

化学専攻

C H E M I S T R Y

化学専攻について ▶

研究紹介

固体物性化学

北川宏教授 ▶

集合有機分子機能学

大須賀篤弘教授 ▶

物理化学

鈴木俊法教授 ▶

卒業生 interview

化学専攻 博士課程

柏崎玄伍さん ▶

大阪大学大学院理学研究科 助教

山田剛司さん ▶



078

chemistry





物質科学の根幹を 支えるサイエンス 化学専攻

無機、有機、生体関連分子を含むさまざまな分子や物質の構造・性質やその反応過程、そして超臨界状態や超伝導相などそれら物質が織りなすさまざまな相を、基礎原理や法則に立脚して研究することが化学専攻のテーマです。

生命現象をつかさどるタンパク質・核酸などの生体分子の構造や反応が生命現象にどんな役割を果たしているのか？
さまざまな有機分子を自在に切ったりつなげたりするにはどうすればよいか？ そのようにしてできた新物質は、どんな性質を示すか？
さまざまな種類の原子で組み立てた格子の中で、電子やイオンの振る舞いはどうなるか？
何かがその性質を支配しているのか？
1兆分の1秒以下で起こる化学反応ダイナミクスはどうなっている？
これら化学現象を理論的に記述するにはどうすればよい？

化学は物質文明の根幹を支える学問であり、化学専攻が取り組むテーマは多岐にわたります。





● 広大な物質探索の荒野に 確かな道しるべを

化学は原子の組み合わせ、あるいは分子の集合にまつわるサイエンスです。分子関連諸現象の基礎原理を追求し、理論的基盤を構築することが私たち化学専攻の最も重要な目標のひとつになっています。

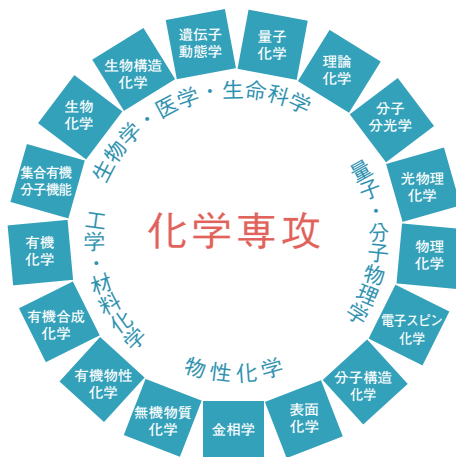
また基礎原理を追求することで、新たな原子の組み合わせを実現し、その性質を理解する道が拓けてきます。これまでには世界に存在していなかった、人類に有用な新物質を作ることも化学の重要なテーマとなっています。

理学的観点から化学的に物質を研究するためには、舗装された道を速く走る能力よりも、人類未踏の地を探索し、新たなフロンティアを開くための幅広い知識、深い洞察力、そして堅固な意志が求められます。そのためには化学はもちろん物理学や生物学、そしてその基礎となる数学など自然科学全般の基礎体系を深く習得し、それを創造的に展開する能力を身につけることが必要です。

化学専攻は、主として理論・物理化学、無機・物性化学、有機化学、生体関連分子化学の4領域からなり、化学の有する多様性・重層性を広くカバーしています。

● 多様な有機物を自在に生み出す 方法論の構築—有機化学—

医薬品、プラスチックなどの材料など、現



代文明を支えるさまざまな有機化合物は、高度で精緻な合成手法の発展により生み出されてきました。有機化学系の研究室は、今までにない高精度な合成化学手法の開拓、新規な機能を有する物質の創製をめざした研究を展開しています。

「有機化学研究室」では光学活性遷移金属錯体を用いて、新しい高立体選択的な不斉合成反応触媒の開発をめざしています。不斉合成研究は生体機能解明のための有力な手段のひとつになりつつあると同時に、生体反応に迫り、それをを超える一般性の高い光学活性体の合成を実現する、現代精密有機化学の中で最もチャレンジングな研究領域です。「有機合成化学研究室」では生体触媒としての酵素機能を人工的に抽出し、再構築することによって金属型人工酵素を新たにデザインし、配位結合を主体とした高度の基質特異性を追求するなど、概念的に新しい分子認識化学を開拓しています。





「集合有機分子機能研究室」では最新の有機化学的手法を駆使して、ポルフィリンと呼ばれる芳香族化合物をベースに、これまでの常識を覆すような“超”多量体や優れた機能性をもつ配列有機分子集合体を合成し、その新規物性の探索を行っています。



● 現代文明を支える多様な無機物の物性—無機・物性—

私たちの生活を支える多くの工業製品は、さまざまな性質を有する無機物質の特性をうまく生かして機能を引き出しています。より優れた新しい機能を創出するためには、個々の物質の性質を明らかにし、それを生み出す基本原理を理解する必要があります。化学専攻の無機・物性系の研究室では、多様な無機物質の生み出す新しい物性に着目し、興味深い物性を示す物質群の創製およびその起源の理解のための分析手法の開拓を行っています。

