

木村グループ^o(光物性) 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

2025年度 メンバー (予定)

B4 ???名

M 9名、D 3名

秘書 1名

助教 1名

准教授 1名

教授 1名

(女子率 : 19%、外国人率 : 25%)

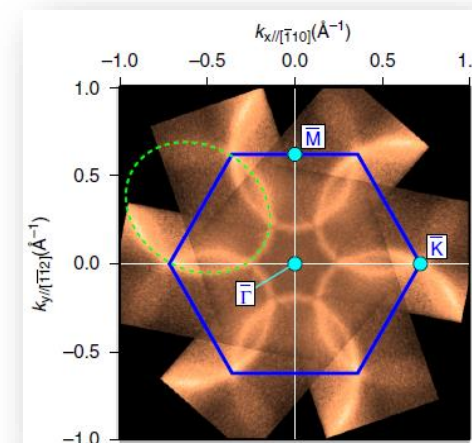
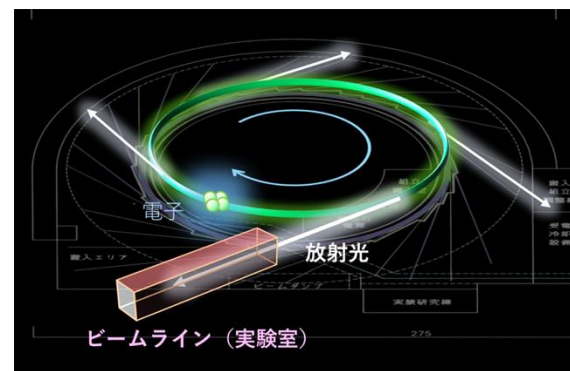
2024年度 木村研 春の遠足

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)

- 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、
シンクロトロン光、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、...



NanoTerasu (3GeV高輝度放射光施設)

[国家プロジェクト]

(2025年度から共同利用開始)



木村G は、人財育成(アカポジ)とビームライン建設で協力。

今後は利用研究へ (2025年度前期は8日間 利用)

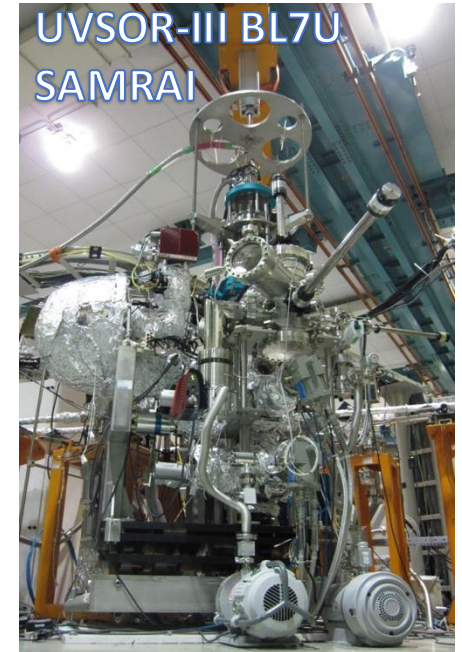
木村G出身者が主要メンバーの1人
(今後も就職口としての需要あり。)



#1 固体表面の新しい物理

を見る・作る



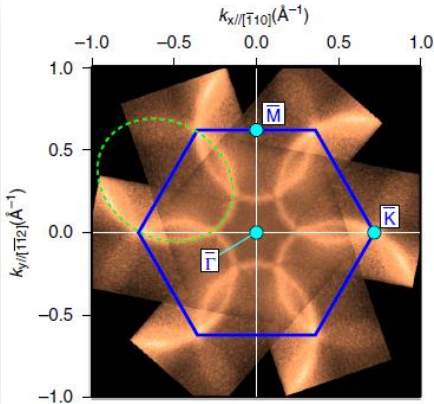


[Rev. Sci. Instrum. 2010]

固体表面の新しい物理を作る・見る

シンクロトン光(放射光)による 電子構造の直接観測と新奇機能性薄膜の創生

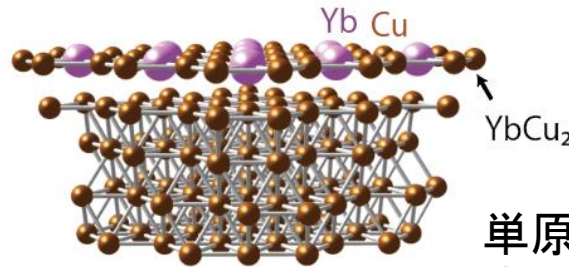
トポロジカル(近藤)絶縁体 [SmB₆]



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]

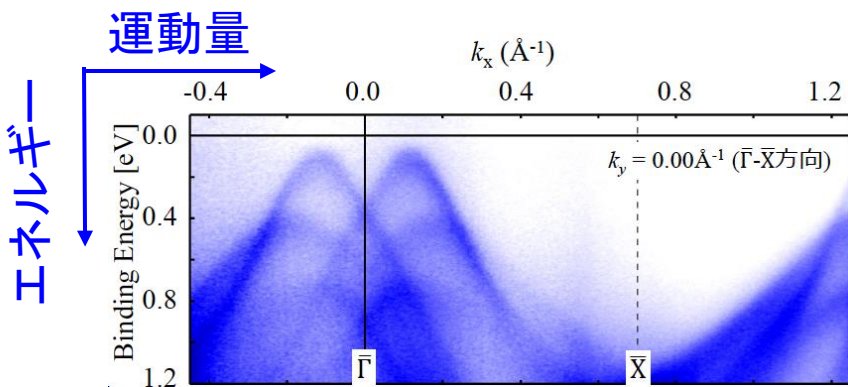
単原子層 重い電子 [YbCu₂/Cu(111)]



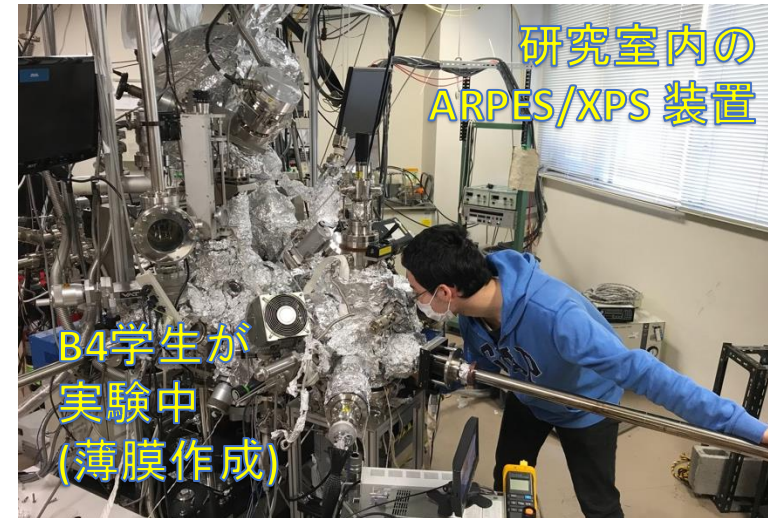
単原子層の重い電子系を
世界で初めて作製
[Nat. Commun. 2023]

