

「強相関物質研究の展望」(Correlated Quantum Materials + *beyond*: Symposium) 開催報告

物性研究所 物性理論研究部門 常次 宏一

形式：東京大学物性研究所 大講義室における対面方式

日時：2024 年 11 月 25 日 9:30～26 日 17:10

提案者：常次 宏一（物性研究所、代表）、求 幸年（東京大学）、柳瀬 陽一（京都大学）、大槻 純也（岡山大学）、
野村 悠祐（東北大学）、岡本 佳比古（物性研究所）

物性研究所では理論系所員を中心として 2006 年より毎年、滞在型国際ワークショップを開催しています。コロナ禍による中断を経て再開され、本年度は 11 月 18 日から 2 週間の会期でワークショップ “Correlated Quantum Materials + *beyond*” (CQM+b2024) が開催され、強相関系に関する最先端の理論研究成果が討議されました。本短期研究会「強相関物質研究の展望」は、そのシンポジウム部分を成す国際会議として英語で開催され、ワークショップの海外参加者と国内の実験および理論研究者が強相関系の物性科学の最新研究成果を集中的に議論することにより、当該分野の将来の発展の方向性が探究されました。

本短期研究会のテーマは強相関物質における磁性や超伝導などの新奇量子相の物性が中心的なものです。伝統的に多くの研究がなされてきた熱平衡物性に加えて、新しい展開として 2 つの方向性に注目しました。1 つは強相関量子多体系としてのダイナミクスや非平衡現象であり、もう 1 つは機械学習をはじめとするデータ科学的アプローチを用いた研究です。後者については第一原理計算分野の新物質開発のためのマテリアルズ・インフォマティクスがよく知られていますが、本研究会では量子多体系のダイナミクスや特性値最適化に関する理論研究や、ベイズ推定を用いた実験データ解釈など今後の発展が期待される成果が発表され、聴衆の注目を集めました。非平衡およびダイナミクスに関する研究では、キャビティ系の非線形光学やテラヘルツ光を用いた反強磁性体のスピンスイッチ、さらには高調波分光をはじめとするいくつもの興味深い研究成果が発表され活発な討議が行われました。また熱平衡物性においても、強相関物質のスピンと軌道自由度が結合して形成する多極子自由度が表す交差応答をはじめとする多彩な物性や、近年大きな注目を集め急速に研究が進展している交替磁性体(altermagnets)、スピン液体に関連するカゴメ反強

磁性体やキタエフ模型物質などのさまざまなトピックスが実験と理論の両面から活発に議論されました。なお各発表内容などの詳細は下記の研究会ホームページを参照してください。

<https://sites.google.com/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/cqmb2024/symposium/>

<https://sites.google.com/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/cqmb2024/> (滞在型ワークショップ)

本短期研究会では 2 日間の会期中に 28 件の口頭発表が行われ、その中の 7 件は海外招待講演者、15 件は国内招待講演者によるものでした。1 日目夕方のポスターセッションでは 52 件の発表が行われ、その中の 9 件は海外からの一般参加者が行ないました。参加者数は 1 日目が 92 名、2 日目が 86 名の合計 178 名にのぼり、2 日間を通じて国内外の研究者の間で活発な議論が行われました。

本研究会の開催にあたって多くの方からご協力をいただきました。物性研究所の共同利用係・総務係・経理係などの事務部および国際交流室の方々にお礼を申し上げます。理論系研究室の秘書の皆さん、なかでも辻さんと鈴木さんには準備段階から会期中および終了後まで特にお世話になりました。最後となりましたが深く感謝いたします。

プログラム

(#: 招待講演)

○ 11 月 25 日 (月)

9:30 Opening: Welcome address by the ISSP director Zenji Hiroi

Dynamical and non-equilibrium properties 1 (chair: Hirokazu Tsunetsugu)

9:40 **Martin Claassen** (Univ. of Pennsylvania)[#],

Ultrafast and Cavity Electrodynamical Control of Optical Nonlinearities in Correlated Quantum Materials

