



ICAT

Institute for Catalysis

2016

共同利用・共同研究拠点
北海道大学 触媒科学研究所

Joint Usage/Research Center
Institute for Catalysis, Hokkaido University



所長 朝倉 清高

触媒科学研究所の役割と責任

触媒科学研究所は2015年10月1日より新たにスタートしました。旧触媒研究所(1943年～1989年)、触媒科学研究センター(1989年～2015年)により培われた北海道大学の触媒研究の伝統を受け継ぎ、異分野を取り込んだ触媒科学を確立し、今後も触媒研究の国際的共同利用・共同研究拠点として活動を続けます。

よく、研究所になって何が変わったのかと聞かれます。実際には、触媒化学研究センターの時代に増員が認められ、大きくなっていましたから、規模的には変わりません。しかし大きく違っている点は、研究所になることで、自ら活動を決めるという点です。すなわち、自律するということです。自律するということはその決定や行動に自ら責任を持つことになります。私たち触媒科学研究所はこの点を強く認識し、責任ある行動をとらないといけないと思っています。しかし、これは勝手に決めて良いということではありません。外の皆さんのOpenでFairなご意見・批判を誠実に聞き、そのご意見・批判を自らの決断材料にしていこうと思います。一方で、研究所員一人一人には、自らの行動を正し、行動に対して説明責任を果たすことを自覚することが求められます。特に北海道大学触媒科学研究所の構成員として、研究不正、研究費不正、ハラスメント防止ということに対して、責任を持ち、自らを律していく必要があります。このためには、研究所内外とのコミュニケーションを密にして、様々な問題を解決することが重要と信じています。どうぞOpenでFairな議論をお願いします。

さて、研究所になってどういうサイエンスをやるのかということですが、1つは、触媒化学研究センター時代から掲げてきた持続可能社会の実現に必要な触媒の開発があります。そのために日々の最先端研究をますます活発にしていこうと思います。もう一つの目標は、そうして得られた知識をどう蓄積し、どう活用するかといういわゆるCatalyst informaticsの確立です。すでに、触媒科学研究所は触媒データベースを作り、公開しています。このデータベースをさらに拡張し、AIを使って、知識を引き出すことがCatalyst informaticsへとつながると思います。このCatalyst informaticsを今開始することで、30年後には、研究を加速し、新しい科学の基盤を開くことになると思っています。そのために、産総研、理研、NIMSそして高エネルギー加速器研究機構と連携し、このCatalyst Informaticsを確立する取り組みを開始しました。これに北海道大学、他大学や企業を取り込み大きなコンソシアムを作る活動を開始しています。一方で、情報セキュリティという大きな問題もあります。多くの方々からのご協力と知恵を賜りたいと思っています。

従来通りの共同利用共同研究拠点活動と人類の存続に関わる持続可能社会の実現に加え、30年先の科学・技術を支え、イノベーションを実現するCatalyst Informaticsを柱に研究を展開して参ります。

どうぞご支援と忌憚ないご意見のほどよろしくお願い致します。

平成28年4月

Greetings

“Institute and Center”

The new Institute for Catalysis (ICAT) is opened on October 1st 2015. Catalysis is the traditionally important and strongest field in Hokkaido University. Juro Horiuti started Research Institute for Catalysis in 1943. It was remodeled to the Catalysis Research Center (CRC) in 1989 as a Joint Usage/Research Center. We are succeeding the mission of the CRC and play a role of the joint Usage/Research Center in the catalyst field.

What is the difference between Institute and Center? A difference is the freedom and the responsibility. Institute has greater freedom. It means we have to decide by ourselves what is necessary for the development of our society related to catalysis science and technology. In this sense all members in ICAT have to recognize our mission to carry out good science and to stop misconduct in research and harassment. We have to behave ourselves honest and fair and take the accountability of our actions. At the same time we have to listen to any comments, criticisms and voices addressed to us in open and fair manners. We will decide based on these comments, criticisms and voices. The important point is to promote the communications with inside and outside. We welcome open and fair discussion and comments.

Next question may be what is the research target of ICAT. Our research target is to develop new catalysts necessary for the establishment of sustainable society. Our missions are not only to perform frontier research on catalysis but to encourage catalysis communities in their research and to expand catalysis research collaboration with other fields such as physics, biology, and environmental sciences.

We now initiate a new project to build up catalyst informatics for the future. We have made and open the catalysis database(<http://133.50.165.193/catdb/>). Next challenge is to gather all data from the experiments directly, store them as big data and analyze them using AI(Artificial Intelligence) to derive the useful information to obtain new catalysts. We are collaborating with AIST, NIMS, RIEKN and KEK for the catalyst informatics and are trying to make a catalyst informatics consortium with people in academics and industry. The catalyst informatics will be another runner of ICAT in the global collaborations to attain catalyst-driven innovation. We need all your help and suggestions.

Kiyotaka Asakura
Director of Institute for Catalysis,
Hokkaido University
April 1st, 2016.

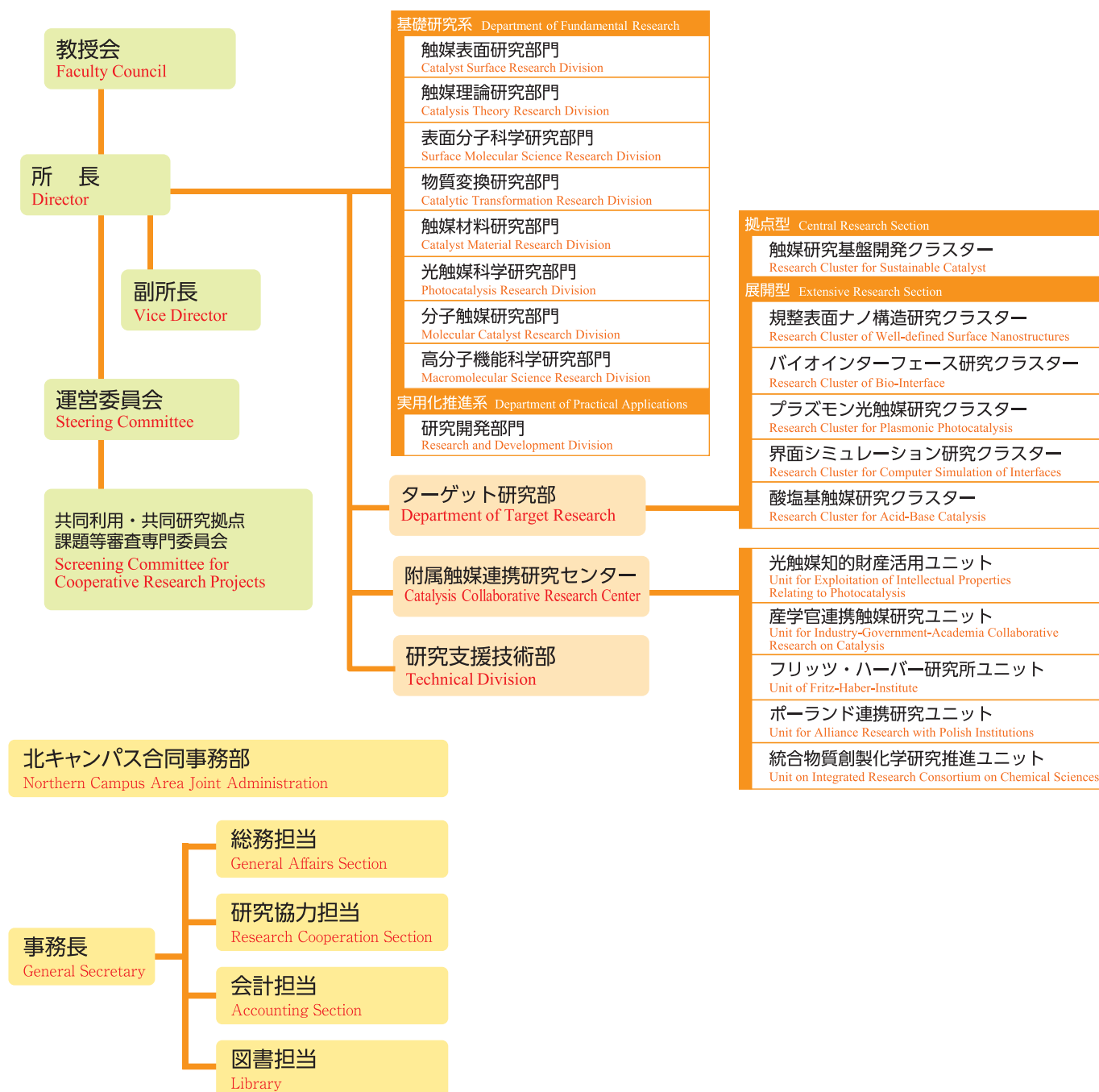
沿革

History

- 昭和18年2月1日 勅令第57号により触媒研究所が設置
- 平成元年5月29日 全国共同利用施設の「触媒化学研究センター」(6研究部門) が設置
- 平成10年4月9日 拡大改組し、基幹研究部門3部門9分野、客員研究部門1部門2分野となる
- 平成19年4月1日 改組し、触媒ターゲット研究アセンブリ、触媒基礎研究部7研究部門となる
- 平成22年4月1日 文部科学省の認定する共同利用・共同研究拠点となる
- 平成24年4月1日 触媒基礎研究部が8研究部門となる
- 平成25年4月1日 実用化基盤技術開発部を設置
- 平成27年10月1日 触媒科学研究所に改組

組織

Organization



基礎研究系 (Department of Fundamental Research)

