

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02704

研究課題名(和文) ボロン酸超分子による燐光マニピュレーション

研究課題名(英文) Phosphorescence manipulation by boronic acid-based supramolecules

研究代表者

久保 由治 (Kubo, Yuji)

東京都立大学・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：80186444

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：ボロン酸はジオール類と可逆的な共有結合を通して熱力学的に有利な分子系を形成するばかりでなく、溶液のpHやアニオンの化学刺激によってその結合性が変化する。後者はルイス酸性ホウ素に起因した挙動である。この性質は化学刺激応答型分子会合体に適用可能なことから、ケモセンサーの開発など超分子化学分野で盛んに検討されてきた。近年、アリールボロン酸類は固体状態で室温燐光(RTP)特性をもつことが報告され、超分子としての性質との連携に興味を持たれた。本研究では、ボロネート自己集合粒子のRTP特性や関連フィルムを調製し、残光現象を軸とする機能分子系の提案に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

三重項励起子は分子振動や酸素の影響を受けやすく、貴金属フリーな有機物を用いて室温燐光を得ることは容易ではない。しかしながら、残光現象は蛍光物質にない特徴であることから、高効率かつ長寿命燐光を発現する設計指針の確立は関連分野の発展に資する学術的意義がある。室温燐光は遅延発光として観察されるので、自家蛍光の影響を回避できるバイオイメージング法やセキュリティフィルムへの利用があげられ、安心・安全の社会に貢献できる。

研究成果の概要(英文)：Boronic acids can participate in dynamic covalent bonds with diols to produce thermodynamically stable boronate ester supramolecules. The Lewis acidity of the boron allowed for not only pH-dependent binding capability but also significant interactions with Lewis bases such as anion species, which endows boronate systems with chemical stimulus-responsiveness to develop chemosensors, drug delivery, and so on. Recently, given that arylboronic acids show room-temperature phosphorescence (RTP) in the solid state, we investigated RTP characters of boronate particles obtained by sequential boronate esterification of 1,4-benzene diboronic acid with pentaerythritol. The related RTP films were also prepared. Combined with rhodamine derivatives, we successfully proposed afterglow-based functional supramolecules using triplet-to-singlet FRET process.

研究分野：有機化学、機能物性化学

キーワード：燐光 ホウ素 ボロン酸 超分子 自己組織 残光センシング

1. 研究開始当初の背景

三重項励起子が関与した光感受性有機物質が、フォトンアップコンバージョン、熱活性化遅延蛍光を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子や、バイオ分野における光線力学療法などへの利用の観点から注目されている。その発光過程である燐光はスピン反転をとまなう遷移のため、熱振動や酸素を含むさまざまな失活過程の影響を受ける。よって、貴金属フリーの有機室温燐光 (RTP) は蛍光物質より取り扱いが難しく、機能化は進んでいない。当初の状況では、分子振動を抑制して失活を抑える理由から固体結晶中でRTP挙動の取り扱いが主であった。しかしながら、固体では機能展開に制限があり、RTP分子系材料の研究は進んでいなかった。

2. 研究の目的

(1) ボロン酸類はホウ素-酸素結合に起因した $n-\pi^*$ 遷移に基づくRTP特性をもつ。本研究では、ボロン酸特有の動的共有結合性を利用した超分子を調製し、その遅延発光特性を調査した。階層性向上を伴うボロン酸超分子のRTP特性を明らかにすることで、蛍光分子にはない残光現象に着目した光機能分子系の創製を目指した。

(2) 機能化の観点から、固体結晶は取り扱いが容易ではない。我々は、ポリビニルアルコール (PVA) に着目した。生体親和性をもち安価であることから、材料分野でひろく利用されている。PVAは酸素バリア機能もつ剛直なマトリックスとしてRTP特性の発現に有利であるばかりでなく、ボロン酸エステル結合を用いて候補となる π 共役分子を組み込むメリットがある。本研究では、チオフェン-1,4-ジボロン酸をPVAに架橋したフィルムを調製し、その機能性を探求した。