10:05 **Hideki Hirori** (Inst. Chemical Research, Kyoto Univ.)[#],

Non-thermal and Ultrafast Spin Switching in Antiferromagnets by a Strong THz field

Dynamical and non-equilibrium properties 2 (chair: Markus Schmitt)

10:45 **Yuta Murakami** (CEMS, RIKEN)[#],

High-harmonic generation in strongly correlated systems

11:10 **Atsushi Ono** (Dept. Physics, Tohoku Univ.)[#],

High harmonic spectroscopy of a topological spin texture

11:35 **Seung-Sup Lee** (Seoul National Univ.)[#],

Hundness in twisted bilayer graphene: correlated gaps and pairing

Altermagnets (chair: Yukitoshi Motome)

13:00 **Makoto Naka** (Tokyo Denki Univ.)[#],

Spin splitting and cross correlation in altermagnets

13:25 **Judit Romhányi** (Univ. California, Irvine)[#],

Collinear Altermagnets and their Landau Theories

13:50 **Hikaru Watanabe** (Dept. Phys., Univ. Tokyo)[#],

Symmetry approach to spin-orbit-coupling-free responses in antiferromagnets

14:15 **Zheyuan Liu** (ISSP, Univ. Tokyo),

Chiral split magnon in altermagnetic MnTe

Multipoles and higher-order correlation (chair: Junya Otsuki)

14:50 **Chisa Hotta** (Dept. Basic Sci., Univ. Tokyo)[#],

Amplitude-waves of magnetic moments due to dipole-quadrupole hybridization

15:15 **Takahiro Onimaru** (Hiroshima Univ.)[#],

Incommensurate modulation and anisotropy in an effective spin-1/2 zigzag chain

15:40 **Hiroaki Ishizuka** (Inst. Science Tokyo),

Sign-reversal and non-monotonicity of chirality-related anomalous Hall effect in highly conductive metals

16:00 – 18:00 Poster Session

○ 11 月 26 日 (火)

Machine learning and new approaches (chair: Yusuke Nomura)

9:00 **Markus Schmitt** (Univ. Regensburg)[#],

Neural quantum states to simulate dynamics of correlated matter

9:25 **Koji Inui** (ISSP, Univ. Tokyo),

Inverse Hamiltonian design of highly entangled quantum many-body systems

9:45 **Masanobu Shiga** (Dept. Appl. Quantum Phys., Kyushu Univ.)[#],
Precise analysis of point-contact spectra in heavy Fermion compound CeRu₂Si₂ using Bayesian inference

Kagome metals and superconductors (chair: Chisa Hotta)

11:15 **Rina Tazai** (YITP, Kyoto Univ.)[#],
Quantum phase transitions in kagome metals AV_3Sb_5 : time-reversal and inversion symmetry

Strong correlation and superconductivity (chair: Judit Romhányi)

13:25 **Hidekazu Mukuda** (Grad. School Eng. Sci., Osaka Univ.)[#],
NMR/NQR study in Multilayered Nickelates $La_3Ni_2O_{7-\delta}$ and $La_4Ni_3O_{10-\delta}$

Spin-orbit coupling and strong correlation 1 (chair: Yoshihiko Okamoto)

Spin-orbit coupling and strong correlation 2 (chair: Cristian Batista)

16:20 **Ryutaro Okuma** (ISSP, Univ. Tokyo)[#],
Compass model physics on the hyperhoneycomb β -Na₂PrO₃

17:05 Closing

P01 **Yoshito Watanabe** (Univ. Cologne),
Revealing dynamics of hidden sectors with non-linear spectroscopy

P03 **Kazuma Saito** (Dept. Appl. Phys., Tokyo Univ. Sci.),
Gapless superconductivity in quasicrystals and its topological phase transition

