

大学院総合化学院

Graduate School of Chemical Sciences and Engineering
Hokkaido University Guidebook 2022 – 2023



北海道大学

学院長からの挨拶



大学院総合化学院長
佐田 和己

昨今 SDGs として議論されているように、持続可能な社会を目指したエネルギー開発、地球規模での気候変動、「地球誕生以来6回目の大量絶滅」と呼ばれている生物多様性の著しい低下、マイクロプラスチックなどの環境問題、水や食糧の持続的な供給、COVID-19 などの感染症の拡大などは、現代社会が直面する地球規模の問題です。これらはいずれもヒト（ホモサピエンス）の繁栄に深く関わりがあるとされ、現代を地質学的な時代区分として「人新世」と呼ぶことが提案されています。これらの問題の根本を考えると、その多くがヒトによって行われた物質変換に由来しています。したがって、物質変換を究めることこそが、これらの問題を解決に導き、ひいては地球とヒトを同時に救うことにつながります。本学院では、物質変換のサイエンスの中核である「化学」について、理論化学から生物化学まで幅広い研究分野をカバーしており、それぞれの分野における最先端の教育・研究活動を総合的に経験することで、世界を牽引する次世代のフロントランナーの育成を目指しています。

本学院は、化学の基礎に重点を置き、現象を理解する立場から物質を考える理学部化学と、実学を重視し、人工物による物質・反応のデザインの立場から物質を取り扱う工学部応用化学の融合に加え、学内の触媒科学研究所、電子科学研究所、遺伝子病制御研究所、化学反応創成研究拠点の協力、学外の物質・材料研究機構、産業技術総合研究所、

理化学研究所との連携により組織された、化学に特化した国内では他に類を見ない「総合化学」の大学院であることが特徴として挙げられます。具体的には上記組織に属する50の研究室が、それぞれの研究分野に応じて、以下の3つのコースに所属し、化学の各専門領域について理学系・工学系の双方の立場から俯瞰した体系的教育が実現できるカリキュラムを組んでいます。

分子化学コース：

分子レベルでの反応の制御と解析、反応を効率的に実現する触媒開発と、それを巧みに利用した化学プロセス開発に至る一連の反応開発とプロセス設計

物質化学コース：

分子や原子を階層的に組み上げることにより新たな新機能を示す有機高分子、無機材料、金属材料、ナノ材料等と、その複合材料の創製

生物化学コース：

細胞と生物自体の構造・機能の化学的な解析に基づいた生体システムの人工的制御と生体の各種機能を発現する医学・医療関連材料の設計

本学院では、本学または海外連携大学で海外の学生と共に英語講義を受講する「Hokkaido Summer Institute」や「Learning Satellite」等のプログラムへの参画により、教育の国際化に積極的に取り組んでいます。さらに、プロ

ンティア化学教育研究センター等の協力を得て、海外の共同研究者の研究室に2ヶ月程度滞在して研究を進める「ショートビジット」、海外からの大学院生を受け入れる「ショートステイ」、また博士後期課程学生自身が企画・立案等すべてを行う「CSE Summer School」をはじめとした留学生との各種交流事業により、世界的に活躍する人材となるべく、異文化理解力や国際的コミュニケーション能力を向上させる取り組みを進めています。

さらに本学や民間財団の各種事業への積極的な応募の推奨を通じた大学院生の経済支援に取り組んでいます。特に博士後期課程学生に研究に専念できる環境を目指し、文部科学省「科学技術イノベーション創出に向けた大学フェロシップ創設準備事業」による「アンビシャス博士人材フェロシップ制度」やJST「次世代研究者挑戦的研究プログラム」による「Society5.0を牽引するDX博士人材育成のための研究支援プロジェクト」、「化学産業界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実践する大学院専攻」として本学院が採択されている、一般社団法人日本化学工業協会「化学人材育成プログラム」等により、多数の大学院生が経済支援を受けています。またJPSPの特別研究員(DC1, DC2)の採用実績は本学の中でもトップレベルです。これらは、修士課程学生も所定の時期に応募できますので、博士後期課程への進学を希望している学生は積極的に活用してください。

また様々な大学院教育プログラムへの参加を奨励し、研究能力だけでなく、グローバルな課題解決を可能とする次世代の国際的なリーダーを育成しています。特に「物質科学フロンティアを開拓するAmbitiousリーダー育成プログラム(ALP)」や「スマート物質科学を拓くアンビシャスプログラム(SMatS)」では、物質科学分野において、実験科学と数理科学・計算科学・データ科学を融合させ、さらにトランスファラブルスキル(汎用的能力)の修得が可能となっています。

博士課程に進学する学生に向けて博士人材の活躍やキャリアパスを示し、産業界(化学系企業、材料系企業、情

報系企業)との連携を更に強化することを目的に「Ph. Discover」プロジェクトにも参画しており、大学院生がキャリアパスを描き、学位取得後の目的を設定できるようにすることにより、博士課程進学へのモチベーションを高める環境を整えています。

札幌農学校以来、北海道大学が掲げてきた4つの基本理念である「フロンティア精神」、「全人教育」、「国際性の涵養」、「実学の重視」のもと、化学を中心とする基礎的および高度に専門的な理学、工学の素養を身につけ、先述した地球規模の問題を解決に導く人材となるとともに、大学院生活を通して人間性を養い、自然に恵まれた広大なキャンパスのなかで多くのよき友人を得て、次世代のリーダーへと成長し、社会に大きく羽ばたくことができるよう、総合化学院で研鑽されることを願っています。

Inaugural Message from the Dean

SADA Kazuki

Dean

Graduate School of Chemical Sciences and Engineering

Saving the Earth through the Study of Chemical Sciences and Engineering in Hokkaido

As has been discussed in the context of the SDGs in recent years, today's society faces global challenges, including the need for energy development toward sustainable societies, climate change, grave declines in biodiversity that are often called "Earth's sixth mass extinction," environmental pollution from microplastics, a scarcity of sustainable water and food supplies, and the spread of infectious diseases (e.g., COVID-19). Because of the close relations between these challenges and the prosperity of human beings (*Homo sapiens*), it's been proposed that the current geological period be referred to as the Anthropocene: a period in which human activity has been the most significant influence on climate and the environment in Earth's history. Many of the underlying causes of these problems derive from chemical processes performed by human beings. This means that achieving a mastery of chemical processes through the study of chemical sciences and engineering will lead to the resolution of many of these problems and to the protection of Earth and human beings alike. The Graduate School of Chemical Sciences and Engineering covers a wide range of research fields of chemistry, from theoretical chemistry to biochemistry or molecular biology. The school aims to foster the next generation of world-leading frontrunners by providing an opportunity for them to gain comprehensive cutting-edge education and research experiences in these fields.

The Graduate School of Chemical Sciences and Engineering is the first chemistry-oriented graduate school ever to open in Japan and was established through a fusion of the Department of Chemistry of the Faculty of Science, which focuses on the fundamentals of chemistry from the standpoint of elucidating phenomena, and the Department of Applied Chemistry of the Faculty of Engineering, which provides practical sciences from the standpoint of artificially designing chemical substances and their reactions. In our graduate school, we collaborate on education and research with the Institute for Catalysis (ICAT), the Research Institute for Electronic Science

(RIES), the Institute for Genetic Medicine (IGM), and Institute for Chemical Reaction Design and Discovery (ICReDD) in our university, and with the National Institute for Materials Science (NIMS), the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), and RIKEN outside the university. With the support of 50 laboratories covering a wide range of chemistry areas categorized into the following three courses, the school offers a curriculum that provides systematic education based on a panoramic perspective of all fields of chemistry in science and engineering.

Molecular Chemistry and Engineering Course:

– Molecular-level control and analysis of reactions, catalyst development for efficient reactions, development of reaction chains toward related chemical process development and process design

Materials Chemistry and Engineering Course:

– Development of organic polymers, inorganic materials, metallic materials, nanomaterials and other types of matter with novel functions stemming from a hierarchical assembly of molecules and atoms, and related composite materials

Biological Chemistry and Engineering Course:

– Artificial control of biological systems based on chemical analysis of the structures and functions of cells and organisms, and the design of medical and medical-related materials with various biological functions

We at the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering are proactive in internationalizing education through participation in HU initiatives such as the Hokkaido Summer Institute Program and the Learning Satellite Program, which enable students to learn together with overseas students at HU or its partner institutions abroad. Further, we collaborate with the Frontier Chemistry Center and other organizations in preparing students for global roles by enhancing their cross-cultural understanding and international communication skills through various initiatives. These include the Short Visit Program, where students do their research in the lab of their overseas collaborator

for about two months, the Short Stay Program, intended to host graduate students from abroad, and various exchange programs involving international students, including the CSE's Summer School, which are organized by doctoral students themselves.

We help students obtain financial support by encouraging them to apply for various grant and scholarship programs offered by the government, HU and other private foundations. Our most important goal is the creation of an environment in which doctoral students can devote themselves to research, and a large number of graduate students are receiving financial support through various programs. These include the Hokkaido University Ambitious Doctoral Fellowship (IT), which was selected as a MEXT University Fellowship Creation Project for Innovation in Science and Technology; the Hokkaido University *DX Doctoral Fellowship, which was selected for the Support for Pioneering Research Initiated by the Next Generation (SPRING) program of the Japan Science and Technology Agency (JST)*; and the Japan Chemical Industry Association's Human Resources Fostering Program in Chemistry, for which the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering was selected as a graduate school offering a unique and significant doctoral curriculum considered desirable by the chemical industry. In our graduate school, many students have been awarded Research Fellowships for Young Scientists (DC1, DC2) by the Japan Society for the Promotion of Science (JPSP). Master's course students planning to go on to a doctoral course are also encouraged to use these programs, as those students are eligible to apply as long as they meet certain requirements.

We also encourage students to participate in various graduate education programs in order to foster not only research skills, but also the global leadership skills that will be required of the next generation of global leaders when they rise to the challenge of solving global problems. The Ambitious Leader's Program Fostering Future Leaders to Open New Frontiers in Materials Science (ALP) and the Ambitious Program – Smart Materials Science (SMatS), in particular, integrate experimental science with mathematical science, computational science, and data science in the field of materials science to enable students to acquire transferable skills.

We also work to create an environment in which students become more motivated to proceed to a doctoral course by envisioning their career paths and setting objectives for after

they've received their Ph.D. In this regard, our graduate school joins the graduate education reform project Ph.Discover for further partnerships with industry, especially with many global companies, including chemical and materials companies and IT companies.

It's my sincere hope that students at the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering will pursue their studies to help address the aforementioned global challenges by acquiring basic and advanced knowledge in chemical sciences and engineering. In line with the four basic philosophies (frontier spirit, global perspectives, all-round education, and practical learning) that have been pursued by Hokkaido University since the founding of its forerunner, Sapporo Agricultural College, all the students will nurture their humanity and make many great friends on a vast campus that's blessed with natural beauty. I can't wait to see them develop into the next generation of leaders and blossom in society.

総合化学院の理念と目的

理系分野の中において、化学が社会に果たす役割はますます広範かつ複雑になっている。これまで化学が主として対象としてきた化学反応の効率化や新反応の開発はもちろんのこと、人類社会の持続的発展に不可欠なエネルギーの効率的利用や太陽エネルギーをはじめとする新エネルギーの確保のためには、燃料電池や湿式太陽電池、大型蓄電池などの化学反応を利用したエネルギー変換プロセスや触媒の開発が必要である。また、地球規模の環境問題の解決にはきわめて厳しい条件での分析技術や大気圏外などの複雑な環境での化学反応の理解、さらには環境浄化など化学者が果たすべき役割は大きい。

このような課題を解決するには、大学の化学系部局において生体物質・細胞を含む分子・分子集合体・物質群の自在操作技術から、実社会で重要となる実用技術に直結する工学プロセスにわたる総合的な化学的素養の涵養を図ることが必要不可欠である。しかしながら、これまで化学の大学院教育は、基礎となる原子・分子論的な学理教育は主として理学部・大学院理学院において、材料物性や生産に直結した化学プロセス工学関連の教育・研究は主として工学部・大学院工学研究科で行われており、

社会的な要請としての基礎学理に基づく問題解決能力から実社会において重要となる生産プロセス・材料物性解析までを一貫して系統的に教育する組織は存在していなかった。

そこで、これらの重要課題を念頭に置きつつ、社会の要求に柔軟に対応可能な技術者や研究者の育成を目指し、基盤的化学の確実な理解のための共通教育と、企業での技術者・研究者、公的機関の研究者、さらには大学などの教育者など、学生の求めるキャリアパスに応じた展開的教育を理学院及び工学研究科に所属する教員が相補的に連携しながら行い、社会の要請に応えるため、平成 22 年 4 月に「総合化学院総合化学専攻」を設置した。

総合化学院においては、有機化学、無機化学、物理化学などの基盤化学から、材料製造工学やプロセス工学などの産業に直結する応用化学までの幅広い知識を学ぶことのできる大学院教育を提供するため、履修上の区分として「分子化学コース」、「物質化学コース」及び「生物化学コース」を設けている。

Philosophy and Objectives of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering

In the science field, the role of chemistry in society has become broader and more complicated. For efficient chemical reactions and new reaction development, which previously was the main focus of chemistry, as well as efficient energy usage and the securement of new energy sources (e.g., solar power) that are indispensable for the sustainable development of society, it is necessary to develop new energy conversion processes and catalysts using chemical reactions such as fuel cells, wet solar cells and large batteries. In addition, chemists have a number of important roles to play in solving global environmental issues, including the development of analytical techniques under extremely harsh conditions, the clarification of chemical reactions in complex surroundings such as outer space, and environmental cleanup.

To overcome these challenges, it is necessary to give our students a comprehensive knowledge of the subject. Such knowledge encompasses information on technologies enabling the flexible manipulation of molecules, molecular assemblies and substance groups (including biomaterials and cells) that are acquired by the university's chemical departments and divisions as well as know-how in engineering processes for practical techniques that are important in the real world. Previously, however, with the graduate education of chemistry, basic theories (e.g., atomic theory and molecular theory) were mainly taught at the School of Science and the Graduate School of Science, while educational and research programs involving chemical process engineering directly connected to material properties and production were offered primarily at the Faculty of Engineering and the Graduate School of Engineering. With this, we failed to meet the demands

of society because we fell short of offering a systematic educational organization covering the courses necessary to foster problem-solving abilities based on basic theory and to develop the skills needed to analyze production processes and material properties (considered essential in the real world).

With these key issues in mind, the Chemical Sciences and Engineering Division of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering was established in April 2010 to develop students into engineers and researchers who can flexibly respond to the needs of the times. To this end, faculty members belonging to the Graduate School of Science and the Graduate School of Engineering work closely to develop human resources to meet these needs through common educational programs designed to provide an understanding of fundamental chemistry as well as evolutionary educational programs in line with students' desired career paths, such as progression to positions as corporate engineers/researchers, scientists at public institutions and educators at universities.

The Graduate School of Chemical Sciences and Engineering offers three categories of student class schedules: 1) the Molecular Chemistry and Engineering Course; 2) the Materials Chemistry and Engineering Course; and 3) the Biological Chemistry and Engineering Course, to provide graduate education with which students can acquire an extensive range of knowledge in various disciplines, from basic chemistry (including organic chemistry, inorganic chemistry and physical chemistry) to applied chemistry directly connected to industry, including material manufacture engineering and process engineering.

総合化学院 沿革

平成 22 年 (2010)	4 月	北海道大学に 28 番目の大学院として総合化学院を設置 初代学院長に 喜多村 昇 第 1 回入学式
平成 24 年 (2012)	3 月 4 月 9 月	第 1 期修士課程修了者 第 2 代学院長に 覺知 豊次 第 1 期博士後期課程修了者
平成 26 年 (2014)	4 月 6 月	第 3 代学院長に 坂口 和靖 フロンティア応用科学研究棟落成
平成 27 年 (2015)	3 月	総合化学院創設 5 周年記念事業
平成 28 年 (2016)	4 月	第 4 代学院長に 大熊 毅
平成 30 年 (2018)	4 月	第 5 代学院長に 武次 徹也
令和 2 年 (2020)	2 月 4 月	総合化学院創設 10 周年記念事業 第 6 代学院長に 大利 徹
令和 4 年 (2022)	4 月	第 7 代学院長に 佐田 和己

History of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering

Apr. 2010:	The Graduate School of Chemical Sciences and Engineering is established as the 28th graduate school in Hokkaido University. Kitamura Noboru is named the first dean. The first entrance ceremony takes place.
Mar. 2012:	Students of the inaugural class for the master's degree program got the master's degree.
Apr. 2012:	Kakuchi Toyoji is named the second dean.
Sep. 2012:	Students of the inaugural class for the doctoral degree program got the doctoral degree.
Apr. 2014:	Sakaguchi Kazuyasu is named the third dean.
Jun. 2014:	The Frontier Research in Applied Sciences Building is completed.
Mar. 2015:	The 5th anniversary of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering is celebrated.
Apr. 2016:	Ohkuma Takeshi is named the fourth dean.
Apr. 2018:	Taketsugu Tetsuya is named the fifth dean.
Feb. 2020:	The 10th anniversary of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering is celebrated.
Apr. 2020:	Dairi Tohru is named the sixth dean.
Apr. 2022:	Sada Kazuki is named the seventh dean.

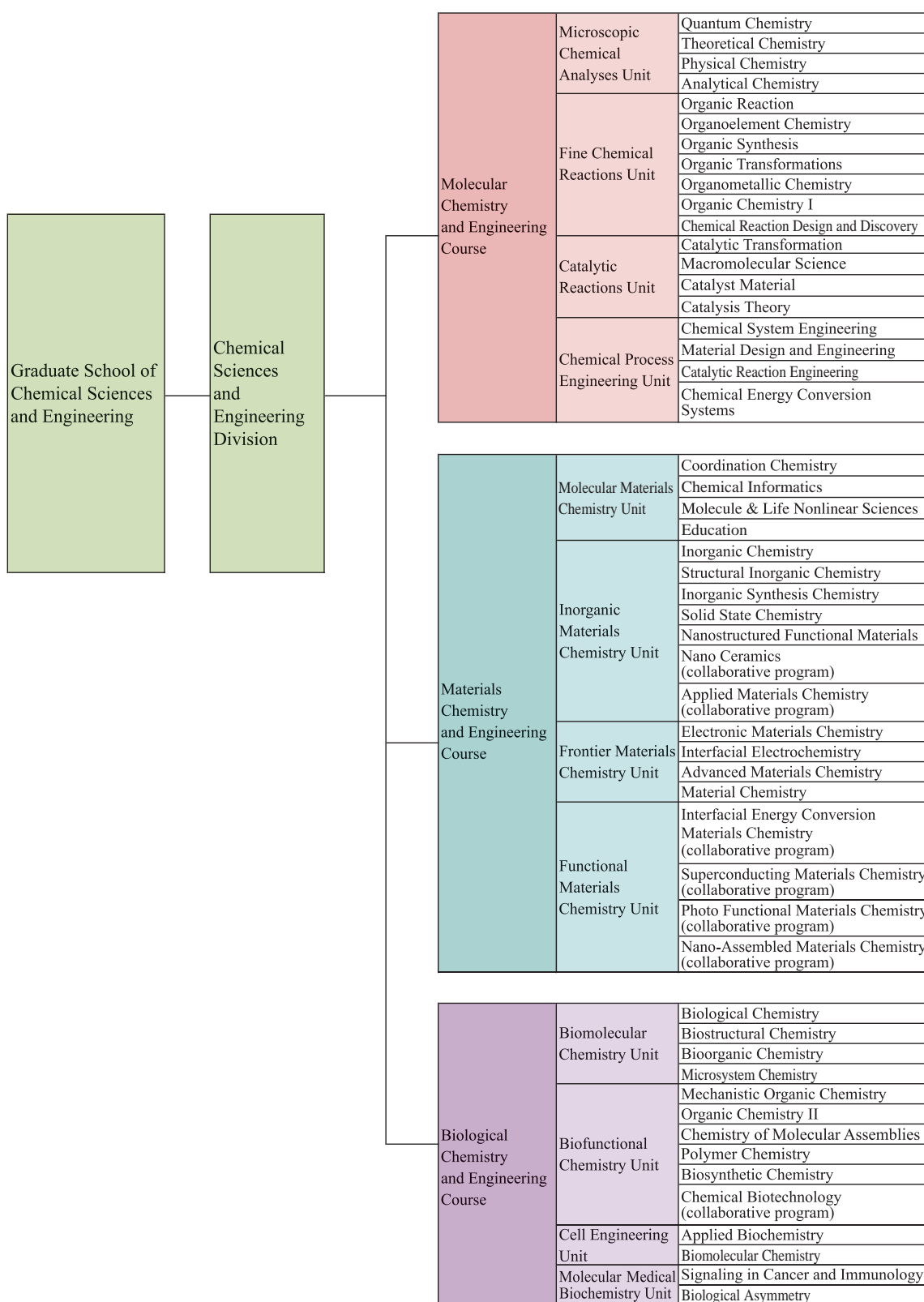
CONTENTS

学院長からの挨拶	1
Inaugural Message from the Dean	3
総合化学院の理念と目的	5
Philosophy and Objectives of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering	6
総合化学院 沿革	7
History of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering	7
総合化学院の組織図	9
Organizational Chart of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering	10
分子化学コース	11
Molecular Chemistry and Engineering Course	12
物質化学コース	13
Materials Chemistry and Engineering Course	14
生物化学コース	15
Biological Chemistry and Engineering Course	16
研究室の教育研究活動紹介	17
Outline of educational research activities in the laboratory	17
分子化学コース	17
Molecular Chemistry and Engineering Course	17
物質化学コース	26
Materials Chemistry and Engineering Course	26
生物化学コース	36
Biological Chemistry and Engineering Course	36
北大最寄りの駅からのご案内	43
Access from stations close to Hokkaido University	43
北海道大学案内図.....	44
Campus Map of Hokkaido University	44

総合化学院の組織図



Organizational Chart of the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering



●分子化学コース

化学反応は有機・無機材料や医薬品等の物質を創製し、人類の健康で快適な暮らしを根底で支えている。最近の研究では、精緻を極める生命現象も多彩な化学反応の組み合わせにより成り立っていることが明らかとなっている。今後、高効率・高選択的な化学反応の創出と反応原理の解明・解析や、工業的規模の反応への展開を指向した化学プロセス工学研究が不可欠である。さらに、環境・エネルギー問題に対応する反応開発や、新しい触媒を用いるエネルギー変換システムの開発研究も人類の将来を担う重要課題である。

本コースでは、化学反応の基盤となる原理、有機化学や触媒化学等における反応設計、反応機構解明、さらにプロセス制御にわたる広範な教育を体系的に行う。対象とする大学院学生として、化学はもとより、物理学や生物学等の基礎自然科学を広く履修した学生の入学を想定している。社会的に要請度の高いエネルギー問題や環境問題に対応した材料設計、合成技術の開発に係る教育も取り入れる。

本コースは分子化学における多彩な教員を揃えている。学生は、物理化学・有機化学等の基盤から触媒化学・反応工学までを網羅した科目群により、実験室レベルから製造システムにわたる一連の領域を体系的に学ぶことができる。有機関連物質・材料の設計、高機能化、製造技術、エネルギーや環境課題解決に関して社会的に資する技術者・研究者を養成する。

具体的には、分子化学コースの教育課程として下記の4講座19研究室を設け、教育・研究を行う。

◎反応解析学講座

- ・量子化学
- ・理論化学
- ・物理化学
- ・分析化学

◎触媒反応学講座

- ・物質変換
- ・高分子機能科学
- ・触媒材料
- ・触媒理論

◎反応制御学講座

- ・反応有機化学
- ・有機元素化学
- ・有機合成化学
- ・有機変換化学
- ・有機金属化学
- ・有機化学第一
- ・化学反応創成

◎プロセス工学講座

- ・化学システム工学
- ・材料化学工学
- ・触媒反応工学
- ・エネルギー変換システム設計

● Molecular Chemistry and Engineering Course

Chemical reactions are leveraged to create various substances, including organic/inorganic materials and pharmaceuticals, and also support the foundation of healthy, comfortable lifestyles. Recent studies have revealed that the most delicate life phenomena also stem from various combinations of chemical reactions. In future work, there is an urgent need to design highly efficient/selective chemical reactions and elucidate/analyze the principles behind them. Also indispensable is research on chemical process engineering geared toward the expansion of reactions to an industrial scale. Furthermore, the development of reactions to address environmental/energy issues and the invention of energy conversion systems using new catalysts will also play a major part in shaping the future of mankind.

