

# 木村研究室

～X線で覗くナノの世界～

物性研究所 附属極限コヒーレント光科学研究センター  
軌道放射物性研究施設



## ○X線光学技術の開発と応用

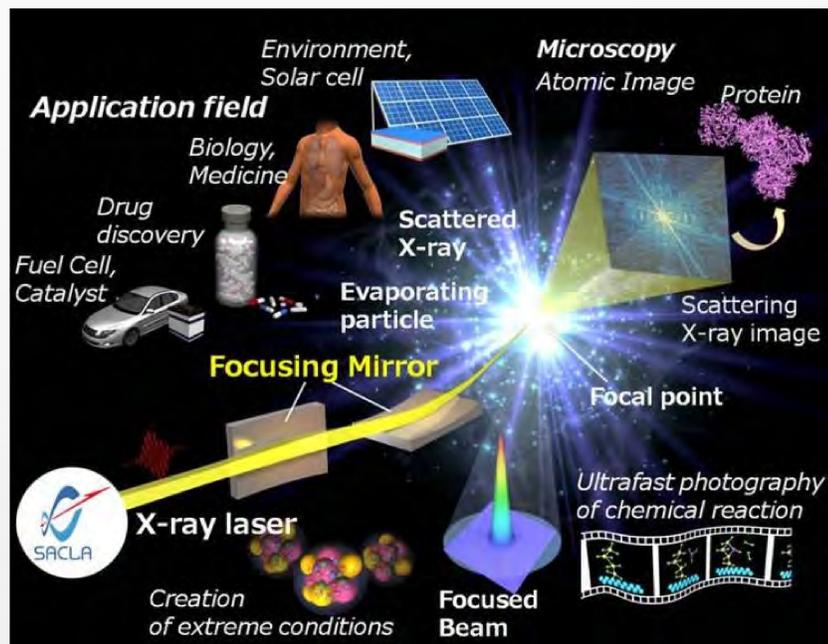
X線自由電子レーザーや大型放射光施設などの光源の高度化に触発された、近年のX線分析技術の発展には著しいものがあります。新たな薬の開発において、X線によるタンパク質の立体構造解析は欠かせないものになっていきますし、材料やデバイスの開発でも、原子・電子状態に関する新たな知見をもたらし続けています。

こうした分野を問わない先端X線分析技術の発展には、光源性能の向上に加え、分析を支えるX線光学技術の高度化が大きく寄与してきたことには疑いありません。



X線自由電子レーザー施設 SACLA  
(SPring-8 Angstrom Compact free-electron LAsER)

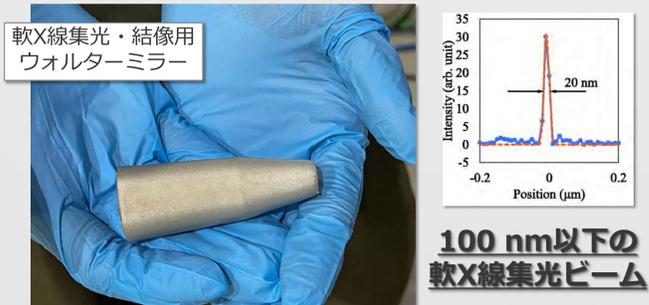
本研究室では、SPring-8やSACLAといった先端光源と、超精密加工・計測技術を活用し構築したX線光学システムを融合させ、X線分析技術の持つ可能性の突き詰めた、新たな基盤計測手法を開拓することを目指しています。



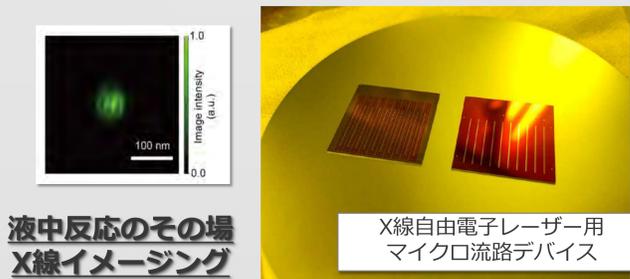
## ○研究テーマの概要

X線は可視光と同じ電磁波の一種ですが、可視光と比較して波長が数桁以上短く、レントゲン写真のように透過力が高いため、X線を集光したり分光させるための光学素子には、様々な工夫と極端に高い精度が求められます。電子線描画などの微細加工技術を活用した超精密X線光学素子の作製のほか、SPring-8やSACLAといった大型放射光施設を利用したX線光学実験を研究の主軸としています。また開発したX線光学システムを利用した応用研究（細胞イメージング・物性解析など）にも共同研究者と協力して積極的に取り組んでいます。