- P04 **Ting-Tung Wang** (Univ. Hong Kong),
An analog of topological entanglement entropy for mixed states
- P05 **Menghan Song** (Univ. Hong Kong),
Entanglement entropy in quantum phase transitions
- P06 **Kohei Hattori** (Dept. Appl. Phys., Univ. Tokyo),
Effect of Collective Spin Excitations on Photocurrent Response in Antiferromagnetic Dirac Semimetals
- P07 **Yugo Takahashi** (Dept. Phys., Osaka Univ.),
Floquet engineering of superconducting pair formation in a doped band insulator
- P08 **Gakuto Tomitaka** (Kyushu Inst. Tech.),
First-Principles Study of Thermoelectric Properties of One-Dimensional Telluride Ta_4SiTe_4
- P09 **Hajime Ishikawa** (ISSP, Univ. Tokyo),
Superconductivity and structural anomalies in layered iodides La_2IRu_2 and La_2IOs_2 featuring Ru and Os honeycomb lattice
- P10 **Takuya Nagashima** (Dept. Adv. Mat. Sci., Univ. Tokyo),
Superconducting gap structure of kagome superconductor AV_3Sb_5 ($A = \text{K, Rb, Cs}$)
- P11 **Keisuke Kadohiro** (Kyushu Inst. Tech.),
Observation of Current-induced Lattice Distortion in Spin-orbit Coupled Iridium Oxide $\text{Ca}_5\text{Ir}_3\text{O}_{12}$
- P12 **Daemo Kang** (Dept. Appl. Phys., Univ. Tokyo),
Ginzburg-Landau Simulations and Angular Momentum Transfer in a Superconductor Illuminated by an Optical Vortex Beam
- P13 **Hikaru Goto** (Dept. Appl. Phys., Tokyo Univ. Sci.),
Cavity-induced Chern insulating phase in kagome system
- P14 **Yuma Hirobe** (Dept. Phys., Kyoto Univ.),
Quantum geometric effects on unconventional superconductivity
- P15 **Keito Hara** (Dept. Phys., Kyoto Univ.),
Current-induced spin current in chiral-structure superconductors
- P16 **Jun Takahashi** (ISSP, Univ. Tokyo),
The Power and Complexity of Sign-Problem Curing with Clifford Circuits
- P17 **Ryo Makuta** (Dept. Basic Sci., Univ. Tokyo),
Spin-orbit coupled Hubbard skyrmions
- P18 **Hidehiro Saito** (Dept. Basic Sci., Univ. Tokyo),
Engineering exact quantum many-body ground states in 1D and 2D
- P19 **Shun Okumura** (Dept. Appl. Phys., Univ. Tokyo),
Longitudinal current-induced instability of magnetic skyrmion strings
- P20 **Masahiro Takahashi** (Dept. Mat. Eng. Sci., Osaka Univ.),
 Z_2 flux binding to higher-spin impurities in the Kitaev spin liquid: mechanisms and implications
- P21 **Kazuki Okigami** (Dept. Appl. Phys., Univ. Tokyo),
Exploring topological spin order by inverse Hamiltonian design: A new stabilization mechanism for square skyrmion crystals
- P22 **Seiichiro Onari** (Dept. Phys., Nagoya Univ.),
3D CDW orders by the paramagnon-interference mechanism in kagome metals
- P23 **Musashi Kato** (Dept. Phys., Kyoto Univ.),
Effects of interactions on exceptional points in bosonic systems

P24 **Ken Inayoshi** (Saitama Univ.),
Nonequilibrium Green's function method with quantum tensor trains

P25 **Takeru Ito** (Fac. Sci. Tech., Tokyo Univ. Sci.),
Thermoelectric properties of the quasi-two-dimensional Fermi liquid material Sr_2RuO_4 -Ru eutectic system

P26 **Junha Kang** (Seoul National Univ.),
Quantum geometric bound for saturated ferromagnetism

P27 **Naoya Ohta** (Dept. Phys., Tohoku Univ.),
High magnetic field effect on excitonic phase in the two-orbital spinless Hubbard model

P28 **Ryota Suzuki** (Fac. Sci. Tech., Tokyo Univ. Sci.),
Measurement of the electrical resistivity in low-layered correlated oxide $\text{Ca}_{3-x}\text{Bi}_x\text{Co}_4\text{O}_9$ and estimation of the performance as a transparent conducting oxide