The Molecular Chemistry and Engineering Course provides a wide range of systematic programs covering the underlying principles of chemical reactions, reaction design in disciplines such as organic chemistry and catalytic chemistry, the elucidation of reaction mechanisms and process control. The course is designed for graduate students who have taken other courses not only in chemistry but also in a wide range of fundamental

natural sciences, such as physics and biology. It also incorporates programs concerning material design and synthetic technology development in response to environmental problems and energy issues, matters that require urgent attention in today's society.

The course is taught by a diverse lineup of instructors in molecular chemistry. Students systematically learn in a series of areas from laboratory level to production-systems level through subject groups covering the basics (such as physical chemistry and organic chemistry) and also incorporating catalytic chemistry and reaction engineering. It aims to turn students into engineers and researchers capable of contributing to the design of organic materials/substances, functionality enhancement, production technologies and the resolution of environmental/energy issues.

More specifically, the Molecular Chemistry and Engineering Course offers educational and research programs based on the four research units and 19 laboratories outlined below.

◎ Microscopic Chemical Analyses Unit

- Quantum Chemistry
- Theoretical Chemistry
- Physical Chemistry
- Analytical Chemistry

◎ Catalytic Reactions Unit

- Catalytic Transformation
- Macromolecular Science
- Catalyst Material
- Catalysis Theory

◎ Fine Chemical Reactions Unit

- Organic Reaction
- Organoelement Chemistry
- Organic Synthesis
- Organic Transformations
- Organometallic Chemistry
- Organic Chemistry I
- Chemical Reaction Design and Discovery

◎ Chemical Process Engineering Unit

- Chemical System Engineering
- Material Design and Engineering
- Catalytic Reaction Engineering
- Chemical Energy Conversion Systems

●物質化学コース

天然資源に恵まれない我が国が、将来にわたって世界をリードして発展を続けるためには、新たな「物」づくりを活発に行う創意工夫に溢れた科学技術の創出が不可欠である。独創的な新物質・材料の創製や新機能の創出は、「物」づくりの根幹となる重要な科学技術である。これを支えることができる唯一の学問領域が化学である。

分子や原子などが集合体を作ることにより凝縮系の物質が形成され、興味深い様々な機能や物性が発現する。このような物質において高い機能が発現する原理を理解させるとともに、有機高分子、無機材料、金属材料及びそれらを組み合わせた複合材料を新たに創製し、新機能性を生み出す合成法を学習させることも重要である。物質における様々な機能性は、それを構成する多様な元素の電子状態、元素間の化学結合、結晶構造をはじめとする集合体の様々なレベルの構造によって発現する。それらの量子論的な取扱い及び化学熱力学や平衡論などの基盤的な学理を極めると共に、物質が示す物性を組み合わせ

ることにより、電気伝導体、半導体、圧電・誘電体、磁性体、蛍光体、耐食・耐熱体などに代表される従来には無い高度な機能を持つ材料が生み出されることを修得させる。また、ナノセラミックス、ナノ材料、光機能材料などの次世代を担う材料の創製と物性評価も極めて重要な課題である。

本コースの特徴は、様々な分子や金属錯体などの分子集合体の合成と機能発現の学理を中心として教育する有機・複合分子系から始まり、優れた機能性に富む金属、酸化物、セラミックスを含む無機材料の創出に関与する幅広い物質・材料系の化学を修得させる無機系、さらには無機物質を中心とする材料をエネルギー変換に利用する物質化学を修得させる先端物質系まで、凝縮系の物質化学を総合的に教育する点にある。本コースには下記の4講座19研究室を設け、教育を展開する。

◎分子物質化学講座

- ・錯体化学
- ・情報化学
- ・データ数理
- ・教育担当

◎先端物質化学講座

- ・電子材料化学
- ・界面電子化学
- ・先端材料化学
- ・物質化学

◎無機物質化学講座

- ・無機化学
- ・構造無機化学
- ・無機合成化学
- ・固体反応化学
- ・光電子ナノ材料
- ・ナノセラミックス
- ・応用材料化学

◎機能物質化学講座

- ・界面エネルギー変換材料化学
- ・超伝導材料化学
- ・光機能材料化学
- ・ナノ組織化材料化学

● Materials Chemistry and Engineering Course

Since Japan is a nation with few natural resources, creation in science and technology for manufacturing new products full of ingenuity and originality is indispensable for the continuous prosperity of our country to lead the international community into the bright future. The research and development of new substances and materials with novel functions and emerged phenomena are important in science and technology as the backbone of manufacturing. Chemistry is the only academic discipline that can support these goals.

Among the targets of chemistry, condensed matter formed by aggregation of molecules and atoms emerges various interesting functions and physical properties. It is important for students to understand the underlying principles for the emergence of the functions in these substances. It is also essential for them to learn synthetic methods for these materials such as organic polymers, inorganic materials, metallic materials and composite materials made from their combinations. Moreover, the functions of these materials depend on the structures at various levels, such as the electronic states of their constituent elements or atoms, the chemical bonds between the atoms in the molecules, and the aggregation structures of the molecules and the atoms like crystalline structures. Thus, students on this course will acquire skills to analyze the structures, to evaluate the physical properties, and to understand them by the quantum

mechanical theory as well as fundamental principles such as chemical thermodynamics and equilibrium theory. Then, they will try to develop the unprecedented functional materials created by combining the materials with various physical properties, such as electrical conductors, semiconductors, piezoelectric substances, dielectric substances, magnetic substances, fluorescent substances, and heat- and corrosion-resistant substances. Another important challenge for them is to develop advanced functional materials for the next generation, including nanoceramics, nanomaterials and optical materials.

The most distinctive character of this course is the comprehensive program learning material chemistry for condensed matter. This program begins with the study of organic complex molecular systems involving the synthesis and the functions of various molecular assemblies (e.g., metal complexes). It also covers the chemistry of inorganic complex systems in the creation of functional inorganic materials made from metals, metal oxides and ceramics. It will also focus on development of advanced materials systems for energy conversion to solve the energy problems and global warming in the world. The Materials Chemistry and Engineering Course offers educational programs through the four research units and 19 laboratories outlined below.

◎ Molecular Materials Chemistry Unit

- Coordination Chemistry
- Chemical Informatics
- Molecule & Life Nonlinear Sciences
- Education

◎ Frontier Materials Chemistry Unit

- Electronic Materials Chemistry
- Interfacial Electrochemistry
- Advanced Materials Chemistry
- Material Chemistry

◎ Inorganic Materials Chemistry Unit

- Inorganic Chemistry
- Structural Inorganic Chemistry
- Inorganic Synthesis Chemistry
- Solid State Chemistry
- Nanostructured Functional Materials
- Nano Ceramics
- Applied Materials Chemistry

◎ Functional Materials Chemistry Unit

- Interfacial Energy Conversion Materials Chemistry
- Superconducting Materials Chemistry
- Photo Functional Materials Chemistry
- Nano-Assembled Materials Chemistry

●生物化学コース

生物化学コースでは、生命現象における基本原理の化学的解明とその応用を目指す教育と研究を行う。生命システムは化学反応の究極の総体であり、階層性・自己集積能を基盤とした創発ともいえ、物質・エネルギー・情報の生成、変換、代謝の動的生命活動の基盤である。生命現象を様々な角度から切り出して表出される断面は、常に生体システムを支える生体分子群の精緻な構築原理と調和のとれた働き、そしてそれらを統御するネットワークによって描写される。本コースでは、「生物化学」を4つの構成講座（生命分子化学、生物機能化学、細胞生物工学、分子医化学）に共通に通底する基本学理として据える。近年、世界的にケミカルバイオロジーがケミストリーと両立する学問体系として育ちつつあり、バイオケミストリーと並び、生命システムを化学的に理解し、かつ新しい研究を創造する上で極めて重要な分野として認識されてきている。本コースでは、このような新世紀の潮流を受け止め、理・工連携の特徴を最大限に活かす教育・研究を行う。す

なわち、様々な化学的解析手法を駆使して広範な生命現象を分子レベルから個体レベルまでにわたって解明し、それらの成果を多種多様な分野に応用展開できるバランス感覚に富んだフロントランナーを育成・教育する。

この新たな教育分野として、本コースでは下記の4講座14研究室を設置し、講座間あるいはコースを越えて相乗的にクロストークできる教育カリキュラムを編成・提供する。目指す育成人材像は、たとえば、「細胞とは何か？」という問いかけに対して、生命現象に科学的な解析を行い、その根底にある基本原理を説き明かし、更に進んでその応用として「生命倫理を尊重しつつ細胞を自分で作ってみて理解する」というチャレンジができる学生である。このような学生を育て輩出することが本コースの使命であり、この使命に沿った体系的な教育を行う。

◎生命分子化学講座

- ・生物化学
- ・構造化学
- ・生物有機化学
- ・マイクロシステム化学

◎細胞生物工学講座

- ・応用生物化学
- ・生物分子化学

◎生物機能化学講座

- ・有機反応論
- ・有機化学第二
- ・分子集積化学
- ・高分子化学
- ・生物合成化学
- ・ケミカルバイオテクノロジー

◎分子医化学講座

- ・分子生体防御
- ・発生生理学

● Biological Chemistry and Engineering Course

The Biological Chemistry and Engineering Course focuses on education and research involving the chemical elucidation and application of basic principles in life phenomena. Life systems represent the ultimate aggregate of chemical reactions, and can be referred to as emergence based on hierarchy and the ability to self-assemble. They serve as the foundation for dynamic biological activities in which materials, energy and information are generated, converted and metabolized. Various cross sections of life phenomena are described by the minute constructing principles and harmonious function of the biomolecular groups that support biological systems and by the networks controlling them. The Biological Chemistry and Engineering Course looks at biological chemistry as a set of basic principles common to its four research units (Biomolecular Chemistry, Biofunctional Chemistry, Cell Biotechnology and Molecular Medicinal Biochemistry). Recently, chemical biology has taken on a global scale as an academic discipline compatible with chemistry. Like biochemistry, chemical biology is recognized as an extremely important area in understanding the chemical aspects of life systems and in creating new research fields. In response to this modern trend, the course offers

educational and research programs that take advantage of the graduate school's characteristic of collaboration between science and engineering faculty members. In short, it aims to educate and train students to become front-runners in the field with a well-developed sense of judgment and the ability to investigate a wide range of life phenomena on various levels, from the molecular to the individual, using various chemical analysis methods and applying the results to numerous, diverse fields.

As a new field of education, the course includes the four research units and 14 laboratories outlined below, offering curricula that allow synergetic cross-communication between the units or beyond the course itself. Students will become capable of conducting scientific analysis of life phenomena if, for example, they are asked what a cell is, and will be able to elucidate the underlying basic principles. They will also develop the skills to take up the challenges of applying the relevant principles and creating cells on their own while considering bioethics. The course's mission is to turn out such individuals, and systematic educational programs are provided in accordance with this goal.

◎ Biomolecular Chemistry Unit

- Biological Chemistry
- Biostructural Chemistry
- Bioorganic Chemistry
- Microsystem Chemistry

◎ Cell Engineering Unit

- Applied Biochemistry
- Biomolecular Chemistry

◎ Biofunctional Chemistry Unit

- Mechanistic Organic Chemistry
- Organic Chemistry II
- Chemistry of Molecular Assemblies
- Polymer Chemistry
- Biosynthetic Chemistry
- Chemical Biotechnology

◎ Molecular Medical Biochemistry Unit

- Signaling in Cancer and Immunology
- Developmental Physiology

研究室の教育研究活動紹介

Outline of educational research activities in the laboratory

●分子化学コース

量子化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 反応解析学講座・量子化学研究室
【担当教員】 …… 教授 武次 徹也・准教授 小林 正人・助教 岩佐 豪(理学研究院)
【キャッチコピー】 …… 化学反応を理論と計算で予測する
【研究室の目標】 …… 電子状態計算に基づき化学反応機構とダイナミクスを調べる理論計算スキームの確立を目指し、IRC を超えた反応経路力学、ab initio MD 法、先進電子状態理論、インフォマティクス、近接場分光理論などの理論・プログラム開発を進めています。さらに実験研究と連携し、光反応機構解明や元素戦略に基づく触媒提案などの課題に取り組んでいます。
【主な研究テーマ】 …… 光化学反応経路・ダイナミクス解明のための新しい分子理論開発
理論計算化学が先導する元素戦略ベースの触媒提案

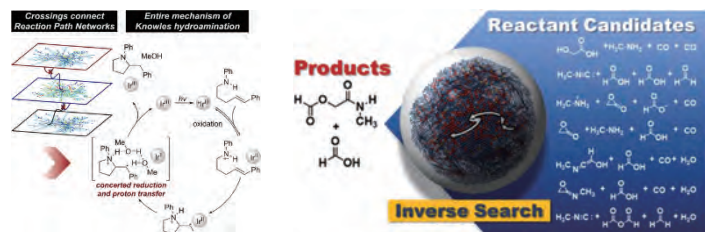
【研究室WEBサイトQRコード】



理論化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 反応解析学講座・理論化学研究室
【担当教員】 …… 教授 前田 理・助教 原 祐(理学研究院)
【キャッチコピー】 …… 理解と予測が先導する化学の実現
【研究室の目標】 …… 理論化学研究室では、化学反応の第一原理予測の一般的なアプローチの開発に成功しました。これを活用して、複雑な反応経路ネットワークに基づく反応や物性の体系的な理解、反応経路の自動探索による未知の化学反応の予測、予測された化学反応の実験的実証に取り組んでいます。
【主な研究テーマ】 …… 反応経路自動探索法による化学反応の理解と予測
量子化学計算と有機合成またはロボット合成実験を組み合わせた新反応開発

【研究室WEBサイトQRコード】



●Molecular Chemistry and Engineering Course

Quantum Chemistry

- Unit and laboratory names :** Microscopic Chemical Analyses Unit, Quantum Chemistry
Teaching staff : …… Professor: Taketsugu Tetsuya ;
Associate Professor: Kobayashi Masato ;
Assistant Professor: Iwasa Takeshi (Faculty of Science)
Catchline : …… Predictive chemical theory for reaction, electron, and spectroscopy
Goal of the laboratory : …… Aiming to establish theoretical and computational schemes to elucidate and predict chemical reaction mechanisms and dynamics based on electronic structure calculations, we are developing theoretical and computational programs dealing with dynamic reaction pathway concepts beyond IRC picture, ab initio dynamics methods, advanced electronic structure theory, information science, near-field spectroscopic theory beyond the dipole approximation, and others. We are also working on chemical issues such as the elucidation of photoreaction mechanisms and the proposal of novel catalysts based on element strategy in collaboration with experiments.
Major research themes : …… New molecular theory development for the elucidation of photochemical reaction pathways and dynamics
Catalyst proposal based on theoretical/computational chemistry-guiding elements strategy

Laboratory Website QR Code



Theoretical Chemistry

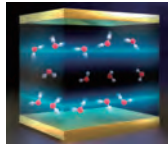
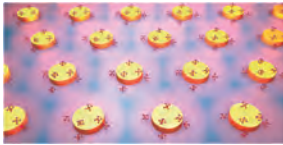
- Unit and laboratory names :** Microscopic Chemical Analyses Unit, Theoretical Chemistry
Teaching staff : …… Professor: Maeda Satoshi ;
Assistant Professor: Harabuchi Yu (Faculty of Science)
Catchline : …… Realizing chemistry driven by understanding and prediction
Goal of the laboratory : …… The Laboratory of Theoretical Chemistry has succeeded in the development of a general approach for the first-principle prediction of chemical reactions. By utilizing it, the laboratory tackles a systematic understanding of reactions and physical properties based on complex reaction path networks, prediction of unknown chemical reactions through automatic searches of reaction paths, and experimental substantiation of predicted chemical reactions.
Major research themes : …… Understanding and predicting of chemical reactions through automated searches of reaction paths
Reaction discovery combining quantum chemical calculation and organic synthesis / robotic synthesis

Laboratory Website QR Code



物理化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 反応解析学講座・物理化学研究室
【担当教員】 …… 教授 村越 敬・講師 福島 知宏(理学研究院)
助教 周 睿風(高等教育推進機構)
【キャッチコピー】 …… 新しいエネルギー変換プロセスの開拓
【研究室の目標】 …… 物理化学をベースにナノからメソスコピック領域にある無機・有機材料の新規合成、及び物性開拓を行っています。これにより、電子・光・イオンの流れを自在に制御する系を創出し、既存の物質系の性質に縛られないエネルギーの極限利用を実現する学理を追求しています。
【主な研究テーマ】 …… 電気化学界面の高精度幾何構造決定と超高感度分光計測
電気化学手法を駆使した新規光物質相の創成、及び精密制御
高効率グリーン水素製造
【研究室WEBサイトQRコード】



Physical Chemistry

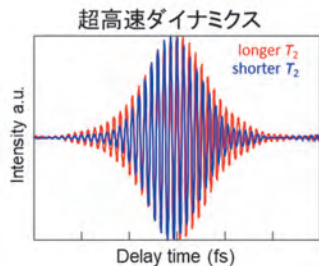
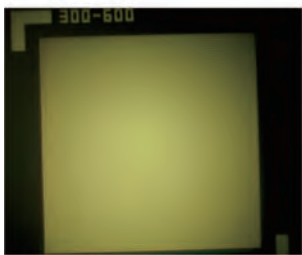
- Unit and laboratory names :** Microscopic Chemical Analyses Unit, Physical Chemistry
Teaching staff : …… Professor: Murakoshi Kei ;
Lecturer: Fukushima Tomohiro (Faculty of Science);
Assistant Professor: Zhou Ruifeng
(Institute for the Advancement of Higher Education)
Catchline : …… Development of new energy conversion processes
Goal of the laboratory : …… We conduct novel synthesis and physical property development of inorganic/organic materials in the nano to mesoscopic regions based on physical chemistry to create systems capable of controlling the flow of electrons, light and ions at will for the ultimate utilization of energy irrespective of the characteristics of existing material systems.
Major research themes : …… Development and precise control of novel optical phases through versatile use of electrochemical methods
Generation of high-performance green hydrogen

Laboratory Website QR Code



分析化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 反応解析学講座・分析化学研究室
【担当教員】 …… 教授 上野 貢生・准教授 龍崎 奏・助教 今枝 佳祐(理学研究院)
【キャッチコピー】 …… 光による電子状態の変調と反応場の創成
【研究室の目標】 …… 分析化学研究室では、ナノ空間における強い光場によって分子の電子状態や振動状態を変調するとともに、ナノ構造により促進される化学反応の素過程を時間分解レーザー分光計測により解明する研究に取り組んでいます。また、ナノ構造を用いたバイオセンサーの開発を行っています。
【主な研究テーマ】 …… 赤外プラズモンによる振動状態の変調と振動分光システムの構築
遷移金属ダイカルコゲナイド層状化合物を用いた光デバイス
近接場カップリングによるプラズモンダイナミクスの制御
プラズモンと励起子強結合光反応系の超高速ダイナミクス
プラズモニックナノポアデバイスを用いたバイオセンサー
【研究室WEBサイトQRコード】



Analytical Chemistry

- Unit and laboratory names :** Microscopic Chemical Analyses Unit, Analytical Chemistry
Teaching staff : Professor: Ueno Kosei ; Associate Professor: Ryuzaki Sou;
Assistant Professor: Imaeda Keisuke(Faculty of Science)
Catchline : Laser spectroscopy of nanomaterials
Goal of the laboratory : The Laboratory of Analytical Chemistry are studying the modulation of electronic and vibrational states of molecules caused by a strong light field in nanospace and trying to clarify the elementary steps of chemical reactions promoted by nanostructures through the analysis by time-resolved laser spectroscopy. We also develop nanostructured biosensors.
Major research themes : Modulating vibrational states of molecules by infrared plasmon and establishing new vibration spectroscopy
Optical devices employing layer-type compounds of transition metal dichalcogenides (TMDC)
Controlling plasmon dynamics through near-field coupling
Ultrafast dynamics of strong plasmon-exciton coupling in photosystems
Biosensors using plasmonic nanopore devices

Laboratory Website QR Code



反応有機化学研究室

【講座・研究室名】 …… 反応制御学講座・反応有機化学研究室

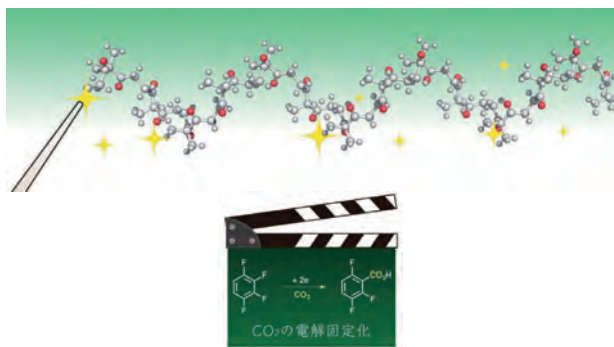
【担当教員】 …… 准教授 仙北 久典・准教授 猪熊 泰英・助教 米田 友貴(工学研究院)

【キャッチコピー】 …… 効率的な反応・新しい構造を通して化学をより面白く!

