



東北大学大学院理学研究科  
化学専攻案内  
**2024**

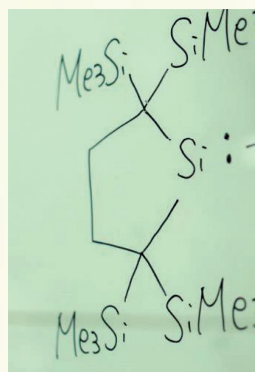
Department of Chemistry  
Graduate School of Science  
**TOHOKU UNIVERSITY**



# 未開の分野を切り拓く

## 伝統の創造力と

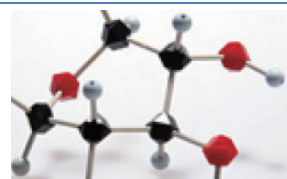
## 最先端の研究環境



### 目次

- ▶ 東北大学大学院理学研究科化学専攻の概要
- ▶ 大学院入試について ..... 1  
自己推薦入試・一般選抜入試・入試スケジュール・問い合わせ先
- ▶ 研究室一覧 ..... 3
- ▶ 青葉山キャンパス等の各研究室紹介 ..... 4
- ▶ 片平キャンパスの概要と各研究室紹介 ..... 22
- ▶ 学外の連携・委嘱分野の各研究室紹介 ..... 34
- ▶ アクセスマップ ..... 37

## 東北大学大学院理学研究科化学専攻の概要



東北大学は1907年（明治40年）に創立された東北帝国大学にはじまります。東北帝国大学には発足以降次々と新しい学部、研究所が設置されて日本有数の総合大学となり、理学部にも新しい学科や附属施設が設置されて大きな発展を遂げました。第2次大戦後学制が改革され、1949年（昭和24年）本学部は新制東北大学理学部として再発足しました。さらに、1953年（昭和28年）には理学部に大学院理学研究科が設置され、化学科には化学専攻が置かれました。1995年（平成7年）に理学部・理学研究科では学内の先頭を切って大学院の重点化整備が行われ、大学院が学部付属していた体制から大学院を中心とする新しい体制に移行しました。

開学以来“研究第一主義”をモットーとして研究重視の学風を堅持してきましたが、これは、第一級の研究者こそ真に質の高い教育ができるという考えで、東北大学が誇る伝統的な学風です。未開の分野に踏み込んで、道を切り開こうとする創造的研究の学風は東北大学の特徴です。東北大学の化学科でこのような未開の地を切り開き、化学の分野に足跡を残した人は数多くいますが、一例として文化勲章受賞者をあげると眞島利行、赤堀四郎、野副鉄男、中西香爾の4名にものぼります。

また、日本の大学で最初に女子に門戸を開いたのは東北帝国大学理科大学です。既然大正2年、第3回目の入学者の中に化学科2名、数学科1名の女子学生がいます。化学科に入学された黒田チカ、丹下ウメのお二人は卒業後も研究を続けられ、日本の化学に大きな足跡を残しました。

### 化学研究の世界的な一大拠点

化学科が発足したときにはわずか3名の教授による3講座が、現在では5つの基幹講座（無機・分析化学講座、有機化学講座、物理化学講座、境界領域化学講座、先端理化学講座）に組織される研究室と、学内の多元物質科学研究所、金属材料研究所、材料科学高等研究所、高度教養教育・学生支援機構に所属する研究室、そして学外の連携・委嘱分野を併せた研究室から構成されています。協力講座含め約90名もの教員が指導にあたります。その研究内容は、生物化学、天然物化学、有機合成化学、有機金属化学、金属錯体化学、超分子化学、ナノ・バイオ分析化学、レーザー分光化学、計算化学などを含み、化学の主要分野を網羅しています。これらの研究室が、研究科付属の巨大分子解析研究センターなどの協力を得て化学研究の世界的な一大拠点を形成しています。

### 特徴ある研究教育プログラム、グローバル化へ向けて

当専攻では21世紀COEプログラム「大分子複雑系未踏化学」（2002年～2006年）、さらにそれを引き継いだグローバルCOEプログラム「分子系高次構造体化学国際研究拠点」（2007年～2011年）によって、工学、薬学、農学研究科などとも連携が推進され、我が国最大規模のオール化学分野の協力による大学院教育・研究体制が確立されつつあります。また、大学のグローバル化に向けた取組も進んでいます。大学の世界展開力強化事業（日中韓のトライアングル交流事業・キャンパスアジアプログラム）「持続的社会に貢献する化学・材料分野のアジア先端協働教育拠点の形成」（2012年～2016年）により、東北大学のオール化学分野と日中韓五大学との間の教育・研究相互交流を進めました。更に2022年からは学内の化学関連8部局が集う「統合化学国際共同大学院プログラム」を開始し、より国際的・学際的研究を発展させています。

化学専攻はますます国際化を進め、世界的に活躍する人材を輩出する世界トップの化学研究拠点としてさらなる飛躍を目指します。



## 大学院入試について

化学専攻では、一般選抜入試に加え、他大学・他学部等からの受験生に配慮した自己推薦入試を実施しています。

化学専攻では、分子を中心として材料、生命など多岐にわたる自然現象の理解を目指して、研究および教育を実施してきました。しかし、最近の学問の発達に伴い、学際化が急激に進行しております。これからは周辺領域への融合を積極的に図りながら、新たな学問分野を創生する必要があります。

このため自己推薦入試では、従来の筆記試験による選抜とは異なる視点に立ち、様々な特性と才能を備えた多様な学生を選抜します。化学分野のみならず、例えば物理学、応用物理学、薬学、農芸化学、数理科学、情報科学、環境科学、生活科学、理科教育など、異なる分野で十分な基礎学力を習得し、当大学院において複合的視点での学習・研究を達成できる能力を持つ、学習意欲あふれた方を募集します。

### 自己推薦入試

<http://www.chem.tohoku.ac.jp/entrance/graduate/ao.html>

#### 選考日程

|        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| 募集要項発表 | : 4月                               |
| 入試説明会  | : 5月18日(土)                         |
| 出願期間   | : 6月 3日(月) 10:00 ~ 6月7日(金) 17:00まで |
| 試験日    | : 7月 6日(土)                         |

#### 試験科目

研究紹介および面接試験

#### 合格内定者の発表

7月8日(月) 午後6時頃  
化学専攻ウェブサイトにて発表

### 一般選抜入試

<http://www.chem.tohoku.ac.jp/entrance/graduate/index.html>

#### 選考日程

|        |                   |
|--------|-------------------|
| 募集要項発表 | : 6月              |
| 出願期間   | : 7月中旬            |
| 試験日    | : 8月20日(火)、21日(水) |

#### 試験科目

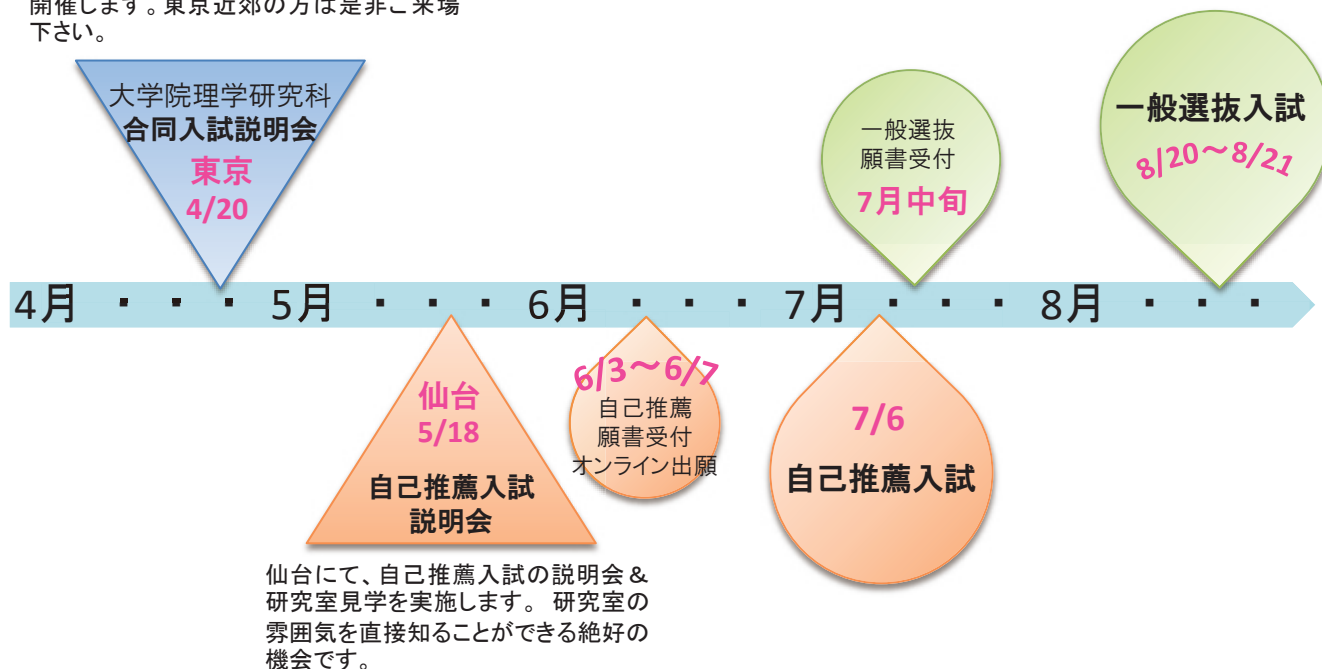
筆記試験(化学)および、面接試験

令和6年4月入学の一般選抜試験より、英語科目の評価としてTOEFL®もしくはTOEIC®試験の成績を利用する事となりました。

出願時にスコアシートの提出が必要です。

詳細および日程は化学専攻ホームページをご覧ください。

東京分室にて理学研究科合同で説明会を開催します。東京近郊の方は是非ご来場下さい。



## 入試に関する全般的問い合わせ先

東北大学理学部・理学研究科教務課大学院教務係

〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6-3

TEL:022-795-6351/FAX:022-795-6345

E-mail:sci-in@grp.tohoku.ac.jp

## 最新情報はこちら

化学科・化学専攻ホームページ <http://www.chem.tohoku.ac.jp/>

- ・説明会情報
- ・自己推薦入試に関する情報
- ・一般選抜入試に関する情報
- ・専攻パンフレットの請求
- ・入試の過去問題について

## 学生募集要項の請求はこちら

大学院理学研究科・理学部のホームページ <https://www.sci.tohoku.ac.jp/>

## 化学専攻研究室一覧

### 無機化学・分析化学関連研究室

|           |                 |       |             |
|-----------|-----------------|-------|-------------|
| 無機・分析化学講座 | 分析化学研究室         | 西澤 精一 | 教授(理) … 5   |
| 〃         | 無機化学研究室         | 橋本 久子 | 教授(理) … 6   |
| 〃         | 錯体化学研究室         | 坂本 良太 | 教授(理) … 7   |
| 境界領域化学講座  | 無機固体物質化学研究室     | 福村 知昭 | 教授(理) … 8   |
| 先端理化学講座   | 放射化学研究室         | 木野 康志 | 教授(理) … 9   |
| 固体化学講座    | 錯体物性化学研究室       | 宮坂 等  | 教授(金) … 24  |
| 化学反応解析講座  | ナノ・マイクロ計測化学研究分野 | 福山 真央 | 准教授(多) … 25 |

### 物理化学関連研究室

|             |                |        |            |
|-------------|----------------|--------|------------|
| 物理化学講座      | 理論化学研究室        | 美齊津 文典 | 教授(理) … 10 |
| 〃           | 量子化学研究室        | 藤井 朱鳥  | 教授(理) … 11 |
| 〃           | 有機物理化学研究室      | 叶 深    | 教授(理) … 12 |
| 〃           | 計算分子科学研究室      | 森田 明弘  | 教授(理) … 13 |
| 化学反応解析講座    | 走査プローブ計測技術研究分野 | 米田 忠弘  | 教授(多) … 26 |
| 〃           | ナノ機能物性化学研究分野   | 組頭 広志  | 教授(多) … 28 |
| 〃           | 精密無機材料化学分野     | 根岸 雄一  | 教授(多)      |
| (2024年5月着任) |                |        |            |

### 有機化学関連研究室

|          |                |       |            |
|----------|----------------|-------|------------|
| 有機化学講座   | 有機化学第一研究室      | 上田 実  | 教授(理) … 14 |
| 〃        | 合成・構造有機化学研究室   | 岩本 武明 | 教授(理) … 15 |
| 〃        | 有機分析化学研究室      | 林 雄二郎 | 教授(理) … 16 |
| 〃        | 学際基盤化学研究室      | 豊田 耕三 | 教授(理) … 17 |
| 境界領域化学講座 | 有機化学第二研究室      | 瀧宮 和男 | 教授(理) … 18 |
| 〃        | 反応有機化学研究室      | 寺田 眞浩 | 教授(理) … 19 |
|          |                | 中村 達  | 教授(高)      |
| 生体機能化学講座 | 生命機能分子合成化学研究分野 | 永次 史  | 教授(多) … 29 |
| 化学反応解析講座 | 生命機能制御物質化学研究分野 | 和田 健彦 | 教授(多) … 30 |
| 固体化学講座   | 有機・バイオナノ材料研究分野 | 笠井 均  | 教授(多) … 31 |

### 生物化学関連研究室

|          |                 |        |            |
|----------|-----------------|--------|------------|
| 先端理化学講座  | 生物化学研究室         | 大橋 一正  | 教授(生) … 20 |
| 生体機能化学講座 | 量子ビーム構造生物化学研究分野 | 南後 恵理子 | 教授(多) … 27 |
| 〃        | 生命分子ダイナミクス研究分野  | 高橋 聡   | 教授(多) … 32 |
| 〃        | 細胞機能分子化学研究分野    | 水上 進   | 教授(多) … 33 |

### 連携・委嘱分野

|             |          |        |            |
|-------------|----------|--------|------------|
| 産業技術総合研究所   | 分離化学研究室  | 川波 肇   | 教授(委) … 35 |
|             |          | 金久保 光央 | 教授(委)      |
|             |          | 伊藤 徹二  | 教授(委)      |
| 日本原子力研究開発機構 | 重元素化学研究室 | 渡邊 雅之  | 教授(客) … 36 |
|             |          | 北辻 章浩  | 教授(客)      |

### 関連施設

|              |       |            |
|--------------|-------|------------|
| 巨大分子解析研究センター | 岩本 武明 | 教授(兼) … 21 |
|--------------|-------|------------|

- 青葉山キャンパス
- 片平キャンパス
- 川内北キャンパス
- 学外

所属：

- (理) 理学研究科
- (多) 多元物質科学研究所
- (金) 金属材料研究所
- (材) 材料科学高等研究所
- (生) 生命科学研究科
- (高) 高度教養教育・学生支援機構



## 青葉山キャンパス等の 各研究室紹介



…理学研究科

## 分析化学研究室

(Analytical Chemistry)

教授 西澤 精一

准教授 佐藤 雄介

准教授 盛田 伸一



**【研究概要】** 生命現象を分子レベルで解明することは、21 世紀の化学が担うべき魅力的な研究課題です。私たちは、高度な生命現象を司るキープレイヤーとしての RNA、特に、タンパク質に翻訳されない RNA (ncRNA) を主要な研究対象として、RNA の新しい機能を明らかにしうる細胞内可視化プローブや検出プローブ、蛍光インジケーターの開発を進めています。また、RNA を内包し、細胞間コミュニケーションに重要な役割を果たしている細胞外小胞（エクソソーム）も主要な研究対象で、細胞外小胞の未知の機能を明らかにしうる検出プローブの開発も進めています。

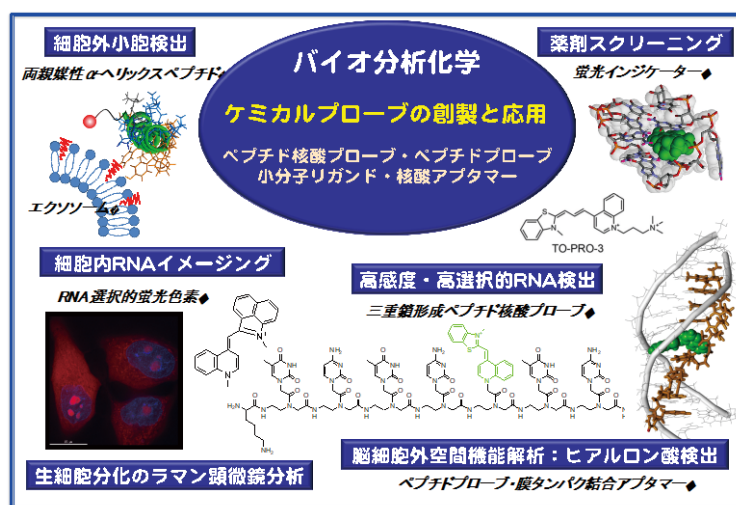
このように、私たちの研究グループでは、ncRNA や細胞外小胞の機能を解明するためのケミカルプローブを創製し、これらに基づく検出・疾患診断・機能解析法や創薬の支援ツールを提案・開発することで、生命科学の発展に貢献することを目指しています。

**【Research】** Our research interests focus on bioanalytical chemistry based on the advanced design and

synthesis of chemical probes that target significant biomarkers such as non-coding RNA and extracellular vesicles. We have created novel probes based on peptide nucleic acids, peptides, small organic molecules, or DNA-based aptamers, and have developed a highly sensitive and selective detection or imaging methods for biological research and drug discovery. By providing such chemical probe-based bioanalytical methods, we are trying to contribute to the further development of life science.

