

2024年 1月 15日

一般社団法人日本物理学会
会長 長谷川 修司 様

北海道支部長 吉田 紘行

2023年(1月~12月) 北海道支部 活動報告書

下記の通り支部活動を行いましたので、ご報告いたします。

記

1. 役員会(計3回)

(1)

日時：2023年2月6日(月)
場所：オンライン
参加人数：5名
概要：次年度執行部の協議

(2)

日時：2023年5月23日(火)
場所：オンライン
参加人数：5名
概要：支部長会議報告、支部ホームページについて

(3)

日時：2023年11月30日(木)
場所：オンライン
参加人数：5名
概要：支部長会議報告、支部ホームページについて

2. 北海道支部講演会(計12回)

(1)

日時：2023年12月26日 17:00-18:00
場所：2-211 (Zoomによるハイブリッド開催)
共催：第294回エンレイソウの会、第5回アシンメトリ量子セミナー
題目：FIB微細加工と三次元ベクトル強磁場を用いた物性研究
講師：木俣 基 (東北大金研)

要旨

時間と空間の反転対称性が同時に破れた系では、固体中の電気と磁気の結合現象が生じることが知られている。代表例は磁性絶縁体における磁性と電気分極の交差相関でありマルチフェロイクスとして盛んに研究されてきた。一方、伝導系物質では電気分極が伝導電子によって遮蔽されるため電気分極は存在しない。そのためどのような形態の電気磁気結合が生じるのか自明ではなかったが、近年、電流誘起磁化[1-3]や非相反伝導[4-7]等の金属に特有な電気磁気結合が観測され注目を集めている。

最近我々は、集束イオンビーム(FIB)を用いて単結晶を微細加工することで抵抗測定の精度を上

げ、非相反抵抗の定量評価やパルス強磁場中での精密輸送測定を行っている。今回の発表では FIB による単結晶微細加工を用いた最近の進展を概観するとともに、この技術を活用した実験例として、ジグザグ反強磁性体におけるゼロ磁場での自発的な巨大非相反抵抗と反強磁性ドメインの可視化、パルス強磁場下におけるスピン三重項超伝導体の精密抵抗測定[8]などについて紹介する。

また東北大学金属材料研究所の強磁場施設は、20 T 以上の定常強磁場を提供できる国内唯一の施設であり、マグネット冷却に液体ヘリウムを使わない無冷媒強磁場マグネットなど、高磁場を数日オーダーで維持可能な世界的にも特徴ある装置群を有している。我々は、この定常強磁場環境のメリットを最大限活用するため、二軸回転機構を組み合わせた「三次元ベクトル強磁場」を構築して研究を行っている。特にこれまで主体であった抵抗測定[9-11]のみならず、NMR[12]や交流磁化率[13]、比熱、超音波、高圧下実験等の多様な実験が可能となっている。これまでの実験例や今後の展開を紹介する。

- [1] T. Furukawa et al., Nat. Commun. 8, 954 (2017).
- [2] H. Saito et al., J. Phys. Soc. Jpn. 87, 033702 (2018).
- [3] Y. Nabei et al., Appl. Phys. Lett. 117, 052408 (2020).
- [4] T. Ideue et al., Nat. Phys. 13, 578-583 (2017).
- [5] R. Aoki et al., Phys. Rev. Lett. 122, 057206 (2019).
- [6] K. Ota et al., arXiv:2205.05555.
- [7] K. Sudo, et. al., Phys. Rev. B., 108, 125137 (2023).
- [8] T. Helm, et al., arXiv:2207.08261.
- [9] M. Kimata et al., Appl. Phys. Lett. 116, 192402 (2020).
- [10] K. Nakagawa et al., Phys. Rev. B 107, L180405 (2023).
- [11] K. Sugi et al., Phys. Rev. B 108, 064434 (2023).
- [12] K. Kinjo et al., Phys. Rev. B 107, L060502 (2023).
- [13] H. Sakai et al., Phys. Rev. Lett. 130, 196002 (2023).