### 微細加工技術を活用した超精密X線光学素子の開発

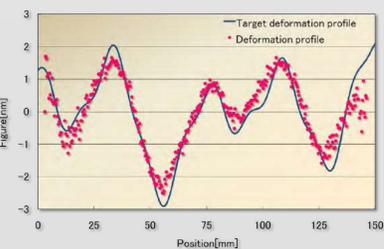


100 nm以下の軟X線集光ビーム



液中反応のその場X線イメージング

X線自由電子レーザー用マイクロ流路デバイス

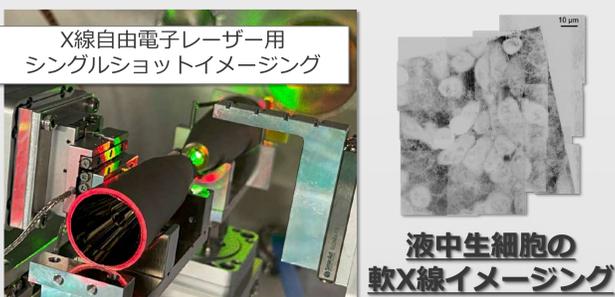


硬X線領域での波面補償



X線用高精度形状可変ミラー

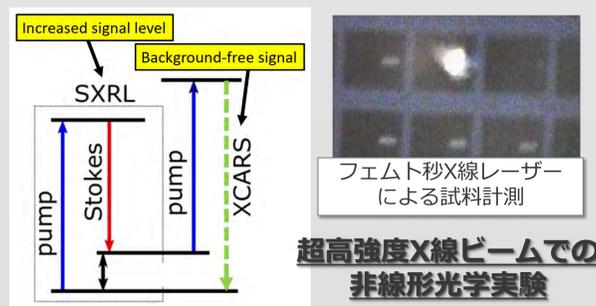
### 大型放射光施設を利用したX線光学実験



軟X線レンズレスイメージング

液中生細胞の軟X線イメージング

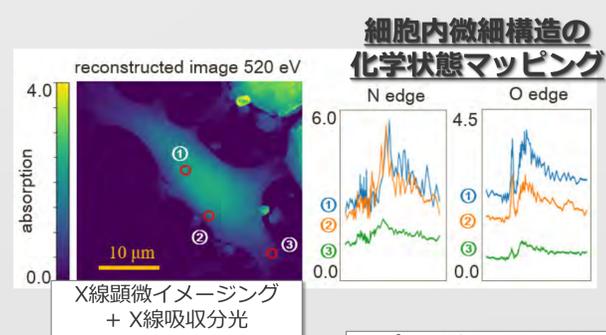
軟X線顕微鏡(タイコグラフィ)装置



フェムト秒X線レーザーによる試料計測

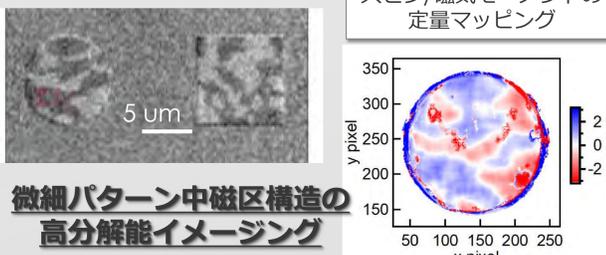
超高強度X線ビームでの非線形光学実験

### X線顕微イメージングを利用した様々な応用・共同研究



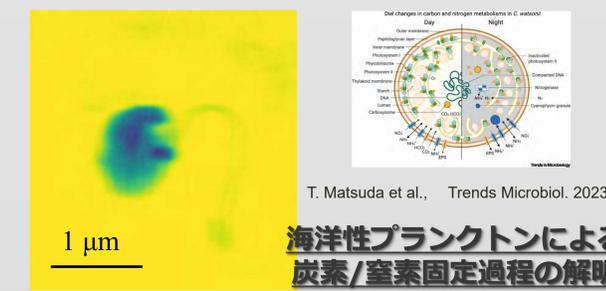
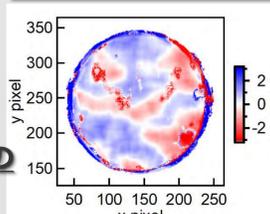
X線顕微イメージング + X線吸収分光

#### 細胞内微細構造の化学状態マッピング



微細パターン中磁区構造の高分解能イメージング

#### スピン/磁気モーメントの定量マッピング



T. Matsuda et al., Trends Microbiol. 2023.

