

令和 4 年 6 月 27 日現在

機関番号：10101

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06370

研究課題名(和文)ドミノ型相転移ソフトクリスタルの機構解明と新機能創成

研究課題名(英文) Mechanistic Study and New Function of Soft Crystals with Molecular Domino Phase Change

研究代表者

伊藤 肇 (Ito, Hajime)

北海道大学・工学研究院・教授

研究者番号：90282300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 67,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、結晶・固体と液晶との中間の性質を持つソフトクリスタルの機能拡張とメカニズム解明を目指して行われた。新たなソフトクリスタルとして、外部刺激によって、ジャンプする性質を持つ結晶の開発と機構解明に成功した。また、結晶内で分子レベルの回転部位を持つ発光性アンフィダイナミック結晶や発光性強弾性錯体の開発にも成功した。さらにソフトクリスタルの研究から着想を得て、新しいメカノケミカル有機合成反応を多数見いだした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新しい材料群の発見は、新しいテクノロジーの発展を促す。例えば1888年の液晶の発見によって、ディスプレイ表示などの技術が生まれ、現在のITを支えている。ソフトクリスタルは、液晶と結晶の中間に位置すると考えられるが、本研究によりその多くのバリエーションの存在とメカニズムが明らかになったことは、将来の新しいテクノロジーの発展に寄与する。また、メカノケミカル合成は、低環境負荷、高反応効率を実現する新しい方法として、これまでの物質生産の方法を一変する可能性を持つ。

研究成果の概要(英文)：This research was conducted to extend the function and elucidate the mechanism of soft crystals, which have properties intermediate between crystals, solids, and liquid crystals. As new soft crystals, we have successfully developed crystals with jumping properties and elucidated their mechanisms upon external stimuli. They also succeeded in developing luminescent amphiphilic dynamic crystals and a luminescent ferroelastic complex crystal with rotational part at the molecular level within the crystal. Furthermore, inspired by the study of soft crystals, we discovered many new mechanochemical organic synthetic reactions.

研究分野：有機化学、メカノケミカル合成、錯体化学、有機結晶、有機材料

キーワード：ソフトクリスタル 有機結晶 錯体 発光 機械刺激 分子ローター 機械学習

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

結晶は、液体や固体あるいは液晶に比べて固く、構造や性質の変化が乏しいという特徴がある。しかし、2000 年台以降、光をプローブとした研究の伸展にともなって、これまでの結晶の印象を塗り替えるような性質をもつ有機材料の研究が注目され始めた。本新領域研究では、この新物質群がこれまでの結晶とは一線を画すものとして捉え、「ソフトクリスタル」と名づけて集中的に検討し、新しい研究領域を構築することを目的としている。本研究代表者らのグループは、2008 年以降、「ソフトクリスタル」に相当する物質を数多く報告した。2008 年に、二核金(I)イソシアニド錯体において、可逆的な発光性メカノクロミズムを初めて報告した。この化合物のサンプルを「こする」といった機械的刺激を与えると UV 照射下において発光色の変化が生じ、溶媒添加によってもとに戻る。我々の研究が契機となり、発光性メカノクロミズムの報告(平 27 年で約 300 報)は急増し、1 つのミニブームの状況を呈している。本研究代表者はさらに、別の金(I)イソシアニド錯体結晶に対し、僅かな機械的刺激を与えたり、相転移後の結晶と接触させることで、発光と構造の変化が誘発され、その結晶が単結晶 - 単結晶相転移をしめすことを見いだした。我々はこれを分子ドミノ型相転移と名付けている。これらは機械的刺激というマクロな刺激と、それに対して遥かにスケールの小さい分子の結晶構造の変化をつなぐ現象を明らかにした重要な研究である。さらにごく最近、別の金錯体が強い光照射によって単結晶相転移すると同時に急激な構造変化によって分子間力の増強が起こり、マクロな現象として結晶がジャンプする現象を発見した。

2. 研究の目的

本新領域研究では、上記の新物質群がこれまでの結晶とは一線を画すものとして捉え、「ソフトクリスタル」と名づけて集中的に検討し、新しい研究領域を構築することを目的とした。本研究代表者は、上記の「分子ドミノ型相転移」「外部刺激によりジャンプする結晶」を数多く開発し、それらの性質を詳細に分析することで、これらのソフトクリスタル現象の基礎原理解明と、一般化の達成と材料デザイン手法の開発を目指す。分子ドミノ型相転移化合物は、わずかな刺激を自己複製的なメカニズムで増幅し、結晶全体の性質を大きく変化させる。これは「ソフトクリスタル」の典型的な例を示している。本研究代表者は、「分子ドミノ型相転移」「外部刺激によりジャンプする結晶」のバリエーションを数多く開発し、それらの性質を詳細に分析することで、現象の基礎原理解明と、一般化の達成と材料デザイン手法の開発を目指す。具体的な研究内容は(1) ドミノ型相転移が進行する結晶の分子バリエーション作成と現象解明：ドミノ相転移を示す結晶は本研究を開始した時点で、世界で二種類しか見つかっていなかった。現在ある知見を駆使して、同様の性質をもつソフトクリスタルを開発する。(2) ドミノ型相転移を利用したナノ構造を内包した結晶性材料の作成と機能開発：ソフトクリスタル表面に微細な刺激を与え、部分的な相転移により結晶構造内に微細構造を作りこむ。(3) 光誘起結晶相転移と瞬間的な機械力発生機構の解明と機能化：我々は世界で初めて、結晶内において金属性分子間相互作用の増強を伴う単結晶 - 単結晶相転移を発見している。この結晶の特徴は、単結晶相転移に伴って結晶がジャンプする現象が観察されることである。ミクロ現象の結晶相転移からマクロ現象である「力の発生」のメカニズムを明らかにし、利用方法を探る研究対象となる「物質の創製」と共同研究者への材料供給を中心にソフトクリスタルの学理確立を先導する。

3. 研究の方法

新たな分子ドミノ型ソフトクリスタルを開発する戦略として スクリーニング実験と計算化学の活用による高速探索系の確立 「基本設計概念」の確立 ドミノ現象メカニズムの解明と機能開発を基軸に研究を行う。

錯体の新合成ルートの開発も並行し、化合物の効率の良い合成系とスクリーニング系の確立に向けた検討を行う。このスクリーニング系で見出した結晶構造から、僅かに構造を変えたサブライブラリを計算化学的手法で仮想的に発生させ候補化合物を選定、更に実験的スクリーニングを繰り返す。ソフトクリスタルの研究で重要な結晶多形については、実験的方法で予想しにくい、結晶多形の存在可能性を、計算化学的手法で予め見つけておくことで「あたりを付け」これを実験的に実証する戦略で研究をすすめる。計算化学について後藤教授(豊橋技科大) 榊教授(京都大学)と連携する。

