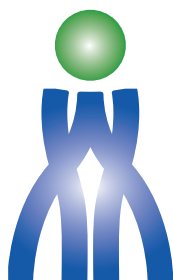


ライフサイエンス

「こまった」を「よかった」に変える
東北大学多元物質科学研究所



東北大学 多元物質科学研究所

IMRAM

INSTITUTE OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH
FOR ADVANCED MATERIALS TOHOKU UNIVERSITY

構造ヘー
ス
創薬

核酸化学

生理活性
分子

生体機能
解析

分子構造
解析

生体構造イ
メージング

バイオ分析

有機合成

人工光合成

構造ベース
創薬

核酸化学

生理活性
分子

生体機能
解析

分子構造
解析

生体構造イ
メージング

バイオ分析

有機合成

人工光合成

研究分野	教授	カテゴリー	頁
生命機能分子合成化学	永次 史	構造ベース創薬 / 核酸化学	1
有機・バイオナノ材料	笠井 均	構造ベース創薬	2
生命機能制御物質化学	和田 健彦	生理活性分子	3
細胞機能分子化学	水上 進	生体機能解析	4
生命分子ダイナミクス	高橋 聡	分子構造解析	5
量子ビーム構造生物化学	南後 恵理子	分子構造解析	6
量子電子科学	高橋 正彦	分子構造解析	7
光物質科学	小澤 祐市	生体構造イメージング	8
量子ビーム計測	百生 敦	生体構造イメージング	9
量子フロンティア計測	矢代 航 ^{SRIS}	生体構造イメージング	10
ナノ・マイクロ計測化学	福山 真央 ^(准教授)	バイオ分析	11
ハイブリッド炭素ナノ材料	西原 洋知 ^{AIMR}	バイオ分析	12
ハイブリッド材料創製	芥川 智行	有機合成	13
光機能材料化学	中川 勝	人工光合成	14

東北大学 多元物質科学研究所

多元物質科学研究所では、45 の研究室が基礎研究から社会実装に向けた取り組みまで幅広い研究を展開しています。物質・材料の分析、評価、解析に関する困りごとなど、お気軽にご相談ください。

〒 980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

TEL : 022-217-5204 (代表) FAX : 022-217-5211

web : <https://www2.tagen.tohoku.ac.jp>

✉ : tagen-sangaku@grp.tohoku.ac.jp (産学連携窓口)

✕ : https://x.com/team_tagen



遺伝子発現の化学的制御を目指した ケミカルバイオロジー

生命機能分子合成化学研究分野

創薬
構造
ベ
ー
ス

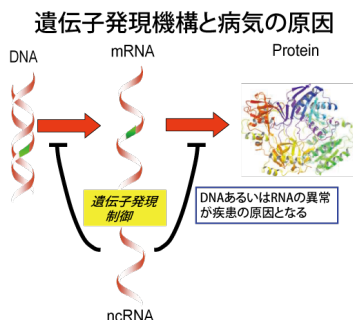
核酸
化学

専門分野・キーワード

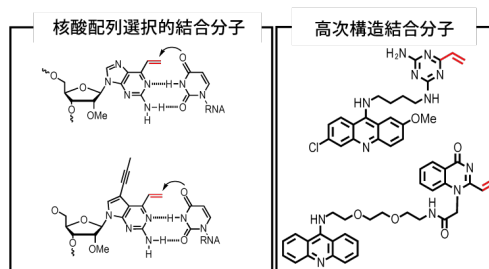
遺伝子発現制御 / 機能性人工核酸 / クロスリンク剤 / 機能性 RNA

主な研究テーマ

- 細胞内での遺伝子発現制御を目指した架橋反応性核酸の開発
- 核酸高次構造に結合する人工分子の開発
- RNA を標的とした新規化学ツールの開発
- 核酸を標的とした分子認識機構に基づく新規高機能人工分子の開発



標的核酸に結合する種々の機能性分子



ゲノム解析が終了し、実際に蛋白質として発現される遺伝子はわずか2%のみであり、残りの98%はタンパク質をコードしない、noncodingRNA(ncRNA)として生体機能の維持調節に極めて重要な働きをしていることが明らかになってきています。これらの遺伝子発現制御機構における破たんは、様々な病気の原因になることから、新たな創薬標的としての期待も高まっています。私たちの研究室では、細胞内で遺伝子発現を制御する機能性分子を独自に設計・合成し、既存

の分子ではできない新たな機能を持つ人工分子の開発を目標に研究を行っています。既に私たちの研究室では高機能を持つ核酸医薬として、標的遺伝子に対しピンポイントの反応性で架橋形成する人工核酸を開発し、効率的な遺伝子発現制御に成功しています。さらに、遺伝子発現で重要な機能を果たすことが分かってきた核酸高次構造に結合する分子の開発にも成功しています。現在、さらなる高機能化人工分子の開発を目指して研究を行っています。



