

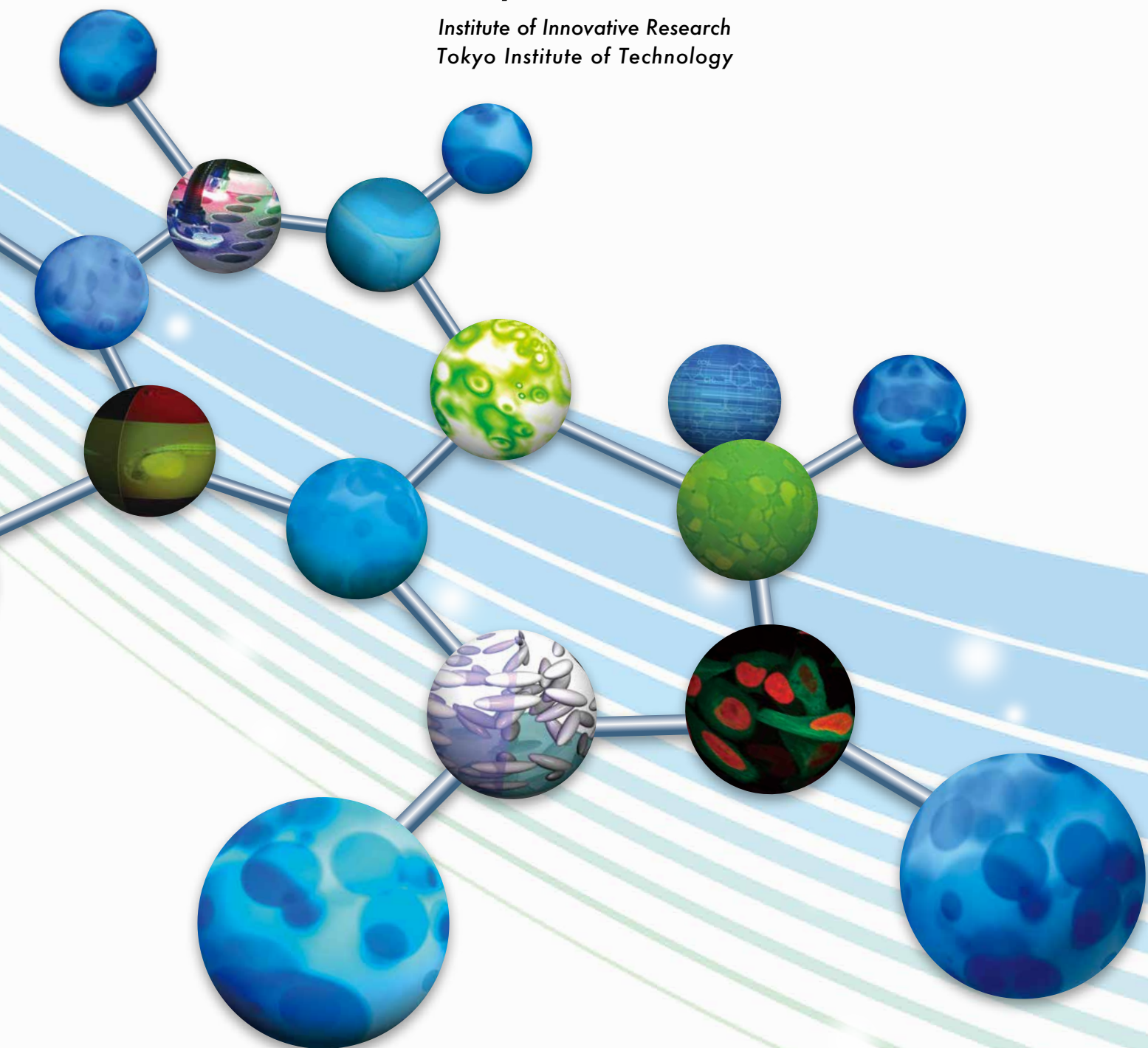
東京工業大学 科学技術創成研究院

化学生命科学研究所

2021

*Laboratory for
Chemistry and Life Science*

*Institute of Innovative Research
Tokyo Institute of Technology*



Contents

所長挨拶	1
化学生命科学研究所の概要	2
組織と学院教育との関係	3
化学生命科学研究所の科学への貢献	4
物質・デバイス領域共同利用・共同研究拠点	5
研究室紹介	
穂田研究室	6
中村・岡田研究室	7
吉沢研究室	8
福島・庄子研究室	9
西山・三浦研究室	10
宍戸・久保研究室	11
野村研究室	12
藤井研究室	13
山元・今岡研究室	14
山口・田巻研究室	15
田中研究室	16
上田・北口研究室	17
久堀・若林研究室	18
教員プロフィール	19
活動紹介	
最近の話題	26
教員の受賞・プレスリリース	28
化学生命科学研究所へのアクセス	29

所長挨拶



化学生命科学研究所は、本学の大規模な組織改革によって発足し5年目を迎えますが、前身の資源化学研究所から辿ると80年以上の長い歴史があります。その歴史を紐解きますと、昭和天皇の勅令により本研究所が設置され、その中に「化学ノ學理及應用ノ研究ヲ掌ル」とあります。本研究所では、人が集まり変われどなお脈々とその崇高な理念が引き継がれて、学理の追求の基礎研究に根ざした社会貢献を果たしていく伝統が培われています。「基礎」と「応用」と一見相反する2つの軸を持つように見えますが、2焦点を持つ楕円のごとく抱括されるように、現代にも則した優れた研究理念となっています。科学技術が

大きく発展し、目まぐるしく日進月歩の勢いでテクノロジーが発達している今日では、基礎と応用は表裏一体と考えられます。すなわち、今日の発見が明日の発明につながるわけです。本研究所の温故知新のこの理念はまさに現代にも通用する益々重みのあるものとなっています。本研究所はこれまでに、この理念に基づく高い志を持って、我が国の科学技術の新たな時代を切り拓く役割を担ってきたものと信じております。

化学生命科学研究所では理念を継承し、「分子を基盤とする化学および生命化学に関する基礎から応用までの研究の深化、発展を通じて、新しい学理の創成と次世代科学技術の創出を実現し、人類の高度な文明の進化と、より豊かで持続的な社会の具現化に貢献する」というミッションを掲げております。21世紀に入り、時代の要請にこたえて生命科学分野も積極的に取り込んで生命と化学の2本柱を据えて、ミッションの実現に向け、分子創成化学領域、分子組織化学領域、分子機能化学領域、分子生命化学領域という4つの研究グループが置かれました。各領域では、さらに教授、准教授、助教が研究グループを構成し、「化学」を基盤として、物質、資源、エネルギー、医療、生命科学などの独創的な研究を展開しています。

所外に目を向けますと、私たちは先導的な国立大学法人附置研究所としてその社会的な責務を果たす一環として、我が国の研究基盤強化のプラットフォーム構築にも積極的に取り組んでおります。2009年から九州大学先導物質化学研究所、大阪大学産業科学研究所、東北大学多元物質科学研究所、北海道大学電子科学研究所と共に組織したネットワーク型の全国共同利用研究拠点として「物質・デバイス領域共同利用・共同研究拠点」活動を実施しています。この拠点活動の母体として、上記の5研究所が連携する「人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス」事業を並列して進めています。この附置研究所アライアンス事業では、それぞれの研究所に所属する研究者間の共同研究を国内外にネットワークをめぐらし積極的に推進・支援し、これまでも数多くの研究成果を上げています。

当研究所は30代の若手教員が多く、学生も含め若い諸君が研究所内での親密な連携と切磋琢磨を繰り返しながら大きく成長し、彼らの大きな力が基盤となってアクティビティ高く世界最先端の研究を展開しております。結果として、当研究所では研究者として優れた数多くの人材を国内外の研究教育機関に輩出しており、大きなネットワークを形成しております。

最後になりましたが、私は、所長として伝統的な理念を継承し、化学生命科学研究所がワンチームで「研究」力を世界に発信出来るように、微力ながら尽力する所存です。何とぞご指導ならびにご支援のほどよろしくお願いいたします。

山元 公寿

化学生命科学研究所の概要

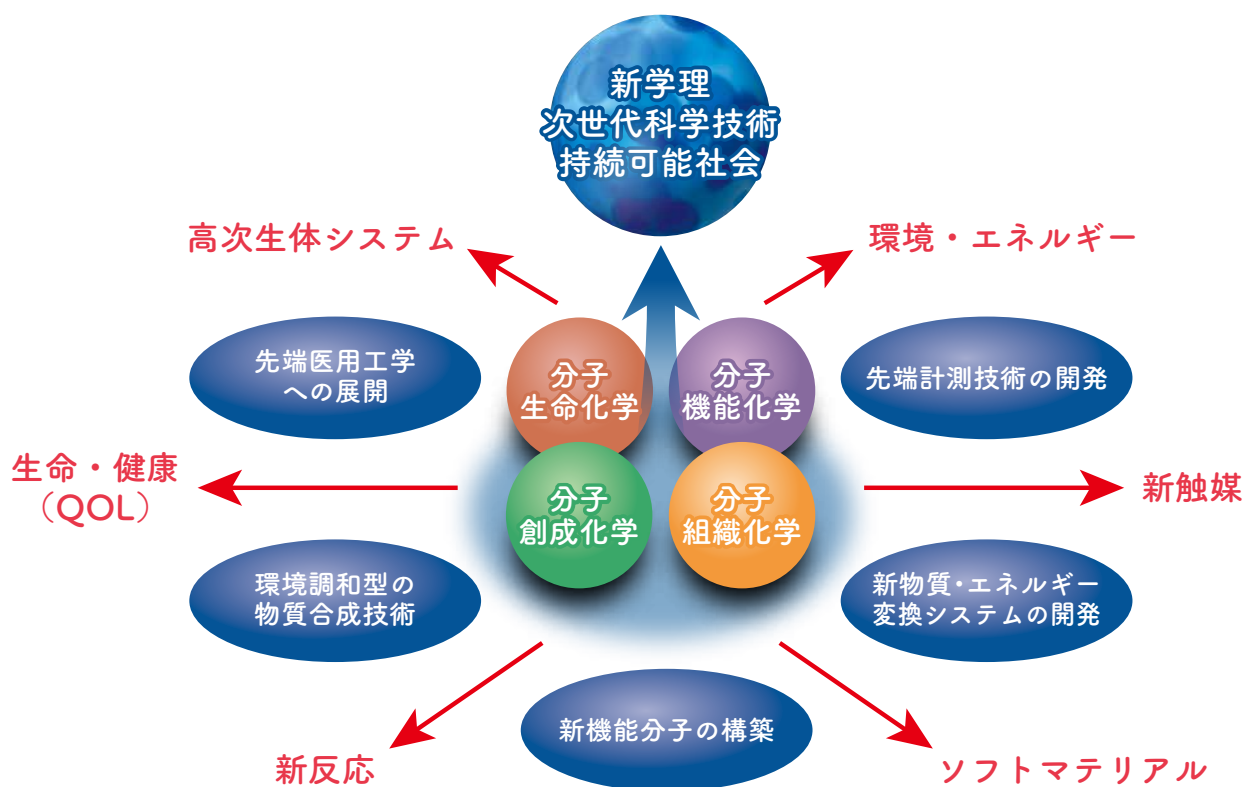
分子を基盤とする化学・生命科学に関する基礎・応用研究の深化、発展を通じて、新学理と次世代科学技術を創成し、より豊かで持続可能な社会を具現化する。

分子生命化学領域

生体内で起きるエネルギーの産生・貯蔵、分子認識、分子運動などのさまざまな反応の分子機構と制御機構を理解する。

分子機能化学領域

分子や分子集合体の性質を、最先端の分析手段や高度な理論計算で調べ、新たな分子機能を開拓する。



分子創成化学領域

独自の原理と手法を用いて、新規分子を創出し、新たな分子機能発現へ向けた基盤を構築する。

分子組織化学領域

有機分子・高分子を対象として、これらを合目的的に組織化させる方法論を開拓し、優れた機能や新機能を発現する物質を創製する。

組織と学院教育との関係

領域	研究室	氏名	系・コース等主担当
分子創成化学 領域	穂田研究室	穂田 宗 隆	応用化学系 応用化学コース
	中村・岡田研究室	中 村 浩 之	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
		岡 田 智	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
	吉沢研究室	吉 沢 道 人	応用化学系 応用化学コース
分子組織化学 領域	福島・庄子研究室	福 島 孝 典	応用化学系 応用化学コース
		庄 子 良 晃	応用化学系 応用化学コース
	西山・三浦研究室	西 山 伸 宏	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
		三 浦 裕	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
	穴戸・久保研究室	穴 戸 厚	応用化学系 応用化学コース
		久 保 祥 一	応用化学系 応用化学コース
野村研究室	野 村 淳 子	応用化学系 応用化学コース	
分子機能化学 領域	藤井研究室	藤 井 正 明	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
	山元・今岡研究室	山 元 公 寿	応用化学系 応用化学コース
		今 岡 享 稔	応用化学系 応用化学コース
	山口・田巻研究室	山 口 猛 央	応用化学系 応用化学コース
田 巻 孝 敬		応用化学系 応用化学コース	
分子生命化学 領域	田中研究室	田 中 寛	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
	上田・北口研究室	上 田 宏	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
		北 口 哲 也	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
	久堀・若林研究室	久 堀 徹	生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
若 林 憲 一		生命理工学系 ライフエンジニアリングコース	

○ライフエンジニアリングコース

豊かな暮らしを実現するために、ひとの健康・医療・環境などに関する工学的研究開発である「ライフエンジニアリング」を推進する。ひとに関する自然科学、生命倫理、健康・医療の基礎、環境の基礎などを様々な理工系専門技術と融合し、ひとが持続的に発展できる生活基盤の構築と、未来に向けた新たな学問分野の創出を目指す。

○応用化学コース

高度な専門知識を自在に活用し、専門技術を駆使することで、応用化学分野の先端的な問題を解決する能力を身につける。21世紀の社会と環境に責任を持てる研究者・技術者の育成と、技術革新に果敢に挑戦し、新たな産業と文明を切り拓く「高度職業人」の養成を目指す。

化学生命科学研究所の科学への貢献

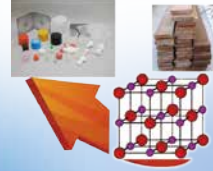
化学生命科学研究所を舞台にして、科学史上の様々な重要な発見がなされています。

2016

化学生命科学研究所として
新たに生まれかわりました

バイオマスから バイオプラスチックへ (岩本正和)

エタノールのプロピレンへの変換に極めて有効な In 系触媒を見出しました。木質バイオマスの触媒的全可溶化と合わせ、バイオ由来プラスチック製造の可能性が広がります。
2007年 文部科学大臣表彰科学技術賞
2010年 紫綬褒章

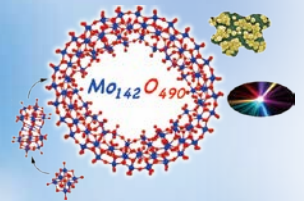


2010
頃

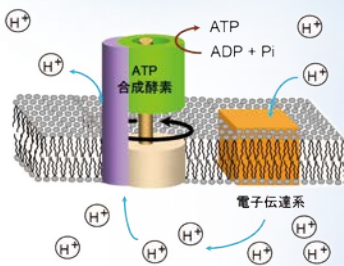
2002

ポリ酸：金属と酸素がつくる ナノサイズクラスター分子 (山瀬利博)

分子コンピュータの素子として期待されていたポリ酸の研究により、水の光分解、分子磁石、細菌やウイルスの増殖を抑える無機医薬の開発を展開させました。
2005年 日本希土類学会賞



回転する分子装置



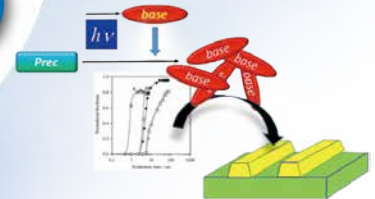
世界最小の回転分子モーター (吉田賢右)

生物のエネルギー利用に重要な ATP を供給する ATP 合成酵素が、回転しながら働く最小の回転モーターであることを直接観察によって明らかにしました。
2006年 EBEC Peter Mitchell Medal

1997

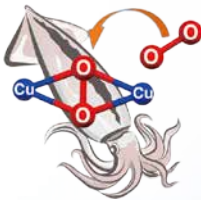
酸・塩基増殖反応を利用した樹脂の 光硬化の発見 (市村國宏)

一光子照射によって生成した酸、塩基の増殖反応を用い、光による表面の微細加工の進展に大きく貢献しました。
1999年 紫綬褒章



イカ・タコの青い血の中身 (諸岡良彦・北島信正)

甲殻類の血液の青い色は酸素と結合する銅イオンに由来しています。モデル化合物の研究によりその配位構造を初めて明らかにしました。
1991年 日本化学会賞
1994年 日本 IBM 科学賞



1989

1995

分子インターフェースの提案 (相澤益男)