触媒表面研究部門 (工学院担当) Catalyst Surface Research Division



教授 朝倉 清高
Kiyotaka ASAKURA
011-706-9113
askr@cat.hokudai.ac.jp



准教授 高草木達
Satoru TAKAKUSAGI
011-706-9114
takakusa@cat.hokudai.ac.jp



助教 有賀寛子
Hiroko ARIGA
011-706-9115
ariga@cat.hokudai.ac.jp



特任教授 脇坂祐輝
Yuuki WAKISAKA
011-706-9115
ywaki@cat.hokudai.ac.jp



研究推進
支援教授 大澤雅俊
Masatoshi OSAWA
011-706-9113
osawam@cat.hokudai.ac.jp

触媒理論研究部門 (総合化学院担当) Catalysis Theory Research Division



教授 長谷川淳也
Jun-ya HASEGAWA
011-706-9145
hasegawa@cat.hokudai.ac.jp



准教授 中山哲
Akira NAKAYAMA
011-706-9145
nakayama@cat.hokudai.ac.jp



助教 中谷直輝
Naoki NAKATANI
011-706-9145
naokin@cat.hokudai.ac.jp

表面分子科学研究部門 (環境科学院担当) Surface Molecular Science Research Division



教授
(兼任) 朝倉 清高
Kiyotaka ASAKURA
011-706-9113
askr@cat.hokudai.ac.jp



准教授 叶深
Shen YE
011-706-9126
ye@cat.hokudai.ac.jp

物質変換研究部門 (総合化学院担当) Catalytic Transformation Research Division



教授 福岡 淳
Atsushi FUKUOKA
011-706-9140
fukuoka@cat.hokudai.ac.jp



准教授 中島清隆
Kiyotaka NAKAJIMA
011-706-9136
nakajima@cat.hokudai.ac.jp



助教 小林広和
Hirokazu KOBAYASHI
011-706-9137
kobayashi.hi@cat.hokudai.ac.jp



助教 公募中

触媒材料研究部門 (総合化学院担当) Catalyst Material Research Division



教授 清水研一
Kenichi SHIMIZU
011-706-9164
shimizu@cat.hokudai.ac.jp



准教授 公募中



助教 鳥屋尾隆
Takashi TOYAO
011-706-9162
toyao@cat.hokudai.ac.jp

光触媒科学研究部門 (環境科学院担当) Photocatalysis Research Division


教授 大谷文章
Bunsho OHTANI
011-706-9132
ohtani@cat.hokudai.ac.jp



准教授 コワルスカ エバ
Ewa KOWALSKA
011-706-9131
kowalska@cat.hokudai.ac.jp



助教 高島舞
Mai TAKASHIMA
011-706-9130
takashima,m@cat.hokudai.ac.jp

分子触媒研究部門 (生命科学院担当) Molecular Catalyst Research Division


教授 高橋保
Tamotsu TAKAHASHI
011-706-9149
tamotsu@cat.hokudai.ac.jp



助教 宋志毅
Zhiyi SONG
011-706-9153
songzhiyi@cat.hokudai.ac.jp



研究推進
支援教授 笠原二郎
Jiro KASAHARA
011-706-9149
jiro.kasahara@cat.hokudai.ac.jp

高分子機能科学研究部門 (総合化学院担当) Macromolecular Science Research Division


教授 中野 環
Tamaki NAKANO
011-706-9155
tamaki,nakano@cat.hokudai.ac.jp



助教 公募中

実用化推進系 (Department of Practical Applications)
研究開発部門 (総合化学院担当) Research and Development Division

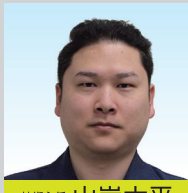

教授 西田まゆみ
Mayumi NISHIDA
011-706-9381
m-nishida@cat.hokudai.ac.jp



准教授 安田友洋
Tomohiro YASUDA
029-861-4572
yasuda@cat.hokudai.ac.jp

研究支援技術部 Technical Division
gijyutu@cat.hokudai.ac.jp
研究支援技術部


技術班長 石川勝久
Katsuhisa ISHIKAWA
011-706-9108
katuhisa@cat.hokudai.ac.jp



技術主任 山岸太平
Taihei YAMAGISHI
011-706-9107
yamata@cat.hokudai.ac.jp



技術主任 長谷川貴彦
Takahiko HASEGAWA
011-706-9108
hsgw@cat.hokudai.ac.jp



技術主任 向井慎吾
Shingo MUKAI
011-706-9109
mukai@cat.hokudai.ac.jp



技術職員 下田周平
Shuhei SHIMODA
011-706-9107
s-simoda@cat.hokudai.ac.jp



技術職員 川村裕介
Yusuke KAWAMURA
011-706-9109
kawa-yu@cat.hokudai.ac.jp

北キャンパス合同事務部
Northern Campus Area Joint Administration

事務長 長野剛志 Tsuyoshi NAGANO 011-706-9101 k-jimucho@jimu.hokudai.ac.jp

触媒表面研究部門

Catalyst Surface Research Division

<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~q16691/index.html>基礎研究系
Fundamental
Research

表面をみて、つくって、あやつって

Observe, Create and Manipulate Surfaces

朝倉清高 教授 (Kiyotaka ASAKURA) 高草木達 准教授 (Satoru TAKAKUSAGI) 有賀寛子 助教 (Hiroko ARIGA)
 脇坂祐輝 特任助教 (Yuuki WAKISAKA) 大澤雅俊 研究推進支援教授 (Masatoshi OSAWA)

触媒作用を司る固体表面を原子レベルで見て、表面の構造や電子状態を解析し、反応機構の解明を行うとともに、触媒として興味深い表面を作って、反応を操るのが研究室のミッションです。

たとえば、燃料電池触媒の研究に取り組み、動作環境における表面構造の変化や電子状態の変化、高速電子移動の解明に取り組んでいます (図1)。また、分子科学研究所、高エネルギー加速器研究機構と共同して、光吸収に伴い高速で変化する電子状態変化とその緩和過程を原子レベルで解明する取り組みも行っています (図2)。こうした研究を支える顕微鏡法や分光法の開発も行っています。特に新しい量子ビームである陽電子、ミュオン、自由電子レーザを触媒に応用し新しい表面の知見を得ている。

Our missions are observing the catalytically active solid surfaces on an atomic level to reveal the reaction mechanisms, making the catalytically interesting surfaces and manipulating the surface reactions (Fig. 1). For example, we have revealed the change of electronic state of central atoms and its evolution after the photoabsorption using pump-probe *in situ* XAFS in collaboration with IMS and KEK-PF (Fig. 2). We are challenging to develop new surface analysis methods. We applied the accelerator based beam techniques to the characterization of the surfaces such as positron, muon and free electron laser.

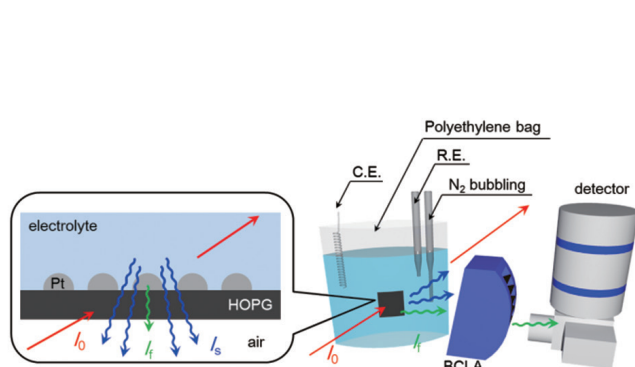


Fig. 1 EXAFS can be obtained from the sample with less than 10^{15} cm² Pt on Highly oriented pyrolytic graphite in the presence of electrolyte.

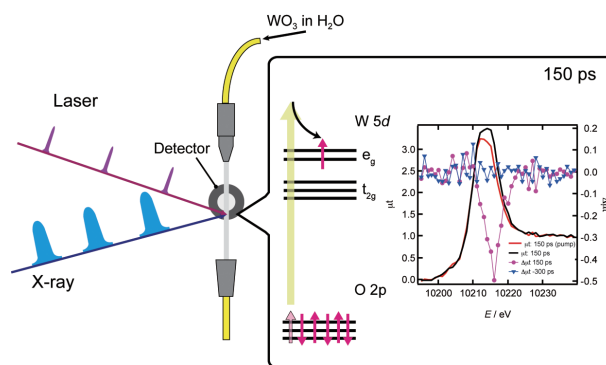


Fig. 2 WO₃ is a Z-scheme photocatalyst for water splitting. We collaborated with Prof. Bunsho Ohtani (ICAT), IMS and KEK-PF to reveal the evolution of electronic state after the photoabsorption process with a ps order time resolution using Pump-Probe XAFS method.

触媒理論研究部門

Catalysis Theory Research Division

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/hasegawa/>基礎研究系
Fundamental
Research

複雑分子系の理論化学計算手法による触媒原理の解明

Theoretical and Computational Approach to Catalytic Principles

長谷川淳也 教授 (Jun-ya HASEGAWA) 中山哲 准教授 (Akira NAKAYAMA) 中谷直輝 助教 (Naoki NAKATANI)

本部門では、電子状態、分子構造、動力学など多様な複雑性に由来する触媒原理を明らかにすることを目的として研究を行っている。複雑な構造を持つ分子系を計算するためのQM/MM法、化学反応の動態を明らかにするAIMD法、熱的な分子構造揺らぎを考慮する統計力学的解析手法、複雑電子系の高精度計算が可能なDMRGなどの計算手法を開発するとともに、触媒反応への応用に取り組んでいる。

2015年度は、1.モデル炭素触媒系における糖の加水分解機構、2.メソポーラスシリカ担持Pt触媒のエチレン低温酸化機構（図1）、3.固体酸化物と金属の界面における酸素原子の移動を介した酸化還元プロセス（図2）、4.遷移金属錯体触媒を用いたアミドのヒドロシラン還元反応のメカニズム、5.DMRGに基づく強相関系理論の開発に関する研究を行った。（1,2は福岡研、3は産総研、4は九州大、5はプリンストン大との共同研究）

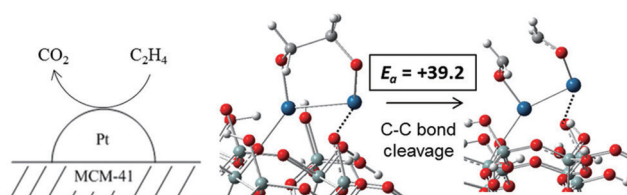


Fig. 1 Complete oxidation of ethylene on the Pt₂/silica surface model.

To overcome multiple complexities in catalysis, we are developing an accurate theory for complex electronic structures, QM/MM method for large molecular systems, AIMD method for molecular simulations, and analytical methods based on quantum and statistical mechanics. These methods are applied to the catalytic reactions of organic catalysts, transition-metal reagents, heterogeneous catalysts.

Our research activities in 2015 is as follows: 1. Mechanism of hydrolysis by model carbon catalysts, 2. Mechanism of ethylene oxidation with Pt/mesoporous SiO₂ catalyst, 3. Redox process at the metal/metal-oxide interface by the first-principles molecular dynamics simulations. 4. Mechanism of the Pt catalyzed reduction of amide with bifunctional hydrosilane, 5. Development of density matrix renormalization group for calculating strongly-correlated systems.

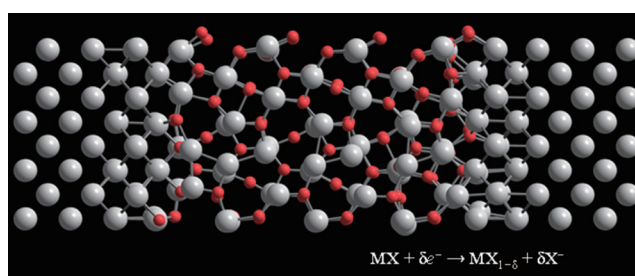


Fig. 2 Redox process at the metal/metal-oxide interface.

