

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02756

研究課題名（和文）金属錯体で創る機能性液体：物性・反応・空間機能の開拓

研究課題名（英文）Functional Liquids Containing Metal Complexes: Physical Properties, Chemical Reactions, and Structural Functions

研究代表者

持田 智行 (MOCHIDA, Tomoyuki)

神戸大学・理学研究科・教授

研究者番号：30280580

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、様々な金属錯体をイオン液体化することにより、多彩な機能性液体を開発した。これらの液体の基礎物性を解明し、配位化学の基本概念（結合異性化、配位子交換、混合原子価など）に基づく液体機能を実現した。あわせて、多彩な光機能性（光誘起イオン伝導性制御、光誘起物質応答、光異性化など）を示す液体やゲルを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、各種の金属錯体をイオン液体化し、その機能性を広範に開拓した。これは、従来は固体化学が中心であった金属錯体研究に対して、液体の視点を導入し、新しい物質科学の分野を開拓するものである。得られた研究成果は、金属錯体の液体研究のさらなる展開可能性を示しており、今後、より多彩な機能物質の開発や、応用的なデバイス研究につながると期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed various ionic liquids from metal complexes and achieved several liquid functionalities by applying basic concepts of coordination chemistry, such as linkage isomerization, ligand exchange, and mixed valence. We also developed photofunctional liquids and gels exhibiting photo-induced ionic conductivity changes, photo-induced material responses, and photoisomerization.

研究分野：物性化学

キーワード：金属錯体 イオン液体

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

金属錯体は多彩な機能性を示す物質群として知られ、近年、その固体物性に関する研究がきわめて盛んである。金属錯体は通常高融点だが、私達は以前、イオン液体の分子設計を適用することによって、金属錯体を液化する方法論を見出した。さらにこの手法を用いて、各種の金属錯体を液化し、その機能性の開拓に取り組んできた。これらは金属由来の機能性(電子物性・化学反応性)とイオン液体としての特性(流動性、イオン伝導性・不揮発性など)を併せ持つ革新材料である。本課題では、こうした基盤に基づいた液体研究をさらに展開し、新たな物質系の開発および複合機能の開拓を広範に進めることとした。

### 2. 研究の目的

金属錯体系物質の固体化学研究は確立された分野だが、その液体化学は未開拓の分野である。本課題では、イオン液体の分子設計を適用することにより、さまざまな金属錯体を液化して、特色ある機能性液体を開発する。これらの液体研究を、電子物性、化学反応性、および空間機能の3方向に展開する。こうして液体と固体を俯瞰した新たな機能物質科学領域を拓くことを目的とする。

### 3. 研究の方法

各種の機能性を組み込んだサンドイッチ型錯体、ハーフサンドイッチ型錯体、およびキレート錯体のカチオンに対して  $\text{Tf}_2\text{N}^-$  などのアニオンを組み合わせることにより、金属錯体含有イオン液体を合成した。生成したイオン液体の熱物性、および機能性・反応性・外場応答性を検討した。固体についてはX線回折によって構造を評価した。

### 4. 研究成果

#### (1) 液体の配位化学的機能の開拓

配位化学の基本概念を適用した液体機能の開拓を目的として、以下の研究を行った。

##### 結合異性化を起こす液体の開発

SCN 配位子を持つハーフサンドイッチ型 Ru 錯体をカチオンとするイオン液体を合成した(図 1a)。この液体は N 配位体と S 配位体の 7:3 混合物として得られ、両者はクロマトグラフィーで分離できた。UV 照射または加熱によって、N 配位から S 配位への異性化が起こった。これらは有機溶媒中で吸収のシフトを示し、その溶媒依存性が互いに異なった。

##### 配位子交換を起こす液体の開発

配位子交換に基づく物性転換の実現を目的として、各種の補助配位子を有するハーフサンドイッチ型 Ru 錯体をカチオンとするイオン液体を合成した(図 1b)。液体の物性および色(黄色~赤褐色)が補助配位子に応じて顕著に異なった。これらの液体は配位子交換を通じた相互変換を起こした。CO から他の配位子への交換は配位子存在下での UV 照射によって生じ、CO 以外の配位子の間の交換反応は過剰な配位子存在下での加熱で起こった。

##### 混合原子価液体の開発

2核フェロセン錯体をカチオンとする混合原子価イオン液体(図 1c)を合成し、その液体物性を評価した。オクタノイル誘導体では、オクタノイル誘導体およびその他一般的なイオン液体とは異なり、温度低下とともに溶媒極性パラメータの値が顕著に増加した。これはカチオンが非対称な混合原子価構造を持ち、原子価状態が温度変化するためと考えられる。この液体の電荷移動吸収帯は温度低下とともにレッドシフトを示し、自己ソルバトクロミズムとみなせる現象が見出された。

