



平成28年度

東京工業大学 理学院 化学系

Department of Chemistry
School of Science
Tokyo Institute of Technology

東工大 化学系

[検索](#)

私たちの身の回りのすべては物質からなっています。そればかりではありません。私たち自身も物質からなっており、私たちの思考さえも物質の有り様の一つと理解されています。物質の有り様とその変化を根底で支配しているのは原子・分子、その集合体の構造と電子の振る舞いです。化学はこの“原子・分子の原理”を明らかにする学問であり、この原理に基づいて新しい物質を設計・合成し、新しい物質の世界を創造することに挑戦する学問です。その意味で、化学は自然科学の中心に位置する学問領域とすることができます。

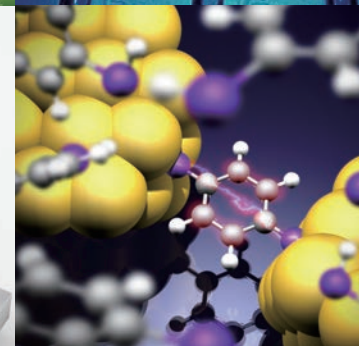
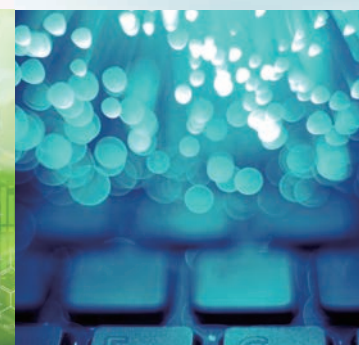


私たちが今日直面しているいくつかの問題を具体的に考えてみましょう。大きな問題として、(1)地球・環境の保全、(2)クリーンエネルギーの創出、(3)ナノスケール材料の開発、(4)重大な病気の克服、等が思い浮かびます。(1)の具体例として近年議論されている、CO₂の排出、SO_x、NO_xが原因の酸性雨や環境ホルモンの問題を解決するには物質変換の原理に基づく化学の力・アイデアが必要です。(2)についても、例えば、究極のクリーンエネルギーとされる太陽エネルギーを利用して水から水素と酸素を作り出し、それを再び水に戻すことにより電気エネルギーを取り出す機構、そのエネルギーを蓄積する機構の確立は物質の多様性に基づく化学の基礎概念の発展と新発想の創出を通じて可能となるものです。(3)が求めるものは、原子・分子一つ一つにそれぞれの機能をもたせよう、有用な機能をもつ分子集合体を原子・分子を自在に積んで作り上げ有用な物質を創出しよう、ということです。これは化学が目指す究極の一つの方向性といえます。(4)は、具体的には遺伝子・タンパク質などの構造や機能の解明であったり、新薬の開発であったりします。これまたすべて化学を基礎とするものであり、原子・分子の原理を理解し、応用することなしに展開し得ないものです。

化学系では、このような原子・分子とその集合体の振る舞いを支配する原理を探求し、物質の個性、多様性をより深く理解するとともに、その原理を自在に応用・展開し新分子のデザインなど、物質科学の発展に貢献することを目的として教育・研究を行っています。カリキュラムでは、みなさんがこの幅広い学問の基本を身に付け、またより専門的な内容を縦横に楽しむとともに、将来そのフロンティアを私たち教員、さらには外部の人々と協力して切り開いていけるように構成されています。研究の側面では、化学本来の実験・理論両面にわたる新しい手法を積極的に開拓するとともに、化学と境界を接する他の自然科学である物理学、生物学などさまざまな物質の関わる領域へも化学の特徴を生かして積極的にアプローチを行い、新分野を次々に開拓しています。これらの成果は、国内外に発信され、社会、産業、ひいては文化の発展に貢献するとともに、グローバル化する社会の中での日本の独自性を活かした国際学術交流としても結実しています。

化学系はこれまでの化学専攻と物質科学専攻が合体し、新しい地平を切り開こうとしています。化学の基本原理やさまざまな現象の解明を追求するグループや新しい物質を創り出すグループ、さらには実際に新たに生み出した物質の機能を追求し社会に貢献するグループまでさまざまな研究者がそろっています。みなさんもその一員となって、一緒に新しい世界の創造にチャレンジしてみませんか!!

平成28年度化学系主任
岩澤 伸治



化学系の教員

石谷 治	教授	岩澤 伸治	教授
岡田 哲男	教授	江口 正	教授
川口 博之	教授	後藤 敬	教授
河野 正規	教授	鈴木 啓介	教授
小松 隆之	教授	豊田 真司	教授
八島 正知	教授	大森 建	准教授
植草 秀裕	准教授	工藤 史貴	准教授
火原 彰秀	准教授	鷹谷 絢	准教授
前田 和彦	准教授	安藤 吉勇	助教
石田 豊	助教	佐瀬 祥平	助教
大塚 拓洋	助教	高橋 講平	助教
小澤 健一	助教	瀧川 紘	助教
関根あき子	助教	鶴巻 英治	助教
玉置 悠祐	助教	宮永 顕正	助教
原田 誠	助教	村田 慧	特任助教
藤井孝太郎	助教		
古川 森也	助教	野上 健治	教授
熊谷 啓	特任助教	寺田 暁彦	講師
竹田 浩之	特任助教		
丹羽 栄貴	特任助教	ユーハス ゲルゲイ	特任准教授
大島 康裕	教授		
木口 学	教授		
河内 宣之	教授		
腰原 伸也	教授		
沖本 洋一	准教授		
河合 明雄	准教授		
北島 昌史	准教授		
西野 智昭	准教授		
藤井慎太郎	特任准教授		
石川 忠彦	助教		
金子 哲	助教		
穂坂 綱一	助教		
水瀬 賢太	助教		

化学系パンフレット

contents

化学系の教員一覧	01
指導教員および研究内容	02-03
研究室紹介	
石谷・前田研究室	04
植草研究室	05
岡田・火原研究室	06
川口研究室	07
河野研究室	08
小松研究室	09
八島研究室	10
大島研究室	11
河合研究室	12
木口・西野研究室	13
河内・北島研究室	14
腰原・沖本研究室	15
岩澤・鷹谷研究室	16
江口・工藤研究室	17
後藤研究室	18
鈴木・大森研究室	19
豊田研究室	20
野上・寺田研究室	21
カリキュラム	22-23
代表的な修士論文・博士論文題目一覧	24-25
学生の受賞	26
修了後の主な進路	27
卒業生の声、同窓会組織“東工大理化学”	28-29
学生からひとこと	30
入試情報	31
教員の受賞	32
化学系教員マップ	33

指導教員および研究内容

指導教員		研究内容
電子メール		
教員室	内線	
教授 石谷 治		金属錯体および半導体粉末の光反応性と光機能
ishitani@chem.titech.ac.jp		光反応化学、新しい光触媒の開発、人工光合成系の構築、有機金属錯体の光化学、二酸化炭素の光還元、超分子光化学、光機能性物質の創製、生体機能関連化学
グリーンヒルズ 1-701	2240	
教授 岡田 哲男		計測の新概念を創り出す
tokada@chem.titech.ac.jp		分析化学、界面化学、溶液化学、物質分離、分離選択性発現機構の解明、分離の新原理の開拓、水を用いる計測科学、クロマトグラフィー、電気泳動、超音波、X線吸収微細構造
西4-609	2612	
教授 川口 博之		遷移金属錯体の化学
hkawa@chem.titech.ac.jp		無機合成化学、錯体化学、有機金属化学、小分子活性化、金属クラスター、カルコゲニド錯体
東1-24	2234	
教授 河野 正規		～非平衡下でのものづくり空間とポテンシャルの制御～ 「結晶性超分子化学」
mkawano@chem.titech.ac.jp		錯体化学、超分子化学、結晶相反応、その場観察X線構造解析
グリーンヒルズ 1-406	2158	
教授 小松 隆之		触媒を使って化学反応を指揮する
komatsu.t.ad@m.titech.ac.jp		触媒化学。金属間化合物ナノ微粒子の合成、表面のキャラクタリゼーションおよびその触媒作用の解明。ゼオライトなどの規則性多孔体を触媒とするグリーンプロセスの研究
東1-25	3532	
教授 八島 正知		結晶構造と電子を調べてエネルギー・環境材料、電子材料、バイオ材料、触媒をデザインする
yashima.m.aa@m.titech.ac.jp		エネルギー・環境・電子・バイオ・構造材料の結晶構造、イオンと電子を調べて、新材料を原子・電子レベルでデザインしよう!高温での精密結晶構造解析、構造物性、中性子・放射光X線回折と散乱、無機系新素材、燃料電池、光触媒、誘電体、環境浄化触媒、リチウムイオン電池、第一原理バンド計算、化学結合、ナノ粒子、相転移、電子・核密度解析、イオン伝導、熱分析、状態図
西4-410	2225	
准教授 植草 秀裕		有機結晶を使った新しい結晶性材料の解析と展開
uekusa@cms.titech.ac.jp		特別な機能を持つ分子性有機物結晶を設計・合成し、構造解析により結晶構造を理解、機能性発現との関係を調べる。医薬品原薬結晶の物理化学的性質と構造、徐放性を持つ包接化合物の設計と機能、有機フォトクロミズム物質の探索と物性制御など。単結晶X線構造解析を行い、分子構造・結晶構造を三次元的に解析。粉末結晶X線回折データによる未知構造の動的解析。
本363	3529	
准教授 火原 彰秀		マイクロ・ナノ空間を利用する分析化学
ahibara@chem.titech.ac.jp		化学/生化学分析、Lab on Chip、マイクロ/ナノ流体、レーザー分光学、イメージング、光散乱、光熱変換、界面/コロイド、液液界面、固液界面、微細加工技術、流体力学、分子化学
西4-608B	2238	
准教授 前田 和彦		金属錯体および半導体粉末の光反応性と光機能
maedak@chem.titech.ac.jp		無機固体化学、物理化学、光触媒、人工光合成、ナノ材料、光エネルギー変換
グリーンヒルズ 1-702	2239	
教授 大島 康裕		ダイナミックな分子の姿をありありと捉え、自在に制御する
ohshima@chem.titech.ac.jp		光/原子/分子科学、強レーザー場科学、分子分光学、反応動力学、分子運動、量子波束、コヒーレント制御、分子間相互作用
西4-105B	2899	
教授 木口 学		ナノスケールの物質化学
kiguti@chem.titech.ac.jp		物理化学、分子素子、単原子・単分子ワイヤ、単分子計測、単分子の電気伝導度・振動分光、表面・界面電子物性、表面電気化学、トンネル顕微鏡、微細加工、光電子分光
西4-102B	2071	
教授 河内 宣之		化学の根本原理を解明する
nkouchi@chem.titech.ac.jp		反応素過程、多電子励起分子およびhollow分子(中空分子)の量子ダイナミクス、回転制御による立体ダイナミクスの直接観測、原子対の量子もつれ、シンクロトロン放射光と電子衝突を用いる独自の革新的実験手段の創出
西4-508	2611	
教授 腰原 伸也		物質を支配するドミノ効果(協同現象)を光で制御しよう ～超高速光デバイス、光エネルギー変換、生命機能に共通する新物質機能の開拓と探究～
skoshi@chem.titech.ac.jp		強い電子-格子相互作用や、電子相関を有する物質系(中心的題材は1次元有機半導体、磁性半導体)における、新奇な光電、磁気物性(例えば光誘起磁気相転移や光誘起構造転移等)の探索。光学的測定技法を中心に、伝導、磁性その他の分野の技法も組み合わせた新しい測定手法の開発と、化学的・物理的合成法を組み合わせた物質探索とを平行して行っている。
本118	2449	
准教授 沖本 洋一		セラミックスの電子機能を光で変える
yokimoto@chem.titech.ac.jp		光学的手法を用いた「強い電子相関」を持つ機能性セラミックスの電子状態の研究。 また、それらの系の超高速レーザを用いた新しい励起状態の探索。
本133	3895	

准教授 河合 明雄	新規光現象が起こる物質の開拓と、その分光学的解明を目指して
akawai@chem.titech.ac.jp 本360 3847	物理化学、レーザーと磁場制御の化学、光重合素過程、気相レーザー分光、タンパク質表面光化学、活性酸素、常磁性液体、室温イオン液体
准教授 北島 昌史	化学の根本原理を解明する
mkitajim@chem.titech.ac.jp 西4-503東 3812	原子・分子衝突、反応物理化学、反応素過程、放射光を利用した超低速電子によるCold Collision実験、配向分子による電子散乱
准教授 西野 智昭	分子協奏が創る単分子の化学
tnishino@chem.titech.ac.jp 西4-107 2242	単分子化学、ナノバイオ、分子認識、分子エレクトロニクス、表面科学、分子探針、走査プローブ顕微鏡、有機薄膜、電気化学
教授 岩澤 伸治	実現困難な分子変換を可能にする革新的有機合成反応を開発する
niwasawa@chem.titech.ac.jp 東1-44 2746	有機合成化学、有機金属化学、有機反応化学、遷移金属触媒を用いる有機合成反応、二酸化炭素固定化反応、機能性遷移金属錯体の創製とその触媒機能、機能性超分子の創製、天然物化合物の全合成
教授 江口 正	～化学と生物の架け橋～ 「生物有機化学」
eguchi@chem.titech.ac.jp 東1-55 2631	天然物有機化学、生物有機化学、天然生理活性物質、特に微生物二次代謝産物の探索と構造、合成と生合成および作用機作、酵素反応機構の精密解析
教授 後藤 敬	ナノサイズ有機分子の化学:機能を最大限に引き出すデザイン戦略
goto@chem.titech.ac.jp 本B18 3543	機能性ナノサイズ分子の開発、生体反応活性中間体の合成モデル研究、機能性ロタキサン設計・合成、有機元素化学、超分子化学、生体機能関連化学
教授 鈴木 啓介	精密合成有機化学 ～ナノメートルの積み木あそび～
ksuzuki@chem.titech.ac.jp 東1-35 2228	有機合成化学、生理活性天然有機化合物の全合成、ハイブリッド型天然物の合成、新規有機合成反応の開拓と多段階合成の効率化、高ひずみ化合物の化学
教授 豊田 真司	芳香環の配列を自在に設計して新しい構造や機能を創る
stoyota@cms.titech.ac.jp 東1-54 2294	特異な構造や性質をもつ新しいバイ共役系化合物の設計と合成。立体障害を利用した立体異性体の創製とダイナミクスの制御。NMR、X線解析および理論計算を用いた分子の立体化学的特徴の解明。芳香族化合物やアセチレンのカップリング反応の開発と効率化。
准教授 大森 建	末踏の合成標的への挑戦:複雑な構造を有する天然有機化合物の自在合成
kohmori@chem.titech.ac.jp 東1-34 2761	有機合成化学、生理活性天然物の全合成研究、新規立体制御法の開発、巨大分子の精密合成、ポリフェノール
准教授 工藤 史貴	化学と生物学のハイブリッド ～ケミカルバイオロジー～
fkudo@chem.titech.ac.jp 東1-52 2607	天然物有機化学、生物有機化学、生合成化学、酵素化学、微生物化学、環境微生物学、バイオインフォマティクス、ケミカルバイオロジー、ゲノムマイニング、生理活性天然物の生合成、生合成工学による新規物質生産
准教授 鷹谷 絢	独自の分子触媒で切り拓く新しい有機合成
takayajun@chem.titech.ac.jp 東1-45 2766	有機金属化学、錯体化学、有機合成化学、有機化学、反応機構解析、計算化学、新しい遷移金属錯体の設計・合成・機能開拓
教授 野上 健治	マグマに含まれる揮発性成分の挙動の解明
knogami@ksvo.titech.ac.jp 草津白根 火山観測所 0279-88-7715	火山化学、火山噴火予知、火山噴出物、揮発性成分、火山ガス、火山岩の変質過程、海底火山、温泉、温泉沈殿物、粘土鉱物
講師 寺田 暁彦	本物の火山が実験場 ～火山現象の熱学的研究～
terada@ksvo.titech.ac.jp 草津白根 火山観測所 0279-88-7715	火山における熱的現象、火山ガス、噴煙、噴気地、火口湖、火山浅部熱水系、火山活動のモニタリング
特任准教授 ユーハス ゲルゲイ	Material design by computational chemistry for a cleaner future
juhasz@chem.titech.ac.jp 西4-510 2357	Catalysis, electrocatalysis, nanoparticles, carbon nanomaterials, quantum chemistry



