

平成30年6月23日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03796

研究課題名(和文) 柔軟性遷移金属集積体の3次元構造制御に基づく機能性発光材料の開拓

研究課題名(英文) Development of Multi-functional Emissive transition-metal aggregates based on controlling of flexible 3D molecular structural

研究代表者

直田 健 (Naota, Takeshi)

大阪大学・基礎工学研究科・教授

研究者番号：20164113

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、多様なd-共役を有する発光プラットフォームを開発し、さらにその分子に特異な3次元構造を導入することで、分子会合や集合を制御することで多様な発光性を発現する新規潜在発光性錯体群の構築を目指している。特に、面性キラリティーを有する金属3次元構造体を構築し、これらの有する固有の分子運動性および会合・集合能力と発光特性の関連性を精査する基礎研究を行うことによって、高機能性発光材料を指向した研究に取り組んでいる。

これまでの研究成果として、特異な3次元構造を有する新規発光性金属錯体を様々開発し、その会合や集合性、分子運動性に基づく発光挙動制御やそのための基礎的知見を多く得た。

研究成果の概要(英文)：In this study, various emissive platform having d- conjugation has been developed and design specific 3D structure to these compounds to control molecular aggregation and emission properties. Especially, we developed specific 3D structural metal complexes having planar chirality to explore the controlling of emission properties by molecular motion and aggregation behavior.

研究分野：有機化学

キーワード：リン光 発光 白金 分子集合 キラリティ

## 1. 研究開始当初の背景

紫外光や電気によって高輝度に発光するリン光性素子の開拓は、面発光照明やディスプレイ、レーザー素子など、省エネルギーで豊かな人間生活に不可欠なテーマである。なかでもイリジウム錯体は、最も高い発光効率を有するリン光性材料であり、すでに有機EL素子の発光体として実用化がなされている。しかしすべてのリン光性材料は、高輝度化のために高濃度凝集させると失活が起こり、発光しなくなる。豊富元素の白金は特にd軌道の外部接触が顕著で使用不能とされてきた。有機EL素子開拓には、この凝集による失活の根本的問題点を回避するために多くの制約がつかまとう。これらの高輝度素子開拓を阻む根本原因を解決するためには、基礎研究の観点で発光体の分子間相互作用の基礎研究を行い、「むしろ固体でよく光る材料」の開拓とその発光原理解明こそが急務の課題である。超希少元素のイリジウムの使用を回避し、白金に代替するための研究は、将来を見据えた光学材料開拓に必須である。

## 2. 研究の目的

本研究では、柔軟及び剛直性有機リンカーで連結された多座配位子による、これまでにない3次元構造を有する発光性遷移金属錯体を合成し、d- $\pi$ 共役の制御に基づく内的要因の制御や、高圧、超音波による高エネルギー付与などの外的要因を駆使することで、高輝度発光体の創製や発光ON-OFFの動的制御を達成する方法論の開拓を目的としている。具体的には(1)新規3次元分子構造を有する金属錯体の創出: 燐光性白金錯体を中心に新規錯体合成手法を開拓し、広範な3次元超分子構造を有する発光性単核多核錯体の創出に取り組む。(2)発光性分子の集合制御を、分子ユニットのデザインと結晶工学や超音波照射、高圧反応等の外部要因を駆使することで、本質的に不可能とされつつも将来にその実現が渴望されている高輝度で高効率に発光する結晶やゲル、液晶等の集合体創製とその方法論の確立研究を行う。(3)発光プラットフォームのd- $\pi$ 共役の剛直化と柔軟化概念を構築し、これらを有する典型的な機動的3次元構造を有する錯体や金属集積体の構築に取り組む。

## 3. 研究の方法

発光源となる白金と配位子間の配位構造を革新しうる合成法を開拓する。これまで白金錯体の金属塩とヘテロ原子系2座配位子(L1-L2) (L1=heteroatom, anionic, L2=heteroatom, neutral)との反応では、同一の配位子が対面に配位する最安定なhomoleptic錯体trans-Pt(L1-L2)<sub>2</sub>以外の配位形式のものはその不安定性から合成することはできず、heteroleptic錯体Pt(L1-L2)(L3-L4)の合成は配

