

物性研究所セミナー

標題: Exotic Boundaries and Interfaces of Gapless Topological Matter

日時: 2026 年 2 月 27 日(金) 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: Saranesh Prembabu

所属: Harvard University

要旨:

Exotic Boundaries and Interfaces of Gapless Topological Matter We study boundary and interface phenomena in symmetry-enriched critical matter, including gapless symmetry-protected topological (gSPT) phases, asking how critical correlations yield a richer bulk–boundary correspondence. First, we analyze boundaries at a transition between distinct SPT phases: incompatible edge modes lead to highly frustrated boundary behavior, including a non-Landau “deconfined quantum critical” transition. Second, motivated by the search for lower-dimensional signatures of gSPTs, we initiate a study of spatial interfaces between inequivalent gapless theories. The resulting non-invertible conformal defects, which are tightly constrained and may host localized degenerate modes or anomalies, provide both a defining indicator of symmetry-enriched criticality and a new window into the novel phenomena that gapless topological phases exhibit.

標題: 奇パリティな異方的スピン分裂を示す p 波磁性体の物質開拓

日時: 2026 年 2 月 27 日(金) 午前 10 時 30 分~午前 11 時 30 分

場所: Online

講師: 山田 林介 助教

所属: 東京大学 大学院工学系研究科 物理工学専攻

要旨:

近年、総和磁化がゼロであるにもかかわらず、異方的スピン分裂を示す反強磁性体に注目が集まっている。特に、波数に対して奇パリティな異方的スピン分裂を有する p 波磁性体は、2024 年にその理論的枠組みが提案された。それ以降、スピン流生成などの観点から活発な理論研究が行われてきたが、実験的な実現例は限られている。本セミナーでは、希土類化合物を中心とした p 波磁性体の物質探索の結果を紹介する。中性子回折および共鳴 X 線散乱による磁気構造解析と輸送測定を通じて、異方的スピン分裂に起因する特徴的な輸送応答を議論し、p 波磁性体の物質設計指針と今後の展開を展望した。

標題: 2 次元分子動力学シミュレーションにおける繰り込まれた粘性係数と裸の粘性係数の統一

日時: 2026 年 3 月 2 日(月) 午後 4 時~午後 5 時

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

講師: 横田 和磨

所属: 京都大学 大学院理学研究科 統計物理・動力学分科 非線形動力学グループ

要旨:

熱揺らぎを流体方程式に組み込んだゆらぐ流体力学[1]は低次元系のマクロスケールの振る舞いを記述する有効なモデルと考えられている。ゆらぐ流体力学中の輸送係数は裸の輸送係数と呼ばれ、実験や数値シミュレーションで観測される

本セミナーでは微視的な粒子描像から二次元流体系における繰り込まれた粘性係数と裸の粘性係数を橋渡しする手法を提案した[2]。具体的には微視的に定義されるせん断応力の相関から決まる波数依存の粘性係数に注目することでメソスケールとマクロスケールの輸送特性を結びつけた。

- 標題：第1回量子-古典生命 インターフェースセミナー「動物オプシンの分子特性と光遺伝学の可能性」

場所：物性研究所本館 6 階 第 2 セミナ一室 (A612)

所属：大阪公立大・理学研究科・生物学専攻

多くの動物は、光受容タンパク質オプシンを介して光を感知し、その情報を視覚だけでなく概日時計の光制御など多様な生理機能に活用している。オプシンは7回膜貫通型の光感受性Gタンパク質共役型受容体（GPCR）で、分子系統学的に複数のグループに分類される。私たちは、オプシンのグループやサブグループの違いにより分子特性が異なることを明らかにしてきた。本セミナーでは、オプシンの分子特性の多様性とそれらが光受容機能に果たす役割を紹介し、さらに遺伝学ツールとしての応用の可能性について議論した。

標題：Critical Phenomena on the Bethe Lattice

場所：物性研究所本館 6 階 第 5 セミナ一室 (A615)

所属 : Okinawa Institute of Science and Technology

We investigate the critical behavior of a family of Z_2 -symmetric scalar field theories on the Bethe lattice (the tree limit of regular hyperbolic tessellations) using both the non-perturbative Functional Renormalization Group and perturbation theory. Due to the hyperbolic nature of Bethe lattices, the Laplacian lacks a zero mode and exhibits a spectral gap. We demonstrate that closing the spectral gap via a modified Laplacian leads to novel critical behavior governed by interacting fixed points. This stands in contrast to the nearest-neighbor Ising model, which exhibits a phase transition with mean-field critical exponents. We further comment on the possible reasons for such a deviation. Based on arxiv:2601.01961

