

物性研究

to accommodate various physics systems. In 2016, we eventually discovered the notion of continuum HOTI, independently from the major work by Benalcazar et al., where our findings were naturally derived by applying the ideas of solitons, duality, and branes, which are major ingredients used in string theory, to topological materials. This talk explains our path, and discusses the physical origin of the continuum HOTIs from such string-theoretic or field-theoretic viewpoints.

標題：強磁場コラボラトリーセミナー：秩序型ラーベス相構造を利用した超伝導体の開発

日時：2021 年 5 月 21 日(金) 午前 11 時～午後 0 時

場所：オンライン開催

講師：工藤 一貴

所属：大阪大学大学院理学研究科

要旨：

ラーベス相化合物 AB_2 は様々な結晶構造を示し、物質開発の魅力的な舞台を与えてくれる。代表的な結晶構造は $MgZn_2$ 型、 $MgCu_2$ 型、 $MgNi_2$ 型であり、それらを元にして様々なラーベス相構造が派生する。例えば、 $MgZn_2$ 型の B サイトが $TM_{3/4}X_{1/4}$ のように秩序占有されると、TM のブリージングカゴメネットワークと X の三角形ネットワークができる。本セミナーでは、最近私たちが報告した秩序型ラーベス相超伝導体 Li_2IrSi_3 、 Mg_2Ir_3Si と、部分秩序型ラーベス相超伝導体 $Mg_2Ir_{2.3}Ge_{1.7}$ を紹介する。さらに、時間が許せば、これまで報告した関連物質を紹介し、三角形、ハニカム、カゴメネットワークを持つ超伝導体の物質開発について述べたい。

標題：理論セミナー：Fermion Doubling Theorems in two-dimensional non-Hermitian lattices

日時：2021 年 5 月 28 日(金) 午後 4 時～午後 5 時

場所：オンライン開催

講師：Dr. Ching-Kai CHIU

所属：理化学研究所 数理創造プログラム

要旨：

The fermion doubling theorem (ニールセン＝二宮の定理) plays a pivotal role in Hermitian topological materials. It states, for example, that Weyl points must come in pairs in three-dimensional semimetals.

In this talk, I review the doubling theorem for various Hermitian systems and present an extension of the doubling theorem to non-Hermitian lattice Hamiltonians.

We work on two-dimensional non-Hermitian systems without any symmetry constraints, which can host two different types of topological point nodes, namely, (i) Fermi points and (ii) exceptional points. We show that these two types of protected point nodes obey doubling theorems, which require that the point nodes come in pairs.

Reference: Phys. Rev. Lett. 126, 086401 (2021).

高繰り返しシングルショット分光法の開発とマルチ時間スケールダイナミクスのへ応用

場所：オンライン開催

要旨：

1. 松田 拓也 (松永研究室)

【講演タイトル】

ワイル反強磁性金属 Mn_3Sn 薄膜のテラヘルツ異常ホール効果

【概要】

反強磁性スピンはテラヘルツ周波数帯で動作するため高速スピントロニクス観点からも近年注目を集めているが、強磁性と比べて外場に対する応答が非常に小さいためにスピン秩序の情報を読み出すことが難しいという問題点が実用化を阻んでいる。近年、スピン多極子秩序に由来したワイル反強磁性金属 Mn_3Sn が、室温で強磁性並みの巨大な異常ホール効果を示すことが明らかにされ注目を集めている[1,2]。本研究では、高精度偏光分解テラヘルツ時間領域分光系を開発し、 Mn_3Sn 薄膜の異常ホール効果をテラヘルツ周波数帯で観測した。その結果、強磁性体並みに大きな異常ホール電流がテラヘルツ周波数帯でもほぼ無散逸に流れることや、スピン秩序が半年以上経過しても安定に保持されること等を明らかにした[3]。本講演では得られた結果の詳細や今後の展望について紹介したい。

[1] S. Nakatsuji, N. Kiyohara, and T. Higo, *Nature* 527, 212–215 (2015).

