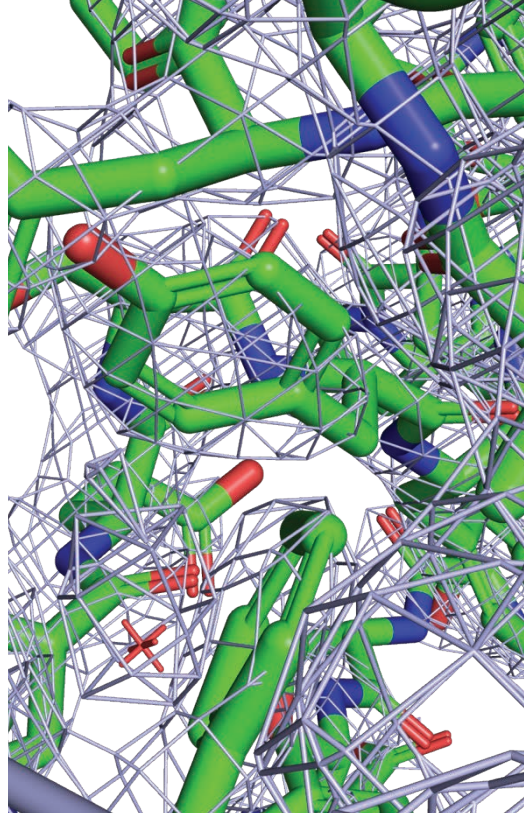
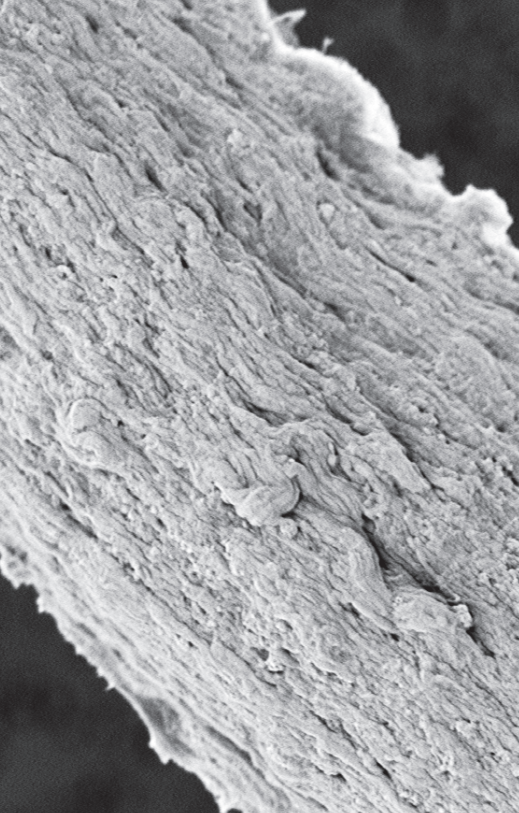




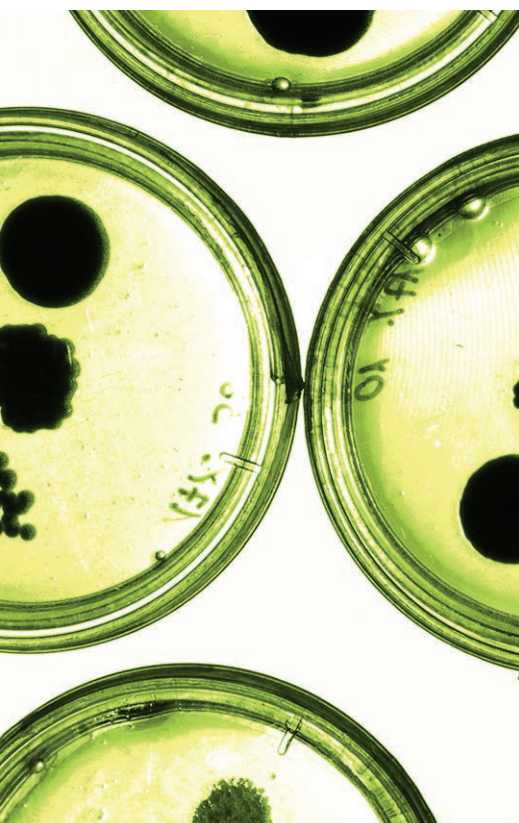
# CHEMBIO

**CHEMISTRY & BIOTECHNOLOGY**

Department of Chemistry & Biotechnology  
School of Engineering, The University of Tokyo

東京大学 大学院工学系研究科  
**化学生命工学専攻**

東京大学 工学部  
**化学生命工学科**



# Creation of New Substances and New Functions

## 分子の力で未来を切り拓こう

私たちの暮らしを変えてきた科学と技術の背後には、常に「分子」の存在があります。東京大学工学系研究科化学生命工学専攻では、有機化学と生命科学の融合分野において、具体的な社会的課題—例えば、気候変動に対応したCO<sub>2</sub>の資源化、再生医療の鍵となる革新的な生体材料、そして難病治療を可能にする新しい医薬品（核酸医薬、抗体医薬、中分子医薬など）の開発—に挑戦しています。

ここでは学生は単なる学習者ではなく、未来を築くパイオニアであり、リーダーです。海外武者修行プログラムや論文読解指導など、専攻独自の取り組みにより、理論と実践の両面から、皆さんの成長をサポートします。世界的に分野をリードする研究者や産業界のリーダーたちと共に、研究成果を社会に届ける貴重な機会も豊富にあります。

「未来の社会を変える主役になる」——そんな挑戦をここで始めませんか？東京大学化学生命工学専攻で、分子科学が拓く無限の可能性に飛び込み、まだ誰も見たことのない豊かな未来を創造しましょう。

学科長・専攻長 酒井 崇匡

酒井 崇匡



## About Department of Chemistry and Biotechnology

データで見る“化生”

専攻分野別 世界大学ランキング  
東大化学分野

 **世界第8位**※

東京大学化学系の学術レベルは極めて高く、世界第8位。当然、国内では第1位。※QS世界大学ランキング2018

東大工学部16学科中

**ONLY ONE**



化学生命工学科は「化学と生命」を学べる工学部唯一の学科！  
学術・産業の根幹を担う「化学」をベースに、素材・エネルギーからバイオまで幅広い分野で活躍。

研究受賞数

**140**件



化生の「しくみ」によって学生はどんどん成長。過去3年間の学生・教員の受賞数は、なんと140件！

大学院への進学率

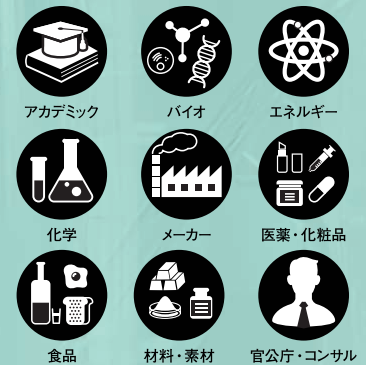
修士進学率 **94%**

2018年度

博士進学率 **28%**

過去5ヶ年分

活躍できるフィールド



世界につながる活動

海外滞在／  
国際共同研究 **50%**  
海外学会発表 **80%**

2019年3月、博士学位取得者15名のデータ。学部・修士学生も積極的に国内外の国際学会で発表しています。

研究フォロー体制

【学部】

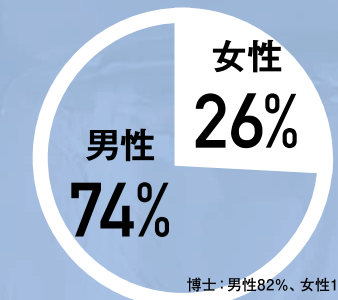
- 論文読みメンター制度
- 研究室早期配属制度

【大学院】

- 統合物質科学リーダープログラム
- 生命科学技術国際卓越大学院
- 修博一貫大学院プログラム



男女比

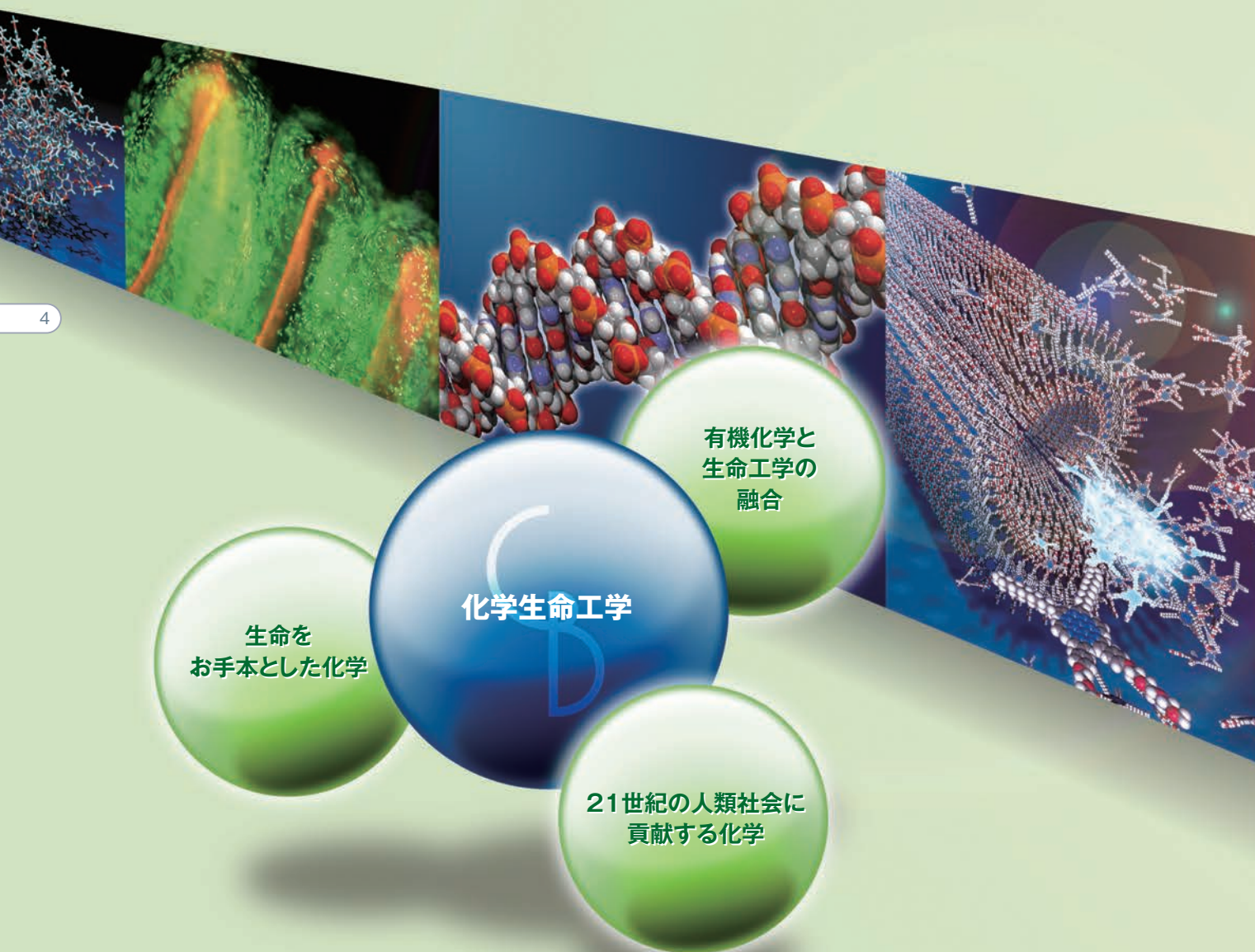


博士：男性82%、女性18%  
修士：男性70%、女性30%  
学部：男性75%、女性25%

大学院工学系研究科 工 学 部  
**化学生命工学専攻 化学生命工学科**  
 Department of Chemistry and Biotechnology

私たちが目指すものは、化学と生命のハイブリッド化による  
 「新物質・新機能を創造する化学」。

「化学」と「生命」を工学的センスで融合させ、有機化学から生命工学までの幅広い研究・教育を行っており、総合化学・医療・製薬・食品・化粧品などのバイオ分野をはじめ、石油・エネルギーや機械・電気、情報分野など、様々な分野で研究成果が活用されています。



4



5

**化学生命工学における「生命」**

発生と分化、エネルギー生産、細胞内外の情報伝達、免疫などの生命現象を分子レベル・素反応レベルでとらえるとき、その精妙さ・美しさには唯々畏敬の念を持つばかりです。現代のバイオテクノロジーはその精妙な生命現象を人工的に操作できるまでに至っています。化学生命工学の「生命」の領域では、化学を有力な武器として生命現象を分子レベルで解明することを基盤としつつ、従来の工学システムとの連携をもはかることにより、自然を凌駕する生命分子、生命システムの創造と応用を目指しています。

**化学生命工学における「化学」**

化学者は、自然界に存在する分子を手本に自然界にはない方法でこれをつくりだすことができます。あるいはまた、自然界にはない機能や美しい構造を生み出すこともできます。化学合成はいまや自然を超えた創造を可能にしています。化学生命工学の「化学」の領域では、高効率、高選択的な新しい有機合成・高分子合成の方法論を開拓し、それを基に、自然を凌駕する優れた機能を有する超分子・超材料の創造を目指しています。

# カリキュラム

化学生命工学科は、有機化学、高分子化学などの化学系と、生命化学や分子細胞生物学などの生命系の二つの学問領域を本格的に学ぶことができる唯一の学科です。このようなダブルメジャーの教育は、化学と生命の融合に立脚した研究に必要であり、新しい価値を創成するための素地となります。また、演習や実験を通して、専門科目で学んだ知識を生かす実用性の高い教育を行います。

## 1・2年

化学生命工学科への進学を目指す皆さんは、1年生と2年生の前半で、ぜひ、化学と生命科学の基礎学力を身につけておいてください。また、本学科が主催する講義、全学体験ゼミナールがあります。化学生命工学科で行われている最先端の研究内容や雰囲気を知る良い機会ですので、奮ってご参加ください。

|         |            |
|---------|------------|
| 有機反応化学  | 生命科学（I・II） |
| 基礎化学    | 力学         |
| 構造化学    | 電磁気学       |
| 物性化学    |            |
| (化学)熱力学 | 数理科学基礎、他   |

総合科目D (S)  
化学生命工学基礎  
総合科目E (A)  
作るバイオ  
全学ゼミ  
研究室で化学・生命系の研究を体験できるゼミを開講しています

など

## 2年(専門)

2年生の後半、化学生命工学科に進学が内定するとさっそく専門科目の講義が始まります。その後の研究生生活の基礎となるような、有機化学、高分子化学、物理化学、生命化学などの科目を体系的に学ぶことができます。

有機化学 I・II  
分析化学 I・II  
物理化学 I  
量子化学 I  
無機化学 I

生命化学 I・II

物性論 I  
化学工学 I  
計測通論B  
電気工学大要第一  
数学 1E  
コンピュータ科学  
Introductory lectures for chemistry and biotechnology

## 3年

3年生になって本郷に進学すると、講義は主に午前中で、午後は実験というカリキュラムになります。実験及び演習は、1年間をかけて週3日の日程で行います。

有機化学 III・IV  
高分子化学 I・II  
分子集合体化学  
有機・高分子演習  
物理化学 II・III  
量子化学 II  
無機化学 II

バイオテクノロジー I・II  
分子生物学 I・II・III  
生命化学演習

ケミカル・バイオ・インダストリー  
化学工学 II  
化学反応論I・II  
分離工学 I  
化学工学及び演習 I  
数学 2F  
化学・生命研究倫理

|       |                         |                        |                        |
|-------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 実験と演習 | 有機化学実験及演習<br>コンピュータ化学演習 | 生命工学実験及演習<br>物理化学実験及演習 | 分析化学実験及演習<br>化学工学実験及演習 |
|-------|-------------------------|------------------------|------------------------|

## 4年

4年生になるといよいよ研究室の所属が決まり、卒業研究がスタートします。ここでは講義や実験で得た素養を活用し、指導教員の密接な指導の下、最先端の研究を行います。時には教員が予想だになかったデータが得られることもあり、研究を遂行した4年生が学会発表することめずらしくありません。

卒業論文  
(テーマの例)

触媒的不斉合成  
フラレン  
イオン液体  
超分子液晶の開発  
分子集合体の機能化  
超分子錯体

デンドリマー  
ドラッグデリバリー  
モレキュラーインプリンティング  
新規融合タンパク質の開発と活用  
新規免疫測定法  
生体分子イメージング

機能性RNAと生命現象  
培養人工臓器の開発  
生体外蛋白質合成系  
分子シャペロンとプリオン  
アポトーシスの制御  
疾患プロテオミクス



## お問い合わせ

詳細についてはホームページをご覧ください。新着情報をTwitterで随時配信しています。質問などありましたら進学相談員まで。進学に関して知りたいことや見学の申し込みなど、なんでも構いません。気軽にご相談ください。