(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



研究室内の
ARPES/XPS 装置

B4学生が
実験中
(薄膜作成)

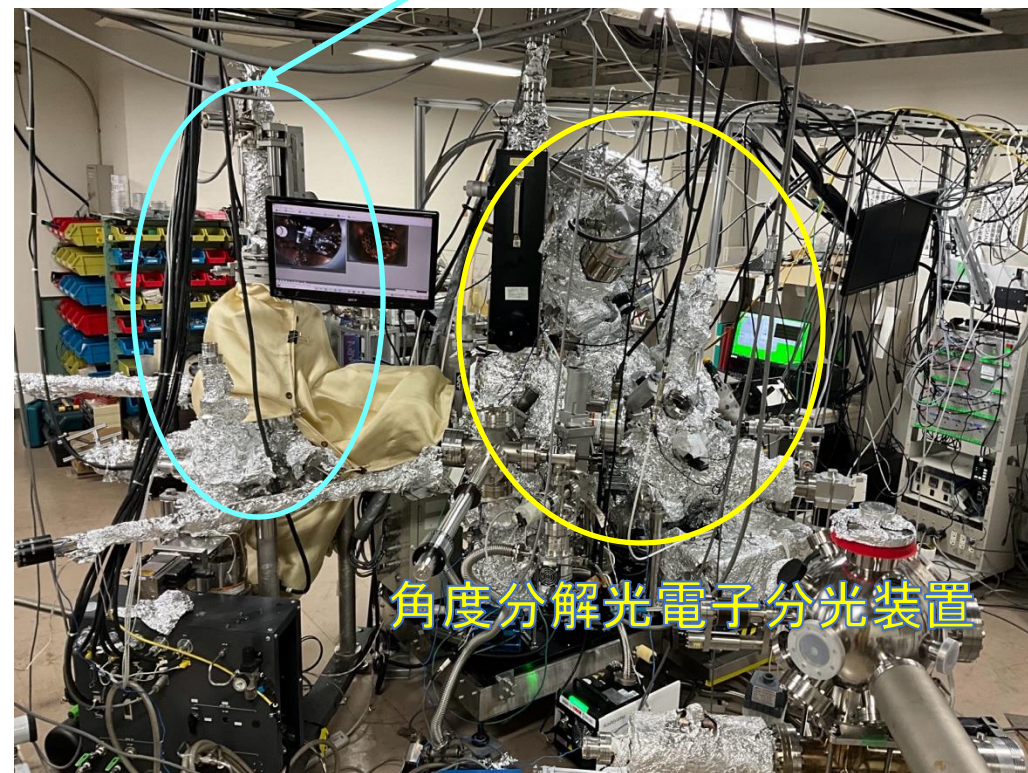
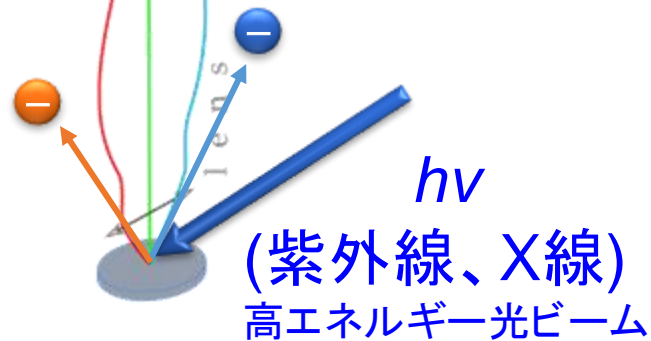
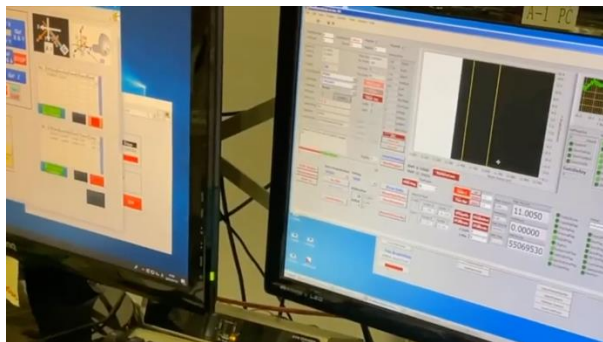
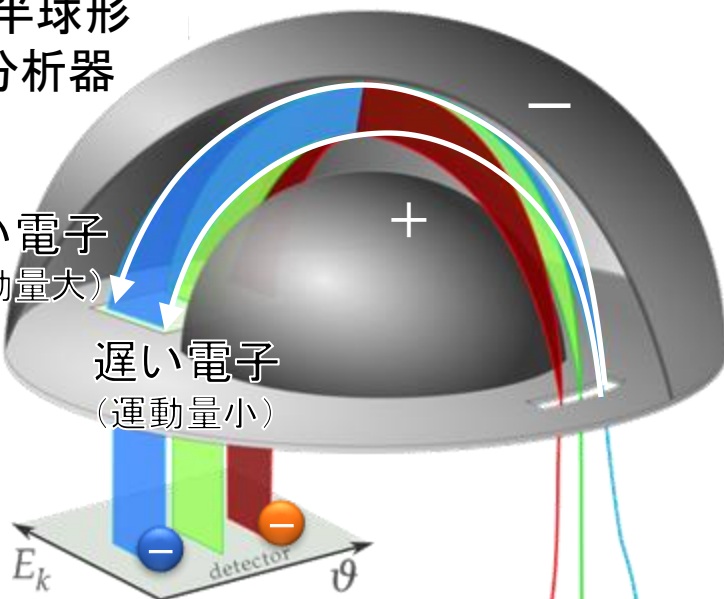
角度分解光電子分光装置 with 薄膜製造装置 (2台)

分子“ビーム”エピタキシー装置 (試料作製)

半球形
光電子分析器

速い電子
(運動量大)

遅い電子
(運動量小)



木村Gが主に使うシンクロトロン光施設

“巨大な顕微鏡”

自然科学研究機構
分子科学研究所 UVSOR (愛知)



3GeV高輝度放射光施設
NanoTerasu (宮城)



高エネルギー加速器研究機構
Photon Factory (茨城)



Synchrotron Soleil
France



大型放射光施設
SPring-8 (兵庫)



広島大学 HiSOR (広島)



