

Informatics

Physics

Organic
Chemistry

Biology

Inorganic
Chemistry

化研ナビ

はやわかり GUIDE



京都大学 化学研究所



- **Physics**
 - **Inorganic Chemistry**
 - **Organic Chemistry**
 - **Biology**
 - **Informatics**
-

化学研究所は、多様な化学関連研究分野の「知の湧源」です。

CONTENTS

目次

化学研究所のあゆみ	1
化学研究所の歴史	2-3
物質創製化学研究系	4
材料機能化学研究系	5
生体機能化学研究系	6
環境物質化学研究系	7
複合基盤化学研究系	8
先端ビームナノ科学センター	9
元素科学国際研究センター	10
バイオインフォマティクスセンター	11
碧水舎	12
化学研究所所蔵の歴史的成果	13

化学研究所のあゆみ

化学研究所は京都大学 宇治キャンパスにあります。

宇治キャンパスでは京都大学の4つの研究所と、複数の大学院研究科のそれぞれ一部が研究を行っています。



化学研究所の成り立ちは大正時代にまでさかのぼります。
1914年に第一次世界大戦が起こり、海外から医薬品の輸入が途絶えました。

そのため、当時流行していた伝染病の薬であったサルバルサンの国内での製造が急務となりました。
1915年、京都帝国大学理科大学（現在の京都大学大学院理学研究科）は化学特別研究所を設け、「サルバルサン類の製造と研究」を始めました。



サルバルサンの研究を
指揮した久原 躬弦 教授
(京都大学大学文書館所蔵)



1926年には、勅令により「京都帝国大学化学研究所」となり、化学研究所が公式に誕生しました。
設立理念の「化学に関する特殊事項の学理及び応用の研究」の精神は今も受け継がれています。

上の写真は、化学研究所が1926年～1968年の間、大阪府高槻市（京都大学旧高槻キャンパス）にあったことを記念した石碑。現在も大阪医科大学のキャンパス内に設置されています。



1929年 大阪府高槻市に研究所本館が竣工



志を持った、たくさんの科学者がここで最先端の研究を行いました。



湯川 秀樹 教授
1943年～1968年化学研究所在籍
1949年ノーベル賞受賞
(京都大学 基礎物理学研究所 湯川記念史料室所蔵)



1968年化学研究所が宇治に移転



甲子園球場の約5倍、約217,000㎡の広さの宇治キャンパスに、多くの研究施設が建設されました。

1992年には9研究部門・2附属施設に改組され、2004年には現在の「5研究系・3センター体制」に改組されました。

物質創製化学研究系 環境物質化学研究系

材料機能化学研究系 複合基盤化学研究系

生体機能化学研究系

先端ビームナノ科学センター

元素科学国際研究センター

バイオインフォマティクスセンター



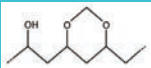
現在では、30研究領域、5客員領域、約90名の教員、約210名の大学院生を擁する研究所となっています。

化学研究所の歴史

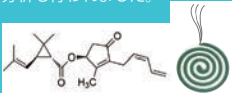
- 1926** ▶ 化学研究所官制が公布される
「化学に関する特殊事項の学理及び応用の研究」を開始
- 1929** ▶ 大阪府高槻市に研究所本館が竣工

- 1949** ▶ 化学研究所が京都大学に附置され「京都大学化学研究所」と呼称される
- 1962** ▶ 文部省通達により大学院学生の受入れが制度化される
- 1964** ▶ 研究所が部門制により19研究部門となる
京都市左京区粟田口鳥居町（蹴上地区）に原子核科学研究施設を設置

代表的研究の歴史

- 1939 年 ピニロン開発**
櫻田一郎教授は日本国内で初めての合成繊維、ピニロンを開発しました。



ピニロンは当時、学生服の素材としてよく使われました。
- 1944 年 除虫菊の研究**
蚊取り線香の原料となる除虫菊の有効成分、ピレスロイドの合成や分析も行われました。


- 1959 年 結晶化ガラスに関する基礎研究の開始**
IH クッキングヒーターのトッププレートには熱膨張率がほぼゼロの結晶化ガラスが使われています。化学研究所はこの結晶化ガラスの研究に力を入れ、田代 仁教授の研究成果は透明な結晶化ガラスの工業化につながりました。


- 1985** ▶ 生物学ラボラトリー設置

- 1988** ▶ 原子核科学研究施設が宇治市五ヶ庄に移転
イオン線形加速器実験棟の竣工
- 1989** ▶ 電子線分光型超高分解能電子顕微鏡の完成
- 1992** ▶ 9 研究大部門 2 附属施設に改組
スーパーコンピューター・ラボラトリーの設置
- 1999** ▶ 共同研究棟の竣工


代表的研究の歴史

- 1990 年 巨大磁気抵抗（GMR）効果を示す人工格子の作製に成功**
ハードディスクに記録された磁気情報を読み取るヘッドの材料にも使われる、磁場によって電気抵抗が変わる人工格子の基礎的な研究も世界に先駆けて取り組みました。


- 1992 年 スーパーコンピューターの設置**
ゲノムの解析を行うため、スーパーコンピューターが設置されました。DNA に刻まれたゲノム情報を統合したデータベースを構築し、世界各国の研究者に利用されています。

- 2005 年 水素内包フラーレンの有機合成に成功**
世界で初めて、炭素原子が球状に結合してできた中空の分子「フラーレン」の中に、有機化学反応による「分子手術」と呼ぶべき方法で水素分子を取り込みました。


- 2005** ▶ レーザー科学棟の竣工

- 2007** ▶ 「碧水会」（同窓会）の発足
- 2009** ▶ 寄附研究部門水化学エネルギー（AGC）研究部門の設置（～2012）
- 2010** ▶ 第1期「化学関連分野の深化・連携を基軸とする先端・学際研究拠点」が活動開始（共同利用・共同研究拠点に認定）
研究所本館耐震改修工事完了

