

埼玉大学



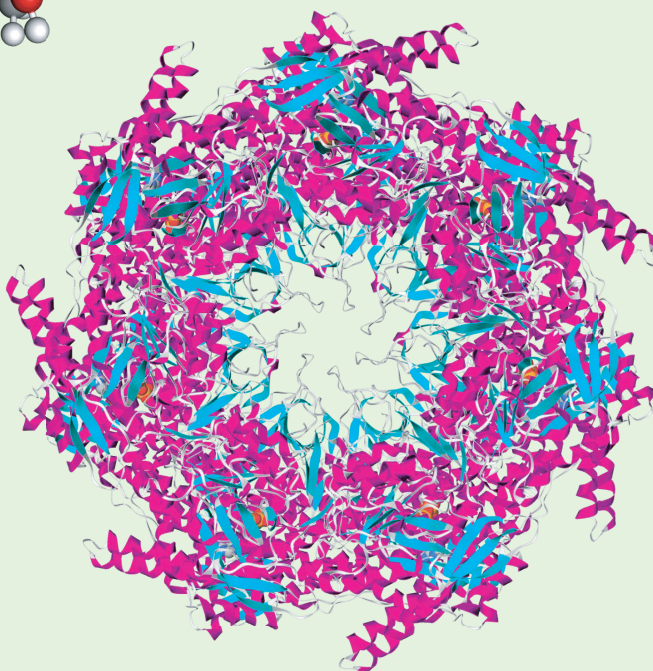
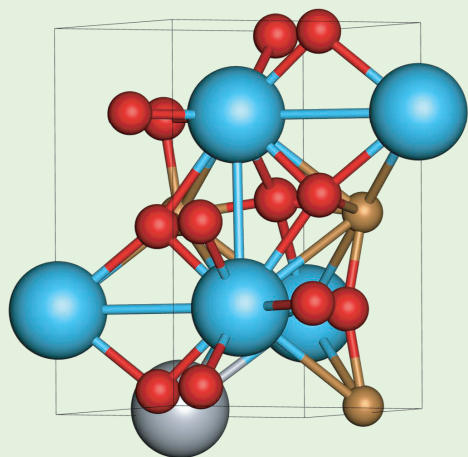
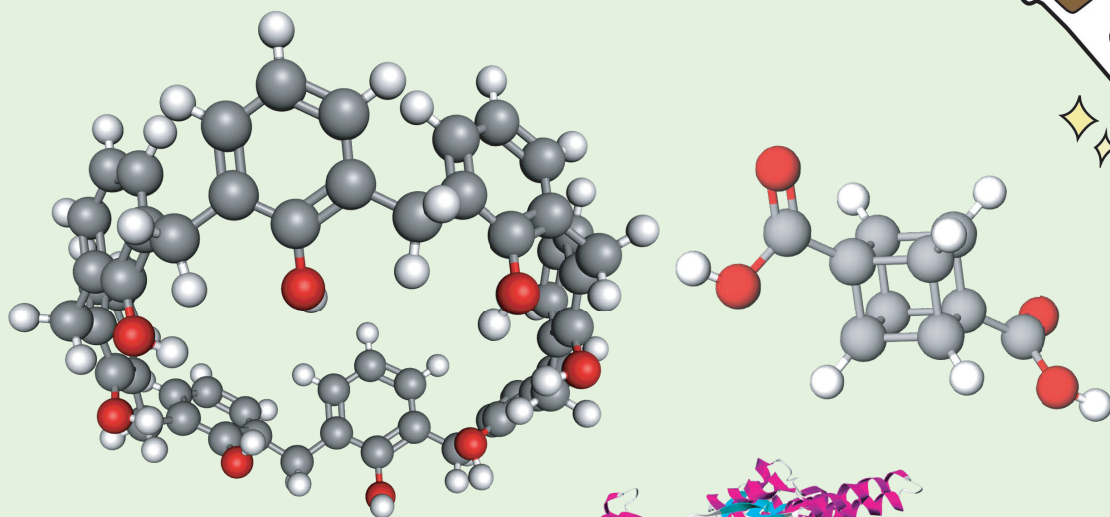
理学部

基礎化学科

理工学研究科 物質科学専攻

基礎化学プログラム

研究室紹介



基礎化学科，基礎化学プログラムについて

本パンフレットでは，埼玉大学の学部組織である理学部基礎化学科，大学院理工学研究科・教育部に属する博士前期課程物質科学専攻基礎化学プログラム，および博士後期課程理工学専攻物質科学コースの基礎化学系分野，において行われている教育研究活動，所属教員，研究室について紹介します。

理学部基礎化学科は，1949年に設置された文理学部理学科化学講座，理工学部化学科（1966年），理学部化学科（1976年）を経て，1995年度に新しい研究分野を加えて発足し，「合成化学講座」と「解析化学講座」の2講座に所属する教員が教育と研究を行ってきました。2006年度からは大学院改組に伴い，教員は大学院理工学研究科研究部・物質科学部門の「物質基礎領域（元素化学研究分野）」と「物質機能領域（機能分子解析）」に所属していますが，引き続き基礎化学科の教育を担当しています。また，最新の測定・分析機器が設置されている「科学分析支援センター」に所属する化学系教員も，基礎化学科の講義や研究に協力しています。

大学院理工学研究科・教育部の博士前期課程は5専攻に分かれており，基礎化学プログラムは応用化学プログラム，物理学プログラムとともに物質科学専攻を構成しています（2021年度改組により）。前2プログラム間では授業が共通に開講されており，また理化学研究所や産業技術総合研究所などの研究員が連携教員として教育／研究に参加しています。

大学院理工学研究科・教育部の博士後期課程理工学専攻は6コースに分かれており，基礎化学系の教員は物質科学コースにおいて教育を担当しています。

専任教員の専門分野と主な研究テーマ（2025年度）

- 教授 若狭 雅信（光化学・スピン化学）有機・有機金属化合物の光物理化学と磁場効果
教授 高柳 敏幸（理論化学・化学反応論）化学反応ダイナミクスにおける量子効果の研究
教授 斎藤 雅一（有機典型元素化学）有機典型元素化合物の合成，構造および反応
教授 上野 啓司（固体化学・表面物性化学）薄膜・ナノ構造形成とその物性探索
教授 中田 憲男（有機典型元素化学・有機金属化学）典型元素および遷移金属を含む新規化合物の合成と構造解明、反応性の探索
准教授 杉原 儀昭（有機化学）含ヘテロアトム有機化合物の合成，構造，反応および機能性
准教授 前田 公憲（量子生物物理化学）光・磁場・磁気共鳴による反応中間体のスピン動力学，渡り鳥など，生物の磁気感受
准教授 矢後 友暁（物理化学）電子スピンをプローブとした光化学反応の研究
准教授 川村 隆三（高分子化学・生物物理化学）運動タンパク質の構造体形成と機能探索
講師 齋藤 英樹（結晶化学・物理化学）新しい機能性固体の合成，構造および物性
講師 佐藤 大（有機化学）新しい芳香族化合物の合成，構造および反応
助教 古川 俊輔（有機化学）量子情報制御のための分子創製と機能開発
助教 長嶋 宏樹（量子生命物理化学）電子スピン共鳴による生体分子の構造と機能
助教 リム ホン エン（固体化学）低次元物質の創生，構造制御，および物性探索
助教 太田 圭（有機典型元素化学）典型元素を組み込んだ新規化合物の合成，構造解明および反応性

