

Journal of the Physical Society of Japan (JPSJ) の編集委員会と編集部は優れた論文を迅速に掲載できるよう努力しています。本ニュースレターでは、昨年8月から約半年間のJPSJの状況をお伝えします。

JPSJ編集委員長 播磨 尚朝

1. JPSJ 近況報告

この半年で一番のニュースは、JPSJの年間掲載論文数が久しぶりに増加に転じたことでしょうか。最盛期に比べれば決して喜べる数字ではありませんが、これもひとえに、これまでの編集委員長を始めとした編集委員その他の方々の努力のおかげでしょう。一方で、コロナ禍で停滞していた研究活動が再び活発になる兆しが見えていたら、今後の伸びにも大きに期待したい所です。JPSJに投稿する理由の一つとして、時として掲載決定までの日数が極端に短い論文があることがあげられます。昨年は投稿から掲載決定までわずか4日という論文もありました。おそらく、論文の内容を事前に研究会等で聞いていた読者に閲読が回ったからではないかと思われます。たまにですが、このように掲載決定までとても短い論文があるのは、JPSJならではのことだと思います。

昨今のインターネット通信時代を反映して、論文の速報性は一般に向上しています。JPSJの論文でも、LettersとFull Papersの違いが論文の長さだけとされている方もいるかもしれません。以前の紙媒体での編集作業では、Lettersを優先することになっていましたが、最近では担当編集委員を決める所から閲読過程に入るまでは、実質的に差はほとんどありません。もっとも、Full Papersは論文の長さに寄っては閲読時間がかかりますし、最終原稿の制作期間も長くかかります。それとは別に、本来のLettersはページ数の制限があるばかりでなく、速報性の価値があるとして内容的にも優れたものです。最近、Lettersへの投稿が少なくなっているのは、その点の認識が薄れてきたのも理由ではないかと思えます。

JPSJのセクションにはこの他に、Invited Review PapersやSpecial Topicsもあります。これらは編集委員会からの依頼による論文なので、特に注目して欲しいのですが、見た目で見分けにくいかもしれません。JPSJの中で別れている5つのセクションはそれぞれに論文の性格が異なります。それを投稿者や読者により良く理解してもらうことも目的として、2025年1月の94巻から論文中のセクション名に色を付けることにしました。日本の雑誌なので日本的な色が良いという意見に従って、**Invited Review Papers**は紅(くれない)、**Special Topics**は鶯萌黄(ひわもえぎ)、**Letters**は瑠璃色(るりいろ)、**Full Papers**は煤竹色(すすたけいろ)、**Short Notes**は柑子色(こうじいろ)としました。JPSJは6桁のarticle番号の3桁目でセクションが分かるようになっていて、冊子体では上記のセクションの順番に綴られています。しかし、今では冊子体を見る人は少なく、article番号を見ただけでセクションが解る人は少ないでしょう。そこで、article番号の後にセクションが解るような記号(IとかL)を入れようとする案もあります。

さて、JPSJは6年前より海外販売をAIPPに委託して、海外の機関購読数やダウンロード数も増えてきました。以前にも増して、海外での認知度は上がっていると思えますが、海外からの掲載論文の増加やIF(インパクトファクター)の上昇は見られません。海外での認知度をさらに上げることも目的として、4月から海外在住編集者を増やすようにしました。地域のバランスも考慮して海外在住編集委員は20名になりました。これらの編集委員を核としてJPSJの海外での認知度がさらに向上することを期待しています。

2. 招待論文 (Invited Review Papers)

日本物理学会誌掲載の紹介文より抜粋

A New Era of Excitonic Insulators

T. Kaneko and Y. Ohta [J. Phys. Soc. Jpn. **94**, 012001 (2024)]

物質は磁性や超伝導など低温で電子の自由度が秩序化することで高温相とは異なる電子状態を形成することがあ

る。超伝導のBCS理論が確立した後の1960年代に、ギャップの狭い半導体やバンドの重なった半金属において、バンド間のクーロン相互作用を介して生じる電子とホール秩序状態として理論的に提案されたのが励起子絶縁体である。50年以上前から理論が存在するにもかかわらず、