- 2017** ▶ 「高圧法低密度ポリエチレンのパイロット試験資料」重要科学技術史資料登録
動的核偏極核磁気共鳴（DNP-NMR）装置を導入
- 2018** ▶ 「モノビニルアセチレン法による合成ゴム」化学遺産認定
第1期「化学関連分野の深化・連携を基軸とする先端・学際グローバル研究拠点」が活動開始（国際共同利用・共同研究拠点に認定）

HISTORY

1968

宇治市五ヶ庄に超高圧電子顕微鏡室を竣工
化学研究所が統合移転

1971

極低温物性化学実験室の竣工

1975

微生物培養実験室、中央電子計算機室の設置

1981

核酸情報解析施設の設置

1983

核酸情報解析棟の竣工

1963年 酸化物微粒子に関する研究の開始

新しい金属酸化物を作る研究も行われ、化粧品やビデオテープの開発にもつながりました。



ファンデーションの粉
ビデオテープ



1979年 銅フタロシアニンの構成原子像を撮影

新しく設置した大型の電子顕微鏡、極低温超高分解能電子顕微鏡を使い、植田 夏教授らは、世界で初めて銅フタロシアニンの分子中の原子配列を撮影することに成功しました。



1980年 DNA 実験室が竣工

日本で一番早く、DNAの塩基配列解析を始めました。その後、多くの日本の研究者にその手法を伝えました。



DNA 二重らせん

2000

事務部が宇治地区事務部に統合

2001

バイオインフォマティクスセンターの設置

2002

寄附研究部門プロテオームインフォマティクス（日本SGI）研究部門の設置（～2005）

2003

9研究大部門3附属施設となる
元素科学国際研究センターの設置

2004

5研究系3センター体制に改組
先端ビームナノ科学センターの設置
総合研究実験棟の竣工

2005年 「一家に1枚 元素周期表」 文部科学省発行

化学研究所が中心となって、一般の人にも興味深く、親しみやすい元素周期表の制作に協力しました。多くの人に化学の素晴らしさをもっと知ってもらいたいと考えたからです。



2015年 「一家に1枚 くすりの形」 文部科学省発行

薬のカタチを通じて化学構造式に興味をもってもらうことを目的として化学研究所とiCeMSの協力のもと作成されました。このポスターは、同年4月に全国の小中学校4万校に配布されました。



2011

寄附研究部門ナノ界面光機能（住友電工グループ社会貢献基金）研究部門の設置（～2015）

バイオインフォマティクスセンターを改組

2012

「日本のビニロン工業の発祥を示す資料」化学遺産認定

2013

「フィッシャー・トロプシュ法による人造石油製造に関わる資料」化学遺産認定

モノクロメータ搭載原子分解能分析電子顕微鏡を導入

2016

「日本の高圧法ポリエチレン工業の発祥を示す資料」化学遺産認定

第2期「化学関連分野の深化・連携を基軸とする先端・学際研究拠点」が活動開始

元素科学国際研究センターを改組

理

有機元素化学

教授 時任宣博

酸素 (O)、窒素 (N)、炭素 (C)、水素 (H) といった一般的な軽い元素が結びついた「ごくありふれた化学物質（ベンゼン、ケトンなど）」の構成元素を、性質の違う重い高周期の元素、硫黄 (S)、ケイ素 (Si)、リン (P) など置き換えた、これまでまだ知られていなかった新しい化合物を作り出しています。

高周期の元素で置き換えた化合物は…

★1970年代

すぐにいろんなモノと反応してしまうため、安定な形で取り出せなかった…

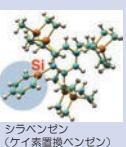
★現在

化合物の不安定な箇所をブロックする**立体保護基**が使われるようになり、取り出せるようになった。



時任研究室の世界初！

時任研究室は、他の分子との反応をブロックする、より優れた「**立体保護基**」の研究に取り組み、「**Tbt 基**」「**Bbt 基**」を開発。周囲の分子と反応してしまい不安定だった化合物を、手に取れるほど安定な化合物として合成しています。世界で初めての結合をもつ化合物をたくさん合成しています。



工

構造有機化学

教授 村田靖次郎

炭化水素という有機化合物を対象に、ありふれた化合物の枠を打ち破った、これまでにない構造を持つ炭化水素分子を創って研究しています。サッカーボールのように、炭素原子が60～70個つながったフラーレンの中に水素分子を取り込む手法が世界初として注目されました。

炭素分子のいろいろ

●炭素原子が…

★立体的に動くすまなく結晶化して並んでいる。



ダイヤモンド

★平面的にきれいに並んでいるが剥がれやすい。



えんぴつの芯

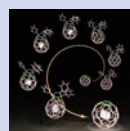
★中が空洞になったサッカーボール状の立体構造。



フラーレン

村田研究室の世界初！

右の図は60個の炭素原子からなるボール形の分子内部に、水素分子1個を取り込む様子です。化学反応により、炭素8個分の開口部を徐々に13個分に広げ世界で初めて「**分子手術**」を成功させました。現在は分子2個に挑戦中。



新しい物質を創る研究

世の中にまだない物質を創って、その構造や機能、性質を解明します。

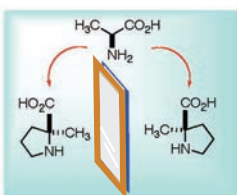
薬

精密有機合成化学

多くの分子は鏡に写した時、重なり合わないキラリな構造をとります。アミノ酸や糖など、人体や生き物に必要な生体成分の多くが、キラリな構造をしています。私たちは、今までに存在しなかったキラリ分子を独自の方法で作っています。

キラリ構造って？

分子を構成する元素の並び方や、その形状が、鏡に映したとき、重なり合わない構造を**キラリ**といいます。



研究室の世界初！

触媒を使わずにキラリ分子を創る

キラリな分子を作るには通常キラリな触媒やキラリな反応剤が必要である所、天然アミノ酸から直接、触媒を用いず、**新しいキラリ分子**を作り出すことに世界で初めて成功しました。この方法ではひとつのアミノ酸から鏡に映る両方のキラリ分子を作ることができます。