化合物の合成と機能スクリーニング系の確立：分子ドミノ型相転移をしめす結晶を、以下の段階に従ったスクリーニング的手法で発見・開発する。1. 化合物の構造バリエーションを多数作成する(主に金属錯体) 2. 発光機能に着目して第二段階のスクリーニングを行う。3. 結晶多形についてスクリーニングを行う。4. 機械的刺激を与えて、発光と構造の変化を示す錯体をスクリーニングする。5. 単結晶-単結晶相転移に関する詳細な実験を行う。

分子ドミノ型相転移の動的解析：分子ドミノ型相転移や結晶ジャンプについて、その原理を明らかにするためには、変化の途中についての挙動、動的な挙動の解明が重要である。佐藤教授(自

治医科大)、と共同で、分子構造変化の追跡が可能である時間分解 X 線分子動画撮影法や赤外振動分光を用いて解明する。

4. 研究成果

a. 可逆な構造変化と発光変化をともなう可逆的な分子ドミノ型単結晶-単結晶相転移(伊藤・関)

金(I)イソシアニド錯体の機械的刺激に誘起された、単結晶-単結晶(SCSC)相転移の同時発光色変化の最初の例を以前に報告した。しかし、機械的刺激後の結晶の逆相転移はまだ達成されていない。ここでは、機械的切断と溶媒-蒸気吸着による二つの SCSC 相転移に基づくルミネセンスの可逆的变化を記述した。CF₃およびピアリール部分を有する金(I)錯体を、CH₂Cl₂溶液から結晶化すると、極性空間群(*Pna* 2₁)をもつ緑色発光単結晶が得られた(Jin, M.; Sumitani, T.; Sato, H.; Seki, T.*; Ito, H.* *J. Am. Chem. Soc.* **2018**, *140*, 2875)。緑色発光単結晶は最初 MeOH 分子を含んでいた。22°C で MeOH 蒸気下で結晶を切断すると、緑色発光単結晶は自発的に、MeOH の同時放出下で中心対称オレンジ発光単結晶(*P* 1)に変化した。注目すべきことに、飽和 MeOH 蒸気下での溶媒誘起 SCSC 転移により、初期の緑色発光結晶をオレンジ発光結晶から回収できた。2つの異なるタイプの SCSC 相転移の組合せは可逆的な構造とフォトルミネセンスのコントロールを可能にする。

b. 結晶ジャンプ現象を示す新たな金(I)イソシアニド錯体の開発とメカニズム研究(伊藤・関)

有機分子や有機金属分子の結晶が外部刺激にตอบสนองして相転移を起こすと同時に、ジャンプする現象「サリエント効果」は、過去5年間に多くの研究者から集中的に研究されてきた。この場合、相転移の際に蓄積された微視的なひずみが解放されたのち、巨視的な力学的運動が生じることをどのように特徴づけるかが課題となっている。トリフェニルエチニル金(I)4-クロロフェニルイソシアニド錯体が、50 min⁻¹の冷却と30 min⁻¹の加熱により約-100 で可逆的にジャンプする熱サリエント効果について検討を行った(Seki, T.*; Mashimo, T.; Ito, H.* *Chem. Sci.* **2019**, *10*, 4185)。単結晶 X 線回折測定と示差走査熱量分析から、この温度での熱相転移の発生が示唆された。詳細な構造解析の結果、この結晶では、分子配列に異方的な変化が生じ、冷却により結晶学的な a 軸が収縮し、b 軸が拡張することが示された。同時に、結晶外形の巨視的な変化も起こる。この変化は、結晶端の傾きであるベンディングや、結晶長軸に垂直な方向に生じるスプリットングとして観察される。さらにジャンプ中に、高速度撮影画像を取得することに成功した。マクロな力学的応答と、フェイスインデックスを用いた X 線回折測定で評価されるミクロな結晶構造変化とのギャップを埋めるものである。

また、金錯体ではなくよりシンプルなテトラフェニルエチンを含む単純な炭化水素化合物の熱サリエント効果についての報告した(Seki, T.*; Mashimo, T.; Ito, H.* *Chem. Lett.* **2020**, *49*, 174)。これらの化合物の単結晶 X 線回折と示差熱分析から、結晶ジャンプに熱的な相転移がないことが示された。熱膨張係数の解析から、この現象には結晶格子の異方的な外形の変化が重要であることが示された。

これまでの報告では、一つの化合物が結晶ジャンプ・サリエント現象を表すのは、一種類の外部刺激に限られていた。我々は初めて、異なる二種類の外部刺激と異なる構造変化メカニズムによってサリエント効果を示す単結晶を報告した(Kato, K.; Seki, T.*; Ito, H.* *Inorg. Chem.* **2021**, *60*, 10849)。新化合物であるアリール(9-イソシアノアントラセン)金(I)錯体の結晶は、紫外線(UV)照射と冷却という異なる2つの外部刺激にตอบสนองしてジャンプすることがわかった。光サリエント効果は、光照射によるアントラセン部位の光二量化反応によって引き起こされる。一方、熱サリエント効果は、化学構造の変化を伴わない冷却時の異方的な熱収縮によって引き起こされる。また、マルチジャンプの特徴を生かし、冷却・紫外線照射による結晶の連続ジャンプを示し、分子性結晶のプログラムされた運動が可能であることも示した。

c. 分子ロータを部位をもつ分子結晶の創成(伊藤・関)

次に我々は、結晶におけるソフト稼働パートの内在化と機能化を目指し、分子ローター構造をもつ発光性分子結晶の研究を行った(Jin, M.; Chung, T. J.; Seki, T.; Ito, H.*; Garcia-Garibay, M. A.* *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139*, 18115)。中心部の1,4-ジエチニルフェニレン回転子が2つの金(I)トリフェニルホスファン錯体に連結した、新規構造を持つ分子ローター化合物の結晶を作製し、単結晶 X 線回折でその構造を確認したところ、2量体の金原子間相互作用が介在した鎖状構造が確認された。この結晶は紫外線照射下で緑色に発光するが、298K から 193K の間で緑から黄色への可逆的な発光色の変化を示す。温度可変の固体 ²H NMR スピンエコー実験によって、結晶内の回転運動が温度により変化することが明らかになったが、これは発光色の変化と相関していた。298K では約 4.00MHz (τ = 0.25 μs) の高速回転が 193K 以下ではほぼ回転しない状態となった。燐光寿命と回転周波数の相関は、中心フェニレンの回転によって生じるコンフォメーション変化に関連することが DFT 計算によっても示された。分子の回転が結晶状態での発光を制御するための有用なツールになり得ることが初めて示唆された。

