

研究施設

分子制御レーザー開発研究センター

分子科学が急速かつ高度に進歩し続けているため、市販のレーザー装置を購入しそのまま利用していたのでは、重要な研究手段であるレーザー装置の性能に限度があり、先端的分子科学研究を推進するには不十分な状況である。分子制御レーザー開発研究センターは、新しい分子科学研究を切り開く、高性能かつ新規なレーザーシステムを自ら開発することを目指している。



開発中のレーザーならびに担当研究部は以下の通りである。

1) 分子位相制御レーザー開発研究部 (公募準備中)

光の位相を利用した化学反応制御のためのレーザー開発

2) 放射光同期レーザー開発研究部 (猿倉信彦助教授, 小野晋吾助手)

超励起分子反応制御のための放射光同期レーザー開発

3) 特殊波長レーザー開発研究部 (平等拓範助教授, 庄司一郎助手)

真空紫外・遠赤外光による反応制御のための高性能特殊波長レーザー開発

また、種々のレーザー、分光装置、測定機器を共同利用機器として管理し提供している。レーザー分光機器のうち共通性があり、かつ最高級のもを集中管理し、二重投資を防止するとともに常時高性能を維持し、研究所内外の研究者の利用に供している。共通機器の保守管理サービスは全職員が分担して行っている。

レーザー開発センター棟 (1,053 m³) には、分光測定室 (4 室)、レーザー室 (8 室)、があるほか外来施設利用研究者のための準備室なども備えている。

主な設備備品

フーリエ変換赤外分光光度計 (BOMEM DA3), 円二色性分散計 (日本分光 J-720W), Nd:YAG レーザー (Quanta-Ray GCR 250), エキシマー励起色素レーザー (Lambda Physik LPX105i, LPX205i, LPD3002, COMPex110M, SCANmate 2E), フッ素系エキシマーレーザー (COMPex 110F), シンクロナス励起OPOレーザー (Spectra Physics OPAL), 高感度蛍光分光光度計 (Spex Fluorolog II), 紫外分光光度計 (日立U-3500)

このほか貸出用 (所内における共同研究, 短期の開発研究の目的のため) 小型機器として, 高圧電源, アンメーター, オシロスコープ, ボックスカー積分器, ロックイン増幅器, シグナルアベレージャー, 記録計等を備えている。平成5年度より上記のレーザー分光機器及び小型機器の貸出し予約システムをオンライン化し, 所内外の利用の効率化を図っている。

(後列左から) 上田 正、山中孝弥、小野晋吾、齊川次郎、石月秀貴、高橋啓司、佐藤庸一

(前列左から) 後藤昌宏、猿倉信彦、岡本裕巳、庄司一郎、平等拓範、寺田三和子、石毛澄子、岡本佐知子、小野陽子

分子スケールナノサイエンスセンター

これまでの化学が扱ってきた分子は、およそ0.1 nmから数nmの大きさである。一方、コンピュータの頭脳であるCPUなどの電子回路を作るリソグラフィーの技術では10 nmを下回る構造を作ることが可能である。即ち、両方の手法を利用すれば、原理的には人類は原子レベルから、目に見え手に触れられる大きさまでのあらゆる“モノ”を、原子レベルの精度で作り出す技術を持っていることになる。しかし、実際上は分子で数nm以上のモノを合成することはいまだに困難であるし、リソグラフィーで100 nm以下の自由な構造を作ることとそれほど簡単なわけではない。モノ造りという観点で見ると、数nmから数百nmの範囲の大きさの物の合成・作成は未開のフロンティアであると言える。

また、このサイズ範囲では、光や電子が古典論的な振る舞いと量子論的な振る舞いの両方を示す可能性があり、これまでに知られていない化学、物理現象を見いだすことが期待でき、物性論的に見ても未開の地である。

こうした科学のフロンティアである「分子スケールナノサイエンス」を集中的に研究するために当センターが発足した。本センターは、規模において大部門に相当する3つの専任研究部門と2つの流動部門から構成されており、分子スケールナノ構造体の作成から、ナノ構造体の特異な化学反応性や物理的性質を体系的に研究する組織となっている。

また、本センターは、ナノサイエンスに特化した最新設備や、分子科学の研究に共通性の高い物性機器の集中管理、液体窒素・ヘリウムの供給、化学試料の分析、実験廃棄物の管理なども行っている。

