

# 生命分子工学専攻の紹介

1. 村上研究室（生体分子応用化学研究室）
2. 浅沼研究室（生命超分子化学研究室）
3. 清中研究室（化学遺伝学研究室）
4. 安井研究室（創発計測化学研究室）
5. 堀研究室（分子生命環境プロセス研究室）

# 生体分子応用化学研究室(生命分子工学専攻)

教授 村上 裕  
准教授 林 剛介  
助教 稲垣 雅仁

D3 3人  
D2 1人  
D1 1人  
M2 6人  
M1 6人  
B4 7人

*Chemical Biology  
Biotechnology*

*Chemistry*

*Biology*

つくれなかったものを創る。  
見られなかったものを見る。

これらの技術を開発して、科学・社会に貢献することを目標にしています。

村上研究室

(生体分子応用化学研究室)

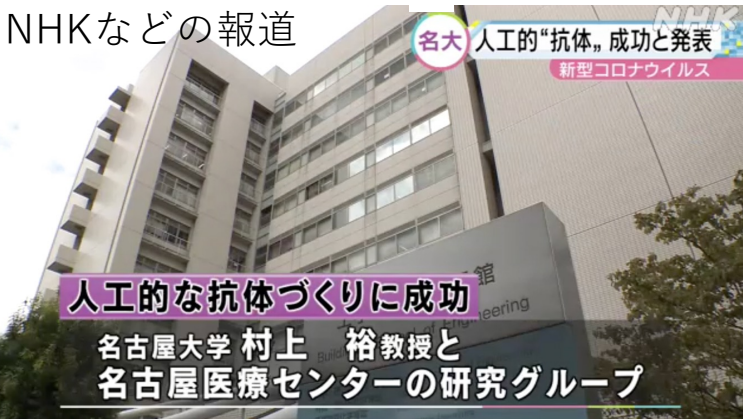
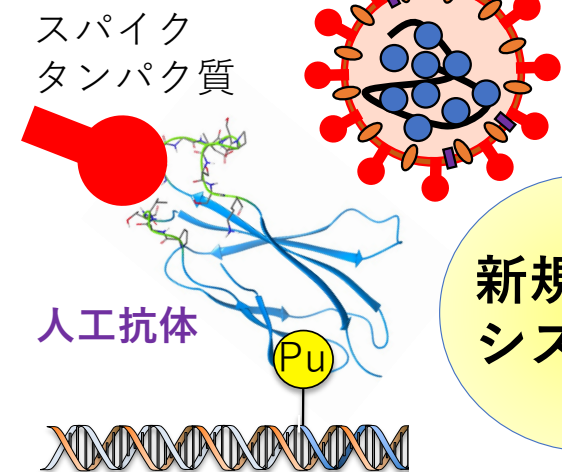
生体分子応用化学研究室では、幅広いバックグラウンドをつスタッフのもと、化学と生物の学際領域であるケミカルバイオロジーやバイオテクノロジー分野の研究をしています。研究室の目標は、つくれなかったものを創る、見られなかったものを見るための技術を開発することで、科学や社会の発展に貢献することです。



