

光物性(木村)グループ

理学部 物理学科
理学研究科 物理学専攻
生命機能研究科 生命機能専攻

2020年度 メンバー(予定)

B4 最大4名

MC 10名 (留学生含)

DC 5名 (留学生含)

秘書 橋本 朋子

助教 犬坪 嘉之, 渡邊 浩

准教授 渡辺 純二

特任教授 M. H. Jung

教授 木村 真一



光物性(=物性+光)とは？

- 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
= (従来の)光物性

- 可視光だけではなく、X線やTHz波,
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
= 先端分光研究 = 木村G



木村グループの研究理念

• 物質中の新しい物理の開拓

– 固体(3D)や表面・薄膜(2D, 1D)での**新奇物性開拓**

- キーワードは、トポロジー、エキシトニウム、ワイル、ディラック、TLL、、

– **生命系物質**で見落とされていた物性の発見

- キーワードは、生命体中の量子効果

• そのためには、

– 光や電子線を使った

新しい実験方法の開拓が重要

- キーワードは、シンクロトン光、
高輝度電子線、超高速パルスレーザー

様々な「量子ビーム」を使った実験

スペシウム光線は量子ビーム??

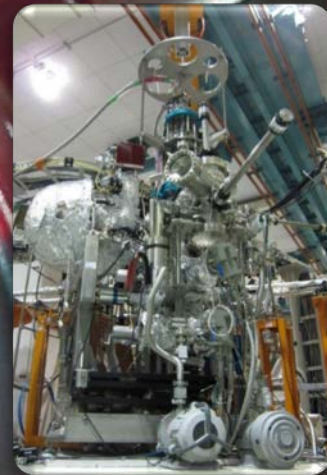


物質のもつ機能性の起源の解明と 量子情報からの新しい機能の創造



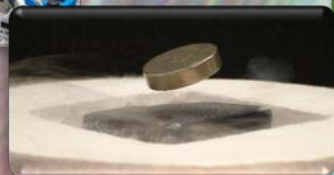
新規分光法開発

- シンクロトロン光 (高輝度3GeV光源)
- スピン偏極電子エネルギー損失分光
- 超短パルスレーザー



テラヘルツ・赤外分光

- 時間分解THz分光
- 次世代THz光源開発
- 極低温・高磁場・高圧



新しい 機能性物質

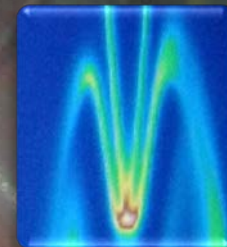
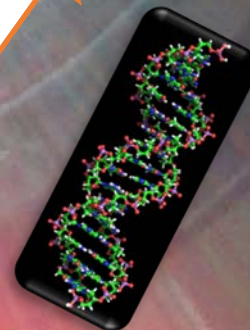
強相関電子系
低次元系
生体材料

電子構造計算

- バルク・表面状態

光電子分光・電子分光

- スピン・軌道対称性・3次元波数分解
- 時間分解光電子分光
- 1次元, 2次元系, トポロジカル系
- 機能性薄膜

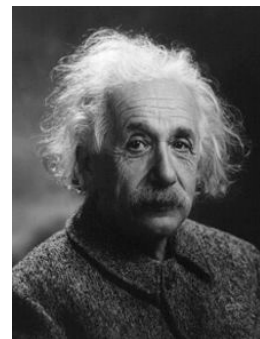


シンクロトロン光(放射光)を使った研究

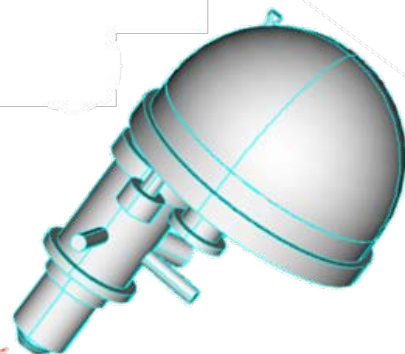
電子の状態が直接見える:

角度分解光電子分光(ARPES)

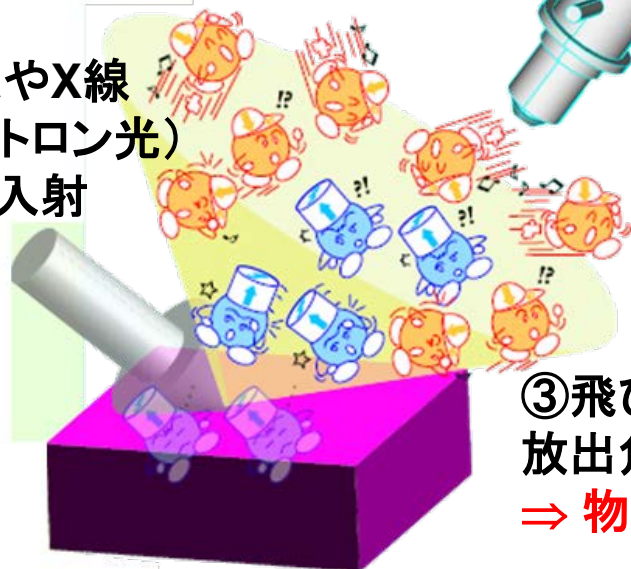
= アインシュタインの光電効果(1905年)