世話人： 柳澤達也 (tatsuya@cris.hokudai.ac.jp)
北海道大学大学院理学研究院

(2)

日時： 2023 年 11 月 6 日 17:00-18:00

場所： 理学部 2-211

共催： 第 293 回エンレイソウの会

講演題目： Deep-UV optical studies of two-dimensional materials

講師： Prof. Hsiang-Lin Liu (Department of Physics, National Taiwan Normal University)

要旨： We present the deep-UV optical studies of two-dimensional materials, including graphene and transition metal dichalcogenides. Our experimental techniques are deep-UV Raman and spectroscopic ellipsometry. First, the Raman intensities from the second-order phonon modes of monolayer graphene and monolayer MoS₂ and WS₂ are revealed to be decreased or enhanced anomalously by the deep-UV excitation wavelength [1-3]. We demonstrate theoretically that such resonant behavior correlates with the absorption properties and electron-phonon interactions in these materials. Second, the optical absorption spectra of monolayer and bilayer graphene exhibit two broad bands over the UV spectral region. Based on the first-principles calculations, we assign the observed two absorptions to an excitonic transition at the saddle point (M) in the band structures and collective excitations of the surface plasmons [4, 5]. These results advance our understanding of the double resonance Raman scattering process, quasiparticle band structures, and collective excitations of two-dimensional materials.

参考文献

- [1] H. L. Liu*, S. Siregar, E. H. Hasdeo, Y. Kumamoto, C. C. Shen, C. C. Cheng, L. J. Li, R. Saito, and S. Kawata, “Deep-ultraviolet Raman scattering studies of monolayer graphene thin films”, Carbon 81, 807–813 (2015).
- [2] H. L. Liu*, H. Guo, T. Yang, Z. Zhang, Y. Kumamoto, C. C. Shen, Y. T. Hsu, L. J. Li, R. Saito, and S. Kawata, “Anomalous lattice vibrations of monolayer MoS₂ probed by ultraviolet Raman scattering”, Physical Chemistry Chemical Physics 17, 14561–14568 (2015).
- [3] H. L. Liu*, T. Yang*, Y. Tatsumi, Y. Zhang, B. Dong, H. Guo, Z. Zhang, Y. Kumamoto, M. Y. Li, L. J. Li, R. Saito, and S. Kawata, “Deep-ultraviolet Raman scattering spectroscopy of monolayer WS₂”, Scientific Reports 8, 11398–11400 (2018).
- [4] D. P. Gulo, N. T. Hung, T. J. Yang, G. J. Shu, R. Saito, and H. L. Liu*, “Exploring unusual temperature-dependent optical properties of graphite single crystals by spectroscopic ellipsometry”, Carbon 197, 485–493 (2022).
- [5] H. L. Liu*, B. D. Annawati, N. T. Hung, D. P. Gulo, P. Solis-Fernandez, K. Kawahara, H. Ago, and R. Saito, “Interference of excitons and surface plasmons in the optical absorption spectra of monolayer and bilayer graphene”, Physical Review B 107, 165421–110 (2023).

世話人： 柳澤達也 (tatsuya@cris.hokudai.ac.jp)
北海道大学大学院理学研究院

(3)

日時：2023年10月10日(火) 16:30~17:30
場所：工学部 オープンホール
共催：第292回エンレイソウの会
題目：Band-center metal-insulator transition in bond-disordered graphene
講師：Soumya Bera (インド工科大学ボンベイ校)

要旨：We study the transport properties of a tight-binding model of non-interacting fermions with random hopping on the honeycomb lattice. At the particle-hole symmetric chemical potential, the absence of diagonal disorder (random onsite potentials) places the system in the well-studied chiral orthogonal universality class of disordered fermion problems, which are known to exhibit both a critical metallic phase and a dimerization-induced localized phase. Here, our focus is the behavior of the two-terminal conductance and the Lyapunov spectrum in quasi-1D geometry near the dimerization-driven transition from the metallic to the localized phase. For a staggered dimerization pattern on the square and honeycomb lattices, we find that the renormalized localization length ξ/M (M denotes the width of the sample) and the typical conductance display scaling behavior controlled by a crossover length-scale that diverges with exponent $\nu \approx 1.05(5)$ as the critical point is approached.