分子ワイヤを用いて酵素の活性部位と電極とを連結し、これを「分子インターフェイス」として提案しました。
1997年 日本化学会賞
2005年 紫綬褒章

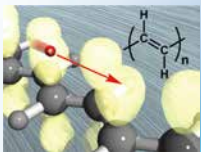


1970年代
後半

1976

導電性ポリアセチレンの発見 (白川英樹)

薄膜状ポリアセチレンを合成し、ヨウ素ドーピングによりその電気伝導度が大きく向上し、金属に匹敵する導電体となることを発見しました。
2000年 ノーベル化学賞



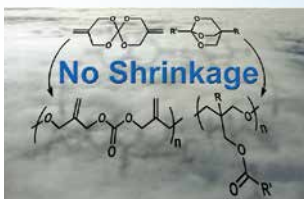
1975

1939

資源化学研究所設立

固まっても縮まない 機能性高分子の発見 (遠藤剛)

重合の際に容積の収縮を伴わないモノマーを設計・合成することで、寸法精度の高い非収縮性機能性高分子を創出しました。
1984年 高分子学会賞



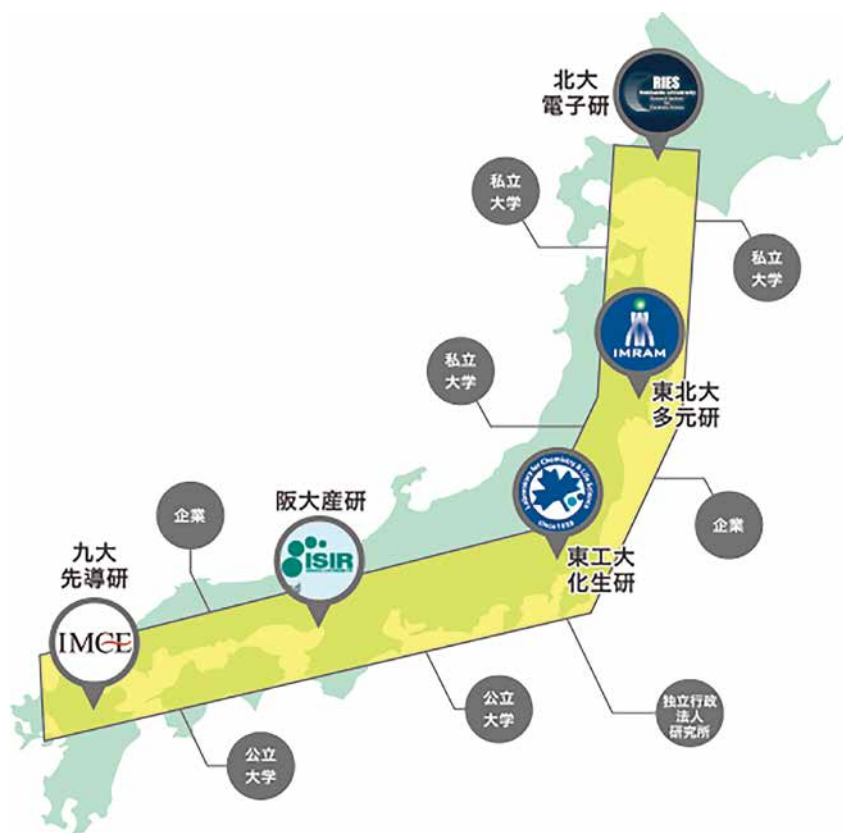
物質・デバイス領域共同利用・共同研究拠点

化学生命科学研究所は北大電子研、東北大多元研、阪大産研、九大先導研と協同して平成23年度より「物質・デバイス領域共同研究拠点」を形成している。これは全国共同研究共同利用拠点として認定されており、数少ないネットワーク型の代表的な拠点として特色ある活動を行ってきた。その主旨は、5研究所の研究資源を共有し、かつ、それぞれの得意分野や特徴を活用して、全国の研究者コミュニティに開かれた共同利用・共同研究の場を提供し、その促進を図ることにある。平成27年度までの活動期間で、全国の国公立大学、私立大学、高専、独立行政法人、企業に在籍する多数の研究者、研究グループの要請に応え、一般共同研究、特別共同研究、東日本大震災復興支援共同研究、などのそれぞれの範疇で成果をあげてきた。これらの成果は多数の共同研究論文、学会発表、特許として公表されている。

上記拠点の第2期初年度にあたる平成28年度に組織を新たにし、さらに有機的な連携に基づいた拠点活動を行っている。新しい物質から、実用を視野にいたしたデバイスの創生に至る広範囲の共同利用・共同研究拠点の活動の中で、化学生命科学研究所は物質組織化学領域として、各種の分子組織体、生体材料、触媒、機能物質を中心にして共同研究を先導している。拠点外研究者との共同研究を充実させる一方で、平成28年度からは、拠点内の5研究所の研究者間での共同研究を行うアライアンスプロジェクトとの一体化を図り、全国の拠点内外の物質科学・技術の研究者、研究組織が関わる組織として活動を発展させている。アライアンスプロジェクトの中で、当研究所は「環境エネルギー物質・デバイス・プロセスプロジェクトグループ」を担当して、他研究所と協力を行いながら、この分野の新たな研究を開拓している。

また、平成27年度に学外研究者が当研究所に長期滞在して高度な共同研究を行う組織、コアラボを設置し、令和元年度からは生命系若手女性研究者を迎えて第2期コアラボを開始している。

以上の研究成果に加え、各種情報提供、学外若手研究者の育成などの拠点活動は、平成30年度の間評価でS評価となり、今期の取りまとめと次期拠点活動の充実に向けて一層活動を拡大している。



共同研究拠点：
全国の物質・デバイス領域研究者の共同、連携を主導



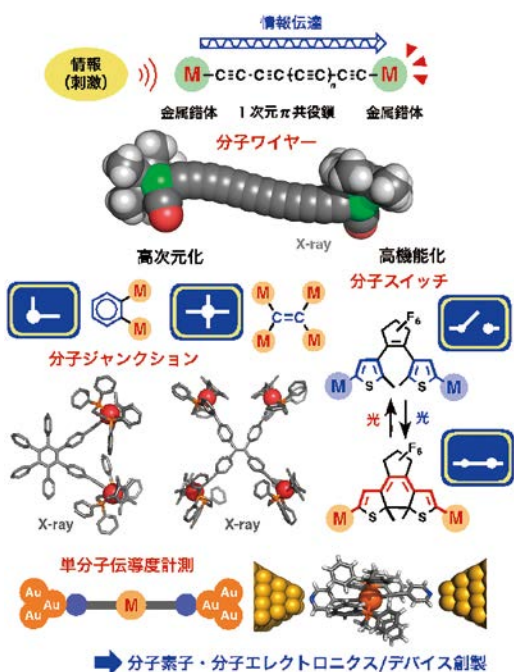
外部刺激や環境に応答する “かしこい”分子の開発

教 授 穂田 宗隆
助 教 田中 裕也**キーワード** 金属錯体、分子ワイヤー、光レドックス触媒、高機能性有機材料

高機能性有機材料の創製を目指して、外部刺激や環境変化に応答する“かしこい”分子の開発に挑戦しています。その設計のポイントは、「 π 共役分子」と「金属イオン」の利用です。適切に設計されたナノサイズの分子は、外部の「電気」や「光」刺激（エネルギー）に応答し、特異な伝導度や触媒機能などを発現します。当研究室では、有機化学および錯体化学を基盤として、分子設計から効率的な合成法の開発、計算化学を援用した構造や物性の理解、そして新機能の開拓まで取り組んでいます。以下に、最近の研究内容の一部を紹介します。

有機金属分子デバイス

次世代の分子エレクトロニクスを目指し、究極の最小電子回路を組み立てる1つのアプローチとして、分子を利用した数 nm サイズの“情報伝達素子”の開発が期待されています。これまでに私達は、一次元の鎖状 π 共役分子の両端に金属錯体を連結することで、拡張した共役系を有する新しい化合物を作製しています。これらは最小の情報伝達素子“分子ワイヤー”として機能し、一方の金属錯体で受けた化学的な外部刺激（酸化還元・光照射など）が、 π 共役鎖を介して他方の金属錯体に効率良く伝わることを明らかにしました（下図）。これまでに最長で3つのRu錯体を含む約4 nmの長鎖分子ワイヤーや π 共役鎖を二次元に拡張した、ポルフィリンなどを含む2核および4核の“分子ジャンクション”を構築しました。光照射による π 共役ユニットを変調させることにより、情報伝達のスイッチングおよびチューニング機能を備えた新たな分子ワイヤーの開発に成功しています（下図）。



さらに、分子ワイヤー内での情報伝達の方向性の制御や機能の集積化による、高次な機能性分子素子の創製にも取り組んでいます。また最近では、私達のオリジナルの分子ワイヤーの溶液中の性質だけでなく、1分子を金電極に架橋してその電気伝導度を直接計測する“単分子伝導度計測”にも挑戦しています。

太陽光を活用した有機光触媒化学

光は、熱的には進行しない化学反応を実現できる魅力的なツールです。太陽光やLED、蛍光灯は私達にとってとくに身近な光源で、「可視光」とよばれる380~680 nmの光エネルギーが豊富に含まれています。この入手容易なエネルギーを活用した触媒反応の開発は、環境負荷の少ないクリーンなもの作りに繋がる重要な研究テーマです。私達は、「光レドックス触媒」とよばれる可視光エネルギーで酸化還元反応を促進する金属錯体や有機色素に注目し、新しい光触媒反応系の開拓に取り組んでいます（下図）。とくに、医薬品や機能性分子として有用な有機フッ素化合物や酸素、窒素、硫黄などのヘテロ元素を含む有機分子の新合成法を研究し、合成した分子の機能開拓を目指しています。さらに、特異な選択性を発現する新しい分子性光触媒システムの創製にも挑戦しています。化石燃料を使わないグリーンな化学生産システムとして注目を集めています。





有機合成を基軸とした創薬・ケミカルバイオロジー研究

教授 中村 浩之
 准教授 岡田 智
 助教 盛田 大輝
 助教 三浦 一輝

キーワード 有機合成化学、ケミカルバイオロジー、創薬化学、分子イメージング、新規反応開発、抗がん剤、低酸素環境、中性子捕捉療法、リボソーム、光触媒、ケミカルラベリング

私たちの研究室では、有機合成化学を基盤に、新しいがん治療を目指した創薬研究、ケミカルバイオロジー研究分野での技術革新を目指して研究を展開しています。中村・岡田研の研究は、金属触媒化学等に立脚した新合成方法論開拓をはじめ、創薬科学、ケミカルバイオロジーといった境界領域の研究分野、さらに応用展開型研究として中性子捕捉療法や分子イメージングに展開しており、各研究テーマは共通して有機合成化学によるものづくりから始まっています。

生物活性物質の新規骨格創出に基づく創薬化学

生物活性化合物のコア骨格構造の展開は創薬化学において重要な基盤技術に位置づけられます。私たちは生物活性化合物の骨格構造を新規にデザイン、有機合成化学的に効率的に合成し、自ら活性評価・化合物デザインにフィードバックするというスタイルで研究しております。特に、ホウ素元素の特徴を活かした創薬研究やタンパク質-タンパク質相互作用を標的とした三次元骨格小分子のデザイン、さらにケミカルバイオロジー的な手法により、プローブ分子の開発や合成した化合物の標的の同定にも取り組んでいます (図1)。

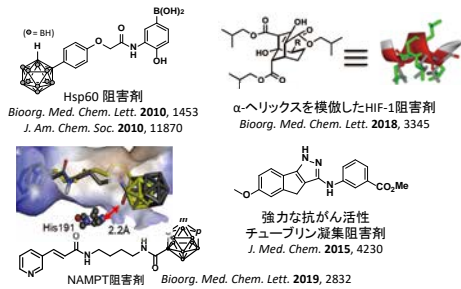


図1 私たちが開発した生物活性分子

中性子捕捉療法のための次世代ホウ素キャリアの開発

ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) は人体には害の少ない低エネルギー熱中性子をホウ素薬剤により捕捉させ、熱中性子とホウ素 10 との反応により、一細胞内の微小環境で非常に高エネルギーの α 線を発生させてがん細胞を破壊する新しい低侵襲がん治療法です (図2)。理想的ながん治療は、正常組織に障害を与えずに、がん細胞を殺すことであり、BNCTにより有効な治療効果を得るにはホウ素薬剤をがん細胞選択的に運ぶ必要があります。私たちは有機合成を通じて、腫瘍組織に選択的に蓄積する次世代ホウ素ナノキャリアを開発しています。

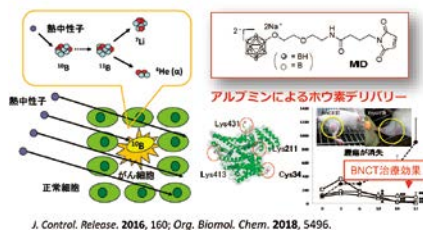


図2 BNCTによるがん治療の概念

生体を観察・操作する磁性薬剤の開発

蛍光イメージングなどの紫外可視光を動作原理とする技術は、分子レベルの特異性を有しますが生体広域への適用には限界があります。一方、生体透過性に優れたMRIなどの磁場応用技術では、分子レベルの解析は未だ困難です。私たちは、解析したいターゲットに応じて磁性や分子認識能が変化する常磁性金属プローブを開発しています (図3)。磁性プローブと磁場応用技術を組み合わせることで、従来技術ではトレードオフとなる「分子レベル」と「生体レベル」の解析を同時に達成することを目指します。

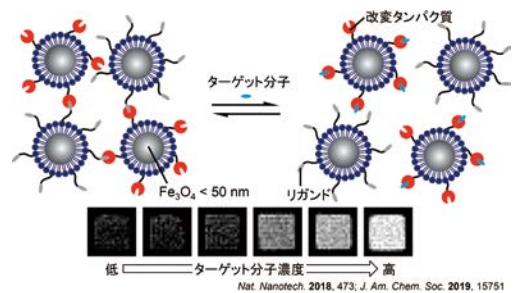


図3 磁性プローブとMRIによる生体分子動態の観察

光触媒を用いた標的タンパク質ラベリ化法の開発

阻害剤の標的タンパク質を同定する技術は、作用機序解明や副作用の原因究明などに重要な技術です。私たちは光レドックス触媒によるタンパク質ラベリ化技術を用いた標的の同定技術の開発を行っています。リガンド連結型光レドックス触媒や光レドックス触媒担持アフィニティービーズを用いることで、従来では検出・同定が困難な標的タンパク質を同定できる、新たな標的の同定手法の確立を目指しています (図4)。

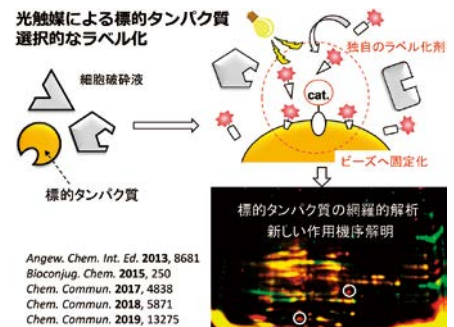


図4 光触媒を用いた標的タンパク質選択的ラベリ化法



芳香環ナノ空間で創造する 新たな分子機能化学

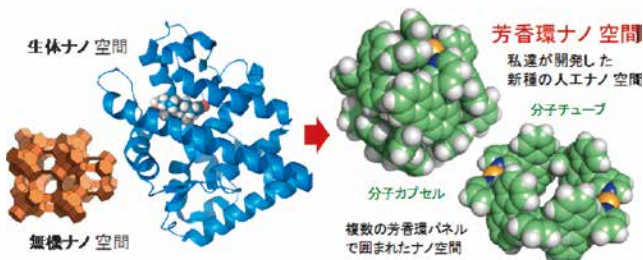
教授 吉沢 道人

キーワード 超分子化学、空間機能化学、合成化学、材料化学、光化学、水、分子カプセル/チューブ、両親媒性分子、色素、生体分子、バイオセンサー

私達の研究室では超分子化学(=分子集合体化学)を基盤に、水中で活用できる“便利なナノ道具”の開発を目指して、「芳香環ナノ空間」に関する研究を行っています。生体内では、水中、温和な条件下で、高選択な分子識別や高効率な分子変換が達成されています。この優れた生体機能は、タンパク質の自己組織化によって形成した“生体ナノ空間”で実現しています。そのため、生体システムに匹敵する「ナノ空間」を人工的に作製することは、合成化学や材料化学、物性化学、分析化学などの分野の新展開が期待できます。また、水中で利用できるナノ空間が作製できれば、生化学を含む幅広い領域での応用も可能になります。

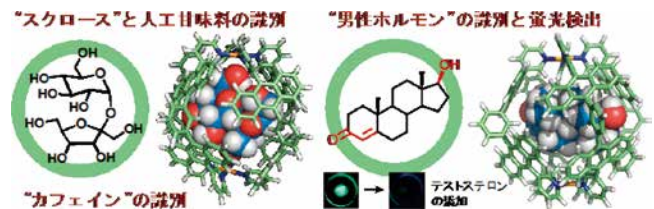
ナノ空間のデザイン

私達の研究室では、複数の芳香環パネルに囲まれたナノ空間を有する新規な三次元構造体の自在構築を目指しています。その戦略として、単純で合成容易な“湾曲型”の芳香環パーツを設計し、これらを異なる結合や相互作用で組織化することで、前例のない「芳香環ナノ空間」を有する水溶性の分子カプセルやチューブを作製しています。



