のある緑色結晶 ($3^* \cdot \text{C}_6\text{H}_6$) が得られた。ベンゼン溶液中での UV-vis 吸収スペクトル測定では、489 nm に SOMO-LUMO 遷移に対応するピークを観測した。また、経時変化の観測を行ったところ、空気飽和下で 2 日間放置しても吸収スペクトルに変化がないことから、 3^* は酸素に対して安定であることがわかった。一方、蛍光スペクトル測定では、 3^* はほとんど蛍光を発しないことが分かった。アセトニトリル溶液中でのサイクリックボルタンメトリーでは、 3^* の可逆的酸化還元波が観測され、酸化還元電位はそれぞれ $E_{1/2}^{\text{ox}} = +0.77 \text{ V vs. SCE}$, $E_{1/2}^{\text{red}} = -0.36 \text{ V}$ であった。これらは一般的な閉殻種のそれに比べて非常に低く、電子授受能の高さが示唆された。次に、スピコート法により 3^* の薄膜を作成し、その UV-vis 吸収スペクトルを測定したところ、498 nm にピークが観測された。また、電気伝導性の評価として、光電流 (Photocurrent: PC) 測定を行った結果、550 nm 付近で 3^* の電気伝導性が観測された。蒸着より簡便な塗布法で電気伝導性をもつ低分子薄膜が作成されたことは注目される。今後は、 3^* の塗布膜を用いたデバイス作成を行う予定である。予期しないことに 3^* は蛍光を全く発せず、有機 EL の発光子としての利用は困難であったが、有機 EL の電子輸送層あるいは正孔輸送層として、有用であることが示唆された。

(2)2010 年度：本研究では、新たなデバイス材料として、安定アリルラジカルである α,γ -ビスジフェニレン- β -フェニルアリルラジカル (3^*)、さらに共役系を拡張した安定ビラジカル (4^{**}) に着目し、有機デバイスへの応用に必要な基礎物性の評価を行った。文献を参考に合成した 3^* は、サイクリックボルタンメトリーの結果から、酸化還元電位が非常に低く、有機電界効果トランジスタ (OFET) への応用が可能であることが示唆された。そこで、スピコート法を用いて 3^* を有機半導体層に用いたボトムゲート-トップコンタクト型 FET 素子を作成し、そのキャリア移動特性を評価した。その結果、 3^* を用いた素子は n 型の FET 特性を示し、このときの移動度は $6.3 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。この値は、一般的な有機半導体を用いた OFET に比べ、非常に



低い値ではあったものの、**3***がデバイス材料に応用可能であることが確認された。また、この結果について、密度汎関数理論 (DFT) 計算を用いて考察を行ったところ、一般的な n 型有機半導体は LUMO がキャリア移動に関与するが、**3***は LUMO ではなく、ラジカル特有の SOMO が関与することが示唆され、n 型 OFET 材料としてのラジカルの有用性が明らかになった。一方、共役系を拡張した **4****は三つの構造異性体を持ち、さらに多重度も一重項と三重項の二つを取り得るため、移動度の向上だけでなく、異性体や多重度の変化による移動度の変化が期待され、大変興味深い。現在は、**4****、そして、溶解性の向上を志向し、長鎖アルキル鎖を導入した **3****の合成を行っている。今後は、ターゲットのピラジカルの合成、異性体ごとに単離し、各々の多重度と、ピラジカル **3****、**4****を用いた OFET の移動度について評価する。

(3)2011 年度：平成 22 年度の検討の結果、安定有機ピラジカル **4****の合成ルートがほぼ明らかになった。これを受け、平成 23 年度は以下の実験①～⑦を検討した。