標 題：理論系春の学会発表報告会 2026
日 時：2026 年 3 月 30 日(月) 午後 2 時～午後 3 時 25 分
場 所：物性研究所本館 6 階 第 5 セミナー室 (A615)

Program：

Time	Speaker	Title
14 時–14 時 15 分	高橋 惇(川島研)	Quantum Monte Carlo for all stoquastic XY models mixes in polynomial time
14 時 15 分–14 時 30 分	渡辺 凌真(川島研)	ボンド重み付きテンソルくりこみ群を用いた正方格子 loop O(2) 模型の臨界点の推定
14 時 30 分–14 時 45 分	佐藤 哲也(加藤研)	カイラルフォノンによる軌道蓄積の理論
14:45 – 14:55	break	
14 時 55 分–15 時 10 分	西村 直樹(加藤研)	ひねり応力下のカーボンナノチューブにおけるツイスト-ブリージング混合モードの有効理論
15 時 10 分–15 時 25 分	LEE XIN THENG (加藤研)	補償フェリ磁性体におけるネールベクトル依存スピン流生成

標 題：1 次の反強磁性転移をする Eu と Gd 化合物の磁化と磁気相図

日 時：2026 年 4 月 17 日(金) 午前 11 時～午後 0 時

場 所：Online

講師：大貫 惇睦

所属：新潟大学 理化学研究所

要 旨：

希土類化合物の反強磁性転移が、1 次の相転移になることはあまりない。この 15 年ぐらい Eu 化合物の研究が続けてきたが、いくつかの Eu 化合物 (Eu^{2+} : $4f^7$, $J = S = 7/2$, $L = 0$) のネール点 T_N で 1 次になることを見出した。私達が見つけた磁気スキルミオンを示す EuPtSi ($T_N = 4 \text{ K}$) がそうであり、これはキラル立方晶の幾何学的フラストレーションや秩序パラメータが多数あることに由来する特殊なことと思っていました。ところが結晶反転対称性のある EuSnP ($T_N = 21 \text{ K}$) もネール点は 1 次と思われる。振り返ってみると、昔研究した AuCu_3 型のいわば単純立方晶の EuSn_3 も 1 次であった。あるいは bcc の Eu 単体も 1 次と報告されている。六方晶の GdAl_3 (Gd^{3+} : $4f^7$) も含めて、その磁性を議論した。

標 題：Advancing Quantum Monte Carlo: Imaginary-Time Non-Equilibrium Dynamics and Non-Hermitian Quantum Criticality

日 時：2026 年 4 月 22 日(水) 午後 2 時～

場 所：Online

講師：LI, Zi-Xiang

所属：The Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences

要 旨：

In this talk, I will present two recent developments in the application of quantum Monte Carlo (QMC) methods to strongly correlated fermionic systems. First, we explore imaginary-time non-equilibrium dynamics in the context of Dirac-fermion quantum criticality. By utilizing non-equilibrium quantum critical scaling in the short-time regime, we propose a novel framework to extract quantum critical properties even in models severely restricted by the fermion sign problem. Applying this framework to the $\text{SU}(3)$ repulsive Hubbard model, we identify an antiferromagnetic (AFM)

References:

- # **標題：極薄膜 FeSe/STO の作製と超伝導揺らぎの検出**

場所：物性研究所本館 6 階 第 5 セミナ一室 (A615)

所属：大阪大学 大学院理学研究科 物理学専攻

一般に超伝導が二次元的になるとバルクより超伝導転移温度 T_c が下がるが、鉄系超伝導体 FeSe では SrTiO₃ 基板上に極薄膜を成長させるとむしろ T_c が大きく上昇する[1]。この超伝導増強は基板との界面効果によることから、界面の設計次第でさらに高い T_c を実現できると期待される。一方で、ギャップが発達する温度よりも低い温度でしかゼロ抵抗やマイスナー効果は観測されないことから、 T_c 以上でのクーパー対の形成が起きている可能性が指摘されている[2]。本セミナーでは我々が行ってきたパルスレーザー堆積 (PLD) 法による極薄膜 FeSe の作製[3]と、ネルンスト効果測定を用いて超伝導揺らぎを調べた結果[4]について紹介した。

- 標題 : Search for Quantum Spin Liquid in Triangular Lattice Antiferromagnet Delafossite (review talk)

場所：物性研究所本館 6 階 第 5 セミナ一室 (A615)

所属: Division of Advanced Measurements, ISSP

I shall review the recent studies conducted in Yb-based delafossite AYbSe₂ (A = Cs, Na, K, Tl, etc.), a two-dimensional triangular antiferromagnet (TLAF).