こうした体制の元で、分子研所内の共同研究だけでなく、所外・海外の様々な研究者との共同研究を進め、分子スケールナノサイエンスという新たな分野を確立することを目指している。

研究部門および研究内容は、以下の通りである。

分子金属素子・分子エレクトロニクス研究部門

1. 有機分子を利用したナノ構造体の作成とその電子物性の評価

現在の合成化学は、1 nm程度の大きさのものを作ることが得意であるが、10 nmを越える大きさのものを作ったり、より大きな（マイクロメートル程度以上）の構造体と精度高く繋げることが不得意である。一方、ナノテクノロジーのもう一つの潮流であるナノリソグラフィー技術は、大きなものから削ってゆくので、削る技術さえ進歩すれば高い精度で、全体としては大きな構造体（例えば大規模集積回路）を作ることが得意である。しかしその精度は最先端



（後列） 小澤寛明
（前列左から）佐藤弘一、水口英輔、小川琢治、河尾真宏、荒木幸一

の研究室レベルでもせいぜい6-7 nmに過ぎず、合成化学で可能な原子レベルの精度での加工は恐らく永遠に不可能であろう。もし、この二つの技術を繋げることができれば、原子レベルの精度で複雑な構造を持ちながら、有機分子・無機分子・金属・半導体・ナノクラスターが一体となった、1 nm程度の微少構造体から、目で見え手で触れる大きさまでの、ありとあらゆる多様な物

質群ができることになる。こうした物質群は、これまでの物質・分子・構造体といった言葉が表す概念を大きく変える可能性がある。こうした考え方が、ナノサイエンスという言葉から出てくる新しい概念の一つであると考え、分子ナノサイエンスと呼んでいる。分子ナノサイエンスの概念をより分かり易くする具体的なアイデアとして、分子スケール電子素子、分子スケール機械素子がある。我々のグループでは、この中で特に分子スケール電子素子にターゲットを絞って、下記のテーマで研究をしている。

共役巨大分子の合成、解析法。 ナノギャップ電極を用いた少数分子の電気特性計測。 ナノギャップ電極中での、分子・ナノ粒子の自己組織化。 走査プローブ顕微鏡を用いた単分子電気伝導に最適化した分子の設計と合成。

2. 電界効果トランジスター (FET) の作製と特性評価

有機半導体の真空蒸着膜あるいは電気化学堆積膜を用いたFETを作製し、キャリア注入・輸送機構を解明して高移動度素子の作製指針を導出する。

3. シリコン-炭素共有結合性ナノインターフェースの構築

シリコン基板上に分子を直接結合し、シリコン-炭素結合を起点とする分子組織体を構築し、信号の入出力インターフェースとしての特性を調べる。

4. 分子エレクトロニクス素子のための有機半導体の開発

新しい電子物性を目指した分子物質開発のため、電子系有機分子の設計と合成を行う。特に、有機エレクトロルミネッセンス素子のためのアモルファス性電子輸送材料や有機トランジスタのためのn型半導体の開発を進めている。



(後列左から) 夢田博一、山田 亮、荒 正人、藤原栄一、鈴木博子
(前列左から) 大石 修、中尾 聡、坂上 知、高田正基



(左から) 白沢信彦、阪元洋一、伊藤歌奈女、鈴木敏泰

ナノ触媒・生命分子素子研究部門

1. 私たちは遷移金属錯体の特性を活かした新しい触媒反応, 特に合成的にも有用な触媒的有機反応の開発を中心研究課題としています。生体などではむしろ一般的である「水」や「高分子ゲル」などを反応メディアとする触媒作用を, 純化学的に司る新しい反応駆動力や制御概念の提出を目指しています。精密な触媒挙動の解析と共に, 反応メディアや添加物をも含めたマクロな反応系全体の設計を試み, 立体および化学選択性の高度な制御に挑みます。

2. 光合成を規範とする人工の物質変換システムの構築を目指して研究を進めている。具体的な研究テーマは以下の通りである。有機分子を用いて, 光励起電子移動と化学反応が組み合わさって進行する系を開発する。金属錯体などを反応場として, 電子移動によって駆動される触媒的物質変換反応を開発する。ナノメートルサイズの物質の電気化学的特性について調べ, 電子移動反応への展開をはかる。