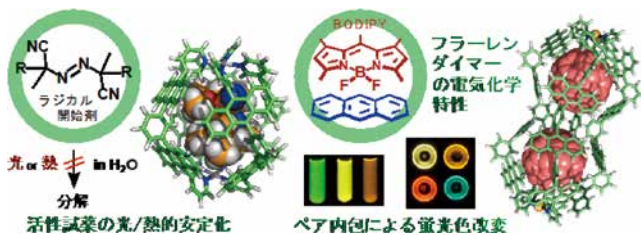
生体分子のセンシング

効果的な分子間相互作用により、芳香環ナノ空間内での生体分子の選択的な識別(=センシング)を目指しています。これまでに私達のナノ空間を活用することで、水中・室温で天然糖の混合物から二糖のスクロースを100%の選択性で捕捉できました。また、代表的な男性ホルモンのテストステロンの識別を達成すると共に、その高感度な蛍光検出に成功しました。飲料に含まれるカフェインや生分解性の乳酸オリゴマーも識別できることから、様々な生体必須分子の“高性能センシング”が期待できます。



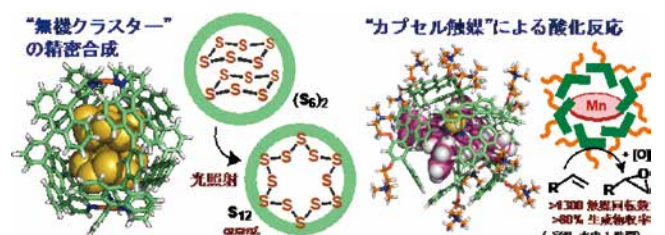
分子物性のチューニング

芳香環ナノ空間内では、通常の溶液や固体状態と異なる分子物性が発現しています。例えば、高反応性のラジカル開始剤をナノ空間に内包することで、光遮蔽効果や圧縮効果による顕著な安定化が観測されました。また、色素分子のペア内包や混合により、化学修飾を必要としない蛍光色制御に成功しています。さらに、連結したナノ空間で、フラレンダイマーの特異な電気化学挙動などを探索しています。



分子反応性のコントロール

私達は“ナノフラスコ”としての機能も開拓しています。実際に、芳香環ナノ空間内に2分子の環状硫黄分子を内包し、光照射することで、1分子の大環状分子の選択的合成に成功しました。また、水中・室温での高効率な触媒反応を達成しています。水に不溶なマンガン錯体を芳香環ナノ空間に内包した水溶性カプセル触媒で、高回転数の酸化反応が進行しました。水を媒体とした環境調和型の合成や触媒反応の開発を目指しています。



分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命化学領域



先進的な分野融合型分子科学による機能性 有機・高分子マテリアルの創製

教授 福島 孝典
准教授 庄子 良晃
助教 福井 智也
助教 竹原 陵介

キーワード π 電子系分子・超分子・高分子・錯体・元素化学、自己集合、ナノカーボン

様々な物性を有する分子群の創製と、分子自己組織化の精密制御を通じて、有機・高分子からなる物質、いわゆる「ソフトマテリアル」の革新的機能を開拓しています。光吸収・発光特性、電導性、酸化還元特性、磁性などに富む π 電子系分子群をモチーフに、立体構造、電子構造、適切な元素・官能基の導入などを戦略的に考え、機能創製に向け合目的に分子をデザインします。合成した分子は、「自発的な組織化」や「ナノスケールの足場」などを利用して空間特異的に集積化し、巨視的にも分子配列が制御された物質を創出します。これらの研究により、ソフトマテリアルの新機能発掘や新学理構築を目指しています。

分子自己組織化による電子・光機能性ソフトマテリアル

我々の研究室では、様々な物性を有する分子群の創製と、分子の精密集積化を可能にする手法の開拓を通じて、有機・高分子からなる「ソフトマテリアル」の革新的な機能を探求しています。例えば、グラファイトの部分構造を有する分子の組織化により、世界初の電子・光電子機能を有する分子性ナノチューブや、極めてユニークな三次元液晶構造体を見出しています。これら一連の研究成果は、当該分野におけるマイルストーンとして世界的に認識されています。最近では、様々な機能団を二次元的に精密集積化させることが可能な分子モチーフを開発し、その集合化により大面積・高秩序な有機薄膜を作製することに成功しました。この薄膜を組み込むことで、フレキシブル有機トランジスタ素子の大幅な高性能化が可能なことも見出しています。また我々は、イオン性液体とカーボンナノチューブを混ぜ合わせるとゲル化し、伸縮性の導電体となることを発見しました。現在、このゲルは人工筋肉や伸縮性有機エレクトロニクスという新分野で応用されています。その他にも、これまでになかった構造形態や集合化挙動を示す新規液晶材料の開発に取り組んでいます。

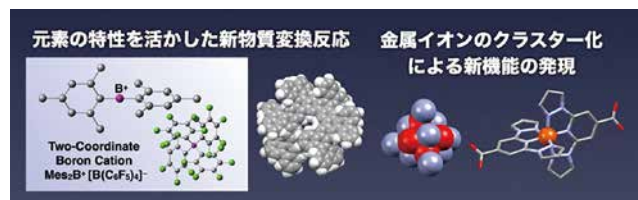
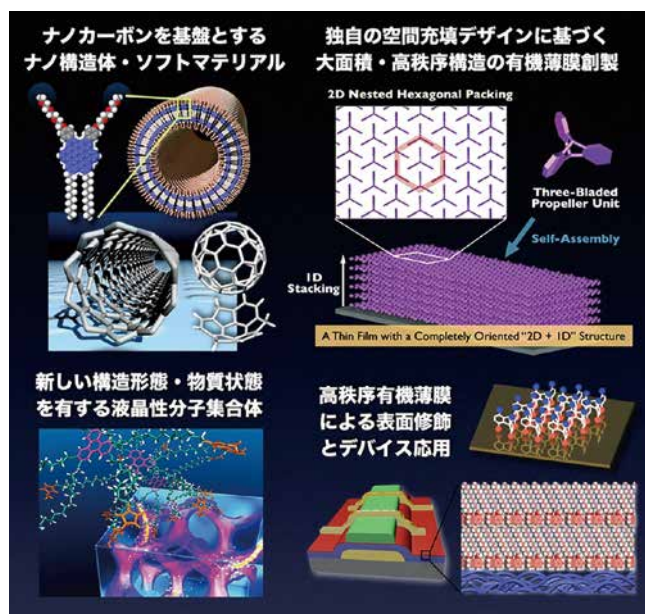
有機物質における熱輸送の学理探求

最近では、有機物質の熱輸送特性に焦点を当てた研究にも注力しています。近年、エレクトロニクスの微細化が進み、ナノスケールにおける高度な熱制御を可能にする熱マネジメント材料の重要性が高まっています。設計自由度の高い有機材料は熱マネジメント材料の有力候補ですが、無機材料の場合とは対照的に、ナノスケールにおける有機物質の熱輸送現象の理解は大きく立ち遅れています。我々は、構造明確な分子集合体を用いた構造-熱輸送特性の相関を精密に検討することで、これまで未解明であった有機物質における化学結合・官能基・ダイナミクス・配向などの構造特性と熱輸送特性の相関を明らかにすることを目指しています。

典型元素や遷移金属の特性を活かした新構造・新機能・新反応の探求

我々は、物質を構成する基本要素である化学結合にも焦点をおき、前例のないユニークな化学種を開拓しています。例えば、独自の反応設計戦略により、化学結合の手を二本しか持たないホウ素カチオンの合成に成功しました。この「超ルイス酸性」のホウ素カチオンは、通常は不活性な二酸化炭素さえ穏和な反応条件で活性化するという驚くべき反応性を示します。いわば、最強のルイス酸化合物へ向けた挑戦です。また、典型元素特有の反応性を活かし、容易に入手可能な原料から、複雑な π 電子系をワンポットで構築可能な新物質変換反応を開発しています。さらに、室温リン光や多色発光など、興味深い発光挙動を示す有機典型元素化合物を見出しています。

最近では、金属錯体を基盤とした物質開発にも取り組んでいます。独自の方法論により、金属イオンや金属錯体をそれぞれの単独では形成されない構造へと集積化し、それにより実現される新たな機能を探求しています。



分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命化学領域



高分子ナノテクノロジーを基盤とする 革新的診断・治療システムの研究開発

教授 西山 伸宏
准教授 三浦 裕
助教 野本 貴大
助教 本田 雄士
特任助教 松井 誠

キーワード 機能性高分子、DDS、ナノメディシン、バイオマテリアル

当研究室では、医療分野への応用を指向した機能性高分子材料の開発とその革新的診断・治療システムへの展開に関する研究を行っています。精密合成高分子材料をプラットフォームとして、標的指向性機能や環境応答機能といった任意の機能を位置選択的に創り込むことによって、生体内で高度な機能を狙いどおりに発現させることができる理想的な医薬品（ナノメディシン）を創出することができます。また、核酸医薬の細胞内デリバリー、生体内ミクロ環境の高感度イメージング、光・超音波・熱中性子線の照射による超低侵襲治療のためのナノマシンの開発を行っています。

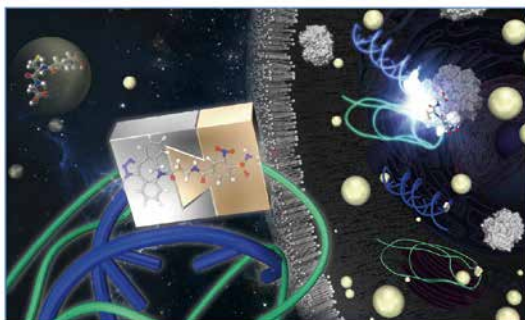
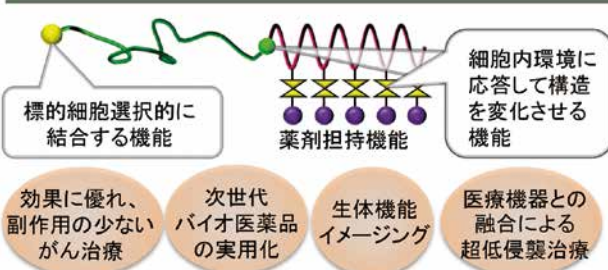
精密合成高分子をプラットフォームとしたナノメディシンの創製

分子生物学、細胞生物学及びその関連分野とバイオテクノロジーの飛躍的な進歩により、タンパク質、ペプチド、核酸などの様々な生体機能性分子や化合物が見出され、それらの医療分野への応用が期待されています。しかしながら、これらの分子は、単独では、生体内で狙った機能・効果を得ることは困難であり、ときには副作用の発現が大きな問題となります。また、優れた機能・効果を得るために、複数の分子を化学的に結合する試みがなされていますが、多くの場合、それぞれの機能が損なわれ、十分な効果を発揮することができません。当研究室では、リビング重合によって分子量、組成、官能基の位置を精密に制御した高分子材料をプラットフォームとして、上述の生体機能性分子や標的指向性機能や環境応答機能といった任意の機能を位置選択的に創り込むことによって、生体内で高度な機能を狙いどおりに発現させることができる理想的な薬剤（ナノメディシン）の開発を目指しています。

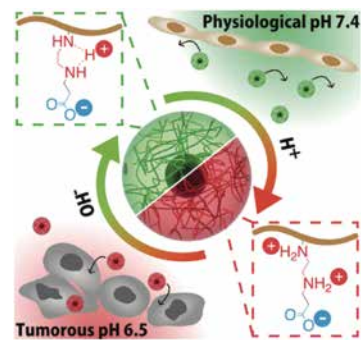
新規機能性ポリマーの設計とナノマシンへの応用

スマートライフケア社会の実現のためには、より高度な機能を具備したナノマシンの開発が必要となります。例えば、がん細胞への効率的な薬物送達を実現するために、血中では生体分子との相互作用を回避する一方で、がん組織の特異的な環境を認識し、がん細胞と積極的に相互作用するスマートシェル（下図）の開発などに成功しています。当研究室では、このような新規機能性ポリマーの設計に基づき、あらゆる臓器・組織に到達できる機能、細胞内のオルガネラ特異的に薬理効果を発現させる機能、イメージングによって可視化できる機能、外部からの物理エネルギーの照射によって機能発現を誘導できる機能などをナノマシンに付与し、革新的な診断・治療システムを創出することを目指しています。

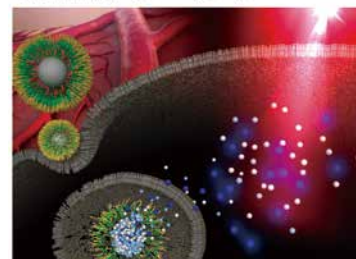
高分子材料をプラットフォームとして任意の機能を位置選択的に創り込むことによって理想的な医薬品を設計



標的細胞内に核酸医薬を送達するナノマシン



がん組織の低pH環境を認識してがん細胞と相互作用するスマートシェル



光に反応して内包分子を放出するナノマシン

当研究室では、高分子合成から生物評価までのすべてを行うことができる実験環境・設備を整えており、企業との共同研究も活発に行っています。詳しくはHPをご覧ください。

分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命化学領域



光分子配列技術の開発と ソフトメカニクスの開拓

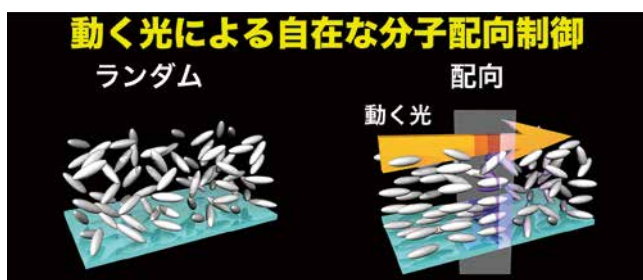
教授 宍戸 厚
准教授 久保 祥一
助教 赤松 範久

キーワード 高分子、光、液晶、分子配向、ソフトマテリアル、フィルム、微粒子

省エネルギープロセス型で生体に優しいフレキシブルな材料が、安全安心な社会を支える次世代材料として注目されています。宍戸・久保研究室では、高機能な高分子材料の創製を目指して、分子設計・物性評価からフィルム・デバイスの作製まで基礎と応用の両面にわたり幅広く研究を行っています。機能発現の要である分子配向については、光を動かす新たな分子配列法を開拓するとともに、高分子材料設計における鍵となるソフトメカニクスを探求し、既存の常識を打ち破る次世代材料を提案します。その応用は、偏光変換素子・ホログラム・ディスプレイなどのフォトニクス材料から力学設計を基盤としたフレキシブルデバイス・医療材料まで多岐にわたります。

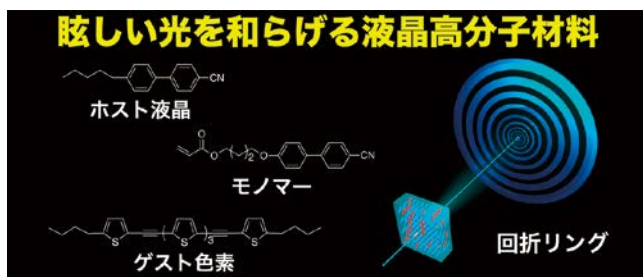
新しい分子配向プロセスの開発

機能性フィルム創製には、液晶をはじめとする機能分子の精緻な配向が重要です。ナノスケールの分子を巨視的に配列することにより、光学、力学特性などが向上します。しかしながら、既存の実用的な分子配向法は、延伸やラビングなどごくわずかです。わたしたちは、光を動かしながら重合することで、簡単に分子配向を誘起することに成功しました。今後、様々な分子を光で自在に配向することにより、新たな光・力学機能の発現が期待できます。



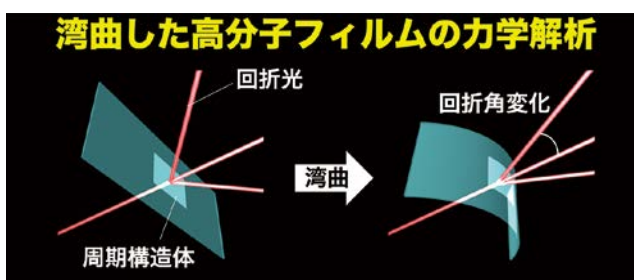
色素ドープ液晶を利用した調光材料の創製

レーザー光源や自動車のヘッドライトの高強度化を受けて、眩しい光を弱める材料が求められています。しかしながら、一般的な光機能材料においては、光応答は入射光の強度に依存しません。強い光だけを弱めるためには、新たな分子材料設計が必要になります。わたしたちは、色素を液晶に少量ドープし、強い光にだけ分子配向変化を誘起できる材料を開発しています。今後、スマートウィンドウや調光サングラスへの応用が期待できます。