3. 研究の方法

ボロン酸は、1,2-ジオール類と可逆的な共有結合を形成する。研究の前半では、ベンゼン-1,4-ジボロン酸とペンタエリスリトールをテトラヒドロフラン中で混合し静置した。徐々に懸濁状態になり、ろ過をおこなうことで目的の自己組織化粒子を得た。粒子表面への化学修飾では、ボロン酸部位を有するローダミンB色素類をグラフトさせた。研究の後半では、 π 共役系分子の基本要素であるチオフェンをボロネート架橋したPVAフィルム (T-PVA) を調製した。

4. 研究成果

(1) ボロネート粒子のRTP特性と機能化；上述の方法によって得られたボロネート粒子 (BP) は、FE-SEM観察より、平均粒径 $1.9 \mu\text{m}$ の単分散性自己集合体であった (図1a)。比表面積は $176 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ と測定され、ひだ状の花弁状粒子と類推された。室温、紫外線照射下、固体状態で青白色の蛍光を発するが ($\lambda_{\text{em}} = 340 \text{ nm}$, $\tau = 2.59 \text{ ns}$, $\lambda_{\text{ex}} = 254 \text{ nm}$)、紫外線を遮断すると緑色燐光 ($\lambda_{\text{em}} = 494 \text{ nm}$, $\tau = 1.95 \text{ s}$, $\lambda_{\text{ex}} = 254 \text{ nm}$ ；図1b) が数秒間にわたり観測された (図1c)。このRTP特性は粒子体の調製条件によって変

化した。その現象を理解するために、粉末X線構造解析を用いたナノ構造分析と遅延発光特性との相関性を詳しく調べた結果、粒子体を構成するボロネートポリマーの重合度に依存することがわかった。重合度の小さいオリゴマーになると、発光性が増加した。結晶性が向上したことに

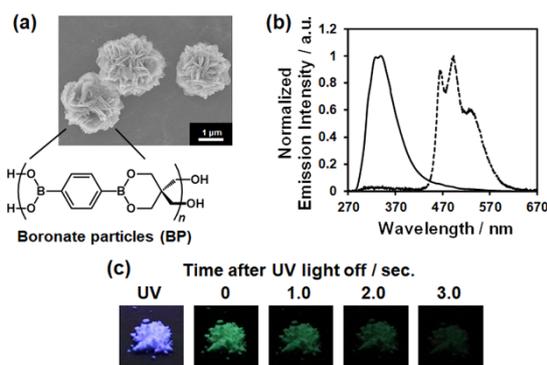


図 1. (a) ボロネート粒子体(BP)の FE-SEM 画像. (b) BP の固体中での発光スペクトル (実線：定常状態、破線；遅延状態 (50 msec)、 $\lambda_{\text{ex}} = 254 \text{ nm}$.) (c) 残光画像 ($\lambda_{\text{ex}} = 254 \text{ nm}$ 、室温) .

よるものと結論づけた。当該粒子の特徴は水分散にある。**BP**は構成ポリマー末端の水酸基が界面に存在し、これが水分散状態の安定化に寄与するばかりでなく、化学吸着に寄与する。そこで、**RD1** (図2a) を**BP**表面へ化学修飾させ、得られた粒子体 (**RD1@BP**) の発光ならびに遅延発光スペクトルを測定した。**RD1**の表面被覆率の増大に伴って、BP由来の500 nm付近の発光強度が減少した一方で、600 nm付近の発光強度が増大した。この発光色変化は目視でも観察することができ、**BP**の励起三重項から**RD1**の励起一重項へのフェルスター型エネルギー移動 (FRET) が起こったものと考察した。興味深いことに、当該残光色は分散液の状態によって変化した。たとえば、0.5%の水を含むTHF分散液では、黄土色残光を示したが、5%の水を含む分散液では、緑色残光を示した。有機溶媒中に含まれる水のトレースセンサーとしての機能を見出した。その検出限界値は0.28%と算出された。