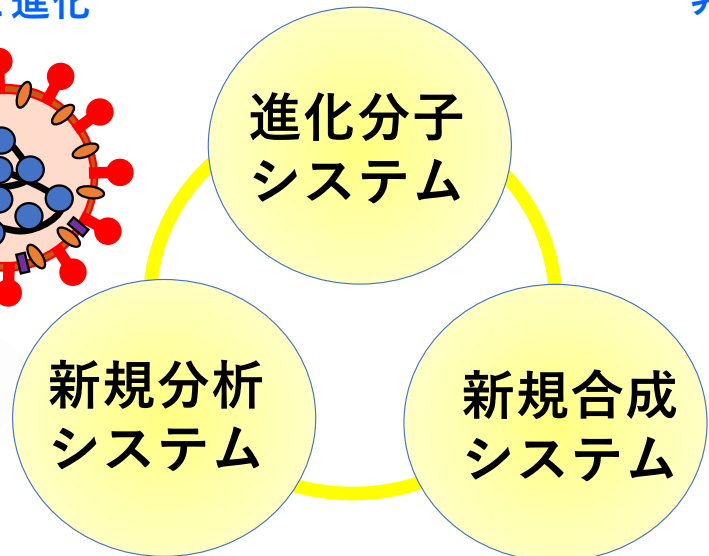
2024年9月  
熊野古道+鬼ノ城

# 生体分子応用化学研究室の主なテーマ

人工抗体の生合成と進化  
新型コロナウイルス

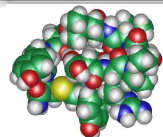


癌治療薬の開発等も進行中



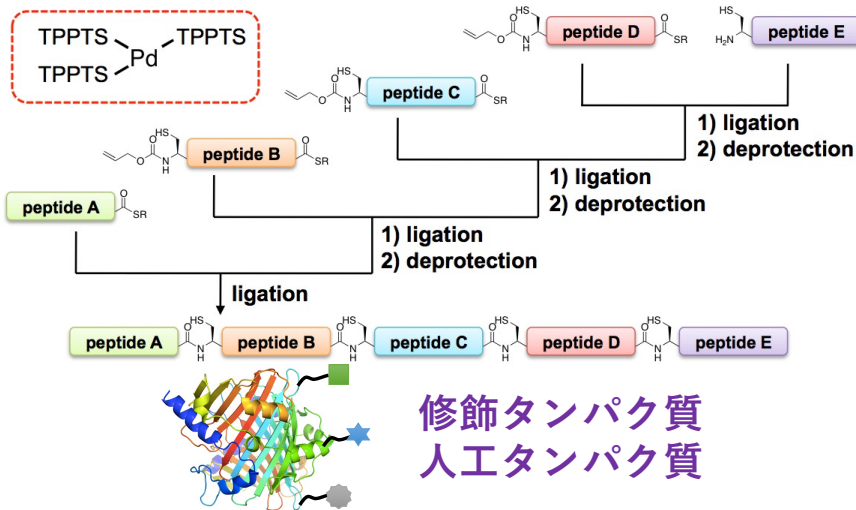
非天然型ペプチド生合成

	U	C	A	G	
U	L	S	Stop	C Stop W	U C A G
C	L	P	Q	R	U C A G
A	I M		K	S R	U C A G
G		A	D	G	U C A G



非天然型ペプチド

タンパク質化学合成



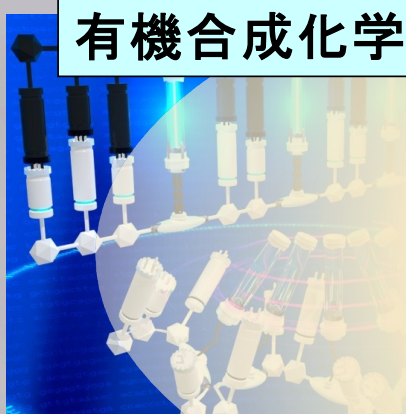
村上研究室

(生体分子応用化学研究室)

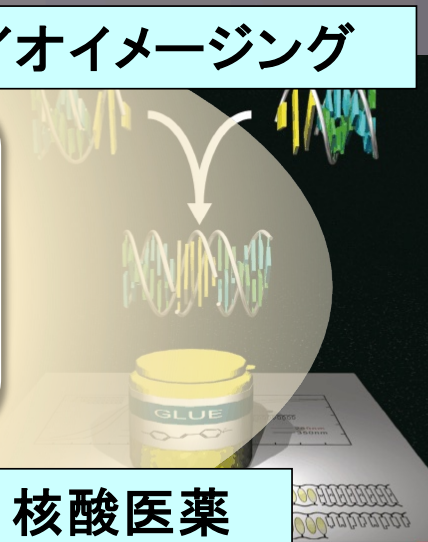
研究内容は主に「進化分子システム」「新規分析システム」「新規合成システム」の開発から成り立っています。例えば、人工抗体の迅速な創製を可能にするシステムを構築し、新型コロナウイルスに対する人工抗体を取得しました。このシステムは、新興ウイルス、細菌、癌など様々な標的に対する人工抗体を取得する方法として期待されています。また、薬剤候補となる非天然型ペプチドを生み出す生合成システムや、ペプチドをつなぎ合わせて修飾タンパク質や人工タンパク質を化学合成するシステムの開発も行っています。生体分子の応用や合成に興味のある元気な学生さんを募集しています。まずは見学に来て下さい。