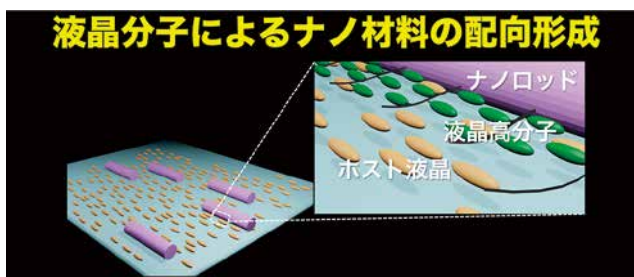
フレキシブル材料の力学解析

柔軟な高分子材料はフレキシブルディスプレイや医療材料への応用が期待されています。特に、高分子材料の湾曲を理解することは、フレキシブルデバイスの設計において極めて重要です。しかしながら、簡便な解析法の不在により、勘と経験に基づく定性的な評価が主流となっています。わたしたちは、湾曲に伴うひずみを簡便かつ高精度に解析できる手法を開発し、次世代フレキシブル材料に資する高機能材料の創製を行っています。



異方性ナノハイブリッド材料の創製

金属や半導体などのナノロッドやナノワイヤーは、バルク状態とは異なる異方的機能を発現するナノ材料です。わたしたちは、組織化能を有する液晶物質との密接な接合によるナノ材料の配向制御を見出してきました。ソフトマテリアルの分子配向制御に基づく異方性ナノハイブリッド材料の創製、および多彩な機能材料への展開を行っています。さらに、リソグラフィ技術とソフトマテリアルの融合による新規ナノ構造形成と機能材料創製を目指します。



分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命化学領域



環境にやさしいものづくり、決め手は触媒

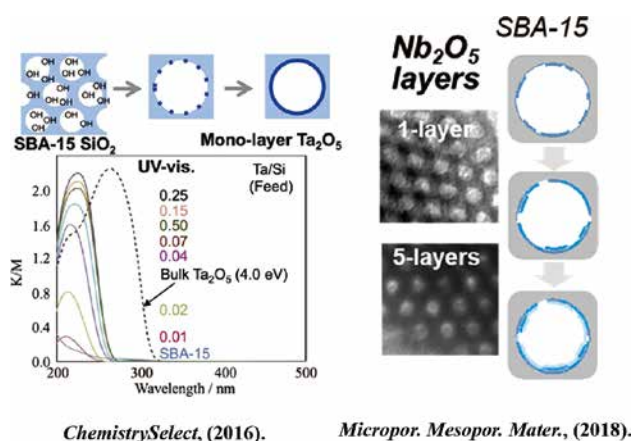
准教授 野村 淳子

キーワード 触媒反応化学、規則性多孔体物質、反応機構、赤外分光、ゼオライト

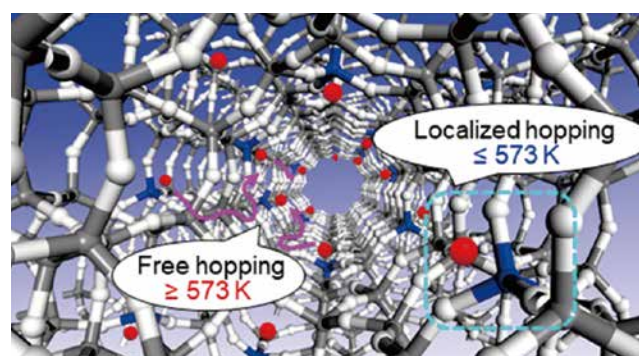
触媒は資源・環境・エネルギー問題の解決に大きく貢献できる材料です。その中でも、ゼオライトは近年注目されており、結晶構造の中に分子サイズの孔を持つ非常にユニークな物質です。また界面活性剤のミセル構造を転写し、ゼオライトより大きな孔を持つ新しい材料であるメソポーラス材料が合成できます。触媒反応は、活性点と呼ばれる特別なサイトで進行することから、活性点の構造や反応機構の詳細を理解することは、触媒開発のためのみならず学術的にも重要です。当研究室では、新規ナノ空間材料の設計・合成を行うとともに、赤外分光法を用いて、分子が触媒上に吸着する様子や活性化され触媒反応が進行する過程を基礎から詳細に調べています。

遷移金属酸化物薄膜で形成されたメソ空間での固体触媒機能の発現

遷移金属酸化物薄膜で形成された均一なサイズと規則配列を有するメソ空間を構築し、遷移金属酸化物の選択により、空間の親・疎水性制御および固体触媒機能の発現を目指しています。最近では、特に規則性メソポーラスシリカの細孔内に遷移金属薄膜を調製する研究を行っています。メソ細孔内に形成された遷移金属酸化物薄膜は、バルク表面とは異なる触媒機能の発現が期待され、さらにヘテロ元素を単核で導入し、単離されたヘテロ元素に特徴的な触媒特性を見出しています。また、遷移金属薄膜の厚みや密度を制御することで、触媒担体としての応用も期待されます。



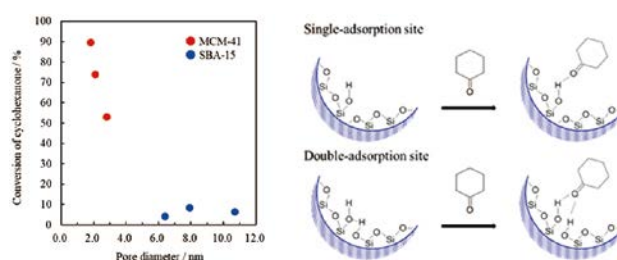
実際にゼオライトが触媒として使用されるような高温でのIRスペクトルを測定し、物理化学的な視点からゼオライト活性点の挙動の解明を行っています。また、計算科学的な知見も取り入れることで（共同研究）、より高精度なキャラクタリゼーションの手法の開発も行っています。



J. Phys. Chem. C, (2017).

In-situ IR を用いた吸着反応基質の状態観測

研究室では、触媒のキャラクタリゼーションのみではなく、触媒反応そのものを赤外分光法で観測しています。特に、触媒反応の初期段階である「吸着」過程を詳細に検討しており、触媒に吸着した反応基質の「吸着状態」を観測することで、触媒活性に影響を及ぼす要因の解明を行っています。また、同位体分子などを用いることで反応機構の解明にも取り組んでいます。



Micropor. Mesopor. Mater., (2019).

In-situ IR を用いた高温におけるゼオライト上のプロトンホッピング機構の解明

触媒反応を行う上で、その触媒のキャラクタリゼーションを適切に行うことは、学術的にも工業的にも非常に重要な課題の一つとなっています。当研究室で主に扱っている触媒の一つであるゼオライトは、石油化学等の分野で広く用いられている固体酸触媒です。ゼオライトが工業プロセスで触媒として用いられる際には、一般的に数百℃といった高温で用いられます。しかしながら、このような高温下でのゼオライトの触媒活性点の状態は、不明な点が多々あります。当研究室では、温度可変なIRセルを用いることで、



多波長レーザー分光による分子系の解明 クラスター内反応から生体分子の分子認識まで

教 授 藤井 正明

キーワード 多波長レーザー分光、分子クラスター、分子認識、生体分子

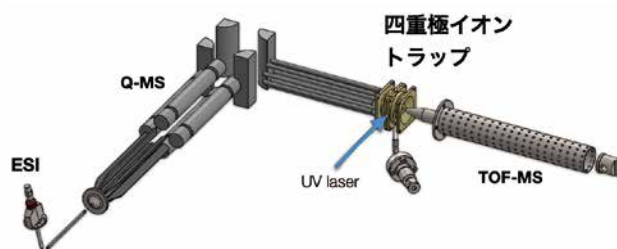
複数のレーザーを同時に用いるレーザー分光法を開発し、分子や分子集合体（クラスター）を用いて分子構造と化学反応素過程を分子論的に解明しています。測定法や方法論の開拓は、化学のみならず関連分野にも新分野を拓く発展性があります。特にレーザー蒸発やエレクトロスプレー法とレーザー分光の組み合わせは、従来小さな分子に限られていた気相レーザー分光の研究対象をペプチドレベルの生体分子まで拡大でき、生体で重要な分子認識機構解明にも挑んでいます。新たな方法論の開拓を基軸に物理と化学の境界領域のフロンティアを目指しています。

化学と物理の境界領域：レーザー分光

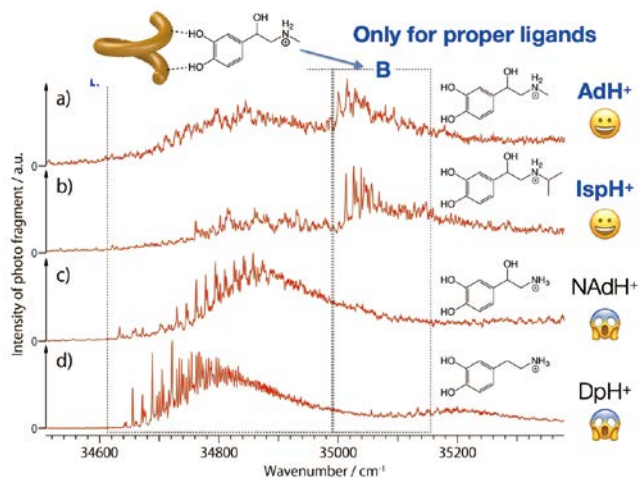
本研究室は2台以上のレーザーを同時に用いる様々なレーザー分光法を開発し、分子や分子集合体（分子クラスター）の構造と反応素過程を解明しています。中でも赤外線吸収は分子の構造と環境を鋭敏に反映するため「分子の指紋」にも例えられており、赤外線レーザーを含む様々な分光法を開発しています。特に、レーザーイオン化を利用した赤外-紫外二重共鳴分光法は極めて高感度であり、超音速ジェットやイオントラップ中の希薄な分子クラスターでも明瞭なスペクトル測定が可能です。このような測定や方法論の開拓を主体とする化学は、化学に新分野を拓く可能性がある上、化学関連分野に対しても大きな発展性を有しています。

現在、本研究室は、理学院・化・石内俊一教授、平田圭祐助教と共同で生体分子を含む分子クラスターを用いる分子認識機構の解明に挑んでいます。DNA 核酸塩基対の選択性的ように、分子認識は生体や超分子化学で極めて重要な役割をしています。このメカニズムを分子間相互作用の観点から理解することを目指し、独自の装置（右上）により分子認識を司る局所構造を分子クラスターの形で取り出し、レーザー分光と量子化学計算からその構造と相互作用を明らかにしています。これにより、アドレナリン受容体の分子認識がアドレナリンと直接結合する部分ペプチドで強く制御されていることを明らかにするなど様々な新しい機構が明らかになっています（右中）。

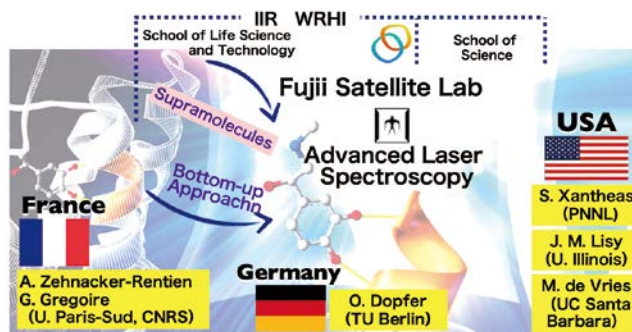
さらに、この分子クラスターによる生体分子分光は日米独仏を結ぶ国際共同研究としても大きく発展しています。現在、科学技術創成研究院・World Research Hub Initiatives・サテライトラボに選定されて6人の著名な研究者を外国人特任教授と共にチームを結成し（右下）、さらに日本学術振興会・研究拠点事業にも選定され、国際的に大きく発展しています。



ESI冷却イオントラップレーザー分光装置



アドレナリン受容体へのボトムアップアプローチ



日米独仏国際共同研究を進める WRHI サテライトラボ

分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命科学領域



精密無機化学を基盤とする金属 —有機ハイブリッドナノ材料創出

教授 山元 公寿
准教授 今岡 享稔
助教 神戸 徹也
助教 塚本 孝政

キーワード 錯体化学、超分子化学、金属ナノ粒子、金属酸化物、クラスター

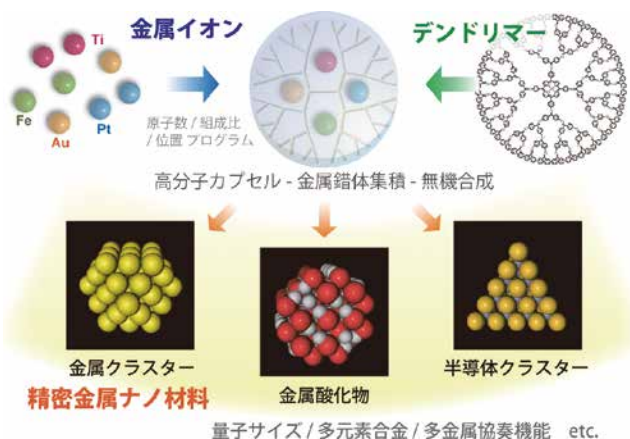
有機・錯体分子が形作る精密な超分子構造を活用して、遷移金属から貴金属までも含む全元素を原子レベルで自在に精密ナノ構造体として組み上げる新概念の確立を目指しています。従来の無機合成化学の常識を覆す全く新しいアプローチで、分子設計と精密合成に基づき未知の新物質を次々と生み出しており、さらには環境、生体機能、エネルギー科学などに貢献する革新的な機能を持つ次世代ナノ材料の創製に挑戦しています。

当研究室では、科学技術創成研究院にハイブリッドマテリアルユニットを創設して、科学技術振興機構（JST）のERATOプロジェクトを推進しています。

金属の自在集積と精密金属ナノ材料の創製

超分子化学や錯体化学、高分子化学を駆使することで金属原子の個数と位置を決定しながら精密かつ自在に金属を飾り付けできるメタロデンドリマーの創製が実現されました。この我々独自の技術を金属精密集積基盤として活用し、従来のサイズ分布を持ったナノ粒子とは全く異なる、原子レベルの精密さを有するサブナノメートルオーダーの金属、半導体、酸化物、多元素合金を含む新しいクラスター化合物の創出を展開しています。

最近では、燃料電池触媒への応用例として、12個の白金原子からなるサブナノクラスターの精密合成に成功、従来の白金ナノ粒子触媒（粒径3 nm）を大きく上回る酸素還元触媒能を見出しています。また、基板表面で世界最小の酸化チタンサブナノドット作成に成功し、量子サイズ効果を世界で初めて観測しました。



微を活かし、電子をより多く、より遠くに、正確に移動させることが出来る新材料の開発を行っています。この基盤原理の確立により、エネルギー変換デバイスのみならず、メモリー素子やスピントロニクス素子などへの展開が考えられます。

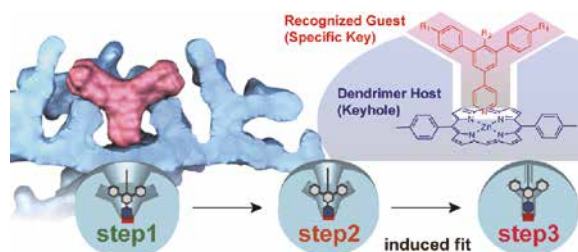
有機-無機ハイブリッドデバイス (太陽電池, EL素子)



バイオミメティック機能創発

タンパクは主に単結合からなる柔らかい分子に見えますが、 α ヘリックス、 β シートなど折りたたみ形成によって一部がバネのように強固になり、化学刺激が増幅・伝達される巧みな協同機能が発現します。この高度な分子内連携は従来の高分子材料では実現不可能でしたが、硬い（適度な可動性も併せ持つ）分子骨格のデンドリマーで初めて実現され、分子形状認識などに利用することが可能になりました。

また、デンドリマーをナノカプセルと見立て、鉄貯蔵タンパクであるフェリチン類似の、鉄イオンの個数を決めて内包/放出を精密に制御することにも成功しています。これをさらに拡張することで100%合成分子による人工酵素の創製を目指しています。新しい生体模倣材料として、触媒・分子センサー・薬剤運搬材料（DDS）などへの応用が期待されます。



エレクトロニクスデバイスへの展開

デンドリマー錯体（メタロデンドリマー）を有機薄膜デバイスとして有機EL素子及び色素増感太陽電池に組み込むことによって高輝度発光と高エネルギー変換効率を達成しました。これはデンドリマーを利用した有機太陽電池の初めての例です。

分子内のポテンシャルを自在にプログラミングできる特

分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命化学領域



地球環境と持続的発展可能社会のための 高機能化学システムの構築

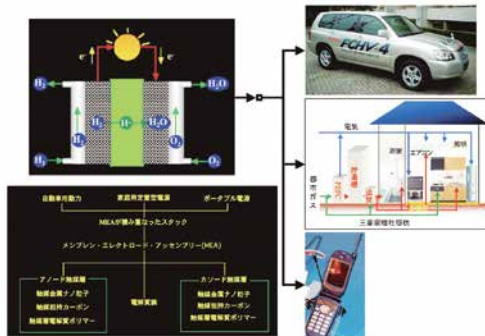
教授 山口 猛央
 准教授 田巻 孝敬
 特任准教授 黒木 秀記
 特任准教授 宮西 将史
 助教 大柴 雄平
 助教 菅原 勇貴
 特任助教 Shishkin Maxim