対象となる物質や確たる実験的な証拠が見つからなかったこともあり、励起子絶縁体の実験的研究は長い間進んでこなかった。しかし、2000年代以降の様々な候補物質の提案と実験技術の向上があいまって、励起子絶縁体の研究は理論と実験の両面から多に進展している。本招待論文では、励起子絶縁体に対する近年の研究の発展について理論と実験の両面から具体例をあげて、分かり易い解説が行われている。

最初に、励起子絶縁体の理論の基礎として、秩序変数とギャップ方程式を示し励起子秩序の形成の解説が行われている。励起子秩序の形成はフェルミオン対凝縮の物理と多くの類似性を有するため、励起子凝縮の物理として解釈されることがある。そのため、励起子秩序とBCS-BECクロスオーバーの物理との関連について議論している。その後、強相関電子系の文脈で発展した数値計算法を用いた一連の研究が紹介されている。特に、単純なモデルとしてスピンレスの拡張Falicov-Kimballモデルの紹介ののち、スピン自由度のある多軌道Hubbardモデルにおける励起子絶縁体状態について解説されている。Hund結合や電子-格子相互作用によるスピン三重項および三重項の秩序状態について、その実空間的な描像も含めて議論が展開される。

これら一連の理論研究の進展を解説した後に、励起子絶縁体の具体的候補物質とその実験的研究が紹介されている。特に、格子ひずみを伴う候補物質であるTiSe₂とTa₂NiSe₅について、そこでの問題点についてまとめている。さらに、スピン三重項型励起子絶縁体の候補物質として、スピncrossオーバーの物理との関連も深いコバルト酸化物系を取り上げている。その他にも様々な候補物質をリストアップして紹介している。

その後、相転移の起源が盛んに議論されているTiSe₂やTa₂NiSe₅において、励起子相互作用的な寄与を解明するために重要と考えられる励起子秩序に対する集団励起の解説が行われている。純粋な励起子秩序における振幅モードと位相モードの紹介からはじめ、電子-格子相互作用が入った場合の励起構造とその光学応答に関する議論が展開されている。

最後に、実験グループと理論グループの協力体制がさらに強化され励起子絶縁体の研究がますます発展することへの期待が表明されている。本論文は、今後のこうした研究の発展のための貴重な一助となるに違いない。

Pressure Variation of Magnetism in Chromium and Manganese Mono-Pnictide Superconductor

M. Matsuda, J.-G. Cheng, and Y. Uwatoko
[J. Phys. Soc. Jpn. 94, 032001 (2025)]

1986年に銅酸化物高温超伝導体が発見されて以来、他の高温超伝導を見つけるために3d遷移金属を含む化合物における超伝導の研究が精力的に行われてきた。

2006年には鉄系物質での高温超伝導が発見され、最近ではニッケル酸化物における高温超伝導が話題になっている。一方で、クロムやマンガンを含む化合物における超伝導は10年程前までは見つかっていなかったが、2014年にCrAs、2015年にMnPにおいて超伝導が発見された。超伝導転移温度 T_c は低いものの(最大 T_c はCrAsで約2K、MnPで約1K)、これが契機となり、さらなるクロムやマンガン系物質での超伝導探索を促した。その結果、これまでに複数のクロムやマンガン系超伝導体が新たに見つかっている。

CrAs、MnPともに同じMnP型直方晶構造を有し、常圧では長距離磁気秩序を示す。加圧によって磁気秩序が次第に抑制され、磁気秩序が消失する臨界圧力付近で超伝導を発現する。このように磁気相と超伝導相が隣接しており、さらに臨界圧力付近で電気抵抗が量子臨界的振る舞いを示すため、超伝導発現機構に磁性が関与していると考えられている。しかし、圧力誘起超伝導であることから実験手段に制約があり、磁性に関する実験的なデータはまだ不十分である。特にMnPでは約8GPaまでの非常に高い圧力下での実験が必要になるため、これまで報告されている実験的研究はごく少数である。