世話人：小布施 秀明 (hideaki.obuse@eng.hokudai.ac.jp)
北海道大学大学院工学研究院応用物理学部門

(4)

日時：2023年9月20日(水) 16:00–17:00
場所：北海道大学理学部 2-402
共催：第291回エンレイソウの会
題目：Selected Two-Fluid Effects in Soft Condensed Matter

講師 : Helmut R. Brand (バイロイト大学)

要旨 : Key question addressed in this seminar: importance of two-fluid effects on macroscopic and mesoscopic scales in complex fluids. Topics of central importance are immiscibility and velocity differences. Two-fluid hydrodynamics can be applied to materials with two subsystems, which can move relative to each other. The additional macroscopic variables always include the concentration of one component and the relative velocity. The three specific systems covered here are:

- 1) Smectic clusters in nematic phases: breakdown of flow alignment and sign change of the anisotropy of electric conductivity [1].
- 2) Clusters above the glass transition in polymer and low molecular weight materials [2].
- 3) Magnetorheological fluids (MRFs): onset of column formation in magnetic fields [3].

[1] H. R. Brand and H. Pleiner, Phys. Rev. E 103, 012705 (2021).

[2] H. Pleiner and H. R. Brand, Rheol. Acta 60, 675 (2021).

[3] H. Pleiner, D. Svensek, T. Potisk, and H. R. Brand, Phys. Rev. E 101, 032601 (2020).

世話人: 北 孝文 (kita@phys.sci.hokudai.ac.jp)
北海道大学大学院理学研究院物理学部門

(5)

日時 : 2023 年 8 月 28 日(月) 16:00-17:00

場所 : 理 2-402

共催 : 第 290 回エンレイソウの会

題目 : 超伝導空洞の理論とアクシオン・非線形 QED 探索

講師 : 植木 輝 (レイジアナ州立大学)

要旨 : ニオブ超伝導空洞は非常に高い Q 値 ($Q \sim 10^{12}$) を持つマイクロ波共振器であり、当初考えられていた粒子加速器への応用のみならず、仮想電子・陽電子対を媒介とする光子・光子散乱やダークマター候補であるアクシオンとマイクロ波光子との相互作用、高周波重力波などの希少事象を捉えるための検出器として用いられることが期待されている。しかしながら、現在の高い Q 値に至るメカニズムは完全には解明されていない。私たちは不純物効果を記述できる非平衡超伝導理論と、空洞に閉じ込められた電磁場に対するマクスウェル方程式を解くスレーターの方法を組み合わせ、 Q 値と空洞共振周波数シフトを計算する数値計算手法を開発した[1]。周波数シフトと Q 値に関する私たちの結果は、FNAL の SRF グループが報告した実験データ[2]と非常によく一致しており、GHz 超伝導空洞の 10 Hz オーダーの共振周波数の変化を定量的に説明することができた。このレベルの予測理論は、量子センシング・量子プロセッサ用デバイスの性能をさらに向上させるために不可欠である。

近年、2つの共振周波数 ω_1 および ω_2 の光子を同時にポンプされた超伝導空洞で、周波数 $\omega_3 = 2\omega_1 - \omega_2$ の信号光子を測定することにより、QED における光子・光子散乱とアクシオンを検出する方法が提案された[3]。超伝導空洞の検出器としての動作に不可欠なのは、マイスナー電流によって、3つの共振周波数を持つ空洞内の電磁場を閉じ込めることである。私たちはマイスナー電流における電磁場の関数としての非線形性[4]を利用して、アクシオン場の信号光子を分離する方法を示し、オイラーとハイゼンベルグの仮想電子・陽電子ペアによる光子・光子散乱の予測[5]の新しい検証を行う。

[1] H. Ueki, M. Zarea, and J. A. Sauls, arXiv:2207.14236.

[2] D. Bafia et al., arXiv:2103.10601.

- [3] Z. Bogorad et al., Phys. Rev. Lett. 123, 021801 (2019).
[4] J. A. Sauls, Prog. Theor. Exp. Phys. 2022, 033I03 (2022).
[5] W. Heisenberg and H. Euler, Z. Phys. 98, 714 (1936).