XNAナノマシン

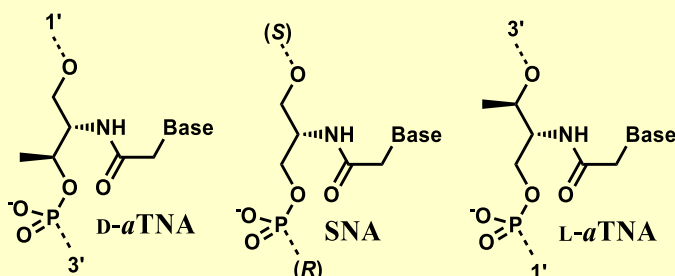
有機合成化学



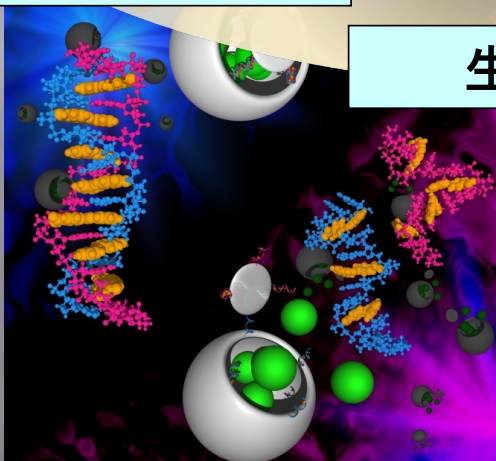
バイオイメージング



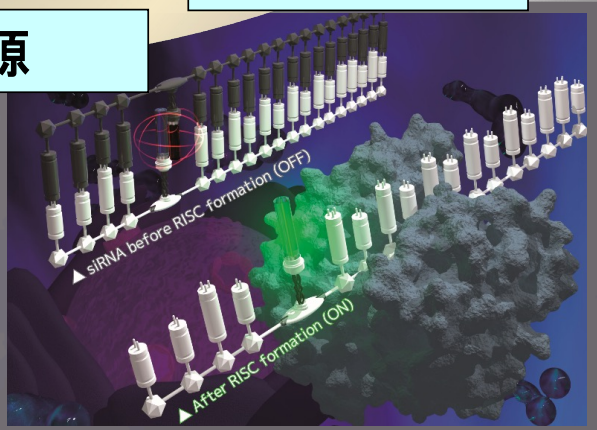
DNAを超越した人工核酸



高分子・超分子



核酸医薬



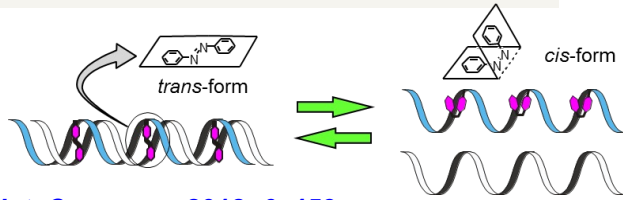
生命の起源

生命超分子化学グループ 浅沼研究室では、有機合成化学を駆使して天然のDNAを超越した人工核酸を設計し、XNAナノマシン、バイオイメージング、核酸医薬、生命の起源など、分野を横断した研究を展開しています。

# 核酸の機能的再インストール

Chem. Rec. 2014, 14, 1055-1069.

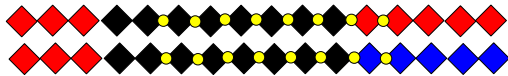
## 1. 光駆動型XNAナノマシンの開発



Nat. Commun., 2018, 9, 453.

J. Am. Chem. Soc., 2019, 141, 9485. (Journal Cover)

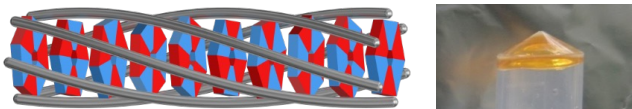
## 2. 核酸医薬の開発



ChemBioChem, 2017, 18, 1917.

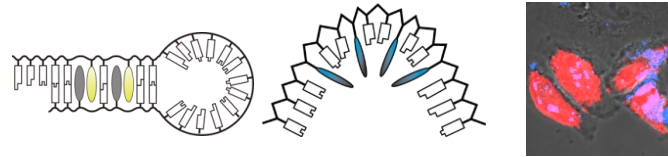
RSC Advances, 2017, 7, 34049

## 3. 人工多重鎖の設計・XNAゲル



J. Am. Chem. Soc., 2018, 140, 8456. (Journal Cover)

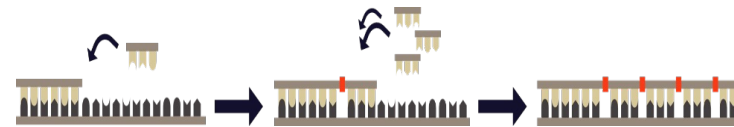
## 4. 蛍光プローブを用いたバイオイメージング



Angew. Chem. Int. Ed. 2015, 54, 4315.