### 【代表論文】

- 1) K. Ohira, Y. Sato, S. Nishizawa, "Self-Assembly and Disassembly of Membrane Curvature-Sensing Peptide-Based Deep-Red Fluorescent Probe for Highly Sensitive Sensing of Exosomes", *ACS Sens.*, **8**, 522-526 (2023).
- 2) Y. Sato, Y. Takaku, T. Nakano, K. Akamatsu, D. Inamura, S. Nishizawa, "Synthetic DNA binders for fluorescence sensing of thymine glycol-containing DNA duplexes and inhibition of endonuclease activity", *Chem. Commun.*, **59**, 6088-6091 (2023).
- 3) Y. Sato, H. Miura, T. Tanabe, C. U. Okeke, A. Kikuchi, S. Nishizawa, "Fluorescence sensing of the panhandle structure of the influenza A virus RNA promoter by thiazole orange base surrogate-carrying PNA conjugated with small molecule", *Anal. Chem.*, **94**, 7814-7822 (2022). (Highlighted at Supplementary Cover Art)
- 4) K. Higuchi, Y. Sato, N. Togashi, M. Suzuki, Y. Yoshino, S. Nishizawa, "Bright and light-up sensing of benzo [c,d] indole-oxazolopyridine cyanine dye for RNA and its application to highly sensitive imaging of nucleolar RNA in living cells", *ACS Omega*, **7**, 23744-23748 (2022). (Highlighted at Front Cover)
- 5) E. T. T. Lee, Y. Sato, S. Nishizawa, "Small Molecule-PNA Oligomer Conjugates for rRNA A-site at neutral pH for FID Assays", *Chem. Commun.*, **56**, 14976-14979 (2020). (Highlighted at Front Cover)



連絡先 西澤 精一 (Seiichi NISHIZAWA)

Tel: 022-795-6549 Fax: 022-795-6552

<http://www.anal.chem.tohoku.ac.jp/>

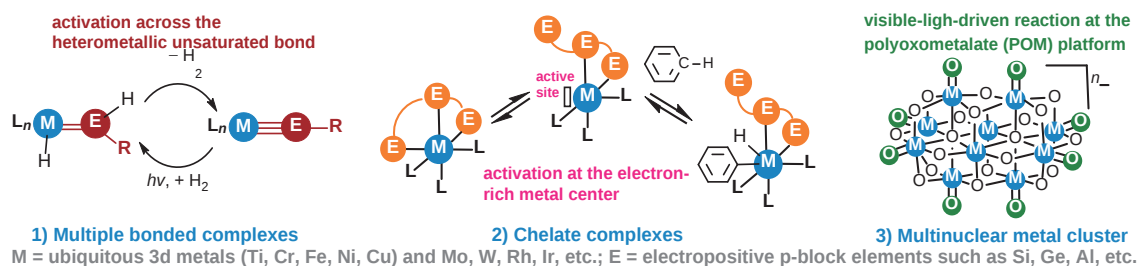
無機化学研究室  
(Inorganic Chemistry)

教 授 橋本 久子  
講 師 小室 貴士  
助 教 長田 浩一



**【研究概要】** 遷移金属を中心に持つ分子性の化合物，“金属錯体”は，中心金属やそれに結合した配位子の種類，構造，結合状態，立体配置に依存して多様な性質を示します。当研究室では，1) 遷移金属と陽性元素（13，14 族元素等）間に異核多重結合を持つ錯体，2) 多座キレート配位子を持つ金属錯体，3) ポリオキシメタレートを中心に，新しい結合や構造を持つ金属錯体を合成し，それらの反応性や光特性を解明します。地球上に豊富にあるユビキタス元素（鉄，銅，チタン，ケイ素やアルミニウム等）の特性を分子設計に取り入れ，貴金属錯体を凌駕する機能を持つ分子性錯体を合成します。これらの研究により，新しい化学変換反応の触媒や未知の電子特性を示す機能性分子の発見を目指しています。

Transition-metal complexes toward new molecular catalysis



**【Research】** Molecular compounds containing transition-metals as their centers, so called “metal complexes”, display diverse properties depending on their central metals, supporting ligands, structure, bonding situation, and geometries. We are studying about 1) metal complexes featuring multiple bonds between transition-metals and electropositive main group elements (e.g. Group 13, 14 elements), 2) metal complexes supported by multidentate chelate ligands, 3) polyoxometalates, and some others. We are trying to synthesize metal complexes having new types of bonds and structures, and clarify their properties such as reactivities, electronic and photochemical responses. Through these researches, we are aiming at finding new metal complexes that act as visible-light-driven high-performance catalysts as well as new functional compounds that show unprecedented electronic properties.

**【代表論文】**

- 1) Neutral Chromium Complex with a Cr  $\equiv$  Si Triple Bond: Synthesis and Photoinduced H–H and Benzene C–H Bond Activation, Matsuoka, M.; Nagata, K.; Ohno, R.; Matsuo, T.; Tobita, H.; Hashimoto, H. *Chem. Eur. J.* **2023**, e202303765.
- 2)  $\Pi$ -Character of Chromium Germlyne Complex in the Reactions with Enone, Butadiene, and Alkynes: Formation of Germacycles through [2+4] Cycloaddition with Conjugated Molecules, Nagata, K.; Omura, H.; Hashimoto, H. *Chem. Asian J.* **2023**, e202300801.
- 3) Iron complexes supported by silyl-NHC chelate ligands: synthesis and use for double hydroboration of nitriles, Komuro, T.; Hayasaka, K.; Takahashi, K.; Ishiwata, N.; Yamauchi, K.; Tobita, H.; Hashimoto, H. *Dalton Trans.* **2024**, 53, 4041–4047.

連絡先 橋本 久子 (Hisako HASHIMOTO)  
Tel: 022-795-6539 FAX: 022-795-6543  
<https://www.tohokuinorgchem.com/>

## 錯体化学研究室

(Coordination Chemistry)

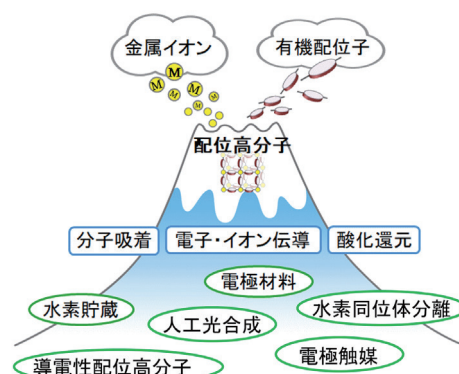
教 授 坂本 良太

准教授 高石 慎也

助 教 豊田 良順



**[研究概要]** 錯体化学は、有機配位子が持つ構造設計性・構造多様性と金属イオンが持つ電子状態（電荷・スピンなど）の多様性を活用できることから、「目的の機能を自在に創り出す」ことに長けた研究分野です。特に、他座配位子と金属イオンにより構成される「配位高分子」においては、構成要素の間で協同性（ある種の集団心理のようなもの）が働くことから、それを利用することで個々の有機配位子・金属イオンでは実現不可能な機能を創出することができます。当研究室では、配位高分子を対象とし、「協同性に基づいた新奇物性・機能の創出」をテーマとして研究を行っています。さらには、これらの機能性を「エネルギー貯蔵・エネルギー変換」に展開し、持続可能な社会の実現に貢献します。



### [具体的な研究テーマ]

- ・ 水の光完全分解をアシストする配位高分子の創製
- ・ 酸化還元活性な配位高分子を用いた大容量電極材料の開発
- ・ 導電性多孔性配位高分子の開発と電極触媒の創製
- ・ 新しい機構に基づいた水素貯蔵・同位体分離材料の創製

**[Research]** The target of our laboratory is “To create the functionality based on the coordination chemistry” and utilize it for “energy storage and conversion” to realize the sustainable society.

### [代表論文]

- 1) M. Wakizaka, S. Takaishi, *et al.*, Macro- and atomic-scale observations of a one-dimensional heterojunction in a nickel and palladium nanowire complex, *Nature Commun.* 13, 1188 (2022).
- 2) R. Toyoda, R. Sakamoto, N. Fukui, R. Matsuoka, M. Tsuchiya, H. Nishihara, A single-stranded coordination copolymer affords heterostructure observation and photoluminescence intensification, *Science Adv.*, 5, eaau0637 (2019).
- 3) J. Guan, K. Koizumi, N. Fukui, H. Suzuki, K. Murayama, R. Toyoda, H. Maeda, K. Kamiya, K. Ohashi, S. Takaishi, O. Tomita, A. Saeki, H. Nishihara, H. Kageyama, R. Abe, R. Sakamoto\*, Manipulating the Morphology and Electronic State of a Two-Dimensional Coordination Polymer as a Hydrogen Evolution Cocatalyst Enhances Photocatalytic Overall Water Splitting, *ACS Catal.* 14, 1146 (2024).

連絡先 坂本 良太 (Ryota SAKAMOTO)

Tel: 022-795-3681 FAX: 022-795-3681

<https://web.tohoku.ac.jp/sakutai/>

## 無機固体物質化学研究室

(Inorganic Solid State Chemistry)

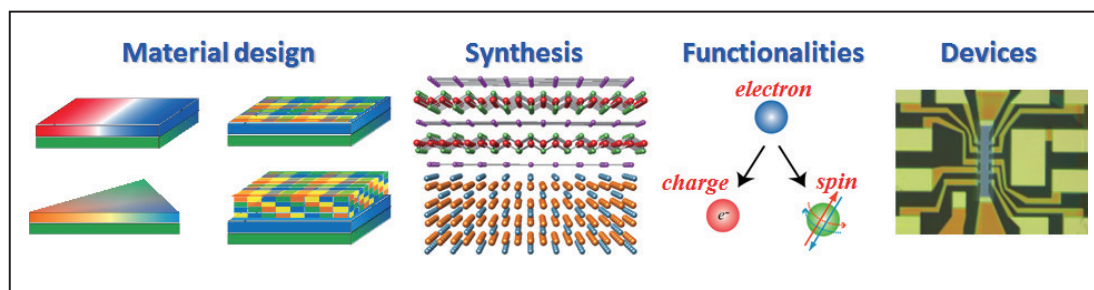
教 授 福村 知昭

助 教 根岸 真通



**【研究概要】** 周期表にある元素を組み合わせて化合物を合成すると、想像を超える多様な物性が発現します。超高真空技術や高出力レーザーなど現代の先端技術を駆使して、酸化物を主とする新しい無機固体や非平衡相をエピタキシャル合成し、新奇超伝導や高温強磁性などの物性や機能を創製して、新たな物質化学の学理を構築することを私たちの研究室では目指しています。次世代を担う新物質のマテリアルデザインや合成ルートの開発、極低温強磁場技術や最先端分光技術や微細加工技術などの物性・デバイス計測技術、固体物理も活用した物性・機能デザイン、といった方法論を修得して研究の最先端に挑む人材の育成を行い、現代社会の抱えるエネルギー問題などにも貢献するイノベーションの基盤を樹立することをねらっています。

**【Research】** Innovative functionalities are involved in newly synthesized compounds. Our group aims to construct scientific principle of solid state chemistry by synthesizing new inorganic solids and by exploring novel physical/chemical properties and functionalities. Young prospect students will learn material design of novel compounds, development of new synthetic routes, state-of-the-art measurement techniques, and properties design utilizing solid state physics, in order to create scientific foundation of next generation innovations.



### 【代表論文】

- 1) “Thermally reentrant crystalline phase change in perovskite-derivative nickelate enabling reversible switching of room-temperature electrical resistivity”, K. Matsumoto, H. Kawasoko, E. Nishibori, T. Fukumura, *Adv. Sci.* **10**, 2304978 (2023).
- 2) “Thickness-dependent magnetotransport properties of rocksalt NdO epitaxial thin films: observation of a ferromagnetic phase far above the Curie temperature”, D. Saito, D. Oka, K. Kaminaga, M. Kitamura, D. Shiga, H. Kumigashira, T. Fukumura, *J. Mater. Chem. C* **11**, 12400–12405 (2023).
- 3) “Multilayer solid-phase epitaxy of  $\text{La}_2\text{O}_2\text{Bi}$  thin film toward higher electrical conduction in monoatomic Bi square net semimetal”, Y. Yamamoto, H. Kawasoko, T. Fukumura, *ACS Appl. Nano Mater.* **6**, 20673–20677 (2023).
- 4) “Transparent room-temperature ferromagnetic semiconductor on glass: Anatase Co-doped  $\text{TiO}_2$  oriented thin films with improved electrical conduction”, J. Huang, D. Oka, Y. Hirose, M. Negishi, T. Fukumura, *CrystEngComm* **25**, 4907–4913 (2023).

連絡先 福村 知昭 (Tomoteru FUKUMURA)

Tel/Fax: 022-795-7719 FAX: 022-795-7719

<http://issc.chem.tohoku.ac.jp/FukumuraLabHP/home.html>

## 放射化学研究室

(Radiochemistry)

教 授 木野 康志

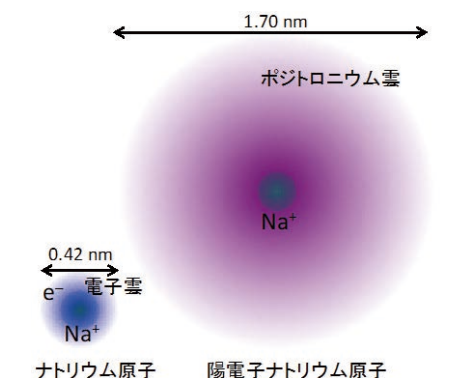
助 教 山下 琢磨



### 【研究概要】

放射化学研究室でエキゾチック原子分子の反応や構造の包括的な理解を目指しています。エキゾチック原子分子とは、原子分子を構成する電子または原子核が他の粒子（陽電子、ミュオン、パイオン、反陽子、未知の荷電粒子）に置換わった系です。エキゾチック原子分子は、通常の原子分子の隠れた量子力学的多体系の性質に光をあてることができ、物質から原子核までのミクロな構造を調べるプローブとなったり、これまでにない異常な構造をもつ原子分子を作り出したりします（右図）。エキゾチック原子分子

の研究は、物質科学、基礎物理学、宇宙論などに関わりを持つ境界領域にあります。本研究室では、理論と実験の両面からエキゾチック原子分子を研究しています。また、放射線測定技術を生かして、福島原発事故の放射能汚染調査を行い、低線量の放射線が生物に及ぼす影響研究のための放射能汚染データの蓄積と線量評価を行っています。



ナトリウム原子の概略図。陽電子がナトリウム原子中の価電子と結合しポジトロニウムを形成し、巨大なポジトロニウム雲を形成する。

### 【Research】

The laboratory of radiochemistry aims at a comprehensive understanding of structures and reactions of exotic atoms and molecules. Exotic atoms and molecules are the analog of normal atoms and molecules in which one or more of the electrons or nuclei are replaced by other charged particles, such as a positron, a muon, an antiproton, and hypothetical particles. The exotic atoms and molecules shed a light on hidden properties of chemical compounds. Some of them are used as a probe to investigate the microscopic nature from nucleus to materials. Others drastically change a structure of atoms and molecules as never before. Therefore, the subject of the exotic atoms and molecules is in the interdisciplinary region. It partially covers material science, fundamental physics and cosmology, as well as radiochemistry. In this laboratory, exotic atom and molecule are studied both theoretically and experimentally. Taking advantage of experience in radioactivity measurement, we investigate radioactive contamination of the Fukushima nuclear power plant accident.

### 【代表論文】

- 1) T. Yamashita, Y. Kino, K. Okutsu, S. Okada, M. Sato, Roles of resonant muonic molecule in new kinetics model and muon catalyzed fusion in compressed gas, *Scientific Reports*, 12 (2022), 6393 (14 pages).
- 2) Near-threshold production of antihydrogen positive ion in positronium–antihydrogen collision, T. Yamashita, Y. Kino, E. Hiyama, S. Jonsell, P. Froelich, *New Journal of Physics*, 23, 012001 (8pp) (2021).
- 3) Distribution of artificial radionuclides in abandoned cattle in the evacuation zone of the Fukushima Daiichi nuclear power plant, T. Fukuda, Y. Kino, *et al.*, *PLoS One*, 8, e54312 (7pp) (2013).
- 4) Gaussian Expansion Method for Few-Body Systems, E. Hiyama, Y. Kino, and M. Kamimura, *Prog. Part. Nucl. Phys.*, 51, 223-307 (2003).