キーワード 燃料電池、バイオマテリアル、機能材料システム設計

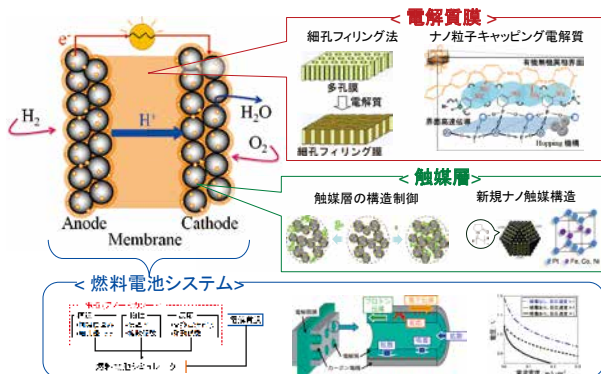
環境問題、エネルギー・資源枯渇問題など地球規模の問題の解決や、豊かな生活持続のための医療・医薬技術の進展などのためには、新しい機能材料・プロセスの開発が必要不可欠です。これらの分野では、単純でなく精緻で複雑な機能を示す材料デバイス及びプロセスが要求されています。これら高機能材料は、最先端の要素技術とこれらを統合する画期的なアイデアにより生まれます。本研究室では、材料自身をシステムとしてとらえ、複数の素材を有機的に結びつけ、新機能を発現する“機能材料システム”および、そのプロセス化までを対象とし、社会および地球のために真に必要な科学技術のブレークスルーを目指します。具体的には、燃料電池、バイオマテリアルの創製から、持続発展可能な地球環境保全技術へと展開します。

材料機能のシステム設計 ～燃料電池～

固体高分子形燃料電池（PEFC）は、自動車や家庭用定置型の電源として注目されています。日本では世界に先駆けて家庭用燃料電池エネファームが販売されましたが、本格的普及へ向けて解決すべき課題は多く、革新的な技術開発が必要です。



PEFCの中心部分は、反応を行う触媒層と、プロトンを伝導する電解質膜です。本研究室では、燃料電池全体のシステムを俯瞰的に捉えながら、電解質膜、触媒層それぞれについても機能材料システムの考え方に基づいて材料開発を行っています。電解質膜については、世界で初めて数十nmの多孔膜細孔中に電解質ポリマーを充填する細孔フィリング法を開発し、新しい構造、機能が発現することを発見しました。また、ナノ粒子キャッピング手法を用いて無機プロトン伝導体を電解質ポリマーへ高分散させた複合電解質では、単独材料の単純な組み合わせを超えた特性が得

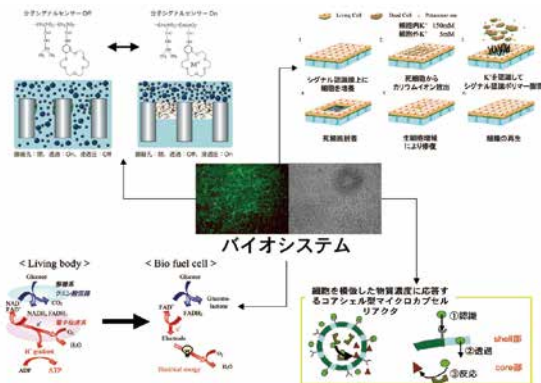


られることを明らかにしました。触媒層については、触媒カーボン担体へのグラフト重合を初めとした触媒層構造の制御技術を開発するとともに、燃料電池の発電状態での触媒表面解析を行い、従来とは異なる着想をもとにしたナノ金属触媒の開発も進めています。

また、アルカリ環境下での発電により卑金属触媒や液体燃料の利用が可能となる全固体アルカリ燃料電池や、グルコースなど生体に安全・安心な物質を生体膜と同様に酵素を用いて電気エネルギーへと変換するバイオ燃料電池など、さらに未来の技術開発に向かっていきます。

～バイオマテリアル～

従来の人工材料では分離・反応など一定の機能を定常的に示しますが、生体では時間・環境によって同じ細胞や生体膜が異なる機能を示します。生体自身を人工的に作ることは困難ですが、生体の持つシステムから発想して新しい人工材料を作ることは可能です。未来の人工臓器、薬物送達システム、医薬品合成のために、生体システムを模倣し、細胞、組織、器官へと発展させた材料システムの構築を目指しています。具体的には、情報伝達物質だけを認識して膜細孔の開閉を行う分子認識ゲート膜や、材料が自律的に特定物質を認識して捕捉・離脱する分離材料、分子を認識すると細孔を自律的に開閉し透過性能を振動させる膜など、超分子や生体分子による物質認識機能と環境応答ポリマーによるアクチュエータ機能をナノ多孔体内部で協調的に組み合わせた材料システムの開発に成功しています。



分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命化学領域



細胞システムの理解から そのデザインへ

教授 田中 寛
 助教 小林 勇気
 助教 大林 龍胆

キーワード 代謝制御、シグナル伝達、階層性、細胞共生、バイオマス生産

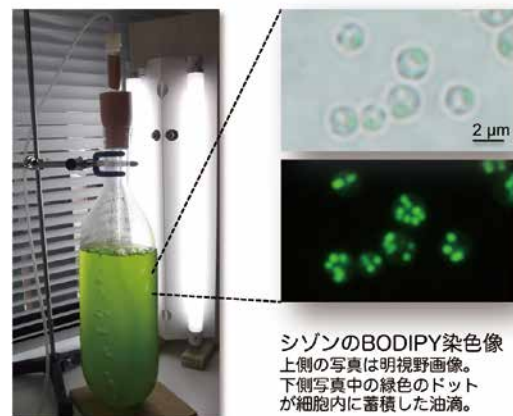
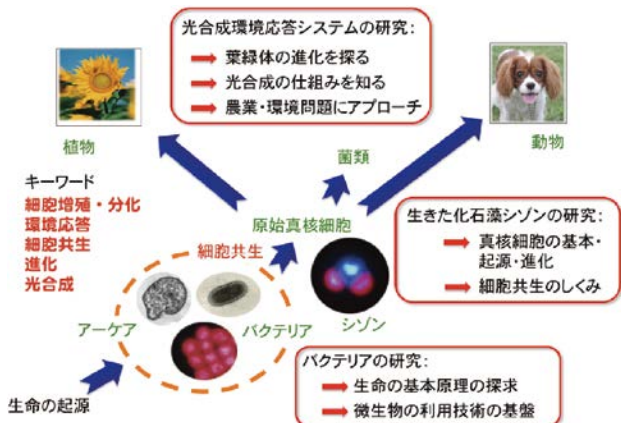
地球上には無限とも思える生物多様性がありますが、それら生物の全ては細胞から成り、細胞は生命活動の基本単位といえます。細胞には細胞核をもつ「真核細胞」と、細胞核をもたない「原核細胞」がありますが、本研究室では原核細胞の代表として大腸菌とシアノバクテリア、そして極めて原始的な特徴をもつ真核細胞である微細藻類「シゾン」を主な材料として、細胞システムの根本的な成立ちや進化について研究を進めています。更にこのような基礎研究に基づいて、藻類を用いたバイオマス生産など、生物の生産能力を引き出すための応用研究を推進しています。

細胞の構築原理を細胞の進化・共生から読み解く

今から 38 億年前には、既に地球上には生命が誕生していたと考えられています。この当時の生命は細胞核をもたない「原核生物」であったと推定されますが、それがどのようなもので、現在のバクテリアやアーケアとどのような関係にあるのか確かなことは判りません。更にそこから長い時間を経て、細胞核をもつ真核細胞が生まれたのが十数億年前。この際、アーケアとバクテリアの間での「細胞共生」が大きな進化を引き起こしたと考えられています。ミトコンドリアや葉緑体は内部共生したバクテリアの末裔であり、真核細胞の進化は細胞共生の歴史に他なりません。私たちは、細胞の構築原理を理解するためには、まず細胞の基本である原核細胞を研究して細胞制御の仕組みを知ること。そして、それらの共生体として真核細胞を解き明かすことが必要と考えています。このような視点から、私達は原核細胞の代表である大腸菌、シアノバクテリアのような原核細胞（バクテリア）の細胞調節機構について研究しています。さらに、極めて原始的な真核細胞である微細藻類シゾン（*Cyanidioschyzon merolae*）を研究することで、細胞共生を可能とした分子メカニズムや、真核細胞の根本的な仕組みを解き明かそうと考えています。

藻類を用いたバイオ燃料生産への展開

国際エネルギー機関がピークオイルを宣言したこと、日々地球温暖化による影響が深刻さを増していることから解るように、化石資源由来エネルギーに代わる新エネルギーの生産・利用促進が世界規模で急務となっています。このような背景から私たちは、藻類の遺伝子発現などを人為的に操る事により、脂質や炭化水素などの有用バイオマス生産の実現を目指した研究を行っています。藻類は、単位時間・単位面積あたりのバイオマス生産量が非常に高い事や、食糧と競合しないなどの観点から、バイオ燃料生産に適した生物として有望視されています。しかしながら、バイオマスを高生産するために必要不可欠な基礎科学的知見の蓄積や、遺伝子を自由自在に操る技術に関する研究は進んでいないのが現状です。例えば、脂質や炭化水素などの有用なバイオマス（アウトプット）量を増やすには、光合成による CO₂ 同化系（インプット）を強化すると同時に、窒素同化系とのバランスを上手く制御する必要がありますが、炭素と窒素代謝の制御機構については不明な点が多く残されています。当研究室ではそれら課題に対して、微細藻類シゾンを用いて分子生物学的・遺伝子工学的手法を駆使して解決することを試んでいます。更には、それらで得られた知見や、前述した細胞の根本的なシステムの理解を基盤として、藻類を用いたバイオ燃料生産への応用を目指しています。



シゾンのBODIPY染色像
 上側の写真は明視野画像。
 下側写真中の緑色のドットが細胞内に蓄積した油滴。

分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命化学領域



タンパク質工学とケミカルバイオロジーによる新規バイオセンサー分子と測定法の創出

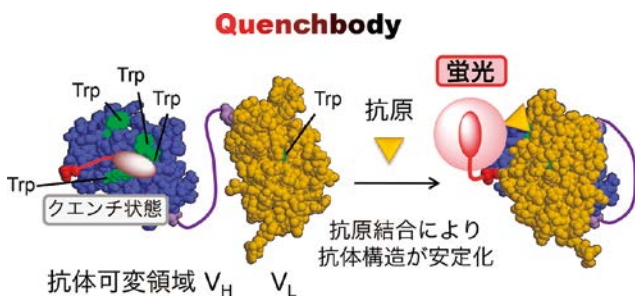
教授 上田 宏
 准教授 北口 哲也
 助教 朱 博

キーワード タンパク質工学、ケミカルバイオロジー、バイオセンシング、バイオイメージング

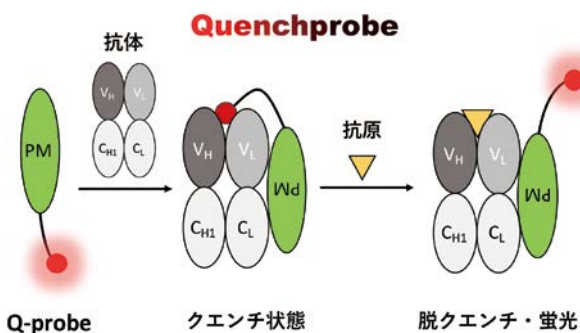
我々生命の主体であるタンパク質の中には、依然人工的に模倣しがたい高い性能（分子認識能や触媒能など）を持つものが数多くあります。しかし天然タンパク質は応用の観点から必ずしも最適な性質を持つとは限らず、我々はここにタンパク質工学の醍醐味があると考え、さまざまなタンパク質の、合目的デザインと分子進化的技術、さらにケミカルバイオロジーの技術をも用いた創製を試みています。目的にかなった方法を開発し、それを駆使することで、天然ではできない芸当ができるタンパク質が創製できるものと期待しています。

抗体を用いた新規検出素子・測定法の開発

我々の身体の免疫系で大きな役割を果たす抗体タンパク質は、これに抗原が結合することで顕著に安定化することを見出し、これを原理とする、特に環境汚染物質などの小分子をより高感度かつ容易に測定可能な免疫診断法（オープンサンドイッチ法、OS法）を世界に先駆けて提案しています。また最近、抗体の部位特異的修飾法やペプチド工学との融合により「抗原結合により光る」蛍光標識抗体 Quenchbody (Q-body) の開発に成功し、それらの生命現象解明への応用にも力を入れています。

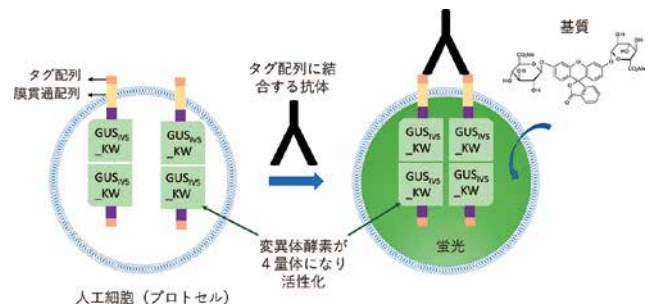


さらに市販の抗体と混ぜるだけでそれを Q-body 化可能なタンパク質 Q-probe の開発にも成功し、感染症対策や高性能な医薬開発につながる、高親和性抗体取得法をはじめとする各種関連技術の開発も行っています。



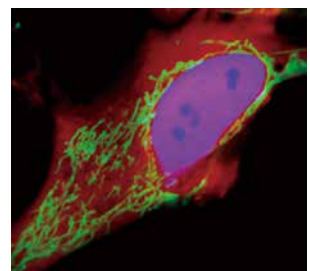
人工酵素・人工細胞を用いた新規検出法の開発

各種酵素を構造的あるいは機能的に分割して不活性化し、それらを結合部位を介して近接・活性化させることで、タンパク質や人工細胞、さらに酵母細胞のセンサー化に成功しています。これにより、各種有害物質の簡便かつ高感度な検出系構築を試みています。



バイオイメージングに適用可能なセンサーの開発

蛍光分子を化学修飾したバイオセンサーだけでなく、バイオセンサーのすべてがタンパク質でできている遺伝子コード型センサーも開発しています。蛍光を発するドメインとしてクラゲやサング由来の蛍光タンパク質を、分子を認識するドメインとして酵素や受容体の結合ドメインを、それぞれ巧みに融合させ構築します。この遺伝子コード型バイオセンサーは、生きている細胞や動物個体への導入が容易です。したがって、光学顕微鏡を用いたバイオイメージングに適しており、さまざまな生理現象と細胞内情報伝達の機能相関をダイナミックに可視化できます。さらに、分子認識ドメインとして抗体を利用した Flashbody の開発にも成功しています。多色の蛍光タンパク質と組み合わせ、分子認識の多様性が飛躍的に向上したマルチカラーセンサーの開発を進めています。



分子創成化学領域

分子組織化学領域

分子機能化学領域

分子生命化学領域



光合成微生物から学ぶ資源循環と資源の有効利用

教授 久堀 徹
 特任教授 鈴木 俊治
 准教授 若林 憲一
 助教 吉田 啓亮

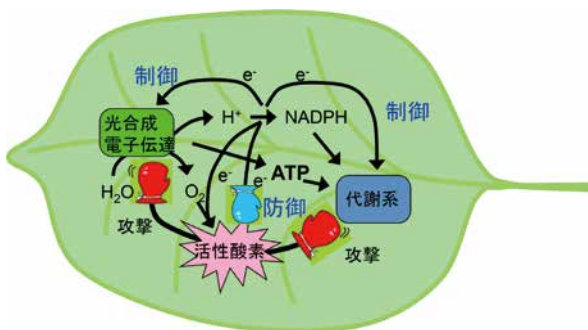
キーワード 光合成微生物、レドックス制御、分子モーター制御、緑藻の鞭毛運動と光行動調節

地球上の生命を支えているのは、太陽光エネルギーです。植物に代表される光合成生物は、光エネルギーを私たち全ての生物が利用できる化学エネルギーに変換しています。つまり、光合成生物が地球上のエネルギーの流れの底辺を支えているわけです。地球上の生物の進化の歴史を振り返ると、水を分解し酸素発生を行う光合成微生物が出現したことで大気中の酸素濃度が上昇し、その結果、呼吸という新たなエネルギー代謝経路を持った生物が出現して、陸上生物の爆発的な繁栄につながったと考えられています。私たちの研究室は、光合成生物のエネルギー変換機構とその調節機構を理解し、これを改変し有用物質生産などの応用研究にも発展させることを目指して、研究を実施しています。

光合成生物のエネルギー代謝とレドックス制御

ATP 合成酵素は、生体に必須のエネルギー変換装置で、細菌、動植物など真核生物のミトコンドリア、植物の葉緑体で、呼吸や光合成で得られるエネルギーを ATP の化学結合のエネルギーに変換しています。しかも、分子が回転しながら働くというユニークな分子モーター酵素です。呼吸や光合成による ATP の合成は、生命を維持するために欠かせませんが、光合成による ATP 合成は明所でしかできないので、酵素の機能が精密に制御されています。私たちは、ATP 合成酵素の制御機構を 1 分子レベルで解明し、さらにはこれを発展させて分子モーターを自在に操ることを目指した研究を行っています。