「金相学研究室」では、超伝導状態や金属・絶縁体転移など興味深い物性を示す“強相関電子系”と呼ばれる無機化合物の合成・物性評価によりその理解を深めることをめざしています。「表面化学研究室」では金属や半導体の表面に着目し、そこに起きる化学反応素過程や相転移現象を走査型トンネル顕微鏡などの分析手法で明らかにする研究を行っています。また、「分子構造化学研究室」では固体核磁気共鳴とい

う精密分析手法を用いて、生体高分子やアモルファス固体などの機能性物質の機能をつかさどる分子間相互作用の高感度検出をめざしています。「固体物性化学研究室」では、金属イオンの電子状態の多様性と有機配位子の多様な設計性をうまく組み合わせ、特異な結晶構造・電子構造をもつ新物質を創製し、分子素子やプロトニクスの実現に向けた研究を行っています。「無機物質化学研究室」ではシリカ(SiO_2)やアルミナ(Al_2O_3)、チタニア(TiO_2)などの金属酸化物を中心に、優れた機能を有する多孔性物質などの新規無機化合物の創製をめざした研究を展開しています。



● ダイナミクスをとらえる—物理化学— 化学反応を理論的に記述する—理論化学—

多くの化学反応は私たちの生活の時間スケールよりもはるかに短い時間で進行します。その本質を理解するためには特殊なレーザーを用いた時間分解測定で反応の“ダイナミクス”をとらえる必要があります。物理化学系の研究室では、気体から生体分子等の多岐にわたる対象について、そのダイナミクスを明らかにする研究を展開しています。

「光物理化学研究室」では時間分解レーザー分光や最新の顕微分光を用いて、細胞や生体分子、超臨界状態の分子の構造、反応性、分子間相互作用をフェムト秒から秒

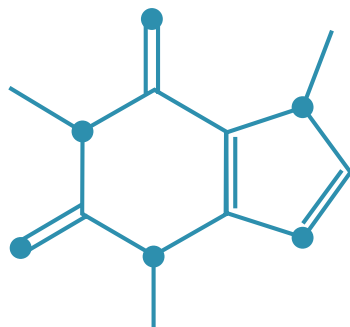


の幅広い時間領域にわたって解明することをめざしています。「物理化学研究室」では、フェムト秒の時間分解能を持つ光電子分光法を用いて、気相から液相の幅広い環境下での化学反応ダイナミクスを明らかにすることをめざしています。「電子スピン化学研究室」では、分子ジェットの高分解能レーザー分光を用いて孤立分子の構造とダイナミクスを研究しています。また「分子分光化学研究室」では固体表面やナノ構造体を対象として、そこにおける化学反応素過程のダイナミクスを研究しています。また、さまざまな化学現象を担う分子は、物理の法則に従って動いています。したがって物理法則に基づいて化学反応を記述することができるはずです。理論系の2研究室では分子の反応を理論的に記述することをめざしています。「理論化学研究室」は分子の電子状態理論・動力学理論を基礎として、溶液内やタンパク質での化学反応を支配するポテンシャルを計算し化学反応の詳細を明らかにすることをめざしており、「量子化学研究室」では溶液やタンパク質などの多体分子からなる環境における集団的性質を、統計力学的手法を用いて理論的に解明する研究を展開しています。

● 生命現象は化学反応の宝庫 — 生体関連分子化学 —

私たちの体の中だけでなく、すべての生物の多様な生命活動は、さまざまな化学反応が高度に制御され組み合わせられて実

現しています。生体関連分子化学系の研究室では、その主役を担う生体関連分子に着目し、生命現象の理解をめざしています。「生物構造化学研究室」では、X線結晶解析という手法を用いてタンパク質の三次元構造を原子レベルで決定し、タンパク質のかたち(構造)とはたらき(機能)の関係を解明することで、生命活動を支える化学反応の本質に迫る研究を行っています。「生物化学研究室」では、細胞の外から遺伝子の発現を制御する遺伝子スイッチの開発を目標に、テーラーメイド抗がん剤の創製やDNAの構造を認識する分子、細胞内でのDNAの構造解析を行う新規手法の開拓を行っています。「遺伝子動態学研究室」では、生体分子を天然から抽出、または人工的に創製し、それらを組み合わせ、細胞機能を自在に制御する人工生体分子を創製する研究を展開しています。化学専攻はこのほか、京都大学の化学研究所(宇治キャンパス)、ウイルス研究所(病院薬学部キャンパス)、原子炉実験所(熊取地区)、および低温物質科学研究センターの化学に関する研究室を加えた29研究室、更に3つの連携併任分野より構成されています。





固体物性化学 北川 宏 教授

profile

1961年大阪府生まれ。1992年京都大学博士(理学)。分子科学研究所助手、北陸先端科学技術大学院大学助手、筑波大学助教授、九州大学教授などを経て2009年より現職。社会に還元される基礎研究をめざす。



