

分子物性化学研究室

Condensed Molecular Materials Laboratory

主任研究員 加藤 礼三

KATO, Reizo

当研究室は、純粋な有機物から遷移金属錯体まで多岐にわたる「分子」を構成成分とする、新しい電気伝導体、超伝導体の開発を行っている。分子性導体の多くは、みかけの複雑さに反して、バンド論的には明快で見通しの良い電子系である。同時に、バンド論の破綻する強相関係にもその領域が広がっている。分子性導体では、多様な分子修飾が可能であり、分子修飾による物性の精緻な制御が可能である。我々は、分子集合体の物性を合成化学的手法で制御することによって新しい物質を創造し、そこから新しい物性概念を見いだすことを目指している。

1. 金属ジチオレン錯体系分子性導体の開発

(1) Pd(dmit)₂ 系分子性超伝導体および類縁体におけるカチオン効果 (藤原^{*1}, 加藤)

Pd(dmit)₂ 系 (dmit=2-thioxo-1,3-dithiol-4,5-dithiolate) アニオンラジカル塩は、フェルミ準位近傍に(次元性が異なる)2つのバンド(二次元 HOMO バンドと一次元 LUMO バンド)が存在し、圧力下でこれら2つのバンドの競合によって超伝導を含む様々な物性が現れると考えられている。我々は、トリアルキルスルホニウム塩およびそのセレノニウム、テルロニウム誘導体 Me_xEt_{3-x}Z⁺ (Z = S, Se, Te; x = 1, 2, 3) を系統的に調べている。今年度は、テルロニウム塩 (Z = Te) において、カチオンと Pd(dmit)₂ 分子間の非常に短い Te—S 接触に基づく超分子相互作用が電子構造に与える影響を明らかにした。

Me₃Te 塩と Et₂MeTe 塩では共に、単体格子が「結晶学的に独立な」2つの Pd(dmit)₂ カラムを含む。ただし、前者では二本のカラムが立体交差しているのに対し、後者では平行に並んでいる。各々のカラムが形成する伝導層は、カチオンによって隔てられている。いずれの塩も、これらの伝導層に由来する伝導バンドが各々異なった占有度や異方性をとることができる。このような状況は、有機超伝導体 (TMET-STF)₂BF₄ でも見られた。これらのテルロニウム塩では、カチオンと錯体分子との間の非常に短い Te—S 接触が Pd(dmit)₂ 分子の配列に影響を与え、特異的な電子構造を示しているのが特徴である。例えば、Et₂MeTe 塩では、Te—S 接触の形態が、各伝導層 (Layer A と Layer B) で異なるため、Layer A では二次元的フェルミ面、Layer B では擬一次元的フェルミ面が存在していると考えられる。Te 原子は “secondary bond” と呼ばれる分子間相互作用を形成しやすいことが知られているが、本研究はこれを分子配列そして電子構造の制御に利用できる可能性を示した。

(2) 低温高圧下における、Pd(dmit)₂ 系分子性超伝導体の結晶構造研究 (山浦^{*2}, 加藤)

圧力下で多様な物性を示す、Pd(dmit)₂ 系アニオンラジカル塩を理解する上で、低温高圧下における単結晶構造解析は極めて重要である。そこで、新たにガス駆動型のダイヤモンドアンビルセルを設計、製作した。本体には熱伝導の良い BeCu を使用し、ダイヤモンドの台座には X 線を透過しやすく硬度が高い B₄C を用いた。回折実験は、回転

対陰極型強力 X 線発生装置と縦型イメージングプレート型 X 線回折計を組み合わせて行った。発生圧力は、現時点で 2.5 GPa まで確認できている。実験対象としては、圧力下で超伝導を含む興味深い伝導物性を示す、Et₂Me₂Z[Pd(dmit)₂]₂ (Z=P, As, Sb) 系を選んだ。まず、対称性と格子定数の変化を観察するため、室温で X 線写真の圧力変化の測定を行い、非常に鮮明な写真が撮影できた。この実験からは、超周期の発現や格子定数変化の異常等は観察できなかったが、常圧下における温度変化の熱収縮効果に比べて、加圧による圧縮効果が非常に大きいことが判明した。このことは、この系の圧力下での伝導物性変化が、大きな構造変化とそれに伴う電子状態の変化によって引き起こされたことを示唆する。次に、低温圧力下の X 線回折実験を行い、常圧低温下で観測された対カチオンの配向秩序に起因すると見られる超周期が、0.6 GPa 下 (20 K) では消失していることを見いだした。現在、温度一定 (低温) のもとで圧力変化を行い、その原因を検討している。さらに、最終目的である、結晶構造解析のデータ収集も行った。現在、台座等による散乱等を除くための工夫と、ダイヤモンドと台座による回折線の吸収の影響を補正する試みを行っている。