- ①基質合成：平成 22 年度の方法を参考に、さらなる効率化を行った。
- ②光化学的挙動、光物理学的挙動の解明：溶液および結晶での安定性を中心に、光化学的挙動を検討した。その結果、特に **4****は近赤外領域までにおよぶ長波長部に吸収があることが判った。一方、発光は弱いことがわかり、**4****がピラジカル構造ではないことが示唆された。
- ③電気化学的挙動の解明：サイクリックボルタンメトリー法を用いて、**4****の酸化還元特性と安定性を評価した。その結果、酸化還元電位は有機化合物としてはいずれも低いものの、有機ラジカルとしては高く、この実験でも **4****がピラジカル構造ではないことが示唆された。
- ④γ線および X 線誘起熱発光：有機 EL と同様な電荷再結合による機構で発光する γ 線誘起熱発光と X 線誘起熱発光の検討を行ったが、熱発光性はほとんど確認されなかった。
- ⑤X 線結晶構造解析と ESR 測定：**4****の X 線結晶構造解析を試みたが、良い結晶が得られず、実験的に結晶中の分子構造を明らかにすることはできなかった。一方、ESR 測定で強いシグナルが観測されることはなく、この実験でも **4****がピラジカル構造ではないことが示唆された。
- ⑥量子化学計算：密度汎関数理論法による **4****の分子構造と電子構造を明らかにした。その

結果、**4****は閉殻構造をとることが示唆された。
⑦「有機ラジカル EL」の作成と特性評価：
4**については、発光性がなく有機ラジカル EL への展開は叶わなかったが、**4****は有機電界効果トランジスタ (OFET) などに使われる有機半導体としての性能を有することが分かり、その基礎特性評価を行った。

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 15 件)

1. DFT Studies of Unique Stereoelectronic Effects of Substituents on Divergent Reaction Pathways of Methylenecyclobutanone Radical Cations. *Tetrahedron* **2012**, *68*, in press. Mizuno, K.; *Ikeda, H. (5 人, 最後尾, 査読有)
2. White Light Emission from a Single Component System: Remarkable Concentration Effects on the Fluorescence of 1,3-Diaroylmethanoboron Difluoride. *Tetrahedron Lett.* **2012**, *53*, in press. Mizuno, K.; *Ikeda, H. (6 人, 最後尾, 査読有)
3. Design, Generation, and Characterization of a 1,5-Hexadiene Bearing Two Lophyl Radicals as a Probe of the Stepwise Mechanism for the Cope Rearrangement. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2011**, *84*, 537–543. *Ikeda, H.; *Mizuno, K. (5 人, 筆頭, 査読有)
4. A Probable Hydrogen-Bonded Meisenheimer Complex: An Unusually High SNAr Reactivity of Nitroaniline Derivatives with Hydroxide Ion in Aqueous Media. *J. Org. Chem.* **2011**, *76*, 6356–6361. Mizuno, K.; *Ikeda, H. (7 人, 最後尾, 査読有)
5. Density Functional Theory Study of Silole-fused Tetramethyleneethane Biradicals with Orbital Interactions. *J. Phys. Org. Chem.* **2011**, *24*, 921–928. Mizuno, K.; *Ikeda, H. (3 人, 最後尾, 査読有)
6. Twisted Molecular Geometry and Localized Electronic Structure of the Triplet Excited *gem*-Diphenyltrimethylenemethane Biradical: Substituent Effects on Thermoluminescence and Related Theoretical Calculations. *Tetrahedron* **2011**, *67*, 7431–7439. Mizuno, K.; *Ikeda, H. (6 人, 最後尾, 査読有)
7. X-ray-Triggered Thermoluminescence and DFT Characterization of *gem*-Diphenyltrimethylenemethane Biradical. *Aust. J. Chem.* **2010**, *63*, 1342–1347. *Ikeda, H.; *Mizuno, K. (5 人, 筆頭, 査読有)
8. Contrasting Intermolecular and Intramolecular Exciplex Formation of a 1,4-Dicyano-2-methylnaphthalene-*N,N*-Dimethyl-*p*-toluidine Dyad. *Org. Lett.* **2010**, *12*,