教授 永次 史 Fumi NAGATSUGI

遺伝子発現の化学的制御を目指した方法論の開発

✉ fumi.nagatsugi.b8@tohoku.ac.jp



准教授 鬼塚 和光 Kazumitsu ONIZUKA

RNA を標的にした新規化学ツールの開発



助教 山野 雄平 Yuhei YAMANO

新規機能性核酸の創製

次世代薬剤およびエネルギー創・蓄・変・活を担う 有機ナノ粒子の創製

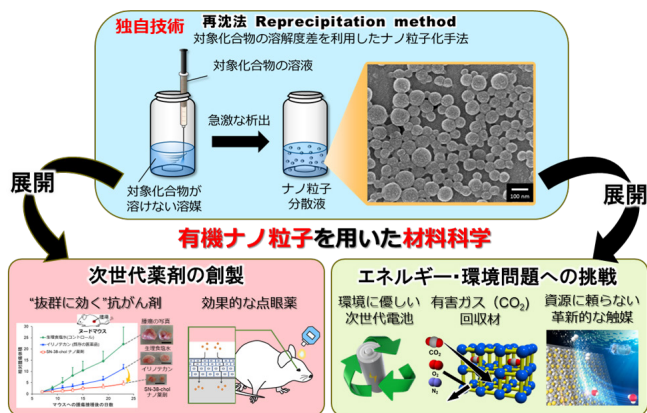
有機・バイオナノ材料研究分野

専門分野・キーワード

有機ナノ粒子 / ナノ薬剤 / 機能性有機材料

主な研究テーマ

- ・ サイズ制御された有機ナノ粒子の作製
- ・ 新たなデザインが施された抗癌性ナノ薬剤の創製とその薬理効果
- ・ ナノ点眼薬の創製とその薬理効果
- ・ エネルギー創・蓄・変・活を担う機能性有機材料の創製
- ・ 持続可能な社会に向けたリサイクル可能な高分子材料の創製



我々は、独自の有機ナノ粒子の作製手法である『再沈法』(図上部)を用いて、自由自在のサイズ・形状でナノ粒子を作製している。例えば同手法によって作製されたナノ薬剤は薬物分子だけで構成されるため、一般的なキャリアを用いた場合は異なるキャリアによる副作用の心配がなく、含有

薬物量が圧倒的に多くなるため効率的な治療が期待できる(図左下)。さらに、金属を一切使用しない有機材料が、従来では考えられない、電極活物質・電極/光触媒などエネルギー(創・蓄・変・活)機能に繋がることも見出している(図右下)。



教授 笠井 均 Hitoshi KASAI
次世代ナノ薬剤の創出
✉ hitoshi.kasai.a6@tohoku.ac.jp



助教 谷田 恵太 Keita TANITA
有機粒子のサイズ均一化手法の確立と
バイオナノ材料への応用



助教 柴田 暁真 Aki SHIBATA
先進的な有機ナノ材料の創製と機能開拓



准教授 岡 弘樹 Kouki OKA
革新的な有機エネルギー材料の創製



助教 勢井 宏居 Hiroi SEI
ガス・分子の分離・検出・変換材料の
開発



助教 大窪 航平 Kohei OKUBO
高純度な機能性高分子材料の創製

構築
創造
へ
ー
ス

生命機能制御分子系構築と制御戦略の提案・ 光励起状態解明と活用

生命機能制御物質化学研究分野

専門分野・キーワード

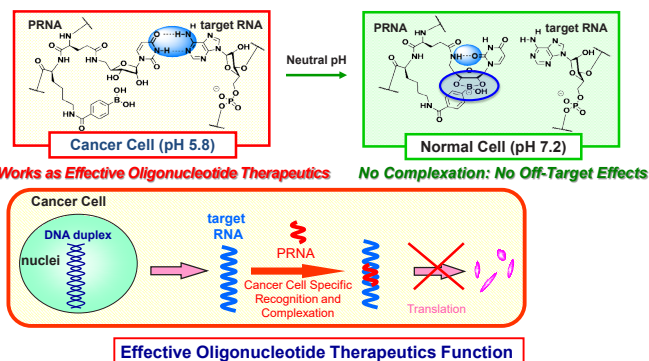
ケミカルバイオロジー／核酸医薬／高効率触媒的 RNA 切断／光励起状態解明と活用

主な研究テーマ

- ・高効率触媒的標的 RNA 切断機能付与型人工核酸の創製
- ・癌細胞選択的薬効発現人工核酸の開発
- ・癌細胞選択的薬物運搬システムの開発
- ・生体高分子を不斉反応場とする超分子不斉光化学の構築
- ・光励起状態制御に基づく新規円偏光発光有機材料設計指針構築

分子
生理活性

● Peptide Ribonucleic Acid (PRNA)



当研究室では、DNA や RNA などの核酸としてタンパク質など生体高分子の、次世代インテリジェント型ナノバイオ機能材料への活用を目指し、論理的設計・合成と物理化学的手法を活用した機能/物性解明を中心に研究を推進しています。例えば、癌細胞や低酸素状態疾患細胞に特有の環境に应答し、正常細胞では副作用を発現しない安全・安心な癌細胞や脳梗塞など虚血細胞選択的人工核酸医薬の創製や、キメラ人工核酸と名付けた細胞内で