【研究室の目標】 …… 構造有機化学を主軸とした機能性分子の合成と構造解析。
・電子移動反応を利用する効率的分子変換反応(有機電解反応)と二酸化炭素の電解固定化反応。

【主な研究テーマ】 …… カルボニル化学の新展開・美しい分子構造の構築と構造解析・環縮小ポルフィリノイドの化学・有機電解合成・二酸化炭素の電解固定化反応による有用カルボン酸の合成

【研究室WEBサイトQRコード】



有機元素化学研究室

【講座・研究室名】 …… 反応制御学講座・有機元素化学研究室

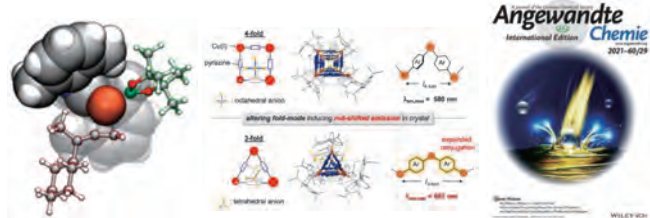
【担当教員】 …… 教授 伊藤 肇・准教授 石山 竜生・准教授 久保田 浩司(工学研究院)

【キャッチコピー】 …… 元素を活用して化学の世界を広げよう

【研究室の目標】 …… さまざまな元素の特性を理解し、さらにその独創的な活用で、新しい有機合成反応、触媒反応ならびに機能性物質の創出を行う。有機金属化学、ヘテロ元素化学、錯体化学を包括した新たな学問領域である有機元素化学を研究すると共に、第一級の人材育成を目指す。

【主な研究テーマ】 …… 遷移金属触媒をもちいた有機ホウ素化合物の合成と反応
メカノケミストリーを用いた固体有機合成化学
有機金属錯体の動的挙動の理解と機能性物質の開発

【研究室WEBサイトQRコード】



Organic Reaction

Unit and laboratory names : Fine Chemical Reactions Unit, Organic Reaction

Teaching staff : Associate Professor: Senboku Hisanori ;
Associate Professor: Inokuma Yasuhide ;
Assistant Professor: Yoneda Tomoki (Faculty of Engineering)

Catchline : Enjoying chemistry through efficient reactions and novel structures

Goal of the laboratory : •Synthesis and analysis of functional molecules based on structural organic chemistry
•Efficient molecular transformation by using electron transfer reactions (electro-organic reactions) and electrochemical fixation of carbon dioxide

Major research themes : •New development in carbonyl chemistry; synthesis and analysis of beautiful molecular structures; chemistry of ring-contracted porphyrinoids; electro-organic synthesis; synthesis of useful carboxylic acids through electrochemical fixation reactions of carbon dioxide

Laboratory Website QR Code



Organoelement Chemistry

Unit and laboratory names : Fine Chemical Reactions Unit, Organoelement Chemistry

Teaching staff : Professor: Ito Hajime ;
Associate Professor: Ishiyama Tatsuo ;
Associate Professor: Kubota Koji (Faculty of Engineering)

Catchline : Broadening the world of chemistry using elements

Goal of the laboratory : •We create new organic synthetic reactions, catalytic reactions and functional materials through an understanding of the characteristics of various elements and their unique usage. Research is conducted on organoelement chemistry, a new academic discipline that incorporates organometallic chemistry, heteroelement chemistry and complex chemistry, with the aim of fostering top talent.

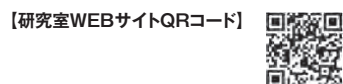
Major research themes : •Synthesis and reactions of organoboron compounds using transition metal catalysts
Solid-state organic synthetic chemistry based on mechanochemistry
Understanding of the dynamic behavior of organometallic complexes and the development of functional materials

Laboratory Website QR Code

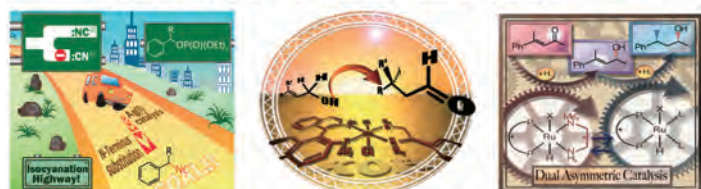


有機合成化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 反応制御学講座・有機合成化学研究室
- 【担当教員】** …… 教授 大熊 毅・准教授 新井 則義・助教 百合野 大雅 (工学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 精密ナノマシン分子触媒を創る
- 【研究室の目標】** …… 人々の健康な暮らしに欠かせない医薬、農業等の原料となる有機化合物を安価かつ大量に合成する反応の開発に取り組んでいます。「ナノサイズのロボット」と称される高性能「分子触媒」を駆使することで、画期的な分子構築メソッドの創出を目指します。医薬中間体の合成で、すでに実用化実績があります!
- 【主な研究テーマ】** ……
- ・不斉水素化反応の開発: 金属-配位子協働触媒
 - ・触媒的イソシアノ化反応の開発: アンビデント求核剤の位置選択的付加
 - ・シリルシアノメタレート錯体を触媒に用いる反応の開発: 反応系中で可逆的に生成する金属種の利用
 - ・新規アリール位・ベンジル位・プロパルギル位置置換反応の開発: 大気下の簡便合成法
 - ・不斉シアノ化反応の開発: ルテニウム-リチウム複合金属触媒
 - ・光反応によるユニークな分子合成ルートの開発



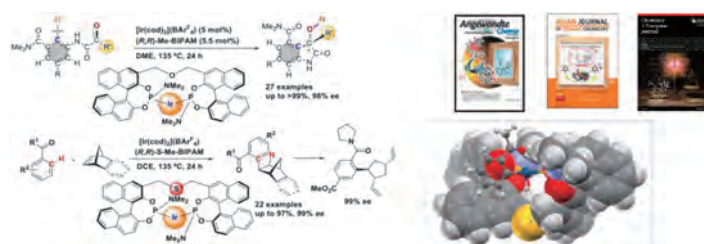
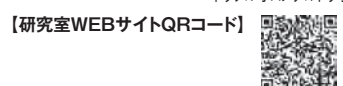
精密ナノマシン「分子触媒」による有機合成



- 力量のある触媒的合成反応の開拓を目指す!
- 不斉合成: 100%に迫る光学純度達成!
 - 実用的合成: 医薬中間体合成で工業化に成功!
 - 高活性触媒: 毎分35,000回働く高機能を実現!

有機変換化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 反応制御学講座・有機変換化学研究室
- 【担当教員】** …… 特任准教授 山本 靖典 (工学研究院/フロンティア化学教育研究センター/化学反応創成研究拠点 (WPI-ICReDD))
- 【キャッチコピー】** …… クロスカップリングと触媒的不斉付加による炭素-炭素結合形成法の開発
- 【研究室の目標】** …… 遷移金属触媒反応を利用した有機化合物の自在変換を目指す。特に、クロスカップリング反応および付加反応などの炭素-炭素結合形成法の開発により、有用有機化合物の高効率、高選択的の合成を達成する。これら反応に必要な新しい触媒と有機ホウ素反応剤の開発を行う。
- 【主な研究テーマ】** …… 有機ホウ素化合物のクロスカップリング反応/触媒的不斉付加反応の開発、キラル触媒プロセスの開発
- ・カチオン性イリジウム触媒を用いた不飽和結合の不斉アリール化反応の開発
 - ・ルテニウム/二座ホスホリタミド触媒を用いた有機ボロン酸の不斉付加反応の開発
 - ・パラジウム触媒を用いたβ-ジアルキルエステル及びα-アリールエステルの不斉合成
 - ・カチオン性ロジウム/二座ホスホリタミド触媒を用いる不斉アリール化反応の開発
 - ・ロジウム触媒による末端アルキンのZ選択的ヒドロホウ素化反応
 - ・環状トリオールポレート塩の開発とクロスカップリング反応/触媒的不斉付加反応による有機化合物の合成
 - ・トリアルコキシトリオールポレート塩を用いたカップリング反応ならびに付加反応の開発



Organic Synthesis

- Unit and laboratory names:** Fine Chemical Reactions Unit, Organic Synthesis
- Teaching staff:** …… Professor: Ohkuma Takeshi ; Associate Professor: Arai Noriyoshi ; Assistant Professor: Yurino Taiga (Faculty of Engineering)
- Catchline:** …… Creating precise nanomachine molecular catalysts
- Goal of the laboratory:** …… We are engaged in the development of reactions to synthesize large quantities of useful organic compounds at affordable prices, such as the ingredients of pharmaceuticals and agrichemicals that are indispensable for human health. Our aim is to create epoch-making molecular architecture methods using highly functional molecular catalysts called “nanosized robots.” We have already achieved the practical use of pharmaceutical intermediate synthesis.
- Major research themes:** ……
- Development of asymmetric hydrogenation: metal-ligand cooperation catalysts
 - Development of catalytic isocyanation: site-selective addition of ambident nucleophiles
 - Development of reactions catalyzed by silyl cyanometallate complexes: Use of reversibly forming metal species
 - Development of allylic, benzylic, and propargylic substitution reactions: facile synthesis under atmospheric air
 - Development of unique molecular synthetic routes through photoreactions



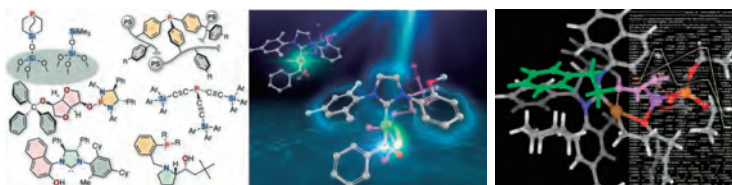
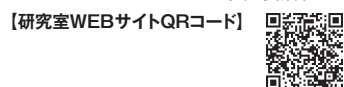
Organic Transformations

- Unit and laboratory names:** Fine Chemical Reactions Unit, Organic Transformations
- Teaching staff:** …… Specially-appointed Associate Professor: Yamamoto Yasunori (Frontier Chemistry Center/ WPI-ICReDD)
- Catchline:** …… Development of a carbon-carbon bond forming method through cross-coupling and catalytic asymmetric addition
- Goal of the laboratory:** …… We work on the freely conversion of organic compounds using transition metal catalyzed reactions. Particularly, we aim for the highly efficient and selective synthesis of useful organic compounds through the development of carbon-carbon bond formation methods such as cross-coupling reactions and addition reactions, and develop new catalysts and organoboron reagents that are necessary for these reactions.
- Major research themes:** ……
- Development of cross-coupling reaction of organoboron compounds and catalytic asymmetric addition reactions; development of chiral catalytic processes
 - Development of cationic iridium-catalyzed asymmetric arylation reaction of unsaturated bonds
 - Development of asymmetric addition reactions of organoboron acids using ruthenium-bidentate phosphoramidite catalysts
 - Palladium-catalyzed asymmetric synthesis of beta diarylesters and alpha arylesters
 - Development of asymmetric arylation using cationic rhodium-bidentate phosphoramidite catalysts
 - Rhodium-catalyzed Z-selective hydroboration reaction of terminal alkynes
 - Development of cyclic-triolborate and synthesis of organic compounds through cross-coupling and catalytic asymmetric addition reactions
 - Development of coupling and addition reactions using trifluoromethyl triolborate



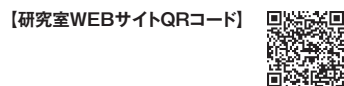
有機金属化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 反応制御学講座・有機金属化学研究室
- 【担当教員】 …… 教授 澤村 正也・准教授 清水 洋平・助教 増田 侑亮(理学研究院)
助教 アルティアガ アルティアガ フェルナンド(高等教育推進機構)
- 【キャッチコピー】 …… 有機合成化学を革新する画期的な化学反応の発見
- 【研究室の目標】 …… 医薬や機能有機材料を生み出す有機合成化学を革新する画期的な化学反応の開発が私たちの夢です。有機化学、錯体化学、コンピューターグラフィックス、量子化学計算を組み合わせ、新分子を設計・開発する私たちは、分子のクリエイターです。有機化学の殻に閉じこもらず、生命科学や物理化学などの周辺分野や新しい学術領域からも多くを学ぼうとする「謙虚さと好奇心」、「勇気と情熱」を持って研究しています。
- 【主な研究テーマ】 …… 新しい配位子の設計・合成と反応開発
光が駆動する革新的化学反応の開発
量子化学計算による不斉合成触媒の設計



有機化学第一研究室

- 【講座・研究室名】 …… 反応制御学講座・有機化学第一研究室
- 【担当教員】 …… 教授 鈴木 孝紀・准教授 石垣 侑祐(理学研究院)
- 【キャッチコピー】 …… 北大から有機化学の世界へ!
- 【研究室の目標】 …… 構造有機化学は、近未来の機能性有機化合物の創製の為のThinkTankとしての役を担う、魅力ある研究分野である。ポテンシャルの高いこの分野に於いて、新たな研究カテゴリーの提案や常識を覆す特性を示す化合物群の創製を行い、次世代材料化学の潮流を作り出すことを目標とする。
- 【主な研究テーマ】 …… 世界一長い炭素-炭素結合
呼べば答える応答性分子: 単一分子メモリの実現安定な開閉種を与える新規な窒素複素環化合物
異なる刺激に応答する多重クロミック分子
光/熱で酸化特性の完全制御が可能な分子スイッチ
加熱/冷却で酸化特性スイッチングが可能な分子



Organometallic Chemistry

- Unit and laboratory names :** Fine Chemical Reactions Unit, Organometallic Chemistry
- Teaching staff :** …… Professor: Sawamura Masaya;
Associate Professor: Shimizu Yohei;
Assistant Professor: Yusuke Masuda (Faculty of Science)
Assistant Professor: Arteaga Arteaga Fernando
(Institute for the Advancement of Higher Education)

Catchline : …… Discovery of revolutionary chemical reactions capable of innovating organic synthetic chemistry

Goal of the laboratory : …… Our goal is to develop revolutionary chemical reactions capable of innovating organic synthetic chemistry which produces pharmaceuticals and functional organic materials. Combining organic chemistry, complex chemistry, computer graphics, and quantum chemical calculations, we design and develop novel molecules and therefore call ourselves molecular creators. We conduct research with sincerity and curiosity, courage and passion to learn from not only such chemistry-relevant fields as life sciences and physical chemistry but also other new academic fields as we reach beyond the boundaries of organic chemistry.

Major research themes : …… Design and synthesis of novel ligands and development of their reactions
Development of light-driven innovative chemical reactions
Design of catalysts for asymmetric synthesis through quantum chemistry calculations



Organic Chemistry I

- Unit and laboratory names :** Fine Chemical Reactions Unit, Organic Chemistry I
- Teaching staff :** …… Professor: Suzuki Takanori;
Associate Professor: Ishigaki Yusuke (Faculty of Science)

Catchline : …… Striving to develop world firsts in organic chemistry

Goal of the laboratory : …… Structural organic chemistry is an attractive research field that plays the role of a "think tank" for creating functional organic compounds in the near future. In this high-potential field, we aim to set next-generation trends in material chemistry through the proposal of new research categories and the creation of compound groups with groundbreaking characteristics.

Major research themes : ……

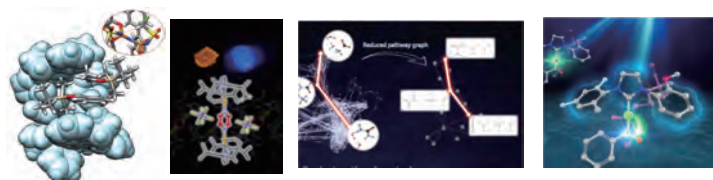
- The world's longest C-C bond
- Advanced molecular response systems: realization of single-molecule memory
- Stable open-shell species based on novel nitrogen heterocycles
- Multiple chromic molecules that respond to different stimuli
- Molecular switch capable of completely controlling oxidation properties with light and heat
- Molecules capable of switching oxidation properties by heating and cooling



化学反応創成研究室

- 【講座・研究室名】 …… 反応制御学講座・化学反応創成研究室
- 【担当教員】 …… 特任教授 リスト ベンジャミン・准教授 ファン チュンヨン・准教授 シト ロバベル・准教授 陳 旻究・准教授 高 敏・助教 赤間 知子 (WPI ICReDD)
- 【キャッチコピー】 …… 計算・情報・実験科学を駆使した化学反応の設計・発見
- 【研究室の目標】 …… 計算・情報・実験科学を駆使した化学反応の設計・発見及び有用物質・材料の迅速開発
医薬や機能有機材料を生み出す化学反応を革新する画期的な化学反応の開発が私たちの夢です。有機化学、錯体化学、量子化学計算、化学情報学を組み合わせて、新しい反応を設計・開発しています。
- 【主な研究テーマ】 …… 有機触媒を用いた新規反応開発
有機分子・金属錯体化合物からなる分子結晶を基盤に計算・情報科学を融合した機能性固体材料の開発
計算・情報科学を活用した有機合成反応開発及び機能性有機分子の合成と応用
化学情報学を基盤とした、化学反応経路データベースや機械学習を用いた化学反応の予測
理論計算化学を基盤とした、有機合成反応の反応機構解析・反応予測、複雑系への反応経路自動探索法の開発
大規模系のための電子状態ダイナミクスシミュレーション手法の開発

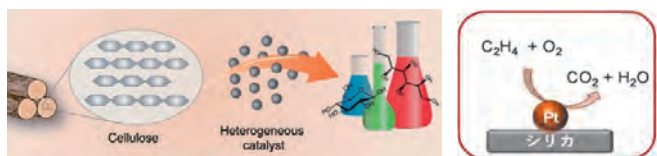
【研究室WEBサイトQRコード】



物質変換研究室

- 【講座・研究室名】 …… 触媒反応学講座・物質変換研究室
- 【担当教員】 …… 教授 福岡 淳・助教 シロトリ アビジット (触媒科学研究所)
- 【キャッチコピー】 …… 精密設計した固体触媒によるSDGsの達成
- 【研究室の目標】 …… 固体触媒を分子レベルで設計し、多様なエネルギー源・化学資源の利活用に応用するとともに、フードロス削減のための触媒開発を行い、SDGsに貢献することを目指している。特に、バイオマス(セルロース、キチン)の分解と化学品合成、青果物鮮度保持用エチレン酸化触媒の開発、メタンとCO₂変換に関する研究を推進している。
- 【主な研究テーマ】 …… 触媒によるセルロースとキチンの分解
・固体触媒によるバイオマス由来糖類からの有用フラン類・有機酸の高選択合成
・シリカ担持金属触媒による低温エチレン酸化
・CO₂の選択的還元反応

【研究室WEBサイトQRコード】



Chemical Reaction Design and Discovery

Unit and laboratory names : Fine Chemical Reaction Unit, Chemical Reaction Design and Discovery

Teaching staff : …… Specially-appointed Professor: Benjamin List;
Associate Professor: Huang Chung-Yang;
Associate Professor: Pavel Sidorov;
Associate Professor: Jin Mingoo;
Associate Professor: Gao Min;
Assistant professor: Akama Tomoko (WPI-ICReDD)

Catchline : …… Design and discovery of chemical reactions using computational, informational, and experimental science

Goal of the laboratory : …… Design and discovery of chemical reactions and rapid development of useful substances and materials using computational, informatics, and experimental science
Our dream is to develop innovative chemical reactions that revolutionize chemical reactions that produce pharmaceuticals and functional organic materials. We design and develop new reactions by combining organic chemistry, coordination chemistry, quantum chemical computation, and chemical informatics.