世話人： 北 孝文 (kita@phys.sci.hokudai.ac.jp)
北海道大学大学院物理学部門

(6)

日時： 2023年8月3日(木) 17:00-18:00
場所： 北海道大学理学部 2-211 (ハイブリッド)
共催： 物理コロキウム、第289回エンレイソウの会
講演題目： 鉄ヒ素超伝導体 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ における多極子揺らぎによる量子臨界性
講師： 根本 祐一 (新潟大院自然)

要旨： BaFe_2As_2 に Co で電子ドーピングすると、 $T_s = 140$ K 付近の構造相転移と反強磁性転移が抑制されていき、Co 濃度 $x = 0.03 \sim 0.12$ で超伝導を示す[1]。構造相転移の量子臨界点(QCP) $x = 0.06$ 付近で最大の超伝導転移温度 $T_{sc} = 25$ K をもつ。構造相転移は、フェルミ準位近傍の Fe^{2+} (d_{y^2z} , d_{zx}) の2重縮退軌道がもつ四極子の強制的秩序によって発生すると考えられる。自然にQCPでの四極子揺らぎと超伝導との関連にも興味を湧く。これまで、電気四極子を直接観測できる超音波実験が精力的に行われた[2-4]。四極子 $0_{x^2-y^2}$ による構造相転移を示すアンダードーピング $x = 0.036$ では、 T_s に向かって弾性定数 C_{66} の巨大ソフト化と、超音波吸収係数 α_{66} の発散的増大が観測される。他方、構造相転移を示さず超伝導のみを示すオーバードーピング $x = 0.071$ では、 C_{66} のソフト化が超伝導で折れ曲がって停止するのに対し、 α_{66} は T_{sc} に向かって発散的増大を示した。これを説明するため、2電子からなる電気十六極子 H_{2a} と回転 w_{xy} との結合モデルを導き、超伝導と同時に強十六極子秩序が起きていることを報告した[5]。さらに、QCP近傍の $x = 0.06$ での超音波実験を詳細に行った結果、 α_{66} は $x = 0.071$ と同様に T_{sc} に向かって発散的な増大を示した。得られた緩和時間 t の臨界指数 z_{ν} は、 $x = 0.071$ での平均場的な $z_{\nu} = 1$ に比べて顕著に大きい $z_{\nu} = 3$ で 50 K 以下の温度依存性を再現した[6]。QCP近傍での臨界指数の特異性は、電子系が担う電気四極子と電気十六極子の量子揺らぎが本質的である可能性を浮立たせている[7]。研究の蓄積がある歪みフォノンと電子系との相互作用に加え、回転フォノンを無視できない量子効果の検証が必要となっており、対称・非対称力学を実証するのに有効な超音波実験による取り組みを進めている。

参考文献

- [1] S. Nandi et al., Phys. Rev. Lett. 104, 057006 (2010)
[2] R. M. Fernandes et al., Phys. Rev. Lett. 105, 157003 (2010)
[3] T. Goto et al., J. Phys. Soc. Jpn. 80, 073702 (2011)
[4] M. Yoshizawa et al., J. Phys. Soc. Jpn. 81, 024604 (2012)
[5] R. Kurihara et al., J. Phys. Soc. Jpn. 86, 064706 (2017)
[6] H. Sato et al., JPS Conference Proceedings 30, 011052 (2020)
[7] A. V. Maharaj et al., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 114, 13430 (2017).

世話人： 柳澤 達也 (tatsuya@phys.sci.hokudai.ac.jp)
北海道大学大学院理学研究院物理学部門

(7)

日時： 2023年5月16日(火) 16:30~18:00
場所： 北海道大学 工学部 アカデミックラウンジ3
共催： 第287回エンレイソウの会
講演題目： 磁性量子流体のスピン配向性秩序が生み出す新奇な位相欠陥構造