さらに我々は、三重項発光を持つ結晶性分子ローターが、結晶の移動やジャンプ(サリエント)といった巨視的ダイナミクスを示すことを見つけた(Jin, M.; Yamamoto, S.; Seki, T.; Ito, H.*; Garcia-Garibay, M. A.* *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 18003)。1,4-ジエチニル-2,3-ジフルオロフェニレン回転子が2つの金(I)結合した分子を合成し、その結晶を作成したところ、分子間金(I)-金(I)相互作用の1次元鎖をもつ結晶が得られた。この結晶の、紫外線照射下における発光は温度依存性を持つ。これは分子ローターの回転運動により中心フェニレンの配向が変化し、励起状態における隣接する発色団間の電荷移動の状態が変化するため、発光変化したと考えられる。この結晶は大きく可逆的な熱膨張・圧縮異方性を示すが、これが分子レベルの回転ダイナミクスにおける非線形アレニウス挙動、発光の変化との相関、マクロな結晶運動の三つに深く関連している。

さて結晶性固体では、一般に分子は密に詰まった環境のため、分子の移動が制限されている。上記のような回転部位をもつ分子結晶の合理的デザインは一般的に難しいが、我々は分子レベルの構造設計によって、半合理的にこうした構造を作り出すことに成功した(Jin, M.*; Ando, R.; Jellen, M. J.; Garcia-Garibay, M. A.; Ito, H.* *J. Am. Chem. Soc.* **2021**, *143*, 1144)。ピラジン配位子の二つの窒素原子に対して、立体障害の大きなN-ヘテロサイクリックカルベン(NHC)配位子をもつ金(I)あるいは銅(I)錯体を結合させた錯体を合成した。このN-ヘテロサイクリックカルベンの立体障害の大きさにより、ピラジン周辺にスペースが生まれ、結晶内でも回転が可能となる。この回転の活性化エネルギーは、金属を変えることによって調整することができる。CuからAuへの置換により、回転エネルギー障壁が約4.0kcal/mol減少した。これは、金属と配位原子の距離の伸長による立体障害の減少、および金属中心とピラジン回転子との間のd-π相互作用の増大による回転における遷移状態での強い電子的な安定化の結果である。Cu(I)をもつ錯体はAu(I)をもつ錯体よりも大きな電子的非局在化を示し、レッドシフトした固体の発光をしめた。ローター部位の回転に起因する発光消光は両結晶で観察された。NHC回転子を内包した結晶は作製が容易であり、回転運動がパッキング構造にあまり依存しないことが予想される。この錯体デザインは、回転ダイナミクスや固体発光の操作など、結晶性分子ローターの新しい設計に有望な基本構造を提供するものである。

d. 分子ドミノ型相転移の理論的研究(伊藤・関・榎・後藤)

フェニル(フェニルイソシアニド)金(I)錯体とフェニル(ジメチルフェニルイソシアニド)金(I)錯体は、微小な機械的刺激により「分子ドミノ型」の相転移を示し、その構造変化に伴う発光特性の変化を特徴とする。この発光性について、自己無撞着点電圧に基づく周期量子力学/分子力学(QM/MM)法により理論的に解明した(Aono, S.; Seki, T.; Ito, H.; Sakaki, S.* *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123*, 4773)。結晶内での分子の特性を明らかにするために、溶媒和効果を取り入れた3次元参照相互作用サイトモデル自己無撞着場(3D-RISM-SCF)を用いて、結晶中の吸収・発光スペクトルを気相およびCHCl₃溶媒中のスペクトルと比較検討した。QM/MM計算の結果、フェニル(フェニルイソシアニド)金(I)錯体は**1b**と**1y**の2つの多形を形成し、フェニル(ジメチルフェニルイソシアニド)金(I)錯体は**2b**と**2g**の2つの多形を形成することが再現できた。また**1y**は**1b**より熱力学的に安定であることがわかり、実験結果と一致した。**1b**と**2b**では、吸収においてリガンド間の電荷移動状態が最低エネルギーの励起状態であり、発光においてPhNC部位のπ-π*に局在化した励起状態が最低エネルギーの三重項状態であった。一方、**1y**と**2g**では、金属-金属-配位子間電荷移動(MMLCT)状態が、吸収・発光ともに最低エネルギーの励起状態となった。このような2つの結晶構造の違いは、**1y**と**2g**では**1b**と**1y**に比べてAu-Au距離が非常に短く、2つのAu-PhNC部位間の分子間ねじれ角θが**1b**と**2b**に比べてそれぞれ非常に小さいという構造的特徴から生じている。また、QM/MM計算により、Ph面とPhNC面の分子内ねじれ角φとPh面のCH-π相互作用が吸収スペクトルに大きな影響を与えることを明らかにした。これらの計算結果をもとに、気体、溶液、結晶の吸収・発光スペクトルの違い、結晶中で実験的に観測された励起・発光スペクトルの帰属、単結晶-単結晶相転移に伴うエネルギーシフトについて考察を行った。また、ソフトクリスタルを再現する力場作成を作成した(Nakayama, N.; Obata, S.; Hori, Y.; Goto, H.*; Seki, T.; Ito, H. *J. Comput. Chem. Jpn.* **2018**, *17*, 155)。

e. 強弾性をもつ発光性金属錯体(伊藤・関・高見澤)

分子性結晶の中には、双晶や自発的な歪み形成により、機械的ストレスに起因する形状変化を示す「強弾性」が報告されているものがある。我々は、横浜国立大学の高見澤らと共同で、強弾性と発光を同時に発現する物質の創製を目指し、強弾性発光性有機金属結晶を初めて発見した(Seki, T.*; Feng, C.; Kashiyama, K.; Sakamoto, S.; Takasaki, Y.; Sasaki, T.; Takamizawa, S.*; Ito, H.* *Angew. Chem., Int. Ed.* **2020**, *59*, 8839)。この研究で合成したアリアル金(I)(NHC)錯体の結晶は、異方的な機械的ストレスにさらされると曲がる。この強弾性結晶のX線回折分析と応力-歪み測定から、典型的な強弾性挙動、機械的双晶、自発的な歪みの蓄積を確認した。また、強弾性を示さない金-NHC複合体の単結晶構造との比較から、強弾性挙動の構造的起源を明らかにした。

f. その他の発光性を持つ機能性化合物の開発(伊藤・関)

その他我々は、多くの発光性材料の開発に成功した。水素結合によるペアリングを鍵とする発光性金錯体(Seki, T.*; Kobayashi, K.; Mashimo, T.; Ito, H.* *Chem. Commun.* **2018**, 54, 13160)、メタ置換構造をもつ発光性二核金(I)イソシアニド錯体(Seki, T.*; Ida, K.; Ito, H.* *Mater. Chem. Front.* **2018**, 2, 1195)、機械的刺激で発光性が長波長シフトするアルキル金(I)NHC錯体(Seki, T.*; Kashiya, K.; Ito, H.* *Dalton Trans.* **2019**, 48, 7105)、小分子を内包し、発光性を变化させる性質をもつメタ置換構造をもつ発光性二核金(I)イソシアニド錯体(Seki, T.*; Ida, K.; Sato, H.; Aono, S.; Sakaki, S.; Ito, H.* *Chem. Eur. J.* **2020**, 26, 735)、アシルボランから誘導した、C, N-キレート型発光性有機ホウ素化合物(Taguchi, J.; Matsuura, S.; Seki, T.; Ito, H.* *Chem. Eur. J.* **2020**, 26, 2450)、混合比によって発光性がコントロールできる金(I)イソシアニド錯体共結晶(Seki, T.*; Toyoshima, N.; Ito, H.* *Dalton Trans.* **2020**, 49, 2073)、C, N-反転キレート型発光性有機ホウ素化合物(Matsuura, S.; Taguchi, J.; Seki, T.; Ito, H.* *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2021**, 94, 1547)、カウンターアニオンによってピッチが変化するヘリカル銅(I)錯体(Jin, M.*; Ando, R.; Ito, H.* *Inorg. Chem.* **2022**, 61, 3)。

g. 汎用ポリマーに対する機械的刺激を用いた発光機能付与(伊藤)

