

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18746

研究課題名(和文)有機柔粘性結晶を用いた超プロトン伝導の探索

研究課題名(英文)Development of superprotonic conductivity in plastic crystals

研究代表者

森 初果(Mori, Hatsumi)

東京大学・物性研究所・教授

研究者番号：00334342

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：次世代のクリーンなエネルギー社会へ向けて、水素から電気エネルギーを取り出す燃料電池に注目が集まっている。現在、燃料電池の電解質として、液漏れがなく環境調和型で、100-300℃の中温領域でも利用できる無水の有機固体プロトン電解質の研究が必要とされている。そこで、本研究では、高伝導性無水有機プロトン伝導体を得るため、まず単結晶を用いた構造-物性相関の研究で物質設計指針を構築し、その設計指針による水素結合ネットワークおよび分子運動に注目して新たな無水有機プロトン伝導体合成、および評価を行い、純有機柔粘性結晶を対象とした新プロトン伝導体を得ることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プロトン伝導体は、プロトン(H<sup>+</sup>)がキャリアとなるイオン伝導体であり、燃料電池の電解質候補として近年注目され、基礎から応用まで幅広い研究分野において精力的に研究されている。従来は含水系のプロトン伝導体が主流であり、加湿機構が必要かつ0-100℃でしか使えないという問題があった。したがって、中温域で用いるためには、無水でプロトン伝導性を示す物質開発が重要である。本研究では、燃料電池の電解質、あるいはプロトンセンサーに用いる良導性無水有機プロトン伝導体の開発設計指針を構築し、新規伝導体を開発し、環境・エネルギー課題解決の一助となる研究に貢献した。

研究成果の概要(英文)：Proton conducting materials that can work without humidification and in the medium temperature range of 100-300℃ have been highly desired for future fuel cells, and thus the materials design towards high-performance anhydrous organic proton conductors based upon conduction mechanism and the development of novel anhydrous proton conductors are pivotal issues. In this study, we have investigated structure and property relationship by synthesizing single crystals of anhydrous organic proton conductors, successfully proposed materials design strategy, and developed novel anhydrous proton conductors focused upon construction of the hydrogen-bond network and utilizing molecular dynamics of constituent molecules on the proton conductivity.

研究分野：分子性固体科学

キーワード：無水有機結晶 超プロトン伝導 柔粘性結晶 水素結合 酸-塩基塩 分子運動 異方性 グロツタス機構

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、研究者個人に帰属されます。

## 1. 研究開始当初の背景

次世代のクリーンなエネルギー社会へ向けて、水素から電気エネルギーを取り出す燃料電池に注目が集まっている。現在、燃料電池の電解質として、液漏れがなく環境調和型で、100-300°Cの中温度域でも利用できる無水の有機固体プロトン電解質の研究が必要とされている。

その無水有機プロトン伝導体の中で、酸塩基型のジカルボン酸—イミダゾールは、多結晶のペレットでも  $10^{-3}$  S/cm と驚くべき高伝導性を有することが報告されている。その起源として、近年の研究で、プロトン伝導パスとしての水素結合ネットワークの必要性、およびイミダゾール分子のフリップフロップおよび秤動回転運動が重要であることが示唆されている。しかしながら、その機構解明はされていないために物質設計指針は明らかではなく、それに基づいた中温度域で利用可能な高伝導性無水有機プロトン伝導体の開発ははまだ課題となっている。

## 2. 研究の目的

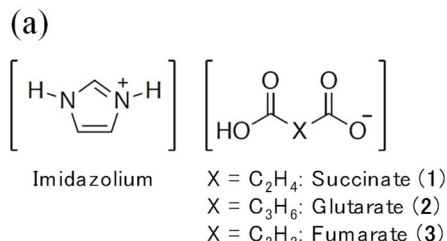
中温度域で利用可能な燃料電池の電解質に用いる、室温で  $10^{-2}$  S/cm 以上の無水有機プロトン伝導体を開発することは重要である。そこで、高伝導性無水有機プロトン伝導体を得るための物質設計指針について知見を得、その設計指針に基づき合成、および評価することを目指している。まず、

- (i) 一連の無水有機プロトン伝導体の単結晶を製作し、
- (ii) 水素結合が広がった結晶について、結晶構造とプロトン伝導性(温度依存性、周波数依存性)の相関より伝導機構解明および物質設計指針の提案を行い、
- (iii) その指針に基づき、純有機柔粘性結晶を対象として超プロトン伝導の開拓に挑むことを目的とする。

## 3. 研究の方法

イミダゾリウム水素ジカルボン酸塩、(1)コハク酸塩、(2)グルタル酸塩、および(3)フマル酸塩 [図 1(a)]の単結晶は、イミダゾールと対応するジカルボン酸のメタノール溶液を 35°C でゆっくりと蒸発させることで得られた。また、結晶構造解析は、Rigaku Mercury CCD 回折計 (MoK $\alpha$ , T = 23-103°C) を使用して行った。結晶の熱安定性は、Netzsch の示差走査熱量計、DSC 200 F3-T21 Maia (20~300°C, 5°C/分, 1~3, 20~110°C, 2°C/分) で評価した。さらに、単結晶プロトン伝導率の温度依存性は、AC インピーダンスアナライザー Solartron SI 1260 および誘電体インターフェース Solartron 1296 (0.1 V, 1 Hz-1 MHz または 10 mHz~10 kHz) を使用して、銀ペースト電極を用いた 2 端子プローブ法で測定を行った。温度は自作の高温クライオスタットを使用して制御した。