- 1940–1943. *Ikeda, H.; *Mizuno, K. (7人, 2番目, 査読有)
9. Effects of Magnesium Salts on Photoinduced Electron Transfer Reaction between Ammonia, 2,5-Dimethyl-2,4-hexadiene, and 9-Cyanoanthracene. *Tetrahedron* **2010**, *66*, 3770–3774. Ikeda, H.; *Mizuno, K. (4人, 3番目, 査読有)
 10. Colorimetric and Fluorometric Sensing of the Lewis Acidity of a Metal Ion by Metal-ion Complexation of Imidazo[1,2-a]pyrazin-3(7H)-ones. *Tetrahedron* **2010**, *66*, 3842–3848. *Hirano, T.; Ikeda, H. (6人, 4番目, 査読有)
 11. Control of the CT Interaction between Electron-donor and -acceptor Moieties of a 1,4-Dicyanonaphthalene-arene dyad for Intermolecular Exciplex or Excimer Formation in Crystals. *Tetrahedron Lett.* **2010**, *51*, 5877–5880. *Ikeda, H.; *Mizuno, K. (7人, 2番目, 査読有)
 12. Experimental and Computational Studies on the Dipole Moments of Annulated-Tropones and 1,4-Polyacenequinones. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2009**, *82*, 70–75. Kudoh, M.; Ikeda, H. (7人, 3番目, 査読有)
 13. Multi-Input/Multi-Output Molecular Response System Based on the Dynamic Redox Behavior of 3,3,4,4-Tetraaryldihydro-[5]helicene Derivatives: Reversible Formation/Destruction of Chiral Fluorophore and Modulation of Chiroptical Properties by Solvent Polarity. *Chem. Eur. J.* **2009**, *15*, 9434–9441. Suzuki, T.; Ikeda, H.; Mizuno, K. (8人, 6番目, 査読有)
 14. Concerted Quantum Effects of Electronic and Nuclear Fluxes in Molecules. *Chem. Phys. Lett.* **2009**, *481*, 118–123. Barth, I.; Ikeda, H.; Manz, J. (8人, 3番目, 査読有)
 15. Photochromic Behavior of Tetrathienylethene in Condensed Systems. Attempts to Control 1,2-Dyotropic Rearrangement of the Closed Isomer. Ikeda, H.; Mizuno, K. *Res. Chem. Intermed.* **2009**, *35*, 893–908. (5人, 筆頭, 査読有)
- [学会発表] (計 31 件)
1. 2012年8月3日, 池田 浩, 有機ラジカルカチオンから生まれる新しい化学現象～熱ルミネッセンス, 有機ラジカル EL, 一電子 σ 結合を例に～, 第44回構造有機化学若手の会, 札幌, 招待講演.
 2. 2012年6月27日, 池田 浩, 熱ルミネッセンスと有機ラジカルEL—学生が見つけた大発見—, 福井大学大学院工学研究科講演会, 福井, 招待講演.
 3. 2012年1月28日, 池田 浩, 熱ルミネッセンスと有機ラジカルEL—学生が見つけた大発見—, 信州大学教育学部講演会, 長野, 招待講演.
 4. 2011年12月20日, 池田 浩, 発光三題: 熱ルミネッセンス, 有機ラジカル EL, そして有機ボロン錯体の固体発光, 奈良先端科学技術大学第171回光ナノサイエンス特別講義, 奈良, 招待講演.
 5. 2011年11月25日, 池田 浩, 「府大発で世界初! 有機ラジカル EL の秘密」, 大阪府立大学産官学共同研究会第72回テクノラボツアー, 堺, 招待講演.
 6. 2011年11月23日, Ikeda, H., Spectroscopic Observation of Radical Cations Possessing One-electron σ -Bonds: Photoinduced Electron-Transfer Reactions of Diarylated Cage Compounds, 10th International Symposium on Organic Reactions (ISOR10), 横浜, 招待講演.
 7. 2011年10月30日, *Ikeda, H., Asada, N. Oshima, M. Mizuno, K. Spectroscopic and DFT Evidence for a Radical Cation Possessing a One-Electron σ -Bond, The 8th Korea–Japan Symposium on Frontier Photoscience (KJFP 2011), 韓国・ソウル, 招待講演.
 8. 2011年10月4日, 池田 浩, 有機ボロン錯体の固体発光特性と結晶構造—有機ボロン錯体の固体発光特性と結晶構造—, 近畿化学協会ヘテロ原子部会平成23年度第2回懇話会, 和歌山, 招待講演.
 9. 2011年9月8日, 池田 浩, 有機光電子移動反応の機構解明と発光化学への展開, 2011年光化学討論会, 宮崎, 2010年光化学協会賞受賞講演.
 10. 2011年1月30日, 池田 浩, 1,2-ジアリールエタン骨格を含む環状分子の一電子 σ 結合の観測, シンポジウム「2011最先端ビーム機能化学」, 大阪, 招待講演.
 11. 2010年12月17日, Namai, H.; Ikeda, H.; Hoshi, Y.; Mizuno, K. Thermoluminescence Originating from the Singlet Excited State of 1,4-Diarylcyclohexane-1,4-diyls: A Potentially General Strategy for the Observation of Short-lived Biradicals. 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies: Pacificchem 2010, アメリカ・ホノルル, 招待講演.
 12. 2010年12月1日, 池田 浩, 熱ルミネッセンスと「有機ラジカル EL」—ラジカルカチオンから励起ビラジカルを生む逆電子移動の有効利用—, 大阪市立大学大学院理学研究科, 大阪, 招待講演.
 13. 2010年11月25日, 池田 浩, 有機ラジカル EL の開発を志向した新規有機光電