実験風景



・・・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



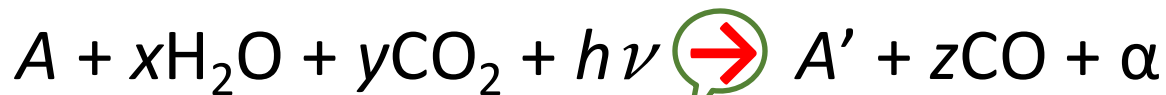
#2 機能性発現の瞬間の物理
を見る・作る

物質の機能性が現れる瞬間をとらえる

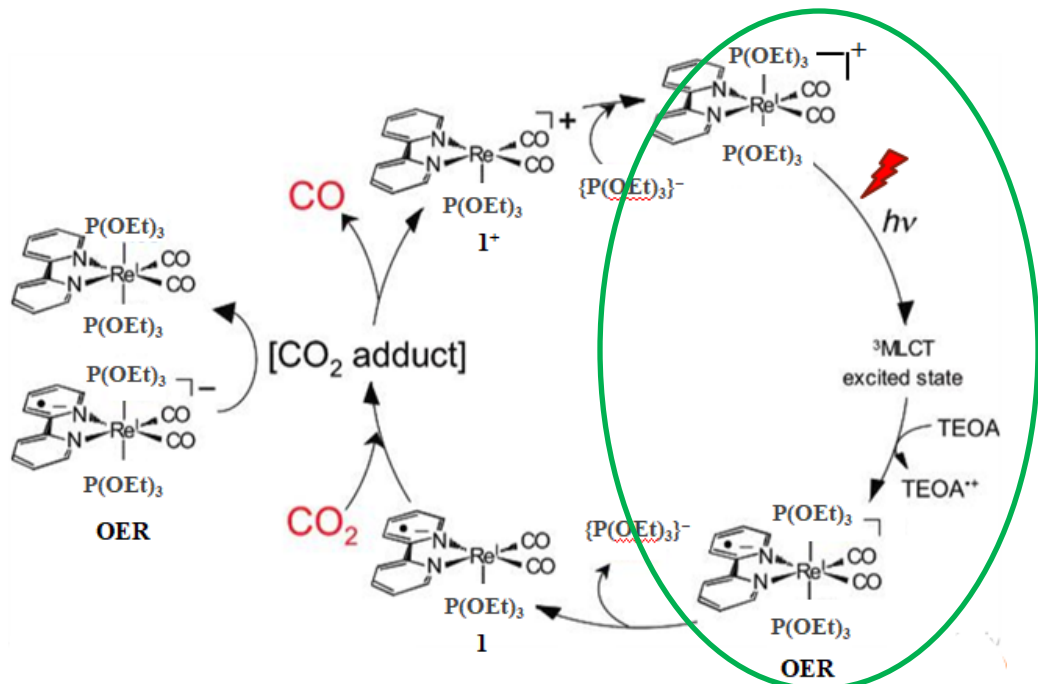
レーザーを使った研究（時間分解の実験）

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

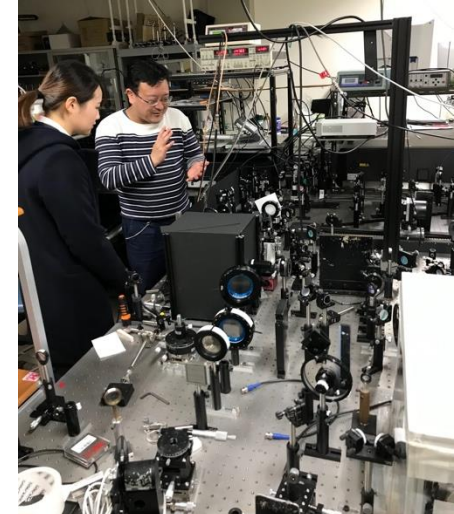
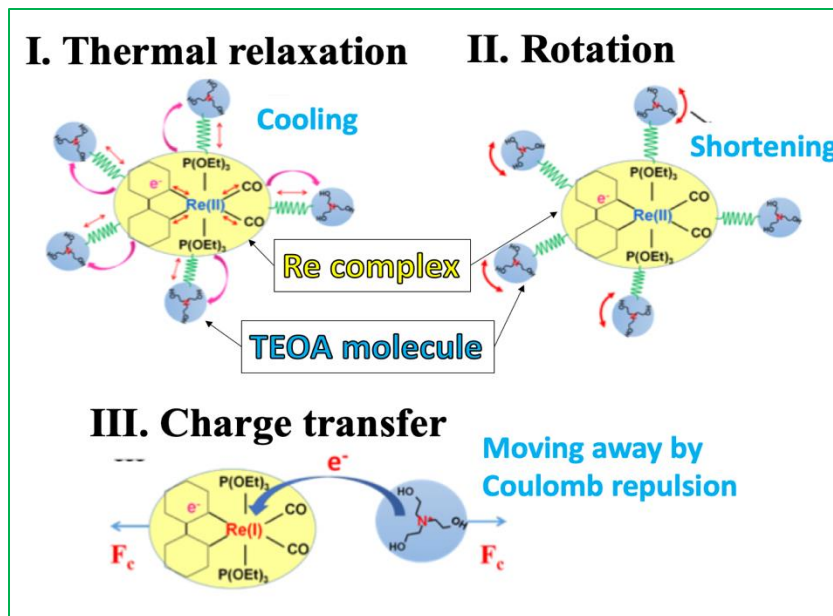
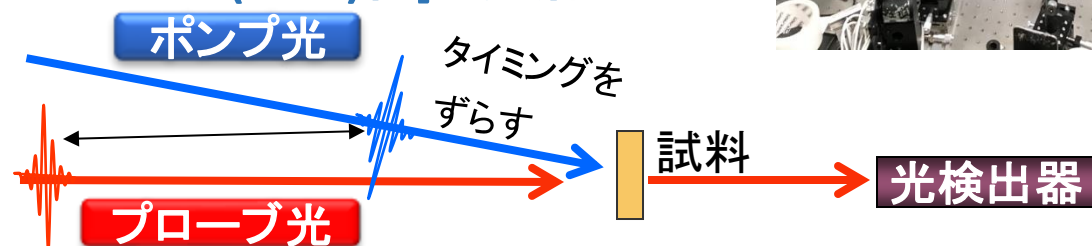
例) 人工光合成:



ここにドラマあり!