- 化学生命工学科 ホームページ <https://www.chembio.t.u-tokyo.ac.jp/>
- 化学生命工学科 公式X (旧Twitter) @ChemBiotech\_UT
- 化学生命工学科 進学相談員 [welcome@chembio.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:welcome@chembio.t.u-tokyo.ac.jp)



壺井 将史  
神経細胞生物学研究室



古畑 隆史  
岡本研究室



平泉 将浩  
西増研究室



石川 昇平  
酒井研究室

# 大学院カリキュラム

化学生命工学専攻では、学部教育で学んだ基礎学力を下地とし、さらに高度かつ実践的な学問を習得し、大学院での研究に生かすためのカリキュラムを提供します。基礎科目 (A群)、標準科目 (B群)、専門科目 (C群) と体系化されており、他学科や他大学出身の学生も無理なく学べるカリキュラムになっています。他専攻の科目を受講することも可能です。

### 基礎科目 (A群)

有機化学 I / *Basic Organic Chemistry*  
生命化学 I / *Basic Biochemistry*  
構造解析法 / *Structures Analysis*  
基礎機能化学 / *Basics for Functional Chemistry*  
知財戦略 / *Strategy of Intellectual Property*  
化学・生命研究倫理 / *Research Ethics in Chemistry and Biology* など

### 標準科目 (B群)

構造・反応・合成有機化学 I-IV / *Organic Chemistry: Structure, Reaction, and Synthesis*  
(構造有機化学、有機反応化学、有機金属化学、有機典型元素化学、有機合成反応、生物有機化学と全合成)  
高分子・機能材料化学 I-IV / *Polymer and Functional Materials Chemistry*  
(機能性材料化学の基盤→高分子、分子集合体、超分子、微粒子、触媒、構造、物性、合成など。機能性材料の物性、バイオマテリアル)  
分子生物化学 I-IV / *Molecular Biochemistry*  
(生体高分子の構造と機能、遺伝子工学とバイオテクノロジー、遺伝子発現のしくみと制御、細胞から個体へ)

### 専門科目 (C群)

有機合成化学特論 / *Advanced Lectures on Organic Synthetic Chemistry*  
有機金属化学 / *Organometallic Chemistry*  
有機機能材料学特論 / *Special Seminar on Functional Organic Materials*  
高分子化学特論 / *Advanced Lectures on Macromolecules*  
高分子材料工学特論 / *Advanced Lectures on Polymeric Materials*  
生体分子化学特論 / *Advanced Course of Biomolecular Chemistry*  
分子生物学特論 / *Molecular Biology*  
細胞工学特論 / *Advanced Lectures on Cytotechnology*  
構造生命工学特論 / *Advanced Course of Structural Biotechnology*  
生体機能材料工学 / *Molecular Design of Biomaterials*  
生理活性分子工学特論 / *Advanced Lectures on Bioactive Molecules*  
生体分子機能学 / *Functions of Biomolecules*

## 研究室の紹介

有機化学と生命工学の融合、  
それが私たち化学生命工学専攻のフィールドです。

生物をお手本にした優れた化学反応の創成やプロセスの構築、  
化学の力を借りた生命現象の解明や従来にはない高機能人工タンパク質の創造 —

次世代のサイエンスやテクノロジーは、従来独自に発展してきた「化学」と「生命」の研究領域が工学的センスの上に融合した「化学生命工学」においてはじめて築くことができます。

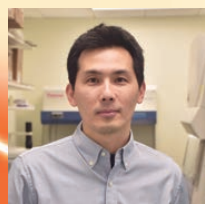
化学生命工学科・化学生命工学専攻においては、有機化学から生命工学までの“分子”を共通のキーワードとする幅広いスペクトルの研究・教育を行っています。

BIOCHEMISTRY

ORGANIC CHEMISTRY



大澤 毅 准教授  
ニュートリオミクス・腫瘍学



平林 祐介 准教授  
神経細胞生物学



鈴木 勉 教授  
RNA生命化学



岡本 晃充 教授  
生物有機化学



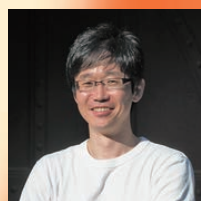
坪山 幸太郎 講師  
生体分子設計工学



池内 与志穂 教授  
分子細胞工学



津本 浩平 教授  
生命分子解析学



西増 弘志 教授  
構造生命科学



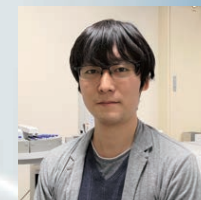
山東 信介 教授  
化学生物学



工藤 一秋 教授  
環境調和有機合成化学



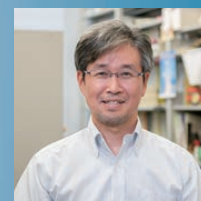
相田 卓三 卓越教授  
超分子ソフトマテリアルと  
バイオマテリアルの科学



正井 宏 准教授  
有機機能設計学



酒井 崇匡 教授  
精密ゲル科学



北條 博彦 教授  
分子集積体工学



南 豪 准教授  
超分子材料デザイン



伊藤 喜光 准教授  
分子界面工学



川口 大輔 特任教授  
フッ素有機化学



吉江 尚子 教授  
環境高分子材料科学

MATERIAL SCIENCE

各研究室（P10～）に記載のマークについて

学 部

卒論生（4年生）が配属されます

工学系

大学院は工学系研究科を受験します

# 相田研究室

超分子ソフトマテリアルとバイオマテリアルの科学

Aida Lab

Science and Technology of Supramolecular Soft Materials and Biomaterials



卓越教授 相田 卓三  
University Distinguished Professor  
Takuzo Aida



特任講師 三木 卓幸  
Lecturer  
Takayuki Miki



特任助教 水上 輝市  
Assistant Professor  
Kiichi Mizukami

<https://www.aidacreativehub.com/ja>

破格の分子デザインによる機能発現が社会やシステムを変える。当研究室ではこの信念のもと、「超分子化学」を基盤とし、持続可能な未来の実現を可能にするマテリアル科学、安全・安心に過ごせる社会を実現するための基礎科学を開拓している。実験室は東大本郷キャンパスと理化学研究所にある。本郷の研究室は、花王株式会社の寄付講座として2023年4月にスタートし、ヘアケア・スキンケア等に繋がる基礎研究を行っており、大学院生を募集している。

"Innovative functions through molecular design" is our basic concept to realize a paradigm shift in science and technology. We pioneer material sciences with supramolecular chemistry for a sustainable future and healthcare. We are at the UTokyo Hongo Lab (Kao Corporation Donation) and RIKEN, welcoming graduate students.

最近の  
発表論文 *Science* **2024**, 386, 875–881.  
*Nature* **2024**, 636, 92–99.

*Science* **2022**, 376, 738–743.  
*Nature* **2021**, 598, 298–303.

## 超分子ポリマーの開拓と応用：

我々は次世代の子供たちに希望に満ちた地球を残せるのか？ 廃プラスチックが地球に大きな負担をかけている。我々は一刻も早くこの問題を解決し、地球温暖化の流れを阻止する必要がある。相田研究室は、動的な結合でモノマーが連結した超分子ポリマーを世界に先駆けて開拓し、関連分野をリードしてきた。最近では、堅牢なのに室温で自己修復し、リサイクルも不要にする自己修復ポリマーガラス、有機材料として史上最高の力学強度を有しながら、原料モノマーまでの完全なリサイクルが可能、かつ、海洋で代謝する超分子プラスチック (*Science* 2024)、飲料水不足問題の解決に繋がる塩水の超高速淡水化を可能にするフッ素化ナノチャンネル (*Science* 2022) など、大きな成果をあげている。  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Supramolecular\\_polymer](https://en.wikipedia.org/wiki/Supramolecular_polymer)

## 分子糊・生体内分子機械を用いるドラッグデリバリーシステム：

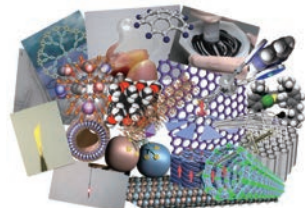
タンパク質、核酸、生体膜に強く接着する『モレキュラーグルー』、『生体内分子機械』等を用い、疾病に起因する内因性物質に応答し、薬物を時空間特異的に送達するインテリジェントドラッグキャリアを開発している。

## デノボペプチドの細胞内合成と細胞工学への応用：

プラスミドDNAを用いて細胞内にデノボペプチドを合成し、細胞がおかれた環境の変化に応答したそれらのペプチドの細胞内集積化による機能発現をもとに、新たな細胞工学を展開している。

## 核酸、タンパク質ミュータントの高速分離：

一塩基だけが異なるDNAやRNA等の高速分離は、核酸医薬の開拓において著しく重要であるが、同時に著しく困難な挑戦でもある。我々は、硫酸アンモニウムとガラスプレートを用い、これが可能になることを発見した (*Nature* 2024)。本研究では、タンパク質分離への応用や自動化を通じた実用化への展開をはかる。



## Supramolecular Polymers and Their Applications:

Can we leave behind a hopeful planet for future generations? Waste plastics are placing a tremendous burden on the Earth. We must urgently solve this issue and halt the progression of global warming. The Aida Laboratory has been at the forefront of supramolecular polymer research, pioneering the development of polymers in which monomers are dynamically linked through reversible bonds, leading the field globally. Recently, we have achieved significant breakthroughs, including: (1) Self-healing polymer glass that, despite being highly robust, can self-repair at room temperature, eliminating the need for recycling. (2) Supramolecular plastics (*Science* 2024) with the highest mechanical strength ever recorded for an organic material, yet fully recyclable back to monomers and biodegradable in marine environments. (3) Fluorinated nanochannels (*Science* 2022) that enable ultra-fast desalination of seawater, addressing the global freshwater shortage.

## Drug Delivery Systems Utilizing Molecular Glue and Molecular Machines:

We are developing intelligent drug carriers that respond to endogenous disease-related substances and deliver drugs with spatiotemporal precision. This is achieved using "molecular glue," which strongly adheres to proteins, nucleic acids, and biological membranes, as well as intracellular molecular machines.

## Intracellular De Novo Peptide Synthesis and Its Application:

We are pioneering new approaches in cell engineering by synthesizing de novo peptides inside cells using plasmid DNAs. These peptides accumulate intracellularly in response to environmental changes, leading to functional expression.

## Rapid Separation of Mutant Nucleic Acids and Proteins:

Rapid separation of DNA and RNA sequences differing by only a single nucleotide is crucial yet highly challenging in the development of nucleic acid therapeutics. We have discovered that this can be achieved using ammonium sulfate and glass plates (*Nature* 2024). We aim to expand applications to protein separation and automation for practical implementation.

# 岡本研究室

Okamoto Lab

生物有機化学

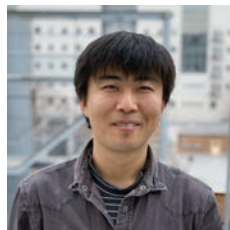
Bioorganic Chemistry



教授 岡本 晃充  
Professor  
Akimitsu Okamoto



准教授 森 廣 邦彦  
Associate Professor  
Kunihiko Morihiro



助教 古畑 隆史  
Assistant Professor  
Takafumi Furuhashi

<https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/okamoto/>

「生体高分子設計」をキーワードにした有機化学と生命科学のボーダーレス研究：有機化学の考え方を生物学・遺伝学・薬学分野へ積極的に導入する。新しい化学反応を創り出したり、新たな機能性生体高分子をデザインしたりすることによって、生命現象において生体高分子を構成する個々の原子の役割を理解し、新たな薬剤の設計に活かす。

Borderless research between organic chemistry and life sciences with "biomacromolecular design" as a keyword: We actively introduce the concepts of organic chemistry to the fields of biology, genetics, and pharmacology. By creating new chemical reactions and designing new functional biomacromolecules, we will understand the role of individual atoms constituting biomacromolecules in biological phenomena, and apply this understanding to the design of new drugs.

最近の  
発表論文 *J. Am. Chem. Soc.* **2024**, 146, 28538–28552.  
*J. Am. Chem. Soc.* **2024**, 146, 1346–1355.

*J. Am. Chem. Soc.* **2023**, 145, 11690–11700.  
*J. Am. Chem. Soc.* **2023**, 145, 135–142.

## 核酸を創る

核酸には天然でも人工的にも多くの化学修飾が付与される。それらの機能を化学的に理解して最大化することによって革新的な核酸薬を獲得することを目指す。

## タンパク質を造る

ヒストンやユビキチンのような細胞機能の制御において必須の小型タンパク質を化学合成する。合成タンパク質へ人工的な機能を付与することによって細胞内分子の動きを制御するための独創的な分子を獲得することを目指す。

## 細胞を制御する

細胞間のクロストークを可視化するための分子システムを創出する。細胞の個性を観察するとともに、特殊な機能を発揮する希少な細胞を発掘するためのプラットフォームを作成することを目指す。



# 酒井研究室

Sakai Lab

精密ゲル科学

Precision Gel Science



教授 酒 井 崇 匡  
Professor  
Takamasa Sakai



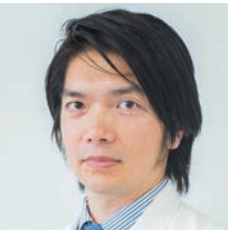
准教授 土 屋 康 佑  
Associate Professor  
Kousuke Tsuchiya



特任准教授 作 道 直 幸  
Associate Professor  
Naoyuki Sakumichi



助教 石 川 昇 平  
Assistant Professor  
Shohei Ishikawa



特任助教 岩 永 康 秀  
Assistant Professor  
Yasuhide Iwanaga

<https://gel.tokyo/tetra-gel/>

ハイドロゲル(以下、ゲルと省略)は、大量の水を含んだ物質であり、ソフトコンタクトレンズやゼリー、豆腐などが挙げられる。ゲルのユニークな点は、その組成の大部分が液体であるにもかかわらず、全体としては固体である点である。私たちの体も30–40%の水と高分子の網目からなるゲルであり、その類似性のために、ゲルはバイオマテリアルとして優れた特性を示す。また、海洋で用いられるプラスチックを、含水率50%の水を含むゲルで代替できたとすると、海洋流出する高分子の量を半分にすることができる。このように、水を多く含むこと自体がメリットである用途において、ゲルは極めて有望な材料になりうる。

最近の  
発表論文 *Nature Materials* **2023**, 22, 1564–1570.  
*Science Advances* **2022**, 8, eabk0010.

*Physical Review Letters* **2021**, 127, 237801.  
*Physical Review X* **2021**, 11, 11045.

## ゲルの科学を拓く：

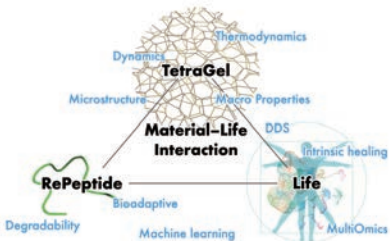
ゲルの固体としての特性は、高分子の三次元網目構造が担っている。よって、ゲル材料を設計するためには、網目構造の「カタチ」を精密に制御することが必須である。私たちは、世界標準となる均一なゲル (Tetra Gel) を開発し、ゲルの新しい性質を世界に先駆けて次々に明らかにした。近年では、負のエネルギー弾性や浸透圧の普遍的状態方程式など、ゲルの常識を覆す重要な発見をした。また、網目構造の精密な制御によって、30倍以上も伸びるゲルや、靱帯に匹敵する力学特性を持つゲルの開発にも成功している。

## 新しいバイオ高分子を創る

ポリペプチドは、アミノ酸配列と構築される高次構造によって様々な機能を発現し、酵素から構造タンパク質まで幅広い物性や機能を示す材料である。私たちは、規則的な配列を持つポリペプチドをベースとした新規バイオマテリアルや環境循環型材料への応用を見据え、機械学習を用いた合目的な分子構造予測や反復配列を効率的に合成する酵素合成により、新規高分子材料を合理的に設計・合成を行っている。

## ゲルで医療を変える：

私たちは、これまでに、人工硝子体や止血剤、癒着防止剤など、臨床医との共同でさまざまな医療用ゲルを開発した。そのためには、「適切な部位で、適切なタイミングでゲルを作り」、「ゲルに所望の物理特性を与え」、「治療を終えた後にはゲルを分解させる」ことが重要である。臨床医へのヒアリングを元にした、ゲル科学を基盤とする合目的な材料設計により、医療用ゲルの開発を目指す。研究室発のベンチャーと連携し、社会実装までの一気通貫した材料開発をおこなう。



## Pioneering the gels science:

The three-dimensional network structure of polymers is responsible for the solid-like properties of gels. Therefore, precise control over the shape of the network structure is essential for designing gel materials. Our team has developed a homogeneous gel known as Tetra Gel, which has become the world standard. We have also made groundbreaking discoveries in recent years, overturning common knowledge of gels. For instance, we discovered negative energy elasticity and the universal equation of state of osmotic pressure. Additionally, we have succeeded in developing gels that can stretch more than 30 times and gels with mechanical properties comparable to those of ligaments, all achieved through precise control of the mesh structure.