- 子移動反応, 第 8 回有機合成化学協会関西支部賞受賞講演会, 大阪, 受賞講演.
14. 2010 年 11 月 20 日, 池田 浩, 有機 π ラジカルの熱ルミネッセンスと有機 EL への応用—新しいフルオロファの提言—, 有機 π 電子系シンポジウム, 明石, 招待講演.
 15. 2010 年 11 月 9 日, 池田 浩, 有機ビラジカルの熱ルミネッセンスと有機ラジカル EL への応用, 筑波大学大学院数理工学物質科学研究科, つくば, 招待講演.
 16. 2010 年 7 月 13 日, Ikeda, H. Organic Radical Light-emitting Diode: A New Device Utilizing Triplet-Triplet Thermoluminescence of the Excited Trimethylenemethane Biradical. The 5th Heron Island Conference on Reactive Intermediates and Unusual Molecules: Synthesis and Mechanism: Heron 5, オーストラリア・ヘロン島, 招待講演.
 17. 2010 年 6 月 24 日, 池田 浩, 有機光化学における電子移動と逆電子移動, そして反応性中間体, 第 6 回有機電子移動化学若手の会, 堺, 招待講演.
 18. 2010 年 6 月 9 日, 池田 浩, 光電子移動化学におけるラジカルカチオンとビラジカル—計算化学で分かること—, 富士通計算化学セミナー2010, 千葉, 招待講演.
 19. 2010 年 4 月 30 日, 池田 浩, ホタルの光にヒントを得た新規発光デバイス—熱ルミネッセンスの偶然の発見から「有機ラジカル EL」までの物語—, 立命館大学第 99 回光生命科学研究所セミナー・第 106 回生物有機化学・草津セミナー, 草津, 招待講演.
 20. 2010 年 3 月 19 日, 池田 浩, テトラチエニルエテンの多元応答型クロミズムを目指して, 表面反応型クロモジェニック材料に関する研究会 第 7 回講演会, 名古屋, 招待講演.
 21. 2010 年 3 月 12 日, 池田 浩, ラジカルの熱ルミネッセンスの発見から「有機ラジカル EL」の創製へ—逆転の発想による長波長発光・量子効率増大への新提言—, 第 10 回機能性分子シンポジウム, つくば, 招待講演.
 22. 2010 年 2 月 5 日, 池田 浩, 有機ラジカルの熱ルミネッセンスの発見と有機ラジカル EL の開発, 有機合成化学協会関西支部 有機合成 2 月セミナー・有機合成のニュートレンド 2010, 京都, 招待講演.
 23. 2010 年 2 月 5 日, 池田 浩 (水野一彦の代理), 光を用いる炭素—炭素結合形成反応, 有機合成化学協会関西支部 有機合成 2 月セミナー・有機合成のニュートレンド 2010, 京都, 招待講演.
 24. 2010 年 1 月 26 日, 池田 浩, 励起三重項ビラジカルが発光する「有機ラジカル EL」—偶然の発見による 長波長発光・量子効率増大への新提言—, 長崎県工業技術センター平成 21 年度材料分子設計研究会講演会 (第 2 回), 長崎, 招待講演.
 25. 2009 年 11 月 27 日, Ikeda, H., Thermoluminescence and an Organic Radical Light-Emitting Diode Based on Triplet-Triplet Fluorescence of the Trimethylenemethane Biradical, 二国間交流事業共同研究/セミナー, ドイツ・ケルン, 招待講演.
 26. 2009 年 11 月 25 日, Ikeda, H., The Mechanism for the Thermal and Photoinduced Electron-transfer Cope Rearrangement of 1,5-Hexadienes, 二国間交流事業共同研究/セミナー, ドイツ・ベルリン, 招待講演.
 27. 2009 年 10 月 6 日, 池田 浩, 励起ビラジカルが発光する「有機ラジカル EL」—偶然の発見による長波長発光・量子効率増大・耐久性向上・コスト低減への新提言—, チバ・ジャパン講演会, 尼崎, 招待講演.
 28. 2009 年 9 月 18 日, Ikeda, H., Organic Radical Light-emitting Diode: A New Device Utilizing Triplet-Triplet Thermoluminescence of the Excited Trimethylenemethane Biradical, International Meeting on Interdisciplinary Chemistry 2009 at Ikaho, 伊香保, 招待講演.
 29. 2009 年 7 月 27 日, 池田 浩, 励起ビラジカルが発光する「有機ラジカル EL」の開発 —長波長発光, 量子効率増大, 耐久性向上, コスト低減への新提言—, 高分子同友会勉強会, 東京, 招待講演.
 30. 2009 年 6 月 19 日, 池田 浩, パルスラジオリシスとガンマ線照射法による有機電子移動反応の機構解明と新規発光システムの開拓, 第 1 回量子ビーム科学研究施設研究会, 茨木, 招待講演.
 31. 2009 年 5 月 8 日, 池田 浩, γ 線および X線照射誘起による有機ビラジカルの熱ルミネッセンスと新概念「有機ラジカル EL」の開発, 電気学会 光・量子デバイス研究会, 神戸, 依頼講演.
- [図書] (計 10 件)
1. 太田英輔, 池田 浩, 光化学の事典 —だれでもわかる光化学の初歩—, 光化学協会編, 朝倉書店 2012, 印刷中. "第 4 章

