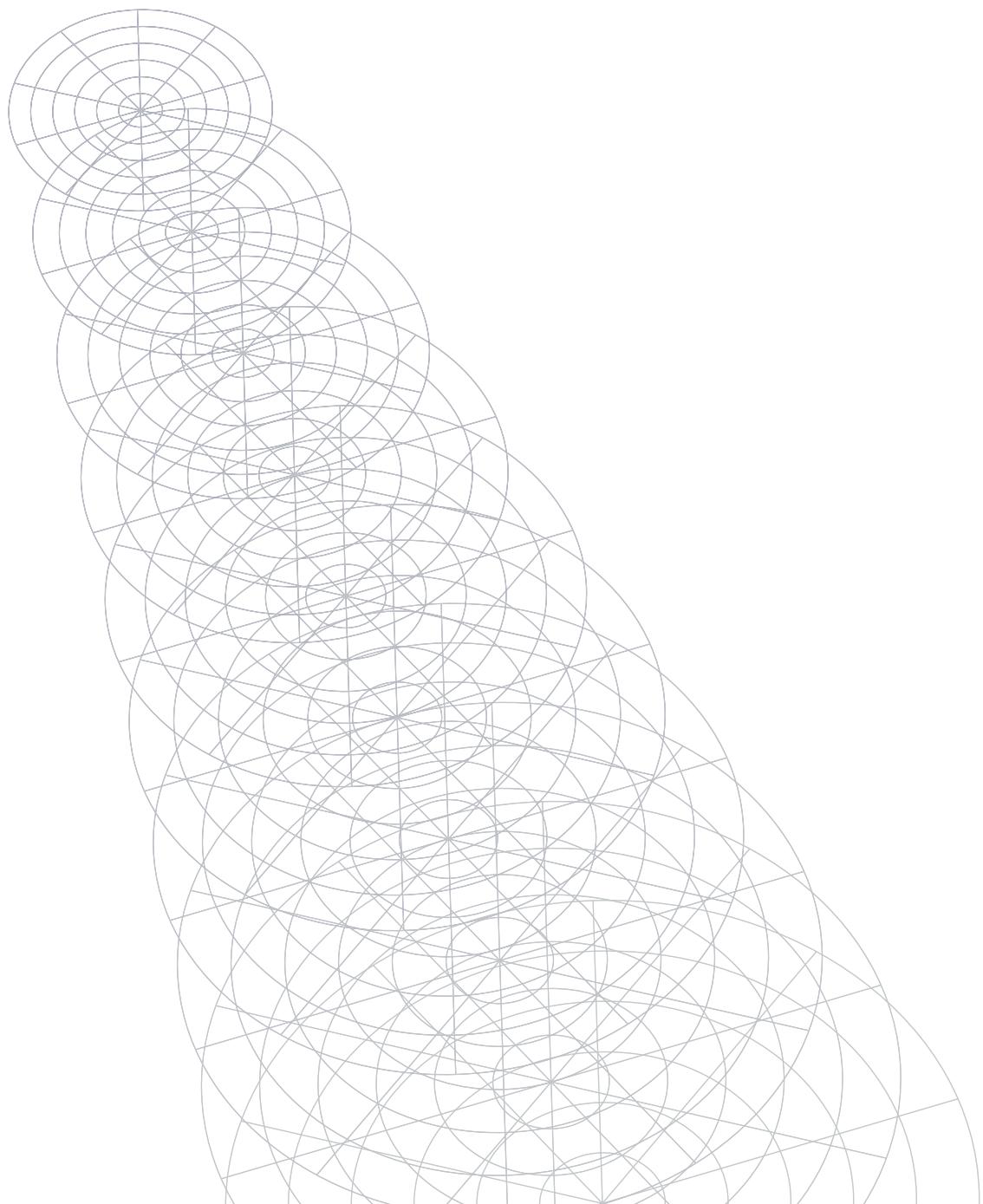


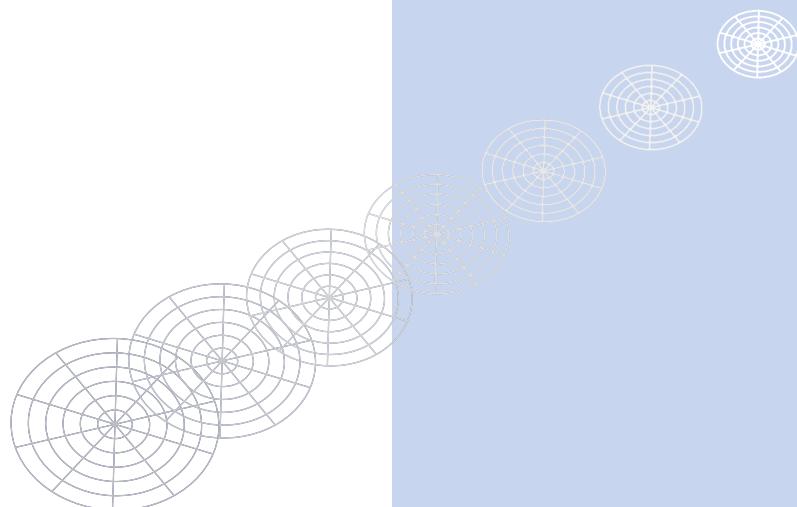
京都大学化学研究所創立80周年記念  
**終わりなき知への挑戦**  
—過去、現在、そして未来へ—

京都大学化学研究所創立80周年記念

# 終わりなき知への挑戦

—過去、現在、そして未来へ—



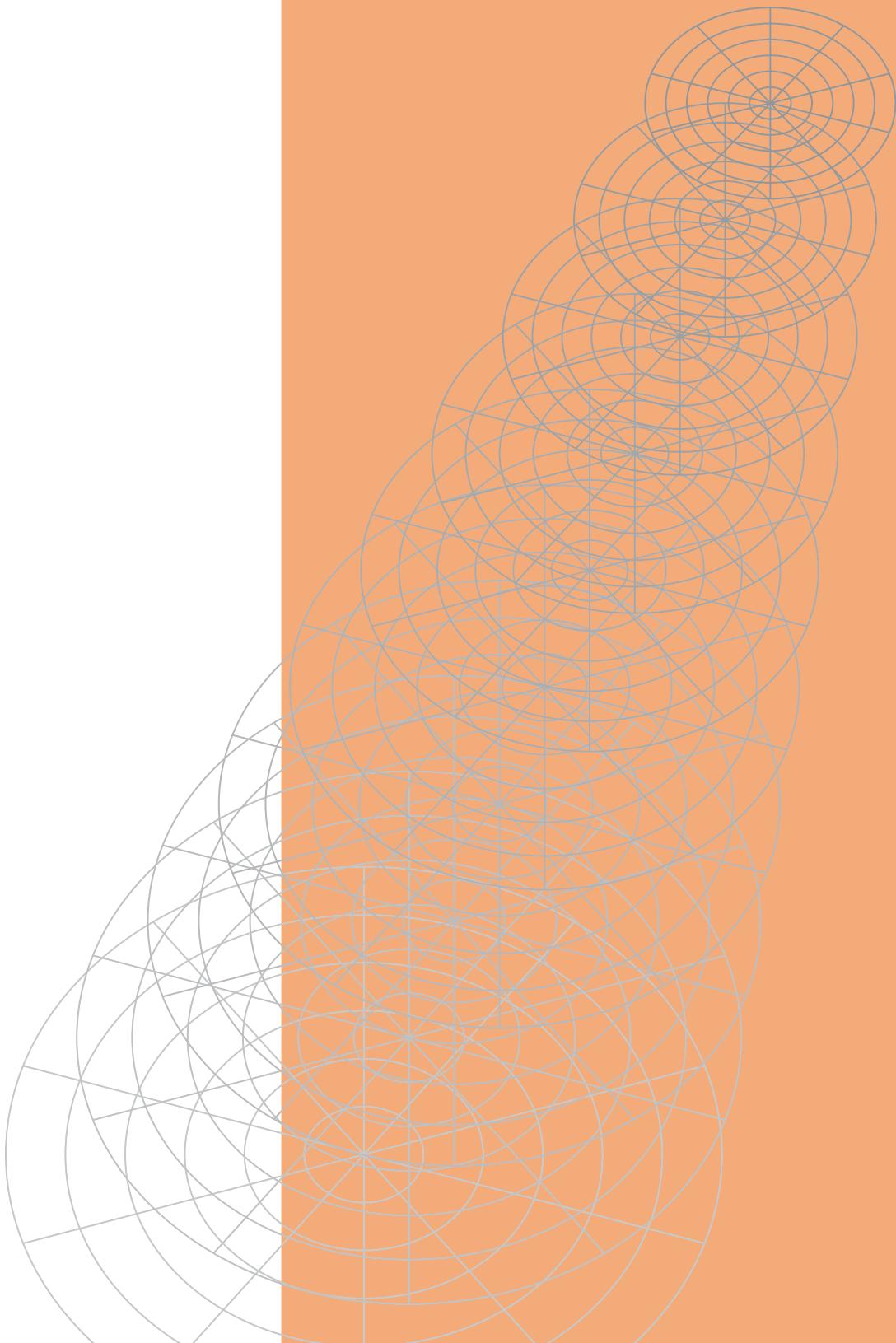


## 目次

80周年記念講演会要旨集	3
化学研究所 一過去・現在・未来	所長 江崎信芳 4
元素化学的視点に基づく新物質創製	教授 時任宣博 6
スピントロニクスの現状と展望	教授 小野輝男 8
ナノ物質と光 ー新しい展開と可能性ー	教授 金光義彦 10
ケミカルバイオロジーの潮流	教授 上杉志成 12
80周年記念展示会ポスター集	15
化学研究所	16
物質創製化学研究系	19
材料機能化学研究系	25
生体機能化学研究系	31
環境物質化学研究系	37
複合基盤化学研究系	43
先端ビームナノ科学センター	49
元素科学国際研究センター	55
バイオインフォマティクスセンター	61
80周年記念歴史展示ポスター集	67



# 80周年記念講演会 要旨集



# 化学研究所 - 過去・現在・未来

化学研究所 所長 江崎信芳

## 受け継がれる志

### - 化学研究所の過去 -

本年、化学研究所は創立80周年を迎える。第1次世界大戦の影響で輸入できなくなったサルバルサンの製造研究のために京都帝国大学理科大学附属化学特別研究所が設置され、それを母体として、かねてから切望されていた「化学総合研究機関」の設立構想を併せる形で化学研究所は設置された。理学、工学、医学、農学など、全ての学部の化学系教員が協力し、ボトムアップ的に設立された点が本研究所の大きな特徴である。設立後4半世紀は、専任教員のほとんどない、小さな規模の研究所であったが、その後大きく発展を遂げ、1962年からは大学院生の受け入れが始まり、1964年からは研究部門制が敷かれ、教員の大半が専任教員からなる現在の体制の基礎が確立した。その後、教員純増を伴う新部門や新たな附属施設の設置が認められて拡充を重ね、1992年に抜本的改組を行ったが、2004年に再改組して現在の体制となった。すなわち、それまでの9研究大部門3附属施設・センターを組み替えて、物質創製化学、材料機能化学、生体機能化学、環境物質化学、複合基盤化学の5研究系とバイオインフォマティクス、元素科学国際研究、先端ビームナノ科学の3センターよりなる「5研究系・3センター体制」とした。合計31の研究領域(=研究室)からなる、教員定数104名、大学院生約240名を擁する全国屈指の規模の附置研究所である。化学を中心しながら、物理学、生物学、情報学にも研究の巾を広げ、各研究室が属する大学院研究科は、理学、工学、薬学、農学、医学、情報学、人間・環境学の7研究科(専攻としては11)のいづれかとなっている。80年前の創設時に築かれた「多分野共同体」体制が今に受け継がれている。

化学研究所の設立目的は「化学に関する特殊事項

の学理および応用の研究」である。「特殊事項」は、先駆的、先端的、境界的、融合的な事項と捉えることができ、基礎であれ応用であれ、化学に関するこれらの事項について自由闊達に研究しよう、という主旨である。社会が求める先端領域は時代とともに変遷するが、化学研究所では常に各時代を先導する先端領域が内発的に育まれ、それぞれ優れた成果を挙げてきた。創立以来の「多分野共同体」体制が育んだ、研究の間口の広さと、基礎を重視する研究の奥深さが、これらの成果の基盤となっている。国立大学法人化前、第1期「中期目標・中期計画」策定に当たって、本研究所の「理念と基本的目標」を改めて検討し、理念については80年前の設立理念を継承することとした。化学研究所に対する一番の期待は、化学やその関連分野で傑出した研究成果を挙げることである。その期待に応えるためには、これまでの基本姿勢である「基礎重視、研究の自由、ボトムアップ」を堅持し、奥の深い研究を行うことが最も肝要である。「多分野共同体」というユニークな体制を活かし、研究科では遂行が困難な研究、研究科に馴染まない研究の推進によって特徴を示し、視野の広い世界トップクラスの若手研究者、大学院生を育ててゆきたい。常に「よい人事」を行って、優れた教員の確保に努め、最大限研究に専心できる「清々しい環境」を保持したい。そのためには、人事が停滞しないように適正な流動性を維持するとともに、研究スペースや資金の配分、そして経費や業務の負担が公平になるよう、しっかりした施策を実施する必要がある。



化学研究所  
高槻本館と前庭

江崎信芳（えさき・のぶよし）1949年生。1979年3月京都大学大学院農学研究科博士課程修了。京都大学化学研究所助手、同助教授を経て、1996年4月より京都大学化学研究所教授（環境物質化学研究系 分子微生物科学）。ゼレン生化学に関する先駆的研究により、森永奉仕会賞、日本農芸化学奨励賞などを受賞。日本生化学会理事、日本農芸化学会理事、日本生物工学会理事、IUPACバイオテクノロジー分科委員会委員などを歴任。2005年4月より京都大学化学研究所所長。



## さらなる発展に向けて — 化学研究所の現在・未来 —

化学研究所のさらなる発展を期し、次のような運営方針を立てている。平成19年4月1日から施行される学校教育法の一部改正に伴い、助教授は准教授に、助手は助教にそれぞれ全員移行させる。また、研究領域制を堅持するが、領域内教員の研究上の独立性については各領域主宰者の責任と判断に任せることとする。各領域とも、教授1、准教授（助教に振替可）1、助教1の人員配置を基本とするが、他大学等から転任・昇任してきた新任教授に対しては、これまで通り、助教あるいは教務職員ポストを重点配置する。一方、法人化前に施行した現行の化学研究所教員任期規定（助教授と助手は7年間、教授は10年間）には民法第626条に抵触する問題があるので、再検討する。これまで、間接経費は主に新任教授の研究室・実験室整備費などに充当してきた。今後も新任教授のスタートアップ支援を行うとともに、教員等にインセンティブを与えるために間接経費を積極的に使う。できる限り多くの間接経費を獲得するための施策を検討し、実施する。宇治4研究所（化学研究所、エネルギー理工学研究所、生存圏研究所、防災研究所）の相互協力により、各研究所ならびに宇治キャンパスのさらなる発展を図る。宇治4研究所と工学研究科の協力により採択された科学技術振興調整費「若手研究者の自立的研究環境整備促進プログラム（2006～2010年度）」に続き、さらに多くの連携事業に参加して活動の幅を広げる。近い将来、宇治地区研究所本館の耐震改修が実現すると期待される。その際、研究室・実験室等のいわゆる研究「スペース」を適切に再配分して、真に有効な「スペース」の利用形態を実現する。また、宇治地区本館の全ての部屋について電力等の使用量を個別に計量できるようにし、真に効率的な資源・エネルギーの使用を促す。産学連携に関し

ては、開発段階から企業と協力して、将来大きく成長しそうな「研究シーズ」を企業と一緒に探索し、真に有効な産学連携を実施する。

化学研究所には、「世界共同利用」の機能が実働し認識されている部署がある一方、全国共同利用に馴染まない部署もあり、化学研究所の全体を全国共同利用化するのは必ずしも適切ではない。しかし最近、化学研究所の将来を方向付けるのに重要な機軸となりうる研究機関のネットワークが形成されつつある。化学研究所のほか、分子科学研究所、東京大学物性研究所、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、東北大学金属材料研究所の連携によるこの「ネットワーク」に、理化学研究所を加えて拡充し、より充実を図りつつある。これらの全国共同利用研究所との連携による「コラボラトリ」システムを通じて、実質的に全国共同利用に貢献しようとしている。さらに、研究者コミュニティの相互協力による「化学系研究設備有効利用ネットワーク」の形成が企図されており、分子科学研究所を中心とする枠組みの中で、化学研究所は東近畿地域の世話役を務める予定である。化学研究所は、地域や全国の研究者コミュニティのため、より積極的に貢献したいと考えている。また学内では、主に理学と工学の化学者の「繋ぎ手」の役割を化学研究所が担い、吉田・宇治・桂の3キャンパスに分散した化学者を糾合する真の「Department of Chemistry」形成の要になることを願っている。



現在の  
化学研究所

# 元素化学的視点に基づく新物質創製

物質創製化学研究系  
有機元素化学 教授 時任宣博

## 元素の周期表と有機化学

「元素」とは、物質を構成する基本的な成分要素である。1800年代後半には、「元素を原子番号の順番に並べると似たような性質の元素が周期的に現れる」という「周期律」が発見され、1869年には、元素を周期律に従って配列した「周期表」がメンデレーエフらによって提案された。当時はまだ未発見の元素も多かったが、周期表の作成により未発見の元素の存在やその性質が予言されていた。その後数多くの元素が発見され、現在よく知られている「周期表」が完成した。

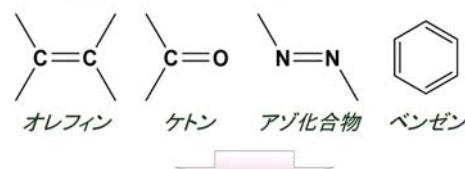
一方、「有機化合物」とは本来「生きた植物や動物の体内で作られる物質」とされてきたが、その多くは周期表の第一および第二周期元素(軽い元素)である「炭素」「水素」「酸素」「窒素」から成るものであり、現在では「炭素を含む化合物」のことを表すようになった。近年になり、幾つかの「重い元素(第三周期より下の元素)」が「微量必須元素」として生体の生命維持に欠かせない重要な元素であるということが分かつてきたり、それでも重い元素が含まれる有機化合物は稀であり、その化学は未開拓の分野である。周期表の定義に従えば、同族の縦の列においては似た性質の元素が並ぶはずであるが、軽い元素と重い元素とでは何が異なるのであろうか?

## 軽い元素と重い元素の違い 多重結合化合物

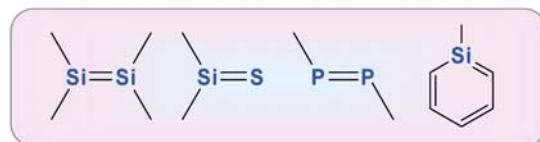
軽い元素と重い元素の大きな違いとして、「多重結合の安定性」が挙げられる。例えば、炭素同士の二重結合( $>\text{C}=\text{C}<$ )を含む化合物であるエチレン類はポリエチレン等の高分子の出発原料として重要である。また、炭素と酸素の二重結合をもつ化合物(カルボニル化合物と総称)としては、種々の香料(エステル等)やタンパク質を構成するアミノ酸が身近な代表例として挙げられる。窒素同士の二重結合化合物である「アゾ化合物(-

$\text{N}=\text{N}-$ 」としては、アゾ染料として活用されているインディゴ等の例がある。さらに、炭素同士の三重結合化合物(アセチレン類)も安定な化合物として存在し、最近伝導性物質として注目を集めているポリアセチレンの原料としても活用されている。このように、軽い元素からなる有機化合物の化学では、二重結合や三重結合の存在がその特徴的な物性・反応性の発現に大いに寄与している。一方、重い元素の二重結合化合物(たとえば、シランチオン $>\text{Si}=\text{S}$ 、ジンレン $>\text{Si}=\text{Si}<$ 、ジホスフェン $=\text{P}=\text{P}-$ など)は、一部に星間物質としてのスペクトルの観測が報告されている例はあるものの、通常の条件下(空气中)では手に取ることができないほど反応性が高い物質であることが知られており、1980年代までは、「重い元素の二重結合は存在し得ない」と考えられてきた。

### 軽い元素の二重結合化合物 極めて安定



### 重い元素の二重結合化合物 極めて不安定:合成困難



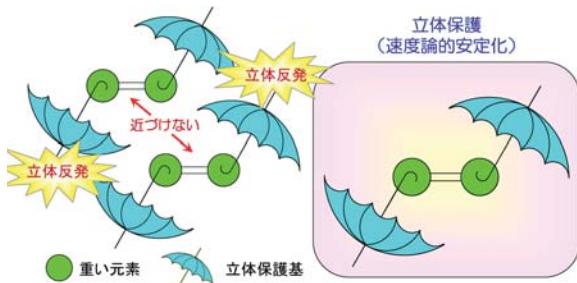
## 重い元素の二重結合化合物

「もし重い元素でも炭素や窒素のように二重結合ができたら、どんな性質を示すのか?とても面白い性質を示すのではないか?」という興味から、多くの化学者たちは何とかして「重い元素の二重結合」を作ろうと努力を重ねた。そして、「反応性が高い結合を大きな置換基で立体的に覆ってやれば(立体保護)、自己多量化反応や空気や水との副反応を防げるのではないか」と考

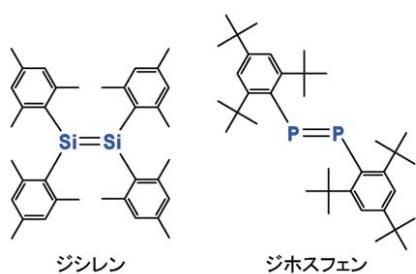
时任宣博（ときとう・のりひろ）1957年生。1985年3月東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、理学博士学位取得。筑波大学化学系文部省技官、同助手、東京大学理学部助手、東京大学大学院理学系研究科助手、同助教授、九州大学有機化学基礎研究センター教授を経て、2000年4月より京都大学化学研究所教授。この間、分子科学研究所客員教授、プラウンシュバイク工科大学客員教授、京都大学化学研究所副所長。有機合成化学奨励賞、ケイ素化学協会奨励賞、日本IBM科学賞、日本化学会欧文誌論文賞（BCSJ賞）、日本化学会学術賞、Alexander von Humboldt Prizeなどを受賞。



えた（速度論的安定化）。

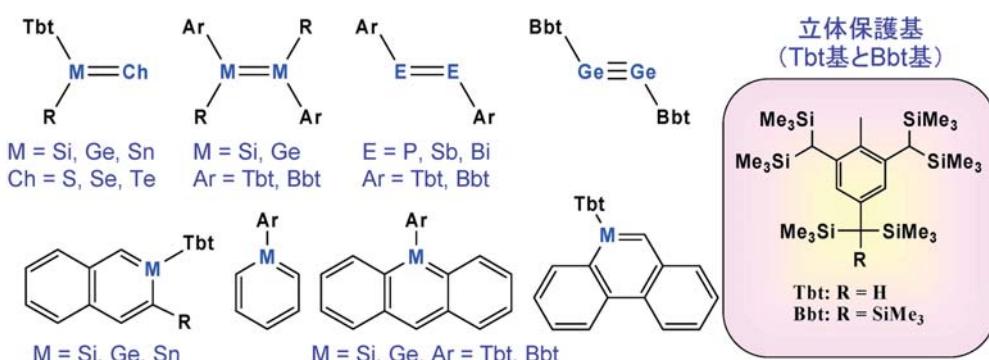


実際1981年に、立体保護の手法を用いることで、West(米)らがケイ素-ケイ素二重結合化合物（ジシレン）を、そして吉藤(日)らがリン-リン二重結合化合物（ジホスフェン）を初めて安定な化合物として合成・単離することに成功した。それ以降、種々の立体保護基が開発され、様々な「重い二重結合」や「重い三重結合」が安定な化合物として合成され、それらの特異な性質や分子構造が明らかにされた。



## 最も重い二重結合化合物

演者らのグループでは、優秀な立体保護基として、図に示すTbt基とBbt基を開発した。これらの置換基を



活用し、第六周期元素ビスマスの二重結合化合物「ジビスマテン」(-Bi=Bi-)を初めて安定な化合物として合成・単離することに成功し、「周期表の元素の中で最も重い安定元素（ビスマスより重い元素はすべて放射性元素）であるビスマスにおいてさえ安定な二重結合を形成できる」ことを実証した。他にも、「重いカルボニル化合物」「重いベンゼン」などを初めて安定な化合物として単離することに成功し、また最近では「重いアセチレン（三重結合化合物）」の性質解明にも着手している。

そして、様々な種類の重い元素の多重結合化合物を実際に単離して調べることで、軽い元素と重い元素が、何故、どのように違うのか、という点について基礎化学的な知見を得ることができた。

## おわりに

この25年ほどの急速な進歩の結果、現在では「適切な立体保護基を用いれば、ほとんどの組み合わせの重い元素の多重結合化合物を安定な化合物として手に取ることができる」ということが実証されつつある。今後は、漸く手に取ることができた重い多重結合化合物の本質を解明した上で、それらを“どのように使うか”あるいは“どのように役立てるか”という観点での物質創製研究が重要であると考えている。

# スピントロニクスの現状と展望

材料機能化学研究系  
ナノスピントロニクス 教授 小野輝男

コンピューターに代表される電子デバイスは、電子の動きを電界によって制御することで動作している。つまり、電界に反応する電子の電荷の自由度を巧みに利用することで現代エレクトロニクスが発展してきたと言える。一方、テープレコーダーやハードディスクドライブでは、磁石の向きによって情報を蓄えている。磁石の向きを決定するのは電子スピンであり、これらの磁気デバイスでは電子のスピン自由度が利用されている。このように電子の二つの自由度である「電荷」と「スピン」は、これまで独立に制御され異なるデバイス動作に利用してきた。この状況は、1988年の金属人工格子における巨大磁気抵抗効果の発見によって大きな転機を迎える(1)。強磁性体の磁化配置(スピン起源)によって電気抵抗(電荷起源)が劇的に変化する巨大磁気抵抗効果は、電気伝導現象に対する電子スピンの役割の重要性を私たちに認識させた。これを契機として、電子の二つの自由度である「電荷」と「スピン」を巧みに操ることで新規物性発現や新規デバイス開拓を目指そうという機運が盛り上がり、スピントロニクスと呼ばれる分野へと発展してきた。当研究領域では、この分野の創成期である巨大磁気抵抗効果研究に微細加工技術を導入して以来、原子レベルでの薄膜作製法と、数十ナノメートル精度の微細加工技術を利用して三次元的に構造制御されたナノ構造体の作製とその新規物性探索を中心課題として研究してきた。本講演では、巨大磁気抵抗効果、スピン注入磁化反転、電流駆動磁壁移動、マイクロ波発振等の重要な発見を紹介しながらスピントロニクスの発展と今後の展望について述べたい。以下では、紙数の都合により当該研究領域における幾つかの研究例のみを紹介させていただく。

## 1. 強磁性細線における磁壁の電流駆動

磁石の方向で情報を蓄えるハードディスクなどの機器では、情報書き込みは磁場を用いて行われている。エルステッドが導線を流れる電流によって方位磁針の向きが変わることを見たのが1700年近く前である。磁石の磁化の向きは電流によって作られる磁場で制御されてきた。これに対し、電流を運ぶ伝導電子と磁化を担う磁気モーメントとの直接相互作用を利用することによって、磁場ではなく磁石を流れる電流で磁化状態を制御することが可能であることを示した研究例を紹介する。我々は、磁石のN極(あるいはS極)同士が向き合った境目である磁壁を、電流によって動かす研究を行った。この磁壁の電流駆動現象を磁気力顕微鏡によって直接観察した結果が図1である(2)。試料は厚さ10nm、幅240nmの強磁性細線である。図1中の黒破線で囲まれた部分が強磁性細線であり、濃いコントラストが見える領域が磁壁である。強磁性細線内の磁化の方向は、磁壁をはさんで反対に向いている(各部の磁化方向を青と赤の矢印で示している)。図1(a)では、磁壁は磁性細線の右端近くに存在する。この状態にパルス電流( $7 \times 10^7 \text{ A/cm}^2$ ,  $0.5 \mu\text{s}$ )を流した後の観察結果が図1(b)で、もう一度パルス電流を流した後の観察結果が図1(c)である。この観察結果は、磁場を使わなくても、電流

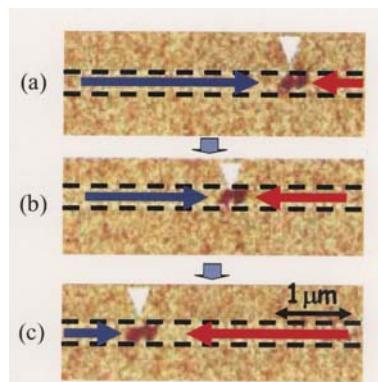


図1：磁壁の電流駆動の直接観察

小野輝男（おの・てるお）1967年生。1996年3月京都大学大学院理学研究科博士課程修了。日本学術振興会特別研究員、慶應義塾大学理工学部助手、大阪大学大学院基礎工学研究科講師・助教授を経て、2004年4月より京都大学化学研究所教授。微細加工磁性体におけるナノスピンドル構造制御の研究により、丸文学会賞、日本応用磁気学会論文賞などを受賞。スピントロニクス実現へ向けた基盤研究を行っている。



を磁性細線に流すだけで磁壁が移動し、結果として磁性細線の磁化状態を変えることができることを示している。現在開発競争が行われている不揮発、高速、低消費電力などの特徴を有する磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)では、磁場による磁気情報の書き込みが行われている。しかし、この方式では、磁気抵抗素子を微小化すると書き込みに必要な電流値が急激に増大してしまうという致命的問題が指摘されている。ここで紹介した電流による磁化状態制御は、素子の微細化とともに書き込みに必要な電流量が減少する特徴を持ち、この現象を利用した磁気メモリやハードディスクドライブに変わる新規磁気ストレージデバイスを実現しようという研究が始まっている。

## 2. 強磁性円盤中の磁気コアの電流による共鳴励起

強磁性体を円盤状に加工すると、図2のようにスピントロニクスが試料面内で渦のように回転方向に整列する磁気渦構造が安定化される。このスピントロニクス配置は、表面磁極を出すことによる静磁エネルギーの増大がなく、隣接スピントロニクスはほとんど平行となっており、理想的な磁気構造のように思える。しかし、渦構造の中心においては、隣接スピントロニクス同士がかなり大きな角度を持つことになり、交換エネルギー的に極めて不都合である。これを避けるため

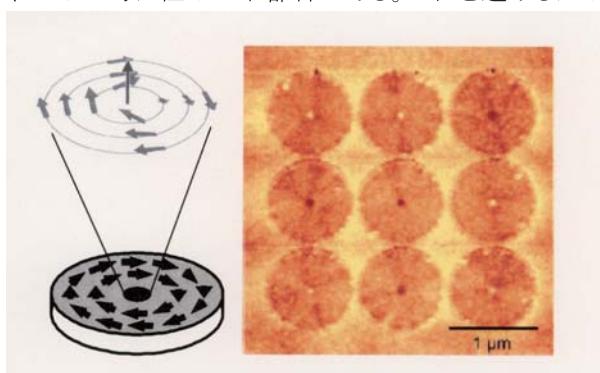


図2：磁気渦構造概念図と磁気コア観察結果

に、中心に近づくに従ってスピントロニクスが緩やかに垂直方向に向きを変え、ドットの中心の数ナノメートルの領域に磁気コアを持つ構造が安定化される。この磁気コアを初めて観察した結果が図2の磁気力顕微鏡像である(3)。各々の強磁性円盤の中心に磁気コアの磁化の向きに対応する白あるいは黒のコントラストが見える。この渦状態に適切な周波数を持つ交流電流を印加すると、電流と磁気コアの相互作用によって磁気コアがドットの中で回り始めることをシミュレーションによって見出し(図3)、強磁性円盤の電気抵抗の交流電流周波数依存性測定を行うことで、この磁気渦の共鳴励起現象を実験的に捉える事に成功した(4)。磁気渦の電気的制御を利用して新しいメモリやスピントランジスタなどへの展開が期待される。

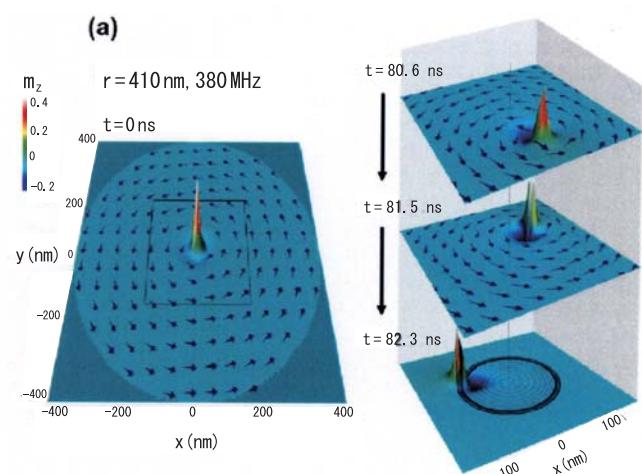


図3：電流による磁気コアの共鳴励起

### 参考論文

1. M.N.Baibich et al., Phys. Rev. Lett., 61 (1988) 2472.
2. A.Yamaguchi et al., Phys. Rev. Lett., 92 (2004) 077205.
3. T.Shinjo et al., Science, 289 (2000) 930.
4. S.Kasai et al., Phys. Rev. Lett., 97(2006) 107204.