RNaseH を活用し標的 RNA の高効率触媒的切断機能を付与した人工核酸医薬の設計・合成、そして細胞・動物試験での有効性実証実験に取り組んでいます。さらに有機分子の光励起状態解明に基づく新規円偏光発光有機材料設計指針構築、そしてタンパク質など生体関連分子を不斉反応場として活用する環境調和型超分子不斉光反応系構築などを、有機化学から物理化学、そして生命化学分野まで幅広い研究を展開しています。



教授 和田 健彦 Takehiko WADA

核酸有機化学・生命化学を活用した生命機能の積極的制御と超分子不斉光反応系の創成
✉ takehiko.wada.d3@tohoku.ac.jp



助教 松本 光代 Mitsuyo MATSUMOTO

腫瘍における転写因子の機能解析と転写因子を標的とした核酸医薬の開発



准教授 荒木 保幸 Yasuyuki ARAKI

新規円二色性測定法の開発と生体機能分子等の構造変化検出への応用



助教 吉田 祐希 Yuki YOSHIDA

新規人工核酸合成・核酸医薬分子開発

助教 鈴木 仁子 Satoko SUZUKI (SAKURA)

細胞機能の可視化と光制御を可能とする機能性分子の開発と応用

細胞機能分子化学研究分野

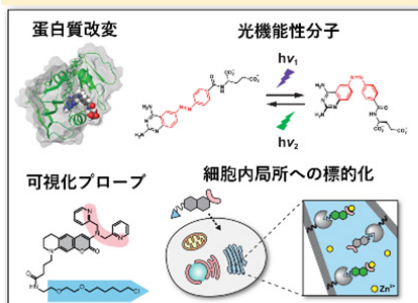
専門分野・キーワード

バイオイメージング／蛍光プローブ／光機能性分子／蛋白質工学

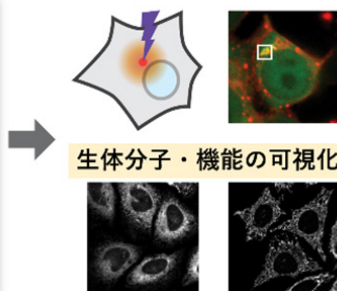
主な研究テーマ

- ・局在化蛍光センサーを用いた細胞内局所の分子・イオン動態の可視化定量
- ・疾患機構や生理機能を調べる為の小分子-蛋白質ハイブリッド材料の開発
- ・光を用いて細胞機能を操作する技術の開発
- ・先進的顕微鏡技術に資する可視化プローブの開発
- ・細胞内クリックケミストリーを用いた細胞解析技術の開発

化学に基づく生体機能解析技術の開発



生体分子・機能の光活性化



生体機能
解析

生体内および生細胞内では、蛋白質・核酸・糖などの様々な生体分子が相互作用しながら機能しています。これらの生体分子の真の機能を解明するためには、他の分子との相互作用が保たれた状態、すなわち生きた状態でそれらの挙動・機能を観察することが重要です。当研究室では、有機化学・高分子化学・蛋白質化学等の技術を基盤として新たな機能性分子の設計・合成を行い、特に光を用いた生体分子の可視化および機能制御を可能にする

新技術の開発に取り組んでいます。具体的には、細胞内の局所における金属イオンの定量イメージングを可能とする蛍光プローブや、光照射によって蛋白質間相互作用を誘導し、細胞内シグナル伝達を制御する光応答性分子の開発などを行っています。これらの機能性分子を蛍光顕微鏡観察と組み合わせることで、生きた細胞内における分子やイオンの生理機能、さらには疾患機構の本質に迫ります。



教授 水上 進 Shin MIZUKAMI

機能性分子設計による細胞機能の可視化と制御

✉ shin.mizukami.a6@tohoku.ac.jp



准教授 小和田 俊行 Toshiyuki KOWADA

機能性小分子を用いた生体機能の可視化と制御



助教 Ira NOVIANTI

大環状テトラジンをを用いたバイオ直交反応活性化システムの開発とその応用

一分子蛍光観察によるタンパク質および RNA のダイナミクスの解明

生命分子ダイナミクス研究分野

専門分野・キーワード

タンパク質や RNA のダイナミクス / 一分子蛍光分光法 / 新型コロナウイルス

主な研究テーマ

- ・一分子蛍光分光法を用いたタンパク質のダイナミクス解明
- ・ナノ秒蛍光相関分光法を用いた生体分子の高速運動の観測
- ・新型コロナウイルスのヌクレオカプシドタンパク質と RNA の相互作用解析
- ・酵素を用いたタンパク質の蛍光ラベル化と一分子蛍光測定による構造解析