P29 **Joji Nasu** (Dept. Phys., Tohoku Univ.),
Formulation of spin Nernst effect for spin-nonconserved insulating magnets

P30 **Yuta Shigedomi** (Dept. Phys., Kyoto Univ.),
Non-Hermitian Skin Effect under Light Irradiation in 2D Superconductors

P31 **Huang Jianxin** (Dept. Phys., Univ. Tokyo),
Anomalous quantum transport phenomena of orbital textures in kagome metal with multiple quantum phases

P32 **Hikaru Takeda** (ISSP, Univ. Tokyo),
Magnetic properties of a metal-organic framework with the hyperoctagon lattice investigated by ^{13}C -NMR

P33 **Nanse Esaki** (Dept. Phys., Univ. Tokyo),
Spin Nernst and thermal Hall effects of topological triplons in quantum dimer magnets on the maple-leaf and star lattices

P34 **Jin Matsuda** (Dept. Appl. Phys., Univ. Tokyo),
First-principles study of spin-orbit coupling-free responses in exotic collinear antiferromagnet

P35 **Seigo Nakazawa** (Dept. Phys., Nagoya Univ.),
Origin of quasiparticle-interference chirality in loop-current order of kagome metals

P36 **Naoya Iwahara** (Chiba Univ.),
Vibronic order and RIXS spectra of cubic $5d^1$ compounds

P37 **Jian Yan** (ISSP, Univ. Tokyo),
Doping tunable Fermi surface and topological Hall effect in axion insulator candidate EuIn_2As_2

P38 **Rico Pohle** (IMR, Tohoku Univ.),
Spin Nematics Meet Spin Liquids: Exotic Phases in the Spin-1 Bilinear-Biquadratic Model with Kitaev Interactions

P39 **Junseo Jung** (Seoul Nat. Univ.),
Quantum Geometry and Landau Levels of Quadratic Band Crossings

P40 **Francesco Parisen Toldin** (RWTH Aachen Univ.),
Numerical studies of critical behavior in the presence of boundaries and defects

P41 **Kanta Kudo** (Dept. Phys., Kyoto Univ.),
Fluctuation and quantum geometric effect in bilayer Lieb lattice

P42 **Zhi-Yao Ning** (ISSP, Univ. Tokyo),
Quantum phase transition and composite excitations of antiferromagnetic quantum spin trimer chains in a magnetic field

P43 **Daisuke Inoue** (Dept. Phys., Nagoya Univ.),
Paramagnon Interference Mechanism for CDW-SDW coexisting states in nickelate superconductor $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$

P44 **Youchi Yamakawa** (Dept. Phys., Nagoya Univ.),
Charge order in Cr-based Kagome superconductor: unified understanding with V-based Kagome superconductors

P45 **Feng-Feng Song** (ISSP, Univ. Tokyo),
Interplay Between Stripe Order and Superconductivity in a Modulated XY Model

P46 **Rintaro Eto** (Dept. Appl. Phys., Waseda Univ.),
Resummed Topological Magnons in Honeycomb Ferromagnets

P47 **Kazuki Yamamoto** (Dept. Phys., Osaka Univ.),
Geometric phase effects in dipole superfluids: vortex lattices and singular domain walls

P48 **Hiroki Yoshida** (ISSP, Univ. Tokyo),
Verification of the spontaneous thermal Hall effect in kagome superconductor using micro-Hall array

P49 **Arata Tanaka** (Hiroshima Univ.),
Strange metal and pseudogap states in cuprate superconductors in relation to van Hove singularity and antiferromagnetic fluctuations

P50 **Rui Sakano** (Keio Univ.),
Theory and Experiment of Nonlinear Current and Current Noise through Kondo Dot with Magnetic Fields

P51 **Jing Zhou** (Inst. Phys., Chinese Acad. Sci.),
Transient selection of competing order in frustrated spin Peierls systems after a quench

P52 **Chengkang Zhou** (Univ. Hong Kong),
Ground state and low energy spectrum of Kagome antiferromagnet YCu_3Br/Cl



图 1 集合写真



図2 口頭発表セッション



図3 懇談会