②電子が飛び出す



①紫外線やX線
(シンクロトロン光)
を物質に入射



③飛び出す電子の速度と
放出角度を計測

⇒ 物質内部の電子の情報

エネルギー (E)

$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m^*}$$

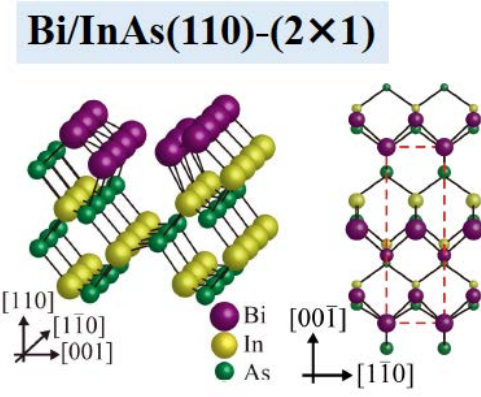
運動量 (k)

シンクロトロン光(放射光)を使った研究

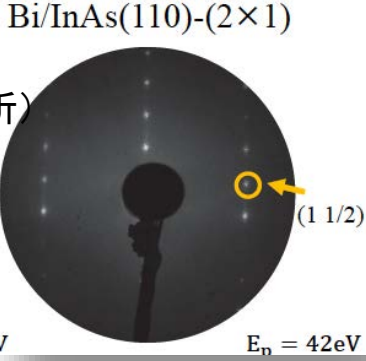
光電子分光による電子構造の直接観測



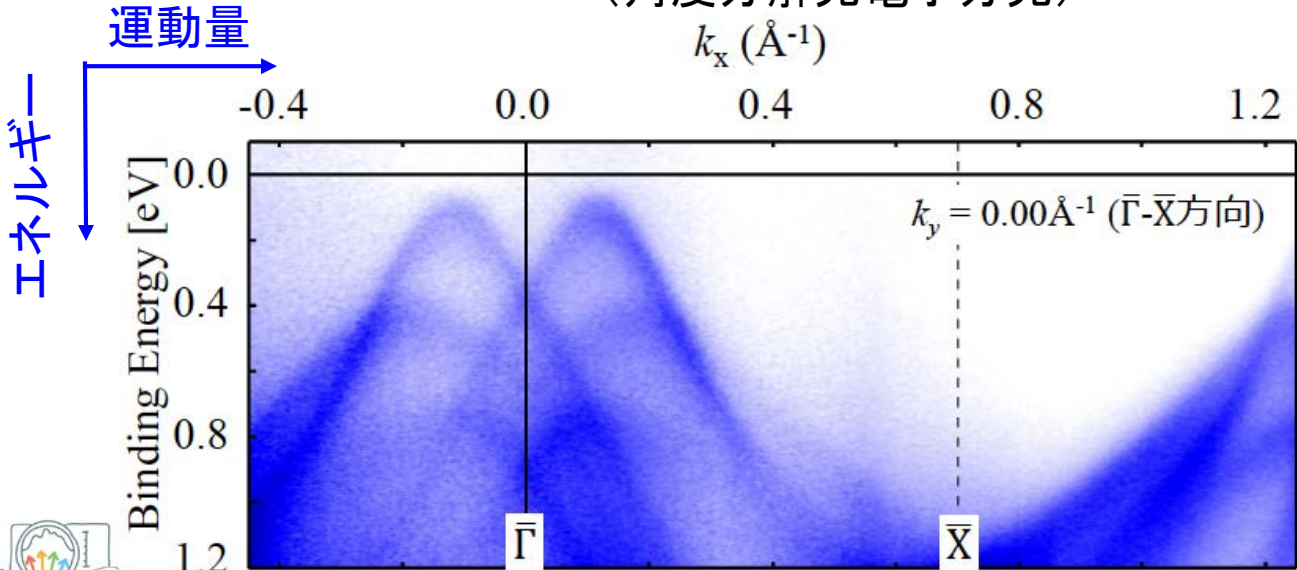
1次元ナノワイヤー
の作成
(分子線エピタキシー)