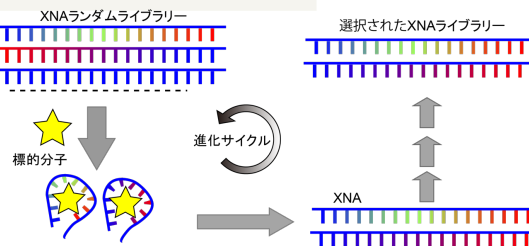
J. Am. Chem. Soc., 2022, 144, 1572.

## 5. XNAの自己複製(生命の起源)



Nat. Commun., 2021, 12, 804. (Featured article)

## 6. XNAアプタマー開発



世界初の人工核酸で最先端の研究を展開

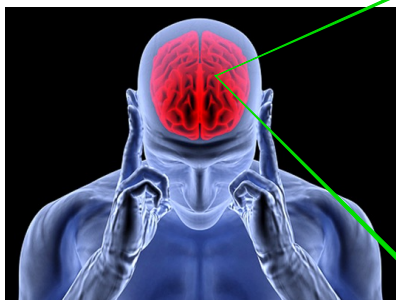
浅沼研究室

(生命超分子化学研究室)

具体的には、浅沼研で開発した人工核酸を縦横無尽に駆使することで、光駆動型DNAナノマシンの開発、人工多重鎖や自己修復型XNAゲル、核酸医薬の開発、蛍光プローブによるバイオイメージング、生命の起源の解明に向けたXNAの非酵素的自己複製 XNAアプタマー開発、などを研究しております。

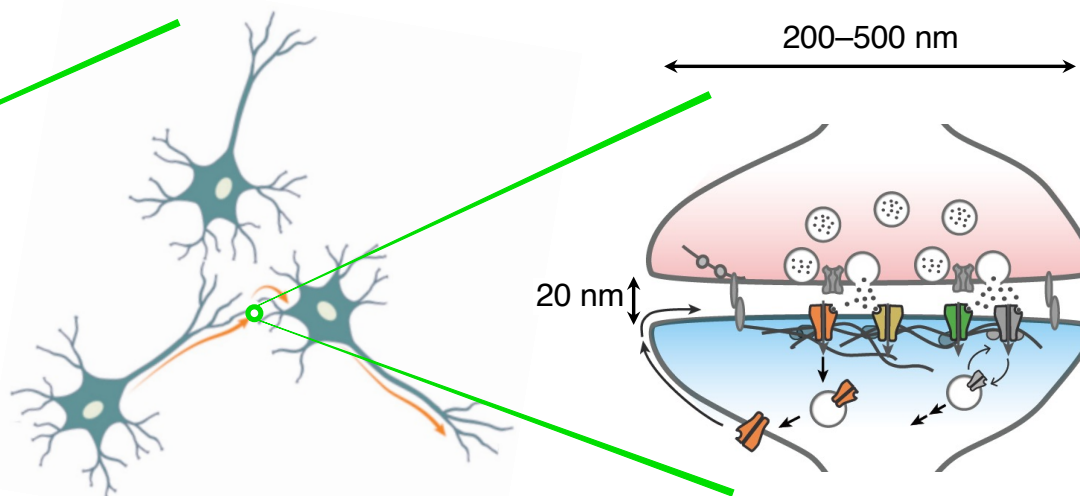
このように、世界初の人工核酸で最先端の研究を展開しております。

# 化学で生命システム「脳機能」を理解する



## 脳

- ・ 記憶学習行動の中枢
- ・ 860億個のニューロン（神経細胞）から構成



## 神経細胞（ニューロン）

- ・ 1つの神経細胞（ニューロン）は数多くのシナプスを有する。

## シナプス

- ・ 神経活動の基本単位（ $\mu\text{m}$ 未満の微小空間）

脳には100兆個のシナプスが存在 → 多様な情報処理を実現

## 情報処理に基づく神経・精神疾患

アルツハイマー病、うつ病、パーキンソン病など多数

→ いずれも、明確な治療方法は知られていない

**この機構を明らかにすることが今後の科学の大命題**

清中研究室

（化学遺伝学研究室）

清中研究室では、化学を基礎知識として、脳機能を中心とした生命システムを理解することを目的としています。動物の生命活動は脳で統合されており、脳には860億（約 $10^{11}$ ）個の神経細胞が存在します。さらに、神経細胞は情報処理を行うためにシナプスを有しており、その数は約 $10^{14}$ 個であると考えられています。この複雑な細胞間のネットワークにより、脳における多様な情報処理が実現しています。このネットワークに異常が生じると、アルツハイマー病やうつ病などの重大な疾病につながります。その明確な治療方法は未だに見出されておらず、人類にとっての大きな命題です。