機械的刺激によって、物質の発光性を变化させる方法をさらに検討する中で、高分子メカノラジカルをボールミル条件下でその場で生成し、前蛍光性ニトロキッド系試薬とラジカル-ラジカルカップリングを行うことで、発光体を共有結合で高分子主鎖に組み込むことができた(Kubota, K.*; Toyoshima, N.; Miura, D.; Jiang, J.; Maeda, S.; Jin, M.*; Ito, H.* *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, 60, 16003)。この方法により、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレンなどの広範な汎用ポリマーから、発光性ポリマー材料を直接的かつ概念的に簡便に調製することができる。本論文では、機械的刺激によって汎用高分子材料に発光体を導入する新規な方法を報告する。本研究では、ボールミル条件下で高分子メカノラジカルをその場で生成し、前蛍光性ニトロキッド系試薬とラジカル-ラジカルカップリングを行うことで、高分子主鎖に共有結合を介して発光体を導入した。この方法により、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレンなどの汎用高分子から、発光性高分子材料を直接的かつ概念的に簡便に調製することができた。これらの結果は、本メカノラジカルカップリング戦略が、既存の汎用高分子をより価値のある機能性材料に変換するのに役立つ可能性を示している。

h. メカノケミカル合成の開発(伊藤・井出・石山)

ソフトクリスタルの研究は、固体あるいは結晶内で有機分子が動いたり変化したりする性質が、これまで考えられていたよりも大きいことを示唆している。この事実に触発されて、有機物の固体あるいは結晶状態でのボールミル反応を検討することを行った。その結果、有用な合成反応を多数開発することができた。また、機械学習による反応の評価についても検討を行った(井出)

固体 CN カップリングのアルケン添加による大幅な加速効果(Kubota, K.*; Seo, T.; Koide, K.; Hasegawa, Y.; Ito, H.* *Nature Commun* **2019**, 10, 111)、イリジウム触媒による固体 CH ホウ素化反応(Pang, Y.; Ishiyama, T.; Kubota, K.*; Ito, H.* *Chem. Eur. J.* **2019**, 25, 4654)、メカノケミカル法によるアリール Pd(II)錯体のグローブボックスフリー合成法(Kubota, K.*; Takahashi, R.; Ito, H.* *Chem. Sci.* **2019**, 10, 5837)、固体鈴木-宮浦クロスカップリングのアルケン添加による大幅な加速効果(Seo, T.; Ishiyama, T.; Kubota, K.*; Ito, H.* *Chem. Sci.* **2019**, 10, 8202)、強誘電材料共存下でのボールミルを用いたメカノレドックス反応(Kubota, K.*; Pang, Y.; Miura, A.; Ito, H.* *Science* **2019**, 366, 1500)、メカノケミカル条件下における選択的モノクロスカップリング反応(Seo, T.; Kubota, K.*; Ito, H.* *J. Am. Chem. Soc.* **2020**, 142, 9884)、メカノレドックスによるヘテロ環化合物の CF₃ 化反応(Pang, Y.; Lee, J. W.; Kubota, K.*; Ito, H.* *Angew. Chem. Int. Ed.* **2020**, 59, 22570)、グローブボックスおよびシュレンクラインを用いない CN クロスカップリング反応(Kubota, K.*; Takahashi, R.; Uesugi, M.; Ito, H.* *ACS Sustainable Chem. Eng.* **2020**, 8, 16577)、高温条件による不溶性化合物の固体鈴木-宮浦クロスカップリング反応(Seo, T.; Toyoshima, N.; Kubota, K.*; Ito, H.* *J. Am. Chem. Soc.* **2021**, 143, 6165)、ボールミルによる Grignard 化合物の合成(Takahashi, R.; Hu, A.; Gao, P.; Gao, Y.; Pang, Y.; Seo, T.; Maeda, S.; Jiang, J.; Takaya, H.; Kubota, K.*; Ito, H.* *Nature Commun.* **2021**, 12, 6691)、フッ素置換芳香族ポロン酸のメカノケミカル条件による高効率な鈴木-宮浦クロスカップリング(Takahashi, R.; Seo, T.; Kubota, K.*; Ito, H.* *ACS Catal.* **2021**, 11, 14803)、カルバゾール基質における固体 CN クロスカップリング反応(Kubota, K.*; Endo, T.; Uesugi, M.; Hayashi, Y.; Ito, H.* *ChemSusChem* **2022**, 15, e202102132f)、高効率な固体園頭カップリング反応(Gao, Y.; Feng, C.; Seo, T.; Kubota, K.*; Ito, H.* *Chem. Sci.* **2022**, 13, 430)、ボールミルクロスカップリング反応における温度効果の検討(Kubota, K.*; Kondo, K.; Seo, T.; Ito, H.* *Synlett* **2022**, 33, 898)。

