

物性研だより

BUSSEIKEN DAYORI

第 63 卷

第 4 号

2023 年度

光に操られるスピンの超高速な動きを可視化する装置を開発
-スピン流が光で発生する瞬間を捉えた-

微生物が光に反応してカリウムイオンを運ぶしくみの解明と
神経科学への応用

-四半世紀ぶりに発見された
全く新規のカリウムイオン選択性のしくみ-



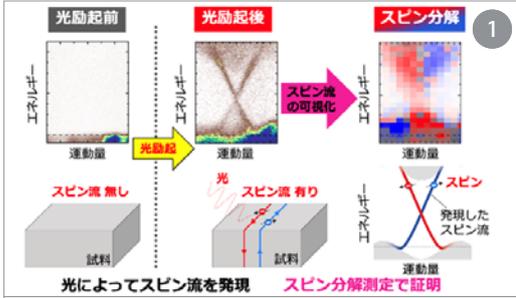
東京大学 物性研究所

THE INSTITUTE FOR SOLID STATE PHYSICS
THE UNIVERSITY OF TOKYO

Copyright ©2023 Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo. All rights Reserved.

ISSN 0385-9843

contents

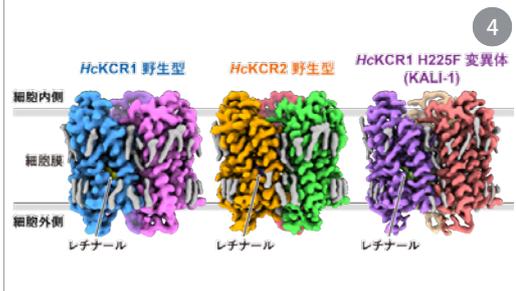


- 1 光に操られるスピンの超高速な動きを可視化する装置を開発
 — スピン流が光で発生する瞬間を捉えた —

川口 海周、黒田 健太、Zhigang Zhao、谷 峻太郎、小林 洋平、近藤 猛

- 4 微生物が光に反応してカリウムイオンを運ぶしくみの解明と神経科学への応用
 — 四半世紀ぶりに発見された全く新規のカリウムイオン選択性のしくみ —

井上 圭一



- 9 物性研究所に着任して
 11

三澤 貴宏
 宮田 敦彦

- 13 令和 5 年度 物性研究所一般公開の報告

杉野 修



【物性研究所短期研究会】

- 16 ○第 68 回物性若手夏の学校 開催報告
 21 ○「階層型方程式と機械学習」報告

【物性研究所 ISSP 国際ワークショップ】

- 24 ○「9th International Discussion Meeting on Relaxations in Complex Systems (9IDMRCS)」

【ISSP ワークショップ】

- 27 ○第 3 回ナノスケール物性科学の最先端と新展開

【物性研究所談話会】

- 29 【物性研究所セミナー】
 31 【物性研究所セミナー】

【物性研ニュース】

- 44 ○東京大学物性研究所人事異動一覧
 45 ○東京大学物性研究所教員公募について
 47 物性研だより第 63 巻目録 (第 1 号～第 4 号)

編集後記

物性研だよりの購読について

光に操られるスピンの超高速な動きを可視化する装置を開発

— スピン流が光で発生する瞬間を捉えた —

附属極限コヒーレント光科学研究センター 川口 海周 黒田 健太* Zhigang Zhao**

谷 峻太郎 小林 洋平 近藤 猛

(*現所属：広島大学大学院 先進理工系科学研究科)

(**現所属：山東大学情報理工学部 (中国))

〈概要〉

スピンの流れ(スピン流)を光で制御し情報伝達技術に活かすスピントロニクス研究が現在活発に行われている。しかし、物質内の電子が持つスピンの動きが光の照射と共に具体的にどう動くのかを微視的に観察することは困難なため、新たな実験手法の開発が求められていた。本研究では、物質内の電子一つ一つの動きを描く電子構造(電子の運動量とエネルギーの関係)を実験的に決定できる角度分解光電子分光技術を発展させ、光の照射と共に変化する電子のスピンのベクトル量を3次元かつ10兆分の1秒間隔の超高速で観察可能な装置を実現させた [1]。本装置を用いることで、スピン流がトポロジカル絶縁体表面にパルス光の照射直後に発生するまさにその瞬間を超高速で観察することに成功した。物質内電子のスピンの振り舞いが手に取るように見える本装置は、日本発の技術として世界的に着目されているペロブスカイト太陽電池の動作原理の微視的解明および効率向上に向けた評価方法となるなど、広範囲に渡るスピントロニクス研究の基盤を支える実験技術になることが考えられる。

〈研究の背景〉

人々の生活を豊かにするための材料開発・デバイス開発は進化を続けており、特に、エネルギー問題の解決を大きな課題として、光を効率的に活用する発電技術やエレクトロニクスに変わる新しい情報技術の開拓が求められている。その身近な例となる太陽電池では、光が半導体に当たると、その内部の電子が光のエネルギーを吸収することで、電気エネルギーに変換される。最近では特に、電子が持つ電荷だけでなく、スピンの性質も活用した太陽光発電が着目されている。日本で最初に発見されたのち世界中で研究競争が進むペロブスカイト太陽電池の高い性能は、電子のスピンの向きが光のエネルギーを吸収することで反転する現象により実現すると考えられている [2]。スピンの活用は、エレクトロニクスに変わるスピントロニクスにおける情報技術においても重要で、その制御に光を用いるデバイス応

用が期待されている。ある種類のトポロジカル絶縁体では、光が当たることでスピンが流れる現象 [3] が提案されており、その直接的な観察を通じた制御技術の構築が望まれている(図1)。

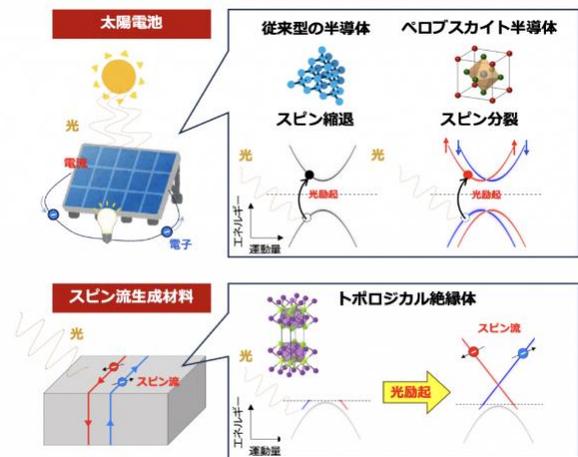


図1：電子・スピン・光と電子構造の関わり。スピンと電子構造における、光励起との関わりを示した概念図。太陽電池では、電子が光で高いエネルギーに励起されることで電気エネルギーに変換される。最近着目されるペロブスカイト半導体では、ラッシュバ構造と呼ばれるスピン分裂した電子構造が発電効率に大きな役割を果たしていると考えられている。トポロジカル絶縁体では、光励起によってスピン偏極したコーン状の電子構造が出現し、スピン流の制御が可能であることが本研究からも明らかになった。

電子の動きを視覚的に理解する手法が、光電子分光法による電子構造の観察である。電子構造とは、電子1つ1つをエネルギーと運動量の関係でプロットすると浮かび上がる模様を意味する。物質内では、無数の電子があたかも乱雑に動き回っているため、その集団運動を理解することは一見不可能に思われる。しかし、それを電子構造に焼き直すと物質固有の美しい模様が描け、量子力学に則った規則正しい集団運動として視覚的に理解できるようになる。電子の持つスピンの情報まで電子構造の模様反映させる実験手法がスピン分解光電子分光であり、電子構造に対して

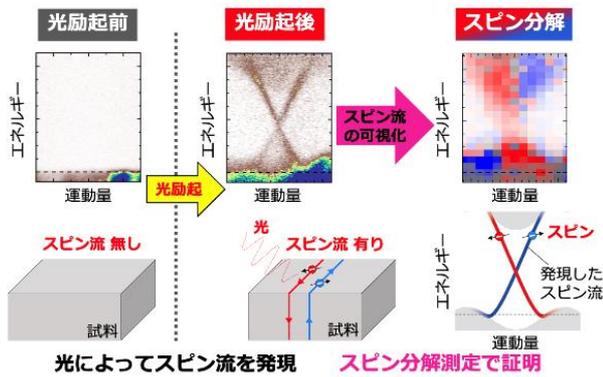


図 3 : 本装置で測定されたスピン流生成の直接観測結果。開発した装置を用いて測定した、トポロジカル絶縁体 Sb_2Te_3 の光励起後における電子・スピン状態のダイナミクスを電子構造として可視化した。光励起前には存在しなかった電子構造が光励起によって出現し、それがスピン流に由来することが、スピン分解された電子構造の測定により初めて直接的に示された。この結果は、スピン流が光によりスイッチングされたことを意味する。

〈今後の展望〉

開発した本装置によって、光で活性化された物質内の電子やそれらのスピンの状態が超高速で時間変化する様子を、視覚的に捉える電子構造から解明できるようになった。この新しい実験技術の有用性を、光励起によるスピン流の生成を世界で初めて直接視覚化し、実証した。今後の研究ターゲットは、ペロブスカイト太陽電池で予想されるスピン偏極電子構造に基づく光スピン変換理論の構築、光磁気デバイスに求められる材料の物性理解、スピントロニクス材料の特性評価など、幅は広大である。これらを実現する上で必須となるツールとして、本実験技術は今後、学界・産業界問わず普及して行くことが期待される。

〈参考文献〉

- [1] K. Kawaguchi *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **94** (2023).
<https://doi.org/10.1063/5.0151859>
- [2] F. Zheng *et al.*, Nano Lett. **15**, 7794–7800 (2015).
- [3] J. W. McIver *et al.*, Nat. Nanotechnol. **7**, 96–100 (2011).
- [4] T. Okuda *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **82**, 021002 (2013).
- [5] K. Yaji *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **87**, 053111 (2016).
- [6] Z. Zhao *et al.*, Opt. Express. **25**, 13517–13526 (2017).