表面分子科学研究部門

Surface Molecular Science Research Division

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/ye>基礎研究系
Fundamental
Research

固液界面反応動力学の高速振動分光解析と反応制御

Real-time Vibrational Spectroscopic Monitoring and Control of Reaction Dynamics at the Solid/Liquid Interface

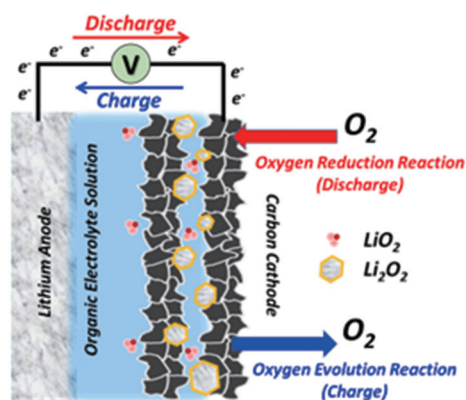
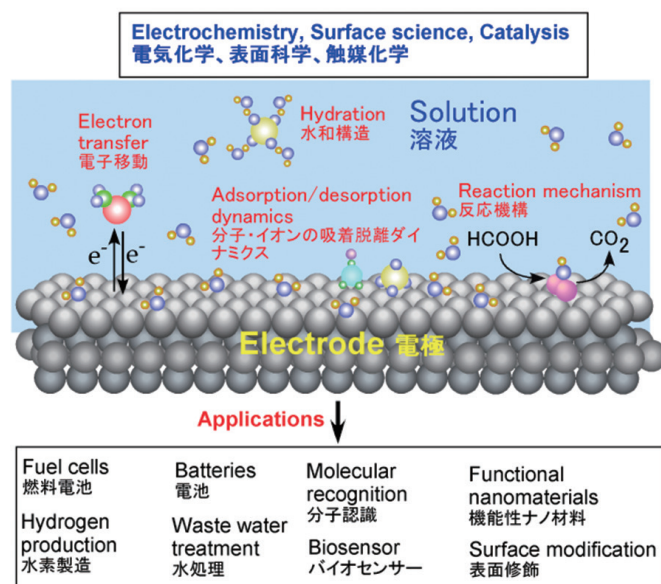
朝倉 清高 教授 (兼任) (Kiyotaka ASAKURA) 叶深 准教授 (Shen YE)

電極界面 (固液界面) をはじめとする種々の界面の構造ならびにそこでの化学反応過程を分子レベルで解析し、応用することを目的に研究を展開している。研究手段として、和周波発生振動分光法や原子間力顕微鏡や電気化学的手法などを複合化して用いている。

主な研究テーマは、(1)金属空気二次電池やリチウムイオン二次電池の電極反応機構解明と新規触媒の開発、(2)機能性物質の界面構造制御による機能性物質の開発などである。

当研究室の研究の特徴は、反応が進行している界面をリアルタイムに追跡するところにある。種々の表面科学的アプローチを活用し、高感度で固液界面の分子構造の解明を通じて、その反応機構の解明と新規機能性材料の解明を目指している。

Our main interest lies in reactions that take place at solid/liquid, solid/gas, and solid/solid interfaces. Many surface science approaches, such as sum frequency generation (SFG) vibrational spectroscopy, atomic force microscope (AFM) and electrochemical techniques have been combined to investigate the mechanisms and kinetics of the reactions on the surface and interfaces. The main research activities are (1) Elucidation of the reaction mechanisms on the electrode / electrolyte solution interface in the Li-O₂ secondary battery and development of the novel electrocatalyst for the battery based on the design of the surface structure; (2) Development of the functional materials based on the control of the surface structures.

リチウム空気二次電池の原理
Li-O₂ Secondary Battery

物質変換研究部門

Catalytic Transformation Research Division

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/fukuoka/>基礎研究系
Fundamental
Research

再生可能エネルギー・環境保全のための固体触媒と反応の開発

Development of Heterogeneous Catalysts and Reactions for Renewable Energies and Environmental Protection

福岡 淳 教授 (Atsushi FUKUOKA) 中島清隆 准教授 (Kiyotaka NAKAJIMA) 小林広和 助教 (Hirokazu KOBAYASHI)

本部門では、固体触媒を分子レベルで設計し、再生可能エネルギーの利用と環境保全のための反応に応用する研究を行っている。再生可能エネルギーとしては非食料バイオマスを取りあげ、固体触媒により有用化学品に変換する研究を進めている。最近、木質バイオマスを空気酸化して得られる弱酸点をもつ炭素触媒がバイオマス自身を加水分解し、グルコースとキシロースを高収率で生成することを見出した(図1)。反応後に残る触媒とリグニンの固体残渣は同じ空気酸化処理により、活性な触媒に戻すことができる。また、海洋バイオマスであるキチンの分解についても検討している。

さらに、本部門ではメソポーラスシリカなどのメソ多孔体の触媒機能について研究している。メソポーラスシリカ担持白金触媒は、エチレンを低温で完全酸化し CO_2 に変換できる。この触媒はエチレンによる野菜や果物の熟成を抑制することから、冷蔵庫用の触媒として実用化された。現在、触媒の構造・活性相関の解明に取り組んでいる(図2)。

Our strategy is molecular design of heterogeneous catalysts and their application for utilization of renewable energies and environmental protection. One of our topics is conversion of non-food biomass to valuable chemicals by heterogeneous catalysts. We have recently found that air oxidation of woody biomass provides a weakly acidic carbon that can hydrolyze the woody biomass to glucose and xylose (Fig. 1). The solid residue containing the carbon catalyst and lignin after reaction is converted back to a fresh catalyst by the same air oxidation. We also study depolymerization of chitin.

Our interest also includes catalytic application of mesoporous materials. We reported high activity of Pt/mesoporous silica in low temperature oxidation of ethylene to CO_2 (Fig. 2). This catalyst is practically used in the latest models of refrigerators to inhibit aging of vegetables and fruits. We are studying the structure-activity relationship in this reaction.



Fig. 1 Self-contained system for hydrolysis of woody biomass.

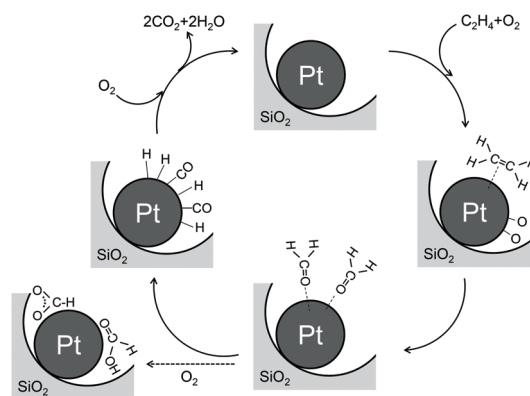


Fig. 2 Proposed mechanism for low-temperature oxidation of ethylene over Pt/mesoporous silica.

触媒材料研究部門

Catalyst Material Research Division

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/shimizu/>基礎研究系
Fundamental
Research

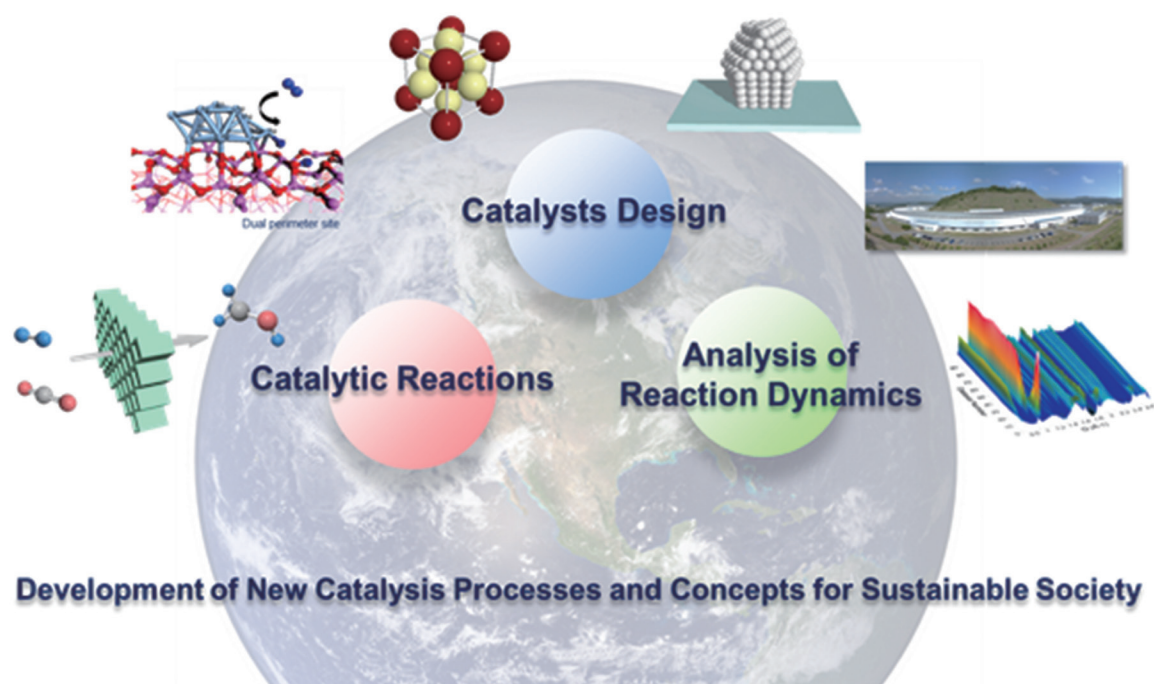
理想的な化学品合成・自動車排ガス浄化を目指した多機能性触媒の設計

Design of Multifunctional Catalysis for Ideal Synthesis and Automotive Pollution Control

清水研一 教授 (Kenichi SHIMIZU) 鳥屋尾隆 助教 (Takashi TOYAO)

稀少金属資源の使用量を最小限に抑えたグリーン有機合成、環境浄化用固体触媒の開発に取り組んでいる。種々のin situ分光法を駆使した触媒構造・反応機構研究を通じて触媒構造－機能－性能の相関関係を明確化し、触媒設計にフィードバックする。これまでの研究から、機能の異なる複数の金属・酸化物種を近接させた界面の設計が高機能触媒開発の鍵となることを明らかにしており、本設計指針に基づき革新的機能を有する新規固体触媒を創出する。これらを通して、現在の世界的な課題である環境問題やエネルギー問題解決への貢献を目指す。

Our aim is to design new heterogeneous catalysts for green organic reactions and automotive pollution control with minimum use of precious metal resources. Mechanistic and structural studies by various in situ spectroscopic methods establish the structure-activity relationship, which provides fundamental aspects for catalyst design. We have found that creation of multifunctional active sites at metal-support interfaces is a key factor for design of novel catalysts. We try to contribute to improvement in global energy and environmental situation by developing heterogeneous catalysts with innovative functions.



