

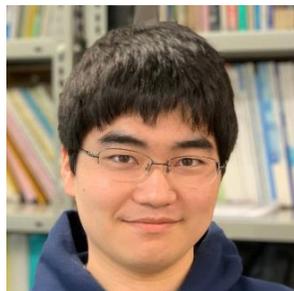
応用物質化学専攻の紹介

1. 酒田研究室(超分子設計学研究室)
2. 薩摩研究室(触媒設計学研究室)
3. 鳥本研究室(材料設計化学研究室)
4. 松田研究室(構造機能化学研究室)
5. 大槻研究室(機能材料化学研究室)
6. 中西研究室(多孔材料化学研究室)
7. 長田研究室(機能物質工学研究室)
8. 熊谷グループ(ラジカル化学研究室)

超分子設計学グループ (酒田研究室)

酒田研究室

(超分子設計学研究室)



2024年度構成員

研究テーマ

教員 2名

• 新規超分子錯体の創成、自己集合の制御

学部学生 4名

• 特異な分子認識場を持つ超分子の構築

事務補佐員 1名

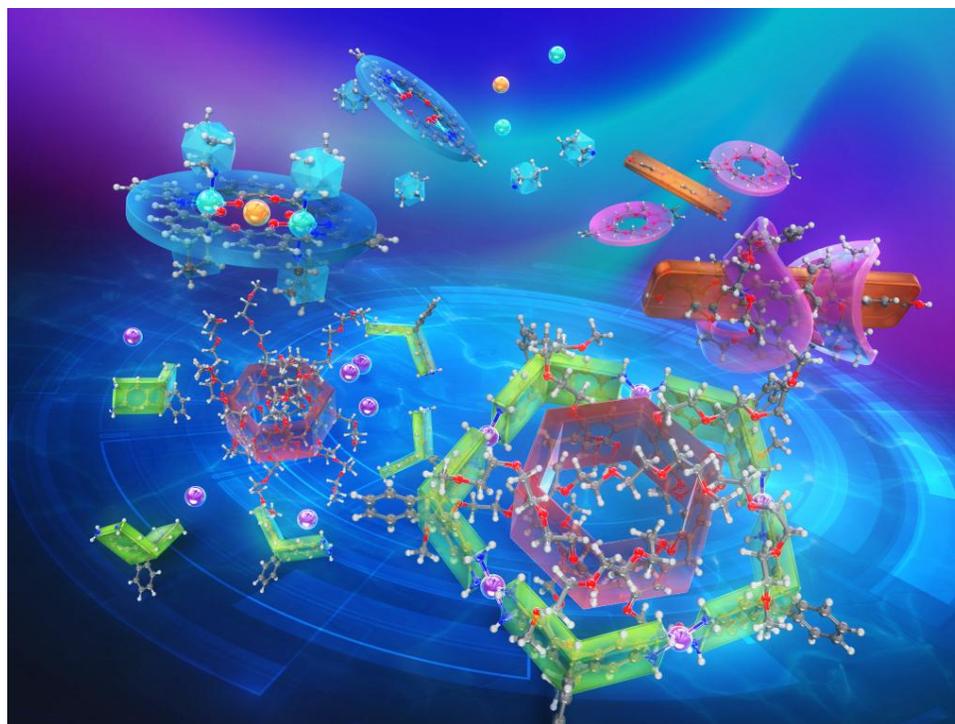
• 超分子の特性を活かした機能性材料開発

教授 酒田 陽子 助教 齋藤 卓穂

金属錯体の動的な特性を使って新しい超分子を生み出す



2024年4月に発足した
新しい研究室です



原子や分子が自発的に集まることで創られる超分子錯体

応用物理化学講座 超分子設計学グループは、2024年4月に発足したばかりの新しい研究室です。現在はスタッフ2名、学生4名、事務補佐員1名とこじんまりとした研究室ですが、来年度以降はさらに人数が増える予定です。

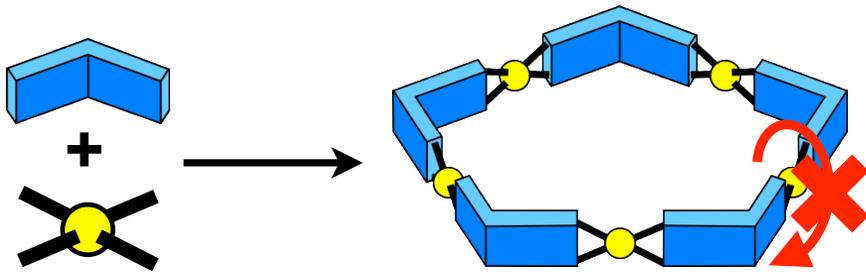
当研究室では、金属錯体の動的な性質を使って新しい超分子を生み出す研究を行っています。生体系では、DNAやタンパク質が非共有結合性相互作用により高次構造を形成し、高度な機能を実現しています。当研究室では、非共有結合性相互作用の中でも金属イオンと有機配位子からなる金属配位結合に着目し、原子や分子が自発的に集まる力を利用して、環状、カゴ型、インターロック構造など多様な超分子錯体の構造の創製を行っています。また、超分子錯体によって創られる空間を利用して、特定の分子を捕捉したり、望みの分子に変換する材料の開発も目指しています。

研究概要

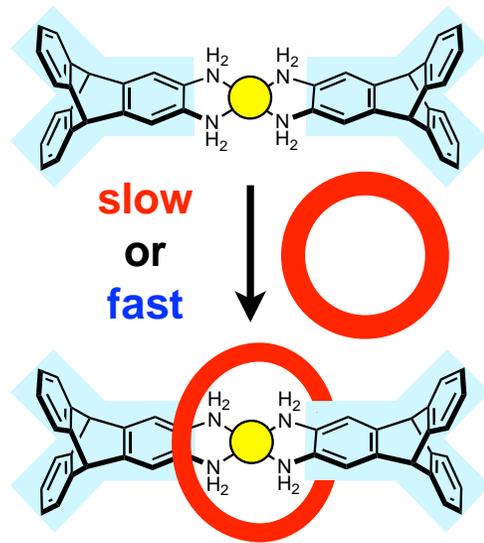
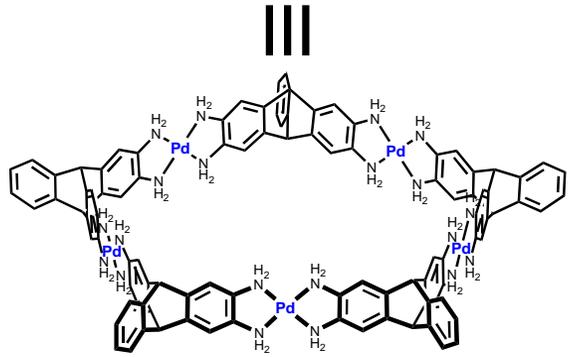
酒田研究室

(超分子設計学研究室)