Major research themes : …… Development of novel reactions using organocatalysts
Development of materials based on organic materials and organic crystal engineering, integrating theoretical chemical computation and information science
Development of synthetic organic reactions and synthesis and application of functional organic molecules using computational and information sciences
Prediction of chemical reactions using chemical reaction pathway databases and machine learning based on chemical informatics
Reaction mechanism analysis and prediction of organic synthetic reactions based on theoretical and computational chemistry, and development of automated reaction pathway search methods for complex systems
Development of electronic state dynamics simulation methods for large-scale systems

Laboratory Website QR Code



Catalytic Transformation

Unit and laboratory names : Catalytic Reactions Unit, Catalytic Transformation

Teaching staff : …… Professor: Fukuoka Atsushi ;
Assistant Professor: Shrotri Abhijit (Institute for Catalysis)

Catchline : …… Achievement of SDGs by precisely designed solid catalysts

Goal of the laboratory : …… Our goal is to contribute to the achievement of SDGs through designing solid catalysts at the molecular level and applying them to the efficient utilization of a wide range of natural and chemical resources as well as developing catalysts designed to reduce food waste. We place a particular focus on researches on the decomposition of biomass (cellulose, chitin) and chemicals synthesis, the development of ethylene oxidizing catalysts which will be helpful in preserving the freshness of fruits and vegetables, and the conversion of methane and carbon-dioxide into more useful materials.

Major research themes : ……
・Decomposition of cellulose and chitin by catalysts
・Highly selective synthesis of useful furans and organic acids from biomass-derived saccharides by solid catalysts
・Low-temperature oxidation by silica-supported metal catalysts
・Selective reduction reactions of carbon-dioxide

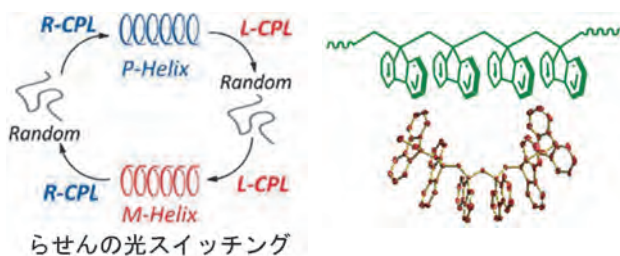
Laboratory Website QR Code



高分子機能科学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 触媒反応学講座・高分子機能科学研究室
 【担当教員】 …… 教授 中野 環・准教授 宋 志毅・助教 坂東 正佳(触媒科学研究所)
 【キャッチコピー】 …… キラル高分子の合成と機能発現
 【研究室の目標】 …… キラルな高分子鎖構造の精密制御に基づいて機能性材料を開発する。特に、らせん・ π スタック型・ハイパーブランチ型等の特異な構造の構築に重点を置いて分子鎖を設計・合成し、触媒機能、光電子機能、分離機能、薬理活性等の発現を目指す。
 【主な研究テーマ】 …… ・光を用いたらせん高分子の合成とスイッチングとキラル触媒、不斉識別材料への応用
 ・ π スタック型の合成、構造および機能
 ・ハイパーブランチ型高分子の合成と発光特性解析
 ・キラルな架橋ゲルの合成と応用
 ・高分子医薬品の合成と機能開発

【研究室ウェブサイトQRコード】



Macromolecular Science

Unit and laboratory names : Catalytic Reactions Unit, Macromolecular Science

Teaching staff : …… Professor: Nakano Tamaki ;
 Associate Professor: Zhiyi Song ;
 Assistant Professor: Bando Masayoshi (Institute for Catalysis)

Catchline : …… Synthesis and functional expression of chiral polymers

Goal of the laboratory : …… We develop functional materials based on the precise control of chiral polymer chain structures. Particularly, we design and synthesize molecular chains with a focus on the construction of specific structures, including helical, π -stacked and hyperbranched polymers, and conduct research on the expression of their catalytic function, photoelectric function, separation function and pharmacological activity.

Major research themes : ……
 ・Synthesis and switching of helical polymers with the help of light energy, and application of these techniques to chiral catalysts and asymmetric molecule-distinguishing materials.
 ・Synthesis of π -stacked polymers and research on their structures and functions
 ・Synthesis of hyperbranched polymers and analysis of their luminescence properties
 ・Synthesis and application of chiral crosslinked gel
 ・Synthesis of macromolecular drugs and the development of their functions

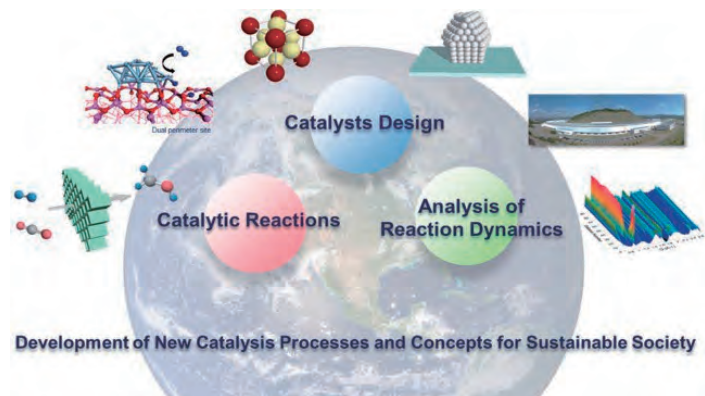
Laboratory Website QR Code



触媒材料研究室

- 【講座・研究室名】 …… 触媒反応学講座・触媒材料研究室
 【担当教員】 …… 教授 清水 研一・准教授 古川 森也・助教 鳥屋尾 隆(触媒科学研究所)
 【キャッチコピー】 …… 新規触媒の開発を通して持続可能社会の実現に貢献
 【研究室の目標】 …… 様々な分光法・計算化学・情報科学を駆使して固体触媒の設計指針を構築します。持続可能社会の実現に必要な固体触媒・反応を開発します。
 【主な研究テーマ】 …… 二酸化炭素、シェールガス、バイオマスを高付加価値品に変換する固体触媒反応の開発自動車排ガス浄化触媒の開発と作用機構解明
 計算化学・情報科学を利用した触媒インフォマティクスの構築

【研究室ウェブサイトQRコード】



Catalyst Material

Unit and laboratory names : Catalytic Reactions Unit, Catalyst Material

Teaching staff : …… Professor: Shimizu Kenichi ; Associate Professor: Furukawa Shinya ;
 Assistant Professor: Toyao Takashi (Institute for Catalysis)

Catchline : …… Helping to create a sustainable society through the development of new catalysts

Goal of the laboratory : …… We establish solid catalyst design policy by utilizing a wide range of spectroscopic methods, computational science, and information science.
 We also develop solid catalysts and their reactions necessary to realize a sustainable society.

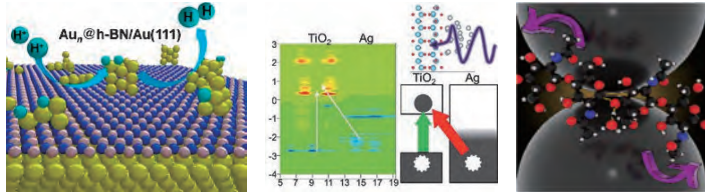
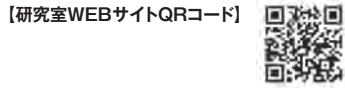
Major research themes : ……
 Development of solid catalyst reactions converting carbon-dioxide, shale gas and biomass to high value-added products
 Development of catalysts for automobile emission control devices and clarification of their working mechanisms
 Establishment of catalyst informatics based on computational chemistry and information sciences

Laboratory Website QR Code



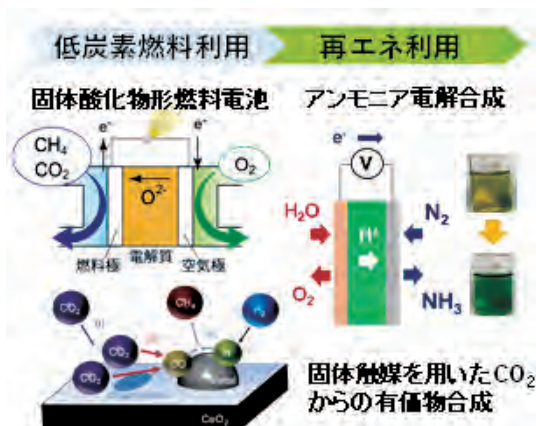
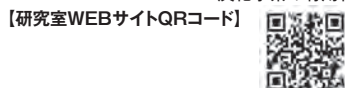
触媒理論研究室

- 【講座・研究室名】 …… 触媒反応学講座・触媒理論研究室
 【担当教員】 …… 教授 長谷川 淳也・准教授 飯田 健二(触媒科学研究所)
 【キャッチコピー】 …… 理論計算を用いて触媒原理を明らかにする
 【研究室の目標】 …… 触媒はエネルギー・環境・物質変換など持続的な社会発展のための重要な科学技術です。複雑な触媒反応系の電子状態、分子構造、動力学、統計的描像を明らかにするための理論計算手法を開発し、触媒原理の解明と触媒設計指針の提案を目指します。
 【主な研究テーマ】 …… 遷移金属錯体、担持金属クラスター、固液界面における触媒反応メカニズム光や電圧を利用する不均一系触媒
 外力を導入した計算手法の開発による系間交差反応機構、メカノケミストリ原理の解明



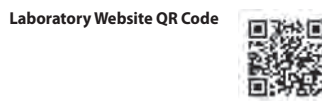
化学システム工学研究室

- 【講座・研究室名】 …… プロセス工学講座・化学システム工学研究室
 【キャッチコピー】 …… ゼロカーボン社会に向けた効率的なエネルギー・物質変換システムの研究
 【担当教員】 …… 教授 菊地 隆司・助教 多田 昌平(工学研究院)
 【研究室の目標】 …… 再生可能エネルギーを有効利用するための水素やアンモニア、メタンといったエネルギーキャリアを合成する新規手法の開発やエネルギーキャリアから直接発電する燃料電池の研究、ならびにCO₂排出量削減や炭素資源の循環利用に向けて、固体触媒を用いたCO₂と水素からの燃料や化成品原料といった有用物質合成にも取組み、ゼロカーボン社会の構築を目指しています。
 【主な研究テーマ】 …… ・エネルギーキャリア直接発電燃料電池の研究
 ・グリーン水素製造方法の研究
 ・アンモニアの電気化学的合成法の研究
 ・CO₂水素化による有用化学物質合成法の研究
 ・炭化水素の有用化学物質への電気化学的変換



Catalysis Theory

- Unit and laboratory names :** Catalytic Reactions Unit, Catalysis Theory
Teaching staff : …… Professor: Hasegawa Junya ;
 Associate Professor: Iida Kenji (Institute for Catalysis)
Catchline : …… Elucidating catalytic principles through theoretical computation
Goal of the laboratory : …… Catalysis is a scientific technology of importance for sustainable social development in energy, the environment and the transformation of matter. We aim to elucidate catalytic principles and propose catalyst design guidelines by developing a theoretical computation technique to clarify the electronic state, molecular structure, dynamics and statistical description of complex catalytic reaction systems.
 Mechanism of photo- and electro-catalytic reactions
Major research themes : …… Mechanisms of catalysis performed by transition metal complexes and supported metal clusters, and at the solid-fluid interface
 Heterogeneous catalysts involving light and voltage
 Studies to clarify intersystem crossing reactions and mechanochemistry principles through the development of calculation methods incorporating external forces



Chemical System Engineering

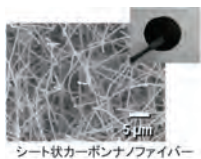
- Unit and laboratory names :** Chemical Process Engineering Unit, Chemical System Engineering
Teaching staff : …… Professor: Kikuchi Ryuji ;
 Assistant Professor: Tada Shohei (Faculty of Engineering)
Catchline : …… Research on effective energy-material conversion systems to realize a zero-carbon society
Goal of the laboratory : …… We engage in the development of novel methods of synthesizing energy carriers such as hydrogen, ammonia and methane for the effective use of renewable energy, research on fuel cells generating power directly from energy carriers, and the synthesis of fuel and other useful substances, including chemical raw materials, from carbon dioxide and hydrogen using solid catalysts, with a goal of establishing a zero-carbon society.
Major research themes : …… ✓ Fuel cells that directly generate power from energy carriers
 ✓ Green hydrogen production methods
 ✓ Electrochemical synthesis of ammonia
 ✓ Synthesis methods of useful chemical substances through carbon dioxide hydrogenation
 ✓ Electrochemical conversion of hydrocarbon to useful chemical substances



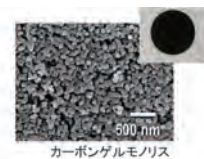
材料化学工学研究室

- 【講座・研究室名】** …… プロセス工学講座・材料化学工学研究室
- 【キャッチコピー】** …… 高機能材料の開発・製造・普及
- 【担当教員】** …… 教授 向井 紳・准教授 中坂 佑太・助教 岩佐 信弘・助教 岩村 振一郎(工学研究院)
- 【研究室の目標】** …… 当研究室は化学工学的な手法による効率的な材料開発を目指している研究室です。材料そのものの機能だけではなく、それを効率よく製造するプロセスやその新規用途まで視野に入れて開発に取り組んでいるのが研究室の特徴です。
- 【主な研究テーマ】** …… LPI法による繊維状炭素の高効率製造
CVD法による炭素・無機ナノ複合材料の合成
リチウム空気電池正極材料の開発
マイクロハニカム構造体の製造と利用
マイクロ波を利用したプロセスの高効率化
担持金属触媒の合成と評価
多孔質材料細孔内の拡散機構解明

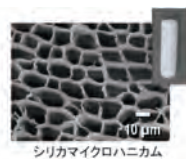
【研究室WEBサイトQRコード】



シート状カーボンナノファイバー



カーボンゲルモノリス



シリカマイクロハニカム

触媒反応工学研究室

- 【講座・研究室名】** …… プロセス工学講座・触媒反応工学研究室
- 【キャッチコピー】** …… ミクロとマクロの世界をつなぐ
- 【担当教員】** …… 准教授 荻野 勲(工学研究院)
- 【研究室の目標】** …… 化学工学を機軸とした分野横断型のアプローチを使い、ミクロとマクロスケール両方の観点から、エネルギーや環境に関する問題の解決に資すること、そして革新的な化学プロセス開発に貢献することを目指している。“分子レベルの現象を理解し、その特徴を生かして、俯瞰的な視点から問題を解決する方法を提案できる研究者”、“大きな装置の中で起こる諸現象を分子レベルで考え、それを活かして最適な装置設計ができるエンジニア”、“化学を活かし、化学工学を駆使し、世界レベルで活躍できる研究者&エンジニア”——こうした人材を育てることを目標としている。また、化学工学者としてのアイデンティティを強く意識しながら、新しい分野にそして広く世界に果敢に挑む人を育てることを目標としている。
- 【主な研究テーマ】** …… 階層的細孔構造を有する固体触媒の合成と評価
ヘテロ原子含有炭素系触媒のナノ空孔反応場制御
マイクロ波を利用した触媒・電極材料合成プロセスの開発

【研究室WEBサイトQRコード】



Material Design and Engineering

- Unit and laboratory names :** Chemical Process Engineering Unit, Material Design and Engineering
- Teaching staff :** …… Professor: Mukai Shin ;
Associate Professor: Nakasaka Yuta ;
Assistant Professor: Iwasa Nobuhiro ;
Assistant Professor: Iwamura Shinichiro (Faculty of Engineering)
- Catchline :** …… Development, production and promotion of highly functional materials
- Goal of the laboratory :** …… Our laboratory aims to develop materials efficiently using chemical engineering techniques. We focus not only on the functions of the materials but also on their production processes and new uses.
- Major research themes :** …… Highly efficient production of filamentous carbon by the LPI technique
Synthesis of carbon and inorganic nanocomposites by the CVD process
Development of anode materials for lithium-air batteries
Production and utilization of micro-honeycomb structures
Pursuit of higher efficiency of processes using microwaves
Synthesis and evaluation of supported metal catalysts
Clarification of diffusion mechanism inside the pores of porous materials

Laboratory Website QR Code



Catalytic Reaction Engineering

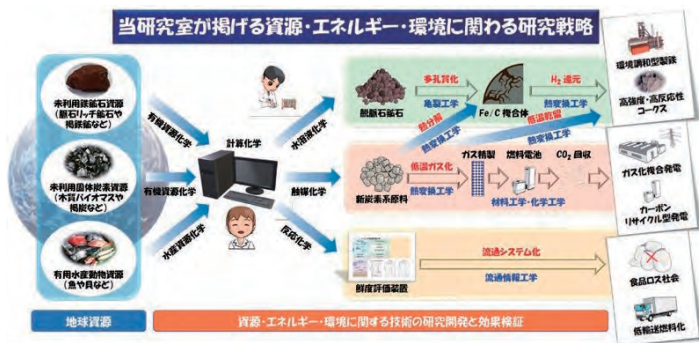
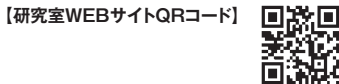
- Unit and laboratory names :** Chemical Process Engineering Unit, Catalytic Reaction Engineering
- Teaching staff :** …… Associate Professor: Ogino Isao (Faculty of Engineering)
- Catchline :** …… Connecting the micro and macro worlds
- Goal of the laboratory :** …… We make multidisciplinary approaches based on chemical engineering, aiming to provide solutions to energy and environmental issues on both the micro- and macro levels and facilitate the development of innovative chemical processes. We focus on fostering researchers capable of proposing solutions for issues from a comprehensive viewpoint with a deep understanding of molecular-level phenomena and characteristics, engineers capable of imaging phenomena in large equipment at the molecular level and applying them to the optimal design of the equipment, and both researchers and engineers who will play important roles on the global stage by utilizing their chemical knowledge and exercising chemical engineering. We also set the goal of fostering specialists with the courage to enter new fields and work on the global stage based on a strong awareness of their identity as chemical engineers.
- Major research themes :** …… Synthesis and evaluation of solid catalysts with a hierarchical pore structure
Tailoring the reactive microenvironment of heteroatom-doped carbon catalysts
Development of microwave-assisted synthesis processes of catalyst and electrode materials

Laboratory Website QR Code



エネルギー変換システム設計研究室

- 【講座・研究室名】** …… プロセス工学講座・エネルギー変換システム設計研究室
- 【担当教員】** …… 准教授 坪内 直人(工学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 資源・エネルギー・環境の三問題を化学の力で解決
- 【研究室の目標】** …… 化学の力により「資源・エネルギー・環境」に係わる問題の解決を目指し、主に劣質・未利用化学資源の高度利用法の開発を進めている。具体的には、現在未利用の炭素資源をクリーンエネルギーや高価値化学原料に効率よく変換できるプロセス、劣質な鉄鉱石資源をアップグレードし製鉄原料化するシステムおよび排出されたCO₂を再利用する技術の開発を行っている。また、食品ロス等の視点から海洋生物資源の鮮度管理システムに関する研究も進めている。
- 【主な研究テーマ】** …… ガス化燃料電池発電用触媒の開発、劣質炭素資源コークス化技術の確立、低品位鉄鉱石アップグレード法の構築、製鋼スラグ中のリンの分離回収技術の開発、炭素循環型発電システムの確立、魚介類の食べ頃の見える化装置の構築



Chemical Energy Conversion Systems

- Unit and laboratory names:** Chemical Process Engineering Unit, Chemical Energy Conversion Systems
- Teaching staff:** …… Associate Professor: Tsubouchi Naoto (Faculty of Engineering)
- Catchline:** …… Solving issues in three major fields—resources, energy and environment—by means of chemistry
- Goal of the laboratory:** …… We mainly work for the development of highly efficient usage of inferior and unused chemical resources with the goal of providing solutions to resource, energy, and environmental issues by means of chemistry. Specifically, we engage in the development of processes in which currently untapped carbon resources will be efficiently converted into clean energy and high added-value materials, systems capable of upgrading inferior mineral resources to those useful in iron manufacturing, and technology which will promote the reuse of carbon dioxide emissions. We also engage in research to improve management systems to keep seafood fresh in an effort to reduce the loss of food obtained by exploiting marine resources.