(後列左から) 木村将浩、HOCKE, Heiko、魚住泰広、酒巻順一郎
(中列左から) 中井康司、竹中和浩
(前列左から) 皆川真規、鳥居薫



(左から) 長澤賢幸、細川洋一、永田 央、菊澤良弘

ナノ光計測研究部門

1. 金属クラスターの創製と触媒機能

有機単分子膜で保護された単分散金属クラスターを調製し、その構造評価および機能探索を行っている。特に、数ナノ～サブナノメートルサイズの金属クラスターの特異的な構造に起因する新しい光学特性、触媒機能に主眼をおいている。気相クラスター実験技術を駆使して、機能の発現機構を分子レベルで理解することを目指している。



(後列左から)鈴木優子、佃 達哉、白井千夏
(前列左から)成島 隆、根岸雄一

界面分子科学研究部門 (流動研究部門)

1. DNA分子の電界中での挙動と分解過程の解明

DNA一分子のレーザと電界による制御の研究を行っており、この制御技術を用いてDNA一分子を電極に固定し、高電界場に置く。このときのDNA分子の挙動を電界イオン顕微鏡の手法などを用いて調べ、DNA分子が電流をどの程度流すか、高電界中でどのように構成分子の結合が壊れてイオン化するか、などの疑問を解明すべく研究をすすめる。またDNA分子などと表面との相互作用も興味深く、放射光あるいは放電プラズマなどで表面処理をおこなうことでシリコン表面などへの分子付着がどのような影響を受けるかを調べる。



(後列左から)解良 聡、渡辺 昇
(前列左から)高橋正彦、水野 彰、佐々木時代

2. (e,2e)分光による電子構造と電子衝突ダイナミクス

電子線と原子分子の相互作用の基礎過程を研究している。画像観測(e,2e)装置により、標的原子分子の高速電子衝撃イオン化で生成する非弾性散乱電子と電離電子双方を同時計測し、散乱に与る電子全ての運動量を決定する。特に、光電効果と対比的なコンプトン散乱の物理を明らかにし、従来とは異なる視点からの電子構造研究を目指して、(電子・電子・解離イオン)三重同時計測法の開発やレーザーの(e,2e)分光への応用を進めている。

3. 高度に配向制御された有機積層膜を利用した表面・界面物性の研究

ナノサイエンス分野における様々な期待と要求から、有機分子を用いた新規な高機能デバイスの実用化へ向けての研究が活発となってきている。これらのデバイス特性は、構成している分子の種類(化学構造)のみならず、薄膜表面の構造(配向・配列)や電子状態に深く関連している。

しかし一般的に、その構造の多様性から観測される現象の複雑化が生じ、物性を正確に理解することがしばしば困難となる。例えば、最近では有機・無機界面において観測される光電子スペクトル構造自体の正しい解釈すら問題となってきた。波長選択性、直線偏光性という優れた特性を持つシンクロトロン放射光による角度分解紫外光電子分光法は、こうした基礎物性を評価するうえで、極めて有効な手法のひとつとして知られている。我々は、ナノスケールレベルで高度に配向が規定された超薄膜試料を用いることで現象の単純化を狙い、こうした有機・無機界面に特有なスペクトル構造の線幅・形状の真の原因、ひいてはデバイス特性を支配すると考えられる表面・界面基礎物性を系統的に把握すべく研究を行っている。

分子クラスター研究部門（流動研究部門）

1. 超強磁場による化学反応・物理変化の制御

物質固有の特性のひとつである磁性が、化学反応、物理変化や生物の行動にどのような影響を与えるのか、そのメカニズムを解明するとともに、磁性による化学反応・物理変化の制御 磁場による反応制御 についてこれまで種々の研究を行ってきた。例えば、磁場を利用して、高度に配向した結晶や薄膜など高品位な物性を持つ物質の創出を試みる研究や、有機光化学反応の磁場効果などの研究を行ってきた。ここでは特に、“15テスラ”の超強磁場が、金属樹成長反応、光触媒反応などの化学反応やベンゾフェノンの結晶成長・カーボンナノチューブの配向といった物理過程にどのような影響を与えるのか、ナノ構造・クラスター構造の磁場制御などを視野に入れた特色ある研究を実施中である。現在、強磁場によるケイ酸亜鉛ゲルチューブの形態キラリティー誘導など興味ある成果を得ている。