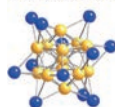
理

精密無機合成化学

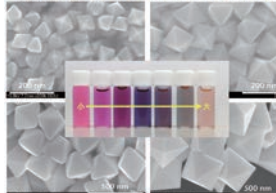
教授 寺西利治

溶液中で無機物質（金属やイオン結晶）の小さな粒子を作製しています。その大きさ、形、原子配列を精密に制御することで、小さい粒子ならではの様々な性質が出現します。最終目標は、高性能な電子デバイスや、水から水素を取り出す触媒などを作製することです。

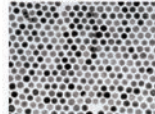
25個の金原子からなる粒子



30～300 nm (ナノメートル) の正八面体金粒子と色の変化



6.8 nm (ナノメートル) の金粒子



寺西研究室の強みと挑戦！

無機物質からなる粒子の大きさや形をきれいに揃えて作れます。無機物質が小さくなって初めて出現する性質を世界で初めて発見することに挑戦しています。

材料機能化学研究系

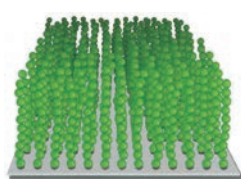
工

高分子材料設計化学

教授 辻井敬亘

たくさんの小さな分子が一列につながって一つのひも状の大きな分子を形作るものを総称して「高分子」と呼んでいます。例えばペットボトルやスーパーの袋などプラスチック製品は、そういった「高分子」からできています。それら高分子をいろいろな方法で合成し、有益機能を兼ね備えた新材料としての開発を進めています。

↓濃厚ポリマーブラシ



分子の結合を下から順に行儀良く連ねさせた新しい高分子構造の設計に成功しました！
柔らかなブラシ状のポリマーです。

辻井研究室の世界初！

従来は高分子がつながる過程でブラシの毛先面が丸くなりがちでしたが「リビングラジカル重合」という方法を利用することで世界で初めて伸びきった分子の連なりを実現させました。

工

高分子制御合成

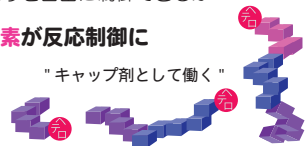
教授 山子茂

パソコン本体やマウス、キーボードなどの樹脂や電子材料にも「高分子」は欠かせませんが、原子がたくさん一列につながるその構造を制御することは非常に困難です。大きさが長さ、三次元的形状に至るまでより優れた材料としての「高分子」を思い通りに合成できる新しい技術を開発しています。

TPO に応じた適度な大きさの分子を作るには、原子の連なりを自由に制御できるかが鍵。

高周期ヘテロ元素が反応制御に大きな役割！

“キャップ剤として働く”



山子研究室の世界初！

元素周期表の下の方にある元素テルルやビスマスは「高周期ヘテロ元素」といわれ、すぐにいろいろな物質と反応してしまい、不安定で、高分子合成には不向きとされてきました。山子教授は「ほかの人がやったことのない反応をやってみよう！」とテルルを使って挑戦、見事これらの元素に影響をおよぼすラジカル反応（不對電子に誘起されて起こる反応）の制御に優れていることを実証しました。

さまざまな材料をナノスケールで設計

*ナノスケールの小さな物差しで新しい材料を自在に設計、合成します。

※1ナノメートルは10億分の1メートルです。

工

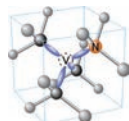
無機フォトニクス材料

教授 水落憲和

宝石の王様として知られるダイヤモンドを用いた研究を行っています。炭素からできているダイヤモンド中には様々な不純物を混入させることができます。私たちが研究している NV 中心もその中の一つです。NV 中心は炭素が抜けてできた空孔 (V) と窒素 (N) の対かになります。一つ一つの NV 中心は光学的に室温で観測でき、かつ NV 中心が持つ一つ一つのスピンを室温で操作・光学検出できることから、NV 中心は量子情報、超高空間分解・超高感度センサー、バイオマーカー等の幅広い分野において非常に注目されています。

一つ一つの光子、スピン、電荷をダイヤモンド中の発光中心を用いて室温で操る！

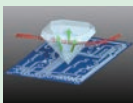
超高空間分解・超高感度センサーや、安全な通信、超高速計算機などへの応用も期待



ダイヤモンド中の NV 中心

水落研究室の誇り！

ダイヤモンド中の発光中心を用い、一つ一つの光子を電気的な制御で放出すること、一つ一つのスピンを制御して量子力学特有の状態を創り出すこと、一つ一つの電荷を制御することに室温で成功してきました。



理

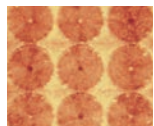
ナノスピントロニクス

教授 小野輝男

電子は、電荷とスピンという二つの自由度を持っています。私たちは、その両方の自由度を利用して新しい電子材料の開発を目指すスピントロニクスの研究を行っています。この分野は、基礎研究が応用開発へと直結する物質科学研究として、世界的に急速に発展しており、2007 年のノーベル物理学賞はこの分野の発見に与えられました。私たちはナノテクノロジーを駆使して金属や半導体の人工物質を作り出し、スピン注入による物性制御や量子状態制御など、次世代の電子材料の基盤技術となる研究を行っています。

ナノテクノロジーを駆使した人工物質で、電子のスピンと電荷の自由度の両方を活用する！

「スピン」+「エレクトロニクス」=スピントロニクス



小野研究室の世界初！

1. 磁場ではなく、電流で磁石の向きを反転する技術を開発しました。
2. 半導体の主役シリコン（ケイ素）に強い電場をかけることで、巨大磁気抵抗効果を発見しました。

薬

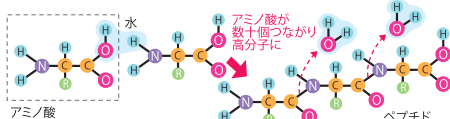
生体機能設計化学

教授 二木史朗

「ペプチド」はアミノ酸が鎖状に結合したもので、人体において様々な生理活性作用を持っています。この研究室では、細胞、遺伝子に直接働きかける新しいペプチドをつくり出し、生命現象の理解や新薬開発の手がかりとなる研究に取り組んでいます。