そして、2 および 3 の固体  $^2\text{H}$  NMR スペクトルは、JEOL ECA-300 分光計を使用して、 $^2\text{H}$  共振周波数 45.282 MHz で測定を行った。2 と 3 の粉末サンプルは、イミダゾール  $d^3$  分子を使用して単結晶を粉砕することにより調製した。 $^2\text{H}$  核磁気共鳴スペクトルは、四重極エコーシーケンス  $(90^\circ)_x - \tau - (90^\circ)_y - \tau - t_{\text{acq}}$  [90°パルス幅、エコーの間隔  $\tau$ 、取得時間  $t_{\text{acq}}$ : 2.5、20  $\mu\text{s}$ 、2.0 ms (2) および 3.0、20  $\mu\text{s}$ 、2.0 ms (3)]。  $^2\text{H}$  ワイドラインスペクトルのシミュレーションは、イミダゾリウムカチオンの秤動運動を記述する Fortran プログラムによって解析した。



## 4. 研究成果

### (1) 無水プロトン伝導体の物質設計指針の構築

まず、一連の無水有機プロトン伝導体の単結晶を製作し、水素結合が広がった結晶について、結晶構造とプロトン伝導性(温度依存性、周波数依存性)の相関より伝導機構解明および静的および動的要因による物質設計指針の提案を構築した。

無水有機プロトン伝導を与える静的要因について

塩 1-3 の単結晶構造解析によると、イミダゾリウムカチオンとコハク酸(グルタル酸/フマル酸)アニオンが水素結合で連結された 2 次元水素結合ネットワーク構造を有している [図 1(b)]。単結晶を使用した水素結合面内のインピーダンス測定を行ったところ、得られた複素インピーダンスは、ほぼ完全な半円プロファイルを与え、粒界からの寄与なしに、物質固有のプロトン伝導率が観測されたことを示している。

1 Hz のインピーダンスから概算されるプロトン伝導率  $\sigma$  は、1 の水素結合ネットワークに平行方向(図 1(b)の A と B 方向)と垂直方向で異方性を持つ。面内プロトン伝導度  $\sigma$  [1 (115°C)]:  $\sigma(\text{intraA}) = 4.9 \times 10^{-7}$

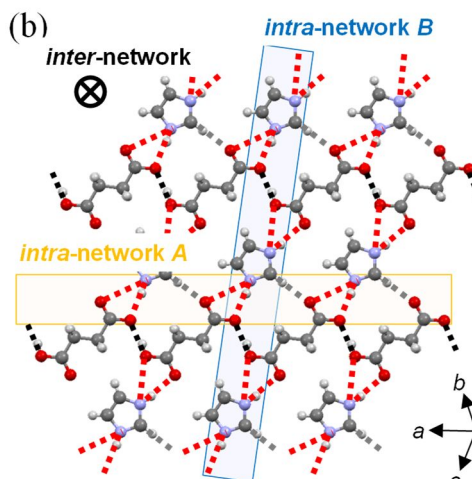


図 1 (a)イミダゾリウム水素ジカルボキシレートの分子構造と、(b) コハク酸(1)塩の水素結合ネットワークおよびプロトン伝導の測定方向 A,B。

$S\text{ cm}^{-1}$  および  $\sigma(\text{intraB})=1.3\times 10^{-7}\text{ S cm}^{-1}$  は、面間方向の伝導度 [1 (115°C):  $\sigma(\text{inter})=3.6\times 10^{-9}\text{ S cm}^{-1}$ ] よりはるかに高い値を示した。さらに、1 の場合、面内 A 方向の  $\sigma$  は面内 B のそれよりも高かった。より高い  $\sigma$  を示す面内 A 方向には、酸(コハク酸)分子と塩基(イミダゾール)分子間の水素結合、「酸-塩基水素結合」のみがある。 $\sigma$  が低い B 方向には、酸と塩基の水素結合だけでなく、酸分子間の水素結合も含まれている。堀らによる量子力学シミュレーション研究では、酸-酸水素結合よりも酸-塩基水素結合の方が、プロトン移動速度が速い

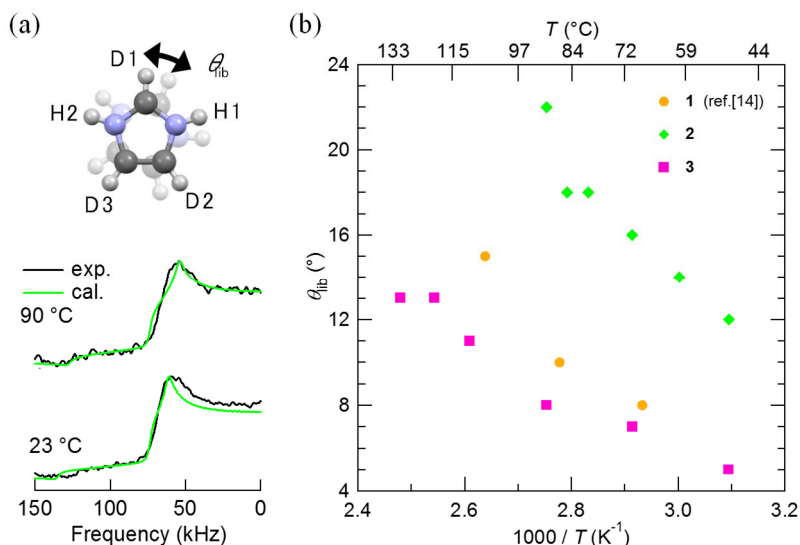


図 2 (a) (上部) イミダゾリウム- $d_3$  分子の 2 サイトジャンプ称動運動モデルと(下部) 2 の 23 and 90 °C における  $^2\text{H}$  NMR スペクトル、および (b) 1 (オレンジ円印)、2 (緑ダイヤモンド印)、3 (ピンク色四角印) における称動運動角  $\theta_{hb}$  の温度依存性。