位力が極めて強い炭素結合型錯体に限られてきた。cis配位に至っては、2座を短くリンクした4座配位子によるサレン錯体以外ではその合成は不可能であった。申請者らは最近hemilabileな合成中間体を經由する速度論的制御による合成手法によりtransおよびcis配位形式を有するhomoおよびheteroleptic錯体の自由な配位子組み合わせによる選択的合成開拓の端緒をつかんだ。本研究では配位形式を自由に合成できる速度論制御の手法を確立し、これを用いて、配位部位と機能性置換基を自由自在に組み合わせ、多様な発光プラットフォームを創出する。これを基盤にリンカーを駆使して渡環構造、2核洗濯バサミ構造(trans)、ピンセット構造(cis)、多核筒状構造など多様な3次元構造を合成する。

## 4. 研究成果

これまでの研究の進展状況として、特異な3次元構造を有する新規発光性金属錯体を様々開発し、その会合や集合性、分子運動性に基づく発光挙動制御やそのための基礎的知見を多く得た。以下、今回得られた成果の概要をしめす。

1. 窒素上の非共有電子対の動的な共鳴制御による平面性白金錯体の色制御 (文献7)
2. 渡環型transビス(イミノピラゾラト)白金錯体の高濃度でのりん光性増大現象 (未発表)
3. プレン部位を有するビス(イミノフェニルスルフィナト)白金錯体の折れ曲り角による発光制御 (未発表)
4. アキラルなtrans-ビス(サリチルアルジミナト)Ni錯体会合体の液晶中でのキラリティー誘起 (Chem. Eur. J. accepted (2018))
5. ビス(サリチルアルジミナト)白金錯体誘導体の量子化学計算に基づく発光性解析 (未発表)
6. ヘテロ原子2座配位子による非対称白金錯体の選択的合成法の確立 (未発表)
7. リンカーにアミドを有する洗濯バサミ型Pd2核錯体の運動性制御 (文献17)
8. 白金、パラジウムが1次元に取り込まれた超分子ゲルの解析 (文献14)

これ以外に、様々な新規発光性プラットフォームの探索、共同研究による新たな凝集状態(水面上での単分子膜や液滴)での発光挙動制御などが現在進行中である。

## 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17件)

1. "A direct synthetic method for (nitronyl

nitroxide)-substituted  $\pi$ -electronic compounds via a palladium-catalyzed cross-coupling reaction with a zinc complex", Suzuki S.; Nakamura F.; Naota T. *Mat. Chem. Front.*, **2**, 591-596 (2018).

2. "Linker length dependence of the chromogenic properties of polymethylene-vaulted trans-bis(2-aminotroponato)palladium(II) complexes", Matsuoka T, Li Z, Ikeshita M, Kawamorita S., Naota T. *J. Mol. Structure*, **1165**, 217-222 (2018).

3. "Syntheses, structures, and solid-state phosphorescence characteristics of trans-bis(salicylaldiminato)Pt(II) complexes bearing perpendicular N-aryl functionalities", Iwata S.; Takahashi H.; Ihara A.; Hiramatsu K.; Adachi J.; Kawamorita S.; Komiya N.; \*Naota T. *Trans. Met. Chem.*, **43**, 115-125 (2018).

4. "Fluorescent Crystals of Zwitterionic Imidazolium Pyridinolates: A Rational Design for Solid-State Emission Based on the Twisting Control of Proemissive N-Aryl Imidazolium Platforms", Komiya N.; Yoshida A.; Zhang D.; Inoue R.; Kawamorita S.; Naota T. *Eur. J. Org. Chem.*, **34**, 5044-5054 (2017).

5. "Solid-state fluorescence of zwitterionic imidazolium pyridinolates bearing long alkyl chains: Control of emission properties based on variation of lamellar alignment", Yoshida A.; Ikeshita M.; Komiya N.; Naota T. *Tetrahedron*, **73**, 6000-6007 (2017).

6. "Convenient Spectroscopic Method for Quantitative Analysis of Trace Hydrochloric Acid in Chlorinated Organic Solvents Using 2-(1-Adamantylimino)methyl-1H-pyrrole as a Robust Indicator", Anzai K.; Kawamorita S.; Komiya N.; Naota T. *Chem. Lett.*, **46**, 672-675 (2017).