石谷 治 教授



前田 和彦 准教授

石谷・前田研究室

URL <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~ishitani/>

E-mail 石谷/ishitani@chem.titech.ac.jp

前田/maedak@chem.titech.ac.jp

金属錯体および半導体粉末の光反応性と光機能 高効率太陽エネルギー変換の達成

1. はじめに

我々は、光エネルギーの有効利用に資する新しい化学的概念を創製することを目指しています。21世紀は「光の時代」とは言われていますが、その基盤を成す光反応化学や光機能化学は、まだ十分な発展を遂げていません。例えば、大気中のCO₂濃度の上昇による地球温暖化・化石燃料の枯渇によるエネルギー危機等、人類が将来直面する深刻な問題に対して、光エネルギーの有効利用は、理想的な解決法となる可能性があります。地球上に降り注ぐ太陽光を人工的な手法により利用する化学的な方法は、残念ながらまだ初歩的な段階に留まっています。また、分子レベルの機能性素子は、電子の代わりに光子で駆動するものにならなければいけません。光機能性発現の化学的知見は極度に不足しているのが現状です。粉末状の半導体光触媒についても、未だ満足な材料は得られておらず、学術的な知見も十分とは言えません。

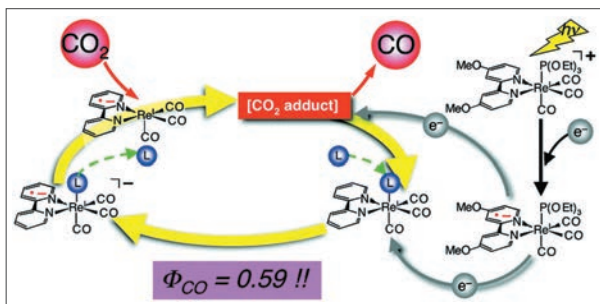
我々は、実験化学的な立場から、これらの問題の解決にチャレンジしています。特に、これまで報告されていない新しい化合物群・方法論・概念を打ち立てていくことを心掛けています。以下に代表的な研究テーマを紹介します。

2. 研究テーマ

(1) 金属錯体を用いたCO₂光還元

光エネルギーを利用して、CO₂を還元する光触媒の開発は、地球温暖化やエネルギー問題の解決に資する重要な研究課題です。CO₂の光触媒還元は、多様な反応を含む複雑な多段階過程を経て進行するため、これまで、その反応機構を明確にした研究はほとんどありませんでした。そしてこのことが、より有用な光触媒を開発するための、深刻な阻害要因になっていました。我々は、このような光触媒の高機能化を目指した研究を行い、反応機構を詳細に解明したことで、これまで報告された中で最も量子効率の高い金属錯体光触媒の開発に成功しました。

現在は、反応機構解明の結果として得られた知見を集約し、さらなる高効率で駆動する新しい金属錯体光触媒の開発を進めています。

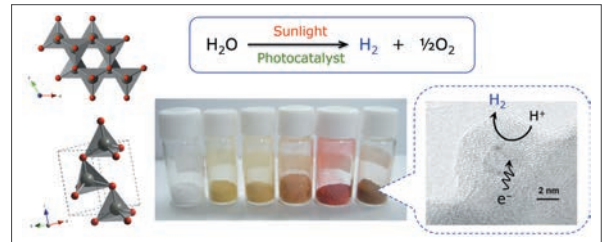


レニウム単核錯体による二酸化炭素還元光触媒反応の反応機構

(2) 半導体光触媒による水の分解

地球上に豊富に存在する水を無尽蔵な太陽光エネルギーで分解して、クリーンなエネルギーキャリアである水素を製造する反応は、今我々が直面するエネルギー・環境問題を解決するための究極の解になると期待されています。これまでに行われた研究により、「光触媒」と呼ばれるある種の粉末状半導体を水中に懸濁させて光を当てると、水を水素と酸素に分解できることがわかっていましたが、太陽光エネルギーの効率的利用という観点で問題がありました。

我々は、どうしたら水と太陽光から効率良く水を分解して水素を作り出せるか?を徹底的に追及し、その答えが光触媒粒子の表面の改良にあることを突き止めました。その結果、典型的な緑色植物による光合成と同等なレベルで、太陽光エネルギーを水素エネルギーへと変換できる新しい光触媒の開発にはじめて成功しました。すなわちこれは、緑色植物による太陽光エネルギー変換(光合成)を人の手で創り出した化合物でも達成できることを示しています。



表面修飾型光触媒を用いた水と太陽光からの水素製造

3. 研究室の構成、教育方針、特徴

石谷・前田研究室は、教授、准教授の2名に加えて、助教3名、博士研究員2名、秘書2名のスタッフ9名と大学院生20名(内訳:博士6名、修士14名)、学部生4名の全33名から構成され、スタッフと学生が親密に話し合いながら運営されています。研究に関する議論もスタッフと学生間で活発に行われており、世界で初めての「化合物」「化学反応」「機能」の開発を目指し、研究に励んでいます。また、雑誌会や輪講などを通じて、幅広い化学の知識の習得にも努めています。学生は、国内外の学会に積極的に参加し研究発表していますし、研究室を訪問された研究者との議論を行う機会も多くあります。プレゼンテーションの技術を磨くことも重要視されており、ほぼ毎年、学生は、学会や討論会で賞を獲得しています。

その他、イベント毎に開かれる飲み会や春・冬に企画される研究室旅行等、研究室内の親睦を深める行事も催されています。

- ・ 光反応化学・光触媒に興味がある。
- ・ 金属錯体や半導体の光化学を研究してみたい。
- ・ 有機・無機合成も機能性評価も両方やってみたい。
- ・ 研究者として活躍する夢を持っている。

石谷・前田研究室は、そんな学生諸君の参加を歓迎します。



植草 秀裕 准教授

植草研究室

URL <http://www.cms.titech.ac.jp/~uekusa/>

E-mail uekusa@cms.titech.ac.jp

有機結晶の設計・機能・動的解析を総合的に展開する

1. 結晶の中の魅力的な世界

有機物を作る分子性結晶では、比較的弱い相互作用で結び付けられ分子が配列するため、結晶でありながらある種の“柔らかさ”を持っています。このため有機結晶は固体でありながら、周囲の環境変化や外部からの刺激により、容易に結晶内での分子の変化や、結晶構造の再配列が可能です。当グループでは、このような動的な挙動に注目しながら、有機結晶の設計・解析・物性について総合的に研究を展開しています。

有機結晶は結晶性材料としても重要で、特に医薬品結晶や色調変化材料として私達の生活にも深く関わっています。結晶性物質を設計・理解するために最も重要なことは、結晶構造解析により結晶中の分子構造や分子の配列を三次元的に明らかにすることです。このためX線結晶解析の高い技術を基本とし、環境変化型熱分析・各種分光測定・理論計算なども組み合わせて研究します。

2. 研究テーマ

(1) 医薬品原薬の設計・構造・物性

医薬品の多くは結晶の形で生産、加工、貯蔵、使用されるため、有機結晶材料として興味深い研究対象です。現在、医薬品として好ましい性質（溶けやすく、保存安定性が高いなど）を持つ、より優れた医薬品結晶の創製が求められています。私達はクリスタル・エンジニアリングの観点から、結晶設計や結晶変換を行い、さらに結晶構造を詳細に解析することで、よりよい物性への改善や構造と物性の相関を調べています。

結晶設計としては、複数の医薬品原薬成分を結晶中で配列した、多成分系結晶を設計・合成しています(図1)。設計のためには有機分子の構造や分子間相互作用の理解が必要ですが、結晶構造解析による知見やデータベースの利用、理論計算などを行って研究を進めています。

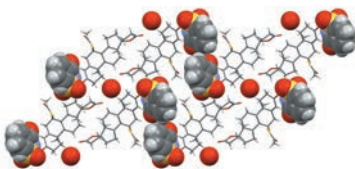


図1. 三種類の成分を含む多成分系医薬品結晶の設計と結晶構造 (prednisolone saccharin hemihydrate)

有機結晶は周囲の環境変化により、結晶構造、そして安定性・溶解度などの物性が大きく変化します。これを結晶変換と理解し、結晶構造の動的変化挙動として注目しています。特に湿度・温度変化による水和物結晶の脱水・水和現象では、結晶構造変化により粉末状の結晶しか得られないのですが、近年注目されている粉末未知結晶構造解析法を使い、放射光施設で測定した高分解能な粉末回折データから、結晶の三次元構造の解析に成功しています。

殺菌薬アクリノール結晶の研究では、水和物結晶が構造を保って無水和物結晶I相へと脱水転移する様子、さらに加熱によりII相へ熱構造転移する様子を調べています(図2)。これらの結晶構造は粉末結晶構造解析法により決定し、吸水特性の違いや溶出速度の大きな違いを解明しました。この研究は、多数の有機結晶・医薬品原薬結晶の転移メカニズム解明へと展開しています。

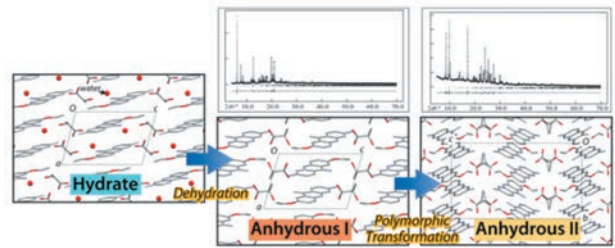


図2. アクリノール水和物結晶からの脱水と転移現象の粉末未知結晶構造解析。無水和物I相は水和物相と構造類似のため容易に水和するが、II相は高温下でも安定で溶出速度の速い新規相である。

(2) クロミズムを示す結晶の創製と物性制御

刺激により、可逆的に色調が変化するクロミズム現象の研究は、センサーなどの機能性材料創製への展開が期待されています。

結晶への光照射で可逆的に結晶の色が変化するフォトクロミック結晶は、情報化社会の一端を担う「光情報記録媒体」や調光サングラスにも応用されています。有機結晶のフォトクロミズムを利用し、よりよい特性をもつ結晶を作り出すためには、反応のメカニズム解明が重要であり、特に分子構造・結晶構造変化の研究が必要です。

フォトクロミズムを示すサリチリデンアニン(図3左)の研究では、発色を制御するために、結晶中の分子のコンホメーション変化を誘導することに成功し、さらに、結晶多形、多成分系結晶などによるフォトクロミズム制御法を開発しました。また、蒸気により結晶の色が可逆に変化する「バイポクロミズム」を示す有機結晶(図3右)を見だし、結晶構造変化や理論計算からメカニズム解明を行いました。特別なガスの色変化として検出できるセンサーへの応用も期待されています。

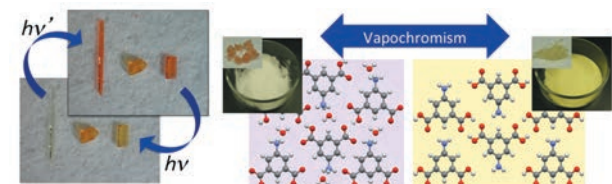


図3. 光照射により色変化を示す有機フォトクロミック結晶(サリチリデンアニン誘導体)の多形結晶による機能制御(左図)、環境制御(ガス)による色変化を示す有機バイポクロミック結晶の結晶構造変化(右図)。

3. 学生の皆さんへ

私達の研究室では、医薬品原薬を始め、様々な有機結晶を扱っており、特に結晶構造を中心とした構造化学を研究の中心に置いています。このため単結晶・粉末結晶構造解析、結晶成長、化合物や固体の多種の物性測定、また合成に近い分野まで、多彩な機器を使って幅広く研究と勉強ができます。ぜひ、結晶の中の魅力的な世界に触れてみてください。



岡田 哲男 教授



火原 彰秀 准教授

岡田・火原研究室

URL <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~okada/>

E-mail 岡田/tokada@chem.titech.ac.jp

火原/ahibara@chem.titech.ac.jp

分析化学・化学計測の新概念

1. 分析・計測のフロンティア

溶液、界面の化学に立脚した分析化学の研究室です。「はかる」ための原理や概念を創ることを目指して、オンリーワンの研究を展開しています。

2. 研究テーマ

(1) 分離の分子過程の解明

分離過程の溶媒和の構造的・熱力学的な検討を通して、分離機構の解明を行っています。たとえば、水中での陽イオン交換と陰イオン交換分離の分子過程が異なり、前者ではイオンの周りの水が取れずにイオン交換するのに対して、後者では脱水和過程が含まれることをはじめて明らかにしました。

(2) 究極分離

音を用いる粒子の超高分解能分離、高速分離をはじめとする新しい分離概念を開発しています。粒子の大きさや密度の1%程度の違いを見分けたり、ミリ秒オーダーでの分離を達成したりすることに成功しています。

(3) 氷を機能性材料とする計測の展開

計測材料としての氷の特徴を生かした分離、光学測定、電気化学測定に成功しています。氷に不純物(塩など)が含まれると水溶液相が氷と共存します。この水溶液相は通常の水溶液からは考えられない特異な性質を持っていることがわかってきました。種々の反応がこの水溶液相で促進されることが私達の研究で明らかになりつつあります。反応によっては氷で囲まれることで一万倍以上平衡定数が大きくなる例も見出しています。氷は基礎科学だけでなく、環境、エネ

ルギー分野でも注目される物質です。地球環境における必須微量元素の循環にも氷が関与していると考えています。

(4) マイクロ・ナノ流体計測素子

近年発展著しいマイクロ・ナノ加工技術を用いて、高度な化学・バイオ分析システムや化学合成システムをスライドガラス1枚程度の空間に集積化しています。この研究は、将来的には革新的な医療診断・環境分析・ドラッグスクリーニングなどにつながる研究です。ピーカーやフラスコといった実験室スケールの実験器具内の液体と異なり、マイクロ・ナノ流路内の液体では、固液界面現象や液液界面現象が液体を動かす支配的な力になります。マイクロ・ナノ空間での現象を界面化学的視点から理解するための研究を進め、超高速抽出や超高感度分析などに成功しています。

(5) マイクロ・ナノ流体界面計測法の開発

非常に小さな体積の液体表面・界面を計測する手法を研究しています。ナノテクノロジーの進展に伴い、実際のナノ材料やマイクロ・ナノ流路の内部・表面において、数十ナノメートルから数十マイクロメートルの液体界面が存在していますが、これらの界面を計測する方法がないために、界面の影響を定量的に考える科学的議論が進んでいない状況があります。これに対し、私達は光散乱や電気化学に基づくマイクロ・ナノ界面計測法の確立を目指して研究を進めています。

3. 学生の皆さんへ

我々の研究室では、科学の広い分野に対して大きなインパクトを与えられるよう研究に励んでいます。各自が種々の工夫を凝らすことで困難な計測を可能にしています。現場を一度見てください。

分析・計測のフロンティア
化学 / 生命科学 / エネルギー / 環境科学

ナノスケール	分子/イオン相互作用 	氷 	究極分析 単一粒子・単一事象 	
マイクロスケール	ナノポア メンポア 	氷の内部構造 	マイクロ界面 	
装置開発	低温環境 	超音波 	マイクロ流体 ナノ流体 	



川口 博之 教授

川口研究室

URL http://www.chemistry.titech.ac.jp/s_kawaguchi.html

E-mail hkawa@chem.titech.ac.jp

～金属の新しい性質を探る～ 「錯体化学」

1. はじめに

金属錯体は、有機および典型元素化合物から構成される配位子が金属イオンの周囲を取り囲んだ化合物です。さまざまな性質をもつ金属イオンと多種多様な配位子に組み込むことにより、個性豊かな金属錯体を無尽蔵につくり出すことができます。私たちの研究グループでは、配位子設計に基づいて金属錯体を合成し、その構造と物性・反応性の相関関係について理解を深めようと研究を行っています。特に、新しく設計・合成した金属錯体を「構造が明確な反応場」として用いて、通常では反応性が乏しい窒素分子、一酸化炭素、二酸化炭素などの小分子の新しい反応の開拓を行っています。現在の研究課題としては、(1)新しい配位子の設計と合成、(2)多座配位子の配位化学、(3)電子欠損型ヒドリド錯体の化学、(4)金属錯体をもちいた小分子活性化、に取り組んでいます。

2. 研究テーマ

(1)電子欠損型ヒドリド錯体

金属に水素原子が結合した金属ヒドリドは均一系、不均一系を問わず、さまざまな触媒反応や量論反応における鍵化合物として重要な化学種です。ヒドリド配位子をもつ金属錯体の研究の歴史は古く、1930年代の初めにはヒドリド錯体の初めての合成が報告されています。以降、ヒドリド錯体の研究が数多く報告されています。これらの錯体を眺めてみると、その多くはホスフィン配位子、カルボニル配位子などの、いわゆるソフトな配位子により安定化された錯体です。その結果、これらのヒドリド錯体の特徴として、錯体は電子的かつ立体的に飽和したソフトな状態、低原子価状態となる傾向があり、中心金属の最外殻の原子価軌道がすべて充填された状態をとります（18電子錯体）。