変異体(KALI-1)の計 3 種類の立体構造を分解能 2.6 Å、2.5 Å、2.7 Å(1 Åは 100 億分の 1 m)でそれぞれ決定することに成功しました(図 1)。これらの KCR はいずれも単量体内に 7 本の膜貫通ヘリックスと光応答を担う発色団を形成するレチナル分子を有し、それぞれ 3 量体を形成していることが明らかとなりました。

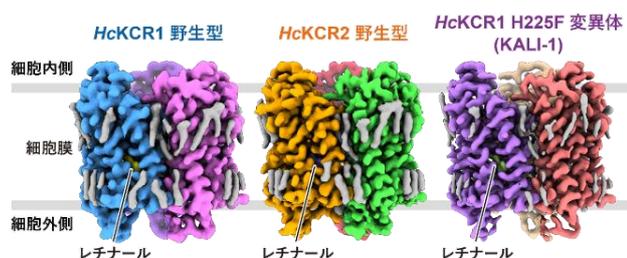


図 1 : *HcKCR1* 野生型、*HcKCR2* 野生型および *HcKCR1* H225F 変異体 (KALI-1) のクライオ電子顕微鏡ポテンシャルマップ
HcKCR1 野生型、*HcKCR2* 野生型、*HcKCR1* H225F 変異体 (KALI-1) はそれぞれ 3 量体を形成しており、各単量体の中心部に発色団を形成するレチナルが結合している。図は単量体ごとに色付けしている。

今回得られた立体構造から、まず KCR による光受容の分子機構を考察しました。先行研究から、*HcKCR1* 野生型は緑色光に応答するのに対して、*HcKCR2* 野生型はより短波長側の青色光に応答することがわかっていますが、このような応答波長の違いがなぜ生じているのかは不明でした。今回得られた *HcKCR1* 野生型と *HcKCR2* 野生型の立体構造を比較すると、発色団を形成するレチナル分子およびその周辺環境に特徴的な違いが存在すること、すなわち、*HcKCR1* 野生型には他のチャンネルロドプシン同様 *all-trans* 型レチナルが結合していたのに対して、*HcKCR2* 野生型には *6-s-cis* 型と呼ばれる別異性体のレチナルが結合していることがわかりました(図 2)。この *6-s-cis* 型レチナルでは、*all-trans* 型と比べてレチナルの先端部分に存在する β -イオン環と呼ばれる環構造がねじれており、これによって応答波長の違いが生じていると考えられました。このレチナルのねじれは周辺の 2 アミノ酸残基の違いに伴う立体障害に起因すると推察されたため、変異体を用いた分光学的解析によりこの仮説を検証し、その実証に成功しました。これらの結果を踏まえ、 β -イオン環近傍のアミノ酸とチャンネルロドプシンの応答波長との間に存在する普遍的ルールの一つを解明することができました。

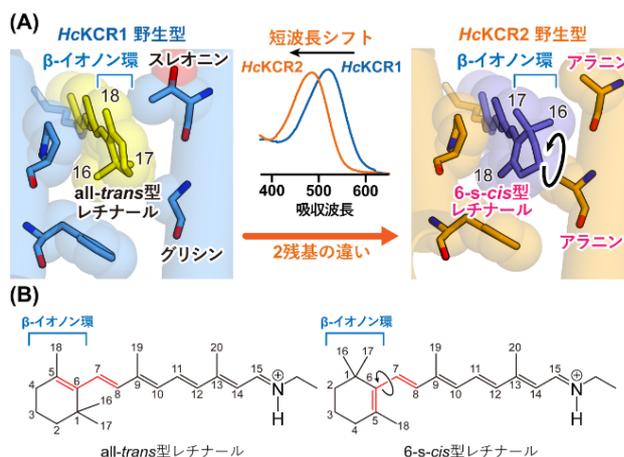


図 2 : *HcKCR1* および *HcKCR2* のレチナル構造の違いによる応答波長

(A) *HcKCR1* 野生型(左)および *HcKCR2* 野生型(右)の β -イオン環と周辺構造。*HcKCR1* 野生型のスレオニンとグリシンに対応するアミノ酸残基が *HcKCR2* 野生型ではそれぞれアラニンとなっている。 β -イオン環が図の下側のアラニンと立体障害を起こすことで、*HcKCR2* 野生型ではこの環構造がねじれ、*6-s-cis* 型をとっている。特にレチナルの 17 番目の炭素原子近傍に位置するアミノ酸がグリシンではない時、チャンネルロドプシンの吸収波長が短波長側にシフトするということが本研究により判明した。(B) *all-trans* 型(左)と *6-s-cis* 型(右)のレチナルの化学構造。

次に、KCR のカリウムイオン選択機構を明らかにするため、今回得られた KCR の構造と代表的なカリウムイオンチャンネルである *KcsA* の構造とを比較しました。これまでに報告されてきたカリウムイオンチャンネルは、例外なく 2 量体や 4 量体といった多量体構造を形成し、多量体界面にイオン透過経路を持っていました。さらに、経路内には対称性の高いイオン選択フィルターを有しており、このイオン選択フィルターによってカリウムイオンの選択的輸送が実現していることが知られていました(図 3)。これに対して、KCR のイオン透過経路は 3 量体界面ではなく単量体にそれぞれ存在しており、その経路の細胞外側には N99、W102、Y222 という 3 つのアミノ酸残基により特徴的な狭窄部位が形成されていることがわかりました(図 3)。さらに電気生理学実験と計算科学実験を組み合わせる解析したところ、この 3 アミノ酸残基が集まって形成される狭窄部位こそが、KCR における独自のイオン選択フィルターであることが明らかになりました。

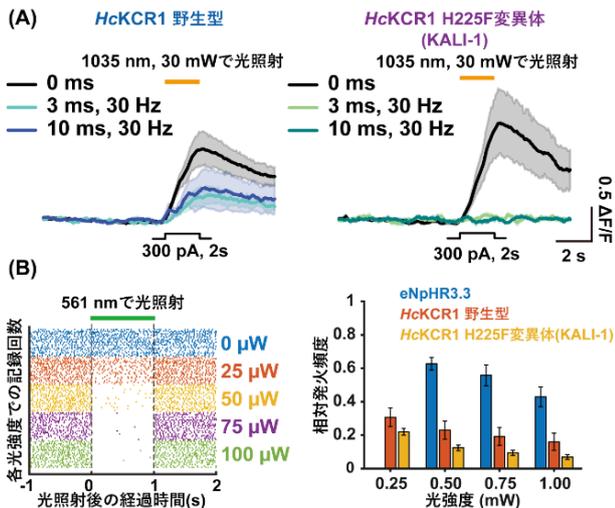


図 5：カリウムイオン選択性を向上させた *HcKCR1* H225F 変異体 (KALI-1) の有効性の実証実験

(A) *HcKCR1* の野生型と *HcKCR1* H225F 変異体 (KALI-1) の二光子励起による神経活動の抑制実験。H225F 変異は野生型よりも効率的に神経細胞の活動抑制が可能である。

(B) 生きたマウスを用いた大規模神経細胞記録による神経抑制効率の評価実験。(左図) KALI-1 を用いた場合の各光強度における神経発火頻度。強度ごとに複数回の神経細胞の発火を記録しており、各記録回における神経細胞の発火が点としてプロットされている。(右図) KALI-1 は、従来の抑制性光遺伝学ツールである eNpHR3.3 や、*HcKCR1* 野生型よりも、弱い光強度で効率的に神経細胞を抑制することができる。

今後の展望

今回本研究グループは、クライオ電子顕微鏡構造解析を基軸に多岐にわたる手法を組み合わせることで、およそ四半世紀ぶりに生物が有する全く新規のカリウムイオン選択機構を明らかにすることに成功しました。さらには、カリウムイオンに対する選択性を一層向上させた光遺伝学ツール KALI の開発を成し遂げました。本研究は生物におけるロドプシンとカリウムイオンチャネルの分子進化に対する理解を促進させただけでなく、本研究において開発された KALI をはじめとする KCR の有用変異体は、神経科学の発展に貢献し、将来的には光遺伝学を用いた遺伝子治療にも利用されることが期待されます。

謝辞

本研究は、東京大学大学院総合文化研究科の加藤英明准教授、福田昌弘特任助教、岸孝一郎大学院生、但馬聖也大学院生、名古屋工業大学大学院工学研究科神取秀樹特別教授、片山耕大准教授、杉浦雅大学院生らとの共同研究として行われました。また国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)

「JST 創発的研究支援事業(課題番号: JPMJFR204S)」、 「JST CREST(課題番号: JPMJCR21P3)」「JST ACT-X (課題番号: JPMJAX222F)」「JST SPRING(課題番号: JPMJSP2108)」、 「JST さきがけ(課題番号: JPMJPR 19G4)」 科研費「学術変革領域研究(B)(課題番号: 21H05142)」、 「基盤研究(A)(課題番号: 22H00400)」、 「挑戦的研究(萌芽)(課題番号: 22K19265)」、 「新学術領域研究(研究領域提案型)(課題番号: 22H04742)」、 「若手研究(課題番号: 23K14142)」、 「挑戦的研究(萌芽)(課題番号: 20K21383)」、 「基盤研究(B)(課題番号: 21H01875)」、 「特別推進研究(課題番号: 21H04969)」 日本医療研究開発機構(AMED)「脳とこころの研究推進プログラム(課題番号: JP21wm0525018)」、 UTEC 東京大学未来社会協創基金、 中谷医工計測技術振興財団、 三菱財団、 風戸研究奨励会の支援により実施されました。

掲載論文: Seiya Tajima, Yoon Seok Kim, Masahiro Fukuda, YoungJu Jo, Peter Y. Wang, Joseph M. Paggi, Masatoshi Inoue, Eamon F.X. Byrne, Koichiro E. Kishi, Seiwa Nakamura, Charu Ramakrishnan, Shunki Takaramoto, Takashi Nagata, Masae Konno, Masahiro Sugiura, Kota Katayama, Toshiki E. Matsui, Keitaro Yamashita, Suhyang Kim, Hisako Ikeda, Jaeah Kim, Hideki Kandori, Ron O. Dror, Keiichi Inoue, Karl Deisseroth*, Hideaki E. Kato* “Structural basis for ion selectivity in potassium-selective channelrhodopsins” (2023) *Cell*, **186**, issue 20, pp 4325-4344.e26. DOI: 10.1016/j.cell.2023.08.009

(注1) ロドプシン

ヒトから微生物まで多くの生き物が持つ光受容タンパク質。共通構造として7本の膜貫通ヘリックスを有する膜タンパク質であり、中心に光吸収を担う発色団としてレチナールと呼ばれる小分子を結合している。

(注2) チャネルロドプシン

ロドプシンの中でも、光刺激に応じてイオンの電気化学勾配に従ってイオンを輸送する「イオンチャネル」として機能するもの。2002年に藻類から発見された。細胞膜は脂質二重膜で構成されているため本来イオンをほとんど透過できないが、細胞膜中に存在するイオンチャネルと呼ばれる膜タンパク質によって細胞内外の濃度勾配に応じたイオンの輸送が可能となる。

物性研究所に着任して

計算物質科学研究センター 三澤 貴宏

2023年4月1付で計算物質科学研究センターに特任准教授で着任しました、三澤貴宏と申します。どうぞよろしくお願いたします。実は、私は物性研に所属するのは、学生時代も含めて、これで三回目となります。三回も物性研に所属した人は珍しいと思いますので、その経緯についてすこし記したいと思います。

2004年に修士の学生として今田正俊先生の研究室に所属したのが最初でした。今はつくばエクスプレスも開通していて、柏の葉キャンパス駅からシャトルバスも出ているので、物性研への通学・通勤は非常に便利になっています。しかし、2004年当時は、つくばエクスプレスの開通前で、物性研に行くのはJR柏駅からバスで30分程度かかるなど、都心からのアクセスはかなり悪かった記憶があります。柏キャンパスの立地の悪さを表す言葉として、「Kashiwa is a sad place. LaLaport, and nothing.」というフレーズがネット上では有名ですが[1]、その当時は唯一の救い(?)ともいえるラレポートすらなかった時代でした。ただ、実際に物性研を訪れてみると、移設したばかりということもあって、色んな施設が新しく綺麗で、部屋も広々としていて、非常に良い印象を持ちました。また、数値計算に興味があったということもあって、様々なワークステーションや物性研スパコンが比較的容易に使える環境も魅力でした。こういうところで研究したいと思って、物性研を志望した記憶があります。実際に、修士の学生ときは大変ながらも非常に楽しく過ごすことができ、そのまま物性研で博士課程に進む気でした。しかし、指導教員の今田先生が本郷の理工学科に異動するというので、残念ながらたった2年で物性研を離れることになってしまいました。物性研を離れる際の送別会で、「物性研はいいところだったので、もっといたかったのに残念です」と言っていて、今田先生が困った顔をしていたような記憶があります。今から考えると、相当迷惑な学生だったのかなと思います。

2回目は、2016年に計算物質科学研究人材育成コンソーシアム(PCoMS)の主任研究員(PI)として着任したことでした。約10年ぶりに物性研究所に戻ることができて非常に嬉しかった記憶があります。研究の面では、このとき同じPCoMSのプロジェクトの主任研究員だった吉見一慶さ