7. "Dynamic neighbouring participation of nitrogen lone pairs on the chromogenic behaviour of trans-bis(salicylaldiminato)Pt(ii) coordination platforms", Hashimoto T.; Fukumoto K.; Le N. H.-T.; Matsuoka T., Kawamorita S., Komiya N., Naota T. *Dalton trans.*, **45**, 19257-19268 (2016).

8. "Homochiral association of binuclear trans-bis( $\beta$ -iminoaryloxy)palladium(II) complexes doubly linked with m-xylylene spacers: drastic linker-dependence of the association chirality of chiral clothespin-shaped", Naito M.; Komiya N.; Naota T. *Org. Chem. Front.*, **3**, 1286-1294 (2016).

9. "Kinetic Studies of the Chirality Inversion of Salicylaldiminato-Ruthenium Using Racemic  $\eta^6$ -p-Cymene Complexes as a Mechanistic Probe", Komiya N.; Nakajima T.; Hotta M.; Maeda T.; Matsuoka T.; Kawamorita S. Naota T. *Eur. J. Inorg. Chem.*, **19**, 3148-3156 (2016).

10. "Synthesis, structure, and chromogenic properties of polymethylene-vaulted trans-bis(salicylaldiminato)palladium(II) complexes", Maeda T.; Kawamorita S. Naota T. *Polyhedron*, **117**, 826-833 (2016).

11. "Linker-dependent chromogenic control of the emission of polymethylene-vaulted trans-bis(salicylaldiminato)platinum(II) complexes", Komiya N.; Okada M.; Le N. H.-T.; Kawamorita S.; Naota T. *J. Lumi.*, **161**, 363-367 (2015).

12. "Flavin-Functionalized Gold Nanoparticles as an Efficient Catalyst for Aerobic Organic Transformations" Imada Y.; Ohsaki M.; Noguchi M.; Maeda T.; Fujiki M.; Kawamorita S.; Komiya N.; Naota T. *Chem. Cat. Chem.*, **7**, 99-106 (2015).

13. "Highly Fluorescent Flavins: Rational Molecular Design for Quenching Protection Based on Repulsive and Attractive Control of Molecular Alignment" Suzuki H.; Inoue R.; Kawamorita S.; Komiya N.; Imada Y.; Naota T. *Chem. Eur. J.*, **21**, 9171-9178 (2015).

14. "Control of Metal Arrays Based on Heterometallics Masquerading in Heterochiral Aggregations of Chiral Clothespin-Shaped Complexes" Naito M.; Inoue R.; Iida M.; Kuwajima K.; Kawamorita S.; Komiya N.; Naota T. *Chem. Eur. J.*, **21**, 12927-12939 (2015).

15. "Variations in the emission of polymethylene-vaulted trans-bis(salicylaldiminato)platinum(II) complexes incorporating methoxy functionalities with linkage length and substitution position" Komiya N.; Okada M.; Inoue R.; Kawamorita S.; Naota T. *Polyhedron*, **98**, 75-83 (2015).

16. "Synthesis, structure and crystal packing of a clothespin-shaped binuclear trans-bis(2-amino troponato)palladium(II) complex bearing m-xylylene linkers" Naito N.; Komiya N.; Naota T. *J. Mol. Struct.*, **1102**, 230-234 (2015).

17. "Single-point Remote Control of Flapping Motion in Clothespin-shaped Bimetallic Pd Complexes Based on N(sp<sup>2</sup>)-N(sp<sup>3</sup>) Interconversion on Amide Functionalities" Inoue R.; Kawamorita S.; Naota T. *Chem. Eur. J.*, **22**, 5712-5726 (2016).

[学会発表](計 92 件)

**第 13 回ホスト・ゲスト化学シンポジウム, 宮城(東北大学川内北キャンパス), 2015.6.6-7.**

1. 内藤順也, 井上 僚, 飯田将行, 桑嶋祐己, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 2P-33 (東北大学川内北キャンパス), 2015.6.7.(ポスター発表)

**第 65 回錯体化学討論会, 奈良(奈良女子大学), 2015.9.21-23.**

2. 井上 僚, 田中陽子, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 3Ab-01 (奈良女子大学), 2015.9.23.14:10-14:30 (口頭講演)