ことを示唆している。これは、水素結合ネットワークで観察された  $\sigma$  の異方性と一致している。したがって、単結晶を使用した異方性プロトン伝導率測定は、水素結合の様式と分子配置がイミダゾリウム水素ジカルボキシレートシステムの無水プロトン伝導率を決定する重要な要素の 1 つであることを示している。

また、水素結合ネットワーク構造の効果に加えて、酸と塩基の分子のプロトン供与能力 ( $pK_a$ ) の効果を、1、2、および 3 の 2 次元水素結合ネットワーク内の  $\sigma$  値と比較検討した。1 の  $\sigma$  は 105°C で 3 よりも 1 桁以上高いことが明らかとなった (1:  $5.9\times 10^{-9}\text{ S cm}^{-1}$ 、3:  $2.2\times 10^{-10}\text{ S cm}^{-1}$ )。さらに、プロトン伝導温度の違いを考慮に入れると、2 は近い温度範囲で 1 よりも 2-3 桁高い伝導率を示している [1 (103°C):  $3.4\times 10^{-9}\text{ S cm}^{-1}$ 、2 (94°C):  $2.4\times 10^{-6}\text{ S cm}^{-1}$ ]。ここで、コハク酸、グルタル酸、フマル酸の  $pK_{a1}$  値 (4.2、4.3、3.0) とイミダゾールの  $pK_{aH}$  値 (7.0: イミダゾリウムの共役酸の  $pK_a$  値) の間の  $\Delta pK_a$  は 2.8 (1)、2.7 (2)、4.0 (3) である。これは、 $\Delta pK_a$  値が小さいほど  $\sigma$  が高くなることを示しており、これは  $\sigma$ - $\Delta pK_a$  には正の相関があることが明らかとなった。 $\Delta pK_a$  が小さいほど、酸と塩基間のプロトン移動の障壁が低くなり、プロトン輸送が促進されると考えられる。

## ② 無水有機プロトン伝導を与える動的要因について

1 と 3 の間の  $\sigma$  の差は 115 °C で 2 桁以上差があり (1:  $4.9\times 10^{-7}\text{ S cm}^{-1}$ 、3:  $1.0\times 10^{-9}\text{ S cm}^{-1}$ )、3 の線形的な温度依存性とは対照的に、1 は非線形的な温度依存性を有する。この違いは、おそらく分子ダイナミクス、例えばイミダゾリウムカチオンの分子運動にあると考えられる。イミダゾリウムカチオンのダイナミクスの影響を、これまで報告されている 1 の固体  $^2\text{H}$  NMR 測定に加え、1 の高温構造解析と 2 および 3 の固体  $^2\text{H}$  NMR 測定に基づいて調査した。

高温での 1 の X 線構造解析により、1 の結晶中のイミダゾリウムカチオンが約 80 °C で秩序無秩序転移を示し、103 °C では、イミダゾリウムカチオンの半分に配向の乱れが見られた。このように、称動運動の活性化は 80 °C 以上で見られたが、プロトン伝導度 1 は 103 °C 以上でのみ観測された。そこで、分子ダイナミクスとプロトン伝導度の関係を明らかにするために、103 >  $T$  > 80 °C の温度範囲において、より低い周波数範囲 (10 mHz ~ 10 kHz) でのインピーダンス測定を行った。その結果、80 °C を境に面内 A 方向の大幅な増加が観測された。これは、80 °C を超えるイミダゾリウム分子運動の活性化がプロトン伝導を促進したことを示唆している。

一方、1 はイミダゾール分子の配向の乱れを伴う構造転移を示したが、2 と 3 はそのような転移を示さなかった。そこで、2 および 3 について、局所的なイミダゾリウムダイナミクスを、固体  $^2\text{H}$  NMR で測定し、2 サイトジャンプモデルに基づく 2 と 3 の  $^2\text{H}$  NMR 広線スペクトル測定のシミュレーションで解析を行った。2 では 2 つのイミダゾリウムカチオンの得られた平衡速度  $k_{lib}$  は、50 °C 付近で 100 から 109 Hz に大幅に変化するが、3 では 26 °C でも大きな  $k_{lib}$  (= 104 Hz) が得られた。2 のイミダゾリウムの称動運動は、50 °C を超えると大幅に活性化すると考えられ、59 °C 付近のプロトン伝導度観測の開始温度に近い値である。一方、3 では、室温では既に活性化していると考えられるが、3 の方が 2 に比べて、回転角  $\theta_{lib}$  の増加度は小さくなっており、 $\theta_{lib}$  値の大きさの順は、2 > 1 > 3 である。水素結合ネットワーク内での称動運動と  $k_{lib}$  の間の明確な正の相関関係は、イミダゾリウムカチオンの称動運動がイミダゾリウム水素ジカルボキシレートの無水プロトン伝導を促進することを示している。

このように、本研究では、無水酸-塩基型有機プロトン伝導では、静的な要因 (水素結合ネットワークの構築、小さな酸-塩基間の酸性度差) と動的な要因 (分子運動) が協奏して、プロトン



伝導を決めていることを明らかにした。

## (2) 新たな無水有機プロトン伝導体開発の試み

(1)の設計指針を踏まえて、新たな無水有機プロトン伝導体開発を試みた。

無水無機プロトン伝導体の代表例として、一価の無機カチオンとリン酸アニオンからなる  $\text{MH}_2\text{PO}_4$  ( $M = \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ ) が知られている。この系は、四面体型の  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  アニオン分子同士が水素結合で連結されたネットワーク構造を有しており、水素結合中プロトンがアニオン分子の熱的な運動(回転運動)によって結晶中を運搬されることでプロトン伝導性が生じていると考えられている。興味深いことに、この伝導性は対カチオンのサイズによっても変化し、サイズが大きいくほど伝導性が高い傾向にあることが報告されている。そこで本研究では、このようなプロトン伝導性・伝導挙動に対する対カチオンの効果を知るためにも、無機カチオンの代わりに、様々なサイズ・形状・内部自由度を持ち、設計性・多様性・柔軟性に富む有機カチオンを導入した分子性リン酸塩に着目し、新規開発した。このような有機カチオンを有するリン酸塩のプロトン伝導性に関する研究例はほとんどなく、物質・物性探索を行う上で格好の舞台であると考えられる。