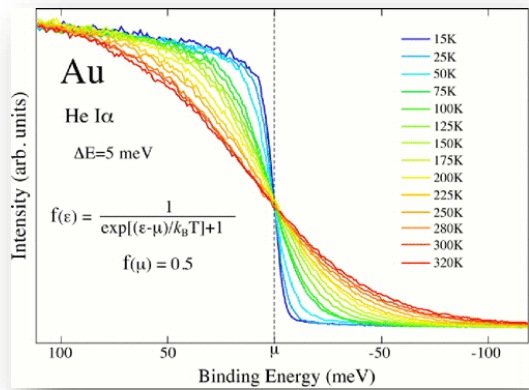
構造評価
(低速電子線回折)



(物性物理学IIで出てくる,) **バンド構造, フェルミ面**
(角度分解光電子分光)



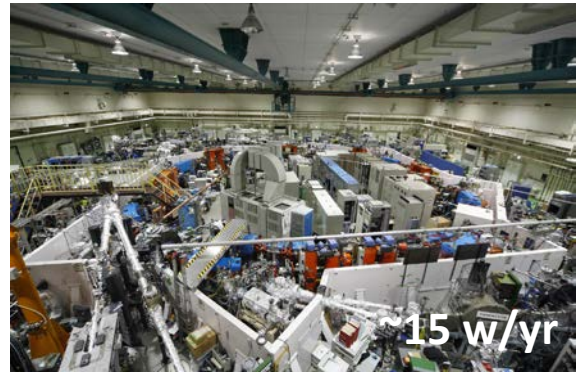
(統計力学で出てくる,) **フェルミ分布関数**



...を直接観測。

木村Gが使っているシンクロトロン光施設(学外)

自然科学研究機構 分子科学研究所 UVSOR (愛知県)



Synchrotron Soleil France



高エネルギー加速器研究機構 Photon Factory (茨城県)



広島大学 HiSOR (広島県)



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



大型放射光施設 SPring-8 (兵庫県)



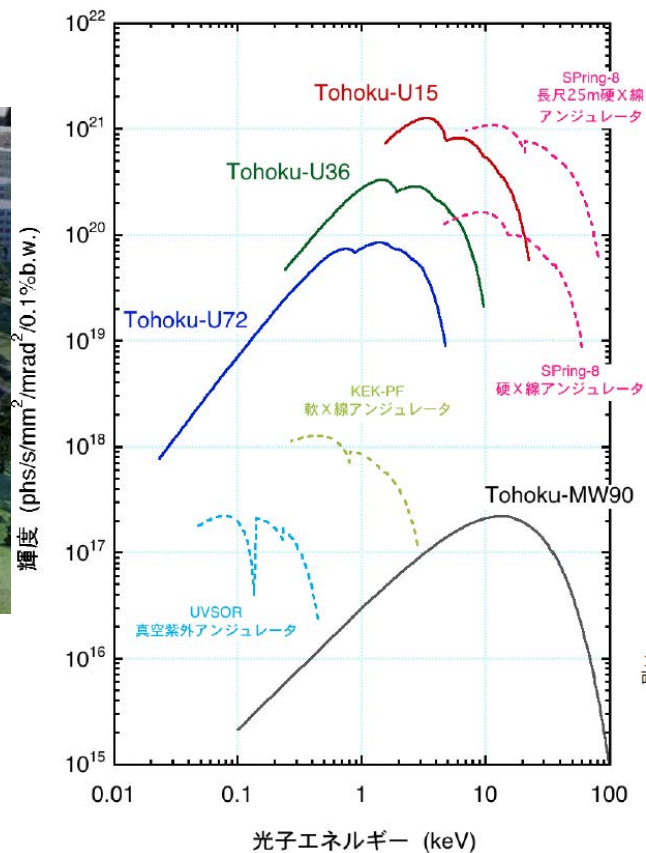
・・・のべ23週/2019年度 [全員が全部に行くわけではありません]



国家プロジェクト 次世代放射光 (シンクロトロン光) 施設

(2023年度にオープン予定)

$E + \vec{k} + \vec{S} + t + \vec{r}$: 11次元 を目指したもの

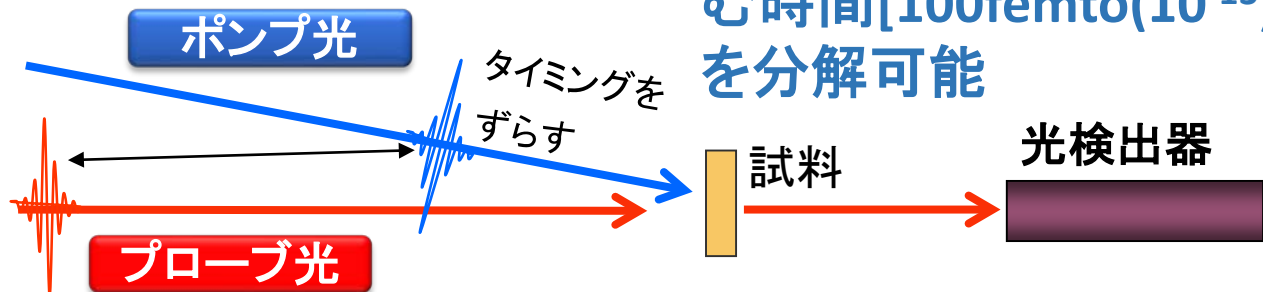


木村G は, 人財育成とビームライン建設で協力。

レーザーを使った研究 (時間軸の実験)