3. Masaya Naito, Ryo Inoue, Masayuki Iida, Yuuki Kuwajima, Soichiro Kawamorita, Naruyoshi Komiya, Takeshi Naota, 1Aa-07

- (Nara Women's Univ.), 2015.9.21. 11:10–11:30 (Oral Presentation)
- 齊藤駿介, 川守田創一郎, 直田 健, 1PA-041 (奈良女子大学), 2015.9.21.(ポスター発表)
  - 釜林純, 川守田創一郎, 直田 健, 2PA-89 (奈良女子大学), 2015.9.22.(ポスター発表)
  - 片倉直樹, 北川知己, 小宮成義, 直田 健, 2Ac-04 (奈良女子大学), 2015.9.22. 10:05–10:25 (口頭講演)
  - 前田貴星, 小宮成義, 川守田創一郎, 直田 健, 2PA-38 (奈良女子大), 2015.9.23. (ポスター発表)
  - Ngoc Ha Thu LE, Naruyoshi KOMIYA, Takeshi NAOTA, 1PA-49
- 第5回 CSJ 化学フェスタ, 東京 (タワーホール船堀), 2015.10.13-15.**
- 前田貴星, 小宮成義, 川守田創一郎, 直田 健, P8-041 (タワーホール船堀), 2015.10.15. (ポスター発表)
- 第45回複素環化学討論会, 東京 (早稲田大学), 2015.11.19-21.**
- 藤木美沙, 北川隆啓, 川守田創一郎, 今田泰嗣, 直田 健, 10-05 (早稲田大学), 2015.11.19.11:15–11:34 (口頭講演)
- The 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem), Honolulu (Hawaii), 2015.12.15-20.**
- Soichiro Kawamorita, Kyohei Otsuki, Takeshi Naota, , 2015.12.16. (poster)
  - Masaya Naito, Ryo Inoue, Soichiro Kawamorita, Naruyoshi Komiya, Takeshi Naota, 2015.12.17. (poster)
  - Ngoc Ha-Thu Le, Naruyoshi Komiya, Takeshi Naota, 2015.12.19. (poster)
  - Ryo Inoue, Soichiro Kawamorita, Takeshi Naota, , 2015.12.16. (poster)
  - Shotaro Iwata, Hidenori Takahashi, Naruyoshi Komiya, Takeshi Naota, , 2015.12.19. (poster)
  - Takatoshi Maeda, Naruyoshi Komiya, Soichiro Kawamorita, Takeshi Naota, , 2015.12.16. (poster)
- 日本化学会第96春季年会, 京都 (同志社大学京田辺キャンパス), 2016.3.24-27.**
- 片倉直樹, 小宮成義, 直田 健, 2D6-09, 2016.3.25.10:20 ~ 15:30 (口頭 A 講演)
  - 山根達徳, 小宮成義, 直田 健, 2D6-10, 2016.3.25.10:30 ~ 15:40 (口頭 A 講演)
  - 齊藤駿介, 川守田創一郎, 直田 健, 2D6-52, 2016.3.25.17:30 ~ 17:40 (口頭 A 講演)
  - 井上僚, 川守田創一郎, 直田 健, 2D6-06, 2016.3.25.9:50 ~ 10:00 (口頭 A 講演)
  - Masaya Naito, Ryo Inoue, Masayuki Iida, Yuuki Kuwajima, Soichiro Kawamorita, Naruyoshi Komiya, Takeshi Naota, 2D6-01 (Doshisha Univ.), 2016.3.25. 9:00–9:20

