

# 木村(光物性)グループの紹介

理学部 物理学科 / 理学研究科 物理学専攻 / 生命機能研究科

2023年度 メンバー (予定)

**B4 最大4名**

MC 5名

DC 1名

研究生 1名

秘書 1名

助教 2名

准教授 1名

外国人特任教授 1名

教授 1名



# 木村グループの研究内容

- 物性物理学は電子が主役。  
たくさんの電子が作る新しい物理  
("More is different." by P. W. Anderson)
- 物性を光(可視光)で調べて理解(基本)

= (従来の)光物性

- 可視光だけではなく、X線やTHz波、光パルス  
電子線などの量子ビームも利用  
+ 光で新しい物性を作り出す  
+ 分子線ビームによる新物質創生

= 先端分光研究 = 木村G

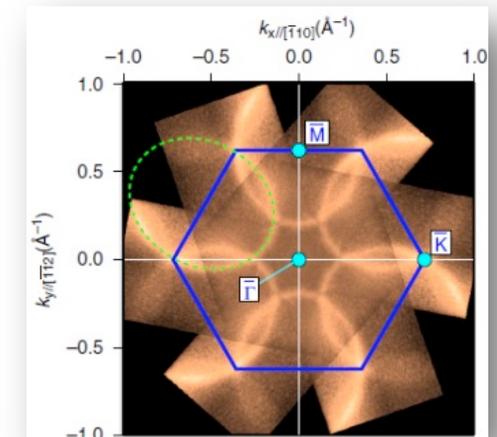
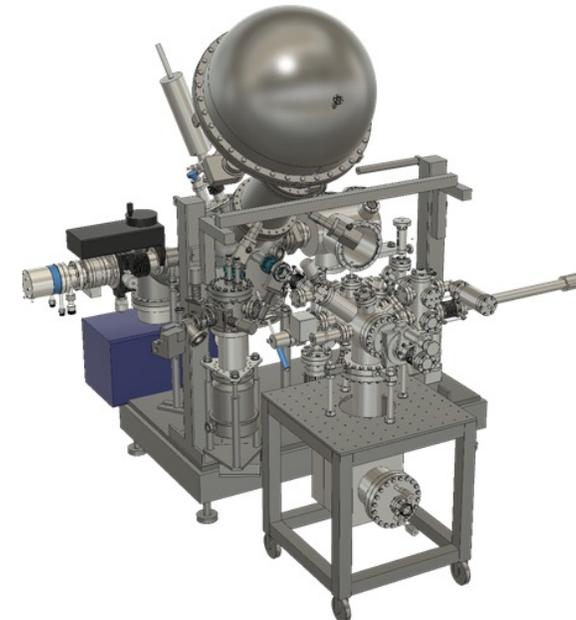
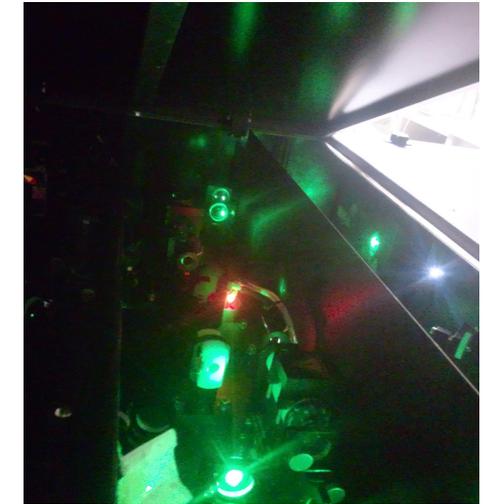
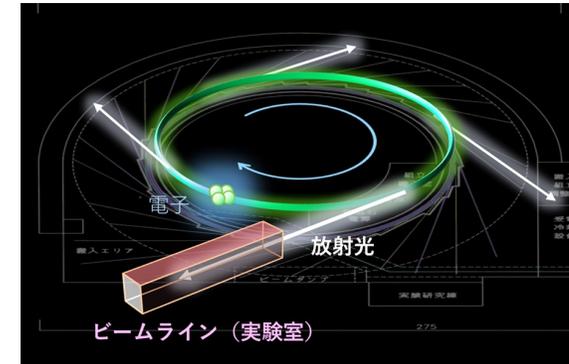