んと強相関電子系を取り扱うソフトウェア開発・公開を本格的に始めました。開発を行った主なソフトウェアは厳密対角化のソフトウェア「HΦ」、多変数変分モンテカルロ法のソフトウェア「mVMC」、第一原理計算をもとに有効模型導出を行う「RESPACK」などがあります。また、PCoMSでは「滞在型研究」という他機関の研究室に、1年に1-2ヶ月程度滞在して、共同研究を行うというミッションがありました。滞在型研究の一つとして、当時、東北大学金属材料研究所におられた野村健太郎先生のところ滞りして、トポロジカル物質の量子輸送現象の研究を始めました。このとき、始めたトポロジカル物質の研究がきっかけとなって、いくつもの共同研究に繋がっていて、今の研究の柱の一つとなっています。このように、PCoMS時代の活動は、自分の研究の幅を広げることができた貴重な機会でした。研究以外では、学生のときはやってみようと思いつつ、結局できなかったテニスを再び物性研に戻ってきたことをきっかけに始めて、今でも続けています。

そのあと、紆余曲折がありまして、3回目として、またご縁があって物性研に戻ってきました。最後に、物性研で今後取り組んでいく研究の方向性について簡単に紹介したいと思います。前に少しふれましたように、吉見さんが率いるソフトウェア高度化プロジェクトの支援も受けて、強相関電子系に対する電子相関の効果を高精度に取り込める「強相関第一原理計算手法」を実行するソフトウェアの整備を進めています。この計算手法では、現実物質の格子構造を出発点にして第一原理計算をもとにして有効模型導出と、その有効模型解析を行うことで強相関電子系の電子状態を解析する計算手法です。従来の第一原理計算では取り扱うことが難しかった電子相関の効果を明示的に取り扱えるのがこの計算手法の利点となっています。この強相関第一原理計算手法を実行するソフトウェアを整備していくことで、今までの高々数個の物質に対して適用を行う段階から、幅広い物質群に対して網羅的な適用を行う段階へと発展させていくことを目論んでいます。このような網羅的解析を行うことで、高温超伝導・量子スピン液体・強相関トポロジカル物質などの新奇量子相を支配している微視的なパラメータ(記述子)を見出して、その知見をもとに、新奇

量子相の予言・制御を可能にする理論的基盤を築いていきたいと考えています。このような研究をすすめていく過程で、関連する実験の方々と議論・共同研究を行う事が得られれば幸いと考えています。どうぞ、よろしく願いいたします。

[1] このフレーズへの反論の記事を押川先生が書いていますので、そちらもご参照ください。

<https://www.u-tokyo.ac.jp/gen03/kouhou/1564/end.html>

物性研究所に着任して

附属国際超強磁場科学研究施設 宮田 敦彦

2023年5月1日付けで附属国際超強磁場科学研究施設准教授に着任しました。これまでの研究と今後の計画について紹介し、簡単な自己紹介とさせて頂きたいと思います。

物性研に最初にお世話になったのは、2007年に嶽山研究室の修士一年として配属した時になります。それまでは、東大先端研(駒場キャンパス)の宮野健次郎先生のところで磁気光学の勉強をしていたのですが、「人類未到」や「世界最強」の超強磁場というワードに惹かれて、物性研の強磁場施設に移ってきました。実際に、修士一年の頃から世界で唯一の電磁濃縮法(試料を含めて全て破壊してしまう磁場発生手法)を使った物性研究に携わらせてもらい、失敗を含め多くの貴重な経験をさせてもらいました。例えば、2-3週間かけて準備したものが、トリガーを押す前に誤放電してしまい、準備したもの全てが破壊されてしまうなんてこともありました。それでも博士課程が終わるまでには、600 T級の磁気光学測定ができるようになり、飽和磁場が400 T程度のフラストレート磁性体 ZnCr_2O_4 のファラデー回転や光吸収分光測定を行っています。物理学会とかに出ると周りとは二桁横軸が違うので、デカデカとデータを見せていたのを覚えています。一方で、息抜きになっていたのは柏キャンパスの昼サッカーで、多くの方々に大変お世話になりました(写真は、その頃の金道・徳永研サッカーチーム)。早速、5月1日の着任日から参加させてもらっていますが、新しいフカフカの人工芝を使わせてもらい、最高の環境が整っているのに大変満足しています。

物性研を去った後は、2014年からフランスのトゥールーズにある強磁場施設で働かせてもらいました。トゥールーズには、準破壊型の一卷コイル装置(コイルのみ壊れる磁場発生手法)を置いているのですが、実際に使う人が全くいなかったため、経験者である私は貴重な人材として受け入れてもらいました。実際、毎日が自分のマグネットタイムだったため、コイルの爆発音が聞こえない日は、宮田が研究室を休んでいると心配されるほどでした。この一卷コイル装置を使って、オックスフォードのグループと共同で有機無機ペロブスカイトの磁気光学に取り組んだり、誘導法の磁化測定を導入したりしていました。この磁化測定は、ヨーロッパの他の強磁場施設に興味を持ってもらえ、

ドレスデンの強磁場施設からも複数のグループが次々と使いに来てくれました。この頃にドレスデンの方々とのコネクションができ、実際に2019年からお世話になっていました。

ドレスデンでは、非破壊パルスマグネットを使ったファンデルワールス物質の磁気光学をしたいと思っていました。ただ光学系を一から揃えると高額になってしまうと悩んでいたところ、ちょうど同時期にロシアアモスの強磁場施設からミュンヘンに移ってきた知り合いと共同研究をすることになりました。これで光学系を全て揃えなくてもミュンヘンから毎回 CCD カメラなどを持ってきてもらい、パルス強磁場下での磁気光学が行えるようになりました。ただ、コロナ禍では CCD カメラがないため完全に光学実験は中断してしまい、その間磁歪と超音波をメインに研究を続けていました。生活面では、幼稚園でフランス語の勉強をさせられていた長男が、ドイツ語漬けの生活に放り込まれることになりましたが、それでも最後まで文句を言わずに小学校に通ってくれたのでとても助かりました。ドイツ語が下手でも楽しく小学校に通っていたので、ウクライナから移ってきた不安だらけの子供たちを勇気づけていたみたいです。

物性研に戻ってきてからは、ドレスデンでしようと思っていたファンデルワールス物質の磁気光学をとりあえず始めています。ジグザグ構造をした磁気秩序に対応して巨大な線形二色性が観測されるのですが、その磁気秩序を強磁場で壊すと二色性が消えるみたいな実験をしています。今後は、幅広くパルスマグネットの開発から物性測定まで徐々に取り組んでいきたいと思っています。

最後に、9年ぶりの日本での生活となりました。二人の息子達(8歳と3歳)にとっては生まれて初めての日本生活のため、全てが新鮮でワクワクしながら新たな生活を楽しんでいるようです。私自身もフレッシュな気持ちを持ち続け、今後の物性研での研究生活を楽しんで行きたいと思います。



学生だった頃の金道・徳永研サッカーチーム。みなさん若いですね。

令和5年度 物性研究所一般公開の報告

一般公開委員会委員長 杉野 修

本年度の一般公開は、「探し出せ！「もの」の中のすごいもの」のキャッチコピーのもと、2023年10月27日(金)、28日(土)に行われた。昨年度までの3年間はオンライン開催であったが、今年度は現地開催で行われ、久々に最先端の研究の現場をご覧いただく絶好の機会となった。



図1: 本館入り口付近の賑わい

天候にも恵まれ、27日1,205人、28日2,386人、駅前ブース32人(2日間)、計3,623人の方々にご来場いただき、4年前同様の大盛況となった(図1)。

アフターコロナの時期を迎えたものの、マスクを着用、随所にアルコール消毒スプレーを配置しての一般公開となった。今回はイベント数が例年より少い10件となったため、密を避けて開催することができた。展示はB棟、C棟、K棟、D棟、本館6階の順に回れるように配置され、一通り回ってスタンプを集めてクイズに答えれば、物性研オリジナルマグネットがもらえる(図2)。このクイズラリーは特に盛況で、毎回来場してマグネットを収集している来場者も何人か見受けられた。今年はこの色が欲しいというリクエストもあった。

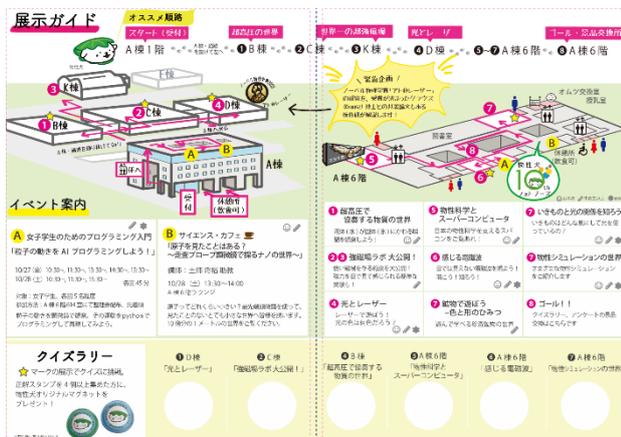


図2: 物性研展示のパンフレット

サイエンスカフェはA棟6Fラウンジで土曜日13:30~14:00に行われ、長谷川研の土師助教が興味深い講演を行った。「原子を見たことはある?~走査プローブ顕微鏡で探るナノの世界~」という演題で、原子ってどれくらい小さいの?最先端顕微鏡を使って見える10億分の1メートルの世界はどのようなものなの?という疑問に答えていた(図3)。



図3: サイエンスカフェの様子(左)とパンフレット(右)。

イベントとしてはこの他に、林研究室の林教授による「女子学生のためのプログラミング入門」が行われた。粒子の動きを顕微鏡で観察して、その運動をpythonでプログラミングして再現するという企画であり、女子学生を対象とした新たな試みであった。本企画は、同時開催された「女子中高生向けイベント「未来をのぞこう!」」と連携して行われたものである。



図4: 女子学生のためのプログラミング入門

その間、上記イベントを脇から盛り上げる物性犬とチーバ君の姿があった(図5)。特大の物性犬は、公式キャラクター10周年を祝う飾りを身にまとい、そのかわいらしい姿は、お子様だけでなく同伴の保護者にも人気があった。



各研究室から出展されている企画を回る(図5: 公式キャラクター10周年の飾りを身に纏って一般公開を祝う物性犬。チーバ君と共に。

と、そこからはコロナ禍以前の賑わいを思い出すことができ、平時であることの重要性を改めて肌で感じるようになった。以下、各企画に関して箇条書きで紹介する(図7-9)。

- ① 「超高压で協奏する物質の世界」は上床研究室の企画であり、液体(水)が固体(氷)にかわる瞬間の観察が行われた。
- ②-③ 「強磁場ラボ大公開!」は国際超強磁場科学研究施設の企画であり、強い磁場を作る施設が公開され、磁力を目で見て感じられる簡単な実験が行われた。
- ④ 「光とレーザー」は極限コヒーレント光科学研究センターの企画であり、レーザーで遊びながら学べる実験が展示された。
- ⑤ 「物性科学とスーパーコンピュータ」は物質設計評価施設大型計算機室の企画であり、日本の物性

科学を支えるスパコンの轟音に驚かされる展示であった。

- ⑥ 「感じる電磁波」は軌道放射物性研究施設の企画であり、目では見えない電磁波を見たり、聞いたりしながら学べる展示であった。
- ⑦ 「鉱物で遊ぼう-色と形のひみつ」は山浦研究室の企画であり、遊んで学べる珍奇鉱物の世界を見ることができた。
- ⑧ 「いきものと光の関係を知ろう」は井上研究室の企画であり、いきものはどんな風にして光を使っているかを学べる展示であった。
- ⑨ 「物性シミュレーションの世界」は物性理論研究部門の企画であり、さまざまな物性シミュレーションが紹介された。