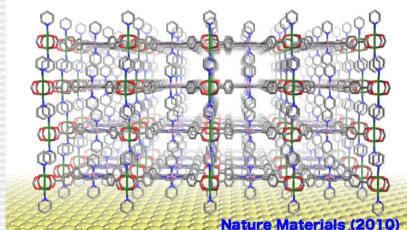
21世紀を拓く 「水素の科学」 CO₂を回収して資源に

電気自動車などの技術開発が進むなか、将来有望な発電装置として、燃料電池も一般に知られるようになりました。水素を空気中の酸素と反応させることで発電します。水素は発電でのエネルギー変換効率が高く、排出されるのは水だけで、石油や天然ガスに頼らなくても電気分解やバイオマス利用などで得られるので、21世紀のエネルギー源として注目されています。北川宏教授は、水素を大量に吸収して好きなときに取り出せる「水素吸蔵物質」や、地球温暖化の原因のひとつとされる二酸化炭素を高い効率で回収できる「二酸化炭素吸着物質」などを、ナノ(10億分の1)メートル、分子レベルの薄さの薄膜を使って作る研究を進めています。「これまでの化学は石油や天然ガスをエネルギー源にしたり、さまざまな化学品を作り出すことをやってきました。これからの化学は二酸化炭素を回収して有用資源に変えるなど、社会や環境を意識した基礎研究をしていくべき」と言います。





世界初の結晶配向性表面MOF



銅、コバルト、有機物からなる、数え切れないナノ細孔がある金属錯体の薄膜を何層も重ねると、ジャングルジムのような結晶構造ができた

薄膜で二酸化炭素ガスを99%に濃縮

「水素吸蔵物質はニッケル、チタンなどの合金の研究開発が進んでいて、一部で実用化されています。しかし、金属なので水素の吸蔵量に比べると重すぎて、水素の吸蔵・放出のコントロールも難しいという欠点があります。その点、化学的に合成できる金属錯体の吸蔵物質なら、軽くて加工しやすく、コントロールもしやすいんです」。

水素吸蔵物質は、水素原子が入りやすい規則的なすき間構造でなければならないが、銅、コバルト、有機物からできたナノサイズの細孔のある金属錯体の薄膜を何層も重ねると、ジャングルジムのような構造ができた。電子とイオンをともによく流す混合伝導性も持っていることがわかり、発電効率の高い燃料電池の電解質にもなりうるという。しかも、空いている穴の大きさや形状を調節すれば、吸着できる物質の種類を変える

多孔性金属錯体の特長：配位結合性 Layer-by-Layer法による界面接合が可能

多孔性界面の精密設計が可能 ↑ 界面接合が可能!



ガス輸送、触媒作用、電子輸送、イオン輸送の自在操作

吸着、触媒など機能の異なる多孔性金属錯体の薄膜を何層も重ねてさまざまな用途に

ことができる。厚さ数十ナノメートル、穴は内径0.5～1ナノメートルにすると、二酸化炭素だけを常温・常圧で吸着できるものと期待される。「京大工学研究科の北川進教授と進めている共同研究では、孔が空いた物質に二酸化炭素の濃度1%のガスを何度も通すことで、99%以上に濃縮することができました」。

水素イオンを自由に操作できれば…

水素は原子の中で一番小さいので、電子と似た性質(量子波動性)を持っています。「電子を扱うエレクトロニクスと同じように、水素イオンや水素陰イオンを固体の中で自由に動かしたり、止めたりできるようになれば、エレクトロニクスと同じようなデバイス(電子部品)を作れるかもしれません。電子と同時に水素イオン(プロトン)も扱う技術、プロトニクスです」。



あえて思いきった見方をすれば、現在は主に経験的な実験結果に基づき開発されている**燃料電池**も、理論に基づいた研究開発ができるようになるかもしれない。「植物の光合成のように、二酸化炭素を再資源化する。厚さ数ナノメートルの薄膜に二酸化炭素を吸着させ、そこに水素を加えると、ここが反応容器となりアルコールなど有用な物質を合成する。いわば、ナノ工場です。二酸化炭素の吸着、合成反応の**触媒**など異なった機能を持つ多孔性金属錯体の薄膜を何層も重ねたものを作るわけです。まずはギ酸やシュウ酸の合成からチャレンジしています」。

欧州のグリーンケミストリーが契機に

京大の大学院で博士号を取ったあと、岡崎国立共同研究機構（現 自然科学研究機構）の分子科学研究所で水素結合の研究をしていた。その後、北陸先端科学技術大学院大学の助手だった1990年代後半、欧州ではグリーンケミストリー（Green Chemistry、環境に優しい化学）の研究が盛んに行われているのを知った。当時、日本では「環境に優しい化学」といっても、極端に言えば単なる看板で、まだまだ環境に負荷をかけるような研究ばかりだった。「水素についての自分の基礎研