##### キラリティーの効果の検討

キラリ置換基を導入したサンドイッチ型カチオンに対して種々のアニオンを組み合わせた塩を合成し、それらのラセミ体およびキラリ体の構造と熱物性を評価した。カルボランの塩は柔粘性イオン結晶相を発現したが、他の塩は多くがイオン液体となった。ラセミ体の結晶相は、カルボランの塩では固溶体、他の塩ではラセミ化合物またはラセミ混合物となった。このように、キラリティーの導入によって多様な相が出現した。

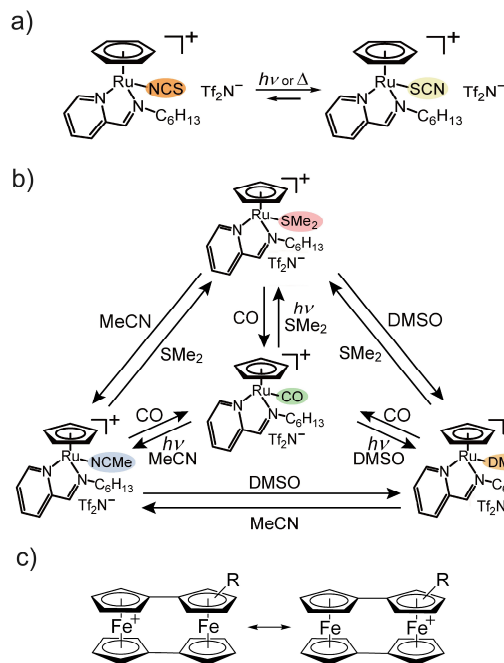


図 1. (a)SCN 補助配位子を有する Ru 錯体含有イオン液体における結合異性化、(b)Ru 錯体含有イオン液体における配位子交換反応を通じた相互転換、および(c)二核フェロセン錯体からなる混合原子価イオン液体におけるカチオンの共鳴構造

## (2) 光機能性液体の開発

光反応によって物性変化を起こす金属錯体含有イオン液体を開発し、その応答性を評価した。

### 光反応性液体の開発と応答性評価

光反応性を有するイオン液体として、シアノアルキル基を有するサンドイッチ型 Ru 錯体含有イオン液体を取り上げ、その機能開拓および物質開発を行った。UV 照射によってアモルファス配位高分子(弾性体)またはオリゴマー(液体)に転換するイオン液体(図 2a,b)を対象として、イオン伝導度および粘弾性の光・熱による可逆制御を実証した。さらに、種々の架橋分子を混合したイオン液体でも類似の反応が生じることを明らかにした。

置換基およびアニオン種の効果についても検討した。シアノアルキル基の代わりにブチルチオ基を導入したイオン液体は、光反応率がより低く、反応機構も異なった。これらの融点是对アニオンに依存し、結晶状態での充填率と関連していた。ジメチルアミノ基を導入したイオン液体は光反応性に乏しかった。しかし、シアノアルキル基を有するイオン液体と混合すると光反応が誘起され、この機構に基づく光反応率の制御が実現した。いずれの液体も、光と熱によるイオン伝導度の可逆変化を示した。

### 光誘起ベイクロミック液体の開発

トリカルボニル Re 錯体をカチオンとする発光性イオン液体を合成した。この液体に、各種配位性有機溶媒蒸気存在下で UV 光を照射すると、CO 脱離に伴う配位子交換を起こし、色変化と発光の消光が起こった(図 2b)。すなわちベイクロミズムの光制御が実現した。

### 結晶内光異性化反応の検討

ニトリト配位子を有するカチオン性 Pt 錯体とフッ素系アニオンからなるイオン液体を合成した。これらは液相およびガラス相では光異性化を示さなかったが、結晶相ではニトリト体からニトリト体への光異性化を示した。そのため、各種のアニオンを有する塩を合成し、X 線構造解析によって結晶内光異性化の要因を検討した。その結果、この反応はニトリト基周囲の反応空間によって支配されていることが明らかとなった。

## (3) 光反応性ゲルおよびゲル化剤の開発

Ru 錯体の光反応を利用して、光応答性を持つイオン液体ゲルおよびゲル化剤の開発を進めた。

### 光反応性イオノゲルの開発

光反応性 Ru 含有イオン液体(図 2a,b)に低分子ゲル化剤を加えてイオノゲルを調製し、その光・熱応答性を調べた。UV 照射によって、これらのゲルはそれぞれ固いゲルおよびゴム状固体に転換し、いずれも加熱によって元のゲルに戻った。この変化に伴って、イオン伝導度の可逆変化も生じた。