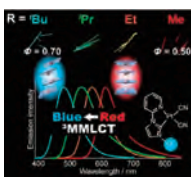
- Major research themes:** …… Development of catalysts for the power generation by integrated gasification fuel cell cycle (IGFC), establishment of the technology to produce coke from inferior carbon resources, establishment of a method to upgrade low-grade iron ore, development of the technology to separate and recover phosphorus from steelmaking slag, establishment of carbon recycling power generation systems, establishment of a device to visualize the best timing for seafood to be eaten



物質化学コース

錯体化学研究室

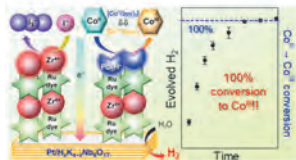
- 【講座・研究室名】** …… 分子物質化学講座・錯体化学研究室
- 【キャッチコピー】** …… 光が要となる機能性金属錯体を創る
- 【担当教員】** …… 准教授 小林 厚志(理学研究院)
- 【研究室の目標】** …… 金属と有機・無機配位子の複合系である金属錯体は、様々な元素を活用して新しい性質や機能を生み出すことができる魅力的な物質群です。本研究室では、次世代型の発光材料や光触媒となる光機能性錯体の開発に取り組んでいます。
- 【主な研究テーマ】** …… 発光性クロミック金属錯体の構築と光機能創出、元素活用型ハイブリッド光水素発生系・光機能系の構築
メゾスコピック領域における金属錯体の光機能開拓、ソフトクリスタル:高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能
- 【研究室ウェブサイトQRコード】**



置換基の高さによる白金錯体の発光色の精密制御



液液界面を用いた白金錯体の結晶構造制御



RuIII光増感剤を多量化した光増感ナノ粒子による高活性光水素発生反応

Materials Chemistry and Engineering Course

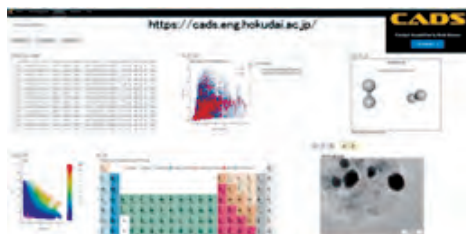
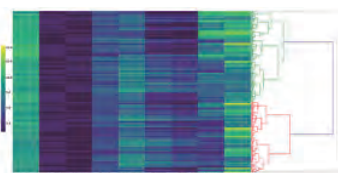
Coordination Chemistry

- Unit and laboratory names:** Molecular Materials Chemistry Unit, Coordination Chemistry
- Teaching staff:** …… Associate Professor: Kobayashi Atsushi (Faculty of Science)
- Catchline:** …… Creation of photofunctional metal complexes
- Goal of the laboratory:** …… Metal complexes, which are systems composed of metal and organic/inorganic ligands, are attractive materials that can create new properties and functions using diverse elements. We have been developing photofunctional metal complexes that can be next-generation luminescent materials or photocatalysts.
- Major research themes:** …… Construction of luminescent chromic metal complexes and the creation of photofunctions Soft Crystals – Flexible response systems with high structural order
Creation of hybrid photo-hydrogen-evolving systems and photofunctional systems using elements
Development of the photofunctions of metal complexes in mesoscopic regions



情報化学研究室

- 【講座・研究室名】** 分子物質化学講座・情報化学研究室
- 【担当教員】** 教授 高橋 啓介(理学研究院)
- 【キャッチコピー】** 実験・理論・計算・データが融合したインフォマティクスによる材料発見
- 【研究室の目標】** データを学習した人工知能による仮説とハイスループット実験による自立実験・検証による完全自動化した材料・触媒開発を実現する。
- 【主な研究テーマ】** 触媒インフォマティクスによる固体触媒開発
ハイスループット実験・計算による材料・触媒データベース構築
機械学習による材料設計と理解
触媒開発プラットフォームの開発
ハイスループット計算によるペロブスカイト太陽電池と2次元材料の開発



データ数理研究室

- 【講座・研究室名】** 分子物質化学講座・データ数理研究室
- 【担当教員】** 教授 小松崎 民樹・助教 水野 雄太・助教 西村 吾朗(電子科学研究 所)
- 【キャッチコピー】** 化学反応概念の普遍性を究める:自然は学問の垣根を知らない
- 【研究室の目標】** なぜ反応が生じるのか、真にサイコロ振り(確率論)的に決定される のかという根本原理を明らかにするとともに、ハミルトニアンを想定 できない複雑な系に対する実践型理論化学を創出し、化学概念の普 遍性を追求する。化学だけでなく、物理、数学、生物、情報学からも広 く研究者を擁し、異分野高度融合型研究を展開し、これらの問いに挑 戦する。
- 【主な研究テーマ】** 化学反応の相空間幾何学と実在分子系への応用。計測データから複 雑分子系の反応ネットワークを構成するデータ駆動科学。情報科学と 計測科学の高度融合による生命科学の革新技術の開発。シンギュラ リティ生物学。新概念コンピューティング。

【研究室ウェブサイトQRコード】



Chemical Informatics

- Unit and laboratory names :** Molecular Materials Chemistry Unit, Chemical Informatics
- Teaching staff :** Professor Takahashi Keisuke (Faculty of Science)
- Catchline :** Design of materials and catalysts via informatics
- Goal of the laboratory :** Fully-automated material and catalyst design through high throughput experimentation/calculation and artificial intelligence
- Major research themes :** Design of heterogeneous catalysts using catalysts informatics
Construction of materials and catalysts database using high-throughput experiment and calculation
Design and understanding materials using machine learning
Development of catalysts informatics platform
Designing perovskite solar cell materials and 2 dimensional materials via high-throughput calculations

Molecule & Life Nonlinear Sciences

- Unit and laboratory names :** Molecular Materials Chemistry Unit, Molecule & Life Nonlinear Sciences
- Teaching staff :** Professor: Komatsuzaki Tamiki ;
Assistant Professor: Mizuno Yuta ;
Assistant Professor: Nishimura Goro
(Research Institute for Electronic Science)
- Catchline :** Seeking ultimate universality of chemical reaction concept:
Nature does not know the boundaries of academic fields.
- Goal of the laboratory :** We are working to clarify the fundamental principles lying in the occurrence of reactions and whether reactions are ruled by the law of probability, create practical theoretical chemistry for complex systems beyond the Hamiltonian concept, and seek ultimate universality of chemical reaction concepts. The laboratory's researchers specialize not only in chemistry, but also in a broad range of fields such as physics, mathematics, biology, and informatics, to conduct highly interdisciplinary research to find effective solutions.
- Major research themes :** Phase space geometry of chemical reaction dynamics and its application to real molecular systems; data-driven sciences to construct reaction networks for complex molecular systems based on actual measurement data; development of innovative life science technology through the effective integration of information sciences and measurement sciences; singularity biology; and new-concept computing

Laboratory Website QR Code



教育担当研究室

- 【講座・研究室名】 …… 教育担当研究室
- 【担当教員】 …… 准教授 中富 晶子・特任講師 竹内 浩
特任講師 丸田 悟朗(理学研究院)
- 【キャッチコピー】 …… 基礎理学教育、化学の教育
- 【研究室の目標】 …… 教育プログラムの企画運営、化学に関連する教育科目の講義・実験の実施。
- 【主な研究テーマ】 …… 理学部および関連大学院での新教育システムの調査と研究。教育プログラムの立案と運営。化学に関連する全学教育科目の講義—化学I・化学II—の内容の検討。理学部の化学に関する科目—化学のための数学・熱・統計力学とII—の教育内容の検討。大学院共通科目の教育内容の検討。

Education

- Unit and laboratory names :** Education
- Teaching staff :** …… Associate Professor: Nakatomi Akiko;
Specially-appointed Lecturer: Takeuchi Hiroshi
Specially-appointed Lecturer: Maruta Goro
(Faculty of Science)
- Catchline :** …… Fundamental science education, chemistry education
- Goal of the laboratory :** …… Design and operation of educational programs, implementation of lectures and experiments of chemistry-related educational subjects
- Major research themes :** …… Survey and research on new educational systems at the School of Science and related graduate schools; development and operation of educational programs; review of Chemistry I and II content as general chemistry education classes; review of Mathematics for Chemistry and Statistical Thermodynamics I and II content as chemistry classes at the School of Science; and review of the content of common classes at graduate schools

無機化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 無機物質化学講座・無機化学研究室
- 【担当教員】 …… 教授 松井 雅樹・助教 奈須 晃(理学研究院)
助教 孫 宇(高等教育推進機構)
- 【キャッチコピー】 …… 蓄電池を革新する固体イオニクス材料の創製
- 【研究室の目標】 …… 新規固体イオニクス材料の創製と次世代蓄電池への応用
- 【主な研究テーマ】 …… 新規多価イオン伝導体の探索、複合金属酸化物の相関係と低温結晶成長プロセスの開発、卑金属電析における結晶成長機構の理解とその制御

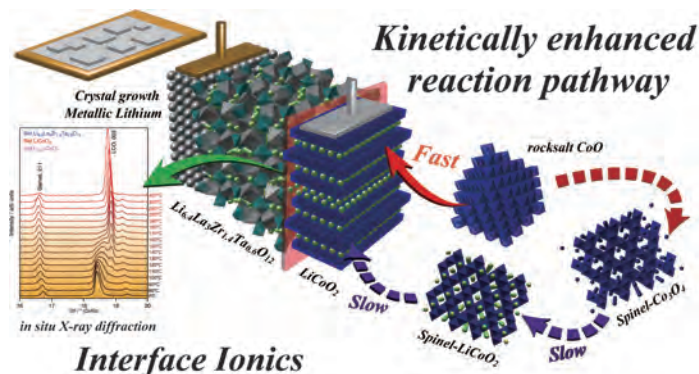
【研究室ウェブサイトQRコード】




Inorganic Chemistry

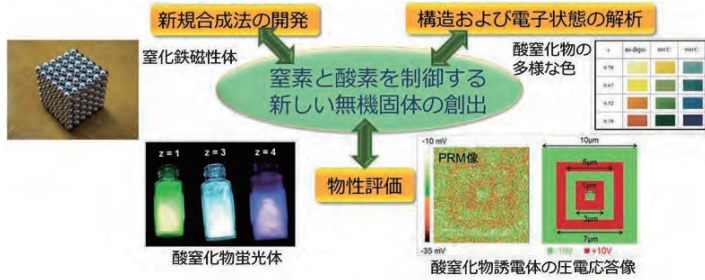
- Unit and laboratory names :** Inorganic Materials Chemistry Unit, Inorganic Chemistry
- Teaching staff :** …… Professor: Matsui Masaki ;
Assistant Professor Nasu Akira (Faculty of Science);
Assistant Professor: Sun Yu (Institute for the Advancement of Higher Education)
- Catchline :** …… Innovative solid-state ionics materials for battery applications
- Goal of the laboratory :** …… Design novel solid-state ionics materials for battery applications
- Major research themes :** …… Explore new multivalent ion conductors; low temperature crystal growth of complex metal oxides; texture controlled electrodeposition of less-noble metal

Laboratory Website QR Code



構造無機化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 無機物質化学講座・構造無機化学研究室
 【担当教員】 …… 特任准教授 樋口 幹雄・准教授 鱒淵 友治 (工学研究院)
 【キャッチコピー】 …… 窒素と酸素を制御する無機固体
 【研究室の目標】 …… 新しい無機固体である金属窒化物、酸窒化物および複金属酸化物を創出する。それらがもつ大きな磁性や誘電性、特異な超伝導性、様々な蛍光の発現機構を、その結晶構造および微構造、電子構造などと関連付けて理解する。
 【主な研究テーマ】 …… 機能性セラミックス材料の創製、セラミックスの形態制御と構造・機能評価、酸窒化物の創製と結晶構造解析および光学的・電磁氣的・化学的機能の評価
 【研究室WEBサイトQRコード】 



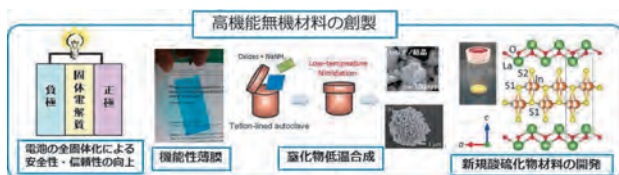
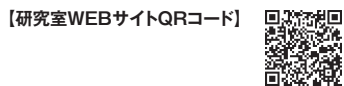
Structural Inorganic Chemistry

- Unit and laboratory names :** Inorganic Materials Chemistry Unit, Structural Inorganic Chemistry
Teaching staff : …… Specially-appointed Associate Professor: Higuchi Mikio ; Associate Professor: Masubuchi Yuji (Faculty of Engineering)
Catchline : …… Inorganic solids controlling nitrogen and oxygen
Goal of the laboratory : …… We create new inorganic solids including metal nitrides, oxynitrides and multiple metal oxides, and clarify their magnetic/dielectric properties and unique superconductivity as well as fluorescence mechanisms in relation to their crystal structures, microstructures and electronic structures.
Major research themes : …… Fabrication of functional ceramic materials; Morphological control and structural/functional evaluation of ceramics; Fabrication and crystal structure analysis of oxynitrides, and the evaluation of their optical, electromagnetic and chemical properties



無機合成化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 無機物質化学講座・無機合成化学研究室
 【担当教員】 …… 教授 忠永 清治・准教授 三浦 章 (工学研究院)
 【キャッチコピー】 …… 高機能無機材料創製
 【研究室の目標】 …… 環境・エネルギー問題の解決に貢献できる高機能なセラミックスの創製を目指しています。材料設計による新規組成無機材料の創製や、液相を中心とする様々な合成法を駆使した、薄膜、複合体、焼結体、微粒子などの様々な形態の無機材料の合成と高機能発現を目指しています。
 【主な研究テーマ】 …… ・全固体リチウム二次電池用無機材料の合成と評価
 ・新規無機化合物の開発
 ・溶液法による機能性薄膜の合成
 ・窒化物・酸窒化物の低温合成
 ・電極触媒用材料の開発



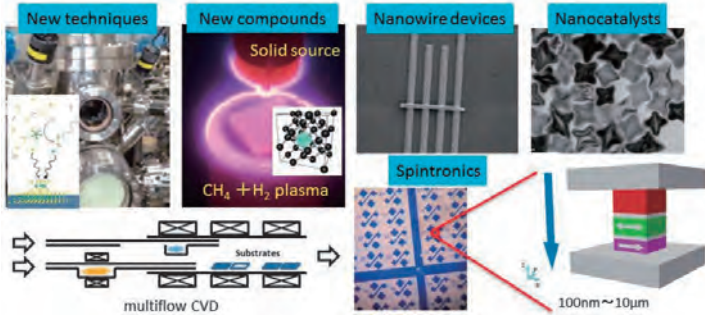
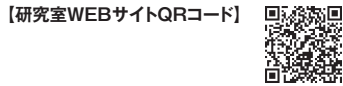
Inorganic Synthesis Chemistry

- Unit and laboratory names :** Inorganic Materials Chemistry Unit, Inorganic Synthesis Chemistry
Teaching staff : …… Professor: Tadanaga Kiyoharu ; Associate Professor: Miura Akira (Faculty of Engineering)
Catchline : …… Fabrication of highly functional inorganic materials
Goal of the laboratory : …… With the aim of fabricating highly functional ceramics that help to resolve environmental/energy issues, we effectively use the liquid phase, such as precursor solution and melt, in the synthetic processing of ceramics to synthesize various forms of inorganic materials, including thin films, composites, sintered bodies and fine particles, for highly functional expression.
Major research themes : …… Synthesis and evaluation of inorganic materials for all-solid-state lithium secondary batteries
 Development of novel inorganic compounds
 Synthesis of functional oxide thin films using solution process
 Low temperature synthesis of nitrides and oxynitrides
 Development of materials for electrocatalysts



Solid State Chemistry

- 【講座・研究室名】** …… 無機物質化学講座・固体反応化学研究室
- 【担当教員】** …… 教授 島田 敏宏・准教授 長浜 太郎・助教 横倉 聖也(工学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 新しい構造・機能を持つ固体とデバイスをつくる
- 【研究室の目標】** …… 新しい構造・機能を持つ固体の合成法を開拓する。原子レベルで制御した結晶成長技術を用いてデバイスを作製し新機能・新現象を追求する。
- 【主な研究テーマ】** …… 新しい炭素同素体および関連物質の実験的探索、スピントロニクス、層状物質薄膜・ナノチューブの合成法の開発とデバイス応用、有機および無機デバイスにかかわる新現象の探究



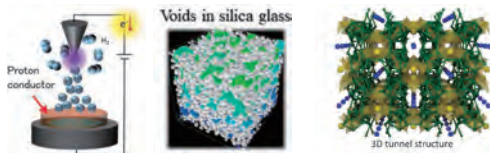
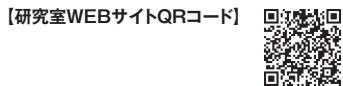
Solid State Chemistry

- Unit and laboratory names :** Inorganic Materials Chemistry Unit, Solid State Chemistry
- Teaching staff :** …… Professor: Shimada Toshihiro ;
Associate Professor: Nagahama Taro ;
Assistant Professor: Yokokura Seiya (Faculty of Engineering)
- Catchline :** …… Developing solids and devices with new structures and functions
- Goal of the laboratory :** …… We aim to develop synthesis methods for solids with new structures/functions, and explore new functions and phenomena by fabricating devices using crystal growing techniques controlled at the atomic level.
- Major research themes :** …… Experimental research to find new carbon allotropes and related substances; spintronics; development of synthesis methods for layered material thin films/nanotubes, and their device application; study on new phenomena involving organic/inorganic devices



Nanostructured Functional Materials

- 【講座・研究室名】** …… 無機物質化学講座・光電子ナノ材料研究分野
- 【担当教員】** …… 教授 西井 準治・教授 松尾 保孝・准教授 小野 円佳・助教 藤岡 正弥(電子科学研究所)
- 【キャッチコピー】** …… 光・電子・イオンの輸送特性を利用した新デバイス・新材料の創成
- 【研究室の目標】** …… 無機材料中のイオンや電子の状態を電気化学的に制御して、超伝導やイオン伝導などの新奇な機能や特性を引き出すことを目指しています。
- 【主な研究テーマ】** …… 固体電気化学を利用した新規物質・材料の創製、高温・高圧処理を用いた新規機能性材料の開発、水中結晶光合成を利用したナノロッドの創製



Nanostructured Functional Materials

- Unit and laboratory names :** Inorganic Materials Chemistry Unit, Nanostructured Functional Materials
- Teaching staff :** …… Professor: Nishii Junji ;
Professor: Matsuo Yasutaka ;
Associate Professor: Ono Madoka ;
Assistant Professor: Fujioaka Masaya
(Research Institute for Electronic Science)
- Catchline :** …… Development of new devices and materials leveraging optical, electronic, and ionic transport properties
- Goal of the laboratory :** …… Our goal is to reach novel functions and features, such as super-conduction and ionic conduction, by electrochemically controlling the state of ions and electrons in inorganic materials.
- Major research themes :** …… Development of novel compounds and materials based on solid-state electrochemistry; development of new functional-materials through high-temperature and high-pressure processing techniques; development of nanorods employing submerged photo-synthesis of crystallites (SPSC)



ナノセラミックス研究室

【講座・研究室名】 …… 無機物質化学講座・ナノセラミックス研究室(連携分野)

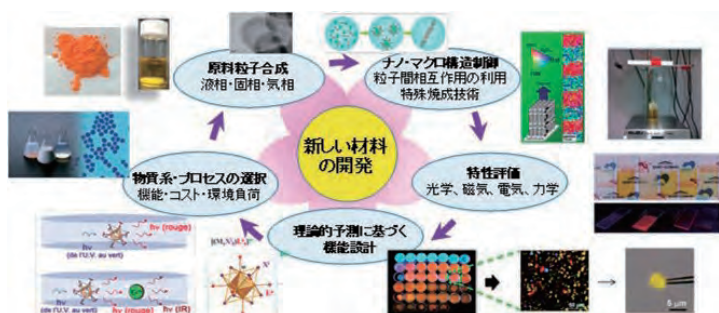
【担当教員】 …… 客員教授 打越 哲郎・客員教授 桑田 直明(物質・材料研究機構)

【キャッチコピー】 …… 新プロセスで高機能セラミックス

【研究室の目標】 …… 光学機器、電子部品や触媒、全固体電池などに利用されているセラミックス材料の機能を飛躍的に向上させるために、ナノからマイクロオーダーでの材料プロセスの高度化と新規プロセスの開発を行っています。また、未知なる物性と機能の開拓を目的に、新物質の探索やイオンダイナミクス解明にも精力的に取り組んでいます。

【主な研究テーマ】 …… 金属クラスターやコロイド粒子の電気泳動現象を利用した機能膜形成、材料の結晶磁気異方性を利用した配向制御、多面的な結晶成長過程を用いたナノ結晶合成、サイズ・形態制御、高温高圧素圧及び粒子1粒を利用した新蛍光体開発、全固体電池の界面制御、イオンダイナミクス解明

【研究室WEBサイトQRコード】



応用材料化学研究室

【講座・研究室名】 …… 無機物質化学講座・応用材料化学研究室(連携分野)

【担当教員】 …… 客員教授 加藤 且也・客員教授 木嶋 倫人(産業技術総合研究所)

【キャッチコピー】 …… バイオマテリアル関連の応用科学, エネルギー・環境材料の応用化学

【研究室の目標】 …… 国立研究開発法人産業技術総合研究所マルチマテリアル研究部門では、ナノ粒子や薄膜などの無機材料と酵素やDNAなどの生物由来の材料との親和性を検討しつつ、新規なバイオセンサーや選択的吸着材等の開発を行っています。また、省エネルギー研究部門では、材料特性と結晶構造との関係について理解を深めながら無機固体化学を基礎とした材料設計を行い、新しいエネルギー・環境材料の開拓とそのナノ材料合成技術の研究を行っています。

【主な研究テーマ】 …… 粒子形状や細孔構造を制御した新規酸化ナノ粒子の合成とその応用無機化合物と生体材料との融合による機能性材料の開発。ナノ酸化ナノ材料の液相合成技術とエネルギー・環境材料への応用電池材料、蓄熱材料等に使用される新規結晶材料の開拓と結晶構造解析・特性評価

【研究室WEBサイトQRコード】



Nano Ceramics

Unit and laboratory names : Inorganic Materials Chemistry Unit (collaborative program), Nano Ceramics

Teaching staff : …… Guest Professor: Uchikoshi Tetsuo ;
Guest Professor: Kuwata Naoaki
(National Institute for Materials Science)

Catchline : …… New processes for highly functional ceramics

Goal of the laboratory : …… We pursue the sophistication of material processing at the nano to micro scale and the development new processes with a goal of drastically improving the functions of ceramic materials used in optical devices, electronic components, catalysts, and solid-state batteries. We also engage in the search for novel compounds and studies on ion dynamics aiming to discover unknown properties and functions.

Major research themes : …… Formation of functional films through electrophoresis of metal clusters and colloidal particles; orientational control based on magnetocrystalline anisotropy; synthesis of nanocrystal through polyphyletic crystal growing processes; particle size and form control; development of novel fluorescent materials from a single particle under high temperatures and high nitrogen gas pressures; interface control of all solid-state batteries; analysis of ion dynamics

Laboratory Website QR Code



Applied Materials Chemistry

Unit and laboratory names : Inorganic Materials Chemistry Unit, Applied materials Chemistry (collaborative group)

Teaching staff : …… Guest Professor: Kato Katsuya ;
Guest Professor: Kijima Norihito
(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

Catchline : …… Applied science related to biomaterials and applied chemistry for energy-related materials

Goal of the laboratory : …… The Multi-Material Research Institute of the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) conducts research on the affinities between inorganic materials in such forms as nanoparticles and thin films and bio-derived materials in such forms as enzymes and DNA, to develop novel biosensors and selective adsorbents. Meanwhile, the Research Institute for Energy Conservation of AIST engages in the development of new energy and environmental materials and nanomaterial synthesis technologies through designing materials based on inorganic solid-state chemistry with an enhanced understanding of the relationship between the properties and crystal structures of materials.