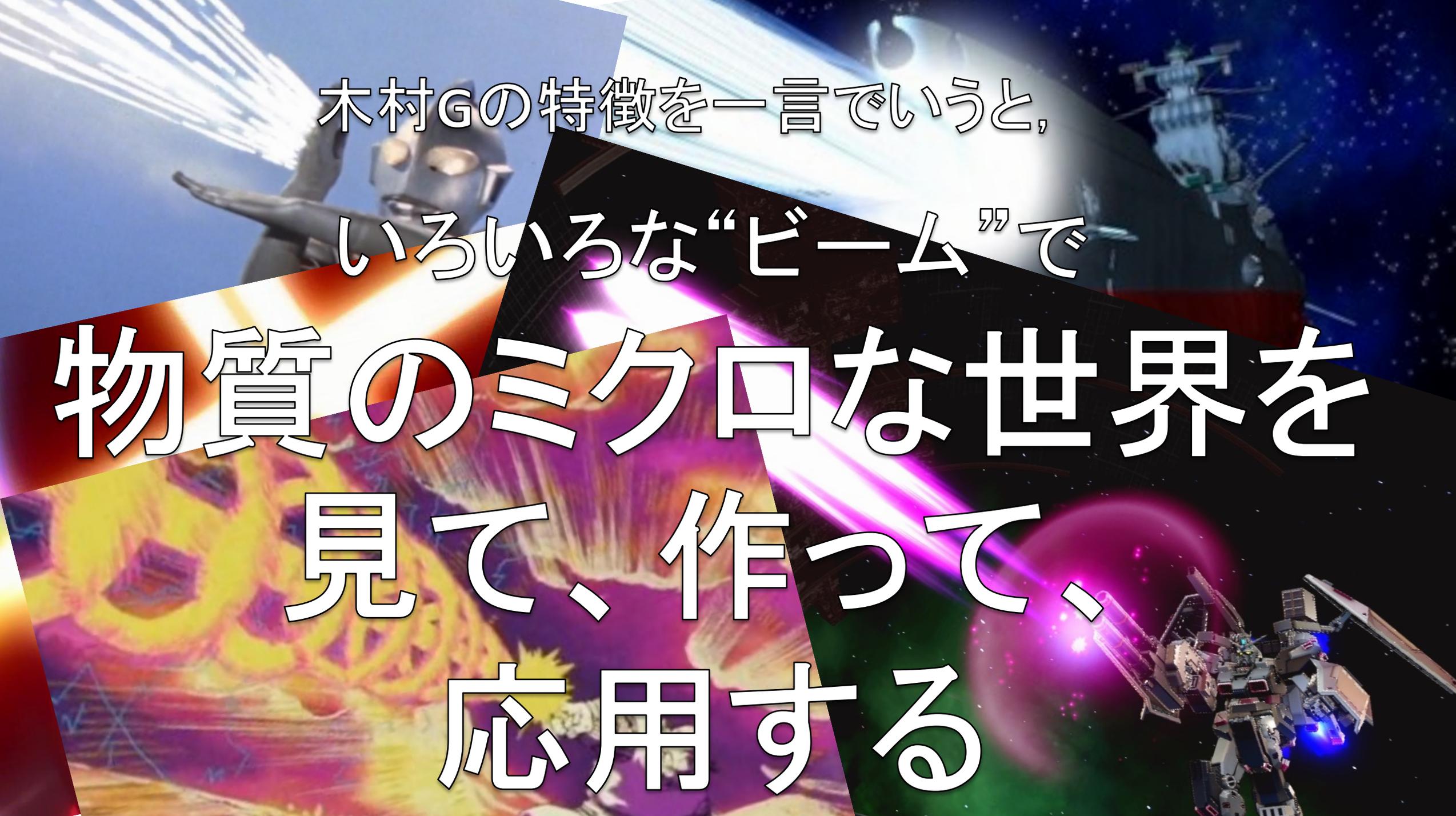
# 木村グループの研究内容

- 物性物理学は電子が主役。  
たくさんの電子が作る新しい物理  
("More is different." by P. W. Anderson)
- 物性を光(可視光)で調べて理解(基本)  
= (従来の)光物性

- 可視光だけではなく、X線やTHz波、光パルス  
電子線などの量子ビームも利用  
+ 光で新しい物性を作り出す  
+ 分子線ビームによる新物質創生  
= 先端分光研究 = 木村G

キーワードは、  
シンクロトン光、光電子分光、レーザー、  
テラヘルツ、共鳴非弾性電子散乱、  
強相関、薄膜、...





木村Gの特徴を一言でいうと、

いろいろな“ビーム”で

物質のミクロな世界を

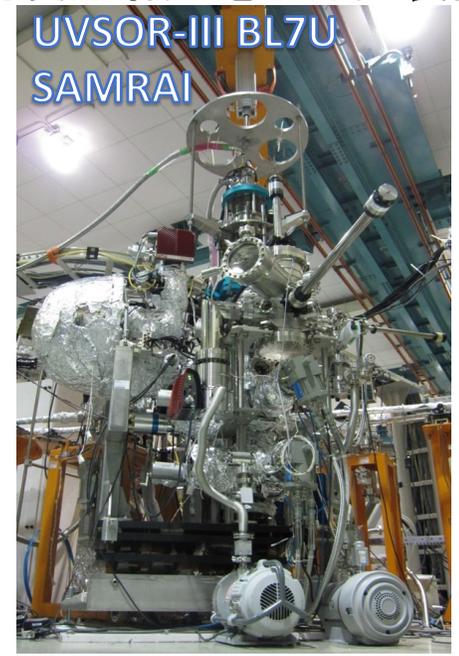
見て、作って、

応用する

# 低次元物質の新しい物性を作る

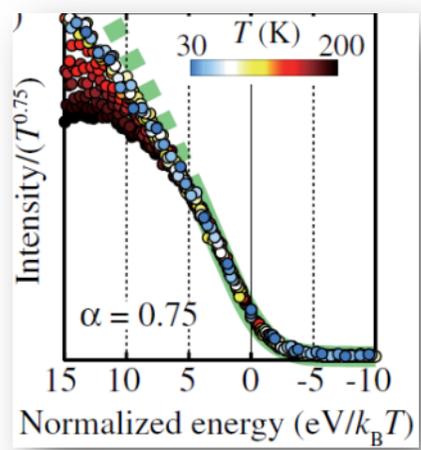
シンクロトロン光(放射光)による 電子構造の**直接観測**と**新規薄膜の創生**

木村が開発した  
角度分解光電子分光装置



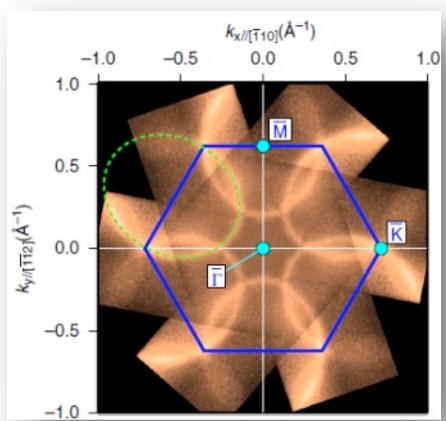
[Rev. Sci. Instrum. 2010]

1次元ナノワイヤー[Bi/InSb(001)]



表面ナノワイヤーが、**朝永・ラッティンジャー液体**状態であることを発見。  
[Phys. Rev. Lett. 2015]

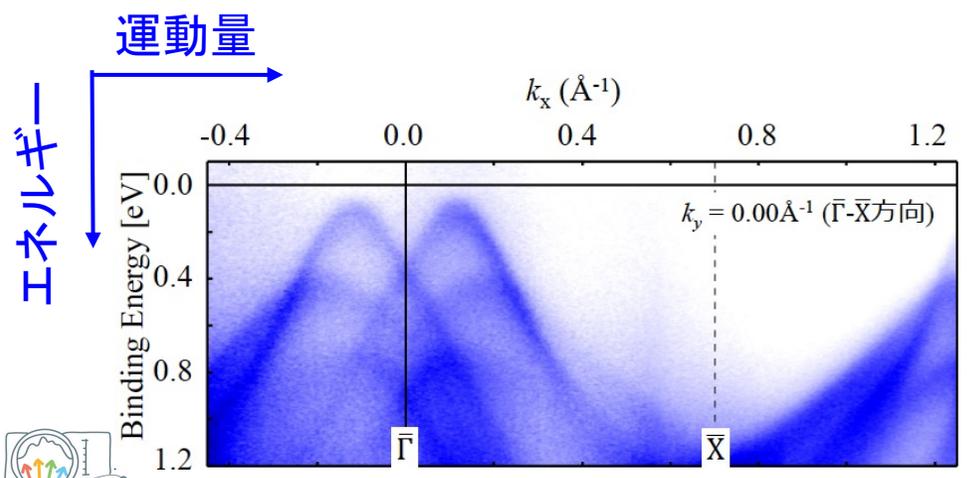
トポロジカル(近藤)絶縁体 [SmB<sub>6</sub>]