連絡先 木野 康志 (Yasushi KINO)

Tel: 022-795-6596

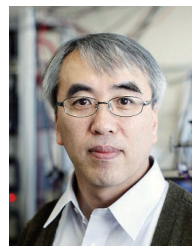
FAX: 022-795-6595

<https://web.tohoku.ac.jp/radiochemistry/>

## 理論化学研究室

(Reaction Dynamics)

教授 美齊津文典  
准教授 岸本 直樹  
助教 大下慶次郎  
助教 菅野 学  
助教 上野 裕  
(学際科学フロンティア研究所)



**【研究概要】** 我々の研究の主題は「**分子やクラスター(原子分子の小集団)の化学反応動力学**」です。化学反応は、原子・分子などが接近して相互作用して始まります。その際に通常の化学反応の他に、エネルギー・運動量の移行や電子移動など様々な現象が起こります。我々は、イオン移動度分析・質量分析や分光法を組合わせた最先端の実験手法、及び励起状態や時間発展を含めた理論計算手法を駆使して、化学反応の種類と反応経路の詳細、それらを決めている要因を解明する「動力学」の研究を進めています。対象とする系は、**金属原子・分子複合系**などの**イオン結晶**や、**ホスト-ゲスト化合物**、**プロトン付加有機分子**、高層大気や水溶液のイオンモデルとしての**分子錯体**などです。また、「**Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub> の新規プラズマ合成と物性探索**」に関する研究なども進めています。現在の主な研究テーマは以下の五つです。

- (1) **イオン移動度質量分析法と分光法**を組合せたクラスター・分子の構造と反応の研究
- (2) 解離イオンの**質量選択画像観測**による気相錯体イオンの光誘起動力学過程の研究
- (3) **量子化学計算**による様々な分子・化学種の異性化や解離反応機構の解明
- (4) 機能性分子(分子マシンや化学修飾フラレンなど)の**光反応シミュレーション**
- (5) プラズマを活用した**新規内包フラレン**の合成と材料への応用

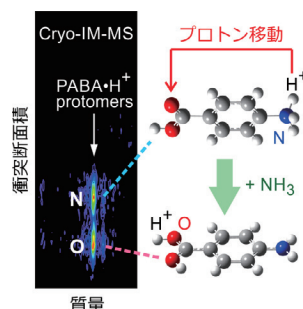


図. プロトン付加アミノ安息香酸の2種類の異性体の低温イオン移動度質量分析による観測例。(左) 質量と衝突断面積に対する2次元図。(右) 対応する異性体構造。NH<sub>3</sub>一分子との衝突による異性化反応が観測されている(論文1)。

### 【代表論文】

- 1) Keijiro Ohshimo, Ryosuke Sato, Yuya Takasaki, Kengo Tsunoda, Ryosuke Ito, Manabu Kanno, and Fuminori Misaizu, Highly Efficient Intramolecular Proton Transfer in *p*-Aminobenzoic Acid by a Single Ammonia Molecule as a Vehicle, *J. Phys. Chem. Lett.* **14**, 8281–8288 (2023).
- 2) Kazuma Suzuki, Manabu Kanno, Shiro Koseki, and Hirohiko Kono, A Structure-Based Gaussian Expansion for Quantum Reaction Dynamics in Molecules: Application to Hydrogen Tunneling in Malonaldehyde, *J. Phys. Chem. A*, **127**, 4152–4165 (2023).
- 3) Jing Li, Sakamoto Jumpei, Hiroki Waizumi, Yutaka Oya, Yue Huang, Naoki Kishimoto, and Tomonaga Okabe, A multiscale model for the synthesis of thermosetting resins: From the addition reaction to cross-linked network formation, *Chem. Phys. Lett.* **720**, 64–69 (2019).
- 4) Hiroshi Ueno, Daiki Kitabatake, Takuya Mabuchi, Shinobu Aoyagi, Takashi Itoh, Ting Deng, and Fuminori Misaizu, Synthesis and Characterization of Ionic Li<sup>+</sup>@C<sub>70</sub> Endohedral Fullerene, *Chemistry - A European Journal*, e202303908 (2023). (6 pages)

連絡先 美齊津 文典 (Fuminori MISAIZU)

Tel: 022-795-6577

FAX: 022-795-6580

<http://qpcrk.chem.tohoku.ac.jp/>

## 量子化学研究室

(Quantum Chemistry Laboratory)

教授 藤井 朱鳥

准教授 大槻 幸義

助教 前山 俊彦

助教 松田 欣之



**【研究概要】** 巨視的な物質は無数の分子からなり、その性質は水素結合などの分子同士の相互作用に大きく依存しています。2～数百個の分子が分子間相互作用により結びついたミクロな集合体（「クラスター」）を用いて、複雑な分子間の現象における本質的部分のみを取り出して可視化することが可能となっています。私たちは先端的レーザー分光実験によりクラスターの構造や反応の解明し、物質における性質・機能の起源を分子レベルで明らかにすると共に、新奇な分子の性質を探索しています。

分子は量子力学に従い、波動関数で記述されます。その波動関数をレーザーパルスで直接操作できれば自在に分子を操ることができます。私たちのグループで開発した最適制御シミュレーション法を使って操作法を明らかにするとともに、機械学習や量子計算を用いて複雑な分子の動きの中から化学変化の法則を見出すことに挑戦しています。

図1 分子間に生じる非典型共有結合

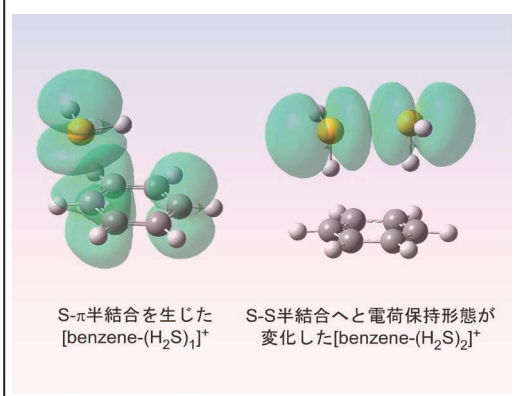
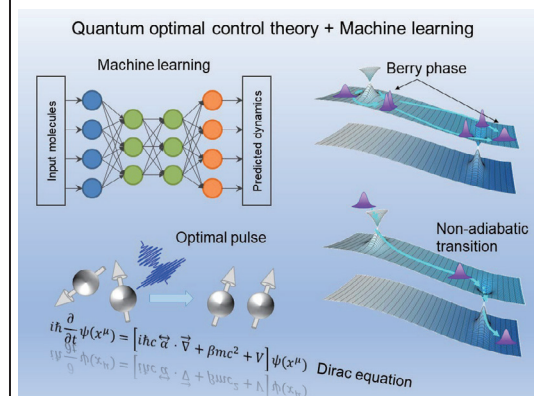


図2 量子最適制御と機械学習の概念図



**【Research】** A molecular cluster is an isolated system consisting of finite number of molecules, and it enables us to visualize complicated intermolecular structures. We study intermolecular structures of clusters by advanced laser spectroscopy. We also simulate molecular dynamics controlled by optimal laser pulses and adopt a machine learning approach to clarify mechanisms.

### 【代表論文】

- 1) Wang, D.; Hattori, K.; Fujii, A., The S··π Hemibond and Its Competition with the S··S Hemibond in the Simplest Model System: Infrared Spectroscopy of the [Benzene-(H<sub>2</sub>S)<sub>n</sub>]<sup>+</sup> (n = 1–4) Radical Cation Clusters. *Chem. Sci.* **10**, 7260 (2019).
- 2) Ohtsuki, Y.; Namba, T.; Katsuki H.; Ohmori, K., Optimal control for suppressing wave packet spreading with strong non-resonant laser pulses, *Phys. Rev. A* **104**, 033107(2021).

連絡先 藤井 朱鳥 (Asuka FUJII)

Tel: 022-795-6572

FAX: 022-795-6785

<https://web.tohoku.ac.jp/qclab/>

## 有機物理化学研究室

(Organic Physical Chemistry)

教授 叶 深

准教授 柴田 穰

助教 井上 賢一



**【研究概要】** 触媒反応をはじめ多くの化学反応は、物質の表面あるいは界面で起こる。したがって、物質の表面・界面における微視的構造評価と制御は、化学反応の本質的理解および新機能物質の創出において極めて重要である。本研究室は、古典的な電気化学を基盤としつつ、和周波発生 (SFG) 非線形振動分光や、単分子分光、顕微分光、走査型プローブ顕微鏡などの最先端計測技術を駆使し、物質表面・界面で起こる化学反応の動的挙動を高感度に捉え、表面・界面構造と反応活性との関係を調べている (図 1)。なかでも高効率の二次電池電極触媒の開発や表面構造制御によるソフトマターの高機能化を目指して、分子・原子レベルでの理解に基づく研究に取り組んでいる。また、非常に巧妙に制御され組織化されている光合成を中心とした生体中の光反応の機構解明にも取り組んでいる。様々な物質表面・界面の反応場における分子集合体の物性や構造変化、化学反応機構を解明することにより、新規物質の創製も目指す。



図1. 界面物理化学の研究

**【Research】** Our research interests are focused on the physical chemistry occurring at the surface or interface of various functional materials. Our research approach is based on many highly sensitive measurement techniques, such as sum frequency generation (SFG) vibrational spectroscopy, single-molecule spectroscopy, micro-spectroscopy, scanning probe microscope (SPM), in combination with standard methods in electrochemistry and interfacial chemistry. For example, to develop electrocatalysts for the secondary battery and fuel cell with high energy conversion efficiency, we are unraveling the reaction mechanism and kinetics on the electrode/solution interface. We are also studying the photo-induced chemical reaction in biological systems to understand the physical chemistry principle for photosynthesis. These studies will lead us to deep understanding about the mechanism and dynamics of chemical reactions on the surface/interface and to develop novel materials.

### 【代表論文】

- 1) Ge, A.; Zhou, D.; Inoue, K.-i.; Chen, Y.; Ye, S. Probing the electrode-solution interfaces in rechargeable batteries by sum-frequency generation spectroscopy. *J. Chem. Phys.* (Featured Article), **153**, 170902 (2020).
- 2) Han, X.-B.; Ye, S. Structural Design of Oxygen Reduction Redox Mediators (ORRMs) Based on Anthraquinone (AQ) for the Li-O<sub>2</sub> Battery. *ACS Catalysis*, **10**, 9790-9803 (2020)
- 3) Peng, Q.; Chen, J.; Ji, H.; Morita, A.; Ye, S. Origin of the Overpotential for the Oxygen Evolution Reaction on a Well-Defined Graphene Electrode Probed by in Situ Sum Frequency Generation Vibrational Spectroscopy, *J. Am. Chem. Soc.*, **140**, 15568-15571 (2018)
- 4) Shibata, Y.; Nishi, S.; Kawakami, K.; Shen, J. R.; Renger, T., Photosystem II Does Not Possess a Simple Excitation Energy Funnel: Time-Resolved Fluorescence Spectroscopy Meets Theory, *J. Am. Chem. Soc.*, **135**, 6903-6914 (2013).

連絡先 叶 深 (Shen YE)

Tel: 022-795-6567 e-mail: ye.shen@tohoku.ac.jp

Homepage: <https://sub.web.tohoku.ac.jp/orgphys/>

## 計算分子科学研究室

(Computational Molecular Science  
Laboratory)

教 授 森田 明弘

准教授 高橋 英明

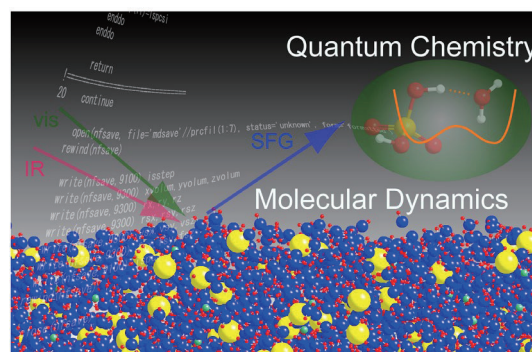
助 教 平野 智倫



**【研究概要】** 溶液内や界面での分子過程を、電子状態計算や分子シミュレーションに基づく理論計算によって解明する研究を展開しています。最近では溶液中の化学反応やダイナミクスに加えて、溶液の不均質系の界面現象を主な研究対象としています。

凝集系での化学現象を分子レベルで理解するには、個々の分子の化学的な特徴と分子間力が織りなす統計的な性質の両方が必要です。私たちの研究グループでは電子状態と分子動力学の両方の知識をふまえて、新しい理論的方法論の開発や応用に力を入れています。現在の中心的な研究課題である**界面和周波発生分光の理論**や溶液界面の**多次元自由エネルギー面の理論計算**は、その典型的な例です。また新しい計算手法を、スーパーコンピュータを最大限に用いた大規模計算の中に実現していきます。

**電子状態に基づく分子モデリングと分子動力学シミュレーション**を主な方法とする理論・計算化学は、凝集系を分子レベルで解明する正攻法で、化学の広い分野で通用する手法です。計算化学の将来を担う学生さんには、実験と協力できる幅広い視野と理論計算の研究手法を身に付け、実験だけでは解明できない領域に答えを与えられる研究を目指してほしいと思っています。



**【Research】** Our research activities deal with theory and computation of various molecular processes in solutions and interfaces, on the basis of quantum chemistry of molecular electronic structure and molecular dynamics simulation. We are particularly interested in development of new theoretical and/or computational methods, such as theory on electronic polarization and computation of interfacial sum frequency generation spectroscopy. Massive computations are carried out using advanced computer facilities.

### 【代表論文】

- 1) Morita, A. Koizumi, A., Hirano, T., “Recent Progress in Simulating Microscopic Ion Transport Mechanisms at Liquid-Liquid Interfaces,” *J. Chem. Phys. (Perspective)* **154**, 080901 (2021).
- 2) Morita, A., “Theory of Sum Frequency Generation Spectroscopy,” *Lecture Note in Chemistry* **97**, Springer (2018).
- 3) Ishiyama, T., Morita, A., “Computational Analysis of Vibrational Sum Frequency Generation Spectroscopy,” *Annu. Rev. Phys. Chem.* **68**, 355 (2017).
- 4) Takahashi, H., Matubayasi, N., Nakano, M., “Development of a Quantum Chemical Method Combined with a Theory of Solutions—Free-Energy Calculation for Chemical Reactions by Condensed Phase Simulations,” *Adv. Quant. Chem.* **59**, 283 (2010).

連絡先 森田 明弘 (Akihiro MORITA)

Tel: 022-795-7717 FAX: 022-795-7716

<https://comp.chem.tohoku.ac.jp>

## 有機化学第一研究室

(天然物ケミカルバイオロジー)

(Chemical Biology of Natural Products)

教授 上田 実

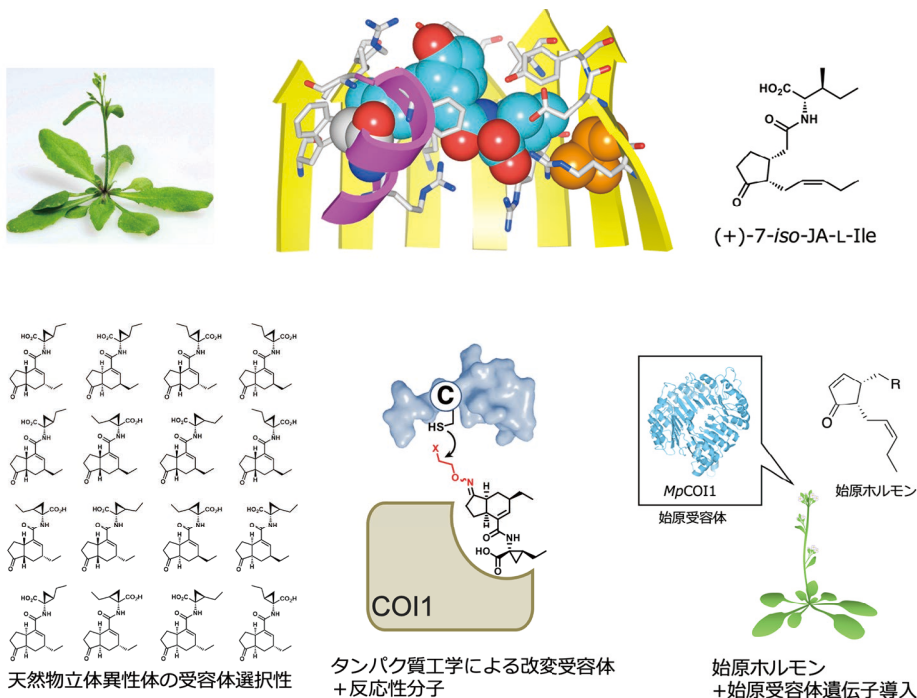
准教授 高岡 洋輔

助教 加治 拓哉



### [研究概要]

生物が生産する天然有機化合物は、多彩な構造と生物活性を有しています。近年、欧米を中心にケミカルバイオロジー（化学生物学）が化学の中核分野として台頭してきました。現代では、伝統的な天然物化学を最新のケミカルバイオロジーと融合することが強く求められています。当研究室では、特に生理活性天然物とその受容体に関連するケミカルバイオロジー研究を行っています。受容体タンパク質に選択性を持つリガンドの開発とその生物機能解析、生体機能の制御までを包含するストーリー性の高い研究が特徴です。「化学を用いて、生物学ではアプローチできない生物有機科学研究を行う」ことを目標としています。



### [代表論文]

- 1) M. Ueda *et al.*, Subtype-selective agonists of plant hormone co-receptor COI1-JAZs identified from the stereoisomers of coronatine, *Commun. Biol.*, in press (2023).
- 2) M. Ueda *et al.*, Host-selective phytotoxins incorporating the epoxy-triene-decicarboxylate moiety function through the hijacking of the plant-microbe interaction system, *ACS Chem. Biol.* 18, 12-17 (2023).
- 3) M. Ueda *et al.*, A rationally designed JAZ subtype-selective agonist of jasmonate perception, *Nature Commun.*, 9, 3654 (2018).
- 4) M. Ueda, *et al.*, Ion channels regulate nyctinastic leaf opening in *Samanea saman*, *Current Biology*, 28, 2230-2238 (2018).
- 5) M. Ueda, *et al.*, Non-canonical function of a small-molecular virulence factor coronatine against plant immunity: An *In vivo* Raman imaging approach, *ACS Cent. Sci.*, 3, 462-472 (2017).