一方、これら電子飽和型ヒドリド錯体と正反対の電子状態をもつ錯体として、電子欠損型ヒドリド錯体を考えることができます。ヒドリド配位子、高原子価金属およびハードな配位子のみから構成される金属錯体です。このような金属錯体では、大きく分極した金属—ヒドリド結合、電子的かつ立体的に不飽和な配位環境、ルイス酸性の強い金属中心の組み合わせにより、従来の電子飽和型ヒドリド錯体にはない特性を持つことが期待できます。

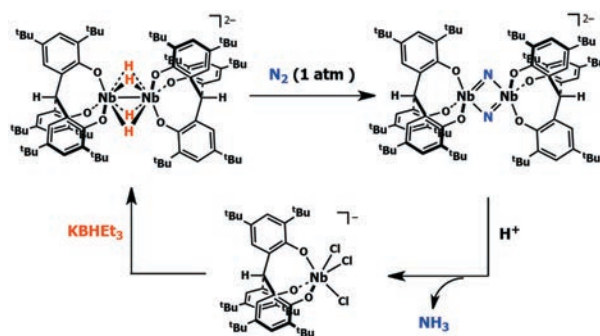
現在、私たちの研究グループでは、ハードな配位子としてフェノキシド配位子をもつ高原子価ヒドリド錯体に着目し、研究を進めています。

(2)金属錯体をもちいた小分子活性化

電子欠損型ヒドリド錯体の特異な性質のひとつの例として、その高い反応性を利用した小分子の活性化について以下に紹介します。

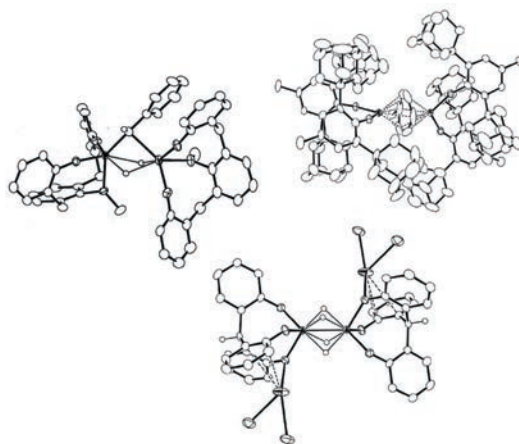
三脚型のフェノキシド配位子を持つニオブのヒドリド錯体は窒素分子と穏和な条件下で反応し、 $N\equiv N_3$ 三結合の切断により、ニトリド錯体が生成することを明らかにしました。ヒドリド錯体による窒素分子の活性化は生体触媒や工業触媒における窒素固定化反応の機構と関連し興味もたれています。本反応はヒドリド錯体を用いた窒素分子切断の初めての報告例です。

さらに、窒素分子から合成したニトリド錯体は、酸と反応するとアンモニアを生成します。さらにヒドリド試薬を作用させるとヒドリド錯体が再成することを見出しました。以上の反応を組み合わせることにより、電子欠損型ヒドリド錯体を用い、 N_2 を NH_3 へ変換する合成サイクルの構築を達成しました。



3. 学生の皆さんへ

錯体化学は、有機化学および無機化学における知見を活かして、金属イオンと配位子を選択し、ひとつの分子に組み立てることにより、これまでに誰も見たことがない、予想もしなかった物性や反応性をもつ物質を生み出すことに挑戦する科学です。その研究対象は機能性材料から触媒まで多岐にわたります。私たちの研究グループでは、「自分たちがつくり出した、自分たちの金属錯体」にこだわり、この広範な分野に自分の科学を築く意欲ある人を待っています。



私たちの研究室で合成した金属錯体



河野 正規 教授

河野研究室

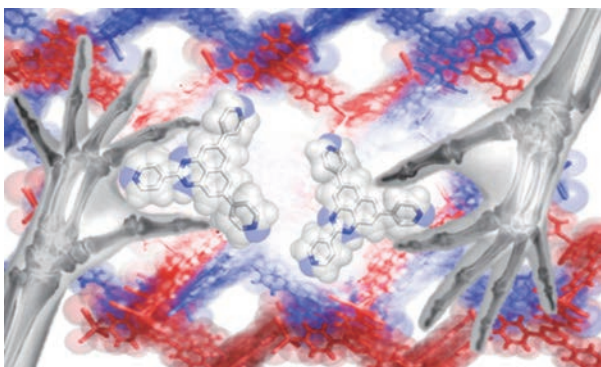
URL http://www.chemistry.titech.ac.jp/s_kawano.html/

E-mail mkawano@chem.titech.ac.jp

～非平衡下でのものづくりー空間とポテンシャルの制御～ 「結晶性超分子化学」

1. 我々の目指すところ、それはオンリーワンの化学

自然界では温和な条件下で不活性な基質を活性化し、非常に精密な「化学反応」を行っています。そのポイントの一つは弱い分子間相互作用により形成される準安定状態です。これまでの物質科学の発展のおかげで、物質に介在する分子間相互作用についての理解が深化してきましたが、それを積極的にものづくりに利用していくことはまさに今世紀始まったばかりといえるでしょう。その理由は、人工系では高度に制御された準安定な構造体を作り出すことや構造の解明が難しいからです。そこで我々は、鍵となる分子を設計・合成することにより分子間の相互作用を速度論的に制御して、これまでにない細孔性材料の開発を行い、デバイスへの応用や構造・物性相関の解明などを目指し、次の基礎的な研究を行っています。



研究イメージ図：酸化還元特性を有する配位子からなるネットワーク錯体のX線による直接観察

2. 研究テーマ

(1) ナノ空間を速度論的に作る研究

従来の配位子と金属イオンから形成される細孔性ネットワーク錯体は、熱力学的支配のもと自己集合の原理に基づいて合成されてきました。実はその過程の中には様々な中間体が存在しています。その中間体を利用することにより、熱力学的支配下の生成物とは異なる構造体を構築することができます。また、速度論的に構造を組み上げることにより、原理的に細孔内にゲストと相互作用するサイトを生成することができます。そのような細孔体は、従来には見られないような吸着・分離・反応・物性などを示すことが期待されます。現在、独自の配位子を設計・合成して、酸化還元特性を有するユニークな細孔体の研究を行っています。

(2) ナノ空間を利用した反応と見る化学

細孔体を合成するだけでなく、細孔体のナノ空間内で様々な反応を検討し、メカニズムの研究を行っています。特に、我々の主な分析手段の一つであるその場観察構造解析法を利用し、反応を直接「見る」研究を行っています。「百聞は一見に如かず」が本課題のキーワードです。

(3) ナノ空間の物性研究

細孔性ネットワーク錯体は、通常バンドギャップが大きく絶縁体ですが、配位子の酸化還元電位を適切に制御することにより電導性を示ようになります。そのような配位子を金属イオンで無限にネットワーク化することで出現する基礎的物性の研究を行います。特に、物性の検討は、固体状態の電気化学測定に基づくため、解釈がとても難しいですが、様々な手法と組み合わせることによりチャレンジしていきたいと思えます。

(4) ナノ空間を利用したデバイス設計

ナノ空間を有する結晶性材料は、その表面積の広さからシグナル強度の増強による高感度化や基質選択性などが期待できることからデバイス材料として有望です。特に、我々が研究している細孔体は酸化還元特性を有することから電導性を示します。しかも、構造や方向性によって電導度が大きく変化する異方性を示します。これらの特徴を生かして、細孔体で形成された薄膜を作製することにより新しいタイプのセンサーの開発を目指しています。また、新しい設計指針を提供できるように、センシングのメカニズムを分子レベルで検討する基礎的な研究を行っています。

(5) 結晶相やアモルファス相の未知構造研究

物質を合成した後は、回折法による構造決定を行います。また、準安定な構造はよく相転移を起こし、大きな構造変化とともに物性も変化します。構造解析の対象は、単結晶、結晶性粉末、アモルファスと様々です。そのため我々は、放射光や実験室系のX線を用いて未知構造解析を行います。特に、粉末未知構造解析は、原理的に実験から得られる回折情報が単結晶法に比べて少ないことから結晶学の専門的知識が要求されます。実際面白い物性を示す材料は粉末状であることがしばしばあり、粉末未知構造解析法はこれからさらに成熟していくべき研究領域であります。また、全散乱法とEXAFSによるアモルファス相の研究も新たに始め、固体の構造研究をマクロからナノサイズまで横断的に行います。

3. 学生の皆さんへ

我々の研究室では、構造と物性の解明のために、有機合成から錯体合成、放射光などを利用した高度な構造解析、顕微分光測定・理論計算による電子状態の解明まで、様々な知識が必要になります。まさに化学のあらゆる英知を結集して協奏的に取り組まなければならない「化学の百貨店」です。これまで築き上げてきた幅広い国際的ネットワークを利用して共同研究も積極的に進めています。国際的共同研究・交流を通して、メンバーは新しい知識・文化と接することにより、自然と国際感覚を学ぶことができます。科学に国境はありません。モットーは、「よく学び、よく遊ぶ」です。化学が好きで、未知の研究分野を開拓することに興味のある方は、「オンリーワンの研究～新たな研究領域の創生～」を是非一緒に追求しませんか？



小松 隆之 教授

小松研究室

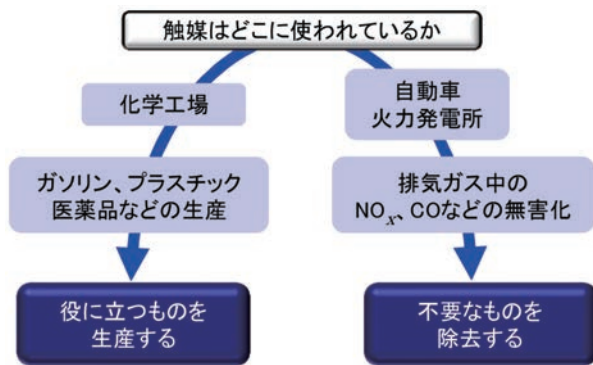
URL <http://www.cms.titech.ac.jp/~komatsu/index.htm>

E-mail komatsu.t.ad@m.titech.ac.jp

触媒を使って化学反応を指揮する

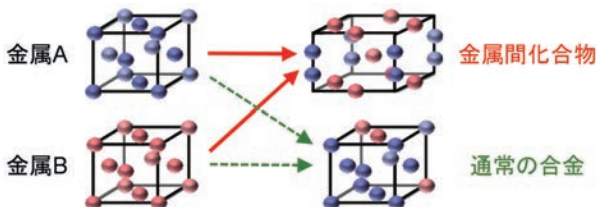
1. はじめに

化学製品の製造に用いられている「触媒」は、低温で反応を進行させ、無駄な副生成物の生成を抑えることにより、省エネルギーで環境に優しい「ものづくり」を実現しています。一方、自動車の排気ガス処理に用いられている「触媒」は、NO_xやCOなどの有害物質を変換・無害化することにより「ものこわし」においても重要な役割を担っています。

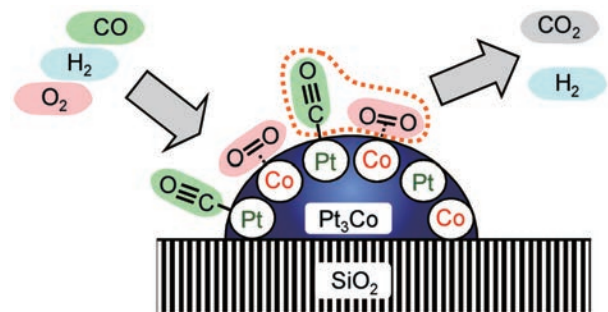


2. 研究テーマ:金属間化合物触媒

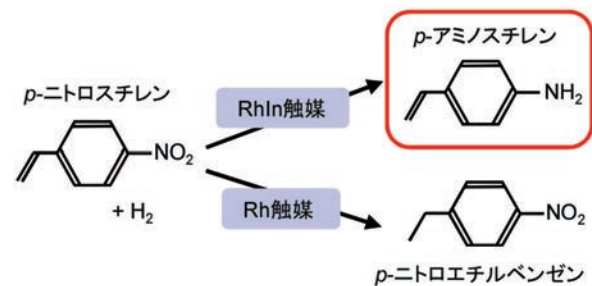
金属間化合物は、2種類の金属元素が簡単な整数比で結合した結晶性化合物です。性質が近い元素同士による通常の合金とは異なり、固有の結晶構造をもち、形状記憶、水素吸蔵などの特異な性質が現れる場合があります。小松研では金属間化合物の触媒特性に着目し、今までに純金属とは異なる優れた触媒作用をもつ金属間化合物触媒を見い出しています。



例えば、燃料電池の燃料である水素ガスから、電池の性能低下の原因である微量のCOを選択的に酸化除去する反応に対し、Pt₃Co触媒がPt触媒よりはるかに高い性能を示しました。Pt₃Co表面上で隣り合うPtとCo(右上図)にそれぞれCOとO₂が吸着するため容易に反応が進行します。すなわち、化合物形成による幾何学的効果が触媒性能向上に大きく寄与しています。



一方、*p*-ニトロスチレンと水素の反応により、Rh触媒上では*p*-ニトロエチルベンゼンが生成しますが、RhIn触媒上では有用な*p*-アミノスチレンのみが選択的に生成します。これはRhIn中のRhの電子状態が、隣り合うIn原子との相互作用によりニトロ基の吸着に最適な状態に変化したためです。すなわち、金属間化合物形成による電子的效果が、特殊な選択性の発現に寄与しています。



3. 学生の皆さんへ

小松研では、このような特異な性質をもつ金属間化合物を中心とする固体の触媒作用に関する研究を通して、何が触媒の能力を決めるのかを明らかにし、さらに高性能な触媒を開発することを目指しています。





八島 正知 教授

八島研究室

URL <http://www.cms.titech.ac.jp/~yashima/index.php>

E-mail yashima.m.aa@m.titech.ac.jp

結晶構造と電子を調べてエネルギー・環境・バイオ・電子材料,触媒をデザインする:新物質探索と構造物性

1. 研究の特徴:高温構造物性と新物質探索

現代社会にはエネルギー問題、環境問題、高齢化社会など多くの課題が山積みです。これらの課題の解決には優れた物質・材料を開発することが必要ですが、そのためには材料の結晶構造(原子配列)と電子の状態を調べることが鍵となります。当研究室では、近年発展が著しい精密構造解析技術を駆使し、**実用無機セラミック材料の結晶構造と電子を調べています**。材料の多くは高温で使用し、あるいは高温で合成するので、高温下に試料を保持したまま結晶構造と電子状態を実況中継(その場観察)して材料特性との関係を明らかにする「**高温構造物性**」に力を入れています。そのために世界で唯一の高温構造解析システムをいくつか開発して、我々にしかできない研究を行っています。結晶構造を基にした独自のアイデアで、「**次世代の新物質・材料を設計・探索・開発**」しており、**エネルギー・環境問題の解決**を目指しています。八島研では**周期表の安全な元素殆どすべて(72種類以上)**を駆使して多彩な材料を開発します。

2. 八島研の特徴:多彩な分野の出身者で新分野を開拓

メンバー: 八島教授、藤井助教、丹羽特任助教、秘書1名、博士課程院生2名、修士課程院生8名、学部4年生2名
出身分野: 化学、材料、物理、セラミックス、応用化学、応用物理、電気、金属材料等;東工大、北大、理科大、横国大、岡山大、他18大学/高専
就職先: 東工大、ラシャビ大、デンソー、NTT、同和ホールディング、JR東日本、三菱重工、リガク、トヨタ自動車、NEC、シャープ、横河電気、TDK、三菱自動車、YKK、日本原燃、マツダ、キーエンス、コニカ、昭和電工、京セラ、住友化学等約40社
共同研究: 国内約12大学、国立研、民間企業、欧米・アジアの大学
学会: セラミックス協会、結晶学会、化学会、国際結晶学連合IUCr、固体イオニクス国際・国内会議、金属学会、中性子科学会など
充実した使用装置群: 中性子回折装置(5台)、(放射光)X線回折装置(5台)、高温回折用加熱装置(6台)、高温ガス雰囲気下で電気伝導度と誘電率を測定するシステム(2台)、熱分析装置(DSC、TG-DTA、熱膨張計)、紫外可視分光計、高温電気炉(8台)、水熱合成装置、ボールミル、ガスクロ、顕微鏡、ドラフト(2台)、高温ガス雰囲気制御装置、パソコンと広い机(1人1台以上)等
受賞: 2年間で延べ11名受賞! 結晶学会学術賞、同進歩賞、同ポスター賞4名、セラミックス協会学術賞、同進歩賞、同ポスター賞4名、金属学会功績賞、同奨励賞、触媒工業協会技術賞、東工大教育賞、Spriggs賞、AONSAポスター賞他

