

temperature dependent in the itinerant electron systems is neglected. The effects of electron scattering due to phonons and magnons on J 's are particularly important. In the present study, we include both the effects on electronic structure and hence J 's at moderately high temperatures and discuss finite temperature magnetization and the Curie temperature from first-principles.

標題：テラヘルツ・中赤外光源開発とディラック半金属光制御への応用

日時：2022年2月24日(木) 午後0時15分～午後1時15分

場所：Zoom 開催

講師：神田 夏輝

所属：極限コヒーレント光科学研究センター 松永研究室 助教

要旨：

テラヘルツ帯や中赤外域の光は、物質の低エネルギー応答の観測において重要なツールであるとともに、高強度電場により電子を強く加速したり低エネルギー素励起を大振幅に引き起こしたりすることで、物質を光制御し新たな機能性を見出すことが可能となる。本セミナーでは、松永研究室で進めている光源開発の紹介とともに、ディラック半金属 Cd_3As_2 に関する最近の研究成果について紹介する。

1 THz 帯の高強度光源を用いた実験により、 Cd_3As_2 がディラック電子のコヒーレント加速によって高効率なテラヘルツ高調波を発生させることを見出した[1]。またマルチテラヘルツ帯と呼ばれる 10-50 THz 周波数帯の光源と分光技術の開発を行い[2]、 Cd_3As_2 の光学伝導度を複素量として 30 fs 以下の時間分解能で精密計測するシステムを開発した。これを用いたポンププローブ分光により、光励起キャリアによってマルチテラヘルツ帯の屈折率が 1/5 以下に急激に減少することを見出したほか[3]、周期的な強電場照射下においてフロッケ状態間共鳴とプラズマ振動に起因した巨大コヒーレント応答が現れることを発見した[4]。3 次元ディラック半金属の円偏光励起によるフロッケ-ワイル半金属転換についても議論する。

[1] B. Cheng*, N. Kanda* et al., Phys. Rev. Lett. 124, 117402 (2020).

[2] N. Kanda et al., Opt. Express 29, 3479 (2021).

[3] N. Kanda et al., arXiv:2110.09689.

[4] Y. Murotani*, N. Kanda*, et al., arXiv:2112.13113.

*: equal contribution

標題：ISSP Informal Theory Seminar/Kavli IPMU Joint Seminar: The emergibility problem and an anomaly-based framework

日時：2022年3月3日(木) 午後0時～午後1時15分

場所：Zoom 開催

講師：LiuJun Zou

所属：Perimeter Institute

要旨：

One of the central themes of quantum many-body physics and quantum field theory is the emergence of universality classes at large scales out of the microscopic constituents at small scales. However, it is often rather difficult to identify in a controlled manner the universality class based on the microscopic physics of the system. I will discuss the inverse problem of the previous one, i.e. the “emergibility problem”: given a universality class, from which microscopic systems can it emerge? I will argue that quantum anomaly provides powerful insight into the emergibility problem, based on

標題：Hund Physics Landscape of Two-Orbital Systems

日時：2022年3月25日(金) 午後4時～午後5時

場所：On Zoom

講師：Assoc. Prof. Myung Joon Han

所属：Department of Physics, KAIST

要旨：

Hund metal is a recently coined term to refer to a special type of correlated metals in which atomic Hund interaction plays the key role [1]. In this talk, after a brief introduction to Hund metal, I will present our recent progress on this issue [2]. We conducted a detailed investigation on the two-orbital case which has been on the periphery of the attention. We identify distinctive regimes, particularly the four different correlated metals; one stems from the proximity to a Mott insulator and the other three we call ‘intermediate’ metal, ‘weak Hund’ metal, and ‘valence-skipping’ metal. Defining criteria characterizing these metals is suggested. Contrary to conventional wisdom the current study establishes the existence of Hund metallicity in two-orbital systems. Our result also provides useful insights to understand metallic two-orbital systems such as the recently discovered superconducting infinite-layer nickelates.

Reference

[1] For a review, see, A. Georges et al., *Annu. Rev. Condens. Matter Phys.* 4, 137 (2013).

[2] S. Ryee et al., *Phys. Rev. Lett.* 126, 206401 (2021)

標題：Systematic ab initio study on quantum spin liquid in organic solids β' -X[Pd(dmit)₂]₂

日時：2022年3月28日(月) 午後4時～午後5時

場所：Zoom 開催

講師：三澤 貴宏

所属：Beijing Academy of Quantum Information Sciences

要旨：

In this talk, first, I will introduce our activity on developing open-source software packages (mVMC [1], HΦ [2], and RESPACK [3]) for treating strongly correlated electron systems. Combining these software packages, it is now possible to perform fully ab initio (non-empirical) calculations for strongly correlated electron systems. As an example, I will talk about the recent application to the organic solids (β' -X[Pd(dmit)₂]₂, X represents a cation) [4-6], where the quantum spin liquid behavior is found in X=EtMe₃Sb. By deriving and analyzing the ab initio low-energy effective Hamiltonians for all the 9 compounds in β' -X[Pd(dmit)₂]₂, we have found that the magnetic ordered moment is significantly suppressed around the spin-liquid candidate EtMe₃Sb. Using the variational Monte Carlo method, we have also shown that 1D anisotropic quantum spin liquid appears in the effective Hamiltonians of EtMe₃Sb. We have demonstrated that the 1D nature of the quantum spin liquid can explain the thermodynamic quantities observed in EtMe₃Sb such as large thermal conductivity.