### 光によるイオン液体のゲル化制御

外場によるイオン液体のゲル化制御を目的として、低分子ゲル化剤が配位したルテニウム錯体をカチオンとするイオン液体を開発した(図 2c)。この塩をイオン液体または有機溶媒に加えて紫外光を照射すると、ルテニウム錯体からゲル化剤が放出され、全体がゲル化した。生成したゲルは、加熱によって元の液体に戻った。

## (4) 固体と液体の境界領域への展開

以上に加え、新たなイオン液体骨格の開発と、イオン液体の物性転換に関する研究を行った。

### cod 配位 Rh 錯体の塩の開発

新たなカチオン骨格を持つイオン液体の開拓を目的として、1,5-シクロオクタジエン(cod)配位子を有するカチオン性 Rh 錯体の塩を系統的に合成した。これらの結晶構造、相転移、および反応性を検討した。多くは固相で回転相を示し、さらに、固体状態で配位子交換反応を起こすことが判明した。この骨格を有するイオン液体の合成指針も得られた。

### 化学反応を通じた相転換の検討

化学反応による相転換を開拓する目的で、二重結合を持つオニウム塩の臭素付加を検討した。ここでは原理の検証を主眼とし、金属錯体より検討が容易な有機カチオンを用いた。ビニル基を有するビススルホニルアミドをアニオンとするイオン液体は、臭素との反応によって、臭素付加体に加え、アニオン由来の環状付加体を生成した。一方、ビニル基を持つオニウムカチオンからなる塩は、同じ反応で臭素付加体を定量的に生じた。この反応を通じ、イオン液体、柔粘性イオン結晶、および通常のイオン結晶の間での化学的相変換が実現した。

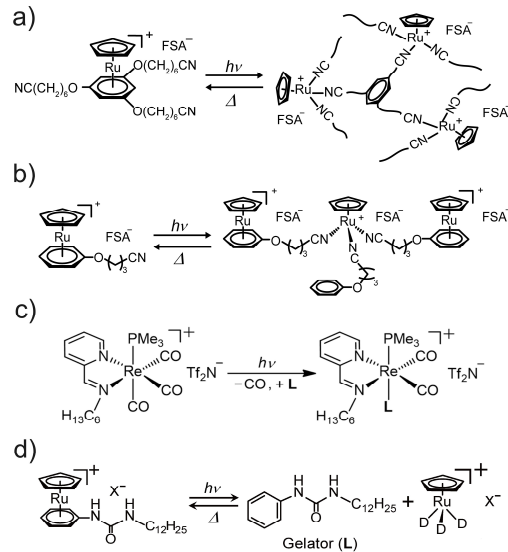


図 2. (a) 光照射で配位高分子に転換する Ru 錯体含有イオン液体、(b) 光照射によってオリゴマー化する Ru 錯体含有イオン液体、(c) Re 錯体含有イオン液体の配位性溶媒(L)蒸気下における光反応、および(d) ゲル化剤配位 Ru 錯体含有イオン液体の光照射によるゲル化剤放出機構