51 物性研だより第66巻第2号

lattice, or anisotropic interactions such as a Kitaev material.

Recently, there has been a surge of research done in two-dimensional TLAf materials known as delafossite AYbSe_2 , in which the rare-earth ion Yb^{3+} serves as an effective spin $1/2$ due to the crystal electric field effect.

In a TLAf, it has been shown that the ground state is not a QSL, but a long-range ordered state (120-degree structure) if the spin interaction is limited to the nearest-neighbor Heisenberg interaction (J_1). One needs to suppress this ordered state by introducing a next-nearest neighbor (J_2) to realize a QSL state. Researchers hope that replacing the A site ion of delafossite allows us to tune the J_2/J_1 ratio, which may achieve a QSL state.

I shall provide a brief review of the research background of the TLAf and the experimental results obtained in several delafossite materials.

標題：Kitaev spin liquid in tensor network representation: from loop gas construction to topological phase identification via quantum transfer matrix

日時：2026 年 5 月 15 日(金) 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：Hyun-Yong Lee

所属：Korea University

要旨：

Quantum spin liquids represent one of the most fascinating yet elusive phases of matter, characterized by long-range entanglement and fractionalized excitations. In this seminar, I present a unified tensor network framework for understanding Kitaev spin liquids and their neighboring phases. Starting from a compact loop gas (LG) and string gas (SG) construction for the spin-1/2 Kitaev honeycomb model [PRL 123, 087203 (2019)], I show how the key features of the gapless Kitaev spin liquid — including symmetries, $\mathbb{Z}_2$ gauge structure, criticality, and vortex-freeness — emerge naturally in the tensor network language without invoking Majorana fermions. This framework is then extended to the star lattice, where both Abelian and non-Abelian chiral spin liquids are identified through minimally entangled states and their entanglement spectra [PRB 101, 035140 (2020)]. I further discuss applications to realistic Kitaev magnets under magnetic fields using infinite tensor product states, revealing novel nematic paramagnetic phases in the $\text{K}-\Gamma-\Gamma'$ model [Nat. Commun. 11, 1639 (2020)], and to the spin-1 Kitaev model, where a gapped $\mathbb{Z}_2$ spin liquid with Abelian anyons is established [Phys. Rev. Research 2, 033318 (2020)]. Finally, I present a recent development showing that the interplay between global and local symmetries of the quantum transfer matrix provides a powerful diagnostic for topological phases, enabling the identification of symmetry-enriched criticality and symmetry-protected edge modes without extensive numerical simulations [Sci. Rep. 16, 1586 (2026)].

標題：CeCoSi の非磁性秩序では何が隠れているのか

日時：2026 年 5 月 20 日(水) 午前 11 時～午後 0 時

場所：Online

講師：谷田 博司 准教授

所属：富山県立大学

要旨：

正方晶は適度な対称性を持ち、物性測定の観点でも素性が良い。結晶空間群 230 種のうち、正方晶は全 68 (共型 16/非共型 52) 種あるが、実在の物質が取る構造にはひどく偏りがある。CeCoSi は正方晶 CeFeSi 型構造 (P4/nmm , No.129) の金属間化合物で、関連物質は数多くある。構造は非共型で、結晶全体では空間反転対称性を持つが、各原子位置では破

れている。こうした枠に埋め込まれた Ce の 4f 電子は低温で反強磁性秩序 (9.4 K) を示すが、それ以外に非磁性秩序 (12 K@常圧) のあることが知られて久しい。格子変形を伴うことから端的には構造転移だが、その起源はまったく自明ではない。当日は、物質開拓の観点から見た CeCoSi とその最近の進展を、関連物質とともに議論した。

標題：Topological crystals in two-dimensional materials

日時：2026年5月21日(木) 午前10時30分～午前11時30分

場所：物性研究所本館 6 階 第 5 セミナ一室 (A615)

講師：副島 智大

所屬 : New York University And The Flatiron institute

要旨：

A large Berry curvature prevalent in graphene multilayer systems can combine with strong interaction to create a new phase of matter: topological electron crystals. These crystals carry nonlocal topology and Hall response, challenging our intuition that electron crystals consist of semiclassically localized particles. In this talk, I will survey some of the unusual properties of these crystals, and discuss model Hamiltonians that shed light on the mechanism behind these crystals.