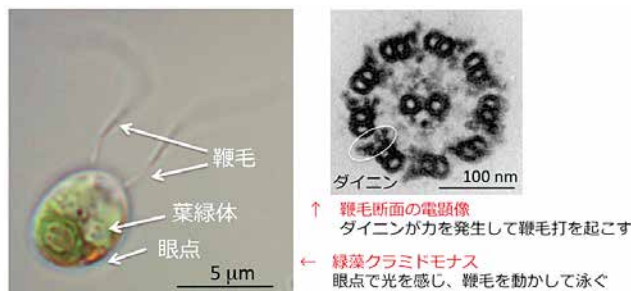
光合成生物の代謝系は、光合成反応で生じる還元力を利用して精密に制御されており、これをレドックス制御機構と言います。生体内には、ジチオール-ジスルフィド交換反応によって還元力の受け渡しをするチオレドキシンを中心とした還元力の受け渡しを行うレドックスネットワークがあり、さまざまな代謝系の働きを制御しています。私たちは、このレドックスネットワークの全体像を分子レベルで理解し、将来、光合成生物の機能を人為的に制御することを目指して研究を進めています。



光合成微生物の細胞運動とレドックス制御

運動性をもつ緑藻類の多くは、鞭毛を巧みに操り、光に向かう正の走光性と、逆に光から逃げる負の走光性の両方を示します。この性質は、光合成に最適な光環境に移動す

るために重要であると考えられます。鞭毛は、モータータンパク質ダイニンが微小管に対して滑り力を起こすことで運動します。私たちは、このダイニンの活性がレドックス調節を受けていることや、走光性の正と負が細胞内レドックス状態の変化によって入れ替わることを明らかにしました。つまり、光合成活性による細胞内レドックス状態の変化→鞭毛へのレドックス情報の伝播→運動変化という経路によって、細胞内の代謝の情報が鞭毛に伝えられ、より生存に適した光環境に移動するという、エネルギー獲得とは別の光の利用のしくみがあるのではないかと考えています。そこで、鞭毛運動と光合成の両方の研究分野で優れた実験材料である単細胞緑藻クラミドモナスを用いて、この経路を分子レベルで明らかにし、「運動」の視点から光合成生物の営みを理解することを目指しています。



光合成の改変を目指して

地球上では人類がかつて経験したことのない環境変動やエネルギー資源の枯渇など、さまざまな問題が起こっています。これらを解決する方法はまだ見つかっていませんが、問題を引き起こした私たち人類には、これを解決する責任があります。そんな思いから、私たちは、これまでの ATP 合成酵素やレドックス制御システムの基礎研究で培ってきた知識や技術を応用研究に発展させる道も探っています。ATP は、光合成生物の物質生産の基盤となるエネルギー物質であり、レドックス制御は光合成機能を統御する最も重要な制御システムです。これらの理解を深め、新たな環境に最適化する可能性を探ることで「新光合成」とも言うべき一歩進んだ光合成機能を開拓することを目指して研究を続けています。

分子創成化学領域


分子組織化学領域


分子機能化学領域


分子生命化学領域


教員プロフィール





<p>あきた むねたか 穂田 宗隆 教授</p> <p>理学博士 Researcher ID: C-5614-2011</p> <p>分子創成化学領域 穂田研究室</p>		<p>1957年生まれ。福岡県出身。1979年京都大学工学部合成化学科卒業。1981年京都大学大学院工学研究科合成化学専攻修士課程修了。1984年大阪大学大学院理学研究科高分子学専攻博士課程修了。同年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)助手。1995年同助教授。2002年教授、現在に至る。専門は有機金属化学、錯体化学、有機化学。</p>
--	---	---


<p>うえだ ひろし 上田 宏 教授</p> <p>博士(工学) Researcher ID: A-3515-2011</p> <p>分子生命化学領域 上田・北口研究室</p>		<p>1963年生まれ、1986年東京大学工学部化学工学科卒業。1991年同大学院工学系研究科化学工学専攻博士課程修了。同年東京大学工学部助手、1997年同大学院化学生命工学科講師、1998-2000年英MRC蛋白質工学研究センター客員研究員。2001年東京大学大学院新領域創成科学研究科助教授、2003年同工学系研究科化学生命工学専攻助教授、2013年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)教授、現在に至る。専門は生物工学、蛋白質工学。</p>
---	---	--


<p>ししど あつし 宍戸 厚 教授</p> <p>博士(工学) Researcher ID: E-5176-2014</p> <p>分子組織化学領域 宍戸・久保研究室</p>		<p>1971年生まれ。1994年東京工業大学工学部有機材料工学科卒業。96年東京工業大学大学院総合理工学研究科化学環境工学専攻修士課程修了。99年同大学院博士課程修了。日本学術振興会特別研究員およびペンシルベニア州立大学博士研究員を経て、2001年東京工業大学資源化学研究所助手。講師、准教授を経て2016年より東京工業大学化学生命科学研究所教授、現在に至る。専門は高分子機能化学。</p>
---	---	--


<p>たなか かん 田中 寛 教授</p> <p>農学博士 Researcher ID: E-3724-2015</p> <p>分子生命化学領域 田中研究室</p>		<p>1963年生まれ、東京都出身。1985年東京大学農学部農芸化学科卒業。1990年東京大学大学院農学系研究科農芸化学専攻博士課程修了。1991年東京大学応用微生物研究所助手、1993年東京大学分子細胞生物学研究所助手、1997年同助教授。2002年日本農芸化学会農芸化学奨励賞、2002年農学会農学進歩賞。2008年千葉大学大学院園芸学研究科教授。2011年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)教授、現在に至る。専門は分子遺伝学、進化細胞生物学、微生物学。</p>
---	---	--


<p>なかむら ひろゆき 中村 浩之 教授</p> <p>博士 (理学) Researcher ID: E-8627-2014</p> <p>分子創成化学領域 中村・岡田研究室</p>		<p>1967年生まれ。1991年東北大学理学部化学科卒業。95年東北大学大学院理学研究科化学第二専攻博士課程後期中退。同年九州大学有機化学基礎研究センター助手。97年東北大学大学院理学研究科助手。99年日本化学会進歩賞。2002年学習院大学理学部化学科助教授。06年同教授。2013年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)教授、現在に至る。専門は、有機合成化学、創薬化学、ケミカルバイオロジー。</p>
---	---	---


<p>にしやま のぶひろ 西山 伸宏 教授</p> <p>博士 (工学) Researcher ID: F-1867-2014</p> <p>分子組織化学領域 西山・三浦研究室</p>		<p>1974年生まれ。1996年東京理科大学基礎工学部卒業。2001年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。2001年米国ユタ大学薬学部博士研究員。2003年東京大学医学部附属病院ティッシュエンジニアリング部助手。2004年東京大学大学院医学系研究科疾患生命工学センター助手、2006年同講師、2009年同准教授。2013年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)教授、現在に至る。専門は、生体材料学、医用工学。</p>
---	---	--


<p>ひさぼり とおる 久堀 徹 教授</p> <p>理学博士 Researcher ID: E-5205-2014</p> <p>分子生命化学領域 久堀・若林研究室</p>		<p>1957年生まれ。1980年早稲田大学教育学部理学科卒業。85年早稲田大学大学院理工学研究科物理学及び応用物理学専攻博士後期課程修了。同年早稲田大学教育学部助手。87年横浜市立大学文理学部理科助手。95年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)助教授。2009年教授、現在に至る。専門は植物生化学、生体エネルギー変換。2018年化学生命科学研究所長。</p>
--	---	--


<p>ふくしま たかのり 福島 孝典 教授</p> <p>博士 (理学) Researcher ID: D-2474-2015</p> <p>分子組織化学領域 福島・庄子研究室</p>		<p>1969年生まれ。1992年東北大学理学部化学第二学科卒業。1996年東北大学大学院理学研究科化学専攻博士課程後期中退。同年東北大学大学院理学研究科化学専攻助手。2001年科学技術振興機構 ERATO ナノ空間プロジェクト研究員。2007年理化学研究所基幹研究所チームリーダー。2010年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)教授。現在に至る。専門は、機能物質化学、構造有機化学、分子集合体化学。</p>
---	--	--


<p>ふじい まさあき 藤井 正明 教授</p> <p>理学博士 Researcher ID: F-2085-2015</p> <p>分子機能化学領域 藤井研究室</p>		<p>1959年生。82年東北大学理学部化学科卒。85年化学科助手。88年日米協力事業コーナー大派遣研究員。92年日本化学会進歩賞。93年早稲田大学理工学部化学科助教授、さきがけ研究員。97年分子科学研究所教授。99年同レーザーセンター長。03年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)教授(現職)。08年市村学術賞、14年日本化学会学術賞、分子科学会会長、日本分光学会理事。15年日本分光学会賞。18年分子科学会賞。19年フンボルト賞。専門は分子分光学、レーザー化学。</p>
--	---	---


<p>やまぐち たけお 山口 猛央 教授</p> <p>博士 (工学) Researcher ID: H-1607-2011</p> <p>分子機能化学領域 山口・田巻研究室</p>		<p>1966年生まれ。1988年東京大学工学部化学工学科卒業。1993年東京大学大学院工学系研究科化学工学専攻博士課程修了。1993年米国コロラド大学化学工学科博士研究員。1995年東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻助手。1999年同講師。2001年同助教授。2007年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)教授、現在に至る。専門は、燃料電池、バイオマテリアル、膜工学、化学工学、高分子物性。</p>
--	---	--


<p>やまもと きみひさ 山元 公寿 教授</p> <p>工学博士 Researcher ID: F-3279-2015</p> <p>分子機能化学領域 山元・今岡研究室</p>		<p>1985年早稲田大学理工学部卒業。1990年早稲田大学大学院理工学研究科博士課程修了。1989年早稲田大学理工学部助手、1995年同理工学総合研究センター助教授。1997年慶應義塾大学理工学部助教授、2002年同教授。2010年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)教授、現在に至る。専門は高分子錯体化学、機能材料化学。</p>
--	---	--


<p>よしざわ みちと 吉沢 道人 教授</p> <p>博士 (工学) Researcher ID: A-4631-2013</p> <p>分子創成化学領域 吉沢研究室</p>		<p>1974年生まれ。1997年東京農工大学工学部卒業。99年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了。2002年名古屋大学大学院工学研究科博士課程修了。日本学術振興会特別研究員を経て、2003年東京大学大学院工学系研究科助手。2008年東京工業大学資源化学研究所准教授。2020年より東京工業大学化学生命科学研究科教授、現在に至る。専門は超分子化学、空間機能化学。</p>
---	---	---


<p>おさかだ こうたろう 小坂田耕太郎 特任教授</p> <p>工学博士 Researcher ID: B-9267-2015</p> <p>物質・デバイス領域 共同研究拠点</p>		<p>1955年生まれ。1977年東京大学工学部合成化学科卒業。82年東京大学大学院工学系研究科合成化学専門課程博士課程修了。同年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)助手。同助教授を経て、1999年教授。この間95-96年文部省在外研究員(米国)。2020年物質・デバイス領域共同研究拠点特任教授、現在に至る。専門は合成化学、有機金属化学、錯体化学。</p>
---	---	---


<p>すずき としはる 鈴木 俊治 特任教授</p> <p>博士(理学) Researcher ID: J-6478-2014</p> <p>分子生命化学領域 久堀・若林研究室</p>		<p>1968年生。1992年中央大理工学部卒業。1997年東京工業大院生命理工学研究科博士後期修了。1999年東京工業大資源研研究員。2001年JST ERATO吉田ATPシステムプロジェクトICORP ATP合成制御プロジェクト グループリーダー。2014年早稲田大理工学術院総合研究所研究院准教授、東京大院 工学系研究科主幹研究員。2017年東京工業大学科学技術創成研究院化学生命科学研究所 特定教授(兼任)。2019年同研究所 特任教授、現在に至る。専門は生物物理学、構造生物学、生体エネルギー変換。</p>
---	---	--


<p>いまおか たかね 今岡 享稔 准教授</p> <p>博士(理学) Researcher ID: E-5450-2014</p> <p>分子機能化学領域 山元・今岡研究室</p>		<p>1978年生まれ。2000年慶應義塾大学理工学部化学科卒業。02年同大学大学院理工学研究科修士課程、05年同研究科博士課程修了。02年日本学術振興会特別研究員。04年慶應義塾大学理工学部化学科助手。10年当研究所助教。14年同准教授、現在に至る。専門は有機物理化学。</p>
--	---	--


<p>おかだ さとし 岡田 智 准教授</p> <p>博士(工学) Researcher ID: L-6400-2018</p> <p>分子創成化学領域 中村・岡田研究室</p>		<p>1984年生まれ。2007年大阪大学工学部応用自然科学科卒業。2012年大阪大学大学院工学研究科生命先端工学専攻博士課程修了。同年米国MIT生物工学科博士研究員。2018年産業技術総合研究所生命工学領域研究員、JST さきがけ研究員(兼任)。2020年より現職。専門は、分子イメージング、ケミカルバイオロジー、材料化学。</p>
--	--	---


<p>きたぐち てつや 北口 哲也 准教授</p> <p>博士(医学) Researcher ID: F-5260-2017</p> <p>分子生命化学領域 上田・北口研究室</p>		<p>1971年生まれ。2001年東京大学大学院医学系研究科脳神経医学専攻博士課程修了。同年米国国立衛生研究所研究員。2005年ドイツマックスプランク分子生理学研究員。2006年京都大学医学研究科助手。2011年早稲田バイオサイエンスシンガポール研究所主任研究員。2017年東京工業大学化学生命科学研究所特任准教授。2018年より現職。専門はバイオイメージング。</p>
--	---	---


<p>くぼ しょういち 久保 祥一 准教授</p> <p>博士(工学) Researcher ID: J-4260-2015</p> <p>分子組織化学領域 穴戸・久保研究室</p>		<p>1979年生まれ。2001年東京大学工学部応用化学科卒業。2003年東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻修士課程修了。2006年同大学院博士課程修了。この間2003-2006年日本学術振興会特別研究員(DC1)。2006-2008年日本学術振興会特別研究員(PD)。この間2006-2007年ペンシルベニア州立大学客員研究員。2008-2015年東北大学多元物質科学研究所助教。2015-2020年物質・材料研究機構主任研究員。2020年より現職。専門は高分子材料化学、複合材料、光機能材料。</p>
--	---	--


<p>しょうじ よしあき 庄子 良晃 准教授</p> <p>博士(工学) Researcher ID: D-4672-2014</p> <p>分子組織化学領域 福島・庄子研究室</p>		<p>1980年生まれ。2003年東京大学工学部化学生命工学科卒業。2005年東京大学大学院工学系研究科化学生命工学専攻修士課程修了。2008年同大学院博士課程修了。この間2005-2008年日本学術振興会特別研究員(DC1)。2008-2011年理化学研究所特別研究員。この間2010-2011年カリフォルニア大学リバーサイド校訪問研究員。2011年より東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)助教。2018年より現職。専門は有機化学、超分子化学、有機元素化学。</p>
---	---	--


<p>たまき たかのり 田巻 孝敬 准教授</p> <p>博士(工学) Researcher ID: E-5145-2014</p> <p>分子機能化学領域 山口・田巻研究室</p>		<p>1981年生まれ。2003年東京大学工学部化学システム工学科卒業。2008年東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻博士課程修了。日本学術振興会特別研究員およびカリフォルニア工科大学博士研究員を経て、2009年東京工業大学資源化学研究所(現:化学生命科学研究所)助教。12年同講師、17年同准教授、現在に至る。専門はエネルギー材料、生体材料、化学工学。</p>
--	---	--


<p>のむら じゅんこ 野村 淳子 准教授</p> <p>理学博士 Researcher ID: E-8648-2014</p> <p>分子組織化学領域 野村研究室</p>		<p>1963年生まれ。1986年東京理科大学理学部化学科卒業。91年東京工業大学総合理工学研究科電子化学専攻博士課程修了。同年東京工業大学資源化学研究所（現：化学生命科学研究所）助手。2006年同研究所助教授、現在に至る。専門は触媒化学、赤外分光、無機材料化学。</p>
---	---	--


<p>みうら ゆたか 三浦 裕 准教授</p> <p>博士（工学） Researcher ID: Q-8383-2018</p> <p>分子組織化学領域 西山・三浦研究室</p>		<p>1975年生まれ。1999年明治大学工学部工業化学科卒業。2006年北海道大学大学院工学研究科分子化学専攻博士後期課程修了。ミネソタ大学博士研究員、日本学術振興会特別研究員、東京大学大学院特任研究員を経て、2010年東京大学医学部附属病院血管再生医療講座特任助教。2013年同大学大学院医学系研究科助教。2019年東京工業大学化学生命科学研究所准教授、現在に至る。専門は、高分子化学、生体材料学、医用工学。</p>
--	---	--