(DMDABCO)( $\text{H}_2\text{PO}_4$ )<sub>2</sub> (4)

まずは有機カチオンとして、DMDATCO (図 3)に注目した。この物質の室温における結晶構造を調査したところ、リン酸アニオン間には  $\text{O}-\text{H}\cdots\text{O}$  型の水素結合が存在し、 $bc$  面上に 2 次元型の水素結合ネットワークが形成されている。カチオンはこの水素結合ネットワーク面間に存在し、メチル基やメチレン基の水素とリン酸アニオンの酸素原子間には単距離接触が見られる。単結晶を用いた交流インピーダンス測定の結果、図 4

(a) に示すように、単一成分の緩和を示す半円型の Cole-Cole プロットが得られ、粒界成分を含まない物質本来のプロトン伝導性の観測に成功した。図 4 (b) に、水素結合ネットワーク内の  $b$  軸および  $c$  軸方向に対する測定結果を、前述の  $\text{CsH}_2\text{PO}_4$  ならびに後述の  $(\text{MImH})(\text{H}_2\text{PO}_4)$  (5) の結果と併せて示す。300 K において、4 の面内二方向 ( $b, c$  軸) のプロトン伝導度はともに  $\sim 10^{-9} \text{ S cm}^{-1}$  であり、 $\text{CsH}_2\text{PO}_4$  ( $\sim 10^{-8} \text{ S cm}^{-1}$ ) より低いことが明らかになった。結晶構造を詳細に調べた結果、この差は水素結合中のプロトンの局在性に起因していると考えられる。すなわち、 $\text{CsH}_2\text{PO}_4$  のプロトンは酸素原子間の中心に位置しているのに対し、4 のプロトンは全て片方の酸素原子側に局在しており、プロトンの解離が困難であるため、プロトン伝導度が低下したと考えられる。一方、興味深いことに、高温側 ( $1000/T = 2.4-2.5 \text{ K}^{-1}$ ) において 4 はプロトン伝導度に有意な異方性を示し、 $c$  軸方向 (ピンク色丸印) が  $b$  軸方向 (紫色丸印) よりも 5 倍程度高い伝導度を示すことが明らかになった。水素結合ネットワーク構造を詳細に調べると、 $c$  軸方向では  $\text{O}-\text{H}\cdots\text{O}$  型の通常の水素結合によりリン酸アニオン分子が連結されているのに対し、 $b$  軸方向では、 $\text{CsH}_2\text{PO}_4$  にはないリン酸アニオン分子間の環状の水素結合が存在している。この強固な水素結合のため、 $b$  軸方向におけるリン酸アニオン分子の回転が抑制され、 $c$  軸方向よりもプロトン伝導度が低下したと考えられる。リン酸ネットワーク構造に変化が現れた要因の 1 つは、カチオン-アニオン間のクーロン相互作用に加え、 $\text{C}-\text{H}\cdots\text{O}$  の相互作用が導入されたためであると推測される。以上のことから、大きな有機カチオンを導入したリン酸塩を調査した結果、環状水素結合構造やプロトンの局在化に起因して、 $\text{CsH}_2\text{PO}_4$  と比べて低いプロトン伝導度が観測され、高温域における高伝導性は見られなかった。

② ( $\text{MImH})(\text{H}_2\text{PO}_4)$  (5)

そこで次に、カチオンとして  $\text{MIH}$  (図 3)に注目した。化合物 5 は、前述の 4 と異なり平面型のカチオン分子を有しているが、4 と同様にリン酸アニオンからなる 2 次元水素結合ネットワークを形成し ( $bc$  面)、 $c$  軸と  $b$  軸にはそれぞれ鎖状と環状の水素結合構造が存在している。さらに、カチオン分子に関しても 4 と同様に、2 次元水素結合ネットワーク面間に存在している。その一方で  $\text{MImH}^+$  は、 $\text{DMDABCO}_2^+$  とは異なり水素結合部位  $\text{N}-\text{H}$  を有するため、5 ではカチオン-アニオン間に水素結合 ( $\text{N}-\text{H}\cdots\text{O}$ ) が形成されており、層間が水素結合で繋がれている。すなわち、導入する有機カチオンを変えることで、結晶構造や水素結合ネットワークに質的な違いをもたらすことが可能であることが分かった。続いて、本物質の単結晶を用いて交流インピーダンスを測定したところ [図 4(b)]、低温領域 ( $1000/T = 2.8-3.4 \text{ K}^{-1}$ ) での伝導度は 4 よりも低い

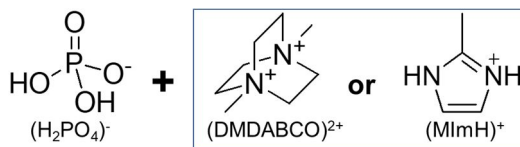


図 3 リン酸アニオン  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  と有機カチオン  $\text{DMDABCO}_2^+$ ,  $\text{MImH}^+$  の化学構造。