i. まとめ

本研究において、当初計画していた成果得られたのみならず、予想を超える成果が得られた。特にソフトクリスタルの知見を活用した、強弾性結晶の発見、ポリマーの修飾、メカノケミカル合成反応の開発は、新しい成果として特筆できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計53件（うち査読付論文 52件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Seki Tomohiro, Feng Chi, Kashiya Kentaro, Sakamoto Shunichi, Takasaki Yuichi, Sasaki Toshiyuki, Takamizawa Satoshi, Ito Hajime	4. 巻 59
2. 論文標題 Photoluminescent Ferroelastic Molecular Crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 8839 ~ 8843
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201914610	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 Matsuura Satsuki, Taguchi Jumpei, Seki Tomohiro, Ito Hajime	4. 巻 94
2. 論文標題 Synthesis and Optical Properties of C,N-Swapped Boranils Derived from Potassium Acyltrifluoroborates	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 1547 ~ 1552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210024	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 Akiyama Sota, Oyama Natsuki, Endo Tsubura, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 143
2. 論文標題 A Copper(I)-Catalyzed Radical-Relay Reaction Enabling the Intermolecular 1,2-Alkylborylation of Unactivated Olefins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 5260 ~ 5268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c02050	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 Seo Tamae, Toyoshima Naoki, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 143
2. 論文標題 Tackling Solubility Issues in Organic Synthesis: Solid-State Cross-Coupling of Insoluble Aryl Halides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 6165 ~ 6175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c00906	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 Kato Kenta, Seki Tomohiro, Ito Hajime	4. 巻 60
2. 論文標題 (9-Isocyananthracene)gold(I) Complexes Exhibiting Two Modes of Crystal Jumps by Different Structure Change Mechanisms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 10849 ~ 10856
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.1c00881	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 Iwamoto Hiroaki, Ozawa Yu, Takenouchi Yuta, Imamoto Tsuneo, Ito Hajime	4. 巻 143
2. 論文標題 Backbone-Modified C2-Symmetrical Chiral Bisphosphine TMS-QuinoxP*: Asymmetric Borylation of Racemic Allyl Electrophiles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 6413 ~ 6422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c08899	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 Kubota Koji, Toyoshima Naoki, Miura Daiyo, Jiang Julong, Maeda Satoshi, Jin Mingoo, Ito Hajime	4. 巻 60
2. 論文標題 Introduction of a Luminophore into Generic Polymers via Mechanoradical Coupling with a Prefluorescent Reagent	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 16003 ~ 16008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202105381	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 Kubota Koji, Miura Daiyo, Takeuchi Takumi, Osaki Shun, Ito Hajime	4. 巻 11
2. 論文標題 Synthesis of Chiral α -Amino Tertiary Boronates via the Catalytic Enantioselective Nucleophilic Borylation of Dialkyl Ketimines	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 6733 ~ 6740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c01689	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 Ando Rempei, Jin Mingoo, Ito Hajime	4. 巻 23
2. 論文標題 Charge-transfer crystal with segregated packing structure constructed with hexaarylbenzene and tetracyanoquinodimethane	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 5564 ~ 5568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CE00726B	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 Takeuchi Takumi, Shishido Ryosuke, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 12
2. 論文標題 Synthesis of hydrosilylboronates via the monoborylation of a dihydrosilane Si-H bond and their application for the generation of dialkylhydrosilyl anions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 11799 ~ 11804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1SC01440D	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 Ozawa Yu, Endo Kohei, Ito Hajime	4. 巻 143
2. 論文標題 Regio- and Stereoselective Synthesis of Multi-Alkylated Allylic Boronates through Three-Component Coupling Reactions between Allenes, Alkyl Halides, and a Diboron Reagent	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 13865 ~ 13877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c06538	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 Takahashi Rina, Hu Anqi, Gao Pan, Gao Yunpeng, Pang Yadong, Seo Tamae, Jiang Julong, Maeda Satoshi, Takaya Hikaru, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 12
2. 論文標題 Mechanochemical synthesis of magnesium-based carbon nucleophiles in air and their use in organic synthesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6691
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-26962-w	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 Takahashi Rikuro, Seo Tamae, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 11
2. 論文標題 Palladium-Catalyzed Solid-State Polyfluoroarylation of Aryl Halides Using Mechanochemistry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 14803 ~ 14810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c03731	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 Kubota Koji, Endo Tsubura, Uesugi Minami, Hayashi Yuta, Ito Hajime	4. 巻 15
2. 論文標題 Solid State C-N Cross Coupling Reactions with Carbazoles as Nitrogen Nucleophiles Using Mechanochemistry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ChemSusChem	6. 最初と最後の頁 e202102132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cssc.202102132	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 Gao Yunpeng, Feng Chi, Seo Tamae, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 13
2. 論文標題 Efficient access to materials-oriented aromatic alkynes via the mechanochemical Sonogashira coupling of solid aryl halides with large polycyclic conjugated systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 430 ~ 438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1sc05257h	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 Jin Mingoo, Ando Rempei, Ito Hajime	4. 巻 61
2. 論文標題 Distinct Fold-Mode Formation of Crystalline Cu(I) Helical Coordination Polymers with Alternation of the Solid-State Emission Using Shape of the Counter Anions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 3 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.1c02725	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 Kubota Koji, Ito Hajime, Kondo Keisuke, Seo Tamae	4. 巻 33
2. 論文標題 Insight into the Reactivity Profile of Solid-State Aryl Bromides in Suzuki-Miyaura Cross-Coupling Reactions Using Ball Milling	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 898 - 902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-1748-3797	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 Seo Tamae, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 142
2. 論文標題 Selective Mechanochemical Monoarylation of Unbiased Dibromoarenes by in Situ Crystallization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 9884 ~ 9889
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c01739	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 Shishido Ryosuke, Uesugi Minami, Takahashi Rikuro, Mita Tsuyoshi, Ishiyama Tatsuo, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 142
2. 論文標題 General Synthesis of Trialkyl- and Dialkylarylsilylboranes: Versatile Silicon Nucleophiles in Organic Synthesis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 14125 ~ 14133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c03011	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 Pang Yadong, Lee Joo Won, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 59
2. 論文標題 Solid State Radical C-H Trifluoromethylation Reactions Using Ball Milling and Piezoelectric Materials	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 22570 ~ 22576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202009844	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 Kubota Koji, Takahashi Rikuro, Uesugi Minami, Ito Hajime	4. 巻 8
2. 論文標題 A Glove-Box- and Schlenk-Line-Free Protocol for Solid-State C-N Cross-Coupling Reactions Using Mechanochemistry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 16577 ~ 16582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.0c05834	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 Hayama Keiichi, Takahashi Rikuro, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 50
2. 論文標題 Copper(I)-catalyzed Stereoselective Silylative Dearomatization of Indoles and Pyrroles Using Silylboronates	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 289 ~ 292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200725	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 Jin Mingoo, Ando Rempei, Jellen Marcus J., Garcia-Garibay Miguel A., Ito Hajime	4. 巻 143
2. 論文標題 Encapsulating N-Heterocyclic Carbene Binuclear Transition-Metal Complexes as a New Platform for Molecular Rotation in Crystalline Solid-State	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 1144 ~ 1153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c11981	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 Akiyama Sota, Oyama Natsuki, Endo Tsubura, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 143
2. 論文標題 A Copper(I)-Catalyzed Radical-Relay Reaction Enabling the Intermolecular 1,2-Alkylborylation of Unactivated Olefins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 5260 ~ 5268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c02050	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 Seki Tomohiro, Kashiyama Kentaro, Ito Hajime	4. 巻 48
2. 論文標題 Luminescent mechanochromism of gold N-heterocyclic carbene complexes with hypso- and bathochromic spectral shifts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 7105 ~ 7109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9DT00566H	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 Taguchi Jumpei, Takeuchi Takumi, Takahashi Rina, Masero Fabio, Ito Hajime	4. 巻 58
2. 論文標題 Concise Synthesis of Potassium Acyltrifluoroborates from Aldehydes through Copper(I) Catalyzed Borylation/Oxidation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 7299 ~ 7303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201901748	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 Kubota Koji, Takahashi Rina, Ito Hajime	4. 巻 10
2. 論文標題 Mechanochemistry allows carrying out sensitive organometallic reactions in air: glove-box-and-Schlenk-line-free synthesis of oxidative addition complexes from aryl halides and palladium(0)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 5837 ~ 5842