科学分析支援センター兼任

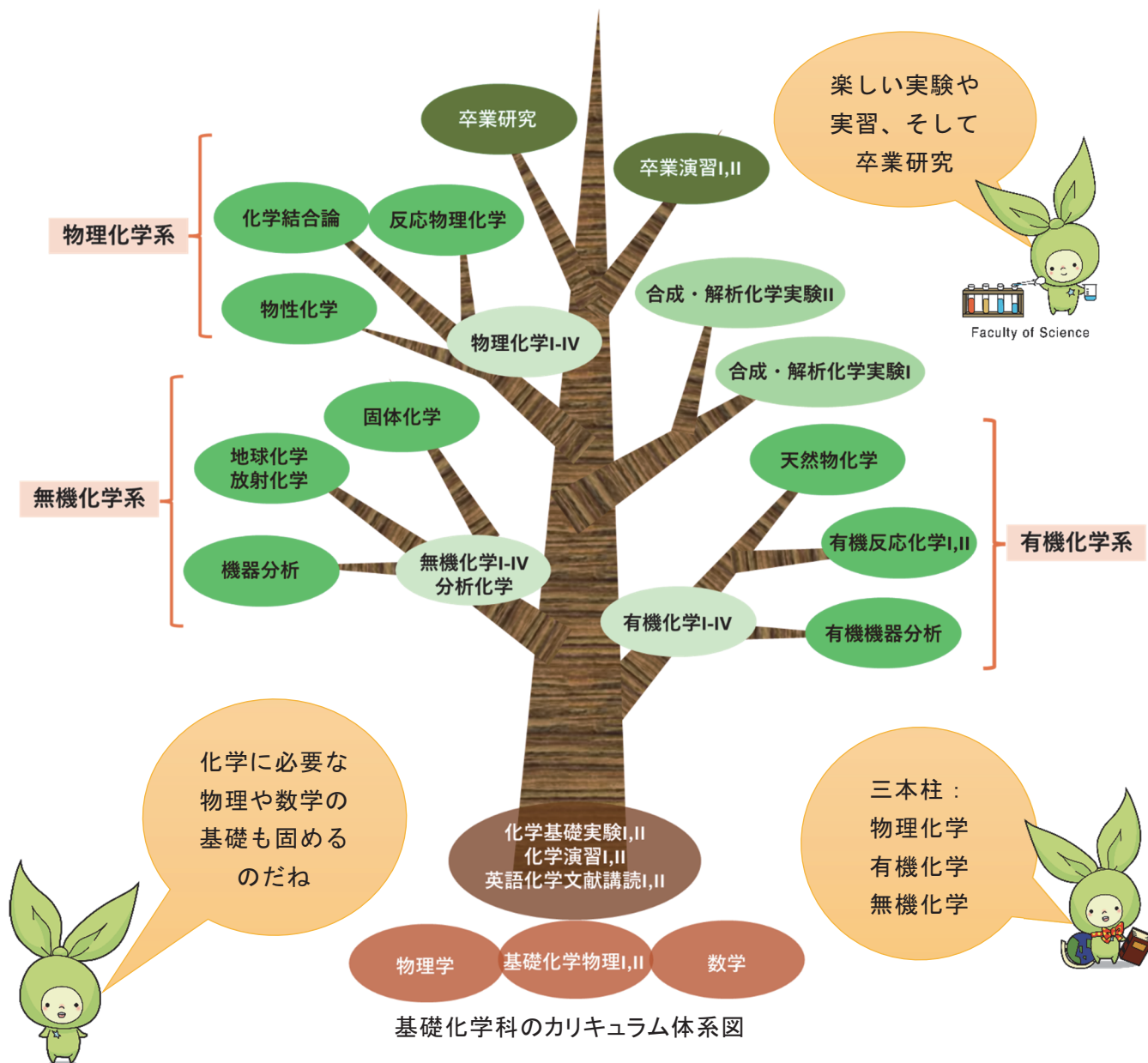
- 准教授 藤原 隆司（無機化学・錯体化学）遷移金属錯体の合成，構造と機能性

化学好き集まれ！理学部基礎化学科の教育理念とアドミッションポリシー

基礎化学科では、「物質とは何か」について、すなわちさまざまな物質の反応や性質を研究し、構成原子や分子の構造を調べ、新たな物質を合成しよう、という学問を行っています。

現代の化学は、最先端の技術を駆使した機器や、精密な分析手法、コンピューターによるデータの処理等を活用して、新しい化合物を探索し、新しい機能を持つ物質を開発しています。

全国で唯一の基礎化学科です。基礎とは純粋(pure)な自然科学を意味しており、科学技術の土台となるものです。それを礎にして応用の分野まで幅広く教育しています。



基礎化学科では、

- ① 現代の化学を総合的に理解するための基礎知識の修得,
- ② 化学の研究者, 教育者, 技術者またはその周辺の化学を専攻する者に必要な基礎技術の修得,
- ③ 自然科学における「化学」の役割を理解し, 社会における重要性を認識した, 広い視野をもつ社会人の育成,

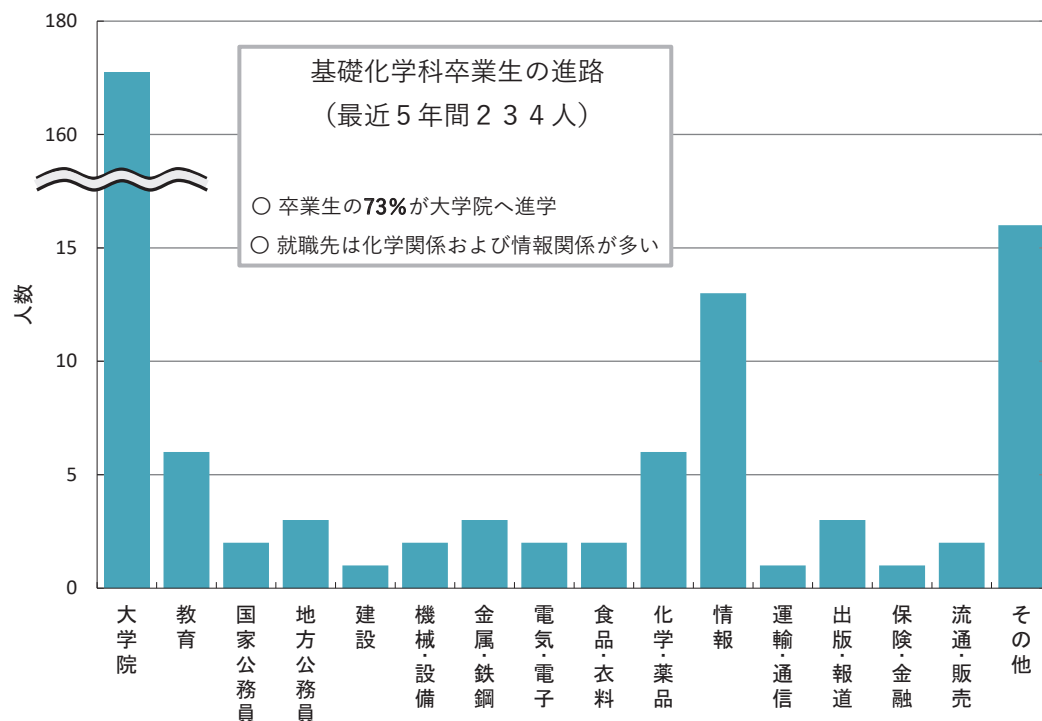
を目標に学生の教育を行っています。

基礎化学科卒業生の進路

理学部では学部卒業後、さらに大学院に進学する学生が増加しています。

企業で研究面での職種を希望する場合や、高校教員の採用にあたっては、修士の学位取得者が有利になってきています。

専攻分野は化学が主ですが、物性物理学、工学、環境分野、生命科学など、化学と関連する学問を含めた広い範囲にわたっています。これなども現代の化学が自然科学の多くの分野から必要とされていることを示すものです。



主な就職先・進学先

2024年度

就職先: 長州産業, 日本合成アルコール, テックオーシャン, スタッフサービス エンジニアリング事業本部, 興国インテック

進学先: 埼玉大学大学院, 金沢大学大学院, 大阪大学大学院, 東京農工大学大学院

基礎化学科入試情報

入学試験(2026(令和8)年4月入学)

1. 特別選抜 学校推薦型選抜(2025年11月中旬)

定員5名: 面接, 大学入学共通テスト, ※1校当たりの推薦人数が2名にまでに変更されました。

2. 一般選抜 前期日程(2026年2月下旬)

定員15名: 大学入学共通テストのみ

3. 一般選抜 後期日程(2026年3月中旬)

定員30名: 大学入学共通テスト, 個別学力検査(数学, 理科(化学または物理学))