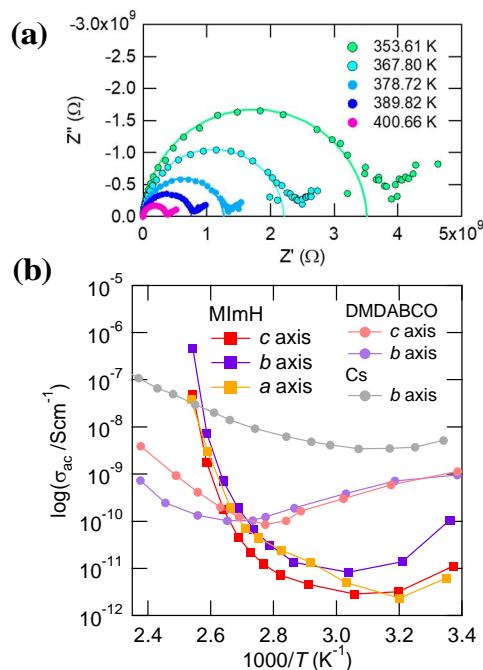


図 4 交流インピーダンス測定結果。(a) 1 交流インピーダンスの Cole-cole プロット。(b) プロトン伝導度のアレニウスプロット。

一方、高温領域 ( $1000/T = 2.5\text{--}2.8\text{ K}^{-1}$ ) で  $\sim 10^4\text{ S cm}^{-1}$  もの伝導度の大きな上昇が見られ、395 K において、2 のプロトン伝導度 ( $\sim 10^{-7}\text{ S cm}^{-1}$ ) は、1 ( $\sim 10^{-9}\text{ S cm}^{-1}$ ) よりも高い値を示した。さらに、この伝導度の上昇は、水素結合ネットワーク面内 ( $b$  軸：紫色四角印、 $c$  軸：赤色四角印) だけでなく、面間  $a$  軸方向 (黄色四角印) においても観測された。温度可変 IR 測定を行ったところ、興味深いことに、伝導度の上昇が見られる温度近傍から、MImH<sup>+</sup> の五員環の振動に由来すると思われるピーク ( $1627\text{ cm}^{-1}$ ) の低周波側へのシフト ( $\sim 3\text{ cm}^{-1}$ ) が観測された。以上のことから、5 における高温域の伝導度の急激な上昇は MImH<sup>+</sup> の寄与によるものと考えられる。MImH カチオンの母体であるイミダゾールは、分子運動が伝導性に寄与することが報告されており、その運動性の何らかの変化によりプロトン伝導が促進すると推測される。一方で低温領域での低伝導性は、アニオン - カチオン間で N-H $\cdots$ O 水素結合が形成されたことにより、リン酸アニオンの分子ダイナミクスが抑制されたためであると推測している。これは X 線構造解析から得られた 5 におけるリン酸アニオンの温度因子が、1 のものよりも小さいことと矛盾しない。以上のことから、MImH<sup>+</sup>を導入したリン酸塩 5 は、DMDABCO<sup>2+</sup>塩 4 とは異なりカチオン - アニオン間に水素結合を有しており、このカチオンのダイナミクスによって伝導度が高温域で大きく上昇することが示唆された。

有機カチオンを導入した 2 種類の分子性リン酸塩 (DMDABCO)(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (4), (MImH)(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) (5) の良質な単結晶を合成し、その結晶方位ごとのプロトン伝導度測定を行い、物質本来の伝導性を観測することに成功し、結晶構造との相関を明らかにすることができた。異なる構造的、化学的特徴を有する有機カチオンの導入により、水素結合構造やカチオン - アニオン相互作用は質的に大きく変化し、プロトン伝導度ならびにその温度依存性に顕著な違いが生じることが分かった。特に 5 では、360–395 K という狭い温度領域で  $\sim 10^4\text{ S cm}^{-1}$  もの急激な伝導度の上昇が観測され、この起源が導入したカチオンの分子運動であることを提案した。これらの結果は、有機分子の特性を活かした無水有機高プロトン伝導体の物質設計、伝導機構解明の観点で重要な知見である。MImH カチオンの母体であるイミダゾールは、分子運動がプロトン伝導性に寄与することが報告されており、今後、核磁気共鳴や中性子非弾性散乱を用いた分子ダイナミクスの調査や、有機分子の設計性を活かした系統的なプロトン伝導性体の合成、および評価を継続して行う予定である。