光が30μm (~髪の毛の太さ)進む時間
[100フェムト(10⁻¹³)秒]を分解

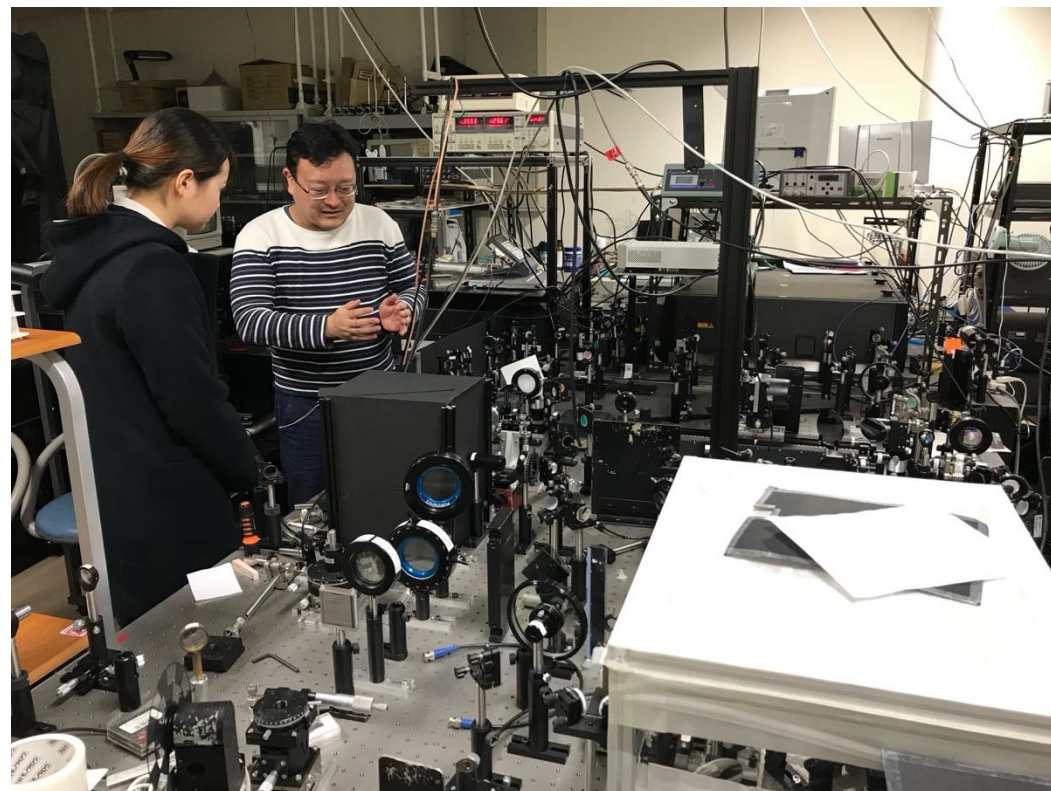


大強度パルスレーザー分光装置(2台)

Light-Conversion社製
PHAROS(laser) + ORPHEUS(OPA)
1年前に納品された



Coherent社製
Ti:Sa laser + Regenerator + OPA





#3 今まで見えてなかった物理
を見る

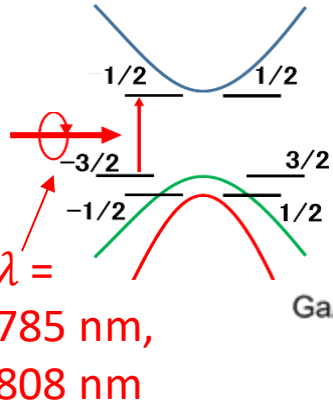
電子の電荷やスピンの集団で動く現象をとらえる

スピン分解 共鳴 非弾性電子散乱法 の開発

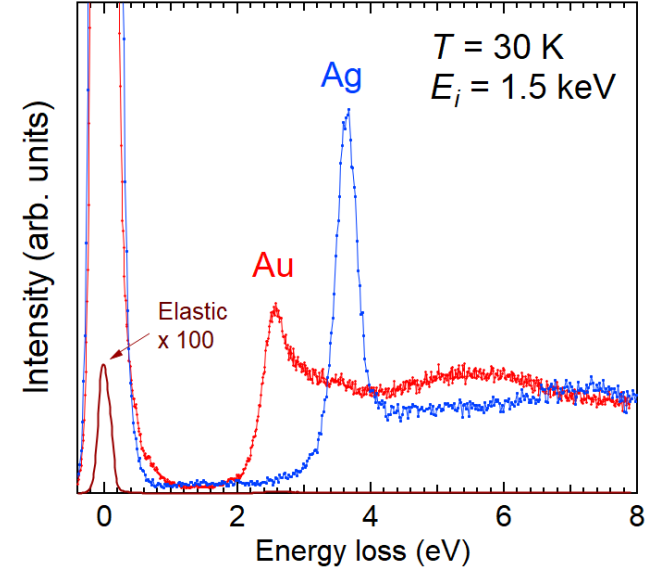
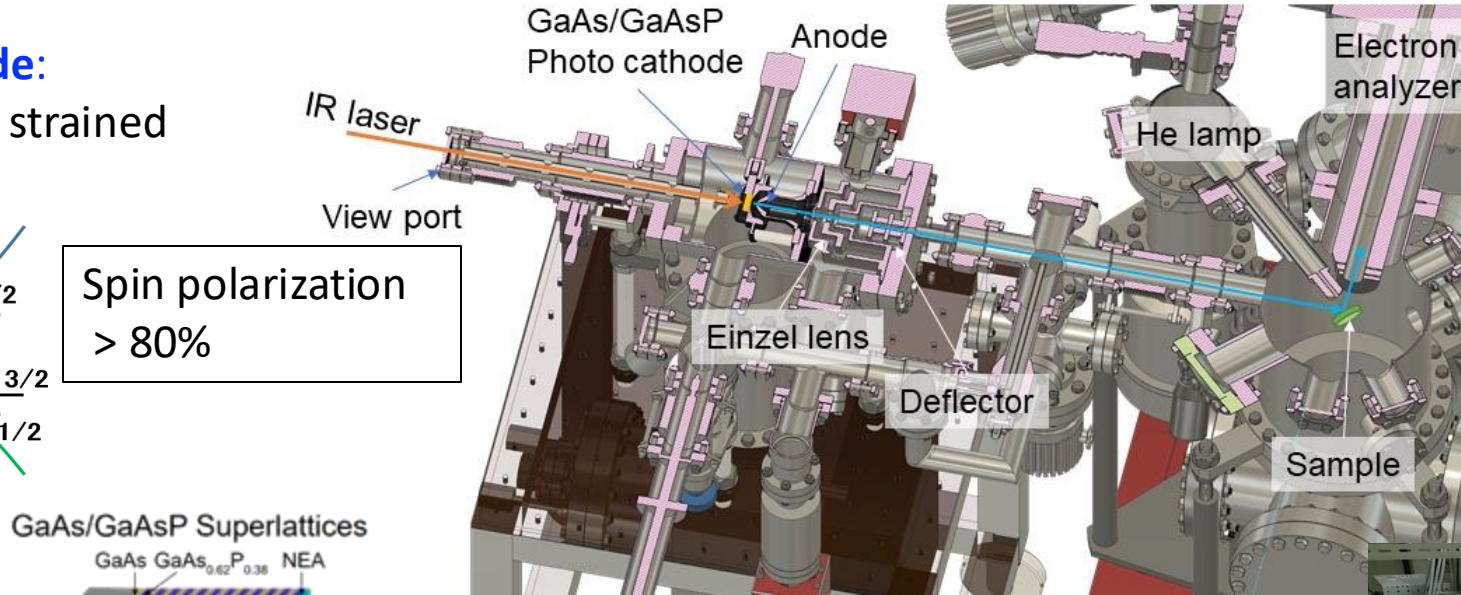
[sk et al., Review of Scientific Instruments **92**, 093103 (2021).]