# 生命分子工学専攻 創発計測化学（安井研究室）

安井研究室

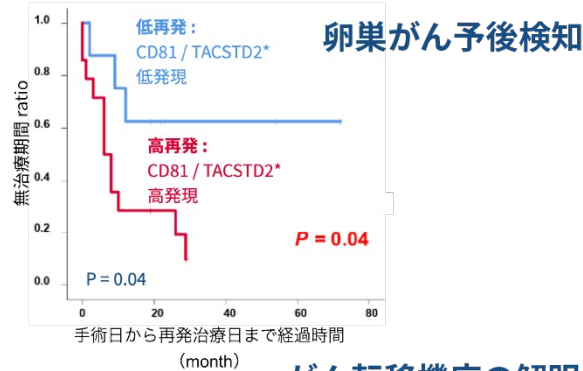
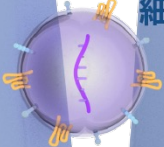
（創発計測化学研究室）

ナノワイヤによる  
次世代リキッドバイオプシー

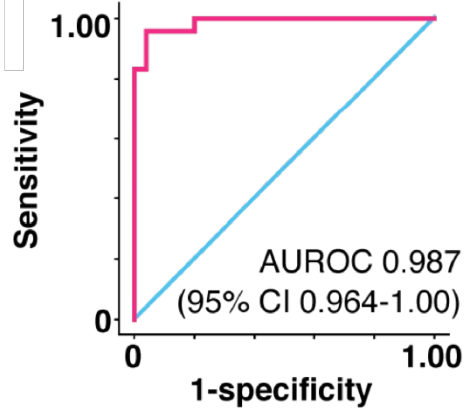
次世代医療となる  
がんの発症診断・病態進行予測

Craif 株式会社の共同創業と  
がんリスク早期検知

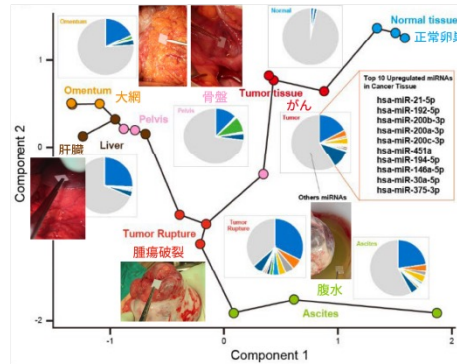
ナノワイヤによる  
細胞外小胞の捕捉



早期（ステージ I）肺がん検知



がん転移機序の解明



miSignal サービス展開



「計測が変われば、生命の見え方が変わる」

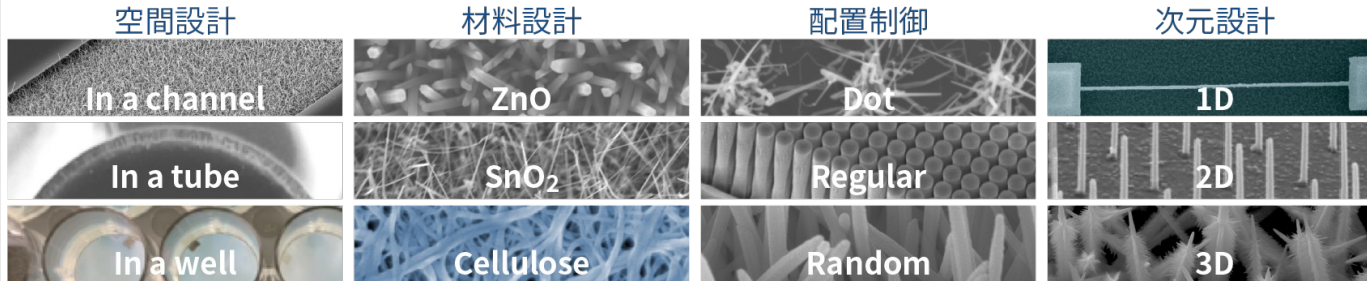
創発計測化学研究室（安井研究室）では、化学を基盤として新しい計測手法を創り出し、生命機能の理解を切り拓く研究を行っています。創発計測化学とは、新しい計測原理や計測技術を生み出すことで、これまで見えなかった生命現象を捉え、その理解を進展させる研究領域です。生命現象は多くの分子や微小粒子の相互作用によって成り立っています。しかし、その振る舞いは従来の計測手法だけでは十分に捉えることができません。本研究室では、ナノ材料を駆使して、微小粒子レベルで生命現象を観測する計測技術を開発し、これまで見えなかった不均一性や時間的変化を明らかにします。こうして創発された計測技術を起点として生命機能の理解を深め、将来的には新しい診断・医療技術の創出につながる研究を展開しています。