# ナノ物質と光 ー新しい展開と可能性ー

元素科学国際研究センター  
光ナノ量子元素科学 教授 金光義彦

## ナノ物質の魅力

ナノ粒子やカーボンナノチューブに代表される新しいナノ物質は、それらの光学的・電気的・磁気的特性などがサイズや形によって著しく変化し、小さな分子や大きなバルク結晶にはない新奇な特性を示すため、革新的な機能を生み出す新しい材料として様々な分野で大いに期待されている。電子が閉じ込められる空間の大きさや形が重要なナノ構造物質では、観測される量子現象の次元性に着目し、それらを2次元量子井戸、1次元量子細線、0次元量子ドットと区別できる。また、物質の形状により、ナノシート、ワイヤー、ナノロッド、ナノボールなどと呼ぶこともできる。これらナノ物質の面白さは、サイズや形によって電子の運動やエネルギー状態を制御し、自分で見たい現象や欲しい性能を引き出せることにある。物質の構成元素の種類を変えることなくサイズや形を変化させることにより、様々な新しい機能を手に入れることができる。電子一つ一つを正確に制御できるナノ物質・ナノ構造を利用することにより、使用する物質の量と種類さらには消費するエネルギーを大幅に減らすことが可能となる。

小さなナノ物質・ナノ構造に特有の物性や新しい機能を明らかにするには、光学測定が非常に有用な手法の一つである。光学測定実験においては、ナノ物質に特別な加工を施すことなく光を照射し、その結果生じる透過光、散乱光、発光などを精密に測定することにより、ナノ物質の電子状態を詳しく知ることができる。しかし、ナノ物質の光学特性はサイズや形に敏感であり、ナノ物質固有の光物性や光機能の理解には、できるだけ均一なサイズの試料の作製と一つ一つのナノ物質の分光測定が必要となる。私たちの研究室では、極限的な時間および空間分解分光法を用いて、一つ一つのナノ粒子やカーボンナノチューブの光学精密測定を行うことにより、アンサンブル平均としては観測で

きない新しい量子現象の観測・解析を行う基礎研究を行っている。その成果を利用して、新しい革新的な機能を有する材料の開拓を行いたいと考えている。ここでは、ナノ粒子が示す不思議な発光現象について紹介したい。

## ひとつひとつを見て分ること

ナノ物質を低温で精度高くナノ空間分解分光測定するには、新しい顕微鏡システムの構築が必要不可欠である。そのため、紫外から赤外の幅広い波長領域に対応できる独自の顕微鏡システムの構築を行ってきた。空間分解能に優れた低温走査型近接場光学顕微鏡を用いて測定した半導体ナノ粒子試料の発光を図1に示す。空間的に発光する点が分散して観測され、発光強度の大きな場所が、ナノ粒子が存在しているところ

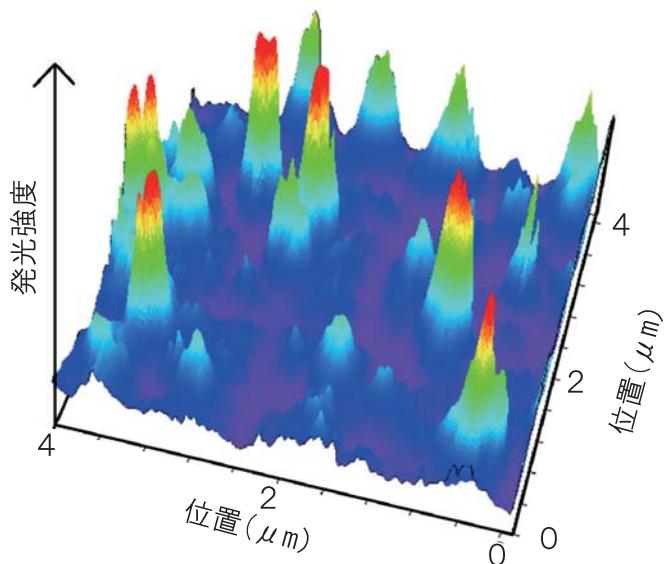


図1：一つ一つの半導体ナノ粒子の発光

金光義彦（かねみつ・よしひこ）1958年生。1986年3月東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。千葉大学工学部助手、筑波大学物理学系講師、奈良先端科学技術大学院大学助教授、教授を経て、2004年1月より京都大学化学研究所教授。ナノ粒子光科学に関する先導的研究により、井上學術賞、市村學術賞、矢崎學術賞、螢光体賞、丸文研究奨励賞などを受賞。物理学、化学、エレクトロニクスなど幅広い視点からナノ物質・ナノ構造の基礎物性研究を行っている。



であり、一つのナノ粒子の発光を分離して測定できる。一つ一つのナノ粒子の発光のスペクトルと寿命を測定することにより、アンサンブル平均では測定することのできないナノ粒子固有の電子状態と光学特性が明らかになる。ナノ粒子内に含まれる不純物やナノ粒子の置かれている環境などを知ることができる。さらに、ナノ粒子やカーボンナノチューブを希薄に分散させた薄膜の作製など試料を工夫することにより通常の共焦点光学顕微鏡を用いてナノ物質一つ一つの光物性研究を行うこともできる。

單一ナノ物質の興味深い光学現象の一つに、発光の明滅現象がある。その一例を図2に示す。連続的にレーザー光を照射しているにもかかわらず、單一ナノ粒子からの発光は時間と共に明滅する。この発光の明滅現象は、ナノ粒子がおかれている環境に非常に敏感であり、ナノスケールのエネルギー移動に関する詳細な情報を提供してくれる。また、発光の明滅現象は、一次元的なカーボンナノチューブにおいても観測することができる。ナノ粒子やカーボンナノチューブなどの孤立ナノ物質は、それらを固定する基板を含め異なる物質と接することによりヘテロ界面を形成する。このヘテロ界面でのエネルギー移動がナノ物質の発光特性を決める場合がある。発光の明滅現象も、周りの物質とエネルギーのやり取りを反映しており、発光強度の変化のみでなく発光のエネルギーも時間的に不連続に変動するスペクトル拡散も観測できる。このように、光で一つ一つのナノ物質を探ることにより新しい現象を発見することができ、それらの成果を利用してナノ物質の機能を向上させることができる。また、強い光を照射することによりナノ物質内に多数の電子を励起し、ナノ物質の電子状態を変化させることも可能である。すなわち、光によりナノ物質を操ることができ、極限条件下で新しい量子現象・量子状態を引き起こすことができ

る。このようなナノ物質を舞台とした新しいナノ光科学が大きく発展しつつある。

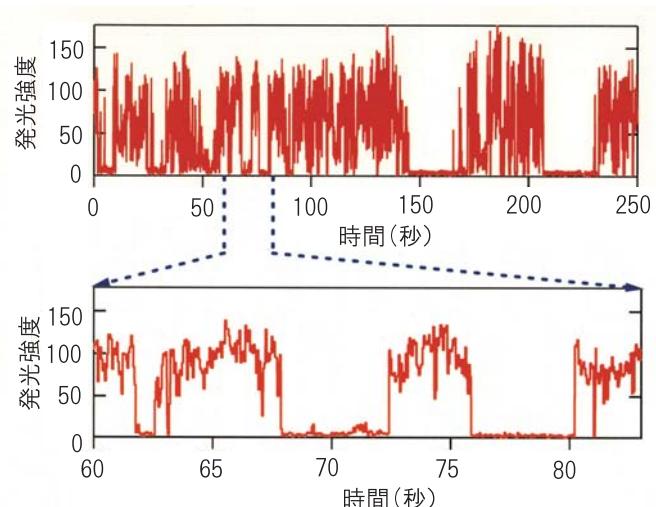


図2：單一半導体ナノ粒子の発光の明滅現象

## おわりに

量子力学に基づいた材料設計により物質に新しい実用的機能が付加できれば、高価で貴重な元素さらにはやむなく使用していた毒性の元素を安価で安全なものに置き換えることができる。新奇な特性を示すナノ物質・ナノ構造は、環境・エネルギー・安全などに関する技術の変革をもたらすと思われ、多くの産業において今後ますます重要な材料となると期待される。私たちのグループは、このように魅力的なナノ物質を起爆剤とした新しい物質科学の基盤研究を行っている。

# ケミカルバイオロジーの潮流

生体機能化学研究系  
ケミカルバイオロジー 教授 上杉志成

## ケミカルバイオロジーとは

ここに焼いた秋刀魚があるとする。アツアツで香ばしく焦げがついていて、いかにも美味しいそうだ。秋は秋刀魚が旬なので、美味しいはずである。食べてみると確かにうまい。これは一つの考え方。もう一つは、まず実際に秋刀魚を食べてみる。これは美味しい。その理由は香ばしく焼けたことと秋刀魚が旬だからだろうと考える。思考の順序が逆である。このような表裏一体の思考を何度も繰り返すことで、「秋の秋刀魚は香ばしく焼けば美味しい」という法則が確立し、それを基盤として、さらにもうまい秋刀魚の食べ方が追究される。

Biological Chemistry(生物化学)とChemical Biology(ケミカルバイオロジー)の関係は、これに似ている。生物化学では、生物学を出発点として化学に決着する研究を行う。例えば、何らかの生命現象を深く理解して、化学の言葉で生命現象を説明する。一方、ケミカルバイオロジーでは、化学を出発点として生物学に決着する研究を行う。例えば、生理活性化合物や化学プローブを合成し、これを起爆剤的な道具として生物の研究を行い、生命現象や疾病を理解する。米国でよく用いられるケミカルバイオロジーの定義は、Chemistry-Initiated Biology(化学を出発点とした生物学)である。

## 化合物を出発点とした生物学研究

「面白い化合物を見つけて、生物学研究の起爆剤とする」私たちの研究室の目標を一言でいえば、このように言える。

「面白い化合物」と一口で言っても、人はそれぞれ面白いと思うものが違い、捉えにくい言い方だろう。私たちの研究室では、「面白い化合物」を「生物に不思議な作用を及ぼす化合物」と言い換えている。わかり易い

例えを挙げれば、「不思議なメルモ」にでてくるキャンディーのような化合物だろうか。この手塚治虫のアニメの中で、メルモはキャンディーを飲むことで、年齢を自由自在に変えた。両親を亡くした10歳のメルモは、この不思議なキャンディーを使って自らの年齢と容姿を操作し、幼い弟の親代わりとなり、困難を乗り越え、人々を助けた。このような不思議なキャンディーがあっても、医薬品になるとはかぎらない。しかし、唯一確実なのは、人間の発生や老化を理解するための起爆剤となることだ。つまり、不思議な化合物が見つかれば、不思議な生命現象を解く鍵となるのだ。

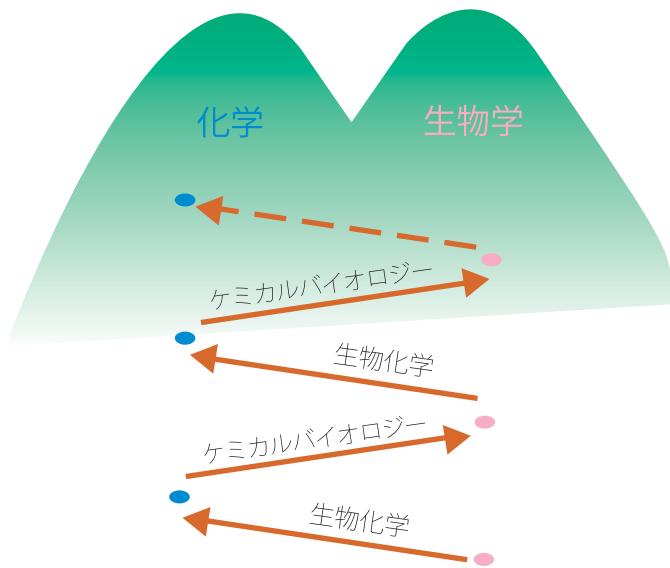


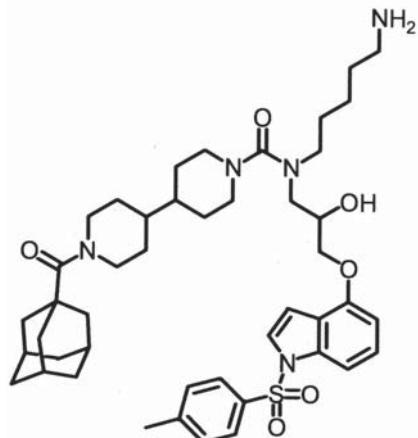
図1：ケミカルバイオロジーと生物化学の相関図。生物化学では生物学を起点として化学的な研究に決着するが、ケミカルバイオロジーでは化学を起点として生物学的な研究に決着する。これら方向の異なる学問をスイッチバック的に繰り返すことで、化学と生物学の両方が発展する。

上杉志成（うえすぎ・もとなり）1967年生。1990年京都大学薬学部卒業。京都大学化学研究所杉浦幸雄教授のもとで薬学博士号取得後、1995年から1998年まで米国ハーバード大学化学部博士研究員。米国ベイラー医科大学学生化学・分子生物学部助教授、同校准教授を経て、2005年より京都大学化学研究所教授。2005年より科学技術振興機構さきがけ研究員併任。化合物を起爆剤とした生物医学的な基礎研究を行っている。2001年アメリカリンパ腫研究財団若手研究奨励賞、2003年アメリカ癌財団若手研究奨励賞、2006年東京テクノフォーラム21ゴールドメダル賞などを受賞。

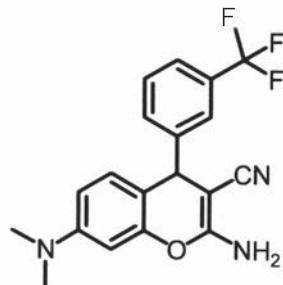


## 面白い化合物3級

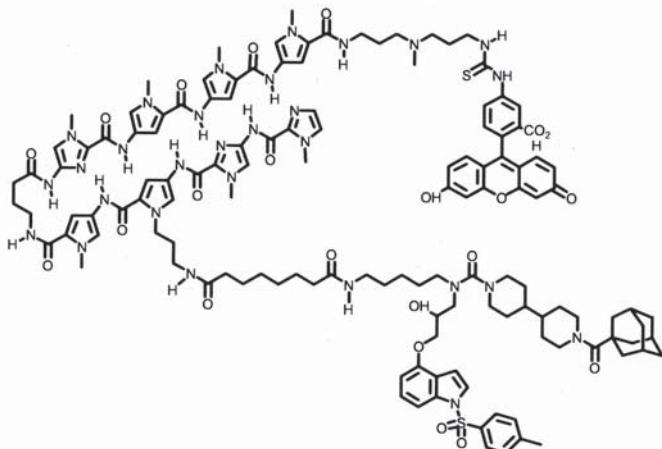
これまでの人間の歴史の中で、生理活性のある「面白い化合物」のほとんどは天然物化合物だった。祖先の長年にわたる経験、人間的好奇心、地道な作業と幸運、研究者の想い、多くの人々の犠牲の積み重ねによって、生理活性天然物は発見され、生命の理解と疾病の治癒に利用してきた。私たちの研究室では、石油から合成した合成化合物からもこのような興味深い化合物を積極的に発見したいと考え、実践してきた。しかし、私たちはまだまだ想いだけで、真に優れた化合物を見つけ出せていない。珠算で言えば3級くらいで、天然物を手本としながら初段を目指しているところだ。今回の講演では、ケミカルバイオロジー研究の例として、その3級化合物のいくつか（遺伝子発現を操るレンチノロール(1, 2)と小分子転写因子(3)、肝臓がんを抑えるクロメセプチン(4, 5)など）を短く紹介する。



レンチノロール



クロメセプチン



小分子転写因子

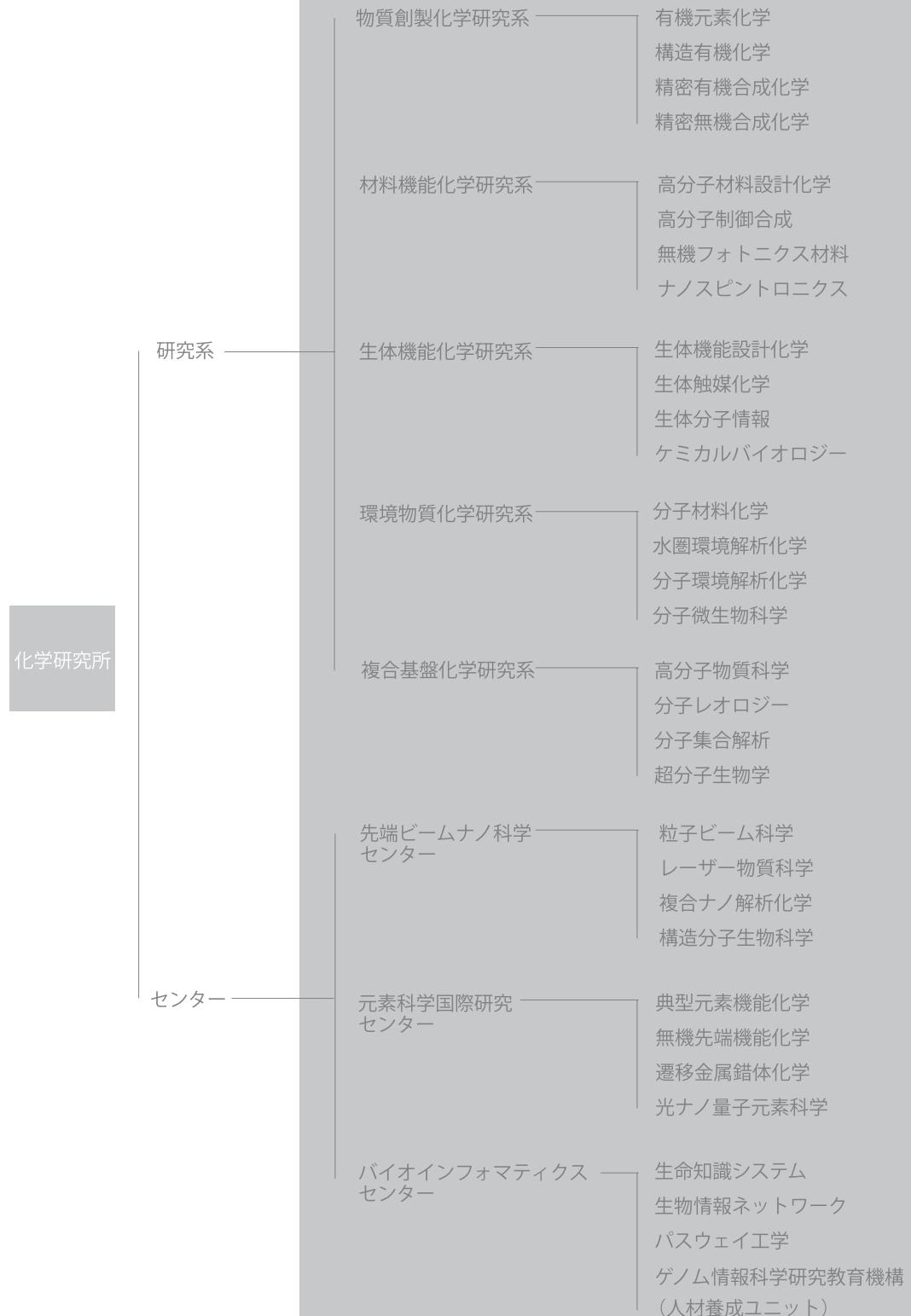
図2：小分子転写因子、レンチノロール、クロメセプチンの化学構造式。

## 参考論文

1. S.Asada, Y.Choi & M.Uesugi, J Am Chem Soc, 125 (2003) 4992–3.
2. H.Shimogawa, Y.Kwon, Q.Mao, Y.Kawazoe, Y.Choi, S.Asada, H.Kigoshi & M.Uesugi, J Am Chem Soc, 126 (2004) 3461–71.
3. Y.Kwon, H.D.Arndt, Q.Mao, Y.Choi, Y.Kawazoe, P.B.Dervan & M.Uesugi, J Am Chem Soc, 126 (2004) 15940–1.
4. Y.Choi, Y.Kawazoe, K.Murakami, H.Misawa & M.Uesugi, J Biol Chem, 278 (2003) 7320–4.
5. Y.Choi, H.Shimogawa, K.Murakami, L.Ramdas, W.Zhang, J.Qin & M.Uesugi, Chem Biol, 13 (2006) 241–9.



# 80周年記念展示会 ポスター集

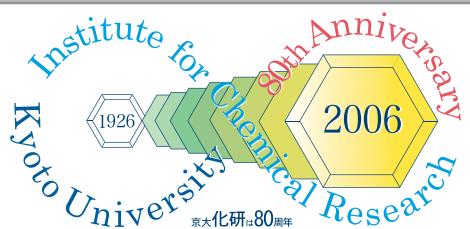




化 研  
ICR

# 京都大学化学研究所

Institute for Chemical Research, Kyoto University



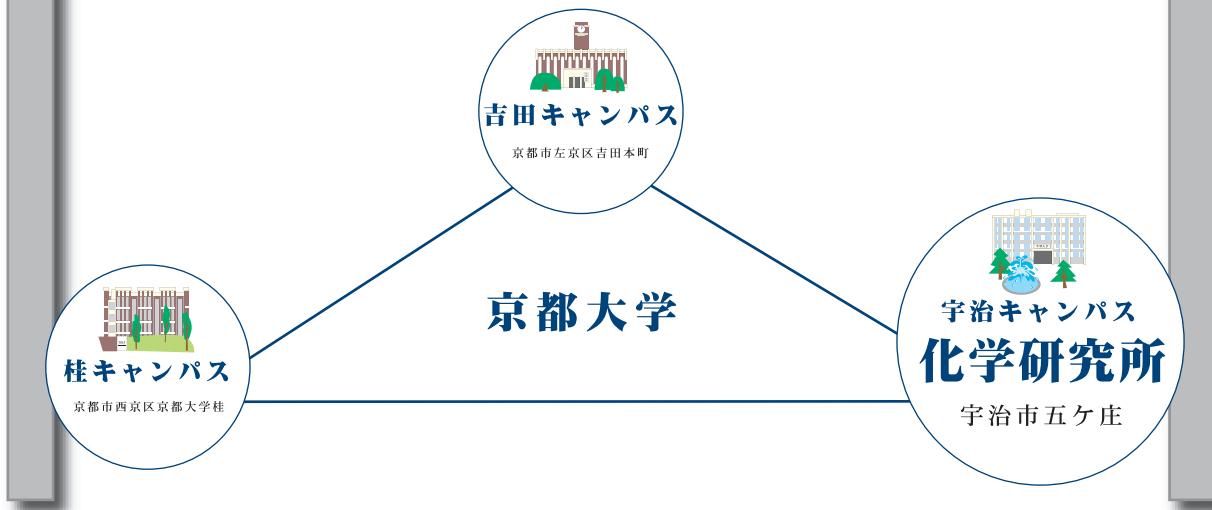
ロゴの流れは化研の無限大の可能性、六角形は80年の歩みと進化を表し、誕生の白、化研の豊かな自然環境の緑、そして成熟と未来に向けて輝く現在を象徴する黄色で彩られています。

化学研究所は、  
古代からの歴史を育んだ  
宇治川のほとりにあります。



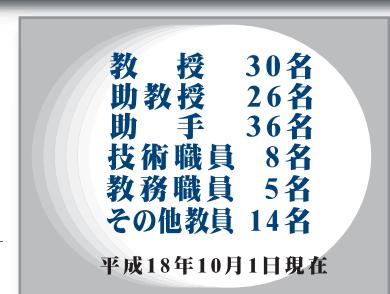
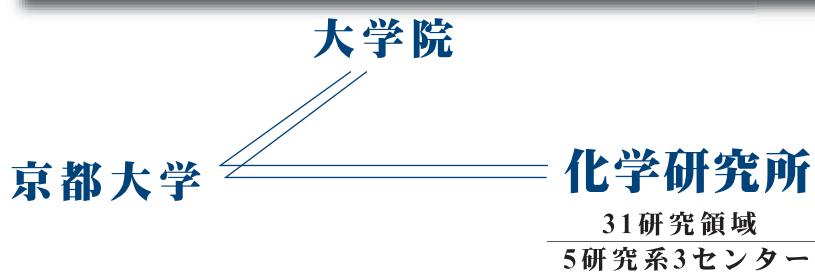
# 京都大学3大キャンパス

化学研究所は、京都大学3大キャンパスの一つである宇治キャンパス内に位置します。



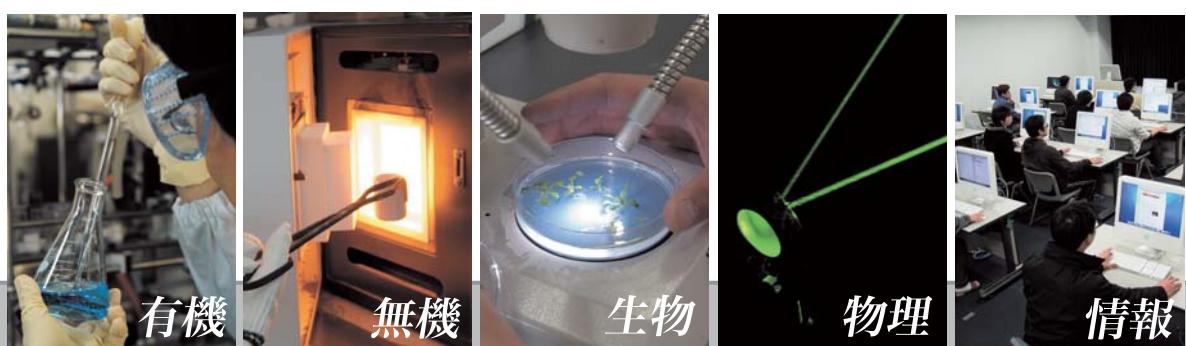
## 大学院との連携・人員構成

化学研究所の各研究領域は、大学院研究科の協力講座として大学院教育にたずさわっています。所内では100名以上の教職員を始めとする数多くの研究者が、多様な研究を繰り広げています。

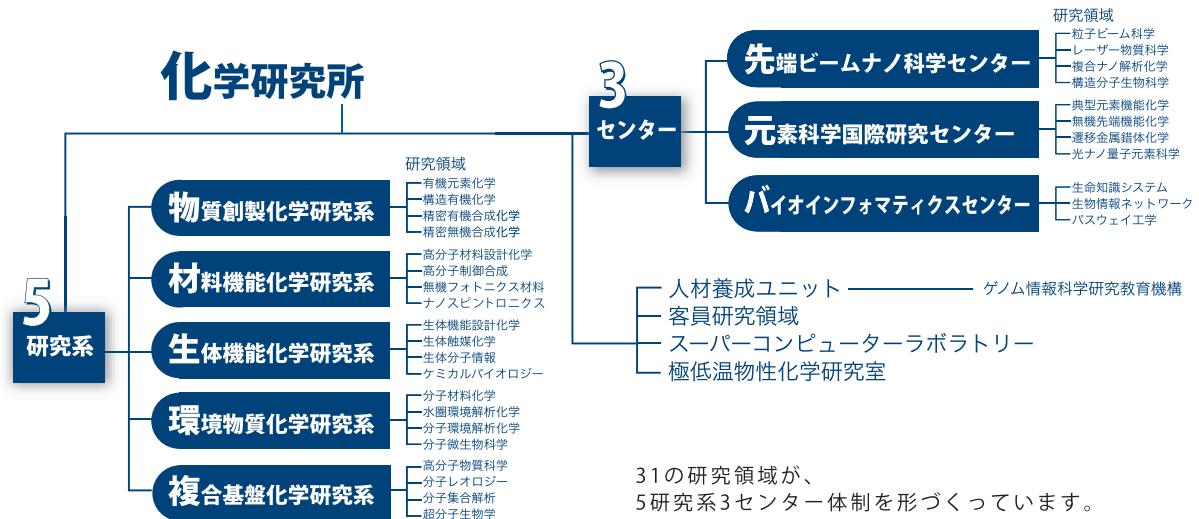


## 新たな知への挑戦 多様な研究分野

幅広い研究分野の31研究領域が結びつき、時代を拓く研究が展開されています。

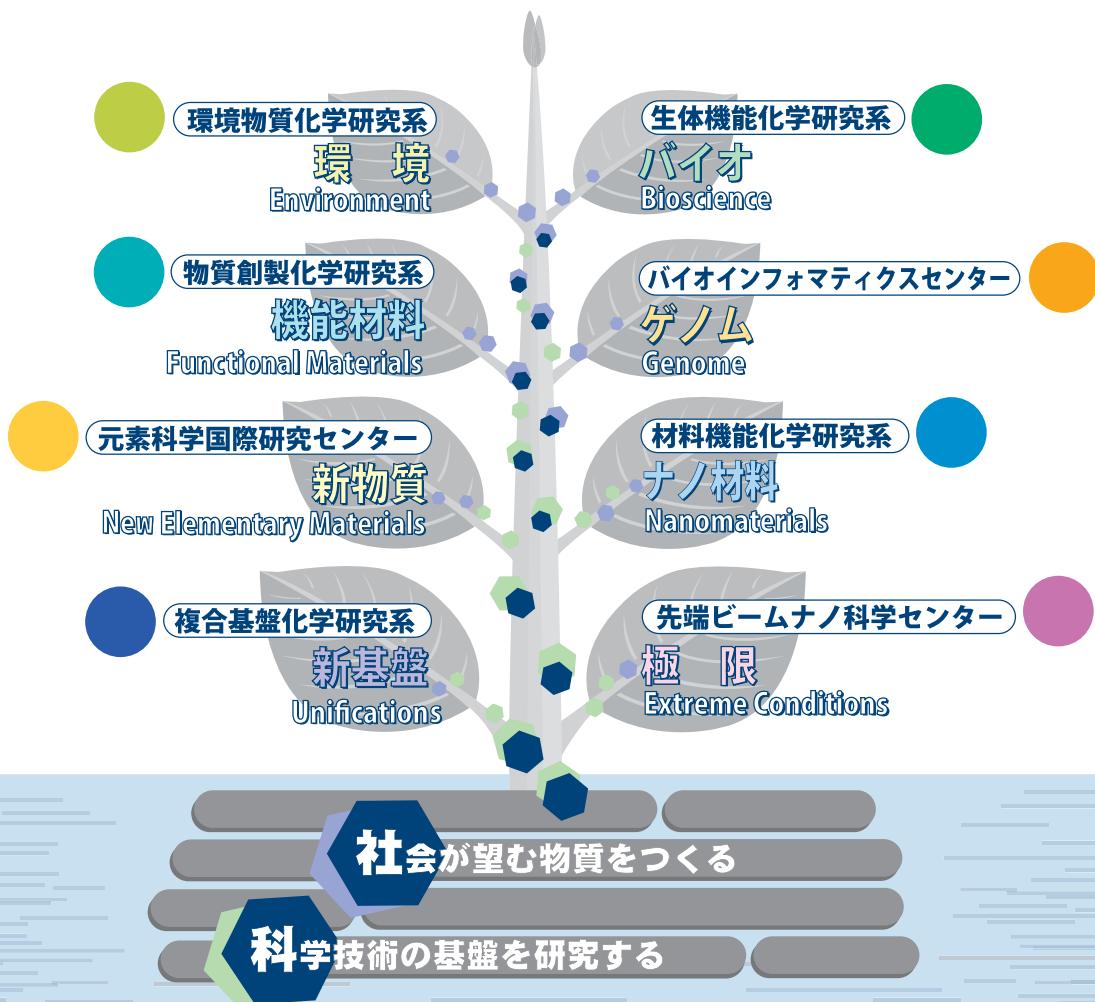


# 5研究系・3センター体制



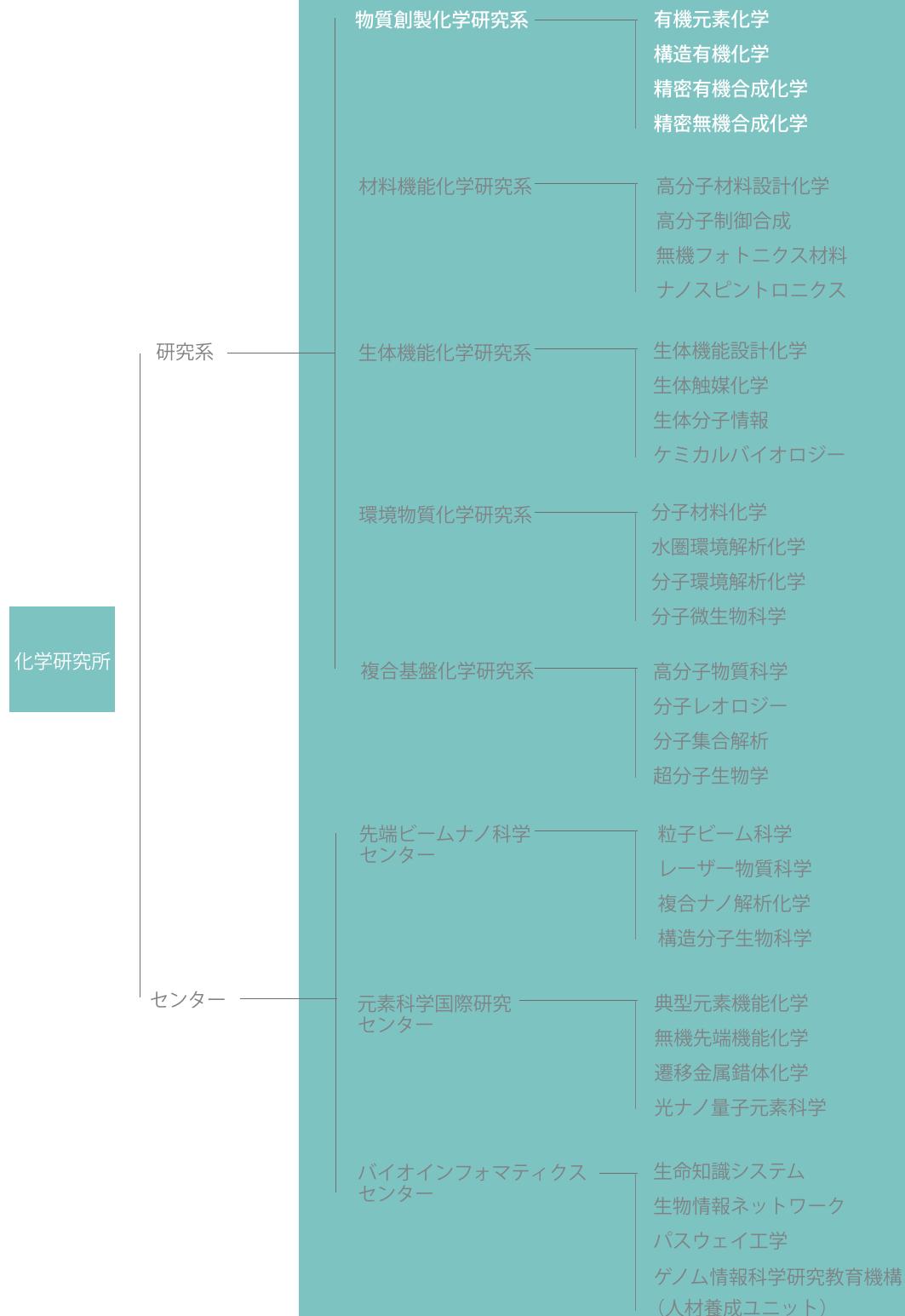
## 終わりなき知への挑戦

幅広い分野に渡る最先端研究の数々が融合して、境界領域に  
新たな研究を生み出すことのできる、研究者たちの理想的な環境を実現しています。



# 化学研究所は 知の湧源

# 物質創製化学 研究系





# 物質創製化学研究系

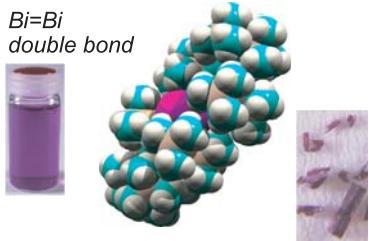
既存の概念を越える「新物質の創製」という共通の目標を掲げ、4つの研究領域それぞれが持つ個性的かつ独創的な研究を基礎としつつ、従来の学問領域の枠にとらわれることなく、さまざまな研究を積極的に展開しています。

新しく創出した新物質には特異な構造や興味深い性質が数多く見られます。そういった事象の一つ一つを分析し、解明していくことが、機能化学、物性化学、合成化学など、幅広い化学の分野に大きなインパクトをもたらすことにつながればと期待しています。

## 有機元素化学

### 新しい結合様式の創出

$Bi=Bi$   
double bond



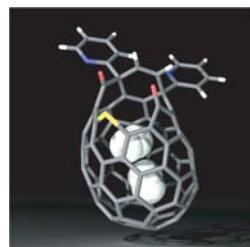
理



工

## 構造有機化学

### 新しい内包フラーレンの有機合成

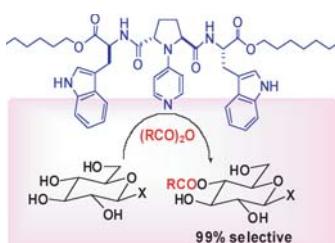


## 既存の概念を超える 新物質の創成

### 新しい精密分子変換法の開発

## 精密有機合成化学

薬

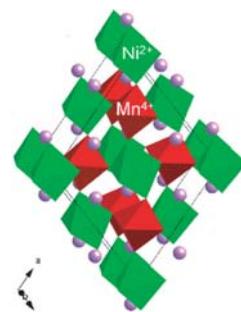


理

### 新しい機能性酸化物の創製

## 精密無機合成化学

工



●物質創製化学研究系  
**有機元素化学**

教授  
助教授  
助手  
技術専門職員

時任 宣博  
中村 薫  
笹森 貴裕  
平野 敏子

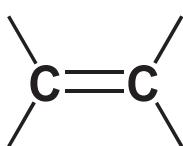
主に炭素(C)、酸素(O)、窒素(N)などから成る従来の有機化合物の構成元素を、ケイ素(Si)、硫黄(S)、リン(P)などの高周期元素(重い元素)で置き換えた新しい化合物を合成し、その基本的性質と物性を解明する研究をしています。