上記の他, 私費外国人留学生特別選抜を実施しています。詳細は学生募集要項をご覧ください。



大学院理工学研究科物質科学専攻 基礎化学プログラム

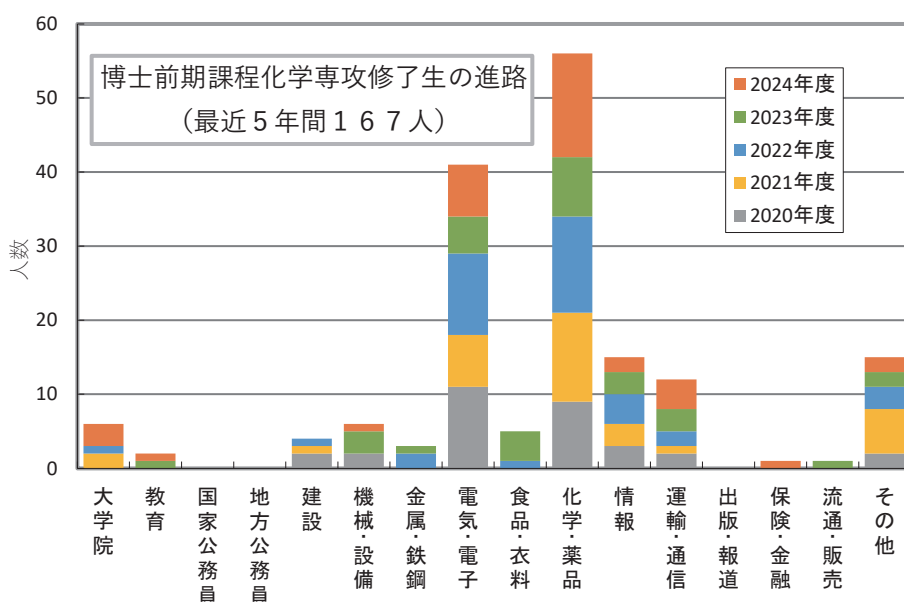
基礎化学プログラムでは、創造性に富む優れた研究者、教育者あるいは専門技術者をめざすとともに、社会貢献に対して情熱と意欲を持つ人、化学分野の基礎知識の他に、コミュニケーション能力および基本的な語学力を有し、将来に対する明確な目標を持つ人、あるいは化学における未踏の課題に対して興味を持ち、独創的かつ先端的研究を行うことに意欲を持つ人を受け入れ、教育・研究指導を行います。

埼玉大学大学院理工学研究科では、外部の5つの研究機関(理化学研究所, 埼玉県環境科学国際センター, 産業技術総合研究所, 埼玉県立がんセンター, 自治医科大学)と連携し、大学院組織を構成しています。基礎化学プログラムでは、理化学研究所および産業技術総合研究所の研究者が連携教員として博士前期課程も兼担しており、教育・研究指導を行っています。詳細は基礎化学プログラム／基礎化学科の Web ページをご覧ください。



博士前期課程修了後の進路

博士前期課程修了後、多くの学生は化学関連企業に就職したり、技術系の地方公務員、あるいは教員になったりしています。一部の学生は博士後期課程に進学し、さらに高度な専門教育を受け、博士号取得を目指しています。



博士前期課程修了生の就職先・進学先

2024年度

就職先: サイデン化学, 日鉄テクノロジー, アイオン, 化学物質評価研究機構, ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング, ルネサスエレクトロニクス, 凸版印刷, マイクロンメモリジャパン(2), MGC エレクトロテクノ, 東洋インキ SC ホールディングス(2), JFE システムズ, パナソニックインダストリー(2), プリマジェスト, リケンテクノス, NTT ドコモ, 材料科学技術振興財団, 大日本印刷(2), 太陽ホールディングス, 大日精化工業, 住友精化, ADEKA, 日本電波工業, シスメックス, AKKODiS コンサルティング, 野村證券, 高等学校教員

進学先: 埼玉大学大学院

大学院入試情報

大学院理工学研究科(博士前期課程及び博士後期課程)の入試関係情報につきましては、大学院理工学研究科の Web ページをご覧ください。例年、筆答試験は8月下旬に行われています。欠員が生じた場合には、11月に第2次募集、2月に第3次募集が行われることもあります。

基礎化学プログラムでは筆答試験または口述試験(筆答試験免除)で可否を決定します。筆答試験免除となるかどうかは、学部における成績や志望理由書などを総合的に判断し、決定します。



Web ページについて

7ページからは、基礎化学科・基礎化学プログラムの教育・研究を担当している、各専任教員の研究室紹介を掲載しています。研究室によっては、より詳細な研究室案内を Web ページで公開しています(基礎化学プログラム・基礎化学科の Web ページからリンクをたどれます)。連携教員の研究室については、理化学研究所および産業技術総合研究所の Web ページを参照してください。

【Web ページアドレス】

埼玉大学理学部基礎化学科・大学院理工学研究科物質科学専攻基礎化学プログラム

<https://www.chem.saitama-u.ac.jp/>



埼玉大学総合研究機構 科学分析支援センター

<https://www.mlsrc.saitama-u.ac.jp/>



埼玉大学大学院理工学研究科

<https://www.saitama-u.ac.jp/rikogaku/>



埼玉大学

<https://www.saitama-u.ac.jp/>



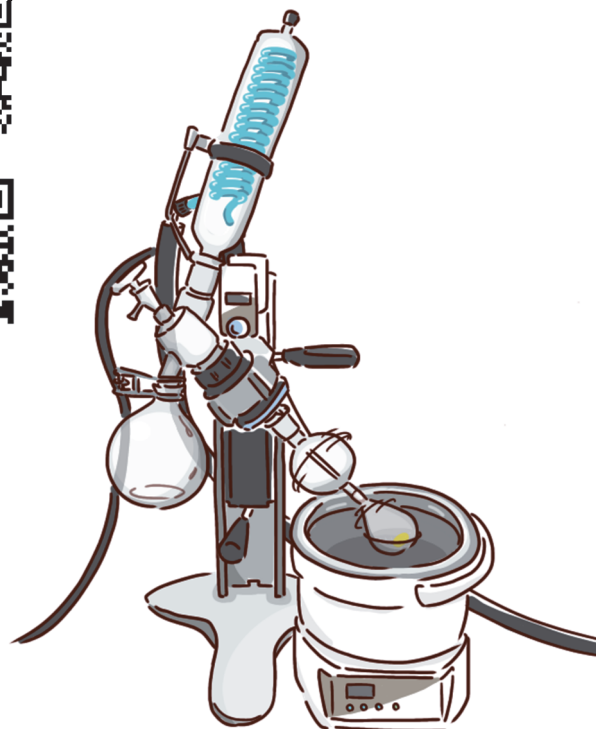
理化学研究所

<https://www.riken.jp/>



産業技術総合研究所

<https://www.aist.go.jp/>



藤原研究室（無機化学，錯体化学）

錯体化学【金属元素が主役の多彩な化合物】

金属イオンや原子を中心に，他の分子やイオンが規則的に結合（配位）したものが錯体です．美しい色を持つものが多く，構造や電子状態，反応性など興味深い性質をもつものが多く存在します．そのような錯体の本質的な特徴を探り，新しい素材となりうる物質を開発するための基礎研究として，様々な新しい錯体を合成し，機器測定や反応解析を通じて，構造や電子状態および反応性を調べることで，錯体の機能や物性の解明を目指しています．

研究内容

無機化学・錯体化学

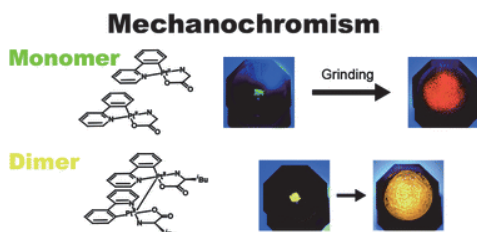
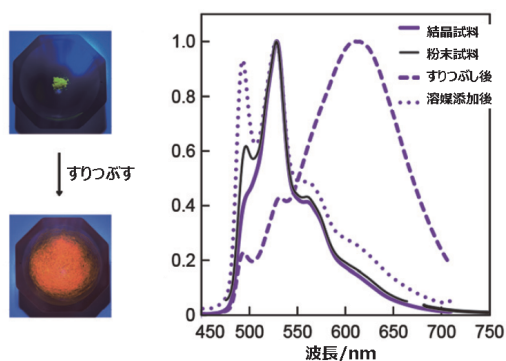
1. 機能性金属錯体の合成と物性
2. 錯体の結晶構造，溶液内反応の解析
3. 金属元素を含む生体物質の反応
4. 錯体による新素材と反応場の構築



研究概要

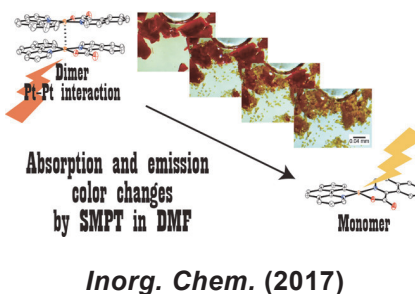
金属原子を中心に，他の分子やイオンが規則的に結合（配位）したものが錯体です．金属錯体は非常に機能性の高い化合物であり，工業製品のみならず天然物の中にも多く存在しています．例えばヘモグロビン中には鉄イオンが含まれており，その働きの重要な役割を担っています．また，白金イオンとある種の有機物の組み合わせによる白金錯体は制ガン剤として実際に用いられています．このような金属錯体の合成や構造・物性・反応性などの基礎的な性質を調べることは，金属イオンが関わる自然の仕組みを解明することのみならず，種々の機能性金属錯体の開発を行うためにも非常に重要な研究テーマです．我々の研究室では，このような実際に応用されている物質を開発するための基礎的研究として，様々な新しい錯体を合成し，いろいろな機器測定を通じてその分子の形や電子の状態を調べることで，錯体の反応性や機能などの解明を行っています．