- 様々な化合物の光化学, 4.1 節 炭化水素
(1)「オレフィン, 環状オレフィンの光化学」(査読無)
2. 松井康哲, 水野一彦, 池田 浩, 特集号「有機合成がリードする材料の科学と機能」, "有機ラジカルの基礎特性とその機能化—過去の研究例から未来の有機ラジカル EL まで—", 有機合成化学協会誌, 有機合成化学協会 **2012**, 70(5), 434-441. (査読有)
 3. 池田 浩, 常識を打ち破る「有機ラジカル EL」, 化学工業, **2011**, 62(3), 30-35 (198-203). (査読無)
 4. 井本充隆, 竹田元則, 池田 浩, 松井康哲, 水野一彦, エキシプレックス発光性有機結晶: 1,4-ジシアノナフタレン—アレーン連結ダイアドの分子間および分子内エキシプレックスの生成, 化学工業 **2011**, 62(4), 48-52 (296-300). (査読無)
 5. 川邊晶文, 水野一彦, 池田 浩, "第1章 ジアリアルエテンの極限性能, 5. テトラチエニルエテン誘導体のフォトおよびエレクトロクロミック特性", フォトクロミズムの新展開と光メカニカル機能材料, 入江正浩・関 隆広監修, シーエムシー出版 **2011**, 38-46. (査読無)
 6. 池田 浩, "熱ルミネッセンスの発見と革新的「有機ラジカル EL」の開発", 科研費ニュース **2011**, 3, 10. (査読無)
 7. 小関史朗, 池田 浩, 八木繁幸, 内藤裕義, "第3章 分子サイズの電気回路—分子設計・合成から評価まで—", 大阪府立大学 21 世紀科学研究機構編, 大阪公立大学共同出版会. 大阪府立大学における分野横断型研究の展開—21 世紀科学研究所の挑戦— **2010**, 26-43. (査読無)
 8. Mizuno, K.; Ikeda, H.; Maeda, H. "Chapter 5. Environmentally Harmonious Organic Photochemical Reactions" (Review), In Environmentally Harmonious Chemistry for the 21st Century (Chemical Engineering Methods and Technology) Anpo, M.; Mizuno, K., Ed.; Nova: Hauppauge, NY, **2010**, pp. 89-122. (査読有)
 9. 池田 浩, 有機ラジカル EL—化学反応で生じる励起ピラジカルの特徴に着目した, 長波長発光・量子効率増大・コスト低減・耐久性向上への新提言—, 機能材料, **2010**, 30, 42-49. (査読無)
 10. 池田 浩, 光誘起電子移動反応と熱ルミネッセンス—基底および励起ピラジカルを生み出す逆電子移動過程—, 化学工業, **2009**, 60, 743-747. (査読無)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 2 件)
 名称: 化学物質発光評価方法及びその方法を実行する化学物質発光評価装置
 発明者: 池田 浩・他 4 人
 権利者: 大阪府立大学
 種類: 特許権
 番号: 特願 2009-188501
 出願年月日: 2009 年 8 月 17 日
 国内外の別: 国内