**重い元素で新しい結合を創る！**

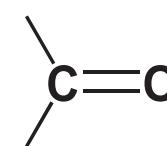
各元素の特性を解明  
新しい物性・機能の発現

第二周期元素同士の二重結合と比べて、重い元素の二重結合はどのように違うか？

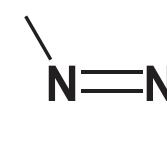
極めて安定な  
二重結合



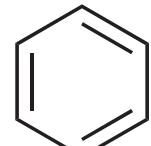
オレフィン



ケトン

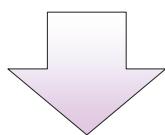


アゾ化合物



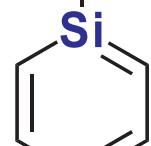
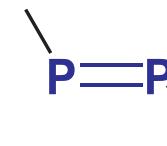
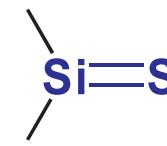
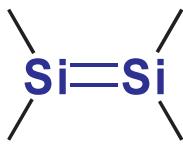
ベンゼン

周期表を縦に下がった  
元素に替えたらどうな  
るかな？



重い元素に替えると…

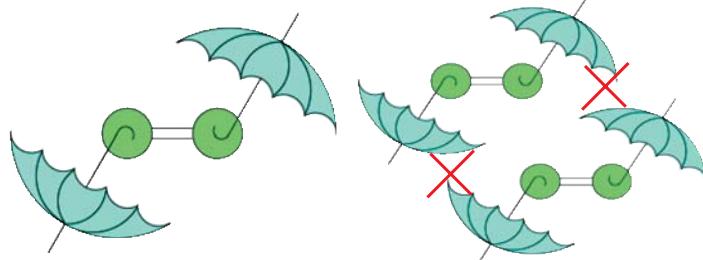
極めて反応活性  
合成困難  
多量化・水や酸素と反応



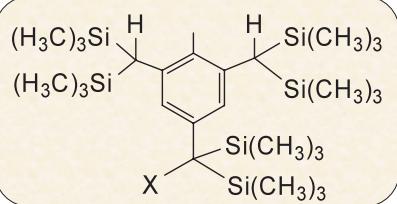
下にある周期表  
をチェックしてね！

**かさ高い置換基（立体保護基）**

立体障害で副反応を防ぐことにより、  
第三周期以降の重い元素(Si, Pなど)  
でも、多重結合化合物が合成できる！



オリジナルの立体保護基を活用して、たくさんの新しい結合を創りました！

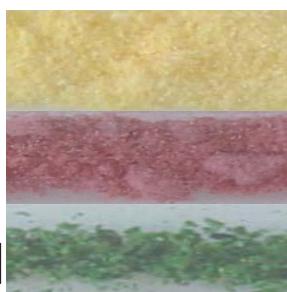


オリジナル立体保護基

新しい結合を持つ化合物



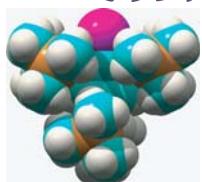
-Bi=Bi-



>Ge=S

>Ge=Se

>Ge=Te



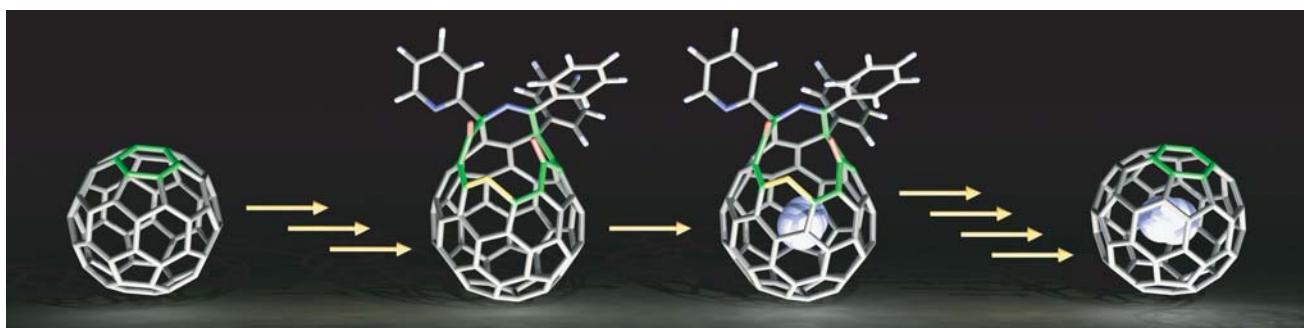
Tbt : X = H  
Bbt : X = Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

Bi: ビスマス, Si: ケイ素, Ge: ゲルマニウム, S: 硫黄, Se: セレン, Te: テルル  
下にある元素周期表でご確認下さい。

# 構造有機化学

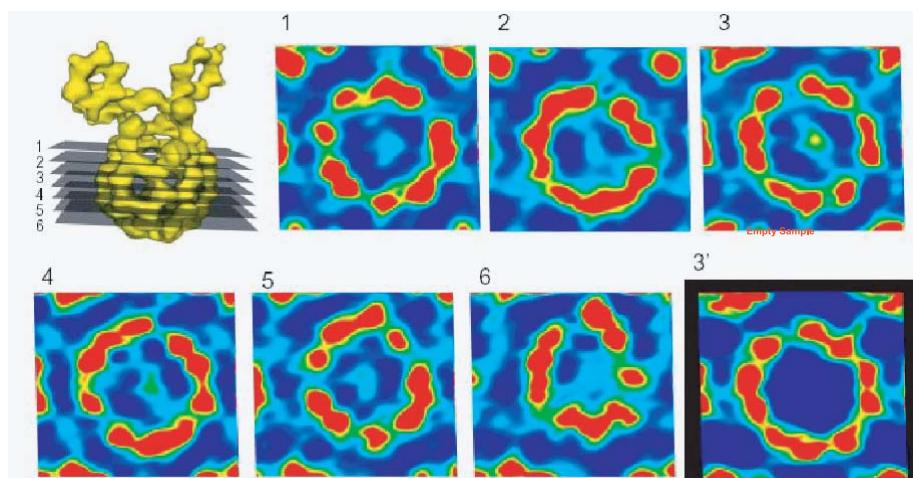
助教授 村田 靖次郎  
助手 村田 理尚

炭素 $\pi$ 共役系を利用し、新しい物性をもつ有機化合物の合成に興味をもっており、特に、フラーレンと呼ばれる球状の炭素分子の化学変換に関する研究を行っています。最近、中空のフラーレン骨格に開口部を形成し、そこから希ガスや水素などの小分子を内部に導入し、その後開口部を修復することにより、これまでに無い水素分子内包フラーレンを合成することができました。

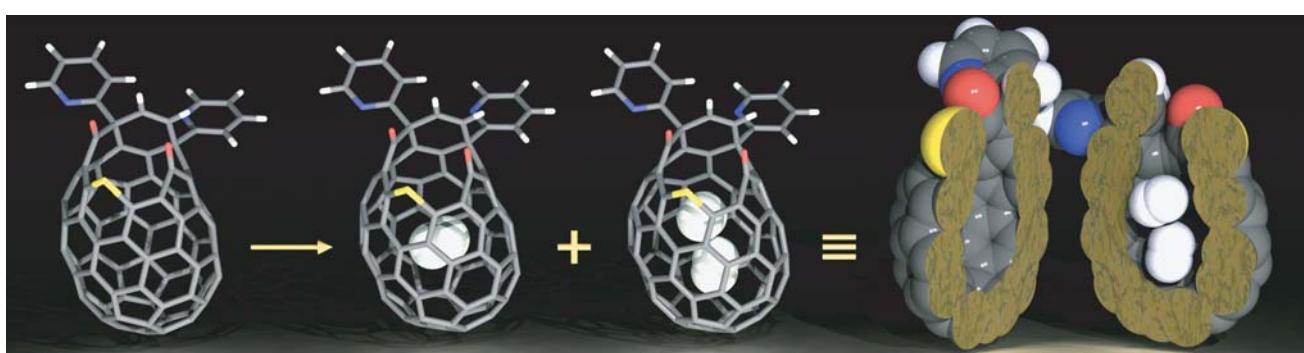


「分子手術」とも考えられる方法により、フラーレンC<sub>60</sub>の内部に1個の水素分子を閉じ込めました。

水素分子はC<sub>60</sub>骨格の  
真ん中に浮かんでいる  
ことがわかりました。



放射光を利用したX線測定による水素分子内包C<sub>60</sub>誘導体の電子密度図



C<sub>70</sub>に穴を開けたところ、2個の水素分子が内部に入ることがわかりました。

# 精密有機合成化学

教授  
助教授  
教務職員  
技術専門職員

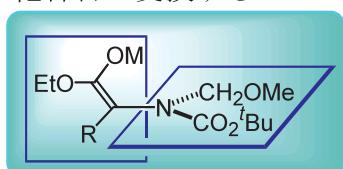
川端 猛夫  
椿 一典  
吉村 智之  
寺田 知子

## キラリティーに着目した化学

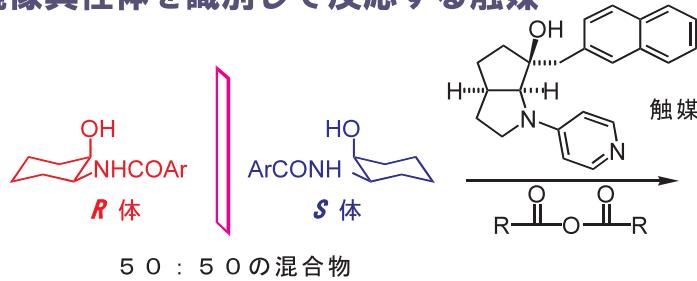
物体を鏡に映すと鏡像と実像とが重なり合わない時があります。このような関係をキラル（キラリティーを持つこと）と呼びます。アミノ酸、糖類など多くの生体関連物質はキラリティーを持ちます。私たちはこのキラリティーに着目した次のような精密合成と機能開発研究を行っています。

### 単位時間内にキラル分子として存在する化学種を利用する不斉反応（不斉記憶）

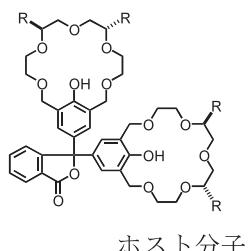
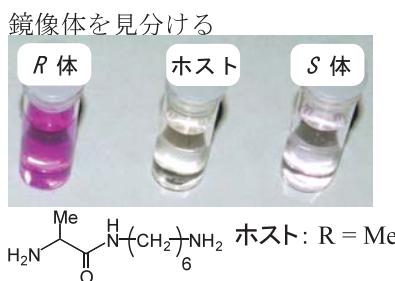
安価で入手容易なキラリティーを持つ化合物を原料にし、付加価値の高い化合物へ変換する



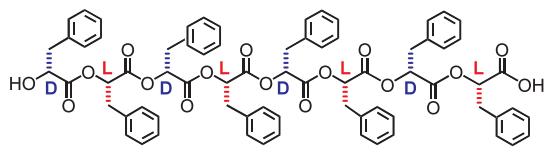
### 鏡像異性体を識別して反応する触媒



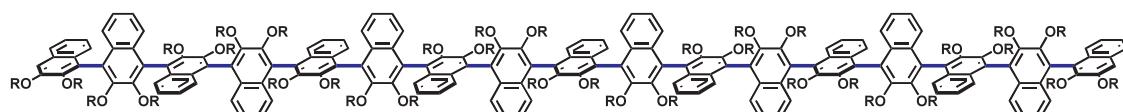
### 分子の形の違いを見分けて色の変化で表す分子



### キラルユニットの集積効果



キラリティーを持つユニットを規則正しく配置した分子を合成すれば、個々のユニットには無かった新たな性質・機能が現れてきます。

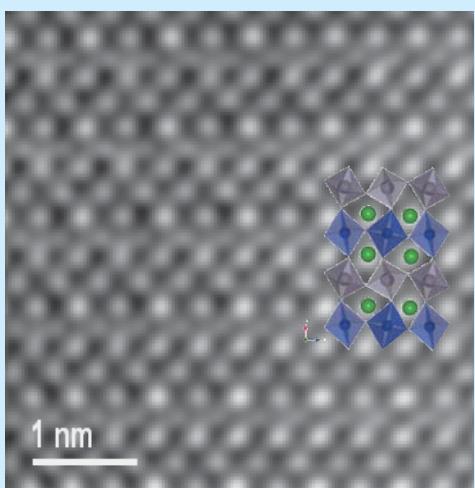
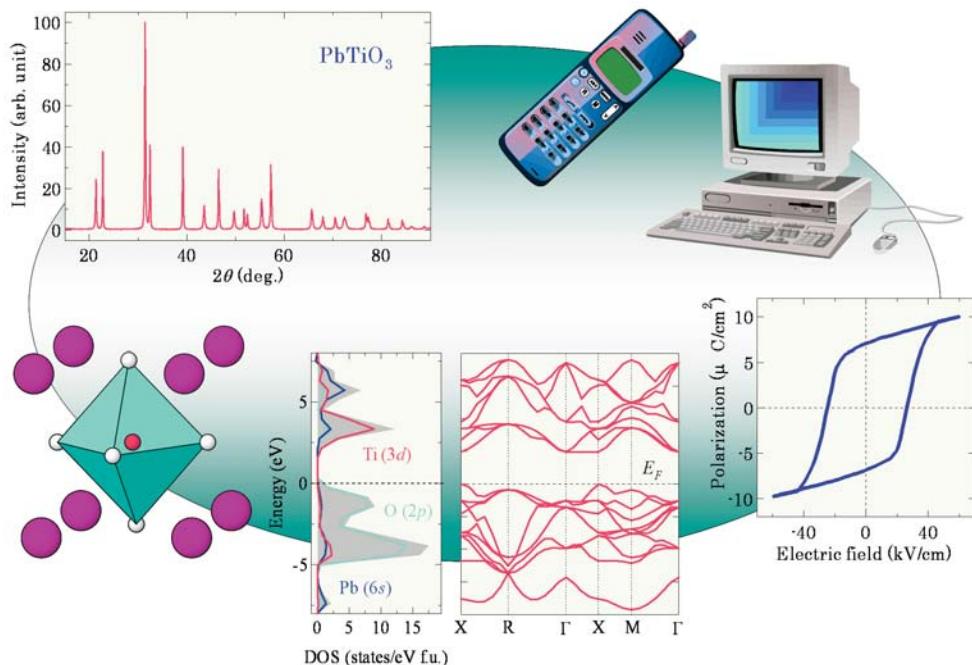


# 精密無機合成化学

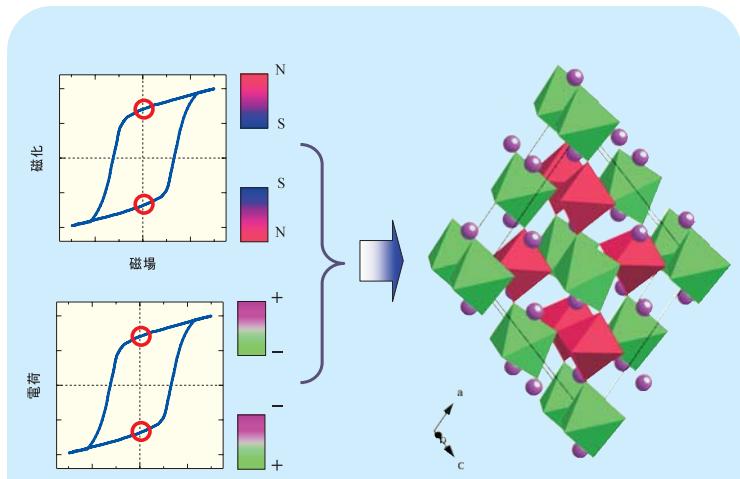
教授 島川 祐一  
助教授 東 正樹  
助手 池田 靖訓

## 新しい機能デバイスのための酸化物材料

無機酸化物は、シリコン半導体にはない多彩な物性(誘電性、磁性、光学特性、電気化学性、電気伝導性、等々)を示し、多くの新しい機能を実現する材料として期待されています。ナノスケールレベルで構造制御された物質の設計・合成・評価を通して、多彩な「物性」の起源である結晶構造や電子状態を解明し、新たな「機能材料」を探索・開発していくことを目標に研究を進めています。

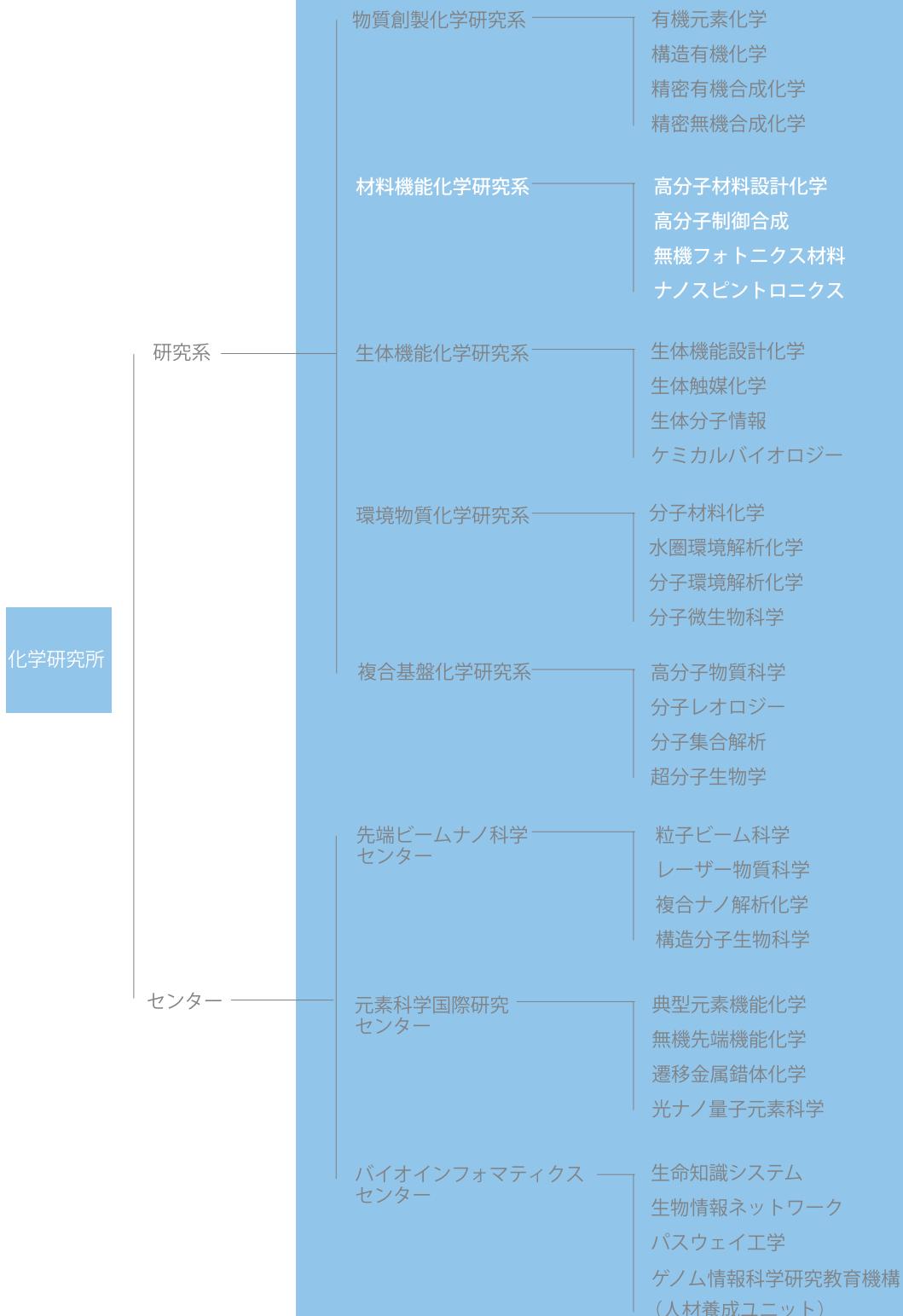


原子を一層ずつ積み重ねて作った  
 $\text{La}_2\text{CuSnO}_6$ 薄膜



新しい強磁性強誘電体  $\text{Bi}_2\text{NiMnO}_6$   
(磁石とコンデンサーの性質を併せ持つ物質)

# 材料機能化学 研究系



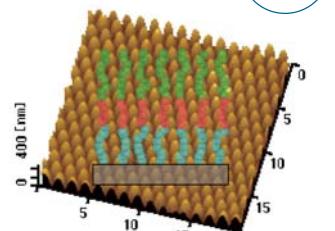


# 材料機能化学研究系

ナノサイズマクロ有機分子までの精密合成法を開発し、各種重合法を駆使して精密な高分子材料設計手法を確立します。また、有機一無機ハイブリッド化、超高密度グラフト表面の構築、人工多層膜—ナノ微細加工技術を確立し、形状効果・量子サイズ効果をも最大限利用して電子の状態などを制御することにより、新規な性質を示す機能性材料の創製と新規デバイスへの応用を目指しています。

## 高分子材料設計化学

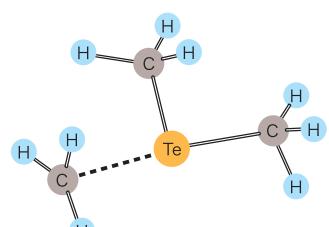
工



優れた性質と機能に富む新表面

## 高分子制御合成

工



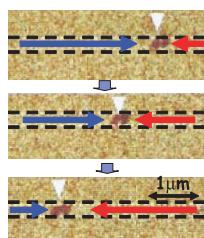
汎用性に優れた新しい精密重合法

新規な機能を有する  
次世代材料  
の創製

異種材料のハイブリッド化・複合化・ナノサイズ化

## ナノスピントロニクス

理

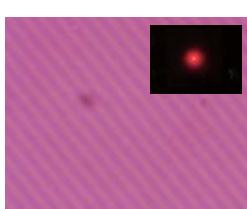


## ナノデバイス

人工物質制御で挑む究極の次世代デバイス

## 無機フォトニクス材料

工



## Optical Device 光デバイス

光を自由自在に操る素子

## 研究室にて



高校生のための化学ではラボの一般公開もします。



## フォトニクス スピントロニクス

多層膜ナノ微細加工  
超高密度グラフト化表面  
有機-無機ハイブリッド化



福田研究室の  
同窓会です。



## 研究室にて



人工格子多層膜の精密製膜  
無水酸塩基反応法による精密合成  
リビングラジカル重合・精密重合



# 高分子材料設計化学

教授  
助教授  
助手  
助手

福田 猛  
辻井 敬亘  
大野 工司  
後藤 淳

高分子の精密重合法、特にリビングラジカル重合法(LRP)の基礎と応用に関する研究を行っています。応用研究では、無機・有機・金属など各種の固体表面を対象とする表面開始リビングラジカルグラフト重合法の開発と、これにより得られる新規な表面「濃厚ポリマーブラシ」の構造・物性と機能開発に関する研究を展開しています。

「伸びやかにしてしなやかで、強靭にして超滑らかな、物質選択性に富む新表面」

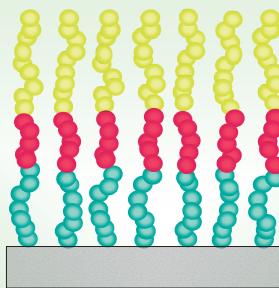
## [1]合成化学

高密度化、精緻化、汎用化

ブレークスルー  
表面開始LRPの成功  
(超高密度化)

長さの揃った(分子量標準偏差5~30%)  
各種のポリマーの高密度グラフト重合(約  
0.8 本/nm<sup>2</sup>:表面占有率約40%)に成功

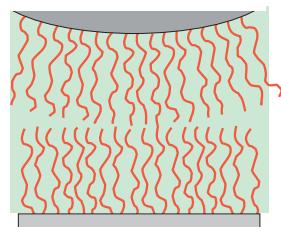
## 濃厚ポリマーブラシ



## [2]構造・物性

精密解析と体系化

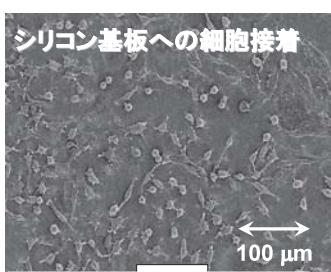
耐環境性表面  
超低摩擦表面



## [3]機能開発・応用

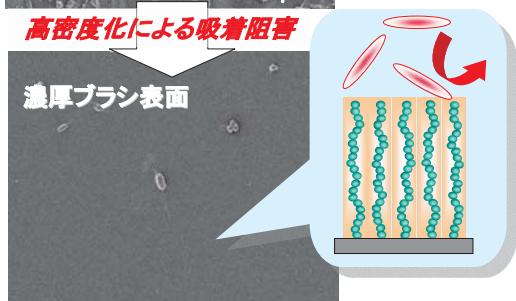
新規分子デバイスを目指して

新規バイオインターフェース  
(優れた生体適合性)



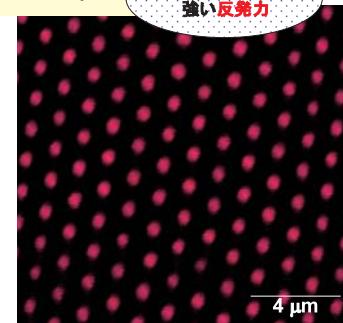
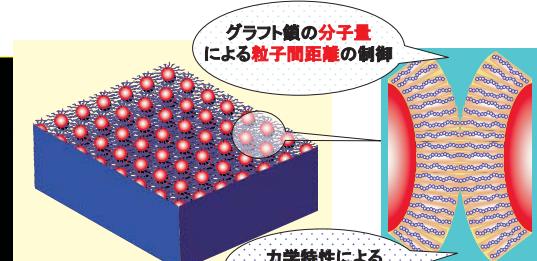
高密度化による吸着阻害

濃厚ブラシ表面



## 新しいコロイド結晶

濃厚ブラシ効果が新しい秩序を生み出す



力学特性による  
強い反発力

# ●材料機能化学研究系

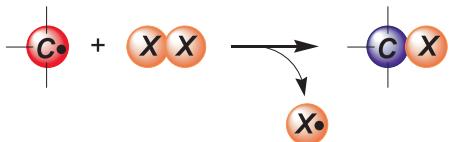
# 高分子制御合成

教授  
助教授  
助手  
助手  
教務職員  
山子 茂  
辻 正樹  
登阪 雅聰  
妹尾 政宣  
山田 健史

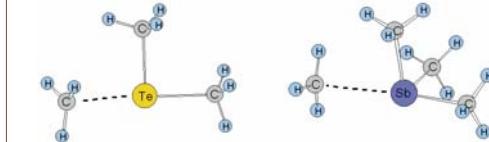
## — 有機合成の力で高分子化合物の合成制御を極める —

高選択的な有機反応の開発を基盤として、高分子化合物の大きさ・構造を自在に制御して合成する、精密重合法の新しい方法の開発を行っています。新しいリビングラジカル重合法により、構造制御された新しい高分子材料の創製や合成高分子の機能開発を目指した研究を行っています。高分子化合物の凝集状態の解析からの新物質・新機能創製へのアプローチも行っています。

### 新有機反応の開発

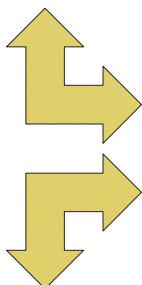
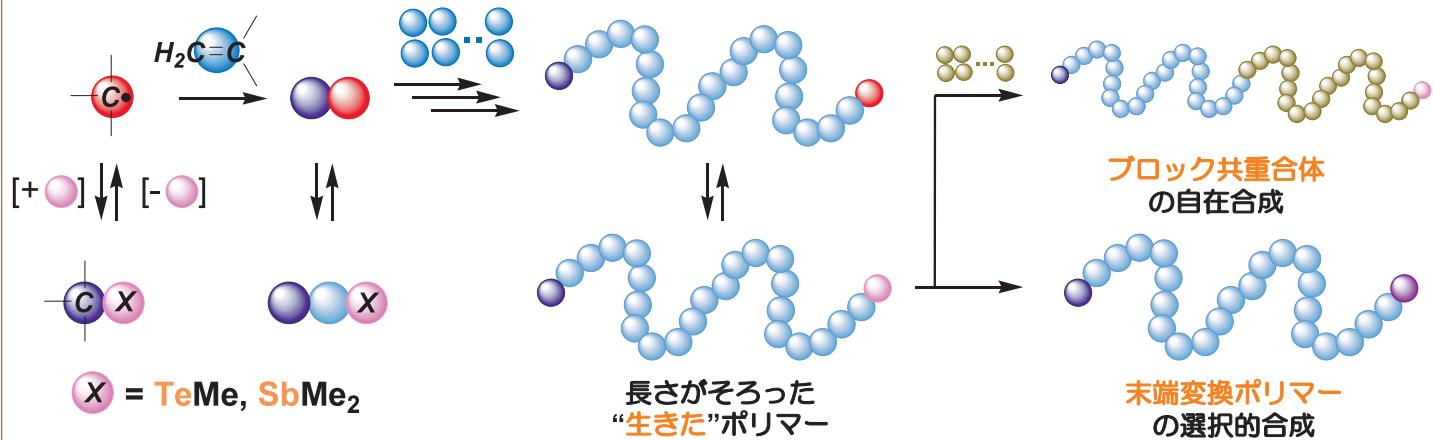


### 反応解析・反応予測



### 精密合成反応の開発

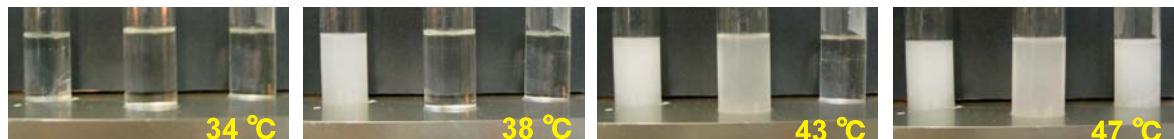
有機テルル、アンチモン化合物がラジカル重合の制御にたいへん役に立つことを世界で初めて明らかにしました。



### 新物質・新機能の創製

リビングラジカル重合を用い機能性材料の合成に研究を展開しています。

合成した熱応答性高分子

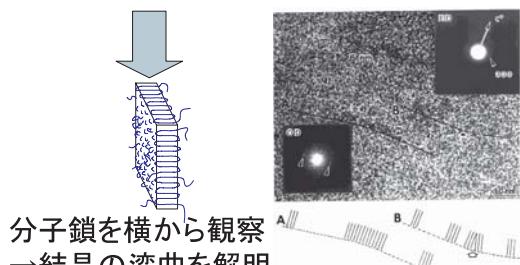
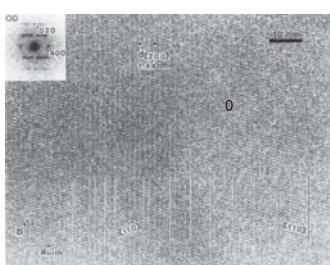


### 凝集状態の解析

高分子は分子鎖が折り畳んで薄い板状結晶を作るという、奇妙な挙動を示します。透過型電子顕微鏡を用いて色々な方向から板状結晶を観察し、局所構造や形成機構の解明を行っています。



分子鎖に沿って観察  
→欠陥構造を解明



# 無機フォトニクス材料

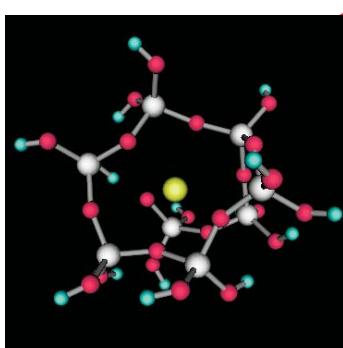
教授  
助教授  
助手

横尾 俊信  
高橋 雅英  
徳田 陽明

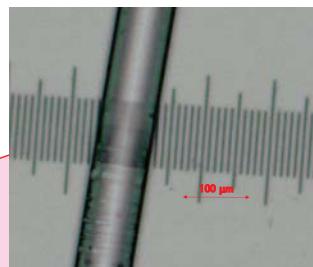
私たちは「光機能性無機材料の創製」を行っています。

## 光機能性材料とは？

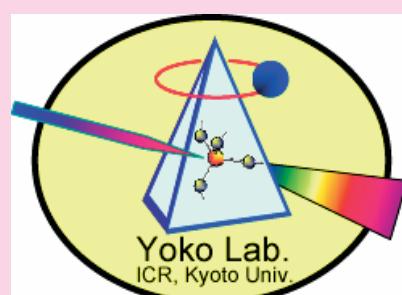
光を電気エネルギーに変換したり、情報を光として何千キロも伝搬したり、光信号を増幅したり、光の波長を変換したり等々、光を自在に加工することに利用される材料のことです。情報社会の高度化・大容量化に伴って情報処理は、エレクトロニクスからフォトニクスへと移行しつつあります。光機能性材料は21世紀の人類社会を支える非常に重要な基幹材料の一つです。



理論計算



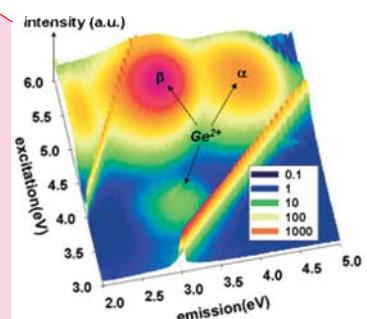
低融点ガラス



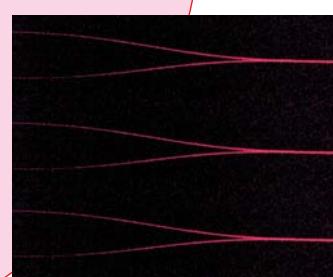
Yoko Lab.  
ICR, Kyoto Univ.