**絶縁体なのにフェルミ面がある。**  
なぜ？  
[Nat. Commun. 2022]  
[Nat. Commun. 2019]  
[Nat. Commun. 2016]

(物質の中のバーチャル空間) **バンド構造、フェルミ面の直接測定**

(角度分解光電子分光: ARPES)



**バンド構造を完全に観測すれば、全ての物性がわかる。**  
→ **新奇物性の開発へ**

[Phys. Rev. B Lett. 2022 他多数]



B4学生が  
実験中  
(薄膜作成)

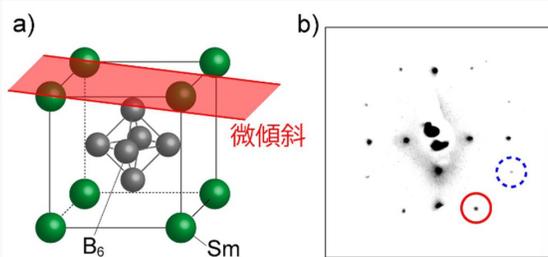
研究室内の  
ARPES/XPS/EELS 装置

# 今年のプレスリリース (主要業績の記者発表)



[https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2022/20220928\\_1](https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2022/20220928_1)

ネットニュース(11件)に掲載



結晶表面超構造によるトポロジカル電子の制御  
表面原子層のみを操作して「頑固」なトポロジカル電子を「柔軟」に

nature communications

Article

<https://doi.org/10.1038/s41467-022-33347-0>

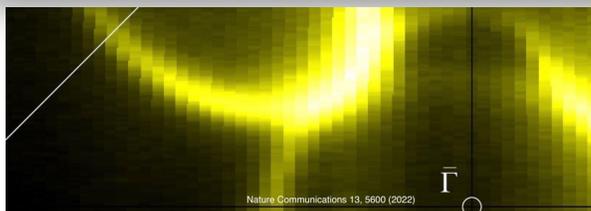
## Breakdown of bulk-projected isotropy in surface electronic states of topological Kondo insulator SmB<sub>6</sub>(001)

Received: 12 July 2022

Accepted: 12 September 2022

Published online: 23 September 2022

Yoshiyuki Ohtsubo<sup>1,2,3</sup>, Toru Nakaya<sup>3</sup>, Takuto Nakamura<sup>2,3</sup>, Patrick Le Fèvre<sup>4</sup>, François Bertran<sup>4</sup>, Fumitoshi Iga<sup>5</sup> & Shin-ichi Kimura<sup>2,3,6</sup>



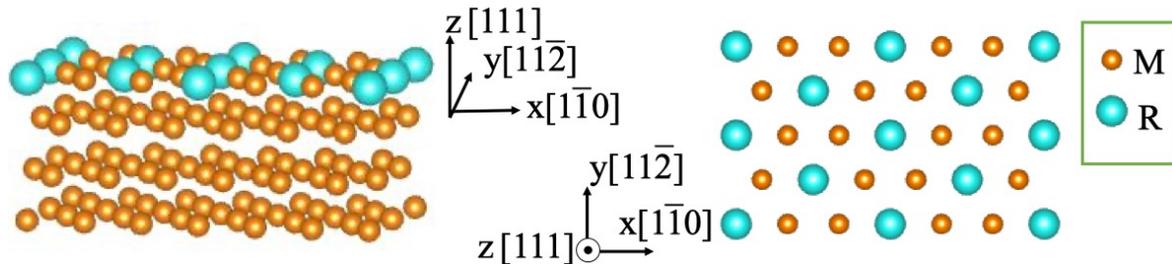
# ある学生の研究例

## YbCu<sub>2</sub>/Cu(111)表面合金における重い電子状態

目的: 重い電子系の二次元表面合金の作製

### 原子層薄膜試料の作成

希土類貴金属二次元表面合金 ( $RM_2/M(111)$ : R 希土類, M 貴金属)

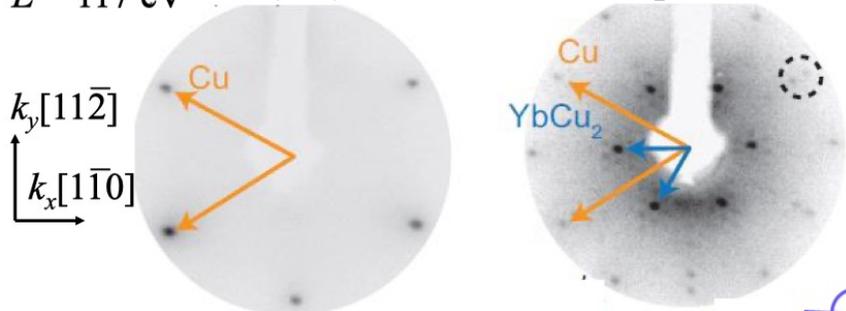


### 表面の結晶構造の観測

低速電子線回折: 表面の結晶構造を観測

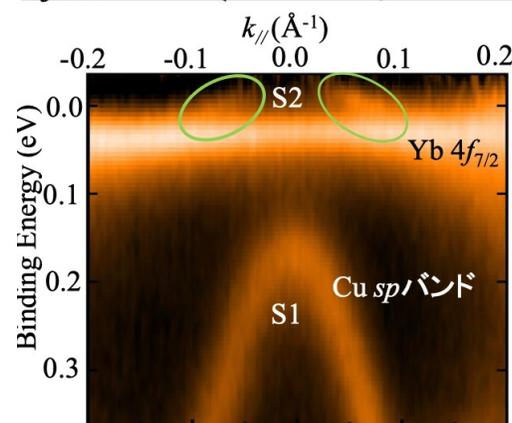
$E = 117 \text{ eV}$  Cu(111)

YbCu<sub>2</sub>/Cu(111)