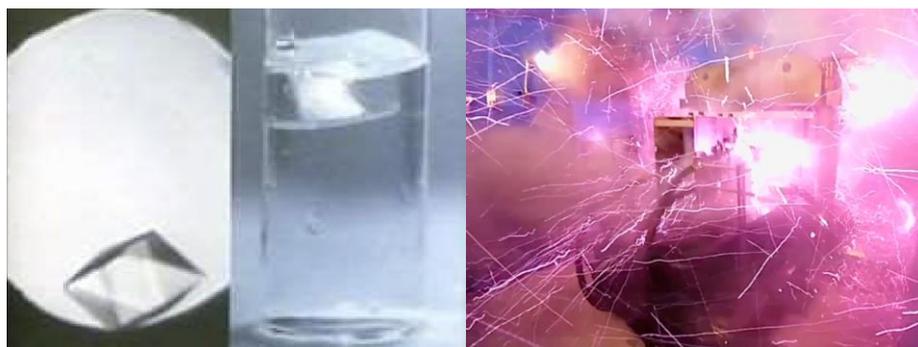


図6: 企画①～③。①超高压で協奏する物質の世界(左)、②③強磁場ラボ大公開!(右)。

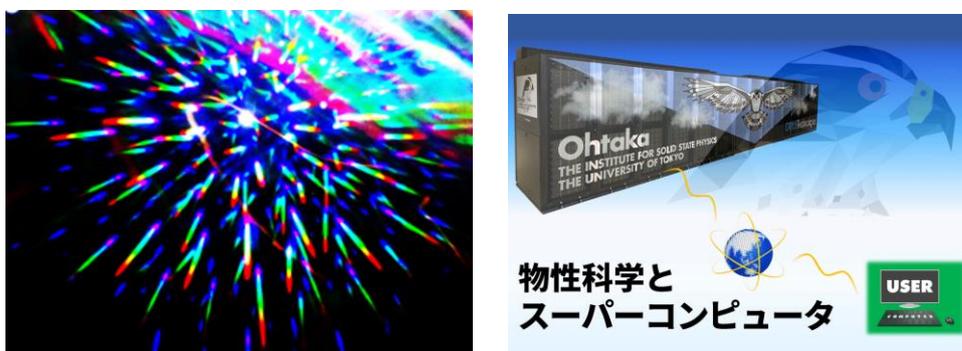


図7: 企画④～⑤。④光とレーザー(左)、⑤物性科学とスーパーコンピュータ(右)。

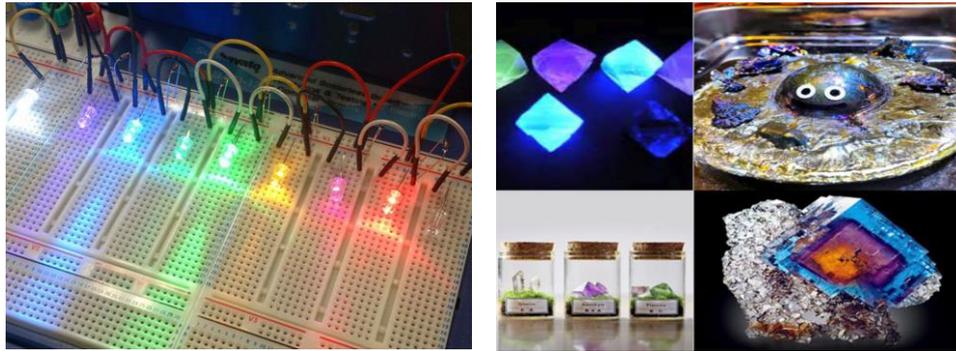


図 8:企画⑥～⑦。⑥感じる電磁波(左下)、⑦鉱物で遊ぼう-色と形のみみつ(右下)。

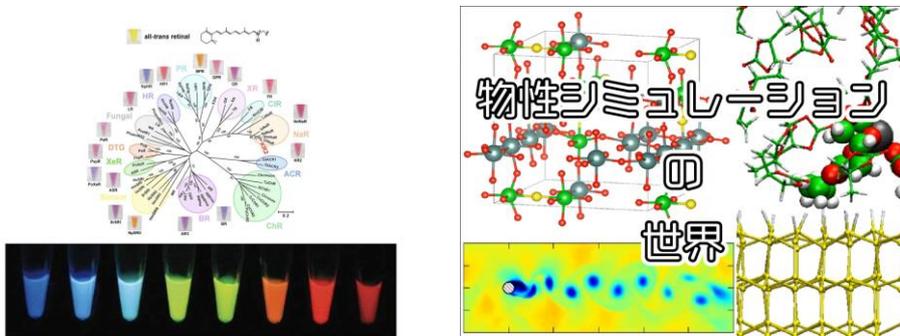


図 9:企画⑧～⑨。⑧いきものと光の関係を知ろう(左)、⑨物性シミュレーションの世界(右)

一般公開が3年間開催されない間に、大学院生や事務部のスタッフが卒業や異動をされて開催のノウハウがかなり失われてしまっていることに気づかされた。それでも試行錯誤ながら、企画やイベントに携わった数多くの皆様の創意工夫の下、盛況の下終えられたのは何よりの事であった。特に、まだ気温の高い異常気象下の秋ではあったものの特別に晴天に恵まれ、地域の皆様とお祭り気分を味わえたことは格別であったと思う。配布された弁当の質の高さからも特別感を感じる事ができた。

準備を主導していただいた大木副事務長、さらに青木事務長、小野副事務長をはじめとする物性研総務係の皆様、ウェブサイトの作成等を担当された広報室の餅田さん、サイエンスカフェを企画された研究戦略室の鈴木さん、さらに一般公開委員の工藤さんと坂本さん、ボランティアの大学院生をはじめとして多くの方に支えられて行われた一般公開は予定通り終了し、その労はカフェテリアで行われた打ち上げパーティーの場でねぎらわれた。

今回は、昨年度まで行われてきたオンライン開催のノウハウを発揮することはできなかったが、将来的にはソフトウェアやインターネット回線が格段に進化して準備のための労力も劇的に軽減すると考えられるので、それを生かす形でハイブリッド的な開催を試みるのも良いかもしれない。一般公開の負荷が特定の人に集中するために、研究活動がその間少し休止状態となるような事例は今回も見受けられたが、この問題を今後どのように解消していくのかの議論も続けていく必要はあろう。限られた人的、予算的リソースの下でそれを最大限に生かす形で一般公開を未来につないでいくことは極めて重要なことである。しかし、その議論をあまり深めることなく次期委員長の岡崎准教授に引き継ぐことになってしまうことは反省の材料である。これからも一社員としてこの課題を考え続けたいと思う。

変更、オンライン講義への変更に対応してくださり心よりお礼を申し上げたい。そして今回夏の学校の開催に関わったスタッフ 24 名、講師 17 名、参加者 186 名、物性研でもお世話になったすべての方々に感謝申し上げる。

II. プログラム

プログラムの詳細を以下に示す。

	8月12日	8月13日	8月14日	8月15日
午前		分科会 (9:00~12:00)	講義 (9:00~12:00)	講義 (9:00~12:00)
午後1	開校式 (15:00~15:30)	解散 (13:30~14:30)	講義 (13:00~14:30)	講義 (13:00~14:30)
午後2	ポスターセッション (15:30~18:30)		集中ゼミ1 (15:30~18:30)	集中ゼミ2 (15:30~18:30)
夜	懇談会 (19:30~23:00)		座談会・懇談会 (19:30~23:00)	閉校式 (19:30~20:30)

III. 講義・集中ゼミ

物性若手夏の学校では講義と集中ゼミの2種類の講演が行われる。講義は計9時間にわたって実施され、ある分野の基礎から最先端までの体系的に学ぶことを目的としている。集中ゼミは1人の講師につき3時間の講演が実施され、最新の研究の動向について幅広い知識を獲得することを目的としている。講義も集中ゼミも講演が同時並行で行われ、参加者は自由に選択することができる。これらの講義や集中ゼミは例年夏の学校の人気企画の一つであり、参加者にも期待されている。そして物性科学に関わる様々な領域をカバーするため、多くの講師の方々にご協力いただいている。

今年の夏の学校の講義・集中ゼミはZoomを用いて行われた。講義は4時間半×2日間、集中ゼミは3時間×2日間行われた。いずれの講演も参加者から非常に好評を集める結果となり、講義に関しては「基礎的な事項から体系的に理解することができた」、集中ゼミに関しては「最新の進展への興味深い知見が得られた」といった声を多くいただいた。講師の方々には参加者との質疑応答だけでなく、様々なオンラインツールの活用等も行ってくださり、オンライン開催ながらも双方向の授業が実現されたのではないかと自負している。（*池田達彦先生の講義は中止となった。）

IV. 分科会・ポスターセッション

分科会は分野ごとに分かれて希望者による口頭発表(発表10分+質疑5分)を行う企画であり、ポスターセッションは発表希望者がポスターを用意しポスターを見に来た人に説明する企画である。どちらも聴衆が同世代であるという気軽さはあるが、専門外の人が多い聴衆に対してどのようにわかりやすく伝えることができるか工夫する必要がある、事前にアブストラクトの提出もある。参加者にとって学会発表の練習の場にもなる他、互いに刺激を受ける機会でもある。さらに分野外の聴衆にも説明したり、逆に分野外の発表を理解したりすることを通じて様々な交流が生まれることを期待している。

今年の分科会は65名の発表者が6つの分野に分かれて研究発表を行った。それぞれの部屋で発表者と聴衆の間で活発な議論が交わされた。参加者の投票によって部門ごとに最優秀発表者を決定し、舟見優氏、菊池和弘氏、吉持遥人氏、山口瑞樹氏、小野瑞生氏、成瀬寛太氏、荒木裕太氏が受賞した。(受賞者は<https://cmpss.jp/awards.php>に公開している。)また、ポスターセッションでは70名近くの発表者がポスターを掲示した。分科会に比べて密度の濃い議論が交わされていたように思う。こちらも参加者の投票によって優秀ポスター賞の受賞者が選ばれ、牧口乃大氏、佐藤宏季氏、小島慶太氏となった。(受賞者は<https://cmpss.jp/awards.php>に公開している。)全体的に学会、研究会よりも自由な雰囲気での発表が行われ、参加者のみならず講師の先生方にも積極的に質疑応答にご参加いただけた。

V. 懇談会・座談会

懇談会は参加者と講師が一堂に会し飲食をしながら自由に交流する場であり、座談会は講師の方に登壇者となっていた
だき日頃知る機会に乏しい研究者のリアルを知る場である。

今年は懇談会は 12 日の現地開催時に行われ、オンラインでの夏の学校では実現しなかった対面での会話が盛り上がっ
ていた。一方座談会はオンラインで行われ、登壇者の先生方がそれぞれに対して質問し合うなど普段は聞けないような会
話、本音を垣間見ることができた。

VI. 終わりに

改めて、今年の物性若手夏の学校が短縮とはいえ現地開催され無事終えることができ心底ほっとしています。コロナ対
策に振り回され、資金集めに苦戦し、さらには台風も直撃し最後の最後まで開催が危ぶまれました。しかし多くの人に多
大なお支援とご協力をいただき、そして信頼できる仲間にも恵まれたと感じています。以前の夏の学校のスタッフだった先
輩方をはじめ、共同利用係、総務係他物性研事務の皆様、ポスターボードなどの運び出しに協力して下さった皆様、支
えて下さったすべての方に御礼申し上げます。