光触媒科学研究部門

Photocatalysis Research Division

<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~k15391/>基礎研究系
Fundamental
Research

光触媒微粒子の設計 / 調製 / 評価と作用原理の解明

Design, Fabrication and Characterization of Photocatalyst Particles and Clarification of Mechanisms

大谷文章 教授 (Bunsho OHTANI) コワルスカ エバ 准教授 (Ewa KOWALSKA) 高島舞 助教 (Mai TAKASHIMA)

光触媒としてはたらく微粒子の設計と調製、評価をおこなうとともに、光触媒反応の原理の解明をめざしている。具体的には、(1) 光触媒活性に影響をおよぼす電子トラップ密度のエネルギー分布をあらたに開発した二重励起光音響分光法により測定し、これを光触媒活性と比較することによって高活性光触媒の設計指針をえた。(2) 超高強度の単色光連続光源をつかって光触媒反応速度におよぼす光強度の影響を解析し、1つの粒子中の励起電子あるいは正孔の密度に依存して反応様式が異なることをあきらかにした。(3) 精密制御気相法チタニア合成装置をもちいて世界最高性能の十面体形状アナタースチタニア光触媒を調製し(図1)特性評価を行った。(4) ミクロな結晶構造およびマクロな集合構造が規制されたフレークボール形状タングステン酸ビスマス微粒子(図2)を水熱反応によって調製し、その生成機構と光触媒反応中の電子移動反応機構を解明した。

We are aiming to design, fabricate and characterize photocatalyst particles and to clarify the mechanism of their photocatalysis. double-beam photoacoustic spectroscopy (RDB-PAS) for evaluation of energy-resolved density of electron traps in photocatalyst particles to be compared with their photocatalytic activity; (2) examination of light-intensity dependence of photocatalytic reactions using an ultrahigh-intensity continuous monochromatic light source to find electron-transfer mechanism depending on the density of electrons or holes in a particle; (3) preparation of highly active titanium(IV) oxide (titania) photocatalyst particles (Fig. 1) using a newly developed gas-phase reactor; (4) development of metal oxide particles with micro-macro hierarchical structure (Fig. 2) through hydrothermal reaction, and clarification of the mechanism of those particle formation and photocatalysis on them.

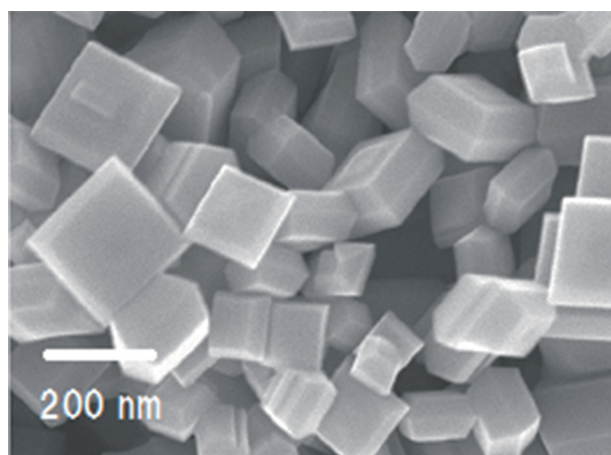


Fig. 1

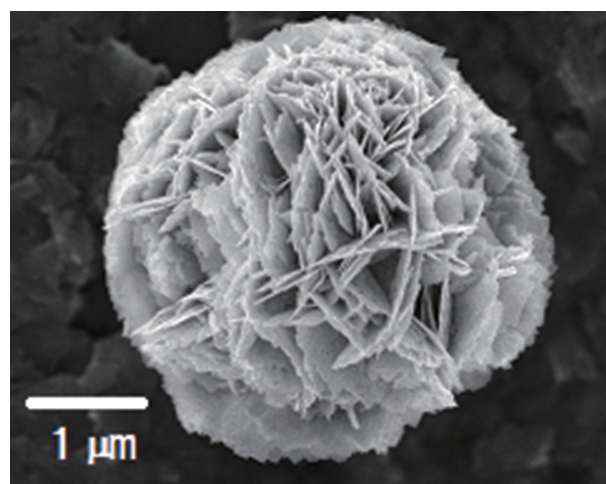


Fig. 2

分子触媒研究部門

Molecular Catalysis Research Division

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/takahashi/>基礎研究系
Fundamental
Research

有機金属化学を駆使して、新たな炭素骨格構築反応の開発を目指す！

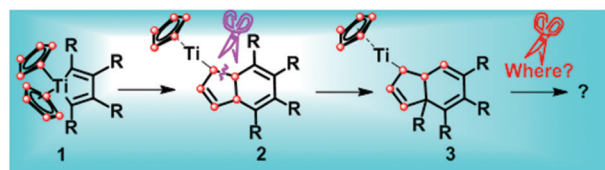
Toward Novel Carbon-Carbon Bond Formation by Organometallic Chemistry

高橋保 教授 (Tamotsu TAKAHASHI) 宋志毅 助教 (Zhiyi SONG) 笠原二郎 研究推進支援教授 (Jiro KASAHARA)

当研究室では従来、炭素骨格の組み替えを活用した高効率構築法の開発を目指し、前周期遷移金属上で炭素-炭素結合切断と炭素-炭素生成反応を組みあわせることによって、古典的な有機化学においては困難とされてきた様々な炭素骨格変換反応を見出している。

シクロペンタジエニル基は遷移金属錯体において、通常は強く金属に結合した安定な配位子とされているが、近年我々のグループでは、チタン上でCp配位子が驚くべき反応性を示すことを見出している。シクロペンタジエニル基を有するチタンニウム錯体1において、錯体上のCp配位子とブタジエン部位のカップリング反応が進行したのち、様々なジヒドロインデンチタン錯体が生成することを見出している。これらの反応は、Cp配位子を新たな炭素骨格構築のための炭素ユニットとして提供することに加え、炭素-炭素結合切断と生成により、炭素骨格を組み替えることができる。

ベンゼン環が直線状に縮環した構造を有する「アセン」を出発物として、アセンの末端で二量化を行った後、順次炭素-炭素結合を形成することにより、完璧な立体選択性で種々の二次元アセンを構築するという合成手法を開発している。

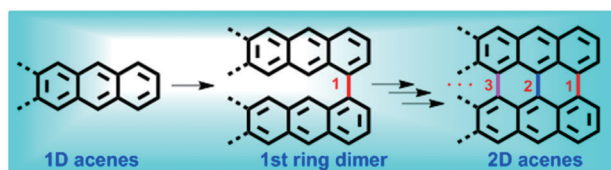


Scheme 1. Carbon-carbon bond formation and cleavage of Cp ligand on titanium

Cleavage/formation of carbon-carbon bonds in organic molecules have been a major challenge in synthetic organic chemistry. By utilizing transition-metal reagents or catalysts, our research group has developed such reactions with unique modes of C-C bonds cleavage/formation.

Cyclopentadienyl (Cp) ligand has longtime been believed 'inert' on transition metals. However, in recent several years, our group has found that the Cp ligand on titanocene complexes was abnormally activated. Cp ligand of bis(cyclopentadienyl)titanacyclopentadiene complexes **1** was coupled with the dienyl moiety to give dihydroindenyl titanium complexes **2**. This dihydroindene moiety was then rearranged to give complexes **3**. Upon treating with additives, these titanium complexes were then converted to via a variety of organic compounds through a combination of C-C bond formation and cleavage.

Meanwhile, our group has developed a series of methods for the synthesis of substituted acenes. We are now trying to create novel method to get 2D acenes from acenes. In our method, dimerization of acenes at the first ring was realized successfully by Mn catalysts after introduction of OH group. Then, the remaining C-C bonds were combined one by one.



Scheme 2. Controllable synthesis of 2D acenes from acenes via carbon-carbon bond formations from one side to the other.

高分子機能科学研究部門

Macromolecular Science Research Division

<http://polymer.cat.hokudai.ac.jp/>基礎研究系
Fundamental
Research

高分子・超分子の精密構造制御による機能性材料の開発

Control of Polymer and Supramolecular Structures Leading to Advanced Materials

中野 環 教授 (Tamaki NAKANO)

当部門では先端材料としての応用を目指して構造制御された高分子および超分子を合成している。重合反応の設計により、らせん、 π -スタック型、ハイパーブランチ型などの分子構造および高次構造の制御を実現し、加えて、液晶等の分子間構造制御法も開発している。制御構造を有する高分子・超分子を用い、触媒、発光、導電性、エネルギー移動、光学非線形特性、分離、薬理活性等の高度な機能の発現に挑戦している。

当研究室では π スタック型構造をビニルポリマーに対して制御することに初めて成功した(図1)。 π スタック型ポリマーは特異な立体構造に基づいて、興味深い光・電子物性を示す。光電子物性は主鎖共役系高分子に特異的なものと考えられていたが、ビニルポリマーの構造制御により優れた材料が開発できることを明らかにした。また、円偏光を用いたらせん高分子の合成に成功し、さらに、光でらせんの向きをスイッチングするらせん高分子系の開発も行っている(図2)。

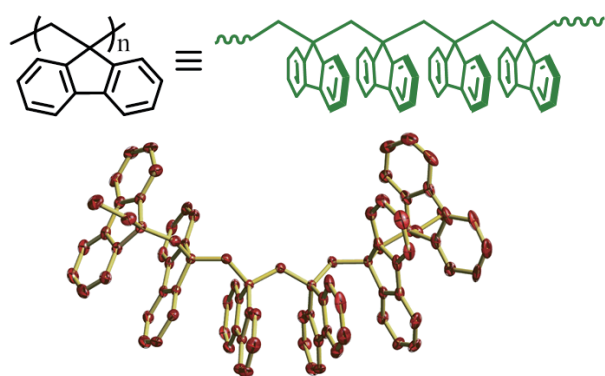


Fig. 1. Structure of poly(dibenzofulvene), the first π -stacked vinyl polymer.

Our research focuses on the synthesis of polymers and supramolecules having controlled structures including helix, π -stacked conformation, and hyperbranched morph and ordered liquid crystalline phases aiming at creating advanced materials showing catalytic activities, photo emission, conduction, energy transfer, non-linear optical properties, separation functions, and pharmaceutical activities.

We have succeeded in synthesis and structural elucidation of π -stacked vinyl polymer, poly(dibenzofulvene), for the first time (Fig. 1). Based on the π -stacked structure, this polymer shows valuable photo electronic properties that have been thought to be unique to main-chain conjugated polymers. Another goal is to create a polymer helix using light: we have for the first time prepared a preferred-handed helix on the basis of chirality of light (circularly polarized light) and further extended this work to a helical-sense switching driven/triggered by light (Fig. 2).