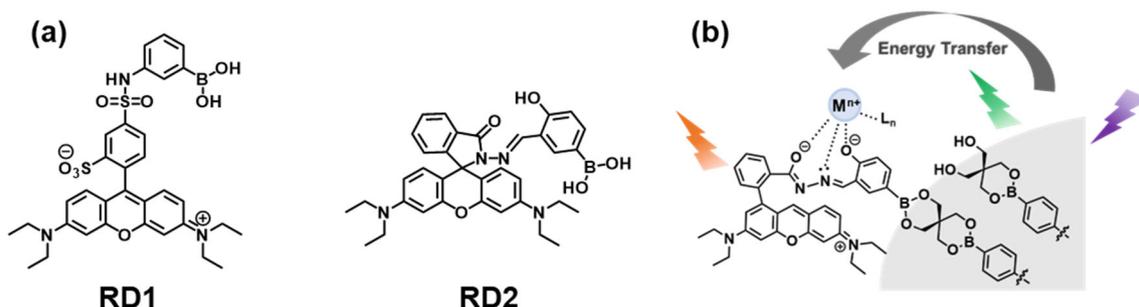


図2. (a) **RD1**及び**RD2**の化学構造式. (b) Al^{3+} に対する残光センシング.

我々は化学刺激応答型RTP材料の設計指針を明確にする目的で、金属イオンとの相互作用をおこして開環するスピロラクタム型ローダミン色素 (**RD2**) を合成した (図2a)。**BP**のもつRTP機能と協働させれば化学刺激応答型の残光現象が得られることを期待した。当該色素を表面修飾した粒子体 (**RD2@BP**) はMeOH/H₂O (95:5 v/v) は、紫外光励起で緑色残光を示したが、 Al^{3+} の添加に伴って残光色が草色に変化した。 Al^{3+} の添加は開環体の形成を誘導し、その吸収バンドが**BP**の燐光バンドと重なることで、**BP**の励起三重項から**RD2**の励起一重項へのFRETが起こり、今回の残光色変化がもたらされたことが主たる原因と考察した。この残光応答性は金属イオン選択性であり、当該分散液を濾紙上にキャストしても金属イオンに対する残光センシングを達成した。

(2) チオフェンボロネート架橋型RTP材料；チオフェンは構成硫黄原子が関わる $n \rightarrow \pi^*$ 遷移が見込まれ、そのボロネート共役体の光物性に興味を持たれた。チオフェン単独では、溶液のみならず固体中においてもRTP特性をもたないが、酸素バリア性をもつポリビニールアルコール (PVA) にチオフェン-2,5-ジボロン酸を架橋させた。得られたフィルム(**T-PVA**)はシアン色発光 ($\lambda_{em} = 475 \text{ nm}$, $\lambda_{ex} = 254 \text{ nm}$) を示し、その最適化における燐光量子収率は6.3%、その発光寿命は256 msとなった。77Kにおける燐光スペ

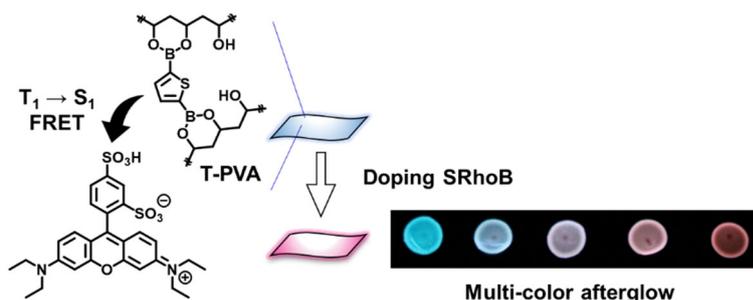


図3. SRhoBをドーブしたT-PVAのマルチ残光. $\lambda_{ex} = 254 \text{ nm}$.