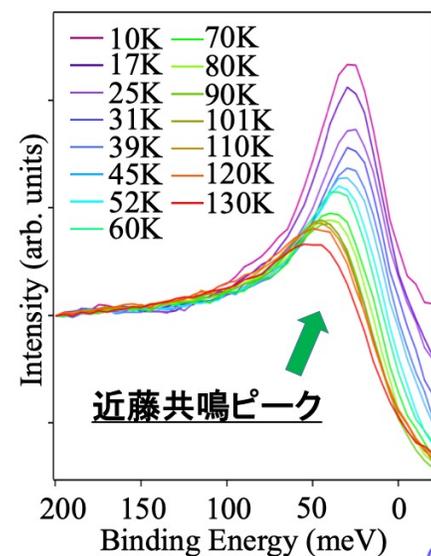
### 電子状態の観測

$c$ - $f$ 混成バンド ( $h\nu = 35 \text{ eV}$ ,  $T = 15 \text{ K}$ )



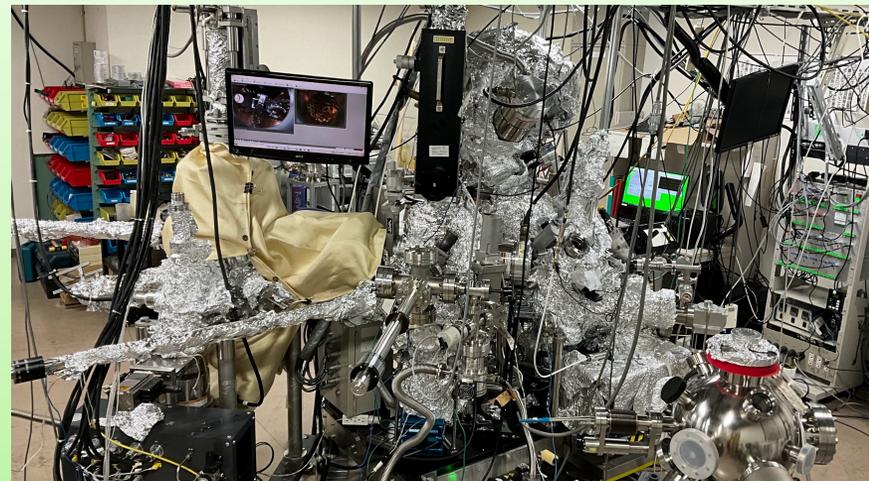
- Yb  $4f_{7/2}$ と上に凸のバンド(S1)が  $\Gamma$ 点付近で $c$ - $f$ 混成あり
- 混成して上に行くバンド(S2)も観測

角度積分の温度依存性( $h\nu = 35 \text{ eV}$ )



ARPES+XPS+LEED+MBE複合装置

(薄膜を作ってそのまま構造と電子状態を観察する)