- (Oral Presentation B)
- 釜林純, 川守田創一郎, 直田 健, 1E1-49, 2016.3.24.17:00 ~ 17:10 (口頭 A 講演)
  - 安西研人, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 1F3-37, 2016.3.24.15:00 ~ 15:10 (口頭 A 講演)
  - 藤木美沙, 北川隆啓, 川守田創一郎, 今田泰嗣, 直田 健, 3F6-10, 2016.3.26.10:30 ~ 10:40 (口頭 A 講演)
  - Ngoc Ha Thu LE, Takeshi NAOTA, 2D6-08, 2016.3.25.10:10 ~ 10:20 (口頭 A 講演)
  - 前田貴星, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, , 2D6-04, 2016.3.25. (口頭 A 講演)
- 第14回ホスト・ゲスト化学シンポジウム, 高知 (高知城ホール), 2016.6.4-5.**
- 前田貴星, 桑嶋祐己, 秋田拓也, 岩井陽典, 小宮成義, 内田幸明, 直田 健, 1P-05 (高知城ホール), 2016.6.4.(ポスター発表)
- 第28回配位化合物の光化学討論会, 京都 (京都工芸繊維大学), 2016.8.8-10.**
- 川守田 創一郎, 齊藤 駿介, 直田 健, O-27B, 2016.8.10.(口頭発表)
  - 岩田 翔太郎, 高橋 秀典, 小宮 成義, 直田 健, O-27B, 2016.8.10.(口頭発表)
- 第66回錯体化学討論会, 福岡 (福岡大学七隈キャンパス), 2016.9.10-12.**
- 前田貴星, 桑嶋祐己, 秋田拓也, 岩井陽典, 小宮成義, 内田幸明, 直田 健, 1PF-041 (福岡大学), 2016.9.10.(ポスター発表)
  - 松岡 竜也, 川守田 創一郎, 直田 健, 1PA-038, 2016.9.10.(ポスター発表)
  - Masaya NAITO, Hiroyuki SOUDA, Naruyoshi KOMIYA, Takeshi NAOTA, 3Ab-03 (Fukuoka univ.), 2016.9.12.(Oral Presentation)
  - 高野健太, 大槻恭平, 川守田創一郎, 小宮成義, 今田泰嗣, 直田 健, 2PA-099 (福岡大学), 2016.9.11.(ポスター発表)
  - 伊藤瑞生, 直田 健, 2PA-066 (福岡大学), 2016.9.10.(ポスター発表)
  - Ngoc Ha Thu LE, Takeshi NAOTA, 2Ab-06 (Fukuoka univ.), 2016.9.10.(Oral Presentation)
  - Ryo INOUE, Masaya NAITO, Soichiro KAWAMORITA, Masahiro EHARA, Takeshi NAOTA, 1B-08 (Fukuoka univ.), 2016.9.10.(Oral Presentation)
- 第67回コロイドおよび界面化学討論会, 北海道 (北海道教育大学旭川校), 2016.9.22-24.**
- 内藤順也, 井上 僚, 飯田将行, 桑嶋祐己, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 1A16 (北海道教育大学旭川校), 2016.9.22.(口頭発表)
  - 藤木美沙, 北川隆啓, 川守田創一郎, 今田泰嗣, 直田 健, 1A02 (北海道教育大学旭川校), 2016.9.22.(口頭発表)