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9SC01711A	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 Kubota Koji, Uesugi Minami, Osaki Shun, Ito Hajime	4. 巻 17
2. 論文標題 Synthesis of 2-alkyl-2-boryl-substituted-tetrahydrofurans via copper(I)-catalysed borylative cyclization of aliphatic ketones	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 5680 ~ 5683
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9OB00962K	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 Iwamoto Hiroaki, Endo Kohei, Ozawa Yu, Watanabe Yuta, Kubota Koji, Imamoto Tsuneo, Ito Hajime	4. 巻 58
2. 論文標題 Copper(I) Catalyzed Enantioconvergent Borylation of Racemic Benzyl Chlorides Enabled by Quadrant by Quadrant Structure Modification of Chiral Bisphosphine Ligands	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 11112 ~ 11117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201906011	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 Akiyama Sota, Kubota Koji, Mikus Malte S., Paioti Paulo H. S., Romiti Filippo, Liu Qinghe, Zhou Yuebiao, Hoveyda Amir H., Ito Hajime	4. 巻 58
2. 論文標題 Catalytic Enantioselective Synthesis of Allylic Boronates Bearing a Trisubstituted Alkenyl Fluoride and Related Derivatives	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 11998 ~ 12003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201906283	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 Seo Tamae, Ishiyama Tatsuo, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 10
2. 論文標題 Solid-state Suzuki-Miyaura cross-coupling reactions: olefin-accelerated C-C coupling using mechanochemistry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 8202 ~ 8210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9SC02185J	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 Shishido Ryosuke, Sasaki Ikuo, Seki Tomohiro, Ishiyama Tatsuo, Ito Hajime	4. 巻 25
2. 論文標題 Direct Dimesitylborylation of Benzofuran Derivatives by an Iridium Catalyzed C-H Activation with Silyldimesitylborane	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 12924 ~ 12928
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201903776	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 Jin Mingoo, Yamamoto Sho, Seki Tomohiro, Ito Hajime, Garcia Garibay Miguel A.	4. 巻 58
2. 論文標題 Anisotropic Thermal Expansion as the Source of Macroscopic and Molecular Scale Motion in Phosphorescent Amphidynamic Crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 18003 ~ 18010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201909048	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 Kubota Koji, Pang Yadong, Miura Akira, Ito Hajime	4. 巻 366
2. 論文標題 Redox reactions of small organic molecules using ball milling and piezoelectric materials	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 1500 ~ 1504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aay8224	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 Takahashi Rina, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 56
2. 論文標題 Air- and moisture-stable Xantphos-ligated palladium dialkyl complex as a precatalyst for cross-coupling reactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 407 ~ 410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9CC06946A	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 Seki Tomohiro, Ida Kentaro, Sato Hiroyasu, Aono Shinji, Sakaki Shigeyoshi, Ito Hajime	4. 巻 26
2. 論文標題 Aurophilicity Mediated Construction of Emissive Porous Molecular Crystals as Versatile Hosts for Liquid and Solid Guests	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 735 ~ 744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201904597	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 Seki Tomohiro, Mashimo Takaki, Ito Hajime	4. 巻 49
2. 論文標題 Crystal Jumping of Simple Hydrocarbons: Cooling-induced Salient Effect of Bis-, Tri-, and Tetraphenylethene through Anisotropic Lattice Dimension Changes without Thermal Phase Transitions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 174 ~ 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190768	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 Taguchi Jumpei, Matsuura Satsuki, Seki Tomohiro, Ito Hajime	4. 巻 26
2. 論文標題 Synthesis and Tunable Optical Properties of C,N Chelated Borate Luminophores Derived from Potassium Acyltrifluoroborates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 2450 ~ 2455
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201904983	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 Hayama Keiichi, Kojima Ryoto, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 22
2. 論文標題 Synthesis of Chiral N-Heterocyclic Allylboronates via the Enantioselective Borylative Dearomatization of Pyrroles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 739 ~ 744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b04581	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 Iwamoto Hiroaki, Hayashi Yuta, Ozawa Yu, Ito Hajime	4. 巻 10
2. 論文標題 Silyl-Group-Directed Linear-Selective Allylation of Carbonyl Compounds with Trisubstituted Allylboronates Using a Copper(I) Catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 2471 ~ 2476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.9b05408	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 Seki Tomohiro, Toyoshima Naoki, Ito Hajime	4. 巻 49
2. 論文標題 Mixed crystal formation of two gold isocyanide complexes with various ratios for continuous tuning of photophysical properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 2073 ~ 2076
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0DT00195C	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 Akiyama Sota, Nomura Syogo, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 85
2. 論文標題 Copper(I)-Catalyzed Boryl Substitution of 1-Trifluoromethyl Allenes for the Synthesis of 3-Boryl-Substituted 1,1-gem-Difluorodienes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4172 ~ 4181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.9b03353	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 Seki Tomohiro, Kobayashi Koh, Mashimo Takaki, Ito Hajime	4. 巻 54
2. 論文標題 A gold isocyanide complex with a pendant carboxy group: orthogonal molecular arrangements and hypsochromically shifted luminescent mechanochromism	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 11136 ~ 11139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CC06490C	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 NAKAYAMA Naofumi, OBATA Shigeaki, HORI Yoshikazu, GOTO Hitoshi, SEKI Tomohiro, ITO Hajime	4. 巻 17
2. 論文標題 Soft Crystal Force Field for Reproducing the Crystal Structures of Aryl Gold Isocyanide Complexes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 155 ~ 157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2018-0031	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 Kubota Koji, Seo Tamae, Koide Katsumasa, Hasegawa Yasuchika, Ito Hajime	4. 巻 10
2. 論文標題 Olefin-accelerated solid-state C-N cross-coupling reactions using mechanochemistry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 111 ~ 122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-08017-9	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 Pang Yadong, Ishiyama Tatsuo, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 25
2. 論文標題 Iridium(I) Catalyzed C-H Borylation in Air by Using Mechanochemistry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 4654 ~ 4659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201900685	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 Aono Shinji, Seki Tomohiro, Ito Hajime, Sakaki Shigeyoshi	4. 巻 123
2. 論文標題 Dependence of Absorption and Emission Spectra on Polymorphs of Gold(I) Isocyanide Complexes: Theoretical Study with QM/MM Approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 4773 ~ 4794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.8b10602	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 Seki Tomohiro, Ida Kentaro, Ito Hajime	4. 巻 2
2. 論文標題 A meta-diisocyanide benzene-based aryl gold isocyanide complex exhibiting multiple solid-state molecular arrangements and luminescent mechanochromism	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Chemistry Frontiers	6. 最初と最後の頁 1195 ~ 1200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8QM00074C	査読の有無 無
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 Seki Tomohiro, Mashimo Takaki, Ito Hajime	4. 巻 10
2. 論文標題 Anisotropic strain release in a thermosalient crystal: correlation between the microscopic orientation of molecular rearrangements and the macroscopic mechanical motion	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 4185 ~ 4191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8SC05563G	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 Jin Mingoo, Chung Tim S., Seki Tomohiro, Ito Hajime, Garcia-Garibay Miguel A.	4. 巻 139
2. 論文標題 Phosphorescence Control Mediated by Molecular Rotation and Auophilic Interactions in Amphidynamic Crystals of 1,4-Bis[tri-(p-fluorophenyl)phosphane-gold(I)-ethynyl]benzene	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 18115 ~ 18121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.7b11316	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 Jin Mingoo, Sumitani Toshiki, Sato Hiroyasu, Seki Tomohiro, Ito Hajime	4. 巻 140
2. 論文標題 Mechanical-Stimulation-Triggered and Solvent-Vapor-Induced Reverse Single-Crystal-to-Single-Crystal Phase Transitions with Alterations of the Luminescence Color	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 2875 ~ 2879
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.7b12455	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 Iwamoto Hiroaki, Ozawa Yu, Kubota Koji, Ito Hajime	4. 巻 82
2. 論文標題 Copper(I)-Catalyzed Regio- and Stereoselective Intramolecular Alkylboration of Propargyl Ethers and Amines	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 10563 ~ 10573
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.7b02071	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 Taguchi Jumpei, Ikeda Toshiki, Takahashi Rina, Sasaki Ikuo, Ogasawara Yasushi, Dairi Tohru, Kato Naoya, Yamamoto Yasunori, Bode Jeffrey W., Ito Hajime	4. 巻 56
2. 論文標題 Synthesis of Acylborons by Ozonolysis of Alkenylboronates: Preparation of an Enantioenriched Amino Acid Acylboronate	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 13847 ~ 13851
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201707933	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