2. 希土類イオンを含む分子性導体の開発 (田村, 今久保, 加藤)

固体物性の研究において、希土類イオンの f 電子系は、他に例のない特徴を持つ。それは、f 電子の強い局在性と原子内電子・スピン相関 (フント結合) および高い縮重度によるもので、磁気的には軌道角運動量の寄与による強い異方性と大きな磁気モーメントとして現れる。伝導電子系と局在 f 電子が相互作用する金属間化合物の中には、低温で多体量子効果によって種々の物性が温度・磁場に敏感に変化したり、特異な超伝導性を示す化合物があり、「重い電子系」として盛んに研究されている。しかし、伝導電子系として、有機分子の π 電子系を持つような希土類化合物の報告例は従来ほとんどなく、また希土類を含む有機化合物の電子物性の研究例もほとんどない。

そこで、希土類イオンを含む高伝導性の有機結晶の作成に取り組み、すでに見いだした重希土類錯陰イオン [Ln(NCS)₆]³⁻ (Ln = Ho, Er, Yb, Y etc.) と有機ドナー BO (Bis(ethylenedioxy)tetrathiafulvalene) の塩は、極低温

まで金属伝導性を維持する含希土類有機導体の世界最初の例である。 $[\text{Ln}(\text{NCS})_6]^{3-}$ の塩の結晶中では、希土類錯体は互いに孤立しているため f 電子間の相互作用は働かず、しかも乱れた構造になっている。また、f 電子と π 電子の相互作用は無視できるほど小さく、前者が孤立イオンの磁性を示し、後者が電気伝導性を担っている。特徴的な磁性として、f 電子数によって磁気異方性がまったく異なること、低温で軌道角運動量の寄与が消失して磁気モーメントが収縮すること等が観測された。

これまで用いてきた NCS^- イオンは希土類イオンを保護・孤立させる性質が強い。むしろ、二座以上の配位をして希土類イオン間を架橋するような配位子を用いれば、f 電子間の相互作用も期待でき、構造を制御して安定させる上でも有利だと考えられる。そこで、今年度は、二座配位子となりうるものとして、硝酸イオン、塩化物イオン、ジシアナミドイオン (NC-N-CN^-)、カルボン酸イオン、等を用いた希土類錯陰イオンと有機ドナーとの塩の結晶育成と物性評価を行った。

希土類錯陰イオンと組み合わせる有機ドナーとして、BEDT-TTF (Bis(ethylenedithio)tetrathiafulvalene)、DIEDO(Diiodo(ethylenedioxy)tetrathiafulvalene)および BO を使った結晶育成を現在進めている。これまでに得られた新しい物質は、 θ -(BEDT-TTF) $_2$ [Sm(NO $_3$) $_x$ (NCNCN) $_y$ (H $_2$ O) $_z$]、 β'' -(BEDT-TTF) $_2$ [YbCl $_4$ (H $_2$ O) $_2$]、(DIEDO) $_x$ [Ce(NO $_3$) $_y$]、 β'' -(BO) $_2$ [YbCl $_4$ (H $_2$ O) $_2$]、 β'' -(BO) $_2$ [Yb(OAc) $_2$ (C $_4$ H $_2$ O $_4$)] 等である。これらの中には、液体ヘリウム温度まで金属伝導を示すもの、金属-絶縁体転移を示すもの、半導体であるもの、と多様な電気伝導性が見いだされる。 θ -(BEDT-TTF) $_2$ [Sm(NO $_3$) $_x$ (NCNCN) $_y$ (H $_2$ O) $_z$] では、水やジシアナミドイオンが Sm イオン間を架橋している。また、 β'' -(BO) $_2$ [YbCl $_4$ (H $_2$ O) $_2$] では、二座配位子による架橋構造は見られないが、水分子と塩化物イオンが相互作用することにより希土類錯イオンが鎖状に連なった構造をとる。そのため、BO 塩としては珍しく、乱れない結晶構造を持つ。類似の鎖状の陰イオン配列は、上記の β'' 型構造の物質に共通して見られる。

このように、分子性導体の結晶中で希土類イオン間の相互作用ネットワークを形成させるためのヒントとなる事例が蓄積されつつある。ここで得た知見は、詳しい電子物性 (特に磁場応答) の評価と合わせて、今後さらに構造様式を拡張する (鎖状構造から二次元層状構造へ) ための配位子選択と結晶育成条件の探索を進める足場となる。