$E + t$: 2次元



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

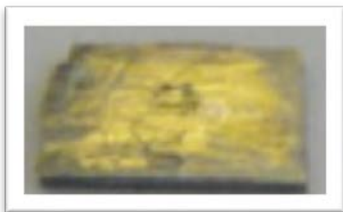
光を照射した直後に反射率が40%近く上昇

例) SmSの光誘起相転移現象

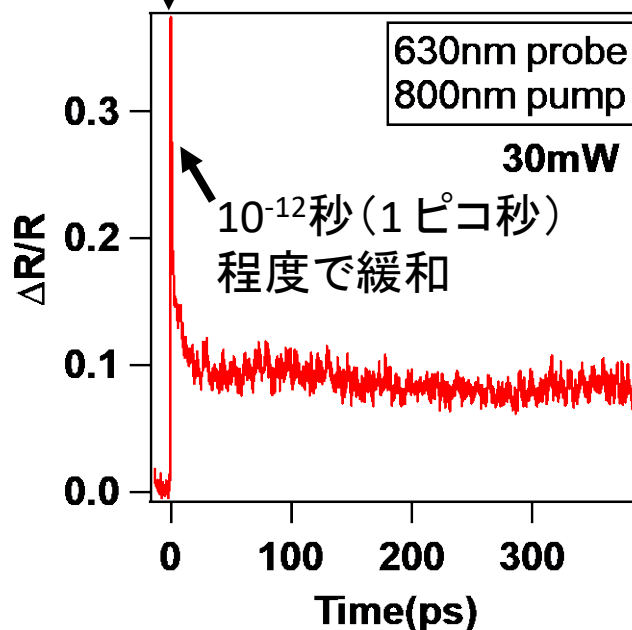
半導体

金属

圧力
光

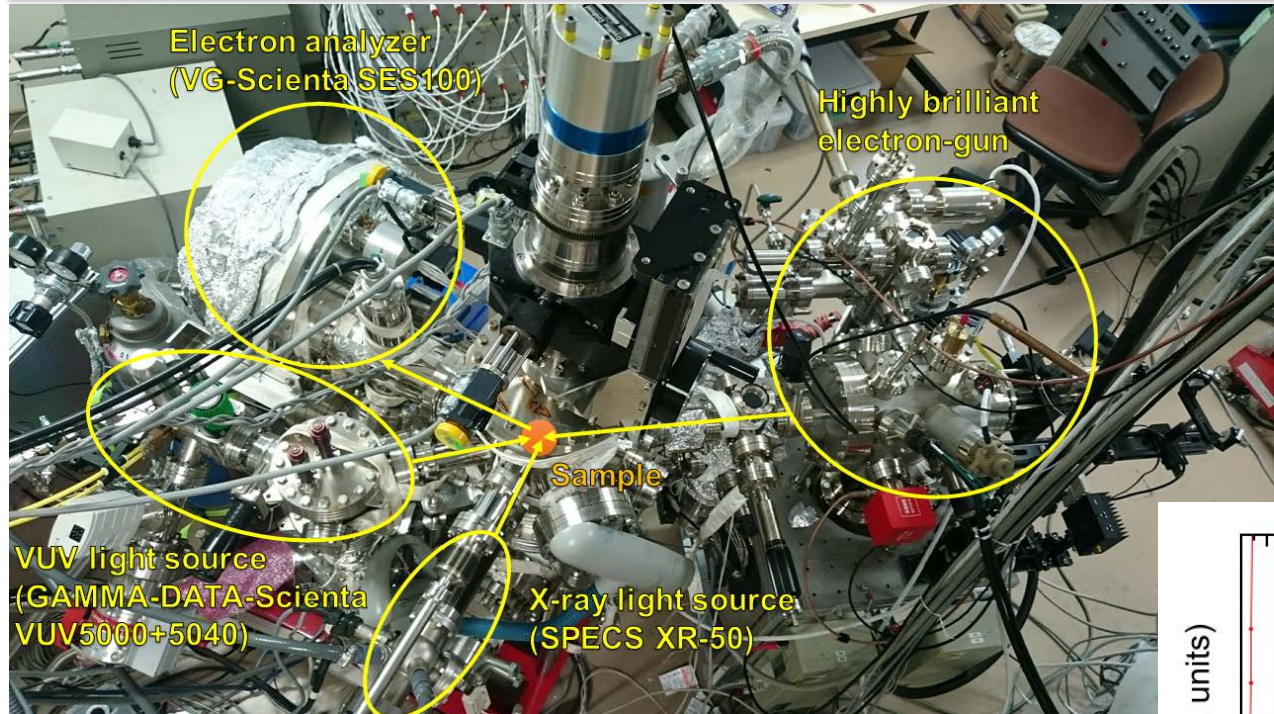


光を照射して一瞬だけ金属状態する。
この変化を反射率の変化で観測。

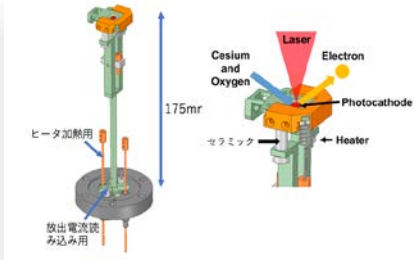


高輝度電子線を使った研究

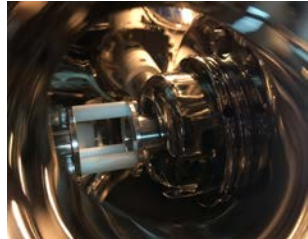