海洋性プランクトンによる炭素/窒素固定過程の解明

## 大学院入学案内

本研究室には、東京大学大学院工学系研究科の物理工学専攻から入学が可能です。入学試験に関する問い合わせは、工学系研究科の物理工学専攻教務室までお願い致します。研究内容や見学などに関する問い合わせは随時受け付けていますので、いつでもご連絡ください。SPring-8/SACLAや柏、本郷キャンパスの実験施設での対応も可能です。

## 連絡先

Takashi Kimura:  
E-mail:tkimura@issp.u-tokyo.ac.jp  
phone : +81-4-7136-3400  
The Institute for Solid State Physics,  
The University of Tokyo

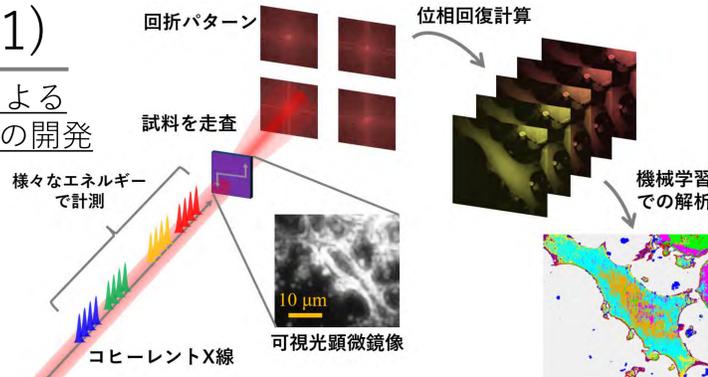


木村隆志(PI)、竹尾陽子(助教)、小瀬川友香(学術専門職員)、吉澤泉子(秘書)、Jordan T. O'Neal(PD)、島村勇徳(D3/研修生)、櫻井快(D1)、吉永享太(M2)、中田勇宇(M1)

**メンバーの研究内容**

**櫻井快(D1)**

タイコグラフィによる  
軟X線顕微分光技術の開発

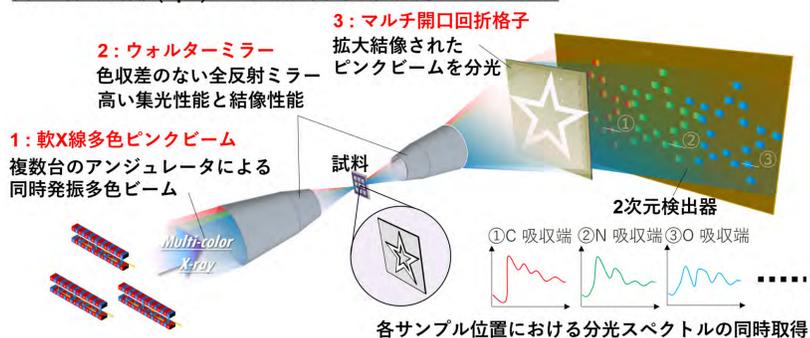


レンズレスイメージング技術であるタイコグラフィと軟X線吸収分光を組み合わせ、高分解能(~10 nm)で元素や化学状態をマッピング可能な手法を開発している。深層学習を組合わせたスペクトル分離にも取り組み、細胞内での薬剤動態観察への応用などに挑戦している。