3. 超分子構造を有する分子性導体の開発

「超分子」は、2 つ以上の分子が弱く結合してできる集合体であり、その構造の様式は非常に多様である。しかし、これを固体物性の観点から応用した例はほとんどなかった。一方、分子性固体における機能と物性が結晶構造と表裏一体であることは研究の初期段階より明らかとなっているが、機能開発の面からの結晶構造制御については長年にわたり手つかずの状態であった。一般に中性分子結晶における超分子構造の構築には水素結合が用されているが、水素結合はその方向性と強度の観点から、結晶構造制御の手段としては必ずしも十分ではない場合も多い。そこで、我々は、ルイス酸として働く炭素原子に結合したヨウ素と、ルイス塩

基 (-CN, =S, N, Br, Cl 等) との間に働く、ハロゲン結合と呼ばれる分子間相互作用に着目した。

(1) ドナー-アニオン型相互作用系 (今久保, 加藤)

セレン原子を導入した含ヨウ素ドナー DIETS (diiodo(ethylenedithio)diselenadithiafulvalene) の $\text{M}(\text{CN})_4$ 塩 [$\text{M} = \text{Ni}, \text{Pd}, \text{Pt}, \text{Au}$] について系統的に研究を行った。陰イオンである $\text{M}(\text{CN})_4$ の中心金属がパラジウム等の +2 価の金属イオンの場合には (DIETS) $_4$ [$\text{M}(\text{CN})_4$] の組成の塩が得られることを見いだしているが、中心金属を +3 価の金へと変えたところ (DIETS) $_2$ [$\text{Au}(\text{CN})_4$] の単結晶が得られた。中心金属の金への置換により対アニオンの価数が減少しており (-2 価から -1 価)、これに対応する形でドナー:アニオン比も 2:1 となっている。結晶中では既報の Pd(CN) $_4$ 塩等と同様にヨウ素-チッ素型分子間相互作用によるネットワーク状の超分子構造が構築されているが、Au(CN) $_4$ 塩ではドナー:アニオン比の変化に伴って相互作用に関与しているシアノ基の数が 1/2 (4 個から 2 個) となっており、ドナー分子だけではなく Au(CN) $_4$ イオンもカラム状に積層している。さらにこれらの構造変化に連動する形で電気伝導層のドナー分子配列も従来の β 型構造から θ 型構造へと変化し、計算された Fermi 面は閉じた二次元的なものとなった。また、Au(CN) $_4$ 塩は常圧下では 226 K で明瞭な金属-絶縁体転移を起こすが、高圧下では圧力の増大に伴って金属状態が安定化する。このような高圧下での振る舞いは良く知られている BEDT-TTF 系の θ 型結晶とは圧力効果が逆向きであり、ヨウ素-チッ素型分子間相互作用の有無と電子物性の相関という観点から興味深い。

(2) ドナー-ドナー型相互作用系 (今久保, 加藤)

ピラジン環とヨウ素原子を併せ持つドナー分子 DIPS (diiodo(pyrazino)diselenadithiafulvalene) を用いた系を中心に検討を行った。DIPS 系のカチオンラジカル塩は、TTF 系分子性導体としては初めての六方晶系の超分子構造を構築し、結晶中にゼオライト様の一次元チャンネルを有することが分かっている。そこで、この一次元チャンネル構造を生かした物性開拓の第一段階として加熱による物性の変化について検討を行ったところ、いくつかの塩において一定温度での加熱により、包接された結晶溶媒が結晶の外形を保ったまま脱離することを見いだした。

また、さらに高温に加熱することにより、結晶中でカチオンラジカルとなっていたドナー分子が中性分子へと効率よく還元されることが分かった。このような室温以上での加熱による分解を伴わない還元反応はドナー系分子性導体としては初めての例であり、電気伝導性を軸とした分子結晶の機能に新たな方向性を加えるものとして今後の発展が期待できる。

(3) 含ヨウ素中性分子を含む超分子アニオン系 (山本, 加藤)

伝導性カチオンラジカル塩中に中性成分を主体とした超分子アニオン系を構築し、それによって分子配列の制御を行った。具体的には、結晶成長の際に電子不足ヨウ素を有する中性分子を共存させ、ヨウ素-アニオン相互作用によって超分子集積体を形成させる、という手法を用いた。本年度は中性分子として主に DFTIB (Difluorotetraiodobenzene) を用いて新規伝導性カチオンラジカル塩を合成し、その伝導度測定と X 線構造解析を行った。