## Creating novel biopolymers

Polypeptides are biomaterials that exhibit a wide range of properties and functions based on amino acid sequences and higher-order structures. Our goal is to design and develop novel biomaterials and sustainable materials based on polypeptides with specific regularity. We aim to predict peptide sequences with desired functions in a targeted manner using machine learning techniques and to synthesize periodic sequences via chemoenzymatic synthesis.

## Gels for biomedical applications:

We have collaborated with clinicians to develop a range of medical gels, including artificial vitreous, hemostatic agents, and anti-adhesive agents. Our focus is on creating gels that can be applied precisely at the desired site and timing, possess the desired physical properties, and degrade once treatment is complete. Through interviews with clinicians, we aim to design the gels for medical applications using precise gel science. Additionally, we have established a collaboration with a venture company that emerged from our laboratory to develop gels for biomedical applications. This partnership allows us to continue developing innovative medical gels and bring them to the market.

# 山東研究室

Sando Lab

化学生物学

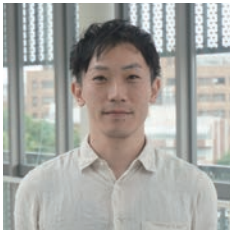
Chemical Biology



教授 山 東 信 介  
Professor  
Shinsuke Sando



准教授 森 本 淳 平  
Associate Professor  
Jumpei Morimoto



助教 齋 藤 雄 太 朗  
Assistant Professor  
Yutaro Saito



助教 谷 田 部 浩 行  
Assistant Professor  
Hiroyuki Yatabe

<https://park.its.u-tokyo.ac.jp/sandolab/>

生命現象の理解と疾病治療に貢献する分子化学：  
私たちの体は分子の集まりである。体の中の分子の秩序だった活動が、生物が生命を維持する未解明の仕組みであり、その異常は様々な病気の原因となる。当研究室では、オリジナルの分子デザイン (分子アーキテクトニクス) をもとに、生体を“観る・診る・制御する”新たな分子ツールの開拓を進めている。特に、疾病メカニズム解明・早期診断・治療や再生医療分野への貢献を目指した画期的分子の開発を大きな研究の柱に位置づけている。

最近の  
発表論文 *Science Adv.* **2024**, 10, eadp2533.  
*Science Adv.* **2024**, 10, eado8471.

*ACS Nano* **2023**, 17, 9039–9048.  
*Nature Commun.* **2023**, 14, 1416.

## 生体内分子の挙動を視る・操る：

オリジナルの分子デザインと最新技術を組み合わせ、生体深部で代謝を調べる分子センサー、体内の微小環境の3次元的分布を解明する技術、疾患抑制に関わる人工シグナル分子開発など、分子診断・分子医療に関する最先端の研究を進めている。「生命の理解、制御」や「疾病早期診断」など新しいサイエンス、医療に応用できる分子化学 “In vivo Chemistry” 分野の開拓を目指している。

## 細胞の機能を制御する生理活性分子：

ペプチドおよびペプチドミメティクス、脂質代謝物などの機能性低分子の合理的分子設計と大規模スクリーニングをもとに、新薬の種や生物学研究のツールとなるような生理活性分子を創出することに取り組んでいる。さらに、これを通じて、生体分子認識や細胞膜透過などの生理活性分子にとって重要な性質を生み出すための構造的基盤を明らかにすることを目指している。

## タンパク質の機能設計：

近年の計算機化学の進歩により、タンパク質の3次元構造を精度よく設計することが可能となってきた。一方で、タンパク質の機能を設計することはいまだ科学上の困難な課題である。我々は、計算機化学と実験化学を組み合わせたアプローチに基づきタンパク質の機能改変や新規機能創出に取り組み、タンパク質機能が発動する分子基盤の理解を目指している。

## Molecular Technologies for the analysis of biomolecules in vivo

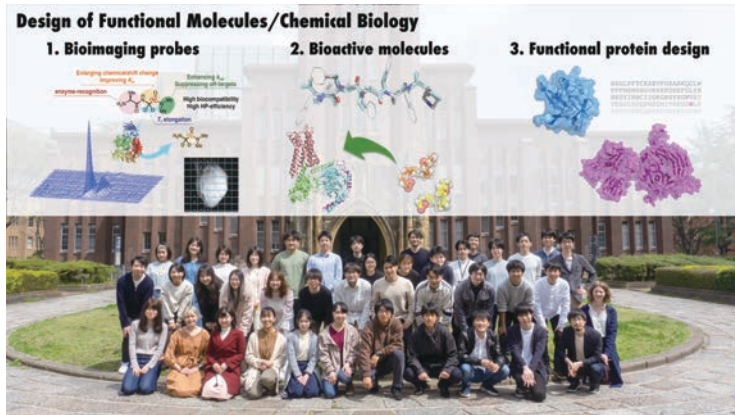
We conduct research toward sensitive "molecule" sensing technologies that allow us to analyze molecular activities in vivo: structural change, chemical reaction, and dynamics. These new molecular technologies will be innovative tools for basic life science and will pave the way for future medical care including early diagnosis.

## Rational design and high-throughput screening of synthetic molecules for drug discovery

Our goal is development of bioactive compounds that can be utilized as drug leads and molecular tools for biological studies. Our strategy toward this goal is a combination of rational designs of chemical structure and high-throughput screening of synthetic compound libraries. We envision that this research will reveal fundamental structural elements for producing bioactive compounds of strong and selective biomolecular recognition and high membrane permeability.

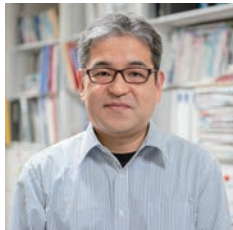
## Design of Protein Functions:

Recent development in computational science has enabled accurate design of protein three-dimensional structures. On the other hand, the design of protein functions is still scientifically difficult to achieve. We are developing proteins with new functions using a combinatorial approach of computational chemistry and experiment and trying to eventually understand the molecular basis of the protein functions.



## 鈴木研究室

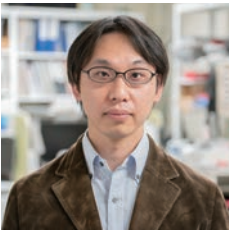
Suzuki Lab



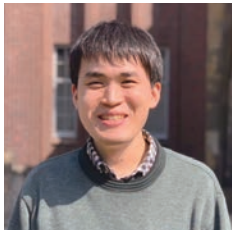
教授 鈴木 勉  
Professor  
Tsutomu Suzuki



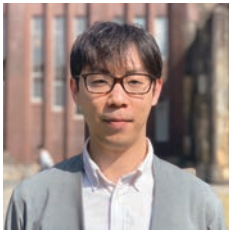
講師 長尾 翌手可  
Lecturer  
Asuteka Nagao



助教 大平 高之  
Assistant Professor  
Takayuki Ohira



特任助教 石黒 健介  
Assistant Professor  
Kensuke Ishiguro



特任助教 穂 近 慎一郎  
Assistant Professor  
Shinichiro Akichika

## RNA生命化学

RNA biochemistry

<http://rna.chem.t.u-tokyo.ac.jp/>

生命の発生や細胞の分化、複雑な精神活動に代表される生命現象は、遺伝子発現の微調節によって生じている。また、これら調節機構の破綻が、様々な疾患の原因になることが知られている。RNAはセントラルドグマの様々な過程において、遺伝子発現を調節することでこれらの生命現象に深く関与している。当研究室では、分子生物学、生化学、分子遺伝学、分析化学、細胞生物学的なアプローチにより、様々な生命現象に関与するRNAの機能を明らかにすることを目標としている。

Higher-order biological processes, including development, differentiation and complex mental activity, are the result of sophisticated regulation of gene expression. Dysregulation of gene expression often causes a variety of human diseases. RNA molecules are deeply involved in regulation of gene expression at various steps of central dogma. We are tackling to elucidate various biological phenomena associated with RNA functions based on multidisciplinary approaches including molecular biology, biochemistry, genetics, analytical chemistry and cell biology.

最近の  
発表論文

*Cell* **2023**, 186, 5517–5535.  
*Nature Commun.* **2023**, 14, 2704.

*Nature* **2022**, 605, 372–379.  
*Science* **2019**, 363, eaav0080.

### RNA修飾の多彩な機能と生理学的意義

RNAは転写後に様々な修飾を受けて成熟し、はじめてその本来の機能を発揮することができる。これまでに140種類を超えるRNA修飾が、様々な生物種から見つかっている。当研究室では、細胞内に存在する微量なRNAを単離精製する技術や、微量RNAの高感度質量分析法（RNA-MS）を駆使することで、新しいRNA修飾の発見とその機能解析を通じ、RNA修飾が関与する生命現象を探究している。当研究室では7種類の新規RNA修飾および40種類を超える新規RNA修飾遺伝子を報告しており、RNA修飾の生合成過程や生理学的意義に関する研究を行っている。

### 遺伝暗号の解読とタンパク質合成

DNAの遺伝情報は、mRNAに転写され、リボソーム上でタンパク質へと翻訳される。一般に翻訳精度は $10^{-4}$ ～ $10^{-5}$ であることが知られ、生物は様々なしくみを駆使することで高い翻訳精度を保っている。当研究室では、遺伝暗号の解読に関わる新しいtRNA修飾を発見し、生化学と遺伝学的なアプローチにより、その機能的役割と生理的な意義を探究している。また、新しい翻訳精度維持機構についての研究を行っている。

### RNA修飾病の発症メカニズム

ヒトの病気の発症メカニズムを分子レベルで解明することは、将来的な治療法の開発につながる重要な基礎研究である。私たちは、RNA修飾の欠損が疾患の原因になることを世界で初めて報告し、RNA修飾病(RNA modopathy)という新しい概念を提唱した。RNA修飾の欠損や異常がどのような分子メカニズムにより、疾患の原因になるかを、臨床検体、患者細胞、ノックアウトマウスなどを用いることで多角的な研究を行っている。

### RNA modifications associated with various biological functions

RNA molecules are frequently modified post-transcriptionally, and these modifications are required for proper RNA functions. To date, over 140 different types of chemical modifications have been identified in various RNA molecules across all domains of life. We are studying biological processes associated with RNA modifications through discovery of novel RNA modifications and RNA-modifying enzymes using our original techniques for RNA isolation and analyses. So far, we reported seven novel RNA modifications, and over 40 RNA-modifying enzymes, and continue studying biogenesis and physiological roles of these modifications.

### Decoding of genetic information and protein synthesis

Genetic information in DNA is transcribed to mRNA, and then translated to protein on the ribosome. In general, fidelity of translation is estimated in the range of  $10^{-4}$  to  $10^{-5}$  per codon. Living organisms have various measures to maintain accuracy of protein synthesis. We are exploring novel tRNA modifications required for accurate decoding, and studying molecular function and physiological significance of these modifications. In addition, we are studying a novel quality control mechanism to maintain accurate translation in the cell using genetics and biochemistry.

### Molecular pathogenesis of RNA modopathy

It is a critical basic research to understand pathogenesis of human disease at molecular level for the purpose of development of effective therapeutic measures and diagnostic techniques. We previously revealed that lack of RNA modification is a primary cause of human diseases. This is the first confirmation of a human diseases caused by an RNA modification disorder. Thus, we are proposing “RNA modopathy” as a new category of human diseases. We are striving to reveal molecular pathogenesis of various RNA modopathies through multidimensional approaches using clinical specimens, patient tissues and cells, and knockout mice.



## 野崎研究室

Nozaki Lab



教授 野崎 京子  
Professor  
Kyoko Nozaki



准教授 金 雄傑  
Associate Professor  
Xiongjie Jin



特任講師 高橋 講平  
Lecturer  
Kohei Takahashi



助教 関 凜  
Assistant Professor  
Rin Seki

## 有機金属化学

Organometallic Chemistry

<https://park.its.u-tokyo.ac.jp/nozakilab/>

分子触媒という概念を基本に独自の反応を開発し、医薬品から有機材料、高分子材料に至る広範囲な有機化合物の効率的合成を目指す研究を行っている。持続可能型社会を指向して、原子効率（アトムエコノミー）の高い反応を開発することを目標としている。

Our research is based on the concept of “molecular catalysts”, and aims to develop new and efficient reactions for the synthesis of pharmaceuticals, organic functional materials, and polymeric materials. The overall goal of the research carried out within the group is best described as highly “atom-economical processes” towards a sustainable society.

最近の  
発表論文

*J. Am. Chem. Soc.* **2024**, 146, 25562.  
*J. Am. Chem. Soc.* **2024**, 146, 19599.

*J. Am. Chem. Soc.* **2024**, 146, 13658.  
*J. Am. Chem. Soc.* **2024**, 146, 14086.

### 資源活用に向けた触媒反応開発

従来、利用することが難しかった反応性に乏しい化学結合を効率よく活性化する遷移金属化学種の開発とそれを用いた触媒反応への応用展開を目指す。再生可能なC1資源として注目を集める二酸化炭素や一酸化炭素を用いる均一系触媒を開発している。バイオマスの有効活用に向けた新規触媒設計を行っている。

### ポリマーの合成・分解触媒の開発

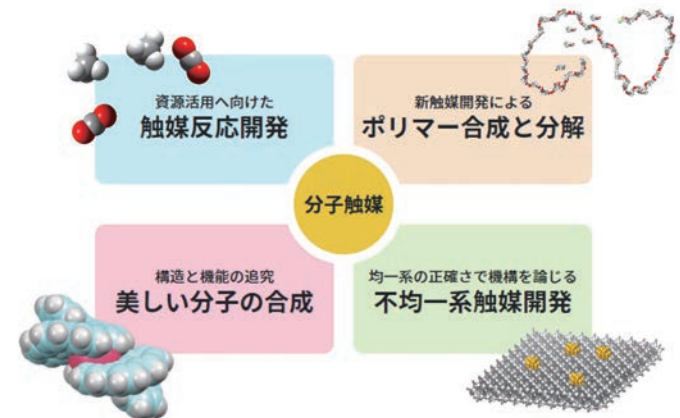
アクリル酸メチルや酢酸ビニルなどの「極性モノマー」を活用する配位重合触媒を開発している。二酸化炭素をエポキシドやジエンと共重合することで脂肪族ポリカルボネートや脂肪族ポリラクトンを合成している。プラスチックのケミカルリサイクルを指向した触媒開発を行っている。

### 「美しい分子」の合成およびその構造と機能の追求

有機合成手法を駆使して、今までになかった機能を発現する、電子状態が精密に制御された「美しい分子」を合成する。

### 均一系の正確さで機構を論じる不均一系触媒の開発

均一系及び不均一系触媒の利点を持ち合わせた「反応機構を明確に論じられる不均一系触媒」を創出し、効率的合成・分解反応を開発している。



# 分子界面工学研究室

Interfacial Molecular Engineering Lab



准教授 伊 藤 喜 光  
Associate Professor  
Yoshimitsu Itoh

<https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/InterfaceMolEng/JP/>

界面は物質同士が触れあう境界を指す。蛋白質や分子同士の相互作用といった小さな世界における官能基の種類や配列がマクロな材料物性や機能に大きく影響する。この分子界面は材料全体で見れば本当に僅かな領域だが、水をはじくフッ素コート表面のように身近に実感できる例も多い。逆に言えば界面を適切にコントロールすることができれば、様々な材料物性を自在に操ることができることを意味する。当研究室では、有機合成化学・高分子科学・超分子科学・電気化学を駆使して界面現象に立脚した新しい材料創成に取り組んでいる。

An interface is a boundary where materials touch each other. The type and arrangement of functional groups in the small world of protein and molecular interactions have a great impact on macroscopic materials properties and functions. The molecular interface is a very small area in the overall material, but there are many examples that you can feel the power of interface, such as fluorine-coated surfaces that strongly repel water. In other words, if we can control the interface properly, we can freely manipulate the properties of materials. In our group, we are working on the creation of new materials based on interfacial phenomena by making full use of synthetic organic chemistry, polymer science, supramolecular science, and electrochemistry.

|             |                                                                                                      |                                                                                                      |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 最近の<br>発表論文 | <i>Science</i> <b>2022</b> , 376, 738–743.<br><i>J. Am. Chem. Soc.</i> <b>2022</b> , 144, 7080–7084. | <i>J. Am. Chem. Soc.</i> <b>2021</b> , 143, 5121–5126.<br><i>Science</i> <b>2019</b> , 363, 161–165. |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 電極界面を利用した環境に優しい新しい材料合成法の開拓：

電気は古くから知られているクリーンなエネルギーの代表である。当研究室では電気の力を使って人類の未来を支える革新的な材料を合成する方法を模索している。電気を使った合成といえば酸化・還元反応による合成が有名だが、当研究室ではそれに加え、泳動・分極など電気のもつ多様な能力を駆使して新しい材料合成法の開拓及び新規物性発現に挑む。

## Electrode Interface as a Platform for Environmentally Friendly Materials Synthesis:

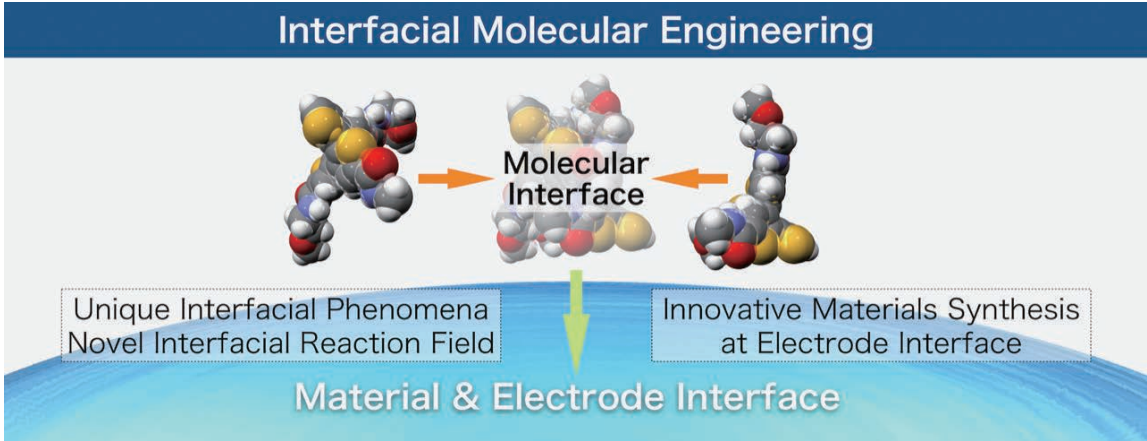
Electricity is a representative clean energy that has been known for a long time. In our group, we are exploring the method to synthesize innovative materials that will contribute to the realization of a sustainable society using the power of electricity. In addition to the well-known redox-based electrochemistry, we take advantage of various intriguing features of electricity, such as migration and polarization, to develop new synthetic methods for innovative materials and to realize new physical properties.