<p>わかばやし けんいち 若林 憲一 准教授</p> <p>博士（理学） Researcher ID: D-2440-2015</p> <p>分子生命化学領域 久堀・若林研究室</p>		<p>1972年生まれ。1996年東京大学理学部生物学科卒。2001年東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻博士課程修了。同年基礎生物学研究所細胞情報研究部門非常勤研究員。2002年コネチカット大学ヘルスセンター博士研究員。2005年東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻助手。2007年同助教。2012年東京工業大学資源化学研究所（現：化学生命科学研究所）准教授、現在に至る。専門は細胞生物学（細胞運動）、生化学。</p>
--	---	--


<p>くろき ひでのり 黒木 秀記 特任准教授</p> <p>博士（工学） Researcher ID: B-2269-2018</p> <p>分子機能化学領域 山口・田巻研究室</p>		<p>1980年生まれ。2005年東京大学工学部化学システム工学科卒業。2010年東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻博士課程修了。日本学術振興会特別研究員および米国クラークソン大学博士研究員を経て、2013-2021年神奈川県立産業技術総合研究所（現：神奈川県立産業技術総合研究所）サブリーダー・常勤研究員。2019年東京工業大学化学生命科学研究所特定准教授、2021年より特任准教授、現在に至る。専門はエネルギー材料、機能膜、化学工学。</p>
--	--	---


<p>みやにし しょうじ 宮西 将史 特任准教授</p> <p>博士（工学） Researcher ID: F-4702-2015</p> <p>分子機能化学領域 山口・田巻研究室</p>		<p>1983年生まれ。2007年東京大学工学部応用化学科卒業。2012年東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻博士課程修了。この間、2010年-2012年JSPS特別研究員、2010年-2011年イリノイ大学アーバナシャンペーン訪問研究員を経て2012年4月JST-CREST博士研究員。同年10月東京工業大学資源化学研究所（現：化学生命科学研究所）特任助教、2021年より特任准教授、現在に至る。専門は有機合成、有機デバイス。</p>
---	---	---


<p>あかまつ のりひさ 赤松 範久 助教</p> <p>博士（工学） Researcher ID: A-2203-2017</p> <p>分子組織化学領域 久保・久保研究室</p>		<p>1989年生まれ。2011年東京学芸大学教育学部卒業。2013年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了。2016年同大学院博士課程修了。この間2015-2016年日本学術振興会特別研究員。2016年積水化学工業株式会社研究員。2017年東京工業大学化学生命科学研究所特任助教、2018年同助教、現在に至る。専門は高分子材料工学。</p>
--	---	---


<p>おおしば ゆうへい 大柴 雄平 助教</p> <p>博士（工学） Researcher ID: E-5173-2014</p> <p>分子機能化学領域 山口・田巻研究室</p>		<p>1985年生まれ。2008年東京農工大学工学部化学システム工学科卒業。2010年東京工業大学大学院総合理工学研究科化学環境学専攻修士課程修了。2013年同大学院博士課程修了。この間2011-2013年日本学術振興会特別研究員。2013年東京工業大学資源化学研究所（現：化学生命科学研究所）助教、現在に至る。専門はエネルギー材料、タンパク質工学、バイオインスパイアード材料、化学工学。</p>
--	---	--


<p>おおばやし りゅうどう 大林 龍胆 助教</p> <p>博士（バイオサイエンス） Researcher ID: AAZ-4841-2020</p> <p>分子生命化学領域 田中研究室</p>		<p>1986年生まれ。2009年東京農業大学バイオサイエンス学科卒業。2011年同大学大学院農学研究科バイオサイエンス専攻修士課程、2014年同大学院博士課程修了。2014年-2016年CREST博士研究員。2016年-2019年国立遺伝学研究所特任研究員。2019年-2020年理化学研究所基礎科学特別研究員。2020年東京工業大学化学生命科学研究所特任助教を経て、2021年より同助教、現在に至る。専門は分子遺伝学、細胞生物学、合成生物学。</p>
---	---	---


<p>かんべ てつや 神戸 徹也 助 教</p> <p>博士 (理学) Researcher ID: D-2937-2015</p> <p>分子機能化学領域 山元・今岡研究室</p>		<p>1986 年生まれ。2009 年東京大学理学部化学科卒業。11 年同大学院理学系研究科化学専攻修士課程、14 年同研究科博士課程修了。同年東京工業大学資源化学研究所 (現: 化学生命科学研究所) 博士研究員を経て助教、現在に至る。専門は錯体化学、高分子化学。</p>
--	---	--


<p>こばやし ゆうき 小林 勇氣 助 教</p> <p>博士 (理学) Researcher ID: F-2844-2014</p> <p>分子生命化学領域 田中研究室</p>		<p>1977 年生まれ。2004 年名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻博士課程修了。2003 年学術振興会 特別研究員。2005 年東京大学分子細胞生物学研究所特任研究員。2009 年千葉大学大学院園芸学研究科 特任研究員。2011 年東亜合成株式会社 供託研究員。2012 年東京工業大学資源化学研究所 (現: 化学生命科学研究所) 助教就任、現在に至る。専門は、分子生物学、分子遺伝学、細胞生物学。</p>
--	---	--


<p>しゅ ぼく 朱 博 助 教</p> <p>博士 (農学) Researcher ID: AAG-7402-2020</p> <p>分子生命化学領域 上田・北口研究室</p>		<p>1988 年生まれ。2016 年名古屋大学大学院生命農学研究科生命技術科学専攻博士課程修了。2016 年米国ミネソタ大学 BioTechnology Institute 博士研究員。2018 年神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科学術研究員。2020 年東京工業大学化学生命科学研究所助教、現在に至る。専門は蛋白質工学、高速分子進化工学、合成生物学。</p>
--	---	---


<p>すがわら ゆうき 菅原 勇貴 助 教</p> <p>博士 (工学) Researcher ID: M-3909-2013</p> <p>分子機能化学領域 山口・田巻研究室</p>		<p>1986 年生まれ。2009 年東京工業大学工学部化学工学科応用化学コース卒業。2011 年東京工業大学大学院総合理工学研究科化学環境学専攻修士課程修了。2014 年同博士課程修了。この間 2011-2014 年日本学術振興会特別研究員。2014 年カールスルーエ工科大学博士研究員および村田海外留学奨学会奨学生。2016 年ハレ・ヴィッテンベルク大学博士研究員。2017 年より東京工業大学化学生命科学研究所特任助教、2018 年同助教。専門はエネルギー材料、分子認識材料、化学工学。</p>
---	--	--


<p>たけはら りょうすけ 竹原 陵介 助 教</p> <p>博士 (工学) Researcher ID: AAF-7792-2020</p> <p>分子組織化学領域 福島・庄子研究室</p>		<p>1985 年生まれ。2008 年東京大学工学部物理工学科卒業。2010 年東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻修士課程修了。2014 年同専攻博士課程修了。2014 年より同専攻学術支援専門職員。2019 年東京工業大学理学院化学系特任助教。2020 年同大学化学生命科学研究所特任助教、2021 年同大学化学生命科学研究所助教、現在に至る。専門は物性物理学、強相関電子物性、有機伝導体。</p>
---	---	--


<p>たなか ゆうや 田中 裕也 助 教</p> <p>博士 (工学) Researcher ID: E-5398-2014</p> <p>分子創成化学領域 穠田研究室</p>		<p>1983 年生まれ。2005 年東京工業大学工学部化学工学科卒。2010 年東京工業大学総合理工学研究科博士課程修了。この間、2007-2008 年レンヌ第一大学 (フランス)。2010 年香港大学博士研究員。2012 年日本学術振興会特別研究員 PD (東京工業大学生命理工学研究科)。2013 年東京工業大学資源化学研究所 (現: 化学生命科学研究所) 特任助教。同年助教。専門は有機金属化学。</p>
---	---	--


<p>つかもと たかまさ 塚本 孝政 助 教</p> <p>博士 (工学) Researcher ID: A-3625-2019</p> <p>分子機能化学領域 山元・今岡研究室</p>		<p>1988 年 生まれ。2015 年 首都大学東京大学院都市環境科学研究科分子応用化学域博士課程修了 (短縮)。2014 年 日本学術振興会特別研究員。2014 年 マイアミ大学訪問研究員。2015 年 東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士研究員。2016 年 東京工業大学科学技術創成研究院ハイブリッドマテリアル研究ユニット研究員。2018 年 同院 特任助教。2019 年 東京工業大学化学生命科学研究所助教。2020 年 JST さきがけ研究者 (兼任)。専門は光化学、錯体化学、クラスター化学。</p>
--	---	--


<p>の もと たかひろ 野本 貴大 助 教</p> <p>博士 (工学) Researcher ID: E-6495-2014</p> <p>分子組織化学領域 西山・三浦研究室</p>		<p>1986 年生まれ。2009 年東京大学工学部マテリアル工学科卒業。2011 年東京大学大学院工学系研究科バイオエンジニアリング専攻修士課程、2014 年同博士課程修了。2011-2014 年日本学術振興会特別研究員。2014 年東京工業大学資源化学研究所 (現: 化学生命科学研究所) 助教、現在に至る。専門は、薬物送達学、光線力学療法、中性子捕捉療法。</p>
--	---	---


<p>福井 智也 助教</p> <p>博士（工学） Researcher ID: S-8232-2019</p> <p>分子組織化学領域 福島・庄子研究室</p>		<p>1989年生まれ。2012年筑波大学理工学群化学類卒業。2014年筑波大学大学院数理物質科学研究科化学専攻博士前期課程修了。2017年同大学院同研究科物質・材料工学専攻3年制博士課程修了。この間2016-2017年日本学術振興会特別研究員（DC2）。2017年日本学術振興会特別研究員PD。2018年-2020年日本学術振興会海外特別研究員（ブリストル大学およびビクトリア大学）。2020年東京工業大学化学生命科学研究科助教（現職）。専門は超分子化学、高分子化学、錯体化学。</p>
--	---	--


<p>本田 雄士 助教</p> <p>博士（工学） Researcher ID: AAH-5031-2021</p> <p>分子組織化学領域 西山・三浦研究室</p>		<p>1992年生まれ。2014年東京理科大学理学部応用化学科卒業。2016年東京工業大学大学院総合理工学研究科化学環境学専攻修士課程修了。2016年デンカ株式会社研究員。2021年東京工業大学大学院生命理工学院ライフエンジニアリングコース博士課程修了。2021年4月から同大学化学生命科学研究科助教に着任。専門は薬物送達学、生体材料学。</p>
--	---	---

<p>三浦 一輝 助教</p> <p>博士（生物資源科学） Researcher ID: AAG-3398-2021</p> <p>分子創成化学領域 中村・岡田研究室</p>		<p>1990年生まれ。2013年日本大学生物資源科学部生命化学科卒業。2018年日本大学大学院生物資源科学研究科博士後期課程修了。2018年慶應義塾大学理学部応用化学科助教。2021年4月より東京工業大学化学生命科学研究科助教に着任。専門は、ケミカルバイオロジー、生物化学。</p>
--	---	--

<p>盛田 大輝 助教</p> <p>博士（理学） Researcher ID: AAJ-3137-2020</p> <p>分子創成化学領域 中村・岡田研究室</p>		<p>1991年生まれ。2014年東京工業大学工学部化学工学科卒業。2019年東京工業大学生命理工学院博士後期課程修了。この間2017-2018年イリノイ大学シカゴ校訪問研究員。2019年住友化学株式会社研究員。2020年4月より東京工業大学化学生命科学研究科助教に着任。専門は、有機合成化学、有機金属化学。</p>
--	--	--

<p>吉田 啓亮 助教</p> <p>博士（理学） Researcher ID: E-5231-2014</p> <p>分子生命化学領域 久堀・若林研究室</p>		<p>1980年生まれ。2003年茨城大学理学部地球生命環境科学科卒業。2008年大阪大学大学院理学研究科生物科学専攻博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員を経て、2012年東京工業大学資源化学研究所（現：化学生命科学研究科）助教。2008年日本植物学会若手奨励賞、2018年日本植物生理学会奨励賞、2018年日本植物学会奨励賞。専門は植物生理学、植物生化学。</p>
--	---	--

<p>Shishkin Maxim 特任助教</p> <p>Ph.D Researcher ID: I-3308-2013</p> <p>分子機能化学領域 山口・田巻研究室</p>		<p>1974年生まれ。1997年ロシア Institute of Precision Mechanics and Optics 学士・修士一貫修了。2002年イギリス De Montfort University 博士課程修了。同大学博士研究員を経て、2004-2007年 University of Vienna 物理学部博士研究員、2007-2013年カナダ University of Calgary 助手、2015-2021年京都大学 ESICB 特定研究員。2021年東京工業大学化学生命科学研究科特任助教。専門は計算機科学、電気化学、強相関電子系の理論。</p>
---	---	--

<p>松井 誠 特任助教</p> <p>博士（理学） Researcher ID: J-6604-2015</p> <p>分子組織化学領域 西山・三浦研究室</p>		<p>1977年生まれ。2001年徳島大学工学部卒業。2006年総合研究大学院大学生命科学研究科博士課程修了。鶴見大学歯学部研究員、自然科学研究機構統合バイオサイエンスセンター生理学研究所研究員、愛知県がんセンター研究員、および京都大学再生医科学研究科特定研究員を経て、2015年東京工業大学資源化学研究所（現：化学生命科学研究科）特任助教、現在に至る。専門は、発生学、分子生物学、生体材料学。</p>
---	---	---

共同研究教員

いしうち しゅんいち
石内 俊一 教授
東京工業大学理学院 教授

博士 (理学)
Researcher ID: F-2843-2015



いまむら そうすけ
今村 壮輔 特定教授
NTT宇宙環境エネルギー研究所
特別研究員
博士 (農学)
Researcher ID: D-3638-2015



さんちえす そていりす
Xantheas Sotirios 特任教授
米国国立パシフィックノースウエスト研究所
研究所フェロー
Researcher ID: L-1239-2015



ふ せ しんいちろう
布施新一郎 特定教授
名古屋大学大学院創薬科学研究科 教授
博士 (工学)
Researcher ID: B-9396-2015



ぜなっかー - れんていえん あん
Zehnacker-Rentien Anne 特任教授
フランス国立科学研究センター
第1級ディレクター
Researcher ID: D-3052-2016



なが い けい じ
長井 圭治 特任准教授
東京工業大学科学技術創成研究院化学生命科学研究所 特任准教授
博士 (理学)
Researcher ID: E-5155-2014



で ぶりーす またーにや
de Vries Mattanjan 特任教授
米国 カルフォルニア大学サンタ・バーバラ校
名誉教授
Researcher ID: E-2766-2018



こいけ たかし
小池 隆司 特定准教授
日本工業大学 基幹工学部 応用化学科
准教授
博士 (工学)
Researcher ID: H-8045-2012



とう きん か
董 金華 特任教授
潍坊医学院 (Weifang Medical University,
中国山東省) 生物科学技術学院 教授
Researcher ID: D-2510-2015



みや ぎき みつひこ
宮崎 充彦 特定准教授
お茶の水女子大学基幹研究院 准教授
博士 (理学)
Researcher ID: C-1328-2015



どっふあー おっとー
Dopfer Otto 特任教授
ドイツ ベルリン工科大学 教授
Researcher ID: V-6415-2017



ひら た けいすけ
平田 圭祐 助教
東京工業大学理学院 助教
博士 (理学)
Researcher ID: Q-4560-2018



りじい じえいむす
Lisy James M. 特任教授
米国国立科学財団 プログラムディレクター
Researcher ID: E-2628-2019



たか かし ひろ こ
高橋 拓子 特定助教
埼玉大学理工学研究科 助教
Researcher ID: F-4054-2019



剛直樹状高分子の機能と応用

教授 山元 公寿

この度、2020年度高分子学会 高分子学会賞を受賞することができました。研究室を代表しての表彰を受けたもので、スタッフの皆さん並びに学生さんのこれまでの献身的な努力に敬服するとともに、改めて深く感謝申し上げます。

恩師故土田英俊先生の門を叩き、高分子化学を基盤として、新しい物質科学の開拓を務めてきました。高分子形状と機能の相関解明は革新的な高分子材料の創出のために、極めて重要な研究課題です。これまでの古典的な直鎖状高分子では成し得ない特異機能を目指し、特殊形状の樹状構造を持つ高分子、いわゆる dendrimer の開発と新機能の探求を推進してきました。

柔らかいユニット構造を持つ dendrimer が発表され始めた 1990 年代当初に、いち早く合成難易度の高い π 共役の剛直骨格からなる dendrimer 合成に果敢に挑戦し、新しいタイプの dendrimer の合成に成功しました。特に剛直で樹状に広がるダイバジェント構造が分子内にポテンシャルの勾配を発生させ維持させると着想し、精密金属集積機能、分子リアクター機能、分子形状認識機能、電荷分離機能などの他に類例を見ない数多くの革新的な機能を見出すことができました。