ドナー分子として BEDT-TTF を、アニオンとして Br^- を用いた場合、 $(\text{BEDT-TTF})_2\text{Br}_2(\text{DFTIB})$ 1, $(\text{BEDT-TTF})_3\text{Br}(\text{DFTIB})$ 2, $(\text{BEDT-TTF})_3\text{Br}_2(\text{DFTIB})$ 3, および $(\text{BEDT-TTF})\text{Br}(\text{DFTIB})_2$ 4 の四種の塩が得られた。1 の結晶中では DFTIB は一次元鎖状構造をとり、その結果 BEDT-TTF は一次元的な伝導カラムを形成している。一方、2 では DFTIB は二次元シートを形成し、その結果 BEDT-TTF もまた二次元伝導層を形成した。この塩ではドナーとアニオンの組成比が 3:1 と珍しい値を取っているが、これは我々の結晶設計指針からくる予測と一致しており、この物質が得られたことにより我々の指針の正しさを立証することができた。4 ではやはり二次元のシート構造が見られたが、シート内に一次元の空孔が走っており、その中に溶媒分子が取り込まれていると考えられる。抵抗率の温度依存性はいずれも半導体的であったが、2 では 200 K と 230 K で異常が観測された。一方、ドナー分子として BETS (bis(ethylenedithio)tetraselenafulvalene) を用いた場合には $(\text{BETS})_3\text{X}(\text{DFTIB})$ (X = Cl: 5, Br: 6) が得られた。5 は室温から 1.8 K まで金属的な抵抗率の温度依存性を示したが、6 では 20 K 以下でやや抵抗値の上昇が見られた。

また、以前合成した化合物の物性測定については、所外のグループとの共同研究が進展を見せている。 $(\text{BEDT-TTF})_2\text{Br}(\text{diiodoacetylene})$ は一次元の超分子鎖を持つ物質であるが、最近この物質のサイクロトロン共鳴を測定したところ、harmonics が六次まで観測されることが明らかとなった。この現象は理論的な予測がなされていたものの、これまで明確な観測例がなく、この物質がその初めての例になると考えられる。

これらの物質の他に 1,3,5-trifluoro-2,4,6-triiodobenzene や 2,5-diiodo-1,4-benzoquinone などを用いて超分子構造を持った伝導性カチオンラジカル塩を次々と作り出すことができた。現在こうした結晶の構造から得られる知見を元に結晶設計指針のさらなる拡張を探っているところである。

(4) 含ヨウ素中性分子の触媒効果 (山本, 加藤)

電荷移動錯体 (BEDT-TTF)(TCNQ) にはこれまで二種類の多形が報告されていたが、TIE (tetraiodoethylene) の存在下、ドナー分子 (BEDT-TTF) とアクセプター分子 (TCNQ) の反応を行うと、これまでに無い新しい構造を持った (BEDT-TTF)(TCNQ) の単結晶が得られることを見いだした。これは結晶中に中性分子をあらわな形で取り込むことなしに、結晶構造制御ができるという点で新たな発見である。これは、TIE の微結晶あるいはクラスターが溶液中でアクセプター分子を整列させ、その結果として通常の溶液反応では得られない結晶が析出してきたものと考えられる。結晶核の生成過程は現在でも不明な部分の多い問題であるが、そうした観点からも添加剤により結晶構造が制御されるという現象は興味深い。得られた塩は室温から 4.2 K まで金属的であるが、20 K と 80 K に抵抗値の異常な領域があり、その原因をバンド計算や X 線・磁気測定等の手段を用いて探っていくことは今後の課題である。

4. 高圧下で使用可能な磁性検出装置の設計・開発 (田村, 大平^{*3}, 加藤)

分子性導体は、その「柔らかさ」を反映して、圧力に敏感な電子物性をしばしば示し、興味を集めている。しかし

高圧下での磁性測定には種々の技術的困難がある。

今年度は、3~10 MHz 程度の高周波磁場を用いた磁気測定を高圧下で行い、超伝導転移温度の圧力依存性等を調べることが検討された。超伝導転移の磁性による検出は、多数の微細結晶を同時に非接触でチェックすることを可能にする。測定原理は、試料を詰めたコイルを高圧セル内に置き、そのインダクタンス変化を LC 発振回路の周波数変化として検出するというものである。発振回路としては、小型で単純な自作 IC 回路を採用し、これを試料近傍の液体ヘリウム中で動作させることにより、安定な出力を得た。高圧セル内の限られた空間内ではコイルの形状と寸法に制約があるので、最適な発振状態が得られるコイルとコンデンサーの組み合わせを試行錯誤で決めた。また、高圧セル内にコイルを 2 つ置き、その 1 つには標準物質 (スズまたはインジウム) を入れて、その超伝導転移温度によってセル内の圧力を測定のために較正できるようにした。