連絡先 上田 実 (Minoru UEDA, minoru.ueda.d2@tohoku.ac.jp)

Tel: 022-795-6553

FAX: 022-795-6553

<https://orgchem1.chem.tohoku.ac.jp/>

## 合成・構造有機化学研究室

(Synthetic and Structural  
Main Group Chemistry)

教 授 岩 本 武 明

准教授 石 田 真 太 郎



**【研究概要】** 有機化合物の骨格炭素を典型元素（ケイ素、ホウ素、リンなど）に置換した有機典型元素化合物は、炭素主体の有機化合物には見られない、典型元素の特徴を反映した構造、反応性と物性を示すことから、未来の物質科学に大きなブレークスルーをもたらす

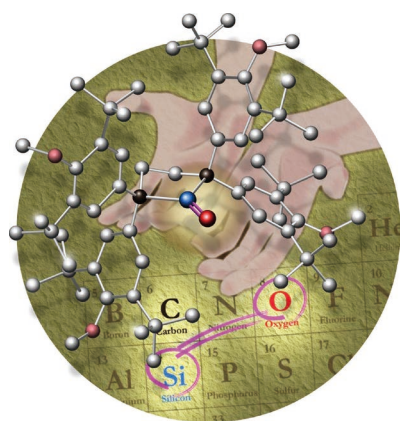


図 1. 安定に単離されたケイ素－酸素二重結合化合物（シラノン、青（ケイ素）、赤（酸素））。

「物性と機能の宝庫」として注目されています。私たちは 13 – 16 族元素を含む新規有機典型元素化合物を合成し、典型元素の特徴を生かした優れた物性や反応性を引き出すことを追究しています。特に、ケイ素を主骨格に持つ  $\pi$  電子系化合物（例：図 1）や低配位化合物群の合成と性質の解明、典型元素化学種を用いた小分子活性化、典型元素が導入された非古典的な構造や電子状態をもつ化学種の合成と機能解明に取り組んでいます。これらを通して有機典型元素化合物の構造や反応を系統的に理解するための基盤となる包括的概念を構築し、物質科学の発展に貢献することを目指しています。

**【Research】** We are aiming to develop new organic element compounds especially involving main group elements such as Si, B, P, Sb and Bi to unveil the structural characteristics and electronic properties that can be applied as new functional materials for the next generation. Recent progress in our group includes the development of unconventional silicon-based  $\sigma/\pi$ -electron systems and low-coordinate silicon, phosphorus and boron compounds with unprecedented electronic properties.

### 【代表論文】

- 1) Cyclobutenylidene: A Multifaceted Two-Coordinate Carbon Species Obtained via Skeletal Editing of a Cyclopropenylidene, Taichi Koike, Takeaki Iwamoto, *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, 145, 9264–9272. (DOI:10.1021/jacs.3c01906)
- 2) Synthesis, Structure and Electronic Properties of a Stable  $\pi$ -Type 3-Electron-2-Center-Bonded Species: A Silicon Analogue of a Bicyclo[1.1.0]butane Radical Anion, Taichi Koike, Raiki Osawa, Shintaro Ishida, Takeaki Iwamoto, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2022**, e202117584 (DOI:10.1002/anie.202117584).
- 3) Conformationally Switchable Silylone: Electron Redistribution Accompanied by Ligand Reorientation around a Monatomic Silicon, Taichi Koike, Takumi Nukazawa, Takeaki Iwamoto, *J. Am. Chem. Soc.*, **2021**, 143, 14332–14341 (DOI: 10.1021/jacs.1c06654).
- 4) A Spiropentasiladiene Radical Cation: Spin and Positive Charge Delocalization across Two Perpendicular Si=Si Bonds and UV-vis-NIR Absorption in the IR-B Region, Shunya Honda, Ryutaro Sugawara, Shintaro Ishida, Takeaki Iwamoto, *J. Am. Chem. Soc.*, **2021**, 143, 2649–2653 (DOI: 10.1021/jacs.0c12426).

連絡先 岩本 武明 (Takeaki IWAMOTO)

Tel: 022-795-6558 Fax: 022-795-6562

<http://www.ssoc.chem.tohoku.ac.jp/>

**有機分析化学研究室**  
(天然物合成化学)

(Natural Product Synthesis)

教授 林 雄二郎  
講師 森 直紀  
助教 河内 元希  
助教 Indu Satrajit

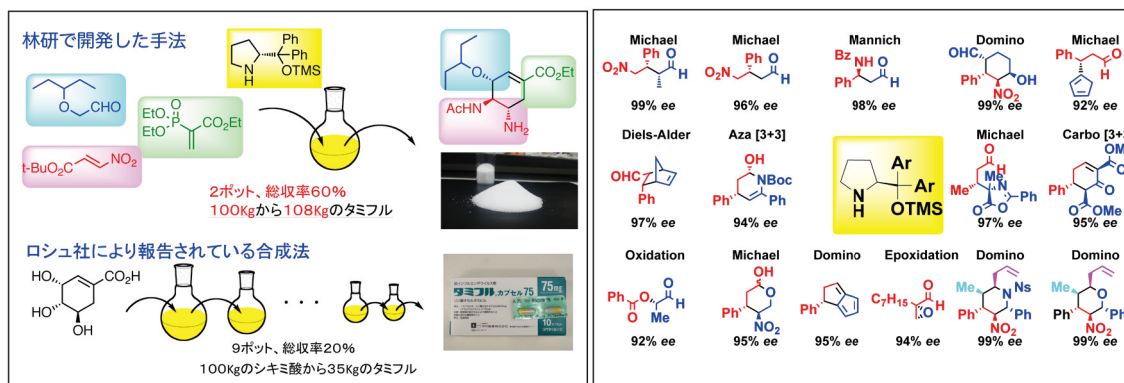


**【研究概要】** 有機合成化学の最重要課題の一つである、強力な生物活性を有する天然有機化合物の全合成、および新しい反応の開発について研究を行っています。

強い生物活性を有しているのですが、天然からは極微量しか得られない化合物が多く存在します。このような化合物を有機化学の力で全合成を行い、さらに天然物よりも優れた生物活性を有する人工化合物の創製を目指しています。合成に際しては、できるだけ独創的な手法で作る事を心がけています。

また新しい反応の開発では、黄色で示した触媒が多くの反応の優れた活性化剤になる事を見いだしました。現在、世界中の研究者に使っていただいています。

抗インフルエンザ治療薬であるタミフルは、これまで9段階の化学変換を経て合成されていましたが、我々はわずか1つの反応容器だけで、しかも1時間以内に合成が完了するという画期的な手法を開発しました。この合成が可能となったのは、我々の研究室で開発した触媒反応が非常に効果的に作用したためです。本研究は、基礎研究として重要であるだけでなく、人類の健康・福祉に貢献するものです。



**【代表論文】**

1. Organocatalyst-mediated, pot-economical total synthesis of latanoprost, G. Kawauchi, Y. Suga, S. Toda, Y. Hayashi, *Chem. Sci.* **14**, 10081-10086 (2023).
2. Organocatalyst-mediated five-pot synthesis of (–)-quinine, T. Terunuma, Y. Hayashi, *Nat. Commun.* **13**, 7503 (2022).
3. Highly Sterically Hindered Peptide Bond Formation between  $\alpha,\alpha$ -Disubstituted  $\alpha$ -Amino Acids, and N-Alkyl Cysteines Using  $\alpha,\alpha$ -Disubstituted  $\alpha$ -Amidonitrile, X. Wang, J. Li, Y. Hayashi, *J. Am. Chem. Soc.* **144**, 10145-10150 (2022).
4. Time and Pot Economy in Total Synthesis, Y. Hayashi, *Acc. Chem. Res.* **54**, 1385-1398 (2021).
5. Time Economy in Total Synthesis, Y. Hayashi, *J. Org. Chem.*, **86**, 1-23 (2021).
6. Pot and time economies in the total synthesis of Corey lactone, N. Umekubo, Y. Suga, Y. Hayashi, *Chem. Sci.*, **11**, 1205-1209 (2020).

連絡先 林 雄二郎 (Yujiro Hayashi)

Tel: 022-795-3554, FAX: 022-795-6566

<http://www.ykbsc.chem.tohoku.ac.jp/>

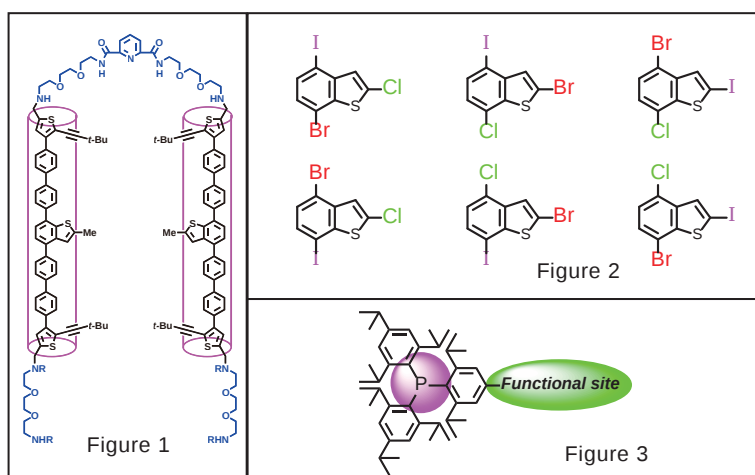
## 学際基盤化学研究室

(Laboratory of Fundamental Chemistry)

教授 豊田 耕三  
准教授 佐々木 茂  
助教(兼) 小俣 乾二  
助教 辻 紳吾



【研究概要】 我々の研究室では、主としてヘテロ原子化合物や遷移金属錯体および配位子の化学の基礎と応用について研究しています。例えば側鎖配列（シーケンス）を制御した大規模化合物の構築とその応用について研究しています（図1）。その構成要素となるベンゾ[*b*]チオフェン誘導体の新規合成法を研究し、反応性の異なる3種のハロゲン原子を結合した（ブromo）（クロロ）（ヨード）ベンゾ[*b*]チオフェン類を合成しました（図2）<sup>(1)</sup>。これら化合物ではクロスカップリング反応を用いることにより、ベンゾ[*b*]チオフェンの2, 4, 7-位に対して思い通りの順番で置換基を導入できるため、側鎖配列制御連結型の新規な分子足場としての利用が期待されます<sup>(2)</sup>。一方で、立体混雑したホスフィンが優れた酸化還元中心として働き機能性物質の鍵構造として期待できることを明らかにしています（図3）<sup>(3)</sup>。



【Research】 Our laboratory focuses on chemistry of heteroatom compounds. Our research area is a development of the bio-inspired large molecular systems, which contain sequence-defined side chains: In our ‘linked (ethynylthienyl)oligoarene system’, various side chains can be introduced in a defined order (Figure 1). Six types of (bromo)(chloro)(iodo)benzo[*b*]thiophenes were prepared by silica gel-assisted cyclization of (haloethynyl)(sulfanyl)benzene derivatives (Figure 2)<sup>1</sup> and applied to preparation of oligoarenes containing 4,7'-bibenzo[*b*]thiophene scaffold.<sup>2</sup> We have also involved in the synthesis of sterically crowded triarylphosphines, and revealed that they are excellent redox centers in the  $\pi$ -electronic systems and promising candidates for key structures of the functional materials.<sup>3</sup>

### 【代表論文】

- (1) Mikami, S.; Tanaka, H.; Kishi, H.; Yoshida, S.; Toyota, K. Silica Gel-Assisted Preparation of (Bromo)(chloro)(iodo)benzo[*b*]thiophenes Bearing Halogen Atoms at the 2-, 4-, and 7-Positions, *Heterocycles*, **2018**, 96, 1529.
- (2) Mikami, S.; Matsuo, A.; Kwon, E.; Toyota, K. Synthesis of 4,7'-Bibenzo[*b*]thiophenes Bearing Several Different Substituents at 2-, 2'-, 4'-, and 7-Positions; Structurally Featured Molecular Scaffolds for Selective Substitution, *Synlett*, **2021**, 32, 1826.
- (3) Sasaki, S.; Kato, K.; Sasaki, K.; Yoshifuji, M. Sterically Crowded Diphosphines Bearing Ethynylene and 1,2-Phenylene Linkers, *Tetrahedron Lett.*, **2020**, 61, 151366.

連絡先 豊田 耕三 (Kozo TOYOTA)

Tel: 022-795-7714

<https://web.tohoku.ac.jp/fundamentchem/>

## 有機化学第二研究室

(Laboratory of Organic Chemistry)

教 授 瀧宮 和男

准教授 川畑 公輔



**【研究概要】** 有機化合物の特徴である「分子構造・電子状態を自在に設計・合成できる」ことを活かし、トランジスタ、太陽電池、導電性材料などに応用可能な機能性分子を開発し、それらを有機エレクトロニクスデバイスへと応用しています。現在、これまでは実現が困難であった課題、例えば近赤外有機半導体の実現、分子設計による有機半導体結晶の構造制御、有機半導体のキャリア密度の精密制御、などを目指し、新規材料の開発と応用について研究を行っています。

・新規キノイド型電子アクセプターから成る近赤外有機半導体に関する論文（代表論文1）



・アセン系炭化水素の結晶構造をメチルチオ化により制御可能であることを明らかにした論文（代表論文2）



**【Research】** Organic molecules can be designed and synthesized as they show desirable functions and properties, and these functional molecules are utilized in fabricating optoelectronic devices such as organic field-effect transistors (OFETs), organic solar cells (organic photovoltaics, OPVs), and thermoelectric (TE) devices. Our research group is currently focusing on control of the crystal structures based on the molecular design and doping level of organic semiconductors, which have been regarded as formidable tasks in the field, and thereby new superior functional organic materials will be created.

### 【代表論文】

- 1) Quinoidal Acenedichalcogenophenediones for Near-infrared-absorbing Organic Semiconductors: Effects of Chalcogen Atom Substitution on The Physicochemical and Carrier Transport Properties, K. Kawabata, K. Takimiya, *Chem. Mater.*, **35**, 7628–7642 (2023).
- 2) Methylthiolation of Acenes: Change of Crystal Structure from Herringbone to Rubrene-like Pitched  $\pi$ -Stacking Structure, K. Kanazawa, K. Bulgarevich, K. Kawabata, K. Takimiya, *Cryst. Growth Des.*, **23**, 5941–5949 (2023).
- 3) Uncovered effects of thieno[2,3-*b*]thiophene substructure in a tetrathienoacene backbone: reorganization energy and intermolecular interaction, K. Kanazawa, K. Bulgarevich, K. Kawabata, K. Takimiya, *Chem. Mater.*, **35**, 280–288 (2023).