[学会発表] 計60件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 28件)

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanical Response of Gold(I) Complexes
3. 学会等名 The 6.5th Crystal Engineering and Emerging Materials Workshop of Ontario and Quebec (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Ball-Mill Organic Synthesis: Mechanoredox and Solid State Cross-Coupling
3. 学会等名 Department Webmnar, Indian Institute of Science Education and Research (IISER) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 金(きん)と炭素
3. 学会等名 元素周期表同好会 元素のお話オンライン (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 メカノケミカル有機合成の夜明け
3. 学会等名 MRMforum2020 TS-5 動的分子アーキテクトゥクス (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Solid-state cross-coupling as a new tool for organic chemistry
3. 学会等名 Mechanochemistry Virtual Symposium #1 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安藤 廉平、陳 旻究、伊藤 肇
2. 発表標題 ヘキサアリアルベンゼンを用いた分離積層構造を有する電荷移動錯体結晶の作製
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保田 浩司、豊島 直喜、Mingoo Jin、伊藤 肇
2. 発表標題 ターンオン型蛍光ラジカルプローブを用いたメカノラジカルの検出
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬尾 珠恵、豊島 直喜、久保田 浩司、伊藤 肇
2. 発表標題 メカノケミストリーによる不溶性アリールハライドの固体クロスカップリング反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 YADONG PANG、JOO WON LEE、久保田 浩司、伊藤 肇
2. 発表標題 メカノレドックスによるC-H官能基化反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 馮 馳、関 朋宏、坂元 駿一、佐々木 俊之、高見澤 聡、伊藤 肇
2. 発表標題 発光色の变化を伴う可逆的な形状記憶効果を示す金錯体の分子結晶
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 旻宥、安藤 廉平、Jellen Marcus、Garcia-Garibay Migue、伊藤 肇
2. 発表標題 NHC金属錯体を基軸とした結晶性分子ローターの新規プラットフォーム
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 旻究・安藤 廉平・Garcia-Garibay Miguel・伊藤 肇
2. 発表標題 ヘキサアリアルベンゼンを用いた固体中における分子ギア運動
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安藤 廉平・陳 旻究・Garcia-Garibay Miguel・伊藤 肇
2. 発表標題 ヘキサ(2-ピリジル)ベンゼンを有するスタジアム型分子の固体中におけるギア運動
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保田 浩司・Pang Yadong・三浦 章・伊藤 肇
2. 発表標題 ボールミルと圧電材料を用いたメカノレドックスの開発
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Pang Yadong・久保田 浩司・伊藤 肇
2. 発表標題 メカノレドックスによるC-Hトリフルオロメチル化反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 馮 馳・関 朋宏・高見澤 聡・伊藤 肇
2. 発表標題 形状変形と発光色変化を同時に示す金錯体分子結晶
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 眞下 峻希・田口 純平・関 朋宏・小野 ゆり子・武次 徹也・伊藤 肇
2. 発表標題 非芳香族アミノ酸類縁体分子の固体室温長寿命発光
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 KATO, Kenta; SEKI, Tomohiro; ITO, Hajime
2. 発表標題 Anthracene-based Gold(I) Isocyanide Complexes Exhibiting Thermo- and Photosalient Effect
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀬尾 珠恵・久保田 浩司・伊藤 肇
2. 発表標題 反応系中での結晶化を利用したジハロアレン類の選択的メカノケミカルモノアリアル化
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koji Kubota, Yadong Pang, Akira Miura, Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanoredox system for small molecules activation using ball milling
3. 学会等名 2nd ICREDD Internatioanl Symposium -Toward Interdisciplinary Research Guided by Theory and Calculation (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mingoo Jin, Sho Yamamoto, Tomohiro Seki, Hajime Ito, Miguel A. Garcia-Garibay
2. 発表標題 Correlation between macro-scale mechanical properties and molecular dynamics in phosphorescent crystal
3. 学会等名 2nd ICREDD Internatioanl Symposium -Toward Interdisciplinary Research Guided by Theory and Calculation (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤肇
2. 発表標題 溶媒を使わないメカノケミカル有機合成
3. 学会等名 2019年度東日本スクリプス会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 眞下 峻希・関 朋宏・伊藤 肇
2. 発表標題 フェニル多置換アルケン部位を有する分子結晶のサーモサリエント効果
3. 学会等名 第28回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 馮 馳・櫻山 健太郎・関 朋宏・坂本 駿一・高崎 祐一・高見澤 聡・伊藤 肇
2. 発表標題 強弾性を示すN-ヘテロ環状カルベン金錯体
3. 学会等名 第28回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊島 直喜・関 朋宏・伊藤 肇
2. 発表標題 光照射により発光色と屈曲特性が変化する金錯体結晶
3. 学会等名 第28回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬尾 珠恵・石山 竜生・久保田 浩司・伊藤 肇
2. 発表標題 メカノケミストリーによる固体状態で進行するC-Cクロスカップリング反応の開発
3. 学会等名 錯体化学若手の会 北海道地区 第8回勉強会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊島 直喜・関 朋宏・伊藤 肇
2. 発表標題 光照射により発光色と屈曲特性が変化する金(I)イソシアニド錯体
3. 学会等名 錯体化学若手の会 北海道地区 第8回勉強会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松浦 さつき・田口 純平・関 朋宏・伊藤 肇
2. 発表標題 アシルトリフルオロボレートから誘導された新規C,Nキレート型ホウ素錯体の合成とその光学特性のチューニング
3. 学会等名 錯体化学若手の会 北海道地区 第8回勉強会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanochemistry: Luminescence and Organic Synthesis
3. 学会等名 Nanyang Technological University Lecture (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Discovery and Design of Gold(I) Isocyanide Complexes with Mechanical Response Properties
3. 学会等名 7th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC7) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satsuki Matsuura, Jumpei Taguchi, Tomohiro Seki, Hajime Ito
2. 発表標題 Synthesis of C, N-Cheleated Luminophores Derived from Potassium Acyltrifluoroborates and Their Optical Properties
3. 学会等名 7th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC7) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chi Feng, Kentaro Kashiya, Tomohiro Seki, Shunichi Sakamoto, Yuichi Takasaki, Satoshi Takamizawa, Hajime Ito
2. 発表標題 Ferroelastic Property in a Crystal of Luminescent N-Heterocyclic Gold Complexes
3. 学会等名 7th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC7) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rina Takahashi, Koji Kubota, Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanochemical Synthesis of Palladium Oxidative Addition Complexes in Air