Major research themes : …… Synthesis of novel oxide nanoparticles with controlled particle shapes and pore structures, and their applications
Development of functional materials through the integration of inorganic compounds and biomaterials
Development of liquid-phase synthesis technologies of oxide nanomaterials, and their applications to energy and environmental materials
Discovery of new crystalline materials to be used in batteries and heat storage materials as well as crystal structure analysis and property evaluation

Laboratory Website QR Code



電子材料化学研究室

【講座・研究室名】 ……先端物質化学講座・電子材料化学研究室
【担当教員】 ……特任教授 安住 和久・特任准教授 小泉 均・助教 田地川 浩人(工学研究院)
【キャッチコピー】 ……電子・エネルギー関連材料、構造材料の研究開発

【研究室の目標】 ……電子機器やエネルギー分野で使用される無機・有機半導体、構造用の金属材料などを対象とし、電気化学および分光学的手法、量子化学計算によりこれら材料の高機能化や劣化機構の解明と長寿命化、新しい機能の開発を行う。

【主な研究テーマ】 ……電気化学的手法による金属材料の表面処理 / Mg 合金等の耐食性向上表面処理法 / 新規な金属腐食モニタリング法の開発と実用材料への応用 / 低音積雪環境における金属腐食解析 / プラズマ、イオン液体、エレクトロニクスを活用した新規な反応計測系の探索 / 二酸化炭素の電気化学的還元 / 有機半導体のドーピング状態とその安定性 / 導電性高分子の電子素子への応用 / 分子設計と反応機構解明のための計算科学 / 量子動力学法による新規ナノカーボン材料の分子設計 / 分子軌道計算による導電性電子材料の理論設計

【研究室WEBサイトQRコード】



界面電子化学研究室

【講座・研究室名】 ……先端物質化学講座・界面電子化学研究室
【担当教員】 ……教授 幅崎 浩樹・准教授 青木 芳尚・特任助教 北野 翔(工学研究院)
【キャッチコピー】 ……機能性薄膜・ナノ材料の創製

【研究室の目標】 ……電気化学および化学的手法を用いて機能性酸化物ナノ薄膜・酸化物ナノポーラス膜・ナノ材料を合成し、環境・エネルギー・資源問題解決への貢献を目指しています。

【主な研究テーマ】 ……次世代燃料電池・蓄電池用材料の創製
金属のアノード酸化を利用した機能性薄膜の創製とその生成機構に関する研究および超撥水・超撥油表面の創製と応用

【研究室WEBサイトQRコード】



Electronic Materials Chemistry

Unit and laboratory names: Frontier Materials Chemistry Unit, Electronic Materials Chemistry

Teaching staff: ……Specially-appointed Professor: Azumi Kazuhisa ; Specially-appointed Associate Professor: Koizumi Hitoshi ; Assistant Professor: Tachikawa Hiroto (Faculty of Engineering)

Catchline: ……Research and development on electronics- and energy-related materials and structural materials

Goal of the laboratory: ……We employ electrochemical/spectroscopic techniques and quantum chemical calculations to enhance the functions of organic and inorganic semiconductors, which are used in the electronics manufacturing and energy fields, as well as structural metallic materials. We also elucidate their deterioration mechanisms to extend their life, and develop new functions.

Major research themes: ……Surface treatment of metallic materials by electrochemical techniques; Development of surface treatment methods aimed at improving the corrosion resistance of magnesium alloys; Development of novel metal corrosion monitoring methods and their application to practical materials; Research and development on energy systems such as metal-air batteries; Analysis of metal corrosion taking place in low-temperature environments with accumulated snow; Electrochemical reduction of carbon dioxide; Doped states of conductive polymers and their stability; Application of conductive polymers to electronic elements; Molecular design and reaction mechanism elucidation using computational science; Molecular design of new nanocarbon materials using quantum dynamics; Theoretical design of conductive electronic materials based on molecular orbital calculations

Laboratory Website QR Code



Interfacial Electrochemistry

Unit and laboratory names: Frontier Materials Chemistry Unit, Interfacial Electrochemistry

Teaching staff: ……Professor: Habazaki Hiroki ; Associate Professor: Aoki Yoshitaka ; Specially-appointed Assistant Professor: Kitano Sho (Faculty of Engineering)

Catchline: ……Fabrication of functional thin films and nanomaterials

Goal of the laboratory: ……We synthesize functional oxide nanofilms, nanoporous oxide films, and nanomaterials by means of electrochemical and chemical techniques with the aim of providing solutions to environmental, energy, and resource issues.

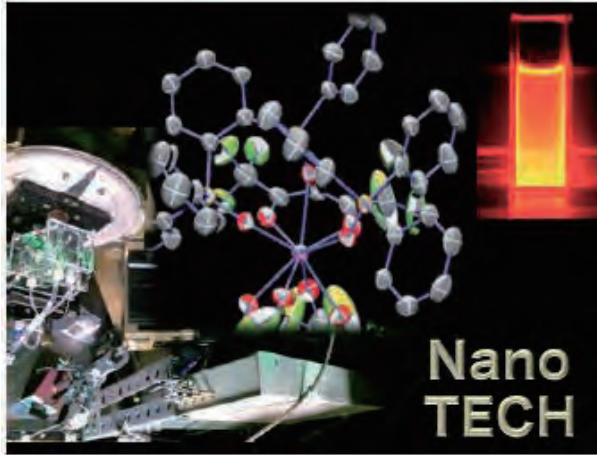
Major research themes: ……Fabrication of materials for next-generation fuel cells and secondary batteries
Fabrication of functional thin films by anodizing metals and research on their production mechanism
Fabrication of superhydrophobic/superoleophobic surfaces and their applications

Laboratory Website QR Code



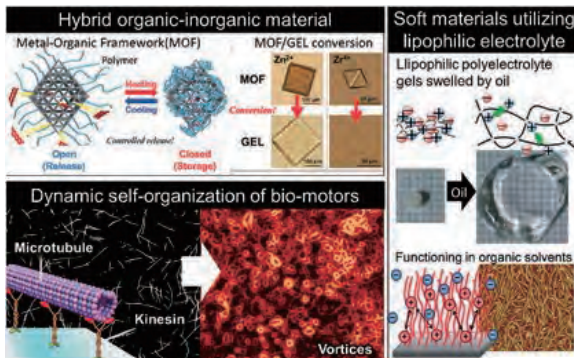
先端材料化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 先端物質化学講座・先端材料化学研究室
 【担当教員】 …… 教授 長谷川 靖哉・准教授 伏見 公志・准教授 北川 裕一・特任助教 庄司 淳(工学研究院)
 【キャッチコピー】 …… 光化学と電気化学を駆使した材料開発・解析
 【研究室の目標】 …… 現代社会は多くの先端科学技術によって支えられています。この先端科学技術を発展させるため、光化学と電気化学を基盤とした先端材料化学の研究を推進しています。
 【主な研究テーマ】 …… 光機能を有する物質開発(錯体、半導体ナノ結晶)、特異な発光特性を示す光学材料(有機および無機材料)の開発、電気化学による機能表面の計測装置開発と詳細解析・設計
 【研究室WEBサイトQRコード】



物質化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 先端物質化学講座・物質化学研究室
 【担当教員】 …… 教授 佐田 和己・准教授 三浦 篤志・助教 松岡 慶太郎(理学研究院)
 【キャッチコピー】 …… 分子情報操作が生み出す新機能材料
 【研究室の目標】 …… 我々は積極的に数種ないしは十数種類の化合物から成る混合物を作り、それぞれの成分単独ではなし得ることができない機能・構造・反応を作り出すこと(創発)を目指し研究を行っています。そのために、有機化学・高分子化学・物理化学・非平衡熱力学などの知識を総動員して、「複雑系」にチャレンジし、生命の本質に迫ろうと思っています。
 【主な研究テーマ】 …… 親油性電解質を用いたソフトマテリアルの開発、多孔性結晶の事後修飾による結晶架橋法、刺激応答性高分子のデノボデザイン、生体分子ロボットの創製、集合体を用いた分子運動クロミズムの探索
 【研究室WEBサイトQRコード】



Advanced Materials Chemistry

- Unit and laboratory names:** Frontier Materials Chemistry Unit, Advanced Materials Chemistry
Teaching staff: …… Professor: Hasegawa Yasuchika ;
 Associate Professor: Fushimi Koji ;
 Associate Professor: Kitagawa Yuichi ;
 Specially-appointed Assistant Professor: Shoji Sunao (Faculty of Engineering)
Catchline: …… Development and analysis of materials based on photochemistry and electrochemistry
Goal of the laboratory: …… Contemporary society is supported by many cutting-edge scientific technologies. To develop these technologies, we promote research on advanced materials chemistry based on photochemistry and electrochemistry.
Major research themes: …… Development of photo-functional materials (complexes, semiconductor nanocrystals); development of (organic and inorganic) optical materials with special luminescence properties; development, detailed analysis and design of equipment for the electrochemical measurement of functional surfaces

Laboratory Website QR Code



Material Chemistry

- Unit and laboratory names:** Frontier Materials Chemistry Unit, Material Chemistry
Teaching staff: …… Professor: Sada Kazuki ;
 Associate professor: Miura Atsushi ;
 Assistant professor: Matsuoka Keitaro (Faculty of Science)
Catchline: …… New functional materials created by manipulating molecular information
Goal of the laboratory: …… We mix multiple compounds (from a few to more than a dozen) to create functions, structures and reactions (emergence) that cannot be achieved by individual components. Our quest for the essence of life focuses on complex systems by mobilizing our best knowledge on organic chemistry, polymer chemistry, physical chemistry, nonequilibrium thermodynamics, and so on.
Major research themes: …… Development of soft materials comprised of lipophilic electrolytes; development of crystal cross-linking techniques by post-modification of porous crystals; de novo design of stimuli-responsive polymers; fabrication of biomolecular robots; searching for chromism associated with molecular motion in molecular aggregates

Laboratory Website QR Code



界面エネルギー変換材料化学研究室

【講座・研究室名】 …… 物質機能化学講座・界面エネルギー変換材料化学研究室(連携分野)
【担当教員】 …… 客員教授 野口 秀典・客員教授 岡本 章玄(物質・材料研究機構)
【キャッチコピー】 …… 固/液/生体界面を科学する
【研究室の目標】 …… 界面エネルギー変換材料化学研究室では、電子移動が主役を演じる固体/溶液/生体界面で化学反応を主な対象として、電極触媒、二次電池関連電極反応、および生体機能に着目した触媒材料の開発、ならびに電気細菌そのものを電極触媒とした固液界面エネルギー変換反応に関する基礎的研究を行っています。このような界面反応への基礎的理解を通して、エネルギー問題の解決を目指します。

【主な研究テーマ】 ……
 ・燃料電池用電極触媒の構築と特性評価
 ・次世代二次電池の正極、負極反応の解明
 ・超高速分光法による界面電子移動過程の追跡
 ・発電細菌を用いた生体電子移動機構の解明
 ・病原細菌の電気化学的制御法の開発

【研究室WEBサイトQRコード】

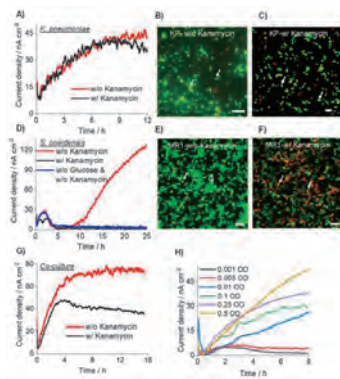


図1 (a)電流応答および(b)0.1 M HClO₄および0.1 M NaOH溶液中のCOが事前に吸着されたPt(111)電極の瞬間依存SFGスペクトル。電位は、電流応答測定では100 mVから(A)600、(B)650、および(C)700 mV(0.1 M HClO₄)および(A)400、(B)650、および(C)800 mV(0.1 M NaOH)、時間依存SFG測定では670mV(0.1 M HClO₄)および390mV(0.1 M NaOH)に電位をバース。

図2 薬剤耐性菌*Klebsiella pneumoniae* (A)と非耐性菌*Shewanella oneidensis* (D)の微生物質存在下における生成電流の時間変化。いずれもIndium Tin-doped Oxide 電極上において10 mM グルコース存在下、+0.4 V (vs. SHE)、 $\text{OD}_{600} = 0.1$ でカナマイシンを添加有り、無しで計測。Fluorescence Live/Dead Bacterial Imaging Kit を用いて染色した*K. pneumoniae* (B,C)と*S. oneidensis* (E,F)の生細胞と死細胞の混在した集団。生きている細胞は緑色の蛍光を、膜が損傷した死細胞は赤色の蛍光を発する。(B,E)はカナマイシンなし。(C,F)はカナマイシンを添加。スケールバー10 μm 、矢印は細菌を示す。

超伝導材料化学研究室

【講座・研究室名】 …… 機能物質化学講座・超伝導材料化学研究室(連携分野)
【担当教員】 …… 客員教授 山浦 一成・客員准教授 辻本 吉廣(物質・材料研究機構)
【キャッチコピー】 …… 革新的な材料シーズの探求と挑戦
【研究室の目標】 …… 固体酸化物などの結晶構造や化学組成や結晶形態を先進的な物質合成、精密構造解析、特性評価等を通して多彩に変化させ、超伝導性、電子物性、磁性、ハーフメタル性などの機能性を向上させる。それらの学理を探索し、革新的な新材料シーズを開拓する。

【主な研究テーマ】 …… 重い金属元素を含む酸化物の機能向上と機構解明・混合アニオン化合物の新物質開拓と材料化学、マルチフェロイック酸化物の機能向上

【研究室WEBサイトQRコード】



不揮発性メモリー機能材料への展開

金属強誘電転移

広範な化学組成、結晶構造制御(高圧合成法など)

精密な化学組成・局所構造解析(放射光回折など)

磁気センサー機能材料への展開

NaOsO₅

2重ペロブスカイト酸化物

精緻な強相関物性評価(スピンフォノン結合の定量評価など)

磁気転移温度上昇に向けた物質設計(第一原理計算など)

Interfacial Energy Conversion Materials Chemistry

Unit and laboratory names: Functional Materials Chemistry Unit, Interfacial Energy Conversion Materials Chemistry (collaborative group)
Teaching staff: …… Guest Professor: Noguchi Hidenori;
 Guest Professor: Okamoto Akihiro
 (National Institute for Materials Science)

Catchline: …… The science of solid/fluid/bio interfaces

Goal of the laboratory: …… Targeting chemical reactions at the solid/liquid/biological interfaces where electron transfer plays a key role, we develop catalyst materials with a focus on electrocatalysts, secondary battery-related electrode reactions, and biofunctions, and conduct fundamental research regarding energy conversion reactions at the solid-bio interface with the electro-microorganism working as electrocatalyst. Through such fundamental understanding of interfacial reactions, we aim to solve energy issues.

Major research themes: ……
 ・Construction and characterization of electrode catalysts for fuel cells.
 ・Elucidation of positive and negative electrode reactions of next-generation secondary batteries.
 ・Investigation on the process of interfacial electron transfer by ultrafast spectroscopy
 ・Elucidation of electron transfer mechanism in electricity-producing bacteria
 ・Development of electrochemical techniques to control pathogenic bacteria

Laboratory Website QR Code



Superconducting Materials Chemistry

Unit and laboratory names: Functional Materials Chemistry Unit, Superconducting Materials Chemistry (collaborative group)
Teaching staff: …… Guest Professor: Yamaura Kazunari;
 Guest Associate Professor: Tsujimoto Yoshihiro
 (National Institute for Materials Science)

Catchline: …… Quest and challenge to develop innovative material seeds

Goal of the laboratory: …… We improve superconductivity, electronic/magnetic/half-metal properties and other functionalities of solid-phase oxides by changing their crystal structures, chemical compositions and crystal forms through advanced material synthesis, precise structural analysis and characterizations. Studying these theories, we aim to develop innovative new material seeds.

Major research themes: Functional improvement of oxides containing heavy metals and elucidation of their functional mechanisms; development of new mixed-anion compounds and their material chemistry; functional improvement of multiferroic oxides

Laboratory Website QR Code



光機能材料化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 機能物質化学講座・光機能材料化学研究室(連携分野)
- 【担当教員】** …… 客員教授 葉 金花・客員教授 白幡 直人(物質・材料研究機構)
- 【キャッチコピー】** …… 太陽光エネルギーの変換・貯蔵に挑戦
- 【研究室の目標】** …… 当研究室では光触媒などの光誘起機能性材料の研究開発を行っている。実験と理論の連携でバンド構造制御、ナノ構造制御による新規材料の創製・新機能の発掘、メカニズムの解明及び環境保全・新エネルギー製造への応用に関する研究を実施している。また、量子ドットやペロブスカイトナノ結晶の化学合成および光学応用に関する研究も進めている。

【主な研究テーマ】 …… 可視光応答型光触媒材料の設計・創製、表面・界面構造制御
有機有害物質の分解、水分解、二酸化炭素の光還元等への応用検討
強発光ナノ粒子を活性層に具備するデバイス創製と該発光を導くキャリアダイナミクス

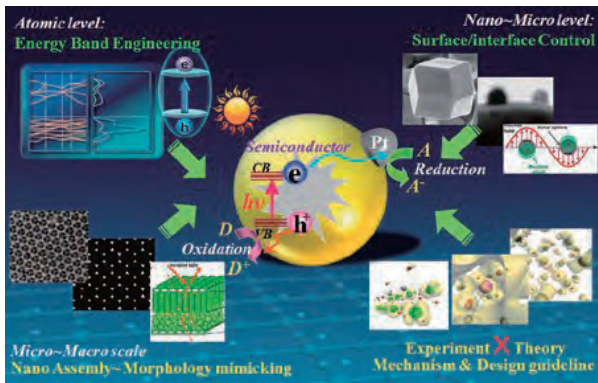
【研究室ウェブサイトQRコード】



北海道大学-NIMS連携大学院HP



葉客員教授研究室HP



ナノ組織化材料化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 機能物質化学講座・ナノ組織化材料化学研究室
- 【担当教員】** …… 客員教授 吉尾 正史・客員教授 増田 卓也(物質・材料研究機構)
- 【キャッチコピー】** …… 調べる・考えるに基づく機能性材料及びデバイス構築
- 【研究室の目標】** …… 有機高分子化学、電気化学および表面計測科学を基盤に、自己組織化能を有するイオン・電子・光機能性材料を合成し、アクチュエータ、燃料電池、二次電池および電子デバイスへの応用を目指している。独自の計測技術によって、機能発現時における幾何・電子・分子構造を解析し、機構理解に基づいた材料開発を推進する。
- 【主な研究テーマ】** …… 液晶性イオン伝導体と液晶性半導体の開発、界面その場計測技術の開発と燃料電池・二次電池への応用

【研究室ウェブサイトQRコード】

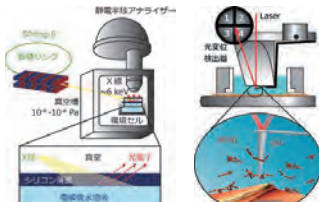
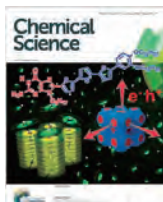


Photo Functional Materials Chemistry

Unit and laboratory names: Functional Materials Chemistry Unit, Photo Functional Materials Chemistry (collaborative group)

Teaching staff: …… Guest Professor: Jinhua Ye;
Guest Professor: Shirahata Naoto
(National Institute for Materials Science)

Catchline: …… Striving for the conversion and storage of solar energy

Goal of the laboratory: …… We conduct research and development of photocatalysts and other photoinduced functional materials. We combine experiments and theories in conducting research for creation of new materials and development of new functions through band structural and nanostructural control, elucidation of control mechanisms and application of such materials and functions to environmental preservation and new energy production. We also proceed with research on chemical synthesis of quantum dots and perovskite nanocrystals as well as their optical application.

Major research themes: …… Design and fabrication of visible light responsive photocatalyst materials, control of surface/interface structure, and explore applications for pollutant degradation, water splitting, and CO₂ reduction.
Development of devices furnished with strongly luminescent nanoparticles in active layers and carrier dynamics inducing such luminescence

Laboratory Website QR Code



Hokkaido University -NIMS Joint Graduate School official website



Guest Professor YE Jinhua Laboratory official website

Nano-Assembled Materials Chemistry

Unit and laboratory names: Functional Materials Chemistry Unit, Nano-Assembled Materials Chemistry (collaborative group)

Teaching staff: …… Guest Professor: Yoshio Masafumi;
Guest Professor: Masuda Takuya
(National Institute for Materials Science)

Catchline: …… Development of functional materials and devices based on research and study

Goal of the laboratory: We are working with a goal of synthesizing ions, electrons, and optical functional materials with self-organizing capability based on organic polymer chemistry, electrochemistry and surface measurement sciences and applying them to actuators, fuel cells, secondary batteries and electronic devices. We promote development of materials on the basis of our understanding of material functions by analyzing geometric, electronic, and molecular structures at the time of the functions being expressed, with the help of our unique measurement techniques.