多孔性配位高分子の機能



多孔性金属錯体の薄膜にはさまざまな機能を持たせることができる

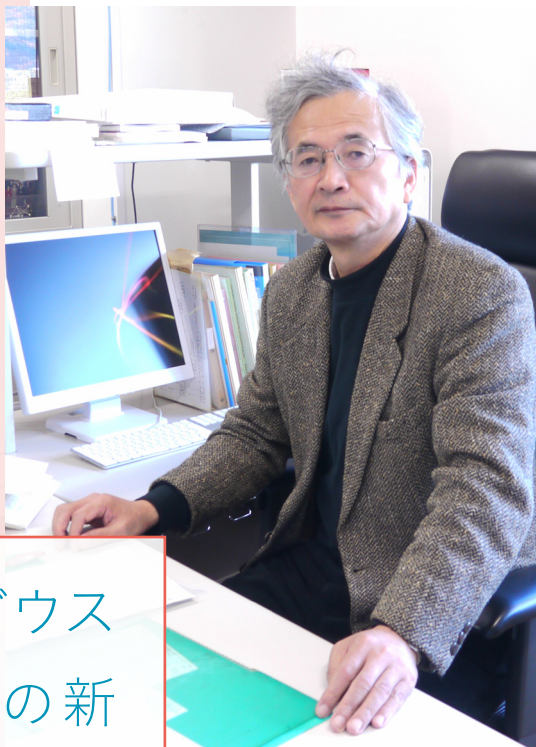
究を社会に役立てたい。大学での基礎研究はもちろん企業の研究と違うが、21世紀社会に寄与するものでなくては」と痛感した。高校生の頃は化学は苦手だった。わからない点を質問すると、教師は「暗記しなさい」と言うだけ。理解できないことをとりあえず丸暗記するというのは嫌いだった。理解しないと気が済まない。大学入試は2浪。そのとき通った近畿予備校の化学担当の講師に基礎をたたきこまれ、35ほどだった偏差値は80近くまで急伸した。「勉強と研究はどこが違うか。答えがあるか、ないか—です。勉強が得意な人は研究も得意とは限らない。これからの日本人に求められているのは、社会の要請に応じてより良いかたちで目的をかなえる、広い意味での“デザイン力”です。社会や環境に役立つ基礎研究にける意気込みは熱い。



集合有機分子機能学 大須賀篤弘教授

profile

1954年愛知県生まれ。愛媛大学理学部助手を経て1982年京都大学理学博士。京都大学理学部助教授などを経て1996年より現職。研究テーマは新しいポルフィリン多量体の化学。



世界最長、メビウスの輪…世界初の新物質を次々と合成

「学生と一緒に、分子の世界で遊んでいるといえいいのかな。うちの研究室は京大の中でもいちばん京大的かもしれませんね」。植物の光合成や生体内の酸素輸送などで重要な役割をしている物質のポルフィリンやその仲間を使い、さまざまな新しい物質を合成しています。光学顕微鏡でも見るほど長い世界最長の巨大分子、メビウスの輪のように途中でねじれた環状構造をした分子。いずれも自然では見つからない物質で、世界で初めての発見・合成でした。「その物質はどんな役に立ちそうですか、使えそうですか——と、人からよく聞かれますが、私はあまり興味がありません。そういったことは企業などの人がやってくればいい。ちょっと分子の構造を変えるだけで、劇的に性質が変わってしまう。自然の不可思議さを目の当たりにし解明する学生と一緒に、心地よい驚きに遭遇したくて研究をしているのだと思います」。



ポルフィリンとの出会い

「25年ほど前、西ドイツのロベルト・フーバーらによって光合成の反応中心の立体構造が解明された。これを人工的に作れないか——と恩師に言われたのが、ポルフィリンとの長いつきあいの始まりでした」。食糧危機が叫ばれていた時期で、光合成のしくみをめぐる研究は世界的競争となっていた。10年ほどかかって人工光合成反応中心を合成でき、性能も自然のもの比べても、かなりいい線までいった。しかし、「何回も同じ反応を続けさせるには工夫でなくてはならないし、太陽光発電の素子のように丈夫なものを、有機物で人工的に作るには限界があると思いました。そのころ、ポルフィリンで新しい反応が見つかり、そちらの方が面白くなって、方向転換したのです」。

ポルフィリンはピロールという物質4つが炭素によって輪のようにつながった構造をしているが、ピロールの数を5個、6個、7個…と増やして、大きな輪になった化合物を偶然合成することができた。

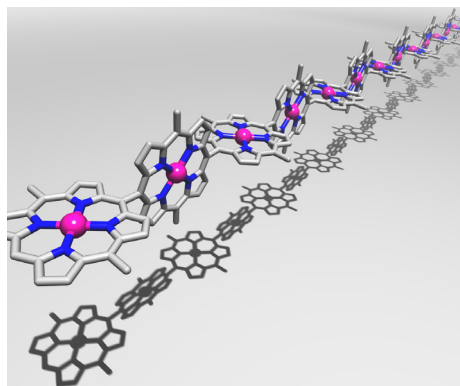
光学顕微鏡でも見られる巨大分子

さらに、独自に開発した銀塩酸化法という方法を使うことで、ポルフィリンが倍々ゲームのように次々と直線状につながり、1024個ものポルフィリンがつながった世界で一番長い「ワイヤー」のような分子ができた。通常、分子のように小さいものは

電子顕微鏡でないと見ることはできないが、0.8マイクロメートル(0.0008ミリ)の長さなので、光学顕微鏡でも見るができるという。

このワイヤーはポルフィリンが互い違いに直交した構造をしているが、酸化するだけでテープのような平たい構造に変わってしまった。しかも、金属と同じくらいよく電気を通す性質を持つように変化したという。この物質の論文は2001年、米国の科学誌「サイエンス」に掲載された。

「昔は、目的に合わせて分子のデザインは自分がするから、君たちはそれに従って合成しなさい——というやり方で研究を指導していましたが、いまはそうした合目的な合成は止めました。でも、偶然なんだろうが、次々と新しい物質を合成できた。そろそろネタ切れかなと思うと、『な