## 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 1件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Toshiki Higashino, Akira Ueda and Hatsumi Mori	4. 巻 43
2. 論文標題 Di- and tetramethoxy benzothienobenzothiophenes: substitution position effects on the intermolecular interactions, crystal packing and transistor properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 884-892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8NJ04251A	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 K. Miyagawa, T. Sato, H. Hashimoto, M. Kodama, K. Ohnoh, A. Ueda, H. Mori and K. Kanoda	4. 巻 88
2. 論文標題 Charge Order and Poor Glass-forming Ability of an Anisotropic Triangular-lattice System, - (BEDT-TTF)2TlCo(SCN)4, Investigated by NMR	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 34705(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.034705	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 A. Ueda, K. Kishimoto, Y. Sunairi, J. Yoshida, H. Yamakawa, T. Miyamoto, T. Terashige, H. Okamoto and H. Mori	4. 巻 88
2. 論文標題 Hysteretic Current-Voltage Characteristics in the Deuterium-Dynamics- Triggered Charge-Ordered Phase of -D3(Cat-EDT-TTF)2	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 34710(1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.034710	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 T. Sato, K. Kitai, K. Miyagawa, M. Tamura, A. Ueda, H. Mori and K. Kanoda	4. 巻 18
2. 論文標題 Strange metal from a frustration-driven charge order instability	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Mater.	6. 最初と最後の頁 229-233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41563-019-0284-9	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 K. Takahashi, K. Yamamoto, T. Yamamoto, Y. Einaga, Y. Shiota, K. Yoshizawa and H. Mori	4. 巻 9
2. 論文標題 High-Temperature Cooperative Spin Crossover Transitions and Single-Crystal Reflection Spectra of [FeIII(qsal)2](CH3OS03) and Related Compounds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 81(1-22)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst9020081	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 D. Inokuchi, Y. Hirao, K. Takahashi, K. Matsumoto, H. Mori, and T Kubo	4. 巻 123
2. 論文標題 Dynamics of Water Molecules in a 3-Fold Interpenetrated Hydrogen-Bonded Organic Framework Based on Tetrakis(4-pyridyl)methane	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. C	6. 最初と最後の頁 6599-6606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.8b12421	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 森 初果	4. 巻 74
2. 論文標題 有機結晶を舞台とした 電子-プロトンカップリング物性 の新展開	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本物理学会誌	6. 最初と最後の頁 82-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Y. Sunairi, A. Ueda, J. Yoshida, K. Suzuki and H. Mori	4. 巻 122
2. 論文標題 Anisotropic Proton Conductivity Arising from Hydrogen-Bond Patterns in Anhydrous Organic Single Crystals, Imidazolium Carboxylates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. C	6. 最初と最後の頁 11623-11632
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="http://dx.doi.org/10.1021/acs.jpcc.8b00814">http://dx.doi.org/10.1021/acs.jpcc.8b00814</a>	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 Yamashita Satoshi, Nakazawa Yasuhiro, Ueda Akira, Mori Hatsumi	4. 巻 95
2. 論文標題 Thermodynamics of the quantum spin liquid state of the single-component dimer Mott system - H3(Cat-EDT-TTF)2	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 184425(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.95.184425	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 Sotome M., Kida N., Kinoshita Y., Yamakawa H., Miyamoto T., Mori H., Okamoto H.	4. 巻 95
2. 論文標題 Visualization of a nonlinear conducting path in an organic molecular ferroelectric by using emission of terahertz radiation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 241102(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.95.241102	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 Kazuyuki, Sakurai Takahiro, Zhang Wei-Min, Okubo Susumu, Ohta Hitoshi, Yamamoto Takashi, Einaga Yasuaki, Mori Hatsumi	4. 巻 5
2. 論文標題 Spin-Singlet Transition in the Magnetic Hybrid Compound from a Spin-Crossover Fe(III) Cation and -Radical Anion	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Inorganics	6. 最初と最後の頁 54(1-14)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/inorganics5030054	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 S., Hashimoto K., Kobayashi R., Itoh K., Iguchi S., Nishio Y., Ikemoto Y., Moriwaki T., Yoneyama N., Watanabe M., Ueda A., Mori H., Kobayashi K., Kumai R., Murakami Y., Muller J., Sasaki T.	4. 巻 357
2. 論文標題 Crystallization and vitrification of electrons in a glass-forming charge liquid	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 1381 ~ 1385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aal3120	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 該当する



1. 著者名 A. Ueda	4. 巻 90
2. 論文標題 Development of Novel Functional Organic Crystals by Utilizing Proton- and -Electron-Donating/Accepting Abilities	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bull. Chem. Soc. Jpn	6. 最初と最後の頁 1181-1188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20170239	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 Shimozawa M., Hashimoto K., Ueda A., Suzuki Y., Sugii K., Yamada S., Imai Y., Kobayashi R., Itoh K., Iguchi S., Naka M., Ishihara S., Mori H., Sasaki T., Yamashita M.	4. 巻 8
2. 論文標題 Quantum-disordered state of magnetic and electric dipoles in an organic Mott system	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1821(1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-017-01849-x	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 Saito Yohei, Fukuoka Shuhei, Kobayashi Takuya, Kawamoto Atsushi, Mori Hatsumi	4. 巻 87
2. 論文標題 Antiferromagnetic Ordering in Organic Conductor -(BEDT-TTF)2GaCl4 Probed by 13C NMR	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 013707(1-4)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.013707	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 Kiyota Yasuhiro, Kawamoto Tadashi, Mori Hatsumi, Mori Takehiko	4. 巻 6
2. 論文標題 The thermoelectric power of band-filling controlled organic conductors, -(BEDT-TTF)3(CoCl4)2-x(GaCl4)x	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry A	6. 最初と最後の頁 2004 ~ 2010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7TA06987A	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 Hiroyuki S., Yoshimoto Shinya, Ueda Akira, Yamamoto Susumu, Kanematsu Yusuke, Tachikawa Masanori, Mori Hatsumi, Yoshinobu Jun, Matsuda Iwao	4. 巻 34
2. 論文標題 Strong Hydrogen Bonds at the Interface between Proton-Donating and -Accepting Self-Assembled Monolayers on Au(111)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 2189 ~ 2197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.7b03451	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 Ueda Akira, Mori Hatsumi	4. 巻 2
2. 論文標題 A phenol-fused tetrathiafulvalene: modulation of hydrogen-bond patterns and electrical conductivity in the charge-transfer salt	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Chemistry Frontiers	6. 最初と最後の頁 566 ~ 572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7QM00574A	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 Oike H., Suda M., Kamitani M., Ueda A., Mori H., Tokura Y., Yamamoto H. M., Kagawa F.	4. 巻 97
2. 論文標題 Size effects on supercooling phenomena in strongly correlated electron systems: IrTe <sub>2</sub> and (BEDT-TTF) <sub>2</sub> RbZn(SCN) <sub>4</sub>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 085102(1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.085102	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 Yamamoto Kaichi, Kanematsu Yusuke, Nagashima Umpei, Ueda Akira, Mori Hatsumi, Tachikawa Masanori	4. 巻 674
2. 論文標題 Multicomponent DFT study of geometrical H/D isotope effect on hydrogen-bonded organic conductor, -H <sub>3</sub> (Cat-EDT-ST) <sub>2</sub>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Physics Letters	6. 最初と最後の頁 168 ~ 172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cpllett.2017.02.073	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 上田 颯、吉田 順哉、高橋 一志、森 初果	4. 巻 75
2. 論文標題 動的水素結合を活用した新しい電子機能性有機結晶の開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 有機合成化学協会誌	6. 最初と最後の頁 1045 ~ 1054
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.75.1045	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 -