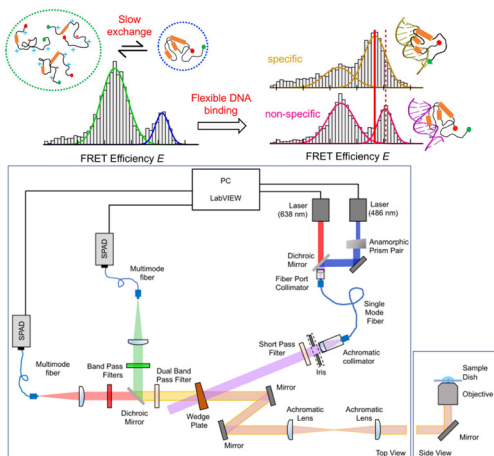


図 1: 生体分子の構造変化を一分子レベルで計測する一分子蛍光分光装置

タンパク質は、20 種類のアミノ酸が一次的につなげた高分子であり、生体中においてさまざまな機能を発揮する究極の機能性分子です。タンパク質が機能を発揮するには、アミノ酸の配列により定められる特定の構造に折り畳まれ、運動を行う必要があります。しかし、あるタンパク質が、どのような運動により機能を発揮するのかはしばしば未解明です。本研究分野では、独自に開発した一分子蛍光観察法を用いることで、タンパク質などの生体分子のダイナミクスを直接観察し、タンパク質機能の解明を目指しています。また、最近は新型コロナウイルスに由来するタンパク質とゲノム RNA を対象とした研究を行っています。ウイルス由来のタンパク質と RNA のダイナミクスと構造を理解し、それらの機能を効果的に阻害する方法を見出すことで、新型コロナウイルス感染症に対抗する新しい創薬の可能性が拓かれると期待されます。

分子構造
解析



教授 高橋 聡 Satoshi TAKAHASHI

一分子蛍光観察によるタンパク質のフォールディングと機能の解明

✉ satoshi.takahashi.a6@tohoku.ac.jp



助教 伊藤 優志 Yuji ITOH

酵素反応を用いた生体分子の蛍光標識と蛍光分光測定

タンパク質が機能する瞬間を 量子ビームで捉える

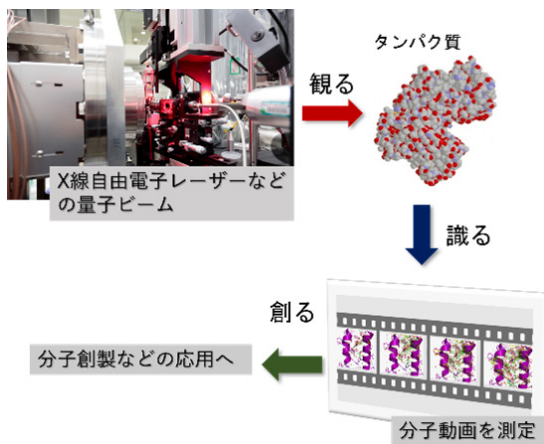
量子ビーム構造生物化学研究分野

専門分野・キーワード

X線自由電子レーザー / X線結晶構造解析 / 時分割測定 / 合理的タンパク質設計

主な研究テーマ

- ・ X線自由電子レーザーによるタンパク質構造解析
- ・ 動的構造解析ツールの開発
- ・ G- タンパク質共役型受容体の活性化機構
- ・ 動的構造情報による合理的分子設計



分子構造
解析

タンパク質は、細胞情報伝達、生体内触媒反応、貯蔵や輸送を行うなど、生命現象を支える重要な生体構成物質です。多数のアミノ酸から成るタンパク質の立体構造はその機能と深く関連しており、機能を発揮する際にどのような構造の変化を起こすのか興味を持たれてきました。しかし、ナノサイズであるタンパク質が、高速の時間スケール（フェムト秒～ミリ秒）で動く様子を原子の動きまで詳細に捉えるには新たな技術が必要です。当研究

室では、X線自由電子レーザー、放射光、電子線などの量子ビームを用いて、タンパク質の中で実際に起こっている化学変化や構造変化を可視化し、例えば、光に応答するタンパク質のスイッチ機構や、ユニークな反応を触媒する酵素の反応機構などを明らかにしていきます。また、得られた精密な構造情報を基にタンパク質分子の合理的設計と新機能をもつ分子の創製を目指します。



教授 南後 恵理子 Eriko NANGO
タンパク質ダイナミクス解析と分子制御への応用
✉ eriko.nango.c4@tohoku.ac.jp



助教 田口 真彦 Masahiko TAGUCHI
時分割実験と連携した計算科学による生体分子機能の理解とその応用



助教 藤原 孝彰 Takaaki FUJIWARA
時分割測定による生体高分子の作用機序の解明



助教 小島 摩利子 Mariko KOJIMA
動的構造情報に基づくタンパク質の機能創成

電子コンプトン散乱を利用した物質の静的および動的性質の可視化

量子電子科学研究分野

専門分野・キーワード

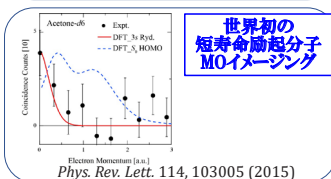
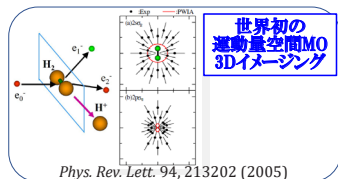
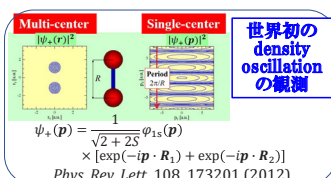
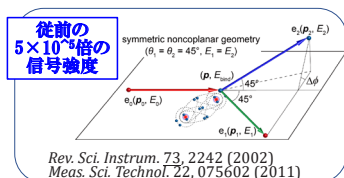
分子科学 / 原子衝突物理学 / 運動量空間化学 / 化学反応動力学