## 分子化学に立脚した界面現象の探索：

「固体は神がつくりたもうたが、表面は悪魔がつくった」とはパウリの有名な言葉だが、それから半世紀以上たった現代においても表面・界面における現象はその重要性がますます認識されつつも未開拓な部分が山積みである。界面は材料全体の僅かな部分でしかなく、分析して情報を得ることがとても難しいためだ。当研究室では、これまで培ってきた分子化学的なアプローチにより界面現象を解明・活用していくことを目指す。

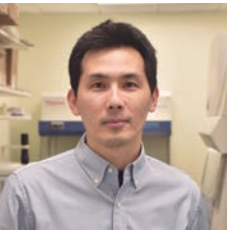
## Exploration of Interfacial Phenomena based on Molecular Chemistry:

“God made solids, but surfaces were the work of the devil” is a famous quote by Pauli. Even more than half a century later, the importance of surface and interface phenomena is increasingly recognized, but still many things remain unexplored. This is because the interface is only a minute part of the whole material and is very difficult to obtain information from there. In our group, by taking advantage of the molecular chemistry approach that we have developed, we aim to elucidate and explore the interfacial phenomena.



# 神経細胞生物学研究室

Neurobiology Lab



准教授 平 林 祐 介  
Associate Professor  
Yusuke Hirabayashi



助教 壺 井 將 史  
Assistant Professor  
Masafumi Tsuboi

<https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/Hirabayashi/WordPress/jp/>

我々の思考や行動は脳を始めとする神経系により制御されている。脳が正常に動くためにはそれぞれのニューロンの機能およびニューロン間のコネクションが厳密に制御される事が必要であり、そのメカニズムの解明は精神疾患や、パーキンソン病やアルツハイマー病に代表される神経変性疾患の治療に繋がる。当研究室では、細胞生物学的観点からニューロン内での情報プロセス、ニューロン間コネクションの制御、成体における神経新生についての重要な課題の解決を目指している。

The nervous system regulates our mind and behavior. Precise regulation of each neuron and connections between neurons are required for proper functioning of the brain. Therefore, elucidating the mechanisms regulating brain function facilitates developing therapies for neurodevelopmental and neurodegenerative diseases such as Parkinson's and Alzheimer's disease. We study how neurons, the connections between neurons, and adult neurogenesis contribute to the functions of the nervous system, from the perspective of cell biology.

|             |                                                                                                |                                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 最近の<br>発表論文 | <i>Nature Commun.</i> <b>2025</b> , in press.<br><i>PLOS Biol.</i> <b>2023</b> , 21, e3002246. | <i>Front Cell Dev Biol.</i> <b>2021</b> , 9, 653828.<br><i>Science</i> <b>2017</b> , 358, 623–630. |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|

## オルガネラ間接触の役割：

「細胞の臓器」であるオルガネラ（細胞内小器官）たちはそれぞれ細胞の働きに重要な役割を持つ。最近になって違う種類のオルガネラ同士が接触し協調的に働くことが細胞の働きに必須であることが分かってきた。当研究室では最先端のテクニックを用いて、オルガネラ間接触が果たす役割、特にニューロンにおいて果たす役割を明らかにする。

## Roles of organelle interaction :

Each individual cell has organs of its own, called organelles. Each organelle has its distinct roles, but organelles also work in harmony to keep the cell healthy by physically connecting to each other. We study roles of organelle interactions in cells, especially in neurons, using state of art techniques.

## 電子顕微鏡によるニューロンのナノ構造の解明：

細胞のナノスケールレベルでの理解は未だ不十分である。この原因の一端はナノメートルレベルでの細胞内の構造観察が容易でないことにある。当研究室では、独自に開発した電子顕微鏡観察技術と深層学習による解析によりニューロンを始めとした細胞内の微細構造をより詳細にかつ3次元的に明らかにする。

## Investigation of neuronal ultrastructures :

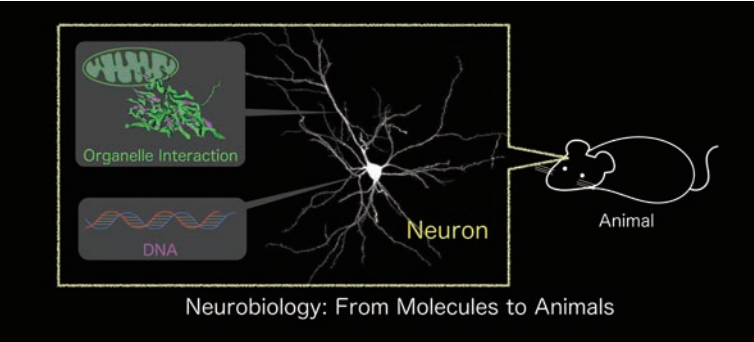
Our understanding of nanometer-scale structures that make up cells remains very limited due to the lack of techniques to observe them. We developed a unique technique to label specific structures of cells under the electron microscope. Combined with a deep learning method-based analysis, we will reveal 3D-ultrastructures of cells, including neurons.

## 成体におけるニューロン新生：

成体において作られるニューロンは記憶の形成などに重要な役割を果たしている。しかし、どのタイミングでニューロンがどの程度作られるのかなど未だ分からないことが多くある。当研究室では神経幹細胞からニューロンへの分化の過程がどのように制御されているのかを明らかにすることを目指す。

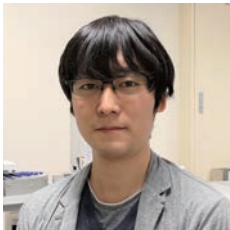
## Adult neurogenesis :

Adult neurogenesis plays a key role in the formation of memories. However, the mechanism regulating the amount and timing of neurogenesis in the adult brain remains to be elucidated. We will reveal the mechanism regulating the differentiation of adult neural stem cells to neurons.



# 有機機能設計学研究室

Organic Functional Design Lab



准教授 正井 宏  
Associate Professor  
Hiroshi Masai



助教 小池 太智  
Assistant Professor  
Taichi Koike

<https://www.chembio.t.u-tokyo.ac.jp/department/lab/masai.html>

新分子の創造と機能開拓を通じて、新しいサイエンスを切り拓く。当研究室では、新しい分子のカタチに新しい元素を融合させることで、未踏の反応・分子・機能を創出する。分子骨格や機能概念をデザインすることによって、従来は不可能と考えられてきた反応や機能を実現し、学問や社会における様々な問題を分子のチカラで解決することを目指す。

Exploring new science by creating novel molecules and functions: Our research group focuses on developing unprecedented reactions, molecules, and functions by integrating new elements into innovative molecular structures. Through the power of molecules, we aim to realize novel reactions and functions that were previously thought impossible, overcoming various academic and societal challenges.

最近の  
発表論文 Adv. Mater. **2025**, 37, 2412544.  
Angew. Chem. Int. Ed. **2023**, 62, e202305374.

J. Am. Chem. Soc. **2023**, 145, 9264–9272.  
Adv. Funct. Mater. **2022**, 32, 2205855.

## 瞬間的な分子編集法の開発：

機能の源泉となる新たな分子骨格を創出するために、安定な化合物に対しても目的元素を迅速に導入するための、新しい高活性反応剤の開発を行っている。化合物に対して元素を自在に導入することで、高性能な有機バッテリー材料や光レドックス触媒など、未踏の有機材料開発につなげる。

## 協働的な刺激に基づく化学反応の開発：

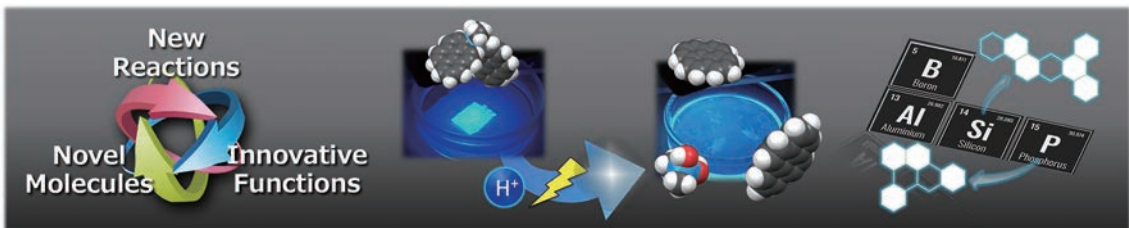
単独の刺激が作用する従来型の化学反応ではなく、複数の物質や外場が同時に作用することではじめて進行する有機反応系を開発している。分子の応答性を精密にデザインすることで、協働的反応性という新たな概念を開拓し、人工材料やバイオマテリアルにおける新たな制御手法の実現を目指す。

## 相反的な性質をもつ材料の創出：

マテリアルには相反的な課題が数多く知られている。例えば、頑丈な材料ほど分解が難しく、分解しやすい材料は長く使えないというトレードオフが存在する。対して、2つの刺激を協働的に作用させることで頑丈な材料でも簡単に分解することが可能となるように、緻密な分子デザインによって、マテリアルにおける相反課題を打開する。

## 人工材料を利用した生命現象の制御：

人工的に設計した有機分子や超分子によって、生命機能や生命現象の高度制御の実現や、天然では見られない破格機能をもつバイオマテリアルを創製する。実験とシミュレーション双方向からのスクリーニングと、最先端合成化学と機械学習を活用した迅速構造最適化によって、あらゆるバイオ展開に対応できる分子群を揃えることを目指す。



# フッ素有機化学研究室

Fluoroorganic Chemistry Lab



特任教授 川口 大輔  
Professor  
Daisuke Kawaguchi



特任助教 杵山 真史  
Assistant Professor  
Masafumi Sugiyama



特任助教 Maxym Tansky  
Assistant Professor  
Maxym Tansky

<https://park.its.u-tokyo.ac.jp/kawaguchi/>

社会連携講座「フッ素および有機化学融合材料・生命科学講座」

産業界で培われてきたフッ素化学関連技術とアカデミアにおける有機・高分子化学の最先端の科学的知見を融合することにより革新的な技術を創出し、先駆的な機能性材料、医療関連材料の創生につなげることを目指しています。

Social Cooperation Program "Laboratory for Material and Life Sciences for Fusion of Fluorine and Organic Chemistry"

Our research group aims to open an innovative scientific research field by combining (i) technologies related to fluorine chemistry that have been cultivated in industry and (ii) the most advanced scientific knowledge of organic and polymer chemistry in academia in order to create novel functional materials, and medical materials.

最近の  
発表論文 J. Am. Chem. Soc. **2024**, 146, 30686–30697.  
ACS Macro Lett. **2024**, 13, 1383–1389.

ChemBioChem **2024**, 25, e202400436.  
Science **2022**, 377, 756–759.

## 含フッ素高分子の理解と材料応用：

含フッ素高分子は炭化水素系高分子とは異なる特異な性質を示す。炭素—フッ素結合は大きな双極子モーメントを有するが、含フッ素高分子は双極子同士の相互作用により凝集することで低極性の集合体を形成し、撥水・撥油性をはじめとする様々な特性や機能を発現する。その一方、一部の両親媒性有機フッ素化合物の健康上への懸念から、規制により使用可能なモノマー種が制限されつつある。そのため、含フッ素高分子が示す特性を分子論的に理解し、材料としてその潜在能力を活用することが重要である。私たちは、新しい含フッ素高分子を設計し、精緻な構造・物性解析に基づき理解するとともに、企業と連携して工業材料から医療関連材料にわたる幅広い応用を目指している。

## フッ素系ガスを活かした機能材料の創出：

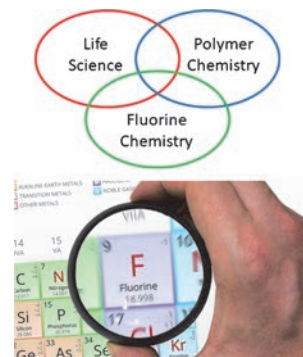
身の回りのフッ素化学品のほとんどはフッ素系ガスを原料として合成されているが、ハンドリングの困難さから、学術研究ではほとんど利用されない。結果としてフッ素系材料の研究には、既製品もしくは限られた市販ビルディングブロックを利用する他ない。当研究室には、産学連携の強みを存分に発揮し、フッ素ガス、テトラフルオロエチレンガスなどのフッ素系ガスの取り扱い技術が移転されている。これらのフッ素系ガスをを用いた反応を活かして、高い自由度で材料設計を行い、フッ素が持つ特性を付与した有機・高分子材料の開発を目指している。

## Understanding of Fluorinated Polymers and Application to Materials：

Fluorinated polymers possess unique properties that distinguish them from hydrocarbon polymers. Although carbon-fluorine bonds have a significant dipole moment, fluoropolymers tend to form aggregates with low polarity. They exhibit a variety of properties and functions, including water and oil repellency. However, due to health concerns associated with certain amphiphilic fluoroalkyl compounds, regulations are increasingly restricting the use of specific monomer species. Therefore, it is essential to understand the properties of fluorinated polymers from a molecular perspective and to explore their potential as materials. We are focused on designing new fluorinated polymers and analyzing their structures and physical properties. We also develop a wide range of applications, from industrial materials to those used in medical settings, in collaboration with a company.

## Creation of functional materials utilizing fluorinated gases：

Most fluorinated chemical products around us are synthesized using fluorine-based gases as raw materials. However, due to the difficulty in handling these gases, they are rarely used in academic research. As a result, research on fluorinated materials is largely limited to using commercially available products or a restricted set of fluorine-containing building blocks. Thanks to the strong industry-academia collaboration in our laboratory, we acquire expertise in handling fluorine-based gases, such as fluorine gas and tetrafluoroethylene gas. By utilizing reactions involving these fluorinated gases, we aim to develop organic and polymer materials endowed with the unique properties of fluorine while maintaining a high degree of flexibility in material design.

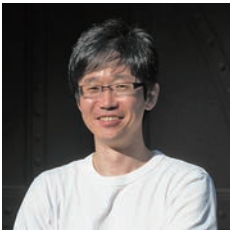


# 西増研究室

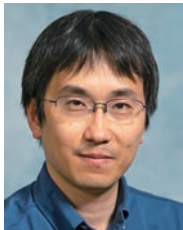
Nishimasu Lab

構造生命科学

Structural Bioscience



教授 西 増 弘 志  
Professor  
Hiroshi Nishimasu



准教授 山 下 恵太郎  
Associate Professor  
Keitaro Yamashita



助教 平 泉 将 浩  
Assistant Professor  
Masahiro Hiraizumi

<https://youtu.be/H7AG5hhnhKY>

タンパク質や核酸は特定の立体構造をとり多彩な生命機能を発揮する。今世紀に入ってから人類の想像を超える驚くべき機能をもつタンパク質が自然界から発見されており、生命科学の基礎研究から遺伝子治療に至る様々な分野において利用されている。西増研究室では、生化学的解析、X線結晶構造解析、クライオ電子顕微鏡解析、一分子測定など様々な解析手法を用いて、タンパク質や核酸が機能する分子メカニズムを解明することにより、生命現象の根底からの理解を目指している。さらに、タンパク質エンジニアリングを用いた新しいテクノロジーの開発にも挑戦している。

Proteins and nucleic acids adopt specific 3D structures and exhibit a variety of biological functions. Proteins with surprising functions beyond imagination have been discovered in nature since the beginning of this century, and they are used in various fields ranging from basic life science research to gene therapy. To understand the life and develop new technologies, we aim to elucidate the action mechanisms of proteins and nucleic acids, using various methods, such as biochemical analysis, X-ray crystallography, cryo-electron microscopy, and single-molecule measurements.