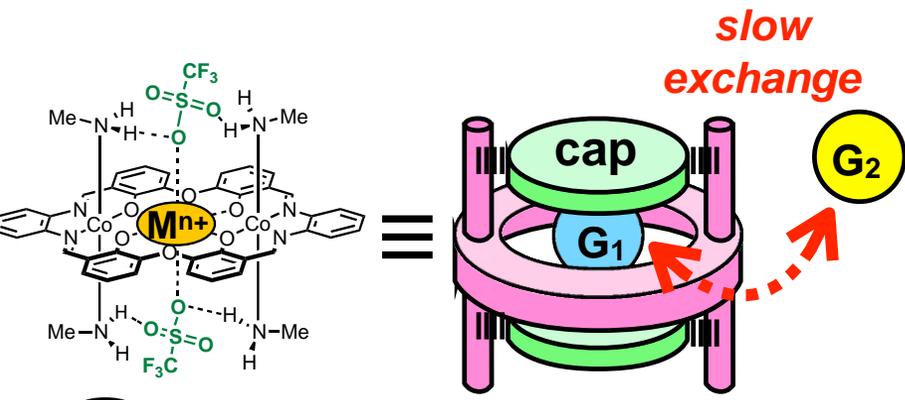
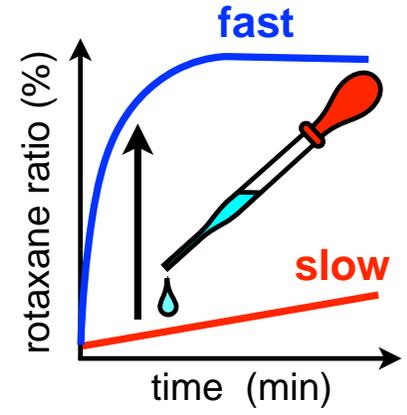
最近の研究成果を紹介します。金属配位結合を駆動力とした自己集合によりさまざまな超分子錯体を構築しています。例えば、曲がった配位子と金属イオンから剛直な骨格を持つベルト状の分子の構築を達成しました(左上)。自己集合過程の速度制御も目指しており、最近ではインターロック分子の一つであるロタキサン生成速度を触媒量の添加剤を加えるだけで劇的に加速させることにも成功しました(右上)。また、超分子錯体の空間に望みのイオンや分子を選択的に捕捉する研究も行っています。最近では、環状の分子の上下にキャップを導入した分子の容器を開発し、望みのタイミングでイオンの出し入れを可能にしました(左下)。さらに、分子が捕捉されるメカニズムの解明にも力を入れています(右下)。このように、分子が集合したり捕捉される過程を精密に制御することで、将来的に世の中の役に立つ材料の開発を目指しています。



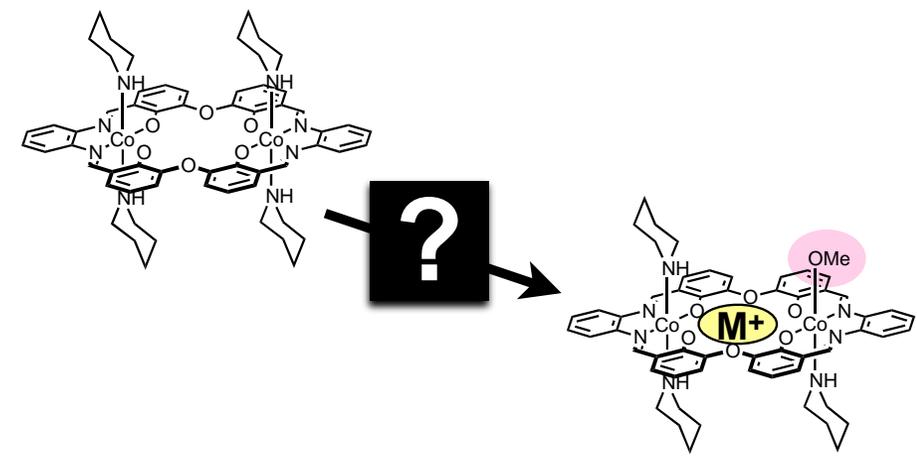
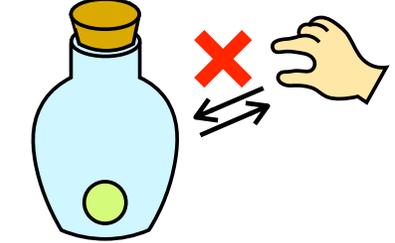
自己集合による
ベルト状分子の
構築



自己集合過程の速度の精密制御



キャップ付きの
分子の容器の開発



分子認識のメカニズムの解明

【学部】 化学生命工学科
応用物理化学講座

【大学院】 応用物質化学専攻
触媒設計学グループ

薩摩研究室

(触媒設計学研究室)

薩摩 篤教授

沢辺 恭一講師

織田 晃 助教

2024年度構成

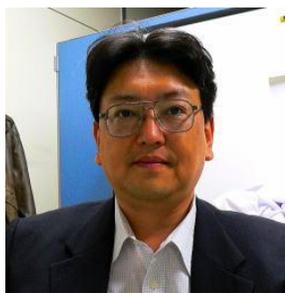
D1 1名

M2 3名、M1 4名

4年6名 秘書1名



環境触媒



理論計算



ゼオライト/ナノ材料

固体触媒による環境・資源・エネルギーのための技術開発

研究テーマ

1. 理論化学計算と機械学習による触媒作用機構予測

(以下のテーマには大学院生を募集しない)

2. 単原子触媒・ナノ粒子・層状触媒
3. 水素キャリア, 選択酸化, 温室効果ガス低減・利用技術
4. 実エンジン排ガスの後処理技術(自動車会社との共同研究)

応用物理化学講座 触媒設計学グループでは「固体触媒による環境・資源・エネルギーのための技術開発」を目指しています。得意分野の異なる3名の研究者がコラボしながら研究を進めています。なお薩摩教授が定年間近のため、本年度は理論化学計算を研究する大学院生のみを募集します。

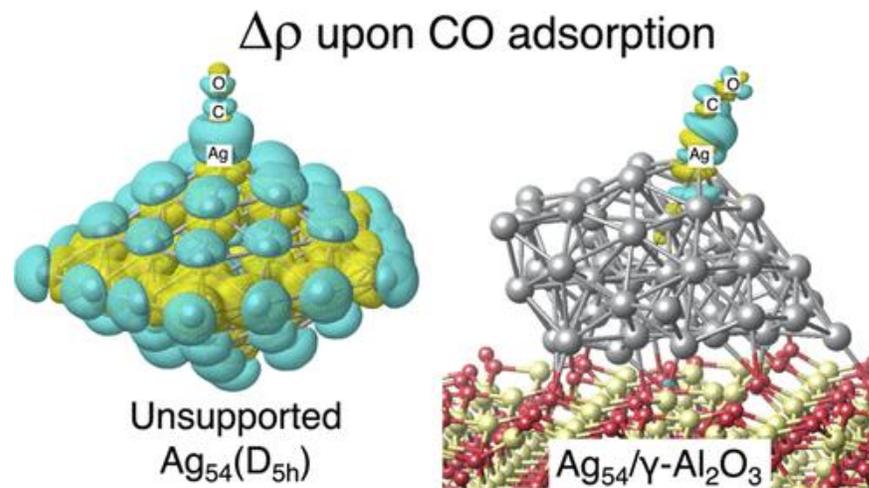
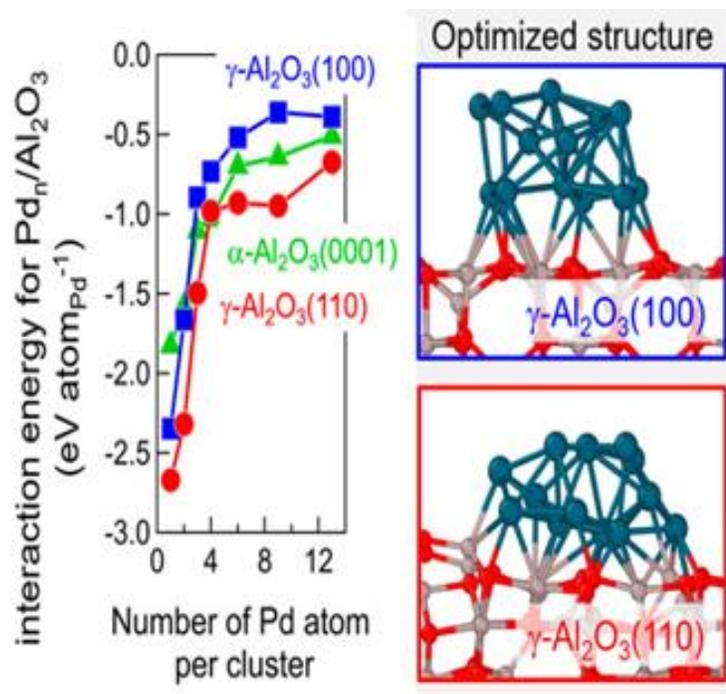
最近の主な成果

薩摩研究室

(触媒設計学研究室)

Pdナノ粒子とアルミナ担体との相互作用に基づく形態変化を理論的に説明

Ag₅₄ ナノクラスター粒子について、真空中とアルミナ担体上における構造・電子状態変化とCO吸着強度の変化を解明



金属ナノ粒子、ナノクラスター、あるいは単原子はユニークな触媒性能を示すことで注目されています。我々は理論計算によりPdやAgナノクラスターの構造・触媒作用の変化を理論的に解明しています。最近機械学習予測による触媒設計法の構築に力を入れています。是非当研究室を覗いてみてください。

J. Phys. Chem. C, 2023, 127, 20267–20275.

ACS Omega 2022, 7, 4405–4412.