連絡先 瀧宮 和男 (Kazuo TAKIMIYA)

Tel: 022-795-6585

<https://web.tohoku.ac.jp/ogchmii/index.html>

## 反応有機化学研究室

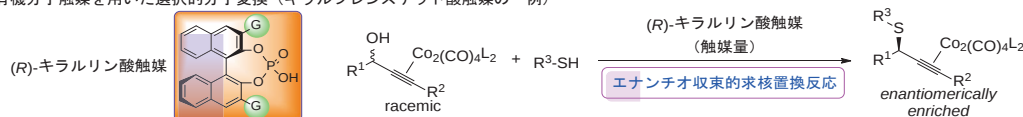
(Laboratory of  
Organic Reaction Processes)

教授 寺田 眞浩  
教授 中村 達 (高教機構)  
准教授 金 鉄男  
准教授 近藤 梓  
助教 梅宮 茂伸

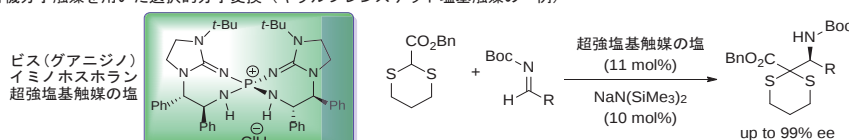


**【研究概要】** 化学の原点はものづくりにあります。有機化学に求められているのは欲しいものだけを作る選択的な物質変換に加え、効率の追求による環境に配慮した高度な分子変換プロセスの開拓です。我々の研究室では**有機分子**や**金属錯体**の特性を生かした**次世代分子触媒**を創製することで選択性、汎用性、効率に応えうる**新しい分子変換法の開拓**を行っています。さらに、高度分子変換を駆使した有用生理活性化合物や機能性材料の高効率合成へと展開することで基礎から応用まで一貫した開発研究を目指しています。

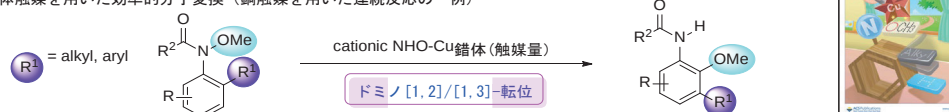
● 有機分子触媒を用いた選択的分子変換 (キラルブレンステッド酸触媒の一例)



● 有機分子触媒を用いた選択的分子変換 (キラルブレンステッド塩基触媒の一例)



● 金属錯体触媒を用いた効率的分子変換 (銅触媒を用いた連続反応の一例)



**【Research】** Now a day, the development not only of highly selective reactions leading to desired compounds but also of advanced organic transformations to minimizing the environmental burdens is highly challenging tasks for organic chemists. Our research interests have been focused on the creation of environmentally benign processes using metal complexes and organic compounds as the designed catalyst molecules by taking advantage of the inherent property of these molecules. Furthermore, we apply these advanced molecular transformations to selective and efficient synthesis of useful organic materials or biologically active compounds.

## 【代表論文】

- 1) A. Kondoh, R. Ojima, S. Ishikawa, M. Terada, Construction of 1,3-Nonadjacent Stereogenic Centers Through Enantioselective Addition of  $\alpha$ -Thioacetamides to  $\alpha$ -Substituted Vinyl Sulfones Catalyzed by Chiral Strong Brønsted Base, *Adv. Sci.* **11**, 2308020 (2024).
- 2) M. Suzuki, M. Terada, I. Nakamura, Copper-Catalyzed [1,3]-Nitrogen Rearrangement of O-Aryl Ketoximes via Oxidative Addition of N-O Bond in Inverse Electron Flow, *Chem. Sci.* **14**, 5705-5711 (2023).
- 3) T. Jin, M. Terada, Synthesis of Structurally Diverse Polycyclic Arenes Using Tandem Oxidative Ring Expansion Strategy, *J. Synth. Org. Chem. (有機合成化学協会誌)*, **81**, 1062-1072 (2023).
- 4) S. Umemiya, N. Shinagawa, M. Terada, Scalable Total Synthesis of Leucascandrolide A Macrolactone Using a Chiral Phosphoric Acid/CuX Combined Catalytic System, *Org. Lett.* **25**, 1924-1928 (2023).
- 5) T. Nakanishi, M. Terada, Computational Molecular Refinement to Enhance Enantioselectivity by Reinforcing Hydrogen Bonding Interactions in Major Reaction Pathway, *Chem. Sci.* **14**, 5712-5721 (2023).

連絡先 寺田 眞浩 (Masahiro TERADA)

Tel: 022-795-6602 FAX: 022-795-6584

<https://orgreact.sakura.ne.jp/>

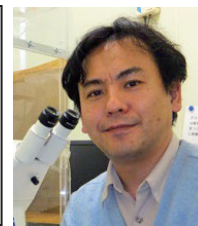
## 生物化学研究室

(Biochemistry)

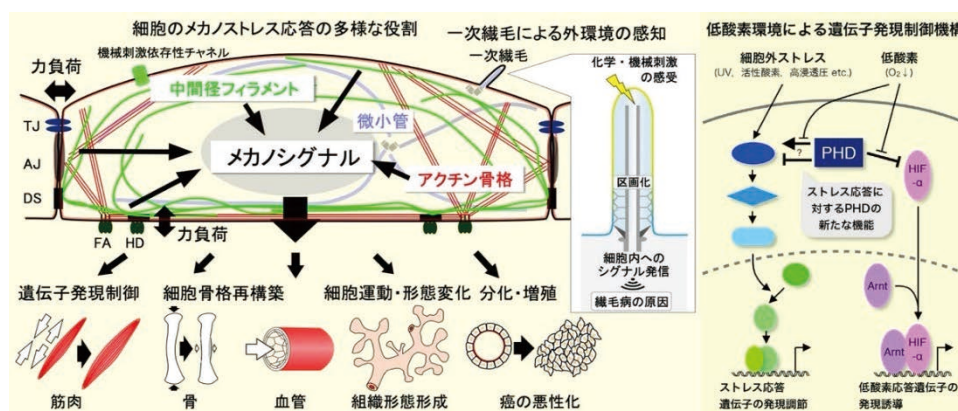
教授 大橋 一正

准教授 安元 研一

助教 千葉 秀平



**【研究概要】** 細胞の機械的な力（メカノストレス）や浸透圧ストレスに対する応答の分子機構について研究しています。筋肉や骨は力の負荷に対応するように構造が変化し、また、組織の形態形成においても細胞集団の秩序ある力の制御が必須です。細胞は、これらの機械的な刺激を細胞の構造に依存した分子機構を介して感知して応答します。私たちは、このような刺激の感知から応答に至るシグナル伝達の分子機構を、細胞骨格の再構築や細胞のアンテナ構造である一次繊毛に注目して研究しています。また、細胞のストレス応答は、細胞の生死を左右する重要なシステムです。細胞内の酸素センサーとして機能するプロリン水酸化酵素PHDは低酸素誘導因子HIFの活性を調節する因子として有名ですが、私たちはPHDがHIF経路とは別に、浸透圧などの細胞外ストレスに応答するMAPキナーゼ経路を制御することを見出し、その分子機構の解明を行っています。



**【Research】** Our study aims to elucidate the molecular mechanisms in the cell response to environmental stresses, including mechanical forces and hyperosmotic stress. It is known that muscles and bones are properly maintained by exercise and that mechanical regulation of cell population is necessary for tissue morphogenesis. Cells sense and respond to mechanical stresses by the sensory systems through the cellular structures. We are investigating the molecular mechanisms focusing on the cytoskeletal remodeling and primary cilium, a hair-like organelle that act as a hub for sensory signaling. It is well known that prolyl hydroxylase domain-containing proteins (PHDs), which act as an oxygen sensor, regulate the amount of the HIFs in response to oxygen levels. We are also investigating novel molecular mechanisms of the stress responses through PHDs. We found that PHDs regulate stress-response MAP kinase signaling in response to hyperosmotic and UV stresses.

### 【代表論文】

- 1) Ninomiya K., Ohta K., Yamashita K., Mizuno K., Ohashi K.: PLEKHG4B enables actin cytoskeletal remodeling during epithelial cell-cell junction formation. *J. Cell Sci.*, **134**, jcs249078 (2021)
- 2) Isozaki Y, Sakai K, Kohiro K, Kagoshima K, Iwamura Y, Sato H, Rindner D, Fujiwara S, Yamashita K, Mizuno K, Ohashi K: The Rho-guanine nucleotide exchange factor Solo decelerates collective cell migration by modulating the Rho-ROCK pathway and keratin networks. *Mol. Biol. Cell*, **31**, 741-752 (2020)
- 3) Fujiwara S, Ohashi K, Mashiko T, Kondo H, Mizuno K: Interplay between Solo and keratin filaments is crucial for mechanical force-induced stress fiber reinforcement, *Mol. Biol. Cell*, **27**, 954-966 (2016)

連絡先 大橋 一正 (Kazumasa OHASHI)

Tel:022-795-6590

<https://konagata.wixsite.com/ohashi-lab>

## 巨大分子解析研究センター

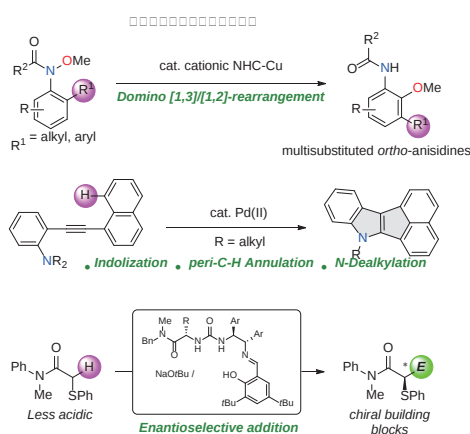
(Research and Analytical Center  
for Giant Molecules)

教授 岩本 武明 (兼)  
准教授 権 垠相  
准教授 金 鉄男  
准教授 近藤 梓  
助手 門馬 洋行

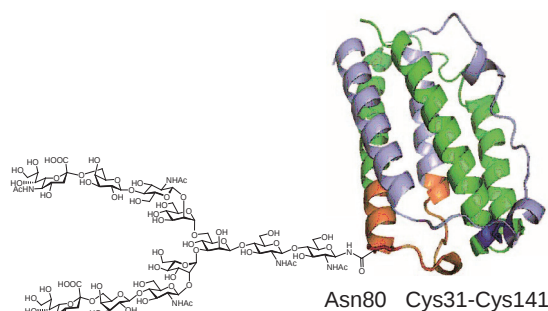


### [研究概要]

巨大分子解析研究センターは、新反応の開発や有用化合物の合成、複雑な巨大分子の構造解析などに関する研究を展開している。実験研究部門では、有機分子触媒による選択的不斉合成反応や金属触媒を用いた新合成反応の開発を行っている。解析研究部門には、最新鋭の各種測定機器が揃っており、それらを利用した巨大分子の構造解析や新しい測定手法の開発、研究室から依頼されたサンプルの測定・分析・解析を行っている。



Human Interferon Beta



### [Research]

The Research and Analytical Center for Giant Molecules consists of two sections for analytical and experimental researches. The analytical section has the latest high-performance instruments for elemental, mass spectrometric (MS), nuclear magnetic resonance (NMR), X-ray crystal structure, and plasma atomic emission (ICP) analyses. These instruments play an important role in determining the structures of small and giant molecules in research on fundamental and applied sciences. The experimental research section investigates the development of new chemical reactions including organic and metallic catalysts, and their application to the synthesis of new functional materials.

### [代表論文]

- 1) T. Koike, T. Iwamoto, Cyclobutenylidene: A Multifaceted Two-Coordinate Carbon Species Obtained via Skeletal Editing of a Cyclopropenylidene, *J. Am. Chem. Soc.*, **145**, 92648 (2023).
- 2) E. Kwon, T. Matsukawa, A. Hoshikawa, T. Ishigaki, S. Aoyagi, K. Kawachi, Y. Kasama, Direct observation of nucleus of lithium in a C<sub>60</sub> fullerene cage by neutron diffraction study, *Chemical Physics Letters*, **801**, 139678 (2022).
- 3) T. Jin, S. Suzuki, H. E. Ho, H. Matsuyama, M. Kawata, M. Terada, Pd-Catalyzed Indolization/peri-C-H Annulation/N-Dealkylation Cascade to Cyclopenta-Fused Acenaphtho[1,2-b]indole Scaffold, *Org. Lett.* **23**, 9431–9435 (2021).
- 4) A. Kondoh, S. Ishikawa, M. Terada, Development of Chiral Ureates as Chiral Strong Brønsted Base Catalysts, *J. Am. Chem. Soc.*, **142**, 3724–3728 (2020).

連絡先 岩本 武明 (Takeaki IWAMOTO)

Tel: 022-795-6558 FAX: 022-795-6562

<https://kiki.chem.tohoku.ac.jp/>



## 片平キャンパスの 各研究室紹介



…多元物質科学研究所

…金属材料研究所

## 東北大学大学院理学研究科化学専攻 片平キャンパスについて

東北大学大学院理学研究科化学専攻 片平キャンパスは本学の附置研究所である多元物質科学研究所と金属材料研究所、材料科学高等研究所より構成されています。簡単にそれぞれの研究所・機構についてご説明します。

多元物質科学研究所（略称：多元研、英文名：Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM)）は、2001 年 4 月にそれまでの素材工学、科学計測、反応化学の 3 研究所が統合・再編して発足した研究所です。「多元」とは「多くの根元や要素があること」を意味しています。金属、無機、半導体、有機、高分子、バイオ関連など、従来は研究組織も学会や企業などにおいてもそれぞれ別々に探求されてきた物質・材料群の壁を取り払い、すべてを同等に扱い、これらをナノレベルで構成要素とする複合ナノ物質・材料を研究対象とすることにより、新規現象の発現、諸特性の革新的向上に繋げることを目的とし、その成果を社会還元することです。

金属材料研究所（略称：金研、英文名：Institute of Materials Research）は 1922 年に設置された非常に歴史のある研究所であり、1987 年 5 月、東北大学附置全国共同利用型研究所として再発足した研究所です。本研究所では、金属をはじめ、半導体、セラミックス、複合材料などの広範な物質・材料に関する基礎と応用の両面の研究により、真に社会に役立つ新たな材料を創出することを目的とし、社会に貢献することです。

材料科学高等研究所（略称：WPI, AIMR、英文名：World Premier International Research Center, Advanced Institute for Materials Research）は、東北大学の 100 周年を祝した 2007 年に文部科学省の「世界トップレベル研究拠点プログラム」としてスタートしました。AIMR では、「バルク金属ガラス」「ナノ物理」「ナノ化学バイオ」および「デバイス / システム」の 4 つの領域を中心に物理・化学・エレクトロニクスなど様々な分野を融合しながら、最先端の機能性材料に関する研究を行っています。また、異分野間の共同研究や創造性の促進を通じて、将来有望な若手研究者の育成にも力を注いでいます。

東北大学大学院理学研究科化学専攻 片平キャンパスのすべての研究室では理学部化学科の学部生は配属されておらず、大学院からの進学・入学となっております。

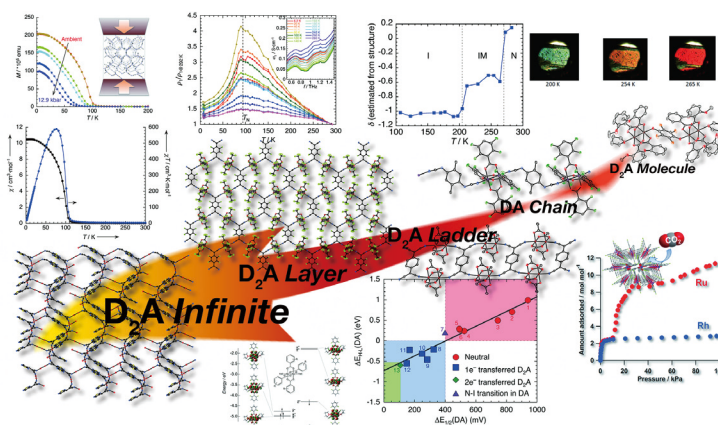
本パンフレットは大学院への進学を希望される学生さん向けに、東北大学大学院理学研究科化学専攻 片平キャンパスに所属する研究室の構成及び各研究室の研究概略を紹介しています。より詳細は各研究室のホームページ（研究概略のページに掲載）にて確認して下さい。本パンフレットが大学院を選択する学生の方々の参考になれば幸いです。

**(Solid-State Metal-Complex Chemistry)**

|     |      |
|-----|------|
| 教 授 | 宮坂 等 |
| 准教授 | 高坂 亘 |
| 助 教 | 芳野 遼 |
| 助 教 | 中西 匠 |



**[Research]** We are studying on solid-state physical chemistry based on metal complexes or coordination compounds, in which our goal is directed to control synergistically electronic and magnetic properties/behavior on molecular frameworks and finally to create new soft molecular materials with unique phenomena.