名称: 蛍光増白剤及びそれを用いた白色樹脂組成物
 発明者: 池田 浩・他 2 人
 権利者: 大阪府立大学
 種類: 特許権
 番号: 特願 2009-178984
 出願年月日: 2009 年 7 月 31 日
 国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

(1) ホームページ
<http://www.chem.osakafu-u.ac.jp/ohka/ohka5/index.html>

(2) 受賞
 平成23年電気関係学会関連西連合大会において, 奨励賞を受賞 (2012年4月20日)
重森 実 (発表当時, 修士課程 2 年)
 「安定アリアルラジカルのキャリア輸送特性と電子構造」

(3) 新聞掲載

1. 世界初の有機ラジカル EL 発光効率 4 倍・大幅コスト低減可能, 化学工業日報, 2009 年 4 月 10 日, 池田 浩.
2. 有機 EL 材, 発光効率 4 倍 —大阪府大基礎実験 X線照射で電子分離—, 日経産業新聞, 2009 年 4 月 7 日, 池田 浩.

6. 研究組織

(1) 研究代表者
池田 浩 (IKEDA HIROSHI)
 大阪府立大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号: 30211717

(2) 研究分担者
 なし

(3) 連携研究者
 なし

(4) 研究協力者
重森 実 (SHIGEMORI MINORU)
 大阪府立大学・大学院工学研究科・大学院生