■刺激にตอบสนองして発光色を変化させる金属錯体

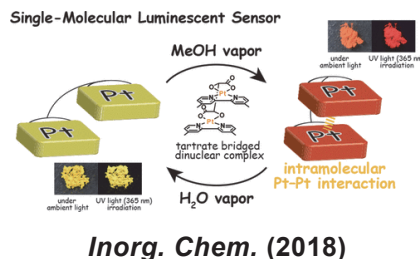


Dalton Trans. (2016)

■溶液媒介相転移を発現する白金錯体の多形現象と発光色変化



■溶媒蒸気による白金錯体の発光色変化



中田・太田研究室(有機典型元素化学・有機金属化学)



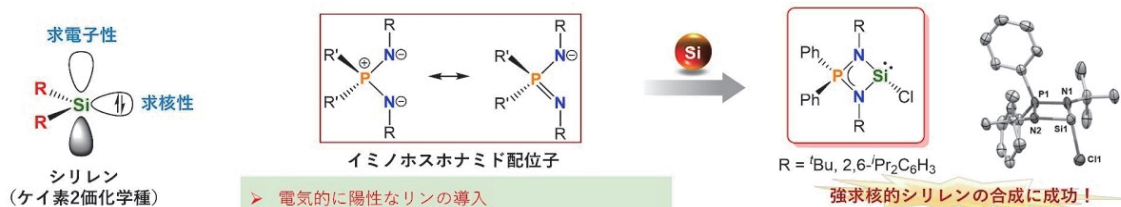
教授 中田憲男、助教 太田圭

私たちの研究室では、高周期の典型元素を活用し、「これまでに知られていなかった新しい化学種と結合様式」の創出に取り組んでいます。これらの元素は、従来の遷移金属とは異なる電子構造や結合の柔軟性を持ち、ユニークな反応性や機能を引き出すことができます。さらに、典型元素は地殻中に豊富に存在し、資源的にも持続可能性の高い元素群であることから、将来的な資源問題を見据えた遷移金属代替型の新しい触媒設計にもつながると期待されています。

私たちは、こうした元素の潜在能力を最大限に活かすために、電子的・立体的に精密設計された配位子を導入し、それぞれの元素が本来もつ特性を顕在化させる分子設計に挑戦しています。その結果として得られる新しい化学結合や構造は、典型元素の反応性の本質的理解と、新たな触媒機能の開拓へとつながっています。

[最近の研究から]

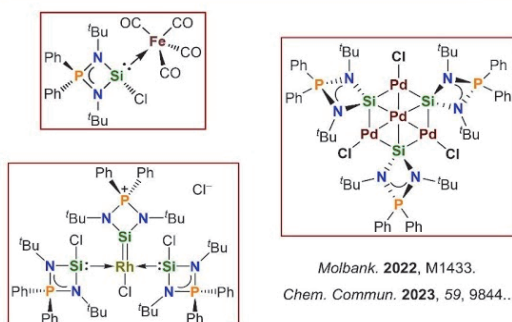
炭素の二価化学種(カルベン)の高周期類縁体であるテトリレン(Si, Ge, Sn, Pb)は、オクテット則を満たさない中性二配位の化学種であり、非占有軌道と孤立電子対を有することから極めて高い反応性をもっています。私たちは、窒素とリンで構成されたイミノホスホナミド配位子を導入したテトリレンの合成と性質に関する研究を行っています。



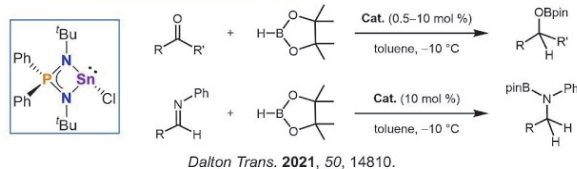
- 電氣的に陽性なリンの導入
- 大きく分極したP-N結合⇒強い電子供与性の発現

Angew. Chem. Int. Ed. 2021, 60, 4055, Chem. Commun. 2021, 57, 3203.
Chem. Commun. 2021, 57, 6728, Inorg. Chem. 2022, 61, 7266.

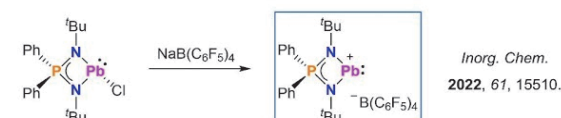
✓ 供与性ならびに立体効果に起因した特異な配位化学に展開



✓ スズ類縁体の合成⇒触媒反応に展開



✓ 鉛類縁体の合成⇒カチオン性二価化学種の合成に展開



古川研究室（物理有機化学）



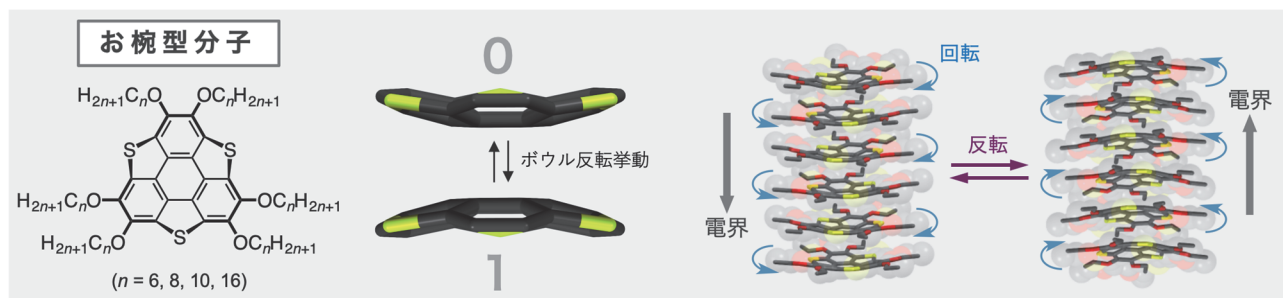
私たちは、分子を操ることでナノメートル（0.000000001メートル）の世界で情報を蓄積したり、並べたり、観測したりすることをミッションとしています。分子レベルで量子情報を制御することで、既存の量子コンピューターが不得意とする煩雑な演算が高速でできるようになります。研究や実験の様子は YouTube チャンネルからご覧いただけます。

■ 研究内容

- ・ 新しい有機合成反応の開発
- ・ 量子情報制御のための分子創製
- ・ 分子のリアルタイム動画撮影

■ 最近の研究から

分子の幾何学的特徴を活かしたメモリを開発しました¹。お椀の形をした分子は、お椀の凹面と凸面を区別することができます。この幾何学的特徴をコンピューターで使われる二進法(0か1か)に充てがうと、分子レベルのメモリになります。プラス/マイナスの電界で、0/1の状態をそれぞれ保持でき、書き換えることもできます。このようなお椀型の分子を自分たちでデザインし、ときにはその作り方（合成法）自体も開発しています^{2,3}。



1) Furukawa, S.; Wu, J.; Koyama, M.; Hayashi, K.; Hoshino, N.; Takeda, T.; Suzuki, Y.; Kawamata, J.; Saito, M.; Akutagawa, T. *Nat. Commun.* **2021**, *12*, 768.

2) Furukawa, S.; Suda, Y.; Kobayashi, J.; Kawashima, T.; Tada, T.; Fujii, S.; Kiguchi, M.; Saito, M. *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139*, 5787.