1024個ものポルフィリンがつながって世界最長の分子に。互い違いに直交して結合した構造をしている

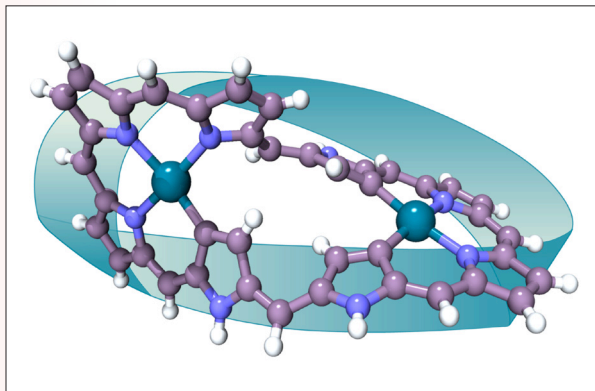




ぜか、また出来た』という調子なんです」。

亀の子のような形をした**ベンゼン**やそれがいくつもつながった**ナフタレン**のような物質を**芳香族化合物**というが、自然に存在するものは平べったい平面分子だ。メビウスの輪のように途中でねじれた環状構造のものもありうるのだが、二重結合を担っている電子のひとつ、**パイ電子**の数が4の倍数のときだけ芳香族性分子になることが、1964年に理論的に予想されていた。だが、そうした化合物の合成はできていなかった。

「最近、そうした化合物を世界で初めて合成することができました。単に自然界ではまだ見つかっていないだけなのか、そもそも存在しないのか、もし存在しないなら、なぜなのか。それはまだ分かりません」。



メビウスの輪のように途中でねじれた環状構造になった芳香族を世界で初めて合成した

「教官は楽、学生は伸びる」 一石二鳥

中学生の頃だったか、新聞を読んで「科学者って格好いいなあ」と思ったのが、サイエンスを志したきっかけという。当初の志望校は東大だったが、高校3年生の秋に京大に変えた。「入学してみると、自分は京大向き、しかも理学部向きでした」。

「最近、上から目線で、学生にあれこれ指図するのは嫌で、なるべく学生に好きなようにやらせてます。それで何かを見つめられたら、『教官は楽、学生は伸びる』の一石二鳥でしょう。ただ、学生にはこうは言っています。すべて一から学ばなくてはならない芸などと違って、サイエンスは先輩の長年の研究・蓄積からスタートできる。だから、君たちも後輩に使われるような知見、知識を生み出せ——と」。





物理化学 鈴木 俊法 教授

profile

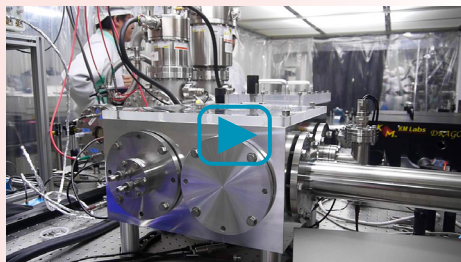
1961年山形県生まれ。1988年東北大学理学博士。岡崎国立共同研究機構分子科学研究所助手、同助教授などを経て、2002年から理化学研究所主任研究員。2009年京都大学大学院理学研究科教授に着任。分子科学会会長。



高校時代の疑問から 化学反応の リアルタイム追跡へ

分子はどんな形をしていて、化学反応はなぜ、どのようにして起こるのだろうか。鈴木俊法教授は、高校生の頃に抱いたそんな疑問をきっかけとして、化学の研究者になり、その疑問を少しずつ解明してきました。分子は電子と原子核でできていて、電子は原子核より数千倍も軽く、猛スピードで周りを飛び回っています。この電子の状態変化が化学反応の原動力となります。ピコ(1兆分の1)秒レベルのきわめて短い時間で起こる変化を、リアルタイムで観測できる装置を世界で初めて開発し、独創的な研究成果をあげてきました。「満員電車のようにぎゅうぎゅうに水分子に取り囲まれている水溶液中の分子にレーザー光を当て、化学反応に関与する電子の運動を分析するという不可能と考えられてきた実験にも最近、成功しました。生命は海から誕生し、その維持には水が不可欠です。水溶液中で起こる化学反応の研究を通じて、生命現象の基本原理の解明にも迫りたいですね」。高校生で抱いた疑問をいまでも大切にしている、それが研究の原動力にもなっているといいます。





オリジナルの装置で化学反応が
起こる瞬間をとらえる

レーザー光パルスで 分子を“撮影”

ほとんどの化学反応は無数の分子がランダムに次々と衝突して起こる。現在の技術ではピコ秒レベルで起こるこの衝突を制御することはできないので、化学反応をレーザー光パルスで人為的に一斉に起こして観測することにした。

分子の気体を細い穴から真空中に噴出させ、分子の動きを抑えた超低温の分子ビームを作る。そこに紫外パルスレーザー光を当てて電子にエネルギーを与え、化学反応を開始させ、次に第二のレーザー光を当てて化学反応に関わる電子を放出させ、その空間分布を可視化する。