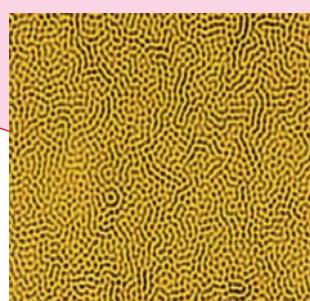
超低熱膨張セラミックス



Ge含有SiO<sub>2</sub>系ガラスの  
二次元蛍光スペクトル



Y-分岐光導波路



多孔質光触媒電極

●材料機能化学研究系

# ナノスピントロニクス

教授  
助教授  
助手  
技術専門員

小野 輝男  
小林 研介  
葛西 伸哉  
楠田 敏之

## 人工物質を自由自在に制御する

電子は、**電荷と спин**という二つの自由度を持っています。私たちは、その両方を利用して新しい電子材料の開発を行う**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、現在、世界的に発展しています。

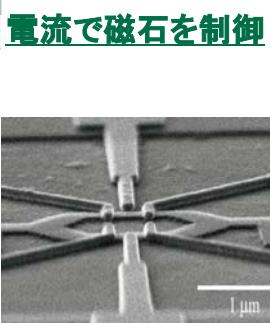
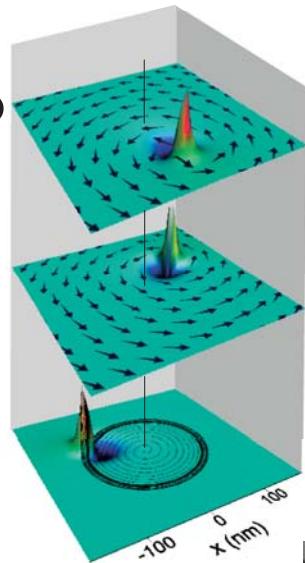
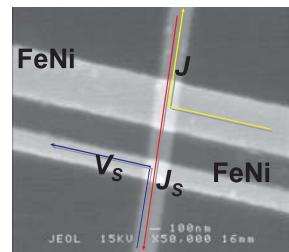
私たちは、

**微細加工技術**: ナノメートル精度で物質を加工

**新物質開発**: 元素を原子レベルで組み合わせる

という二つの**ナノテクノロジー**を駆使して人工物質を作り出し、この分野に挑んでいます。

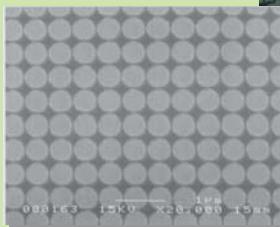
### スピントロニクス



人工原子と電子干渉計

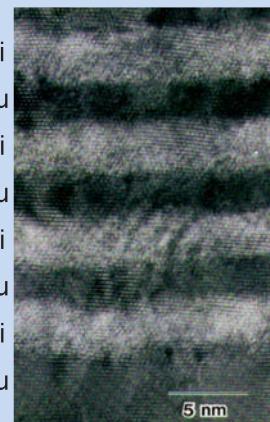
## 微細加工を極める

物質を微細加工するための電子線描画装置と加工の例

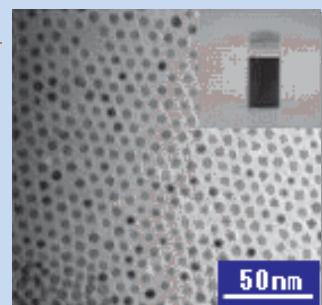


## 新物質を作り出す

直径数ナノメートルの世界最小磁石



Ni  
Au  
Ni  
Au  
Ni  
Au  
Ni  
Au



原子レベルで作られた金属人工格子

# 生体機能化学 研究系

化学研究所

研究系

センター

物質創製化学研究系

有機元素化学  
構造有機化学  
精密有機合成化学  
精密無機合成化学

材料機能化学研究系

高分子材料設計化学  
高分子制御合成  
無機フォトニクス材料  
ナノスピントロニクス

生体機能化学研究系

生体機能設計化学  
生体触媒化学  
生体分子情報  
ケミカルバイオロジー

環境物質化学研究系

分子材料化学  
水圈環境解析化学  
分子環境解析化学  
分子微生物科学

複合基盤化学研究系

高分子物質科学  
分子レオロジー  
分子集合解析  
超分子生物学

先端ビームナノ科学  
センター

粒子ビーム科学  
レーザー物質科学  
複合ナノ解析化学  
構造分子生物科学

元素科学国際研究  
センター

典型元素機能化学  
無機先端機能化学  
遷移金属錯体化学  
光ナノ量子元素科学

バイオインフォマティクス  
センター

生命知識システム  
生物情報ネットワーク  
パスウェイ工学  
ゲノム情報科学研究教育機構  
(人材養成ユニット)

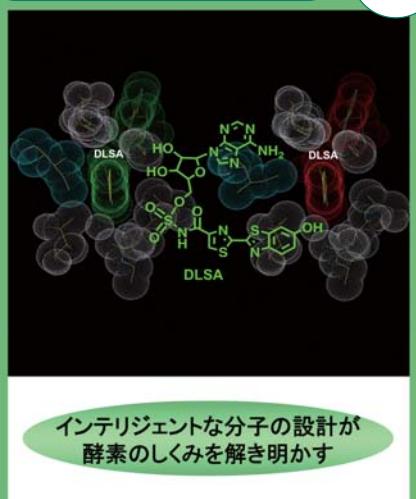


# 生体機能化学研究系

生命を支える酵素の触媒機構や生理的意義の化学的理解、細胞機能や遺伝子を制御する高活性タンパク質の創製、植物の環境刺激応答と遺伝的形態形成との相関関係の究明、生理活性小分子化合物の発掘とそれらを起爆剤とした生物医学的研究など、広く生物と化学の接点に迫る研究を行っています。

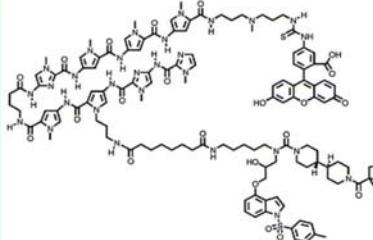
## 生体触媒化学

農



医

## ケミカルバイオロジー



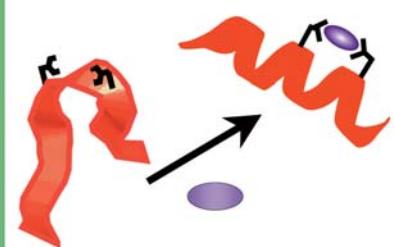
小分子化合物による  
生物医学研究



生体現象の解明  
と  
生体諸機能から  
ヒントを得た物質創製



細胞機能を制御する  
生理活性蛋白質の創製



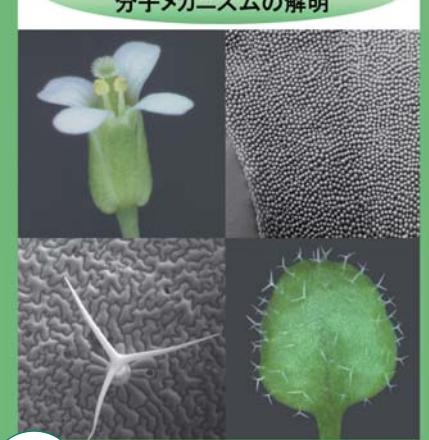
## 生体機能設計化学

薬



理

## 生体分子情報

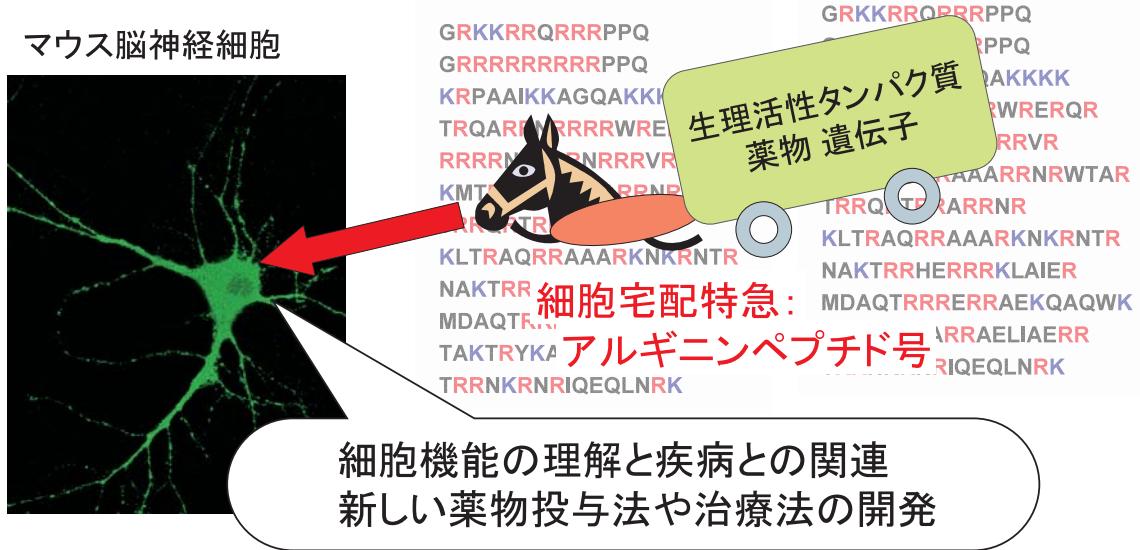


# 生体機能設計化学

教授 二木 史朗  
助手 今西 未来  
助手 中瀬 生彦

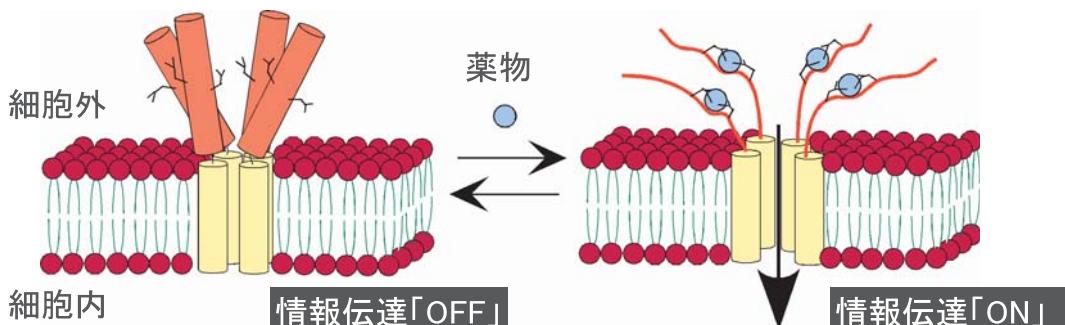
## 膜透過ペプチドを使ってタンパク質や薬物を細胞に導入する

今、アルギニンと呼ばれるアミノ酸を多く含んだ細胞膜透過ペプチドを用いて、生理活性タンパク質や薬物を細胞に効率的に導入する方法が注目されています。私達の研究室では、これらのペプチドが細胞内に移行する機序を明らかにすることを通して、優れた細胞・組織移行性を持つペプチドを開発することを目指しています。



## 細胞膜に新しい生体情報の受信装置をとりつける

薬物との結合(情報受信)による構造変化



細胞膜上に存在する天然の情報受容体タンパク質の多くは、情報を捉えて構造変化することにより、細胞内に生理的情報を伝達します。このようなタンパク質を人工的に創り出すことが出来れば、新しいタイプの情報感知分子、あるいは、細胞内への情報伝達を人為的に調節する開閉器としての応用が期待されます。

# ●生体機能化学研究系 生体触媒化学

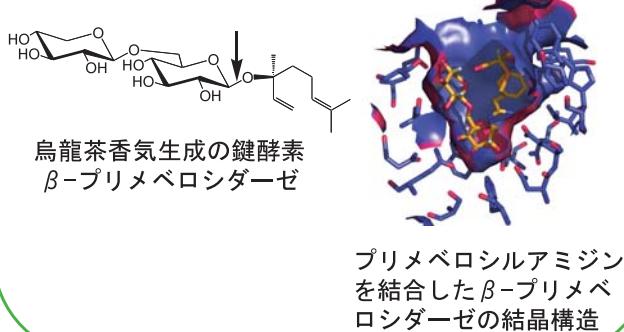
教授 坂田 完三  
助教授 平竹 潤  
助手 水谷 正治  
助手 清水 文一

## 化学の目で酵素と生命のしくみを解き明かす

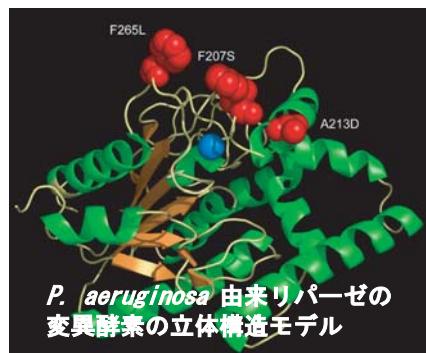
生命を支えるのは酵素による精緻な化学反応と捉え、酵素の立体構造に裏打ちされた触媒活性を化学的に理解します。さらに、酵素の反応機構に基づいた阻害剤のデザインと合成に取り組み、その阻害剤を使って酵素の機能と生理的役割を明らかにし、生命のしくみを化学的に理解します。

### グリコシダーゼ触媒機能の化学

グリコシダーゼの基質認識機構をX線結晶構造解析により解明するとともに、グリコシダーゼ阻害剤であるグリコシリアルアミジン誘導体の合成展開と応用を進めています。



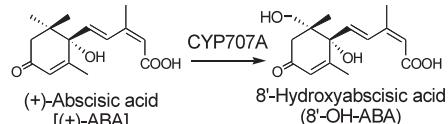
### 進化分子工学による触媒機能の改変



リパーゼは、脂肪酸エステルの加水分解する酵素です。進化分子工学的手法を用いてリパーゼにアミドを加水分解する活性を与え、その違いを探る研究を進めています。

### 植物ホルモン／二次代謝産物生合成の生物化学

植物ホルモンや植物二次代謝産物の生合成／不活性化に関わる鍵酵素に注目し、その生合成の仕組みを解明するとともに、その生理的役割の解明に取り組んでいます。また、酵素の触媒機能を解明するとともに、その酵素阻害剤の開発と応用研究を進めています。



アブシジン酸不活性化酵素に対する阻害剤を処理した植物（図右）は乾燥耐性になる。

# ●生体機能化学研究系 生体分子情報

教授 岡 穆宏  
助教授 梶崎 弘幸  
助教授 青山 卓史  
助手 柄植 知彦  
技術専門職員 安田 敬子

## 植物の形づくりを制御する分子メカニズムを解明する

人工的に遺伝子が導入されたり組換えられた植物を形質転換植物、またはトランスジェニック植物と呼んでいます。私たちは形質転換植物の技術を利用し、植物の形づくりの制御における分子メカニズムの研究を行っています。

### サイトカイニンシグナル伝達の研究



改変 $ARR1$ 遺伝子を導入した  
形質転換シロイヌナズナ

植物ホルモンの一種であるサイトカイニンは葉の形づくりを促進します。私たちはこのサイトカイニンシグナルの伝達に $ARR1$ というタンパク質が関わることを明らかにしました。改変 $ARR1$ 遺伝子を導入し $ARR1$ の働きを強めることにより、いろいろな場所から葉を発生させる(図中の矢印)ことができます。

### COP9シグナロソームの研究



植物は生育時の光条件の違いにより大きく形を変えます。この現象の制御にはCOP9シグナロソーム(CSN)というタンパク質の複合体が関わっており、それに欠陥をもつ $cop9$ 変異体は暗所でも明所とよく似た形になります。私たちはCSNの分子メカニズムを解明します。

### 細胞の形づくりの制御の研究



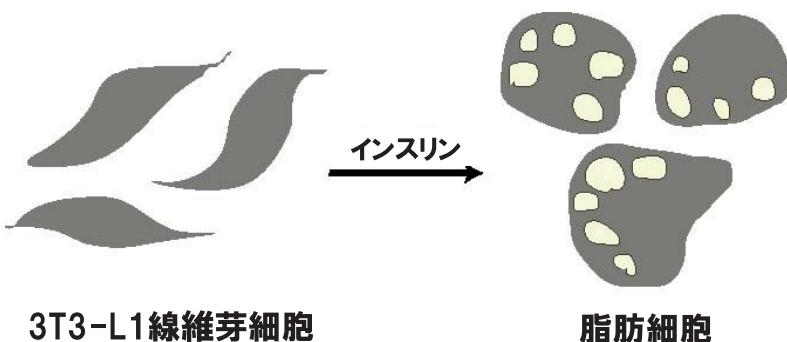
改変 $PLD\zeta1$ 遺伝子を導入した  
形質転換シロイヌナズナの根

私たちは植物細胞の形づくりの制御においてリン脂質が重要な働きを担っていることを明らかにしました。改変 $PLD\zeta1$ 遺伝子を導入しリン脂質分解酵素の働きを変化させることにより、枝別れなど様々な形の根毛(図中の矢印)が作られるようになります。

# ケミカルバイオロジー

教授 上杉 志成  
助手 川添 嘉徳  
助手 下川 浩輝

ユニークな生理活性を持った小分子化合物を発見し、これを用いることで、生命現象を探究しています。



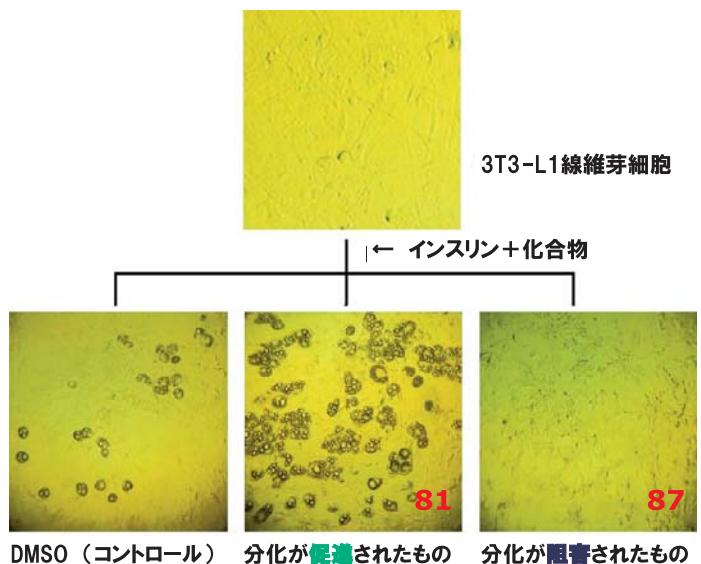
3T3-L1線維芽細胞は  
インスリンの刺激によって  
脂肪細胞に分化します

私たちは合成化合物ライブラリーから  
分化を促進する化合物 (81)  
阻害する化合物 (87)  
を見つけました

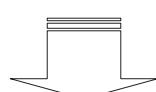
分化阻害化合物を  
さらにスクリーニング



インスリンやインスリン様増殖因子の  
シグナルを解明する道具となりうる！

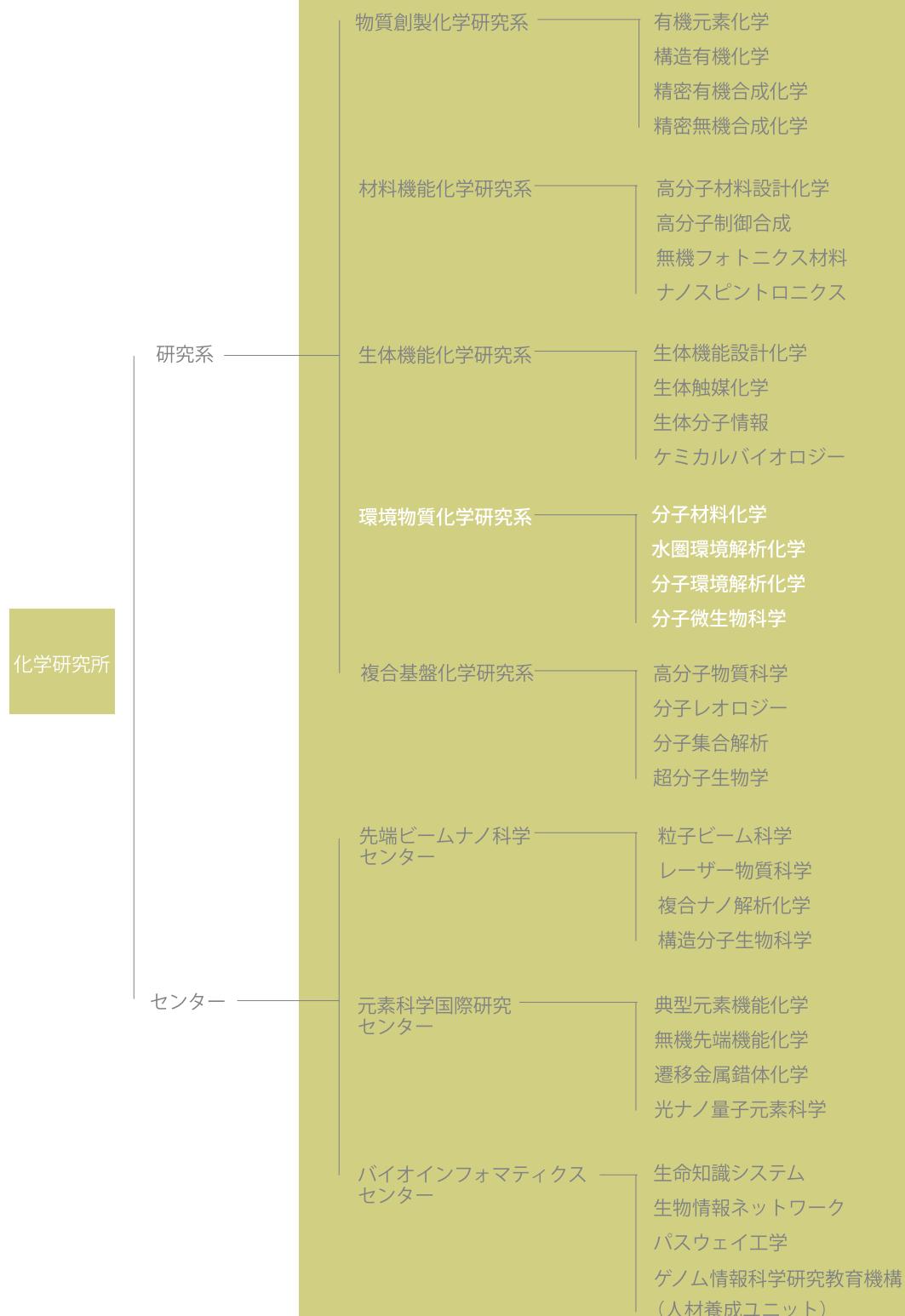


標的タンパク質の同定  
新たなシグナル伝達経路の解明



医学への貢献

# 環境物質化学 研究系



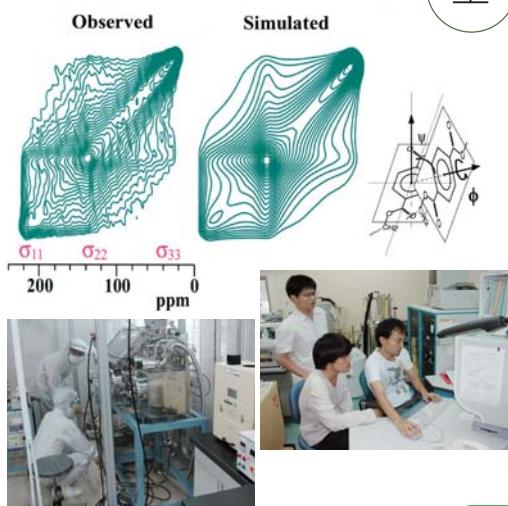


# 環境物質化学研究系

分子集合・材料・微生物から海洋・湖沼にいたる環境の化学を対象としています。有機EL素子の構造と機能の関係性の解明や、低温環境で増殖できる好冷微生物の探索と利用に取り組み、環境にやさしい新機能場である超臨界水反応や、地球上の水圈中の微量元素の解析法の開発を行っています。

## 分子材料化学

工



## 水圏環境解析化学

理



## 環境調和物質

海洋

高温

低温

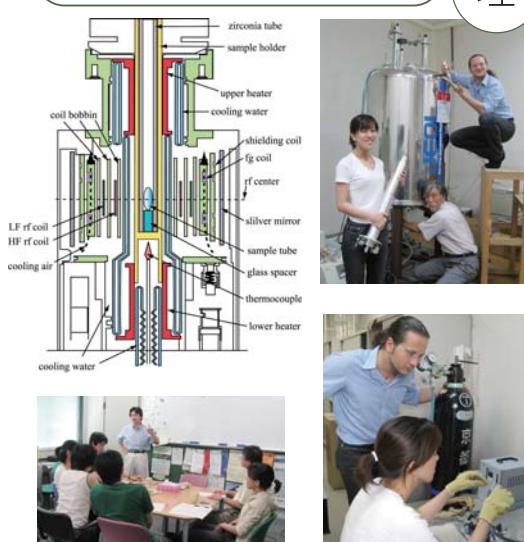
微生物

材料

分子から地球環境に至る広い視点で  
化学を切り口に総合的に研究

## 分子環境解析化学

理

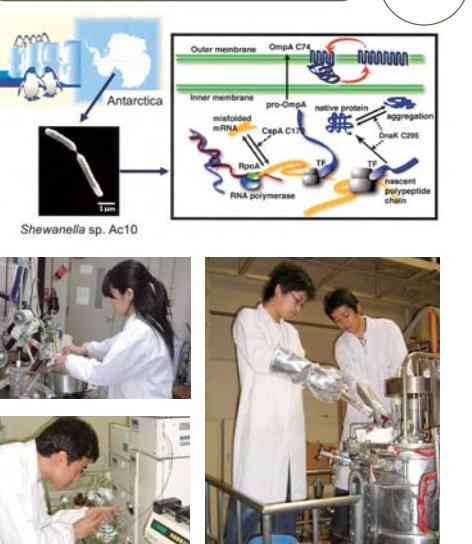


江崎研究室の実験風景



## 分子微生物科学

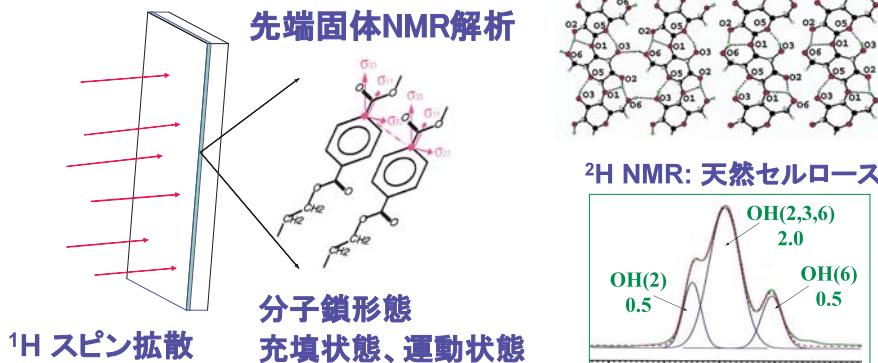
農



# ●環境物質化学研究系 分子材料化学

教授 堀井 文敬  
助教授 梶 弘典  
助手 平井 諒子  
技術専門職員 大嶺 恭子

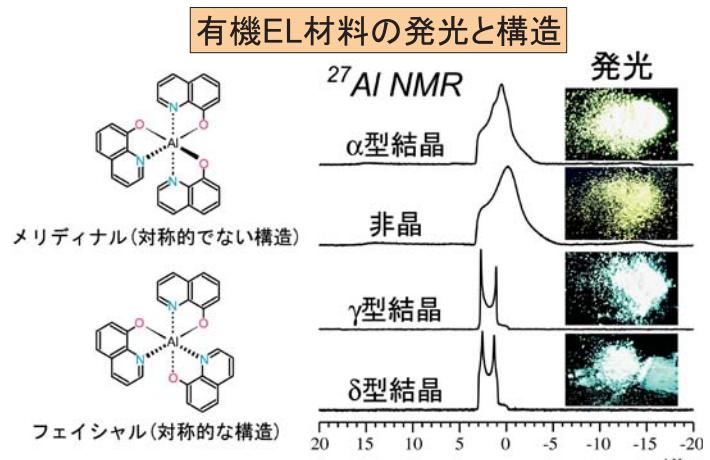
高分子材料の構造とダイナミックスを固体核磁気共鳴(NMR)により精密に解析しています。特に非晶状態、薄膜状態の構造や水素結合などの相互作用を詳しく調べています。



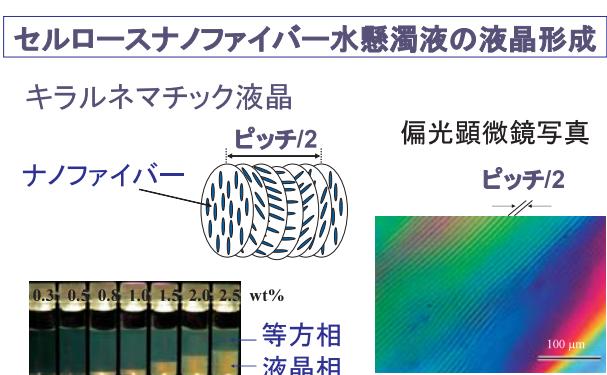
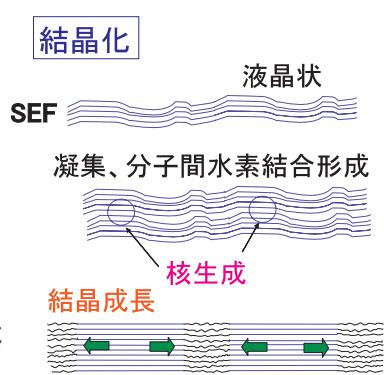
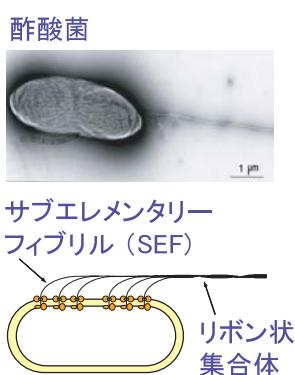
## 超高磁場固体NMR



有機エレクトロルミネッセンス(EL)は、有機物に電気を流すことにより光る現象であり、ディスプレイとしての利用が進みつつあります。我々は、有機物に電気が流れたり、有機物が光ったりする性質について、固体NMRという装置を用いて調べています。



酢酸菌が産生するバクテリアセルロースの階層構造、結晶-非晶構造など構造形成機構の解明と各レベルでのナノコンポジット化による機能性材料の開発を目指しています。



# 水圈環境解析化学

教授  
助教授  
助手  
助手  
技術職員  
宗林 由樹  
梅谷 重夫  
佐々木 義弘  
則末 和宏  
南 知晴

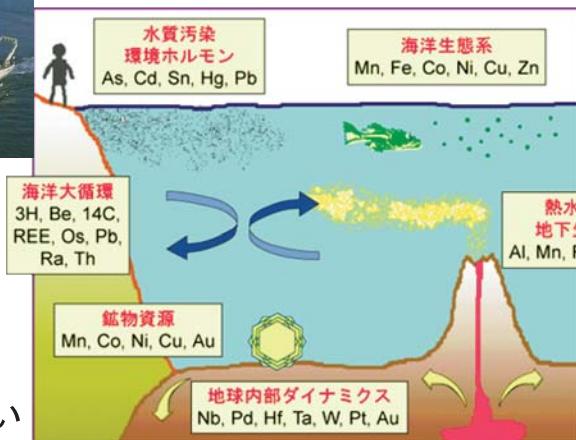
## 微量元素を鍵として水圏を解き明かす

さまざまな元素を分析する新しい方法を開発し、水圏の物質循環とそれが地球気候に及ぼす影響を明らかにする研究を進めています。



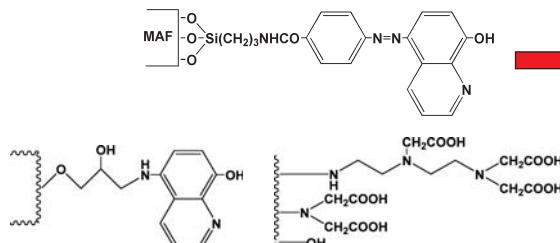
### ①観測

観測船を利用して海水試料を採取



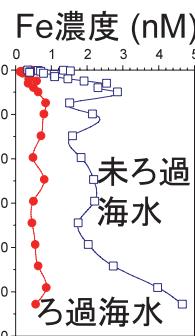
### ②分離・分析

キレート吸着体を用いて測定を妨害する塩類を除去



### ③測定

超高感度質量分析装置を用いて多元素を同時に測定

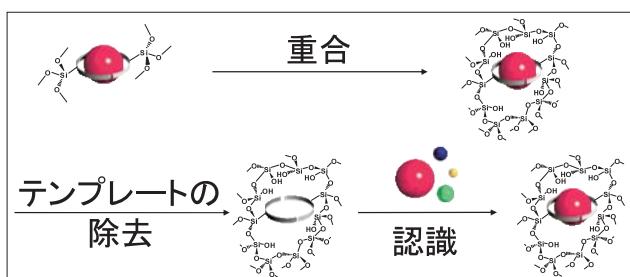


### ④解析

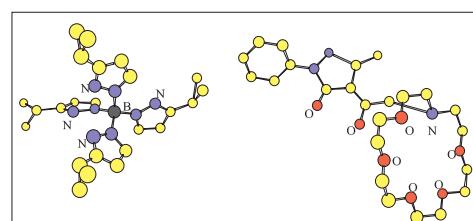
微量元素の鉛直分布は海洋現象を解く鍵

## 金属イオンを高選択的に認識する分離機能材料を作る

金属イオン（ゲスト）に対して、新しい認識・分離機能を持つホスト分子（配位子）を設計、合成し、その機能を構造の解析を通して明らかにします。分析化学における微量物質から、湿式精錬や核燃料の再処理等の工業的規模の分離・濃縮においても重要な課題です。



ゾル-ゲル法を利用した高選択的吸着体



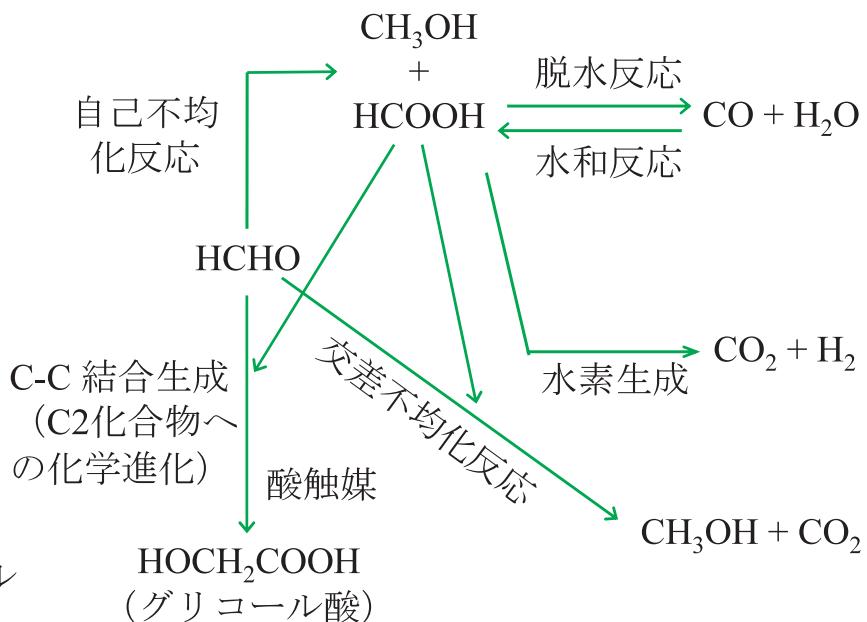
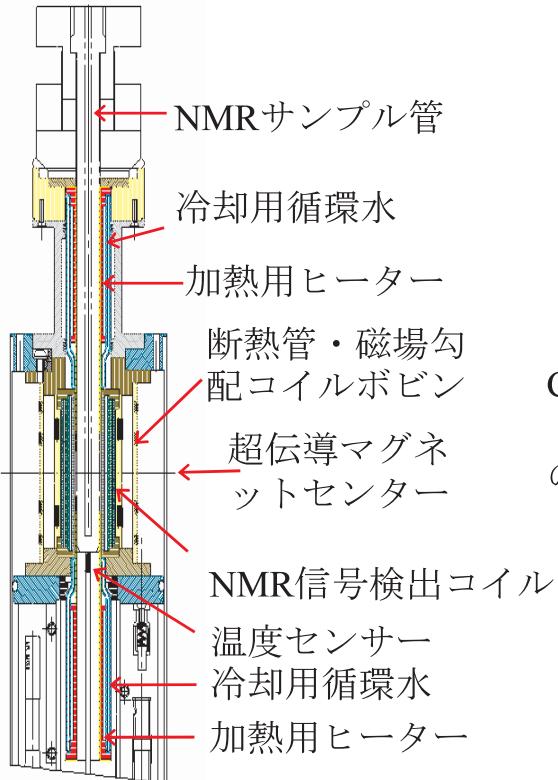
金属イオン認識のための新奇配位子