Major research themes: Development of liquid crystal ion conductors and liquid crystal semiconductors, development of in-situ interface measurement technology and application of the technology to fuel cells and secondary batteries

Laboratory Website QR Code

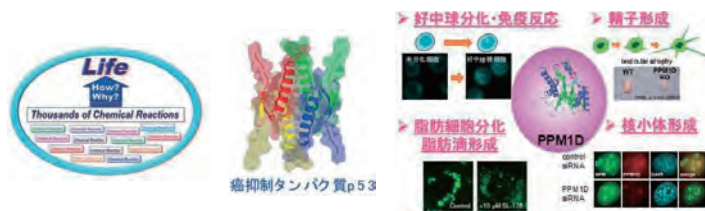


●生物化学コース

生物化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 生命分子化学講座・生物化学研究室
 【キャッチコピー】 …… 生命原理を解明し、応用する
 【担当教員】 …… 教授 坂口 和靖・准教授 鎌田 瑠泉・助教 中川 夏美(理学研究院)
 【研究室の目標】 …… 生命科学における最も重要なテーマのひとつは、「化学反応の集積」がいかにして「生命」となりうるかの解明にあります。生物化学研究室では、細胞の癌化や分化の制御機構解明のため、癌抑制タンパク質や PPM ホスファターゼファミリー、RNA 関連生体物質について化学の視点からの研究を進めています。
 【主な研究テーマ】 ……
 ・癌抑制タンパク質 p53 の機能制御機構の解明
 ・細胞癌化および細胞分化の機構解明と阻害剤開発
 ・Ser/ThrホスファターゼPPM1D、RNA関連生体物質を介した自然免疫応答や細胞ストレス応答の機構解明
 ・自然免疫細胞によるがん免疫制御機構の解明

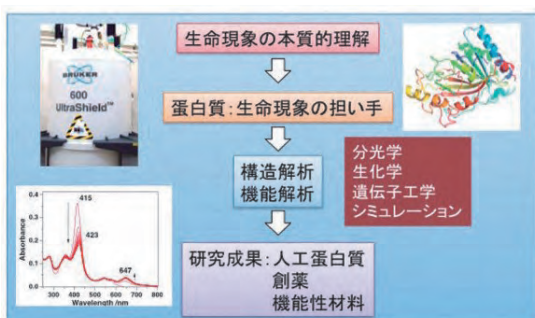
【研究室WEBサイトQRコード】



構造化学研究室

- 【講座・研究室名】 …… 生命分子化学講座・構造化学研究室
 【担当教員】 …… 教授 石森 浩一郎・准教授 内田 毅・准教授 原田 潤・助教 景山 義之(理学研究院)
 【キャッチコピー】 …… 蛋白質構造と機能の分子論的解明
 【研究室の目標】 …… 生体中で重要な働きを担う蛋白質のしくみを物理化学的な手法を用い、解き明かすことで、分子構造に基づく創薬や治療法の開発、クリーンな機能性材料としての人工蛋白質の設計ならびに分子結晶を対象として、新しい機能性物質を開発、生命のように動き続ける物質材料の開発など、実際に社会に役立つ新技術、新材料の開発につながる研究を目指す。
 【主な研究テーマ】 …… 細胞内鉄代謝制御蛋白質の構造および機能の解析、呼吸鎖における蛋白質間電子伝達機構の解明、「ナノディスク」を用いた膜蛋白質の構造・機能に関する研究、蛋白質の立体構造構築原理に関する研究、病原菌の金属イオン獲得機構、分子シャペロンの作用機序解明、蛋白質構造推移を定量的に捉える手法の開発と応用、柔粘性/強誘電性結晶の開発、電荷移動錯体結晶の機能開拓、自律運動する分子集合体の機能化 分子集合体を取り囲む水の熱運動の計測。

【研究室WEBサイトQRコード】



●Biological Chemistry and Engineering Course

Biological Chemistry

- Unit and laboratory names :** Biomolecular Chemistry Unit, Biological Chemistry
Teaching staff : …… Professor: Sakaguchi Kazuyasu ;
 Associate Professor: Kamada Rui ;
 Assistant Professor: Nakagawa Natsumi (Faculty of Science)
Catchline : …… Elucidating and applying life principles
Goal of the laboratory : …… One of the most important agendas in life science is to determine how the accumulation of chemical reactions can result in "life." The Laboratory of Biological Chemistry engages in research on tumor suppressor proteins, the PPM phosphatase family, and RNA-related biological materials to elucidate the control mechanisms of cancerization and differentiation of cells.
Major research themes : ……
 ・Elucidation of the function control mechanism of tumor suppressor protein p53
 ・Elucidation of cancerization and differentiation mechanisms of cells and development of inhibitors
 ・Elucidation of the mechanisms of innate immune response and cellular stress response via Ser/Thr phosphatases PPM1D and RNA-related biological materials
 ・Elucidation of the mechanisms of immunosuppression caused by innate immune cells

Laboratory Website QR Code



Biostructural Chemistry

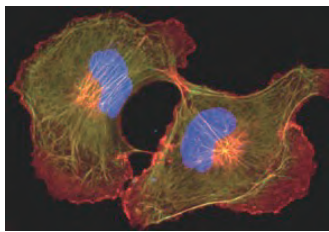
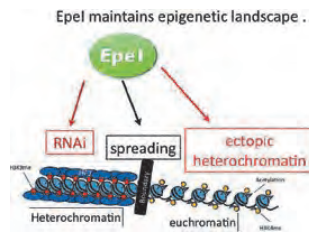
- Unit and laboratory names :** Biomolecular Chemistry Unit, Biostructural Chemistry
Teaching staff : …… Professor: Ishimori Koichiro ;
 Associate Professor: Uchida Takeshi ;
 Associate Professor: Harada Jun ;
 Assistant Professor: Kageyama Yoshiyuki (Faculty of Science)
Catchline : …… Molecular elucidation of protein structures and functions
Goal of the laboratory : …… We utilize physicochemical methods to unravel the mechanisms of proteins that play important roles in living organisms, which contribute to design new drugs and to developments of new treatments based on molecular structures of proteins, and to design artificial proteins as clean functional materials. We are also developing new functional materials using molecular crystals and materials that continue to move like life, which will lead to the development of new technologies and new materials that will be useful in actual society in the future.
Major research themes : …… Structural and functional characterization of iron regulatory proteins (IRP) ; electron transfer mechanism in the respiratory chain; structural and functional analysis of membrane proteins by nanodisc ; principles of protein structures; metal ion acquiring mechanism of pathogenic bacteria; mechanism of molecular chaperone; development and application of techniques for the qualitative assessment of changes in protein structures; development of plastic/ ferroelectric crystals; discovery of charge-transfer complex crystal functions; functionalization of autonomously moving molecular assemblies; and measurement of thermal motions of water surrounding molecular assemblies

Laboratory Website QR Code



生物有機化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 生命分子化学講座・生物有機化学研究室
- 【担当教員】** …… 教授 村上 洋太・特任教授 高橋 正行・特任講師 高畑 信也(理学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 細胞内の生命現象を分子のレベルで理解する
- 【研究室の目標】** …… 細胞内でおこる生命現象は核酸やタンパク質などの生体機能分子の複雑な相互作用ネットワークにより担われている。我々はいくつかの生命現象に着目して、生化学・遺伝学・分子生物学の手法を駆使してそのネットワークの詳細の解明を目指している。
- 【主な研究テーマ】** …… 遺伝子発現制御の中心となる高次クロマチン構造の制御機構の解明、および細胞形態の変化と維持の分子機構の解明
- 【研究室WEBサイトQRコード】**



Bioorganic Chemistry

- Unit and laboratory names :** Biomolecular Chemistry Unit, Bioorganic Chemistry
- Teaching staff :** …… Professor: Murakami Yota ;
Specially-appointed Professor: Takahashi Masayuki ;
Specially-appointed Lecturer: Takahata Shinya (Faculty of Science)
- Catchline :** …… Understanding life phenomena in cells at the molecular level
- Goal of the laboratory :** …… Life phenomena in cells are caused by the complex interaction network of biofunctional molecules such as nucleic acids and proteins. We focus on a number of life phenomena and strive to elucidate their interaction networks using biochemical, genetic and molecular biology techniques.
- Major research themes :** Elucidation of the regulatory mechanisms of high-order chromatin structures, which play key roles in regulating gene expression, and the Elucidation of molecular mechanisms for the changing and maintenance of cell shapes

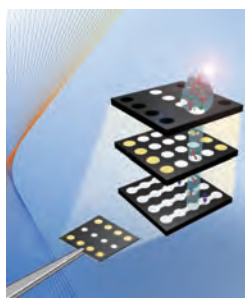
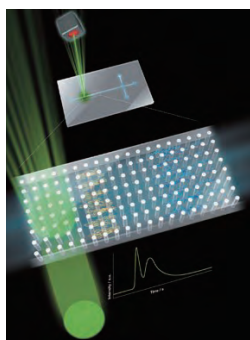
Laboratory Website QR Code



マイクロシステム化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 生命分子化学講座・マイクロシステム化学研究室
- 【担当教員】** …… 教授 渡慶次 学・准教授 真栄城 正寿・助教 石田 晃彦・助教 日比野 光恵(工学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 新しい原理に基づいたバイオ分析、医療診断、創薬の技術を開発する
- 【研究室の目標】** …… マイクロ・ナノ流体デバイス、光計測技術、生物発光、電気化学検出などを利用して、微量・迅速・高感度・簡便などの特徴を持つ新しいバイオ分析・医療診断技術の開発に取り組んでいます。「ユニークなアイデアで世界を驚かせる新しい計測技術を創る」を目指しています。
- 【主な研究テーマ】** …… 診断・分析機能を集積化したマイクロ・ナノデバイスの開発
生化学・生体機能を利用する分析法および新規計測技術の開発
ペーパー分析デバイスの開発
ドラッグデリバリーシステムのためのマイクロデバイスの開発
機能性脂質ナノ粒子の開発
タンパク質結晶構造解析のためのマイクロデバイスの開発

【研究室WEBサイトQRコード】



Microsystem Chemistry

- Unit and laboratory names :** Biomolecular Chemistry Unit, Microsystem Chemistry
- Teaching staff :** …… Professor: Tokeshi Manabu ;
Associate Professor: Maeki Masatoshi ;
Assistant Professor: Ishida Akihiko ;
Assistant Professor: Hibino Mitsue ; (Faculty of Engineering)
- Catchline :** …… Development of bioanalysis, medical diagnosis, and drug discovery technologies based on new principles.
- Goal of the laboratory :** …… We work on the development of new bioanalytical/medical diagnostic methods characterized by micro amounts, quickness, high sensitivity and simplicity, using micro/nanofluidic devices, optical measurement technology, bioluminescence and electrochemical detection. Our aim is to develop new measurement technology based on unique ideas that will surprise the world.
- Major research themes :** …… Development of microdevices with integrated diagnosis/analysis functions
Development of novel analytical and measurement techniques based on biochemistry and biological functions
Development of paper-based analytical devices
Development of microdevices for drug delivery systems
Development of functional lipid nanoparticles
Development of microdevices for protein crystal structure analysis

Laboratory Website QR Code



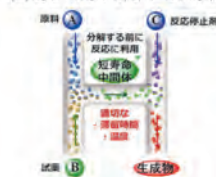
有機反応論研究室

- 【講座・研究室名】** …… 生物機能科学講座・有機反応論研究室
- 【担当教員】** …… 教授 永木 愛一郎・准教授 南 篤志(理学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 生体分子を凌駕する分子創生を高速有機化学の力で
- 【研究室の目標】** …… マクロ空間(フラスコ)では制御困難な反応の精密制御を可能とするフローマイクロリアクターを用いた高速合成化学(フラッシュケミストリー)の学理構築を進めています。加えて、反応探索の高速化やデータサイエンスなどの異文化融合を活用し、新規機能性分子の高速創成の実現に挑戦しています。
- 【主な研究テーマ】** …… 1) フローマイクロリアクター研究が導く高速有機化学の学理構築
2) 高速有機化学が導く究極の機能分子の高速創生
3) 酵素の力を最大限に活用した複雑骨格分子の創製

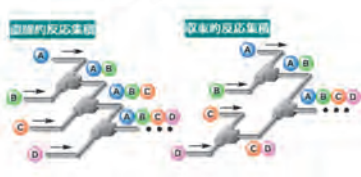
【研究室WEBサイトQRコード】



フラッシュケミストリー
(時間を空間で制御する化学)



反応集積化



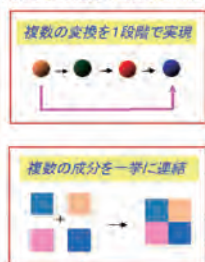
有機化学第二研究室

- 【講座・研究室名】** …… 生物機能化学講座・有機化学第二研究室
- 【担当教員】** …… 教授 谷野 圭持・准教授 鈴木 孝洋(理学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 複雑な有機分子を自在に合成する
- 【研究室の目標】** …… 複雑な分子構造を有する有機化合物の精密合成に役立つ変換反応や試薬を開発しています。有機金属化合物を利用した炭素骨格構築法やヘテロ元素を含む新規反応剤を創製し、それらを駆使して様々な生理活性天然物・生物毒・生体機能分子の合成に挑戦します。
- 【主な研究テーマ】** …… 第四級不斉炭素の立体選択的構築法の開発、効率的な中具環炭素骨格構築法の開発、コンパクトな多機能官能基としてのシアノ基を活用した合成反応の開発、付加環化反応を基盤とする多環性天然有機化合物の全合成研究、特異な生物活性を示す天然有機化合物の合成と農業分野への応用

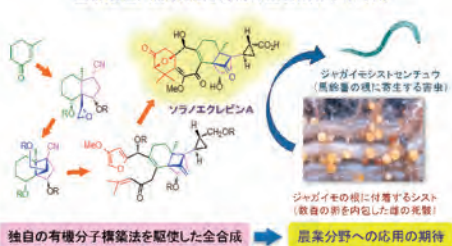
【研究室WEBサイトQRコード】



効率的な有機分子構築法の開発



生物活性天然有機化合物の全合成とその応用



Mechanistic Organic Chemistry

- Unit and laboratory names :** Biofunctional Chemistry Unit, Mechanistic Organic Chemistry
- Teaching staff :** Professor: Nagaki Aiichiro ; Associate Professor: Minami Atsushi (Faculty of Science)
- Catchline :** Development of an interdisciplinary field of genetic engineering and organic synthesis
- Goal of the laboratory :** We engage in the establishment of flash chemistry theories using flow microreactors capable of precisely controlling reactions that are difficult to control in macro space (flasks). We also work on realizing rapid creation of novel functional molecules through interdisciplinary fusion of such fields of studies as high-speed search for reactions and data science.
- Major research themes :** 1) Establishment of flash organic chemistry theories led by studies on flow microreactors
2) High-speed creation of ultimate functional molecules led by flash organic chemistry
3) Development of complex functional molecules through optimal utilization of enzyme power

Laboratory Website QR Code



Organic Chemistry II

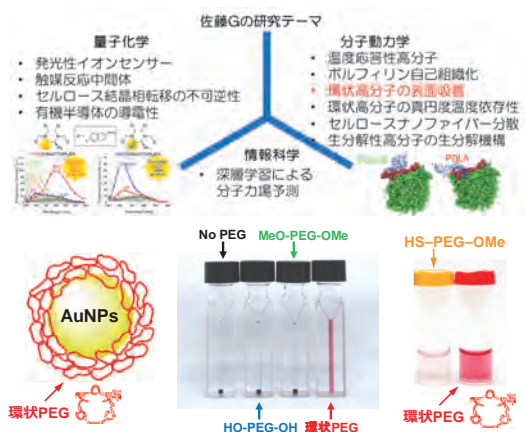
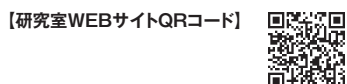
- Unit and laboratory names :** Biofunctional Chemistry Unit, Organic Chemistry II
- Teaching staff :** Professor: Tanino Keiji ; Associate Professor: Suzuki Takahiro (Faculty of Science)
- Catchline :** Synthesizing complex organic molecules at will
- Goal of the laboratory :** We explore transformation reactions and reagents that are useful for synthesizing organic compounds with complex molecular structures. Methodologies for constructing carbocyclic skeletons using organometallic compounds as well as novel reactants containing heteroelements are developed and utilized for the synthesis of various bioactive natural products, biological toxins and biofunctional molecules.
- Major research themes :** Development of stereoselective construction methods for quaternary asymmetric carbon atoms; development of effective methods to establish medium-sized carbocycles; development of synthetic reactions utilizing a compact and multifunctional cyano group; research on the total synthesis of polycyclic natural compounds based on cycloaddition reactions; synthesis of natural organic compounds exhibiting specific biological activity and their application to agriculture

Laboratory Website QR Code



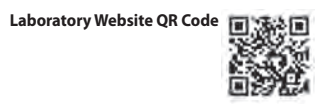
分子集積化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 生物機能化学講座・分子集積化学研究室
- 【担当教員】** …… 准教授 佐藤 信一郎・准教授 山本 拓矢(工学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 分子の組み合わせと機能の発現
- 【研究室の目標】** …… 分子を組み合わせることで発現する特殊な機能を計算と高分子合成実験の両面から追求します。計算により最適化された分子集合体のデザインを高分子合成により実際に構築し、分子認識機能やナノ粒子への分散安定性・生体適合性を付与する新規材料の開発を目指します。
- 【主な研究テーマ】** ……
- ・ 計算機シミュレーションを駆使したソフトマター・超分子の構造と機能の理解と設計
 - ・ 特殊構造を持つ高分子の集積による機能発現
 - ・ 環状ポリエチレングリコールの物理吸着によるナノ粒子の分散安定化



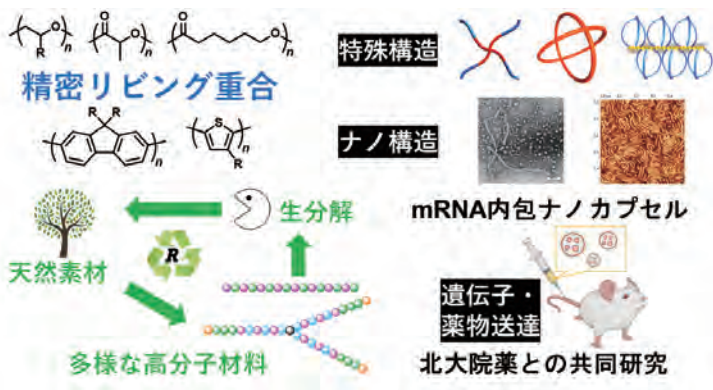
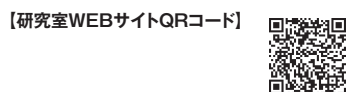
Chemistry of Molecular Assemblies

- Unit and laboratory names :** Biofunctional Chemistry Unit, Chemistry of Molecular Assemblies
- Teaching staff :** …… Associate Professor: Sato Shin-ichiro ; Associate Professor: Yamamoto Takuya (Faculty of Engineering)
- Catchline :** …… Combination of molecules and the expression of functions
- Goal of the laboratory :** …… We explore specific functions that are expressed by the combination of molecules based on both computations and polymer synthesis experiments. We aim to develop novel materials equipped with molecular recognition functions, dispersing stability to nanoparticles and biocompatibility through the realization of synthetic polymers based on computationally optimized molecular assembly designs.
- Major research themes :** …… Understanding and design of the structures and functions of soft matter and supramolecules using computer simulation
Polymer recognition mechanism of biopolymer-degrading enzymes
Functional expression by the integration of polymers with a specific structure
Cyclic poly(ethylene glycol) (PEG)-coated nanoparticles for biological applications



高分子化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 生物機能化学講座・高分子化学研究室
- 【担当教員】** …… 教授 佐藤 敏文・准教授 磯野 拓也・助教 リ ホウ(工学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 特殊な機能と構造を持った高分子の創製
- 【研究室の目標】** …… 「リビング重合法」を駆使することで新たな機能や構造を持つ高分子材料の設計・合成を行っています。また、合成高分子と天然材料からなるハイブリッド材料の合成や再生可能資源を原料とした生分解性高分子の創出を目指しています。
- 【主な研究テーマ】** …… 有機分子触媒による重合系開発、ブロック共重合体の合成とナノ構造発現、特殊構造高分子の合成、生分解性高分子の合成



Polymer Chemistry

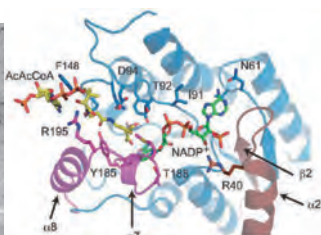
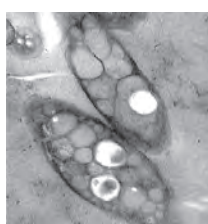
- Unit and laboratory names :** Biofunctional Chemistry Unit, Polymer Chemistry
- Teaching staff :** …… Professor: Satoh Toshifumi ; Associate Professor: Isono Takuya ; Assistant Professor: Li Feng (Faculty of Engineering)
- Catchline :** …… Development of polymers with special functions and structures
- Goal of the laboratory :** …… We design and synthesize polymers with new functions and structures by fully utilizing living polymerization techniques. We also aim to synthesize hybrid materials consisting of synthetic polymers and natural materials and create biodegradable polymers made from renewable resources.
- Major research themes :** …… Development of polymerization systems using organocatalysts; synthesis of block copolymers and utilizing them to develop nanostructures for various applications; synthesis of architecturally complex polymers; and synthesis of biodegradable polymers