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 21件）

1. 著者名 Sumitani Ryo, Nakazono Yosuke, Soga Rio, Mochida Tomoyuki	4. 巻 397
2. 論文標題 Thermal properties and bromine addition reaction of ionic liquids containing vinyl-substituted bis-sulfonylamide anion	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Molecular Liquids	6. 最初と最後の頁 124163 ~ 124163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molliq.2024.124163	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 Nakazono Yosuke, Inoue Ryota, Sumitani Ryo, Mochida Tomoyuki	4. 巻 48
2. 論文標題 Ionic plastic crystals and ionic liquids containing quaternary cations with alkenyl substituents: chemical phase transformations by bromine vapor	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 2219 ~ 2225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3NJ05633C	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 Mochida Tomoyuki, Maekawa Syou, Sumitani Ryo	4. 巻 47
2. 論文標題 Ionic liquids containing half-sandwich ruthenium complexes: in situ interconversions via photochemical and thermal ligand exchange	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 19096 ~ 19102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3NJ03953F	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 Mochida Tomoyuki, Shimada Masato, Sumitani Ryo	4. 巻 381
2. 論文標題 Substituent effects on the photoreactivity of Ru-containing ionic liquids exhibiting reversible ionic conductivity changes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Molecular Liquids	6. 最初と最後の頁 121822 ~ 121822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molliq.2023.121822	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 Mochida Tomoyuki	4. 巻 23
2. 論文標題 Organometallic Ionic Liquids Containing Sandwich Complexes: Molecular Design, Physical Properties, and Chemical Reactivities	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Chemical Record	6. 最初と最後の頁 e202300041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tcr.202300041	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 Sumitani Ryo, Kuwahara Daisuke, Mochida Tomoyuki	4. 巻 62
2. 論文標題 Structures, Thermal Properties, and Reactivities of Cationic Rh-cod Complexes in Solid State (cod = 1,5-Cyclooctadiene)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 2169 ~ 2180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.2c03865	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 Horikoshi Ryo, Sumitani Ryo, Shimooka Natsuko, Mochida Tomoyuki	4. 巻 2022
2. 論文標題 Synthesis and Electrochemical Properties of Mixed Metal Triangular Complexes Based on Ferrocene Based Ligands and Dinuclear Arene Ruthenium Building Blocks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 e202200453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.202200453	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 Hamada Shota, Mochida Tomoyuki	4. 巻 61
2. 論文標題 Thermal Properties and Solvent Polarities of Mixed-Valence Ionic Liquids Containing Cationic Biferrocenylene Derivatives	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 8160 ~ 8167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.2c00395	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 Sumitani Ryo, Yamanaka Masamichi, Mochida Tomoyuki	4. 巻 18
2. 論文標題 On-demand gelation of ionic liquids using photoresponsive organometallic gelators	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 3479 ~ 3486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2SM00307D	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 Sumitani Ryo, Mochida Tomoyuki	4. 巻 344
2. 論文標題 Thermal properties, crystal structures, and photoreactivity of Ru-containing ionic liquids with sulfur-containing substituents	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Molecular Liquids	6. 最初と最後の頁 117784 ~ 117784
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molliq.2021.117784	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 Sumitani Ryo, Mochida Tomoyuki	4. 巻 342
2. 論文標題 Switchable ionic conductivity and viscoelasticity of ionogels containing photo- and thermo-responsive organometallic ionic liquids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Molecular Liquids	6. 最初と最後の頁 117510 ~ 117510
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molliq.2021.117510	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 Kimata Hironori, Inagaki Takashi, Mochida Tomoyuki	4. 巻 6
2. 論文標題 Anion-Ordering Phase Transitions in Biferrocenium and Ferrocenium Salts with the Bis(trifluoromethanesulfonyl)amide Anion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 21139 ~ 21146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.1c03059	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 Mochida Tomoyuki、Maekawa Syou、Sumitani Ryo	4. 巻 60
2. 論文標題 Photoinduced and Thermal Linkage Isomerizations of an Organometallic Ionic Liquid Containing a Half-Sandwich Ruthenium Thiocyanate Complex	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 12386 ~ 12391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.1c01613	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 Cho Sok-Yong、Mochida Tomoyuki	4. 巻 50
2. 論文標題 Luminescent Rhenium-containing Ionic Liquid Exhibiting Photoinduced Vapochromism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1740 ~ 1742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210386	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 Nakamura Ibuki、Sumitani Ryo、Mochida Tomoyuki	4. 巻 21
2. 論文標題 Nitro-Nitrito Photoisomerization of Cationic Platinum(II) Complexes in the Solid State: Reactivity in Polymorphic Crystals and Glassy State	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 1861 ~ 1868
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c00004	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 Mochida Tomoyuki、Sumitani Ryo、Yamazoe Tomoaki	4. 巻 22