$E + \vec{q} + \vec{S} + t + \vec{r}$: (実験室で) 11次元観測実現へ



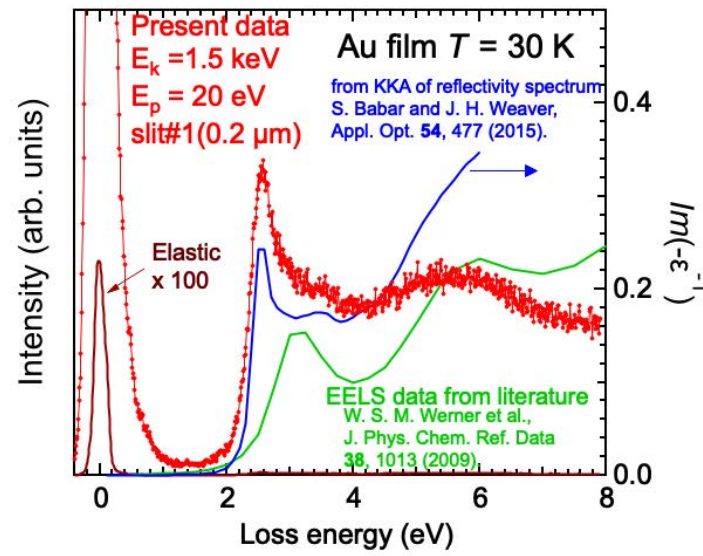
フォトカソード基板清浄化
ステージの設計・制作
(2015年度)



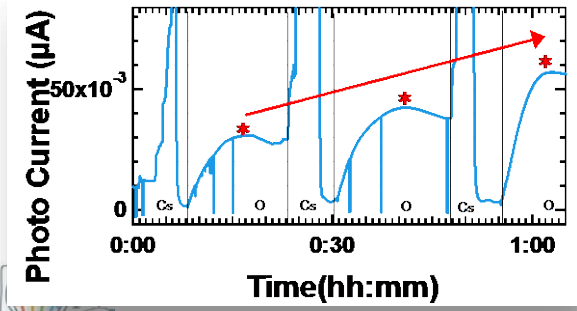
レーザー導入部の
設計・制作 (2016年度)



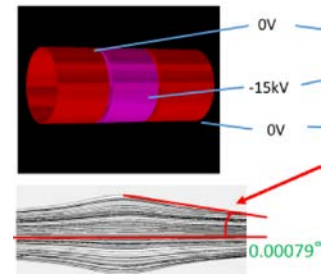
スペクトル初観測 (2018年度)



GaAs/GaAsP NEA表面の作成 (2017年度)



電子軌道のシミュレーション
(2016年度)

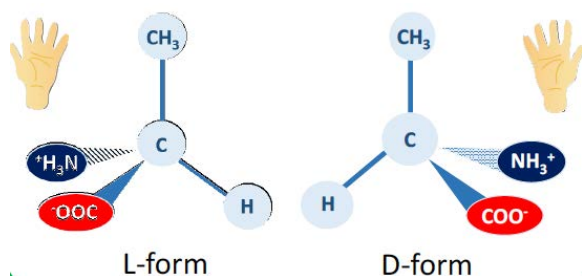


生体物質の分光研究

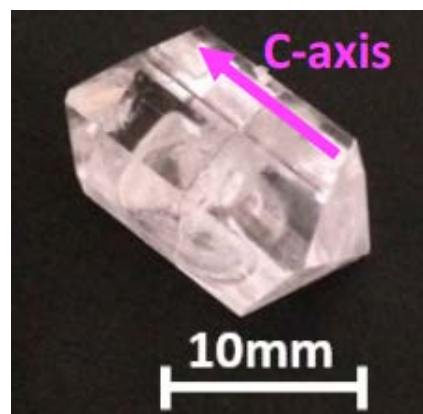
(生体内の量子効果: 量子生物学)