お問い合わせは sawabe@chembio.nagoya-u.ac.jp まで



教員: 鳥本教授、亀山准教授、秋吉助教
技術・事務補佐(3人)

学生: D3(2名)、D2(3名)、D1(1名)、M2(7人)、
M1(6人)、B4(6人)
(2025.3.時点、うち留学生6人)

“ナノサイズ”の材料のかたちと機能”

実空間で観察して(目で見て、手で触って)、
理論に基づいた直観で、ナノの“ものづくり”をします。

材料設計化学研究G 鳥本研究室です。この研究室は、教授、助教に加えて、技術補佐員、学生30名程度からなっています。

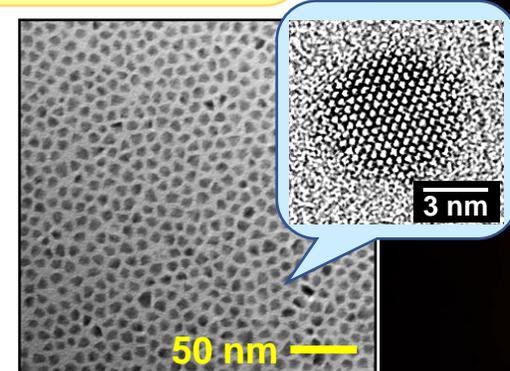
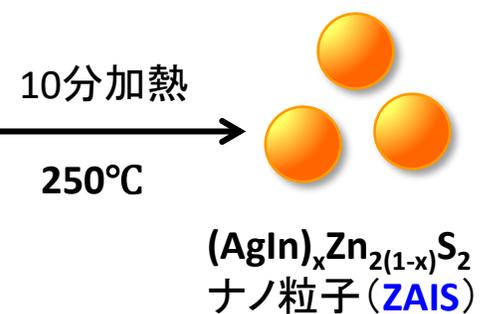
■ 半導体ナノ粒子の合成と発光特性

仕込み比により、
粒子の組成を制御

↓
Ag:In:Zn = x:x:2(1-x)

- ・金属源
 - Ag(OAc) 0.2 mmol
 - In(OAc)₃ 0.2 mmol
 - Zn(OAc)₂ 0.2 mmol
- ・硫黄源
 - (NH₂)₂CS 0.2 mmol
- ・溶媒
 - オレイルアミン(OLA) } 3.0 cm³
 - 1-ドデカンチオール(DDT) }

N₂置換
撈拌子



粒子組成によって変化する
ZnAgInSナノ粒子の“発光色”



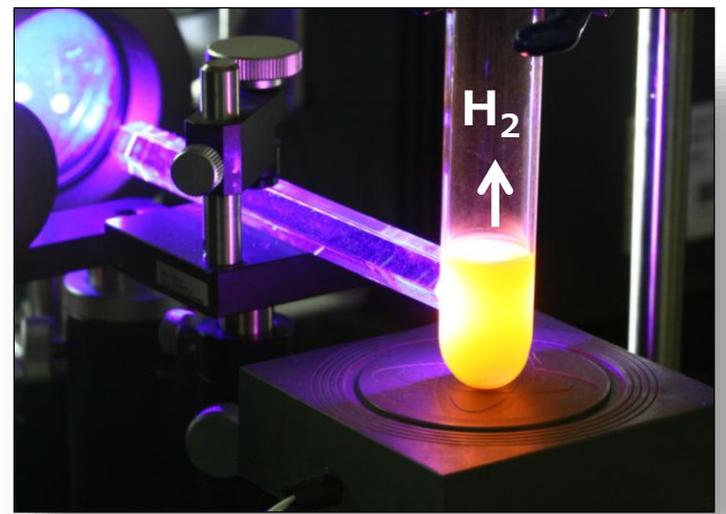
この研究室は、“ナノサイズの材料のかたちと機能”を研究する研究室で、実空間で観察して(目で見て、手で触って)、理論に基づいた直観で、ナノの“ものづくり”をします。たとえば、よく光る半導体ナノ粒子を合成しています。Ag, In, Znの金属酢酸塩とチオ尿素を、有機溶媒中250°Cで反応させると、このような組成の複合金属硫化物ナノ粒子が生成し、電子顕微鏡で観察すると、5 nm程度のきれいにサイズのそろったナノ粒子が生成します。この“ZnAgInSナノ粒子”は、この写真のように、粒子組成によって赤～緑色に発光します。

■ 半導体ナノ粒子の光機能の開発： 光触媒・太陽電池への応用

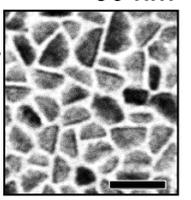
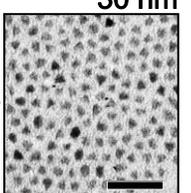
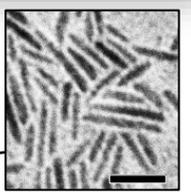
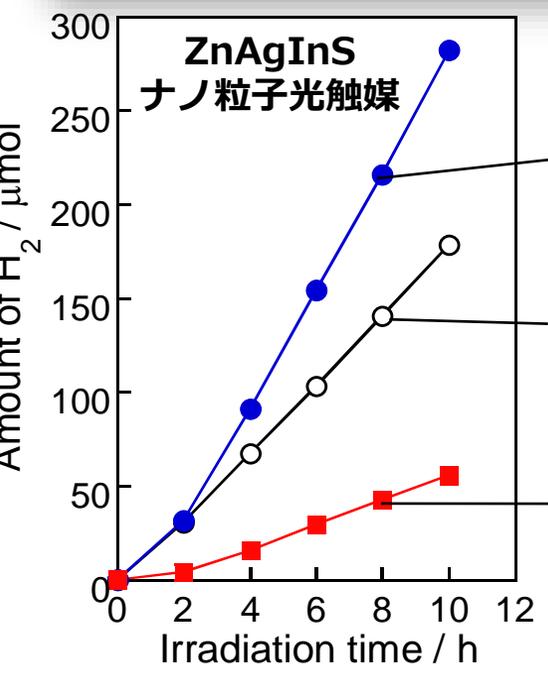
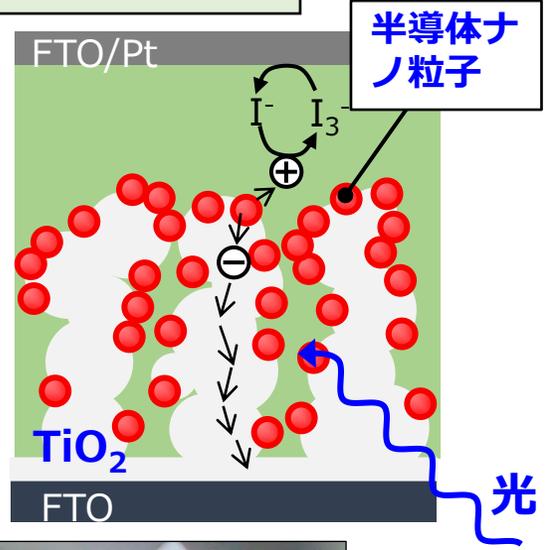
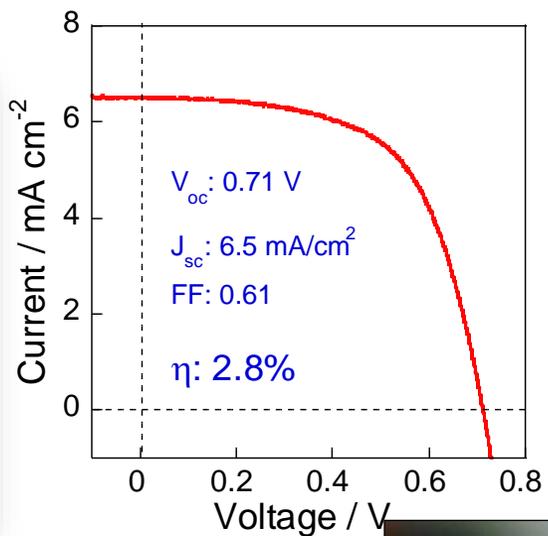
鳥本研究室