Photocathode:

GaAs/GaAsP strained superlattice

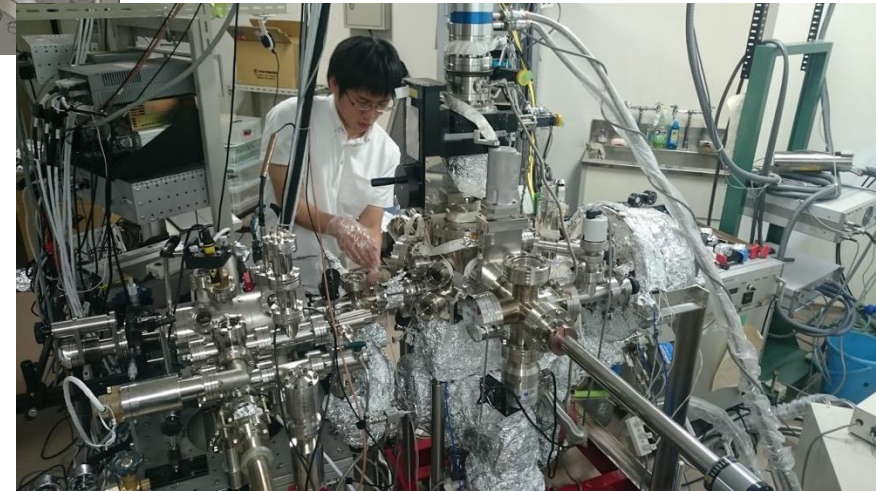
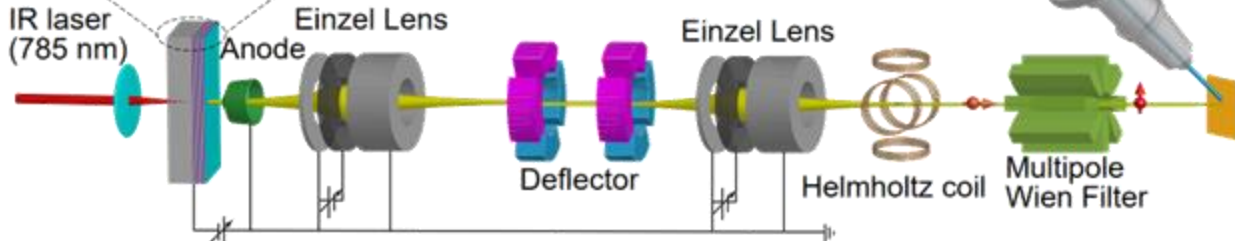
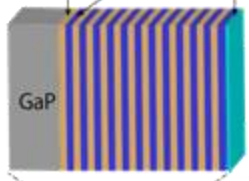


Spin polarization
> 80%

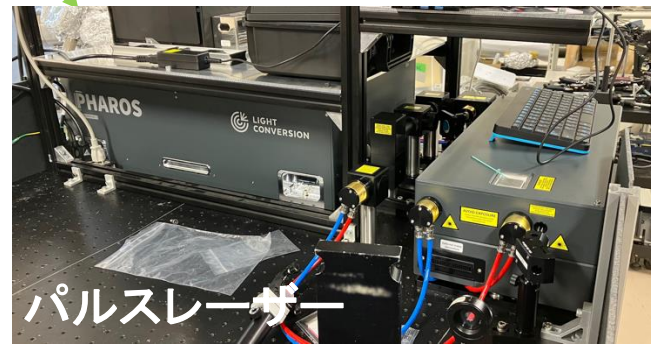
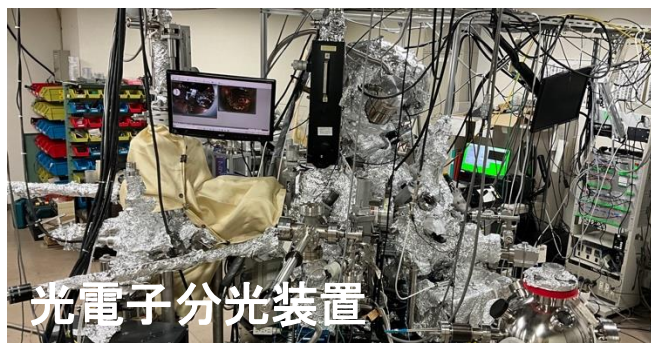
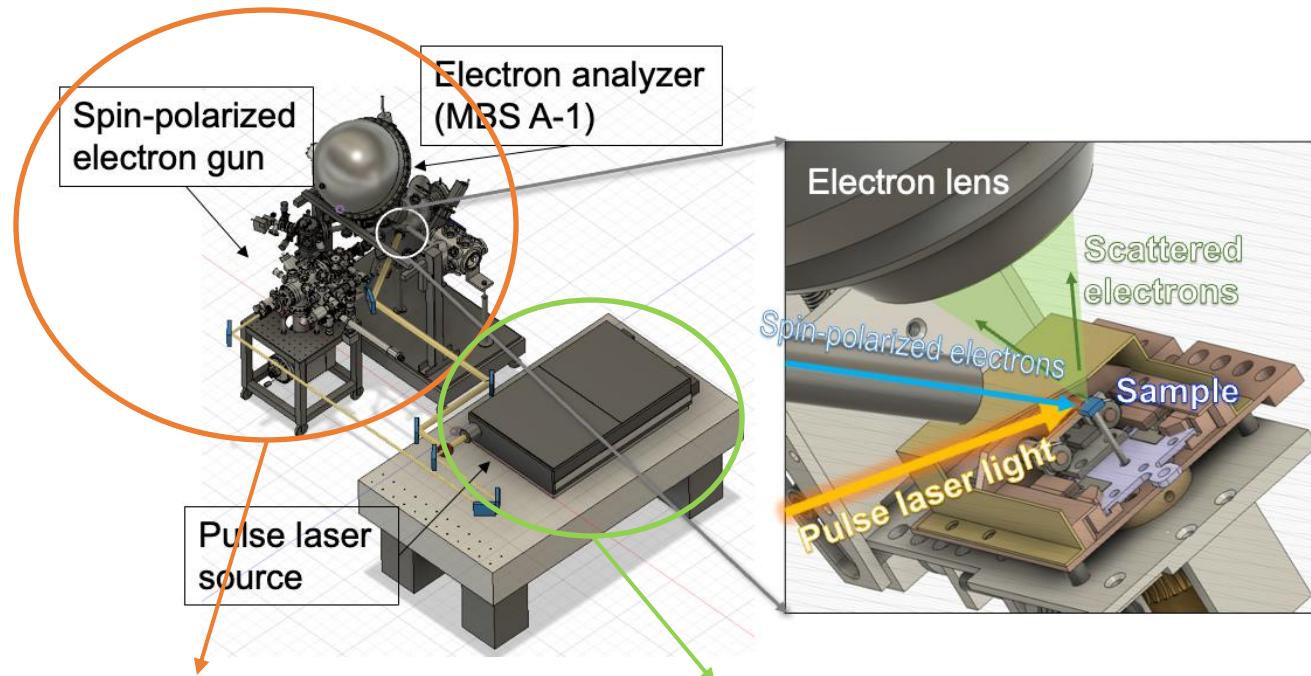