アミノ酸は、環境に優しい
強誘電材料の候補



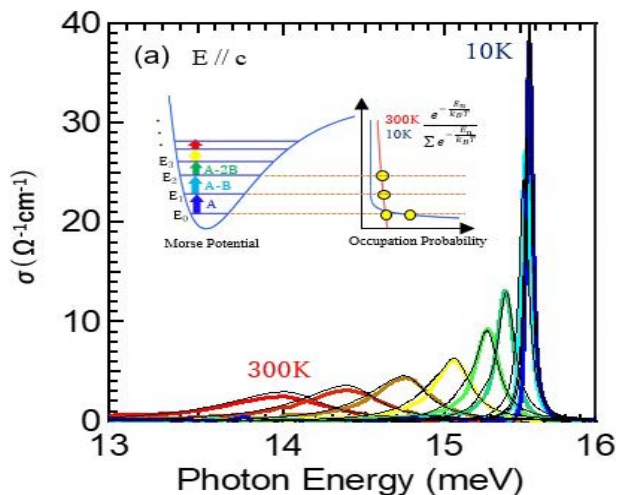
アラニンの巨大単結晶育成



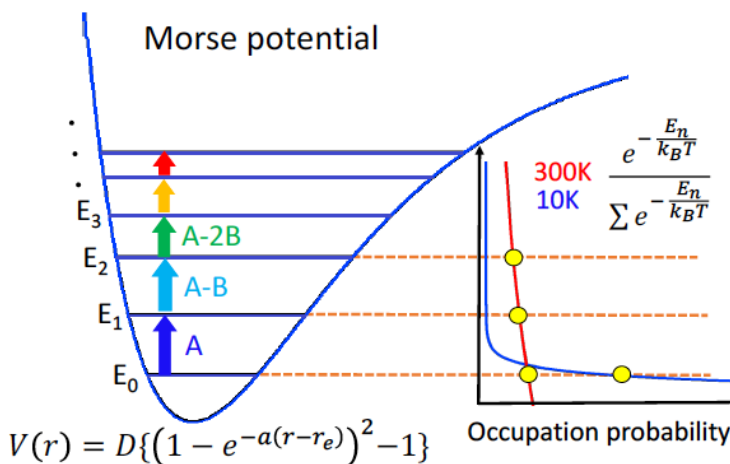
DNAはナノ
ヘリカルコイル



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



2019年度 プレスリリース (主要業績の記者発表)



国立大学法人 大阪大学

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-1
TEL: 06-6877-5111 内
www.osaka-u.ac.jp

Press Release



本研究成果は論文掲載先である「Nature Communications」から、以下の通り報道解禁設定があります。
TV・ラジオ・WEB ……5月24日(金)午後6時(日本時間)
新聞 ……5月25日(土)朝刊(日本時間)

2019年5月23日

分野: 自然科学系 キーワード: 数物系科学・物理学・物性I、同・物性II、トポロジカル近藤絶縁体、角度分解光電子分光

目線を変えて解決へ。複雑に見える電子の状態を単純化
—近藤効果とトポロジーの共存を明確に—



ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-10353-3>

OPEN

Non-trivial surface states of samarium hexaboride at the (111) surface

Yoshiyuki Ohtsubo^{1,2}, Yuki Yamashita², Kenta Hagiwara², Shin-ichiro Ideta³, Kiyohisa Tanaka³, Ryu Yukawa⁴, Koji Horiba⁴, Hiroshi Kumigashira^{4,7}, Koji Miyamoto⁵, Taichi Okuda⁵, Wataru Hirano⁶, Fumitoshi Iga⁶ & Shin-ichi Kimura^{1,2}



光物性(木村)グループ 研究室紹介



Tokyo Tech



国立大学法人 大阪大学

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-1
TEL: 06-6877-5111 内
www.osaka-u.ac.jp

Press Release



2019年8月28日

分野: 自然科学系 キーワード: 数物系科学・物理学・物性I、人工光合成、光触媒反応、時間分解 THz 全反射分光

光触媒反応中の電子と分子の超高速な動きを世界初観測
—次世代のクリーンエネルギー人工光合成技術の進展に結びつく成果—

SCIENTIFIC
REPORTS
natureresearch

Relaxation dynamics of [Re(CO)₂(bpy){P(OEt)₃}₂](PF₆) in TEOA solvent measured by time-resolved attenuated total reflection terahertz spectroscopy

Phuong Ngoc Nguyen¹, Hiroshi Watanabe^{2,1}, Yusuke Tamaki³, Osamu Ishitani³ & Shin-ichi Kimura^{2,1}