（後列左から）太田明代、高嶋春樹、DUNIN-BARKOVSKIY, Lev、藤原昌夫、大庭 亨
（前列左から）石田俊正、谷本能文、上地一郎

2. 化学反応のポテンシャル面の効率的生成

分子の反応を主に対象として、コンピュータを用いて研究を行っている。最近主に進めている研究は、反応のポテンシャル面の効率的で簡便な生成法である。ポテンシャル面とは、原子核のさまざまな相対的な位置に対する位置エネルギーを立体的に表したものである。原子核を動かしながら電子の運動について調べる方法も実用されているが、計算が大変である。そこで、内挿法に基づく簡便で効率的なポテンシャル面の生成法を探索している。うまくいけば、たとえば、大気汚染に関係する反応などを理論的に調べたりするのがますます効率的に行われると期待される。

3. 優れたリサイクル能をもつナノデバイスの開発

本研究では、様々な人工的機能を付与した生体分子を集積することにより、必要に応じて分解と再構築を繰り返すことのできるナノサイズの電子回路の実現を目指している。こうしたナノ電子回路では、破損した機能ブロックを再構築時に交換することによって回路の修復を行ったり、機能ブロックの組み合わせを変えることによって様々な回路に作り変えることが可能で、省エネルギー・省資源の特性をもつユニークな微小コンピューターの開発につながると考えられる。

装置開発室

装置開発室の使命は、装置開発室独自にあるいは各研究部門との協力によって、分子科学研究に必要な実験装置を設計・製作し、また新しい装置を研究・開発することにある。従来から装置開発室では、研究者の依頼を受けて様々な新しい装置を製作するという業務を通じて、高度な装置技術を蓄積してきた。この技術を積極的に生かし、装置開発室本来の活動がより活発に行えるように、現在、テクニカルサービス、特別装置、基盤技術育成の3部門からなる構成で業務を行っている。



(後列左から)水谷伸雄、宮下治美、高松軍三、豊田朋範、薬師久彌、
鈴井光一、吉田久史、浦野宏子
(前列左から)内山功一、渡邊三千雄、永田正明、高松宣輝、松下幸司、
原田佳男、矢野隆行

テクニカルサービスでは研究者の依頼に応じて、メカトロニクス、エレクトロニクス、ニューマテリアルの各担当者が、機械、電子回路、ガラス装置の製作・改良などを行い、所内の研究を日常的に支える役割を担っている。また各工作室では研究者自らが作業を行えるようにもしてある。

特別装置部門では新しい発想の先端の実験装置を所内から公募し、提案者と一体となってその設計・製作にあたる。

基盤技術育成部門では体系化した知識と技術の習得を目指して、各構成員の担当分野において基礎となる技術の調査・研究を行う。

装置開発室においては、これら三者の協力に基づく総合力によって、技術を基盤とした分子科学の新しい展開を常に追及している。

主な設備備品

〔メカトロニクス・セクション〕

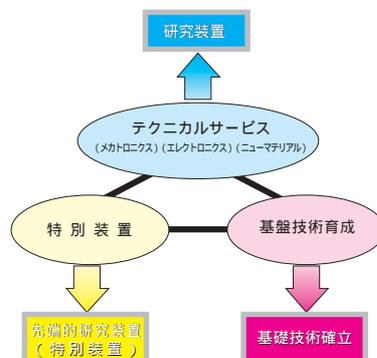
マシニングセンター(マキノBN1-85)、NCフライス盤(マキノKGNCC-70)、ワイヤー放電加工機(シャルミーROBOF1L2020SI)、放電加工機(ソデックA35R)、ワイヤー放電加工機(三菱DWC90H)、電子ビーム溶接機(日本電気EWB)、測定顕微鏡(オリンパスSTM6DF)、他一般工作機械及びCAD・CAMシステムなど。

〔エレクトロニクス・セクション〕

2GHzサンプリング デジタルオシロスコープ(レクロイ7200A)、1GHzオシロスコープ(テクトロニクス7104)、スペクトラムアナライザ(アドバンテストR3361B)、サンプリングスコープ(岩通SUS601B)、ネットワークアナライザ(バイオメーションK100D)、LCA開発システム(AMD)、プリント基板自動製作システム(LPKF)、インピーダンス・ゲイン・フェーズ・アナライザ(YHP)、スルーホール加工機(LPKF1010・1030)など。