現在、標準試料によるテストを完了し、自動測定系を整備している。

5. 有機 π -d 系の物性理論 (堀田^{*4})

有機 π 電子の二次元伝導面を持つ有機導体のおりなす物性が有機分子の二次元配列の様式に大きく左右されることに着目した研究を行った。特に、 κ 型と呼ばれる対称性が高い分子配列を持つ物質群では、従来より超伝導相と反強磁性絶縁相という 2 つの特徴的な相の存在が実験で報告されていたが、それらの系統的な理解は、バンド幅と電子相関の強さの競合というマクロな観点でしか行われていなかった。そこで、理論計算でバンドの内部構造が金属-絶縁体転移に決定的影響を与えることを示し、バンド構造でこれら物質群を分類し物性を理解できることを示した。 κ 型バンド構造は三角格子的性質を持つことから、今回得た結果は無機物の系にも応用できる。

6. レーザー分光学とその応用研究 (小林)

本年度は、従来行ってきたレーザー分光研究の他分野 (プラズマ工学および遺伝子解析) への応用を中心に研究を行った。

固体試料にレーザー照射した際に生成するアブレーションプラズマについては、レーザー誘起蛍光 (LIF) 法による形状測定が一般的に行われているが、プラズマ生成初期段階に発生する連続光バックグラウンドの影響により、レーザー照射直後の測定は困難である。共鳴四光波混合法による吸収分光測定により、そうした困難を回避することが可能であり、プラズマ内の原子・イオンの空間分布の時間変化について、より多くの情報が得られると期待される。アルミニウム基板を用いた測定の結果、中性アルミニウム原子のプラズマ周縁部への局在が明らかとなり、中心部にはイオンが局在していることが判明した。プラズマ中原子・イオンと雰囲気ガス分子との反応生成物についても、その空間分布測定を行っている。

高尖頭値出力を有するフェムト秒レーザーにより、従来困難であった物理化学現象の実現が可能となった。生体分子の定量分析を目的に、生体分子結晶のフェムト秒レーザーアブレーションを行った結果、ナノ秒レーザーでは観測されない、生体分子構成原子の同時原子・イオン化 (fs-SAI)

を見いだした。fs-SAI を応用することにより、二種類の蛍光物質を用いた比色解析により行われてきた従来の遺伝子発現解析を、格段に効率良く行うことが可能になると期待されるため、より具体的な実験装置の製作を開始した。

*¹ 研修生, *² 共同研究員, *³ 基礎科学特別研究員, *⁴ ジュニア・リサーチ・アソシエイト

誌上発表 Publications

(原著論文) *印は査読制度がある論文誌

Yamamoto H. and Kato R.: “Design, preparation, and characterization of novel ET salts with supramolecular assembly: Sheet, chain, and pore structures based on difluorotetraiodobenzene”, Chem. Lett. **2000**, 970–971

*

Ishida T., Ohira S., Ise T., Nakayama K., Watanabe I., Nogami T., and Nagamine K.: “Zero-field muon spin rotation study on genuine organic ferromagnets, 4-arylmethyleneamino-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-1-yloxylys (aryl=4-biphenyl and phenyl)”, Chem. Phys. Lett. **330**, 110–117 (2000). *

Nishio Y., Tamura M., Kajita K., Aonuma S., Sawa H., Kato R., and Kobayashi H.: “Thermodynamical study of (DME-DCQNI)₂Cu system: Mechanism of reentrant metal-insulator transition”, J. Phys. Soc. Jpn. **69**, 1414–1422 (2000). *

Kato R., Watanabe E., Fujiwara M., Kashimura Y., Okano Y., and Yamaura J.: “Conducting properties of assembled metal complexes”, Mol. Cryst. Liq. Cryst. **343**, 1–8 (2000). *

Biskup N., Brooks J. S., Kato R., and Oshima K.: “Angular magnetoresistance in the (DMET-TSeF)₂X family: (X=AuCl₂, AuI₂): Field-induced spin-density waves and commensurability effects”, Phys. Rev. B **62**, 21–24 (2000). *

Watanabe I., Akoshima M., Koike Y., Ohira S., and Nagamine K.: “Muon-spin-relaxation study on the Cu-spin state of Bi₂Sr₂Ca_{1-x}Y_x(Cu_{1-y}Zn_y)₂O_{8+δ} around the hole concentration of $\frac{1}{8}$ per Cu”, Phys. Rev. B **62**, 14524–14530 (2000). *

(総説)

今久保達郎: “含ヨウ素 TTF 誘導体を用いた分子性導体の結晶設計”, ファインケミカル **29**, No. 20, pp. 27–33 (2000).