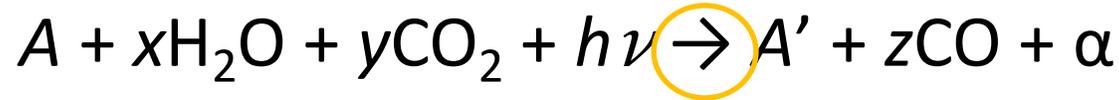


# 物質の機能性が現れる瞬間をとらえる

## レーザーを使った研究（時間分解の実験）

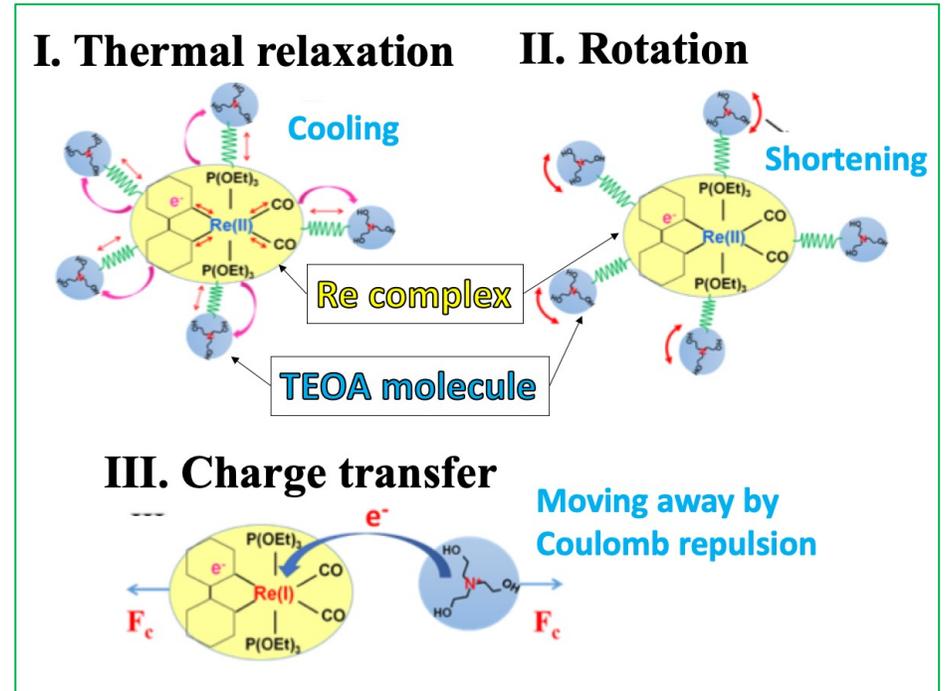
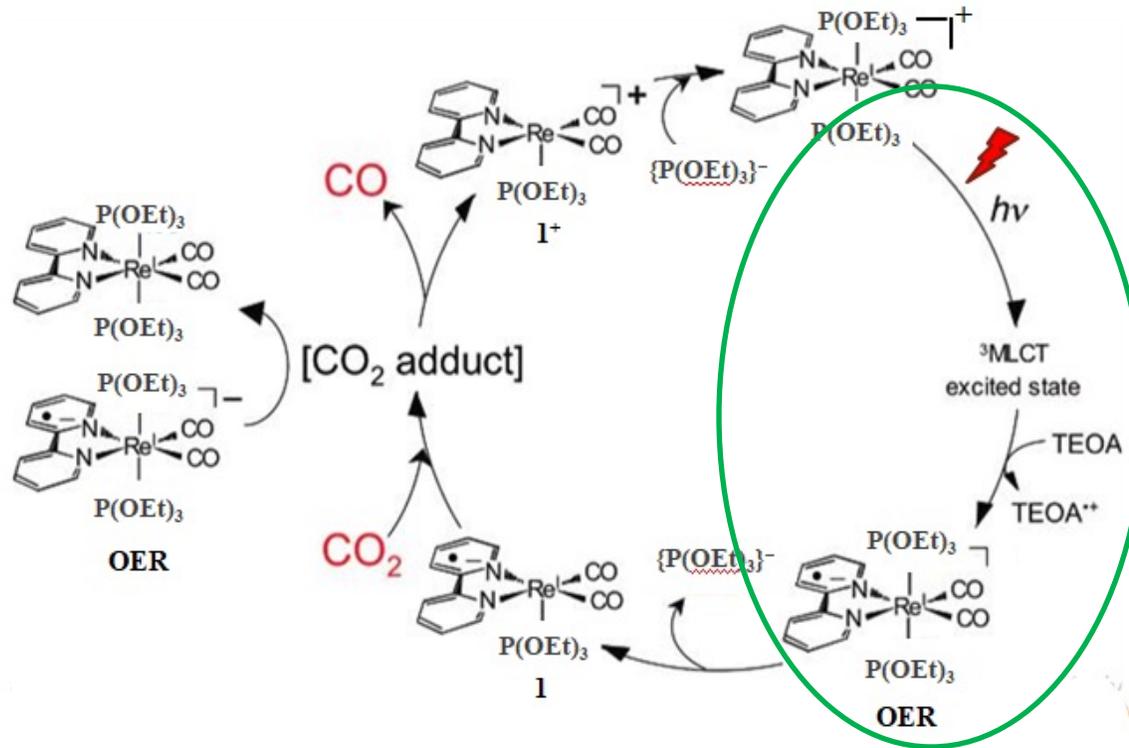
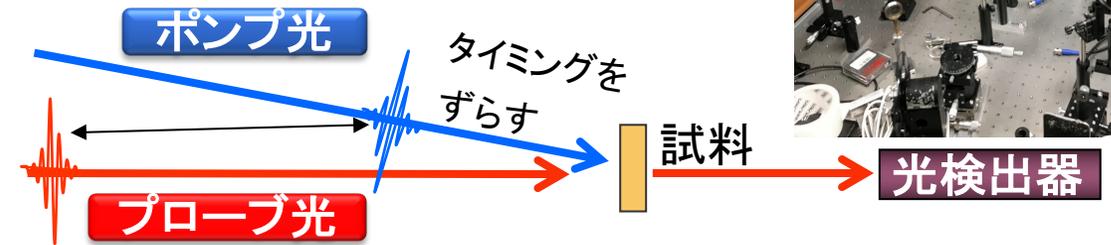
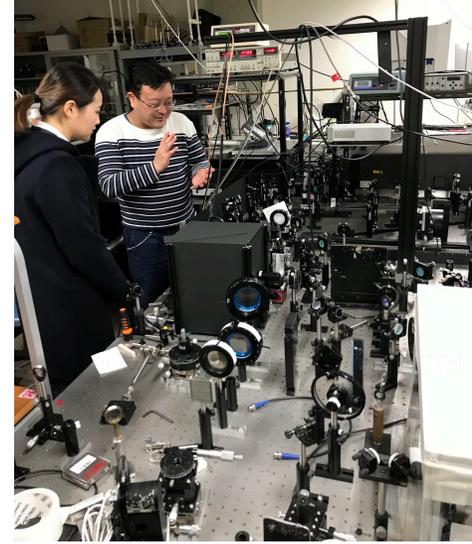
[P. N. Nguyen, sk et al., Scientific Reports 9, 11772 (2019).]

例) 光合成:



ここにドラマあり！

光が30 $\mu\text{m}$ (~髪の毛の太さ)進む時間  
[100femto( $10^{-13}$ )秒]を分解

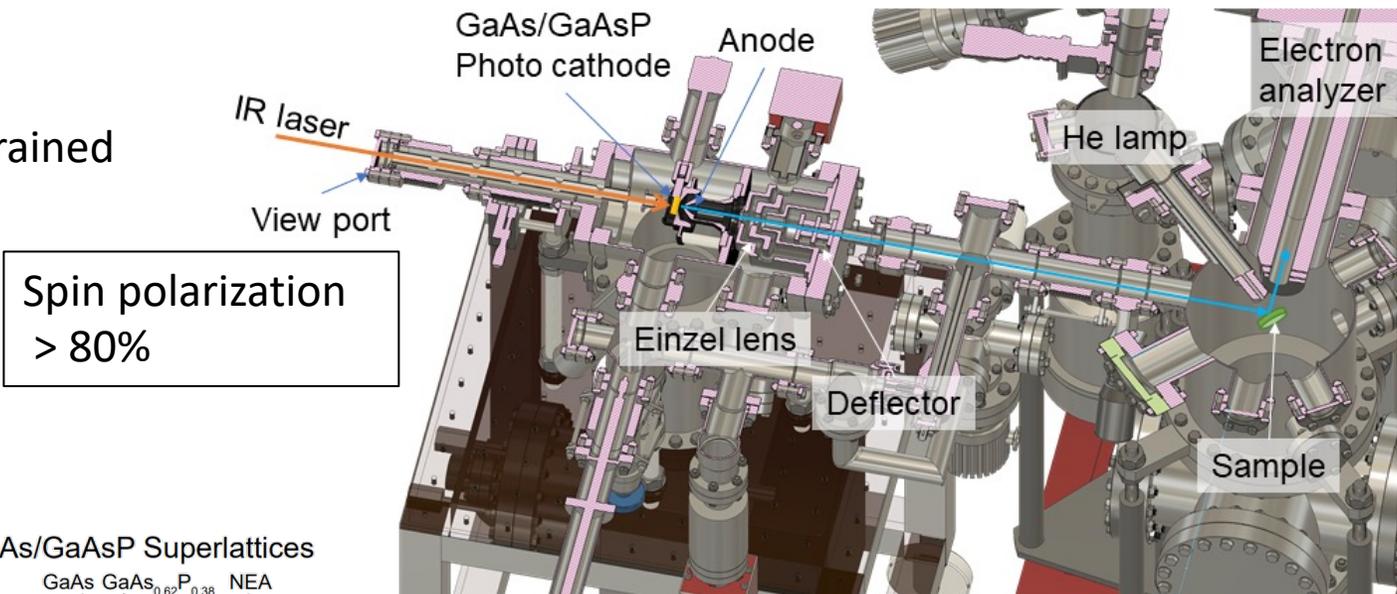
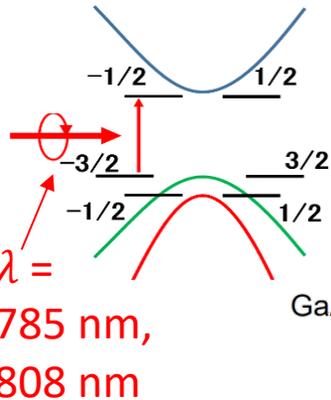