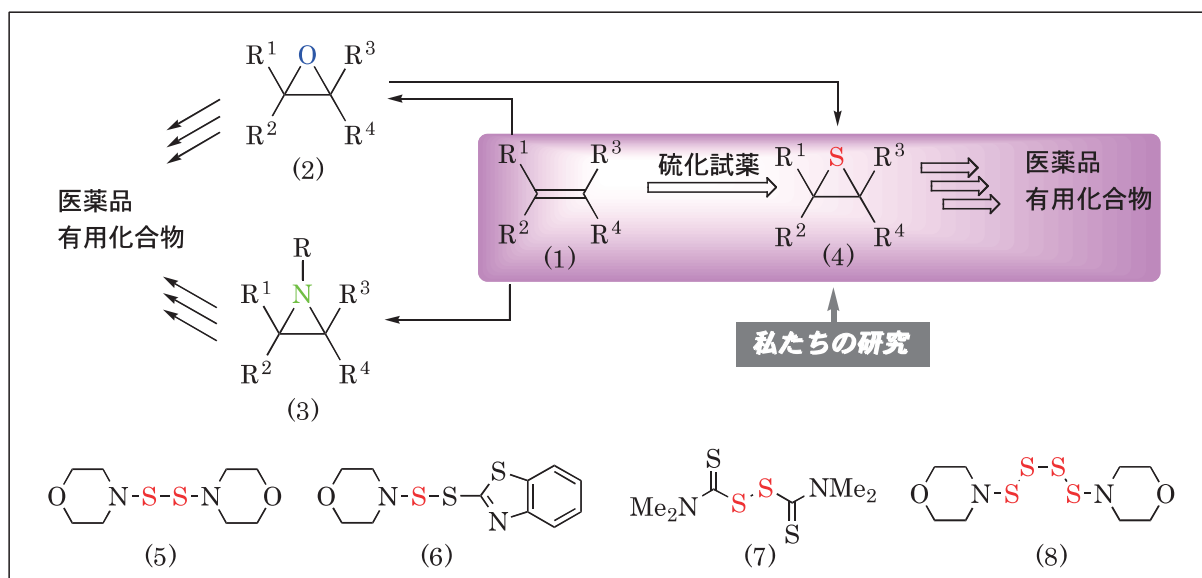
3) Furukawa, S.; Kobayashi, J.; Kawashima, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 14192.

杉原研究室（有機化学）

私たちの研究室では、有機硫黄化合物、特に硫黄原子を含む環状有機化合物の合成、構造および反応性に関する研究を行っています。最近では、硫黄原子を含む3員環有機化合物であるチイランを研究対象としています。

3員環有機化合物は、環内結合角が 60° に近くなり、分子が歪みをきたすため、合成することが困難な化学種です。しかしながら、その歪みの解消を反応促進力として働かせられることから、合成中間体として有用化合物合成に応用されることが期待されている化合物です。3員環有機化合物のうち酸素原子や窒素原子を含むオキシラン(2)やアジリジン(3)は、アルケン(1)に過酸やニトレン等価体などの活性化学種を反応させれば一段階で合成することができ、これまでに多くの医薬品や有用化合物の合成中間体として活用されてきました。チイラン(4)についても、アルケン(1)からの一段階合成法が現在までにいくつか報告されていますが、いずれの方法も、反応が基質特異的である、反応条件下でチイランからアルケンへの逆反応が進行する、チイランと反応試薬がさらに反応する、などの問題を持ち、一般性に欠けていました。しかしながら、チイラン(4)は、酸素や窒素原子にくらべ他の置換基を導入することを容易にする硫黄原子を持つことから、合成中間体としてオキシラン(2)やアジリジン(3)よりも有用であると考えられます。また、チイラン環を持つ化合物がある種の酵素の阻害剤として働くことや、チイランをモノマーとして使用したポリマーが高屈折率のプラスチックレンズとして有用であることもわかってきました。効率的かつ実用性のあるチイランの合成法が確立できれば、チイランの有用性は現在よりもはるかに高まることが期待されます。

私たちは現在、加硫剤や加硫促進剤としてゴム工業で使用されている安価な(5)~(7)や、(5)から容易に調製される(8)を硫化試薬として用いたアルケン(1)からチイラン(4)の一段階合成法の開発を検討しています。(1)を(4)へ効率的に変換する硫化試薬の開発についても研究しています。また、チイラン(4)に求電子試薬を反応させ、他の含硫黄環状化合物に効率よく変換させる方法を検討しています。



齋藤雅一研究室（有機典型元素化学）

Philosophy 近代のめざましい科学技術の発展によって、これまで不可能とされてきた様々なことが実現できる世の中になってきました。この不可能を可能にする科学の力の源は、科学的検証によって裏付けられた“学理”にあり、科学技術の更なる飛躍のためには、これまでの常識を打ち破る新学理の構築が必要不可欠です。

私たちは、C, H, N, O といった元素をメインプレーヤーとする有機化学に、元素固有のユニークな性質をもつ典型元素を巧みに融合させることで、これまでにない新たな学理の構築を目指しています。



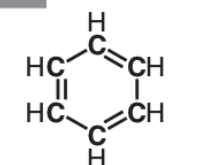
また、そこから生み出される新物質の機能・物性にも焦点を当て、マテリアルズサイエンス分野に革新をもたらす研究を展開していこうと努力しています。



Research 芳香族化合物の代表格として知られるベンゼンは、その主骨格が炭素原子（周期表の第2周期）からできています。これまでの“芳香族性”の概念は、このような炭素骨格をもつ化合物に適用されるものですが、高周期元素を含んだ芳香族性に関しては、多くのミステリーが残されたままになっていました。私たちは、分子骨格中に高周期元素であるスズや鉛原子を導入した環状化合物、ジリチオスタンノール及びジリチオプルンボールの合成に初めて成功しました。そして、これらが炭素π電子系骨格にスズや鉛を含む世界で初めての芳香族化合物であることを示しました。このことは、一部の例外を除いて第2周期までの元素で構築されている芳香族性の概念が遠く第6周期の元素の系まで成り立つことを示しており、化学の教科書に新しいページを刻む重要な学理となりました。ジリチオプルンボールの研究成果は大変権威のある Science 誌に掲載され、Nature 誌や国内の新聞などでも紹介され、国内外に大きな反響を呼びました。

新たな概念は、新たな機能をも創出します。最近では、ジリチオスタンノールがリチウム電池の新たな陽極活物質として有用であることを見いだしました。私たちが生み出す新たな分子や概念は、人々の生活を支える、ひいては大きく変える、想像を越えた可能性を秘めています。

C : 第2周期元素

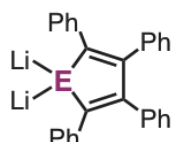


ベンゼンの特異な安定性と反応性



芳香族性 (6π電子)

Sn, Pb : 高周期元素

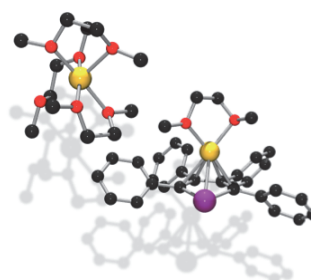


E = Sn: ジリチオスタンノール
E = Pb: ジリチオプルンボール



新たな芳香族 (6π電子)

芳香族化合物の世界が第6周期の元素の系にまで広がった。



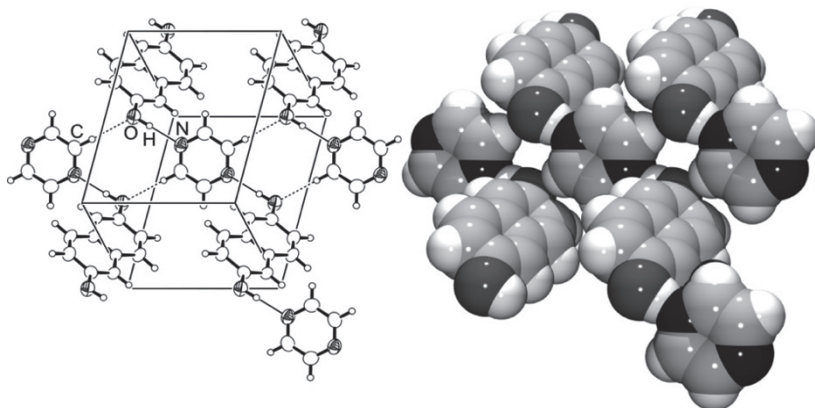
ジリチオプルンボールの分子構造

齋藤英樹研究室（結晶化学・物理化学）

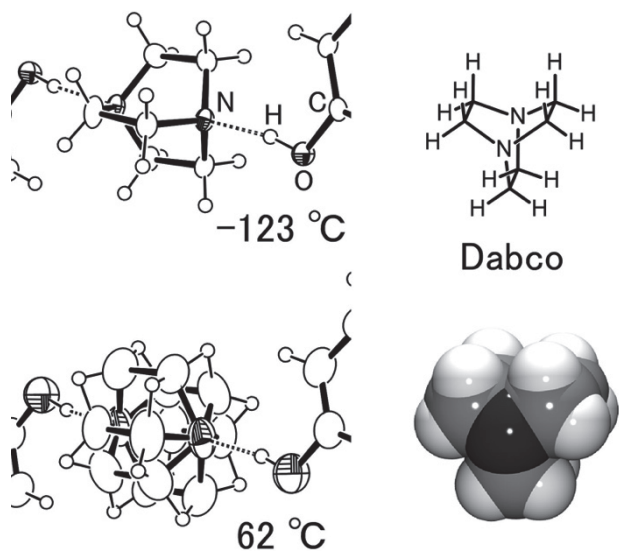
物質は凝固点以下で固体になりますが、多くのものは結晶になります。ガラスなど非晶質固体になる方が普通のものもあります。結晶とは、原子や分子が三次元方向（上下・左右・前後）に周期的に規則正しく積み重なったもので、その最小の単位構造は 10^{-9}m 程の仮想的な小さな箱（単位格子）で考えます。この小さな箱の中に原子や分子はきちんと決まった位置関係で配置していて、それを結晶構造と言います。その箱と同じものが非常に多数積み重なって出来たものが結晶です。物質はそれぞれ固有の結晶構造をもっています。