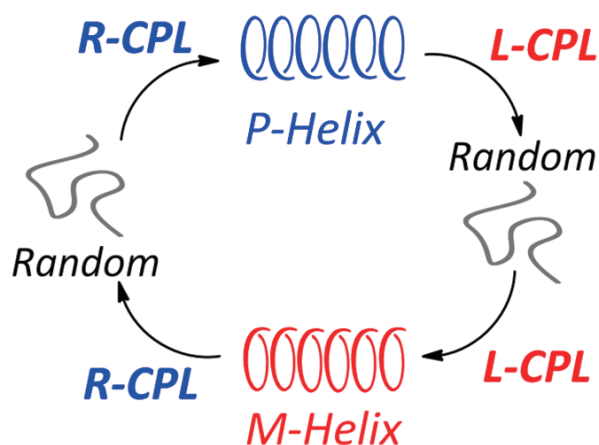


Fig. 2. Chirality switching of helical polymer driven/triggered by circularly polarized light (CPL).

研究開発部門

Research and Development Division

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/technological.html>実用化推進系
Practical
Applications

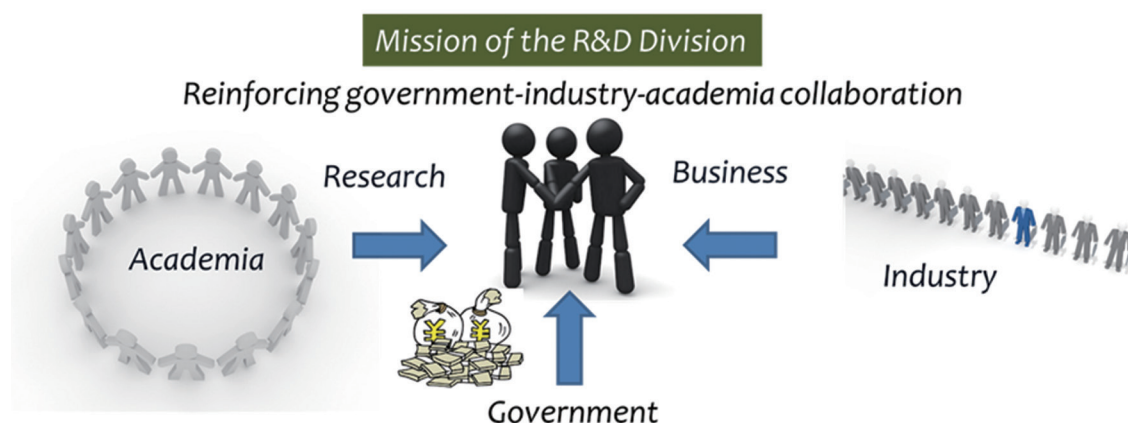
産学官連携強化

Reinforcing the collaboration of government, industry and academia

西田まゆみ 教授 (Mayumi NISHIDA) 安田友洋 准教授 (Tomohiro YASUDA)

北海道大学触媒科学研究所・実用化推進系研究開発部門は、産学連携強化をより進めることを目的とする文部科学省の要請に応じて2014年4月からその活動を開始しました。2015年4月には、北海道大学と国立研究法人産業技術総合研究所との間にクロスアポイントメント制度が導入されたことを受けて、研究開発部門のメンバーによる北大クロスアポイントメントチームが産総研・触媒化学融合研究センター内に発足し、産学官の橋渡しの役目を担うことになりました。その一環として、2015年度に、北海道大学触媒科学研究所、理化学研究所・環境資源科学研究センター及び計算科学研究機構、産総研・触媒化学融合研究センター及び人工知能研究センターの連携協力を仰ぎ、「キャタリストインフォマティクスによる触媒開発」のプロジェクトを始動させました。

The Research and Development Division was started at the Institute for Catalysis (ICAT), Hokkaido University in 2014 at the request of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) to establish a close relationship between academia and industry. In April 2015, Hokkaido University, and the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), executed the contract to realize the cross-appointment system for the sake of reinforcing the collaboration of government, industry and academia. Then the cross-appointment team being constituted of the Research and Development Division was newly set up in AIST. Utilizing the government-industry-academia network, the new program, "Catalyst Informatics", was launched by the cooperation among the Center for Sustainable Resources Science and the Advanced Institute for Computational Science, Riken, the Interdisciplinary Research Center for Catalytic Chemistry and the Artificial Intelligence Research Center, AIST.



触媒研究基盤開発クラスター

Research Cluster for Sustainable Catalyst

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/sustainable.html>

拠点型
Central
Research
Section

触媒科学における研究拠点機能の先験的整備

Developing Fundamental Resources for Catalysis Research

Cluster Leader: 長谷川淳也 (Jun-ya HASEGAWA)

Member: 朝倉 清高 (Kiyotaka ASAKURA, ICAT, Hokkaido Univ.)
清水研一 (Kenichi SHIMIZU, ICAT, Hokkaido Univ.)
高橋保 (Tamotsu TAKAHASHI, ICAT, Hokkaido Univ.)
西田まゆみ (Mayumi NISHIDA, ICAT, Hokkaido Univ.)

福岡 淳 (Atsushi FUKUOKA, ICAT, Hokkaido Univ.)
大谷文章 (Bunsho OHTANI, ICAT, Hokkaido Univ.)
中野 環 (Tamaki NAKANO, ICAT, Hokkaido Univ.)

触媒科学技術の先端研究を推進・支援するための
共通基盤を先験的に整備すること、研究者コミュニ
ティーとの研究協力体制を提案・構築すること、触媒
科学における新学際領域を戦略的に開拓することを
目的とした事業を行う。

(1) サステナブル触媒事業

持続可能な社会に向けた技術革新を可能とす
る触媒科学技術の研究を推進・支援する。

(2) 触媒高度実践研修プログラム事業

統合的触媒研究体制のもと、研究者の人材育
成、触媒開発支援をする。

(3) 触媒データベース事業

触媒データベースの構築を継続し、複雑に進
化する触媒科学技術を体系化すると共に、新学
際領域としてキャタリスト・インフォマティクス
の発展を企図する。

This cluster is aiming at promoting advanced catalysis
research. Our projects are to develop and maintain both
hard and soft infrastructures in the institute, to promote
and enhance the collaborations and cooperation in the
community of catalysis science and engineering, and to
develop the forefront of the interdisciplinary area related
to catalysis. (1) Sustainable catalysis research project is to
promote and support advanced catalysis researches as well
as to introduce transcendental approaches in catalysis. (2)
Training and education program is to contribute in devel
oping human resources and in outreach activities to the so
ciety. (3) Database project is to accumulate experimental
and XAFS information of catalytic systems and to develop
catalysis informatics.



触媒化学研究データベースによること

北海道大学触媒化学研究センターは触媒化学研究の拠点活動のひとつとして、触媒データベースの構築を開始しました。皆様のデータ入力により構築・拡張される下記データベースを広く公開するものです。皆様のご協力を宜しくお願いいたします。

触媒物質データベース

XAFS database

Figure 1. Top page of the web site of the catalyst database

規整表面ナノ構造研究クラスター

Research Cluster of Well-defined Surface Nanostructures

<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~q16691/index.html>

展開型
Extensive
Research
Section

反応制御のための規整表面ナノ構造をつくる，みる

Create and Observe Well-defined Surface Nanostructures for Precise Reaction Control

Cluster Leader: 高草木達 (Satoru TAKAKUSAGI)

Member: 清水研一 (Ken-ichi SHIMIZU, ICAT, Hokkaido Univ.)

佃達哉 (Tatsuya TSUKUDA, The Univ. of Tokyo)

原賢二 (Kenji HARA, Tokyo Univ. of Technology)

増田卓也 (Takuya MASUDA, NIMS)

近藤敏啓 (Toshihiro KONDO, Ochanomizu Univ.)

八木一三 (Ichizo YAGI, Hokkaido Univ.)

角山寛規 (Hironori TSUNOYAMA, Keio Univ.)

魚崎浩平 (Kohei UOSAKI, NIMS)

田旺帝 (Wan-Jae CHUN, International Christian Univ.)

構造の規定された酸化物単結晶表面を機能性分子や金属で様々な修飾することで、well-definedな表面反応場を構築する。走査型トンネル顕微鏡 (STM) や偏光全反射蛍光XAFS法を用いて原子・分子レベルでの幾何・電子構造評価を行うとともに、実際に触媒活性を測定することで活性発現の起源を明らかにし、活性サイトの合理的設計のための指針を得る。

例えば酸化物上の金属ナノ粒子は担持金属触媒をはじめ、センサー、電子デバイスなど様々な材料に活用されているが、凝集が起こりやすく、微小クラスター (サイズが1 nm以下) を均一に十分な量担持することが難しい。しかし酸化物表面を、あらかじめ金属と強く相互作用する官能基を有する機能性分子で修飾することで、図1のように金属を単原子状に分散できる。機能性分子の被覆率と金属の導入量を変化させることで、サイズを制御した微小クラスターの調製が可能になると期待できる。

The objective of our research group is to create well-defined active surface structures by modifying oxide single crystal surfaces with various functional molecules and metals. They are characterized at an atomic level by using advanced surface science techniques such as STM and PTRF-XAFS to elucidate the origin of the catalytic activity.

We are now focusing on metal nanoclusters on oxide surfaces because they are technologically important as oxide-supported metal catalysts, sensors, and electronic devices. It is not easy to prepare homogeneous subnanometer-sized clusters on oxides because they are easily aggregated to form large clusters although they are expected as the next generation catalysts or devices. We succeeded in preparing an atomically dispersed metal species by premodifying an oxide surface with functional molecules before metal deposition (Fig. 1), which may enable precise size control of subnanometer-sized clusters by controlling densities of the functional molecule and the deposited metal.

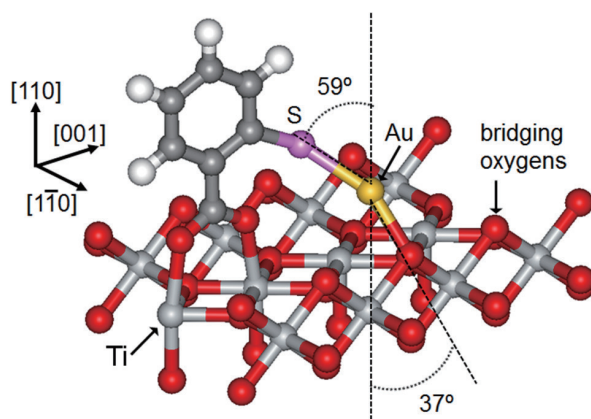


Figure 1. Atomically dispersed Au on $\text{TiO}_2(110)$ premodified with *o*-MBA (mercaptobenzoic acid) molecules.

バイオフィンターフェース研究クラスター

Research Cluster of Bio-Interface

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/ye>

展開型
Extensive
Research
Section

生体界面の分子構造を高感度で追跡する

Exploring the Bio-Interface in a Molecular Sensitivity

Cluster Leader: 叶深 (Shen YE)

Member: 村越敬 (Kei MURAKOSHI, Hokkaido Univ.)

葉金花 (Jinhua YE, National Institute for Materials Science)

今堀博 (Hiroshi IMAHORI, Kyoto Univ.)

田中賢 (Masaru TANAKA, Kyushu Univ.)