# 分子環境解析化学

教授 中原 勝  
 助教授 松林 伸幸  
 助教授 岡村 恵美子  
 助手 若井 千尋

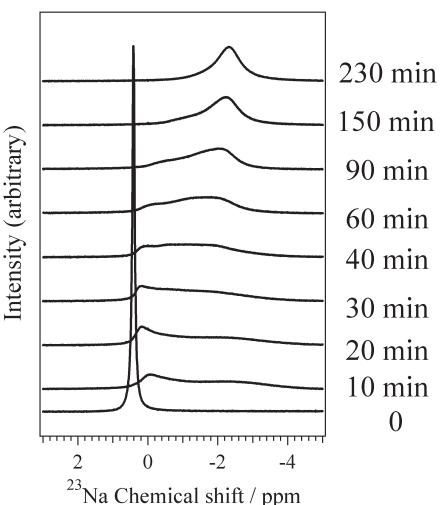
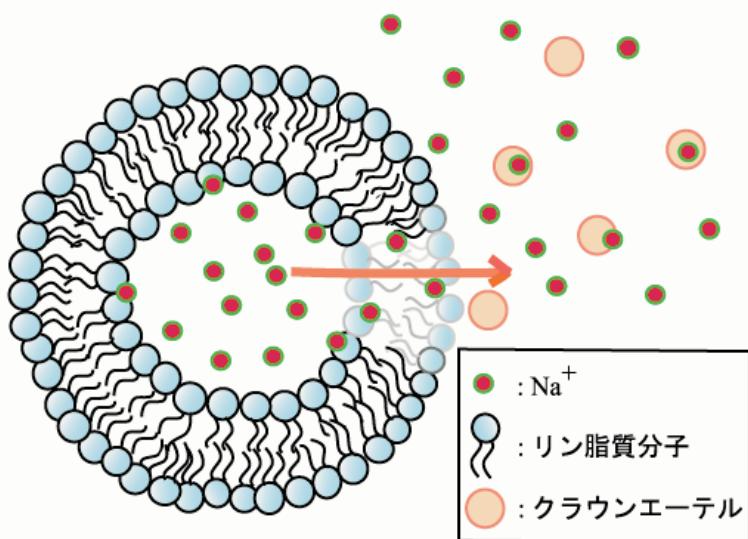
「水」をキーワードとして、高い温度・圧力の状態での化学反応や、  
 生体で重要な役割を果たす膜の研究を行なっています。

世界初の超臨界水(400°C、220気圧以上)のリアルタイムNMR(核磁気共鳴)測定



熱水中では、無触媒または温和な触媒条件下でも、  
 多くの反応経路が開き、リッチな化学が展開されます。  
 温度・圧力の設定で、反応選択性を制御できます。

生体モデル膜のイオン透過のNMRによる実時間測定



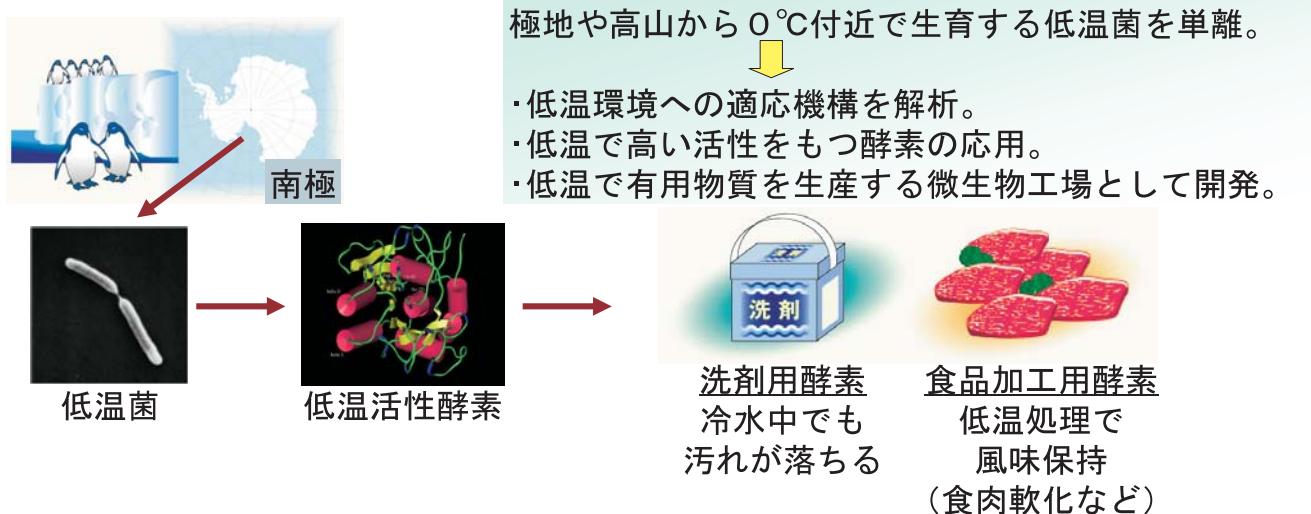
$\text{Na}^+$ イオンの二分子膜透過の実時間観測

# 分子微生物科学

教授 江崎 信芳  
助教授 栗原 達夫  
助手 三原 久明

微生物のすぐれた環境適応性、ユニークな二次代謝、多様な物質を栄養源として利用する能力、高度な物質生産性に着目し、有用な機能をもつ微生物を探していいます。その機能を支える化学的な基盤を明らかにし、積極的に利用するための研究を行っています。

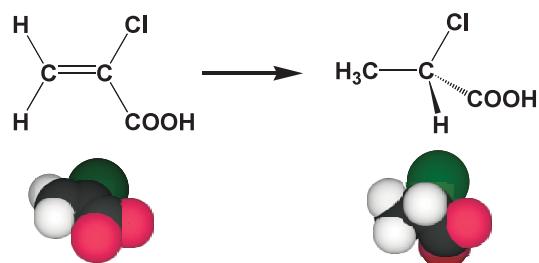
## 低温菌の環境適応機構の解明と応用



## 有機ハロゲン化合物の微生物酵素変換

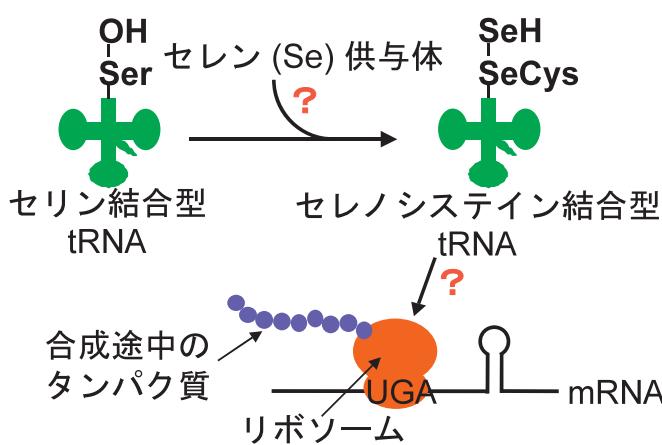
### 有機ハロゲン化合物

- 有用物質  
(医薬、農薬、溶剤など)  
→微生物で作る
- 環境汚染源  
(ダイオキシン、フロンなど)  
→微生物で分解する



微生物酵素を利用した光学活性有機ハロゲン化合物（除草剤原料）の生産

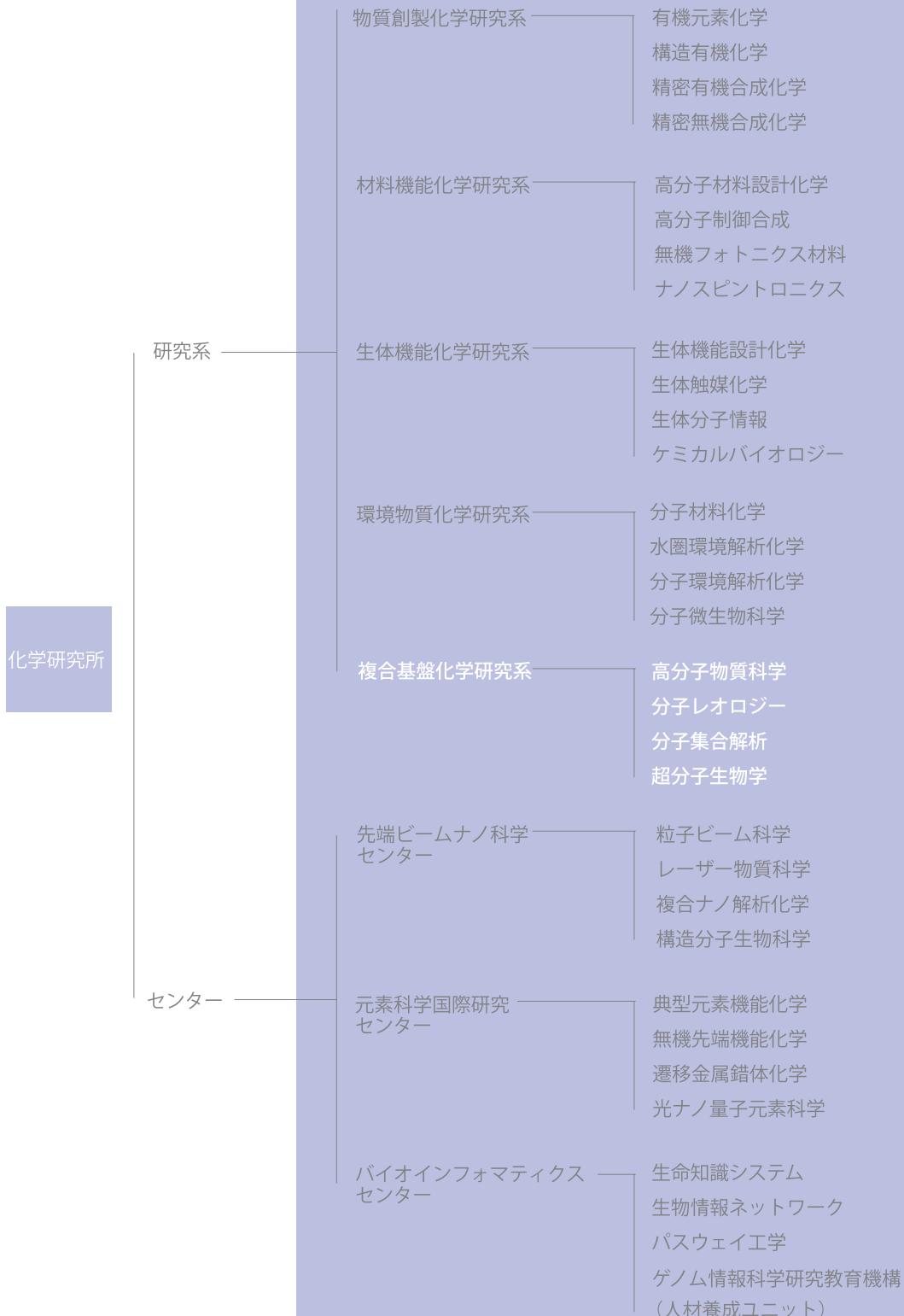
## 必須微量元素セレンの生化学



タンパク質を構成するアミノ酸は20種類と教科書には書かれていますが、実は21番目のアミノ酸が存在します。それがセレノシステイン。終止コドン UGA にコードされることが知られていますが、タンパク質への取り込みの詳細は不明。

- セレノシステインのタンパク質への取り込み機構の解析
- セレンの生理的機能の解析

# 複合基盤化学 研究系



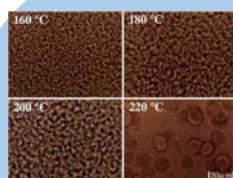


# 複合基盤化学研究系

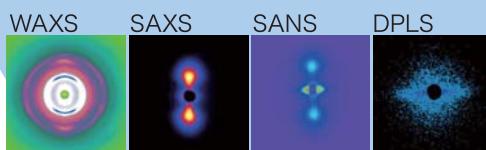
化学を基盤として自然科学の融合的視点を育んでいます。地球上に存在する天然物質から、一方では人工的に造成した物質に至るまで、幅広い分野それぞれに見られる多様な現象を分子のレベルから捉える基礎研究に力を注いでいます。化学研究所内のほかの研究系やセンターとも連携しつつ、新たな物質科学の創造に向けてより複合的に進めています。

## 高分子物質科学

工

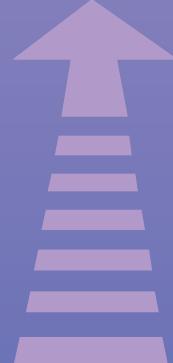


高分子の結晶化で観察されるスピノーダル分解および核生成・成長パターン



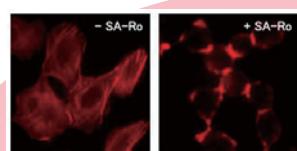
シリカバブ構造の二次元散乱像

## 天然物質

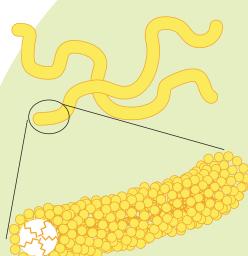
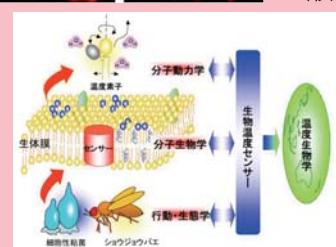


## 超分子生物学

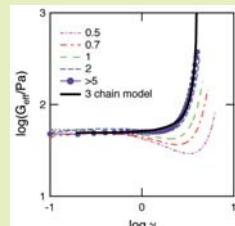
理



リン脂質の分布の変化による、アクチン骨格の分布および細胞の形態の変化



界面活性剤が作るひも状ミセル（左）と弾性率のひずみ依存性（右）

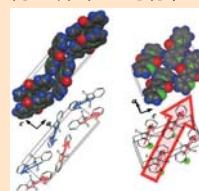


## 人工物質

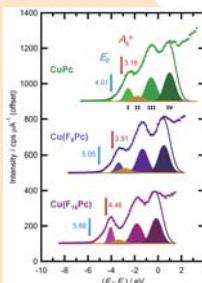
## 分子レオロジー

工

中心対称性結晶PIをもとに分子設計して得た非中心対称性の分極結晶4N-PI



フル素置換銅  
フタロシアニン薄膜の  
逆光電子スペクトル比較



## 分子集合解析

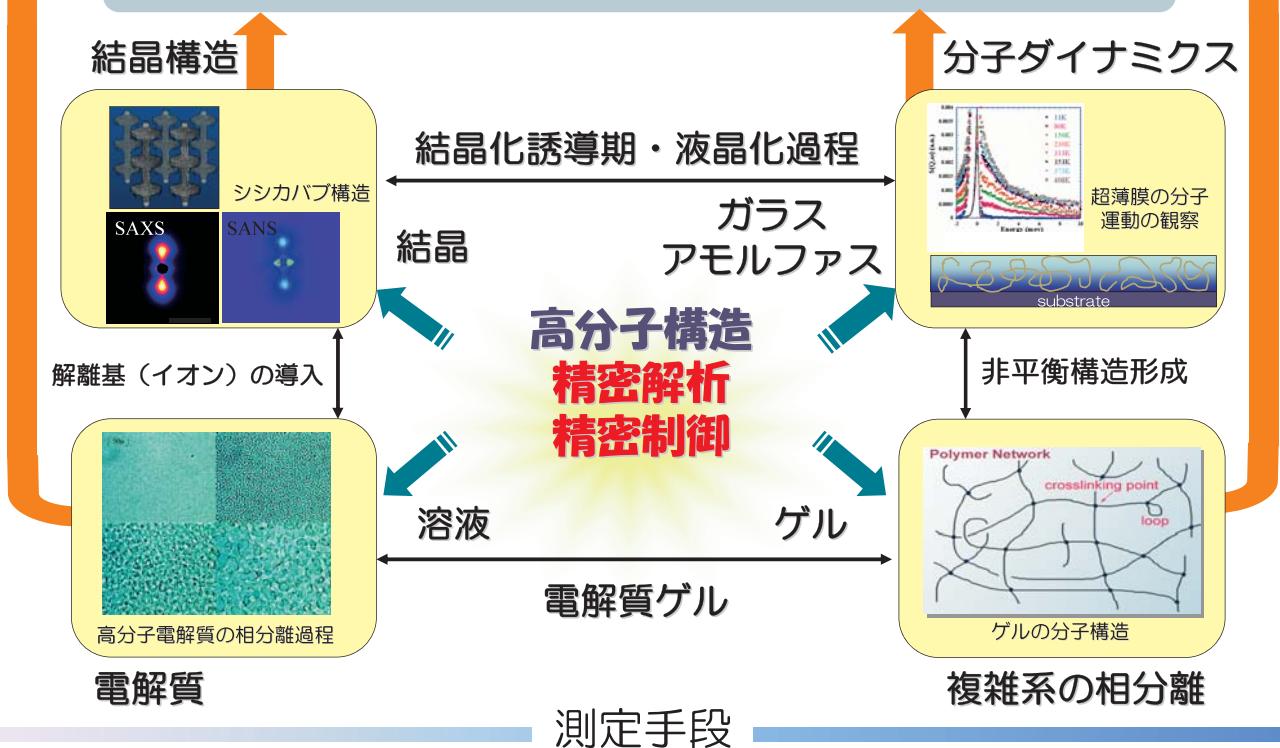
理

# 高分子物質科学

教授 金谷 利治  
助教授 西田 幸次  
助手 松葉 豪

高分子材料のナノメートルからミクロン、マクロスケールにいたる  
精密構造解析と制御

## 高分子高次構造制御（ナノ構造制御）



### ○大きさ（スケール）による分類



広角X線、中性子散乱

小角X線、中性子散乱

超小角X線、中性子散乱

光散乱

電子顕微鏡

光学顕微鏡

### ○時間の大きさによる分類（分子運動）



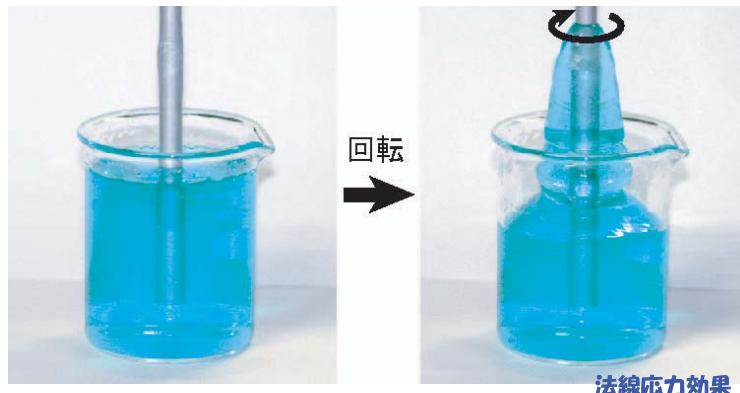
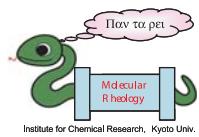
非弾性・準弾性中性子散乱

動的光散乱

●複合基盤化学研究系  
**分子レオロジー**

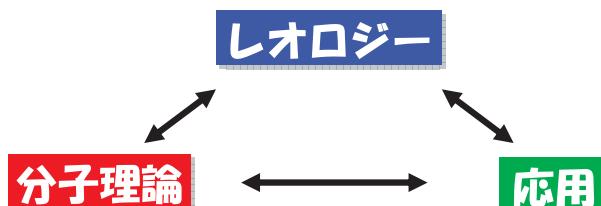
教授  
助教授  
助手  
技術専門職員

渡辺 宏  
井上 正志  
松宮 由実  
岡田 真一

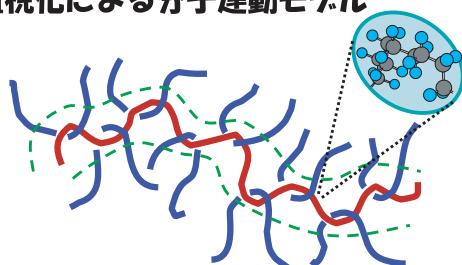


図のように、中心の  
棒を回転させると、  
高分子液体が棒にま  
とわりついてきます。

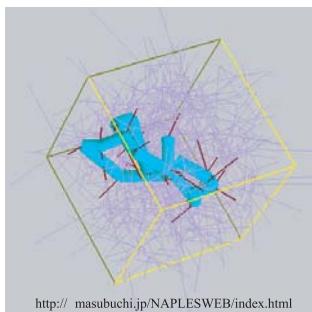
レオロジーとは、物質の流動と力の関係を研究する分野です。当研究室では、種々の物質について、マクロな現象である「変形」・「力」を、分子のレベルから解明することを目的として、研究を行っています。



粗視化による分子運動モデル



実験と計算



# ●複合基盤化学研究系

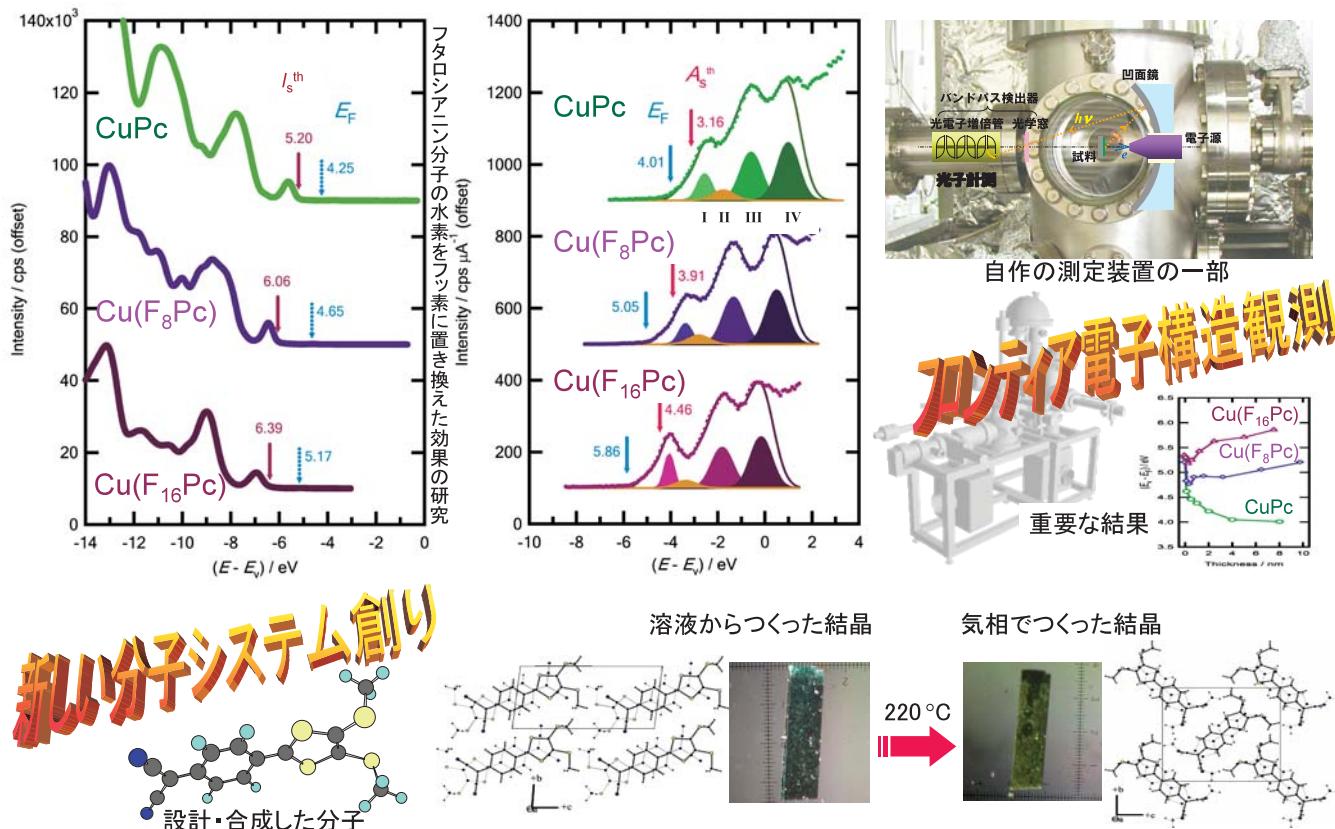
# 分子集合解釈

教授  
助教授  
助手  
助手  
教務職員

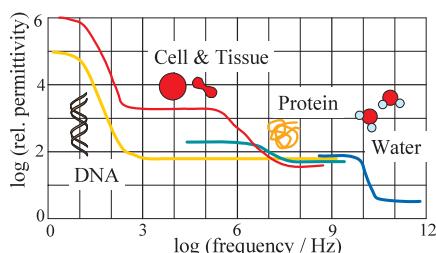
佐藤 直樹  
浅見 耕司  
喜多 保夫  
吉田 弘幸  
Richard James MURDEY

分子が集まつた固体とくに薄膜の構造と性質を電子構造に注目して明らかにし、その知見に基づいて新しい電子物性を示す分子システムを創る研究を行っています。また、生体膜やそのモデル系などの構造と機能についても電気測定法により研究しています。

## 分子集合体の物性化学研究 — 有機半導体の電子物性 —



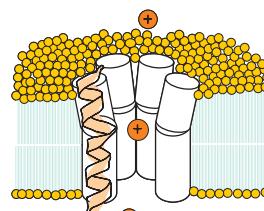
## 分子集合体の電気特性研究 — 生物細胞・膜のかたちと機能 —



生体分子や生物細胞に関わる分極現象をとらえ、それらの構造と機能との関係を調べる。



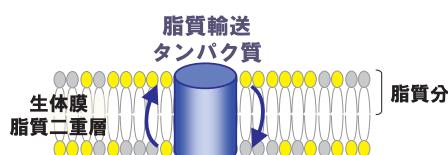
らせん状のペプチドが集合して脂質二分子膜につくるイオンチャンネル。電気測定をおこなってその安定性やイオン選択性を調べる。



# ●複合基盤化学研究系 超分子生物学

教授 梅田 真郷  
助手 竹内 研一  
助手 加藤 詩子  
教務職員 稲留 弘乃

生体膜の構成成分は多種多様ですが、すべての生物において、生体膜は脂質分子が会合してできた脂質二重層を基本構造としています。我々は、生体膜の構築に必須な脂質分子に注目して、細胞や生物個体の形づくりがどのようなメカニズムで制御されているのかを解明するため、分子から細胞・個体レベルにわたって研究を行っています。



生体膜中で局所的におこる  
脂質分子の分布や運動の変化

細胞骨格や細胞膜の再編成

細胞の形態変化や  
個体の形作りの制御

## 研究手法

### 脂質分子に特異的に結合する分子プローブの開発

脂質分子の局在を可視化したり、  
生体膜中の分布や動きを操作

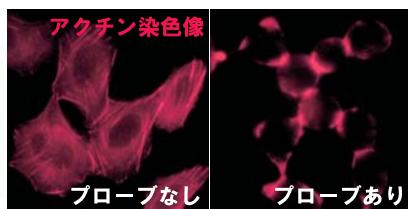


### 脂質分子の運動を制御するタンパク質の同定

遺伝子工学的手法を用いた詳細な分子メカニズムの解明

プローブで脂質分子を  
トラップすると…

アクチン細胞骨格の再編、  
細胞の形態変化がおこる

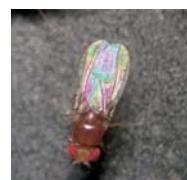


細胞からのアプローチ

生体膜脂質

個体からのアプローチ

一方、生体膜は生物個体の行動の制御にも関わっています。生体膜中では温度に依存して脂質分子の活発な熱運動と分子集合体の構造変化が繰り返されており、我々は膜脂質が温度を知覚する温度素子として働いているのではないかと考えています。ショウジョウバエの温度嗜好性変異体の樹立と解析を通じて、生物の温度応答と生体膜システムの関係、さらに行動創成の分子機構を明らかにしようとしています。



研究の主役  
ショウジョウバエ

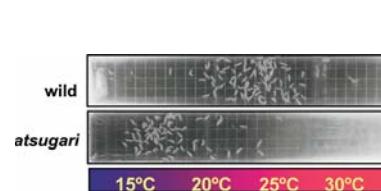
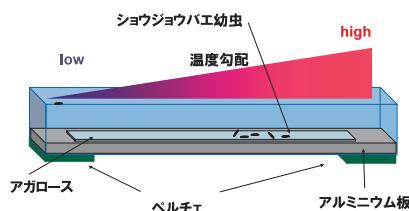
### ショウジョウバエの 温度嗜好性の測定



### atsugari 変異体の取得

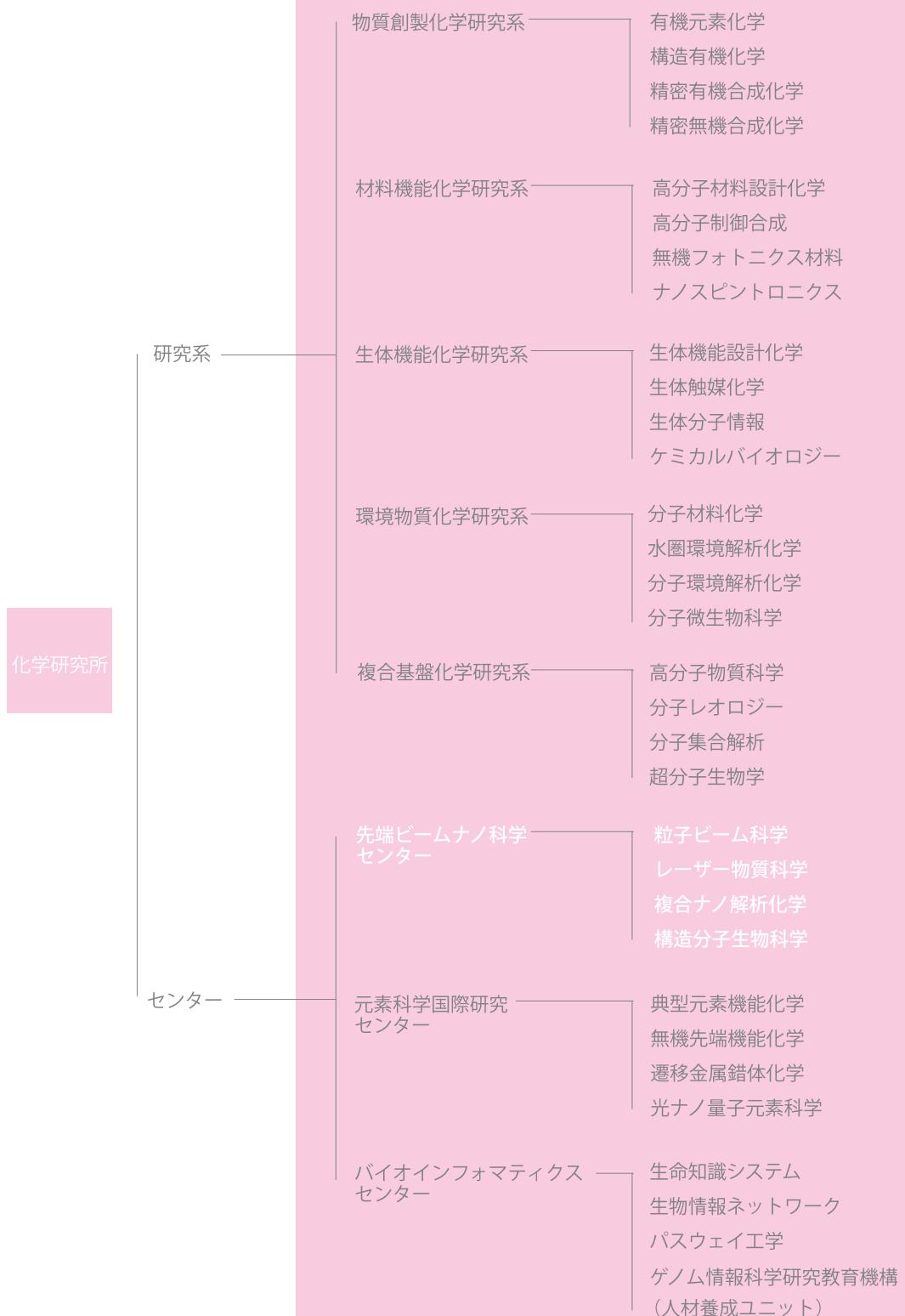


### 生体膜とエネルギー代謝との関連



温度嗜好性変異体 *atsugari* を調べることで、生体膜がエネルギー代謝のペースメーカーとなり、温度嗜好性を決定していることがわかつてきた

# 先端ビームナノ科学センター



# 先端ビームナノ科学センター

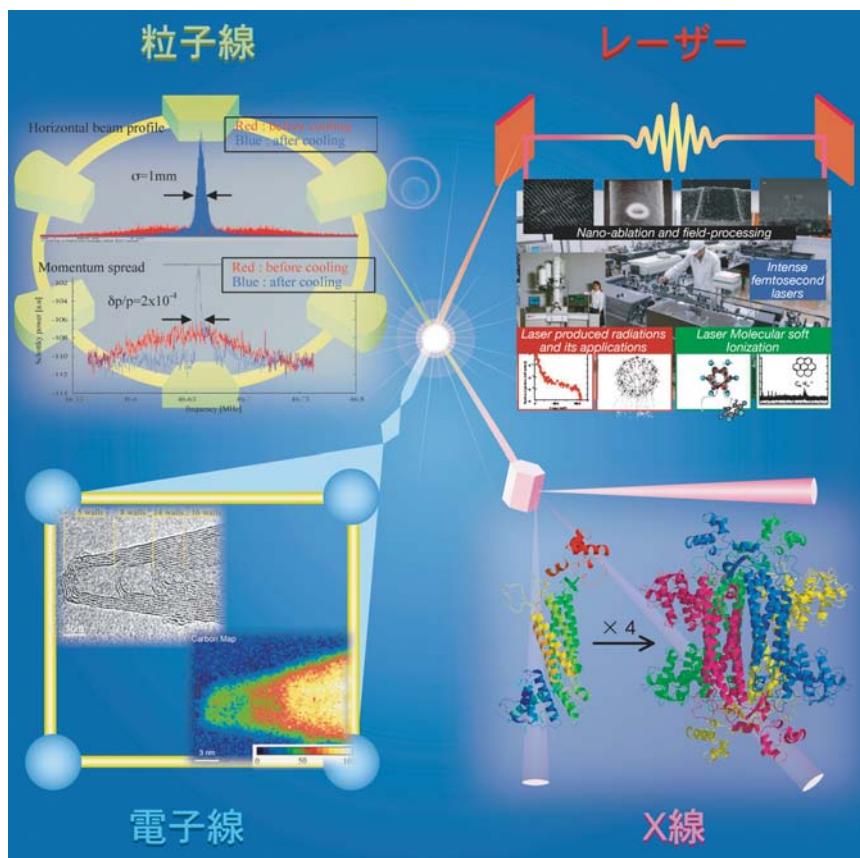
量子ビームの融合によるナノ時空間での物質先端科学の創成を目指し、粒子ビーム・レーザービーム・電子線・X線の融合研究の実現や、物理・化学・生物の各視点からナノ時空間の現象観察と制御の学術の構築を進めています。主な研究として、高品位イオンビーム生成、超強力レーザー加工解析、極微スケール状態分析、化学反応パスウェイ解析、生命現象のダイナミクス追跡があげられます。