39. 前田貴星, 桑嶋祐己, 秋田拓也, 岩井陽典, 小宮成義, 内田幸明, 直田 健, P035 (北海道教育大学旭川校), 2016.9.24.(ポスター発表)
40. 高野健太, 大槻恭平, 川守田創一郎, 今田泰嗣, 直田 健, P034 (北海道教育大学旭川校), 2016.9.24.(ポスター発表)
- 第 49 回酸化反応討論会, 徳島 (徳島大学), 2016.11.12-13.**
41. 藤木美沙, 北川隆啓, 川守田創一郎, 今田泰嗣, 直田 健, 1002 (徳島大学), 2016.11.12.(口頭発表)
- The 10th Scientific Conference University of Science-VNUHCM, Ho Chi Minh City, Vietnam (University of Science, VNU-HCMC, Vietnam), 2016.11.11.**
42. Ngoc Ha-Thu LE, Takeshi NAOTA, (University of Science, VNU-HCMC, Vietnam), 2016.11.11.(ポスター発表)
- 第 6 回 CSJ 化学フェスタ, 東京 (タワーホール船堀), 2016.11.14-16.**
43. 池下雅広, 伊丹奈緒, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, P7-068 (タワーホール船堀), 2016.11.16.(ポスター発表)
44. 岩田翔太郎, 直田 健, P4-061 (タワーホール船堀), 2016.11.16.(ポスター発表)
45. Ngoc Ha-Thu LE, Takeshi NAOTA, (タワーホール船堀), 2016.11.15.(ポスター発表)
46. 松岡竜也, 川守田創一郎, 直田 健, P7-067 (タワーホール船堀), 2016.11.16.(ポスター発表)
47. 吉田篤史, 小宮成義, 直田 健, P3-052 (タワーホール船堀), 2016.11.14.(ポスター発表)
- MANA International Symposium 2017, 筑波 (つくば国際会議場), 2017.2.28-3.3.**
48. Ngoc Ha-Thu LE, Takeshi NAOTA, PM-14.(つくば国際会議場).2017.3.2.(ポスター発表)
49. Masaya NAITO, Naruyoshi KOMIYA, Takeshi NAOTA, PM-13.(つくば国際会議場).2017.3.2.(ポスター発表)
- 日本化学会第 97 春季年会, 神奈川 (慶応大学日吉キャンパス), 2017.3.16-19.**
50. 前田貴星, 桑嶋祐己, 秋田拓也, 岩井陽典, 小宮成義, 内田幸明, 直田 健, 4G5-42.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.19.(口頭 A 講演)
51. Ngoc Ha-Thu LE, Takeshi NAOTA, 3G4-18.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.18.(口頭 A 講演)
52. 内藤順也, 直田 健, 3G4-09.(慶応義塾大学日吉キャンパス). 2017.3.18.(口頭 A 講演)
53. 釜林純, 川守田創一郎, 直田 健, 3G4-08.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.18.(口頭 A 講演)
54. 安西研人, 川守田創一郎, 直田 健, 3G4-10.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.18.(口頭 A 講演)
55. Masaya Naito, Naruyoshi Komiya, Takeshi Naota, 2G3-49.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.17.(口頭 B 講演)
56. Ryo Inoue, Masahiro Ehara, Takeshi Naota, 3G4-19.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.18.(口頭 B 講演)
57. 伊藤瑞生, 直田 健, 3G4-32.(慶応義塾大学日吉キャンパス). 2017.3.18.(口頭 A 講演)
58. 松岡竜也, 川守田創一郎, 直田 健, 3G4-06.(慶応義塾大学日吉キャンパス). 2017.3.18.(口頭 A 講演)
59. 岩田翔太郎, 直田 健, 2PA-083.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.18.(ポスター発表)
60. 池下雅広, 伊丹奈緒, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 2G3-48.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.17.(口頭 A 講演)
61. Zimeng Li, Soichiro Kawamorita, Takeshi Naota, 2PC-056.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.17.(ポスター講演)
62. Muhamad Alif Hamimdal, Shuichi Suzuki, Takeshi Naota, 2PA-085.(慶応義塾大学日吉キャンパス).2017.3.17.(ポスター講演)
- Symposium "Diverse Facets of Chemistry" Osaka University - Strasbourg University (Strasbourg University, France), 2017.5.11-12.**
63. 前田貴星, 2017.5.12.(口頭発表)
64. 井上 僚, 2017.5.12.(口頭発表)
- 錯体化学若手の会第 56 回近畿支部勉強会 (大阪市, 大阪市立大学杉本キャンパス), 2017.6.3.**
65. 内藤順也, 2017.6.3. (口頭発表, 招待講演)
- 第 15 回ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム, (滋賀県立命館大学びわこ・くさつキャンパス), 2017.6.3-4.**
66. 池下雅広, 伊丹奈緒, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 1P-04, 2017.6.3.(ポスター発表)
- 6th Asian Conference on Coordination Chemistry (Melbourne, Australia), 2017.7.23-28.**
67. Le, N H-T, Naota, T, 2017.7.24.(ポスター発表)
68. 前田貴星, 桑嶋祐己, 秋田拓也, 岩井陽典, 小宮成義, 内田幸明, 直田 健, 291, 2017.7.25.(ポスター発表)
69. 井上 僚, 内藤順也, 江原正博, 直田 健, 351, 2017.7.24.(ポスター発表)
70. 松岡竜也, 川守田創一郎, 直田 健, 356, 2017.7.24.(ポスター発表)
- 第 29 回配位化合物の光化学討論会 (宮崎県, 宮崎大学・木花キャンパス), 2017.8.5-7.**
71. 池下雅広, 高橋功一, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 1P-02, 2017.8.6.(ポスター発表)
- 第 28 回基礎有機化学討論会 (福岡県, 九州大**

**学伊都キャンパス), 2017.9.7-9**

72. 中村文哉, 鈴木修一, 直田 健, 1P-105, 2017.9.7.(ポスター発表)  
73. 真屋良地, 鈴木修一, 内田幸明, 直田 健, 1P-16, 2017.9.7.(ポスター発表)