物質の触媒活性や機能性はその物質の表面や界面の原子・分子の配列構造に支配されている。我々は、和周波発生(SFG)振動分光法や原子間力顕微鏡 (AFM)などの表面科学的手法を用い、生体膜をはじめとする生体機能性材料の界面分子構造の解明を通じて、その機能性発現の機構解明を分子レベルで実現する。酵素やオゾンなどの様々な分子との反応に伴う界面構造の高感度な追跡により、バイオフィンターフェースにおける反応の機構解明と生体機能性材料の開発にも寄与する。さらに、金属空気電池などの二次蓄電池の電極溶液界面構造のその場研究にも取り組み、表面科学的視点から電極反応機構や反応速度論の解明を通じて機能性電極触媒材料の開発や高性能二次蓄電池の実用化に貢献する。

Molecular structure at surface of a functional material plays important roles in its functionality and catalytic activity. Our research interest is focused on elucidation of relationship between the functionality and the molecular structures on the surface or interfaces of bio-membranes and functional materials at molecular level using sum frequency generation (SFG) spectroscopy and atomic force microscope (AFM). For example, the enzyme reaction on the lipid bilayer and the surface structure on the biopolymers on the bio-interfaces have been studied under *in situ* conditions. We are also investigating the electrode and solution interface in the Li-O₂ secondary battery in order to improve its stability and cycling ability by the surface structure control.

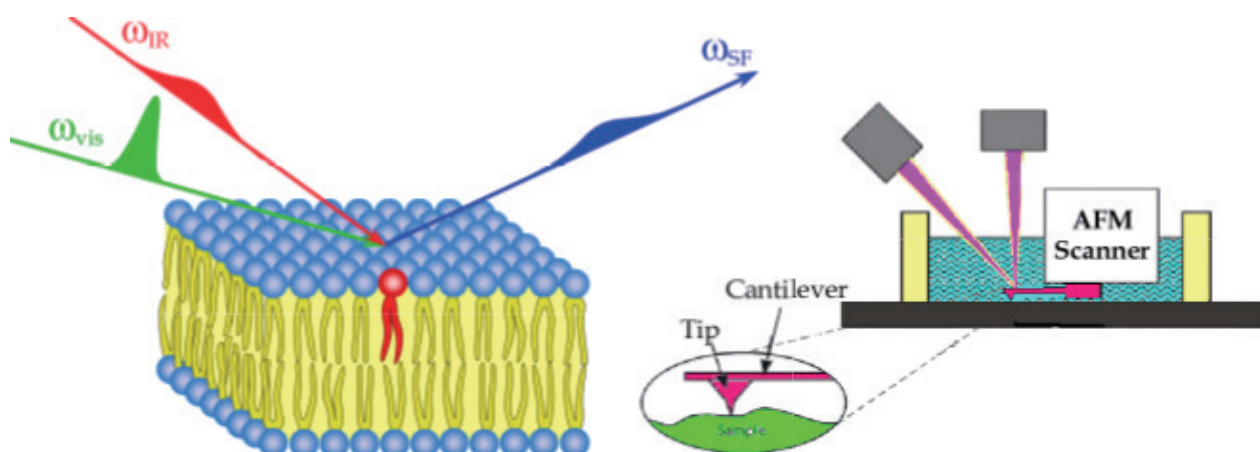


Figure 1. Scheme for SFG and AFM Measurements on the Bio-interface.

プラズモン光触媒研究クラスター

Research Cluster for Plasmonic Photocatalysis

<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~k15391/>

展開型
Extensive
Research
Section

環境浄化用プラズモン励起型光触媒の開発

Development of Plasmonic Photocatalysts for Environmental Applications

Cluster Leader: コワルスカ エバ (Ewa KOWALSKA)

Member: 高草木達 (Satoru TAKAKUSAGI, ICAT, Hokkaido Univ.)

Agata MARKOWSKA-SZCZUPAK
(West Pomeranian Univ. of Technology, Poland)

Christophe COLBEAU- JUSTIN
(Paris-sud Univ., France)

Saulius JUODKAZIS
(Swinburne Univ., Australia)

Sven RAU (Ulm Univ., Germany)

阿部竜 (Ryu Abe, Kyoto Univ.)

Hynd REMITA
(Paris-sud Univ., France)

Wojciech MACYK
(Jagiellonian Univ., Poland)

Adriana ZALESKA-MEDYNSKA
(Gdansk Univ., Poland)

Marcin JANCZAREK
(Gdansk Univ. of Technology, Poland)

本研究クラスターでは、太陽光にふくまれる可視光の波長領域において表面プラズモン共鳴吸収をもつ光機能性ナノ粒子、すなわち、金、銀あるいは銅などの金属あるいは合金と広いバンドギャップをもつ半導体からなる光触媒の開発をめざしている。これらの光触媒を用いる紫外あるいは可視光照射下での汚染物質分解の反応機構およびLSPR吸収により生じる電場による光触媒活性向上の効果を検討し、主要な反応条件および光触媒活性と物理化学的特性の相関を明らかにする。さらにこのプラズモン光触媒に均一系光触媒である金属錯体を修飾することにより、さらなる光触媒活性の向上と光吸収、キャリア移動および酸化還元反応の機構を解明する。

Our research focuses on development of plasmonic photocatalysis with ability of working at visible range of solar spectrum, i.e. mono and bimetallic photocatalysts composed of gold, silver, copper, platinum and wide-band semiconductor. The influence of structural properties on the photocatalytic activity and the mechanism of chemical and microbiological (bacteria and fungi) pollutants degradation is investigated.

The mechanism of photocatalytic action under visible light irradiation will be studied by a few methods, e.g., photoacoustic spectroscopy (PAS), reversed double beam photoacoustic spectroscopy (RDB-PAS), time-resolved microwave conductivity (TRMC), electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy, fluorescence spectroscopy, quasi-Fermi level determination, action spectrum analysis. The influence of titania facets (101 and 001) on properties of metal deposits, and thus on resultant photo- and antimicrobial properties will be also examined.

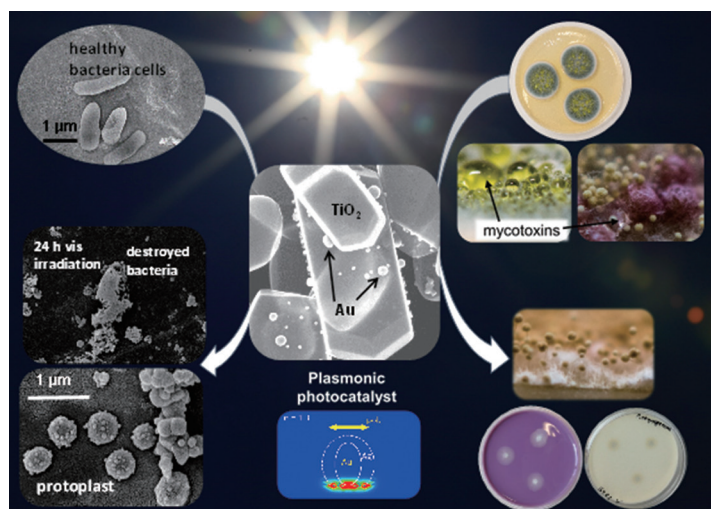


Fig. 1. Images of bacteria and fungi: healthy (top) and affected (bottom) by irradiated plasmonic photocatalysts.

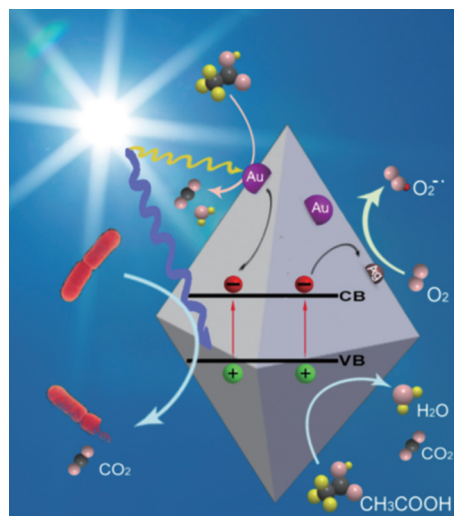


Fig. 2. Scheme of photodegradation of chemical and microbiological pollutants on titania (exposed with (101) facets) modified with NPs of gold and silver.

界面シミュレーション研究クラスター

Research Cluster for Computer Simulation of Interfaces

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/hasegawa/>

展開型
Extensive
Research
Section

量子シミュレーション手法の開発と界面プロセスの理論的解析

Development of the Methodology of Quantum Simulations and its Application to Chemical Processes at Interfaces

Cluster Leader: 中山 哲 (Akira NAKAYAMA)

Member: 清水 研一 (Ken-ichi SHIMIZU, ICAT, Hokkaido Univ.)

武次 徹也 (Tetsuya TAKETSUGU, Hokkaido Univ.)

Nisanth N. NAIR (Indian Institute of Technology Kanpur, India)

高草木 達 (Satoru TAKAKUSAGI, ICAT, Hokkaido Univ.)

中村 恒夫 (Hisao NAKAMURA, AIST)

本研究クラスターでは、固体表面および固／液・固／固界面における触媒反応プロセスのメカニズム解明と理論的設計法の確立を目指し、第一原理分子動力学法やQM/MM法などの量子シミュレーション手法をもとに方法論の開発と応用研究を推進する。具体的には以下の項目に重点を置く。

(a) 不均一系触媒反応における熱揺らぎと溶媒効果の検討

不均一系触媒における熱力学的な効果に着目した触媒機能解析を行う。自由エネルギー曲面に基づく解析を重点的に行い、エントロピーや溶媒の効果を検討する。

(b) 酸化物半導体の電極界面における酸化還元過程に関する理論的研究

酸化物と金属の電極界面の構造と酸素イオンの移動を介した酸化還元過程の理論的モデリングを行い、界面構造と電子伝導の相関を第一原理計算により明らかにする。

(c) 周期境界QM/MM計算手法の開発

大規模系への適用に向けて、第一原理計算の計算コストを大幅に下げするために、周期境界QM/MM法の開発を行う。特に固体酸化物をMM領域として、周期境界DFT法との接合に重点を置いた手法開発を行う。

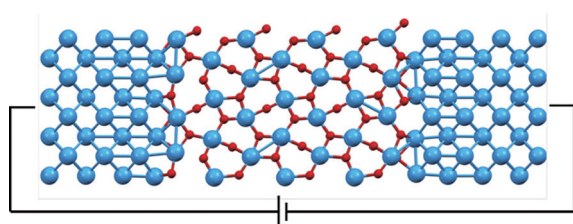


Fig. 1 Redox process at the metal/metal-oxide interface

Our research focuses on the understanding and theoretical modeling of interfaces (solid/liquid, solid/solid interfaces) with the help of computer simulations such as the first-principles molecular dynamics simulations and QM/MM methods.