- 1) J. Zhang, W. Kosaka, Q. Liu, N. Amamizu, Y. Kitagawa, H. Miyasaka, “CO<sub>2</sub>-Sensitive Porous Magnet: Antiferromagnet Creation from a Paramagnetic Charge-Transfer Layered Metal-Organic Framework”, *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, *145*, 26179–26189.
- 2) W. Kosaka, Y. Hiwatashi, N. Amamizu, Y. Kitagawa, J. Zhang, H. Miyasaka, “Densely Packed CO<sub>2</sub> Aids Charge, Spin, and Lattice Ordering Partially Fluctuated in a Porous Metal-Organic Framework Magnet”, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2023**, *62*, e202312205.
- 3) J. Zhang, W. Kosaka, Y. Kitagawa, H. Miyasaka, “A Host–Guest Electron Transfer Mechanism for Magnetic and Electronic Modifications in a Redox-Active Metal–Organic Framework”, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **61**, e202115976 (1–9) (2022).
- 4) J. Zhang, W. Kosaka, H. Sato, H. Miyasaka, “Magnet Creation by Guest Insertion into a Paramagnetic Charge-Flexible Layered Metal-Organic Framework”, *J. Am. Chem. Soc.*, **143**, 7021–7031 (2021).
- 5) J. Zhang, W. Kosaka, Y. Kitagawa, H. Miyasaka, “A metal–organic framework that exhibits CO<sub>2</sub>-induced transitions between paramagnetism and ferrimagnetism”, *Nature Chem.*, **13**, 191–199 (2021).
- 6) W. Kosaka, Z. Liu, J. Zhang, Y. Sato, A. Hori, R. Matsuda, S. Kitagawa, H. Miyasaka, “Gas-responsive porous magnet distinguishes the electron spin of molecular oxygen,” *Nature Commun.*, **9**, 5420(1–9) (2018)

<https://www.miyasaka-lab.imr.tohoku.ac.jp/>

**ナノ・マイクロ計測化学研究分野**  
**(マテリアル・計測ハイブリッド研究センター)**  
**(Nano/Micro Chemical Measurements)**

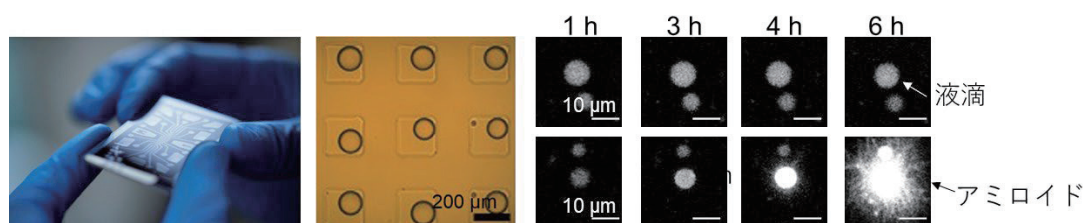
准教授 福山 真央  
 技術職員 小倉 祐  
 教授 笠井 均 (兼)



**【研究概要】「ナノ・マイクロ世界の計測化学」**

化学・生化学はこれまでヒトが慣れ親しんでいるサイズ（ミリメートル～メートル）の実験で理解が深められてきました。しかし、実際の我々の体の中や環境中では往々にして、もっと小さなナノ・マイクロメートルの空間で化学反応が起きています。近年、ナノ・マイクロメートルサイズならではの物理・化学的特性が大きな影響を与えることが分かってきました。

当研究分野では、ナノ・マイクロ空間を用いた新たな分析手法の創出・分析原理の探求を基盤とし、様々な微小・複雑（非平衡・非定常）な化学・生命化学現象の理解と応用を目指しています。具体的な研究テーマとしては、①マイクロ流体デバイスを用いた微量免疫アッセイ法の開発、②画像解析を用いたタンパク質凝集体（アミロイド）核生成のシングルイベント検出などを行っています。



**【Research】 “Chemical Measurements for Nano/Micro Scale Molecules and Objects”**

Chemistry and biochemistry have been understood through experiments at the sizes (millimeters to meters) that humans are familiar with. However, chemical reactions in nature, such as in our bodies and in the environment, often occur at much smaller scales (nanometers to micrometers). In recent years, it has become clear that the physical and chemical properties unique to the nano- and micrometer scale have a significant impact.

Our group aims to understand and apply various non-equilibrium and non-stationary chemical and biochemical phenomena at the micro- and nanometer scale based on the development of new analytical methods in microfluidics. Recent research topics are (i) the development of trace immunoassay methods using microfluidic devices, (ii) single-event detection of protein aggregate (amyloid) nucleation using image analysis.

**【代表論文】**

1. M. Fukuyama *et al.*, Kinetic description of water transport during spontaneous emulsification induced by Span 80 Nanoscale **16** (2024) 4056-5062. <https://doi.org/10.1039/D3NR06121C>
2. M. Fukuyama *et al.*, Kinetic quantitative analysis reveals the suppression of Sup35NM amyloid fibril nucleation by liquid-liquid phase separation, *Analytical Chemistry* **26**, (2023) 9855-9862. <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2022-tp1cm>
3. M. Fukuyama, L. Zhou, T. Okada, K. V. Simonova, M. Proskurnin, A. Hibara, Controlling water transport between micelles and aqueous microdroplets during sample enrichment, *Analytica Chimica Acta*, **1149** (2021) 338212-338212. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2021.338212>
4. M. Fukuyama, M. Tokeshi, M.A. Proskurnin, A. Hibara, Dynamic wettability of polyethylene glycol-modified poly (dimethylsiloxane) surfaces in an aqueous/organic two-phase system, *Lab on Chip* **18** (2018) 356-361. <https://doi.org/10.1039/C7LC01121K>
5. M. Fukuyama, A. Hibara, Microfluidic Selective Concentration of Microdroplet Contents by Spontaneous Emulsification, *Analytical Chemistry* **87** (2015) 3562-3565. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b00155>

連絡先 福山 真央 (Mao FUKUYAMA) maofukuyama@tohoku.ac.jp  
 Tel: 022-217-5396, FAX: 022-217-5396  
<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/hibara/html/index.html>

## 走査プローブ計測技術研究分野

(先端計測開発センター)

(Advanced Scanning Probe Microscopy)

教授 米田 忠弘

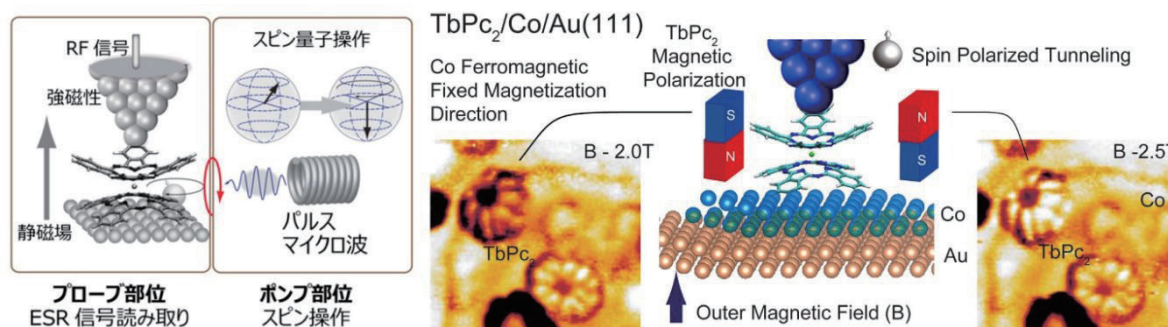
講師 高岡 毅

助教 道祖 尾恭之



**[研究概要]** 次世代の産業を担うと期待される量子コンピューターの基礎的な研究を行っている。化学の特徴を生かし分子を情報の単位である Qubit として用いる新しい量子情報処理システムの基盤を構築する。その実現のために 1 K 以下の極低温、単一分子を対象としたスピン操作などの最先端計測技術の物理化学的手法を開発する。微細加工技術を駆使したデバイス作成と、走査型トンネル顕微鏡 (STM) を用いた分子の直接観察を組み合わせることでこれを実現する。

1. 分子スピンを利用した新しい量子コンピューターの基盤構築
2. デバイスと表面反応を利用した原子層トランジスタセンサー開発
3. ナノ領域での化学反応素過程の研究
4. 単一分子単位での究極の化学分析手法の開発



**[Research]** Nanotechnology has attracted wide attentions and a variety of approaches have been proposed. They cover wide area including environmental catalytic material and post-Si electric materials. Scanning tunneling microscope (STM) is expected to be the most powerful tool for such researches. STM is not a simple microscope to give atomic resolution but is a tool to manipulate an isolated molecule like an atomic scale tweezers. Our study on the molecule dynamics using this tweezers includes single molecule reaction through the excitation of internal vibrational modes, and measuring vibrational spectroscopy of a single molecule by the analysis of tunneling electrons.

### [代表論文]

- 1) Z. K. Qi, P. Mishra, F. Ara, H. Oka, Y. Sainoo, K. Katoh, M. Yamashita, T. Komeda, Magnetic Hysteresis of Single-Molecule Magnets Adsorbed on Ferromagnetic Substrate, ACS Nano (2019) 10.1021/acsnano.9b04428.
- 2) P. Mishra, Z. K. Qi, H. Oka, K. Nakamura, T. Komeda, Spatially Resolved Magnetic Anisotropy of Cobalt Nanostructures on the Au (111) Surface, Nano Lett. 17 (2017) 5843-5847.
- 3) F. Wu, J. Liu, P. Mishra, T. Komeda, J. Mack, Y. Chang, N. Kobayashi, Z. Shen, Modulation of the Molecular Spintronic Properties of Adsorbed Copper Corroles, Nat. Comm. 6 (2015) 7547.
- 4) T. Komeda, H. Isshiki, J. Liu, Y.-F. Zhang, N. Lorente, K. Katoh, B. K. Breedlove, M. Yamashita, Observation and electric current control of a local spin in a single-molecule magnet, Nat Commun 2 (2011.3) 217.

分野連絡先 米田 忠弘 (Tadahiro Komeda)

Tel: 022-217-5368 tadahiro.komeda.a1@tohoku.ac.jp

<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/komeda/>

## 量子ビーム構造生物化学分野

(Quantum beam-based structural biology and chemistry Lab.)

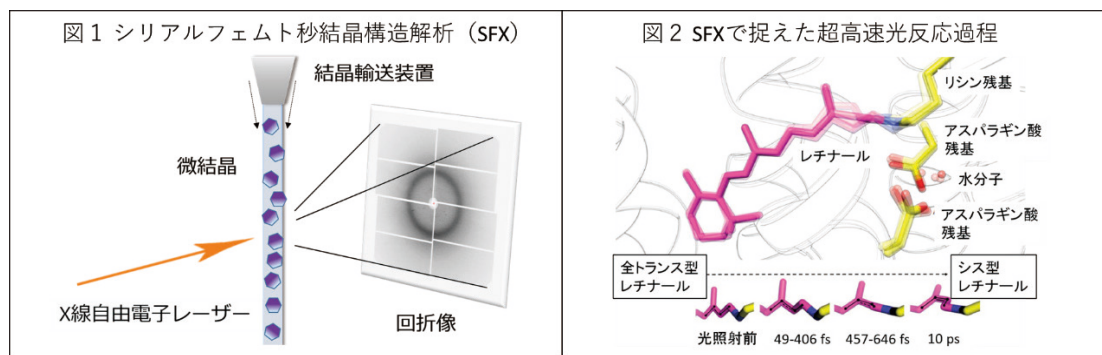
教授 南後 恵理子

助教 藤原 孝彰

助教 田口 真彦



【研究概要】 細胞情報伝達、生体内触媒反応など、生命現象を支える重要な生体構成物質であるタンパク質の立体構造はその機能と深く関連しており、機能を発揮する際にどのような構造の変化を起こすのか興味を持たれてきました。しかし、タンパク質が高速の時間スケール（フェムト秒～ミリ秒）で動く様子を原子の動きまで詳細に捉えるには新たな技術が必要です。当研究室では、X線自由電子レーザー（図1）、放射光などの量子ビームを用いて、タンパク質の中で実際に起こっている化学変化や構造変化を可視化する技術開発<sup>1)</sup>を行い、光感受性タンパク質の反応機構（図2<sup>2)</sup>）やユニークな反応を触媒する酵素の反応機構解明に取り組んでいます<sup>2-4)</sup>。また、得られた精密な構造情報を基にタンパク質分子の合理的設計と新機能をもつ分子の創製を目指します。



【Research】 A protein is one of the biomolecules that are essential to the phenomena of life, such as cell signaling, in vivo catalytic reactions, storage and transport. A three-dimensional structure of a protein is closely related to its function, and there has been an interest in how a protein structurally changes when it functions. However, new techniques are needed to capture the movement of proteins on a fast time scale (femtoseconds to milliseconds) at an atomic level.

In our laboratory, we are developing techniques using a quantum beam such as an X-ray free-electron laser, synchrotron radiation, or an electron beam to visualize actual chemical and structural changes in proteins. We will reveal the reaction mechanism of light-sensitive proteins and the reaction mechanism of enzymes catalyzing unique reactions. Furthermore, we aim to design and create protein molecules with new functions based on precise information from dynamic structural analysis.

### 【代表論文】

- 1) Y. Shimazu *et al.*, High-viscosity sample injection device for serial femtosecond crystallography at atmospheric pressure. *J. Appl. Cryst.* **52**, 1280–1288 (2019); M. Kubo *et al.*, Nanosecond pump-probe device for time-resolved serial femtosecond crystallography developed at SACLA. *J. Synchrotron Radiat.* **24**, 1086–1091 (2017); F. Mafune *et al.*, Microcrystal delivery by pulsed liquid droplet for serial femtosecond crystallography. *Acta Crystallogr. D Struct. Biol.* **72**, 520–523 (2016).
- 2) P. Nogly *et al.*, Retinal isomerization in bacteriorhodopsin captured by a femtosecond x-ray laser. *Science* **261**, 145–152 (2018).
- 3) E. Nango *et al.*, A three-dimensional movie of structural changes in bacteriorhodopsin. *Science* **354**, 1552–1557 (2016); T. Hosaka *et al.*, Conformational alterations in unidirectional ion transport of a light-driven chloride pump revealed using X-ray free electron lasers. *PNAS* **119** e2117433119 (2022).
- 4) M. Suga *et al.*, Light-induced structural changes and the site of O=O bond formation in PSII caught by XFEL. *Nature* **543**, 131–135 (2017); A.M. Wolff *et al.*, Mapping protein dynamics at high spatial resolution with temperature-jump X-ray crystallography. *Nat. Chem.* **15**, 1549–1558 (2023).

分野連絡先 南後 恵理子 (Eriko Nango)

eriko.nango.c4@tohoku.ac.jp

<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/nango/html/>

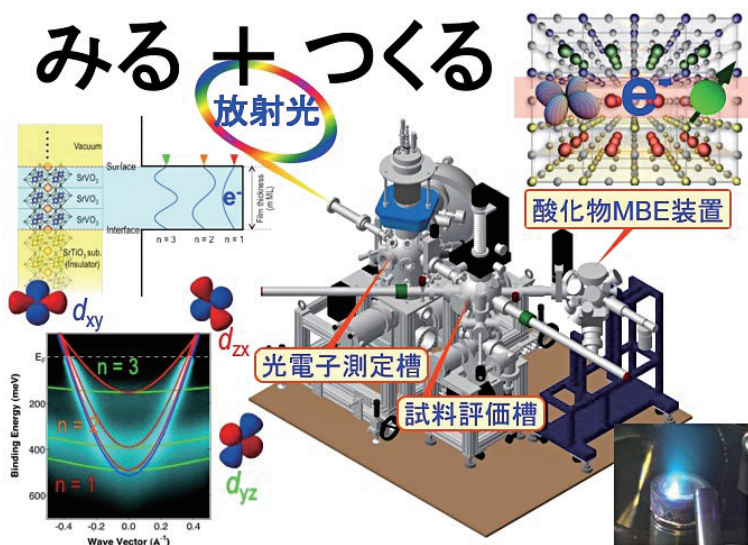
## ナノ機能物性化学研究室

(Nano Physical Chemistry)

教授 組頭 広志  
助教 志賀 大亮  
助教 神田 龍彦  
助教 鈴木 博人  
(学際科学フロンティア研究所)



**[研究概要]** 当研究室では、「酸化物ナノ構造の合成と新奇物性の創出」に関する研究を行っています。酸化物の中には、高温超伝導や光触媒などの驚くべき機能物性を示すものがあり、これらをナノ構造化することにより、さらなる多機能性や新奇な機能物性の創成が期待されます。そのために、酸化物分子線エピタキシー (MBE) という酸化物ナノ構造を原子レベルで制御しながら「つくる」技術と、放射光を用いた先端計測というナノスケールでの化学・電子状態を「みる」技術とを高いレベルで融合することにより、酸化物の類い希な物性を設計・制御しながら新しい機能性ナノ物質の開拓を推進しています。さらには、酸化物ナノ構造を基盤として、有機物質や原子層物質などとのヘテロ構造を設計・合成することで、次世代エレクトロニクスに向けた新機能の創成を目指しています。



**[Research]** The target of our laboratory is to create novel functionalities by synthesizing oxide nanostructures and heterostructures between oxides and other materials. For this purpose, we are controlling and designing the nanoscale phenomena appearing in the oxide nanostructures by the best possible combination of the sophisticated oxide growth techniques using molecular beam epitaxy and advanced analysis techniques using synchrotron radiation.

### [代表論文]

- (1) T. Kanda *et al.*, Quantization condition of strongly correlated electrons in oxide nanostructures, *Commun. Mater.* **10**, 1038 (2023).
- (2) D. Shiga *et al.*, Electronic phase diagram of Cr-doped VO<sub>2</sub> epitaxial films studied by *in situ* photoemission spectroscopy, *Phys. Rev. B* **108**, 045112 (2023).
- (3) N. Hasegawa *et al.*, Electronic band structure of Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films studied by angle-resolved photoemission spectroscopy, *Phys. Rev. B* **105**, 235137 (2022).
- (4) K. Yohimatsu *et al.*, Evidence of lattice deformation induced metal-insulator transition in Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, *Phys. Rev. B* **106**, L081110 (2022).
- (5) R. Yukawa *et al.*, Resonant tunneling driven metal-insulator transition in double quantum-well structures of strongly correlated oxide, *Nat. Commun.* **12**, 7070 (2021).
- (6) T. Kanda *et al.*, Electronic structure of SrTi<sub>1-x</sub>V<sub>x</sub>O<sub>3</sub> films studied by *in situ* photoemission spectroscopy: Screening for a transparent electrode material, *Phys. Rev. B* **104**, 115121 (2020).