[2] K. Kuroda et al., *Nature Mater.* 16, 1090–1095 (2017).

[3] T. Matsuda et al., Nature Commun. 11, 909 (2020).

2. 小林 真隆 (秋山研究室)

【講演タイトル】

「高繰り返しシングルショット分光法の開発とマルチ時間スケールダイナミクスへの応用」

【概要】

物質の超高速応答の理解は、次世代の半導体デバイスや相変化材料を用いた記憶デバイスの開発に重要である。光誘起の相変化現象では、電子励起に伴うサブピコ秒の速い緩和ダイナミクスが引き金となり、ナノ秒〜マイクロ秒の広範な時間スケールで構造変化が生じる不可逆現象であるが、このダイナミクスを完全に理解するためには、構造変化途中を含めた高速ダイナミクスを連続的に測定する必要がある。本研究では、超高速の波形信号の変化をリアルタイムで測定可能な高繰り返しシングルショット分光手法を開発し、超短パルスレーザーを用いた微細加工の観測に応用することで、1 パルス毎の表面構造の変化に伴うキャリアダイナミクスの変化を明らかにした。

標題：理論セミナー：Electron correlation effects near Van Hove singularities: Application to twisted bilayer graphene and supermetal

日時：2021年6月4日(金) 午後4時～午後5時

場所：オンライン開催

講師：磯部 大樹

所属：東京大学 大学院工学系研究科 物理工学専攻

要旨：

Electron correlation decorates the condensed matter physics, bringing symmetry breaking and ordered phases. It becomes vital when many electrons are active, namely near a Van Hove singularity (VHS) where the density of states (DOS) diverges. Since a VHS accompanies the topological transition of the Fermi surface, tunable materials are

標題：理論セミナー：Topological physics in synthetic quantum and classical matter

日時：2021 年 6 月 11 日(金) 午後 4 時～午後 5 時

場所：オンライン開催

講師：Prof. Tomoki Ozawa

所属：AIMR, Tohoku University

要旨：

Initially found in solid-state electron systems, the quantum Hall effect and topological insulator physics have recently been influencing a wide range of quantum as well as classical systems. In this talk, I will give a brief overview of the recent progress of topological physics in AMO-related systems, with an emphasis on my own works. Here, AMO systems stand for atomic, molecular, and optical systems. The talk will focus, in particular, on the progresses made in ultracold atomic gases and photonic (polaritonic) cavity arrays. Some topics which I plan to cover in depth include synthetic dimensions and the notion of quantum geometric tensor.

標題：理論セミナー：Time-periodic ground-states

日時：2021 年 6 月 18 日(金) 午後 4 時～午後 5 時

場所：オンライン開催

講師：Le Minh Cristian

所属：東京大学理学系研究科物理学専攻

要旨：

While we cannot define a ground-state of time-dependent quantum systems in general, the time-periodic systems can overcome this issue due to the application of Floquet theory. In principle this application results in a static-like system, so it would follow that there can be an equivalent ground-state for these time-periodic systems. Indeed we can define one from the average-energy [1], and in this seminar we will explain the procedures for doing so. We will also explore the properties of this ground-state and how it can be applied to develop practical calculations.

[1] C. M. Le, R. Akashi, and S. Tsuneyuki, Defining a Well-Ordered Floquet Basis by the Average Energy, Physical Review A 102, 042212 (2020).

標題：量子物質セミナー：核磁気共鳴測定で探る正方格子スピン系の圧力効果

日時：2021 年 6 月 24 日(木) 午後 12 時 15 分～午後 1 時 15 分

場所：オンライン開催

講師：武田 晃

所属：凝縮系物性研究部門 山下研究室

要旨：

最近接格子間に磁氣的相互作用 J_1 、次近接格子間に J_2 が働く正方格子スピン系は磁氣的相互作用の競合するフラストレート磁性体として興味が持たれている。反強磁性的な相互作用 J_1 が J_2 に比べて十分強い場合にはチェッカーボード状に反強磁性スピンの配列した磁気秩序相が現れ、逆に J_2 が J_1 に比べて強ければストライプ状の磁気秩序相が実現する。二つの磁気相は $J_2/J_1 \sim 0.5$ で切り替わり、その狭間にはスピン液体の出現が予想されている。しかしながら、これまでに合成されたモデル物質はいずれも反強磁性秩序を示し、狭間の相の発見には至っていない。