講師：竹内 宏光 氏 （大阪公立大学・講師）

要旨： スピン1の冷却原子気体ボース・アインシュタイン凝縮には、ネマチック液晶のような配向性秩序をもつ相が存在する。この系の配向性は超流動性にかかる量子位相とスピン自由度が結合することで発現することが特徴であり、これをスピン配向性と呼ぶ。最近韓国の実験グループは、この効果に代表される複合欠陥（渦とドメイン壁の複合体）という構造を直接観測することに初めて成功した[1]。発見当初この構造は非平衡過程で現れる準安定な構造とみなされたが、その内部に局所的な強磁性秩序を有して楕円状の超流動速度場を保持する「量子楕円渦」として安定化することが後に明らかになった[2]。このように複数の異なる秩序状態が共存できる系では、位相欠陥の内部構造や外形が従来のもとは異なる多彩な構造が起こり得る。孤立した半整数スキルミオン[3]もその一種である。本講演では、スピン配向性と量子流体力学に着眼した独自の視点からこれらの現象について紹介する。

[1] Seji Kang, Sang Won Seo, HT, and Yong-il Shin, PRL 122, 095301 (2019)

[2] HT, PRL 126, 195302 (2021)

解説記事：プレスリリース(<https://www.osaka-cu.ac.jp/ja/news/2021/210524>)

[3] HT, PRA 105, 013328 (2022)

解説記事：プレスリリース(<https://www.osaka-cu.ac.jp/ja/news/2021/220209>)

世話人：野村 竜司 (nomuraryuji@eng.hokudai.ac.jp)

北海道大学大学院工学研究院応用物理学部門

(8)

日時：2023年4月24日(月) 10:30~12:00

場所：北海道大学 工学部 アカデミックラウンジ3

共催：第287回エンレイソウの会

講演題目：高強度テラヘルツ磁場パルスが誘起する非線形スピン応答

講師：廣理 英基 氏（京都大学化学研究所）

要旨：スピンの非線形超高速ダイナミクスの理解は、基礎科学的な側面からだけでなく、情報伝送・処理・記録用の様々なスピントロニクスデバイスを設計・開発する上でも重要である。典型的な強磁性体ではギガヘルツ領域にスピン歳差振動を持ち、その非平衡状態のダイナミクスがマイクロ波磁場を用いて詳細に調べられてきた。一方、反強磁性体は隣接するスピン間の強い交換相互作用により、より高周波のテラヘルツ (THz) 周波数帯に固有モードを持つ。このため、近年 THz 電磁波と反強磁性体中のスピンとの相互作用が広く研究されている。しかし、これまで反強磁性体のスピンを超高速で制御する研究はほとんど無く、非線形なスピン応答についての理解はほとんど得られていない。本講演では、高強度な THz 磁場パルスの発生、そしてスピンの強励起による高次高調波発生、また THz 磁場パルスによるフロケ状態生成と磁化制御について紹介する。

世話人：小布施 秀明（北海道大学大学院工学研究院応用物理学部門）

(9)

日時：2023年3月6日(月) 15:00-17:00

場所：北海道大学 工学部 物理工学系大会議室 A 1-17 室

共催：応用物理学部門学術講演会、第286回エンレイソウの会

講演題目：動的に非対称な液体の混合に駆動されるゲル動力学：出自の異なる2つの拡散方程式の結合

講師：田中 良巳 氏（横浜国立大学）

要旨：下記文献の内容およびその後の研究の展開について話す。隠れた主題は、一見似た顔を持つが出自の異なる二者の遭遇」だと思っている。ゴムやゲルが溶媒を吸収するときの体積変化のダイナミクスは、1940年代から研究されてきたが、1970年代の田中豊一らの一連の研究により、ゲルの膨潤（或いは収縮）を特徴づける拡散定数は、溶媒の自己拡散定数にくらべ2桁小さく網目の弾性率と溶媒透過抵抗の比として決まる共同拡散定数と呼ばれる量であることが広く受け入れられた。ここでは多成分溶媒中でのゲルの動力学を扱う。ゲルを、例えば水とエチレングリコール（以降EG）のような完全相溶でかつ粘度が大きく異なる2種溶媒の間で溶媒置換した時、ゲルの体積が一時的な極大あるいは極小をとった後、平衡値に緩和する。水-EG間で溶媒置換されるアクリルアミドゲルにおける実験は、置換開始から体積の極値までの時間は、（上述の共同拡散ではなく）溶媒の相互拡散によって決まることを示す。また、モデル計算—2液混合溶媒中で動くゲル網目の力学的釣り合いを多成分の連続体力学で採用される一般的な仮定とオンサーガー原理で定式化の結果は、溶媒濃度に関する拡散方程式（通常分子拡散）およびゲル網目の変位場についての拡散方程式（上述の共同拡散；網目の変形エネルギーの緩和と記述）という物理的起源の異なる2つの拡散方程式の間の自然な共役の形を示してくれ、上述の実験結果を説明する。“異なる二者の遭遇”には