主な研究テーマ

- ・ 反応過渡系の電子および原子核運動のイメージングと化学反応の駆動原理の可視化
- ・ 分子軌道の運動量空間イメージングと分子振動による電子波動関数形状の歪みの研究
- ・ 原子運動量分光による原子核の分子内運動のイメージングと分子内力場の研究
- ・ 運動量空間化学の開拓とその創薬研究への展開
- ・ 多次元同時計測分光による電子・分子衝突の立体ダイナミクス

■ 電子運動量分光(EMS; Electron Momentum Spectroscopy)

— 電子運動量分布 ($|\Psi(\mathbf{p})|^2$) を分子軌道毎に分けて観測



あらゆる物質は2種類の荷電粒子、すなわち電子と原子核から構成されます。したがって、反応性や機能性など物質の多種多様な性質は、物質内での電子の運動と原子核の運動およびそれら運動の協奏に基づく他ありません。当研究室は、そうした最も基本的な観点に立ち、高速電子線を励起源とするコンプトン散乱を駆使した独自の新しい分光法を開発することにより、物質の静的および動的性質の根拠的理解と望みの機能の

物質への付与を目指して、以下の三つの課題を中心に研究を進めています。

- (1) 電子コンプトン散乱による電子と原子核の物質内運動のイメージング
- (2) 時間分解電子コンプトン散乱による化学反応の駆動原理の可視化
- (3) 多次元同時計測分光による電子・分子衝突の立体ダイナミクス



教授 高橋 正彦 Masahiko TAKAHASHI

電子衝突を用いた静的および動的分子科学

✉ masahiko@tohoku.ac.jp



准教授 渡邊 昇 Noboru WATANABE

電子散乱分光を用いた分子内電子運動の研究

先進的な光科学技術と物質科学を駆使した 分野横断的な研究

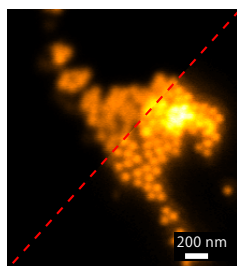
光物質科学研究分野

専門分野・キーワード

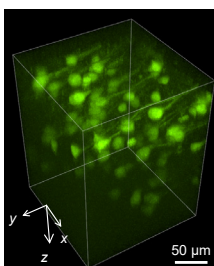
レーザー / 光イメージング / レーザープロセス / 電子光学

主な研究テーマ

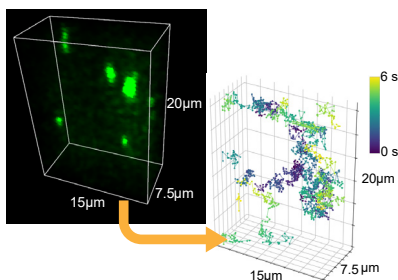
- ・空間構造を持つ光の発生とビーム特性の解析
- ・空間構造を持つ光による高性能イメージング技術・新規レーザー加工法の開発
- ・フェムト秒パルスレーザー加工
- ・レーザー光と電子の相互作用



偏光制御による
微小集光スポット



生体試料の
迅速な3次元可視化



水中ナノ粒子(200 nm)のリアルタイム
3次元イメージング／粒子トラッキング

ベクトルビーム
超解像顕微鏡

光ニードル顕微鏡法による高速3次元イメージング
(ニードルスポットの1回の2次元走査から3次元像を瞬時に取得)

レーザーを含む光波を使った光技術は多くの研究分野における技術基盤であると共に、最先端の科学研究を牽引する原動力でもあります。我々は、レーザー光源や光波制御などに関する先進的な光科学／フォトニクス技術の開発を進めながら、これらを基軸として光と物質との関わりに主眼を置いた新しい物質科学研究への展開を目指しています。現在は、光（電磁波）の振幅や位相、偏光、さらには時間波形などの本質的なパラメータに対

する空間的・時間的な“構造”に着目し、その空間的な制御によって発現する新しい光特性の開拓と応用を中心とした研究に取り組んでいます。具体的には、構造化した光波の特性を駆使した高速な3次元光イメージングや超解像顕微鏡などの光計測技術の開発、フェムト秒パルスレーザー光によるレーザー微細加工における新しい加工法の開発、光と電子の相互作用に基づく電子ビームの波面制御に関する研究などを推進しています。



教授 小澤 祐市 **Yuichi KOZAWA**
構造化した光の発生と応用研究
✉ y.kozawa@tohoku.ac.jp



助教 上杉 祐真 **Yuuki UESUGI**
光による電子ビーム制御法の開発

助教 田辺 綾乃 **Ayano TANABE**
超短パルスレーザー光による材料加工

(SAKURA)