連絡先 組頭 広志 (Hiroshi KUMIGASHIRA)

Tel: 022-217-5802 ; E-mail: kumigashira@tohoku.ac.jp

<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/kumigashira/html/>

## 生命機能分子合成化学分野

(Synthetic Chemistry for  
Biofunctional Molecules)

教 授 永次 史

准教授 鬼塚 和光

助 教 岡村 秀紀



【研究概要】 生体内において遺伝子の情報は様々な調節を受けることで、非常に精密にコントロールされ、種々の機能を持つ蛋白質が合成されます。これらの遺伝子の情報が少しでもおかしくなると、合成される蛋白質の性質が変化、あるいは合成される蛋白質の量が変化することで、様々な病気の原因になることが知られています（図1）。最近では遺伝子の化学的本体である、核酸が形成する高次構造が遺伝子の発現を制御していることもわかってきています。私たちの研究室では、おかしくなった遺伝子さらには特異な高次構造を持つ核酸に結合し、**化学的に遺伝子発現を制御する新規の機能性分子**の開発をめざし、これらの**分子設計及び合成**を行っています（図2）。さらに合成した分子機能の評価は様々な物理化学的手法のみならず、細胞内での評価も行い、実際に生体内で遺伝子発現調節に働く新しい手法を目指して、研究を展開しています。

図1 遺伝子発現の流れと病気

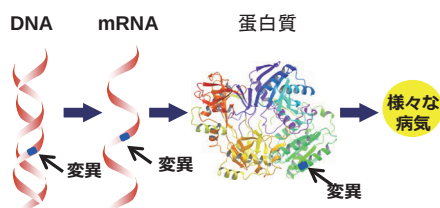
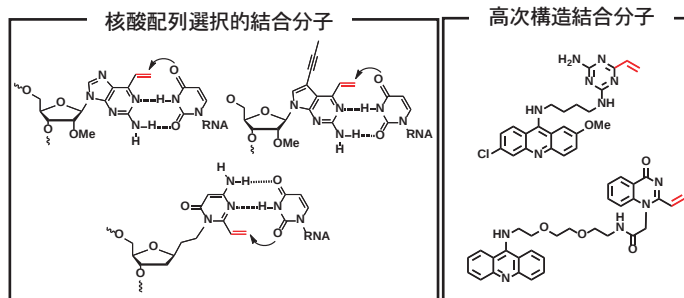


図2 標的核酸に結合する種々の機能性分子



【Research】 Our research activities have focused on the creation of functional molecules that exhibit specific recognition and reaction to the DNA and RNA. The functional oligonucleotides incorporating such an intelligent agent would enable chemical modulation of gene expression with high sequence-selectivity at a single nucleoside level. Recent progress in our group includes achievement of highly efficient cross-linking reaction with specificity toward thymine at the target site. We have applied the new cross-linking agent to antisense inhibition of gene expression in cell.

### 【代表論文】

- (1) Okamura, H.; Iida, M.; Kaneyama, Y.; Nagatsugi, F. o-Nitrobenzyl Oxime Ethers Enable Photoinduced Cyclization Reaction to Provide Phenanthridines under Aqueous Conditions. *Org. Lett.*, **25**, 466-470 (2023).
- (2) Kuwahara, K.; Yajima, S.; Yamano, Y.; Nagatsugi, F.; Onizuka, K. Formation of Direction-Controllable Pseudorotaxane and Catenane Using Chemically Cyclized Oligodeoxynucleotides and Their Noncovalent RNA Labeling. *Bioconjugate Chem.* **2023**, **34** (4), 696-706 (2023).
- (3) Okamura, H.; Trinh, G. H.; Dong, Z. X.; Masaki, Y.; Seio, K.; Nagatsugi, F. Selective and stable base pairing by alkynylated nucleosides featuring a spatially-separated recognition interface. *Nucleic Acids Res.* **50** (6), 3042-3055 (2022).
- (4) Nagatsugi, F.; Onizuka, K. Selective Chemical Modification to the Higher-Order Structures of Nucleic Acids. *Chemical Record*, e202200194 (2022).
- (5) Abdelhady, A. M.; Onizuka, K.; Ishida, K.; Yajima, S.; Mano, E.; Nagatsugi, F. Rapid Alkene-Alkene Photo-Cross-Linking on the Base-Flipping-Out Field in Duplex DNA. *J. Org. Chem.* **2022**, **87**, 2267-2276 (2022).

分野連絡先 永次 史 (Fumi Nagatsugi), nagatsugi@tohoku.ac.jp  
Tel: 022-217-5633 FAX: 022-217-5633  
<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/nagatsugi/html/>

## 生命機能制御物質化学研究分野

(Laboratory for Nanobio Functional Materials/  
Chemical Biology & Supramolecular Asymmetric  
Photochirogenesis)

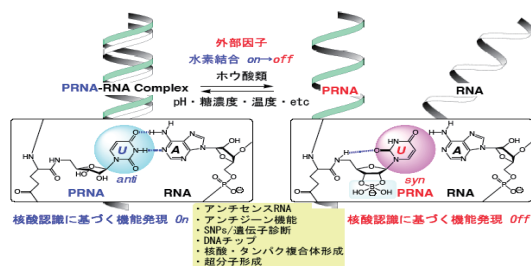
教授 和田 健彦  
准教授 荒木 保幸  
助教 鈴木 仁子  
助教 松本 光代



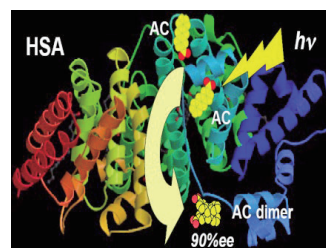
【研究概要】 当研究室では、DNA や RNA などの核酸、そしてタンパク質など生体高分子の、**次世代インテリジェント型ナノバイオ機能材料**への応用を目指し研究を行っています。

ナノバイオ分子において、優れた機能発現のみならずその機能の *on-off* 制御が、実用化に向けて重要な課題です。我々は外部刺激に応答して**機能発現の *on-off* 制御**を実現する人工核酸の創製に取り組んでいます。特に低酸素環境下の疾患細胞に特徴的な細胞質環境に応答し、標的の増幅期癌細胞や脳梗塞周辺細胞でのみ薬効を発現し、正常細胞では副作用の心配のない**虚血性疾患細胞特異的核酸医薬の開発**に成功し、現在 *in vivo* 試験を検討中です。また極少量の核酸医薬で優れた薬効発現を可能とする**高効率触媒的標的 RNA 切断機能付与型キメラ人工核酸の創製**にも成功し、基盤研究 S のサポートを得て医学部と共同で新型コロナや膵臓癌治療薬開発にも取り組んでいます。このように外部刺激による自在な生体機能制御実現に向け研究を推進しています。

また、タンパク質や二重鎖 DNA など**生体高分子**を不斉光合成の**キラル反応場**、**ナノキラルバイオリアクター**として活用し、基底状態・励起状態相互作用解明を通じ高効率不斉反応達成に取り組む、新しい方法論の提案を目指した研究展開や、世界最高の高感度・高時間分解能を有する**新規円二色性 (CD) 測定装置**開発と本装置を活用した円偏光発光 (CPL) 材料など有機分子の励起状態特性ならびにその動的特性解明、そしてその特性を活用した機能材料開発にも取り組んでいます。



ナノバイオ分子機能の *on-off* 制御



ナノバイオキラルリアクター

【Research】 Focusing our research interest mostly on the recognition and complexation behavior control of biopolymers, such as DNA/RNA, proteins, and so on. Another topics are photochemical asymmetric reaction control based on molecular recognition phenomena in both ground and electronically excited states, we are pursuing mechanistic and synthetic studies on Supramolecular Asymmetric Photochirogenesis with biopolymers as chiral reaction medias.

### 【代表論文】

- 1) Dynamic and static control of the off-target interactions of antisense oligonucleotides using toehold chemistry, *Nature Comm.*, **2023**, 14, 7972.
- 2) Quantitative Analyses of Foerster Resonance Energy Transfer Identical Pyrene Chromophores In DNA Scaffolds, *ChemPhotoChem* **2021**, 5, 167.
- 2) Protein adsorption behavior in nanoscale phase-separated PMPC-containing block copolymers, *Eur. Polym. J.*, **2020**, 135, 109885.
- 3) Near perfect H-H on the supramolecular photodimerisation of 2-AC with self-organised gemini surfactant bilayers, *Chem. Comm.*, **2020**, 56, 10058.
- 4) Efficient Light-Harvesting Antennae Resulting from the Dense Organization of Dyes into DNA D-Threoninol, *Ang. Chem. Int. Ed.*, **2020**, 59, 11360.
- 5) Underwater Bubble and Oil Repellency of Biomimetic Pincushion and Plastron-Like Honeycomb Films, *Langmuir*, **2020**, 36, 6365.
- 6) Reversible changes in the orientation of gold nanorod arrays on polymer brushes, *Nanosca. Adv.*, **2020**, 2, 3798.
- 7) Planar-to-Planar Chirality Transfer in the Excited State. Enantiodifferentiating Photoisomerization of Cyclooctenes Sensitized by Planar-Chiral Paracyclophane, *J. Am. Chem. Soc.*, **133**, 10379 (2011).
- 8) Highly Enantiomeric Supramolecular [4 + 4] Photocyclodimerization of 2-Anthracenecarboxylate Mediated by Human Serum Albumin, *J Am. Chem. Soc.*, **129**, 3478 (2007).

分野連絡先 教授名：和田 健彦 (Takehiko WADA)  
Tel&FAX: 022-217-5608 ; E-Mail : hiko@tohoku.ac.jp  
<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/wada/>

## 有機・バイオナノ材料研究分野

(マテリアル・計測ハイブリッド研究センター)

(Organic- and Bio- Nanomaterials)

教 授 笠井 均

講 師 岡 弘樹

助 教 小関 良卓



### [研究概要] 「次世代薬剤およびエネルギー創・蓄・変・活を担う有機ナノ粒子の創製」

我々は、独自の有機ナノ粒子の作製手法である『再沈法』(図上部)を用いて、**自由自在のサイズ・形状でナノ粒子を作製**している。例えば同手法によって作製されたナノ薬剤は薬物分子だけで構成されるため、一般的なキャリアを用いた場合とは異なりキャリアによる副作用の心配がなく、含有薬物量が圧倒的に多くなるため効率的な治療が期待できる(図左下)。さらに、金属を一切使用しない有機材料が、従来では考えられない、電極活物質・電極/光触媒などエネルギー(創・蓄・変・活)機能に繋がることも見出している(図右下)。

### [Research] “Fabrication of The Novel Designed Nanoparticles as Advanced Materials”

We are actively engaging in the research of organic nanomaterials for drug delivery and energy storage & conversion. The nanoparticles composed of hydrophobic molecules can be obtained with less than 100 nm in size, utilizing our original reprecipitation method. We are aiming at the practical applications of these nanodrugs for the treatment of cancer and ocular diseases. In addition, we are developing these organic nanoparticles into electrode-active materials, gas absorbents, and electro/photocatalysts.

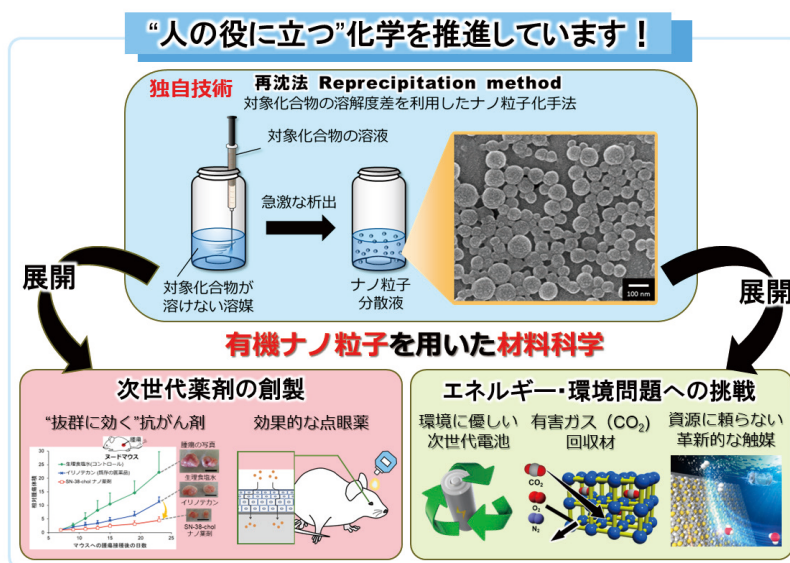


図. 当研究室独自の有機ナノ粒子化とその機能展開

### [代表論文]

- 1) “A Novel Preparation Method of Organic Microcrystals”, H. Kasai, H. S. Nalywa, H. Oikawa, S. Okada, H. Matsuda, N. Minami, A. Kakuta, K. Ono, A. Mukoh, and H. Nakanishi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **31**, L1132-1134 (1992).
- 2) “Creation of pure nanodrugs and their anticancer properties”, H. Kasai, T. Murakami, Y. Ikuta, Y. Koseki, K. Baba, H. Oikawa, H. Nakanishi, M. Okada, M. Shoji, M. Ueda, H. Imahori, M. Hashida, *Angew. Chem. Int. Ed.* **51**, 10315–10318 (2012).
- 3) “FRET-based intracellular investigation of nanoprodrugs toward highly efficient anticancer drug delivery”, F. Taemaitree, B. Fortuni, Y. Koseki, E. Fron, S. Rocha, J. Hofkens, H. Uji-i, T. Inose, H. Kasai, *Nanoscale*, **12**, 16710–16715 (2020).
- 4) “Organic  $\pi$ -Conjugated Polymers as Photocathode Materials for Visible-Light-Enhanced Hydrogen and Hydrogen Peroxide Production from Water”, K. Oka, B. Winther-Jensen, H. Nishide, *Adv. Energy Mater.*, **11**, 2003724 (2021).
- 5) “Accelerating the dehydrogenation reaction of alcohols by introducing them into poly (allylamine)”, K. Oka, Y. Kaiwa, K. Kobayashi, Y. Tobita, K. Oyaizu, *Polym. Chem.*, **14**, 2588–2591 (2023).

分野連絡先 笠井 均 (Hitoshi KASAI) kasai@tohoku.ac.jp

Tel: 022-217-5612, FAX: 022-217-5614

<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/kasai/>

## 生命分子ダイナミクス研究分野

(Laboratory of Biological and  
Molecular Dynamics)

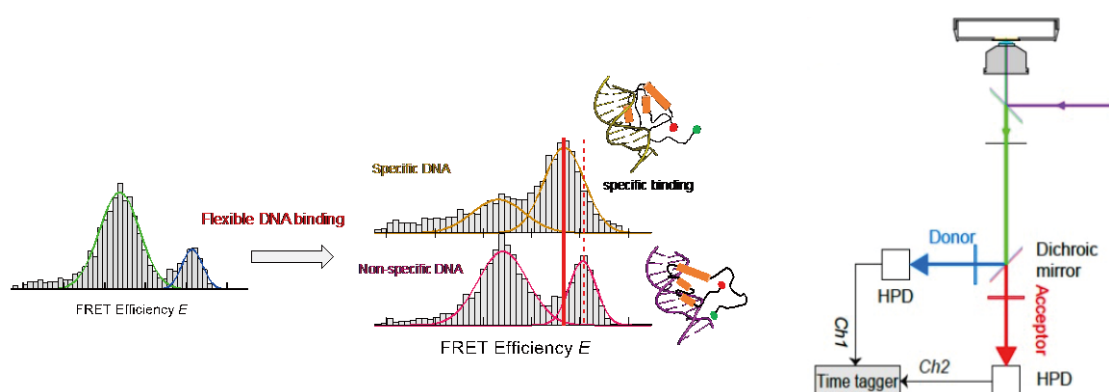
教 授 高橋 聡

助 教 伊藤 優志



**【研究概要】** タンパク質は、さまざまな生命現象を支える万能の分子機械です。当分野では、生命現象を分子レベルで理解し医療応用へのヒントを得るために、タンパク質のフォールディングやダイナミクスを解明する研究を展開しています。第一のテーマでは、タンパク質を一分子レベルで観察する装置により、DNA 結合タンパク質や新型コロナウイルス関連タンパク質の構造変化ダイナミクスを解明しています。第二のテーマでは、新しい蛍光相関分光装置を開発し、タンパク質や核酸などの運動性をナノ秒の時間分解能で観測しています。

**【Research】** Our goal is to understand essential biological processes at the molecular level through the investigation of structural dynamics of protein folding and functions. We observe the structures and heterogeneities of proteins and nucleic acids based on single molecule fluorescence spectroscopy. We also develop a new method of fluorescence correlation spectroscopy and revealed the fast structural dynamics of proteins and nucleic acids at the nanosecond time domains.