3. 学会等名 7th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC7) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 メカノケミストリー：機械刺激応答機能と有機合成への展開
3. 学会等名 第36回有機合成セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Pang Yadong・石山 竜生・久保田 浩司・伊藤 肇
2. 発表標題 メカノケミストリーによるイリジウム触媒C-Hホウ素化反応
3. 学会等名 第66回有機金属化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 里奈、久保田 浩司、伊藤 肇
2. 発表標題 メカノケミストリーによる空気中におけるパラジウム酸化的付加錯体の合成
3. 学会等名 第66回有機金属化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koji Kubota, Tamae Seo, Katsumasa Koide, Yasuchika Hasegawa, Hajime Ito
2. 発表標題 Olefin-accelerated C-N cross-coupling in the solid-state
3. 学会等名 ACS Fall 2019 National Meeting & Exposition 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yadong Pang, Tatsuo Ishiyama, Koji Kubota, Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanochemical iridium-catalyzed C-H borylation
3. 学会等名 ACS Fall 2019 National Meeting & Exposition 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tamae Seo, Tatsuo Ishiyama, Koji Kubota, Hajime Ito
2. 発表標題 Olefin-accelerated C-C cross-coupling reaction in solid-state
3. 学会等名 ACS Fall 2019 National Meeting & Exposition 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rina Takahashi, Koji Kubota, Hajime Ito
2. 発表標題 Synthesis of Palladium Oxidative Addition Complexes in Air by Mechanochemical Solvent-free Reactions
3. 学会等名 20th Organometallic Catalysis Directed Towards Organic Synthesis (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanochemistry for Luminescence Material and Organic Synthesis
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Soft Crystals (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanical and Optical Response of Gold(I) Isocyanide Crystals
3. 学会等名 24th International Conference on the Chemistry of the Organic Solid State (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 メカノケミストリー：光機能と合成反応の開発
3. 学会等名 名古屋大学講演会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanical Response of Gold(I) Isocyanide Complexes with Crystal Structure Change
3. 学会等名 Nanjing Tech University Lecture (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 ドミノ型相転移ソフトクリスタルの機構解明と新機能創成
3. 学会等名 ソフトクリスタル第四回公開シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 眞下 峻希・関 朋宏・伊藤 肇
2. 発表標題 サーモサリエント効果を示すアルケニル金(I)イソシアニド錯体の機構解析
3. 学会等名 錯体化学会 第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sho Yamamoto, Mingoo Jin, Tomohiro Seki, Hajime Ito, Miguel A. Garcia-Garibay
2. 発表標題 Luminescent Amphidynamic Crystals of Gold(I)-Phosphine Complexes: Thermosalient Effect with Luminescence Color Change
3. 学会等名 錯体化学会 第68回討論会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Development of Soft Crystals with novel structure & morphology
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Soft Crystals (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Design of Gold(I) Isocyanide Complexes with Mechanical Response Properties
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 機械的刺激に応答する金イソシアニド錯体：マクロ応答する分子結晶デザインへのチャレンジ
3. 学会等名 錯体化学若手の会夏の学校2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanical Response of Gold(I) Isocyanide Complexes via Crystal Structure Change
3. 学会等名 The 18th Japan-Korea Joint Symposium on Organometallic and Coordination Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Mechanical Response of Luminescent Gold(I) Isocyanide Complexes
3. 学会等名 2018 Nankai International Symposium on Advanced Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Gold(I) Isocyanide Complexes with Mechanical Response Properties
3. 学会等名 The 4th International Conference on Aggregation Induced Emission (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 機械的刺激に対して応答性をもつ金錯体結晶
3. 学会等名 東京大学工学研究科応化談話会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 機械的刺激を感知する分子ドミノ相転移型発光性金錯体
3. 学会等名 第112回有機合成シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 機械的刺激による構造相転移する結晶の設計をめざして
3. 学会等名 新学術領域研究 造形科学：電子と構造のダイナミズム制御による新機能創出 第4回公開シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤 肇
2. 発表標題 機械的刺激による結晶相転移をデザインする
3. 学会等名 第7回CSJ化学フェスタ2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Molecular Design of Luminescent Gold(I) Isocyanide Complexes with Mechanical Response Properties
3. 学会等名 The 7th Sino-Japanese Symposium on Organic Chemistry for Young Scientists (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Aryl gold isocyanide complexes with mechanical responsive properties
3. 学会等名 2017 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hajime Ito
2. 発表標題 Gold Isocyanide Complexes with Mechanical Response
3. 学会等名 24th Congress and General Assembly of the International Union of Crystallography (IUCr 2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 溶媒を使用しないクロスカップリング反応及びその反応を用いる製造方法	発明者 伊藤肇・久保田浩司	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、P2018-053-JP01	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

有機元素化学研究室 https://itogrouphp.eng.hokudai.ac.jp/ 有機元素化学研究室 http://labs.eng.hokudai.ac.jp/labo/organoelement/
--

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	石山 竜生 (Ishiyama Tatsuo) (00232348)	北海道大学・工学研究院・准教授 (10101)	
研究分担者	井手 雄紀 (Yuki Ide) (40883070)	北海道大学・化学反応創成研究拠点・特任助教 (10101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	関 朋宏 (Seki Tomohiro) (50638187)	北海道大学・工学研究院・助教 (10101)	削除：2021年1月22日

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