(材料設計化学研究室)

太陽光による光触媒的水素製造



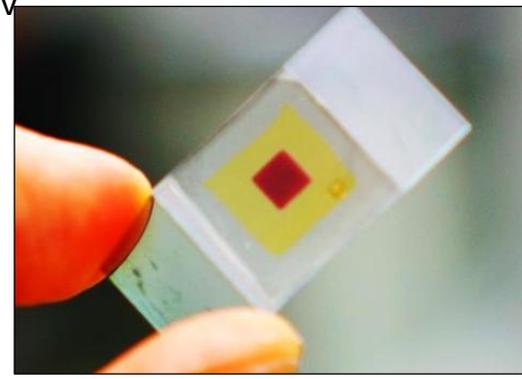
増感太陽電池による高効率発電



ロッド
Size: 4.6 × 27 nm

球
Size: 5.5 nm

ライス
Size: 9 × 16 nm



+ 創造力
→ **“世界で唯一”**
(皆さんに期待しています)

また、得られた半導体ナノ粒子の光機能の開発を行っています。
ZnAgInSナノ粒子を光触媒として用い、写真のように光照射を行うと、光エネルギーによって水を還元して水素ガスを生成します。水素発生速度は、粒子の形によって変化し、ライス形状、球状、ロッド形状の順で、光触媒活性が増加します。このように、ナノ粒子の形によって、光機能は大きく変化します。

また、太陽電池も、同じ半導体ナノ粒子を用いて作製することができます。この模式図のように、酸化チタン電極の上に、半導体ナノ粒子を固定して、写真のようなサンドイッチ型の増感太陽電池を作製します。これに光照射を行うと、太陽電池として働き、その変換効率が約2.8%でした。まだまだ効率は低いですが、これからの発展が期待できる太陽電池です。

このように、私たちの研究室では、学生の皆さんの創造力をプラスして、世界で唯一、できれば“世界一”の成果を出していこうとしている研究室です。

学生の皆さんと共に、がんばっていきます。

大学院： 応用物質化学専攻
固体化学講座
構造機能化学グループ

松田研究室

(構造機能化学研究室)

教授： 松田 亮太郎 (Matsuda, Ryotaro)

(Email: ryotaro.matsuda@chembio.nagoya-u.ac.jp)

准教授： 井口 弘章 (Iguchi, Hiroaki)

(Email: hiroaki.iguchi@chembio.nagoya-u.ac.jp)

助教： 日下 心平 (Kusaka, Shinpei)

(Email: shinpei.kusaka@chembio.nagoya-u.ac.jp)

特任助教： QU, Liyuan

(Email: liyuan.qu@chembio.nagoya-u.ac.jp)

特任助教： Pirillo, Jenny

無機・錯体化学

ナノポーラス金属錯体

有機化学

物理化学 計算化学

ナノ空間の科学

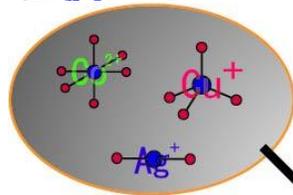
基礎学術探究

新物質の合成
新現象の解明

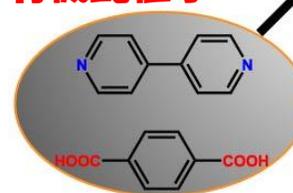
応用研究

新機能の開拓
実用材料の開発

金属イオン

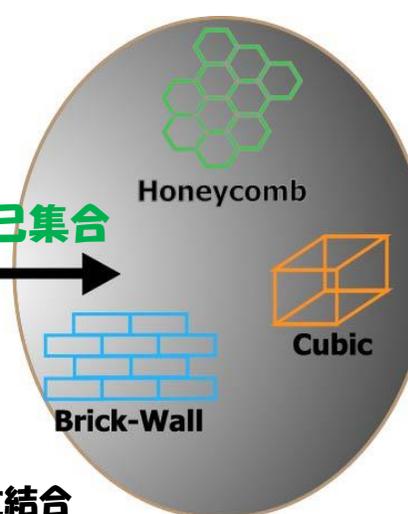


有機配位子



自己集合

配位結合



松田研究室

(構造機能化学研究室)

<左上パネル>

私たちの研究室は無機錯体化学を基盤に、有機化学や物理化学等のエッセンスを取り入れ、ナノ空間の科学を行っています。その中で、新物質の合成等の基礎研究から、実用材料の開発の応用研究も行っています。

<右上パネル>

対象とする物質はナノポーラス金属錯体と呼ばれる物質群です。様々な金属イオンと有機配位子を溶液中で混合することによって、配位結合を介した自己集合によって多様な構造を有する結晶性の固体を得ることができます。

<下半分>

この構造の多様性を利用して、ナノ空間をデザインします。具体的には周期表にある様々な元素の特徴を理解して選択します。次に、有機配位子の構造や性質を考えて合成します。これらを組み合わせてナノ空間を作ります。

合成したナノポーラス金属錯体は、放射光を利用したX線回折測定などで、構造決定し、続いて、物質の分子認識能や、補足機能、さらには電気伝導性などの電子機能を明らかにしていきます。このように、幅広い、分野横断知識を大いに活用して、研究を進めています。

ナノ空間をデザインする

骨格の設計と構築
(無機・錯体化学)

多様な元素

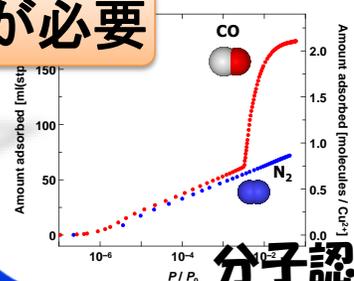


構造解析・構造決定
(構造化学)



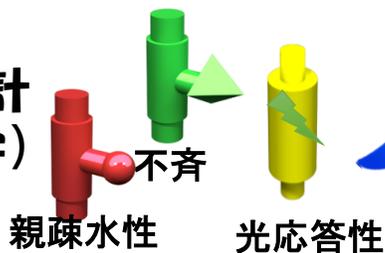
分野横断した広い知識が必要

電子機能開拓
(物性化学)



分子認識・捕捉機能開拓
(物理化学・熱力学)

配位子の設計
(有機化学)



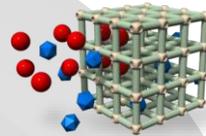
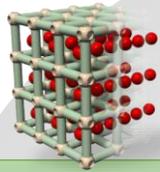
燃料タンク・ガス輸送タンカー
(H_2 , CH_4 , CO_2 , C_2H_2)



貯蔵

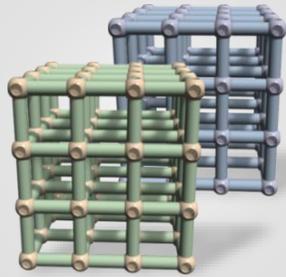


酸素富化装置
排ガス分離装置
デシカント空調
(CO_2/CH_4 , O_2/N_2)

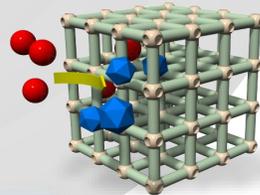
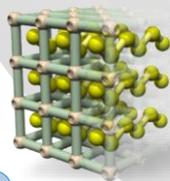


分離

ナノポーラス金属錯体



触媒



エネルギー変換

ヒートポンプ・低温デバイス
(H_2O , CH_3OH)



糖の分解・異性化材料
有機物酸化剤
(セルロース、芳香族)

松田研究室

(構造機能化学研究室)

ナノ空間ポーラス金属錯体は、様々な応用利用が期待されています。例えば、燃料タンクに搭載可能な、水素やメタンなどの、気体吸蔵材料や、排ガスから有害ガスを除去するガス分離材料としての応用が非常に有力です。

また、分子の吸脱着には、熱の放出と吸収が伴うので、これを利用した、ヒートポンプなどのエネルギー変換材料としての応用研究も進めています。電気伝導性を持たせることもできますので、センサー等の機能性電極への展開も可能です。

そのほか触媒材料としても期待されています。

このように幅広い応用利用が期待されており、基礎研究のみならず、企業との共同研究も多く行っています。

多様な元素・形態が織りなす 機能材料の創製と応用

扱う物質や形態：セラミックス，水酸化物，金属，有機物，高分子，
ガラス，ナノ粒子，薄膜，集積体 など

研究キーワード：バイオマテリアル，バイオミメティクス，
層状化合物，溶液化学，自己組織化 など

物質系にとらわれず、自由な発想で新奇を見出しましょう！

Mater. Adv., 2020, 1, 3215.