もう一つの意味もある。液体の拡散混合を記述する自然な座標系はEuler座標であるが、弾性体であるゲル網目の変形や歪はLagrange座標で書くのが適切である。多成分溶媒中でのゲルの動力学の定式化には、この二つの座標系の使い分けが鍵となる（厳密にするにせよ近似的にするにせよ）。発表では、このあたりの事情についても講演者の理解の及ぶ範囲で言及したい。

[1] Y. Tanaka, M. Seii, J. Sui, M. Doi, J. Chem. Phys. 152, 184901 (2020).

世話人：折原 宏（北海道大学大学院工学研究院応用物理学部門）

(10)

日時：2023年2月20日(月) 16:00-17:00

場所：ZOOM

共催：物理コロキウム、第284回エンレイソウの会

題目：表面原子層超伝導体：スピン分裂と動的なスピン運動量ロッキング効果

講師：内橋 隆（物質・材料研究機構）

要旨：近年研究が活発化している2次元超伝導体の中でも、半導体表面上に作製された原子層結晶は走査トンネル顕微鏡や角度分解光電子分光などの表面科学で発達した実験手法の適応が可能であるという、ユニークな特徴をもつ。われわれは2011年に表面原子層結晶の超伝導転移を初めて直接に観測して以来、この系を表面科学および超伝導物性の観点から研究を行ってきた。本講演ではこれまでの研究を概観するとともに、最近発見した特異なスピン分裂構造と動的なスピン運動量ロッキング効果による臨界磁場増大現象について解説する。

世話人：武貞 正樹（北海道大学大学院理学研究院物理学部門）

(11)

日時：2023年2月16日(木) 13:00-14:30

場所：北海道大学 工学部 アカデミックラウンジ3

共催：第283回エンレイソウの会

講演題目：潮汐破壊現象からの高エネルギーニュートリノ放射

講師：早崎 公威 氏（Chungbuk National University, Korea）

要旨：ビッグバン理論によると、ニュートリノは宇宙で光子に次いで2番目に数の多い素粒子である。物質との相互作用が非常に弱く検出が難しいためゴースト粒子とも呼ばれている。しかし、

この性質によってニュートリノは天体現象（太陽や超新星爆発）に関する物理情報を星間物質にはほとんど邪魔されることなく運ぶため、その現象をより深く理解することができるという利点がある。特に高エネルギーニュートリノは相対論的なエネルギーまで加速された宇宙線が周囲の物質または光子と相互作用することによって生成されることが知られている。最近 IceCube (※) で検出された高エネルギーニュートリノと潮汐破壊現象 (TDE) との間に一定の関連があることが分かった。TDE とは星が超大質量ブラックホール (SMBH) に近づくとその潮汐力によって星が破壊され、その残骸が SMBH に降着することによって数ヶ月間続くフレアを示す現象のことである。このため TDE は非活動銀河の中心にある超大質量ブラックホール (SMBH) の検出に利用されている。さらに、近年の精力的な多波長電磁波観測によって TDE の多様性が明らかになってきた。特に今回関連が指摘された AT2019dsg、AT2019fdr 及び AT2019aalc は赤外線、光学、紫外線で明るく輝く一方で電波放射は弱いという TDE の中でも珍しい特徴を示している。この特徴が IceCube によって検出されたサブ PeV スケールのニュートリノとの時間的および空間的な関連性を強めており、TDE から高エネルギーニュートリノ放出機構を研究する強い動機を与えている。今回の講演では、TDE と IceCube ニュートリノとの関連について現在ある問題を整理して共有することを目的とする。

【※】 100GeV 以上の高エネルギーニュートリノの検出を目的として 2011 年に南極に建設されたニュートリノ望遠鏡

[1] K. Hayasaki, Nature Astronomy, Volume 5, p. 436-437 (2021)
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021NatAs...5..436H/abstract>