標題：Leveraging generalized symmetries in Quantum Matter and Quantum Codes

日時：2026 年 5 月 22 日(金) 午後 4 時～午後 5 時

場所：物性研究所本館 6 階 第 5 セミナ一室 (A615)

講師：小林 良平

所属：東京大学 工学系研究科 物理工学専攻

要旨：

Over the last decade, the notion of global symmetry has undergone a broad and fruitful generalization. In this talk, I will discuss two striking applications of generalized symmetries: first, their role in constraining the low-energy dynamics of quantum many-body systems; and second, their utility in organizing and classifying the logical operations of quantum error-correcting codes. I will present a microscopic characterization of 't Hooft anomalies associated with generalized symmetries in lattice models and explain how these symmetries constrain dynamics through Lieb-Schultz-Mattis-type constraints. I will then describe how symmetry principles can be used to understand the logical operations of stabilizer codes, highlighting important examples such as the transversal T gate in two-dimensional non-Pauli codes realizing non-Abelian D4 topological order. This talk is intended as a broad summary of my work over the past few years. I will aim to emphasize the common conceptual thread connecting these developments.

標題：スピングラスとカイラリティ

日時：2026年5月28日(木) 午前10時～午前11時30分

場所：物性研究所本館 6 階 第 5 セミナ一室 (A615)

講師：川村 光

所属：神戸大学ライフ光学イノベーション研究センター

要旨：

Research on spin glasses has a long history of more than half a century. While the concept and the methodology developed in the spin glass research has had far-reaching impacts on wider areas including bioscience and information

science, a bit surprisingly, the original problem of spin glasses as magnets has not fully been understood yet, some unsolved puzzles still remaining. Here, I shall return the origin, and deal with the issue of what is the true nature of the ordering of spin-glass magnets, from the viewpoint of the ‘chirality’ — a multi-spin quantity representing the handedness of the noncoplanar spin structure. The chirality scenario claims that the chirality is a true but hidden order parameter of the real-world spin glass transition of Heisenberg-like spin glasses, i.e., nearly isotropic spin glasses with weak random magnetic anisotropy including canonical spin glasses [1,2]. The scenario indeed provides various predictions to real spin glass ordering. The experimental data are then examined from the perspective of the chirality scenario, which seem, overall, supportive of the scenario.

[1] H. Kawamura, PRL 68, 3785 (1992); JPSJ 79, 011001 (2010).

[2] H. Kawamura, submitted to JPCM (2026).

標題：Microscopic Theory of Phonon-Induced Spin Transport in Chiral Materials

日時：2026 年 5 月 29 日(金) 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：加藤 岳生

所属：東京大学 物性研究所

要旨：

In recent years, spin polarization has been observed in helical polymers despite the absence of magnetism, attracting significant attention. This phenomenon is known as chirality-induced spin selectivity (CISS). Although CISS is believed to originate from lack of inversion symmetry in materials, its microscopic mechanism remains poorly understood.

In this presentation, after reviewing the current theoretical and experimental status of CISS, we discuss the magneto-rotational effect, which describes the conversion of angular momentum between electron spins and rigid-body rotations. We then present a mechanism for the conversion between phonons and electron spins at a normal metal/chiral insulator junction [1]. If time permits, we will also briefly discuss calculations based on a one-dimensional polymer model [2].

[1] T. Funato, M. Matsuo, and T. Kato, Phys. Rev. Lett. **132**, 236201 (2024)

[2] R. Sano and T. Kato, arXiv:2404.19000

標題：Optical renormalization of collective magnetic excitations in quantum materials

日時：2026 年 6 月 4 日(木) 午後 2 時～午後 3 時 30 分

場所：物性研究所本館 6 階 第 5 セミナー室 (A615)

講師：Davide Bossini

所属：University of Konstanz

要旨：

The optical manipulation of the macroscopic properties of solids is one of the main research directions in contemporary condensed matter physics. The ability to control the magnetic and ferroelectric order parameter via laser pulses has been demonstrated. Moving beyond order-parameter control, an emerging frontier is the tailoring of collective excitations, and ultimately their dispersion relations, as a means to achieve a deeper and more versatile control of material functionality.