# 電荷やスピンの集団で動く現象をとらえる

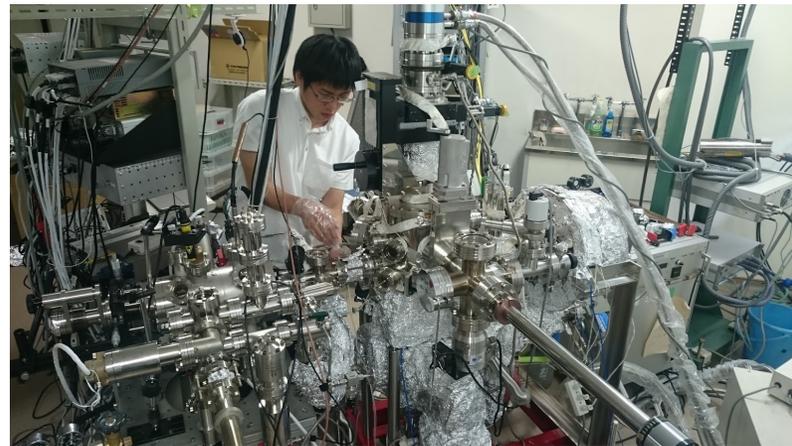
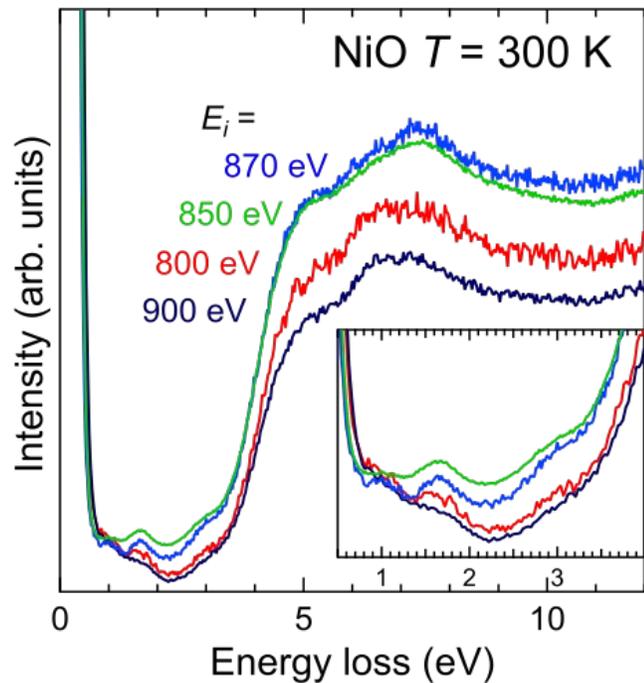
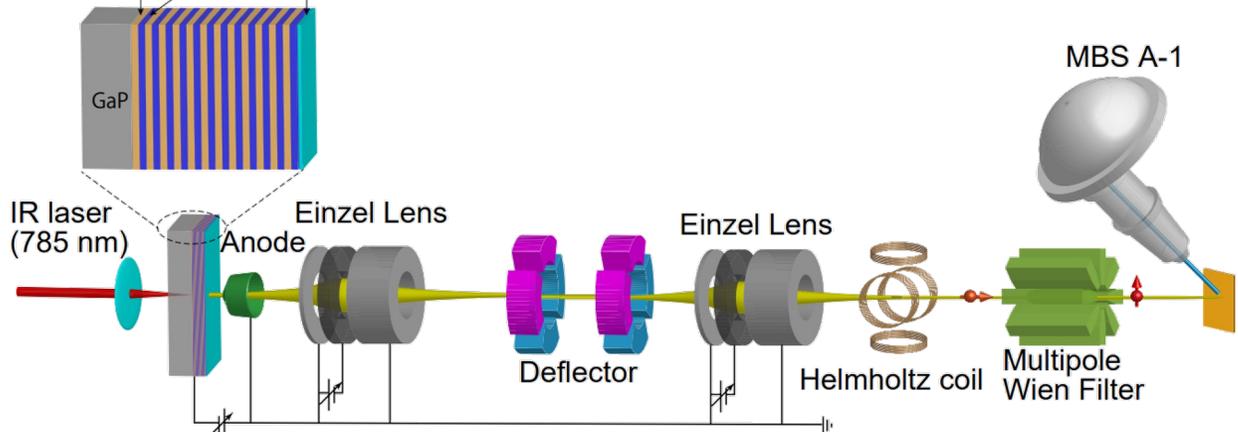
## スピン・時間分解弾性・非弾性電子散乱法の開発

[ sk et al., Review of Scientific Instruments **92**, 093103 (2021). ]

**Photocathode:**  
GaAs/GaAsP strained  
superlattice



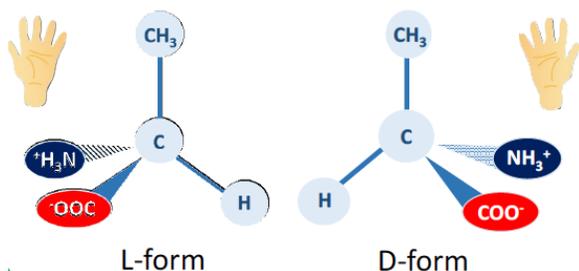
GaAs/GaAsP Superlattices  
GaAs GaAs<sub>0.62</sub>P<sub>0.38</sub> NEA  
GaP