口頭発表 Oral Presentations

(国際会議等)

Hotta C. and Fukuyama H.: “The ground states of the BETS family: Effects of localized spins”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Ohnuki H., Desbat B., Giffard M., Izumi M., Imakubo T., and Delhaes P.: “The mechanism of charge transfer salt formation in the mixed molecular system of fatty acid and BEDO-TTF”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July

(2000).

Nishio Y., Sasaki S., Tamura M., Kajita K., Aonuma S., Sawa H., and Kato R.: “Anomalous specific heat of (DME-DCNQi d₂[1,1;0]_{1-x}d₄[2,2;0]_x)₂Cu-system”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Yamaura J., Fujiwara M., Kato R., Chonan T., and Takahashi K.: “Cation effect in the purely one-dimensional electronic system [D](CPDT-TCNQ)₂ [D = Cation]”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Takano Y., Hiraki K., Takahashi T., Yamamoto H., and Nakamura T.: “Charge ordering in α-(BEDT-TTF)₂I₃”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Chiba R., Yamamoto H., Hiraki K., Takahashi T., and Nakamura T.: “Charge ordering in θ-(BEDT-TTF)₂RbZn(SCN)₄”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Kato R., Watanabe E., Fujiwara M., and Yamaura J.: “Development of molecular conductors derived from metal dithiolene complexes”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Hiraki K., Takano Y., Takahashi T., and Kato R.: “Electronic properties of β'-Pd(dmit)₂ salts”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Kawamoto T., Ashizawa M., Mori T., Yamaura J., Kato R., Misaki Y., and Tanaka K.: “Ground states of one-dimensional organic conductors based on ChTM-TTP”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Ohta H., Sakurai T., Ohkubo S., Kato R., and Nakamura T.: “High field ESR measurements of Me₄As[Pd(dmit)₂]₂”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Yamamoto H., Maeda R., Yamaura J., and Kato R.: “Multicomponent molecular conductors with supramolecular assembly: Supramolecules with various dimensionality”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Iijima T., Imakubo T., Kobayashi K., and Kato R.: “A new synthetic route to TTF-vinylogues”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Yamamoto T., Hanasaki N., Yamaura J., Aonuma S., Tajima H., Kato R., Uruichi M., and Yakushi K.: “Phase diagram of (Me₂-DCNQi)Li_{1-x}Cu_x system”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).