[学会発表] 計46件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 H. Mori
2. 発表標題 Recent Advances in Molecular Conductors: Materials Development
3. 学会等名 International conference for coordination chemistry 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Mori
2. 発表標題 Novel Molecular Functional Materials Using Dynamic H-bond and Polarization
3. 学会等名 The 2018 Gordon Research Conference on Conductivity and Magnetism in Molecular Materials Emergent Materials and Phenomena as Foundation for Future Molecule-Based Devices (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Mori
2. 発表標題 Proton-dynamics Coupled Quantum Spin Liquid State and Magnetic Switching in Organic Mott System
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Mori
2. 発表標題 Quantum liquid of magnetic and electric dipoles in a proton-electron coupled molecular crystal
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会 (2019) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横森 創、上田 顕、熊井 玲児、村上 洋一、森 初果
2. 発表標題 新規カテコール縮環型金属ジチオレン錯体の合成と水素結合フレームワーク構造
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 砂入允哉、上田 顕、吉田順哉、森 初果
2. 発表標題 イミダゾール ジカルボン酸共結晶のプロトン伝導性に対するジカルボン酸分子修飾効果 II
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高倉 知将、上田 顕、岸本 幸樹、郷地 順、上床 美也、植田 大地、吉澤 英樹、森 初果
2. 発表標題 電気抵抗測定でみた 電子 - プロトン相関型Cat-TTF系有機伝導体に対する静水圧力ならびに元素置換効果
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 武井 史、砂入 允哉、横森 創、吉田 順哉、上田 顕、森 初果
2. 発表標題 有機カチオン分子とリン酸アニオンからなる水素結合性結晶の構造、プロトン伝導性ならびに誘電性
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上田 顕、熊井玲児、村上洋一、森 初果
2. 発表標題 半導体 - 絶縁体転移を示す新規カテコール-TTF系水素結合型電荷移動塩の合成と構造、物性
3. 学会等名 第12回分子科学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横森 創、上田 顕、熊井 玲児、村上 洋一、森 初果
2. 発表標題 カテコール縮環型金属ジチオレン錯体：水素結合による多様な集積構造と中心金属置換効果
3. 学会等名 第12回分子科学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田 潤、上田 顕、横森 創、吉田 順哉、森 初果
2. 発表標題 エチレンジオキシ基を有するカテコール縮環型TTF誘導体を用いた水素結合型の新規電荷移動塩の合成と構造、物性
3. 学会等名 第12回分子科学討論会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 D. Zhang, S. Yokomori <sup>1</sup> , A. Ueda <sup>1</sup> , O. Goto and H. Mori
2. 発表標題 A Strategy for Developing Isotropic Charge Transport Mobility in Anthracene Derivatives with Multi-functions
3. 学会等名 The 8th TOYOTA RIKEN International Workshop “Organic Semiconductors, Conductors, and Electronics” (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Yokomori, A. Ueda, R. Kumai, Y. Murakami, and H. Mori
2. 発表標題 Syntheses, Structures and Physical Properties of Novel Metal-dithiolene Complexes with Hydrogen bonds
3. 学会等名 The 8th TOYOTA RIKEN International Workshop “Organic Semiconductors, Conductors, and Electronics” (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Sunairi A. Ueda, J. Yoshida, K. Suzuki, H. Mori
2. 発表標題 Anhydrous Proton Conductivity in Imidazolium Hydrogen Carboxylates: Effects of Hydrogen Bonds and Molecular Motions
3. 学会等名 The 8th TOYOTA RIKEN International Workshop “Organic Semiconductors, Conductors, and Electronics” (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森 初果
2. 発表標題 モノとヒトの多様性～有機伝導体および磁性体の化学と物理から
3. 学会等名 女性研究者サミット(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森 初果
2. 発表標題 水素と電子のカップリングによる新機能材料・デバイスの開発
3. 学会等名 ポスト「京」重点課題(7)第4回シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 砂入允哉、上田 顕、出倉駿、吉田順哉、井田朋智、水野元博、森 初果
2. 発表標題 イミダゾール ジカルボン酸塩のプロトン伝導性に対する分子ダイナミクス効果”、砂入允哉
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 出倉 駿, 砂入 允哉, 横森 創, 吉田 順哉, 上田 顕, 森 初果
2. 発表標題 カチオン・アニオン間に水素結合を導入した水素結合性有機リン酸結晶における無水プロトン伝導特性
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅井 祐太菅井 祐太、上田 顕、高倉 知将、土居 諒平、吉田 順哉、 横森 創、 出倉 駿、 郷地 順、上床 美也、浅井 晋一郎、益田 隆嗣、森 初果
2. 発表標題 電子 - プロトン相関型Cat-TTF系電荷移動塩の圧力下電気抵抗測定
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横森 創、上田 顕、森 初果
2. 発表標題 カテコール縮環型金属ジチオレン錯体の構造と物性における中心金属置換効果
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 優介、横森 創、上田 顕、榎本 真哉、森 初果
2. 発表標題 ジメトキシベンゼンが縮環した中性の金属ジチオレン錯体の合成、構造、性質ならびに電界効果トランジスタ特性
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森 初果
2. 発表標題 有機結晶における動的水素と関連した電子機能物性
3. 学会等名 日本真空学会関西支部 & 日本表面科学会関西支部合同セミナー「水素の挙動と物質科学 - 最近の展開 -」（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森 初果
2. 発表標題 「モノとヒトの多様性」～強相関系有機導体の化学と物理から～
3. 学会等名 第62回物性若手夏の学校 集中ゼミ（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上田 顕、岸本幸樹、山田翔太、磯野貴之、森 初果、小林賢介、熊井玲児、村上洋一