## 粒子ビーム科学

## レーザー物質科学

理



理

## 複合ナノ解析化学



## 構造分子生物学



# 粒子ビーム科学

教授  
助教授  
助手  
技術職員

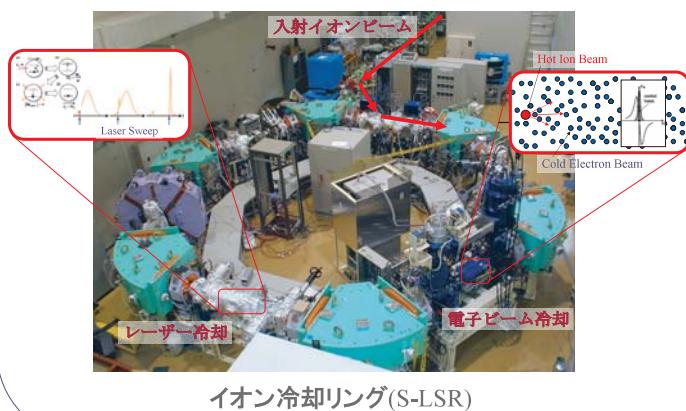
野田 章  
岩下 芳久  
白井 敏之  
頓宮 拓

加速器で作られる**荷電粒子(原子核・素粒子)ビーム**は、基礎科学や、産業・医学分野において非常に重要な役割を果たしてきました。これをさらに進めるために、一層のビームの高度化が必要とされています。そのために、

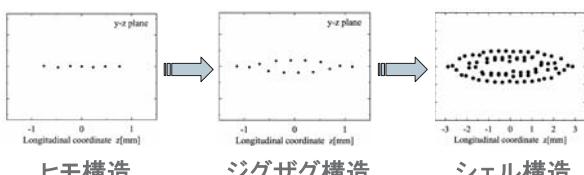
- ・粒子ビームを加速・収束する先端的な加速器技術の開発
- ・粒子ビームそのものの振る舞いを理解するビーム物理の研究

が車の両輪のごとく必要であり、これを進めるのが我々の研究目標です。

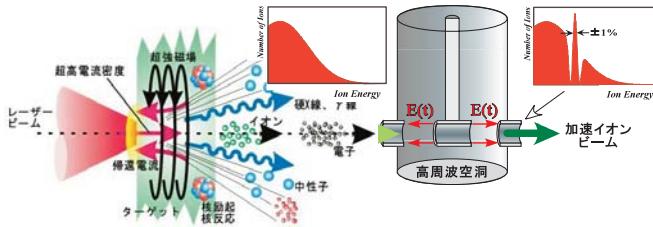
## ● イオン冷却リング(S-LSR)を用いたビーム冷却と結晶化ビームの研究



粒子ビームの位置・運動量の広がりを小さくするビーム冷却によって得られる極低温状態では、ビームが相転移を起こしてクーロン結晶となることが理論的に予言されています。我々は、電子ビーム冷却・レーザー冷却により、この**結晶化ビーム**の実現に取り組んでいます。

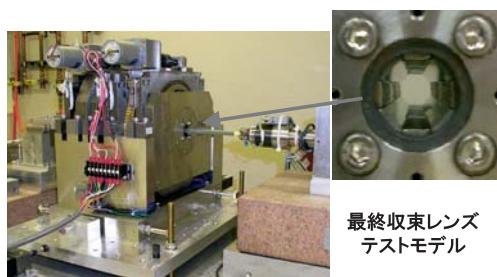


## ● 超高強度短パルスレーザーによる粒子ビーム加速と位相回転



高強度・短パルスのレーザーを固体に照射すると高エネルギーのイオンが発生することから、新しい加速方式として注目されています。我々は**高周波空洞**を用いた位相回転によるレーザー加速ビームの高品質化に取組んでいます。

## ● リニアコライダーのための最終永久磁石レンズの開発



衝突エネルギー 0.5~1 TeV でヒッグス粒子を探索する 国際リニアコライダー (ILC) 計画において、衝突点直前でビームをナノメートルサイズに絞るために用いることのできる、**超強力永久磁石**を用いた**最終収束レンズ**を開発しています。

# 先端ビームナノ科学センター

# レーザー物質科学

教授 阪部 周二  
助教授 橋田 昌樹

## レーザー強度

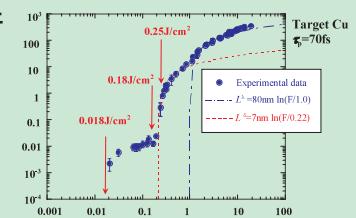
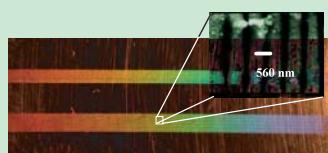


超高強度極短パルスレーザーT6-laser

## 中強度

### 摩擦低減や低消費電力テレビ開発で注目される表面構造形成技術

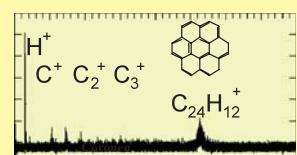
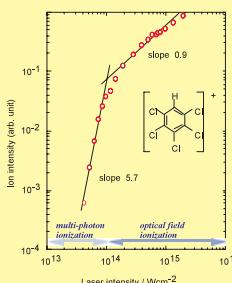
金属表面に従来のナノ秒レーザーの場合のアブレーション閾値以下の強度で照射しても、ナノメートルサイズのアブレーションが起り、その表面に周期構造が形成される。



## 高強度

### ダイオキシンや生体膜分子の新しい微量分析法

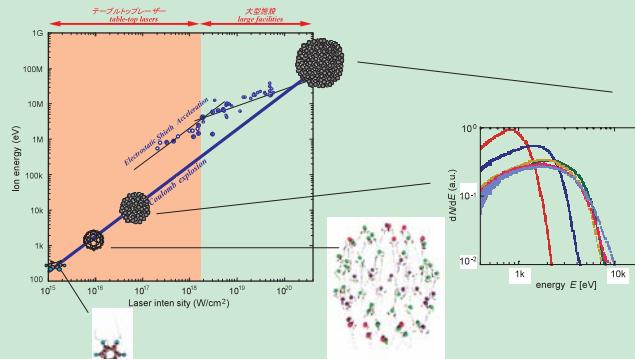
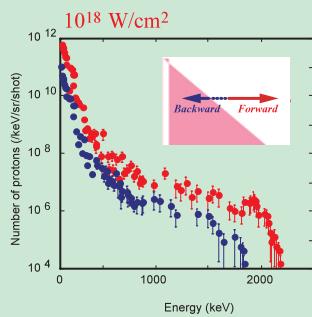
短パルスレーザー光により多光子イオン化や光場イオン化により分子を破壊することなく分子イオンを作ることができる。大型分子の質量分析への応用が期待される。



## 超高強度

### レーザー放射科学は加速器の小型化を可能に

高強度短パルスレーザーは薄膜表面の電子を相対論的エネルギー領域まで加速し、それにより形成される電場により薄膜裏面のイオンが高エネルギーに加速される。また、クラスター分子からは大量の電子を取り去りイオンクラスターを形成でき、大きなクーロン反発力により爆発的に高エネルギーイオンを発生する。



●先端ビームナノ科学センター

# 複合ナノ解析化学

教授  
助教授  
助手  
助手  
教務職員

磯田 正二  
倉田 博基  
小川 哲也  
根本 隆  
森口 作美

当研究室では世界でもトップクラスの性能を誇る**加速電圧100万ボルトの分光型超高速電子顕微鏡**を中心とした各種顕微鏡を中心に物質の原子・分子レベルの構造・状態の解析及び電子顕微鏡法の開発を行っています。

## 高分解能像観察

分解能 0.1nmとは原子の大きさに匹敵する値で、原子や分子の並びを直接観察することができます。

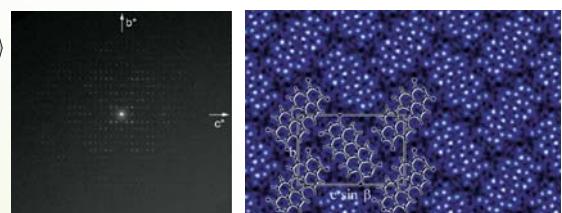


## 電子顕微鏡



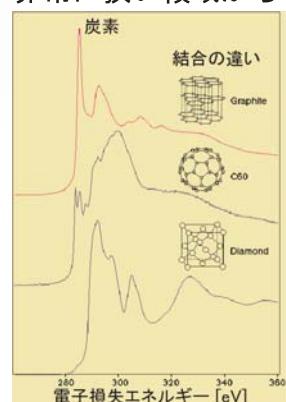
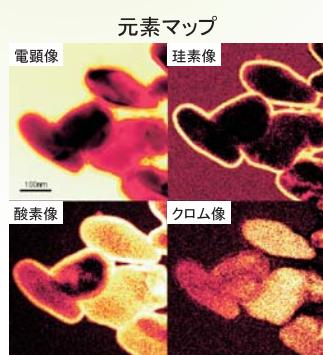
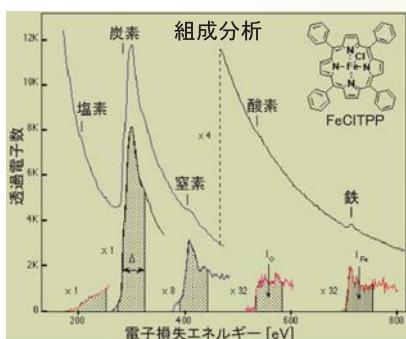
## 電子線回折/電子線結晶学

有機物質の多くは強い電子線により結晶構造が破壊されるので、高分解能観察が困難なことがあります。しかし、このような場合でも電子線回折像を解析することでその結晶構造を知ることができます。



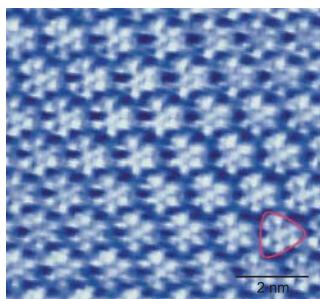
## 電子エネルギー損失分光法

電子が物質中を通過すると、透過した物質の種類や状態によって一部の電子の運動エネルギーが減少します。これを検出し、分析するのが電子エネルギー損失分光法 (EELS) です。非常に狭い領域から物質の構成元素や化学結合状態を知ることができます。



## 走査トンネル顕微鏡 (STM)

針先と表面の間に流れる電流の変化を画像化します。



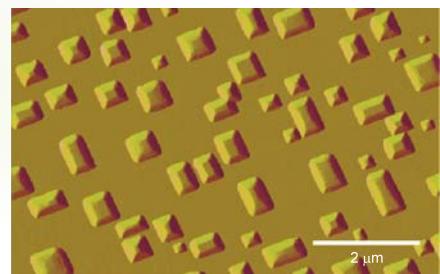
## 走査プローブ顕微鏡

物質表面を細い探針で格子状になぞり、その上下動などをコンピュータを使って画像化し固体表面の形状や性質を調べます。



## 原子間力顕微鏡 (AFM)

梁の反り具合によるレーザー光の動きを画像化します。

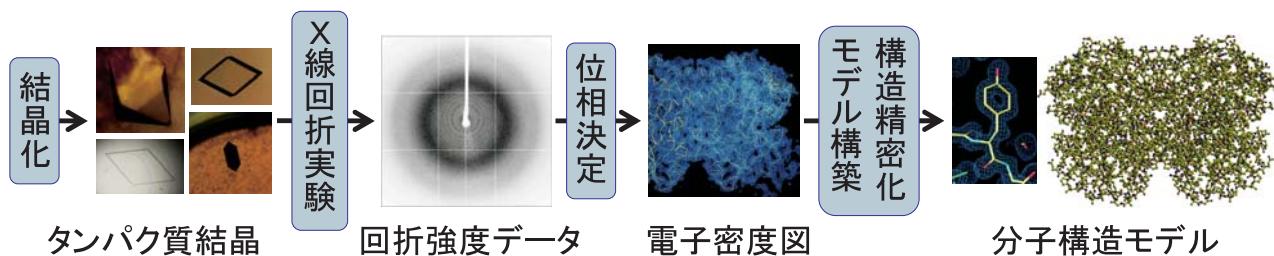


# ●先端ビームナノ科学センター

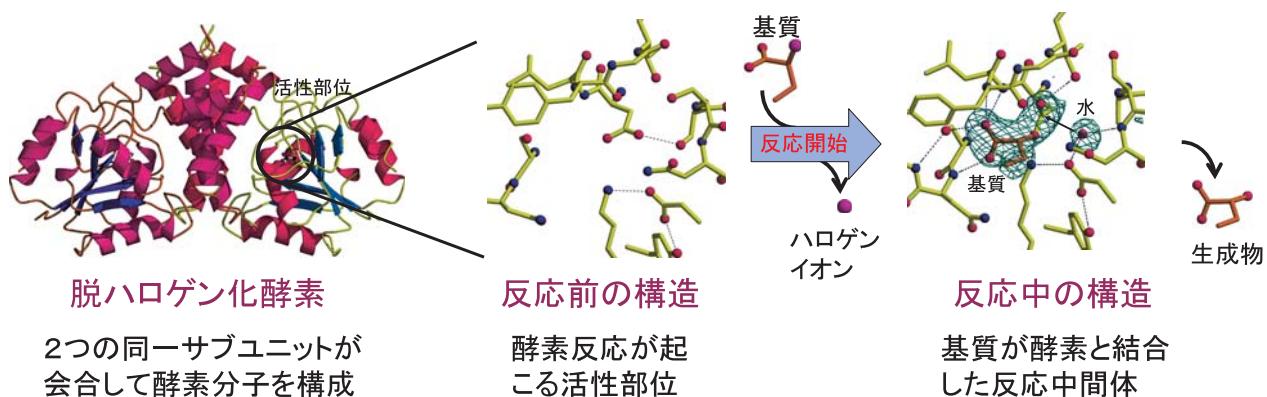
# 構造分子生物科学

教授 畠 安雄  
助教授 伊藤 嘉昭  
助手 藤井 知実

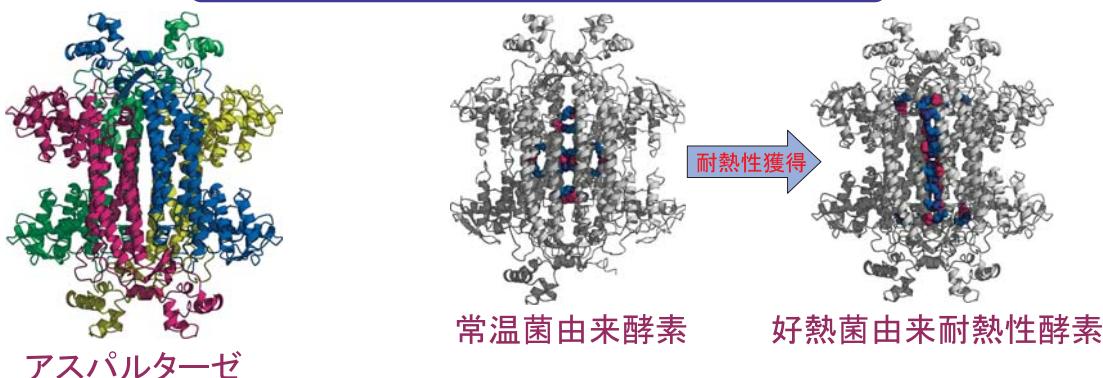
生物が生きるために必要な様々な働きをするタンパク質分子の立体的な構造を、X線結晶構造解析という方法を使って原子レベルで観察し、タンパク質の構造(かたち)と機能(はたらき)の関係を、明らかにする研究を行なっています。



## 酵素反応メカニズムの解明



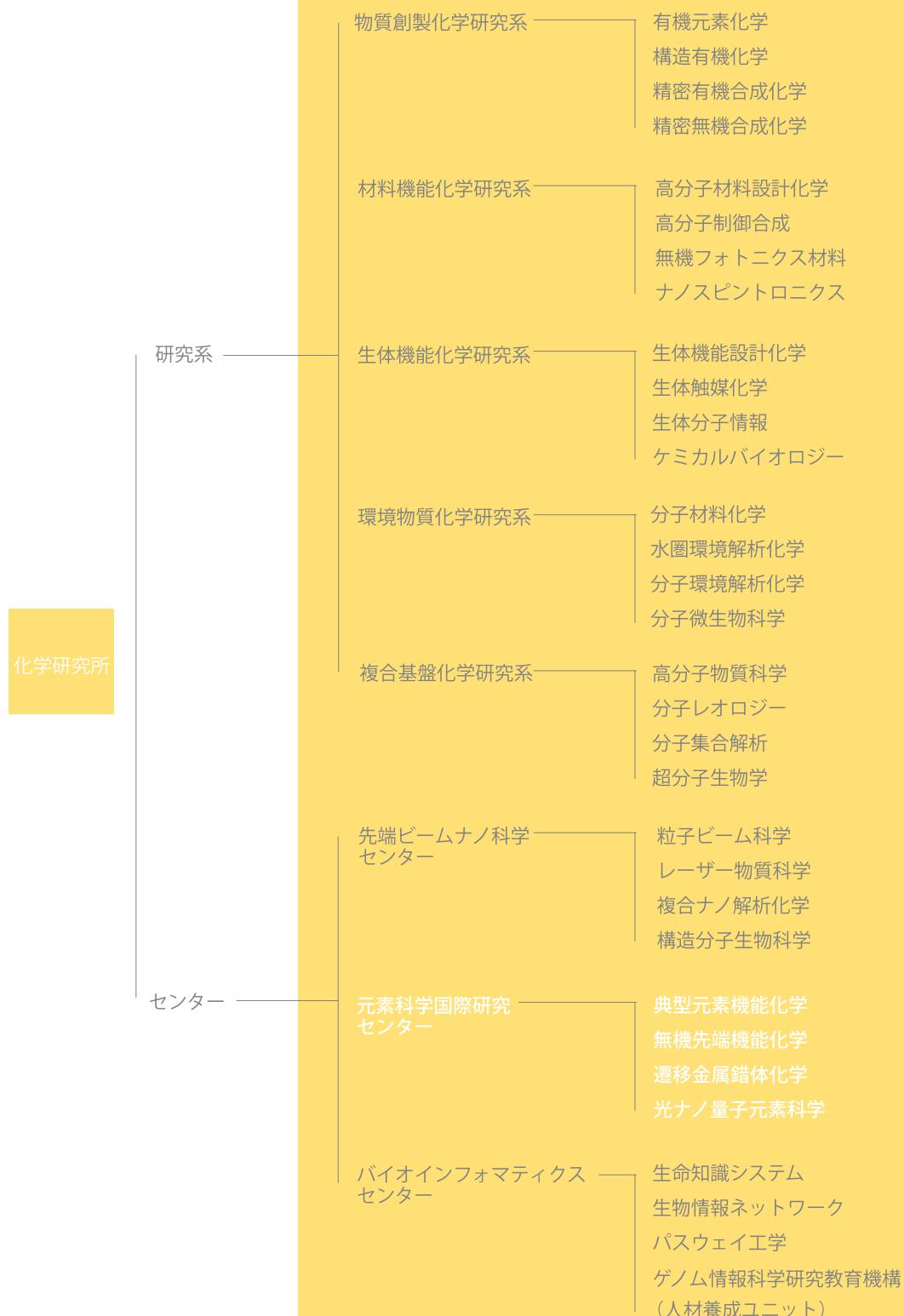
## 極限環境への適応化ストラテジーの解明



色の異なる4つのサブユニットが会合して酵素分子を構成

特に、酸性残基(赤色)とアルカリ性残基(青色)が相互作用するイオンペアの数が、サブユニット間で増加することで、耐熱性が強化されている

# 元素科学国際研究センター





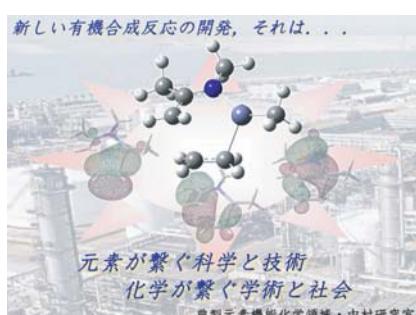
# 元素科学国際研究センター

本センターのかかげる「元素科学」というコンセプトは、元素の特性を活かした新物質創製研究を強力に推し進めるというものです。この新しいコンセプトと共に、既存の「分子科学」「物質科学」と連携した橋渡しをしながら、元素の特性に着目し、新しい有機・無機構造体の創製と機能開発に関する基礎・応用研究を推進しています。

工

理

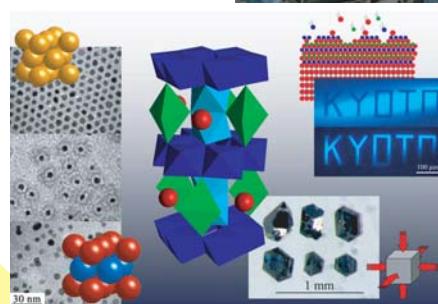
## 典型元素機能化学



### 新しい有機合成反応の開発



IRCLES

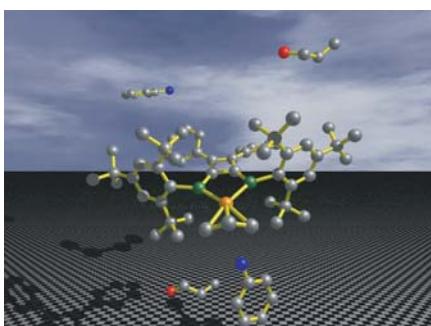


### 新しい物質創製・機能性の探索

理

工

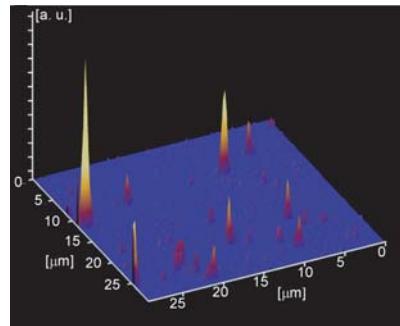
## 遷移金属錯体化学



### 元素の特性を活かした 新物質の創製

理

## 光ナノ量子元素科学



### 光機能性の探索



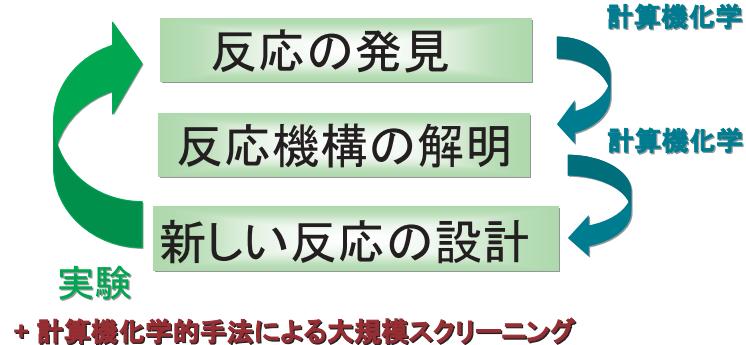
●元素科学国際研究センター  
典型元素機能化学

教授 中村 正治  
助手 畠山 琢次



次世代の化学産業革命に向けて！  
新たな機能と反応性を有する有機金属化合物による 次世代合成化学の開拓

新反応の開発



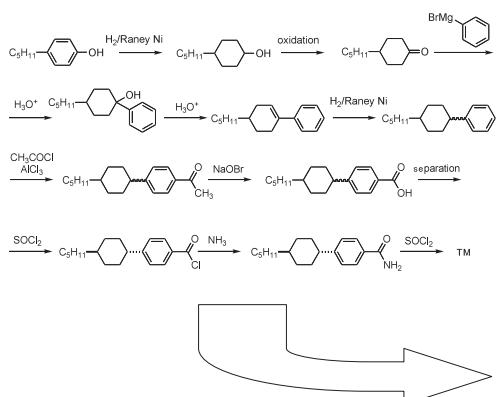
分子同士を凸凹でくっつける



有機合成はLEGOブロック

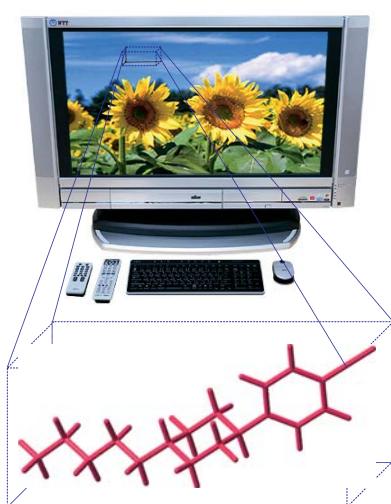
新たな有機金属反応活性種や反応系をデザインすることにより、次世代に向けた化学資源を有効活用する有機合成反応の開発研究を行っています。従来の合成反応、石炭・石油などの資源の大量消費を背景発展した化学工業の発達と密接な関係を持つものが大部分です。しかし、人類の持続的な発展の物質的基盤を支えるには、既存の合成反応のレパートリーのみではあまりにも心許なく、新しい有機反応の発見とそれに基づく化学工業における省資源化さらには新資源開拓が不可欠であると我々は考えています。

例えは...

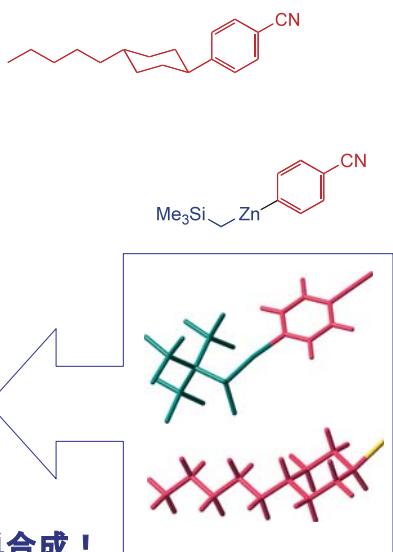


現在は9段階かけて合成している

液晶ディスプレーに使われる代表的な有機分子



新反応で簡単合成！



# 無機先端機能化学

教授

助手

助手(特別教育研究)

高野 幹夫

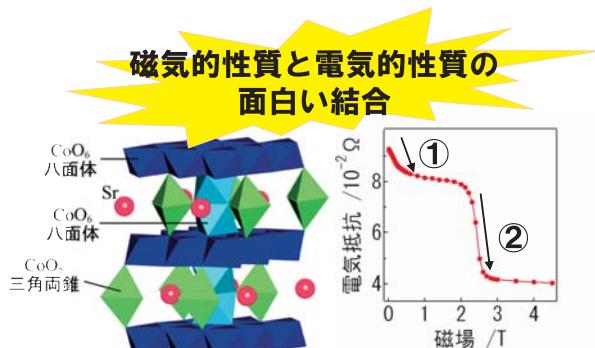
齊藤 高志

山本 真平

チタンや鉄、銅などの酸化物を対象に新機能材料を探す・創る  
多彩な合成法を活用:高圧合成法・薄膜法・微粒子作製法

これらの酸化物は安全、安価、安定。色材、触媒、超伝導体、磁性体、強誘電体などの材料として非常に優れたものが多い。

結晶構造と機能の詳細な評価を通じて  
○ 物質の持つ機能の根源に迫る  
○ 新機能材料の創製を目指す



磁場をかけると電気がよく流れる  
謎:なぜ2段階か?



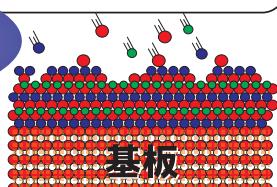
炭がダイヤモンドに変ってしまう程の  
超高圧力 & 高温 (6万気圧x1200°C程度)で  
新物質を探す

**超高圧合成  
新物質を探せ!**

**薄膜&微細構造  
デバイス化!**

**ナノ粒子  
小さくして働かせる!**

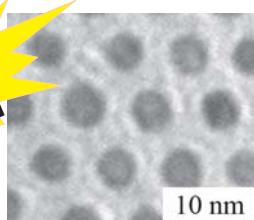
**薄膜化 & 微細加工  
(ナノ~ミクロンレベル)**



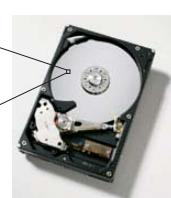
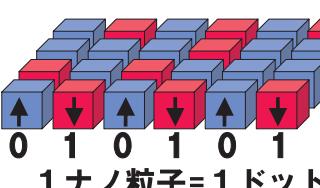
基板の表面に原子を降り積もらせて膜を作る

サイズ: 数~数十nm(ナノメートル)程度  
• 1nm=髪の毛の太さ(0.1mm)の10万分の1  
• 機能の高密度化

世界で一番  
小さい磁石



独自の合成法開発  
鉄白金ナノ粒子を世界  
に先駆けて合成!



超高密度磁気記録媒体が実現できるか?  
(1Tb/inch<sup>2</sup>:従来の10倍程度)

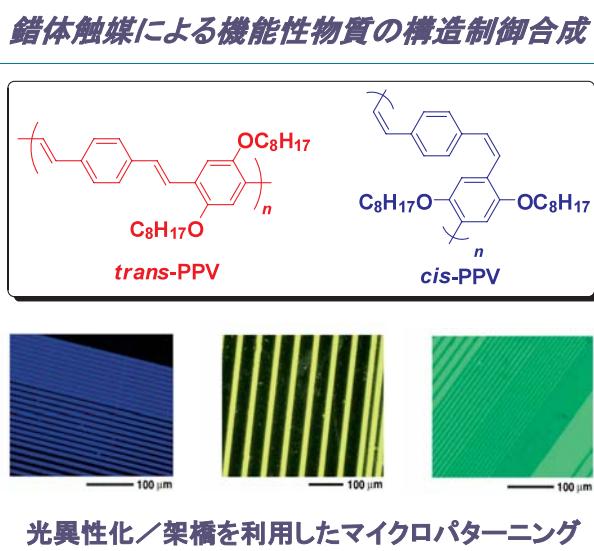
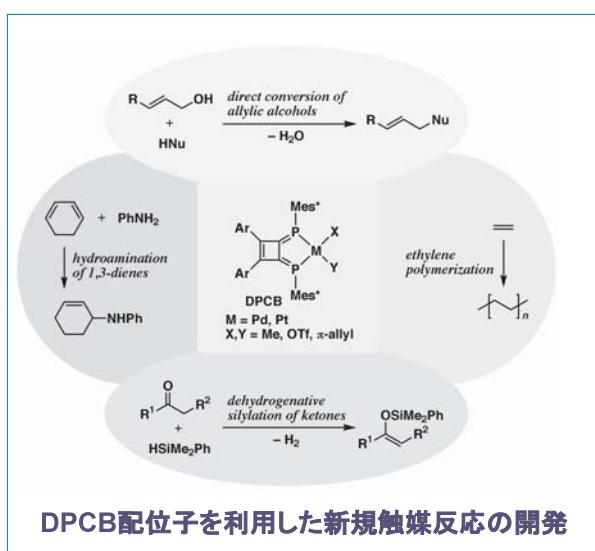
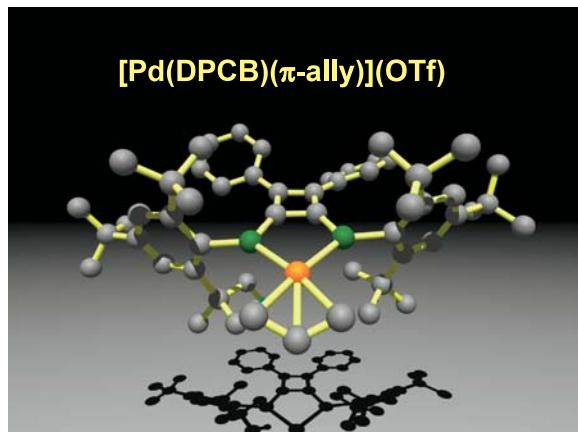
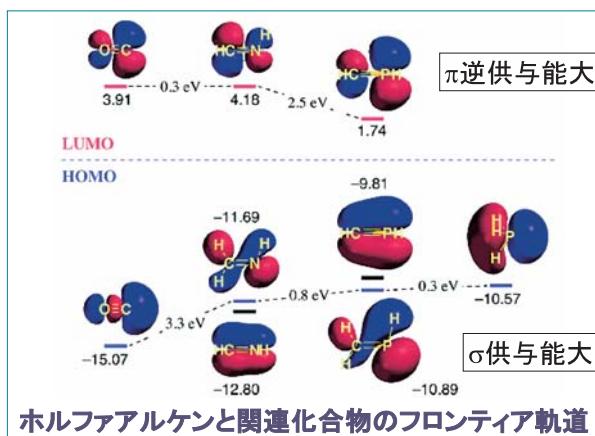
# 遷移金属錯体化学

教授 小澤 文幸  
助教授 岡崎 雅明

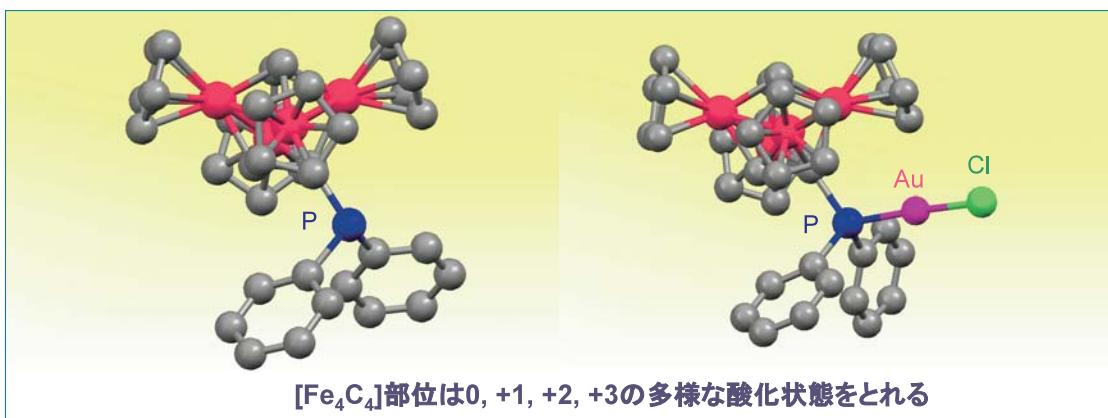


元素の特性を活かした新物質創製研究を主題とする元素科学国際研究センターにあって、当研究室は、遷移元素を主要構成元素とする遷移金属錯体の研究を担当しています。特に、高周期典型元素と遷移元素との複合化や複数の遷移元素の組織化から生まれる新たな分子機能の発見とその応用をめざして研究を展開しています。