# 創発計測化学で解き明かす生命現象

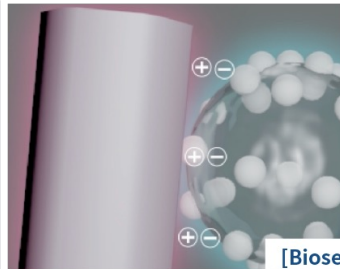
安井研究室

(創発計測化学研究室)

工学的観点より  
ナノワイヤ創出  
[ACS Nano, 2013]

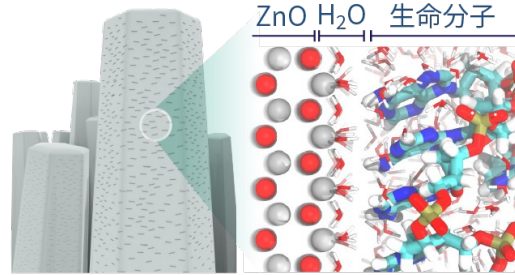


ナノワイヤ  
による  
捕捉機構の解明



[Biosens.Bioelectron., 2021]

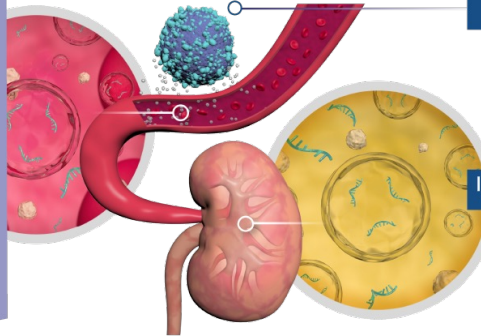
ナノワイヤと  
細胞外小胞の +  
クーロン力



ナノワイヤ側面の  
固着した水分子と  
細胞外小胞との  
水素結合

[Device, 2024]

リキッド  
バイオプシー  
の実践と  
医療応用展開



医療応用

組織表面の細胞外小胞：疾病発症機序の解明  
腹水中の細胞外小胞：がん治療後の予後検知  
血液中の細胞外小胞：がん関連 microRNA 群の同定

[Nat. Commun., 2023]

[Sci. Adv., 2026]

[Sci. Adv., 2023]

[Device., 2024]

[Sci. Adv., 2026]

リキッドバイオプシー

尿中の細胞外小胞：ステージ I 肺がん検知  
尿中の細胞外小胞：脳腫瘍の検知  
尿中の細胞外小胞：>1300 種の microRNA 発見

[Anal. Chem., 2024]

[ACS Nano, 2023]

[Sci. Adv., 2017]