生体構造イ
メージング

量子ビームの位相で観る

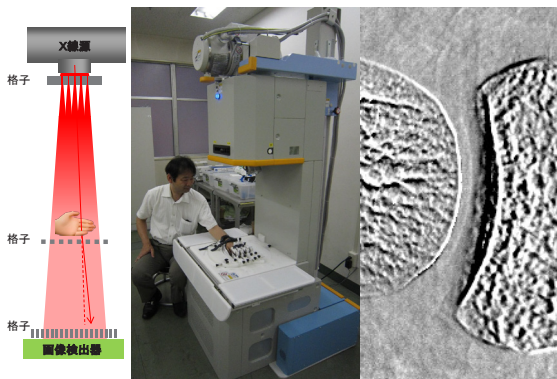
量子ビーム計測研究分野

専門分野・キーワード

イメージング / X線 / 位相計測 / 三次元計測

主な研究テーマ

- ・ 干渉光学に基づく位相計測法の開拓
- ・ X線および中性子の位相イメージング法の開拓とその応用
- ・ 動的X線位相画像計測による機能イメージング法の開発
- ・ X線位相差顕微鏡／トモグラフィの開発
- ・ デコヒーレンス型極小角X線散乱イメージング法の開拓とその応用



X線位相イメージング（X線 Talbot-Lau 干渉計）による早期リウマチ診断装置の開発

生体構造イメージング

X線などの量子ビームは、原子スケールから日常スケールまで、幅広い範囲で物質の内部構造を可視化するために使われています。ただし、例えばX線の場合、高分子材料、軽金属、あるいは生体軟組織など、比較的軽い元素で構成される物体に対して十分なコントラストが得られないという問題があります。ところが、波としてのX線の性質に基づく位相コントラストを生成・利用すれば、

この問題は緩和され、量子ビームの利用価値は桁違いに膨らみます。本研究室では、X線位相計測に基づく高感度画像計測技術を創始し、従来の常識を覆す数々の成果を世界に発信してきました。量子ビーム物理の基礎に立脚し、他では実現できない実験環境構築と先端計測研究を推進するとともに、実用展開を視野に入れた産業界との共同研究も行っています。



教授 百生 敦 Atsushi MOMOSE

X線位相イメージング手法の開拓

✉ atsushi.momose.c2@tohoku.ac.jp



准教授 関 義親 Yoshichika SEKI

中性子・X線位相計測法の開発

4D 世界のフロンティアを拓く

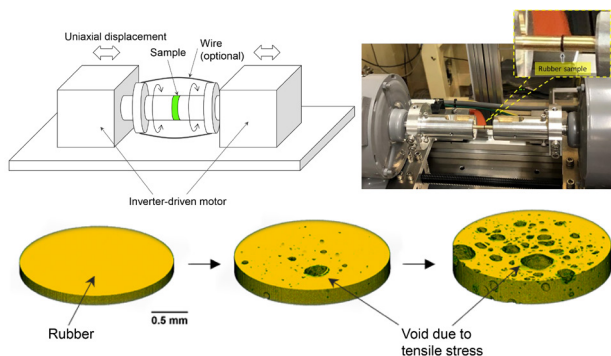
量子フロンティア計測研究分野

専門分野・キーワード

量子ビーム光学 / 計測 / データサイエンス / マイクロ・ナノファブリケーション

主な研究テーマ

- ・ミリ秒 X 線 CT の開発
- ・X 線エラストグラフィの開発
- ・イメージングと構造解析の融合技術の開発
- ・量子ビーム光学素子・システムの開発
- ・量子現象を利用したイメージング技術のフロンティアの開拓



ゴムの引張破壊過程の 10 ms 時間分解能リアルタイム 4D 観察

J. Synchrotron Rad., 28, 322-326 (2021).

http://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/news_press/20210208/

私たちは三次元 (3D) + 時間という「4D の世界」に生きていますが、マイクロメートル以下かつミリ秒以下の 4D 時空間領域には、最先端の計測テクノロジーでもアクセスできない広大な未知の世界が広がっています。本研究分野では、X 線などの高エネルギービームの量子性と、先進的なマイクロ・ナノファブリケーション技術、データサイエンス技術を駆使することにより、従来の限界を飛躍的に超える新たなイメージング技術を開発し、未開

の 4D 世界の開拓に挑んでいます。

本研究分野で開発しているイメージング技術は、物質・生命科学における様々な非可逆・非平衡系（例えば、流動性のある材料や、生きた生物など）の新たな理解につながるだけでなく、持続可能社会の実現に向けた材料・マイクロマシンシステム開発や、病変の早期発見につながる医療診断機器の開発、延いては生物の脳の機能解明など、一般社会にも多様な波及効果を生むと期待しています。



(SRIS と兼務)