3. 教育方針:世界的な研究者・科学技術者を育てる

世界トップレベルの研究(ビジョン:高い目標と大きな夢)を学生自身が(1)立案する、(2)実施する、(3)発表する能力を磨きます。研究室のセミナーでは文献の紹介や英語での研究報告を行っています。研究成果は、国内外の会議・学会で積極的に発表しています。学生自身が試料の合成、回折測定と構造解析、物性測定、量子力学計算などを行い、材料開発に必要な実力と幅広い研究スキルを身につけます。1年の内10~30日程度国内外の最先端の大型施設を使って放射光および中性子回折実験を行います。個々の学生が独立性を持って研究を行いますが、外部の大型施設では全員が協力して実験を行います。学生が出す研究成果は、大きく新聞や総説・教科書、国際一流誌に掲載されています。



4. 研究テーマ:構造と電子を調べて新材料を探索

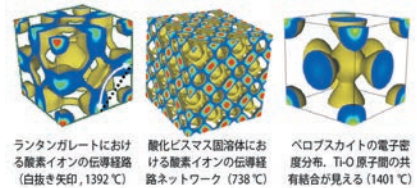
(1) 独自に開発した高温での精密構造解析システムを活用

当研究室では、「**高温での精密構造解析システム**」をいくつも開発しました(下図)。その結果、原子、イオン、電子の広がりや構造を、空气中1900Kという高温に試料を加熱したまま正確に求めることができ、「**高温での精密構造物性**」という**新分野を切り拓く**ことに成功しました。



(2) イオン・原子の位置と動きを調べて新材料・新物質を探索する: 中性子回折法,物質構造特許の取得

エネルギー・環境問題解決の鍵を握るのは固体中をイオンが流れるイオン伝導体です。**イオン伝導体**におけるイオンの位置と動きを中性子と放射光で調べています。当研究室では、世界に先駆けて燃料電池材料ランタンガレート、最も酸素イオン伝導度が高い酸化ビスマス、リチウムイオン電池材料とプロトン伝導体におけるイオンの位置と拡散経路を決定することに成功しました。また、**触媒材料などのナノ物質、強誘電体**等における結晶構造と相転移も次々に明らかにして材料開発に生かしています(**構造物性**)。また、結晶構造に基づいて新しいイオン伝導体や光触媒などの材料設計(**新物質探索**)を行い、八島研学生、教員および企業が共同で広い範囲をカバーする**物質構造特許**を出願し、2015年には2件公開されました。八島研で発見したBaNdInO₄は新聞5紙で取り上げられ、2014年の代表的な研究として雑誌**パリティ**2015年1月号「物理学この1年」に選ばれました。



(3) 化学結合/共有結合:高分解能放射光X線回折で複雑な先端材料を調べる~結晶・電子構造による新材料設計~

多くの材料では**イオン結合・共有結合と電荷移動(電荷・軌道・スピン・イオンサイズ)**を自在に組合せて好みの特性をつくります。このような化学結合は、**精密な電子密度**で明らかにできます。例えば上右図のペロブスカイト(CaTiO₃)では、1401℃での放射光X線解析から、Tiと酸素原子の間の共有結合を可視化することに成功しました。クリーンで再生可能な水素エネルギー源として期待されている**光触媒とナノ材料**における化学結合を調べて、光触媒が可視光に応答する構造的要因も明らかにし、新しい光触媒をデザインしています。また、**密度汎関数理論(DFT)**による第一原理バンド計算を行い、**化学結合と構造、相安定性、光物性、電気的性質、熱物性、生体親和性、機械的性質の本質**に迫ります。その知識を駆使して、材料の特性と物性を制御し、新物質を探索します。



大島 康裕 教授

大島研究室

URL <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~ohshima/index.html>

E-mail ohshima@chem.titech.ac.jp

超高速で動き回る分子の姿をありありと捉える 「物理化学」

1. はじめに

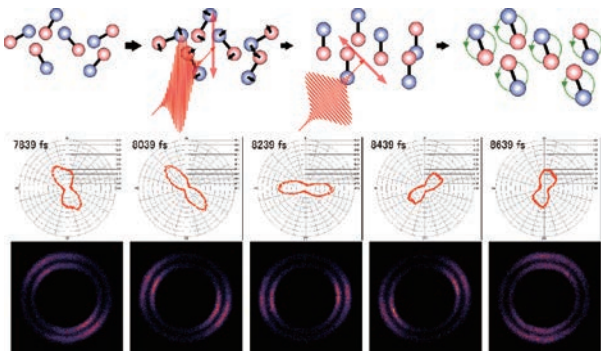
紙の上に書いた分子式は分子の骨組みだけを教えてくれますが、実際の分子は空間を飛行し、回転し、振動しています。室温の条件であっても、典型的な分子で1秒間に300メートル飛び回り、1000億回も回転し、振動は1兆~10兆回に達します。私たちは、極めて高い時間分解能やエネルギー分解能を有する各種レーザーを駆使し、さらに、荷電粒子画像観測法のような先端計測技術を組み合わせることにより、激しく運動する分子の姿を「ありありと捉える」こと、その上で、分子の運動を「自在に操作する」ことを目指して、以下のテーマで研究を進めています。

2. 研究テーマ

(1) 分子運動量子状態の詳細決定と制御法の開拓

分子運動をコントロールするために、まず、分子を1ケルビン以下の極低温状態に冷却して運動をストップさせたのち、1ピコ秒(1兆分の1秒)よりも短い強力な光パルスを用いて瞬間的に分子に撃力を加え、運動を励起します。このような「撃力」光による状態分布の変化を精密に測定する方法を、私たちは独自に開発しました。さらに、レーザーパルスを適切な時間間隔で2発続けて照射することにより、そろって右回りもしくは左回りに回転させることも実現しています。パルス間隔は分子の回転周期(10ピコ秒)程度で、この時間内で回転方向の整列が完了します。そのために、回転のタイミングをきれいにそろえることができます。

そろって回転する分子の集団を作り出すことに成功したことは、超高速で運動する分子の姿を「ありありと捉える」ことへとつながる重要なステップです。実際について先ごろ、独自に開発したイメージング法を活用して、回転する分子の「動画」を撮影することに成功し、「粒子であるとともに波としての性質を持つ」というミクロスケールの物理法則に支配された分子の世界を、明確に視覚化することができました。

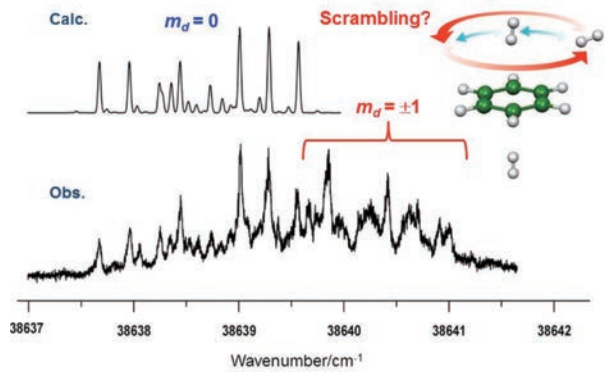


そろって右回りに回転する分子集団生成の模式図(上段)、観測した画像イメージ(下段)、ならびに、対応する分子の空間配向を極座標プロットしたもの(中段)。各イメージは、左から右へ0.2ピコ秒ごとのスナップショットに対応。

(2) 精密分光による分子間相互作用の解明

分子運動コントロールの重要な応用の1つとして、分子間相互作用を定量的な信頼性をもって特定することが挙げられます。分子間相互作用は、タンパク質などの機能発現を決定付ける根源因子であり、溶液や固体のミクロな構造、さらに界面における物質輸送や化学反応性など、物質のほぼ全ての性質に深く関わっています。分子間相互作用の定量化には、少数個の分子が弱く結びついた集合体(分子クラスターと呼ばれます)を気相孤立状態に取り出して、振動量子準位を精密に測定することが最も有力です。

当研究室では、極低温状態で分子クラスターを効率よく生成し、その紫外可視スペクトルを高いエネルギー分解能で測定することによって、クラスター内で構成分子の相対配向や位置が大きく変化する運動を実験的に特定することに取り組んでいます。例えば、ベンゼンに3つの水素分子が結合したクラスターでは、2つの水素分子が入れ替わる大規模な構造変形運動が存在することを明らかにしました。



ベンゼン- (水素)₃クラスターのスペクトルと内部運動

3. 学生の皆さんへ

分子運動コントロールの今後のターゲットは「反応」です。分子構造の変化、さらには異性化のような化学反応を効率的かつ選択的に誘起するような、エキゾチックな運動状態を作り出したいと思っています。また、化学反応が進行している「現場」である遷移状態近傍に直接アクセスし可視化することにもチャレンジします。このような研究を更に進めることによって、真に量子論的な枠組みのなかで「望ましい反応のみを進行させる」ための指導原理の確立を目指したいと考えています。

このような「夢」の実現には、オリジナルなアイデアと、それを実現するためのオリジナルな装置の開発が欠かせません。当研究室では、これまでもいくつかの「世界でただ1つの装置(レーザーも含まれます)」を作り出して、独自の研究を進めて来ました。「今まで誰も見たことのないこと」に(ちょっと大げさですが)人類史上初めて出会う際の高揚感を味わってみませんか?独立の気概と柔軟な発想を持って「知の地平の拡張」に参加する同志諸君を待っています!



河合 明雄 准教授

河合研究室

URL <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~shibuya/>

E-mail akawai@chem.titech.ac.jp

新規光現象が起こる物質の開拓と、その分光学的解明を目指して

1. はじめに

化学の諸現象では、分子のもつエネルギーがどのように使われ、緩和されるかが重要です。人類の発展に貢献した化学現象はたくさんありますが、いずれも、化学物質のエネルギー緩和現象を理解することが大いに役立ちます。当研究室は、このような化学の基本的な過程に関し、新しい現象を見つけたり、有益な現象の仕組みを解明したり、またそのような研究に必要な装置を開発することで、化学全体の発展を基礎から支えたいと考えています。

当研究室が興味を持っているのは、化学物質の光励起で起こるエネルギー移動や反応素過程です。高い時間分解能をもつ磁気共鳴法やレーザー分光法、超高感度分光法でこれらの過程を観測し、これらの過程の理解や新現象の発見を目指します。具体的な対象としては、活性酸素のエネルギー緩和過程、計測機器の感度向上につながる光誘起異常磁化の発生現象、新規液体として注目されるイオン液体中での分子拡散や化学反応を取り上げ、これらを通して新規な観測法の開発を目的とする基礎的な研究を行っています。

2. 研究テーマ

(1) 光によるスピン分極発生と化学計測への展開

当研究室では、光励起分子がラジカルなどの常磁性種と衝突してエネルギー緩和する際、電子スピンの分極して巨大な磁化が発生する現象を発見しました。その機構解明を行い、「ラジカル三重項対機構」と呼ばれる理論を確立しました。この現象によるスピン分極は、ラジカルの観測に使われるEPR法の感度を飛躍的に増大させるため、スピン分極を利用した化学計測法の開発に取り組んでいます。重要な成果の一つは、活性酸素として知られる一重項酸素の寿命計測への応用です。一重項酸素は、生体内から大気中までいたる所に存在します。一重項酸素は様々な病気の原因になる重要分子ですが、その観測は容易ではありません。従って、一重項酸素の観測法開発は、活性酸素の研究分野でインパクトがあります。

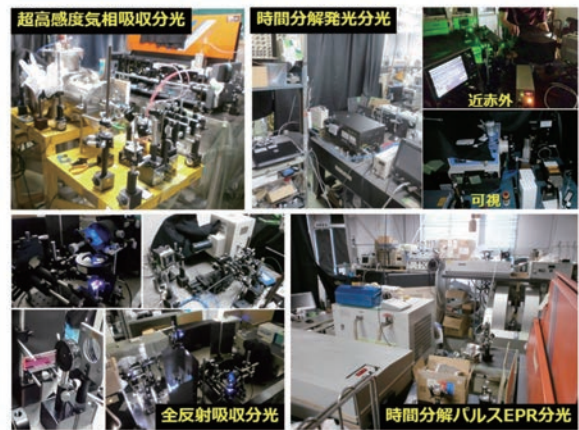
スピン分極は、ラジカルの観測にも利用できます。当研究室では、様々な光誘起反応で中間体ラジカルの計測や反応速度測定を行っています。反応の身近な例としては、3Dプリンターなどで使われる光重合があります。光重合では、光分解で生じたラジカルがモノマーの重合を開始させます。この各素反応過程を時間分解パルスEPR法で計測し、素反応ごとの速度定数を求めています。

(2) イオン液体の物理化学と新物質開発

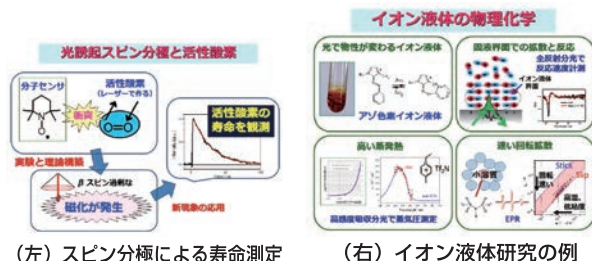
20世紀末に大気下で安定なイオン液体が発見され、分子性液体にはない新機能が期待されています。イオン液体は、カチオンとアニオンの2種からなり、異種の分子間相互作用が液体物性に影響します。イオン液体は多くの基礎的性質が未解明で、当研究室ではイオン液体中の化学反応の理解に必要な諸性質の解明に取り組んでいます。例えば、イオン液体はクーロン力の影響で蒸発しないとされていますが、蒸気圧を超高感度吸収分光法で測定することで蒸発熱を測りました。また、粘性が高いため拡散が遅いとされていましたが、EPR法や時間分解発光分光法で回転や並進拡散の計測に挑み、高い粘度ほどは拡散が遅くないことを見出しました。

イオン液体は、各構成分子がイオンであるため、界面などで特殊な液体構造をもつと考えられています。当研究室では固体との界面近傍を選択的に観測する全反射分光法を用い、界面近傍での光励起状態の反応を計測し、特殊性の解明に取り組んでいます。

イオン液体は、大きな官能基があっても融点が低い場合が多いため、フォトクロミズムを示すフェニルアゾ基をもつイオン液体を開発しました。この物質は光照射すると液体物性が変化するユニークな新液体で、その有効活用に向けて奔走しています。



当研究室で用いている独自開発の分光装置の例



3. 学生の皆さんへ

大学院での研究は、個性を花開かせ自己表現を楽しむ機会でもあります。当研究室では、各学生が独自テーマを持ち、責任を持ってオリジナル研究をすすめる緊張感を味わっています。また研究の発展には他者との議論が重要で、国内はもとより、海外、民間企業、など様々なレベルの共同研究に学生が携わります。研究以外にも、同窓会による諸先輩との交流も重視しています。このような世代を超えた人的交流を財産にして、豊かに、かつ力強く生き抜く力を、じっくり養って欲しいと思っています。



木口 学 教授



西野 智昭 准教授

木口・西野研究室

URL <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~kiguti/>

E-mail 木口/kiguti@chem.titech.ac.jp

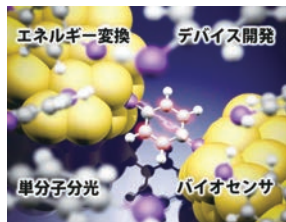
西野/tnishino@chem.titech.ac.jp

単分子の化学 — ナノスケールの物質科学を究める —

1. はじめに

分子はバラエティに富んだ化学的性質と機能をもっています。この多様性に富む分子1個を金属電極間に挟むと、分子のもつ機能に加え、分子と金属の相互作用によりさらに多様な性質・機能を単分子はもつようになります。例えば、普通は絶縁体である分子が金属と同じように電気を流したり、金属表面でも進行しない触媒反応が電極間に架橋した単分子では進行したり、常磁性の分子が強磁性を示すことなどがこれまで明らかにされてきました。これら電極間に架橋した単分子の優れた機能を自由に利用することが出来れば、高効率のエネルギー変換素子、単分子で動作する超小型コンピュータなどを実現することが出来ます。また単分子を検出できることを最大限に生かすと、高感度のセンサ利用も可能です。そして、光合成、太陽電池で重要なプロセスである光電変換など複雑な現象を、単分子レベルで解明することも単分子計測技術を適用することで可能となります。

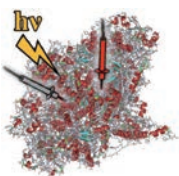
以上のような興味から、私達は、単分子を利用した、高効率エネルギー変換、低消費電力を実現する単分子素子、高感度バイオセンサ、そして、単分子を見る手法の開拓などの研究を展開しています。最終的には、単分子を利用した新たな化学分野を創発したいと考えています。