「分子が自転している周期(100ピコ秒)よりも短い、0.01ピコ秒クラスのきわめて短い紫外線パルスレーザーを使いました。ちょうど、分子が止まって見えるような超短時間のフラッシュをたいて撮影するようなものです。独創的な研究には、世界のどこにもない測定法、観測装置が不可欠で

す」。これは世界で初めての成果で、たとえばトルエンという有機分子がレーザー光を受けた後、電子状態が大きく変化する、わずか0.08ピコ秒間の様子をとらえ、画像として示すことができた。

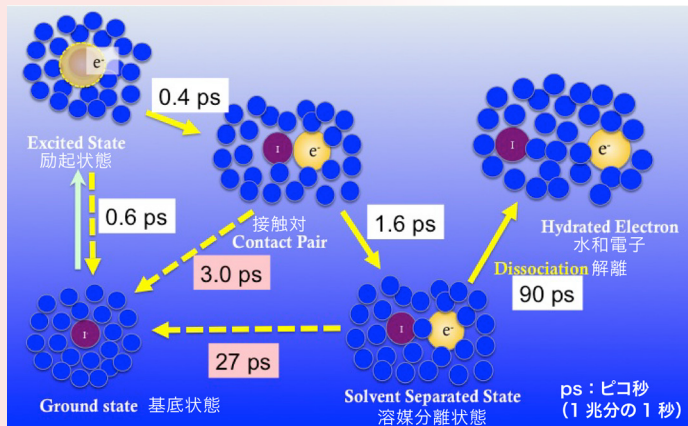
難関、水溶液中での 化学反応に挑戦

生命現象(細胞内の化学反応)につながる水溶液中での化学反応にも、同じ手法で迫ることはできるだろうか。水溶液の中で反応する分子から電子を放出させ、さらに液体の表面から飛び出させて観測することなど可能なのだろうか？

鈴木教授は、水溶液を直径20ミクロンのビームにして真空中に噴出させ、すぐに液体窒素で凍結させることで真空を保ち電子の観測を可能にした。レーザー光の波長を選ぶことで、水の中を走る電子が化学反応の情報を失わないように制御しながら、真空中に飛び出させて観測することに成功したのだ。

こうしてヨウ化ナトリウム水溶液のヨウ素陰イオンがレーザー光のエネルギーを吸収することで、電子がヨウ素から離れて水の中に移動する過程を明らかにできた。その反応の所要時間は0.4～1.6ピコ秒で、ヨウ素と電子が違った形で水分子に取り囲まれている2つの中間体を経て反応が進行することが解明された。

「10年、20年にわたって、高い目標に向かって基礎研究を積み重ねることで、前例



化学反応のステップを連続的に“撮影”することで、電子や分子の変化の具体的な過程と、それぞれにかかる時間が明らかになった

のない実験研究を成功させることができました。この方法で新しい研究分野を切り開いていくのはこれからです」。

分子の研究に魅かれ理学部に志望変更

「高校の化学の教科書には分子模型や化学反応式が明確に書いてありましたが、こんなミクロの世界は誰も見たことはないはずなので、どうも納得がいきませんでした。」鈴木教授はその頃医学部志望で、がんの研究を分子生物学的にしたいと思っていたが、このような基本的な疑問をどうしても解きたくて、理学部に進むことにした。大学に入って初めて、メタンは正四面体というように分子の形は量子力学で正確に予測できることと、同時に化学反応のメカニズムにはいまだよくわかっていないことが山ほど残っているのを知り、分子の構

造や化学反応の研究にますます引き込まれていったのだそうだ。

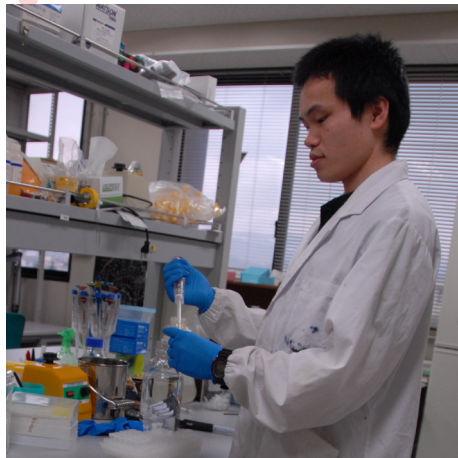
「50年以上前、京大にいた佐々木申二博士（故人）は化学反応を見たいという気持ちで研究を進め、1944年に化学反応の微細機構に関する研究で学士院賞を受賞されました。同じ思いを持った人は昔からいたのですね。自然の本質を理解したいという人間の欲求は、その好奇心が満たされるまでいつの世も変わらないのではないのでしょうか。化学繊維から医薬品まで役に立つものを作り出す一方で、高校生の頃に私が抱いたような疑問に答えて、化学をより一層明快で論理性のあるものにすることも化学者の重要な使命です」。