物質の結晶構造は、X線回折という現象を使って実験で調べます。この実験法をX線結晶構造解析と言います。

X線結晶構造解析によって物質の結晶構造が決まると、単位格子中の原子・分子の配置が分かり、右図の左のような図が描けます。配置と共に各原子の熱振動の様子が分かります。この絵では、原子の熱振動の様子（大きさや方向）を回転楕円体で表しています。水素原子の位置も決めることができ、



実線と点線で示したところに結晶中の分子間の水素結合を確認できます。右図の右は、実際の空間的大きさで分子を表した図ですが、水素結合のところの距離が短い様子がはっきり分かります。



左の図は、ある分子結晶を -123°C と 62°C で結晶構造解析したもの（の構造の一部）で、図左側上下の熱振動を示す回転楕円体の大きさが異なり、温度を下げると熱振動が小さくなるのが良く分かります。描かれている分子はジアザビシクロオクタン（Dabco）という分子で、この結晶中である別の分子と水素結合（ $\text{O}-\text{H}\cdots\text{N}$ ）で結びついた物質です。 62°C ではDabcoは向きが2つあります（図左側下）。これは、分子の向きが2つのどちらか単位構造ごとにバラバラで揃っていないということを意味しています。このような状態を無秩序構造と言います。

なぜ物質の結晶構造を調べる必要があるのでしょうか。物質の結晶構造は、分子が分かっているでもそれがどのように積み重なって結晶になるかは、ほとんどの場合で予測ができないからです。物質の結晶構造を調べることで、珍しい構造や変化現象に出会うことができます。そして、固体（結晶）のいろいろな性質は、その結晶構造と密接に関係があります。光学的な性質・電気的性質・熱的性質などやさらに生命科学的な性質を研究していくときに、その構造の情報から考察することが必要になるからで、科学的に重要な知見であるのです。

佐藤研究室 (非ベンゼノイド化学・有機化学)

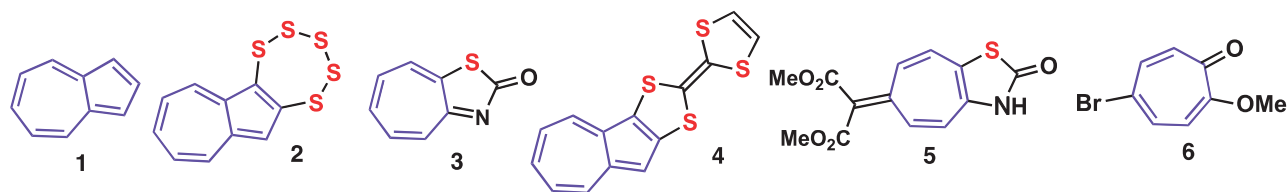
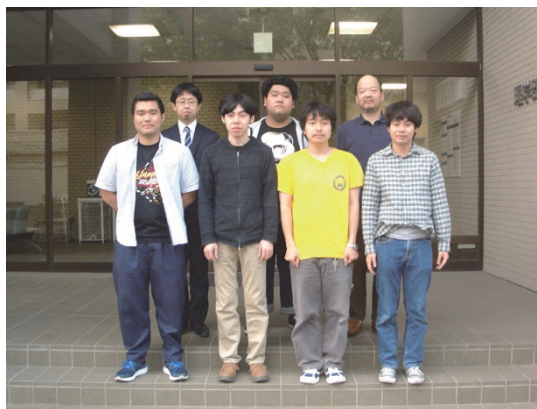
[研究内容]

① 非ベンゼン系芳香族化合物の合成・反応・性質

ベンゼンやナフタレンは代表的な芳香族化合物です。一方、ベンゼン環以外の形(六角形以外)で芳香族性をもつものを非ベンゼン系芳香族(非ベンゼノイド)といいます。アズレン **1** などがこれに相当し、ベンゼノイドとは異なる特徴を有する興味深い化合物群です。

私達は、アズレンの骨格に硫黄原子を導入した化合物 **2** や **3** を合成し、それらの反応性や誘導体の性質を調べています。**2** は **1** と単体硫黄の、**3** はトロポロンメチルエーテルとチオ尿素の反応からそれぞれ得られます。その中で、**2** の還元/(チオ)カルボニル化および縮合反応から **4** を、**3** とマロン酸ジメチルとの反応から **5** を合成することに成功し、それぞれの電子供与および電子受容能力を評価しました。

また、5-ブロモ-2-メキシトロポン **6** の求核置換反応についても研究し、試薬の種類や反応条件によって置換位置(2-または5-位)が異なる、興味深い性質を明らかにしました。例えば、**6** とアミン類との反応ではメキシ基が置換された2-窒素置換体が生成するのに対して、チオール類ではブロモ基が置換された5-硫黄置換体が生じます。これにより、様々なトロポノイド誘導体を位置選択的に作り分けることが出来るようになりました。

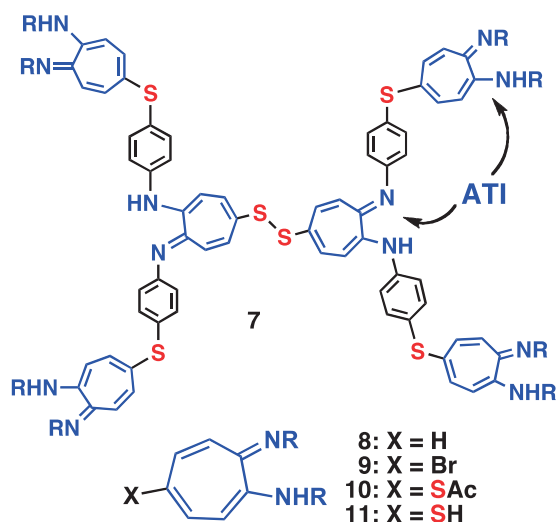


② アミノトロポンイミン系デンドリマーの合成と性質

規則正しい枝分かれ構造(世代)をもつデンドリマーは、分子一つで明確な空間形態をつくることのできる、注目される化合物です。

アミノトロポンイミン(ATI)系デンドリマー **7** のATI部は、様々な遷移金属イオンへの配位能を有しています。また、中心硫黄原子部分をカルコゲニド金属クラスターに組み込むこともできます。これらの特性を生かして誘導した金属錯体の機能性には興味を持たれます。

7 を構築するには、メルカプト基を持つアミノトロポンイミン **1** の合成法を開発しなければなりません。トロポロンをカンファースルホン酸/エチレングリコールで処理して生じるトロピリウムカチオンに対してアミン類を反応させると、アミノトロポンイミン **8** が効率的に生成することを見出しました。**8** を位置選択的に臭素化(**9**)、チオアセチル化(**10**)した後、過溶媒分解することでチオール **11** へ導くことができました。**11** に対してパラジウムを用いたカップリング反応を行うことで、ATI系デンドリマー **7** (第一世代)の合成に成功しました。



若狭・矢後研究室（スピン化学・光化学）

**磁場で化学反応は
変わるとおもいますか？**

**光化学反応を
直接見たことはありますか？**



(スタッフ) 教授 若狭 雅信
准教授 矢後 友暁

世の中には、**磁場** (磁石) を利用した製品がたくさん販売されています。しかし、それらのうちのいくつかは、科学的に根拠のないものであったり、実証試験に疑いがあったりします。これに対して、我々は、真に科学的 (量子化学的) 現象である、**ラジカル対のスピン状態の変化** を利用した、化学反応の磁場効果の研究を、**光化学反応** を対象に行っています。