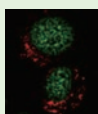
ペプチド（ペプチド結合）ってよく聞けど何？

→アミノ酸同士が水を放出して**結合**し（脱水縮合）、アミノ酸が**数十個程度繋がった分子**を「**ペプチド**」といいます。



二木研究室の挑戦！

アミノ酸の連結体である「ペプチド」を機能的にデザインして、様々な薬物を細胞内に効率よく取り込ませる方法を研究中です。新しい薬物送達法、あるいは細胞機能の研究法として期待されています。



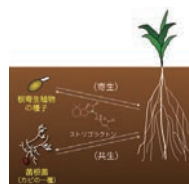
農

生体触媒化学

教授 山口信次郎

私たち人間の体の中ではさまざまなホルモンが働いています。アドレナリンやインスリンはホルモンの仲間です。一方、植物にもホルモンが存在し、「植物ホルモン」と呼ばれています。植物ホルモンは動物のホルモンとは異なる化合物群で、植物が生産し自身の生長や形態をコントロールしています。当研究室では、植物ホルモンがどのように作られ、どのように働いているのかを研究しています。

植物ホルモンの中には体外に分泌されて、他の生物とのコミュニケーションにおける信号物質として働くものもあります。「**ストリゴラクトン**」は根から分泌されて、植物の養分吸収を助ける**菌根菌**と呼ばれるカビとの共生を促進しますが、同時に植物の根に寄生して養分を奪って生長する**根寄生植物**の種子の発芽を誘導してしまいます。



山口研究室の挑戦！

根寄生植物は、アフリカをはじめとする世界の多くの地域で農業に甚大な被害を及ぼしています。私たちは根寄生植物の被害を受けにくくするのに役立つ化合物や作物の創出を目指しています。



生き物の不思議を化学で解明！

ヒト、植物から微生物にいたる様々な生物のなりたちや仕組みを化学の目で明らかにします。

理

生体分子情報

教授 青山卓史

植物は各部位によって細胞の形が異なっていたり（写真）、特殊な環境に適応した植物は、虫に触れると葉を閉じたり（食虫植物）、さわると垂れる（オジギソウ）などの機能が備わっています。細胞の形態形成や機能発現に遺伝情報がどのように関わっているかを、遺伝子組み換え植物を用いて研究しています。



幼苗の茎、葉、花びらの表面を走査型電子顕微鏡で調べたのが下の画像。個々の細胞形態の違いには遺伝情報が関係しています。

青山研究室の伝統

今や日本全国の病院や研究機関で可能となった各種遺伝子の解析。その代表的な技術であるDNA塩基配列の決定を日本で初めて実践する等、遺伝子研究のさきがけを担ってきた研究室です。



医

ケミカルバイオロジー

教授 上杉志成

生物の営みは驚くべき化学反応そのものです。ということは、化学の力で生き物を理解することができます。この研究室では細胞や生き物を操ることのできる化合物を「化合物ライブラリー」から見つけ出しています。このような不思議な化合物を利用して化学の力で生き物や細胞の仕組みを理解します。

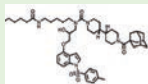
小分子化合物の図書館！

上杉研究室の研究用冷凍庫の中には、約7万種類の化合物が準備されていて、いろいろな実験を通して、細胞や生き物に不思議な効果を起こす化合物を見つけ出すことができます。



上杉研究室の発見！

レンヂの形をした
レンヂノロール



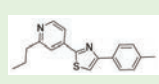
遺伝子の発現を操る化合物

ダンベルの形をした
アドヘサミン



細胞を接着したり外したりできる化合物

ひよりの形をした
ファストスタチン



脂肪が合成されるのを抑制できる化合物

化学の力を駆使して生き物を理解する学問

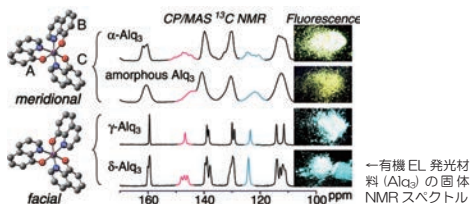
環境物質化学研究系

工

分子材料化学

教授 梶弘典

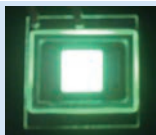
「有機 EL (エレクトロルミネッセンス)」の光は、消費電力が少なく、環境負荷の少ない、高効率の光。新時代のデバイスとして実用化が始まりつつありますが、基礎的なことはまだまだ解明されていません。そのデバイス特性と分子構造の関連について解明すべく研究しています。



梶研究室の研究！

有機 EL の光の謎に迫る！

有機 EL の発光材料を核磁気共鳴装置 (NMR: 強い磁石を使った測定装置) で解析。分子の構造により、発光の色も変化します。



理

水圏環境解析化学

教授 宗林由樹

海や湖の微量元素は、水の循環、化学反応、生物活動などを研究するうえで、かけがえのない手があります。私たちは、多くの元素を同時に測定する方法、元素の同位体の比を精密に測定する方法などを開発し、それを用いて海洋や湖の環境を研究しています。

白鳳丸 (はくほうまる) などの研究船を利用して世界で観測を行います。写真は太平洋での採水です。さまざまな深度から採取した貴重な海水を揚収しようとしています。



宗林研究室のうらはなし

南極海での調査では、氷山のまわりの浮氷も採取します。余った氷は、オンザロックで。1 万年前の水の味です。



地球規模のエコロジーを見据えた研究

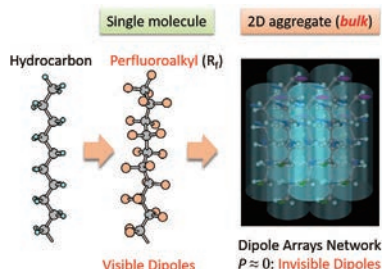
地球がもたらす恩恵、自然の美とめぐみ、生き物の奇跡など環境調和を目指した研究です。