最近の  
発表論文 *Nature* **2024**, 630, 994–1002.  
*Nature* **2024**, 630, 984–993.

*Science* **2022**, 378, 882–889.  
*Cell* **2022**, 185, 2324–2337.

## CRISPR-Cas複合体の機能構造解析

原核生物のもつCRISPR-Cas獲得免疫機構に関与するCasタンパク質はCRISPR RNAと複合体を形成し様々な機能を発揮する。新規のCRISPR-Cas複合体の探索、および、それらの作動メカニズムの解明を目指している。

## ヒト免疫機構に関わるタンパク質の機能解析

真核生物の複雑な免疫機構には様々なタンパク質が関与している。免疫に関与するタンパク質や核酸の作動メカニズムの解明、および、疾患治療法の確立を目指している。

## 構造情報に基づく分子ツールの開発

タンパク質や核酸の立体構造の情報は、それらの作動メカニズムの理解だけでなく、新たな機能をもつ分子の創出も可能にする。立体構造情報を利用し、タンパク質や核酸のエンジニアリングを行い、有用な分子ツールの開発を目指している。

## Structural and functional analysis of CRISPR-Cas enzymes

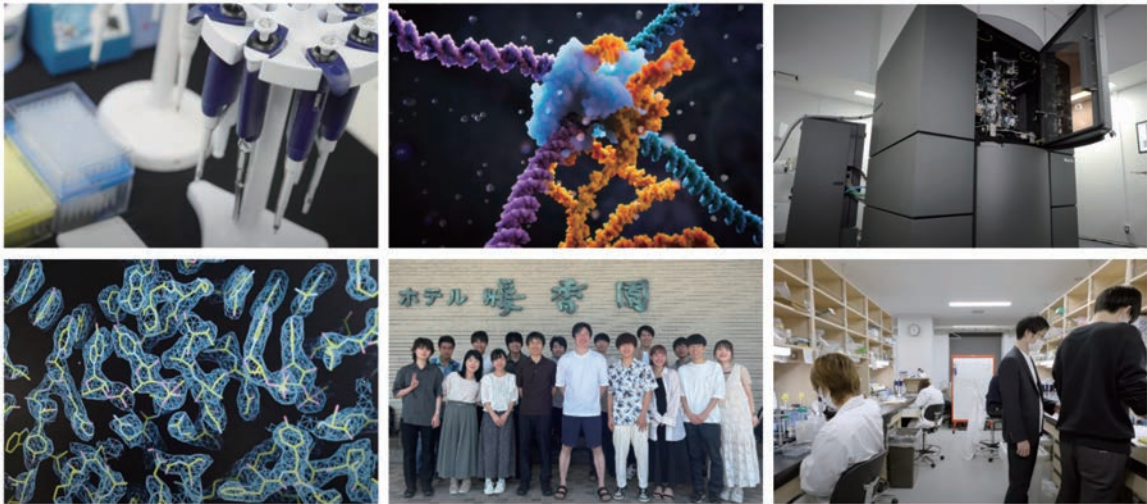
Cas proteins derived from microbial CRISPR-Cas adaptive immune systems associate with CRISPR RNAs and exhibit diverse biochemical activities. We aim to discover new CRISPR-Cas enzymes and elucidate their action mechanisms.

## Structural and functional analysis of proteins involved in human immunity

Various proteins are involved in human immune systems. We aim to elucidate their action mechanisms and establish treatments for related diseases.

## Structure-based development of new technologies

Structural information of proteins and nucleic acids enables not only the understanding of their action mechanisms but also the development of molecules with new functionality. We aim to develop useful molecular tools through structure-based engineering of proteins and nucleic acids.



# 工藤研究室

Kudo Lab

環境調和有機合成化学

Green Synthetic Organic Chemistry



教授 工 藤 一 秋  
Professor  
Kazuaki Kudo



助教 坂 間 亮 浩  
Research Associate  
Akihiro Sakama

<https://www.iis.u-tokyo.ac.jp/~kkudo/>

生命活動は酵素が触媒する化学反応によって支えられており、酵素のもつ高い基質認識能と選択性は古くから有機合成化学者の手本となってきた。ただし、酵素が触媒するのは生命活動に必要な基質・反応に限られ、酵素を合成触媒と見なした場合、その汎用性には制限がある。一方で、人工触媒は広範な基質に対して作用するが、例えば位置選択性や化学選択性のように、実現の難しいものがある。そこで、両者のメリットを併せ持つ触媒としてペプチドを用いることを提案し、新奇な選択的触媒の開発を行っている。また、生合成を規範とする多様性のある合成法の開発も進めている。

Life is supported by chemical reactions catalyzed by enzymes, and the high substrate recognition and selectivity of enzymes have long served as a model for organic synthetic chemists. However, the substrates and reactions that enzymes catalyze are limited to those necessary for life processes, and when enzymes are regarded as synthetic catalysts, their versatility is limited. On the other hand, artificial catalysts act on a wide range of substrates, but there are some that are difficult to achieve, such as regioselectivity and chemoselectivity. Therefore, we propose the use of peptides as catalysts that combine the advantages of both, and are developing novel selective catalysts. We are also developing diverse synthetic methods inspired by biosynthesis.

最近の  
発表論文 *Org. Biomol. Chem.* **2025**, 23, 1098–1103.  
*Eur. J. Org. Chem.* **2024**, 27, e202400117.

*Adv. Synth. Catal.* **2023**, 365, 1811–1816.  
*RSC Advances* **2022**, 12, 5275–5279.

## 高選択的ペプチド有機触媒の開発：

タンパク質である酵素は、水中、温和な条件で高効率、高選択的に触媒反応を進める。これは酵素分子の三次元構造に立脚している。それに倣って、酵素同様にアミノ酸から構成されるペプチドで、分子の二次構造に立脚した触媒能を示すものを見出す。既存の触媒では実現が難しい位置選択的反応や化学選択的反応の実現を目指す。

## 生合成機構を模倣した生理活性物質の合成：

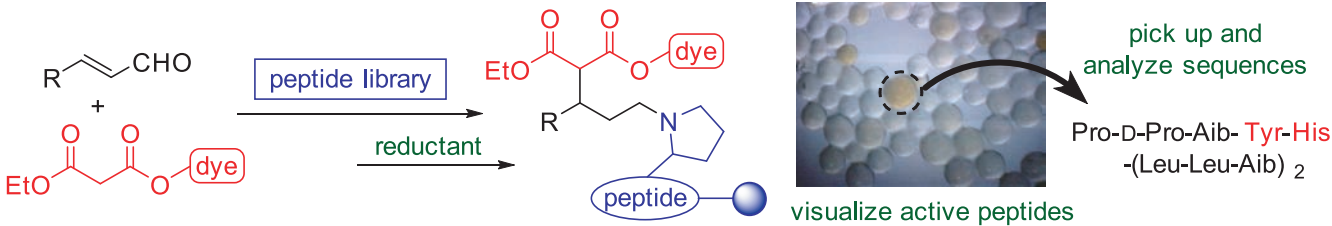
生体は、さまざまな二次代謝物を作り出しており、その中には、薬理活性のあるものも多く知られる。そのような物質の人工合成はすでに達成されているが、安全面、コスト、環境面などで問題を抱える。我々は、生合成機構に倣った汎用性のある合成法の開発を目指している。

## Highly selective peptide organocatalysts：

Enzymes catalyze reactions with high efficiency and high selectivity under mild conditions in water based on their three dimensional molecular structures. By mimicking such a machinery, we are developing peptide catalysts having specific secondary structures with focusing on regio-or chemoselectivity.

## Synthesis of secondary metabolites by mimicking biosynthetic pathways:

Living organisms make a variety of secondary metabolites in which many drug / drug candidate molecules are included. Such compounds have already been chemically synthesized, however, the synthetic methods often suffer from problems in safety, cost, and environmental impact. We are developing general synthetic methods for such compounds based on biosynthetic mechanisms.



# 吉江・中川研究室

## 環境高分子材料学

Yoshie and Nakagawa Lab

Polymeric and Environmentally Conscious Materials



教授 吉江 尚子  
Professor  
Naoko Yoshie



講師 中川 慎太郎  
Lecturer  
Shintaro Nakagawa

<http://yoshielab.iis.u-tokyo.ac.jp/>

低分子よりも格段に遅い高分子の分子運動性と、そこから生み出される階層構造は、高分子らしさの本質であり、多彩な性能・機能の源である。当研究室では、高分子の構造と運動の複雑な協調性を理解し、それをダイナミックに制御することを通じて、マテリアルの新たな機能を探求している。また、環境分解性などの持続可能な社会の実現に資する機能をもつ環境高分子材料の開発も行っている。

Polymer materials are characterized by their dynamics much slower than that of small molecules as well as hierarchical structure resulting from the slow dynamics. We aim to pioneer novel functions of polymer materials through understanding and controlling structure and dynamics. Our research also includes development of environment-conscious materials that contribute to sustainable society.

最近の  
発表論文

*Polym. Chem.* **2024**, 15, 3967–3976.  
*ACS Appl. Polym. Mater.* **2024**, 6, 244–252.

*Adv. Mater.* **2023**, 35, 2301124.  
*Macromolecules* **2020**, 53, 4121–4125.

### 動的結合を利用した高分子材料の機能開拓：

可逆的な共有結合や水素結合などの過渡的な結合を動的結合と呼ぶ。動的結合を導入すると、結合の解離・会合・交換を通じて高分子材料の構造をダイナミックに変化させることが可能になる。この動的な過程を適切な分子設計により制御し、自己修復性などのユニークな機能を有する材料を開拓している。また、特定の刺激のもとで解離する動的結合を用いて、自然環境中で容易に分解する材料の開発にも取り組んでいる。

### 生物にヒントを得た機能性高分子材料の開発：

生物は長い進化の歴史の中で優れた機能性を有する生体組織を生み出してきた。それらの機能性の源となる分子構造・分子集合構造を模倣することで、従来の材料を凌駕する物性・機能性を有する材料を開発している。

### 均一架橋による高性能高分子材料の開発：

私たちの生活に欠かせないゴムやゲルといった材料は、高分子鎖どうしを架橋した三次元高分子網目からできている。一般的な高分子網目は構造が不均一であり、それによる物性の低下が課題となる。多分岐高分子から合成される構造均一な高分子網目を基盤として、従来材料を超える高性能な材料の開発に取り組んでいる。

### Polymers with Dynamic Bonds：

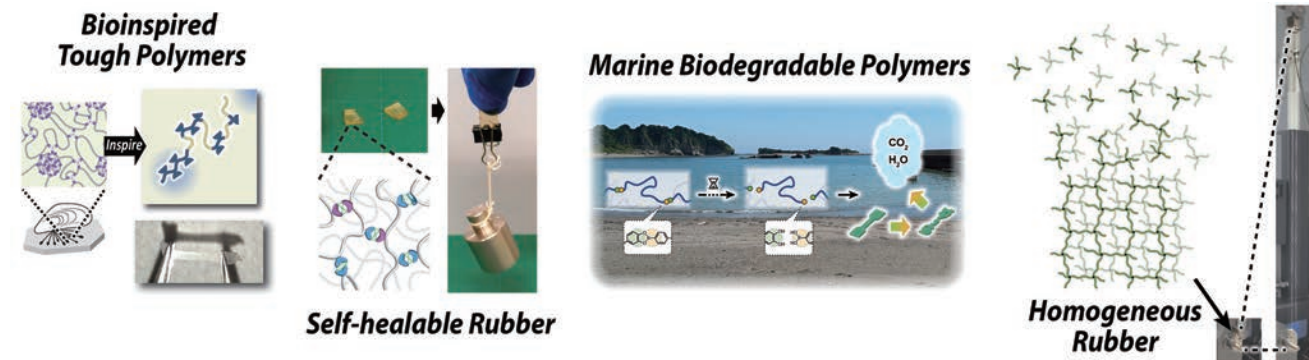
Transient bonds such as reversible covalent bonds and hydrogen bonds are called the dynamic bonds. Introduction of dynamic bonds in polymer materials enables dynamically changing structure through bond dissociation, association, and exchange. We develop materials with unique functions such as self-healing ability by controlling the dynamic processes by molecular design. We also aim to realize polymers that easily degrade in natural environment by using stimuli-responsive dynamic bonds.

### Bio-inspired functional polymers：

The long history of life has produced biological tissues with outstanding functionalities. We develop materials that outperform conventional ones by mimicking the structure of molecules and molecular assemblies in nature which realizes such functionalities.

### Structurally homogeneous polymer networks：

Materials such as rubber and gel are indispensable to our life. These materials are made of a three-dimensionally crosslinked network of polymers. Polymer networks generally have structural inhomogeneity, which causes deterioration of their property. We aim to develop high-performance polymer materials based on structurally homogeneous polymer networks synthesized from precisely designed branched polymers.

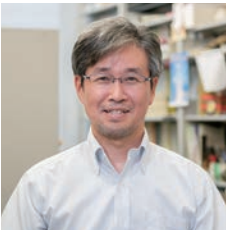


# 北條研究室

## 分子集積体工学

Houjou Lab

Molecular Integration



教授 北條 博彦  
Professor  
Hirohiko Houjou

[https://iis.u-tokyo.ac.jp/~houjou/hjlab\\_wiki/](https://iis.u-tokyo.ac.jp/~houjou/hjlab_wiki/)

クリスタルエンジニアリング（結晶工学）は、材料の分子機能を引き出す有力な手段として、製薬や有機エレクトロニクスなど広い分野で応用されている。当研究室では、分子間相互作用を制御して新しい機能をもつ分子集積体を創造する実験化学的アプローチとともに、その機能発現のしくみを説明し、設計するための理論化学的アプローチによって、分子が集積する際の基本原理を追求する。

Crystal engineering is a promising way that enables molecular functions to come out of materials, hence widely applied to pharmaceuticals, organic electronics, and so on. We are creating and designing structures with new functions through experimental and theoretical approaches, trying to get the fundamental principles of molecular integration.

最近の  
発表論文

*Cryst. Eng. Comm.* **2025**, 27, 468–473.  
*Cryst. Growth & Des.* **2024**, 24, 238–251.

*J. Chem. Phys. Lett.* **2023**, 14, 8320–8326.  
*Cryst. Eng. Comm.* **2023**, 25, 5109–5117.

### 結晶多形制御による光・熱機能変調

光／熱に応答して色が変わるフォトクロミック／サーモクロミック分子は、結晶中の分子環境をモニタリングするのに適している。分子の構造や配合を変えて結晶構造を制御するとともに、独自の単結晶分光法によって光・熱応答性を定量的に調べている。

### 相変化を利用した機能材料創製

結晶多形間の相変化や過冷却・冷結晶化などの動的な構造変化を利用して、分子機能を変調し、記録材料や蓄熱材料へ応用するための基礎的な研究を行っている。

### 分子間力の計算に基づく固体モデリング

量子化学計算によって得られる分子間力の情報を機械的特性の情報に翻訳することによって、巨視的スケールの分子集積体の物性を高精度で計算する。熱力学的性質の説明や力学刺激による相変化挙動の解明への応用が期待される。

### Modulation of photo/thermal functions

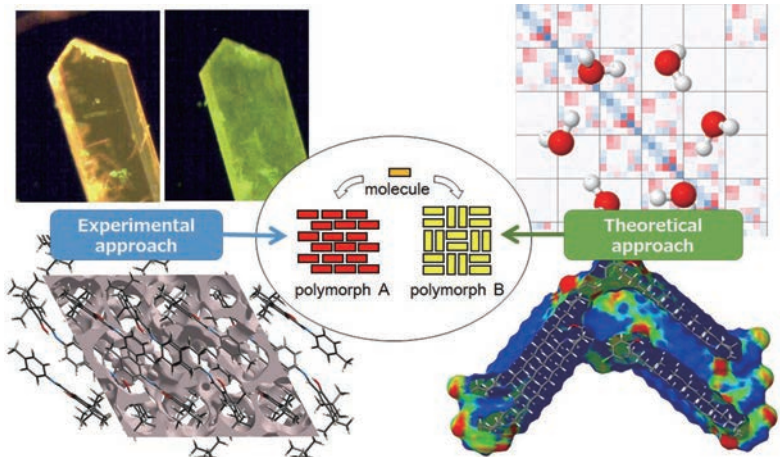
Photochromic/thermochromic molecules that respond to light/heat serve as a monitor to display the molecular environment in a crystal. The crystal structure is controlled by the molecular structure or composition, and the molecular response is evaluated spectroscopically.