2. 研究テーマ

(1) エネルギー変換の単分子計測

太陽電池は再生可能エネルギー技術として重要なものです。私たちは、エネルギー変換効率の向上のために、単分子計測の技術を活かして、その基礎過程の解明に挑戦しています。光励起に伴う電荷分離が太陽電池の発電におけるもっとも重要な過程であり、これを単分子レベルで捉えるための計測法を開発しています。実際の太陽電池では構成要素や界面構造など多くの要因が相互に複雑に関連しているため電圧発生の機構を分子レベルで理解することは困難です。

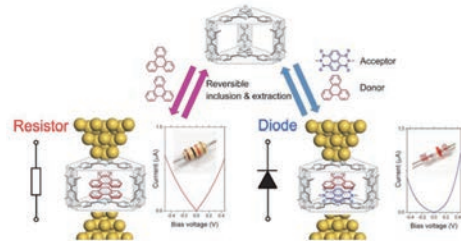


そこで、電荷分離などの素過程を最も単純な単分子レベルで計測することによって、発電に至る基礎過程を分子尺度で解明できます。さらに、光だけでなく、熱エネルギーを電力に変換する熱電変換についても単分子レベルで計測し、明らかにしています。

(2) 単分子を用いたデバイス開発

単分子に素子機能を賦与することができれば、究極サイズの微小低消費電力素子をつくりだすことができます。素子の微細化は高集積化につながり、コンピュータの性能を飛躍的に向上させることが出来ます。私たちは単分子素子の実現にむけ、単分子スイッチ、ダイオードの開発に成功してきました。特に単分子ダイオード開発では、かご分子にドナー性とアクセプター性の分子を積層させることで

流特性を発現させました。積層させる分子を変えることで機能を自由にデザインできます。また、分子を電流計測プローブとして用いることによっても整流特性を計測することに成功しています。



(3) 単分子を検出できるバイオセンサの開発

私たちは、分子認識化学を単分子接合に応用し、わずか1つの生体分子を選択的に直接はかる手法を開発しています。例えば、DNAの単分子検出法を開発しました。金属電極にあらかじめDNAを固定しておく、それに相補的なDNAが存在するときのみ単分子-単分子接合が形成され電子伝導が生じるため単分子検出が達成されます。その電子伝導度はDNAの組成に極めて敏感であるため、がんや老化の一因となるDNAの変異や損傷も検出することができます。この技術を利用すればDNA単分子で遺伝子検査が実現できる可能性もあります。DNA以外にも様々な生体分子や生体シグナルの単分子検出法を開発しています。

(4) 単分子分光法の開発

通常の光学顕微鏡では、たった一個の分子を見ることはできません。そこで、私たちは単分子接合の振動分光計測、電子状態計測法などの新しい分光法の開拓を行っています。接合を流れる電子と分子振動の相互作用に由来する伝導度の微弱な変化に着目することによって、接合の分子の種類、さらその数まで決定できます。これによって、ベンゼン分子を用いて世界で初めて有機単分子の振動分光計測に成功しました。このベンゼンの系で興味深いことは、バルクでは絶縁体であるベンゼンが単分子接合となると、金属と同程度に電気を流した点です。単分子接合に特徴的な物性の発現と言えます。さらに、ビリジンをを用いて単分子接合の動的な揺らぎを実時間で計測する事などにも成功しています。

3. 学生の皆さんへ

以上のように、私たちは単分子だけが発現する物性探索・機能開発と、単分子だからこそ分かる基礎過程の研究を行っています。興味のある性質や現象をあらわに見るために分子、その接合や計測法を自分でデザインできるのが醍醐味です。想像・創造力がかきたてられ、成功したときの興奮は筆舌には尽くせません。

私たちの研究室では、教授・准教授に加え、特任准教授と助教の計4名が学生の皆さんと共に活発に研究を行っています。みなさんの研究室見学、そして研究室への参加を歓迎します。



河内 宣之 教授



北島 昌史 准教授

河内・北島研究室

URL <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~kouchi/index.html>

E-mail 河内/nkouchi@chem.titech.ac.jp

北島/mkitajim@chem.titech.ac.jp

化学の根本原理を解明する

1. はじめに

原子・分子は物質の基本的構成要素であり、その性質や振る舞いが、様々な物質の個性、多様性を支配しています。私たちのグループは、化学の根本原理を解明することを目指して、この原子・分子の世界を研究しています。

さて、皆さんに質問です。1個の光子が物質に吸収されて2個以上の電子が励起するでしょうか? 答えは微妙です。もし分子軌道法が100%正しければ、こんなことは起こりません。逆にいうと、1光子の吸収により2個以上の電子が励起することが発見されれば、これはとりもなおさず分子軌道法の破綻を示していることになります。このことは、下記のテーマ(1)と(2)の研究と深く関わっています。私たちは、このような基本的な疑問を大切に、化学の根本原理を解明し、これまでの物質観を一変させることを目指しています。

2. 研究テーマ

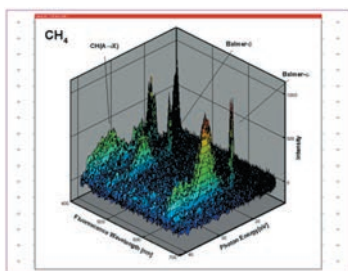
ありきたりの装置では根本原理に迫ることはできません。そこで私たちは、世界で唯一の高性能装置を自ら開発し、放射光や高分解能電子ビームなどを駆使して、原子・分子の織り成す量子力学の世界を探求しています。主な研究テーマを紹介しましょう。

(1) 電子衝突による多電子励起分子の研究

分子軌道近似とBorn-Oppenheimer近似が、破綻する系として注目を集めている多電子励起分子の関与する素過程の研究です。多電子励起分子とは、2個以上の電子が同時に励起した分子のことです。イオン化ポテンシャル以上のエネルギーをもっているが、一時的にイオン化せずに存在する中性励起分子です。当然さわめて活性に富んだ 10^{-16} s程度の短寿命の分子種であり、反応中間体として重要な役割を果たしています。また基底状態にある分子からは想像もできないようなダイナミクスを見せることもあります。私たちは多電子励起分子を題材に、化学の研究に新たな嵐を巻き起こしています!!

(2) 放射光による多電子励起分子の研究

シンクロトロン放射光という新しい光を利用して、多電子励起分子の謎に迫っています。我々は、 $(\gamma, 2\gamma)$ 法という究極の多電子励起分子の観測法を開発し、図のような、分子軌道法ではどうしても説明のつかない結果を次々と発見しています。分子軌道法は、しょせん近似ですから、どこかで破綻するはずですが、分子軌道法ほどの良く使われる近似の破綻は、やはり大事件です。このように多電子励起分子は、きわめて魅力に富んだ研究対象です。我々は、多電子励起分子を対象に、化学の根



CH₄の巨大な多電子励起ピーク

本原理に一歩一歩、着実に迫っています。

(3) 量子もつれ原子ペアのダイナミクス

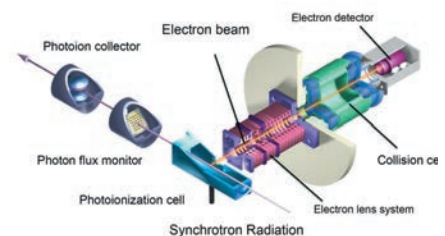
量子もつれとは、量子力学の摩訶不思議の根源であり、かのアインシュタインがどうしても許せなかった概念です。我々は分子の解離により量子もつれ原子ペアを作り、量子もつれ原子ペアと単なる原子ペアの反応の違いを探求しています。これまで、量子もつれは、化学とは無縁の概念と思われていたのですが、どうやらそれは勝手な思い込みのようです。

(4) 電子-分子衝突過程における立体ダイナミクスの研究

化学反応の立体効果を突き詰めて、分子そのものが持つ反応性の立体効果を追及するテーマです。このテーマでは、電子ビームを、分子軸の向きの分かっている分子一つ一つに照射して、分子軸の向きと分子の反応の関係を精密に研究します。現在、トロイダルアナライザーと呼ばれる独特の分析器を中心とした、世界で唯一の実験装置を開発中です。装置完成のあかつきには、今まで誰も見たことのない分子過程立体ダイナミクスを観測できると期待しています。

(5) 超低エネルギー電子ビームによるCold Collisionの研究

このテーマは、非常にエネルギーの低い電子ビームを原子・分子に照射して、量子論の支配する世界を覗いてみようというもの。室温程度のエネルギーを下回るエネルギーの電子ビームは、電子のド・ブロイ波長が原子・分子のサイズよりも遥かに大きくなり、純粋に量子論の支配する世界が現れると期待されます。私たちは、このような衝突過程を "Cold Collisions" (冷たい衝突) と呼び、分子の新たな量子ダイナミクスを探求しています。図は、私たちが開発した、放射光を用いて電子ビームを発生させる装置です。現在、この装置を用いて、世界で最も低いエネルギーの電子ビームを使った実験を行っています。



放射光を駆使したCold Collision実験装置

3. 学生の皆さんへ

皆さんは、きっと、化学に対して様々な疑問をおもちでしょう。私たちはそのような疑問をだいに、それらに端を発した研究により、化学の根本原理を解明したいのです。我々の特徴は、世界で唯一の高性能装置を自らの手により開発することです。研究がうまく行くこともあれば、うまく行かないこともあるでしょう。でもその困難さを乗り越えることによって、実社会で必要とされる、課題設定能力や問題解決能力が身につくのです。物理化学の革新的な研究に興味のある人、是非一緒に研究をして、ともに成長しましょう。皆さんの成長こそが、我々の真の目的です。



腰原 伸也 教授



沖本 洋一 准教授

腰原・沖本研究室

URL <http://www.cms.titech.ac.jp/~koshihara/index.html>

E-mail 腰原/skoshi@chem.titech.ac.jp

沖本/yokimoto@chem.titech.ac.jp

光で起こす原子・分子のドミノ倒し

1. はじめに

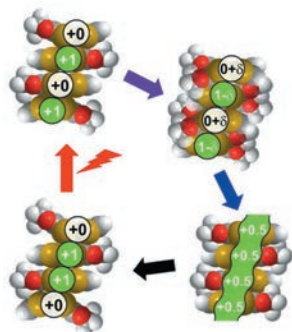
豊かで便利な今日の社会と生活を支えてゆく上で、エネルギーや各種資源の限界の問題が大きな壁として立ちはだかっています。この問題の解決に向け、無限に降り注ぐ光エネルギーを資源に変換して徹底的に利用する材料(光エネルギー変換材料)の開発が課題になって来ています。また光は、超高速光通信や各種高密度光メモリ、光演算の形で我々の生活とすでに深いかわりを持っていますが、この点でも、光デバイス材料に対して、さらなる高速化と抜本的な省エネルギー化が強く求められています。さらに私たちの身の回りの生命現象を見回してみると、光合成をはじめ発光、視覚、光医療など光が主役を演じている現象に満ちています。このように、光によって物質を変化させ、その変化の仕方を制御することは、今日の物理学、化学、材料科学、生命機能科学等多くの分野に共通する一大課題となっているのです。しかし従来の研究では、一つの光子に反応する分子や電子の数はおおむね一つに限られていました。この原理的限界を打破するべく、私たちのグループは、「一つの光子で極めて多数の電子や分子が一気に変化するような現象を示す固体群の発見」と、「現象の特性解析、そしてそのための観測装置開発」の二つの柱を中心に、日夜研究に取り組んでいます。



2. 研究テーマ

(1) 光ドミノ効果(光誘起相転移)物質の探索

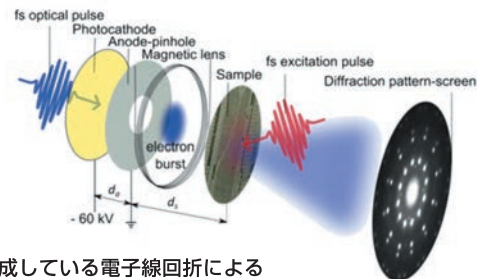
物質の中では、それを構成する原子や分子相互に働いている力があります。これは協力的相互作用と呼ばれていて、この力が(チームスポーツのように)方向性を合わせて一気に働くと、物質に大きな変革が生じます。これが相転移と呼ばれる現象で、磁石などはその典例です。この相転移を光で制御することができれば、物質に触れることもなく光を当てるだけで、急に物質が金属に変わったり、磁石になったり、誘電体になったり、さらには高効率の酸化還元反応を起こしたり、といった夢のようなことが可能かもしれない。いわば、光によってコントロールされた揺らぎが巨視的な変化に成長してゆくドミノ効果を現実の物質で発生させようという試みです。我々の研究室では、これまでに①有機分子を骨格とする分子性錯体結晶、②遷移金属をふくむ酸化物セラミックス結晶などにおいて、光照射による磁性、誘電性、結晶構造の変化を発見し報告しています。これら我々の先駆的発見がきっかけとなり、世界中でこのような探索研究が始まり現在に至っています。



EDOTTF₂PF₆結晶の光励起後の構造と価数変化の様子

(2) 光ドミノ効果観測手段の開発

さてこのように光で様々な物質の特性変化が確認されると、次はその変化がどのようなメカニズムで、どのような速さで進行するのか調べるのが、応用のみならず次の新物質デザインにとっても重要問題となります。特に物質の原子分子レベルの構造が、光によってどのように、どんな時間スケールで変化してゆくのか調べるのが大変重要な課題となります。このために、私たちのグループは世界に先駆けて、パルス幅が10兆分の1秒という超短パルスレーザーと最新の加速器技術を組み合わせて、X線で100億分の1秒の物質の構造変化をナノスケール以下でとらえる装置の開発も行い、世界中の科学者の利用に供しています。さらにこの世界最先端の装置を使って、生命分子の中でも、ドミノ倒しのようなタンパク質の構造変化が、生体内のガス分子輸送(呼吸)とかかわっていることも発見・報告しています。さらに近年では、超短レーザーと同じ時間分解能を持った光電子顕微鏡や、電子線散乱による構造解析システムの試作にも取り組んでいます。



我々が作成している電子線回折による光励起構造変化動画撮影システム

cf. G. Sciaini他, Rep. Prog. Phys. 74, 096101 (2011).

3. 学生の皆さんへ

研究は、皆さん自身が計画を立案し、実験結果を得て、発表するとともに次に向けての計画を立てる、という3段階を経て初めて一つのサイクルが完了します。このための能力を、実際の研究活動を通して磨いていきます。このような仕事の進め方は大学のみならず、一般社会に出てからも共通して役立つスキルになると私たちは確信しています。これらを身に着けるための研究室活動として、(1)一週間に一度のセミナー(主に文献紹介)と研究報告、安全情報交換(2)学生さん自身が企画する読書会、などを行っています。皆さんがこれまで高校、学部での勉強で培ってきた基礎学力をベースに、最先端の光化学研究活動に向けてスムーズに離陸できるよう懇切丁寧に指導します。また欧米の多くの大学、国立研究所との共同研究を実施しており、学生の間に海外で研究発表を行える機会も充実しています。皆さんと一緒に光を用いた最先端物質研究を行えることを期待しています。



岩澤 伸治 教授



鷹谷 絢 准教授

岩澤・鷹谷研究室

URL <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~iwasawa/index.html>

E-mail 岩澤/niwasawa@chem.titech.ac.jp

鷹谷/takayajun@chem.titech.ac.jp

～新しい合成反応を開発する～ 「有機合成化学」

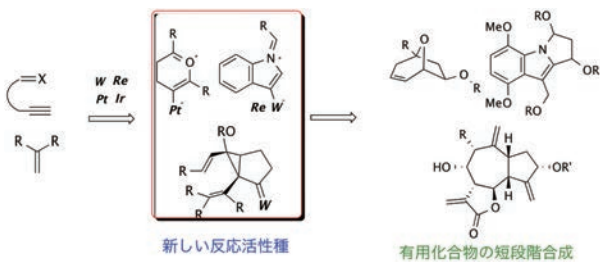
1. はじめに

有機合成化学とは、我々の生活に必要な多種多様な有機化合物（例えば医薬・農薬などの生物活性物質、高分子材料・電子材料などの機能性物質、生体関連科学における重要機能性物質など）を“いかにして合成するか？”を研究する化学です。一般に、ある一つの有機化合物を合成するには数々の反応を駆使して数段階（時には数十段階！）の工程が必要となりますが、我々はそんな時に使える**革新的な新しい合成反応を開発することを目的に研究**を行っています。例えば、「簡単な化合物から複雑な化合物を一挙に得る反応」、「欲しい化合物だけを選択的に合成できる反応」、「炭素資源の最終酸化物である二酸化炭素を再資源化する反応」などの開発に取り組んでいます。こういった反応開発は、実験室レベルはもちろん工業的にも常に強く必要とされており、我が国のものづくりの基盤を支える科学となっています。