Tamura M., Yamanaka K., Mori Y., Nishio Y., Kajita K.,

- Mori H., Tanaka S., Yamaura J., Imakubo T., Kato R., Misaki Y., and Tanaka K.: “ π - f composite metals”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).
- Oshima K., Sasaki T., Motokawa M., and Kato R.: “Quantized hall effect-like behavior in (DMET-TSeF)₂AuI₂”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).
- Imakubo T., Miyake A., Sawa H., and Kato R.: “Synthesis and physical properties of (DIETS)₂[Au(CN)₄]: A new θ -salt with a unique donor...anion network”, Int. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM2000), Gastein, Austria, July (2000).
- Kato R., Imakubo T., Yamamoto H., Maeda R., Yamaura J., and Sawa H.: “Application of supramolecular chemistry to molecular conductors”, Int. Chemical Congr. of Pacific Basin Soc. (PACIFICHEM 2000), Honolulu, USA, Dec. (2000).
- Takano Y., Hiraki K., Takahashi T., and Kato R.: “The electronic states of β^2 -Pd(dmit)₂ salt”, Okazaki COE Symp. on Electronic Properties of Molecular Assemblies: From Molecular Solid to Single Molecule, Okazaki, Mar. (2001).
- Kato R.: “From molecule to molecular ensemble”, Okazaki COE Symp. on Electronic Properties of Molecular Assemblies: From Molecular Solid to Single Molecule, Okazaki, Mar. (2001).
- (国内会議)
- 熊谷寛, 松尾由賀利, 小林徹, 倉田(西村)美月, 門叶冬樹, 森本幸司, 趙聖学, 緑川克美: “フェムト秒レーザーを用いた低速多価イオンビーム源の研究”, 理研シンポジウム「第3回コヒーレント科学: 光から物質系へ」, 和光, 1月(2000).
- 小林徹, 松尾由賀利, 高見道生: “励起状態分子における緩和過程の外部電界制御とその観測”, 理研シンポジウム「第3回コヒーレント科学: 光から物質系へ」, 和光, 1月(2000).
- 松尾由賀利, 小林徹, 中嶋隆: “レーザーアブレーション法で生成された SiO⁺ の回転・並進温度のレーザー分光法による測定”, 第61回応用物理学学会学術講演会, 札幌, 9月(2000).
- 堀田知佐, 福山秀敏: “ κ 型バンド構造と基底状態”, 日本物理学会2000年秋の分科会, 新潟, 9月(2000).
- 平岡牧, 坂本浩一, 溝口憲治, 加藤礼三: “(DM-DCNQI)₂Li の磁気共鳴”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 佐々木祥江, 守裕子, 槌谷翼, 西尾豊, 梶田晃示, 田村雅史, 加藤礼三, 青沼秀児, 澤博: “(DMe-DCNQI)₂Cu における重水素置換系の異常比熱”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 蝦名陽子, 田嶋尚也, 田村雅史, 西尾豊, 梶田晃示: “ α -(BEDT-TTF)₂I₃ の圧力効果: 静水圧効果と一軸性圧縮効果”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 大島勇吾, 太田仁, 大久保晋, 小山佳一, 本河光博, 田村雅史, 西尾豊, 梶田晃示, 鹿野田一司: “BEDT-TTF 塩のサイクロトロン共鳴”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 鷹野芳樹, 開康一, 高橋利宏, 加藤礼三: “ β^2 -(Me₄P)[Pd(dmit)₂]₂ の ¹³C-NMR II”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 櫻井敬博, 太田仁, 大久保晋, 加藤礼三, 中村敏和, 上床美也: “Pd(dmit)₂ 塩のサブミリ波 ESR”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 川本正, 芦沢実, 森健彦, 山浦淳一, 加藤礼三, 御崎洋二, 田中一義: “一次元系有機伝導体 (ChTM-TTP)₂AuBr₂ の反強磁性転移”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 守裕子, 佐々木祥江, 槌谷翼, 西尾豊, 梶田晃示, 田村雅史, 加藤礼三, 青沼秀児, 澤博: “重水素化された (DMe-DCNQI)₂Cu 系の電気伝導と金属-絶縁体転移”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 田嶋尚也, 蝦名陽子, 田村雅史, 西尾豊, 梶田晃示: “超ナローギャップ有機半導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃ の電気伝導特性”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 中部一幸, 垣内徹, 田崎遼子, 澤博, 中尾裕則, 村上洋一, 加藤礼三: “分子性伝導体 (DBr-DCNQI)₂Cu の圧力: 温度相図”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 田村雅史: “有機分子を用いた物性探索”, 日本物理学会第55回年次大会, 新潟, 9月(2000).
- 小林徹, 松尾由賀利: “縮退4光波混合法による原子・分子分布の3次元測定”, 分子構造総合討論会2000, 東京, 9月(2000).
- 加藤礼三: “分子性金属および超伝導体における分子配向制御”, 情報科学用有機材料第142委員会B部会(インテリジェント有機材料)第71回研究会, (日本学術振興会), 和光, 10月(2000).
- 今久保達郎: “エキゾチックな分子性導体: 含ヨウ素ドナーを用いた新物質開発”, 第3回ヨウ素利用研究シンポジウム, 千葉, 11月(2000).
- 山本浩史: “超分子を用いた分子性導体の開発”, 分子研究会「有機分子機能体の設計・合成・物性」, 岡崎, 1月(2001).
- 茂木孝史, 福山祥光, 小林徹, 松尾由賀利: “アブレーションプラズマ中の SiO⁺ の並進温度の測定”, 第48回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3月(2001).
- 倉田(西村)美月, 門叶冬樹, 松尾由賀利, 小林徹, 河合純, 緑川克美, 谷畑勇夫, 林崎良英: “フェムト秒レーザーアブレーションを用いた高分子同時元素化イオン化法の研究”, 第48回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3月(2001).
- 小林徹, 倉田(西村)美月, 門叶冬樹, 松尾由賀利, 河合純, 緑川克美, 谷畑勇夫, 林崎良英: “フェムト秒レーザーを用いた生体高分子の原子イオン化と質量分析”, 日本化学会第79春季年会, 神戸, 3月(2001).
- 今久保達郎, 加藤礼三: “含ヨウ素ドナー系の新展開(1): 六方晶系の分子性金属および関連誘導体の合成と性質”, 日本化学会第79春季年会, 神戸, 3月(2001).
- 山浦淳一, 加藤礼三, 長南丈裕, 高橋かず子: “高圧 X 線回折を用いた分子性導体の研究: アクセプター系を中心に”, 日本化学会第79春季年会, 神戸, 3月(2001).