木村 真一

kimura@fbs.osaka-u.ac.jp



ネットニュースいくつか

日本の研究.com
research-er.jp

統計データ

記事一覧 > プレスリリース

目線を変えて解決へ。複雑に見える電子の状態を単純化 近藤効果とトポロジーの共存を明確に
 広島大学 茨城大学 大阪大学

関連データ

推定分野

OPTRONICS ONLINE

長距離光ファイバ通信システム
大洋横断伝送に焦点を当てた高速・大容量化技術の進化と将来展望

TOP ニュース 連載シリーズ OPTO.TV 展示会 雑誌・書籍

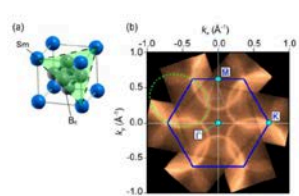
HOME > ニュース > 阪大ら、SmB₆の表面金属状態の起源を解明

2019年05月27日 | カテゴリ: ニュース, 光関連技術, 科学・技術

- 電子間
- カル絶
- 展させ
- 複雑な
- に成功
- 電子も

概要

大阪大学
東北大・高工
らの研究グループ



大阪大学, 自然科学研究機構分子科学研究所, 東北大学, 高エネルギー加速器, 広島大学, 茨城大学らの研究グループは, 電子間の強い多体効果(強相関)による近藤効果によって半導体になる6価サマリウム(SmB₆)の単結晶において, 表面金属状態の起源がトポロジカル絶縁体のものと同じであることを明確に示した(図1)。

SmB₆は, 近藤効果と呼ばれている電子間の多体効果により, 結晶内部(バルク)となる物質群の1つで, 「近藤絶縁体」と呼ばれている。しかしながら, その

的な性質を持っており, その原因は長い間わかっていなかった。さらに, SmB₆の金属的な表面電子状態が, 電子状態の対称性にある種の「ねじれ」を持ち, その影響によって結晶端(表面)に電子スピンの構造を持つトポロジカル絶縁体(TI)であるか否かについても, 明確な結論は得られていなかった。

今回の研究では, 結晶劈開ができないためにこれまで得られていなかった斜めの面「(111)方位」のSmB₆単結晶を精密研磨した後, 超高真空中で1400℃以上に加熱して作製した。電子回折実験により, 平坦かつ清浄な表面構造であることを確かめた。

OPTRONICS ONLINE

長距離光ファイバ通信システム
大洋横断伝送に焦点を当てた高速・大容量化技術の進化と将来展望

オンライン展示会開催中!

記事総数 10

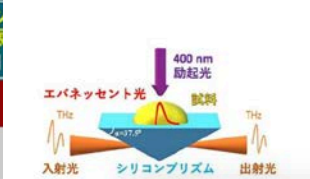
Search

TOP ニュース 連載シリーズ OPTO.TV 展示会 雑誌・書籍 イベント・セミナー ログ

HOME > ニュース > 東工大ら, 光触媒中の電子と分子の観察に成功

東工大ら, 光触媒中の電子と分子の観察に成功

2019年08月29日 | カテゴリ: ニュース, 光関連技術, 科学・技術



大阪大学と東京工業大学の研究グループは, 人工光合成に用いられる光触媒分子(Re錯体)が還元剤TEOA溶液中において, 光照射後しばらくしてRe錯体へ隣のTEOA分子が近づき, 電子を渡す様子を, 時間分解THz全反射分光法を用いて, ピコ秒の時間スケールで観測することに初めて成功した(ニュースリリース)。

人工光合成(光触媒反応)は, 太陽電池と並び, 次世代のクリーンエネルギー源として期待

LaserFocusWorld JAPAN

kWクラスファイバーレーザや低出力CWレーザ

03-5339-8748 | laser.sales.japan@lumenu.com

レーザ・光関連製品Webガイド レーザ, オプトエレクトロニクスの最新情報

TOP ニュースアーカイブ 国内レポート ホワイトペーパー(技術文書) 新製品 広告

LDMblue 高出力青色ダイレクトLD発振器

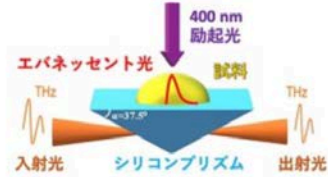
- 今後スケールアップ可能なレーザ出力
- 効率的な青色レーザ
- 銅材料など高反射材料のレーザ加工
- 産業用として既に実績あり

TOP > ニュース > Science/Research > 光触媒反応中の電子と分子の超高速な動きを世界初観測

Science/Research 詳細

光触媒反応中の電子と分子の超高速な動きを世界初観測

September, 2, 2019, 東京--ベトナム物質科学研究所, 大阪大学, 東京工業大学の研究グループは, 人工光合成に用いられる光触媒分子(Re錯体)が還元剤TEOA溶液中において, 光照射後しばらくしてRe錯体へ隣のTEOA分子が近づき, 電子を渡す様子を, 時間分解THz全反射分光法を用いて, ピコ秒の時間スケールで観測することに初めて成功した。