2. 研究テーマ

(1) 新しい反応活性種の創製を鍵とする革新的合成反応の開発

革新的な反応を開発するためには、これまで誰も作ったことのない独創性の高い反応活性種を創り出すことが必須です。我々は遷移金属化合物に着目し、さまざまな反応剤との組み合わせや、新たに独自に設計した金属錯体を創出することにより、これを実現しようとしています。遷移金属化合物は、典型元素化合物とは異なりそのd軌道に由来する多種多様な反応性を示します。新しい反応活性種を創り出しこれを使いこなすことで、「簡単な化合物から複雑な化合物を一挙に得る反応」、「欲しい化合物だけを選択的に合成できる反応」、さらには、「これまで実現不可能といわれてきた分子変換反応」など、有用性の高い合成手法を実現することを目指しています。



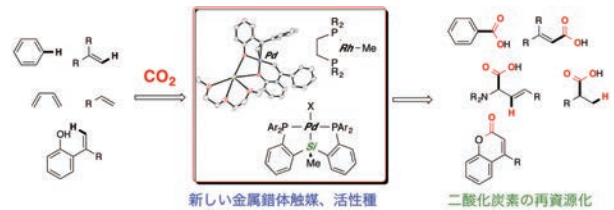
新しい反応活性種

有用化合物の短段階合成

(2) 二酸化炭素固定化反応の開発

二酸化炭素を遷移金属錯体を用いて活性化し、有機化合物へ効率良く取り込むことのできる優れた合成反応の開発は、二酸化炭素の再資源化の観点から、現在の有機合成化学における非常に重要な研究課題の一つとなっています。我々は、遷移金属錯体を利用して炭素-炭素結合生成を伴う二酸化炭素固定化の触媒的な手法を開発することを目的として研究を行っています。すでに、ロジウム錯体を用いたアリールボロン酸エステルのカルボキシル化反応や、新たに設計合成したPincer型パラジウム錯体を用いた炭化水素からのカルボン酸合成、さらには原油成分であるベンゼンやトルエンなどを直

接二酸化炭素と反応させカルボン酸を得る触媒反応の開発に成功しています。今後新たな触媒反応の開発を目指してさまざまなアプローチを検討し、二酸化炭素の資源化に新しい可能性を見出したいと考えています。

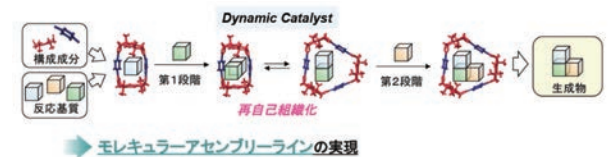


新しい金属錯体触媒、活性種

二酸化炭素の再資源化

(3) ボロン酸エステルの動的自己組織化に基づく高次機能の開拓

ボロン酸と1,2-ジオールを混合すると可逆的かつ速やかに環状のホウ酸エステルが生成します。我々はこのホウ酸エステル形成を利用し、適切な基質の組み合わせにより高次構造が自発的に組み上がるような反応の開発を行っています。この研究は、最終的には動的自己組織化に基づいて高次機能を創出し、新たな機能性触媒や機能性材料への道筋を作ることを目指した研究です。例えば、ゲスト分子に応じてホスト分子が自在に形状を変化させるという動的分子認識の特徴を最大限生かして、基質を認識してその変換に必要な触媒が自発的に自己組織化され、対応する分子変換を行うことができる、いわば『分子工場』とも言うべき物質合成の究極的な形を実現したいと考えています。



モレキュラーアセンブリラインの実現

ここで述べた以外にも、太陽光エネルギーを利用する反応の開発や、機能性遷移金属錯体の創製など、さまざまな研究テーマで合成手法に刷新をもたらすべく研究に取り組んでいます。

3. 学生の皆さんへ

新しい合成反応を開発することは「新しい有機化合物を創製する」ことにもつながる可能性を持っており、新しい化学の発見に出会う機会は無限大です。是非一緒に研究にチャレンジしてみませんか。



江口 正 教授



工藤 史貴 准教授

江口・工藤研究室

URL <http://www.cms.titech.ac.jp/~eguchi/>

E-mail 江口/eguchi@chem.titech.ac.jp

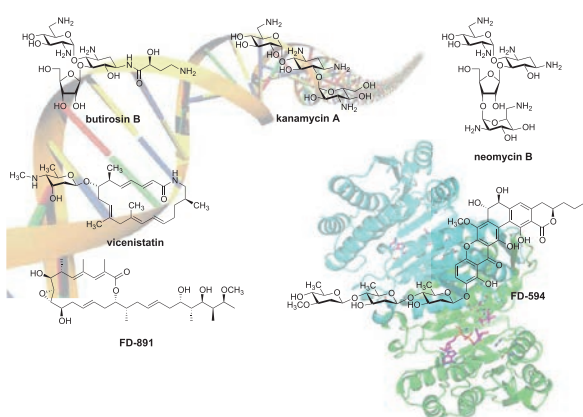
工藤/fkudo@chem.titech.ac.jp

～化学と生物の架け橋～「生物有機化学」

1. はじめに

様々な生物が生産する生理活性天然有機化合物は、多種多様な化学構造と生物活性を有し、人類の生存に不可欠な医薬等を提供するだけでなく、化学、生命、医薬等の基礎科学を画期的に飛躍させる決定的な力を持っています。特に微生物は医薬品となる化合物(抗生物質、抗がん剤、抗ウイルス剤、血中コレステロール低下剤など)の多くを生産し、また、産業上重要な化合物、酵素などの天然資源の宝庫と言われています。このような微生物の能力を最大限に利用することを目的とし、次の基礎的な研究を行っています。

- 生理活性天然有機化合物、特に微生物由来の二次代謝産物の探索、構造決定及び生合成解析
- 生理活性天然物の合成および作用機作
- 酵素反応の精密解析



2. 研究テーマ

(1)アミノグリコシド抗生物質の生合成研究

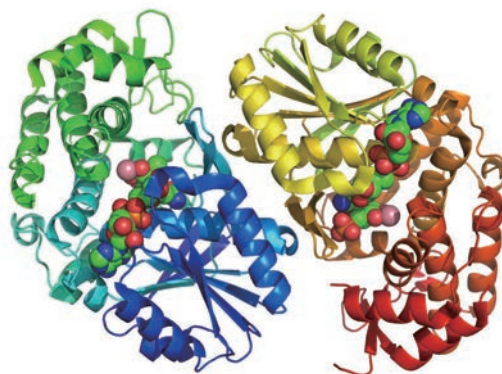
カナマイシンやストレプトマイシンに代表されるアミノグリコシド抗生物質は、細菌のリボソームRNAに特異的に結合してタンパク質合成を阻害し、細菌の増殖を抑制する有名な古典的抗生物質群です。その構造は、アミノサイクリトールを中心アグリコンとする疑似オリゴ配糖体であり、結合糖の種類と結合様式により多種多様な構造を有するアミノグリコシド抗生物質が微生物培養液から単離されています。

当研究室では、微生物でしか見られない特異アミノサイクリトールの生合成機構と、配糖化による構造多様化の2点に絞って研究を進めてきており、世界で初めてアミノグリコシド抗生物質の生合成遺伝子のクローニングに成功し、これまでにネオマイシン、プチロシンやカナマイシンの生合成に関わる酵素を中心に酵素反応レベルで解明してきました。

(2)放線菌由来ポリケチドの生合成研究

ポリケチド化合物は、数ある有用天然物の中で最も多くの化合物を輩出している化合物です。その名の通り、酢酸やプロピオン酸由来のβ-ポリケトンを経る化合物の総称で、伸長鎖ユニットの種類と、伸長回数、β位の還元度、環化・芳香環化などの組み合わせにより多種多様な構造が存在します。特に放線菌由来のポリケチドは構造と生物活性の多様性に富んでおります。

当研究室ではまず、特徴的な生理活性を有するポリケチド化合物の構造に興味を持ち研究を開始し、各種分析機器を駆使して化学構造決定し、また、取り込み実験によりその前駆体を明らかにしてきました。さらに、その生合成遺伝子をクローニングして、コードされる生合成酵素の機能解析を進めております。なかでもマクロラクタム抗生物質ピセニスタチン生合成研究が進んでおり、遺伝子クローニングは言うまでもなく、遺伝子破壊による新規物質生産、ラクタム化酵素ドメイン・糖転移酵素の機能を解明しました。糖転移酵素に関しては結晶化に成功し、X線結晶構造解析により分子レベルでの詳細な情報も得られております。



(酵素タンパク質の結晶構造)

3. 学生の皆さんへ

我々の研究室では、新規生理活性天然物の構造決定や天然物の生合成経路の解析まで様々な研究を行っており、有機化学だけでなく、遺伝子工学、分子生物学や生化学などの分野も含んだ幅広い研究と勉強が出来ます。また、機器も充実しており、研究に必要な環境が整っています。有機化学が好きで、分子生物学にも興味のある方は、我々の研究室で最先端の天然物化学の研究を味わってみませんか。



後藤 敬 教授

後藤研究室

URL <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~goto/>

E-mail goto@chem.titech.ac.jp

ナノサイズ有機分子の化学： 機能を最大限に引き出すデザイン戦略

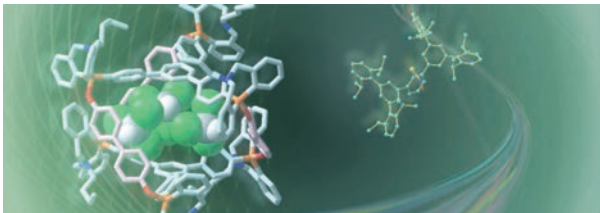
1. はじめに

有機化学の大きな特長として、分子を自在にデザインすることで、目的に応じたマイクロ空間を創り出せる点が挙げられます。我々の研究室では、**独自にデザインしたナノサイズ有機分子および超分子を活用して、従来の常識では困難だった物質合成や機能の発現に挑戦**しています。生体反応機構の解明や高反応性金属錯体の開発など、応用範囲は多岐にわたります。有機構造化学、有機元素化学を基盤として、次のような様々な分野において、「他の分子ではできないこと」に挑戦しています。

生体機能関連化学:分子キャビティを活用した生体反応活性種モデルの合成、生体反応機構の化学的解明

有機金属化学:ナノサイズキャビティ型配位子の開発と応用

機能性超分子化学:分子カプセル、ロタキサン合成法の開発



独自デザインのマイクロな反応空間の創製

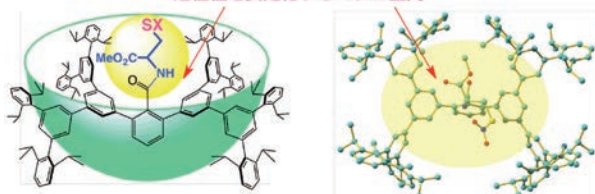
2. 研究テーマ

(1) ナノサイズ分子キャビティを活用した生体反応活性種モデル分子の合成と生体反応機構の化学的解明

生体反応のメカニズムを解明するためには、様々な解析手段を用いることができる人工系でのモデル研究により、反応活性種の構造および反応性について分子レベルの情報を得ることが不可欠です。しかし、生体内では安定に存在して生理作用を及ぼす反応中間体が、人工系では極めて不安定であるためにモデル系を構築することができない場合が多くあります。たとえば、生体内では数十時間も安定に存在し、重要な生理作用を及ぼしている化学種が、人工系では最長でもミリ秒オーダーの寿命しかもたない例などが知られています。

このような活性種が関わる反応機構を明らかにするためには、これまでの「非常識」を「常識」に変える革新的な人工モデル系を構築

酵素の活性部位と同様に生体反応活性種を安定化するマイクロ空間



ナノサイズキャビティに活性アミノ酸部位を導入したモデル分子

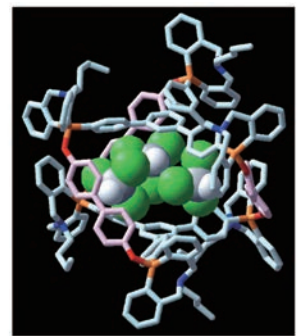
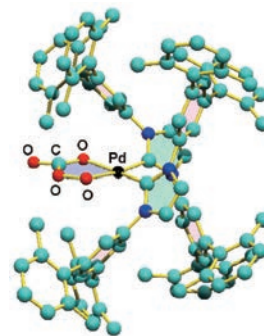
する必要があります。当研究室では、この目的を達成するために、巨大分子キャビティを分子レベルの保護容器として活用し、内部空間に活性なユニットを導入したモデル分子を独自に開発しました。それにより、これまで合成できなかったさまざまな生体反応活性種を手にとれる形に安定化し、従来ブラックボックスだった生体反応機構を化学的に解明しています。

(2) キャビティ型構造をもつナノサイズ配位子の開発

ナノサイズ分子キャビティを遷移金属への配位子として活用すれば、金属錯体が本来もっていないがこれまで見出されていなかった高い反応性を引き出すことができます。たとえば、キャビティ型カルベン配位子をもつパラジウム錯体を合成し、空気中に0.04%しか存在しない二酸化炭素を、結晶相で固定することに成功しています。キャビティ型配位子の場合、金属上に導入される配位子の数を立体的に制御しつつ、金属の周辺には比較的広い反応空間を確保できることが大きな特徴です。

(3) 機能性超分子の開発

巨大な内部空間をもつ分子カプセルや、輪と軸が絡み合ったロタキサンの効率的な合成法を開発し、超分子の特性を活かした反応空間の創製に取り組んでいます。ケイ素や硫黄、セレンなど高周期元素の特性を活用することで、複雑な構造をもった超分子構造を効率よく組み上げることが可能になっています。



CO₂固定錯体 (左) と分子カプセル (右)

3. 学生の皆さんへ

自分がデザインした新しい分子を活用することで、世界で多くの研究者が挑みつつ合成できずにいた化学種を、安定に手に取ったときの思いは格別です。もちろんそこに至るまでの過程は試行錯誤の連続ですが、その過程こそが化学研究の醍醐味だと考えています。当研究室では研究テーマは基本的に一人ひとり独立しており、互いに切磋琢磨しながらターゲットに挑戦しています。硫黄やセレン、ケイ素、リンなどいろいろなheteroatomを扱っている研究室らしく、さまざまな大学の出身者が集まっているのも当研究室の特徴です。heterogeneousなバックグラウンドをもったメンバーが、協力しながら研究室の歴史をつくっています。



鈴木 啓介 教授



大森 建 准教授

鈴木・大森研究室

URL http://www.chemistry.titech.ac.jp/~org_synth/

E-mail 鈴木/ksuzuki@chem.titech.ac.jp

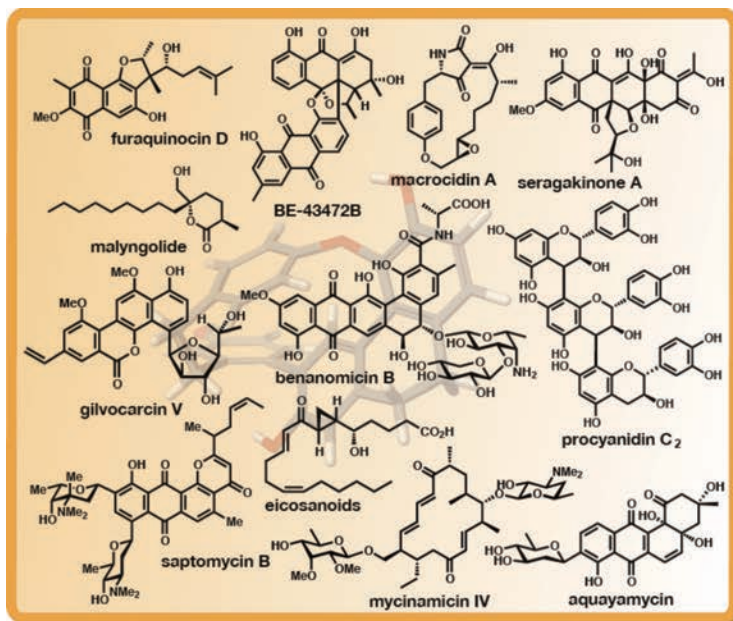
大森/kohmori@chem.titech.ac.jp

～未踏峰の合成標的に挑む～ 「合成有機化学」

全合成のススメ

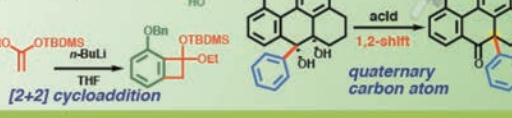
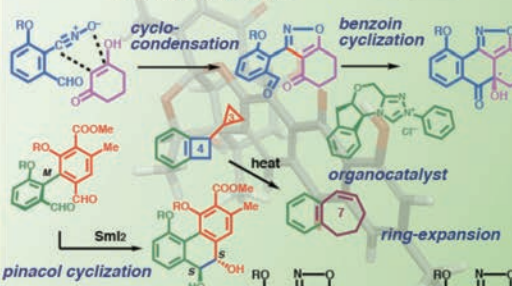
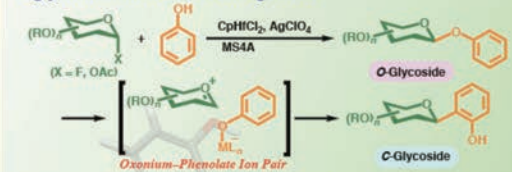
私たちの研究室では、天然物合成を指向した新しい反応や合成論理の開拓を行っています。合成標的としては、1)ハイブリッド型天然物(生合成経路を異にする構造単位が複合構造を形成している化合物)、2)高度に酸化された骨格を持つ化合物、3)歪んだ構造や、多環構造をもつ化合物、などを選んでいきます。どれも一癖二癖ある化合物で、そう簡単に合成できるわけではありません。天然物合成はよく登山に喩えられますが、実際チャレンジしてみると、合成経路の開拓作業はさながら地図なしで道に迷いつつ、道なき道を突き進んでいくようなものです。遭難せずに、未踏の山頂に到達するためにはどうすればよいでしょう?それこそが私たちの研究テーマです。山の高さや急峻さによって登山の難易度が異なるように、合成においても標的化合物の構造次第で合成のアプローチが大きく変わります。ポイントは、個々の化合物において直面する特有の合成的課題を如何