## ホスファアルケン系配位子DPCBの開発と錯体触媒への応用

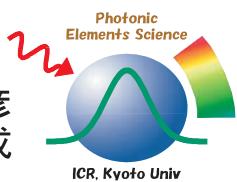


## 四鉄一四炭素クラスター配位子の合成と構造



# 光ナノ量子元素科学

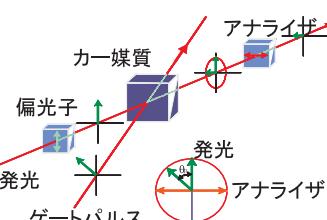
教授 金光 義彦  
助教授 松田 一成



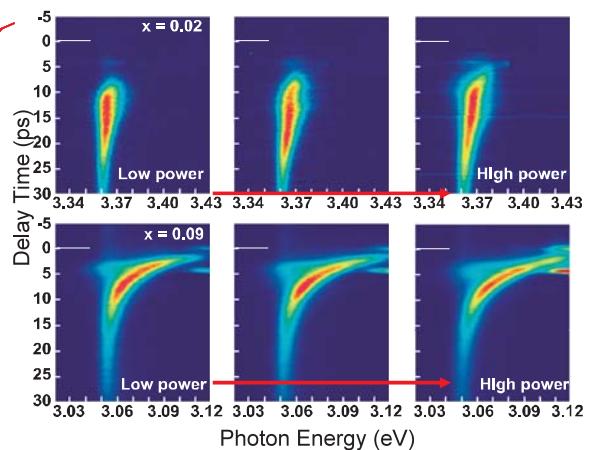
我々は、ナノメートルスケールの構造体で発現する特異的な光学的性質を探索し、解明することを目指しています。極限的な光を使った手法、1. 超高速のストロボ写真(超短時間で起こる現象を捉える)、2. ナノメートルスケールの解像度をもつ光学顕微鏡(ナノメートルの空間で起こる現象を捉える)を駆使して新しい光物性研究を展開しています。

## 1. 超高速のストロボ写真(1000億分の一秒)

光カーゲート法 (時間分解能 < 1 ピコ秒)



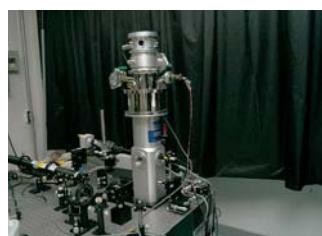
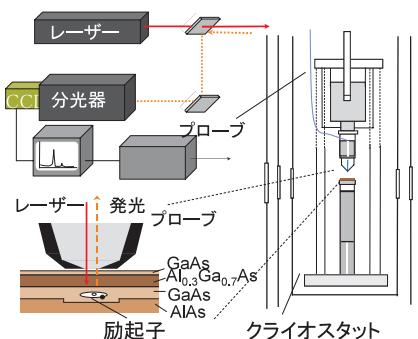
半導体の中での電子の振る舞い  
(時間分解発光スペクトル測定)



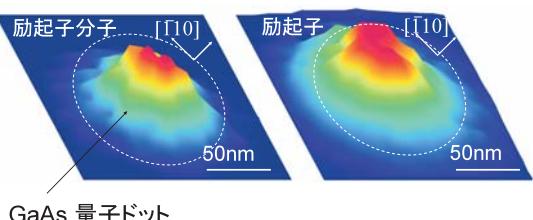
光カーゲート法は、超高速で起こる発光現象を解明できる。そのシャッター時間はおよそ1ピコ秒以下(1000億分の一秒)であり、物質の中の電子の動きを捉える。

## 2. ナノメートルスケールの解像度をもつ光学顕微鏡

近接場光学顕微鏡 (解像度 $\sim\lambda/30$ ,  $\lambda$ :光波長)



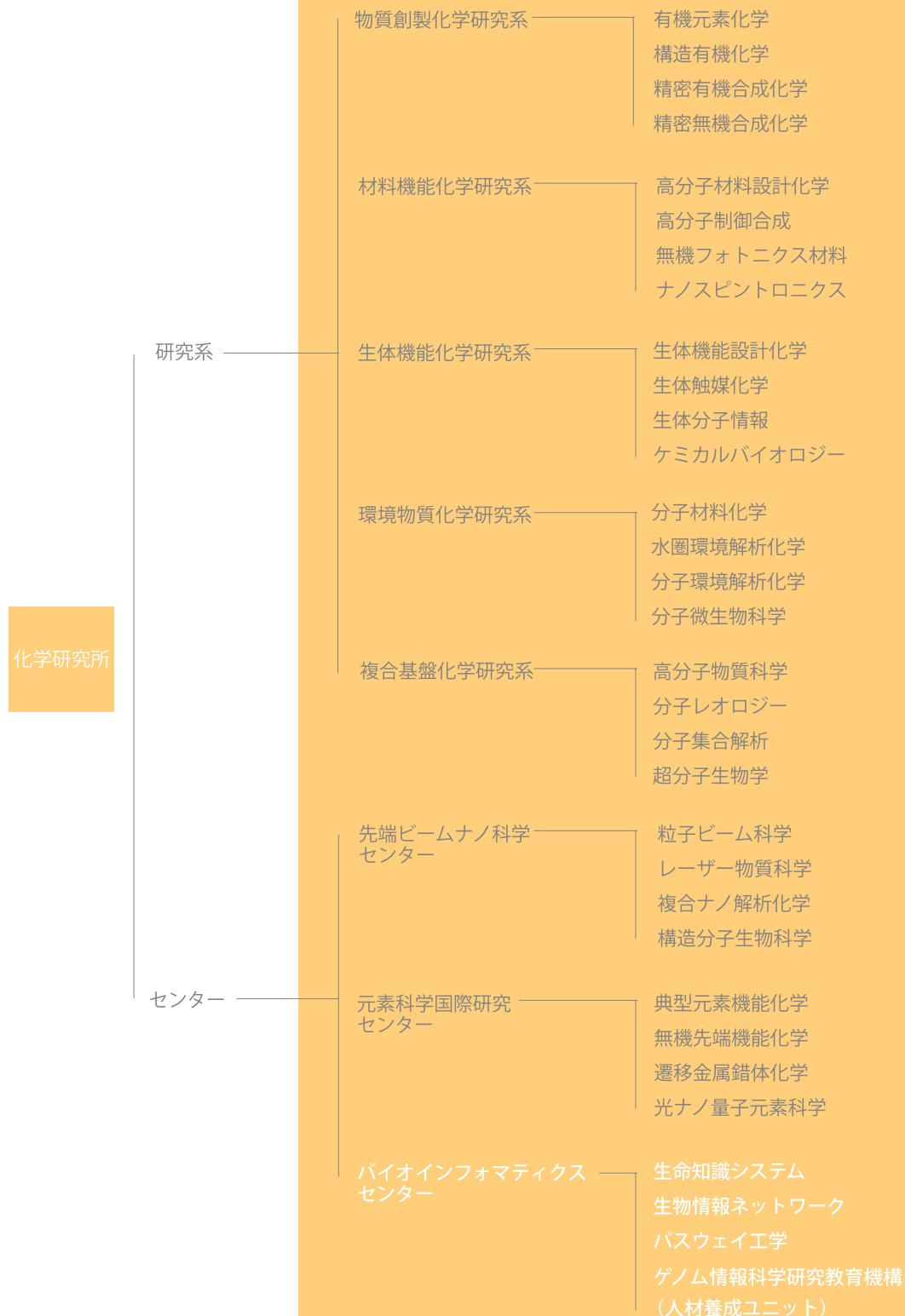
半導体ナノ構造の中での電子の振る舞い  
(励起子の空間分解発光イメージ)



近接場光学顕微鏡は、従来の光学顕微鏡に比べ格段に高い解像度をもつ。これを利用すれば、ナノスケール材料の光学的な評価に対して強力なツールであり、現在の解像度はおよそ30nmまで到達している。

近接場光学顕微鏡によって、半導体ナノ構造の中での電子の波としての振る舞い(励起子の波動関数)がイメージとして捉えられた。

# バイオインフォマティクス センター



# バイオインフォマティクスセンター

生命の設計図といわれるゲノムから、実際にそのはたらきや有用性を解読するには、高度な情報技術と優秀な人材が必要です。本センターでは、ゲノムの情報から生命システムの構築原理を理解する基礎研究、創薬・医療への応用技術開発研究、ゲノム解読の国際的なデータベース構築、若手人材育成プログラム等を推進しています。

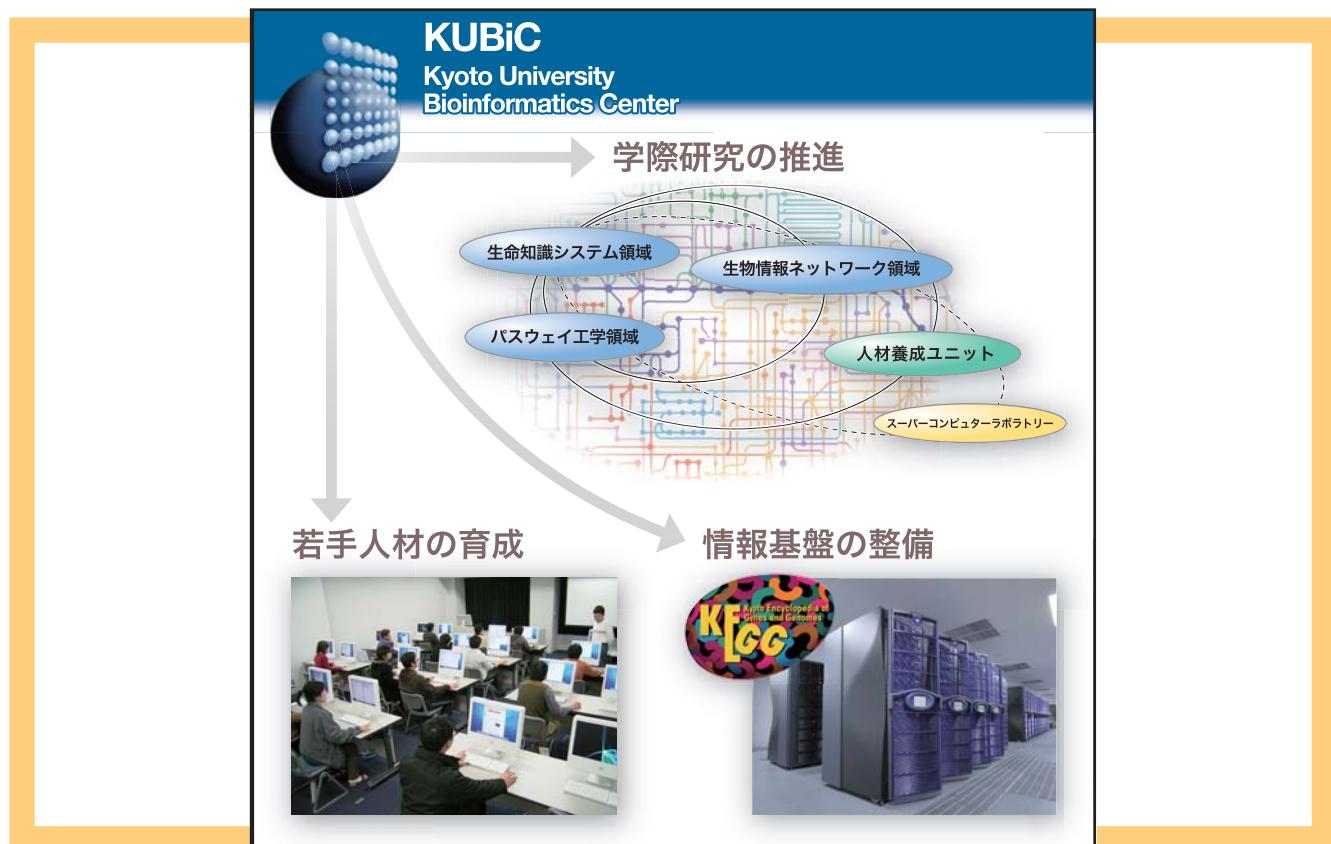
## 生命知識システム

理

薬

## 生物情報ネットワーク

情



## パスウェイ工学

薬



## 人材養成ユニット（振興調整費） ゲノム情報科学研究教育機構





●バイオインフォマティクスセンター

# 生命知識システム

教授  
助教授  
助手  
特任助手  
特任助手  
特任助手

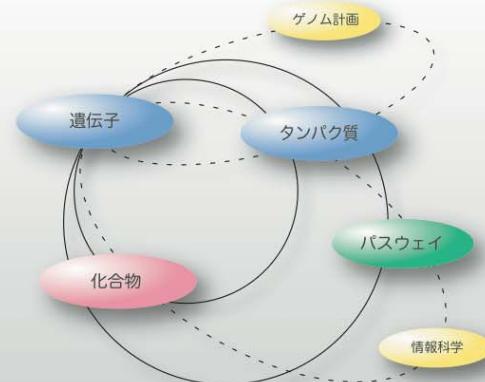
金久  
五斗  
服部  
伊藤  
山西  
山田

實進  
泰純  
芳裕  
拓司

生命現象は、生物を構成する様々な物質と、個体を取りまく環境物質との相互作用により成り立っています。ゲノムプロジェクトをはじめとする様々な取り組みによって、生体を構成する要素が網羅的に調べられるようになりました。

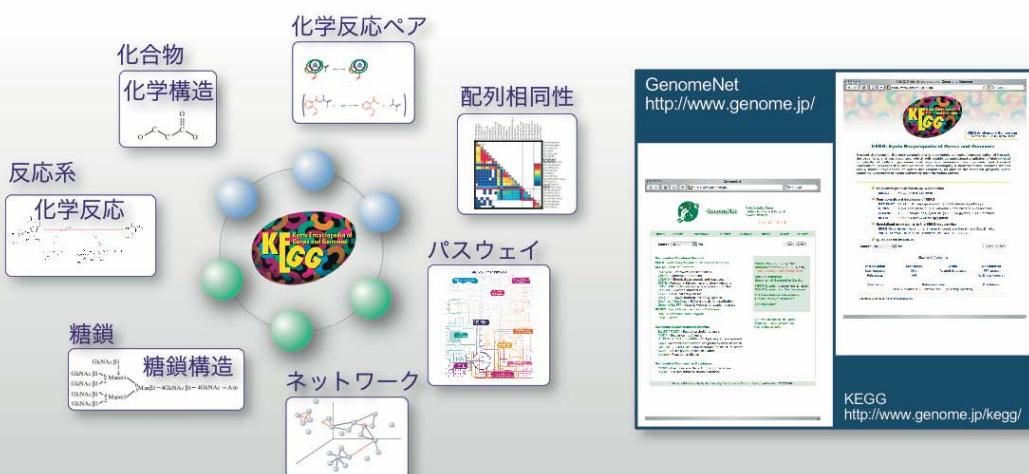
我々の研究室では、膨大に存在するそれらの情報をコンピューターを使って解析することで、生命のシステムを解明することを目指しています。

GENOME



## ゲノムからケミカルゲノムへ

これらの生体物質は大量に存在し、また、これまでの医学・生物学などの研究によって膨大な知見が得られています。我々の研究室では、これらの情報を整理し、蓄積する生命システム情報統合データベースであるKEGGを開発・公開しています。KEGGは世界中の研究者から利用され、世界で最も重要な生命情報データベースの一つとなっています。



## 生命システム情報統合データベース

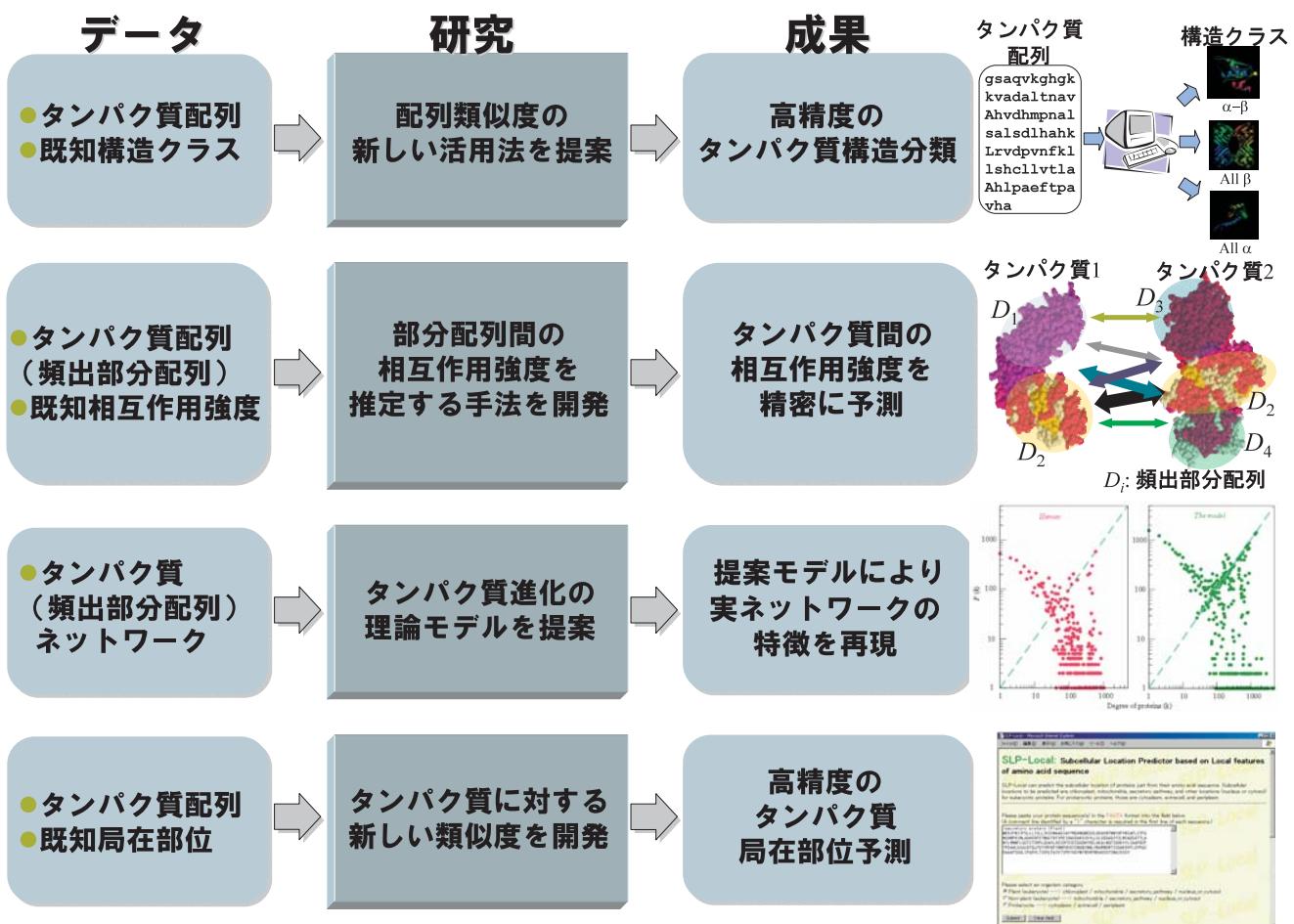
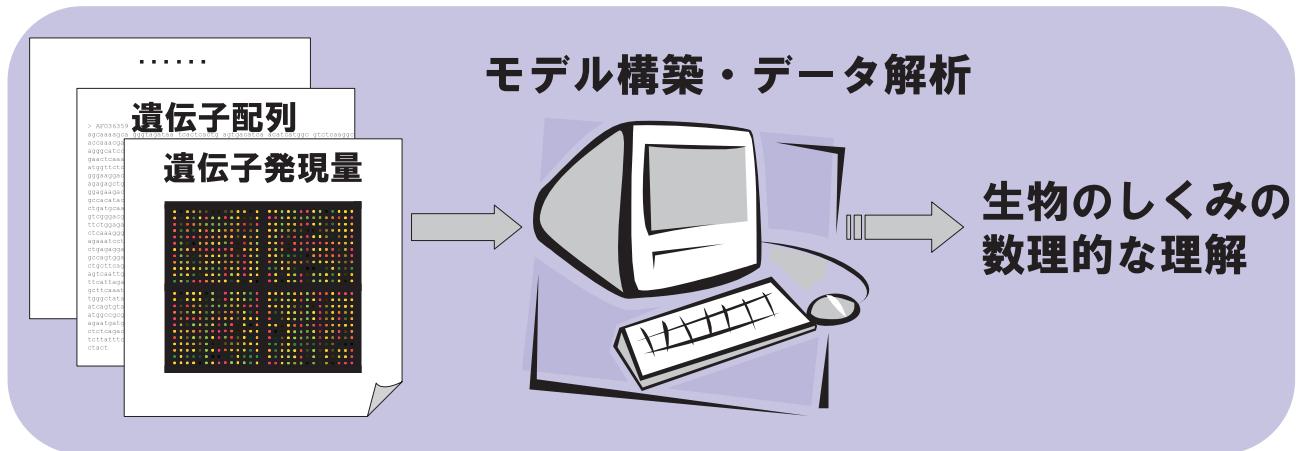


●バイオインフォマティクスセンター

# 生物情報ネットワーク

教授 阿久津 達也  
助手 林田 守広

遺伝子配列などの大量の生物データを対象に、生物データを表現する数理モデルの解析、生物データの解析手法の開発に関する研究に取り組むことにより、生物のしくみを数理的に理解することを目指しています。



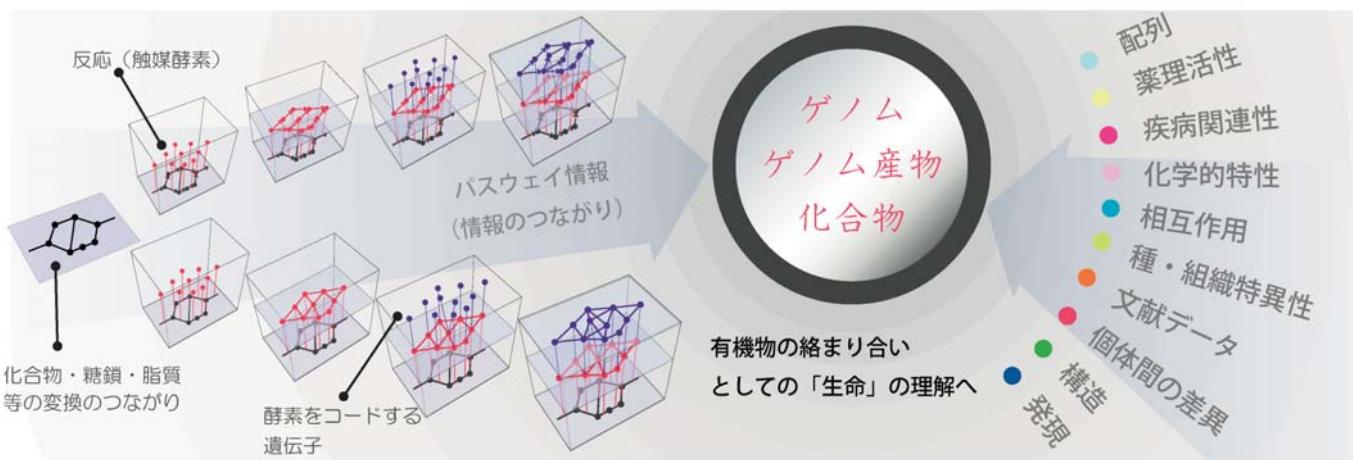


# ●バイオインフォマティクスセンター パスウェイ工学

教授 馬見塚 拓  
助手 瀧川 一学

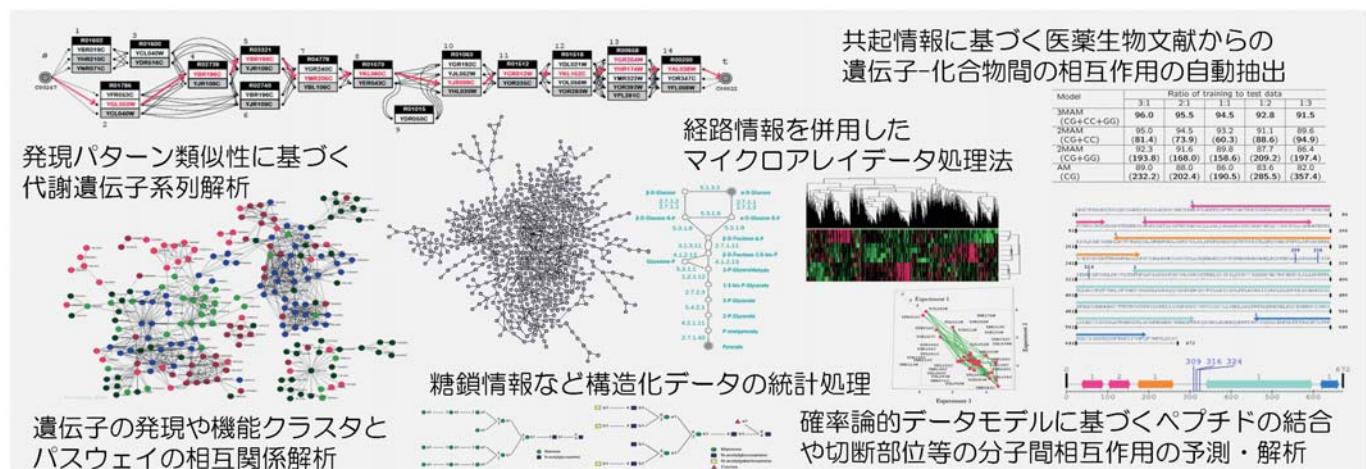
## パスウェイとは？

各種生物情報の膨大な蓄積に伴って、生体内分子個々の役割の解析と共に、細胞内でのゲノム産物や低分子化合物など、多様な分子の混合体全体の絡まり合いとして生命現象を理解することが重要になってきました。その分子間相互作用の代表である**パスウェイ**とは、「物質代謝、分子信号伝達、転写制御などの各生命現象における物質や情報のつながり・一連の流れ」です。



## 研究テーマ

本研究室では、蓄積された多様な生物情報や知識情報等をパスウェイのような生体内分子間相互作用の理解につなげていくことを目指し、計算機科学と統計科学に基づいた様々な生物情報処理技術を開発・分析する研究に取り組んでいます。





●バイオインフォマティクスセンター

# 人材養成ユニット

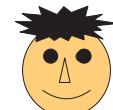
客員助教授 隅 啓一  
特任助手 市原 寿子

進化的な視点に基づいて、遺伝子の塩基配列、タンパク質のアミノ酸配列や立体構造などを利用し、様々な角度から生物を理解する研究を行っています。

## 生物の系統関係の推定

色々な生物の遺伝子やアミノ酸配列を並べて比較することにより、生物の系統関係を推定することができます。

G	E	F	E	A	G	I	S	K	N	G	Q	T	R	E	H	A	L	A	Y	T
G	E	F	E	A	G	I	S	K	D	G	Q	T	R	E	H	A	L	A	F	T
G	E	F	E	A	G	I	A	K	N	G	Q	T	R	E	H	A	L	A	Y	T
G	G	F	E	A	G	I	S	K	D	G	Q	T	R	E	H	A	L	A	F	T
G	V	-----	Q	P	Q	T	Q	E	H	V	F	L	A	R	T					



ヒト



酵母

(<http://namashibori.com/2005/nougyo/05.html>)



細胞性粘菌

(<http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/lab/2/celltech/henkin/>)



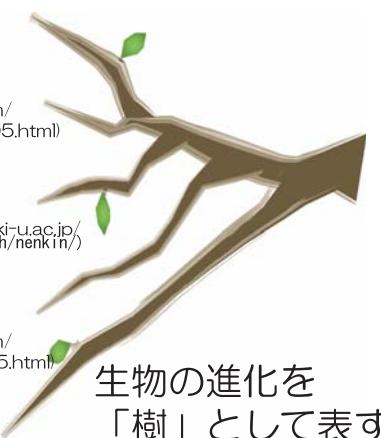
コムギ

(<http://namashibori.com/2005/nougyo/05.html>)



好塩細菌

([http://www.jst.go.jp/erato/project/htkb\\_P/sht/sht14.html](http://www.jst.go.jp/erato/project/htkb_P/sht/sht14.html))

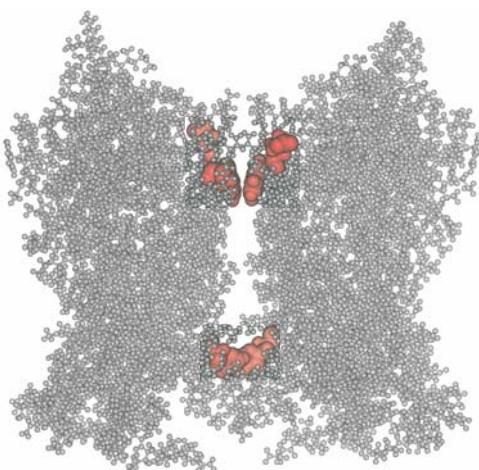


生物の進化を  
「樹」として表す

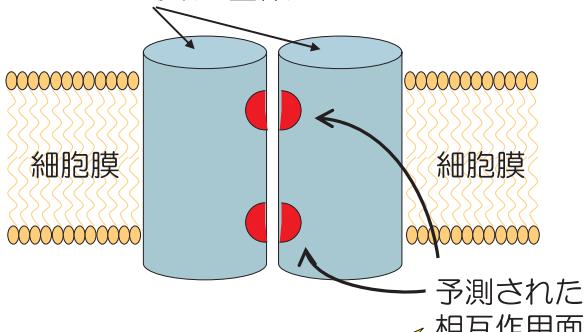
化石が残らず進化の道筋が不明であった細胞性粘菌の系統関係が明らかに！

## タンパク質相互作用の予測

立体構造とアミノ酸配列の保存度から、タンパク質の部品間の接触面を予測することができます。

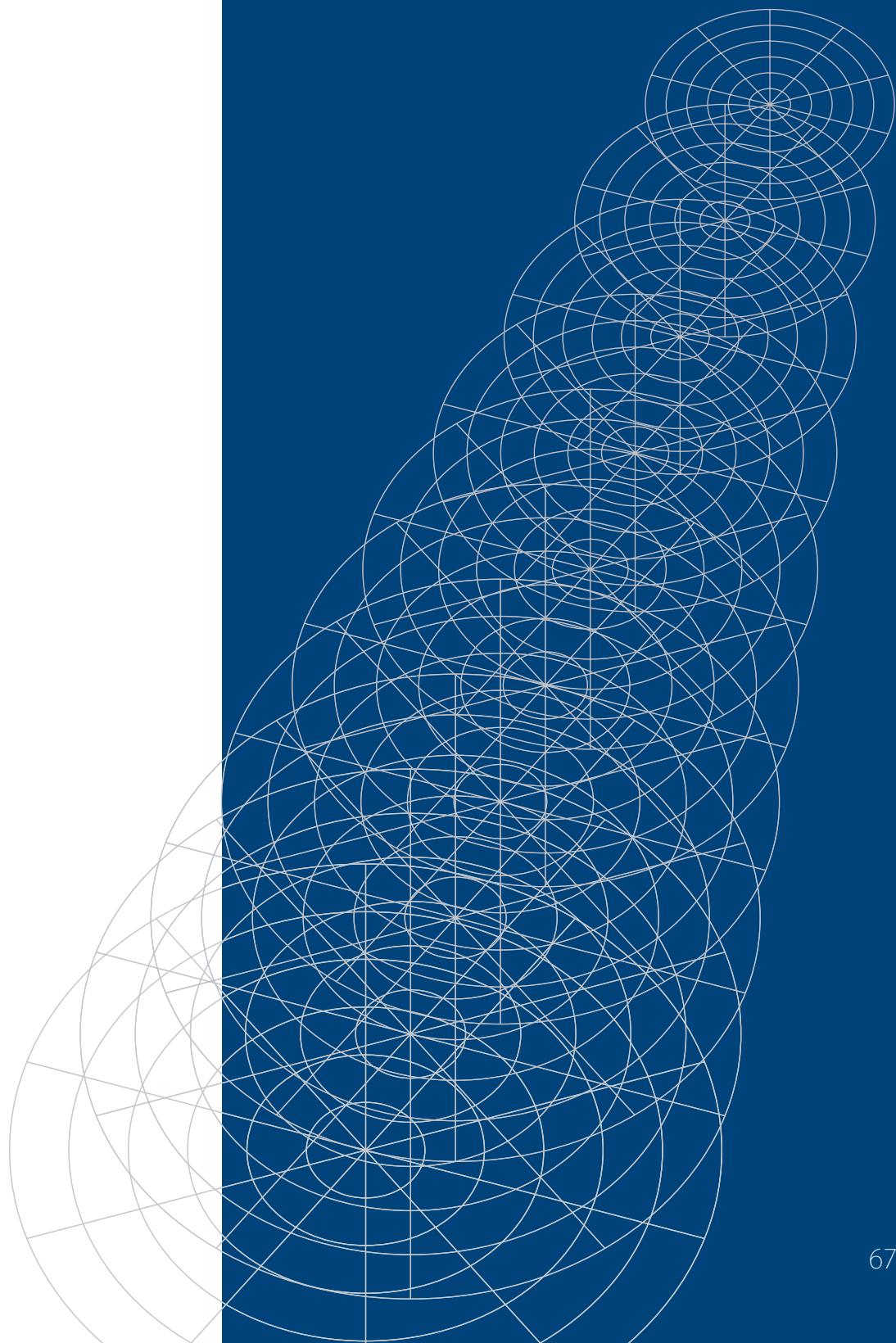


タンパク質(二量体)



薬剤デザインのための情報に！

# 80周年記念歴史展示 ポスター集



# ● ● ● 化学研究所略年表 ● ● ●

1915  
(大正4)  
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）に化学特別研究所が設置（学内措置）