機能材料化学研究グループでは、多様な元素や形態からなる材料を用いて、機能材料の創製と応用を行っています。

扱う物質は、セラミックスを中心に水酸化物・金属・有機物・高分子等を組み合わせており、形態もナノ粒子や薄膜など様々です。

このように、物質系にとらわれず、自由な発想で新しい機能をもつ材料を設計し、研究できる環境があります。

体制は教員3名、学生は20名以上います。博士後期課程の学生や留学生も複数在籍しています。



教授 大槻主税



講師 鈴木一正



助教 松川祐子

博士後期課程：4名

M2：6名 M1：7名

B4：6名（2025.03現在）

うち留学生3名

連絡先(大槻)：ohtsuki@chembio.nagoya-u.ac.jp

名大 大槻研

検索

Target: 生体・光に応答し機能発現する新材料の創製

大槻研究室

(機能材料化学研究室)

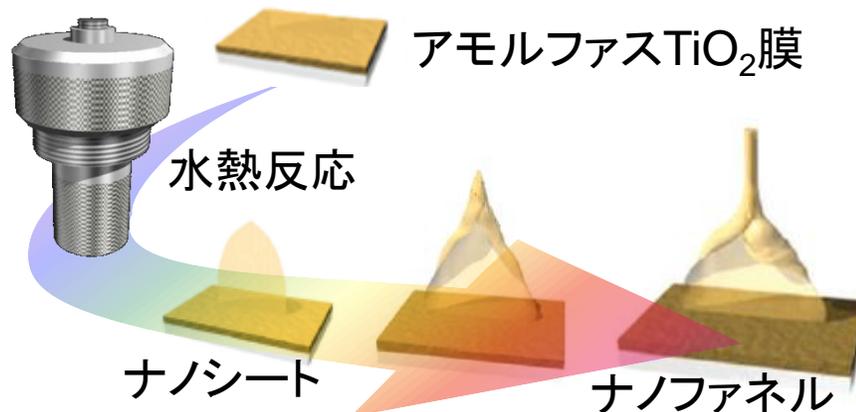
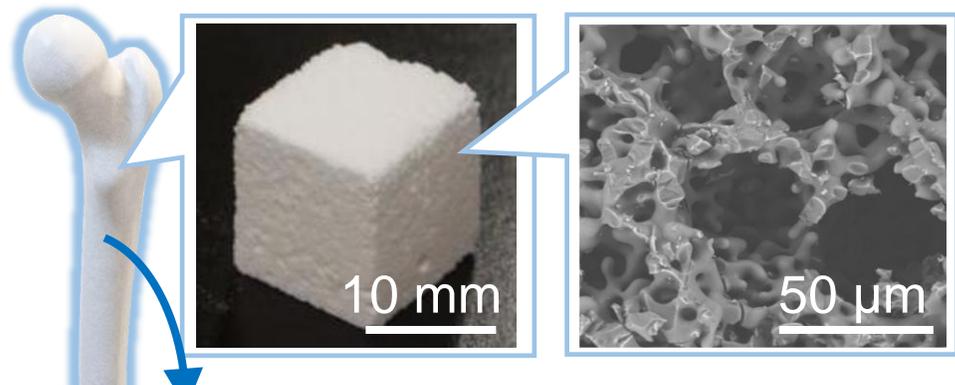
Inspired & Create 自然現象に触発されながらプロセスと材料を設計
先端医療・エレクトロニクス・SDGsに向けた素材を創製

生体材料の開発と生体模倣

ナノ構造を制御する溶液化学

薬剤を導入・徐放できるセラミックス多孔体

基板上へのナノ構造膜の配向成長

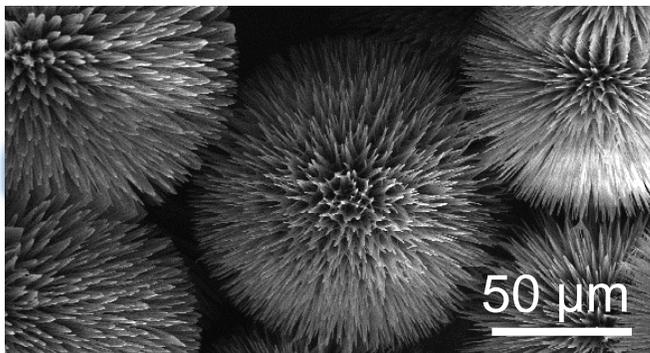


研究目標として、生体や光に応答し機能を発現する新素材の開拓を掲げています。これに向け、バイオインスパイアードのように、自然現象に学びながらプロセスと材料を設計すること、実際に先端医療・エレクトロニクス・持続可能社会の実現に向けた新材料の創製を行っています。

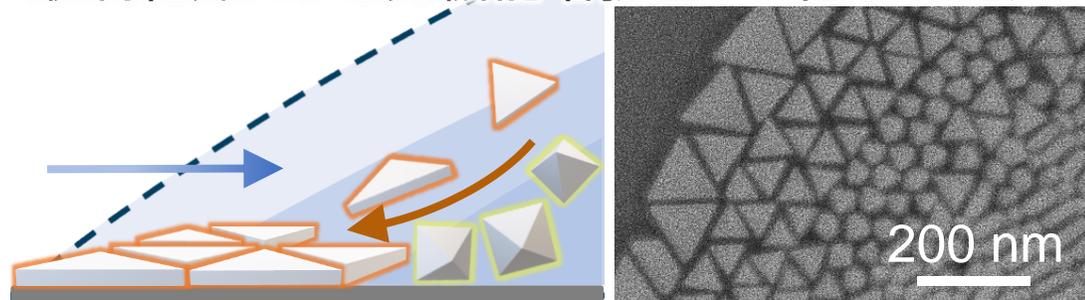
具体的には、生体材料の開発と生体模倣、およびナノ形状を制御する溶液化学プロセス等について研究しています。これまでに、人工骨の高機能開拓として、薬剤を導入あるいは徐放できるセラミックス多孔体の実現や、骨の成分を模倣した、ウニ状人工粒子の作製を行ってきました。他にも、表面化学やエレクトロニクス分野での学理創出や応用展開に向け、基板上に配向した粒子を成長させ電気化学的な評価をしています。液滴乾燥現象や界面活性剤を利用した、金ナノ粒子の配列制御も行っています。