教授 矢代 航 Wataru YASHIRO

量子ビームイメージング法の開発

✉ wataru.yashiro.a2@tohoku.ac.jp



助教 亀沢 知夏 Chika KAMEZAWA

X 線エラストグラフィ法の開発

生体構造イ
メージング

ナノ・マイクロ空間の化学と分析

ナノ・マイクロ計測化学研究分野

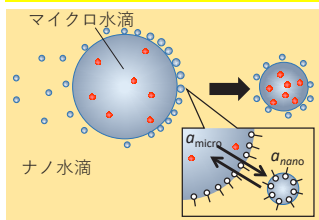
専門分野・キーワード

ナノ・マイクロ分析素子 / 顕微イメージング法 / 界面化学

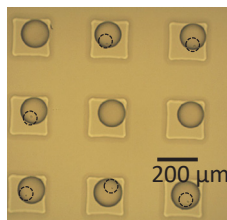
主な研究テーマ

- ・タンパク質凝集核形成のシングルイベント解析
- ・蛍光偏光分光装置の開発とワンステップイムノアッセイ法
- ・マイクロ水滴を用いるバイオアッセイ法

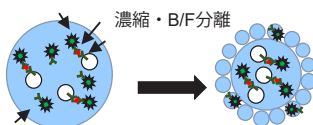
反応・物質輸送の界面化学



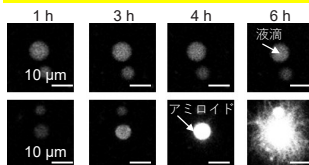
単一細胞解析



1ステップ・バイオアッセイ



タンパク質凝集核形成解析



バイオ分析

ナノ・マイクロ空間を利用した化学・生化学の集積化と高度化に関する研究分野開拓を中心に研究を進めます。生体・環境・食品・工業プロセスなどを対象とした簡便分析・自動分析などの実現が期待できます。また、単一細胞を対象とする分析、単一分子レベルでの分析など、他の手法からは得られない情報を計測するデバイス・計測技術実現

に挑戦します。このような新しい技術のためには、空間制約下での化学反応・界面現象などの特性を明らかにする基礎化学研究が必要になります。そのためのツールとして、マイクロ流体実験装置や、顕微イメージング法など他に例のない高度計測手法の開発を進めます。



(兼) 教授 笠井 均 Hitoshi KASAI
次世代ナノ薬剤の創出



准教授 福山 真央 Mao FUKUYAMA
マイクロメートルサイズの界面を利用した微量分析化学操作の開発
✉ maofukuyama@tohoku.ac.jp

カーボン系材料を中心とした 非晶質材料の新展開

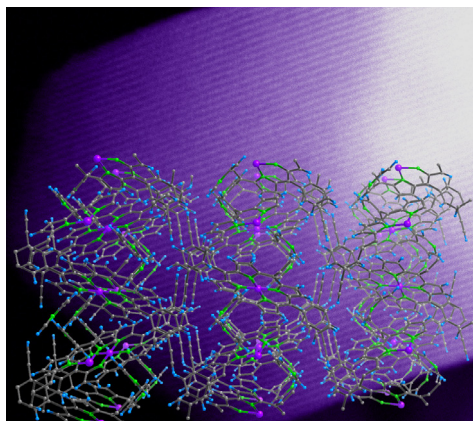
ハイブリッド炭素ナノ材料研究分野

専門分野・キーワード

ナノカーボン / 吸着 / エネルギー貯蔵 / 固体反応

主な研究テーマ

- ・単層グラフェンから成るナノ多孔体の創成
- ・弾性変形するナノ多孔体を引き起こす新しい物理化学現象
- ・先進カーボン材料を利用したエネルギー貯蔵・変換
- ・有機化学的手法に基づく結晶性カーボン材料の創成と応用
- ・カーボン材料エッジサイトの高度分析
- ・カーボン系材料のヘルスケア分野への展開



当研究室では、従来は構造制御も構造描写も困難であった非晶質を主体とするカーボン系材料に関し、有機合成や化学気相蒸着の手法を用いて原子・分子レベルからのボトムアップ的な材料合成を行い、有機結晶のように構造を規定できる金属カーボン構造体、グラフェンからなる3次元構造体をはじめ、種々の新しいカーボン系構造体および複合材料の調製を進めている。また、先進のカーボ

ン材料分析技術を利用し、カーボン系材料の反応性、耐食性、触媒能等、様々な化学的特性を分子論的に理解し、その精密制御を行っている。さらに、調製した新規材料をスーパーキャパシタ、二次電池、燃料電池、ヒートポンプ、新規エネルギーデバイス、機能性吸着材、触媒、ヘルスケアなど幅広い分野へ応用する検討を、国内外の多数の研究機関および企業と連携しつつ進めている。

バイオ分析



(AIMR と兼務)
教授 西原 洋知 Hirotomo NISHIHARA
炭素系ハイブリッド材料の調製と応用
✉ hirotomo.nishihara.b1@tohoku.ac.jp