理

分子環境解析化学

教授 長谷川 健

材料の物性の多くは表面の分子構造で決まります。電子デバイスなどの表面構造を詳しく理解することは、物性を期待した材料開発に不可欠です。私たちは、とくに非晶質薄膜材料の構造を詳細に描き出せる pMAIRS 法の開発を通じて、材料の示す物性の根本理解に取り組んでいます。



長谷川研究室の世界初！

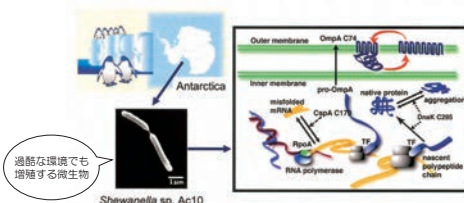
材料表面の性質や構造をわかりやすく描き出す pMAIRS 法 (p 偏光多角入射分解分光法) を開発しました！フッ素化学の根本理解にも道を開きつつあります。

農

分子微生物科学

教授 栗原達夫

微生物は長い進化の過程で地球上のあらゆる場所に生息域を広げました。それらは私たちの暮らしや豊かな地球環境の形成に欠かせない大切な役割を担っています。この研究室では、さまざまな環境から新しい微生物を見つけ出し、それらの生命活動を支える分子基盤を調べるとともに、応用開発に取り組んでいます。



上の図解は、南極の海水から見つかった微生物が低温環境を生き抜くメカニズムです。

栗原研究室のエコ挑戦！

微生物や酵素を使った環境に優しいモノ作りの方法を開発しています。環境浄化に役立つ微生物や酵素の研究も行っています。

I

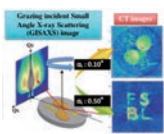
高分子物質科学

教授 竹中幹人

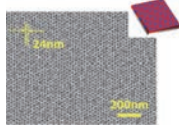
たくさんの分子が連なった物質を高分子と呼んでいます。化学的・物理的に制御して作られた高性能、高機能の高分子について、その全体および部分の形状や構造を中性子やX線、光を使って分析したり、光、電子、原子間力を駆使した顕微鏡で精密な解析を行っています。

研究対象となる高い機能や性能を持った高分子構造

高分子混合系およびブロック共重合体薄膜の相転移
ガラスの破壊現象 誘導自己組織化（メモリーの高性能化）
高分子充填系（タイヤ）



GI-SAXS CT法による表面ナノ構造分析。



誘導自己組織化により作成されたハーフピッチ12 nmの高精度ナノパターン。

竹中研究室の挑戦！

新たな知見から得られるブレークスルー

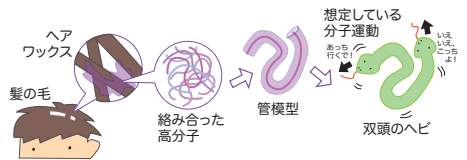
高性能高分子が持っている構造的特徴を四方八方から分析し、それらの優れた特性との関わりを探るべく研究しています。

I

分子レオロジー

教授 渡辺 宏

身の回りには歯磨き粉、マヨネーズ、ガム、クリームのような、固体と液体の中間のような物質が溢れています。そのような物質の、流動したり変形したりするときの性質を調べる学問を「レオロジー」と呼びます。本研究室では、この性質と分子運動の関係を様々な手段で調べています。例えばガムやヘアワックスは高分子の濃厚な液体ですが、そこではたくさんのひも状の高分子が絡みあって、ヘビのように運動しています。



渡辺研究室の挑戦！

様々な物質のレオロジーの性質を分子レベルで理解し、予測することを目指しています。写真は高分子の運動を理論的に計算するシミュレーションの例です。



化学の最先端に多角的に挑戦！

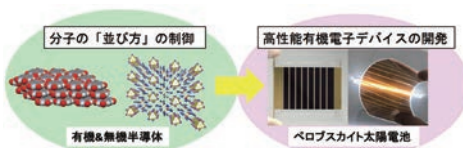
どんどん進歩する科学技術の最先端で、さらにその先を目指した学術的、技術的な開拓に挑んでいます。

理

分子集合解析

教授 若宮淳志

有機半導体は、太陽電池、発光ダイオードなどの様々な有機電子デバイスに使われている重要材料です。これらのデバイスの性能は、有機半導体分子の電子的な性質だけでなく、薄膜状態での分子の並び方、つまり分子がどのように集合体を構成するかに大きく依存します。本研究室では、独創的な分子設計を切り口に、その分子の並び方の制御に取り組んでいます。より良い並びを実現することで、有機電子デバイスの高性能化に挑戦しています。



若宮研究室の挑戦！

独自の分子設計により、分子の並び方をきわめます！この技術を最大限に利用して、高性能な「塗って作れる太陽電池」の開発に挑戦しています。

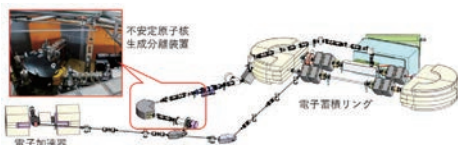
先端ビームナノ科学センター

理 粒子ビーム科学

教授 若杉昌徳

電子やイオンを加速器で加速し高エネルギー量子ビームにして、地上には存在しない不安定な原子核を生成してその特性を調べます。大きさや形や質量を精密に調べることで、地上の元素が、宇宙のどこで、いつ誕生したか、という謎を解く研究です。自由に元素を作り出せる錬金術のような技術を使って、未知の元素を作り出す新しい方法を研究します。

世界で一台しかない不安定原子核を直接観る電子顕微鏡



若杉研究室の挑戦！

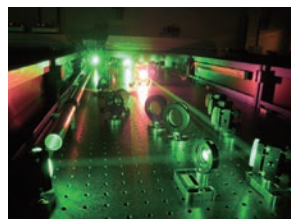
新しい元素合成の方法を開発します。従来は安定な原子核を壊して不安定な原子核を生成していましたが、できた不安定な原子核をさらに反応させることによって未知の原子核を合成する世界初の技術に挑戦します。



理 レーザー物質科学

「短パルスレーザー」は、短いビームにエネルギーを凝縮した非常に大きいパワーのレーザーです。この装置を使って微細加工や、各種物質の改質・創成、放射線発生の研究に取り組んでいます。物質科学の解析分野でも大活躍、物質に秘められた構造を探ります。