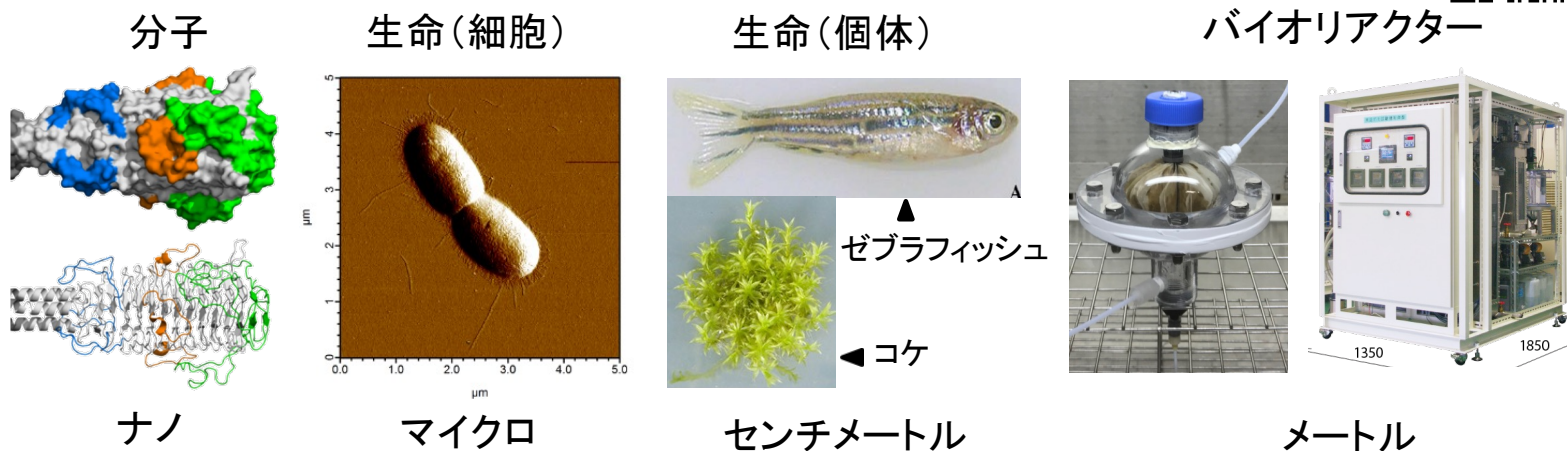
安井研究室では、新しい計測原理を化学から創り出し、それを生命科学へと応用する研究を進めています。生命現象は多数の分子や微小粒子の相互作用によって生まれる複雑なシステムであり、その仕組みを理解するためには、これまでになく視点から生命を観測することが重要です。本研究室では、ナノ材料や機能性デバイスを用いた計測技術を開発し、生体分子や細胞外小胞などの微小な粒子を高感度に解析する研究を行っています。こうした新しい計測技術により、生命現象の不均一性や時間的变化を捉え、生命機能の理解をさらに深めることを目指しています。また、これらの研究成果を基盤として、疾患の早期発見や個別化医療につながる次世代の診断技術の創出にも取り組んでいます。

研究キーワード：創発計測化学/ナノバイオメディカルエンジニアリング/ナノ材料/細胞外小胞（エクソソーム）/次世代診断技術

# 堀研(分子生命環境プロセスグループ)の特徴



原子・分子のスケールからリアクター(工場)、環境規模の研究まで



堀研究室  
(分子生命環境プロセス研究室)

堀研究室の教室名は、分子生命環境プロセス教室です。研究室では、原子・分子のスケールから生体、バイオリアクターのスケールまで、まさにナノメートルオーダーからメートルオーダーまで幅広いスケールで、遺伝子・タンパク質工学、微生物工学、生物情報工学、環境生物工学分野の研究に取り組んでいます。

「微生物技術とバイオテクノロジーで環境と地球を守ろう。消えいく生物資源を守ろう。」という、大きく、崇高な目標を掲げて、研究に取り組んでいます。

難分解性材料の分解、人工細胞創出による生命誕生の謎解明と人工細胞触媒の創出、微生物・酵素によるバイオものづくり、温暖化ガスの固定化、病気マーカーの検出、感染症対策・創薬等のテーマがあります。

学生さんは自分に合った研究課題を見出しやすく、広い分野の仲間と日常的にディスカッションできるので、視野も広がります。

微生物技術とバイオテクノロジーで環境と地球を守ろう。生物資源も守ろう。

**難分解性材料の分解**  
(プラスチック、油、ナノマテリアル)

人工細胞創出による生命誕生の謎解明と人工細胞触媒創出

微生物・酵素によるバイオものづくり(バイオ燃料、生分解性プラスチックからアロマ、バイオ宝石まで)

温暖化対策 (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>固定)

病気マーカー検出 (各種癌・胃腸疾患等)