〔ニューマテリアル・セクション〕

ガラス旋盤(理研GL-4DLH)、超音波加工機(日本電子工業UM500)、バンドソーイングマシン(LUXO VW-55)など。



極端紫外光実験施設

シンクロトロン放射光（SR）は、遠赤外から極端紫外、X線にわたる波長連続の強くて安定な“夢の光”であり、また、指向性、偏光性、パルス性といった数々の優れた特徴を持っている。このSRを利用する極端紫外光実験施設は、大型研究設備の一環として建設され、昭和57年（1982年）から研究施設として独立した。（大型研究設備の項参照。）昭和59年（1984年）9月から所内外の利用実験を開始し、現在年間140件を超える研究が活発に行われている（47頁参照）。

研究分野は大きく分けて、7つの分野に分類される（分野1：分光実験，分野2：光電子分光実験，分野3：光化学実験，分野4：化学反応素過程実験，分野5：固体・表面光化学実験，分野6：光励起新物質合成実験，分野7：顕微分光実験）。現在は、第一期の建設期，第二期の拡張期を経て，第三期目の再構築期になり，将来に向けての重要な時期となった。そのため，放射光分子科学の視点からの点検評価が行われると共に将来計画委員会などが開かれた。また，所外ユーザーを含むUVSORワークショップが毎年開かれ，各研究分野とビームラインの発展についての熱心な検討を行ってきた。その結果を踏まえ，光源加速器の高度化計画を立案するに至った。

幸いにして平成14年度予算において，UVSOR施設の光源性能を向上し，10年間程度の世界競争力を維持していくために立案された光源加速器の高度化計画（光源加速器の低エミッタンス化（高輝度化）と短直線部の増強）が認められ，現在その準備作業が進んでいる。また，高度化に先行してBL7Uに新しいアンジュレータ（真空封止型）を導入し，性能評価実験により，所期の性能が達成されている事が確認されている。なお，今回の計画には，高度化の性能を引き出すためのアンジュレータラインBL3UとBL5Uの再構築計画も含まれており，平成15年度後期より新生蓄積リング，UVSOR-IIからの高輝度放射光を利用した世界的な研究成果が期待される。

光源グループは，光源加速器の安定な運転や維持・管理，及び性能向上に関する開発研究を行っている。観測グループは施設利用ビームラインを利用する全国の大学，研究機関からのユーザー（年間約800名）の支援業務を行いながら，ビームラインの性能向上に関わる開発研究として，新しい分光器や実験装置の設計，製作，調整および性能評価を行っている。

[光源グループ] 加藤政博，保坂将人，持箸晃

光源加速器の性能向上にかかわる開発研究を行うとともに，自由電子レーザーやビーム物理などに関する実験的研究を行っている。現在の活動の中心は光源加速器の大幅な性能向上を目指したUVSOR高度化計画である。この計画により大幅に高品位化される電子ビームを用いた真空紫外領域での自由電子レーザー発振，外部レーザーと電子ビームを併用した新たな光発生法などの検討を進めている。

[光物性グループ] 木村真一，伊藤孝寛

有機伝導体・希土類化合物・遷移金属化合物などの電子相関の強い系や，MBEで作成された強



（後列左から）村上天志、林 憲志、持箸 晃、保坂将人、鬼武尚子、萩原久代、山崎潤一郎
（中列左から）西 龍彦、近藤直範、小杉信博、木村真一、繁政英治、神本文市、堀米利夫、伊藤孝寛
（前列左から）松戸 修、松尾末吉、蓮本正美、中村永研、加藤政博

相関薄膜の新奇物性の起源であるフェルミ準位近傍の電子状態の研究を、放射光を使った高分解能角度分解光電子分光や赤外・テラヘルツ顕微分光、磁気光学などを使って行っている。また、これらの研究を行うための、高分解能分光器、極低温高分解能光電子分光装置、高輝度赤外・テラヘルツビームライン、テラヘルツ顕微分光装置の開発研究も行っている。

[光化学グループ] 繁政英治

軟X線領域における高分解能分光実験を実現するため、高性能斜入射分光器や関連する実験装置の開発研究を行っている。対称性分離分光やしきい電子分光、並びに各種の同時計測分光法など独創的な測定手法の開発に重点を置き、それらを駆使して、内殻励起分子に特有な光化学反応(光励起、光電離、及び光解離)ダイナミクスや、内殻電離しきい値近傍で特に顕著な多電子効果の解明を目指した研究を行っている。

主な設備備品

[光源加速器]

15 MeV 線型加速器, 600 MeV シンクロトロン, 750 MeV ストレージリング, オプティカルクライストロン, 真空封止アンジュレータ

[観測系ビームライン(高度化後)]