にして解決するか、ということです。私たちの研究室では、これまでにない独自の метод論を開拓し、それを駆使して全合成を達成するために日々研究を続けています。下には、最近私たちが合成に成功した天然物の一例を挙げました。これらの合成は新しく開発した反応、合成論理を駆使して達成したものであり、また、そのほとんどが世界初です。研究の主役は、いつも学生さんであり、彼らが日々の実験研究の中で見つけた”新しい種”がブレークスルーに繋がっています。時には実験に失敗して、研究に行き詰まるもよしです。それが次なる発見に向けての「大成功」となります。なお、私たちの研究室の特色の一つとして、他大学の出身者が多い点が挙げられます(半数以上は外部から!)。例年、海外からの学生さんやポスドクも参加します。私たちは、このような研究室の独特の風土が今後一層醸成してゆくことを、と大いに期待しています。

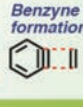


新規合成手法の開拓

C-glycosidation: O→C-rearrangement



生理活性天然物の全合成





豊田 真司 教授

豊田研究室

URL <http://www.cms.titech.ac.jp/~toyota/>

E-mail stoyota@cms.titech.ac.jp

芳香環の配列を自在に設計して 新しい構造や機能を創る

1. 研究の概要

ベンゼン、ナフタレンやアントラセンのような芳香環は一般にパネル状の平面構造をもち、 π (パイ) 電子が豊富な領域があります。したがって、複数の芳香環を配列することにより、様々な形、動きや電子の広がりをもつ分子系を設計することができます。当研究室では、このような芳香環の特徴を活かして、特異な構造や性質をもつ新しい π 共役系化合物の創製を目指して、構造、合成、物性などの観点から研究を行っています (図1)。研究を行うにあたり、有機化合物の構造や反応に関する理論の確立を指向した考え方に基づくこと (物理有機化学)、研究の目的に応じて標的とする分子を設計して実践と考察を繰り返して設計を精密化すること (分子設計)、分子の三次元的な構造を意識して性質を詳しく解析すること (立体化学)、標的とした化合物を効率的に合成できるようにプロセスを最適化すること (環境負荷軽減) を重視しています。以下、いくつかの研究テーマを紹介いたします。

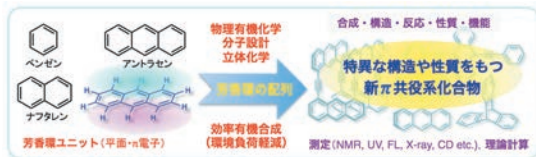


図1. 研究の概要
～簡単な芳香環ユニットから無限の構造を設計する～

2. アントラセンの集積

アントラセンは3つのベンゼン環が直線的に縮合した構造をもち、光を照射すると発光したり反応したりするため、その誘導体は蛍光色素や電子デバイス材料として用いられています。アントラセンを直接またはリンカーをはさんで連結すると、連結するユニットの数や位置によって無限の構造が設計できます。これまでに、主にアセチレンをリンカーとして用いてアントラセンユニットを連続的に集積し、種々の環状オリゴマーを合成してきました (図2)。これらの化合物の構造や性質を調べることで、ユニット数と分子の形や動きとの関連、芳香環の間の電子の相互作用、外部要因による電子状態の変化などを明らかにしました。また、別の位置で連結したユニットを組み込むと、さらに多様な構造体を組み立てることができます。このような拡張性の高い分子設計の指針に基づいて、誰も考えつかないような新しい π 共役系化合物を創り出すための研究を行っています。

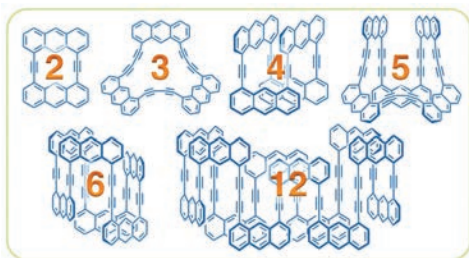


図2. アントラセン集積構造のギャラリー (数字はユニット数)

3. 新しい立体異性体の設計

異性体のうち原子の三次元的配置だけが異なる「立体異性体」には、キラル中心や軸をもつもの、立体配置や立体配座が異なるものなどいくつかの種類があります。分子構造を緻密に設計することにより、新しいタイプの立体異性体を生み出し、さらに単離することが可能になります。研究室で合成されたこのような立体異性体の例を図3に示します。これらの分子では、結合軸の回転が遅いため立体異性体間の異性化が抑制されています。図中のいくつかのエナンチオマー (鏡像関係にある立体異性体) は、キラルHPLCを用いて分割することが可能です。これらの研究を通して、長いアセチレン軸の回転を遅くできることも実証し、立体化学の分野において「アセチレンの立体配座」の研究を開拓しています。

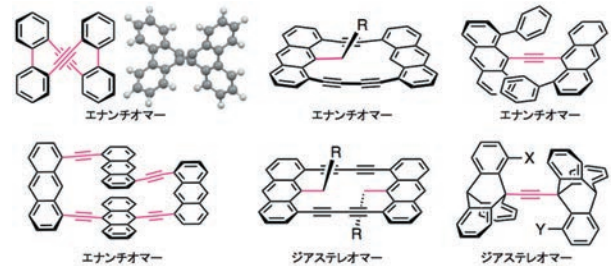


図3. 新タイプ立体異性体
～赤色の軸が回転しにくいいため異性化が遅い～

上記のテーマの他に、特異な蛍光性を示す π 共役系化合物の合成と機能開発、二次元的に拡張した巨大なベンゼン類似化合物の合成の研究も行っています。

4. 教育の方針

有機化学の研究を通して、高度な専門性、幅広い関連分野の知識および論理的な思考を備えたリーダーシップを発揮できる理工系の人材を養成します。研究室では実験や測定だけでなく、研究報告および発表、質疑討論、論文講読を行い、バランスのとれたラボとデスクワークの両面から高度で実践的な能力が身に付くようにします。研究を広く世界に発信し、グローバル化社会で活躍できるようにするため、報告書や論文の作成、研究発表、外国人研究者との交流における英語力やコミュニケーション力の向上を目指します。



野上 健治 教授



寺田 暁彦 講師

野上・寺田研究室

URL <http://www.ksvo.titech.ac.jp/jpn/index.html>

E-mail 野上/knogami@ksvo.titech.ac.jp

寺田/terada@ksvo.titech.ac.jp

実験室は本物の火山 ～火山現象の化学・熱学的研究～

1. 研究方針と研究課題

■ 火山化学(野上)

主たる研究目的は、地表で採取した火山ガス・温泉水を地球化学的に分析することでマグマの状態を知ることにあります。

活火山の地下にはマグマが存在し、そのマグマは揮発性成分(H_2O 、 CO_2 、 SO_2 、 H_2S 、 HCl 、 H_2 、 N_2 、希ガスなど)を放出しています。この現象をマグマ脱ガスと言います。マグマ脱ガスが速やかに進むとマグマ全体に泡が発生し、マグマの比重が小さくなるので地表まで上昇してきます。これがマグマ噴火です。逆に、マグマ脱ガスの速度が小さい時は、揮発性成分だけが火山体内を上昇し、火山ガス、温泉水、火口湖水として地表に表れます。このように、揮発性成分がマグマから地表へと至る通路を熱水系と呼びます。

熱水系では、地下水混入や気相-液相分離などの複雑な現象が起きるので、本来の揮発性成分の化学組成や同位体比組成は大きく変化します。これらの化学的なプロセスを解明することが、火山ガスや温泉からマグマの状態を知るために重要です。

■ 火山熱学(寺田)

マグマには火山ガスが溶け込んでいます。これが発泡することでマグマが激しく膨張し、しばしば莫大な力学エネルギーが生まれます。これが火山爆発です。一方で、噴火を起こしていない火山からも、火山ガスが静かに、大量に放出されています。このような日常の「ガス抜き」は、火山活動の多様性に関係します。そのため、火山ガスの放出量や輸送過程を研究することが重要です。

火山ガスは大きなエンタルピーを有しているため、地表付近では様々な熱現象として認識されます。主な現象として、上空へ立ち昇る真黒い噴煙、白いモクモクとした噴気、あるいは美しい火口湖などが挙げられます。これら熱現象を、実際の活動火山に出かけて観測、解析して、噴火前～噴火中に火山地下浅部で進行するプロセスを理解することが目標です。

火山は特殊な環境にありますから、市販の装置が使えない場面も珍しくありません。そもそも、確立された観測方法が存在しない場合も多いのです。新たな観測装置を開発して、今まで誰も測れなかった量を測ることも楽しみの一つです(図1)。



図1. 御嶽山平成26年噴火の際には、急速、ドローンに火山ガス分析装置を搭載し、人間の手では不可能な、危険な火口でのガス観測に成功しました。

2. 教育方針

既存の方法を単に適用するのではなく、学生の興味に基づき、実験や現場観察を通じて研究対象や方法を考えます。危険なことはありませんが、自然が相手ですので、良いデータを取るために様々な苦労があるでしょう。それも含めて、現場で体験してほしいと思います。

火山現象には様々な要因が関与するため、火山の研究手法は多彩です。そのため、専門分野の深い知識を土台として、様々な視点から総合的に考えること重要です。月1回、大岡山で開催される火山流体研究センター全体のセミナーに出席し、専門性の異なる研究者との議論に参加します。火山流体研究センターとしての構成は、当センターのホームページをご覧ください。

3. 研究生活

本研究室は、大岡山(南5号館)と草津白根火山観測所(群馬県草津町)の2箇所に拠点を有しています。野上・寺田は草津勤務ですが、大岡山へも頻繁に出向きます。学生には大岡山と観測所の両方に机を用意しますので、必要に応じて、観測所へ出かける形になります。交通費は研究室が負担します。

観測所にはシャワーを完備した宿泊棟があり、近くに無料の温泉施設もあります。食事が自炊となる以外に、学生に金銭的負担はありませんので、ご安心ください。

我々の実験室は本物の火山ですので、必要に応じて全国の活火山へ出掛けます。他研究室とはちょっと違う、ユニークな大学院生活を送ることになるでしょう。



図2. 草津白根火山観測所。

修士課程カリキュラム

平成28年度よりクォーター制を導入し、講義科目を効率的に学習できるように改革しました。また、全ての授業科目を、100番台(導入・基礎科目)、200番台(基盤科目)、300番台(展開科目)、400番台(発展科目)、500番台(自立科目)、600番台(熟達科目)にナンバリングし、科目間の学修順序(prerequisite)を明確化しています。

修士課程においては、400番台以降の科目にて、学士課程で学んだ化学に関する基礎知識をもとに、物理化学、無機・分析化学、有機化学分野に関し、最新の研究に基づき、より先端的な知識・技術を体系的に学びます。さらに講究および修士研究における研究の遂行を通じて、専門性を深めるとともに、創造力を高めることができます。これらの学修により、以下の能力を修得できると期待しています。

- ・物質科学に関わる多方面の知見を理解するのに必要な基盤的な専門学力
- ・物質に関する高度な専門学力に基づく実践的な問題解決力
- ・新たな課題に主体的に取り組み、化学の深奥を究めようとする探求力
- ・多様な考え方をまとめて新たな方向性を見出す力
- ・国際的に通用するコミュニケーション力

化学系大学院科目の例(400番台・500番台)

分類	科目名
400	物理化学基礎特論
400	有機化学基礎特論
400	無機・分析化学基礎特論
400	化学安全教育
400	放射光科学実習
400	化学史
400	化学特別講義第一～第六
400	カレントケミストリー
400	化学専修実験第一～第二
400	化学講究S1およびF1
400	エネルギーシステム論
400	エネルギーデバイス論
400	エネルギーマテリアル論
400	エネルギー基礎学理
400	先端電気化学特論
400	固体構造物性特論

分類	科目名
400	固体機器分析特論
400	固体触媒化学特論
400	固体光物性特論
500	分子化学特論
500	量子化学特論
500	合成有機化学特論
500	有機金属化学特論
500	生物有機化学特論
500	分離科学特論
500	地球環境化学特論
500	固体触媒化学特論
500	結晶構造特論
500	化学専修実験第三～第四
500	化学講究S2およびF2
500	エネルギーイノベーション協創プロジェクト

博士後期課程

博士後期課程では、以下の能力を習得することを目指します。

- 化学に関する体系化された幅広く深い知識をもとに、広く物質の関わる現象の本質・普遍性を見抜き、新たな課題を発見・探求し、これを解決に導く力
- 高い見識と倫理観のもとに広く物質の関わる化学のフロンティアを先導する力
- 化学と多方面の知見を化学の視点から有機的に結びつけ、これを活用し、展開する力
- 化学の専門分野において国際的にリーダーシップを発揮する力

大学院の国際化

化学系では、大学院生を含む若点研究者の国際交流を促進し、グローバルに活躍できる人材育成を行っております。チャンスがあれば修士課程の大学院生でも短期留学支援を受けることができます。

外国人講師による講演会も豊富に企画されており、国内にいながら国際色豊かな環境で、研究・教育を行っています。

経済的支援

希望者の多くが日本学生支援機構奨学金を得ることができます。また、修士課程・博士課程の大学院生を問わず、化学系が担当している学生実験等でのTA(ティーチングアシスタント)の枠も豊富で、経済的支援を得るための様々な機会に恵まれています。

化学系ではリーディング大学院「グローバルリーダー教育院」「環境エネルギー協創教育院」に参加しており、院に所属し一定の基準をクリアすることで経済的支援を受けられる可能性があります。詳しくはウェブサイトを参照してください。

<http://lead.gakumu.titech.ac.jp/>

修士課程から博士課程への進学

修士論文および博士課程でのリサーチプランに関するプレゼンテーションで、スムーズに進学することが可能です。なお、化学系の修士課程を修了した多数の大学院生が、日本学術振興会特別研究員として研究奨励金を受けています。また、平成20年4月以降に入学した博士課程大学院生に対して、東工大による経済的支援が行われています。授業料に相当する支援を様々な形で受けるもので、博士課程に所属する大学院生は、基本的に全員が支援を受けられます。詳しくは学生支援センターのウェブサイトを参照してください。

<http://www.titech.ac.jp/enrolled/tuition/financial.html>



博士課程進学

平成27年度 12名、平成26年度 7名、平成25年度 12名、平成24年度 12名、平成23年度 16名

修士の就職先(就職時の社名の記載)

社名	職種
3M ジャパン プロダクツ	化学・鉱業
ADEKA	化学・鉱業
JFE ケミカル	化学・鉱業
JNC	化学・鉱業
JSR	化学・鉱業
JX日鉱日石エネルギー	化学・鉱業
NBCメッシュテック	化学・鉱業
旭化成	化学・鉱業
旭硝子	化学・鉱業
出光興産	化学・鉱業
宇部興産	化学・鉱業
エクソンモービル・ジャパン	化学・鉱業
王子製紙	化学・鉱業
花王	化学・鉱業
川口化学工業	化学・鉱業
岐阜セラック	化学・鉱業
キミカ	化学・鉱業
協和発酵ケミカル	化学・鉱業
コーセー	化学・鉱業
三洋化成工業	化学・鉱業
資生堂	化学・鉱業
昭和シェル石油	化学・鉱業
信越化学工業	化学・鉱業
住友化学	化学・鉱業
住化分析センター	化学・鉱業
住友ベークライト	化学・鉱業
生化学工業	化学・鉱業
セントラル硝子	化学・鉱業
大日精化工業	化学・鉱業
大日本印刷	化学・鉱業
大陽日酸	化学・鉱業
デュボン	化学・鉱業
電気化学工業	化学・鉱業
東ソー	化学・鉱業
東洋インキ	化学・鉱業
東洋インキSCホールディングス	化学・鉱業
東洋合成工業	化学・鉱業