感染症対策・創薬



# 堀研の研究



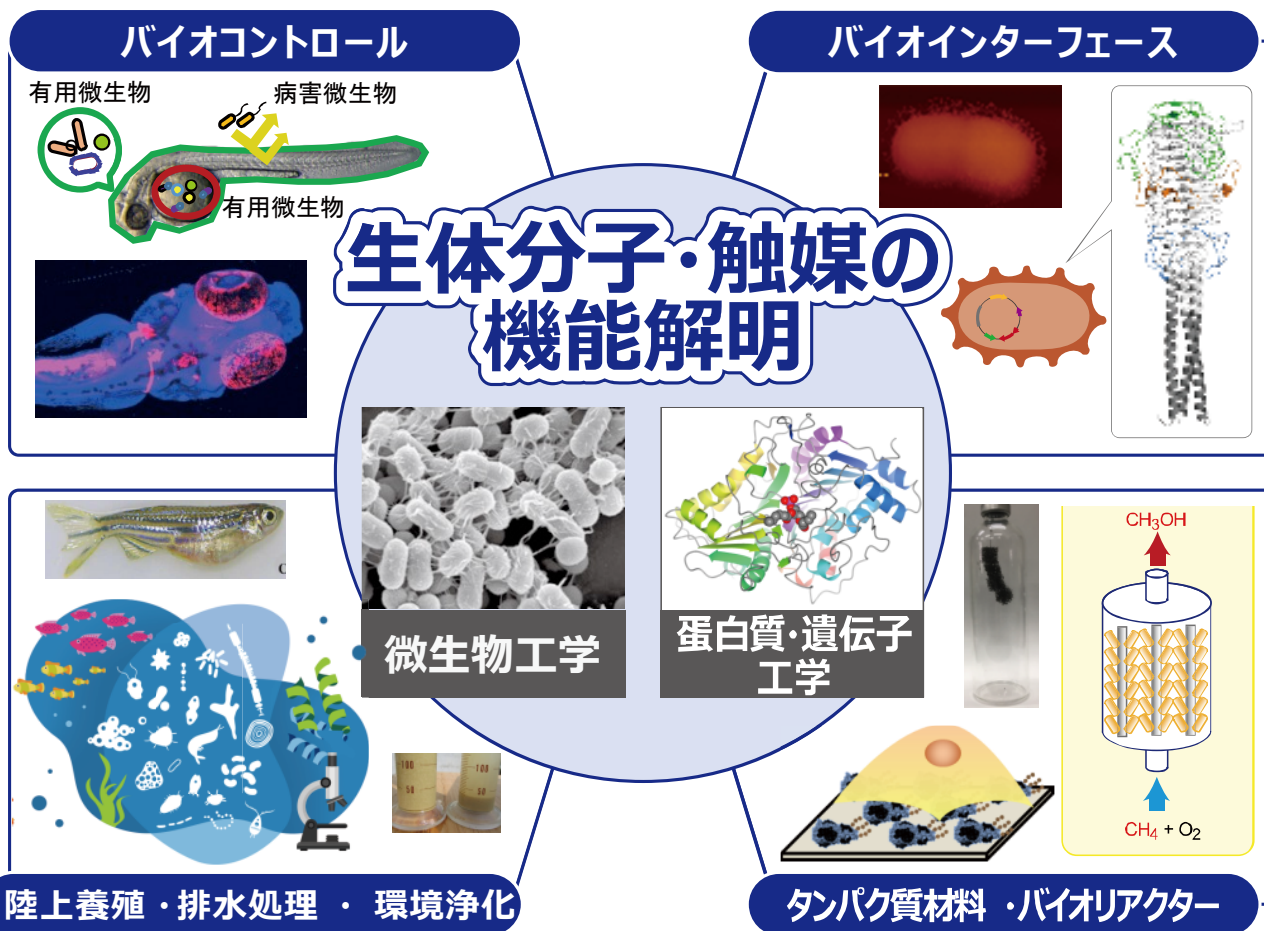
バイオコントロールとバイオインターフェースの二大テーマを掲げて  
基礎研究から応用研究まで一貫



堀教授



蟹江社長



## 堀研究室

(分子生命環境プロセス研究室)

研究テーマは、バイオコントロールとバイオインターフェースという二つの大テーマに分けることができます。

バイオコントロールは、病気を抑えたり免疫力を高める機能をもつ微生物、有害物質や環境汚染物質を分解する能力をもつ微生物など、有用微生物を環境や生体に投与し、微生物フローラをコントロールすることにより、健康や環境を保全する原理解明と、理論構築を目指す学問であり、例えば、陸上養殖、排水処理、環境浄化などに応用します。

バイオインターフェースは、環境と生物の境界、典型的には細胞表層に存在するタンパク質や脂質などの分子の機能や構造の解明を目指す学問であり、人工的にバイオ界面を構築することによって生物を模倣することも含まれます。その知見を、バイオマテリアル、バイオセンサー、バイオリクター等の創製に応用します。

産学連携を積極的に行っており、企業との共同研究だけでなく、大学発ベンチャーであるフレンドマイクロブ社を起業しています。卒業生の多くは共同研究先や教授のベンチャーに就職しています。優秀な学生さんは、企業の方から声がかかります。