GaAs/GaAsP Superlattices

GaAs GaAs_{0.62}P_{0.38} NEA

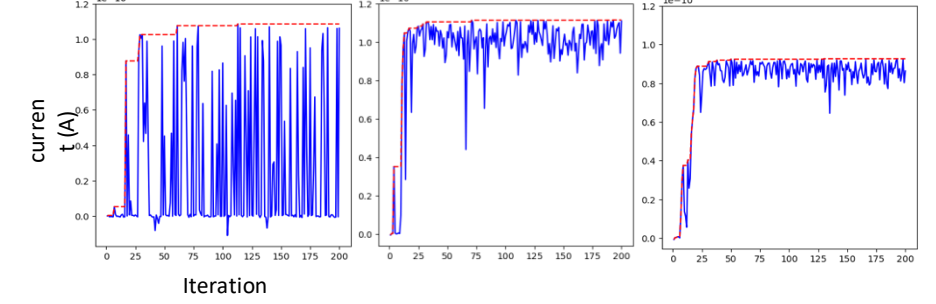
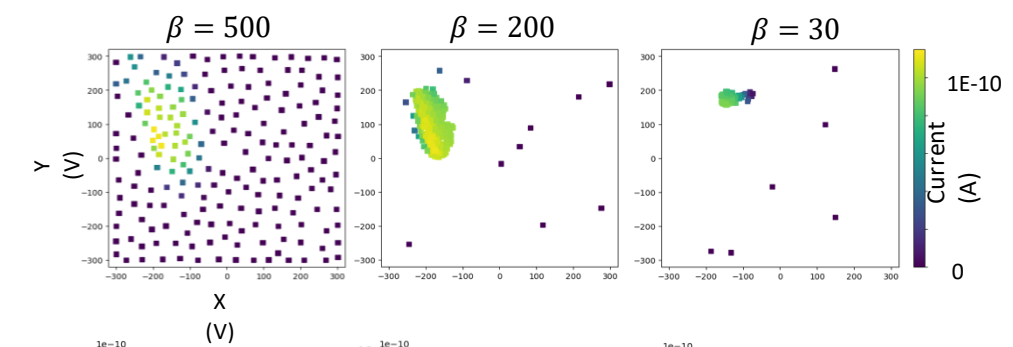


開発中の スピン・時間分解 弾性・非弾性電子散乱法



我々独自で開発し、世界で唯一の装置。

機械学習による 時空間パラメータの決定 (M2学生)



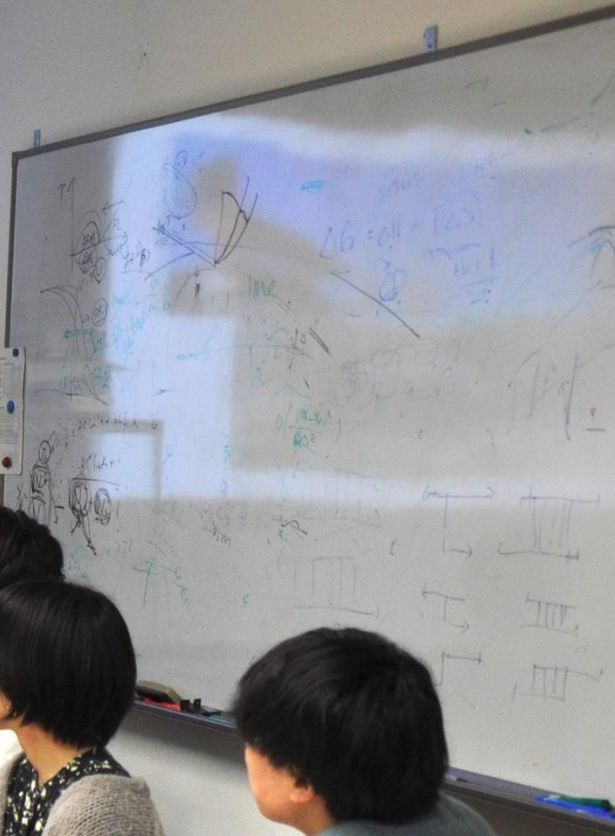
← β →
 収束遅い ランダムな測定 収束早い 局所解にはまりやすい

ベイズ最適化によるパラメータ最適化に成功





木村グループの学生さんの活動



木村Gの研究室生活



イベント (例: 2024年度)

4月 キックオフミーティング & 歓迎会, 国際会議(アメリカ)

5月 春の遠足(宇治散策)

5~8月 学外実験6件

7月 国際会議(イタリア)

8月 暑気払い, 院試お疲れ様会

9月 歓送会, 物理学会(札幌)

10月 国際会議(北九州)

10~12月 学外実験5件

11月 秋の遠足(奈良散策)、研究会(岡崎)

12月 忘年会

1月 餅パーティ、放射光学会(つくば)

2月 修論+卒論発表お疲れ様会

3月 歓送会, 物理学会・国際会議
(アメリカ、ドイツ)

1~3月 学外実験3件

日々の活動は・・・

コアタイム(は原則)なし(サボっている人には注意あり)

土日は(研究室は)休み

月曜午後: グループセミナー + プログレスレポート

週1で輪講(B4 + M1)

他の時間は研究・実験(・スノボ・釣り・卓球・ボードゲーム)など

近年の受賞件数

2024年	3件
2023年	1件
2022年	4件
2021年	1件
2013~2020年	21件



詳しくはHPを参照

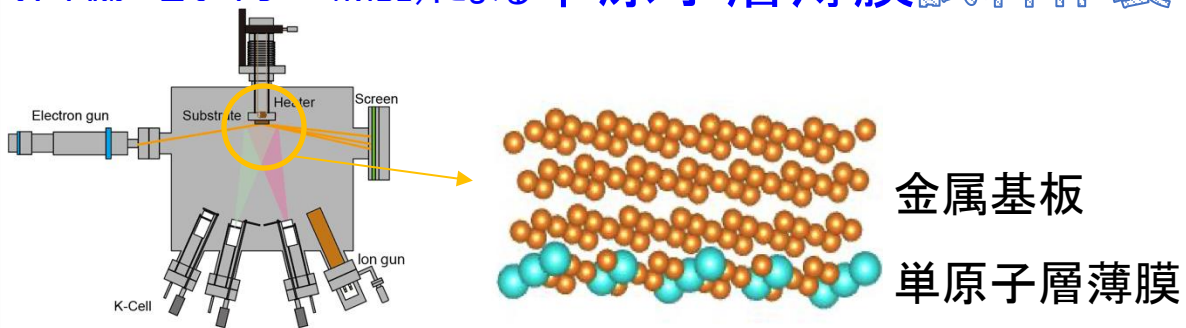


ある学生の研究例

目的: 単原子層の「重い電子系物質」を
(世界で初めて)作る!