山本浩史, 加藤礼三, 山浦淳一: “新規 (BEDT-TTF)TCNQ 塩の構造と物性”, 日本化学会第 79 春季年会, 神戸, 3 月 (2001).

大島勇吾, 太田仁, 小山佳一, 本河光博, 山本浩史, 加藤礼三: “(BEDT-TTF)₂Br(DIA) の磁気光学共鳴”, 日本物理学会 2001 年春の分科会, 八王子, 3 月 (2001).

久保徳明, 鷹野芳樹, 開康一, 高橋利宏, 山本浩史, 中村敏和: “ α -(BEDT-TTF)₂I₃ の電荷整列: 低温相の解析”, 日本物理学会 2001 年春の分科会, 八王子, 3 月 (2001).

堀田知佐, 福山秀敏: “CaB₆ の強磁性メカニズム”, 日本物理学会 2001 年春の分科会, 八王子, 3 月 (2001).

岩下健一, 山本浩史, 吉野治一, 高橋利宏, 村田恵三: “ θ -(BEDT-TTF)₂RbZn(SCN)₄ の電子状態の一軸圧縮依存性 II”, 日本物理学会 2001 年春の分科会, 八王子, 3 月 (2001).

千葉亮, 山本浩史, 開康一, 高橋利宏, 中村敏和: “ θ -(BEDT-TTF)₂RbZn(SCN)₄ 圧力下の電子状態”, 日本物理学会 2001 年春の分科会, 八王子, 3 月 (2001).

平岡牧, 坂本浩一, 溝口憲治, 加藤礼三: “(DMe-DCNQI)₂Li の ESR”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

大貫等, Desbat B., Giffard M., 和泉充, 今久保達郎, Mabon G., Delhaes P.: “BEDO-TTF/ステアリン酸混合分子系の水面上における導電性分子膜の形成”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

石崎康雄, 鈴木信, 大貫等, 今久保達郎, 和泉充: “BEDO-TTF をもちいた導電性 LB 膜における磁気抵抗の脂肪酸分子長効果”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

鷹野芳樹, 開康一, 高橋利宏, 加藤礼三: “ β -Pd(dmit)₂ の ¹³C-NMR III”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

大嶋孝吉, 佐々木孝彦, 本河光博, 加藤礼三: “DMET-TSeF 系の強磁場相と SDW 相”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

櫻井敬博, 太田仁, 大久保晋, 加藤礼三, 中村敏和: “Pd(dmit)₂ 塩のサブミリ波 ESR II”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

下城義朗, Tanatar M., 石黒武彦, 加藤礼三: “面平行磁場下における擬一次元有機超伝導体 (DMET-TSeF)₂AuI₂ の上部臨界磁場”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王

子, 3 月 (2001).

加藤礼三: “分子性機能物質の将来: 分子アンサンブル”, 物性研究所研究会シリーズ「物質探索と物性研究」, (東京大学物性研究所), 柏, 3 月 (2001).

Research Subjects and Members of Condensed Molecular Materials Laboratory

1. Physical and Chemical Control of the Electronic State of the Molecular Conductor
2. Interrelation between the Crystal Structure and the Electrical Property
3. Construction and Electronic Properties of New Supramolecular Assemblies

Head

Dr. Reizo KATO

Members

Dr. Tohru KOBAYASHI
 Dr. Masafumi TAMURA
 Dr. Tatsuro IMAKUBO
 Dr. Hiroshi YAMAMOTO
 Ms. Emiko TSUKUDA
 Dr. Seiko OHIRA*

* Special Postdoctoral Researcher

Visiting Members

Dr. Shizuko AMBE
 Ms. Chisa HOTTA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)
 Dr. Qin HUI (Univ. Electro. Comm.)
 Dr. Hitoshi OHNUKI (Tokyo Univ. Mercantile Marine)
 Prof. Hiroshi SAWA (Fac. Sci., Chiba Univ.)
 Dr. Naoya TAJIMA (Fac. Sci., Gakushuin Univ.)
 Dr. Jun-ichi YAMAURA (ISSP, Univ. Tokyo)

Trainees

Mr. Masahiro FUJIWARA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)