材料と医療を融合する分野や、無機、有機、生命を横断する材料研究に取り組みたい方を積極的に受け入れています。

骨の成分を模倣したウニ状粒子



液滴乾燥による光機能増強金ナノ粒子の配列



連絡先(大槻) : ohtsuki@chembio.nagoya-u.ac.jp

名大 大槻研

検索



多孔材料化学研究室

セラミックス・有機高分子など、
様々な多孔質材料を研究しています。

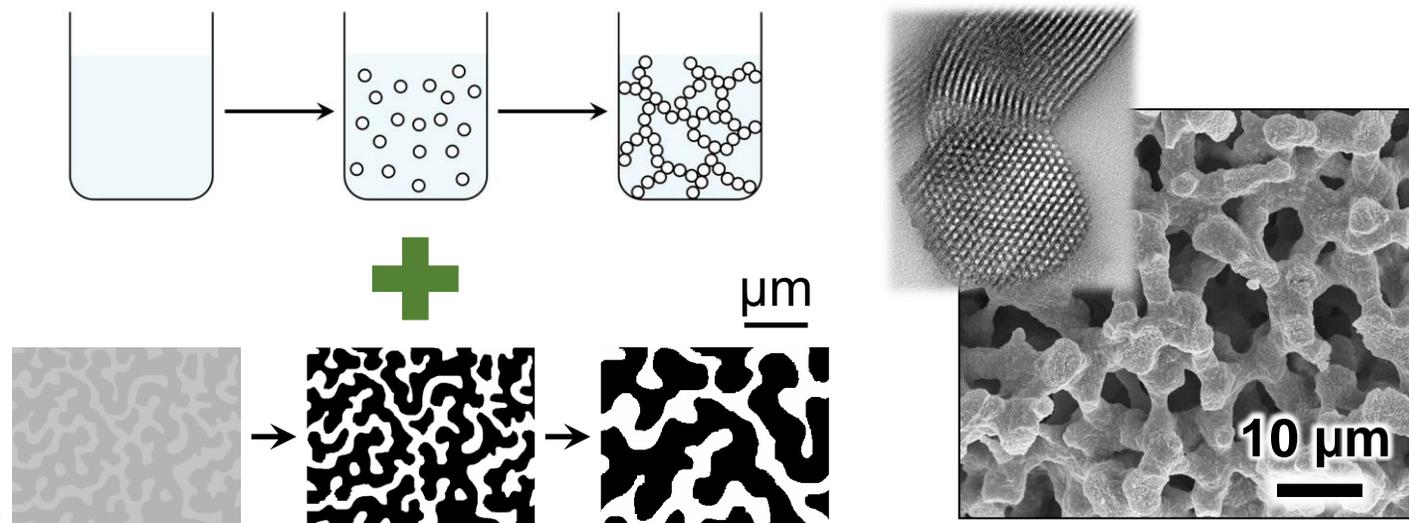
中西研究室

(多孔材料化学研究室)

「多孔材料化学」研究室は、未来材料・システム研究所にある、応用物質化学専攻の協力講座です。ゾルゲル法などの溶液反応により、酸化物セラミックスのほか、有機高分子や有機-無機ハイブリッド材料など、様々な多孔材料を合成し、その細孔構造制御を行うことで、優れた機能の発現と応用を目指しています。

こちらに示すように、ゾルゲル法をスピノーダル分解という相分離と組み合わせてマイクロメートルサイズの細孔をきれいに作ることができます。また、界面活性剤の自己組織化を利用することで、ナノメートルサイズの孔を導入した階層的多孔構造の構築および細孔構造制御を行っています。このような複雑な構造を一段階の液相反応で作製するという、世界でも稀有な合成技術を学ぶことができます。

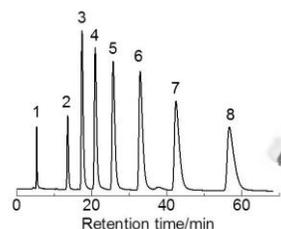
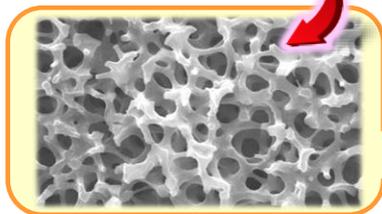
相分離や自己組織化を利用した階層的多孔構造の構築・制御



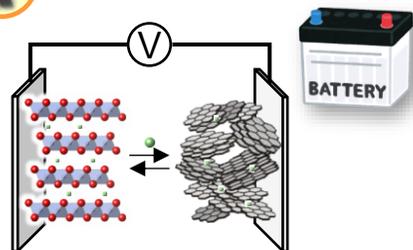
中西 和樹 教授

多孔質モノリス材料

Spinodal Decomposition

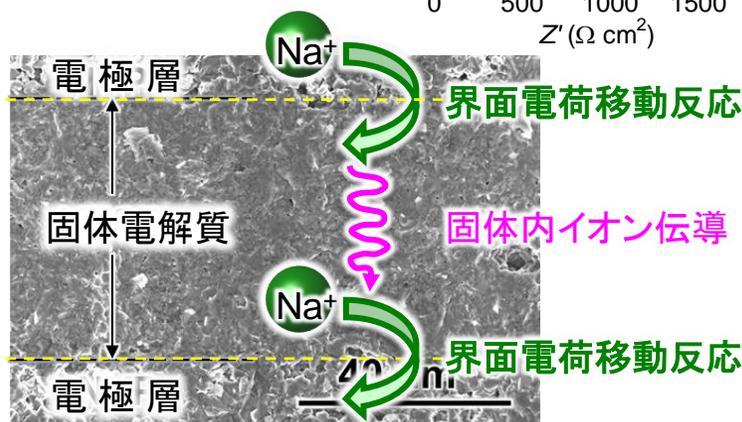
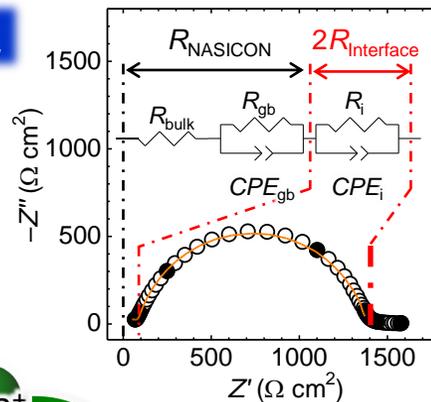
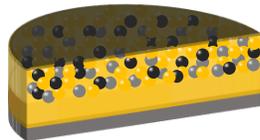


HPLC Columns



Electrodes

全固体Na二次電池



中西研究室

(多孔材料化学研究室)

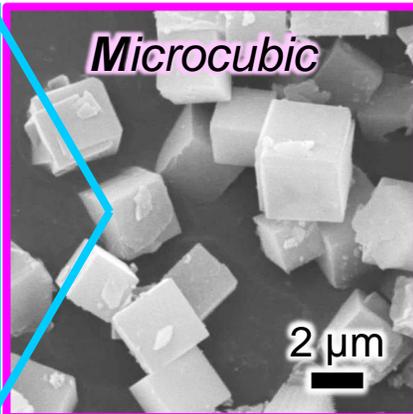
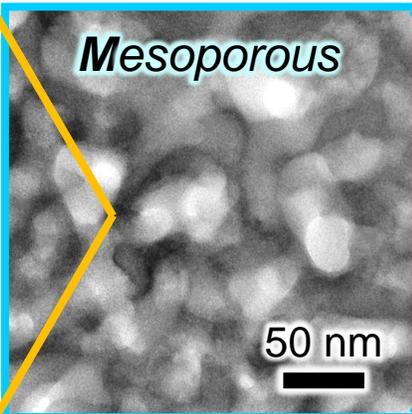
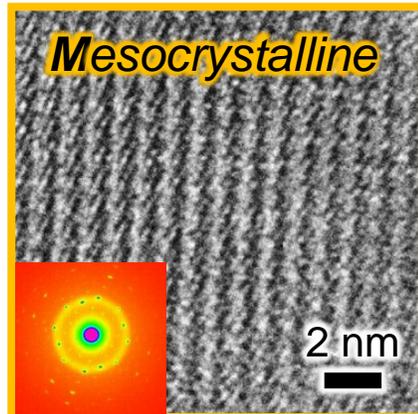
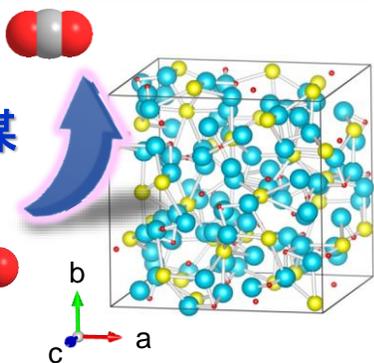
先ほど紹介したような多孔質モノリス材料は、触媒・分離・吸着・電極など、様々な応用展開が期待できる材料です。最近では、特に二次電池電極への応用研究を進めています。

その他、安価で安全性に優れた次世代の蓄電池として期待されている全固体ナトリウムイオン二次電池に関する基礎研究や、アンモニア合成や排ガス浄化触媒への応用を目指して多孔質セラミックス多面体粒子の開発を行っています。これらの研究は、他の大学・研究機関と協力して、オールジャパンで進めるプロジェクトに参画しており、異なる分野の研究者との交流も盛んに行っています。