[目的の物質を作ってみる]

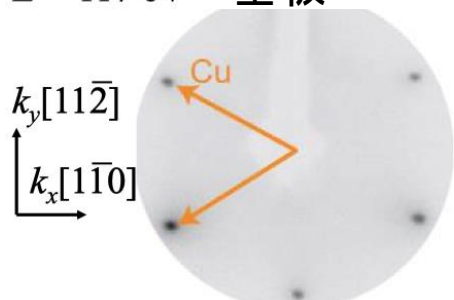
分子線エピタキシー(MBE)による単原子層薄膜試料作製



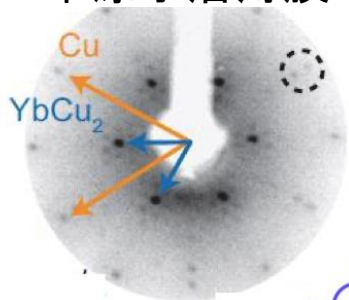
[目的のものができたかどうか確認する]

低速電子線回折(LEED)による表面の結晶構造の観測

$E = 117 \text{ eV}$ 基板

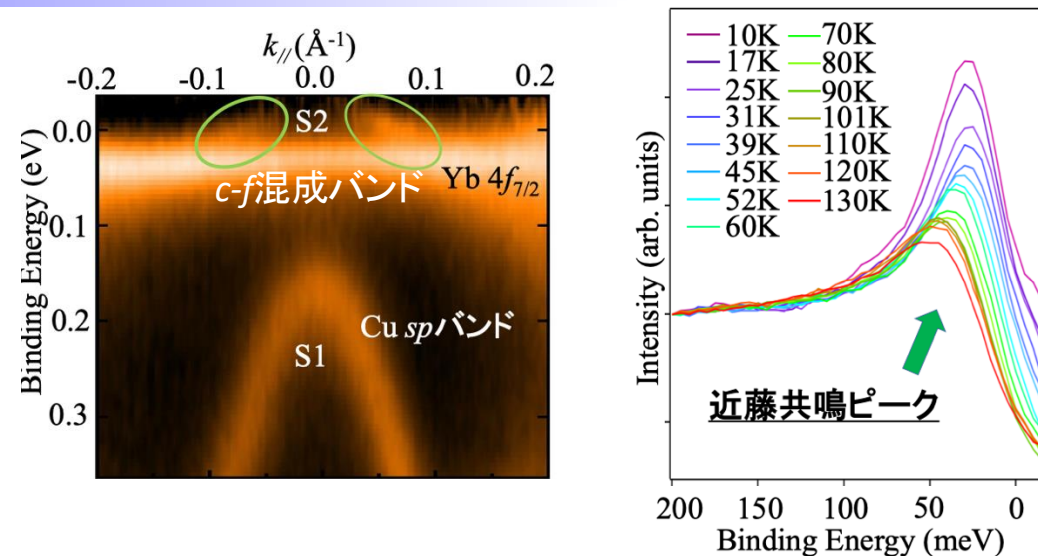


単原子層薄膜



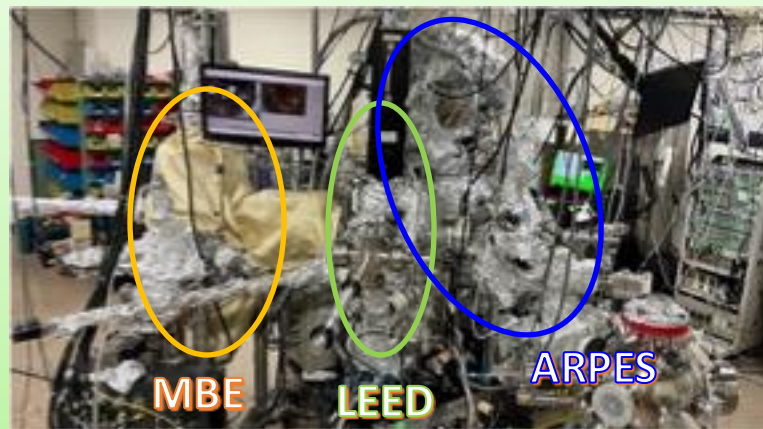
[目的のものができたら、物性を調査する]

角度分解光電子分光(ARPES)による電子状態の観測



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)



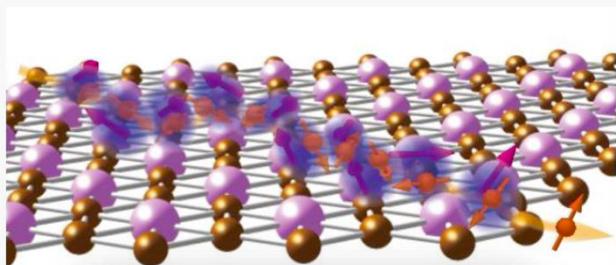
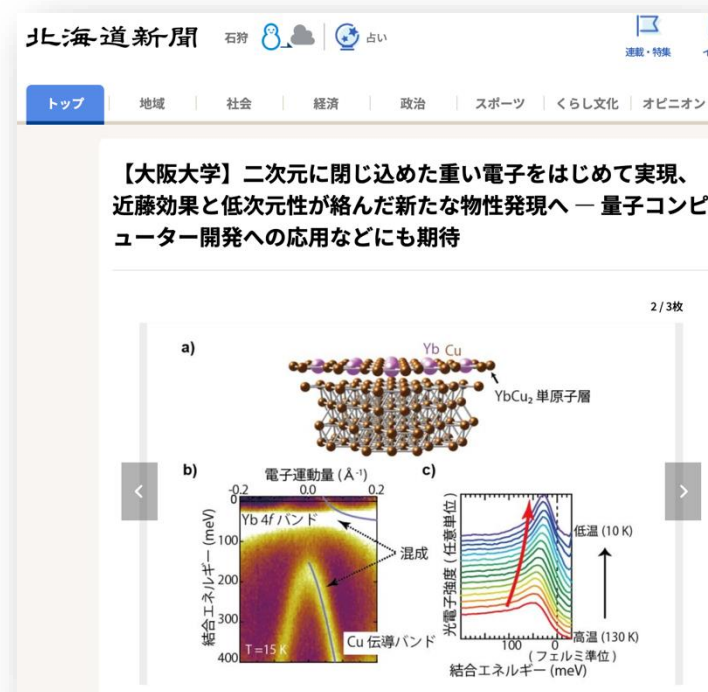
2023年度のプレスリリース (主要業績の記者発表)