**吉永享太(M2)**

多色発振軟X線ビームを活用した  
超高速化学状態イメージング技術の開発

高い時間分解能(~μs)での多波長同時顕微分光イメージング



SPring-8の高輝度軟X線ビームラインBL07LSUの特徴である分割アンジュレータを活用し、超高速の多波長同時顕微分光イメージングの実現を目指している。X線光学計算に基づく装置設計の検討や、半導体プロセス技術による超微細回折素子の開発を行っている。

**主な活動場所**

**柏キャンパス**

- ・ 学生居室
- ・ 光学実験
- ・ 微細加工実験
- ・ 定例ミーティング



**本郷キャンパス**

- ・ 学生居室
- ・ 武田クリーンルームでの微細加工実験



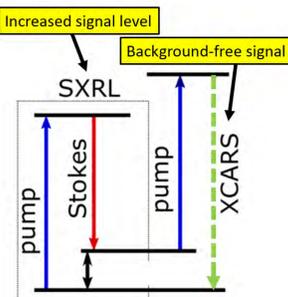
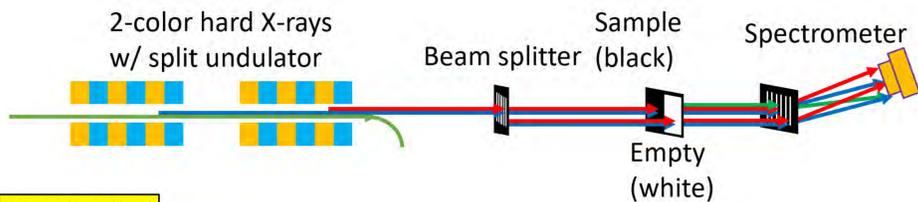
**播磨分室**

- ・ 学生居室
- ・ 軟X線ビームラインBL07LSU



**Jordan O'Neal(Ph. D)**

超高強度X線ビームによる  
新規物理現象の開拓

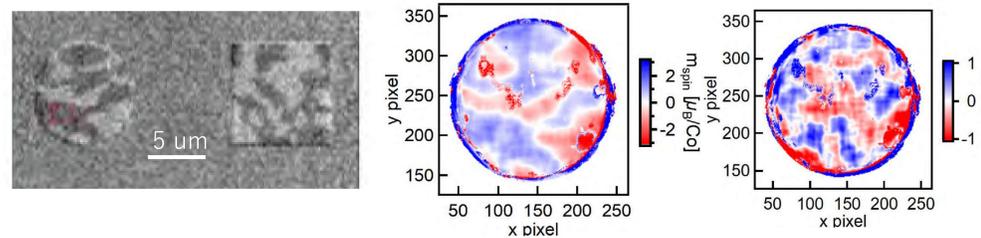


非線形光学過程の一つであるXCARS (X-ray Coherent Anti-Stokes Raman Scattering) の検出を目指している。理論と計算によるXCARSシグナルの強度推定を行うとともに、国際共同研究としてSACLAでの実験計画を立案中。

**古谷登('22修士卒)**

軟X線顕微分光によるデバイス構造中  
磁気モーメント定量検出の試み

磁性薄膜パターン中磁気ドメインの可視化 スピン磁気モーメント分布 軌道磁気モーメント分布



X線磁気円二色性とX線吸収分光、さらに顕微イメージングを組み合わせることで、微細パターン中のスピン/軌道磁気モーメントの定量的マッピングを試みた。X線の持つ高い透過力と感度を活かし、サブナノメートル厚の磁性薄膜の可視化に成功し、今後スピントロニクスデバイス動作環境化での計測を計画している。

**研修旅行 (仙台：ナノテラス)**



9月末に研究室メンバーで2泊3日の仙台への研修旅行を計画。仙台で建設中の新たな放射光施設ナノテラスの見学や東北大学での合同研究会を行うとともに、仙台周辺の観光名所や名物での息抜きを楽しみました。