研究内容に興味のある方は、是非一度、見学にいらしてください。

多孔質セラミックス粒子

触媒



固体化学④ (機能物質工学G) 長田研究室

【教員】長田 実 教授, 小林 亮 准教授, 山本瑛祐 助教

【学生】博士課程5名, 修士課程13名, 学部生6名
+ 秘書2名, 研究業務員2名, 外来研究員4名

URL: <http://mosada-lab-nagoya.com>



長田



小林



山本

長田研究室

(機能物質工学研究室)

機能物質工学の長田研究室です。我々の研究室は、スタッフ3名、学生24名、秘書、業務員、外来研究員8名、総勢35名からなります。

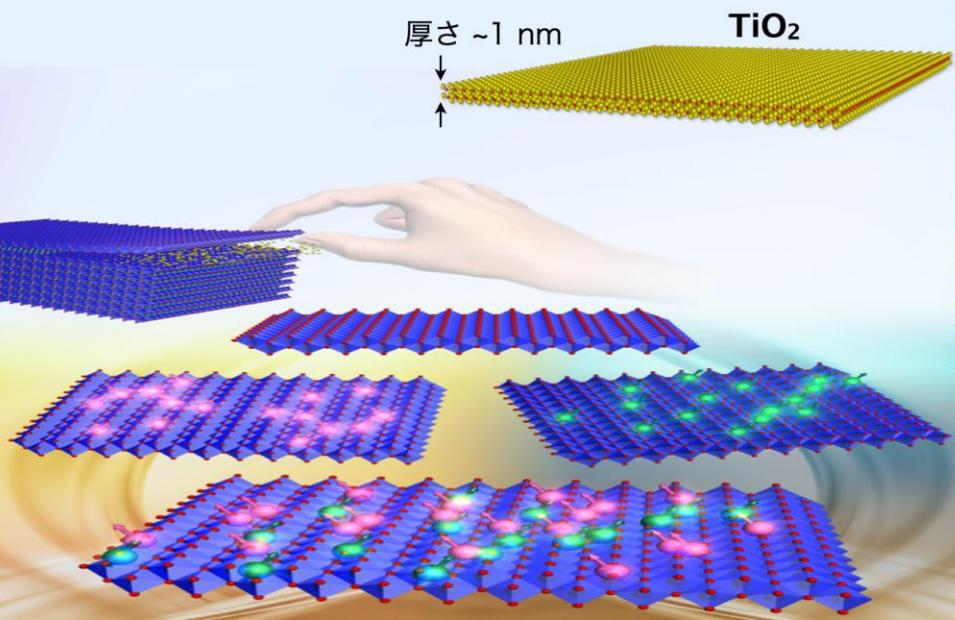
研究ターゲットは、無機材料とナノテクです。ナノレベルでサイズ、形態、次元を制御したナノ物質は、従来のバルクにはない特異な物性を示し、新しい機能材料としての応用が期待されています。

我々の研究室では、ナノシートという、厚さ約1nm、数原子の厚さの2次元物質を対象に、精密合成、高次構造体の構築、機能開拓などを行い、新しい機能材料の開発を進めています。

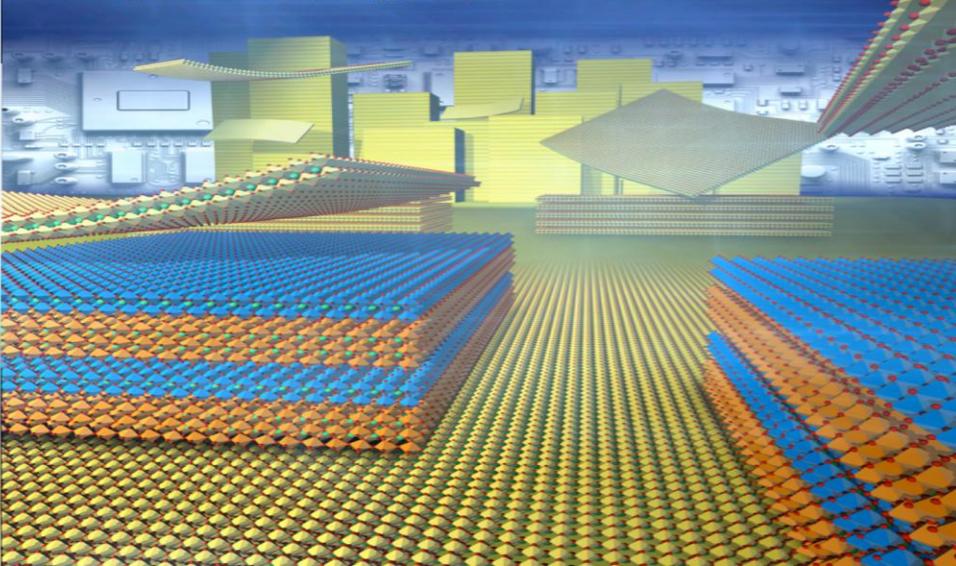
無機ナノシートの精密合成と応用

【キーワード】無機材料, ナノテク

新しいナノシートをつくる



新しい機能材料をつくる (ナノの積木細工)



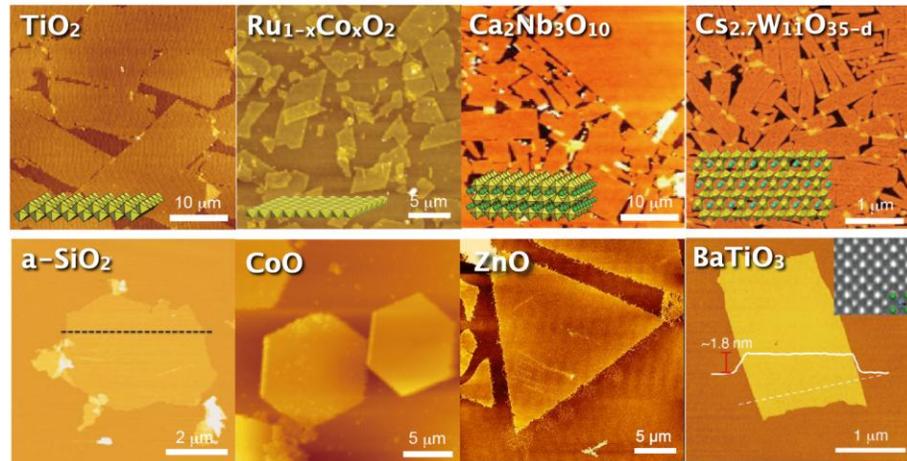
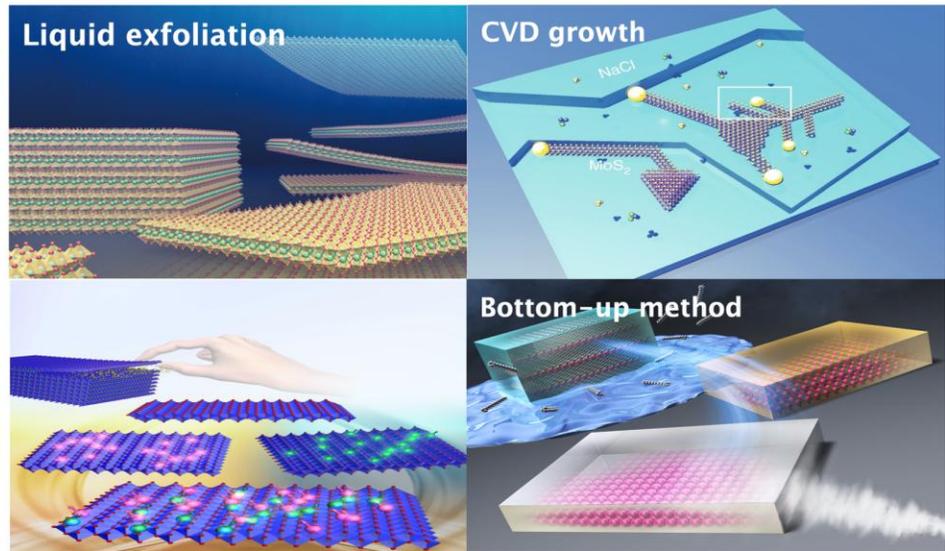
研究内容 ナノシートで新しい機能材料・デバイスをつくる

長田研究室

(機能物質工学研究室)