クトルとほぼ一致したことから、**T-PVA**のRTP特性は架橋部位のチオフェンボロネートに帰属された。このシアン色発光は機能化探求に都合がよい。相補色発光を示すスルホローダミンB (**SRhoB**) をドーブしたところ、そのフィルム残光はドーブ量に依存したマルチ発光性を発現した (図3)。このRTP発現機構は量子化学計算によって考察された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Satoshi Takegawa, Masato Ito, Yuji Kubo	4. 巻 47
2. 論文標題 Turn-on type afterglow probe for Hg ²⁺ sensing by a PVA-mediated triplet sensitizer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3NJ01281F	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kaede Kawaguchi, Masato Ito, Yuji Kubo	4. 巻 59
2. 論文標題 Chemometrics-assisted mechanism study of the room-temperature phosphorescence on nanoscopic boronate assemblies	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 3130-3133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC07049A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ryohei Hasegawa, Masato Ito, Yuji Kubo	4. 巻 27
2. 論文標題 Tuning the triplet population of arylselanyl-BODIPY photosensitizers through substituents engineering for triplet-triplet annihilation photon upconversion with perylene	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Porphyrins Phthalocyanines	6. 最初と最後の頁 757-764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424623500037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Koichiro Omasa, Masato Ito, Yuji Kubo	4. 巻 46
2. 論文標題 Zn(II)-coordination-driven chiroptical and emissive sensing for chiral amines using a quaterphenyl-5'-carbaldehyde	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 21845?21851
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2NJ04781K	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aumi Koga, Kaede Kawaguchi, Margarita Claudia Maida, Yuji Kubo	4. 巻 17
2. 論文標題 A ratiometric afterglow response of aluminium ions in methanol-water	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 e202200402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202200402	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shinji Iwakiri, Ryohei Hasegawa, Yuji Kubo	4. 巻 6
2. 論文標題 Near-infrared room-temperature phosphorescence in arylselanyl BODIPY-doped materials	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 e202200073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.202200073	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sepideh Farshbaf, Kaustav Dey, Wakana Mochida, Masashi Kanakubo, Ryuhei Nishiyabu, Yuji Kubo, Pavel Anzenbacher, Jr	4. 巻 46
2. 論文標題 Detection of phosphates in water utilizing a Eu ³⁺ - mediated relay mechanism	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 1839-1844
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1NJ04578D	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kaede Kawaguchi, Ayana Moro, Soya Kojima, Yuji Kubo,	4. 巻 57
2. 論文標題 Chiral recognition coupled with chemometrics using boronate ensembles containing D- -A cyanostilbenes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 12952-12955
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CC05492A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mariia Pushina, Sepideh Farshbaf, Wakana Mochida, Masashi Kanakubo, Ryuhei Nishiyabu, Yuji Kubo, and Pavel Anzenbacher, Jr.	4. 巻 27
2. 論文標題 A fluorescence sensor array based on zinc(II)-carboxyamidoquinolines: Toward quantitative detection of ATP	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 11344-11351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202100896	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Masashi Kanakubo, Yuki Yamamoto, Yuji Kubo	4. 巻 94
2. 論文標題 Room-temperature phosphorescence of thiophene boronate ester-cross linked polyvinyl alcohol; a triplet-to-singlet FRET-induced multi-color afterglow luminescence with Sulforhodamine B	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1204-1209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryohei Hasegawa, Shinji Iwakiri, Yuji Kubo	4. 巻 45
2. 論文標題 Synthesis and triplet sensitization of bis(arylselanyl)BOPHYs; potential application in triplet-triplet annihilation upconversion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 6091-6099
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1nj00721a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sasaki Yui, Kojima Soya, Hamedpour Vahid, Kubota Riku, Takizawa Shin-ya, Yoshikawa Isao, Houjou Hirohiko, Kubo Yuji, Minami Tsuyoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Accurate chiral pattern recognition for amines from just a single chemosensor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 3790 ~ 3796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0SC00194E	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hoshi Mitsuki, Nishiyabu Ryuhei, Hayashi Yuichiro, Yagi Shigeyuki, Kubo Yuji	4. 巻 15
2. 論文標題 Room Temperature Phosphorescence active Boronate Particles: Characterization and Ratiometric Afterglow sensing Behavior by Surface Grafting of Rhodamine B	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry-An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 86 ~ 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201901740	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishiyabu Ryuhei, Takahashi Yuki, Yabuki Taro, Gommori Shoji, Yamamoto Yuki, Kitagishi Hiroaki, Kubo Yuji	4. 巻 10