講師の皆様にはお忙しい中ご講演を引き受けてくださり、また急な予定変更にもご対応くださり深く感謝申し上げます。
また今回の夏の学校の開催にあたり、東京大学物性研究所・京都大学基礎物理学研究所・材料科学技術振興財団・東北大
学金属材料研究所・公益財団法人 中辻創智社からのご支援と、応用物理学会・日本化学会・日本物理学会からのご後援
をいただきました。準備局一同を代表し、厚く御礼申し上げます。最後に、心血を注いで運営にあたって下さった準備
局の皆様と、今回の夏の学校を大いに盛り上げて下さった参加者の皆様に深く感謝申し上げます。

ポスターボードを運ぶ様子



受付準備の様子

閉校式の様子



物性研にて
ポスターボードの片づけ



物性研究所短期研究会

「階層型方程式と機械学習」報告

報告者：杉野修（東京大学物性研究所）

期間：2023年10月4日(水)、10月10日(火)

場所：東京大学物性研究所 6階 A615 セミナー室

webpage:<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/seminar/all2.html?ptype=seminar&pid=19638>

提案代表者：杉野修（東京大学物性研究所）

共同提案者：明石遼介（量子科学技術研究開発機構）

横田猛(理化学研究所数理創造プログラム)

永井瞭(株式会社 Preferred Networks)

春山潤(東京大学物性研究所)

多体系は BBGKY(Bogoljubov-Born-Green-Kirkwood-Yvon)を始めとする様々な多体相関関数の階層型方程式で特徴づけられる。これを直接的に扱う理論が、量子散逸系や古典流体系、電子系や核子系でそれぞれ発展してきた。これらの理論は最近、波動関数やモンテカルロ計算結果などの機械学習に基づきさらに発展を遂げている。各分野の研究者がそれぞれの技法や考え方を紹介し意見交換することにより、新たなブレイクスルーがもたらされる可能性が高い。そのように考え、本研究会はこの研究テーマを議論する場を提供することを目的として開催された。具体的には、量子散逸系の HEOM(Hierarchical Equation Of Motion)理論、古典流体系の古典密度汎関数理論・繰り込み群の方法、電子系を中心とする量子系の密度汎関数理論や汎関数繰り込み群の方法、動的平均場法とその拡張に関する紹介と議論が行われた。それらと関連して、密度汎関数理論の超伝導への応用なども議論された。

Haoran Chen 氏の講演は超伝導と超イオン導電性が共存している系の第一原理計算に関するものであり、水素原子がサブメルトした系に対する新しい研究が紹介された。

Ryota Masuki 氏の講演は、非調和性の強い系に対する構造決定に関する研究紹介であり、有限温度下での自己無撞着フォノンの計算のための新しい方法が議論された。

Yuuki Kubo 氏の講演はデータ同化法に関するものであり、実験結果を基に第一原理計算を行うことにより、構造決定が従来よりも高速かつ高精度に行えるという事例が紹介された。Sergei Manzhos 氏の講演は、機械学習法の新しい方法論に関する意欲的な研究紹介であった。Koji Inui 氏の講演は、多変量で構成される Hamiltonian のパラメー

タを如何に決定するかに関する研究であり、勾配を計算することによりそれが効率的に行えるという事例紹介であった。Ming-Chun Jiang 氏の講演では、鉄系超伝導体の第一原理計算に関する最新の研究が紹介された。

Takuya Nomoto 氏の講演では、実験と共同して行った反強磁性体の high throughput 計算に関する事例紹介が行われた。Hsiao-Yi Chen 氏の講演は、excitonic insulator に関する研究である。Tomohito Amano 氏の講演は、分子性液体に対する機械学習を用いた研究である。Ken Inayoshi 氏の講演は、非平衡統計力学の方法を用いたエネルギー緩和に関する研究である。Le The Anh 氏は、固体酸素の様々な相に関する第一原理計算結果を紹介した。

本研究会は、理論の滞在型国際ワークショップの期間中に行われたものであり、ワークショップのテーマに関連するトピックを若手が中心となって講演したものである。オンライン参加を含む事前参加登録者数は 66 名、現地参加者は 10月4日が 45名、10月10日が 38名であった。意欲的な研究が発表され、ワークショップ講師の先生方との質疑応答が活発に行われた。方向性としては重なりがあるものの普段はあまり同じ研究会で顔を合わせることはない研究者が参加し、刺激を与え合いながら進行するような研究会となった。



プログラム

October 4th (Wed.) 13:00~17:00

13:00~13:30 S1 Haoran Chen (Peking University)

Coexistence of superconductivity and superionicity in $\text{Li}_2\text{MgH}_{16}$

13:30~14:00 S2 Ryota Masuki (The University of Tokyo)

Ab initio calculation of crystal structures at finite temperatures and its application to the polar metals LiBO_3

14:00~14:15 Coffee break

14:15~14:45 S3 Yuuki Kubo (The University of Tokyo)

Crystal structure determination of multiple phases by data assimilation

14:45~15:15 S4 Sergei Manzhos (Tokyo Institute of Technology)

Machine learning beyond plain neural networks and kernel methods: from getting rid of non-linear optimization and overfitting to building many-body representations

15:15~15:30 Coffee break

15:30~16:00 S5 Koji Inui (The University of Tokyo)

Inverse Hamiltonian design using automatic differentiation: application to topology and quantum entanglement

16:00~16:30 S6 Ming-Chun Jiang (RIKEN, National Taiwan University)

Ab initio study of phonon-mediated superconductivity in iron-based superconductors Sc_6MTe_2 (M= Fe, Co, Ni)

16:30~17:00 S7 Peshal Pokharel (Tribhuvan University)

First-Principles Study of Europium Doping Effects on SmMnO_3 Perovskite for Energy Conservation in Electronic Devices (withdrawn)

18:00~ Banquet

October 10th (Tue.) 14:15~17:30

14:15~14:45 S8 Takuya Nomoto (The University of Tokyo)

High-throughput calculations of functional antiferromagnets

14:45~15:15 S9 Hsiao-Yi Chen (RIKEN)

Density Functional Theory for excitonic insulator

15:15~15:30 Coffee break

15:30~16:00 S10 Tomohito Amano (The University of Tokyo)

First-principles study of THz dielectric properties of liquid molecules with a machine learning model for dipole moments

16:30~17:00 S11 Ken Inayoshi (Tokyo Institute of Technology)

Energy flow during relaxation in an electron-phonon system with multiple modes: A nonequilibrium Green's function study

17:00~17:30 S12 Le The Anh (The University of Tokyo)

The Hubbard- and van der Waals-corrections on the DFT calculations of epsilon-zeta transition pressure in solid oxygen

18:30~ Banquet





シンポジウムリーダーにより、40 のシンポジウムが企画された。ガラス転移、水・水素結合性液体、イオン液体、高分子、ゲル、コロイド、生体関連物質、表面、イオン伝導性固体、中間相(液晶・プラスチック結晶)、高圧測定、最先端測定などのこれまでのテーマに加え、今回は、これまでほとんど対象にはならなかった無機ガラス、金属ガラス、スピニングガラス、電子ガラス、粉体、アクティブマター、医薬品、食品、MOF、エネルギー貯蔵・変換物質などのテーマが加わり、ますます多様な対象の緩和現象を総合的に議論する場になった。ほとんどのテーマにおいて、実験、理論、計算科学が組み合わさった現代的なスタイルの研究が多かった。この会議は Discussion Meeting であるが、その名の通り、非常に多くの質疑応答・討論が行われた。プログラムやシンポジウムの内容については、この紙面ではとても載せきれないので、上記のホームページを参照されたい(数年は閲覧可能にする予定)。

今回は、企業等の参加者によるブース展示にも力を入れた。ポスター会場(兼休憩スペース)と同じ大ホールに、22 のブースが設けられ、企業、研究施設、科研費グループなどによる製品や活動の紹介が行われた。ブース展示のための参加者は 85 名であった。ブースは 2 日目から 7 日目まで通して展示されており、たいへん賑わっていた。

ソーシャルプログラムも充実した内容であった、初日に Welcome Party、3 日目と 4 日目に同伴者用のお茶会と浮世絵鑑賞のツアー、5 日目に Excursion(東京観光・屋形船ツアー、鋸山登山ツアー、佐原水郷・歴史ツアーの 3 コース)、6 日目に Banquet が行われた。いずれも盛況であったが、特に Banquet は、見浜園という日本庭園を貸し切り、美しい庭園を鑑賞するとともに、お祭りの夜店屋台(たこ焼き、かき氷、射的、ヨーヨー釣りなど)を楽しむという画期的なもので、多くの参加者から絶賛された。ソーシャルプログラムについては、天気が最大の不安要素であったが、直前に関東方面に進んでいた台風が西寄りにコースを変えるという幸運もあり、全て無事に開催された。

以上のように、本来のサイエンスセッションから、レクレーションまで、参加者に楽しんでもらえる有意義な会議であった。これは、約 5 年(コロナ禍で延期になった期間も含む)にわたって会議全般を担当して頂いた幕張メッセと千葉国際コンベンションビューローの皆様、さらには受付、写真、カンファレンスバッグ作成などで活躍してくれた、物性研の国際交流室、広報室、中性子科学研究施設の皆様のおかげである。ここで心から感謝申し上げる。以下に会議の雰囲気を感じて頂くため、数枚の写真を掲載する。



初日のセッションの後に撮った集合写真



ISSP ワークショップ

第3回ナノスケール物性科学の最先端と新展開

【日程】2023年10月6日(金)

【場所】柏キャンパス A 棟 6 階 大講義室 (A632) と Zoom によるハイブリッド開催

【提案者】井手上 敏也、大谷 義近、長田 俊人、加藤 岳生、橋坂 昌幸、長谷川 幸雄、松永 隆佑、三輪 真嗣

【URL】<https://hashisaka.issp.u-tokyo.ac.jp/Seminar/Seminar20231006.html>

ナノスケール物性科学は、物質中の電荷・スピン・熱などに関するミクロな物性の観測・制御を可能にし、時に活用する方策を与える。トポロジカル量子現象の観測のような基礎物性実験から量子コンピュータ開発のような応用研究まで、その対象は極めて広く、分野によって技法や考え方は異なる。しかしミクロな物質・事象の科学として共通する課題も多く、分野間で知識を交換することで、各分野の研究が加速されると考えられる。本ワークショップは、このような背景をもとに開催された2020年7月(第1回)、2021年6月(第2回)の同名の研究会に続く、第3回目の会合として開催した。開催形態は物性研究所大講義室とオンラインのハイブリッド形式とした。

今回のワークショップは3セッション構成とし、10名の新進気鋭の若手研究者を招待してご講演いただいた。最初のセッションは量子情報技術をテーマとし、超伝導量子ビットの集積化(玉手修平氏)、半導体量子ビットのコヒーレンス(米田淳氏)、イオントラップの量子ネットワーク(長田有登氏)に関するご研究をご紹介いただいた。第2のセッションは物質の新奇物性評価や新機能開拓をテーマとし、STMによるトポロジカル超伝導体のマヨラナゼロモード観測(町田理氏)、MBE法で作製された層状カルコゲナイド薄膜の磁性評価(中野匡規氏)、有機分子材料を用いたスピントロニクス機能の開拓(近藤浩太氏)、グラフェンによる超高速光電変換とテラヘルツエレクトロニクス(吉岡克将氏)に関するご研究をご紹介いただいた。第3のセッションは新奇物性を利用した信号処理技術に焦点を当て、磁気スキルミオンを利用したリザバー計算(横内智行氏)、機械的振動の制御によるフォノンクス(黒子めぐみ氏)、磁気材料を利用したフォトニクス(太田泰友氏)に関するご研究をご紹介いただいた。現地参加者42名、オンライン参加者96名、合計138名にご参加いただいた。

いずれのご講演も各分野の最先端の研究成果に関するハイレベルな内容であったが、各講演者には幅広い背景を持つ聴衆にご配慮いただき、大変分かりやすいご説明をいた

だいた。おかげで、ナノスケール物性科学をキーワードとして分野横断的な情報交換を目指す、という本ワークショップの目的が果たされたと考えている。最近、量子コンピュータなど高度に洗練されたテクノロジーの研究と、基礎的な物質材料科学の間のギャップが大きくなっているように思われるが、これらの研究の根底にはミクロ物性に対する共通する興味がある。本ワークショップで様々な分野の話題を提供していただくことにより、分野が異なっても考え方には類似性があり、研究の面白さを異分野間でも共有できると感じられた。実際、特に現地参加者の中で活発な議論が展開され、今後の研究の発展に繋がる情報交換の機会になったと考えている。

冒頭に記したように今回は同名のワークショップの3回目の会合であるが、多くの参加者が集まり、過去2回と同様に大変有意義な会となった。このような分野横断的な研究会はぜひ継続的に開催し、物性研としてナノスケール物性科学のネットワーク構築に積極的に寄与していくべきだと考えている。今後の開催に向けて、発表の英語化やハイブリッド開催の是非など引き続き議論していく予定である。

In this talk I will present the scientific objectives and current status of projects aiming at the implementation of THz-spectroscopy and RF-electric transport measurements in Toulouse, as well as ongoing developments to improve the general experimental conditions in Megagauss fields. In this connection I will also comment on the collaborative effort involving the Megagauss groups in Kashiwa and Toulouse, as well the European Magnetic Field Laboratory.