図：(左) 一分子蛍光分光法で観察した転写因子 CytR の DNA 結合に伴う構造変化 (Mitra *et al.* *J. Phys. Chem B* 2022)。(右) 新しく開発したナノ秒分解蛍光相関装置のブロック図 (Sano *et al.* *ACS Phys. Chem Au* 2024)。

### 【最近の論文】

“Simple and Efficient Detection Scheme of Two-Color Fluorescence Correlation Spectroscopy for Protein Dynamics Investigation from Nanoseconds to Milliseconds” Sano, Y., Itoh, Y., Kamonprasertsuk, S., Suzuki, L., Fukasawa, A., Oikawa, H., Takahashi, S. *ACS Phys. Chem Au* (2024), **4**, 85–93.

“Hyper-mobile Water and Raman 2900  $\text{cm}^{-1}$  Peak Band of Water Observed around Backbone Phosphates of Double Stranded DNA by High-Resolution Spectroscopies and MD Structural Feature Analysis of Water” Suzuki, M., Tsuchiko, A., Tanaka, Y., Matubayasi, N., Mogami, G., Uozumi, N., Takahashi, S. *J. Phys. Chem. B.* (2023), **127**, 285-299.

“Flexible Target Recognition of the Intrinsically Disordered DNA-Binding Domain of CytR Monitored by Single-Molecule Fluorescence Spectroscopy” Mitra, S., Oikawa, H., Rajendran, D., Kowada, T., Mizukami, S., Naganathan, A. N., Takahashi, S. *J. Phys. Chem. B.* (2022), **126**, 6136-6147.

分野連絡先：高橋 聡 (Satoshi Takahashi) Tel: 022-217-5842

<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/takahashi-s/>

## 細胞機能分子化学研究分野

(Cell Functional Molecular Chemistry)

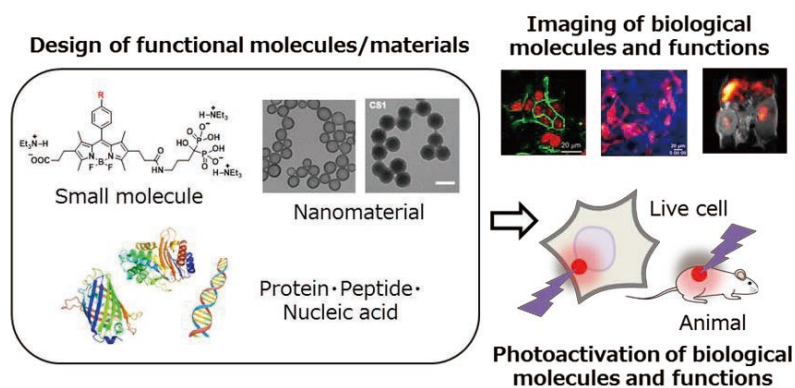
教授 水上 進

准教授 小和田 俊行



### 【研究概要】 「機能性分子創製を通して生命・疾患の機構解明に挑む」

生体内では多くの生体分子が相互作用することで、多様な機能を発現しています。生物を正確に理解するには、生体分子の挙動や機能を他の分子との相互作用が保たれた状態、すなわち生きた状態で調べるのが重要です。当研究室では、有機化学・高分子化学・蛋白質化学等に基づいて新たな機能性分子を設計・合成し、生体機能の探索技術を開発しています。具体的には、酵素活性や細胞内シグナル伝達などの生体機能を選択的に可視化する蛍光プローブ、ケージド化合物／フォトクロミック化合物を用いた蛋白質活性の光制御技術などの開発に取り組んでいます。これらの機能性分子を最先端の光学顕微鏡技術と組み合わせることにより、生きた状態における生体分子の機能や疾患機構の本質に迫ります。



### 【Research】 “Chemical Biology through Development of Functional Molecules”

In a living body and cell, various biomolecules function by interacting with other molecules. To understand the precise biological functions occurring within a living body or cell, it is important to investigate the activities or behaviors of the target molecules in living systems, where all of these interactions with other biomolecules are maintained. Using organic chemistry, macromolecular chemistry, and biochemistry, we design and synthesize functional molecules, apply them to image behaviors or activities of target biomolecules, and then regulate the functions of these targets by utilizing light. By combining these functional compounds with optical microscopy, we aim to clarify essential mechanisms in life and diseases.

### 【代表論文】

- 1) R. Liu, T. Kowada, Y. Du, Y. Amagai, T. Matsui, K. Inaba, S. Mizukami, “Organelle-Level Labile  $\text{Zn}^{2+}$  Mapping Based on Targetable Fluorescent Sensors”, *ACS Sens.* **2022**, 7, 748–757.
- 2) T. Kowada, K. Arai, A. Yoshimura, T. Matsui, K. Kikuchi, S. Mizukami, “Optical Manipulation of Subcellular Protein Translocation Using a Photoactivatable Covalent Labeling System”, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, 60, 11378–11383.
- 3) T. Kowada, T. Watanabe, Y. Amagai, R. Liu, M. Yamada, H. Takahashi, T. Matsui, K. Inaba, S. Mizukami, “Quantitative Imaging of Labile  $\text{Zn}^{2+}$  in the Golgi Apparatus Using a Localizable Small-Molecule Fluorescent Probe”, *Cell Chem. Biol.* **2020**, 27, 1521–1531.
- 4) S. Mizukami, Y. Hori, K. Kikuchi, “Small-Molecule Based Protein-Labeling Technology in Live Cell Studies: Probe-Design Concepts and Applications”, *Acc. Chem. Res.* **2014**, 47, 247–256.

分野連絡先 水上 進 (Shin MIZUKAMI)  
shin.mizukami@tohoku.ac.jp, Tel/Fax: 022-217-5116  
<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/mizukami/>

---

## 学外の連携・委嘱分野の 各研究室紹介



---

…学外の連携・委嘱分野

## 分離化学研究室

(Reaction and Separation Processes)

教 授 川波 肇

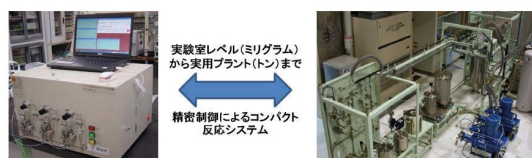
教 授 金久保 光央

教 授 伊藤 徹二

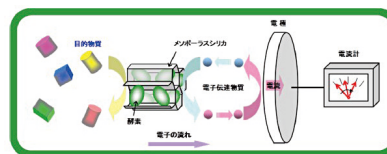


【研究概要】 私達は、環境にやさしいコンパクトで効率の良い化学プロセスの開発を行っています。例えば、超臨界流体を含む高温高压流体では、各種物性値が容易に大きく変化する性質を利用した新しい化学反応・分離・精製のプロセス開発に取り組んでおり、最近では水素の分離などにも応用しています。また、室温で液体の塩という特徴のあるイオン液体を対象として、その基礎物性や特性を解明しつつ、特異な物質変換や分離技術、ガス分離プロセスの開発などを行っています。近年では、二酸化炭素問題を解決すべくイオン液体を使った Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS) にも取り組んでいます。そして、制御した細孔径を有するメソポーラスシリカの膜と酵素を組み合わせ、高速・高感度・長寿命の新しい酵素センサーの開発を行っています。例えばホルムアルデヒドの高速高感度検出及び、コリンエステラーゼを用いた有機リン系農薬などの高感度検出に成功しています。

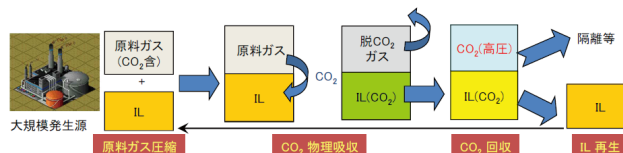
### 1) 流通式高温高压マイクロリアクターシステム



### 3) 高感度酵素センサー



### 2) イオン液体による Carbon Dioxide Capture and Storage



【Research】 The main focus of our research is to advance original innovation in developing sustainable chemical processes that are effective and environmentally friendly. Our efforts include: (i) developing various reaction processes under high-pressure and high-temperature conditions, as well as under supercritical conditions to leverage their tunable properties; (ii) investigating the physical properties of ionic liquid (molten salts at room temperature) to utilize their potential in separating CO<sub>2</sub> from exhaust gases through an innovative carbon capture system (CCS); and (iii) exploring artificial bio-membranes by encapsulating enzymes like formaldehyde dehydrogenase, which are beneficial for creating highly sensitive devices, including biosensors and disease diagnostics tools.

### 【代表論文】

1. Iridium Catalyst Immobilized on Crosslinked Polyethyleneimine for Continuous Hydrogen Production Using Formic Acid, *ChemSusChem*, **17**, e202301282 (2023). (Front Cover)
2. Effects of structures of lower aliphatic alcohols and concentrations on CO<sub>2</sub> chemical absorption and desorption reactions in various alcohol solutions of 1,8-diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene, *J. Molecular Liquids*, **390**, 123022 (2023).
3. Water-Dispersible Carbon Nano-Test Tubes as a Container for Concentrated DNA Molecules, *Chem. - A Euro. J.*, **29**, e202301422 (2023). (Front Cover)

連絡先 川波 肇 (Hajime KAWANAMI)

Tel: 022-237-2097 FAX:022-237-2097

<https://www.aist.go.jp>

## 重元素化学

(Heavy Element Chemistry)

教授(客) 渡邊 雅之

教授(客) 北辻 章浩

准教授(客) 佐藤 哲也

**[研究概要]** 自然界に存在する元素は原子番号 92 のウランまでですが, 93 番のネプツニウムから 118 番の元素までが人工的に合成され, その存在が確認されています (2016 年に 113, 115, 117, 118 番元素名が, ニホニウム (Nh), モスコビウム (Mc), テネシン (Ts), オガネソン (Og) に決定)。ネプツニウムより重い元素を超ウラン元素と呼びます。この半世紀の間に人工元素が次々と合成され, これによって自然科学に新しい分野が切り拓かれました。原子力エネルギーの利用, あるいは核物質防護の問題などを通して, 私たちは“重元素”と深く係わり合っています。本研究室では, 次のような重元素の化学に関する研究を進めています。

ランタノイド  
アクチノイド

(1) 原子核反応で合成される周期表上で原子番号の上限に位置する重・超アクチノイド元素 (原子番号 101 以上) の化学的性質を“シングルアトム”レベルで明らかにするというチャレンジングな研究に取り組んでいます。

(2) 5f 電子が関与するアクチノイド元素の特異な化学的振る舞いを, イオンの構造, 水和・溶媒和状態, 酸化還元, 錯形成, イオン対生成といった観点からレーザー分光法や電気化学的手法を用いて調べています。また, 発電用原子炉で燃焼した使用済み核燃料や放射性廃棄物からの種々の元素を分離・回収するための新しい分離法の開発などを進めています。

**[Research]** (1) Studies on chemical properties of the heaviest elements are extremely interesting and challenging subjects in the fields of modern nuclear and radiochemistry; chemical characterization of these elements explores the new frontiers of the elements in the 7th period of the Periodic Table. Atom-at-a-time chemistry of the elements at the uppermost end of the Periodic Table is being performed. (2) The actinide elements having 5f electrons are chemically quite interesting elements. Redox properties, complexation ability, and some basic chemical properties in solution are studied by means of laser spectroscopic and electrochemical methods. From the view point of nuclear engineering, separation and recovery of actinides from spent nuclear fuel (reprocessing), decontamination of radioactive wastes, analyses of actinides for control of the processes are essentially required. Development of new actinide separation and recovery methods for a design of the separation process is being performed.

### [代表論文]

- 1) T.K. Sato *et al.*, Measurement of the first ionization potential of lawrencium, element 103, *Nature* **520**, 209-211 (2015).
- 2) R. Kusaka, M. Watanabe, “Stoichiometry of lanthanide-phosphate complexes at the water surface studied using vibrational sum frequency generation spectroscopy and DFT calculations”, *Journal of Physical Chemistry B*, **125**, 6727-6731 (2021).
- 3) Y. Kitatsuji, Electrochemistry of actinide, *Radioisotopes*. **67**, 483-493 (2018).

連絡先 渡邊 雅之 (Masayuki WATANABE)

Tel: 029-282-5167

e-mail: watanabe.masayuki@jaea.go.jp

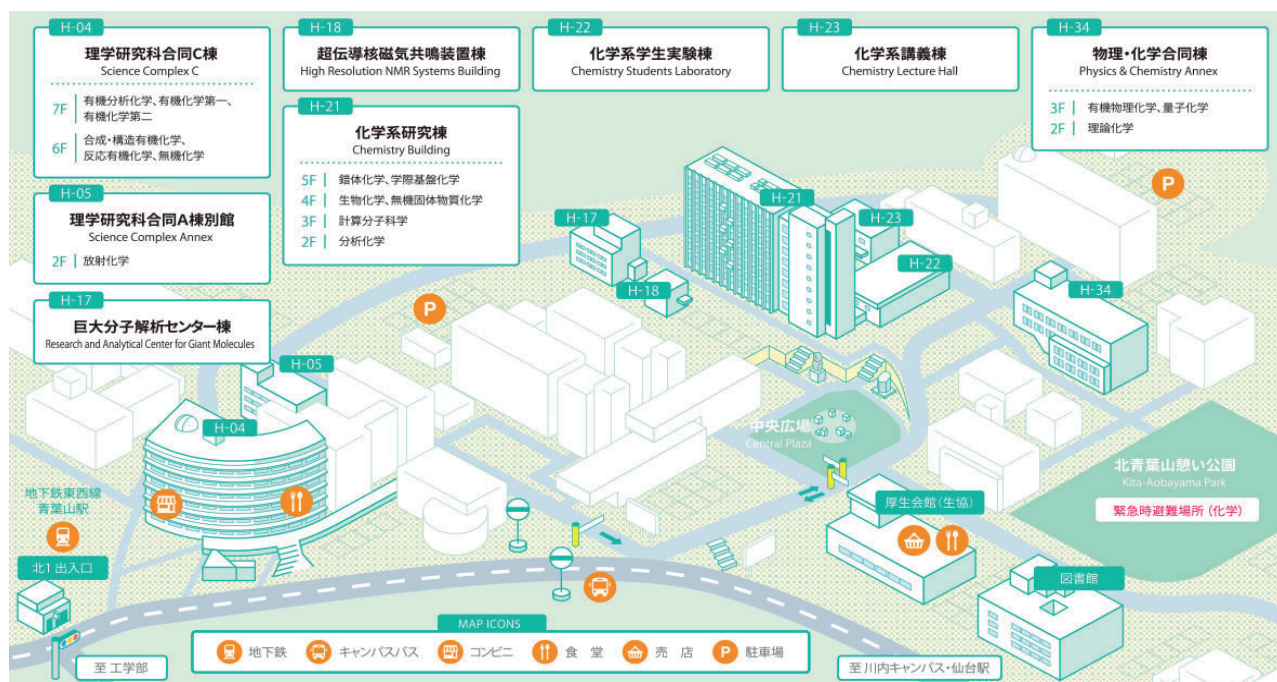


・仙台市地下鉄東西線「仙台駅」より「八木山動物公園行」に乗車約9分、  
「青葉山駅」下車、北1出口より徒歩5分

- ・仙台駅(JR)西口より徒歩約15分
- ・西口バスプール11番のりばより仙台市営バス「701系統(東北大学病院前—八木山動物公園駅)八木山動物公園駅行」などに乗車約10分、「東北大正門前」にて下車すぐ

・仙台市地下鉄東西線「仙台駅」より「八木山動物公園行」に乗車約6分、  
「川内駅」下車、南1・2出口すぐ

## 青葉山キャンパス(理学研究科)化学専攻

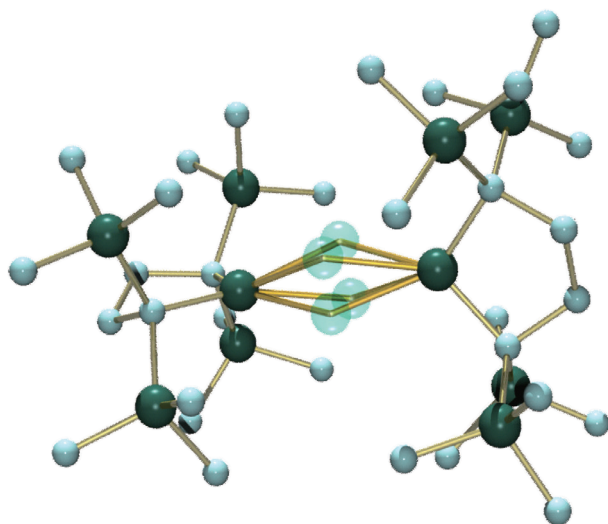


## 片平キャンパス



片平キャンパス内の、各研究所への詳細なアクセスは下記URLをご確認下さい

- ▶ 多元物質科学研究所 <https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/access/>
- ▶ 金属材料研究所 <https://www.imr.tohoku.ac.jp/ja/about/location.html>
- ▶ 材料科学高等研究所 <https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/about/access/>



## 東北大学大学院理学研究科化学専攻 「化学専攻案内2024」

編集  
発行

東北大学大学院理学研究科化学専攻

〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6番3号

TEL 022-795-4384 (教務企画係)



<http://www.chem.tohoku.ac.jp/>