2. 論文標題 Thermal properties, crystal structures, and phase diagrams of ionic plastic crystals and ionic liquids containing a chiral cationic sandwich complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 25803 ~ 25810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CP04870D	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 Nakamura Ibuki、Funasako Yusuke、Mochida Tomoyuki	4. 巻 20
2. 論文標題 Nitro-Nitrito Photoisomerization of Platinum(II) Complexes with Pt(NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> <sup>2-</sup> and (FSO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> N <sup>-</sup> Anions: Correlation between Isomerization Ratio and Reaction Cavity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 8047 ~ 8052
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.0c01294	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 Sumitani Ryo、Mochida Tomoyuki	4. 巻 16
2. 論文標題 Reversible formation of soft coordination polymers from liquid mixtures of photoreactive organometallic ionic liquid and bridging molecules	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 9946 ~ 9954
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0SM01567A	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 Sumitani Ryo、Funasako Yusuke、Mochida Tomoyuki	4. 巻 318
2. 論文標題 Thermal properties and crystal structures of ruthenium-containing photoreactive ionic liquids with short substituents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Molecular Liquids	6. 最初と最後の頁 114071 ~ 114071
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molliq.2020.114071	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 Sumitani Ryo、Mochida Tomoyuki	4. 巻 53
2. 論文標題 Metal-Containing Poly(ionic liquid) Exhibiting Photogeneration of Coordination Network: Reversible Control of Viscoelasticity and Ionic Conductivity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 6968 ~ 6974
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.0c01141	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 Sumitani Ryo, Yoshikawa Hirofumi, Mochida Tomoyuki	4. 巻 56
2. 論文標題 Reversible control of ionic conductivity and viscoelasticity of organometallic ionic liquids by application of light and heat	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 6189 ~ 6192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC02786C	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19件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 中園陽介, 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 二重結合を有するイオン液体の臭素付加反応および双性イオン形成反応
3. 学会等名 第13回イオン液体討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 持田智行
2. 発表標題 金属錯体からなるイオン液体の多彩な機能性
3. 学会等名 第54回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中園陽介, 井上亮汰, 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 二重結合を有する四級塩における結晶相・柔粘性結晶相・液相間の化学的相転換
3. 学会等名 第31回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 持田智行
2. 発表標題 金属錯体で創る多彩な機能性イオン液
3. 学会等名 日本分析化学会 第72年会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行, 桑原大介
2. 発表標題 Phase Behaviors and Reactivities of Ionic Crystals Containing Cationic Rh-cod Complexes
3. 学会等名 第12回イオン液体討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行, 山中正道
2. 発表標題 光でゲル化剤を放出するルテニウム錯体の開発: イオン液体ゲルの可逆形成
3. 学会等名 第33回配位化合物の光化学討論会 (オンライン開催)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 R. Sumitani, T. Mochida, M. Yamanaka
2. 発表標題 Photo-Controlled Gelation of Ionic Liquids Using Gelator-Coordinated Ruthenium Complexes
3. 学会等名 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC8, Hybrid Conference) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 サンドイッチ型Rh錯体をカチオンとするイオン結晶の相挙動
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堀越亮, 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 含フェロセン配位子とルテニウム二核錯体からなる三角形三核錯体の合成と構造
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行, 山中正道
2. 発表標題 Gelator-Coordinated Organometallic Ionic Liquids for Photo-Controlled Gelation of Liquids
3. 学会等名 第11回イオン液体討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 島田壮人, 角谷凌, 山添智暉, 持田智行
2. 発表標題 Effects of Substituents on the Photoreactivity of Ionic Liquids Containing Ruthenium Complexes
3. 学会等名 第11回イオン液体討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行, 山中正道
2. 発表標題 Reversible Formation of Ionic Liquid Gels Through Photochemical Reaction of Gelator-Coordinated Ruthenium Complexes
3. 学会等名 錯体化学会第71回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 イオン伝導度を外場制御できるルテニウム錯体含有ソフトマターの開発
3. 学会等名 第32回配位化合物の光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 R. Sumitani, T. Mochida
2. 発表標題 Ruthenium-Containing Ionic Liquid Gels Exhibiting Ionic Conductivity Changes in Response to External Stimuli
3. 学会等名 6th Iberoamerican Meeting on Ionic Liquids (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 Ionogels containing ruthenium-complexes and exhibiting ionic conductivity changes by application of external stimuli
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 前川翔, 持田智行
2. 発表標題 結合異性化を起こすルテニウム錯体含有イオン液体の合成
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 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 Photoreactive Ionogels Containing Organometallic Ruthenium Complexes
3. 学会等名 イオン液体Workshop2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 イオン伝導度を光と熱でスイッチングできる金属錯体含有イオン液体
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角谷凌, 持田智行
2. 発表標題 光と熱でイオン伝導度を可逆制御できるルテニウム錯体系イオン液体
3. 学会等名 第9回 JAC1/GSCシンポジウム
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大内幸雄監修、持田智行（分担執筆）	4. 発行年 2022年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 321
3. 書名 イオン液体の実用展開へ向けた最新動向	

〔産業財産権〕

〔その他〕

神戸大学大学院 理学研究科 化学専攻 固体化学分野 持田研究室ホームページ <a href="https://www2.kobe-u.ac.jp/~mochida/">https://www2.kobe-u.ac.jp/~mochida/</a>
--

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	桑原 大介  (KUWAHARA Daisuke)  (50270468)	電気通信大学・研究設備センター・准教授   (12612)	

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
---------	---------