Biosynthetic Chemistry

- 【講座・研究室名】** …… 生物機能化学講座・生物合成化学研究室
- 【担当教員】** …… 教授 松本 謙一郎・准教授 大井 俊彦(工学研究院)
- 【キャッチコピー】** …… 生物の力を利用した環境低負荷型の合成化学
- 【研究室の目標】** …… 生物の力を利用してバイオマスを原料としてバイオプラスチックなどの様々な有用な化合物を合成します。生物が持つ酵素を利用することにより、化合物を高選択的に合成すること、複雑な構造を持つ化合物をくみ上げることができます。さらに酵素に人工的な改変を加えることにより、天然では合成されない化合物も合成できます。これらの手法を洗練することにより、環境に負荷をかけずに高付加価値の化合物を生み出すことを目指します。
- 【主な研究テーマ】** …… 使いやすい物性と生分解性を兼ね備えたバイオプラスチック生産系の開発、新規バイオポリマーおよび有用化合物の合成、生分解性・加水分解性ポリマーの分解機構の解析、CO₂固定酵素を用いたもの作り。

【研究室WEBサイトQRコード】



Biosynthetic Chemistry

- Unit and laboratory names:** Biofunctional Chemistry Unit, Biosynthetic Chemistry
- Teaching staff:** …… Professor: Matsumoto Kenichiro ; Associate Professor: Ooi Toshihiko (Faculty of Engineering)
- Catchline:** …… Environmentally friendly synthetic chemistry using living organisms
- Goal of the laboratory:** …… We synthesize useful compounds from bioplastics and other wide-ranging biomass with the help of living organism. The enzymes of living organisms enable the highly selective synthesis of compounds and the assembly of compounds with complex structures. Through artificial modification of enzymes, we are also able to synthesize compounds that cannot be synthesized in nature. We aim to develop high value-added compounds without putting a burden on the environment through refinement of these techniques.
- Major research themes:** …… Development of production systems for bioplastics with easy-to-use properties and biodegradability; synthesis of new biopolymers and useful compounds; analysis of the degradation mechanisms of biodegradable and hydrolytically degradable polymers; and production using CO₂-fixing enzymes

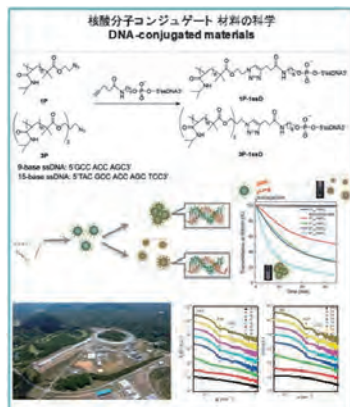
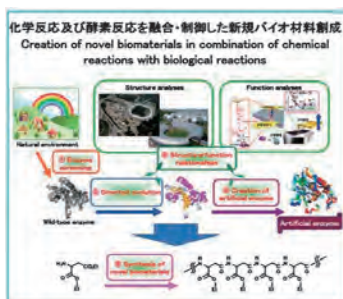
Laboratory Website QR Code



Chemical Biotechnology

- 【講座・研究室名】** …… 生物機能化学講座(連携講座)・ケミカルバイオテクノロジー研究室
- 【担当教員】** …… 客員教授 平石 知裕・客員教授 藤田 雅弘(理化学研究所)
- 【キャッチコピー】** …… 化学と生物学の融合から医薬・バイオセンサーに向けて
- 【研究室の目標】** …… 合成生物学研究から医薬品開発、バイオ成分を融合した新規複合材料開発とバイオセンサーへの応用を目指します。
- 【主な研究テーマ】** …… 化学反応及び酵素反応を融合・制御した新規バイオ材料創成、DNAコンジュゲート材料の科学

【研究室WEBサイトQRコード】



Chemical Biotechnology

- Unit and laboratory names:** Biofunctional Chemistry Unit, Chemical Biotechnology (collaborative group)
- Teaching staff:** …… Guest Professor: Hiraishi Tomohiro ; Guest Professor: Fujita Masahiro (RIKEN)
- Catchline:** …… From the integration of chemistry and biology to pharmaceuticals and biosensors
- Goal of the laboratory:** …… We research synthetic biology to develop pharmaceuticals, and also develop new composite materials that integrate bioingredients and apply them to biosensors.
- Major research themes:** …… Creation of novel biomaterials using controlled syntheses in combination of chemical reactions with biological reactions; Science of DNA-conjugated materials

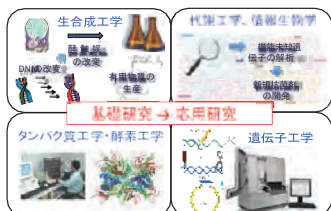
Laboratory Website QR Code



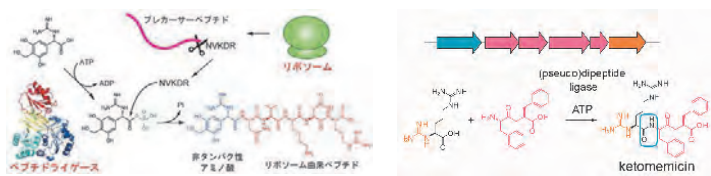
応用生物化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 細胞生物学講座・応用生物化学研究室
【担当教員】 …… 教授 大井 徹・准教授 小笠原 泰志・助教 佐藤 康治 (工学研究院)
【キャッチコピー】 …… 微生物を使った物創り
【研究室の目標】 …… 「微生物」、「遺伝子工学」、「生物情報学」をキーワードとした、新規一次・二次代謝経路の解明と、それらを基盤とした「生合成工学」による医薬品・食品・化成品などの有用物質生産への応用
【主な研究テーマ】 …… 生合成工学による有用化合物生産法の開発
 新規作用機作を持つ抗生物質開発のための新規一次代謝経路の探索

【研究室ウェブサイトQRコード】



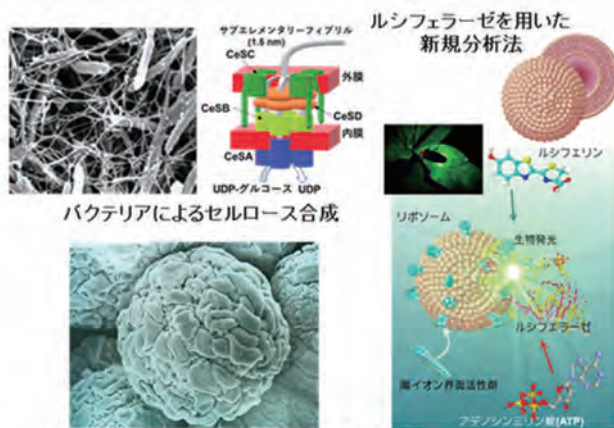
微生物を使った物創り



生物分子化学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 細胞生物学講座・生物分子化学研究室
【担当教員】 …… 准教授 田島 健次・准教授 谷 博文・助教 藤原 政司 (工学研究院)
【キャッチコピー】 …… 生物分子を活用して新たな材料・分析手法・治療法を開発する
【研究室の目標】 …… 当研究室ではバクテリアや細胞、あるいはそれらが作るタンパク質、多糖などの生物分子をベースとして、様々な課題の解決につながる材料の開発、分析手法の開発、治療法の開発などを行っています。
【主な研究テーマ】 …… バクテリアにおけるセルロース合成機構の解明
 ファーマンターを用いた微生物ナノセルロース(NFBC)の大量調製
 NFBCを用いた高強度循環型高分子材料の創製
 微生物を用いた微小重力空間におけるセルロースの調製
 生物分析化学(高性能な生物・化学発光分析法の開発)
 動物細胞培養工学(医薬品生産用細胞の効率的な大量培養法の開発)

【研究室ウェブサイトQRコード】



球状担体表面に接着して培養中のヒト細胞

Applied Biochemistry

- Unit and laboratory names:** Cell Engineering Unit, Applied Biochemistry
Teaching staff: …… Professor: Dairi Tohru ; Associate Professor: Ogasawara Yasushi ; Assistant Professor: Satoh Yasuharu (Faculty of Engineering)

Catchline: …… Manufacturing with microorganisms

Goal of the laboratory: …… We aim to elucidate novel primary/secondary metabolic pathways using microorganisms, genetic engineering and bioinformatics, and apply them to the production of useful compounds such as pharmaceuticals, food and chemicals through biosynthetic engineering.

Major research themes: …… Establishment of useful compound production methods using biosynthetic engineering
 Discovery of novel primary metabolic pathways for the development of antibiotics with new mechanisms of action

Laboratory Website QR Code



Biomolecular Chemistry

- Unit and laboratory names:** Cell Engineering Unit, Biomolecular Chemistry
Teaching staff: …… Associate Professor: Tajima Kenji ; Associate Professor: Tani Hirofumi ; Assistant Professor: Fujiwara Masashi (Faculty of Engineering)

Catchline: …… Developing novel materials, analysis methods, and therapeutic methods by utilizing biomolecules

Goal of the laboratory: …… We are developing materials and analytical/therapeutic methods that will provide solutions to a wide range of issues, based on the use of bacteria and cells, or biomolecules such as proteins, polysaccharides, and so on.

Major research themes: …… Elucidation of synthetic mechanisms of cellulose in bacteria; mass production of nano-fibrillated bacterial cellulose (NFBC) using a fermenter; development of highly strong and recyclable NFBC-based polymer materials; production of cellulose using bacteria in micro-gravitational space; bioanalytical chemistry (development of high-performance bio- and chemiluminescent analytical methods); mammalian cell culture engineering (development of effective mass culturing techniques for pharmaceutical-producing cells)

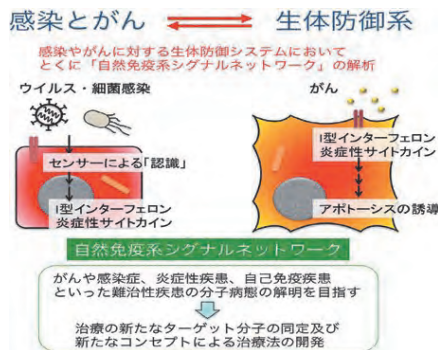
Laboratory Website QR Code



分子生体防御研究室

- 【講座・研究室名】** …… 分子医学講座・分子生体防御研究室
- 【担当教員】** …… 教授 高岡 晃教・講師 佐藤 精一
助教 山田大翔(遺伝子病制御研究所)
- 【キャッチコピー】** …… 免疫とがんにおける自然免疫系シグナルネットワークの解析
- 【研究室の目標】** …… 分子生体防御分野は理学部および総合化学院の協力講座となっており、基礎医学とくに免疫学と化学との橋渡しの役割の実現を目指している。さらに医学部からの大学院生も積極的に受け入れており、研究所をはじめ、多種にわたる部門と連携を図りながら研究と教育両面において世界に発信できる、かつ社会貢献につながるサイエンスを追求している。
- 【主な研究テーマ】** …… (1)自然免疫系における核酸認識受容体およびその下流のシグナル経路の解析
(2)自然免疫系における新しい腫瘍細胞認識機構の解明
(3)宿主と微生物との相互作用の解析-免疫回避機構の分子メカニズムの解明-
(4)インターフェロン発現誘導機構及びインターフェロンシグナルの免疫やがんにおける作用メカニズムの解析

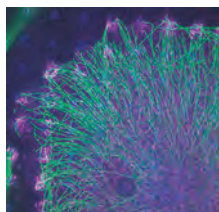
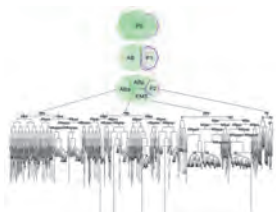
【研究室WEBサイトQRコード】



発生生理学研究室

- 【講座・研究室名】** …… 分子医学講座・発生生理学研究室
- 【担当教員】** …… 教授 茂木 文夫・講師 木村 健二
講師 西村 有香子(遺伝子病制御研究所)
- 【キャッチコピー】** …… 生体の空間パターン形成を最先端顕微鏡技術による観察で理解する
- 【研究室の目標】** …… 生体の中にある全ての細胞は、たった一つの細胞「受精卵」からつくられます。受精卵はまず、細胞内における空間パターンを「対称」から「非対称」に変換することで、受精卵が行う細胞分裂・分化・組織形成などの生命現象に空間的な偏りを生み出します。受精卵が最初に経験するドラマティックな変化である「細胞内空間パターンの制御：細胞極性」は、とても神秘的な生命現象であり、未だに多くの未解決な課題が残されています。
- 私たちのグループは、生体の空間パターンを司るメカニズム、特に細胞と組織を「対称から非対称へ誘導する仕組み」と「非対称パターン形成の仕組み」を明らかにしようとしています。C. elegansという線虫とヒトの培養細胞をモデル系として使い、生きたままの細胞が増殖・分化して組織をつくる過程を詳しく観察することから、「生体の空間パターン形成」を理解します。生体の非対称パターンを制御する遺伝子を同定し、その遺伝子産物であるタンパク質の細胞内ダイナミクスを最先端顕微鏡技術を駆使して観察することで、以下の疑問を解き明かしていきます。
- 【主な研究テーマ】** …… (1)対称性の破れ：細胞を「対称から非対称」に誘導するシグナルの解明
(2)非対称パターン：細胞の「非対称パターン」をコードする情報の解読
(3)体細胞か生殖細胞か：「細胞運命」を二者択一する仕組みの解明
(4)組織の恒常性：「組織構造の形成と維持」を司るメカニズムの解明

【研究室WEBサイトQRコード】



(左図)線虫C. elegansの胚発生における非対称パターン形成と細胞運命の系譜図

(右図)線維芽細胞の微小管細胞骨格(緑)と接着斑構造(紫)

Signaling in Cancer and Immunology

- Unit and laboratory names :** Molecular Medical Biochemistry Unit, Signaling in Cancer and Immunology
- Teaching staff :** …… Professor: Takaoka Akinori ; Lecturer: Sato Seiichi ; Assistant Professor: Yamada Taisho (Institute for Generic Medicine)
- Catchline :** …… Analysis of innate immune system signaling networks in immunity and cancer
- Goal of the laboratory :** …… The Division of Signaling in Cancer and Immunology is a cooperative program of the School of Science and the Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, and aims to play a role in bringing together the basic medical sciences, particularly immunology, and chemistry. The Division also actively accepts students from the Graduate School of Medicine and collaborates with various departments and research institutions to pursue scientific studies to be showcased worldwide in education and research and that will help to build a better future for society.
- Major research themes :** …… (1) Elucidation of novel nucleic acid recognition receptors in innate immune systems and their downstream signaling pathways
(2) Elucidation of new tumor cell recognition mechanisms in innate immune systems
(3) Analysis of interactions between the host and microorganisms – elucidation of the molecular mechanism of immunological escape
(4) Analysis of the expression-inducing mechanism of interferon and the action mechanism of interferon signals in immunity and cancer

Laboratory Website QR Code



Developmental Physiology

- Unit and laboratory names :** Molecular Medical Biochemistry Unit, Developmental Physiology
- Teaching staff :** …… Professor: Motegi Fumio; Lecturer: Kimura Kenji; Lecturer: Nishimura Yukako (Institute for Genetic Medicine)
- Catchline :** …… Understanding spatial pattern formation by living organisms through observations by the most advanced microscopic techniques
- Goal of the laboratory :** …… All cells in living organisms are made from a single cell, or fertilized ovum. By converting spatial patterns of cells from symmetry to asymmetry, fertilized ovum generates spatial deviation in life phenomena it causes, such as cell division, cellular differentiation, and histogenesis. Control of spatial patterning in cells, that is to say cell polarity, is a dramatic change that the fertilized ovum experiences at first, and an extremely mystical life phenomenon with many unanswered questions remaining. Our group works to clarify mechanisms of controlling in-vivo spatial patterns, especially the mechanisms of inducing cells and tissues to change from symmetric to asymmetric, and of forming asymmetric patterns. With the use of C. elegans and human cultured cells as a model, we observe processes in which living cells proliferate and differentiate to form tissues with the aim of understanding spatial pattern formation in living organisms. We identify genes that control in-vivo asymmetric patterns, and observe the intracellular dynamics of proteins produced by the genes by making full use of the most advanced microscopic techniques in an effort to find solutions to the issues below.
- Major research themes :** …… (1) Symmetry breaking: clarification of signals that induce cells to become asymmetric from symmetric
(2) Asymmetric patterning: interpretation of information to code asymmetric patterns of cells
(3) Somatic cell or germ cell: clarification of mechanisms that choose cell fate between the two
(4) Tissue homeostasis: clarification of mechanisms that control the formation and maintenance of tissue structures

Laboratory Website QR Code



北大最寄りの駅からのご案内

JR線をご利用の場合

札幌駅北口から構内まで …………… (徒歩約7分)

地下鉄南北線をご利用の場合

北12条駅から構内まで …………… (徒歩約4分)

北18条駅から構内まで …………… (徒歩約7分)

さっぽろ駅から構内まで …………… (徒歩約10分)

地下鉄東豊線をご利用の場合

北13条東駅から構内まで …………… (徒歩約15分)

さっぽろ駅から構内まで …………… (徒歩約10分)

中央バス・JR北海道バスをご利用の場合

北大正門前

北大病院前

北18西5

車をご利用の場合(北大病院まで)

札幌自動車道札幌北ICから

西5丁目通りを南に約15分

※おおよその所要時間です

北海道大学入構車両の有料化について

札幌キャンパスでは、環境面や安全面からも不要不急の自動車利用の抑制を図るため、大学構内への自動車の入構を原則有料化します。

新千歳空港から札幌駅までのアクセス

JR線

快速エアポート …………… 約40分

バス(中央・北都交通)

札幌都心行 …………… 約1時間10分

Access from stations close to Hokkaido University

By JR train

From the north exit of Sapporo Station to Hokkaido University (Approx. 7 min. on foot)

By subway (Namboku Line)

From Kita juni jo Station to Hokkaido University (Approx. 4 min. on foot)

From Kita juhachi jo Station to Hokkaido University (Approx. 7 min. on foot)

From Sapporo Station to Hokkaido University (Approx. 10 min. on foot)

By subway (Toho Line)

From Kita jusanjo higashi Station to Hokkaido University (Approx. 15 min. on foot)

From Sapporo Station to Hokkaido University (Approx. 10 min. on foot)

By bus (Chuo Bus, JR Hokkaido Bus)

Hokudai Seimon-mae bus stop

Hokudai Byoin-mae bus stop

Kita 18 Nishi 5 bus stop

By car (to Hokkaido University Hospital)

Drive south on Nishi 5-chome-dori Street for approx. 15 min. from the Sapporo Kita IC on the Sasson Expressway.

*The times required are estimates

Admission fee for vehicles

An admission fee is charged for vehicles to enter the Sapporo Campus in order to reduce the unnecessary use of vehicles for environmental and safety purposes.

Access from New Chitose Airport to Sapporo Station

By JR train

Rapid Airport Approx. 40 min.

By bus (Chuo Bus, Hokuto Kotsu Bus)

Bus for the center of Sapporo Approx. 1 hr. 10 min.

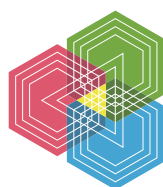
北海道大学案内図

Campus Map of Hokkaido University

- ① Administration Bureau
- ② University Library
- ③ North Library
- ④ Hokkaido University Hospital
- ⑤ Graduate School / Faculty of Letters
- ⑥ Graduate School / School of Law
- ⑦ Graduate School / School of Economics and Business Administration
- ⑧ Graduate School / School of Medicine
- ⑨ Graduate School / School of Dental Medicine
- ⑩ Graduate School / School of Veterinary Medicine
- ⑪ Graduate School of Information Science and Technology
- ⑫ Graduate School of Environmental Science / Faculty of Environmental Earth Science
- ⑬ **Graduate School / Faculty / School of Science**
- ⑭ Faculty of Pharmaceutical Sciences / School of Pharmaceutical Sciences and Pharmacy
- ⑮ Graduate School / Research Faculty / Faculty of Agriculture
- ⑯ **Materials Engineering and Chemistry Bldg., School of Engineering**
- ⑰ Faculty / Graduate School / School of Education
- ⑱ Graduate School of International Media, Communication, and Tourism Studies / Research Faculty of Media and Communication
- ⑲ Graduate School / Faculty of Health Sciences
- ⑳ **Graduate School / Faculty / School of Engineering**
- ㉑ **Frontier Research in Applied Sciences Building**
- ㉒ Graduate School / Faculty of Public Policy
- ㉓ Institute of Low Temperature Science
- ㉔ **Research Institute for Electronic Science**
- ㉕ **Institute for Genetic Medicine**
- ㉖ **Institute for Catalysis**
- ㉗ Slavico-Eurasian Research Center
- ㉘ Information Initiative Center
- ㉙ Central Institute of Isotope Science
- ㉚ Institute for the Advancement of Higher Education
- ㉛ The Hokkaido University Museum
- ㉜ Research Center for Integrated Quantum Electronics
- ㉝ Field Science Center for Northern Biosphere
- ㉞ Graduate School of Life Science / Faculty of Advanced Life Science
- ㉟ Research and Education Center for Brain Science
- ㊱ Research Center for Zoonosis Control
- ㊲ Hokkaido University Archives
- ㊳ Center for Advanced Tourism Studies
- ㊴ Center for Language Learning
- ㊵ Center for Ainu & Indigenous Studies
- ㊶ Center for Experimental Research in Social Sciences
- ㊷ Center for Environmental and Health Sciences
- ㊸ Health Care Center
- ㊹ student exchange station
- ㊺ Institute for the Promotion of Business-Regional Collaboration (Center for Innovation and Business Promotion)
- ㊻ Admission Center
- ㊼ Creative Research Institution (CRIS)
- ㊽ **Bldg. No. 6, School of Science**
- ㊾ **Bldg. No. 7, School of Science**
- ㊿ **Administrative Office, Graduate School of Chemical Sciences and Engineering**



※学部と同じ建物の大学院は名称を省略している。
 ※〔 〕は他機関の建物を示す。



大学院総合化学院

Graduate School of Chemical Sciences and Engineering

Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido University

事務室 / 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 TEL : 011-706-7247 FAX : 011-706-7298

<http://www.cse.hokudai.ac.jp>