2. 論文標題 Boronate sol-gel method for one-step fabrication of polyvinyl alcohol hydrogel coatings by simple cast- and dip-coating techniques	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 86 ~ 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9RA08208E	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計35件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 菅原なつみ、川口楓、伊藤正人、久保由治
2. 発表標題 ジベンゾフラン含有ボロネート共結晶の有機室温燐光特性
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会 (2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川口楓、伊藤正人、久保由治
2. 発表標題 ボロネート共結晶のサーモクロミック残光
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会 (2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Margarita Claudya Maida, Kaede Kawaguchi, Masato Ito, Yuji Kubo
2. 発表標題 An afterglow probe using room-temperature phosphorescence-active boronate particles
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会 (2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹川慧、伊藤正人、久保由治
2. 発表標題 ポロネート架橋型PVAマトリックスを利用した金属イオン応答型残光分子系
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会 (2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川口楓、伊藤正人、久保由治
2. 発表標題 ベンゼン-1,4-ジボロン酸の遅延蛍光特性における励起状態ダイナミクス
3. 学会等名 第49回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Margarita Claudya Maida, Kaede Kawaguchi, Masato Ito, Yuji Kubo
2. 発表標題 Afterglow detection of Al ³⁺ ion using self-assembled boronate particles
3. 学会等名 第49回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大政孝一朗、伊藤正人、久保由治
2. 発表標題 亜鉛配位能をもつピフェニル型キロオプティカルプローブの合成
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹川慧、伊藤正人、久保由治
2. 発表標題 チオキサンテン-9-チオン誘導体を用いた金属イオン応答型室温燐光挙動
3. 学会等名 第19回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口楓、伊藤正人、久保由治
2. 発表標題 D- α -A型シアノスチルベンを用いたケモメトリックス不斉認識
3. 学会等名 第19回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川椋平、岩切星慈、伊藤正人、久保由治
2. 発表標題 有機マトリックス支援近赤外室温燐光の発現
3. 学会等名 第19回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口 楓、茂呂 采奈、久保 由治
2. 発表標題 D- -A型シアノスチルベンを用いたケモメトリックス不斉認識
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大政 孝一朗、久保 由治
2. 発表標題 亜鉛イオン配位能をもつピフェニル型キロオプティカルプローブの合成
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹川 慧、山本 雄葵、久保 由治
2. 発表標題 金属イオン応答型室温燐光特性を示すチオキサンテン-9-チオン誘導体の合成
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福水 友哉、岩切 星慈、久保 由治
2. 発表標題 BODIPY色素の光増感機能におけるセレニル置換位置依存性
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古賀歩実、川口楓、久保由治
2. 発表標題 表面修飾性を持つポロネート粒子の調製とその室温燐光特性
3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川口 楓、古賀歩実、久保由治
2. 発表標題 ポロネート自己組織粒子は何故室温燐光特性をもつのか；発光機構解明へのアプローチ
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 茂呂采奈、久保由治
2. 発表標題 ボロン酸含有D- A型スチルベン類の合成と可視化不斉認識への展開
3. 学会等名 第18回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 星光起、金久保仁志、山本雄葵、久保由治
2. 発表標題 ポロネート分子系の室温燐光特性とその機能
3. 学会等名 第18回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古賀 歩実、久保 由治
2. 発表標題 ローダミン担持ポロネート粒子のFRET型残光特性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩切 星慈、長谷川 椋平、久保 由治
2. 発表標題 三重項-三重項消滅型アップコンバージョン増感剤としてのアリールセラニル置換BOPHY
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 茂呂 采奈、小島 奏也、久保 由治
2. 発表標題 ボロン酸含有シアノスチルベン類の合成と可視化不斉認識
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 雄葵、金久保 仁志、久保 由治
2. 発表標題 室温燐光特性をもつチオフェンポロネート架橋型ポリビニルアルコールの機能化
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 (2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古賀歩実、久保由治
2. 発表標題 FRET型残光特性をもつポロネート超分子
3. 学会等名 第47回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金久保仁志、久保由治
2. 発表標題 室温燐光特性をもつチオフェンポロネート類の機能化
3. 学会等名 第47回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星光起・西藪隆平・久保由治
2. 発表標題 ポロネート固体発光分子系の調製と機能化
3. 学会等名 第18回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 星光起・西藪隆平・久保由治
2. 発表標題 室温燐光特性をもつポロネート超分子の合成と機能化
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金久保仁志・久保由治
2. 発表標題 チオフェン含有ボロン酸類の室温燐光特性
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Kubo
2. 発表標題 Solid-State Emissive Chemosensors based on Boronate Supramolecules
3. 学会等名 3rd Asian Conference on Chemosensors and Imaging Probes (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西藪隆平・権守将二・屋葺太郎・高橋由希・久保由治
2. 発表標題 一段階で親水性膜を作製できるコーティング剤としてのポリビニルアルコールとベンゼン-1,4-ジボロン酸とからなる混合溶液の調製
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 屋葺太郎・西藪隆平・久保由治
2. 発表標題 ボロン酸を導入した比色ケモセンサーを分子インクとして用いたスタンプ法による重金属イオンのdip-and-read型試験片の開発
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 権守将二・屋簔太郎・西藪隆平・久保由治
2. 発表標題 高い耐久性、防曇性およびタンパク質吸着抑制能を有する親水性コーティング膜としてのポロネート架橋ポリビニルアルコール膜
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保由治
2. 発表標題 ポロネート超分子を活用した固体触媒・固体発光材料の開発
3. 学会等名 19-2 超分子研究会（高分子学会）（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古賀歩実・星光起・久保由治
2. 発表標題 残光センシング機能をもつ室温燐光性ポロネート粒子
3. 学会等名 第100回 日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 茂呂采奈・久保由治
2. 発表標題 ボロン酸含有シアノスチルベンの合成とキラルセンサーへの展開
3. 学会等名 第100回 日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小島奏也・久保由治
2. 発表標題 ビスシアノスチルベン誘導型ポロネート分子系の合成と固体発光性
3. 学会等名 第100回 日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Yuji Kubo (分担)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 601
3. 書名 Progress in the Science of Functional Dyes	