[1] <https://www.pasums.issp.u-tokyo.ac.jp/mvmc/en/>

[2] <https://www.pasums.issp.u-tokyo.ac.jp/hphi/en/>

[3] <https://sites.google.com/view/kazuma7k6r>

[4] T. Misawa, K. Yoshimi, and T. Tsumuraya, *Phys. Rev. Research* 2, 032072 (R) (2020).

[5] K. Yoshimi, T. Tsumuraya, and T. Misawa, *Phys. Rev. Research* 3, 033224 (2021).

[6] K. Ido, K. Yoshimi, T. Misawa, and M. Imada, arXiv:2202.07182.



低温 78K での X 線回折実験にも成功した[7-9]。現在、より強磁場低温での実験を可能とし、対象物質を広げることを目指し、PINK-02を理研と共同で開発中である。PINKは小型、ポータビリティ、総エネルギーが小さい、制御性が良い、など、従来の超強磁場装置にはない美点を多く持つ。X 線自由電子レーザーにとどまらず、テラヘルツシングルショットパルスなどの新規量子ビームと組み合わせた超強磁場研究の新展開を目指しており、その展望を議論したい。

本研究は、物性研松田康弘研、理研 SACLA ビームライン開発 G との共同研究である。PINK-01 は東電記念財団と科研費挑戦開拓のサポートを受けて開発された。PINK-02 は SACLA 基盤開発プログラムのサポートを受けて開発中である。

[1] D. Nakamura, A. I. et al., Rev. Sci. Instrum. 89, 095106 (2018).

[2] Y. H. Matsuda, A. I. et al. Nat. Commun. 11, 3591 (2020).

[3] D. Nakamura, A. I. et al., Phys. Rev. Lett. 127, 156601 (2021).

[4] A. Ikeda et al., Phys. Rev. Lett. 125, 177202 (2020).

[5] A. Ikeda et al., arXiv:2201.02704.

[6] A. Ikeda et al., Rev. Sci. Instrum. 88, 083906 (2017).

[7] A. Ikeda et al., arXiv:2202.05406.

[8] A. Ikeda et al., unpublished.

[9] A. Ikeda et al., unpublished.

標題：量子ハミルトニアン学習のサンプル複雑性

日時：2022年4月5日(火) 午後4時～午後5時

場所：Zoom 開催

講師：桑原 知剛

所属：理化学研究所

要旨：

量子力学に従って相互作用する粒子系(量子多体系)の性質は、系のハミルトニアンによって完全に決定される。近年の実験的技術の発達に伴い、量子系のミクロな構造を観測することが可能になってきた。このような背景から量子系のハミルトニアンを観測データのみから推定する問題が、物質科学・量子機械学習・量子情報理論などの分野で理論と実験の両側面で大きな注目を浴びている。一方で、現状提案されているハミルトニアン学習のアルゴリズムはヒューリスティックなものがほとんどであり、精度保証は通常非常に困難な問題であった。本研究ではサンプル複雑性、すなわち「ハミルトニアンをある精度以上で学習するために十分なデータ数の数」、を解析した。より具体的には、ハミルトニアンと逆温度 β の量子ギブス分布を考えるこのとき、量子状態を N 回測定してデータを得たときに、そのデータからどの程度良い精度でハミルトニアンが推定できるかが問題となる。この問題については、古典系においては近年の研究で定性的なレベルで解決が得られている一方で、量子系ではギブス状態自体の推定に関しては様々な先行研究がある一方で、ハミルトニアンのサンプル複雑性は未解決であった。我々は、ハミルトニアン学習のサンプル複雑性問題を解決し、精度 ϵ の推定を達成するためのサンプル数に関して、十分条件と必要条件を明らかにして、定性的に $\text{Poly}(n)$ (n : システムサイズ)のサンプル複雑性が最適であることを示した。本講演ではより詳細な研究背景や、サンプル複雑性を得る上で鍵となる性質(強い凸性)について説明する。

文献

[1] A. Anshu S. Arunachalam T. Kuwahara and M. Soleimanifar Nature Physics 17 931-935 (2021).

[2] V. Dunjko Nature Physics 17 880-881 (2021).