BL1A 軟X線吸収分光装置, BL1B 固体真空紫外分光装置(1), BL2A 真空紫外分光装置, BL2B1 固体吸収・光電子分光装置, BL2B2 気体分光装置, BL3U 軟X線固体・気体分光装置(予定), BL3B 気体光電子分光装置, BL4A 表面光化学反応装置, BL4B 軟X線固体・気体分光装置, BL5U 固体・表面光電子分光装置, BL5B 機器較正装置, BL6B フーリエ変換赤外・遠赤外分光装置, BL7U アンジュレータ光照射装置(予定), BL7B 固体真空紫外分光装置(2), BL8A 利用者持込みポート用装置, BL8B1 固体・気体吸収測定装置, BL8B2 角度分解紫外光電子分光装置

錯体化学実験施設

一つの金属あるいは金属イオンと配位子（原子または分子）から構成された単核錯体，複数個の金属イオンと配位子からなる多核錯体，さらにそれらの金属錯体が高分子化した無機固体物質を研究対象とする錯体化学は，金属と配位子の結合を通じて，その構造と物性を追求し，新しい機能を創造することをなすうる学問領域である。全元素を対象とした物質化学としての錯体化学は他研究領域の発展にも大きな貢献を行っている。

本実験施設は昭和59年4月に錯体触媒研究部門と錯体合成研究部門（流動）の2部門をもって開設され，昭和61年度に新たに配位結合研究部門（客員）を加え，平成元年度よりさらに錯体物性研究部門が新設された。錯体合成研究部門（流動）は平成12年4月に廃止となり，錯体化学実験施設は3部門となった。各部門は南実験棟で研究を行っている。

錯体触媒研究部門

錯体触媒研究部門は専任教授（魚住）の分子スケールナノサイエンスセンターへの異動に伴い，同センター・ナノ触媒研究部門に密接に協力しつつ研究活動を展開しつつある。また客員部門においては「強相関電子系ナノワイヤー金属錯体における巨大三次元非線形光学効果に関する研究（山下）」および「炭素-水素結合の位置選択的カルボニル化反応の開発（茶谷）」に取り組んでいる。

錯体物性研究部門

1. 我々は酸化還元活性な配位子を導入した遷移金属錯体の特異な機能発現について研究を行っています。これまでに配位子により酸化還元電位を制御したオキソ金属錯体はオキソ配位子上にラジカルを誘起することを明らかにしました。この錯体は有機化合物の電気化学的酸化反応を触媒することが期待されます。有機化合物の電気化学的酸化反応は燃料電池の半反応であり，有機化合物の持つ化学エネルギーを電気量として外部回路に取り出すことが可能となります。また，我々は特定の金属錯体に配位した二酸化炭素が極めて容易に一酸化炭素へ変換されることを明らかにしており，この現象を利用した二酸化炭素の還元による有機化合物への変換を行っています。

生成する有機化合物は燃料電池の原料であり，二酸化炭素の多電子還元は電気エネルギーを有機化合物に貯蔵したことになります。このような特異的な機能を有する金属錯体の開発により電気エネルギーと化学エネルギーの可逆的な相互変換が可能となり，その実現こそが地球規模での資源・環境保全に大きく貢献できるとの認識で研究を行っています。



（後列左から）藤原哲晶、東門孝志、水川哲徳
（中列左から）大津英揮、小泉武昭、枝連一志、山口ゆみ子、岡村玲
（前列左から）筒井香奈子、和田亨、田中晃二、日野貴美

2. 新しい配位化合物や有機金属化合物の合成, 構造, 反応性および結合や電子状態に興味をもち, 研究を行っている。現在, 混合金属カルコゲニドクラスターの合理的合成法の開拓, 金属錯体による小分子活性化, 多核金属錯体の合成と反応性に関する研究を進めている。

配位結合研究部門 (客員研究部門)

錯体化学実験施設の他部門と協力しながら, 配位結合を有する超分子錯体の合成と物性について研

究する。また, 多核金属錯体や金属-金属結合を有する金属クラスターの合成も行い, X線結晶構造解析, NMR, IRを含めた各種分光測定により構造を明らかにする。また, それらの光および磁気物性あるいは触媒活性と分子構造との相関を解明する。



(後列左から) 相原秀典
(中列左から) 結城雅弘、川口博之、安江崇弘、松尾 司
(前列左から) 小室貴士