我々は、圧力により J_2/J_1 を制御することで中間相の探索を試みた。本発表では、圧力下で二つの反強磁性相の間の転移が生じる Mo 酸化物[1]を紹介したい。我々は圧力下において核磁気共鳴測定を行い、圧力印加による磁気構造の変化と磁

気相転移の原因と思われる構造転移を明らかにした[2]。発表では、まず、核磁気共鳴測定により得られる物質中の内部磁場の情報が磁性や電子状態の解明に如何に役立つのかについて説明し、次いで詳しい実験結果を紹介したい。

[1] H. Ishikawa et al., Phys. Rev. B 95, 064408 (2017).

[2] H. Takeda et al., Phys. Rev. B 103, 104406 (2021).

標題：理論セミナー：Quadruple-q hedgehog-lattice spin texture in breathing-pyrochlore Heisenberg antiferromagnets

日時：2021 年 6 月 25 日(金) 午後 4 時～午後 5 時

場所：オンライン開催

講師：Kazushi AOYAMA

所属：Osaka University

要旨：

Recently, topological spin textures such as the magnetic skyrmion and its three-dimensional analogue, the magnetic hedgehog, have attracted much attention. Although the skyrmion and hedgehog have the same topological character, the latter has a singular point at its texture center, so that the hedgehog is sometimes called the magnetic monopole. Of recent particular interest is the hedgehog lattice which is a periodic array of the monopoles and anti-monopoles. Although the hedgehog lattice is known to be stabilized by the Dzyaloshinskii-Moriya (DM) interaction [1,2,3], a mechanism other than the DM interaction has not been reported so far.

In this talk, we show that the hedgehog lattice is realized in the classical J1-J3 Heisenberg model on the breathing pyrochlore lattice without the DM interaction [4]. A quadruple-q state with the ordering vector of $q = (\pm 1/2, \pm 1/2, \pm 1/2)$, which is realized for a large third nearest-neighbor antiferromagnetic exchange interaction along the bond direction J3, turns out to become the hedgehog-lattice state on the breathing lattice, while on the uniform lattice, it is a collinear state favored by thermal fluctuations. We will also demonstrate that in a magnetic field, the structure of the $(1/2, 1/2, 1/2)$ hedgehog lattice is changed from cubic to tetragonal, resulting in a nonzero net spin chirality which in a metallic system, should yield a Hall effect of chirality origin.

Please access here for the registration: <https://forms.gle/AMo5tqQoNoTR2e8Q9>

[1] N. Kanazawa et al., Nat. Commun. 7, 11622 (2016).

[2] B. Binz and A. Vishwanath, Phys. Rev. B 74, 214408 (2006).

[3] J. H. Park and J. H. Han, Phys. Rev. B 83, 184406 (2011).

[4] K. Aoyama and H. Kawamura, Phys. Rev. B 103, 014406 (2021).

標題：強磁場コラボラトリーセミナー：S=1 有機ビラジカルの物質開発

日時：2021 年 6 月 30 日(水) 午後 4 時～午後 5 時

場所：オンライン開催

講師：細越 裕子

所属：大阪府立大学大学院理学研究科

要旨：

有機ビラジカルを用いた S=1 磁性体について、最近の進展を紹介する。二次元磁気格子を中心に、フラストレート系や、S=1/2 強磁性ダイマー系なども含め、物質設計と物性を概説する。

[6] M.-T. Huebsch, T. Nomoto, M.-T. Suzuki, and R. Arita, Phys. Rev. X 11, 011031 (2021).

[3] Y. Tanabe et al., Adv. Mater. 32, 2005838 (2020).