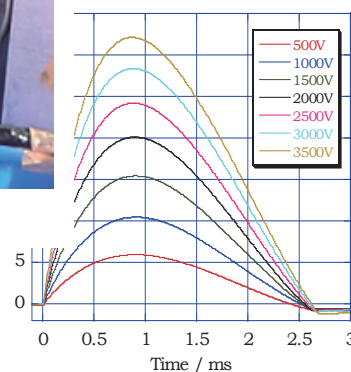
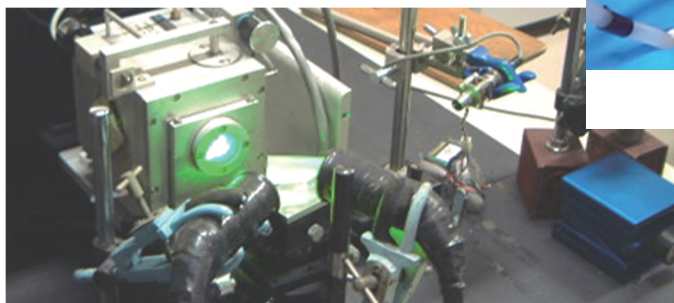
化学反应用としては世界最高磁場を発生できる **30テスラパルスマグネット** と **ナノ・ピコ秒パルスレーザー** を用いて、30テスラ超強磁場下でレーザー光を吸収した物質 (分子) が、化学反応を起こして変化していく過程を、マイクロ秒の時間領域で直接観測をしています。磁場をかけることで、生成物の量が数倍になったり、半分になったりします。

最近注目されている **光触媒反応** の反応効率や **有機EL** の発光強度も磁場によって変化します。また、ナノサイズの細孔をビーカーにみたくて、**ナノ細孔中** で光反応を行うと、大きな磁場効果が観測できます。さらに、信じられないかもしれませんが、磁場中で光反応を行うと、**同位体濃縮** が起きます。これまで、我々は、ケイ素-29、硫黄-33、ゲルマニウム-73 の同位体濃縮に成功しました。



(研究課題)

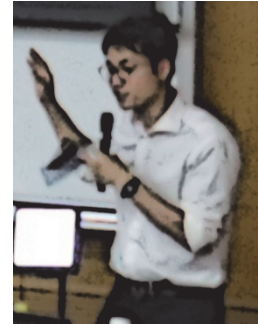
1. 30T 超強磁場下での磁場効果
2. Singlet Fission の磁場効果
3. 光触媒反応の磁場効果
4. ナノ細孔中での光反応と磁場効果
5. 磁気同位体効果による同位体濃縮
6. イオン液体の科学



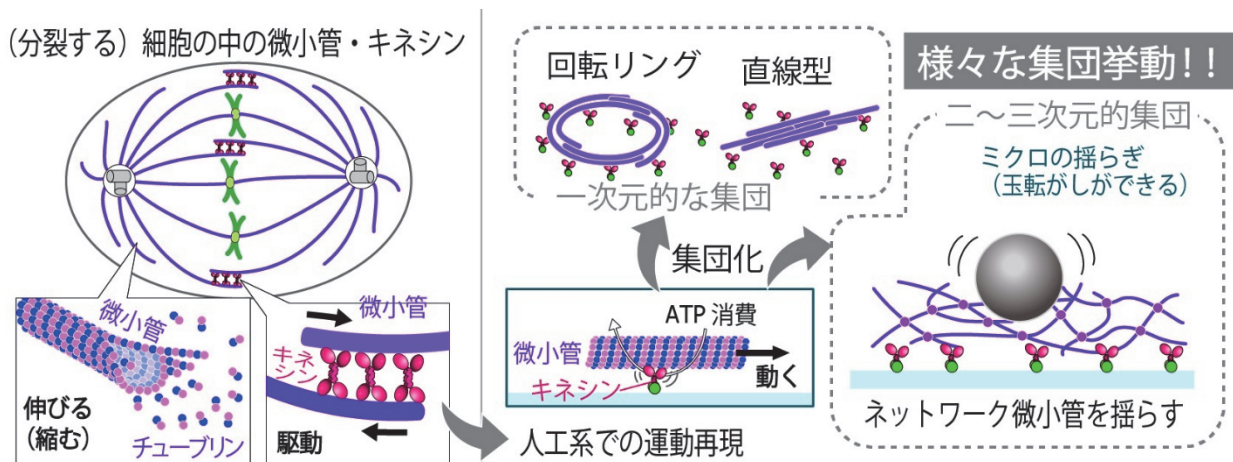
「生物の動くしくみはモータータンパク質が支えている」というのはご存じでしょうか？

<研究内容>

キネシン・微小管というモータータンパク質系は、レールとして働く微小管の上を、キネシンが二足歩行（一步は 8 nm）をして動きます。微小管は、バラバラの時はチューブリンと呼ばれるタンパク質が方向を持った繊維構造に集まって伸びたり縮んだりできるので、これ自体も孫悟空の如意棒のように動きを生み出せます。細胞の分裂（という一種の動き）なんかでは、このキネシンと微小管が多数で協調的に作用しています。では、細胞から取り出したキネシンや微小管を使ったら、どのような集団的ふるまいを誘導できるでしょうか？ 研究室では、ナノメートルの小さい歩幅の動くタンパク質が、多数集まってユニークな形や動きを生み出す様子を『創って理解する研究』に取り組んでいます。「生き物とモノの境界はどこにあるのか？」と疑問に思って、細胞を扱った研究も展開しています。



（研究室ホームページ）



<テクニック> ラジカル重合、遺伝子組換え操作、タンパク質精製、細胞培養、光学顕微鏡、電子顕微鏡、超遠心、画像解析、力学計測、光ピンセット、レーザー描画装置、微小流路

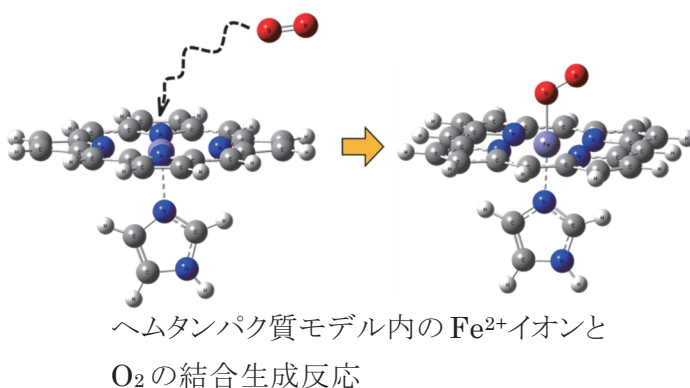
<キーワード> ゲル、分子ネットワーク、自己組織化、階層構造、モータータンパク質、細胞骨格

コンピューターを使った化学

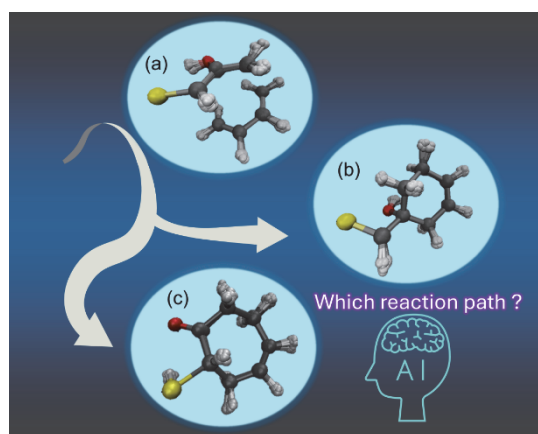
「化学」と聞くと、ビーカーやフラスコを使って実験するというイメージを思い浮かべるとと思いますが、私たちはコンピューターを使って、化学反応がなぜ、どのように起こるのかについて研究をしています。化学反応は、原子間の結合の組み換えとらえることができ、この組み換えは電子の動きによって引き起こされます。そのため電子の動きを記述する量子力学の方程式を解くことで、化学反応のメカニズムを分子レベルで理解することができます。また、極低温や超高压、短寿命などの実験が難しい系や反応でも、コンピューターを使うと簡単に扱うことができます。

反応の様子を可視化する

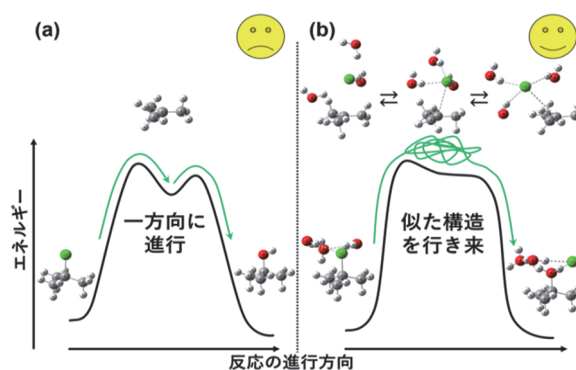
(1) 生体内ではヘモグロビンなどのたんぱく質が酸素運搬をしています。この酸素運搬で必ず起こる酸素結合反応は、実は未解明な部分が多く存在します。これは結合を生成する Fe^{2+} と O_2 それぞれで複数の状態が存在するためです。私たちはシミュレーションを用いることで、このメカニズムを明らかにしました。