### Phase transition materials

Phase transition among polymorphs or supercooling-cold crystallization process induces a dynamic structural change in crystals, which are potentially applicable to recording materials or heat-storage materials.

### Intermolecular force to model solid-state

Quantum chemical calculations of intermolecular forces provide the mechanical information of the molecules, leading to high-precision calculations of the macroscopic molecular assembly. It will help describe the thermodynamic properties and phase-transition behavior.



# 池内研究室

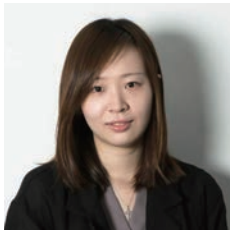
Ikeuchi Lab

分子細胞工学

Biomolecular and Cellular Engineering



教授 池内 与志穂  
Professor  
Yoshiho Ikeuchi



特任助教 周 小余  
Research Associate  
Siu Yu Chow

<https://www.bmce.iis.u-tokyo.ac.jp/>

「体の外で脳を真似た神経回路を作ったら、脳のような機能を持つのでしょうか？」この問いに挑戦することで、脳の仕組みを理解することを目指しています。脳内の領域間の「つながり」が脳の機能にとって重要である事に着目し、これを体外で再現する手法を開発してきました。分子生物学・生化学的や電気生理学的な解析と組み合わせることにより、脳機能の普遍的な原理を分子・細胞・組織・機能のレベルで横断的に理解することを目指しています。

"Would neural circuits generated outside the body function like the brain?" By challenging this question, we aim to understand the mechanisms of the brain. We have developed methods to mimic inter-regional connections in vitro, since "connections" between brain regions are critical for the brain function. By combining molecular biology, biochemistry, and electrophysiology, we aim to understand the universal principles of brain function at the molecular, cellular, tissue, and functional levels.

最近の  
発表論文

*Adv. Healthcare Mater.* **2025**, 2403771.  
*Nature Communications* **2024**, 15, 2945.

*Cell Reports* **2022**, 40, 111366.  
*Nature Communications* **2021**, 12, 7102.

## 体外で脳のような神経組織をつくる：

神経科学の新しいアプローチとして、ヒトiPS細胞などの幹細胞から脳を真似た組織（脳オルガノイド）を作る研究が急速に発展しています。人工的に作った神経組織に機能を持たせることができれば、脳が働く仕組みの理解が深まり、脳を超えるAIを生み出す原動力になるでしょう。神経回路の異常が精神疾患などの脳の病気を引き起こす仕組みも調べられるようになります。本研究室では、脳内の領域間の「つながり」が脳の機能にとって重要である事に着目し、脳オルガノイドをつなぎ合わせた神経回路組織「コネクトイド」を作る独自手法を開発しています。コネクトイドは活発かつ複雑に活動し、外部刺激に応じた反応を示します。神経組織を効率的にトレーニングするシステムを構築し、最終的には、神経組織が自発的に「知能」と呼ぶような高次機能を持つようにすることを目指しています。

## 神経細胞内のタンパク質合成の調節を理解する：

神経細胞は、活動に応じて柔軟に応答し、新しいタンパク質を作り出します。タンパク質合成（翻訳）の的確かつ定量的な制御が、神経を神経らしくしている根源の一つです。この仕組みを理解するために、私たちは脳オルガノイドの翻訳制御を研究しています。人工の神経組織は生体内の神経と比べて厳密かつ正確な制御が可能で、目的細胞の純度が高いサンプルを得ることができるなどの利点があります。軸索内の翻訳制御の解析も行えます。人工の神経組織において翻訳制御を明らかにした後は、生体でその機構や機能を確認し、その理解を深めます。



## Creating brain-like neural tissue outside the body:

Research on artificial brain-like tissues (brain organoids) generated from stem cells is rapidly developing as a new approach in neuroscience. If artificially created neural tissue can have functions, it will deepen our understanding of how the brain works and will become a driving force for the creation of AI that surpasses the brain. We will also be able to investigate how abnormalities in neural circuits cause brain diseases such as mental disorders. Our laboratory has developed a unique method to create connectoids, which are neural circuit tissues made of brain organoids connected together, focusing on the importance of connections between regions in the brain for brain function. Connectoids are active and complex, and respond to external stimuli. Our goal is to build an efficient system for training neural tissue, and eventually to make neural tissue spontaneously possess higher-order functions that can be called intelligence.

## Understanding the regulation of protein synthesis in neurons:

Neurons respond flexibly produce new proteins in response to activity. Precise and quantitative control of protein synthesis (translation) is one of the key mechanisms of what makes a neuron neural. To understand this mechanism, we are studying the translational control of brain organoids. Artificial neural tissue has several advantages over in vivo tissues, such as strict and precise control and the ability to obtain samples with high purity of target cells. We can also analyze translation control in axons of organoids. After clarifying the translation control in artificial neural tissue, we will confirm the mechanism and function in vivo to deepen our understanding.

# 大澤研究室

Osawa Lab

ニュートリオミクス・腫瘍学

Integrative Nutriomics and Oncology



准教授 大澤 毅  
Associate Professor  
Tsuyoshi Osawa



特任講師 山形 一行  
Lecturer  
Kazuyuki Yamagata

<https://www.onc.rcast.u-tokyo.ac.jp/ja/>

がんの病態解明と克服は21世紀の医学・生物学の最大の課題の一つであり、医学・生物学・工学・化学の分野横断的な融合研究ががん克服に必須である。近年、がん細胞を取り巻く過酷な環境（がん微小環境）ががんの進展を促進することが明らかとなってきた。当研究室では、がん微小環境におけるがん細胞のゲノム・エピゲノム・トランスクリプトーム・プロテオーム・メタボロームの多階層オミクスの統合情報を統合し新しい栄養学の視点から新規がん治療法の開発を目指している。

Cancer is one of the biggest issues of medicine and biology in the 21st century, and integration medicine, biology, engineering, and chemistry is essential for conquering cancer. Recent years, it has become clear that the extreme microenvironment surrounding cancer cells (Tumor micro-environment) promotes cancer progression. Our laboratory aims to develop novel cancer treatments from the comprehensive Nutri-Omics approach by integration of multi-layer omics of cancer cell including genome, epigenome, transcriptome, proteome, metabolome in terms of tumor microenvironments.

最近の  
発表論文

*Nature* **2025**, 638, 225–236.  
*PNAS Nexus* **2023**, 2, pgad306.

*EMBO J* **2023**, 42, e114032.  
*Nature Commun.* **2022**, 13, 3706.

## がんを悪性化する生理活性がん代謝物の同定

がん細胞は過酷ながん微小環境に応じて生理活性がん代謝物（オンコメタボライト）を蓄積しがんの増殖・浸潤・転移などがん悪性化に寄与することが知られている。未知のオンコメタボライトの同定と機能解析を行っている。

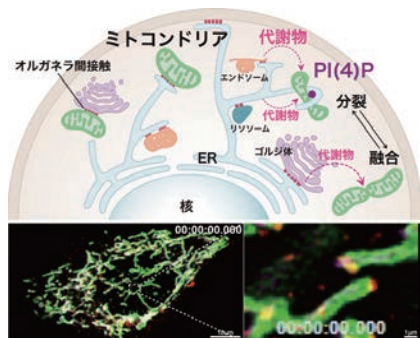
## がん微小環境におけるがん代謝適応システムの解明

がん細胞が低酸素・低栄養・低pHなど過酷ながん微小環境で悪性化を獲得することが知られている。これまで独立したパラダイムで研究されてきた糖質、脂質、アミノ酸にわたる多重のがん代謝適応システムの解明を目指している。

## 「ニュートリオミクス」を駆使した治療法の開発

栄養を起点としたゲノム、エピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボロームのオミクス統合解析から、がん微小環境の変化に伴った転写・代謝システムを捉え、がんの進展に寄与する分子機構を明らかにし、新たながん治療法を開発に繋げる。

## マルチオミクス 統合解析



# 南研究室

Minami Lab

## 超分子材料デザイン

Supramolecular Materials Design



准教授 南 豪

Associate Professor  
Tsuyoshi Minami

<https://www.tminami.iis.u-tokyo.ac.jp/>

当研究室では、生命の分子認識現象にヒントを得た学問である超分子化学を基軸に、材料の分子設計及びその合成、そして電子デバイスやチップ開発に至るまでの包括的・分野横断的研究をおこない、超分子材料の実践利用を目指している。とりわけ、生命現象を理解する上で重要な生体活性物質、あるいは環境汚染物質を電気的・光学的に検出可能なセンサデバイスの開発に注力している。

My group is interested in “applied” supramolecular chemistry. While previous work in the field of supramolecular chemistry centered mostly on fundamental research, current developments suggest that such chemistry is well poised to make significant contributions to various research fields. In particular, supramolecular sensors for biologically important species or pollutants are some of the most promising applications of molecular recognition materials. To be harnessed for rigorous analytical assignments, my research centers on the molecular design and synthesis of materials as well as the fabrication of devices.

最近の  
発表論文

*Chem. Commun.* **2025**, 61, 476–479.  
*Chem. Commun.* **2024**, 60, 9930–9933.

*Faraday Discuss.* **2024**, 250, 60–73.  
*Sens. Actuators B* **2023**, 382, 133458.

### 分子認識能を賦与した有機薄膜トランジスタ型化学センサの創製：

有機薄膜トランジスタは、軽量性、柔軟性、低環境負荷、大面積デバイス化が可能などの特徴を有していることから、センサデバイス開発におけるプラットフォームとして魅力的である。しかし、センサとしての応用研究は萌芽段階にあり、とりわけ分子認識化学的視点からの研究展開はこれまでに起こわれていない。そこで本研究では、有機合成化学に立脚して合目的に創製した分子認識材料を有機薄膜トランジスタに組み込むことにより、新たな化学センサデバイスの提案を目指している。

### 超分子センサアレイによるハイスループット分析手法の開発：

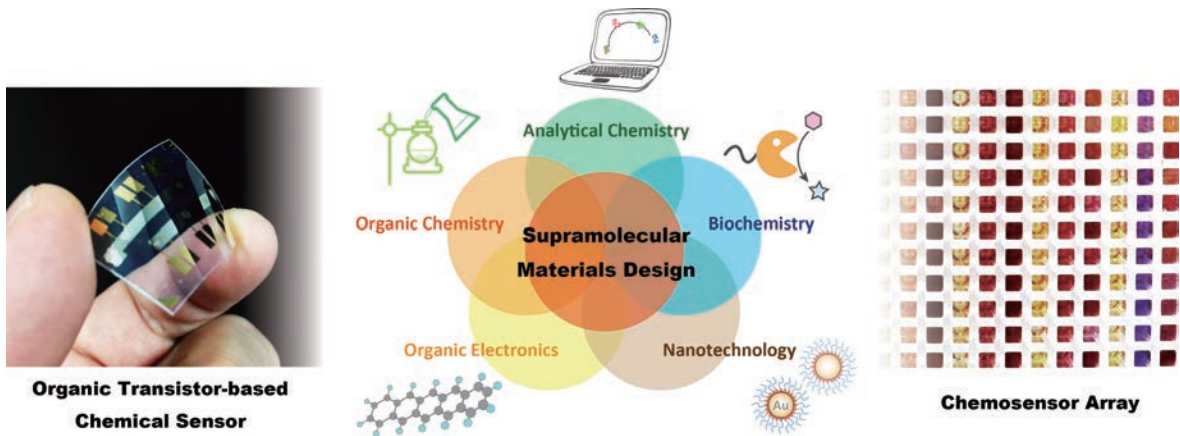
ホスト・ゲスト化学に基づいて開発される分子センサは、高選択性を有する一方で、多成分を迅速かつ同時に検出することは得意ではない。我々は、あえて標的化学種に対して“低選択性”を有する分子センサ群を“可能な限り簡易に”合成して、これをマイクロアレイ上に並べることで体液などに含まれる多成分をハイスループットに分析する手法を開発している。低選択性分子センサ群のアレイ化により得られる種々の信号応答について、統計学・機械学習に基づいて解析をおこない、複数種の同時定性・半定量・定量分析をおこなっている。

### Chemical Sensors based on Organic Thin Film Transistors Functionalized with Molecular Recognition Materials:

In the realm of electronics, organic thin film transistors (OTFTs) are some of the most interesting devices owing to their flexibility, solution processability and ultra small thickness. Recently, interest in OTFTs and their advantages have extended beyond rollable information displays to sensor applications. OTFT-based physical sensors are being studied extensively, whereas chemical sensors are still in their early stages. In this regard, we are developing OTFT-based chemical sensors functionalized with supramolecular artificial receptors.

### High Throughput Analysis based on Supramolecular Sensor Arrays:

A significant amount of attention is being devoted to the development of supramolecular sensor arrays, owing to their capability to recognize a number of analytes with high classification accuracy. With this in mind, we particularly focus on the simultaneous analysis of multi-analytes in biological fluids or environmental water. This can contribute to the development of high-throughput analysis in the field of pharmaceutical, medical, and environmental investigations.



# 坪山研究室

Tsuboyama Lab

## 生体分子設計工学

Biomolecular Design Engineering



講師 坪山 幸太郎

Lecturer  
Kotaro Tsuboyama

<https://bio-design-eng.iis.u-tokyo.ac.jp/>

タンパク質は20種類のアミノ酸からなる多量体であり、その多様性ゆえに多彩な機能をもたせることができます。一方で、その多様性のために、タンパク質に関する基本法則をきちんと理解することなく、合理的に人工タンパク質（“新奇”タンパク質; De novo protein）を設計することは困難です。そこで、大規模解析法と深層学習をはじめとする機械学習とを組み合わせることで、タンパク質の基本法則の解析と人工タンパク質の設計を繰り返します。この繰り返しにより、タンパク質の複雑な基本法則を解明するとともに、合理的な人工タンパク質の設計法の確立を目指します。

Proteins are composed of 20 different amino acids, providing a wide diversity and a vast range of functions. Due to the diversity, it remains difficult to rationally design de novo proteins without a thorough understanding of the fundamental laws of proteins. To overcome this challenge, we are combining large-scale measurements with machine learning, including deep learning, to gain a better understanding of the basic laws and to design de novo proteins more rationally.

最近の  
発表論文

*Nature* **2023**, 620, 434–444.  
*PNAS* **2022**, e2122676119.

*PLOS Biology* **2020**, e3000632.  
*Molecular Cell* **2018**, 70, 722–729.

### タンパク質の基本法則を理解する：

「タンパク質のアミノ酸配列は構造を決め、その構造が機能を決定する」というAnfinsenのドグマというタンパク質の原理原則が50年前に提案されました。この法則は生物学では常識ですが、アミノ酸配列から、タンパク質の構造や特徴、更にその機能を正確に予測することは、この原理の提唱から50年たった今でも困難です。しかし、近年の情報科学の急速な発展と今まで蓄積されてきた膨大なデータの組み合わせにより、タンパク質構造の正確な予測が可能になりつつあります。同様の戦略をタンパク質のその他の特徴へと応用するため、その特徴に関する膨大なデータを取得し、更にそのデータを利用して深層学習モデルを構築します。これにより、タンパク質の特徴や機能の正確な予測、更にはタンパク質の基本法則の正確な理解を目指します。

### タンパク質を合理的に設計する：

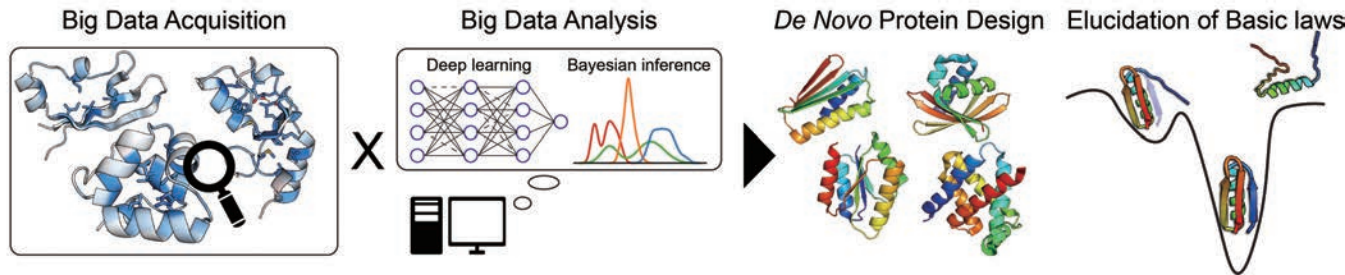
ありうるタンパク質の種類は膨大ですが、生物が利用しているタンパク質の数はおよそ10の12乗程度であり、生物はタンパク質がもつ潜在力を活かしきれてはいません。タンパク質を最大限に活かすため、タンパク質を人工的に設計することが試みられています。実際に、蛍光や発光などの機能を持つ人工タンパク質や、新型コロナウイルスの感染を強力に抑制可能な人工タンパク質も設計されています。しかし、タンパク質の基本法則の理解が未だに不完全なために、人工タンパク質の設計は運任せとなっているのが現状です。タンパク質の基本法則に関する新しい知見を利用することで、全く“新奇”のタンパク質を「合理的に」設計することを目指としています。

### Understanding the Fundamental Laws of Proteins:

Anfinsen's dogma, the principle that "the amino acid sequence of a protein determines its structure, and its structure determines its function," was proposed around 50 years ago. Although this law has widely been accepted in biology, it is still very difficult to accurately predict the structure, feature, and function of a protein from its amino acid sequence. However, with the rapid development of informatics in recent years, especially deep learning, combined with the vast amount of experimental data, it is now becoming possible to accurately predict protein structures. To accurately predict other features and functions of proteins, we are acquiring the vast amount of data on proteins and build new deep learning models. This strategy will enable us to accurately predict the features and functions of proteins, as well as accurately understand the basic laws of proteins.