高強度レーザー装置
T⁶ レーザー



研究室のひかイチ装置

短パルスレーザーを風船にあてると、あら不思議！割れずにしぼみます。透明な水にあてると紅色の光が現れます。強力なレーザー装置です。



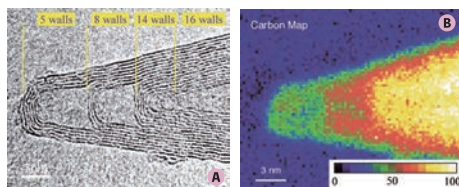
いろいろなビームで科学を発展させる

イオンや中性子ビーム、レーザー、電子線、X線などのビームを自在に操る技術を開発し、これらを用いて、さまざまな物質内の世界を探索することにより物理、化学、生物の分野に貢献しています。

理 複合ナノ解析化学

教授 倉田博基

日本有数の超高分解能透過電子顕微鏡や極低温電子顕微鏡がある研究室。物質の構造を高分解能で観察する (A) と同時に、試料を透過した電子のエネルギーを測定することにより、原子の種類や存在数を示す画像 (B) を取得し局所の化学分析を行っています。また、結晶内の原子配列構造を直接観察しながら、原子スケールでの結合状態の研究に取り組んでいます。



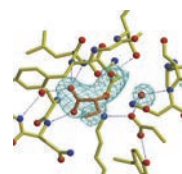
倉田研究室の挑戦！

電子顕微鏡を用いた、分子像の観察を続けています。2012(平成24)年には、世界で初めて、有機結晶中の炭素や窒素などの軽い原子を電子顕微鏡で観察することに成功しました。



理 原子分子構造

生物が生きるために必要な様々な働きをするタンパク質分子の立体的な構造を、X線結晶構造解析により原子レベルで観察し、タンパク質の構造 (形) と機能 (働き) の関係を明らかにする研究を行っています。タンパク質を高純度に精製して結晶化し、結晶へのX線照射で生じる回折像を基に計算し電子密度図を得て、タンパク質の立体構造を決定します。



反応の途中段階を擬似的にトラップした酵素の活性部位構造



サブユニット間の相互作用が増加している耐熱性タンパク質分子の全体構造

研究室の挑戦！

決定したタンパク質分子の立体構造を観察し、酵素が基質を認識する様式や反応を触媒するメカニズムの解明、高温・低温等の極限環境下で生育できる微生物のタンパク質が採っている適応戦略の解明等を目指しています。

工

有機分子変換化学

教授 中村正治

薬や農業、電子材料など、我々の生活を豊かにする有機分子を、鉄などのありふれた金属元素や、森林資源などの炭素源を活用する新しい合成法で創り出します。アミノ酸やペプチドなどの生体分子を活用した新しい分子触媒も創り出します。人類にも自然にも寄り添う「未来」化学反応を実現します。

どこにでもある原料から
新反応を使って…

より好い世界の
為の新しい分子
を生み出す



精密鉄触媒化学：高効率有機分子変換

人工元素触媒：金属ナノクラスター機能開拓

森林化学産業：木質分子変換による未来化学産業

中村研究室の強み！

自然界のどこにでもある元素や分子を材料に、触媒などの機能を持ったさまざまな化合物を作り出します。

理

先端無機固体化学

教授 島川祐一

鉄、コバルト、ニッケルなど遷移金属と呼ばれる元素を含んだ酸化物材料を使って、将来の電子デバイス部品となるような新しい機能性材料の開発を目指して研究を進めています。

特殊な物質合成
手法の活用



高压合成：高い圧力を加えて物質合成をすると、カーボンがダイヤモンドとなるように、普通にはできない新しい材料を作り出すことができます。

薄膜作成：原子1層ずつを積み重ねるようにして、ナノスケールレベルの非常に薄い膜を作ることができます。

島川研究室の強み！

高压合成法を使うと、珍しい状態のイオンを含んだ酸化物や変わった結晶構造の物質などが作れます。また、酸化物薄膜では、積み木を積むように自然界にはない酸化物を原子レベルで設計し作製できます。



元素の特性を活用して新たな物質を生み出す

元素の特性を見極めて、これまでとは違う視点から新しい物質を生み出しています。

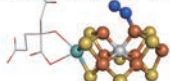
工

錯体触媒変換化学

教授 大木靖弘

数個から数十個の金属原子が集まってできる、「クラスター」を研究しています。自然界では「クラスター」が、温室効果ガス (CO₂) を取り込んだり、窒素ガス (N₂) から植物が育つのに必要な窒素源 (NH₃) を生み出すために使われています。私たちは、見た目にも美しいこのような構造を原子レベルで制御して作り、自然界で起こる反応を人工的に再現しようと試みています。

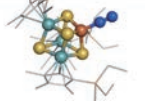
窒素を還元するクラスター



- ・気体に含まれる窒素を捕捉！
- ・窒素還元触媒として機能！

シンプル化

化学合成したモデル



大木研究室の世界初！

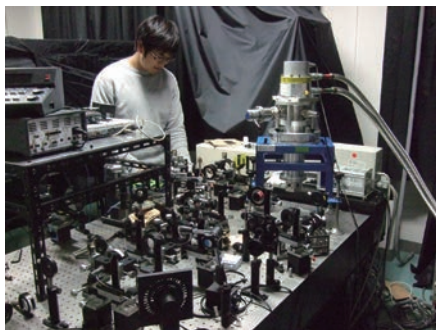
金属と硫黄からなるクラスターを使って、世界で初めて触媒的な窒素 (N₂) の還元成功しました。また、鉄やコバルトを使ってナノクラスターを作る、新しい方法を開発しています。

理

光ナノ量子物性科学

教授 金光義彦

光を使ってナノメートルスケールの世界で起こる量子の現象 (ナノサイエンス) の研究を進めています。半導体の小さな粒子やカーボンナノチューブといった新しいナノサイズの物質の特徴を、顕微鏡やストロボ光で分析し、新しい性質を見出しています。