准教授 吉井 文晴 Takeharu YOSHII
カーボン系材料と計測の融合研究



助教 中辻 博貴 Hirotaka NAKATSUJI
カーボン系材料のマイクロ・ナノ構造の制御とそのバイオマテリアル応用

多重機能を有する分子性材料の創製

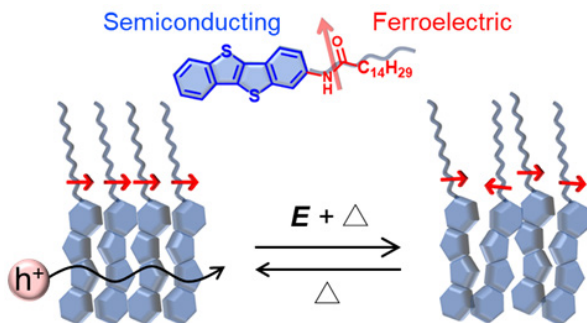
ハイブリッド材料創製研究分野

専門分野・キーワード

有機電子材料 / 分子性導体 / 分子強誘電体 / 分子集合体

主な研究テーマ

- ・分子ダイナミクスを利用した強誘電体・焦電体・熱伝導体の開発
- ・電荷移動型分子集合体デバイスの開発
- ・新規な分子性導体・磁性体・強誘電体の開発
- ・分子性プロトン伝導体の開発
- ・酸化還元活性な有機 π 電子系化合物および金属錯体の開発



有機分子の設計自由度に着目した分子集合体の多重機能の構築および無機材料とのハイブリッド化を試みています。導電性・磁性・強誘電性の観点から、分子性材料を設計し、その集合状態を制御する事で、マルチファンクショナルな分子性材料の開発を行っています。例えば、分子性結晶内の運動ダイナミクスに関する自由度を設計し、双

極子モーメントの反転による強誘電性が実現できます。分子ダイナミクスの周波数・対称性・方向性などの精密制御から、強誘電体の転移温度・応答速度・抗電場などの諸物性が設計可能となります。単結晶・柔軟性結晶・液晶・ゲルなど多様な分子集合体を研究対象とし、将来の分子性材料の実現に必要な基礎的な研究を試みています。

有機合成



教授 芥川 智行 Tomoyuki AKUTAGAWA
多重機能性を有する新しい分子集合体の創製
✉ akutagawa@tohoku.ac.jp



助教 出倉 駿 Shun DEKURA
水素 / イオン - 電子相関型分子集合体の開拓と新奇物性探索



助教 佐藤 鉄 Tetsu SATO
錯体・機能性有機材料を用いた協奏的機能発現

ナノインプリント微細加工に立脚した 光応答メタサイトの創製

光機能材料化学研究分野

専門分野・キーワード

材料科学 / 光化学 / ナノインプリント / メタサイト

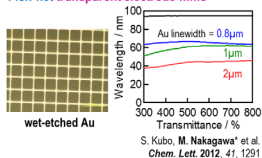
主な研究テーマ

- ・一桁ナノ造形に資する光ナノインプリント成形のレジスト材料とアラインメント技術の開発
- ・レーザー加工孔版印刷法によるナノリソグラフィプロセスの開発
- ・蛍光と散乱光による精密位置合わせと積層化
- ・金属・誘電体ナノ構造体の近接場光制御と光化学反応場・自己組織化制御場への応用
- ・ナノ構造体を駆使した物性計測技術の開発

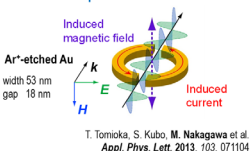
ものづくりにおける次世代基盤技術の一つである有型成形ナノ加工方式のナノインプリント技術の材料とプロセスの研究を進めている。設計通りの金属や誘電体のナノ構造体の作製を行い、ナノ構造体自体やナノ構造体間の制御されたナノ空間と、分子との光学、光化学および物理的相互作用の解明を進め、機能性分子の光化学合成や分離精製に基づく物質・材料の創製を目指している。ナノインプリント技術では、一桁ナノ精度の造形を目標としたモールド作製用電子線レジスト材料、一桁ナノ造形に資する光硬化性成形・レジスト材料、定型成形を実現する被成形材料の精密塗布プロセス、積層化に資する一桁ナノ精度のアラインメントプロセスと材料、ナノリソグラフィに資するエッチングプロセスの研究を進めている。金属・誘電体のナノ構造体どうしの配置において、

Our application studies by NIL

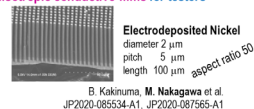
Fish-net transparent electrode films



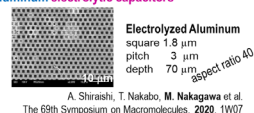
Split-ring resonator (SRR) for negative index metamaterials at visible frequencies



Anisotropic conductive films for testers



Aluminum electrolytic capacitors



Security artefact metrics



ナノインプリントリソグラフィによるメタ表面作製

未踏の化学反応や物理現象を誘起することを目的として一桁ナノサイズの精密さで人工的に作られた場所を“メタサイト (metasite)”と提唱し、メタサイトの研究を先導する。



教授 中川 勝 Masaru NAKAGAWA

ナノインプリント・アラインメント技術開発による極限ナノ造形・積層の材料化学・プロセス科学
✉ masaru.nakagawa.c5@tohoku.ac.jp



准教授 押切 友也 Tomoya OSHIKIRI

微細加工によって作製したナノ構造の近接場を用いた新規光化学反応場の創製



助教 新家 寛正 Hiromasa NIINOMI

ナノ構造体の近接場を駆使した自己組織化の制御と物性計測技術の開発