卒業生 interview

基礎研究を通して
社会に貢献したい
自由な学風を知り
志望先を京大に変更



柏崎玄伍さん

京都大学大学院理学研究科
化学専攻 博士課程

profile

1984年大阪府生まれ。2009年京都大学大学院理学研究科修士課程修了。現在は博士課程に在学中。遺伝子の発現を制御する研究に取り組む。

履修科目の選択も高い自由度

Q: なぜ、京大の理学部に入ろうと思われたのですか？

A: 中学生の頃から、大学は理学部と決めていました。基礎研究を通して科学、社会の発展に貢献したいと漠然と思っていたからです。理学部を出て企業の研究職に就いていた父の影響も大きいかもしれません。ただ、進学先は当初、大阪の自宅から近い大阪大学を考えていたのですが、京大の方

が「自由な学風」と聞き、変えました。

Q: 入学されて、どんなことで「自由な学風」を実感されましたか？

A: 他の大学、学部と比べると、語学以外は履修科目の制限（必修科目）が少なく、各専攻ごとに「履修が望ましい科目」が書かれているだけで、学生が自由に選べます。僕も電磁気学など化学専攻とはあまり関係ない科目をいくつか取りました。もちろん、自由というのは自己責任が前提なの



で、覚悟が要りますが。研究テーマを決める際も、上からの押し付けはなく、学生の意見を聞いてくれました。

学生にも、他の人の話もちちゃんと聞き、しっかり考えてから話す人が何人もいて、理学部らしいと思いました。服装は奇抜な人でも、考え方はしっかりしています。

大学院入試は学部4年生の8月にあるのですが、合格すると卒業までの半年間は所属予定の研究室と違った研究室に入って勉強します。他の研究室の雰囲気、流儀を知ることが将来の役に立ちます。

自由時間は語学、漢字検定、ピアノ

Q: どんな学生生活を送られましたか？

印象に残っていることがあれば、話してください。

A: 自由な時間が多いので、学部1、2年生のときはラジオ講座でフランス語、ドイツ語、イタリア語、スペイン語をやったほか、漢字検定の1級を取りました。幼稚園のときから高校3年までピアノを習っていたので、学部3年生から音楽サークルに入りました。定期演奏会ではシューベルトの「さすらい人幻想曲」を独奏で弾きました。短い曲は人前で弾いたことはありますが、長い曲は初めてだったので思い出深いです。頼まれて近畿圏内の予備校で小中学生に教えたことも、「優しさの大切さ」を知るという点で、大変に勉強になりました。

遺伝子の発現を制御できれば新薬も

Q: 研究テーマについて説明してください。

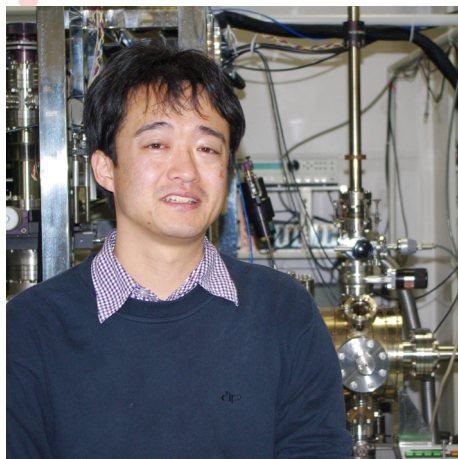
A: 修士課程のときから「遺伝子の発現制御」です。「メチルピロール」と「メチルイミダゾール」を「ポリアミド」で結合させた物質は遺伝子配列を認識します。この物質にアルキル化剤を結合させて物質を使って遺伝子の発現を制御するのです。それぞれ何個を結合させるかによって、認識する遺伝子配列は変わるので、たとえばがん遺伝子を認識・制御する抗がん剤を作れるのでは、と考えたわけです。現在はマウスを使った動物実験をしていて、12月からドイツに短期留学します。





卒業生 interview

「学生に優しい街」
なので選んだ
寄り道やムダを
許容してくれる大学



山田剛司さん

大阪大学大学院理学研究科
化学専攻 助教

profile

1978年長野県生まれ。2006年京都大学博士(理学)。現在、大阪大学大学院理学研究科助教。固体の表面に吸着した分子について研究。

京都ならではの学生生活

Q: ご出身は長野県ですね。長野県だと東京の大学に行く方が多いと思うのですが。なぜ、京大に行こう、理学部に入ろうと思われたのですか？

A: 東京と違って京都は「学生の街」で、暮らしやすいと思ったからです。実際、京都に来てみて、「学生に優しい街」と実感しました。下宿近くのパン屋さんにはよくパンのおまけをしてもらいましたし、ラーメ

ン店で知り合ったタクシーの運転手さんにはしょっちゅうおごってもらいました(笑)。東京だったら、こんなことはないでしょう。

博士課程まで9年間、同じキャンパス

Q: 京大の「自由な学風」はどんなことで実感されましたか？

A: 化学、物理などの専攻を学生が決めるのが、学部3年生からというのがいいです



ね。大学入試の段階で専攻を決めなくてはならないのは、やりたいこと・向いていることがよくわかっていない高校生にはちょっと酷な場合が少なくないからです。また、専攻が決まった後も、理学部では専攻と関係ない科目を受講でき、卒業単位にも認めてくれました。私も物理と地学を受講しました。「寄り道」「ムダ」を京大理学部は許容してくれるんです。キャンパスが分散している大学が多いですが、京大はほとんどが、学部から博士課程まで9年間、同じキャンパスというのもいいですね。他学部・他専攻の友人と出会って話す機会が多いのは、旧交を温めるだけでなく、刺激にもなります。