In particular, we focus on the following topics.

(a) Ab initio thermodynamics and solvent effects on the catalytic process.

(b) Theoretical modeling of the electron transport and redox process at the metal-oxide/metal interfaces.

(c) Development of the QM/MM method for periodic systems and its application to heterogeneous catalysis.

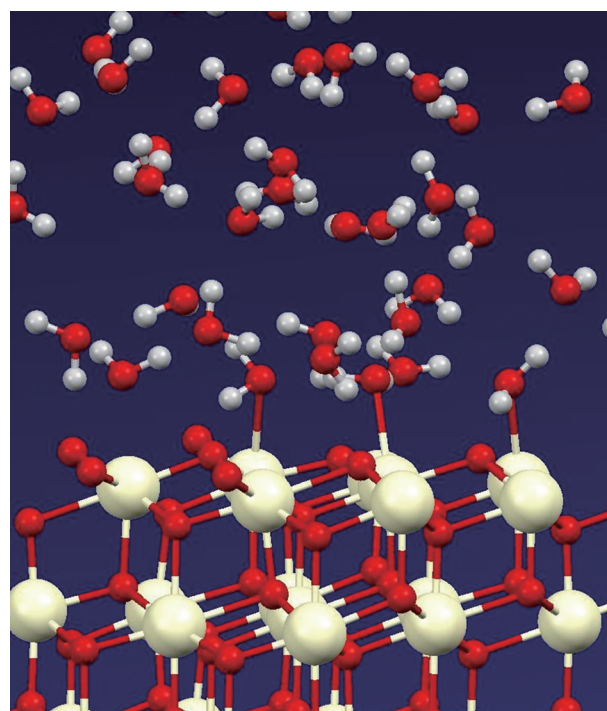


Fig. 2. First-principles simulations of solid/liquid interface

酸塩基触媒研究クラスター

Research Cluster for Acid-Base Catalysis

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/fukuoka/>

展開型
Extensive
Research
Section

高性能の固体酸塩基触媒を開発し、植物由来炭水化物から必須化学品の原料を得る

Development of novel solid acid-base catalysts for the conversion of abundant carbohydrates in nature to platform molecules for bulk chemical production

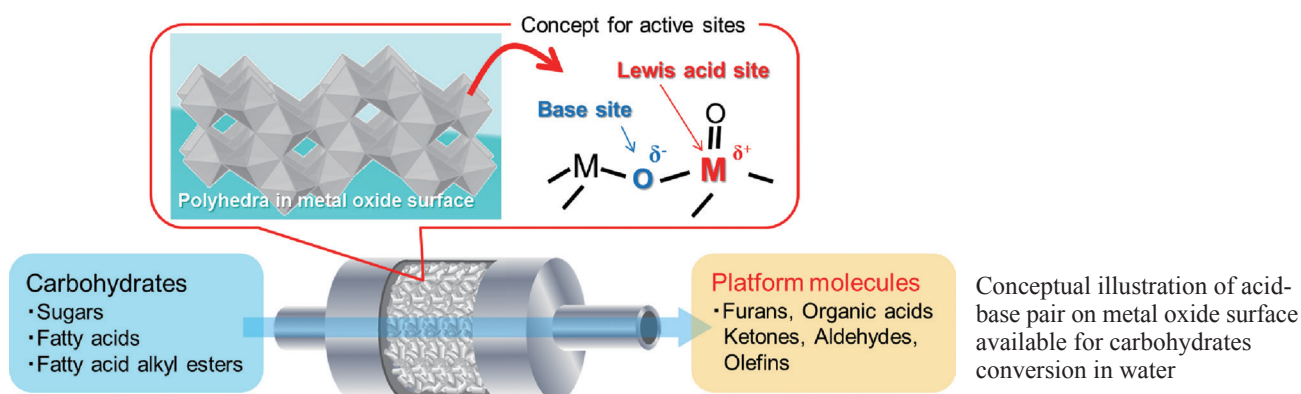
Cluster Leader: 中島清隆 (Kiyotaka NAKAJIMA)

Member: 長谷川淳也 (Jun-ya HASEGAWA, ICAT, Hokkaido University)
一國伸之 (Nobuyuki ICHIKUNI, Chiba University)
本倉健 (Ken MOTOKURA, Tokyo Institute of Technology)
Barbara ONIDA (The Politecnico di Torino, Italy)

神谷裕一 (Yuichi KAMIYA, Hokkaido University)
横井俊之 (Toshiyuki YOKOI, Tokyo Institute of Technology)
Emiel J.M. HENSEN
(Eindhoven University of Technology, The Netherlands)

近年、化石資源に依存しない資源循環型社会の構築が求められており、反応性の高い植物由来炭水化物を原料とした必須化学品原料の合成が重要な課題となっている。本研究クラスターでは、固体酸化物の水存在下における酸塩基触媒作用、特にこれまで検討されていなかった電子欠損金属サイトと電子過剰な格子酸素の酸塩基性質を解明し、環境低負荷を志向した水溶液内でのバルクケミカル原料合成に取り組む。主な検討内容は、多様な植物由来の炭水化物を中心とする化合物群（糖類、高級脂肪酸およびそのエステルなど）からカルボン酸、ケトン、アルデヒド、オレフィン類などを高収率で獲得する反応系の構築である。特に塩基サイトによる正・逆縮合反応の制御が可能となれば、C2～C4を中心とした低分子量炭化水素からC12を大幅に上回る高分子量炭化水素合成の道筋が確立できる。

Chemical production from renewable and easily accessible carbohydrates in nature is increasingly important in recent years for the development of sustainable society. Plant-derived carbohydrates, which show higher reactivity than fossil fuel-derived hydrocarbons, can be converted to attractive platform molecules (furans, organic acids, ketones, aldehydes, olefin, etc.) by acid-base catalysis in the presence of water. In this project, acid and base functionality of electron-deficient metal species and electron-rich lattice oxygen sites, respectively, on metal oxides has been studied for the carbohydrates conversion in the presence of water. Precise control of basicity for oxide catalysts would enable selective production of various small (C2-C4) and large (> C12) hydrocarbons through fragmentation and condensation reactions. The resulting molecules can be used as sustainable resources for the production of a variety of industrially important chemicals.



多様化する研究の技術支援

Technical Support in Response to Various Special Needs of Scientists

<http://www.cat.hokudai.ac.jp/technical/>

研究支援技術部では、研究者からの規格外の特殊な要望に迅速に対応し、ガラス・金属製の実験器具・装置の開発・製作・改良、本研究所機器・設備・ネットワーク管理などの多岐にわたる技術補助を行い、本研究所の高度な研究を支えている。また、講習会を開催し、研究者と技術部との連携を高めるとともに、実習を通して安全な研究を支援している。センターから研究所へ、触媒化学から触媒科学へ変わり、より多様化する研究を技術的面から支援している。

第一研究機器開発班：数百種類以上の装置・器具の開発・製作経験を活かした精度・実用度の高いガラス加工を行っています。

第二研究機器開発班：金属・樹脂・セラミックスの加工を行っており、主に真空部品・光学部品・電気化学セル等を製作しています。汎用の工作機械を用いた加工から、自動プログラムを用いたNC加工までさまざまな機械工作を行っています。

研究機器管理班：本研究所の走査型電子顕微鏡、透過電子顕微鏡、X線光電子分光装置、吸着測定装置、核磁気共鳴装置などの機器管理、ネットワーク管理を行っています。

The Technical Division is composed of Research Equipment Development Teams No. 1 and No. 2 and the Research Equipment Management Team.

Research Equipment Development Team No. 1 manufactures glassware commonly used in chemical experiments as well as special glassware that is not commercially available, such as vacuum pumps and special spectrochemical cells.

Research Equipment Development Team No. 2 is in charge of metal processing, welding, and the construction of equipment such as ultra-high vacuum systems.

The Research Equipment Management Team is responsible for maintaining common-use equipment, such as SEM, TEM, XPS, and NMR.

Our mission is to contribute to research at ICAT through technical support. We aim to make user-friendly, highly efficient equipment as requested, through active discussion and consultation with the researchers from the early stages of development. Although we have many years of experience in glassblowing and metal processing, we make every effort to acquire new skills.



第一研究機器開発班製作物



第二研究機器開発班作業風景

共同研究事業について Promotion of Cooperative Research

共同利用・共同研究拠点としての本研究所は、次の共同研究事業等を行っています。

1 共同利用・共同研究

本研究所は、平成22年度から文部科学省の認定を受け、触媒化学研究の共同利用・共同研究拠点として、より深化した共同研究を進めることとしております。

本学外の研究者が研究代表者となり、本研究所の教員を研究分担者として研究所において共同実施するもので、研究課題があらかじめ設定されている「戦略型」(年1回公募)及び申請者自らが研究課題を設定する「提案型」(年3回公募)の種類の区分により公募を行います(採択された課題に対しては、研究所から研究費が支給されます。)

2 各種研究会の開催

(1) 研究討論会

平成16年度まで開催していた研究発表会と研究討論会を統合させ、平成17年度からは研究討論会として、全国の研究者による講演及び本研究所各部門・クラスターの研究成果発表・討論を行っています。

(2) 国際研究集会

諸外国の研究者を招聘して、触媒化学の特定テーマについてシンポジウムを開催するもので、平成2年から開催しております。平成18年からは、年1回海外においても開催しております。

(3) 情報発信型国際シンポジウム

「日本が誇る先駆的研究成果を『日本の研究機関の主導で』海外において情報発信する」というコンセプトの基で企画・運営されており、年2回開催しています。

We support research on catalysis and related fields through the Joint Usage/Research Center Program and symposiums.

1. Joint Usage/Research Center Program

The Institute for Catalysis has been authorized by MEXT as a Joint Usage/Research Center for catalysis. Through this program, we provide financial and technical support to joint research projects with our staff. The program is open to researchers at both universities and public research institutions. There are two categories for applications: target-set projects and target-proposed projects. Applications are accepted once a year for target-set projects and three times a year for target-proposed projects. Applicants are requested to contact our staff member with whom they wish to collaborate.

2. Symposium

(1) Research Symposium

The Research Symposium which showcases research activities at the Institute for Catalysis is held every year. Special lectures are delivered by invited speakers.

(2) International Symposium

We have organized many international symposia on specific themes in catalytic chemistry featuring the participation of distinguished researchers from various countries. Our international symposia have been held in several countries, including Germany, USA, France, and Sweden.