① 精密合成

新しい機能のナノシートを設計・精密合成

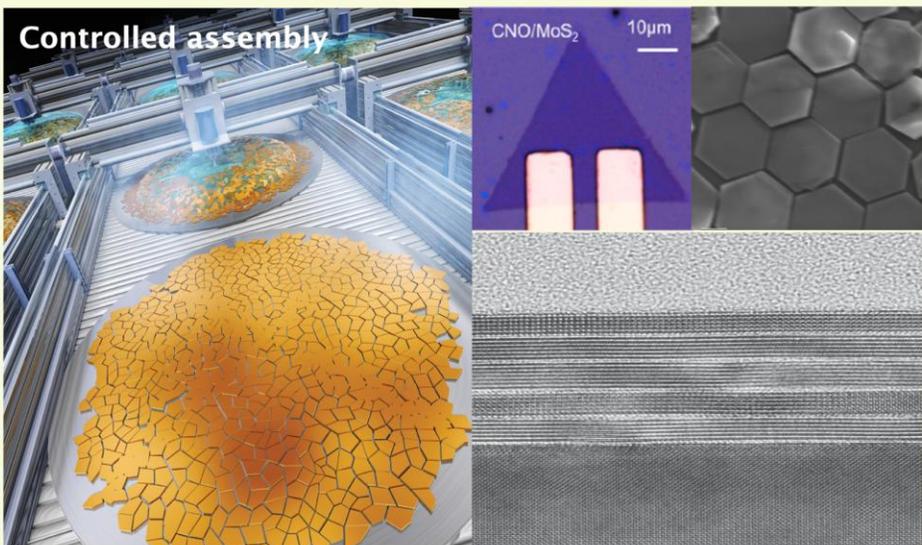


② 精密集積

ナノシートを自在に並べ、新しい構造・材料

③ 機能・応用

新しい機能材料・デバイス



我々の研究室では、主に3つのテーマを進めています。
 1つ目が、ナノシートの精密合成により、新しい機能のナノシートを開発する合成研究。
 2つ目が、ナノシートを自在に並べ、ナノの積木細工により新しい構造・材料をつくる精密集積の研究。
 そして、3つ目が、①と②の融合により、新しい機能材料・デバイスを開発する機能・応用の研究です。

こうした無機ナノ材料の研究を通して、将来の資源・エネルギー・環境問題の解決に寄与する新しい材料の開発と応用を進めています。

固体5 ラジカル化学 熊谷研究室 (IMaSS協力)

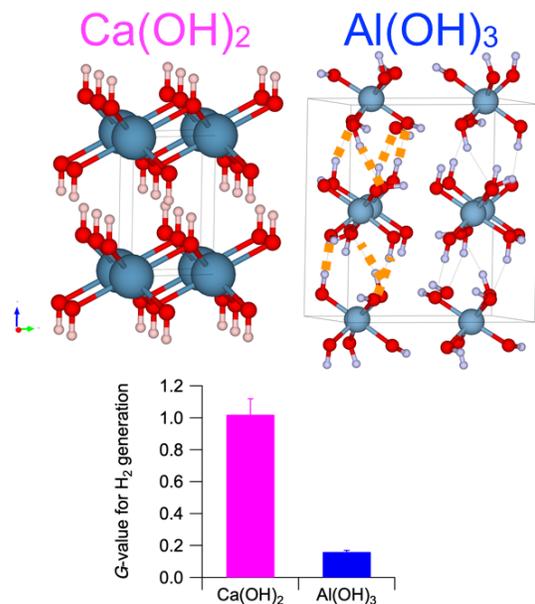


准教授 熊谷 純

熊谷グループ
(ラジカル化学研究室)

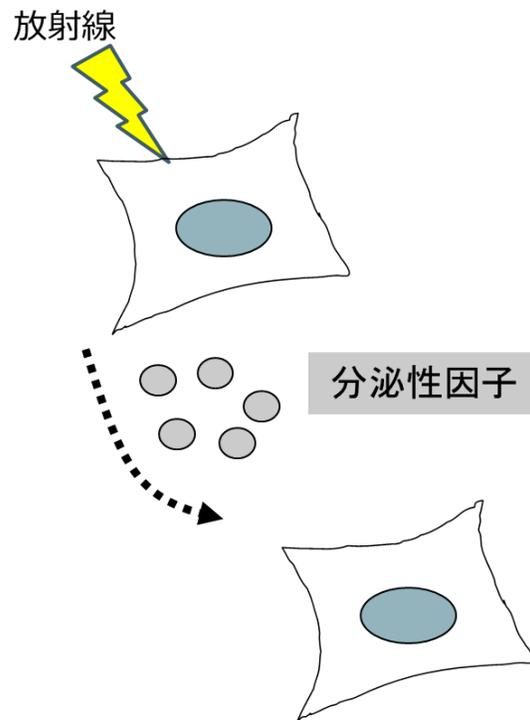
連絡先(Email): kumagai@imass.nagoya-u.ac.jp

1. 低レベル放射性廃棄物処分に向けた放射線分解による水素生成機構の解明
2. がん細胞の放射線抵抗性獲得メカニズムの研究
3. 光触媒中に生成するラジカルと触媒活性との関係に関する研究



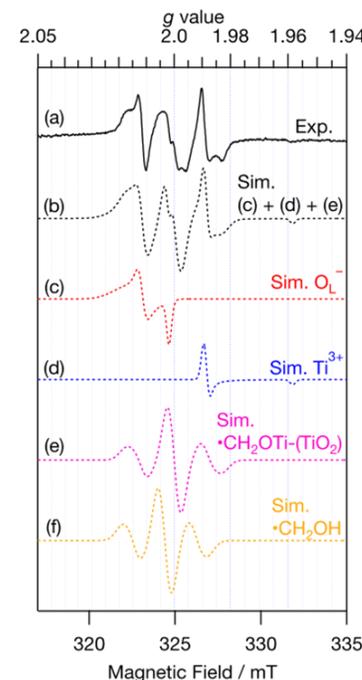
水素結合があると水素は生成しにくい

放射線化学



放射線抵抗性に導く作用

放射線生物学



Tiルイス酸サイトに結合したフォルミルラジカルを初同定

光化学

熊谷研究室では、放射線や光の影響で生ずる物質中や細胞中のラジカルを観測して、放射線化学反応・放射線生物影響・光触媒反応の研究をしております。1のテーマは、低レベル放射性廃棄物の安全な廃棄のための研究です。低レベル放射性廃棄物は、セメント固化による廃棄の方針ですが、セメントは水を含むため、水の放射線分解によって水素が生成し、処分場での水素爆発が懸念されます。これまで、セメントを放射線照射して生成する水素収量の検討は行われてきましたが、セメントを構成する各水和物結晶からの生成収率・生成メカニズムは殆ど検討されておりません。当研究グループでは、水和水の水素結合と水素分子発生量とに相関を見出しており、本研究は、令和4年度環境研究総合推進費の戦略的研究開発プロジェクトに採択されております。

2のテーマは、がん腫瘍の放射線治療を継続しているうちに、腫瘍が徐々に放射線抵抗性になって治療効果が上がらなくなるメカニズムを解明し、治療効果が上がる方法を模索するものです。特に放射線が当たった細胞から出て来る分泌因子に着目し、その因子を受けた細胞の抗酸化力の変化を細胞内ラジカル量から検討しています。最近では、分泌因子の1つとして、エクソソームという細胞が分泌する小型小胞に着目しています。線量が200 mSvという低線量であっても、エクソソームの放出量が2~3倍に増えることを最近見出しております。放射線生物学を専門としている先生との共同研究です。

3. 光触媒に光が当たるとホールと電子が生成して、そのそれぞれが物質の酸化と還元に参加して光触媒反応が進行します。その反応中間体をESRで観測し、触媒中のホールや電子のESRスペクトルを解析することにより、触媒活性が向上する条件を探っております。スライドは、ルイス酸サイトにメタノールが配位結合して生成したフォルミルラジカル(e)をESR初めて同定したもので、この信号が観測される状態では水素生成活性が向上することがわかっております。今後、酸化チタンや酸化ガリウムに欠陥を導入あるいは排除して、触媒活性と欠陥の種類との関係を探って参ります。光触媒を専門としている先生との共同研究です。