物性研究所セミナー

標題 : Unraveling Principles of Living Phenomena via Physical Approaches

日時 : 2023年9月14日(木) 午前10時~

場所 : On Line and Lecture Room A632 , ISSP (Hybrid)

講師 : Tetsuya J. Kobayashi

所属 : Institute of Industrial Science the University of Tokyo; Universal Biology Institute, UTokyo

要旨 :

Understanding living systems through the lens of physical principles is a cornerstone objective of biophysics. Historically, physicists have delved into this challenge by exploring a myriad of biological phenomena. As a consequence, a rich collection of theoretical methodologies has been developed. While these techniques often have their origins in other physics domains, they also have evolved in distinct ways in biology. In this talk, we demonstrate how theoretical methods, being common in physics, can be used to analyze biological phenomena, such as evolutionary processes and intracellular reactions. We place specific emphasis on the techniques of path integral method and thermodynamic structure, highlighting that these aren't merely computational tools but that they enable us to elucidate fundamental aspects of living phenomena.

標題 : Progress towards Cavity-Based X-ray Free-Electron Lasers

日時 : 2023年9月20日(水) 午後3時~午後4時

場所 : 物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師 : Rachel Margraf

所属 : Stanford University and SLAC National Accelerator Laboratory, Menlo Park, USA

要旨 :

Current X-ray Free-Electron Lasers (XFELs), like SACLA at RIKEN, or the LCLS at SLAC, are single-pass X-ray light sources, where electrons produce X-rays as they pass through an undulator line just once. The exponential gain of X-ray power in an XFEL occurs as X-rays act on the electron beam, causing it to form microbunches at the X-ray wavelength. In a single-pass SASE (self-amplified spontaneous emission) XFEL, the X-rays which initiate this process come from noise in the beam, and thus X-rays produced by current XFELs are transversely coherent, but longitudinally noisy. In proposed cavity-based XFELs (CBXFELs) [1], by contrast, X-rays are returned by mirrors from the end of the undulator line to the beginning, so a strong X-ray pulse is used to seed the FEL process on subsequent passes. Future X-ray light sources based on CBXFELs can thus produce longitudinally coherent pulses with improved spectral brightness, and promise to be more stable than current XFELs. This talk will give an overview of CBXFELs and show recent progress towards constructing them, including demonstration of a 14 meter hard X-ray cavity at LCLS.



標題：Formation of quantum critical 2D Bose gas in the honeycomb antiferromagnet YbCl₃

日時：2023年9月21日(木) 午後3時～午後4時

場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師：Dr. Yosuke Matsumoto

所属：Max Planck Institute for Solid State Research

要旨：

Bose-Einstein condensation (BEC) is a quantum phenomenon, where a macroscopic number of bosons occupy the lowest energy state and acquire coherence at low temperatures. It manifests itself not only in superfluid ⁴He and dilute atomic gases but also in quantum magnets[1]. In three-dimensional (3D) antiferromagnets, an XY-type long-range ordering (LRO) near a magnetic-field-induced transition to a fully polarized state (FP) has been successfully described as a BEC in the last few decades. An attractive extension of the BEC in 3D magnets is to make their two-dimensional (2D) analogue. In a strictly 2D system, BEC cannot take place due to the presence of a finite density of states at zero energy, but instead, a Berezinskii-Kosterlitz-Thouless (BKT) transition may emerge. In a realistic quasi-2D magnet consisting of stacked 2D magnets, a small but finite interlayer coupling stabilizes marginal LRO and BEC, but such that 2D physics is still expected to dominate. A few systems were reported to show such 2D-limit BEC, but at very high magnetic fields that are difficult to access.

YbCl₃ is a pseudo-spin 1/2 honeycomb Heisenberg antiferromagnet with intra-layer coupling of $J \sim 5$ K and exhibits a transition to a FP state at an in-plane saturation field $H_s = 5.93$ T [2-4]. Here, we demonstrate that the LRO right below H_s is a BEC but close to the 2D-limit, marginally stabilized by an extremely small interlayer coupling J_{\perp} of the order of $10^{-5}J$ [5]. At the quantum critical point H_s , we capture 2D-limit quantum fluctuations as the formation of a highly mobile, interacting 2D Bose gas in the dilute limit. A much-reduced effective boson-boson repulsion compared with that of a prototypical 3D system indicates the presence of a logarithmic renormalization of interaction, which is unique to 2D. Thus, the old candidate for a Kitaev quantum spin liquid, YbCl₃, is now established as an ideal arena for a quantum critical BEC in the 2D limit. We will further discuss the possible BKT characteristics in the thermal fluctuations. This work has been done in collaboration with S. Schnierer, J. Bruin, J. Nuss, P. Reiss, G. Jackeli, K. Kitagawa and H. Takagi.

[1] V. Zapf, M. Jaime, and C. D. Batista, Rev. Mod. Phys. 86, 563 (2014).

[2] G. Sala et al., Phys. Rev. B 100, 180406(R) (2019).

[3] J. Xing et al., Phys. Rev. B 102, 014427 (2020).

[4] G. Sala et al., Nat Commun 12, 171 (2021).

[5] Y. Matsumoto et al., arXiv:2207.02329.

標題：Closest Wannier functions to a given set of localized orbitals

日時：2023年9月22日(金) 午後4時～午後5時

場所：物性研究所6階第5セミナー室 (A615) 及びHybrid 開催

講師：尾崎 泰助

所属：東京大学物性研究所

要旨：

Wannier functions (WFs) play a pivotal role in analyzing the electronic structures of real materials and in furthering electronic structure methods, alongside density functional theory (DFT) and other electronic structure theories [1]. In this talk, I will present a novel method to calculate the closest Wannier functions (CWFs) to a given set of localized

guiding functions, such as atomic orbitals, hybrid atomic orbitals, and molecular orbitals, based on minimization of a distance measure function [2]. It is shown that the minimization is directly achieved by a polar decomposition [3] of a projection matrix via singular value decomposition, making iterative calculations and complications arising from the choice of the gauge irrelevant. The disentanglement of bands is inherently addressed by introducing a smoothly varying window function and a greater number of Bloch functions, even for isolated bands. In addition to atomic and hybrid atomic orbitals, we introduce embedded molecular orbitals in molecules and bulks as guiding functions, and demonstrate that the Wannier interpolated bands accurately reproduce the targeted conventional bands of a wide variety of systems including Si, Cu, the TTF-TCNQ molecular crystal, and a topological insulator of Bi₂Se₃ [4]. We further show the usefulness of the proposed method in calculating effective atomic charges. These numerical results not only establish our proposed method as an efficient alternative for calculating WFs, but also suggest that the concept of CWF can serve as a foundation for developing novel methods to analyze electronic structures and calculate physical properties.

[1] N. Marzari and D. Vanderbilt, Phys. Rev. B 56, 12847 (1997).

[2] T. Ozaki, arXiv:2306.15296.

[3] K. Fan and A. J. Hoffman, Proc. Amer. Math. Soc. 6, 111 (1955).

[4] <https://www.openmx-square.org/cwf/>

標題：Spin-lattice glass transition without quenched disorder on pyrochlore magnet

日時：2023年9月22日(金) 午後1時～午後2時

場所：物性研究所 6階第4セミナー室 (A614) 及び Hybrid 開催

講師：光元 亨汰

所属：東京大学生産技術研究所

要旨：

In the community of magnetism, it has been generally assumed that spin glass transitions occur due to frustration from random interactions, so-called quenched disorder. However, disorder-free spin glass transitions are observed experimentally in a geometrically frustrated pyrochlore magnet. So far, there are no convincing theoretical explanations for the mechanism of this spin glass transition without quenched disorder.

A recent experiment suggested that lattice distortions play important roles in the spin glass transition on the prototypical geometrically frustrated spin glass Y₂Mo₂O₇[1]. This lattice distortion results from the selection of the electron orbitals[2], i.e., Jahn-Teller distortion. Being motivated by the experiment, we introduced a model which includes not only the spin degrees of freedom but also the lattice distortions as dynamical variables. This model doesn't include any quenched disorder, but both spins and lattice distortions are geometrically frustrated. We performed extensive numerical simulations for the model and analyzed a mean-field model which can be solved exactly in the infinite dimension.

In the numerical simulations[3], we found that spins and lattice distortions simultaneously freeze at a common finite temperature. Both degrees of freedom do not exhibit any long range order below the freezing temperature. In the mean-field analysis in the spherical limit using the replica method[4], we found that replica symmetry breaking appears only in the phase where both spins and lattice distortions are frozen, implying that a complex free-energy landscape is induced by the spin-lattice coupling

[1] P. M. Thygesen, et al., Phys. Rev. Lett. 118, 067201 (2017)



and quantum computing. InSb offers a narrow bandgap, high carrier mobility, and small effective mass and, thus, is very appealing in this context. In fact, this material has attracted tremendous attention in recent years for the implementation of topological superconducting states. An attractive pathway to obtain two-dimensional (2D) InSb layers is the growth of freestanding single-crystalline InSb nanoflags [1].

We have demonstrated fabrication of ballistic Josephson-junction devices based on these InSb nanoflags with Ti/Nb contacts that show a gate-tunable proximity-induced supercurrent and a sizable excess current [2]. The devices show clear signatures of subharmonic gap structures, indicating phase-coherent transport in the junction and a high transparency of the interfaces.

The high quality of the devices has allowed the observation of the Josephson diode effect in these Josephson junctions [3]. Indeed, when an in-plane magnetic field is applied, the devices are driven into a non-reciprocal transport regime, where we observe an asymmetry between the positive and negative critical current. The asymmetry is modulated by the angle between the in-plane field and the current direction, and strongly depends on temperature. Our experimental evidence demonstrates that these devices can work as Josephson diodes, with dissipation-less current flowing in only one direction.

Under microwave irradiation, we observe half-integer Shapiro steps that are robust to temperature, suggesting their possible nonequilibrium origin [4]. Our results demonstrate the potential of ballistic InSb nanoflags Josephson junctions as a valuable platform for understanding the physics of hybrid devices and investigating their nonequilibrium dynamics.