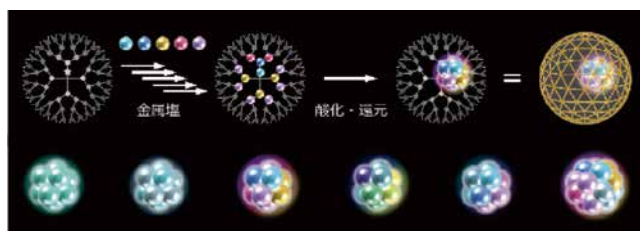


図1 dendrimer を用いるサブナノ合金粒子の創製

独自の dendrimer を分子リアクターとして用いることにより、未開拓の物質群である「サブナノサイズの合金粒子」を世界に先駆け創製しました(図1)。ほぼ全ての実用元素 67 元素を利用可能として、物質の世界にサブナノサイズの新物質群を誕生させた研究は、新しい材料化学を切り拓くもので、原子数、元素の種類、元素の配合比率は無限の組み合わせがあり、物質科学に大きなインパクトを与えています(図2)。高分子を起点として錯体化学、クラスター科学、触媒化学、超分子化学の分野へ拡張し、高分子化学をベースに新しい化学のフロンティアを拓きたいと願っています。

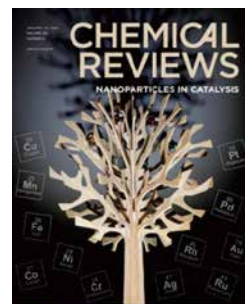


図2 Chem. Rev. の表紙

ケイ素化学協会賞を受賞して

特任教授 小坂田 耕太郎

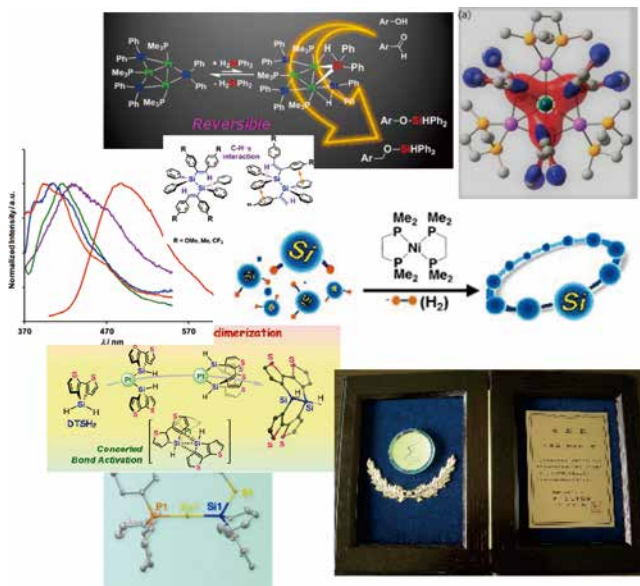
令和二年度のケイ素化学協会賞「有機ケイ素配位子をもつ後期遷移金属錯体の構造と反応の解明」を受賞しました。これまで御指導いただいた先生方と、研究を熱心に行ってくれたスタッフ、大学院生の皆様に心から御礼申し上げます。

有機ケイ素化合物の反応性は通常の有機化合物よりも高いため、ケイ素配位子をもつ遷移金属錯体にも特徴ある化学的性質が期待されます。新しい有機金属化学を求めてこの分野の研究を始めたのは 30 年近く前です。共同研究者の努力もあって、すぐに、シリル化反応中間体と推定されていた四員環白金錯体の単離と真の生成機構解明、協奏的なケイ素-ハロゲン結合形成反応の発見、等の成果を挙げることができました。錯体化学を中心に進めながら、触媒による有機ケイ素化合物のリビング配位重合、環化低重合へも研究を展開しました。

特に重要な成果としては、ケイ素配位子が橋架けた多核遷移金属錯体の化学を確立した点があげられます。三角形白金三核錯体を発端にして、四核、五核、六核、八核のパラジウム、白金、銅、銀、を含む錯体を得ることに成功しました。それまでは、ケイ素配位子で安定化された三核以上の多核錯体自体ほとんど例がありませんでした。我々の錯体の特徴は、熱的に安定である一方、ケイ素化合物によって単核錯体や他の多核錯体に容易に変換できることにあり、その鍵がケイ素-金属配位結合にあることも明らか

にしました。ケイ素化学、有機金属化学の双方から新規性を認められる成果をあげることができました。

ケイ素化学協会は歴史的な経緯もあって、官学の研究者 400 名と企業会員 23 社とが緊密に協力して運営されています。最近のケイ素化学には、含ケイ素高分子を低炭素(=低二酸化炭素排出)高分子材料として見直す、等の動きもあって、今後も期待される分野です。来年度に延期された総会や受賞イベントで多くの研究者、技術者にお会いできることを楽しみにしています。



文部科学大臣表彰科学技術賞（研究部門）を受賞して

教授 福島 孝典

近年の有機合成化学のめざましい発展により合目的に機能分子を構築できるようになってきました。一方、有機系物質は、原子からなる無機物質とは異なり、形がいびつでしかも柔らかい分子を構成要素とするため、実应用到に資する巨視的スケールまで精緻に組み上げることは困難であり、それを実現する方法論が求められています。

本研究では、ナノカーボン系新素材や有機ナノチューブなどの新規ナノ材料を創製するとともに、これらを巨視的スケールに組み上げるための手法開発を通じて、常識を覆す自発的超長距離構造秩序を形成する分子集合体や、有機物質の凝縮相の理解を革新する新物質を見いだしました。また応用展開により、ナノスケールの太陽電池として機能する物質、ソフトロボティクス用アクチュエータ素材、伸縮性エレクトロニクスを拓いた導体などの開発に成功しました。本成果は基礎科学的に新規かつ重要な知見を提供するものであり、ひいては我が国の物質科学の発展に寄与するものと考えられます。

受賞対象となった研究は、共同研究者、研究室スタッフ、学生諸氏の多大なご尽力のもとに成し得たものであり、これまでお世話になった皆様ここに深く感謝申し上げます。



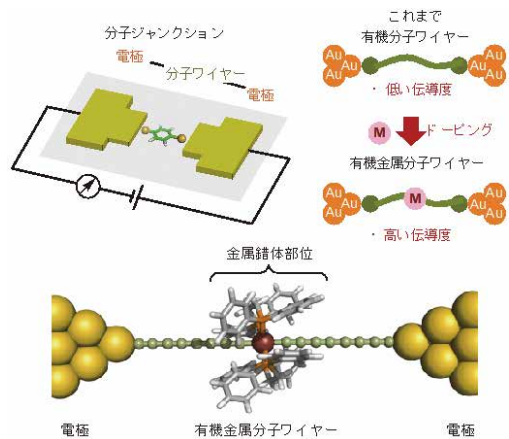
単分子エレクトロニクスへ向けた有機金属素子の創成

助教 田中 裕也

この度、令和二年度の東工大挑戦的研究賞を頂きました。受賞題目は「アンチオーミック挙動を示す有機金属単分子ワイヤー開発への挑戦」で、助教に着任以来進めてきた有機金属錯体を用いた分子素子に関する新たな研究提案を評価していただきました。本研究受賞するにあたり研究の多くのご助言をいただいた穂田宗隆教授を始め、研究に熱心に取り組んでくれた学生とご協力いただいた共同研究者の先生方に深く感謝申し上げます。

分子を金属電極間に挟んだ分子ジャンクションは、電子機能を発揮することから、極小の電子回路構築のための構成要素として注目が集まっています。一方、一般的な有機物は金属と電極との相互作用が小さく、大きな抵抗が生じることから、しばしば求められる機能が発現しないことが問題でした。

我々はこれを解決する手法の一つとして、金属錯体に着目し、これを有機分子ワイヤーに「ドーピング」した有機金属分子ワイヤーの研究を進めてきました。適切な金属中心と有機配位子の組み合わせにより、電極と高い親和性を示す分子ワイヤーを見出し、これにより、1~2 ナノメートル長で既存の有機分子ワイヤーを凌ぐ高い伝導度を示す有機金属分子ワイヤーを開発することに成功しました。さらに最近では分子長を伸長しても伝導度が減衰しない分子設計指針を新たに見出しています。本賞を糧に新たな電子機能を有する分子素子の開発に精進してまいります。



教員の受賞

受賞名	令和2年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰
受賞者	福島孝典 教授
受賞題目	ナノとマクロを繋ぐ分子技術に関する先駆的研究
受賞名	2019年度笹川科学研究奨励賞
受賞者	見原翔子 特任助教
受賞題目	窒素固定型・ヘテロシスト形成型シアノバクテリアに固有のレドックス制御システムの解明
受賞名	2019年度高分子学会賞
受賞者	山元公寿 教授
受賞題目	剛直樹状高分子の機能と応用
受賞名	2019年度高分子研究奨励賞
受賞者	武元宏泰 助教
受賞題目	生体内環境変化を認識する機能性高分子の開発と薬物送達への展開
受賞名	2020年度 東工大挑戦的研究賞
受賞者	田中裕也 助教
受賞題目	アンチオーミック挙動を示す有機金属単分子ワイヤー開発への挑戦

受賞名	第42回(2020年度)応用物理学会優秀論文賞
受賞者	藤井慎太郎 特任准教授(東京工業大学 理学院)、石割文崇 元助教、西野智昭 准教授(東京工業大学 理学院)、福島孝典 教授、他5名
受賞題目	Control of molecular orientation in a single-molecule junction with a tripodal triptycene anchoring unit toward a simple and facile single-molecule diode
受賞名	第9回(令和2年)ケイ素化学協会賞
受賞者	小坂田耕太郎 特任教授
受賞題目	有機ケイ素配位子をもつ後期遷移金属錯体の構造と反応の解明
受賞名	第53回市村学術貢献賞
受賞者	山元公寿 教授
受賞題目	原子精度サブナノ粒子材料の開発
受賞名	2021年度日本薬学会奨励賞
受賞者	佐藤伸一 元助教
受賞題目	チロシン残基化学修飾法の開発による生体機能の解明

※受賞者の役職は受賞当時のものです。

プレスリリース

公表日	2020.4.13
該当者	長井圭治、クリストファー マスグレイブ
研究成果	高分子電解質のシャボン玉を使ってEUV(極端紫外線)発生に成功
公表日	2020.4.28
該当者	小竹佑磨、中村浩之、布施新一郎
研究成果	N-メチル化ペプチドを高収率・短時間で合成
公表日	2020.7.8
該当者	杉浦一徳、久堀徹
研究成果	細胞内の状態を可視化するセンサーの開発
公表日	2020.9.16
該当者	中村浩之
研究成果	膨大な活性データの網羅的解析から低分子医薬品候補を創出
公表日	2020.9.23
該当者	塚本孝政、山元公寿、田邊真、神戸徹也
研究成果	「金-銀-銅」の合金微粒子を生成
公表日	2020.10.7
該当者	今村壮輔
研究成果	ピルビン酸応答転写因子の微生物における新規な役割を同定
公表日	2020.11.12
該当者	塚本孝政、山元公寿、葛目陽義
研究成果	特殊な発光現象を示すセラミック微粒子を発見
公表日	2020.11.16
該当者	北口哲也
研究成果	緑色蛍光タンパク質型乳酸センサーとピルビン酸センサーの開発
公表日	2020.12.15
該当者	今岡享稔、山元公寿
研究成果	室温でりん光を発する銀白金合金クラスター結晶

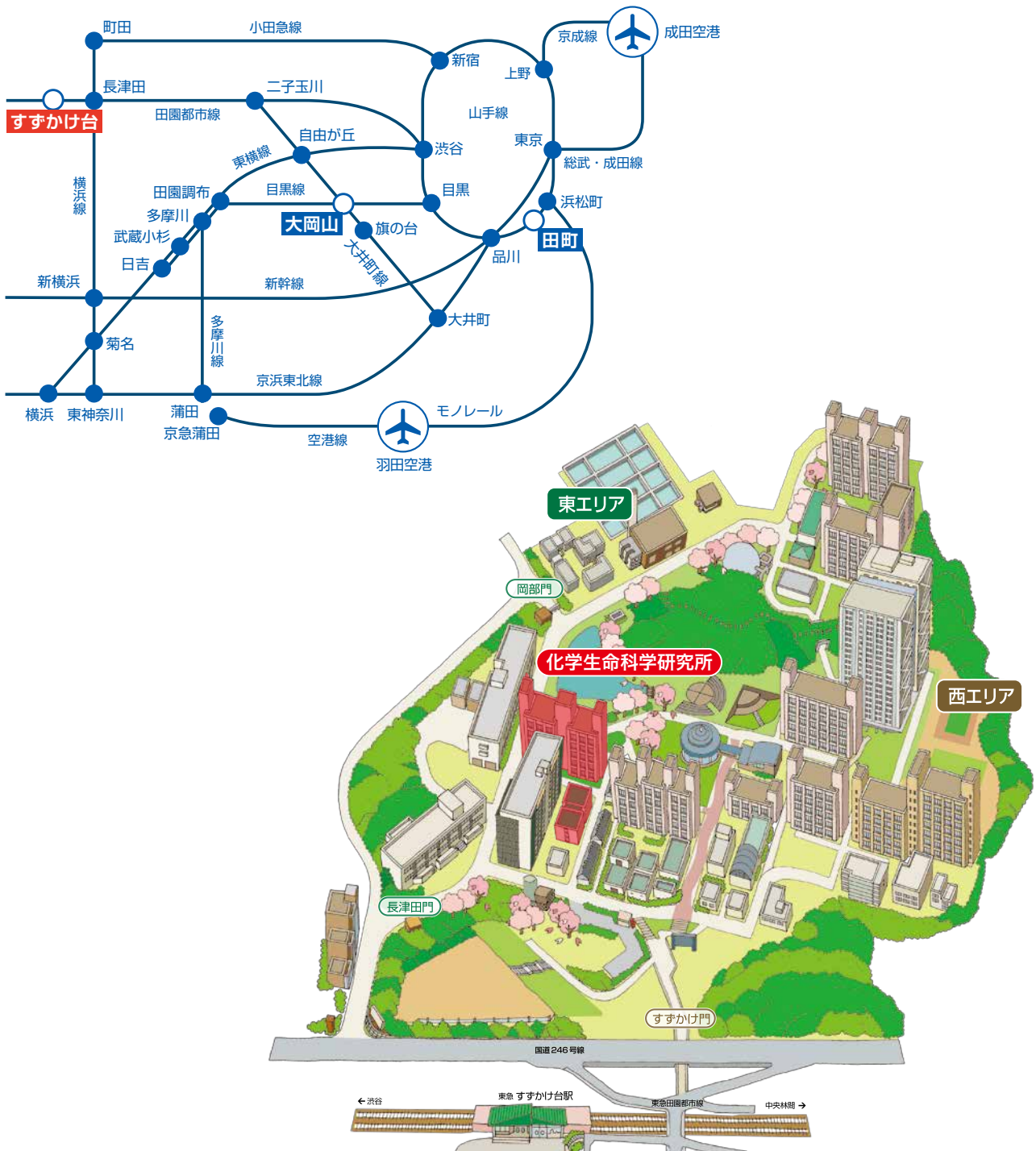
公表日	2020.12.18
該当者	中村俊吾、久堀徹、杉浦一徳
研究成果	光合成細胞内のpH測定が可能な発光型タンパク質センサー
公表日	2020.12.25
該当者	三浦裕
研究成果	ナノ粒子の安定性向上を生体適合性環状高分子で実現
公表日	2021.1.18
該当者	高野和歌子、若林憲一
研究成果	細胞の運動を「10秒見るだけ」で細胞質ATP濃度がわかる
公表日	2021.2.3
該当者	横地佑一、吉田啓亮、久堀徹
研究成果	光合成機能の制御が生産性維持に重要であることを解明
公表日	2021.2.25
該当者	三柴健太郎、田中裕也、稲田宗隆
研究成果	既存の化合物から1ステップで合成可能な新規機能性含ホウ素有機材料を開発
公表日	2021.2.27
該当者	中島昌子、朝比奈佑磨、若林憲一
研究成果	光で繊毛運動を調節する新規タンパク質の発見
公表日	2021.3.1
該当者	菅原勇貴、山口猛央
研究成果	極めて安価な金属で世界トップクラスの活性を持つ水電解用触媒を開発
公表日	2021.3.1
該当者	穴戸厚、田口諒
研究成果	曲げた機能性フィルムの表面ひずみ計測法を開発

化学生命科学研究所へのアクセス

すすかけ台キャンパスまでの主な経路

(平均的乗換え時間を含む所要時間)

新横浜駅	-----	長津田駅	-----	すすかけ台駅 (30分)		
	JR 横浜線	乗換	東急田園都市線	下車		
東京駅	-----	渋谷駅	-----	すすかけ台駅 (75分)		
	JR 山手線	乗換	東急田園都市線	下車		
羽田空港	-----	横浜駅	-----	長津田駅	-----	すすかけ台駅 (70分)
	京急空港線	乗換	JR 横浜線	乗換	東急田園都市線	下車
羽田空港	-----	たまプラーザ	-----	すすかけ台駅 (90分)		
	連絡バス	乗換	東急田園都市線	下車		





〒226-8503 横浜市緑区長津田町 4259 番地
TEL 045-924-5961 FAX 045-924-5976
URL <http://www.res.titech.ac.jp/>