金光研究室の挑戦！

特殊な光を使って物質の新しい性質を解明しています。

バイオイノフォーマティクスセンター

理
薬

化学生命科学

教授 緒方博之

細胞・生体・生態系など高次の生命システムがどのように機能し周囲の環境と相互作用しているのか、分子から地球環境までの視点で研究しています。具体的には、ウイルスや単細胞藻類のゲノム解析・海洋微生物の生態と環境への影響・薬剤と腸内細菌フローラの相互作用・プロテオーム解析など、広範な生命現象を相手に研究を進めています。一見役に立たないように見える生命系でも「おもしろい」に執着し、新たな知の地平線を切り開くことを目指します。



最新のゲノム情報と解析環境を世界に発信しています。
ゲノムネット
<https://www.genome.jp/>

緒方研究室の挑戦！

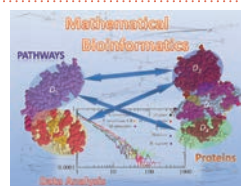
新しい生命体といわれる「巨大ウイルス」を研究し、「ウイルスなくして生命は存在しない」との仮説を検証しています。

情

数理生物情報

教授 阿久津達也

生命体の遺伝子情報が、それぞれどのように結びついて、現象として現れているかを数理的な原理にたちもどって理解していこうとする研究室です。具体的には、遺伝子やタンパク質のなすネットワークの解析や制御、RNAやタンパク質の立体構造の解析や推定、化合物の設計支援手法などの研究を行っています。問題の定式化から始め、計算精度に理論的保証のあるアルゴリズムを開発するという研究スタイルにこだわりと特徴があります。



阿久津研究室の強み！

流行の研究テーマはなるべく避け、少し現実離れた世界でも数グループしか研究していないようなテーマを主に研究しています。従事する研究者の数は少ないですが、これらの研究が生命科学の概念を変える新発見につながるかと信じています！

計算機により生命科学の新発見を！

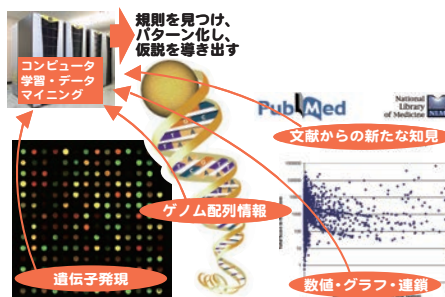
生命や遺伝子の不思議を、最先端のコンピューター技術を使って解き明かしています。

薬

生命知識工学

教授 馬見塚 拓

実験技術の進歩や大規模プロジェクトの進展によって蓄積された、遺伝子や生体分子に関わる大量なデータ。それらに秘められた規則やパターンを効率的に抽出する新技術を計算機科学、統計科学を用いて開発しています。



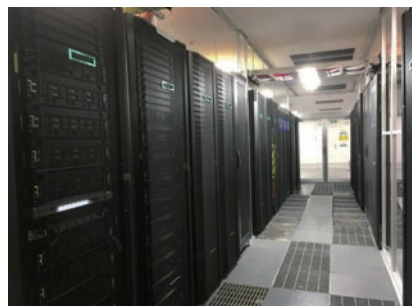
馬見塚研究室の挑戦！

パターンや法則を導き出す、計算機科学と統計科学の技術を、遺伝子や生体分子ネットワーク（パスウェイ）の新たな知識発見や情報検索に応用、実践しています。

ゲノムネット推進室

教授 緒方博之（兼任）

ゲノムネット推進室は、計算化学と計算生物学を支援する豊富なアプリケーションとデータベースを提供する化学研究所スーパーコンピュータシステムを維持管理しています。また、生命情報の統合データベース、ゲノムネット (<https://www.genome.jp/>) を開発し、生命科学研究者や一般の方々に提供しています。



碧水舎

化学研究所 90 周年記念事業の一環として誕生した「碧水舎」は、旧陸軍の火薬庫として建設されました。その後京都大学教養部の講義棟として、昭和 43 年の化研宇治移転の後は、無機材料化学系の窯業化学実験工場として使用され、長年にわたり宇治地区で重要な役割を担ってきた歴史ある建造物です。



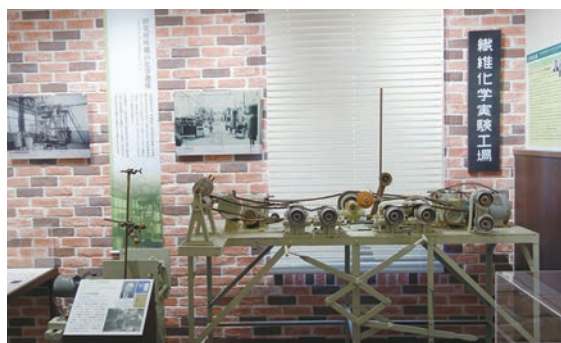
碧水舎は、約 50 人収容のセミナー室と、化学研究所の歴史と業績を周知する歴史展示室を兼備したユニークな多目的集会施設です。平成 28 年度に耐震改修工事を完了し、利用開始しました。



歴史展示室には、化学研究所創立当初の特許に関する資料や、日本化学会より「化学遺産」に認定された資料など、化学研究所の歴史を物語る貴重な品々を展示しています。



閲覧コーナーでは、化学研究所講演集に収められた湯川秀樹の講演記録や児玉信次郎研究室に在籍していた福井謙一の論文、武居三吉の直筆原稿、「人造石油に関する研究日誌」（化学遺産）など（いずれも複製）を手に取ることができます。



「日本のビニロン工業の発祥を示す資料」（化学遺産）



「フィッシャー・トロプシュ法による人造石油製造に関わる資料」（化学遺産）と、「日本の高圧法ポリエチレン工業の発祥を示す資料」（化学遺産）

歴史展示ミニコーナー

所長会議室の一角に設置されている歴史展示コーナーでは、人造石油合成の触媒の実物を展示しているほか、「羊毛様合成一号製造工場計画書」の複製本を手にとることもできます。