2. 発表標題 水素 - 電子相関系有機伝導体 $-X_3(\text{Cat-EDT-TTF})_2$ [X = H, D] における圧力効果：電気抵抗とX線回折
3. 学会等名 第11回分子科学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田順哉、森 初果
2. 発表標題 ビスインドリルメチリウム塩の構造相転移と誘電応答
3. 学会等名 第11回分子科学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横森 創、上田 顕、東野寿樹、森 初果
2. 発表標題 カテコール部位を有するジチオレン配位子を用いた新規な水素結合型金属錯体の合成、構造および物性
3. 学会等名 第11回分子科学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 土居 諒平、上田 顕、熊井 玲児、村上 洋一、森 初果、
2. 発表標題 カテコール縮環TTFとジヒドロキシベンゾキノンからなる新規水素結合型電荷移動錯体の合成と構造、物性
3. 学会等名 第11回分子科学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 砂入允哉、上田 顕、吉田順哉、森 初果
2. 発表標題 二次元水素結合系イミダゾール シュウ酸共結晶におけるプロトン伝導性と結晶構造の相関
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岸本幸樹, 上田 顕, 磯野貴之, 砂入允哉, 吉田順哉、熊井玲児, 小林賢介, 村上洋一, 森 初果
2. 発表標題 電子 - プロトン相関型有機伝導体 $-X_3(\text{Cat-EDT-TTF})_2$ [ $X = \text{H}, \text{D}$ ]における電場および圧力効果
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 A. Ueda, H. Mori
2. 発表標題 Development of a New Class of Molecular Conductors with Hydrogen-Bond Dynamics: Chemical Modification of Catechol-Fused TTF System
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Higashino, A. Ueda, H. Mori
2. 発表標題 Methoxy-substituted BTBT derivatives: Synthesis and substitution position effect on the solid-state structures and transistor properties
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Y. Sunairi, A. Ueda, J. Yoshida, H. Mori
2. 発表標題 Proton Conductivity and Hydrogen-Bond Network of Anhydrous Organic Crystals, Imidazolium Dicarboxylate
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Kishimoto, A. Ueda, Y. Sunairi, J. Yoshida, D. Ueta, H. Yoshizawa, and H. Mori
2. 発表標題 Nonlinear Conduction in $-X_3(\text{Cat-EDT-TTF})_2$ [X=H, D]
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Yokomori, A. Ueda, T. Higashino, and H. Mori
2. 発表標題 Development of Metal-dithiolene Complexes Having Hydrogen-bonding Ability
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 R. Doi, A. Ueda, R. Kumai, Y. Murakami, and H. Mori
2. 発表標題 Synthesis, Structures, and Physical Properties of Novel Hydrogen-bonded Charge-transfer Complexes based on Catechol-fused TTF
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hatsumi Mori
2. 発表標題 Hydrogen-related Functional Molecular Materials
3. 学会等名 New Frontier of Molecular Materials (NFMM) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Mori
2. 発表標題 Self-doped purely organic conductors by deprotonation and oxidation of proton/electron donors, catechol-fused TTF family
3. 学会等名 Materials Research Society (MRS) fall meeting (EM01 Organic conductors - Surface, Interface, Bulk Doping and Charge Transport (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森 初果
2. 発表標題 水素－電子相関系における機能性物質開拓
3. 学会等名 東北大学金属材料研究所共同利用・共同研究ワークショップ「多自由度・多階層性が協奏する物質材料システムの科学」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hatsumi Mori
2. 発表標題 Development of pi-electron functional materials utilizing molecular degrees of freedom
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上田 顕、森 初果
2. 発表標題 フェノールを縮環させたTTF誘導体の合成とその電荷移動塩の構造・物性
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田 順哉、堀内 佐智雄、森 初果
2. 発表標題 ビスインドリルメチリウム塩の強誘電性相転移
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横森 創、上田 顕、熊井 玲児、村上 洋一、森 初果
2. 発表標題 カテコール部位を有する金属ジチオレン錯体を用いた多様な水素結合型結晶の合成と構造
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土居 諒平、上田 顕、熊井 玲児、村上 洋一、森 初果
2. 発表標題 カテコール縮環TTFと各種アニル酸誘導体からなる水素結合型電荷移動錯体の構造と物性
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺岡 なつみ、上田 顕、横森 創、榎本 真哉、森 初果
2. 発表標題 TTF-o-ベンゾキノロン骨格を有する新規ドナー・アクセプター型有機分子の合成と置換基効果の調査
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 砂入允哉、上田 顕、吉田順哉、森 初果
2. 発表標題 イミダゾール ジカルボン酸共結晶のプロトン伝導性に対するジカルボン酸分子修飾効果
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岸本幸樹、上田 顕、砂入允哉、吉田順哉、山川大路、宮本辰也、岡本 博、森 初果
2. 発表標題 電子 - プロトン相関型Cat-TTF系有機伝導体における非線形伝導現象とその元素置換効果
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東京大学物性研究所森研究室研究業績  <a href="https://hmori.issp.u-tokyo.ac.jp/publications.html">https://hmori.issp.u-tokyo.ac.jp/publications.html</a>          森研究室HP 業績  <a href="http://hmori.issp.u-tokyo.ac.jp/">http://hmori.issp.u-tokyo.ac.jp/</a></p>
---

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