### Rational design of proteins based on fundamental laws:

Although the possible number of proteins is enormous, the number of proteins living organisms are using is around 10 to the 12th power, meaning living organisms do not utilize the full potential of proteins. To fully utilize the potential of proteins, we are now designing "de novo proteins". For example, de novo proteins with fluorescence or luminescence have been designed, as well as de novo proteins that can strongly inhibit the COVID-19 infection. However, because our understanding of the fundamental laws of proteins is incomplete, the design of de novo proteins is still "by chance". Our goal is not only to elucidate the fundamental laws of proteins but also to utilize the new findings to "rationally" design de novo proteins.



# 津本研究室

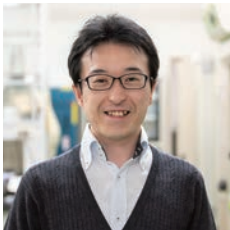
Tsumoto Lab

## 生命分子解析学

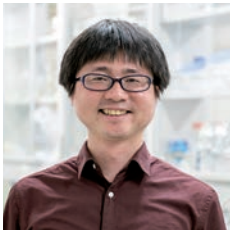
Physical Biochemistry



教授 津本 浩平  
Professor  
Kouhei Tsumoto



准教授 長門石 暁  
Associate Professor  
Satoru Nagatoishi



講師 中木戸 誠  
Lecturer  
Makoto Nakakido



助教 松長 遼  
Assistant Professor  
Ryo Matsunaga

<https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/phys-biochem/>

本研究室では、抗体工学を基軸として、高度な物理化学的解析技術と計算科学技術を融合し、創薬から材料開発までを視野に入れた幅広い研究を展開している。分子レベルでの精密な相互作用解析を基盤に、次世代のバイオテクノロジーを切り拓くことを目指す。

We are conducting a broad range of research with a focus on antibody engineering, integrating advanced physicochemical analysis techniques and computational science technologies with a view to drug discovery and materials development. Based on precise interaction analysis at the molecular level, we aim to pioneer the next generation of biotechnology.

最近の  
発表論文

*J. Biol. Chem.* **2024**, 300, 107989.  
*Structure* **2024**, 32, 2410–2421.

*Protein Sci.* **2024**, 33, e5029.  
*Protein Sci.* **2024**, 33, e5017.

### 次世代抗体工学：

抗体は、優れた抗原認識能からバイオ医薬品や診断薬として広く用いられ、その高機能化・高物性化が求められている。本研究室では、蛋白質工学、物理化学的解析、細胞生物学的解析を駆使し、次世代抗体工学の基盤研究を推進している。抗体の抗原認識機構を分子レベルで解明し、ハイスループットスクリーニングやデータ駆動型設計などの最新技術を取り入れ、抗体医薬開発を加速する研究に取り組んでいる。

### 疾患関連蛋白質群の分子マシーナリー解明：

病原性微生物や、脳神経およびがん関連蛋白質に着目し、疾患の原因となる蛋白質複合体の構造機能解析と、抗体、中分子、低分子などのモダリティ分子による制御技術開発を進めている。

### 生命金属科学：

金属は、蛋白質の機能発現に不可欠であり、その制御異常は疾患に繋がる。本研究室では、生体内における蛋白質と金属の相互作用を詳細に解析し、金属を介した蛋白質の機能制御を通して、疾患治療や新しい抗菌薬開発への応用を目指している。

### 生命分子相互作用制御基剤の開発：

本研究室では、生命分子の相互作用を制御可能な低分子化合物の探索とその最適化に取り組み、本学創薬機構(DDI)と密に連携しながら、治療薬開発だけでなく、生命科学研究に貢献する機能性基剤の創出を目指している。

### 材料創製を指向した蛋白質工学：

蛋白質の高度な自己組織化能や特異的な分子認識能に着目し、アミノ酸配列の精密な再設計を通じて、医薬品だけでなく、エネルギーや環境、材料分野など、幅広い分野で応用可能な新規バイオマテリアルの開発を目指している。

### Next-Generation Antibody Engineering:

Antibodies are widely used as biopharmaceuticals and diagnostics due to their excellent antigen recognition capabilities, and there is a demand for their enhanced functionality and properties. We are promoting basic research in next-generation antibody engineering using protein engineering, physicochemical analysis and cell biological analysis. We are working on research to accelerate antibody drug development by elucidating the molecular mechanisms of antibody antigen recognition and incorporating the latest technologies such as high-throughput screening and data-driven design.

### Molecular Machinery Elucidation of Disease-Related Proteins:

Focusing on pathogenic microorganisms and brain, nerve and cancer-related proteins, we are advancing the structural and functional analysis of protein complexes that cause disease, as well as the development of control technologies using modalities such as antibodies, mid-sized molecules and small molecules.

### Bio-metal Science:

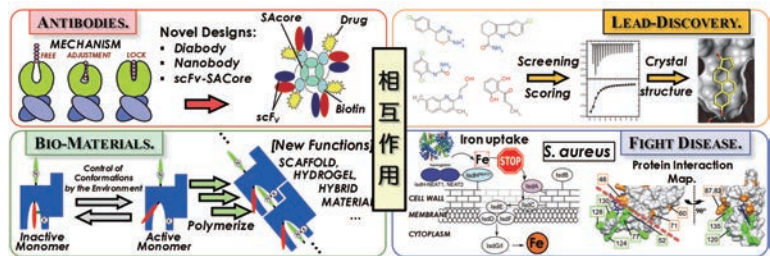
Metals are essential for the functional expression of proteins, and abnormalities in their regulation can lead to disease. We are analyzing the interactions between proteins and metals in living organisms in detail, with the aim of finding applications in the treatment of diseases and the development of new antibacterial drugs through metal-mediated functional control of proteins.

### Development of Bio-molecular Interaction Control Agents:

We are engaged in the discovery and optimization of small molecules that can control the interactions of life molecules, with the goal of creating functional reagents that contribute not only to drug discovery but also to life science research, in close collaboration with the Drug Discovery Initiative (DDI) of our university.

### Protein Engineering for Biomaterials:

Focusing on the advanced self-assembly and specific molecular recognition capabilities of proteins, we aim to develop new biomaterials that can be applied in a wide range of fields, including pharmaceuticals, energy, environment and materials, through precise redesign of amino acid sequences.



# 在校生の声



菅 翔 吾

化学生命工学専攻  
博士課程 令和7年修了

進学選択の際、高校生の頃から興味を持っていた有機化学をもっと深く学びたいとの思いから、先輩などの意見を参考にして漠然と化学生命工学科を選択しました。進学し、座学の授業で有機化学や分析化学などだけではなく生化学や分子生物学にも触れ、分子を通じて生命現象を解明する点が非常にわかりやすく、高校時代には敬遠していた生物への理解度が少しずつ高まっていくとともに、未解明な生命の神秘を解き明かしたいと考えるようになりました。4年生からは神経生物学の研究室に配属となりました。研究室は僕たちの代が一期生であり不安なところもありましたが、他研究室の設備を使わせていただき、先生・スタッフの方々の懇切丁寧なサポートのおかげで、のびのびと研究に集中できる環境に身を置けています。そして研究を通じて世界中の方とやりとりし、新しい発見をしたときには非常に感動し、もっと多くのことを明らかにしたいとの欲求に駆られます。

学科に進学が決定してから研究室に配属されるまでの期間は1年半しかなく、そんな短期間で最先端の研究を行ったり世界中の人と競争できるのか不安でしたが、化学生命工学科では論文の読み方の指導や希望者向けの英語レッスンなどがあり、サポートが充実していて、研究生活が円滑に進むよう準備を整えてくれています。どうですか？皆さんも一緒に化学生命工学科で最高のサイエンスをしませんか？

秋 山 奈 穂

化学生命工学専攻  
博士課程 令和7年修了

昔から医薬・生命系の進路を考えてはいたものの、進学選択の際に具体的に「何を学び研究したいか」が思い浮かばなかった私は、視点を変え「面白いことをとことん追究できる環境」がある学科に進学しようと考えました。その結果、化学生命工学科を選んだ理由は2つあります。まず、一流の先生方と充実した教育制度が揃っていること。本学科は講義内容や学科独自のプログラムを年々刷新するなど進歩的な雰囲気があり、教員の皆さんはサイエンスにストイックであるとともに教育熱心な方ばかりです。講義の質問をする時や実験結果について議論する際も先生がとことん付き合ってくださいるので、それが刺激となり新たな興味や研究のモチベーションが湧いてきます。

次に、研究のテーマやアプローチが幅広く独特であること。化学と生命科学のダブルメジャーを特徴とする本学科には分子生物学から有機化学まで様々な領域を扱う研究室があるので、きっと心惹かれる題材が見つかるはず。私は生命系のラボに所属し遺伝情報がタンパク質へと変換される仕組みを研究しているのですが、研究室で独自に開発された分析機器を用いる場面が多々あります。同期の中には深層学習を用いた生体分子の分類に取り組む学生がいたり、分析化学や情報科学まで駆使した独創性ある研究ができるのも工学部に属する本学科の強みでしょう。皆さんが一度きりの大学生活を過ごす環境として、本学科が選択肢の1つになれば嬉しいです。

安 田 壮 秀

化学生命工学専攻  
博士課程 在学中

統合物質・情報国際卓越大学院（MERIT-WINGS）コース生

ものづくりにも生命系にも興味があった私は、工学系で唯一その両方が学べる化学生命工学科に魅力を感じ、進学することを決めました。進学当時は博士課程まで進むことは全く考えていませんでしたが、自らの手で開発した分子で生命現象を自在に制御してみたいという思いが募り、4年次には修士博士一貫コースでの進学を決めました。講義で学習した内容が自分の研究に反映されていく感動や、研究の最前線をいくスタッフの先生方や先輩の研究者としての姿、さらには充実した実験設備やサポート体制も博士課程への進学を決めた判断材料となりました。今振り返ってみれば、3年次に学習した有機化学や生命科学の内容は、自分の手で合成した核酸分子を使って生命を制御しようとする現在の研究の確かな礎となっています。本学科では、有機化学などの中心分野以外にも、物理化学や分析化学など幅広い関連講義を受けることができます。知識を全く持ち合わせていない状態では好奇心を持つことも難しいですが、学会など他の研究に触れる際、広い知識は自らの好奇心の幅を広げてくれたと感じます。本学科は、充実した環境でこれを研究したいんだ！という方にはもちろん、自分の研究したい内容が定まっていな方にもぴったりの学科だと思います。幅広い教育内容は皆さんの進路決定の一助となり、多様な研究室は皆さんの好奇心をきっと受け入れてくれるのではないのでしょうか。



## 卒業生の声



平成 31 年修了

時丸 祐輝

化学生命工学専攻 博士

旭化成(株)勤務

科学者として社会に貢献するためには、ひとつだけではなく複数の学問を組み合わせ、解決策を模索してゆく、新しい概念を創出していくことが必要です。そういった能力の向上のために、化学と生命科学のダブルメジャーを謳っている化学生命工学科に進学しました。

いざ進学してみると、有機化学と生命化学を中心に、化学工学、物理化学など驚くほど多様な授業を受講でき、大変ではありましたが確実に自分の力になってゆくのを実感できました。語学力を鍛える環境も充実しており、勉強する良いきっかけとなったのを覚えています。

4年生からは研究室に配属になり、世界最先端のサイエンスをエンジョイできます。博士課程ではデバイス構築に向けた芳香族化合物の合成研究を行いました。研究生活ではうまくいかないことも多いですが、優秀な仲間や先生たちと協力しつつ、うまくいったときの喜びは格別です。

現在私は化学メーカーで研究開発を行っています。必要になる 専門性の深さ、専門守備範囲の広さ、周りを巻き込む力、やりたいことをやり抜く力、全て化生で学んだことです。これらを武器に温暖化など地球規模の課題を解決し社会に貢献すべく奮闘しています。

みなさんも化学生命工学科で自分の可能性を広げてみませんか？あなたのチャレンジ精神に必ず応えてくれる環境です。



令和 5 年修了

青木 翼

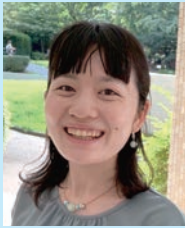
化学生命工学専攻 博士

味の素(株)勤務

私は学部の講義を受ける中で、骨格を一から組み立てて新しい分子を生み出すことのできる化学に惹かれ、この学科に進学しました。ただ、在学中は、「生命工学との二刀流で他の化学系学科よりも凄そうだ」という思いと、「実はどっちつかずな学科なのは」と悶々とした気持ちが同居していたこともあります。しかし、会社でバイオ医薬の分野を研究することになって初めて、私は学科選びに成功したのだと心から感じる事ができました。幅広い講義やラボで学んだ内容のすべてが、「経験」という武器として今の仕事に活かしています。まさに化学と生命工学の両輪があって初めて、それらの融合分野であるバイオ医薬の研究が成り立っているのだと実感しています。

皆さんの中には、「できるだけ楽な学科にしよう」と思われる方もいるかもしれませんが、しかし、東大入試という難関を突破した皆さんにこそ、新しい挑戦をしてもらいたいと願います。皆さんはこれまで、難しいと言えど“過去に誰かが登ってきた山”に登頂してきたわけで、これから学科に入って行う研究、そしてその先にある社会での仕事とは、“誰も登ったことのない山”への挑戦だからです。「社会に出て前人未到の山に登る実力はあるか」「頼りになる仲間はいるか」、学科を選択する今、ぜひ自問していたきたいと思います。私が自信を持って言えるのは、化学生命工学科の先生は、必ずこれらを得るための力になってくれるということです。

皆さんが悔いのない学科選びをし、その結果が化学生命工学科であることを願っています。



令和 5 年修了

高倉 眞優子

化学生命工学専攻 博士

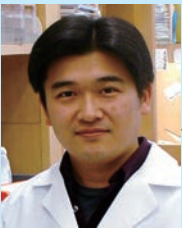
中外製薬(株)勤務

私は進学先を選ぶ際、具体的に深く学びたい分野がまだ決まっていませんでした。化学と生物が何となく好きで、研究室見学が面白かったことから、化学生命工学科を選びました。 進学後の授業では、生命現象の基礎的なメカニズムから最先端のエンジニアリング、そして「モノづくり」に欠かせない多様な化学反応や高分子合成反応など、多彩な分野に触れることができました。ある現象のメカニズムの解明からその応用分野に至るまで、各講義で学んだ知識が次第に繋がり、一つの大きな絵を描くような感覚は忘れられません。

4年生からは研究室に配属され、本格的な研究生活が始まりました。私は工学部では比較的珍しい基礎研究分野の研究室に所属し、疾患の発生メカニズムに関連し得る生命現象の理解を目指して研究を行っていました。研究は大変なことも多いですが、新しい知見を得られた時の喜びは格別です。たとえ小さな発見でも「世界初の発見」という事実には、何とも言えない魅力があります。

本学科では、どんな興味も受け入れてくれる環境が整っています。幅広い分野のスペシャリストである先生方や仲間たちと共に学び、研究できたことは私にとって大きな財産です。本学科は「化学と生命のなんでも屋」として、様々な分野に挑戦できる場所です。きっと、あなたもここで没頭できる何かを見つけることができるでしょう。

ぜひ、本学科での学びを通じて、自分だけの発見を楽しんでください。



平成 15 年修了

泊 幸秀

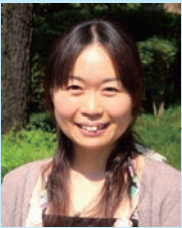
化学生命工学専攻 博士

東京大学定量生命科学研究所 教授

化学生命工学科で学ぶ内容は非常に多岐にわたります。分子生物学・生化学にとどまらず、高分子化学、有機化学、物理化学、分析化学など、生物系に特化した学科では学ぶ機会が多くないもの含まれます。

私は現在、RNA 干渉を引き起こす siRNA を含め、遺伝子発現を緻密に制御している「小さな RNA」が働くメカニズムについて研究を行っています。日常的に使用するのは分子生物学・生化学が主ですが、分子レベルで生命現象を理解しようとした時、有機化学、物理化学などの知識は欠かすことが出来ません。