**錯体化学会第 67 回討論会 (北海道,北海道大学札幌キャンパス), 2017.9.16-18.**

74. 池下雅広, 伊丹奈緒, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 1PF-028, 2017.9.16.(ポスター発表)  
75. 岩田翔太郎, 平松久美子, 直田 健, 1PF-025, 2017.9.16. (ポスター発表)  
76. Masaya Naito, Takeshi Naota, 2Ab-11, 2017.9.17. (口頭発表)  
77. Ngoc Ha-Thu Le, Takeshi Naota, 1PF-028, 2017.9.16. (ポスター発表)  
78. Takatoshi Maeda, Yuki Kuwajima, Takuya Akita, Yosuke Iwai, Naruyoshi Komiya, Yoshiaki Uchida, Takeshi Naota. 1Fc-01. 2017. 9. 17. (口頭発表)  
79. 杉浦奨, 山根達徳, 小宮成義, 川守田創一郎, 鈴木修一, 直田 健, 3PA-011, 2017.9.18.(ポスター発表)

**第 7 回 CSJ 化学フェスタ, 東京 (タワーホール船堀), 2017.10.17-19.**

80. Ngoc Ha-Thu Le, Takeshi Naota, P8-061, 2017.10.19.(ポスター発表)

**第 47 回複素環化学討論会 (高知県,高知県立県文化ホール), 2017.10.26-28.**

81. Zimeng Li, Soichiro Kawamorita, Takeshi Naota, 10-15, 2017.10.26.(口頭発表)

**第 98 回日本化学会春学年会, (千葉, 日本大学理工学部 船橋キャンパス), 2018.3.20-23.**

82. Md Al Raihan, Tomoya Tanaka, Shuichi Suzuki, Naruyoshi Komiya, Takeshi Naota, 2PA-155, 2018.03.21.(ポスター発表)  
83. Ngoc Ha-Thu Le, Takeshi Naota, 1A6-35, 2018.03.20.(口頭発表)  
84. 岩下飛鳥, 川守田創一郎, 直田 健, 1A6-37,2018.3.20.(口頭 A 講演)  
85. Zimeng Li, Soichiro Kawamorita, Takeshi Naota, 2G4-18, 2018.03.21.(口頭発表)  
86. 池下雅広, 高橋功一, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 1A6-34,2018.3.20.(口頭 A 講演)  
87. 高野健太, 大槻恭平, 川守田創一郎, 今田泰嗣, 直田 健, 4A7-36,2018.3.23.(口頭 A 講演)  
88. Takatoshi Maeda, Yosuke Iwai, Satoshi Aya, Takeshi Naota, Fumito Araoka., 3E3-26, 2018. 3. 22. (口頭 B 講演)  
89. 中村文哉, 鈴木修一, 直田 健, 1F1-50, 2018.3.20.(口頭 A 講演)  
90. 真屋良地, 鈴木修一, 内田幸明, 直田 健, 2F4-04, 2018.3.21.(口頭 A 講演)  
91. 植野和志, 片倉直樹, 川守田創一郎, 小宮成義, 直田 健, 1A6-36, 2018.3.20.(口頭 A 講演)  
92. Ryo Inoue, Masaya Naito, Masahiro Ehara, Takeshi Naota., 3E3-26, 2018. 3. 20. (口頭

B 講演)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称: 白金錯体およびそれを含む発光材料  
発明者: 直田 健、川守田 創一郎  
権利者: 国立大学法人大阪大学  
番号: 特願 2017-186755  
出願年月日: 2017.9.27  
国内外の別: 国内

○取得状況 (計 2 件)

名称: 発光材料  
発明者: 直田 健, 小宮成義  
権利者: 国立大学法人大阪大学  
番号: 特許第 6316206 号  
取得年月日: 2018.4.6  
国内外の別: 国内

名称: 白金錯体およびそれを含む発光材料  
発明者: 直田 健、小宮 成義  
権利者: 国立大学法人大阪大学  
番号: 第 6319888 号  
出願年月日: 2018.4.13  
国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

直田 健 (Naota Takeshi)  
大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授  
研究者番号: 20164113

(2) 研究分担者

川守田 創一郎 (Soichiro Kawamorita)  
大阪大学・大学院基礎工学研究科・助教  
研究者番号: 00301276