1. 著者名 久保由治 (分担)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 194
3. 書名 未来を拓く多彩な色素材料 (CSJカレントレビュー)	

〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 ホウ素キレート構造を有する新規化合物および光電変換素子	発明者 久保由治、前田健太郎、青竹達也	権利者 東京都立大学法人、日本化薬
産業財産権の種類、番号 特許、2023-029009	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 水に溶けないポリビニルアルコール (PVA) とボロン酸と水とからなる組成物	発明者 西藪隆平、久保由治	権利者 東京都立大学法人
産業財産権の種類、番号 特許、2020-131624	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ホウ素キレート化合物、近赤外光吸収材料、薄膜及び有機エレクトロニクスデバイス	発明者 久保由治、前田健太郎、橋本雄太、貞光雄一	権利者 東京都立大学法人、日本化薬
産業財産権の種類、番号 特許、2020-007212	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

東京都立大学 大学院都市環境科学研究科 環境応用化学域 久保研究室
<https://www.comp.tmu.ac.jp/kubolab/kubolabtop.html>
東京都立大学 都市環境学部 環境応用化学科 報告書・出版物
https://www.ues.tmu.ac.jp/apchem/report_publication.html
researchmap (久保由治)
https://researchmap.jp/07_19
東京都立大学 大学院都市環境科学研究科 環境応用化学域 久保研究室
<http://www.comp.tmu.ac.jp/kubolab/kubolabtop.html>
東京都立大学 都市環境学部 環境応用化学科 報告書・出版物
https://www.ues.tmu.ac.jp/apchem/report_publication.html

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	西藪 隆平 (Nishiyabu Ryuhei) (00432865)	東京都立大学・都市環境科学研究科・助教 (22604)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
米国	ポーリング・グリーン州立大学		