木村G学生の業績・受賞

2019年度論文

- “Giant Rashba system on a semiconductor substrate with tunable Fermi level: Bi/GaSb(110)-(2x1)”
T. Nakamura, Y. Ohtsubo, **N. Tokumasu**, P. Le Fèvre, F. Bertran, S. Ideta, K. Tanaka, K. Kuroda, K. Yaji, A. Harasawa, S. Shin, F. Komori, S. Kimura
[Phys. Rev. Materials **3**, 126001 \(2019\).](#)
- “Optical and photoelectrical studies on anisotropic metal-insulator transition of RuAs”
Y. Nakajima, **Z. Mita**, H. Watanabe, Y. Ohtsubo, T. Ito, H. Kotegawa, H. Sugawara, H. Tou, S. Kimura
[Phys. Rev. B. **100**, 125151 \(2019\).](#)
- “Optical evidence of the type-II Weyl semimetals MoTe₂ and WTe₂”
S. Kimura, **Y. Nakajima**, **Z. Mita**, R. Jha, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki
[Phys. Rev. B **99**, 195203 \(2019\).](#)
- “Ultrafast electronic relaxation dynamics in a valence fluctuation material Sm_{0.83}Y_{0.17}S”
R. Ikeda, H. Watanabe, **Y. Negoro**, **Y. Takeno**, K. Imura, H. S. Suzuki, N. K. Sato, S. Kimura
[J. Phys.: Conf. Ser. **1220**, 012005 \(2019\).](#)
- “Temperature-driven modification of surface electronic structure on bismuth, a topological border material”
Y. Ohtsubo, **Y. Yamashita**, **J. Kishi**, S. Ideta, K. Tanaka, H. Yamane, J. E. Rault, P. Le Fèvre, F. Bertran, S. Kimura
[J. Phys. D: Appl. Phys. **52**, 254002 \(2019\).](#)
- “Giant thermal effect of vibration modes of single-crystalline alanine”
Z. Mita, H. Watanabe, S. Kimura
[Infrared Phys. Tech. **96**, 7-9 \(2019\).](#)

修士論文 ≈ 第一著者の国際主要論文

受賞	2019年	2件
	2018年	4件
	2017年	3件
	2016年	6件
	2015年	3件



主なイベント (2019年度)

- 4月 歓迎花見&BBQ @万博公園
論文受理祝
- 5月 春の遠足 (今年は京都散策 by hisho企画)
Kwon教授歓迎会
- 7月 暑気払い
- 8月 論文受理祝
- 物理院試お疲れ様会
- 9月 物理学会 (岐阜大)
- 11月 秋の遠足 (今年は有馬・六甲山 by B4企画)
- 12月 忘年会
- 1月 放射光学会 (名古屋)
Jung教授歓迎会
- 2月 修論+卒論発表お疲れ様会
- 3月 歓送迎会, 物理学会 (名大)

その他, 学外施設マシントイム等 イベント多数。

(詳細は, kimura-lab.com をご覧ください。)



花見(4月)



春の遠足(5月)



秋の遠足(11月)

その他の情報

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

Osaka University
Graduate School of Frontier Biosciences / Department of Physics
Photophysics Laboratory [Kimura Lab.]
国立大学法人 大阪大学
大学院生命機能研究科 / 大学院理学研究科物理学専攻
光物性研究室 [木村研究室]



Home
Research
· Apparatuses
Achievements
Events
Members
Call for members
Lecture
Lab. schedule
Access
Member only
Link
· Osaka Univ.
· Dept. Physics
· FBS
· JMSOP

Announcements (for Japanese) [Archives]

光物性研究室は、量子多体物性・強相関・量子光学・量子生物学をキーワードに、強相関系や生体物質などの新奇機能性物質の電子構造の研究やシンクロトロン光やレーザーなどの光や電子を使った新しい方法論の開発研究を行っています。

2020年度 博士課程大学院生 募集中
2020年4月より、当研究室で一緒に研究を行う博士課程（博士後期課程）大学院生を募集中。他大学の学生や社会人も大歓迎です。

- 研究室の概要（新B4用研究室紹介資料）。
- 入試について。
- 研究室見学をご希望の方は、事前に木村までご連絡ください。



What's new [Archives]

FY2019

- [Event] Year-end party (191223)
- [Paper] "Giant Rashba system on a semiconductor substrate with tunable Fermi level: Bi/GaSb(110)-(2×1)" has been published. (Nakamura's doctor thesis, 191202)
- [Experiment] SPring-8 BL07L SU (191129-1202, Shibata)