有機農業研究会で無農薬野菜を作る

Q: 勉強以外ではどんな学生生活でしたか？

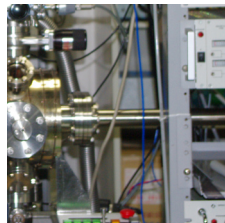
A: 有機農業研究会で畑仕事をやっていました。大学構内の空き地や左京区の農家から畑を借りて、野菜を作っていました。もちろん無農薬。大学祭で出た生ごみで堆肥を作ったりしました。収穫後、その野菜を使った飲み会が楽しみでした。高校生のときから植物が好きで、いまも自宅のベランダでプランター栽培をしています。下宿先を選ぶ際も、日当たりの良さをまず考えてしまいました(笑)。

Q: 研究テーマについて説明してください。

A: 物質は表面と内部で性質がまったく違うことがあります。表面は最も外側の原子

に“お隣さん”の原子がないので、内部と比べて電子が足りなくなったり、逆に余ってしまったりするからです。大学院生のときは、きれいな固体の表面にくっついた水分子が作る構造や、その振動する様子を走査トンネル顕微鏡などを使って原子・分子レベルで調べました。

現在はベンゼンなど有機分子を使って、表面に吸着したときの電子状態を調べています。化学反応の効率を上げる触媒は、反応に直接関与しておらず、表面を化学反応の場として「貸して」いるからなので、触媒のしくみ・原理の解明につながる可能性もあるのでは、と思っています。





・ 用 ・ 語 ・ 解 ・ 説 ・

- 水素吸蔵物質 [>>> 戻る](#)
水素は化石燃料に変わるエネルギー源として注目されるが、取り扱いや貯蔵が難しいため、水素を効率的に吸蔵できる物質が必要になる。
- エレクトロニクス [>>> 戻る](#)
電子の動きを利用して情報を処理したり、機器を制御する技術。半導体による電子部品が多く用いられている。
- 触媒 [>>> 戻る](#)
それ自体は変化せず、特定の化学反応の反応速度を促進したり抑制したりする物質。
- ピロール [>>> 戻る](#)
化学式はC₄H₅N。二重結合を持つ芳香族化合物。ピロールを部分構造として含む化合物は多く、この構造をピロール環という。
- ナフタレン [>>> 戻る](#)
2つのベンゼンが一边を共有した構造を持つ芳香族炭化水素。化学式はC₁₀H₈。
- 金属錯体 [>>> 戻る](#)
金属イオンを中心に、配位子が結合した化合物。金属の種類によってそれぞれ独特の構造をもつ。
- 燃料電池 [>>> 戻る](#)
化学反応によって電気を取り出す発電装置。水素を反応させて電気を取り出す場合は、水の電気分解の逆の流れで反応を起こさせる。排出されるのは水だけであり、クリーンで発電効率の高いエネルギー源として期待される。
- ポルフィリン [>>> 戻る](#)
ピロールが4つ組み合わさった環状構造を持つ有機化合物。生体内にも存在しており、血液中のヘモグロビンや葉緑素のクロロフィルなどもポルフィリンの一種である。
- ベンゼン [>>> 戻る](#)
最も基本的な芳香族炭化水素。化学式はC₆H₆。亀の甲羅のような形の構造をしている。
- 芳香族化合物 [>>> 戻る](#)
ベンゼンを代表とする環状の有機化合物。パイ電子を持つ原子が環状に並んだ構造を有し、かつ環上のパイ電子系に含まれる電子の数が4n+2個であるものが芳香族性をもつ。





・ 用 ・ 語 ・ 解 ・ 説 ・

- **パイ電子** >>> 戻る
化学結合に関与する電子の分布の中で、結合軸上に分布を取るものをシグマ電子あるいはシグマ軌道と呼ぶ。一方、パイ電子(軌道)は結合軸上には分布を持たないため、パイ結合は原子間の最短距離を結ぶ軸からは外れて結ばれる。たとえば、ベンゼン分子の6つの炭素原子と6つの水素原子は1つの面上に存在しており、この面上にあるシグマ電子が炭素原子間、炭素-水素原子間に12個の化学結合を作る。これに加えてパイ電子が各炭素原子につき1個存在し、分子面の両側(上と下)に分布し、面の外側でも化学結合を生んでいる。

- **レーザー光パルス** >>> 戻る
細かい時間間隔で点滅をくり返すレーザー光。超高速で発生する現象を時間分解して測定する際に有用である。

- **トルエン** >>> 戻る
芳香族炭化水素に属する有機化合物。化学式は $C_6H_5CH_3$ 。引火性、毒性を持つ。一般的に溶媒として多く用いられる。

- **液体窒素** >>> 戻る
窒素の液体状態。窒素の沸点は摂氏 -195.8 度で冷却材としてよく利用される。

- **ヨウ素** >>> 戻る
原子番号53。元素記号はI。ハロゲン元素のひとつ。

- **ヨウ化ナトリウム** >>> 戻る
ナトリウムのヨウ化物。化学式はNaI。白色固体の塩で、空気中で潮解(空中の水分を吸収して液体になる)する。