[2] S. van Velzen, R. Stein, M. Gilfanov, M. Kowalski, K. Hayasaki, et al. (2023)
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021arXiv211109391V/abstract>

世話人： 丹田 聡（北海道大学大学院工学研究院応用物理学部門）

(12)

日時：2023年2月14日(火) 15:00-16:00

場所：北海道大学理学部 2-402

共催：物理コロキウム、第284回エンレイソウの会

題目：エキゾチック超伝導体における非相反・非対角応答

講師：柳瀬 陽一（京都大学大学院理学研究科）

要旨：本講演では、超伝導体におけるさまざまな非相反応答・非対角応答の理論的枠組みと計算結果を示す。特に、空間反転対称性が破れた物質における超伝導ダイオード効果、非線形超伝導光学応答、非相反マイスナー効果、超伝導圧電効果について議論する。私たちは、超伝導ダイオード効果 (SDE) の最近の発見 [1] に刺激されて、SDE を引き起こす内因的メカニズムを提案した [2]。SDE は臨界電流に非相反性が現れる現象である。内因的 SDE がランダウ臨界運動量の非相反性によって引き起こされることを示し、ヘリカル超伝導状態でのクロスオーバー現象が SDE によって証明できることを提案する。次に、空間反転対称性を破る超伝導では、巨大な光電流生成や第二高調波生成などの非相反光学応答が起こることを示す [3]。応答は低エネルギーで発散的であり、非相反超流動密度と、ベリー曲率微分に起因する。これらの指標は、非線形光学における超伝導体の性能を定量化する。超流動密度への非相反補正は、非相反マイスナー効果をも引き起こす [4]。

また、時間反転対称性がある非中心対称超伝導体における非相反光学応答の微視的条件を示し、それがスピン三重項クーパー対に由来することを示す [5]。上記の非相反応答や超伝導圧電効果を超伝導体 UTe₂ の微視的モデルに適用した結果を紹介し [6]、エキゾチック超伝導体の秩序変数を同定する道筋についても議論したい。

[1] F. Ando, Y. Miyasaka, T. Li, J. Ishizuka, T. Arakawa, Y. Shiota, T. Moriyama, Y. Yanase,

and T. Ono, Nature 584, 373 (2020).

[2] Akito Daido, Yuhei Ikeda, Youichi Yanase, Phys. Rev. Lett. 128, 037001 (2022).

[3] Hikaru Watanabe, Akito Daido, Youichi Yanase, Phys. Rev. B 105, 024308 (2022).

[4] Hikaru Watanabe, Akito Daido, Youichi Yanase, Phys. Rev. B 105, L100504 (2022).

[5] Hiroto Tanaka, Hikaru Watanabe, Youichi Yanase, arXiv:2205.14445.

[6] Michiya Chazono, Shota Kanasugi, Taisei Kitamura, Youichi Yanase, arXiv:2212.13102.

世話人： 北 孝文（北海道大学大学院理学研究院物理学部門）

3. 高校生の授業に役立つ基本実験講習会 in 北海道（計2回）

(1)

日時：2月25日(土)

場所：北海道札幌南高等学校

内容：高校物理の基本実験について、1テーマ40分程度で実験実習を行った。参加者を4グループに分け、ローテーションで4テーマ全ての実験実習を行った。

テーマ：「運動の法則を扱う実験」、「力学的エネルギー保存則と仕事の実験」、「電気抵抗に関する実験」、「光の回折と干渉に関する実験」

参加者：約30名、講師：4名

共催：日本物理教育学会北海道支部/北海道高等学校理科学研究会

(2)

日時：12月28日(木)

場所：北海道札幌南高等学校

内容：高校物理の基本実験について、1テーマ50分程度で実験実習を行った。参加者を3グループに分け、ローテーションで3テーマ全ての実験実習を行った。

テーマ：「運動量保存則」、「コンデンサーの電気容量」、「弦の振動」

参加者：約30名、講師：3名

共催：日本物理教育学会北海道支部/北海道高等学校理科学研究会

以上