(2) 化学反応は通常、反応物から 1 つの遷移状態(エネルギーが高く不安定な構造)を通して 1 つの生成物が出来ませんが、右図のように(a)の遷移状態を通して(b)か(c)の生成物が出来るという、複数の反応のしかたが存在するものもあります。最近、このような形式で進行する分岐反応は少なくないことがわかってきました。私たちは、分岐反応に対する温度の影響や、分岐のメカニズムの解明に取り組んでいます。シミュレーションと機械学習によって、生成物の分岐に重要な分子の運動を明らかにしました。



(3) 右図のような炭素の結合が組み変わる反応は、有機化学では $\text{S}_{\text{N}}1$ 反応と呼ばれていますが、そのメカニズムはよく分かっていません。私たちはコンピューターを駆使して、その反応メカニズムの解明に取り組みました。その結果、この反応は一方向に進行し続けるのではなく、途中で似た分子構造を行き来しながら起こることがわかりました。



上野研究室（固体化学・表面物性化学）

2次元薄膜
厚み僅か3原子分の超薄い層状物質

1次元細線
髪の毛の太さの約1万分の1という極めて細い線状物質

3次元結晶
500円玉サイズの層状物質の単結晶

育ててみませんか？

<https://surface-www.chem.saitama-u.ac.jp/>

層状物質: MCh_2 , 線状物質: M_6Ch_6 (M=遷移金属 Mo, W ; Ch=カルコゲン S, Se, Te)

Photo by: S. Morito

Saitama University
埼玉大学

主な研究目標：

- 層状物質の高品質なバルク単結晶、超薄膜の成長
- 層状物質を利用した新しい光・電子素子の開発
- 層状物質のさまざまな物性探索
- カルコゲナイドナノワイヤーを用いた新奇低次元構造の形成

教授 上野 啓 司

助教 Lim Hong En

主な研究内容：

二硫化モリブデン (MoS_2)、セレン化ガリウム ($GaSe$)、グラファイトや黒リンといった層状物質の結晶は、平面状に広がった単位層が弱い結合力、いわゆる「ファンデルワールス力」を介して結合し、積み重なった層状構造を持っています。上野研究室では、さまざまな層状物質のバルク単結晶や、1単位層～数単位層厚の超薄膜、いわゆる「原子層」を用いて、さまざまな機能性を持つ新奇な光・電子素子を開発することを目指しています。

また、上記の MoS_2 は「層状遷移金属ダイカルコゲナイド」と総称される化合物のひとつですが、「遷移金属モノカルコゲナイド」である Mo_6Te_6 , W_6Te_6 などは「二次元層状構造」ではなく、ワイヤー状の「一次元構造」を持っています。上野研究室ではそれらの構造制御合成と新規物性の探索をしています。

前田研究室（量子生物物理化学）

准教授 前田公憲

助教 長嶋宏樹

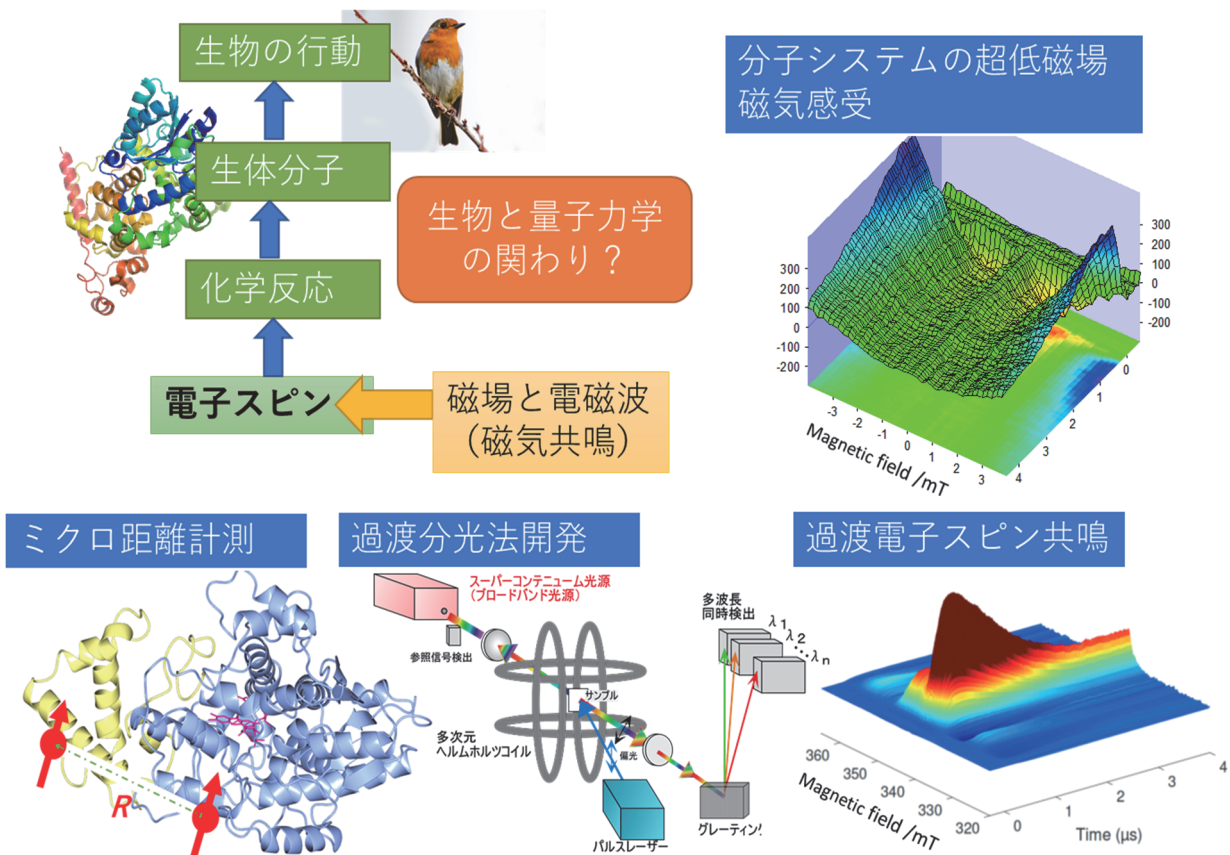
分子システムの磁気感受と電子スピン共鳴

磁場を感じる事が出来る動物が次々と見つかっています。それらの中に化学反応への磁場の量子効果を用いている事を示唆する状況証拠が見つかり、動物の磁気感受と量子力学の関連が語られる様になってきました。

私たちは電子スピンと量子をキーワードにして、分子の科学としてこれらの問題にアプローチします。生体分子の合成から分光学的測定、電子スピン共鳴計測に取り組み、生物学から量子物理学までの広い分野を網羅した研究を展開します。理論はスピンドYNAMICS計算と分子動力学計算を融合し、極力現実的なモデルに近づけてゆきます。理論と実験の両面から研究を進め、理論のための実験、実験のための理論を一つのグループ内で究める事で、世界に先駆けて、動物の磁気感受能の理解に挑戦します。

研究内容

1. 動物の磁気感受に関連した生体分子系の磁場効果の光学的(反応収率)検出磁気共鳴, 顕微観測, スピン量子物理化学による解析
2. スピンドYNAMICSと分子動力学との相関の探索, 量子効果の理解.
3. 任意波形電磁波(ラジオ波, マイクロ波)によるスピンドYNAMICSのコヒーレンス制御.
4. さまざまな反応環境場における, フラビン系-タンパク質系の光化学とスピンドYNAMICS解析.
5. 時間分解電子スピン共鳴(time-resolved EPR)によるラジカル対構造解析.
6. パルス EPR の高度化と DEER(電子-電子二重共鳴)によるタンパク質の構造解析.
7. 生体分子系の磁場効果測定に特化した高感度過渡分光装置の製作



交通案内



交通機関

JR 京浜東北線

JR 埼京線

JR 武蔵野線

東武東上線

北浦和駅(西口)「埼玉大学」行バス(終点下車)約 15 分

南与野駅「埼玉大学」行バス(終点下車)約 10 分

(バス停は「南与野駅西口」あるいは「南与野駅北入口」)

北朝霞駅「南与野駅西口」行バス(「埼玉大学」で途中降車)約 20 分

志木駅(東口)「南与野駅西口」行バス(「埼玉大学」で途中降車)約 20 分



理学部基礎化学科
大学院基礎化学プログラム
理学部1号館1・2階

連絡先

〒338-8570 さいたま市桜区下大久保 255

電話 : 048 - 858 - 3378

Web : <https://chem.saitama-u.ac.jp/>



国立大学法人 埼玉大学
理学部 基礎化学科
大学院理工学研究科 物質科学専攻
基礎化学プログラム紹介パンフレット



Saitama University
埼玉大学

2025年 7月発行