社名	職種
東レ	化学・鉱業
凸版印刷	化学・鉱業
日進化成	化学・鉱業
日東紡績	化学・鉱業
日本カーバイド工業	化学・鉱業
日本化薬	化学・鉱業
日本合成化学工業	化学・鉱業
日本触媒	化学・鉱業
日本ゼオン	化学・鉱業
日本パーカライズニング	化学・鉱業
長谷川香料	化学・鉱業
日立化成	化学・鉱業
富士フイルム	化学・鉱業
扶桑化学工業	化学・鉱業
丸善石油化学	化学・鉱業
三井化学	化学・鉱業
三菱鉛筆	化学・鉱業
三菱化学	化学・鉱業
三菱レイヨン	化学・鉱業
モルトベーネ	化学・鉱業
ユニチャーム	化学・鉱業
横浜ゴム	化学・鉱業
ライオン	化学・鉱業
NTTエレクトロニクス	電気・精密
TDK	電気・精密
THK	電気・精密
アルプス電気	電気・精密
京セラ	電気・精密
コニカミノルタ	電気・精密
スタンレー電気	電気・精密
住友電気工業	電気・精密
タイコエレクトロニクスジャパン	電気・精密
日本アイ・ビー・エム	電気・精密
日本分光	電気・精密
パナソニック	電気・精密
富士電機	電気・精密
モンテアパフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン	電気・精密

社名	職種
矢崎総業	電気・精密
横河電機	電気・精密
住友電気工業	電気・精密
新日本製鉄	金属・機械
IHI	金属・機械
デンソー	金属・機械
東海理化電機製作所	金属・機械
同和ホールディングス	金属・機械
古河電気工業	金属・機械
三井金属鉱業	金属・機械
三菱自動車工業	金属・機械
三菱重工業	金属・機械
味の素	食品・医薬
アステラス製薬	食品・医薬
昭和産業	食品・医薬
大正製薬	食品・医薬
田辺三菱製薬	食品・医薬
ヤマサ醤油	食品・医薬
JR東海	通信・運輸・公共
JR東日本	通信・運輸・公共
NECソフト	通信・運輸・公共
東京ガス	通信・運輸・公共
日本電信電話	通信・運輸・公共
東京都	公務
福島県	公務
宇都宮市	公務
日立ソリューションズ	その他
SMBC日興証券	その他
学究社	その他
さなる	その他
シミック	その他
大和証券	その他
日本総合研究所	その他
パワーエッジ	その他
四谷大塚	その他

博士の就職先

研究機関	
ETH Zurich	東京工業大学
Max Planck Institutes	東京大学
Pohang University of Science and Technology	東北大学
The University of Geneva	豊田中央研究所
University of North Carolina at Chapel Hill	日本原子力研究開発機構
University of Regensburg	日本大学
大阪大学	分子科学研究所
産業技術総合研究所	理化学研究所
昭和薬科大学	
東京医科歯科大学	
東京工科大学	

一般企業	
アサヒビール	日本ケミファ
出光興産	日本たばこ産業
大塚製薬	日本特殊陶業
カネカ	日立製作所
塩野義製薬	富士フイルム
資生堂	富士フイルムファインケミカルズ
住友ベークライト	三井化学
セイコーエプソン	三菱マテリアル
大正製薬	持田製薬
太陽誘電	山八歯材工業
中外製薬	

- 入試全般に関する正確な情報と詳細は、本学ホームページの受験生向けの入試課ホームページをご覧ください。募集要項は5月に発行予定です。

http://www.titech.ac.jp/graduate_school/admissions/guide.html

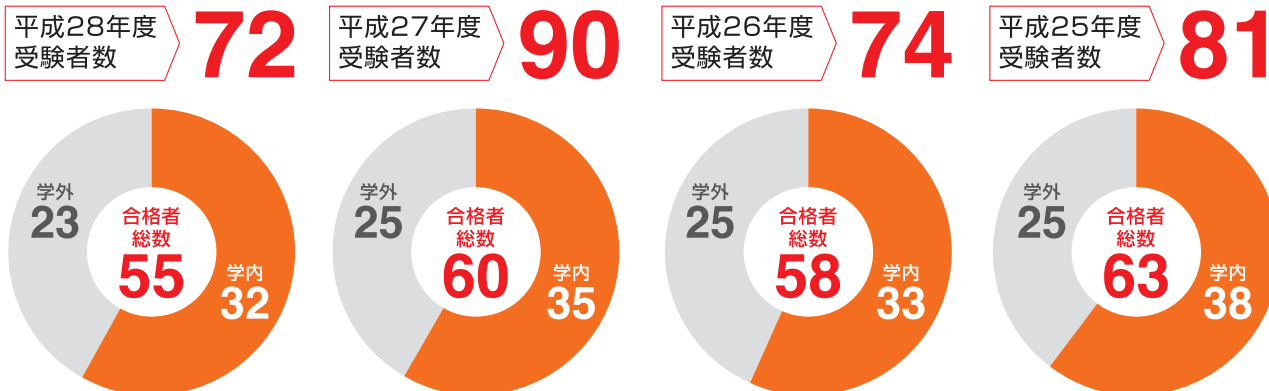
- 化学系の大学院入試に関する情報は、下記化学系ホームページの「大学院入試」に掲載しています。

<http://www.chemistry.titech.ac.jp/test.html>

- TOEFL や TOEIC の成績証明書(スコアシート)の提出を必須(締め切り日厳守)としていますので、早めの対応をお勧めします。
- 化学系では、多様な分野を学んでいる方の受験を歓迎します。そのため選択科目には、化学(有機化学、物理化学、無機・分析化学)に加え、物理と生化学の問題も出題いたします。
- 研究活動がメインとなる大学院教育では、自分にあった適切な研究室を見極めることが非常に重要です。化学系は、やる気のある学生を広く全国から求めますので、積極的に教員にコンタクトしてください。

化学系の大学院修士課程入学試験の特徴

- (1) 修士課程学生の選抜は、『口述試験』および『筆答試験』により行います。入学志願票、成績証明書、および志望理由書により、口述試験受験資格者を選抜し通知します。
- (2) 理学系だけではなく、工学系・薬学系・農学系の出身者が在籍しています。さらに、物理や応用物理、生物を学んでいる方の受験も歓迎します。広く門戸が開かれているのが、化学系の特徴です。
- (3) 化学系では、修士課程学生の約半数が、本学以外の大学出身者で占められております(下図参照)。
- (4) 平成28年度の受験に対応する模擬試験問題を公表していますので、上記のHPからダウンロードしてください。



〈合格者出身大学一覧 H.19~H.27〉

青山学院大学、アーカンソー大学、茨城大学、大阪府立大学、岡山大学、お茶の水女子大学、学習院大学、神奈川工科大学、関西学院大学、関西大学、北里大学、岐阜薬科大学、九州工業大学、京都大学、群馬高専、群馬大学、慶応大学、工学院大学、神戸大学、神戸市立工専、国際基督教大学、埼玉大学、静岡大学、島根大学、首都大学東京(東京都立大学)、上智大学、昭和薬科大学、信州大学、千葉大学、中央大学、朝鮮大学校、電気通信大学、東海大学、東京都市大学、東京農工大学、東京薬科大学、東京理科大学、東邦大学、東北大学、徳島大学、名古屋大学、名古屋工業大学、奈良高専、日本大学、日本女子大学、広島大学、北海道大学、明治大学、明治薬科大学、横浜市立大学、横浜国立大学、立教大学、立命館大学、早稲田大学、五十音順

受賞者名	受賞した賞	受賞題目
岡田 哲男 教授	日本分析化学会学会賞(2015年9月10日)	新規な特性と機能を持つ分離場の開拓と界面計測への展開
前田 和彦 准教授	東工大挑戦的研究賞(学長特別賞)(2015年8月4日)	有機高分子半導体と金属錯体を融合したCO ₂ 還元光触媒の創出
河合 明雄 准教授(共同受賞)	日本伝熱学会学術賞(2015年6月4日)	イオン液体を分子間スピン三重項エネルギー移動の媒体に用いた革新的な光アップコンバージョンの先駆的研究
鈴木 啓介 教授	日本学士院賞(2015年6月1日)	高次構造天然有機化合物の合成に関する研究
藤井 慎太郎 特任准教授	第4回ナノスケール分子デバイス若手セミナー ナノスケール分子デバイス学術奨励賞(2015年3月30日)	金表面に吸着したスマネン分子のボウル反転現象
藤井 孝太郎 助教	日本セラミックス協会2015年 年会優秀ポスター発表賞(優秀賞)(2015年3月)	SrドープによるNdBaInO ₄ の酸化物イオン伝導度の向上
鷹谷 絢 准教授	Lectureship Award MBLA 2014(2015年2月)	ケイ素配位子の動的挙動を鍵とする不飽和炭化水素の新分子変換反応の開発
木口 学 教授	手島精一記念研究賞(藤野志郎賞)(2015年2月17日)	金属電極に架橋させた単分子における新規物性の探索
小澤 健一 助教	東工大理学系若手研究奨励賞(2015年1月29日)	高輝度シンクロトロン放射光を用いた金属酸化物表面のバンド構造解析と光励起キャリアのダイナミクス
玉置 悠祐 助教	公益財団法人井上科学振興財団 第31回(2014年度)井上研究奨励賞(2014年12月8日)	二酸化炭素をCOもしくは干酸へと選択的に還元する新規超分子光触媒の開発とその高性能化に関する研究
藤井 孝太郎 助教	日本結晶学会進歩賞(2014年11月1日)	未知構造解析を用いた有機結晶の反応機構の解明および酸化物イオン伝導性無機結晶の新物質探索
火原 彰秀 准教授	化学とマイクロ・ナノシステム学会 奨励賞(2014年5月22日)	マイクロ・ナノ流体デバイスにおける界面科学と分光化学
腰原 伸也 教授	平成26年度科学技術分野の文部科学大臣表彰(研究部門) (2014年4月15日)	光誘起相転移とその関連現象に関する実験的研究
古川 森也 助教	第113回触媒討論会 若手優秀講演賞(2014年3月27日)	Pd ₂ Pb金属間化合物触媒を用いた高効率アミン酸化
八島 正知 教授	東工大教育賞(優秀賞)(2014年3月18日)	化学と材料学を融合した物質科学教育の実践
石谷 治 教授、 前田 和彦 准教授、小池 和英、 堂免 一成、関澤 佳太	平成25年度手島精一記念研究賞(研究論文賞) (2014年2月)	Artificial Z-Scheme Constructed with a Supramolecular Metal Complex and Semiconductor for the Photocatalytic Reduction of CO ₂
腰原 伸也 教授	フンボルト賞(2014年1月29日)	光誘起協力現象(光誘起相転移)
鷹谷 絢 助教	有機合成化学奨励賞(2013年12月)	高周期14族元素含有ピンサー型錯体の創製に基づく不飽和炭化水素の新分子変換反応の開発
前田 和彦 准教授	日本化学会 進歩賞(2013年12月)	水の可視光分解のための新規光触媒及び助触媒材料の開発
大森 建 准教授	Asian Core Program Lectureship Award(2013年11月)	Taking the Strain: Asymmetric Total Synthesis of (-)-Cavicularin
岡田 哲男 教授	日本イオン交換学会賞(2013年10月17日)	イオン交換機構の解明とそれを基盤とする新規計測法の展開
江口 正 教授	日本感染症医薬品協会 住木 梅澤記念賞(2013年10月3日)	微生物二次代謝産物生物合成の精密解析
植草 秀裕 准教授	日本結晶学会賞学術賞(2012年10月25日)	外部刺激応答性分子性結晶の粉末回折法による動的構造解析
前田 和彦 准教授	第110回触媒討論会若手優秀講演賞(2012年9月25日)	ZrO ₂ 修飾TaONを光触媒とした水の可視光完全分解
木口 学 准教授	第5回分子科学会奨励賞(2012年9月18日)	金属電極に架橋した単一分子の電子伝導特性の解明
木口 学 准教授	平成24年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学賞(2012年4月17日)	制御された低次元ナノ構造体に発現する新規物性の研究
沖本 洋一 准教授	理学部若手教員教育表彰(2012年)	学部講義「固体化学」における演習を重視した固体の量子効果の会得
鈴木 啓介 教授	2010年紫綬褒章(2010年11月)	
八島 正知 准教授	The American Ceramic Society, Richard and Patricia Spriggs Phase Equilibria Award(2010年10月18日)	Isolation of Solid-Solution Phases in Size-Controlled Li _x FePO ₄ at Room Temperature
木口 学 准教授	花王研究奨励賞(2010年6月3日)	制御された単分子接合における電子伝導特性の解明

*職名は受賞当時のものです

受賞にあたり

鈴木 啓介 教授(日本学士院賞 受賞)

希望(あるいは不安)を胸にこれから大学院に進もうとする皆さんへ

はるか昔(40年ほど前)に同じ立場に居た私ですが、思い起こすに、かけがえのない貴重な時間帯でした。卒論でテーマを頂き、おそろおそろ始めた実験研究でしたが、色々やってもうまく行かない五里霧中の焦燥感、逆に小さな気づきが突破口になり、さあ一とと視界が開けたこと(数少ない経験(笑))など、その後の研究活動の裏打ちとなる原体験となりました。

是非、皆さんにも、大学院においてじっくりと自然の摂理と対話する時間を過ごされるよう、エールを送ります。専門に邁進することは視野狭窄のような不安感があるかもしれませんが、確たる背景や独自の視点が身につくと、そこで初めて面白い視界が開けます。また、一生のたからものである、恩師との出会い、気のおけない仲間ができるのもこの時期のことです。

腰原 伸也 教授(フンボルト賞 受賞)

大変重要な賞をいただき、光栄に感じると同時に、いままでの研究を支えていただいた多く関係者の方々、特に大学・理学院関係者、なかでも一緒に研究と格闘してきてくださった化学系の仲間たちに心からお礼を申し上げたいと思います。自分はひたすら「新しいものを覗き見たい」と興味のおもむくまま、若い人たちともっぱら基礎研究にまい進して来ましたので、このような高い評価をいただいたことに驚き、また今後の研究展開への責任も感じております。今回の受賞を、化学系のみならず理学系の皆さん、特に若手の方々と、ドイツや世界の研究者との出会いの新たなきっかけとするべく、より一層「新しい世界の海図なき航海」に頑張りたいと思います。

化学系教員マップ

西 4 号館



グリーンヒルズ



南 5 号館

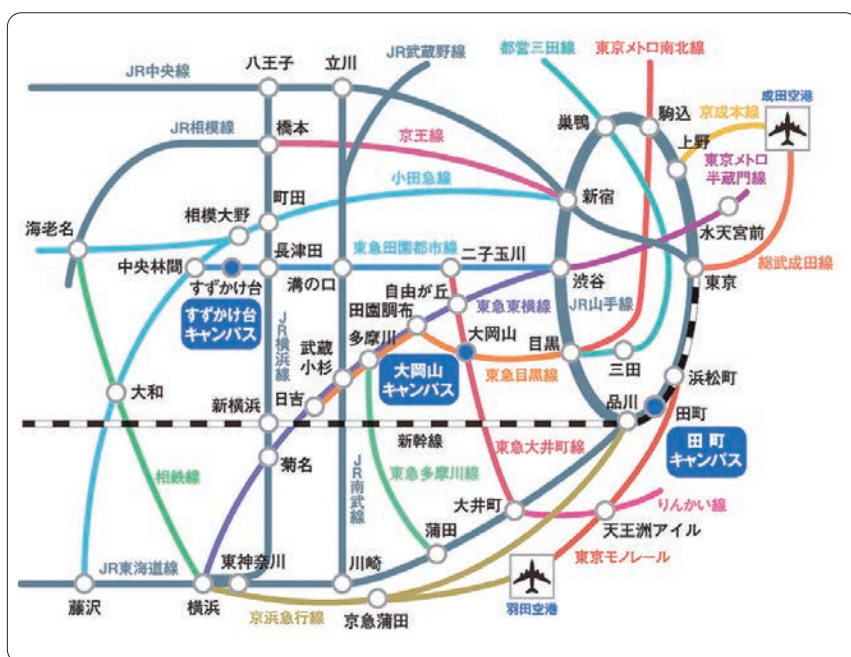


東 1 号館



本 館





Department of Chemistry

School of Science

化学系事務室(大岡山キャンパス本館1階1-70号室)

〒152-8551 東京都目黒区大岡山 2-12-1 H-58

TEL : 03-5734-2660 E-mail : office@chem.titech.ac.jp

<http://www.chemistry.titech.ac.jp/>