1926  
(大正15)  
京都帝国大学附置化学研究所設置の官制公布（大正15年10月4日）

「化学研究所は化学に関する特殊事項の学理および応用の研究を掌る」と規定



1929  
(昭和4)  
大阪府高槻市に研究所本館が竣工

実験工場棟が竣工

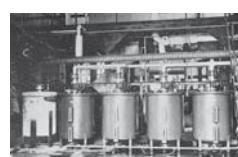
1933  
(昭和8)  
工作室、膠質薬品実験工場、栄養化学実験工場が竣工

1935  
(昭和10)  
特殊ガラス研究室、繊維実験工場が竣工



1936  
(昭和11)  
電気化学実験室、変電室が竣工

樺太敷香町にツンドラ実験工場が竣工



1937  
(昭和12)  
合成石油試験工場が竣工

樺太ツンドラ実験工場

1938  
(昭和13)  
「除虫菊に関する研究」を農林省より委託される（武居三吉ら）



1939  
(昭和14)  
医療用「サヴィオール（サルバルサン）」製造の新研究室が竣工

講演会の様子

「二浴緊張固定紡糸法」の開発により人造繊維レーヨンの高強度化に成功（堀尾正雄ら）



Staudinger博士夫妻來訪  
1957 (昭和32) 年

国内初の合成繊維「合成一号」（ビニロン）の開発（櫻田一郎ら）



サイクロトロン本体

1940  
(昭和15)  
塗業化学実験工場、合成ゴム実験工場が竣工



平沢京都大学総長巡視  
1959 (昭和34) 年

1941  
(昭和16)  
膠質化学実験工場が竣工

1942  
(昭和17)  
フィッシャー法による合成石油の工業化試験に成功（喜多源逸ら）



高槻でのセミナーの様子

1942  
(昭和17)  
「合成一号」（ビニロン）の中間実験工場が竣工

1949  
(昭和24)  
化学研究所が（新制）京都大学に附置される（国立学校設置法）



高槻での最後の涼飲会

1949  
(昭和24)  
中間子の存在を予言した湯川秀樹がノーベル物理学賞を受賞



宇治キャンパスに完成した化学研究所本館

1953  
(昭和28)  
わが国初のポリエチレン高圧重合の工業化試験に成功（児玉信二郎ら）

1955  
(昭和30)  
京都市より旧蹴上発電所建物を貸与され再建に取り組んでいたサイクロトロンが完成



1959  
(昭和34)  
結晶化ガラスなど特殊セラミックスの開発研究が始まる（田代 仁ら）

1962  
(昭和37)  
文部省通達により大学院学生の受け入れが制度化される

1964  
(昭和39)  
研究所が部門制により19研究部門となる

1968  
(昭和43)  
京都市左京区栗田口鳥居町（蹴上地区）に原子核科学研究施設の設置

1968  
(昭和43)  
化学研究所が宇治市五ヶ庄（宇治キャンパス）に統合移転



高分子中間工場（宇治）

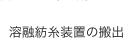
1968  
(昭和43)  
宇治キャンパスに超高圧電子顕微鏡室が竣工



宇治キャンパスに完成した化学研究所本館

1970  
(昭和45)  
電子顕微鏡で有機分子の撮影に成功（水渡英二ら）

1971  
(昭和46)  
極低温物性化学実験室が竣工



溶融紡糸装置の搬出

1972  
(昭和47)  
蛋白質立体構造解析への二次元距離図法導入（大井龍夫、西川 建ら）



1974  
(昭和49)  
極低温高分解能電子顕微鏡が完成（小林恵之助ら）

1975  
(昭和50)  
「フェライト沈殿法による重金属イオン除去法」の実用化（高田利夫ら）

微生物培養実験室、中央電子計算機室の設置

※青文字の項目は、化学研究所の代表的な研究成果です。  
但し、全ての研究成果を挙げているわけではありません。

# ● ● ● 化学研究所略年表 ● ● ●

1978  
(昭和53)  
大腸菌バクテリオファージfdゲノムの全構造の解明（高浪 満、相崎弘幸ら）



DNA実験室

1979  
(昭和54)  
多波合成法による有機分子構成原子像の撮影に成功（植田 夏ら）

DNA実験室が竣工



1976（昭和51）年、化学研究所50周年記念行事

1980  
(昭和55)  
結晶化ガラス人工骨の開発（小久保 正、作花済夫ら）

核酸情報解析棟が竣工



1983  
(昭和58)  
生物工学ラボラトリの設置

ラジカル共重合機構の解明（稲垣 博、福田 猛ら）

1986  
(昭和61)  
FTIR-ATRによるステアリン酸1-9層LB膜の分子配向の研究（竹中 亨、梅村純三ら）



核酸情報解析棟

1987  
(昭和62)  
大部門制導入

19部門2附属施設となる（このうち3研究部門は大部門、11研究領域、3客員研究領域）

1988  
(昭和63)  
原子核科学研究施設が宇治キャンパスに移転



イオン線形加速器実験棟

イオン線形加速器実験棟が竣工



ビスマス系銅酸化物高温超伝導体の合成に関する研究（高野幹夫、池田靖訓ら）

1989  
(平成元)  
電子線分光型超高分解能電子顕微鏡が完成



新入大学院生オリエンテーション

電子線分光型  
超高分解能電子顕微鏡

1992  
(平成4)  
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・ラボラトリの設置



スーパーコンピューターラボラトリと竣工見学会

1994  
(平成6)  
不齊記憶による非天然型アミノ酸の合成（富士 薫、川端猛夫ら）

バイオインフォマティクス研究とKEGGデータベース（金久 實ら）

1995  
(平成7)  
作花済夫、ゾル-ゲル低温合成研究の功績により紫綬褒章を受章

1996  
(平成8)  
ダンベル型フラーレン二量体の合成（小松紘一ら）

1997  
(平成9)  
左右田健次、生体触媒研究の功績により紫綬褒章を受章

1999  
(平成11)  
共同研究棟が竣工

2000  
(平成12)  
事務部が宇治地区事務部に統合

新庄輝也、磁性体物性学研究の功績により紫綬褒章を受章



共同研究棟

2001  
(平成13)  
バイオインフォマティクスセンターの設置

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

バイオインフォマティクスセンターゲノム情報科学研究教育機構の設置

2003  
(平成15)  
9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



元素科学国際研究センター  
発足時のメンバー



総合研究実験棟に本拠を構える  
バイオインフォマティクスセンター

2004  
(平成16)  
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

総合研究実験棟が竣工

玉尾皓平、有機金属化学研究の功績により紫綬褒章を受章

2005  
(平成17)  
レーザー科学棟が竣工



総合研究実験棟



先端ビームナノ科学センター  
発足式

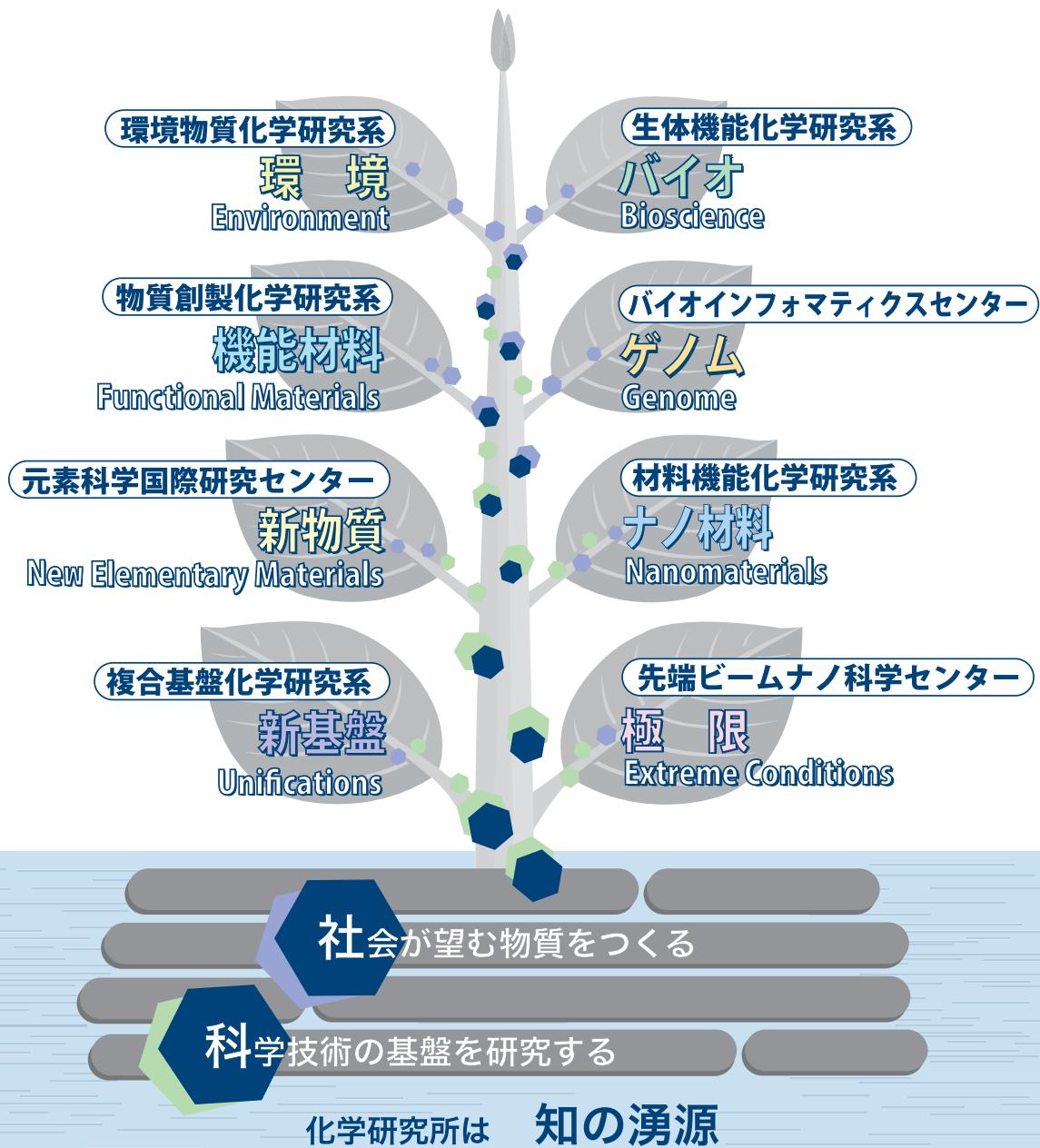


レーザー科学棟

※青文字の項目は、化学研究所の代表的な研究成果です。  
但し、全ての研究成果を挙げているわけではありません。  
また、紫綬褒章を受章した研究に関しては、最近10年の  
受章を掲載しています。

## ● ● ● 現在の化学研究所 ● ● ● —5研究系3センター体制の多様な研究—

### 新たな知への挑戦



### 化学研究所創立80周年記念行事

平成18年11月2日（木）

於 京都大学百周年時計台記念館

記念展示会 10:00~16:30 国際交流ホール

記念講演会 13:00~16:15 百周年記念ホール

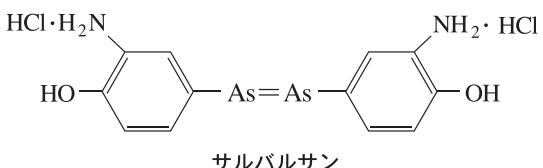
化学研究所の最新の研究成果や、今後の展望などを紹介。一般参加無料。

## 化研の創成期

1915(大正4)年、京都帝国大学理科学院は化学特別研究所を設け、理科学院 久原躬弦教授の監督のもと、医療上もっとも必要とされた「サルバルサン類の製造と研究」を開始しました。これが化学研究所の前身となります。



サルバルサンの開発と研究を指揮した久原躬弦教授。  
第四代京都大学総長も務めた。  
(京都大学大学文書館所蔵)



1926(大正15)年、官制が公布され、京都大学化学研究所となります。設立理念として「**化学に関する特殊事項の学理および応用の研究を掌る**」ことが掲げられました。

1929(昭和4)年には大阪府高槻市に本館が竣工し、本拠を移転します。京都の「学」と大阪の「産」との連携をめざして設置されました。以来、1968(昭和43)年に京都府宇治市五ヶ庄へ移転するまでの約40年の間、社会の需要に応える活発な研究活動がこの地で行われました。



高槻にあった研究所本館

## 産業界の要請に応える ベンチャーラボラトリーとして

創立期から1940年代にかけての化学研究所では、世の中の要求に応え、産業界での応用に役立つ製品の開発研究が活発に行われていました。医療用サビオールなど開発された製品によって得られた利益で研究所の運営を支える、いわゆるベンチャーラボラトリーのような存在でした。

### 創立期から太平洋戦争終戦時にかけての研究項目

1926（大正15）年～1945（昭和20）年



ガソリン合成中間工業試験装置の一部。化学研究所講演集第九輯、1939（昭和14）年5月発行より。

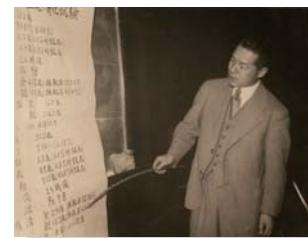


1932（昭和7）年に開催された、第四回発明博覧会での化学研究所研究紹介展示。活性炭素の研究や、大豆油の分離などの研究が紹介されている。

研究項目	研究開始年
サビオールの製造	1926（大正15）
工芸用合金	1929（昭和4）
栄養化学	1929（昭和4）
細菌及び糸状菌	1929（昭和4）
膠質医薬・船底塗料	1933（昭和8）
ツンドラの研究	1933（昭和8）
人造羊毛	1937（昭和12）
液体燃料	1937（昭和12）
原子核物理学	1939（昭和14）
特殊ガラス	1939（昭和14）
人造ゴム及び樹脂	1939（昭和14）
ガス爆発反応	1941（昭和16）
合成纖維	1943（昭和18）
有機資源	1943（昭和18）
電気材料	1944（昭和19）
除虫菊・薄荷油	1944（昭和19）
特殊発酵	1944（昭和19）

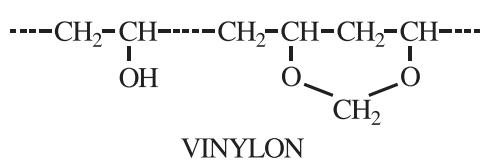


1930年代には樺太ツンドラ地帯のさまざまな利用法が探求された。



1941（昭和16）年6月に行われた講演風景。

1939（昭和14）年、櫻田一郎教授を中心とした研究チームが、国内初の合成纖維、羊毛様「合成一号」（ビニロン）の開発に成功しました。



# ●●●原子核研究の歴史●●● —サイクロトロンの再建—

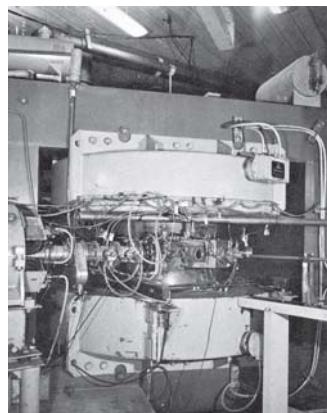
京都大学は**1942**(昭和17)年、荒勝文策教授を中心に原子核反応研究のためのサイクロトロン(円形加速器)の建設を始めました。しかし第2次世界大戦の終戦時、その設備は米軍の指示で全て取り壊されました。**1955**(昭和30)年、化学研究所は旧蹴上発電所建物を京都市より借り受け、サイクロトロンを再建。**1964**(昭和39)年には蹴上地区に原子核科学研究施設を設置しました。



原子科学研究施設が設置された、  
旧蹴上発電所の建物。1912(明  
治45)年に建てられ、正面玄関に  
は「亮天功(天功をたすく)」と  
刻まれた石額が掲げられていた。

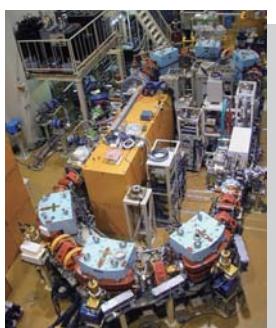


加速された陽子ビーム



再建されたサイクロトロン本体

**1988**(昭和63)年には、宇治キャンパス内にイオン線形加速器実験棟が竣工しました。それに伴ってサイクロトロンは閉鎖され、原子核科学研究施設も宇治キャンパスへと移転しました。現在、同実験棟内では陽子線形加速器や電子蓄積リングなどの大型機器が活躍しています。



電子蓄積リング



完成当時のイオン線形加速器実験棟

# 金属酸化物の研究のあゆみ

1963（昭和38）年、高田利夫教授を中心とした研究チームが、酸化鉄微粒子に関する研究を開始しました。中心テーマは「サイズとかたちの制御」と「無公害性」でした。その成果は学術的であると同時に大きな産業的価値をもつものであり、化粧品、顔料、オーディオ・ビデオテープ、磁気ヘッド、黒色トナー粉、重金属排水処理システムなどが実用化されました。



高田利夫教授

以来、現在に至るまでの40年余りの間に対象物質と合成法、解析法のいずれについても多彩化と精密化が進められ、化学研究所は「色」、「磁性」、「超伝導」など多彩な分野で世界をリードし続けています。



高田研究室があった  
吉田キャンパス内の建物

## 合成法の分類と達成された成果の例、関連する企業

### 液相反応

#### 特徴

- ・水溶液から微粒子  
サイズとかたちのそろった各種酸化鉄・水酸化鉄の無公害合成
- ・ナノサイエンスへの展開  
有機溶媒から磁性合金ナノ粒子をつくる

#### 成果例

- ・顔料 化粧品、黒色トナー粉
- ・磁性材料 オーディオ・ビデオテープ、ヘッド、通信機用フェライト、永久磁石
- ・ダイオキシン抑制燃焼触媒
- ・重金属廃液処理
- ・世界最小「6ナノメートル」の永久磁石

#### 連携企業

戸田工業・資生堂・NECなど

### 固相反応

#### 特徴

- ・広い温度・圧力範囲にわたる合成
- ・平衡状態図
- ・焼結体や単結晶
- ・新物質探索

#### 成果例

- ・備前繩襷 千年の謎を解く
- ・配向性フェライト焼結体
- ・新しい銅酸化物高温超伝導体
- ・高圧下での単結晶育成技術

#### 連携企業

ネオマックス・松下電器産業・  
住友電工など

### 気相反応

#### 特徴

- ・原子層単位でつくる  
金属人工格子・酸化物人工格子
- ・微細加工  
デバイス原理の探索
- ・化学輸送法  
単結晶育成の新手法

#### 成果例

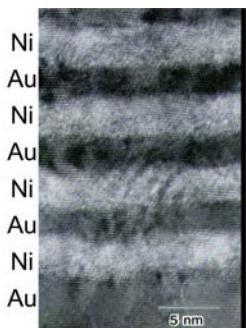
- ・スピントロニクス 巨大磁気抵抗効果、磁壁の制御、スピンバルブ、渦糸磁気構造
- ・銅酸化物高温超伝導体 世界初の単結晶薄膜
- ・チタン酸化物に青く光る文字を書く
- ・ $V_nO_{2n-1}$ など複雑な組成をもつ酸化物の単結晶育成

#### 連携企業

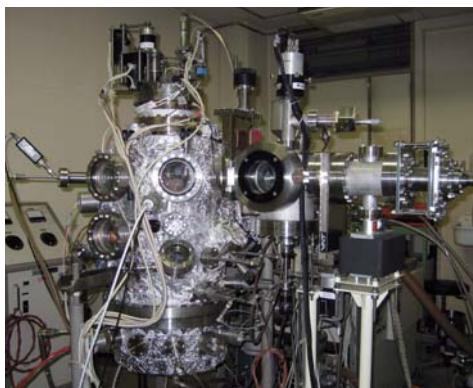
NEC・TDKなど

## 人工格子の研究

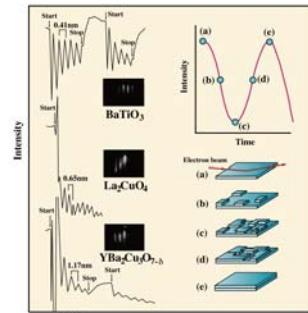
化学研究所では世界に先駆けて、金属・酸化物などにおいて原子層スケールで制御された人工格子を生み出し、磁性、超伝導などの分野で学問的に興味深く、応用上も重要な機能の開発を行ってきました。  
**1982** (昭和57) 年には金属で、**1984** (昭和59) 年には酸化物で世界初の人工格子の作製に成功しています。



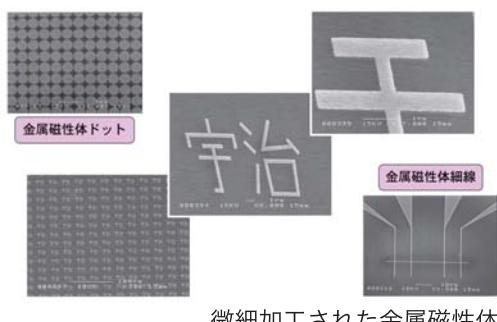
金・ニッケル人工格子断面の透過電子顕微鏡写真



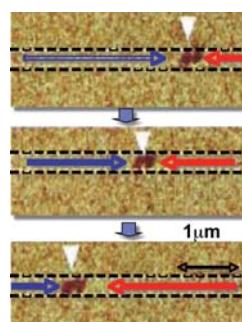
人工格子の作製のための超高真空蒸着装置



酸化物薄膜の二次元成長中の反射高速電子回折 (RHEED)  
強度振動。薄膜成長をユニットセル単位で制御可能。



微細加工された金属磁性体



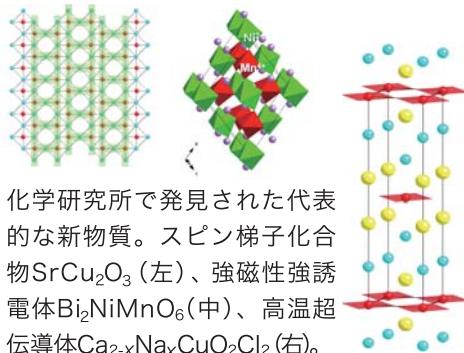
電流を流すことで磁石の向きの制御に成功しました。新しい電子材料への応用が期待される。

**1988** (昭和63) 年には高温超伝導体  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  (YBCO) の高い臨界電流密度 ( $4 \times 10^6 \text{ A/cm}^2$  @ 77K) を持つ单結晶薄膜の成長に世界で初めて成功しました。**1990** (平成2) 年には巨大磁気抵抗 (GMR) 効果を示す人工格子の作製に成功しています。これは、ハードディスクの読み取りに利用されています。化学研究所では、現在も、金属・酸化物・半導体を対象にナノスケールで制御された人工物質を作り出し、スピントロニクスなど新しい機能の開拓を行っています。

## ●●●●● 未来へと翔る近年の発見 ●●●●●

### 高圧合成法による新物質の開発

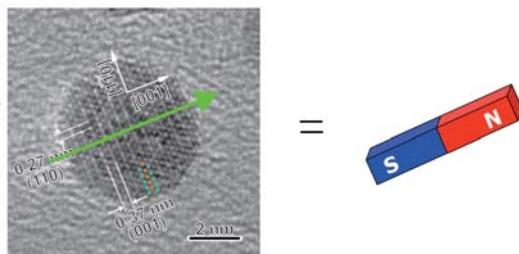
高圧合成法は、地球内部の研究や人造ダイヤモンド合成のための技術として発展してきました。化学研究所では**1989**（平成元）年以来、この技術を取り入れて、**数万気圧の圧力下で機能性酸化物を合成する**研究を行っています。これまでに数々の高温超伝導体やスピン梯子物質、磁性強誘電体などの**新物質**を発見し、世界をリードする成果を上げています。



### 記録密度のさらなる向上を目指して—6 nmの永久磁石の作製—

ハードディスク(HDD)の記録密度を高くするためには、1ビットあたりの永久磁石のサイズを小さくする必要があります。Fe(鉄)とPt(白金)が1層ずつ配列した合金(L1<sub>0</sub>規則相)は、超テラビット級HDDの有力な材料の一つです。**2005**(平成17)年、**大きさの揃ったL1<sub>0</sub>-FePt合金ナノ微粒子(約6nm)**の合成に、化学研究所が世界で初めて成功し、得られたナノ粒子が室温で安定な永久磁石としての性質を有することを明らかにしました。

合成されたL1<sub>0</sub>-FePtナノ粒子の高分解能電子顕微鏡写真。Pt原子(ミドリ球)層とFe原子(オレンジ球)層が交互に配列していることが分かる。矢印は磁化の方向を示す。ナノ粒子は永久磁石としての性質を示す。



### 酸化物青色発光材料の発見

**2005**(平成17)年、化学研究所では、アルゴンイオンビームを照射したチタン酸ストロンチウム(SrTiO<sub>3</sub>)が室温で青色発光を示すことを発見しました。微細加工技術を使ってアルゴンイオンビームの照射領域をパターン化することで、任意の大きさや形状の発光素子を簡単に作ることができます。



# 備前焼模様「緋襷」 —微細構造と生成過程—

## 温故知新 … 「色」の研究

高田教授らが取り組んでいた名陶・柿右衛門の赤絵に関する研究に始まる化学研究所の酸化鉄研究は、約40年の歳月を経て、再び日本の伝統芸術の「秘密」に迫りました。2004（平成16）年、高野幹夫教授らの研究グループは、倉敷芸術科学大学、岡山大学との共同研究にて、備前焼の模様「緋襷」の構造を解明しました。

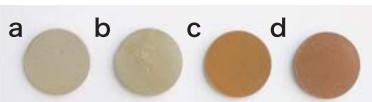
### 備前焼とは？

1000年以上の歴史をもつ、六古窯の一つであり、古墳時代からの須恵器が発展したものといわれる。無釉・焼き締め陶であり、釉薬を用いなくても緋襷、胡麻、窯変、棧切、金・銀彩、青備前といった様々な色模様が現れます。

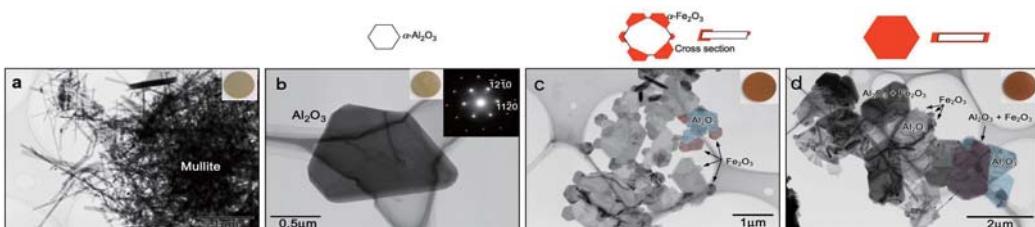


口クロ成形・乾燥後の作品(白地とも呼ばれる)を、作品同士が付かないよう間に稻藁を挟み窯詰めする。

### 冷却温度



aは、備前焼粘土のみを熱処理した試料。b～dは、備前焼粘土と稻藁を熱処理した試料。bは、熱処理した後、1250°Cから急冷した試料表面。光沢がありガラス相の生成はあるが、赤色は示さない。cとdは、熱処理後、毎分10°C(c)および毎分1°C(d)で冷却した試料表面。これらの結果から、備前焼粘土と稻藁との反応によりガラス相が生成し、冷却過程で緋襷模様が生成することが分かる。



### つまり？

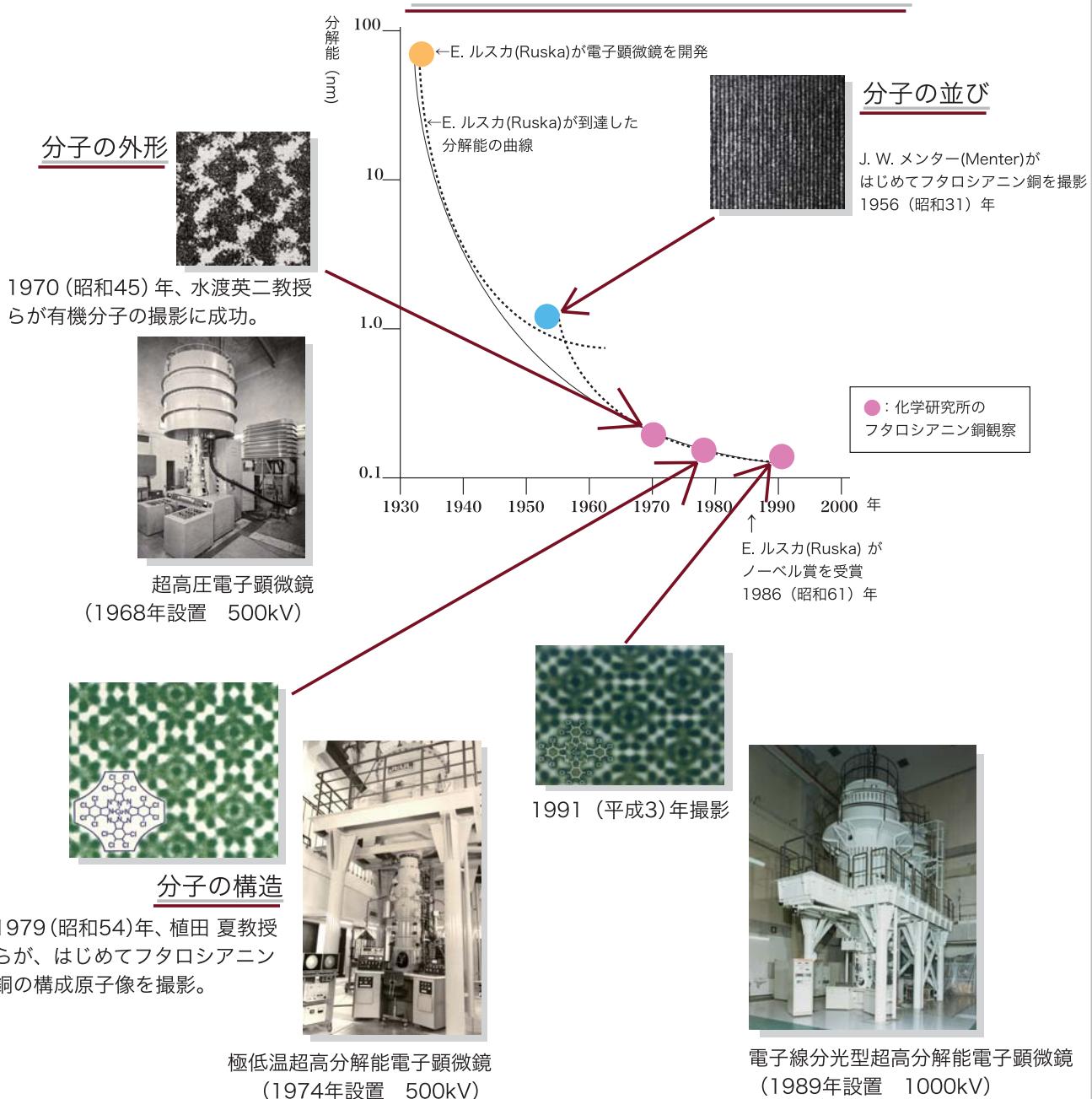
「緋襷」模様の発色は、稻藁から供給されるカリウムと備前焼粘土の反応によって生成するガラス相中にコランダムが生成し、冷却過程において、コランダムにヘマタイトがエピタキシャル成長して生成した結晶によるものである。人工的には、塩化カリウム(KCl)をアルコールに分散させ、備前焼粘土素地表面に塗布した後(a)、1250°Cで熱処理した後、毎分1°Cで冷却すると、鮮やかな赤色の「緋襷」模様が現れる(b)。



# ●●●高分解能電子顕微鏡開発の歴史●●●

1968(昭和43)年、宇治キャンパスに超高圧電子顕微鏡が設置されました。その後、1974(昭和49)年には、極低温超高分解能電子顕微鏡が、1989(平成元)年には電子線分光型超高分解能電子顕微鏡が世界に先駆けて建設され、電子顕微鏡の開発をリードする成果を世に送り出しました。

世界の電子顕微鏡開発の歴史と分解能の変遷



# ●●● 宇治キャンパスへ ●●●

1968（昭和43）年、化学研究所は宇治キャンパスに拠点を移しました。現在では、本館や共同研究棟をはじめとする約10棟の建物を宇治キャンパスに保有し、アクティブな研究活動を続けています。



化学研究所本館



共同研究棟（1999年竣工）



総合研究実験棟（2004年竣工）

## 結晶化ガラスの研究から人工骨研究へ

1959（昭和34）年、田代 仁教授の研究グループでは、結晶化ガラスに関する基礎研究を開始しました。その研究成果は、日本電気硝子から超耐熱結晶化ガラス（ネオセラム）として商品化され、暖房器具や調理器具など、現在でも幅広く用いられています。また、この研究は1980年代初めの小久保 正教授によるバイオセラミックス製の人工骨の開発へと展開していきました。



耐熱性結晶化ガラス



人工骨用結晶化ガラス

## 遺伝子工学のさきがけ

1975（昭和50）年、高浪 満教授らの研究チームが、DNA塩基配列を解析する方法をいち早く導入し、それらの解析を系統的に行うことのできる日本で最初の研究室となりました。その後、1981（昭和56）年には遺伝子組換え実験を専門とする日本で最初の核酸情報解析施設（現核酸情報解析棟）が設置されました。



核酸情報解析施設  
(P3遺伝子組み換え実験室)

## スーパーコンピューター・ラボラトリー

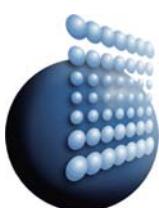
1992(平成4)年、スーパーコンピューター・ラボラトリーが設置されました。それに伴い、インターネットを通じた生物学・医学関連データベースの検索・解析サービスであるゲノムネットの運用や、データベースKEGGの構築などが開始されました。2001(平成13)年にはバイオインフォマティクスセンターが設置され、世界をリードする研究拠点となっています。



1992(平成4)年当時のスーパーコンピューター(上)と、現在の超並列計算サーバー(下)

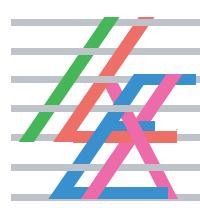
## ●●●現代、そして未来へ●●●

2004(平成16)年の改組により、化学研究所は5研究系3センター体制になりました。約100名の教職員をはじめ、100名以上の研究者と約250名の大学院生が集まる、まれに見る大規模な大学附置研究所です。



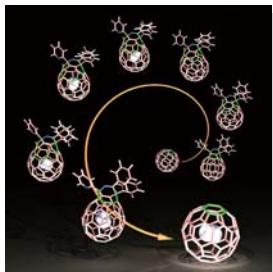
元素科学国際研究センター  
2003(平成15)年設置

バイオインフォマティクスセンター  
2001(平成13)年設置



先端ビームナノ科学センター  
2004(平成16)年設置

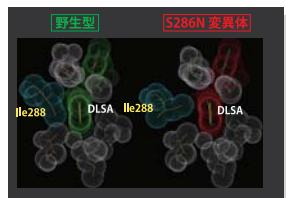
### 最近の研究成果より



水素内包フラーレンの有機合成に成功  
(小松紘一教授、村田靖次郎助手ら 2005年)



酸化物青色発光材料の発見と  
微細加工による発光パターン制御  
(島川祐一教授ら 2006年)



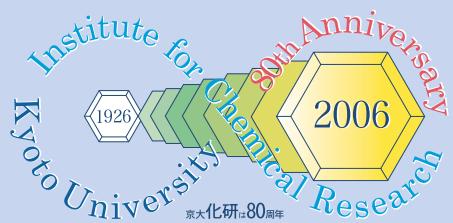
ホタルの発光のメカニズムを解明  
(平竹潤助教授ら 2006年)

※広報誌「黄檗」23・24・25号より抜粋

京都大学化学研究所創立80周年記念

# 終わりなき知への挑戦

—過去、現在、そして未来へ—



創立80周年記念ロゴマーク

ロゴの流れは化研の無限大の可能性を表す。80年の歩みと進化を表す六角形は、誕生の白、化研の豊かな自然環境の緑、そして成熟と未来に向けて輝く現在を象徴する黄色に彩られている。

## 80周年記念事業委員会

江崎信芳 福田 猛 二木史朗 金久 實 金光義彦  
中村正治 小澤文幸 阪部周二 横尾俊信

## 化研担当事務室

谷川爲和 宮本真理子 小林さゆり 高橋知世

## 化研広報室

柘植 彩 小谷昌代 赤穂道子

## 発行 京都大学化学研究所

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄

TEL 0774-38-3344 FAX 0774-38-3014

URL [http://www.kuicr.kyoto-u.ac.jp/index\\_J.html](http://www.kuicr.kyoto-u.ac.jp/index_J.html)

E-mail koho@scl.kyoto-u.ac.jp.



# 京都大学化学研究所創立80周年記念行事

日 時：平成18年11月2日（木）  
場 所：京都大学百周年時計台記念館

## ●記念展示会

10：00～16：30 国際交流ホール  
研究所紹介・研究紹介など

## ●記念講演会

13：00～16：15 百周年記念ホール

13：00～13：10 挨拶 教授 福田 猛

13：10～13：50 「化学研究所 一過去・現在・未来」 所長 江崎信芳

13：50～14：20 「元素化学的視点に基づく新物質創製」 教授 時任宣博

(14：20～14：40 休憩)

14：40～15：10 「スピントロニクスの現状と展望」 教授 小野輝男

15：10～15：40 「ナノ物質と光 ー新しい展開と可能性ー」 教授 金光義彦

15：40～16：10 「ケミカルバイオロジーの潮流」 教授 上杉志成

16：10～16：15 閉会の辞 教授 佐藤直樹

## ●記念式典

16：30～17：00 百周年記念ホール

## ●記念祝賀会

17：10～19：30 国際交流ホール

## 化学研究所創立80周年記念歴史展示

「終わりなき知への挑戦」  
ー過去、現在、そして未来へー

日時：平成18年10月3日（火）～11月5日（日）  
9：30～17：00

場所：京都大学百周年時計台記念館  
歴史展示室（企画展示室）