化学研究所所蔵の歴史的成果

化学研究所は、化学分野における歴史的業績を数多く残してきました。その一部を紹介します。

日本のビニロン工業の発祥を示す資料

ビニロン（合成一号）はポリビニルアルコールを原料とした国内初の合成繊維です。櫻田一郎教授[※]指導のもと、1939年に発表されました。それは、米国のデュポン社が合成繊維ナイロンを発表した翌年のことで、当時の日本としては驚異的な出来事でした。櫻田研究室は、1941年に中間試験工場を化学研究所に建設し、工業化に向けての実用試験を行いました。国内初の合成繊維工業の第一歩を踏み出したのです。その後、工業生産されるようになったビニロンは、制服等の衣服用途で用いられた後、現在は丈夫で薬品に強い特性を生かし、ロープやホース、コンクリート補強材など、産業用途を中心に世界で使用されています。（2012年3月26日化学遺産^{※1}認定）

※櫻田教授は当時、京都大学工学部所属で、化学研究所を兼任。櫻田研究室は、化学研究所に設置されていました。



羊毛様合成一号 製造工場
計画書

ビニロンは、ユニチカ株式会社（当時、大日本紡績株式会社）、および株式会社クラレ（当時、倉敷レイヨン株式会社）にて工業生産され、その工業化試験記録資料、試作糸資料や初期の糸（トウ）も同時に化学遺産に認定されました。

フィッシャー・トロプシュ法による人造石油製造に関わる資料



人造石油試験装置の一部

化学研究所には製造された合成石油や触媒の試料をはじめ、装置の設計図、実験報告書、実験ノート、写真などが残されています。

人造石油に関する研究と工業化は、戦前・戦中の日本での石油不足を解消するために国策として進められました。京都帝国大学の喜多源逸研究室では、1927年から児玉信次郎により、フィッシャー・トロプシュ法（FT法）触媒の基礎的研究が開始され、手に入れやすく、安価な鉄系触媒を開発しました。化学研究所で中間工業試験が開始された後、北海道人造石油の留萌（るもい）研究所で加圧式による工業試験が成功しました。その後1944年8月に、北海道滝川市で鉄を触媒とした本格炉での試運転が始まりましたが、まもなく終戦を迎えます。これは戦後の石油化学工業につながる事業であり、京大では燃料化学科の設立、ならびに学界、産業界に有為な人材を送り出したことにつながりました。

（2013年3月23日化学遺産^{※1}認定、2021年9月14日重要科学技術史資料^{※2}登録）

日本の高圧法ポリエチレン工業の発祥を示す資料

ポリエチレンの一種である高圧法低密度ポリエチレンは、優れた高周波絶縁性能をもち、第二次世界大戦中はレーダー製造に不可欠な材料でした。日本でも、1943年から海軍の委託を受けて、野口研究所・日本窒素肥料、京都大学一住友化学工業、大阪大学三井化学工業の3グループで研究されました。1945年1月には、日本窒素肥料水俣工場で小規模に工業化されましたが、同年5月、空爆により設備が完全に破壊されました。戦後、京都大学で研究が再開され、1951年から1953年に連続中間試験が行われました。その後、この研究を基礎に、英国のICI社から導入した技術をもとに住友化学工業株式会社が工業化試験設備を建設し、稼働させました。これは、日本での本格的な石油化学工業開始の一つとなりました。

（2016年3月26日化学遺産^{※1}認定、2017年9月12日重要科学技術史資料^{※2}登録）

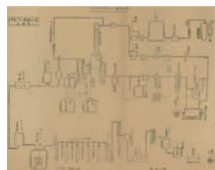


ポリエチレン工場のアル
バムより液化エチレン
精留塔の写真

モノビニルアセチレン法による合成ゴム



合成ゴム試作品



合成ゴム製造工程図

天然ゴムは重要な工業材料ですが、原産地は東南アジアに限定されています。そのため、第一次世界大戦中の海上封鎖によって天然ゴムの入手が困難となったドイツで、天然ゴムに匹敵する高性能の合成ゴムの開発が始まりました。その後、各国で多種の合成ゴムが開発されましたが、その鍵は、合成ゴムの原材料のひとつであるブタジエンの工業的合成でした。

京都大学工学部の古川淳二名誉教授は、第二次世界大戦開始前に、この工業的合成について画期的な「モノビニルアセチレン法」を開発していましたが、さらに、この方法で合成したブタジエンとアクリロニトリルを原材料としてNBRと呼ばれる合成ゴムを量産する研究に着手し、1942年には、化学研究所において日産200kgの工業化試験に成功しました。この時のNBR試料が今回の化学遺産です。工業化試験の設備は、その後、住友化学工業新居浜工場に移設され、日本におけるNBRの工業的生産の礎となりました。

（2018年3月21日化学遺産^{※1}認定）

※1 化学遺産とは、公益社団法人日本化学会が「世界に誇る我が国の化学関連の文化遺産」として認定したものです。

※2 重要科学技術史資料とは、独立行政法人国立科学博物館が「科学技術の発達に重要な成果を示し、次世代に継承していく上で重要な意義を持つもの」や「国民生活、経済、社会、文化の在り方に顕著な影響を与えたもの」に該当する資料として登録を行っているものです。

化学研究所は 1926 年の創立以来、次のような考えをもって、日々研究・教育に努めています。

化学研究所は、その設立理念「化学に関する特殊事項の学理及び応用の研究」を継承しつつ、自由と自主および調和を基礎に、化学に関する多様な根元的課題の解決に挑戦し、京都大学の基幹組織の一つとして地球社会の調和ある共存に貢献する。(化学研究所の理念より抜粋)



宇治商工会議所 ご当地キャラ
チャチャ王国のおうじさま

勉強に疲れたら
宇治観光が
オススメでしゅ♪

宇治には世界遺産にも
登録されている平等院や
宇治上神社など観光スポット
がたくさんあります。



宇治市宣伝大使
ちはや姫

2021 年 9 月 発行

発行：京都大学化学研究所

企画・編集：京都大学化学研究所広報委員会

Web で京都大学化学研究所の最新情報を！

<https://www.kuicr.kyoto-u.ac.jp/>