References

- [1] I. Verma et al., ACS Appl. Nano Mater. 4 (2021) 5825–5833.
- [2] S. Salimian et al., Appl. Phys. Lett. 119 (2021) 214004.
- [3] B. Turini et al., Nano Letters 22 (2022) 8502 – 8508.
- [4] A. Iorio et al., Phys. Rev. Res. 5 (2023) 033015.

This research activity was partially supported by the FET-OPEN project AndQC (H2020 Grant No. 828948) and by PRIN MUR (Grant No. 2022PH852L).

標題：MOFにおけるKitaev 磁性体と強磁場誘起相の探索

日時：2023年10月13日(金) 午前11時～午後0時

場所：On Line

講師：石川 孟 助教

所属：金道研究室

要旨：

MOF(金属有機構造体)は金属と有機配位子がネットワーク構造を形成する物質で、ガス吸着や触媒といった機能物性を示す材料として注目を集めている。遷移金属が興味深い幾何学格子を組むことがあり磁性研究の対象としても興味深いですが、その観点からはあまり注目されていない。我々はプロトン伝導体として知られている MOF において、遷移金属が三次元ハニカム格子を組むことに着目した。類似の状況は物性研の理論グループにおいて研究され、Kitaev スピン液体の実現が提案されているが[1]、我々の知る限り実験的な研究は行われていない。我々は対象物質の試料を合成し、パルス強磁場領域まで物性測定を行い、温度や磁場変化に伴い様々な相が現れることを発見した[2]。セミナーではこの物質の磁性を紹介し、MOFにおいてKitaev磁性体を探索することの利点や今後の展望を議論する。時間があれば関連する有機無機ハイブリッド磁性体の強磁場磁化過程についても紹介した。



- [6] X. Wang, H. Zou, K. Hódsági, M. Kormos, G. Takács & J. Wu, Phys. Rev. B 103, 235117 (2021).
- [7] Z. Zhang, K. Amelin, X. Wang, H. Zou, J. Yang, U. Nagel, T. Rõöm, T. Dey, A. A. Nugroho, T. Lorenz, J. Wu & Z. Wang, Phys. Rev. B 101, 220411(R) (2020).
- [8] H. Zou, Y. Cui, X. Wang, Z. Zhang, J. Yang, G. Xu, A. Okutani, M. Hagiwara, M. Matsuda, G. Wang, G. Mussardo, K. Hódsági, M. Kormos, Z. Z. He, S. Kimura, R. Yu, W. Yu, J. Ma & J. Wu, Phys. Rev. Lett. 127, 077201 (2021).
- [9] X. Wang, K. Puzniak, K. Schmalzl, C. Balz, M. Matsuda, A. Okutani, M. Hagiwara, J. Ma, J. Wu, & B. Lake, submitted (2023).

標題 : Magnetic frustration in octahedral lattices: emergent complexity in applied field

日時 : 2023 年 10 月 30 日(月) 午後 4 時~午後 5 時

場所 : 物性研究所本館 6 階 第 5 セミナー室 (A615)

講師 : Mike Zhitomirsky

所属 : IRIG, CEA, Grenoble, France; IMR, Tohoku Univ.

要旨 :

Geometrically frustrated magnets typically consist of either triangular or tetrahedral blocks of magnetic ions. A novel frustrated motif is provided by octahedral blocks. Magnetic ions form a corner-sharing network of octahedra in antiperovskites and Mn₃X intermetallics, whereas edge-shared octahedra emerge for the J₁–J₂ spin model on a face-centered cubic (fcc) lattice for a special ratio of two exchanges $J_2/J_1 = 0.5$. We illustrate an emergent complex behavior of octahedral antiferromagnets by studying the magnetization process of the classical J₁–J₂ fcc antiferromagnet. Up to eight different phases exist in magnetic field including two fractional magnetization plateaus at $M/M_{\text{sat}} = 1/3$ and $2/3$. An unusual twist in the quantum order-by-disorder effect due to magnon-magnon interactions is also found for the nearest-neighbor fcc antiferromagnet in zero field.

標題 : 理論・ナノサイエンス合同セミナー

日時 : 2023 年 10 月 31 日(火) 午後 3 時~午後 5 時

場所 : 物性研究所本館 6 階 第 5 セミナー室 (A615)

要旨 :

Coherent few-electron states in interacting low-dimensional systems

Lecturer : Dr. Flavio Ronetti

Affiliation : Centre de Physique Théorique, CNRS

The on-demand generation of single- and few-electron states in mesoscopic systems has opened the way to the fascinating field of electron quantum optics (EQO), where individual fermionic quantum states are manipulated with methods borrowed from photonic quantum-optical experiments. In this framework, a train of Lorentzian voltage pulses represents one of the most reliable experimental protocol to inject coherent single-electronic states, known as Levitons, into ballistic channels of meso-scale devices. These fascinating results open up the possibility of investigating the dynamics of single-electron states in one-dimensional systems. Indeed, it is well known that, in contrast with photons, electronic systems are drastically affected by electron-electron correlations. In this talk, we will discuss how the propagation of Levitons is affected by the presence of correlations between electrons and how these effects can be exploited in potential applications for quantum electronics and quantum information.

Lecture2 15:50~

Andreev-like reflection in the Pfaffian fractional quantum Hall effect

Lecturer : 大橋 良伊 氏

Affiliation : 大阪大学基礎工学研究科

In the edge of a fractional quantum Hall state and an integer quantum Hall state point contact, Andreev-like reflection occurs similar to superconducting Andreev reflection [1]. This reflection scenario is due to a mismatch between fractional charge νe and normal charge e . Recently, Andreev-like reflection has been detected for the Laughlin fractional quantum Hall system [2]. We study tunnel transport between the edge of a Pfaffian fractional quantum Hall state and that of an integer quantum Hall state [3]. Based on the duality argument between strong and weak tunnelings, we find that Andreev-like reflection appears for a strong tunneling regime with fractional charge $e/4$. We also evaluate charge conductance in the weak and strong tunneling regimes for the low-voltage limit.

[1] N. P. Sandler, C.C. Chamon, and E. Fradkin, Phys. Rev. B 57, 12324 (1998).

[2] M. Hashisaka, T. Jonckheere et al., Nat. Commun. 12, 2794 (2021).

[3] RO, R. Nakai, T. Yokoyama et al., J. Phys. Soc. Jpn. 91, 123703 (2022).

Lecture3 16:25~

Pairing symmetry of Josephson current flowing through a spin-polarized quantum anomalous Hall insulator

Lecturer : 仲井 良太 氏

Affiliation : 九州大学理学研究院

Superconducting proximity effect for topological materials works effectively in engineering topological electronic structures [1]. However, this is not the case for quantum (anomalous) Hall insulators as time-reversal partners of the chiral edge modes are absent. In this talk, I will discuss a Josephson junction through a spin-polarized quantum anomalous Hall insulator [2], which is robust against the proximity effect and hence is a highly opaque conductor of spin-singlet Cooper pairs. We showed that supercurrent in this system is carried by Cooper pairs with (i) equal-spin triplet, (ii) a combination of even and odd frequencies, and (iii) a finite momentum (the Fulde-Ferrell state). Experimentally, these features can be examined by the Josephson effect. Specifically, we showed that the triplet spins can be detected by the interface-magnetization dependence of the equilibrium phase difference, and the Cooper-pair momentum can be detected by the width dependence of the critical current.

[1] L. Fu and C. L. Kane, Phys. Rev. Lett. 100, 096407 (2008); A. R. Akhmerov, J. Nilsson, and C. W. J. Beenakker, Phys. Rev. Lett. 102, 216404 (2009).

[2] RN, K. Nomura, and Y. Tanaka, Phys. Rev. B 103, 184509 (2021).

標題 : Magnetic, superconducting, and topological surface states on FeTeSe superconductor

日時 : 2023年11月10日(金) 午後1時30分~午後2時30分

場所 : 物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615) 及び Hybrid 開催

講師 : Dr. Igor Zaliznyak

所属 : Brookhaven National Laboratory

要旨 :

題目 : Shining a light on the superconductivity in CsV3Sb5-derived kagome metals

概要 :

The newly discovered kagome superconductors AV3Sb5 (A=K, Rb, Cs) provide a promising platform for investigating the interplay between band topology, electronic order, and lattice geometry [1-2]. Despite extensive research efforts on this system, the nature of the superconducting ground state remains elusive and a consensus on the electron pairing symmetry has not been achieved so far. During the long-term research of superconductors, angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES) has been proven to be a powerful tool to directly measure the superconducting gap in the momentum space. In this talk, I will report our ultrahigh resolution and low-temperature ARPES studies on two exemplary CsV3Sb5-derived kagome superconductors — Cs(V0.93Nb0.07)3Sb5 with the appearance of charge order and Cs(V0.86Ta0.14)3Sb5 without charge order in the normal state [3]. Our new updated results of the superconducting gap in pristine CsV3Sb5 will be also presented in this talk. Additionally, I will present our studies of electronic kinks in the band structure [4] and temperature- dependent muon spin relaxation rate. Finally, the possible pairing mechanisms for these kagome superconductors based on these results will be discussed.

[1] T. Neupert, M. Denner, J.-X. Yin et al., Nat. Phys. 18, 137 (2021).

[2] J.-X. Yin, B. Lian, M.Z. Hasan, Nature 612, 647 (2022).

[3] Y. Zhong, J. Liu, X. Wu et al., Nature 617, 488 (2023).

[4] Y. Zhong, S. Li, H. Liu et al, Nat. Commun. 14, 1945 (2023)

標題 : Theoretical studies on dichroism in X-ray absorption and photoemission spectroscopy of nanomaterials

日時 : 2023年11月20日(月) 午後1時30分

場所 : 物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師 : Prof. Peter Krüger

所属 : Chiba University, Materials Science Department

要旨 :

I present some recent studies on the electronic and geometrical structure of nanomaterials using polarization-dependent X-ray absorption (XAS) and photoemission spectroscopy and first-principles calculations.

First, the crystal phase transformations observed in titanium dioxide nanoribbons, going from NaHTi3O7 titanate over the TiO2-B to the anatase phase is analyzed using polarization-dependent XAS in scanning transmission X-ray microscopy [1,2]. The oxygen K-edge spectra of the three phases display marked differences which are well reproduced with DFT calculations. Strong linear dichroism is observed in single nanoribbons, reflecting preferential O-2p to Ti-3d bond orientation in the low symmetry crystal structures. A simple bond counting model is developed which semi-quantitatively accounts for the major dichroic effect. It is shown how the crystal orientation in the nanoparticles can be inferred from the polarization-dependent XAS spectra.

Next, I present theoretical advances in the theory of angle resolved photoemission spectroscopy (ARPES). For ARPES of graphite, we reproduce and explain the strong circular dichroism (CD) in angular distribution and show that final state photoelectron scattering plays a substantial role in the formation of the dichroic signal [3].

Finally I discuss the CD at the photoelectron diffraction peaks (the so-called Daimon effect) that was recently observed in ARPES of Ni and Cu at the 2p-3d resonance. The intensity of the CD is strongly binding-energy-dependent and indicates reversed angular momentum transfer from the photon to the electron in some cases. To explain these findings we have developed a theory of resonant ARPES, combining atomic multiplet and multiple scattering theory [4] and we obtained excellent agreement with the data.