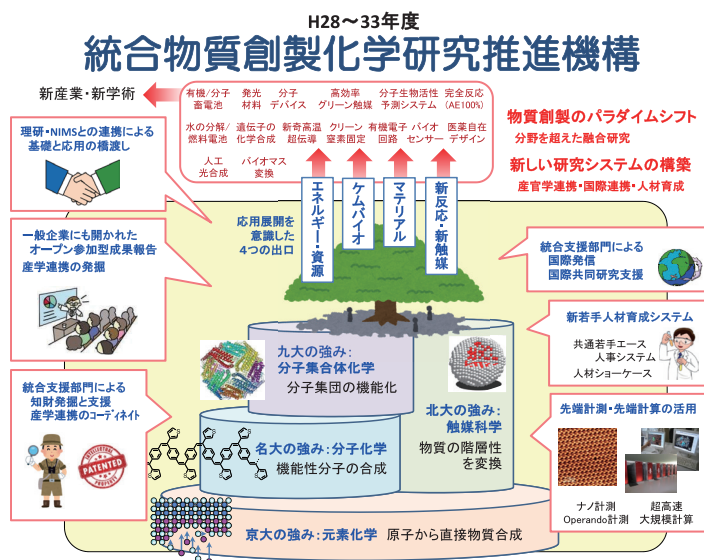
(3) ICAT International Symposium

We organize two international symposia per year. These symposia are operated under our philosophy that a Japan's own research institution should take the initiative in dissemination of information in overseas countries on pioneering research outcome which Japan takes pride in.

統合物質創製化学研究推進機構 MEXT Project of Integrated Research Consortium on Chemical Sciences

本研究所は、名古屋大学・京都大学・九州大学の国際的触媒化学研究拠点と協同して異種学術領域を包含する新たな物質合成概念を創出する「統合物質創製化学推進機構」を形成し、先導的研究を推進して、科学と科学技術の革新と新産業の創出を促す新学術基盤の構築および次世代中核研究者の育成を図ります。

We participate in Integrated Research Consortium on Chemical Sciences composed of the prestigious research institutes of Nagoya University, Kyoto University and Kyushu University and ICAT which creates novel areas of chemical synthesis at the interdisciplinary level. This project also aims to realize new innovations in science and technology, to promote new industries, and to cultivate the younger generation.



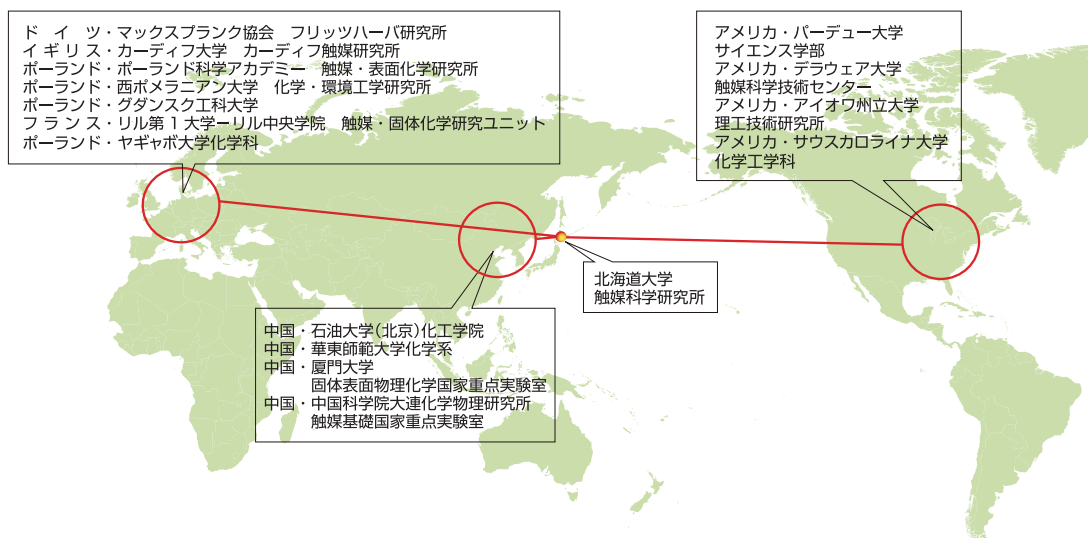
本研究所では、諸外国との国際交流の一環として部局間協定を締結しています。

- 1) 締結先: 中国・石油大学(北京)化工学院
締結年月日: 平成13年12月7日
- 2) 締結先: 中国・華東師範大学化学系
締結年月日: 平成17年3月18日
- 3) 締結先: ドイツ・マックスプランク協会
フリッツハーバ研究所
締結年月日: 平成17年12月26日
- 4) 締結先: アメリカ・デラウェア大学
触媒科学技術センター
締結年月日: 平成19年7月9日
- 5) 締結先: 中国・廈門大学
固体表面物理化学国家重点実験室
締結年月日: 平成19年10月9日
- 6) 締結先: 中国・中国科学院大連化学物理研究所
触媒基礎国家重点実験室
締結年月日: 平成19年10月10日
- 7) 締結先: アメリカ・アイオワ州立大学
理工技術研究所
締結年月日: 平成21年3月10日
- 8) 締結先: イギリス・カーディフ大学
カーディフ触媒研究所
締結年月日: 平成22年1月26日
- 9) 締結先: ポーランド・ポーランド科学アカデミー
触媒・表面化学研究所
締結年月日: 平成22年3月15日
- 10) 締結先: ポーランド・西ポメラニア大学
化学・環境工学研究所
締結年月日: 平成22年3月17日
- 11) 締結先: ポーランド・グダンスク工科大学
締結年月日: 平成22年3月18日
- 12) 締結先: フランス・リル第1大学ーリル中央学院
触媒・固体化学研究ユニット
締結年月日: 平成23年1月17日
- 13) 締結先: アメリカ・パーデュー大学サイエンス学部
締結年月日: 平成26年4月26日
- 14) 締結先: ポーランド・ヤギャボ大学化学科
締結年月日: 平成28年4月
- 15) 締結先: アメリカ・サウスカロライナ大学
化学工学科
締結年月日: 平成28年4月

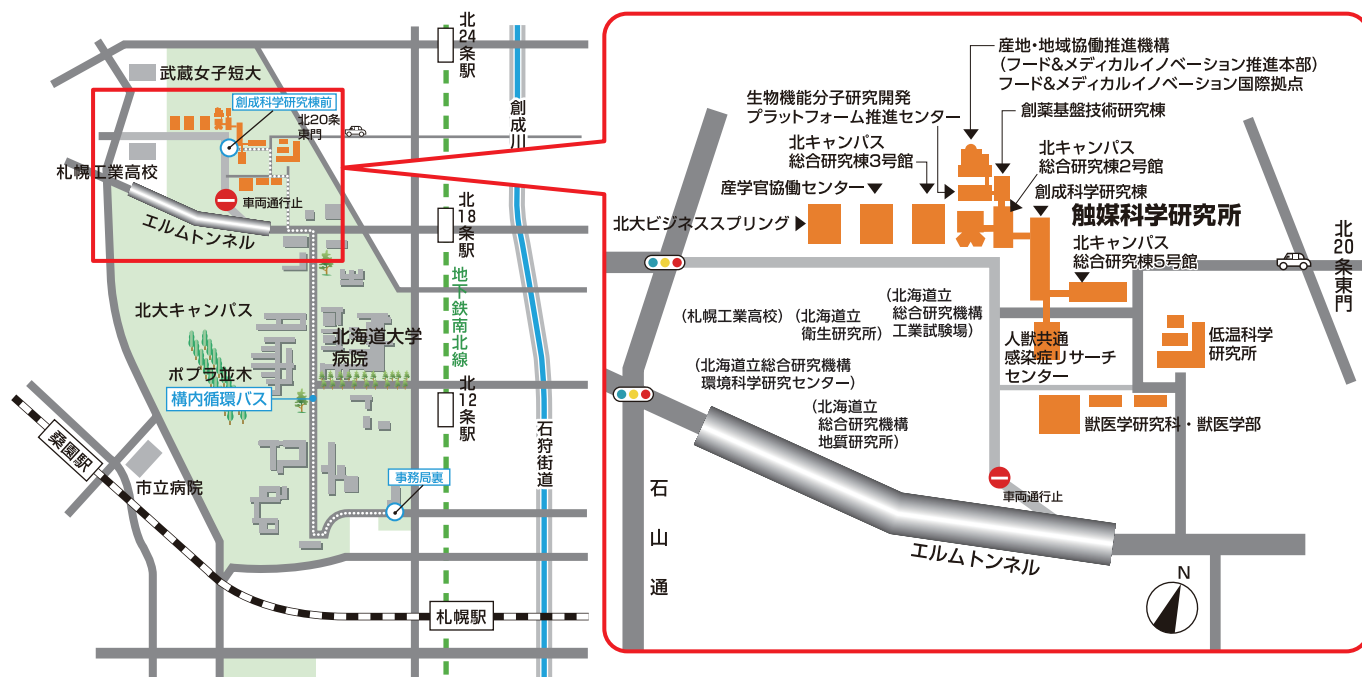
To promote international exchange, we have concluded agreements with its counterparts in many other countries.

- 1) School of Chemical Engineering, China University of Petroleum, China (December 7, 2001)
- 2) Department of Chemistry, East China Normal University, China (March 18, 2005)
- 3) Fritz Haber Institute of the Max Planck Society, Germany (December 26, 2005)
- 4) Center for Catalytic Science and Technology, Delaware University, USA (July 9, 2007)
- 5) State Key Laboratory of Physical Chemistry of Solid Surfaces, Xiamen University, China (October 9, 2007)
- 6) State Key Laboratory of Catalysis, Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, China (October 10, 2007)
- 7) Institute for Physical Research and Technology, Iowa State University, USA (March 10, 2009)
- 8) Cardiff Catalysis Institute, Cardiff University, UK (January 26, 2010)
- 9) Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences, Poland (March 15, 2010)
- 10) Institute of Chemical and Environment Engineering, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland (March 17, 2010)
- 11) Gdansk University of Technology, Poland (March 18, 2010)
- 12) Unité de Catalyse et de Chimie du Solide Université Lille 1 et Ecole Centrale de Lille, France (January 17, 2011)
- 13) College of Science, Purdue University, USA (April 26, 2014)
- 14) Faculty of Chemistry, Jagiellonian University, Poland (April, 2016)
- 15) Department of Chemical Engineering, University of South Carolina, USA (April, 2016)

触媒科学研究所 国際ネットワーク



触媒科学研究所 案内図



交通アクセス

地下鉄南北線「北18条」駅より徒歩20分

※構内循環バスは、平日15分間隔（時間帯によっては10分間隔）で事務局裏から発車しております。

※一般車両は北20条東門から入構願います。原則として車両入構料300円が必要です。

※タクシー等については、西側の石山通から進入し、建物付近での降車も可能です。

北海道大学触媒科学研究所

〒001-0021 札幌市北区北21条西10丁目

Institute for Catalysis, Hokkaido University, Sapporo, JAPAN

TEL (代) 011-716-2111 (内9104) FAX 011-706-9110

E-mail: k-shomu@jimu.hokudai.ac.jp

Homepage: <http://www.cat.hokudai.ac.jp/>