学生時代に、当学科において幅広い分野の基礎をたたき込んで頂いたことは、私の大切な財産です。また、学生実験・実習がとても充実しているのも当学科の特徴です。サイエンスにおいて、実際に手を動かさなければ身につかないことは数え切れないほどありますし、何より純粋に楽しいものです。実験・実習を通して、サイエンスの面白さの神髄に早い段階で触れられたことを、今も大変感謝しています。



平成 16 年修了

鳴瀧 (菅原) 彩絵

化学生命工学専攻 博士

東京科学大学総合研究院 教授

原子や分子を診て操ることができる学問「化学」に興味があり、なかでも、複雑な分子システムである「生命」までを学ぶことができる化学生命工学科に魅力を感じて進学を決めました。3 年次には有機化学や生命化学など、多岐にわたる授業や演習、実験をとおして専門科目への理解を深めます。研究室に配属されて未知の研究テーマに取り組む段階になると、先生や先輩との距離もぐっと縮まり、実験の進め方や論文の書き方などを直接指導してもらいます。私は卒業論文の内容を、学会や英文雑誌で発表する機会を与えていただき、自分の研究を世界に発信する面白さを知りました。博士課程まで一貫して化学生命工学科／専攻に在籍し、密度の濃い研究生活から多くのことを学びました。本学科で幅広く学んだ経験を生かし、卒業後には国内外の研究室で異分野の研究にも挑戦することができました。

現在私は、遺伝子工学と無機化学の境界領域に位置する研究をしており、学生時代に学んだことからアイデアを得ることもあります。化学生命工学科は、頑張る人を応援する、活気にあふれた学科です。自分の可能性に挑戦したい、元気な皆さんの進学をお待ちしています。



令和 2 年修了

古畑 隆史

化学生命工学専攻 博士

東京大学大学院工学系研究科 化学生命工学専攻 助教

“なぜ生命は勝手に動くのだろうか？”、“どんなメカニズムで生命は維持されているのだろうか？”。私も、高校で DNA の作らせん構造に惹かれ、それをきっかけに生命に対する素朴な疑問を抱いた一人でした。私にとって化学生命工学専攻（化生）は、そんな疑問に化学の視点で答えてくれる、いや、自分で答えを心ゆくまで探することができる、そんな場所だと思います。

生命現象は化学反応の織りなす複雑な自律システムです。そんな生命の仕組みを調べる方法は色々あります。例えば、実際に細胞や分子の動きを“見る”方法、あるタンパク質や遺伝子を“壊す”ことで、その影響を知る方法。これらは、いわば分子生物学の王道かもしれません。一方で、化生を特徴づけるのは有機化学をも駆使した“作る”アプローチ。生体反応を可視化する分子・手法を“作る”、細胞の動きを操る分子を“作る”、あるいは生体の動きを模倣したシステムを“作る”。生命は複雑で、なかなか思ったような振る舞いを見せてはくれません。でも、“作る”過程で重なる試行錯誤の結果は、生体の秩序を維持し、時に変化させていく上で欠かせない化学的なエッセンスを教えてくれるのです。自分で作って操るからこそ分かる分子、そして生体反応の振る舞い。私は化生に進学して研究を進める中でそれらに触れ、動的で繊細な生命の化学に心動かされました。また、これらの新しい研究領域は画期的な薬の創出にもつながります。みなさんも、そんな“作る”生命化学の面白さに化生で触れてみませんか。

# 海外留学報告

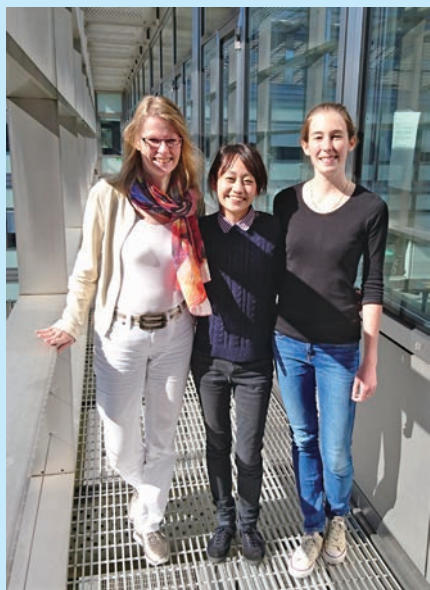
博士課程卒（平成 31 年 3 月修了） 茂 垣 里 奈

私はリーディング大学院（ライフイノベーションを先導するリーダー養成プログラム，GPLLI）の海外短期留学制度を利用して、スイス連邦工科大学チューリッヒ校（ETH Zürich）の Helma Wennemers 教授の研究室で約 3 ヶ月間研究を行いました。私は学部卒業研究から相田研究室に所属し、タンパク質や核酸などの生体高分子に接する『分子糊』に関する研究をしています。短期留学に際し、「せっかく行くなら新しい研究分野に一から挑戦してみたい！」と考え、ペプチド化学を専門とする Wennemers 研究室で全く新しい研究を行うことにしました。

Wennemers 研ではコラーゲンに関するテーマに携わり、ペプチドの合成や精製方法、各種アッセイを一から学びました。学部から大学院で学んだ基礎知識や研究に対する取り組み方・考え方は、慣れない環境・異なる分野でも大いに活かしました。また、ETH は研究環境や設備が大変充実しており、ポストドクと博士課程学生を中心とする研究室のメンバーと共に、研究に存分に集中することができました。熱意のあるメンバーたちとの研究生活や（ときにお酒を片手にした）ディスカッションは刺激的でとても楽しかったです。

後日談ですが、私の留学から約 1 年半後、Wennemers 研と一緒に研究をしていた博士課程学生が相田研に短期留学で滞在し、共に分子糊の研究に取り組みました。スイス滞在中も、学会や大学院生向けプログラムなどを通じて知り合った国内外の友人にアドバイスもらったり、一緒に旅行に行ったりしました。科学を通じて世界中の研究者と交流できることも研究生活の魅力の一つです。

最後に、受入を快諾してくださった Wennemers 教授とお世話になった研究室のメンバー、留学に快く送り出してくださった相田教授、そしてご支援を賜りました GPLLI にこの場をお借りして御礼申し上げます。



博士課程卒（令和 7 年 3 月修了）化学生命工学専攻 助教 谷 田 部 浩 行

私は、博士課程 1 年時に米国国立衛生研究所（NIH）にある Murali C. Krishna 先生の研究室に半年間留学しました。私は、学部 4 年から山東研究室に所属し、疾患診断への応用を目指した超偏極 MRI 分子プローブの開発を行っています。「超偏極」とは、分子プローブ（造影剤）の MRI 信号を劇的に向上させる技術です。しかし、超偏極装置は非常に高価であり、世界的に見ても多くは普及していません。留学前は、超偏極装置を有する数少ない国内の研究室の協力を得ながら、開発した分子プローブの超偏極実験を行っていました。国内で超偏極実験ができる環境が整っていたことは幸運でしたが、マシンタイムが限られており、思うように実験を進められない状況でした。そこで、集中して超偏極実験を行うために、Murali 研究室に留学することを決意しました。当時の Murali 研究室には、超偏極装置が 3 台設置されており、超偏極実験を進める上でまさに理想的な環境でした。実際、2 台の超偏極装置を同時に使えるタイミングもあり、効率的に研究を進められました。中でも、当時アジアには導入されていなかった最先端の超偏極装置（Spin Aligner）を使用できたのは貴重な経験でした。帰国後、最も Spin Aligner を使用した日本人として、共同研究者に助言を行う機会もありました。このように、留学先で学んだ技術や知見を日本に持ち帰るというのも留学の醍醐味の一つです。また、NIH にはさまざまな分野の専門家が集結しており、Murali 研究室での議論は大変刺激的でした。科学を通じて世界中の研究者と交流することは、想像以上に楽しく、有意義なものでした。初めての海外生活で不安も大きかったですが、プライベートも含め、色々な体験をすることができ、留学を通じて成長できたと思います。最後に、留学先でお世話になった Murali 研究室の先生方、そして留学を後押ししてくださった山東先生と研究室のメンバーに、この場を借りて御礼申し上げます。



# 大学院

化学生命工学専攻の大学院生は、専攻内外の様々なプログラムによって研究生活を支援されています。

## 一貫研究プログラム

大学院の修士課程受験者は「一貫研究プログラム」を選択することができます。博士号を目指す一貫研究プログラムの学生には研究室で最先端の研究に専念する特別な機会が与えられるとともに、博士進学へ向けた奨学金の取得の過程でこれらの学生は優遇されます。プログラムの学生は、入学から 1 年後に資格試験（QE）を受ける必要があります。プログラムに出願を希望する者は、出願の前に配属希望研究室の教員と、出願の資格審査や今後の計画などの詳細について話し合ってください。

大学院入試の詳細は、専攻ホームページにてご確認ください。

<https://www.chembio.t.u-tokyo.ac.jp/graduate/>

## 統合物質科学国際卓越大学院（MERIT-WINGS）

<https://www.merit.t.u-tokyo.ac.jp/merit/>

物質科学を基軸として、高度な専門性と科学技術全体を俯瞰するグローバルな視点を併せ持ち、産官学の広い分野で人類社会の課題解決にリーダーとして取り組む人材の育成を目指します。本プログラムは、物理学、化学、材料科学、電子工学を基盤として物質科学に関わる東京大学の 3 研究科 9 専攻が結集し、平成 24 年度から始めたものです。博士前期・後期課程一貫教育を実施し、先端的な物質科学研究を基軸としつつ、グローバルで幅広い視点で人類社会の課題を捉え、それを解決するために「統合物質科学」を学び、新たな社会の仕組みを創り出すことをリードする人材を育成することを目的としています。

複数教員指導体制／修士課程 1 年次後半より奨励金の支給／コースワーク／特別講義／コロキウム／自主キャンプ／自発融合研究／長期海外派遣／インターンシップ

## 生命科学技術国際卓越大学院プログラム（WINGS-LST）

<https://square.umin.ac.jp/wings-lf/>

本プログラムは、長期的な視点からヒトの健康に寄与できる人材の育成を目標とするプログラムです。このため、基礎的な原理の解明から臨床につながる応用技術まで、広い生命科学技術をその対象とします。本プログラムの履修カリキュラムでは、コアとなる研究分野での専門能力・多様な学問領域を見渡し、本質的な問題を抽出する俯瞰力・最適な分野の研究者と協力して研究を推進する展開力の 3 能力を鍛え、新しい学問分野を創造できる知のプロフェッショナル人材の育成を目指します。

プログラム生への経済的支援／分野俯瞰講義と演習（生命科学、工学技術、情報処理技術等）／ラボインターンシップ／社会実装に関する種々の教育（医療規制、臨床研究）／共同研究プロジェクト／インターンシップ／海外インターンシップ

## 化学人材育成プログラム

[https://www.nikkakyo.org/Jinzai\\_ikuseiProg/](https://www.nikkakyo.org/Jinzai_ikuseiProg/)

我が国の化学産業が国際競争力を維持、向上させていくためには、より高い研究開発力の追求が不可欠であり、高い専門性と幅広い周辺知識を持ち、課題の設定及び解決能力を兼ね備えた高度研究人材の必要性がこれまで以上に高まっています。

一般社団法人日本化学工業協会は、「化学人材育成プログラム」を創設し、化学産業が大学に求める人材ニーズの発信と、これに応える大学の支援活動を行っています。「化学人材育成プログラム」では、化学企業が望ましいと考える博士後期課程の教育カリキュラムを持つ大学院専攻を公募・選定し、選定された大学院専攻については、就職支援等を含めたトータル支援を行います。また、その中から特に優れた専攻に対しては、博士後期課程学生を対象に奨学金の給付を行います。

奨学金の給付／就職の支援／大学・企業の交流促進／化学産業教育の支援

# 卒業後の進路

卒業生は、国内外の大学や公的研究機関、化学・バイオ系をはじめ幅広い業種の企業で活躍しています。

学部生の大多数は大学院修士課程に進学します。修士課程修了後は約30%が博士課程へ進学し、残りは企業や官公庁に就職しています。博士課程に進学すると優れた問題発見・問題解決能力がさらに磨かれ、ほとんど問題なく、企業や公的研究機関、大学に就職し、活躍の場を見だしています。

- 学部卒業生のほとんどが大学院へ進学
- 修士課程修了者の約30%が博士課程へ進学
- 令和5年度～令和元年度の就職先（修士課程・博士課程）

## 化学・バイオ・エネルギー

### 化学

三菱ケミカル、住友化学、旭化成、三井化学、富士フイルム、JSR、信越化学工業、クレハ、レゾナック、東亜合成、東ソー、太陽ホールディングス、ダウ・ケミカル、LG Chem、ほか

### 繊維

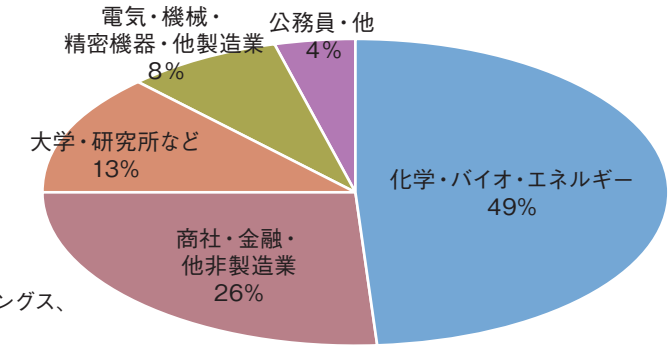
東レ、ほか

### 医薬品

中外製薬、協和キリン、第一三共、アステラス製薬、エーザイ、JT、旭化成メディカル、塩野義製薬、小野薬品工業、東和薬品、大正製薬、小林製薬、日本臓器製薬、ほか

### 化粧品

花王、資生堂、P&G、日本ロレアル、ほか



### 食品

味の素、キリン、明治、森永製菓、ほか

### 素材

AGC、ブリヂストン、東洋合成工業、ほか

### エネルギー

ENEOS、日本エアリキード、ほか

## 電気機器・機械・精密機器・他製造業

キオクシア、富士通、IBM、キーエンス、ダイキン工業、テルモ、島津製作所、HUAWEI、マイクロンメモリ、ブラザー工業、日本プロセス、DNP、LIXEL、ほか

## 商社・金融・他非製造業

野村総合研究所、NTTデータ、グーグル、住友商事、アクセンチュア、PwC、ほか

## 大学・研究所等

東京大学、京都大学、筑波大学、名古屋大学、バーミンガム大学、コペンハーゲン大学、カリフォルニア大学ロサンゼルス校、理化学研究所、相模中央化学研究所 ほか

## 博士号・修士号・学士(学卒)それぞれのもつ意味

厳しい効率化を重ねた結果、国内企業では自前で人を育てる余裕がなくなり、即戦力となる人材を求めています。大学院で取得する学位（博士号、修士号）は、研究者として即戦力たる実力を証明するパスポートです。

一方、国内にいと気づかないかもしれませんがアメリカ、欧州、中国など海外の多くの国では、理工系の大学院修了者とは博士号取得者のことです。修士号はなんらかの理由で博士号取得には至らなかった人が大学院を去る際に、ある一定の基準を満たしていると与えられる学位です。すなわち、博士号取得者は研究者として第一線で活躍し、リーダーシップを発揮することが期待されるのに対し、学士・修士は研究においては補助的業務が期待されており、給与体系も全く異なります。また、国内外を問わずアカデミックなポストは博士号取得者に限られています。

このように学位が評価されるのは、最先端の研究の現場で経験し身に付ける、専門知識、文献調査とデータ解析から得られる論理的思考、ディスカッション能力、論文として成果をまとめあげる力、学会等でのプレゼン能力、それらに必要な英語力等々が学位取得者の磨かれた実力として認められているからです。もちろん、目的もなく進学しても、これらの実力が努力なしに勝手に身につくわけではありません。無為に時間がたってしまう危険性もあります。しかし、目的をもって自己研鑽する人には、限りなく能力を伸ばせる学びの場となる環境が整っているのです。

今後、ますます多様化・複雑化していく社会を見据え、世界の中で生き抜く力を、「化学生命工学」のエキサイティングな研究の場で、身につけてみませんか？

皆さんの輝かしい将来をスタッフ一同、全力で応援します。

# キャンパスへのアクセス

## 本郷キャンパス

東京メトロ丸の内線・都営大江戸線

本郷三丁目駅 徒歩8分

東京メトロ千代田線

湯島駅 徒歩8分

根津駅 徒歩8分

東京メトロ南北線

東大前駅 徒歩5分



## 駒場キャンパス

小田急線・東京メトロ千代田線

東北沢駅 徒歩7分

代々木上原駅 徒歩12分

京王井の頭線

駒場東大前駅 徒歩10分

池ノ上駅 徒歩10分



化学×生命×工学