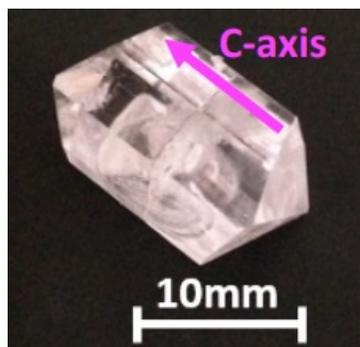
# 生体物質の未知の機能を見つける

生体内の量子効果：量子生物物理学

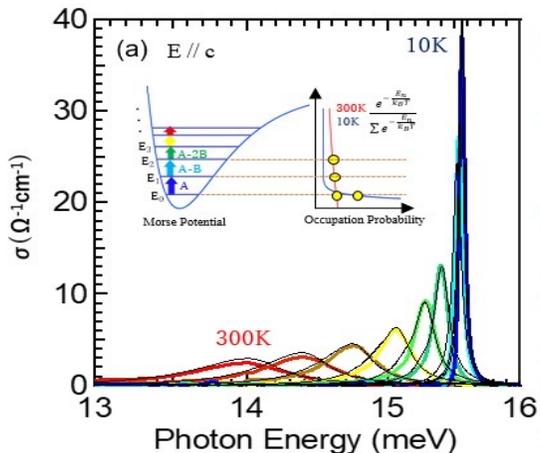
**アミノ酸**は、環境に優しい  
強誘電材料の候補



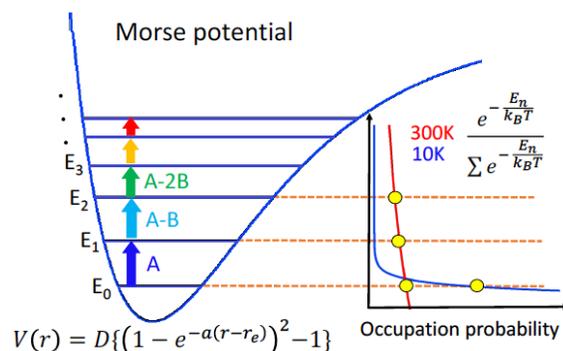
アラニンの巨大単結晶育成



分子振動ピークの巨大温度効果



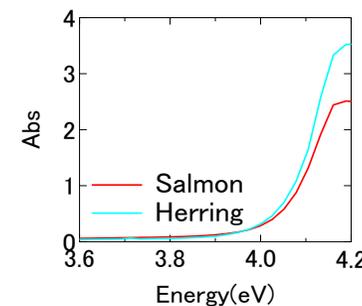
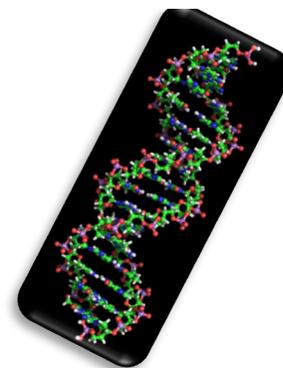
分子振動ポテンシャルのモデル解析



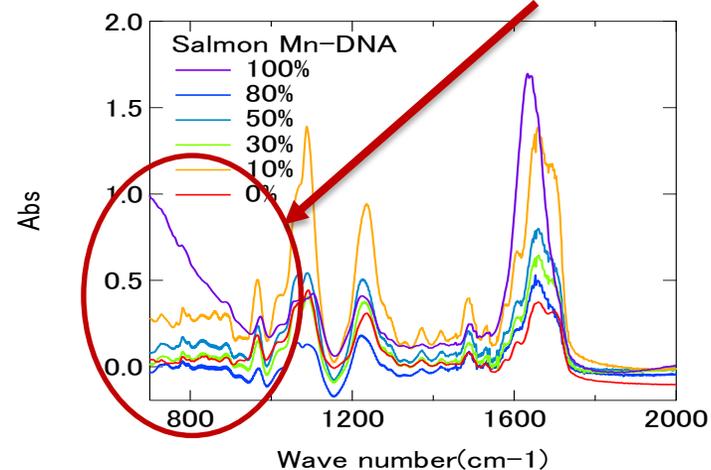
[ Z. Mita, H. Watanabe, *sk, Infrared Phys. Tech.* **96**, 7 (2019). ]

**DNA**はナノヘリカルコイル

通常は半導体 ( $E_g \sim 4\text{eV}$ )



金属イオンドーピングで金属化 (金属性の出現)



# 木村Gが使っているシンクロトロン光施設（学外）

“巨大な  
顕微鏡”