標題：機能性材料ホイスラー合金の磁性と電子状態

日時：2023年11月29日(水) 午後1時30分～午後2時30分

場所：On Line

講師：梅津 理恵 教授

所属：東北大学金属材料研究所

要旨：

ホイスラー合金は、応用に直結する様々な機能を有することで知られている。本セミナーでは、磁性形状記憶特性を有するNi基合金とスピントロニクス分野で注目されている、ハーフメタル型電子状態を有するCo基合金の磁気特性について紹介する。前者においては、パルス磁場を組み合わせたX線磁気円二色性実験を行い、磁場誘起構造相変態の様子を観測した。後者においては、バルク単結晶試料を育成し、共鳴非弾性X線散乱や光電子分光による電子状態の観測に成功している。ライフイベントを乗り越えながらの研生活についても触れた。

標題：Microwave transport in topological edge states

日時：2023年12月4日(月) 午後3時～午後4時

場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師：Erwann Bocquillon

所属：Institute for Physics II, University of Cologne, Germany

要旨：

Research on helical edge states in 2D topological insulators is motivated by exotic fundamental physics, prospects for robust topological quantum computation and novel spinorbitronics. However, topological transport is often visible only on short distances. On larger distances, microwave techniques offer powerful tools to investigate the origin of this fragility, as well as the possibility to generate and control excitations in the topological edge states.

In this talk, we report on first results on microwave transport in HgTe 2D topological insulators [1, 2, 3]. Via microwave capacitance spectroscopy [1], we highlight the response of the edges. We find that they have a rather large density of states but host mobile carriers, while bulk carriers are present as puddles but are drastically slowed down in the gap. This suggests that edge states can be selectively addressed on timescales over which bulk carriers are frozen. In a second study [3], we measure the velocity of edge states in both the quantum Hall and quantum spin Hall regime. We observe low plasmon velocities corresponding to large transverse widths, which we ascribe to the prominent influence of charge puddles forming in the vicinity of edge channels. Both works point towards the prominent role of charge puddles in the topological gap, which probably constitute a hurdle on the way to clean and robust edge transport.

C. Dartiailh et al., Phys. Rev. Lett. 124, 076802 (2020).

Gourmelon et al., Phys. Rev. Res. 2, 043383 (2020).

Gourmelon et al., Phys. Rev. B 108, 035405 (2023).



東京大学物性研究所人事異動一覧

【研究部門等】

発令日	氏名	部門・施設名等	職名	備考
-----	----	---------	----	----

〈採用〉

R5.9.1	室谷 悠太	附属極限コヒーレント光科学研究センター	助教	附属極限コヒーレント光科学研究センター 特任研究員より
R5.10.1	YAN Han	量子物質研究グループ	助教	ライス大学 博士研究員より
	島村 勇徳	附属極限コヒーレント光科学研究センター	特任助教	東京大学大学院工学系研究科博士課程 大学院生より
R5.11.15	Portugall Oliver	附属国際超強磁場科学研究施設	特任教授	トゥールーズ・グルノーブル国立強磁場研究所 強磁場グループリーダーより

〈辞職〉

R5.9.30	森 泰蔵	ナノスケール物性研究部門	助教	京都大学科学研究所 准教授へ
---------	------	--------------	----	----------------

東京大学物性研究所教員公募について

1. 職名および人数

助教 1名

2. 所属

物性研究所物性理論研究部門（加藤研究室）

3. 就業場所

物性研究所柏キャンパス（千葉県柏市柏の葉 5-1-5）

4. 公募内容

物性理論研究部門・加藤研究室のスタッフとして、メゾスコピック系やスピントロニクス素子、トポロジカル物質などの固体中の多様な量子輸送現象に関する理論研究を推進する若手研究者を募集する。新しい研究分野にも積極的に取り組むことができ、大学院学生の指導や国際共同研究にも意欲のある方を希望する。

5. 応募資格

博士号または同等の資格を有する、または着任までに取得見込の方

6. 契約時期

採用決定後なるべく早い時期（相談により 2025 年 4 月まで遅らせることが可能）

7. 任期

任期は 5 年とする。ただし、再任は可とし 1 回を限度とする。

8. 試用期間

採用された日から 14 日間（東京大学教職員就業規則第 8 条による）

9. 応募締切

令和 6 年 5 月 8 日（水）必着

10. 提出書類

（イ）応募の場合

- 履歴書（東京大学統一履歴書（<https://www.u-tokyo.ac.jp/ja/about/jobs/r01.html>）を用いること）
- 業績リスト（特に重要な論文に○印を付けること）
- 主要論文の別刷（3 編、コピー可）
- 研究業績の概要（A4 用紙 2-3 枚程度）
- 研究計画書（A4 用紙 2-3 枚程度）
- 応募者についての推薦書、または、意見書（作成者から書類提出先へ直送）

（ロ）推薦の場合

- 推薦書
- 履歴書（東京大学統一履歴書（<https://www.u-tokyo.ac.jp/ja/about/jobs/r01.html>）を用いること）
- 業績リスト（特に重要な論文に○印を付けること）
- 主要論文の別刷（3 編、コピー可）
- 研究業績の概要（A4 用紙 2-3 枚程度）
- 研究計画書（A4 用紙 2-3 枚程度）

11. 提出方法

郵送または電子メール

提出先：〒277-8581 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 東京大学物性研究所総務係

電話：04-7136-3207 Email：issp-jinji@issp.u-tokyo.ac.jp



物性研だより第 63 巻目録 (第 1 号～第 4 号)

物性研だより第 63 巻第 1 号

- 1 所長退任にあたって 森 初果
4 所長就任にあたって 廣井 善二
6 ディラック半金属のフロッケ・エンジニアリング：
巨大誘導レイリー散乱の観測と機構解明 室谷 悠太、神田 夏輝、松永 隆佑
8 大気下でもホールと電子の双方を伝導可能な新しい分子性半導体材料の開発に成功
伊藤 雅聡、藤野 智子、森 初果、尾崎 泰助
11 磁場により体積が大きく膨張する新材料の発見 岡本 佳比古
14 量子物質ナノ構造ラボ(Q ナノラボ)の共同利用開始 三輪 真嗣、鈴木 博之
15 ～日本物理学会学生優秀発表賞を受賞して～ 藤本 知宏
16 「日本物理学会若手奨励賞」を受賞して 永井 瞭
18 2nd International Symposium on Trans-Scale Quantum Science Poster Award を受賞して 松田 拓也
19 「TSQS2022」ポスター賞を受賞して 室谷 悠太
20 「テラヘルツ科学の最先端 IX」の最優秀若手研究者賞を受賞して 中川 真由莉
21 外国人客員所員を経験して Yongmin Kim

【ISSP ワークショップ】

- 22 ○物性女性若手研究交流会 2022
25 ○「カイラル物質科学の新展開」開催報告

29 【物性研究所談話会】

30 【物性研究所セミナー】

【物性研ニュース】

- 42 ○東京大学物性研究所人事異動一覧
43 ○東京大学物性研究所教員公募について
49 ○東京大学物性研究所特任研究員公募について

編集後記

物性研だよりの購読について

物性研だより第 63 巻第 2 号

- 1 次世代半導体製造向けの極微細穴あけ加工を実現 小林 洋平
3 カゴメ格子金属で実現する不純物に強い非従来型超伝導 六本木 雅生、橋本 顕一郎、芝内 孝禎、上床 美也
6 1 分子を用いた電子波の超高速分岐器 -1 分子への超高速スイッチ集積化実現へ期待- 柳澤 啓史
8 地球全体に分布するロドプシン保有細菌の新たな光エネルギー獲得戦略
-キサントフィルを用いた集光アンテナの発見- 井上 圭一
12 熱流注入で磁気を観る
-原子間力顕微鏡を用いた簡易的磁気イメージング法の開発- 一色 弘成、大谷 義近
14 一度壊れて復活する反強磁性 -元素置換による量子性の出現- 渡辺 義人
17 磁性体における内因性異常ホール効果の超高速非平衡ダイナミクス 松田 拓也、松永 隆佑

25	物性研に着任して	橋坂 昌幸
27		山浦 淳一
29		林 久美子

【ISSP ワークショップ】

31	○Metastability from an Interdisciplinary Perspective
33	○パルス強磁場における物性測定技術の最前線
36	○「新物質研究の最前線：特徴的なアプローチが導く新物性・新機能」開催報告
38	【物性研究所談話会】
40	【物性研究所セミナー】

【物性研ニュース】

49	○東京大学物性研究所人事異動一覧
51	○東京大学物性研究所教員公募について
59	○東京大学物性研究所特任研究員公募について
61	○東京大学物性研究所の客員教授(准教授)公募のご案内

編集後記

物性研だよりの購読について

物性研だより第 63 巻第 4 号

1	光に操られるスピンの超高速な動きを可視化する装置を開発 ー スピン流が光で発生する瞬間を捉えたー 川口 海周、黒田 健太、Zhigang Zhao、谷 峻太郎、小林 洋平、近藤 猛	
4	微生物が光に反応してカリウムイオンを運ぶしくみの解明と神経科学への応用 ー 四半世紀ぶりに発見された全く新規のカリウムイオン選択性のしくみー	井上 圭一
9	物性研究所に着任して	三澤 貴宏
11		宮田 敦彦
13	令和 5 年度 物性研究所一般公開の報告	杉野 修

【物性研究所短期研究会】

16	○第 68 回物性若手夏の学校 開催報告
21	○「階層型方程式と機械学習」報告
	【物性研究所 ISSP 国際ワークショップ】
24	○「9th International Discussion Meeting on Relaxations in Complex Systems (9IDMRCS)」

【ISSP ワークショップ】

27	○第 3 回ナノスケール物性科学の最先端と新展開
29	【物性研究所談話会】
31	【物性研究所セミナー】

【物性研ニュース】

44	○東京大学物性研究所人事異動一覧
45	○東京大学物性研究所教員公募について

物性研だより第 63 巻目録(第 1 号～第 4 号)

編集後記

物性研だよりの購読について

編集後記

今号は、研究紹介記事が2件とやや少なめですが、厚めの内容です。

今や高分解能の光電子分光は物性研の十八番の1つですが、とうとうスピン分解の時間分解まで来ました。最後のグラフを見て頂ければわかりますが、やはりスピンの時間分解となると強度を稼ぐのが大変のようです。文中にもあるように、スピントロニクスやペロブスカイト太陽電池への研究展開も期待される場所です。

2件目は、最近物性研では常連(?)になってきましたが、今回は、ロドプシンでの新たなイオン選択性の発見に関するものです。昨秋、「学際領域展開ハブ形成プログラム」が採択されました。この事業では、従来と異なる研究機関・研究者コミュニティと連携することを目的としています。2016年に分野横断の研究グループを2つ設置し、そのうち機能物性研究グループでは、新たな領域として生体分子研究を取り入れて推進してきました。今回、その先駆的な活動が功を奏したカタチとなりました。今号の研究紹介では、構造解析と計算科学や電気生理学実験からの成果になっていますが、このハブ形成プログラムによって、物性研の十八番の電子状態観測から新たな発見に繋がることを期待したいところです。

物性若手夏の学校の記事では、コロナ禍を経て久しぶりの現地開催で、集合写真を見るとパワーを感じますね。

鈴木博之

物性研だよりの購読について

物性研だよりの発行のメール連絡を希望される方は共同利用係まで連絡願います。

また、物性研だよりの送付について下記の変更がある場合は、お手数ですが共同利用係まで連絡願います。

記

1. 送付先住所変更（勤務先⇔自宅等）
2. 所属・職名変更
3. 氏名修正（誤字脱字等）
4. 配信停止
5. 送付冊数変更（機関送付分）
6. メール配信への変更

変更連絡先：東京大学物性研究所共同利用係

〒277-8581 柏市柏の葉 5-1-5

メール：issp-kyodo@issp.u-tokyo.ac.jp