Research at Osaka University
ResOU リノウ

https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2023/20231201_1

ネットニュース(25件)に掲載



量子コンピューター開発への応用などにも期待
二次元に閉じ込めた重い電子をはじめて実現
近藤効果と低次元性が絡んだ新たな物性発現へ

nature communications

Article

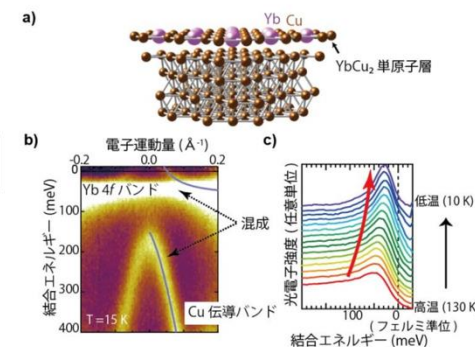
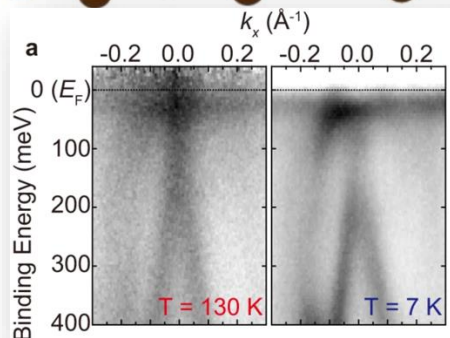
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-43662-9>

Two-dimensional heavy fermion in a monoatomic-layer Kondo lattice YbCu₂

Received: 21 June 2023
Accepted: 16 November 2023
Published online: 01 December 2023

元助教: Takuto Nakamura^{1,2}, 現助教: Hiroki Sugihara², M2: Yitong Chen², D1: Ryu Yukawa³, Yoshiyuki Ohtsubo⁴, Kiyohisa Tanaka⁵, Miho Kitamura⁶, Hiroshi Kumigashira⁷ & Shin-ichi Kimura^{1,2,5} ポス

The Kondo effect between localized *f*-electrons and conductive carriers leads to exotic physical phenomena. Among them, heavy-fermion (HF) systems, in



今年度の 主な業績 [硫化サマリウムの電流・光誘起相転移]

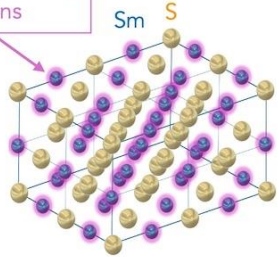
電流による局在電子のメルティング

日本物理学会論文誌 (JPSJ) の **Editors' Choice** に選出

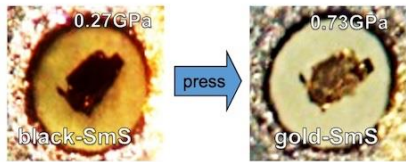
Current melt frozen electrons

Insulating black SmS

localized (frozen) 4f electrons

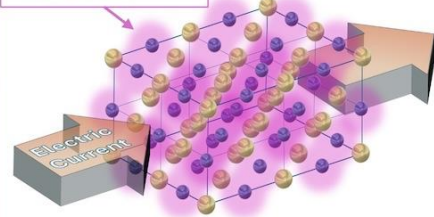


- At ambient pressure: insulator with a direct gap of ~ 0.5 eV (X-point) and an indirect gap of ~ 0.1 eV ($\Gamma \rightarrow X$)
- Pressure-induced Insulator-to-Metal Transition (PIMT) Color change from Black to Golden

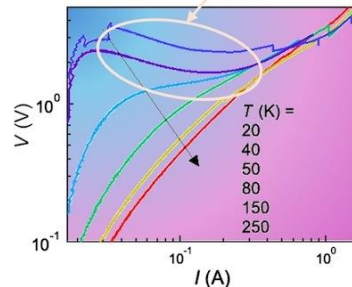


Current-induced nonlinear V-I curve

Itinerant (melted) 4f electrons



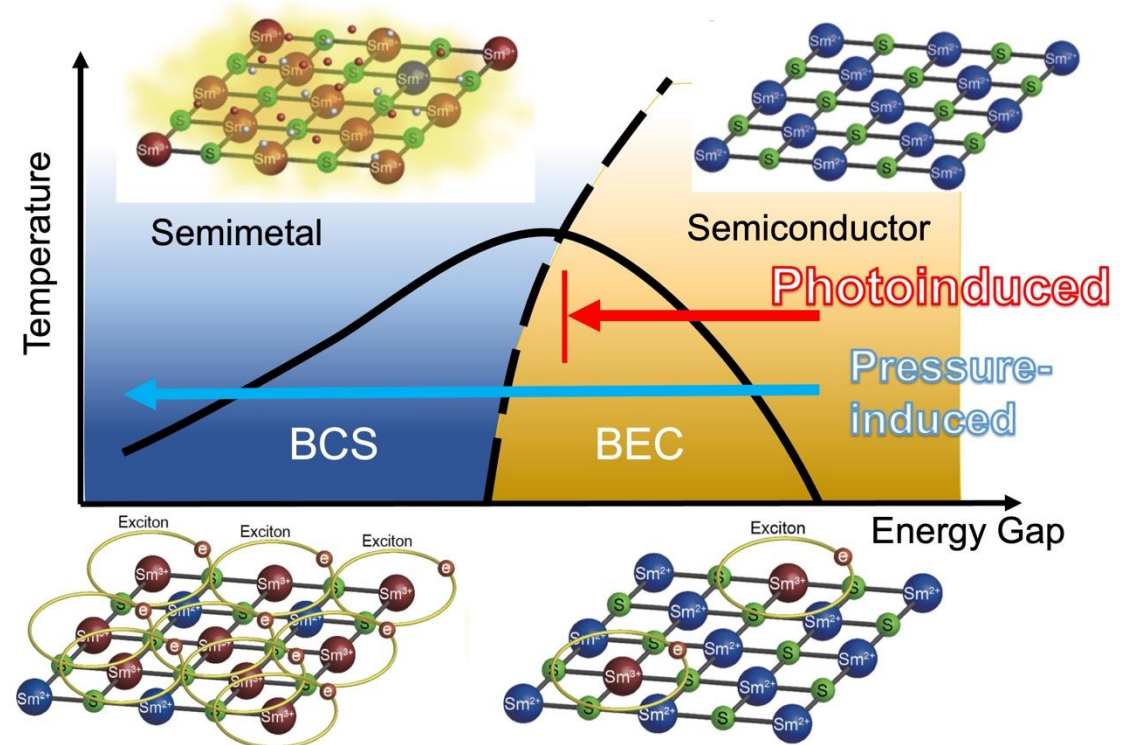
Nonlinear V-I curve: Is this related to PIMT or novel phase transition?



光による物性のコントロール

アメリカ物理学会論文誌 (PRB) の

Editors' Suggestion に選出



木村Gは、こんな学生さんを歓迎します。

(“成績優秀”である必要はありません。それより、“やる気”が大切です。)

- **光が好き** / **光**についてもっと知りたい
- 実験したり、理論計算したり、**実験装置を作ったり**してみたい
- 線や点のグラフより**画像イメージ**のほうが好き
- 「**ナノテラス**」を使ってみたい
- 「**レーザー**」に萌える
- 量子力学 や 統計力学 を実際に観測したい
- アカデミア(放射光施設/研究所/大学)へ就職したい
- カメラや写真撮影が好き
- 花火を光励起で説明したい
- バイク or 車 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)
- 釣り・スノボ・卓球・麻雀・ボードゲーム が好き
- ……