自然科学研究機構 分子科学研究所 UVSOR（愛知）



Synchrotron Soleil  
France



高エネルギー加速器研究機構  
Photon Factory（茨城）



大型放射光施設  
SPring-8（兵庫）



九州シンクロトロン光研究センター  
Saga Light Source（佐賀）



広島大学 HiSOR（広島）



実験風景



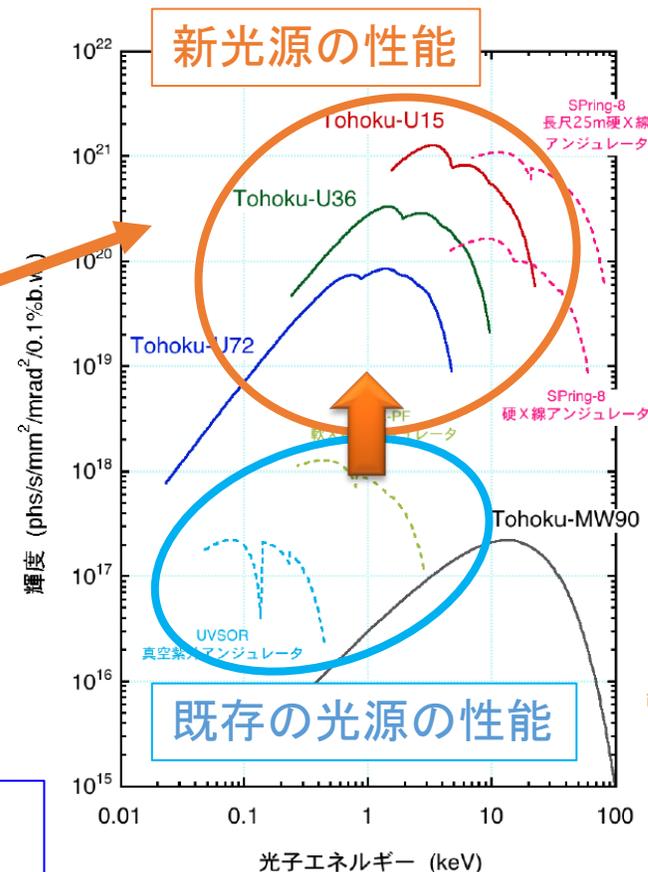
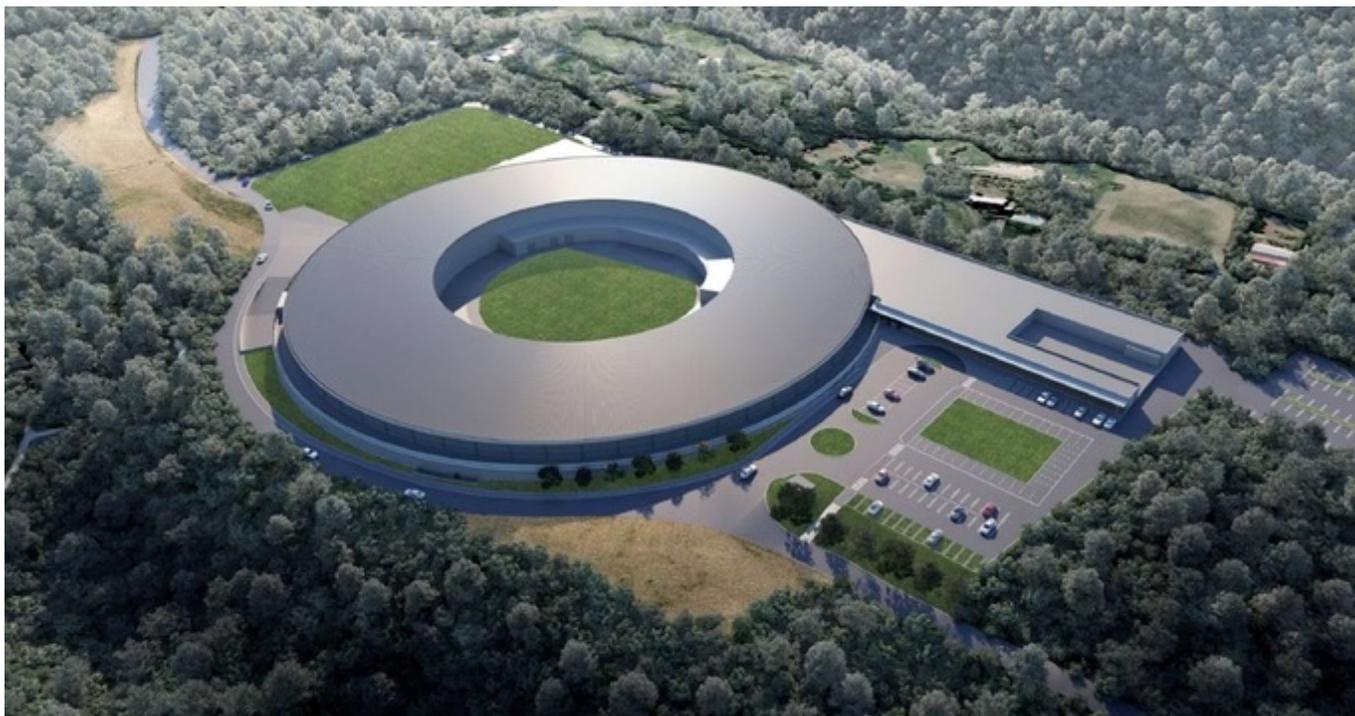
・・・約 20 週 / 年 [国内外いろいろ行けます。なお、全員が全部に行くわけではありません]

# Nano Terasu (次世代放射光) 施設

[国家プロジェクト]

(2024年に 仙台 にオープン予定)

(実空間・運動量空間・時間 分解)



木村G は、人財育成(アカポジ)とビームライン建設で協力。

今年度、木村G OBが異動。(今後数年間の需要あり。)



# 木村Gの研究室生活

## イベント(例:2022年度)

4月 キックオフミーティング & 歓迎会

5月 春の遠足(例えば神戸散策)

5~7月 学外実験5件

(7月 暑気払い)

(8月 物理院試お疲れ様会)

9月 歓送会, 物理学会

10月 歓迎会, 国際会議(主催)

10~12月 学外実験6件

11月 秋の遠足(例えば山崎散策)

12月 忘年会

1月 放射光学会

2月 修論+卒論発表お疲れ様会

3月 歓送会, 物理学会



日常は...

月曜:グループセミナー  
+ プロGRESSレポート

週1で輪講(B4+M1)

他の時間は研究・実験(卓球・ボードゲーム)など

土日は(基本)休み

## 近年の受賞件数

2022年 3件

2021年 1件

2020年 3件

2019年 2件

2018年 4件

2017年 3件

2016年 6件

2015年 3件



詳しくはHPを参照



# 木村Gは、こんな学生さんを歓迎します。

(すべて“and”である必要はありません。)

- 光が好き。/ 光についてもっと知りたい。
- 量子力学・統計力学を手に取りるように見てみたい。
- 実験したり、計算したり、実験装置を作ってみたい。
- アカデミア(放射光施設/研究所/大学)への就職に興味がある。
- 「シンクロトン光」という言葉に惹かれる。
- 一人も好きだが、数人のチームでも研究をしたい。
- (シンクロトン光を使って)手っ取り早く短期間で成果を出したい。
- 車 or バイクを持っている。
- 旅行が好き。(自腹を切らずに国内外あちこちに行って実験したい人。)
- 釣りが好き。
- 研究室で卓球がしたい。(研究室に卓球台あります。)
- 研究室で麻雀がしたい。
- (ヒーロー物の)必殺ビームが好き。
- ....



# その他の情報

詳しくは, web-site: <http://kimura-lab.com> をご覧ください。



Contents

HOME

OUTLINE

RESEARCH

ACHIEVEMENTS

○ Announcements (to Japanese students and researchers)

私共の研究室は、持続性社会の実現を目指して、物質の新たな機能性を開発する研究を進めています。具体的には、2次元・1次元スピン偏極物質、重い電子系薄膜、トポロジカル絶縁体、ワイル半金属などの新奇量子物性や生体物質の、ミクロな機能性の情報である電子構造の研究、特に最近では、3次元から2次元・1次元に次元を変えることで生まれる新しい物性や、光励起で作られられる準安定電子状態に注目しています。これらを推進するために、分子線エピタキシー法による機能性薄膜の作製を行うとともに、これまで観測できなかった情報を得るために、シンクロトロン光やレ