本招待論文では、筆者らによる研究を含んだCrAsとMnPの磁性に関する圧力研究を中心にして、MnP型構造を有する物質の構造と磁性が系統的にまとめられている。この系の物質は、常圧低温で同様のヘリカル構造を発現するが、ヘリカル構造の周期は物質によって異なる。CrAsでは、加圧とともにヘリカル構造の周期が連続的に長くなる。一方、MnPでは常圧で温度減少とともに先ず強磁性構造が発現し、さらに低温で周期の長いヘリカル構造に転移する。加圧により低温ヘリカル相は消失し、さらに加圧すると強磁性構造は常圧とは異なるヘリカル構造に転移する。加圧とともにこのヘリカル構造の周期は連続的に短くなる。これらの物質は金属的伝導を示すが、磁気構造は局在モデルで説明が可能である。CrAsでは、第四近接までのスピン間の交換相互作用で高圧領域までの磁気構造を説明できる。一方、MnPでは、さらに遠方までの交換相互作用を考慮する必要があり、加圧とともにより遠方までの交換相互作用を取り込む必要性が生じる。超伝導を示す圧力領域で複数の交換相互作用が混在していることが、この系の物質の特徴であると考えられる。これらの情報は重要であり、この系における超伝導物質探索や超伝導発現機構に関する研究の進展に寄与すると期待される。

これら一連の低温高圧領域での磁性研究では、中性子散乱研究に用いられる圧力発生装置の技術的進歩も必要不可欠な要素である。本招待論文では、過去数年間に報告された低温で利用可能な単結晶中性子散乱用高圧発生装置の新たな進展も紹介されている。

The Long-Time Behavior of Collapse-Revival Effects in a Multi-Photon Jaynes–Cummings Model

S. Chong, X. Liu, Y. Han, J. Du, J. Liu, L. Meng, Y. Gao, C. Yang, J. Q. Shen, J. Zhang, and L. Li
[J. Phys. Soc. Jpn. **94**, 024402 (2025). Published January 31, 2025]

Triangular Lattice Magnet GdGa_2 with Short-Period Spin Cycloids and Possible Skyrmion Phases

P. R. Baral, N. D. Khanh, M. Gen, H. Sagayama, H. Nakao, T. Arima, Y. Ōnuki, Y. Tokura, and M. Hirschberger [J. Phys. Soc. Jpn. **94**, 024705 (2025). Published January 27, 2025]

Metallisation of the Mott Insulator Ca_2RuO_4 Using Electric Double-Layer Gating

T. Sakami, H. Ogura, A. Ino, T. Ouchi, T. Nojima, and F. Nakamura
[J. Phys. Soc. Jpn. **94**, 023703 (2025). Published January 23, 2025]

Impact of Hydrodynamic Interactions on Structural Relaxations in Dense Colloidal Suspensions: Helping the Cage Breakage

J. Noji and A. Furukawa [J. Phys. Soc. Jpn. **94**, 023801 (2025). Published January 23, 2025]

Materials Secure Computation with Secret Sharing: A Bayesian Optimization Scheme and Its Performance

T. Fukazawa, T. Ikegami, M. Kawata, and T. Miyake
[J. Phys. Soc. Jpn. **94**, 013801 (2025). Published December 24, 2024]

Development of a High-power Ultraviolet Laser System and Observation of Fast Coherent Rydberg Excitation of Ytterbium

Y. Nakamura, N. Ozawa, T. Kusano, R. Yokoyama, K. Shibata, T. Takano, Y. Takasu, and Y. Takahashi
[J. Phys. Soc. Jpn. **94**, 014301 (2025). Published December 20, 2024]

Spin–Spin Interaction Mediated by Chiral Phonons

T. Yokoyama [J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 123705 (2024). Published November 26, 2024]

Self-Learning Monte Carlo with Equivariant Transformer

Y. Nagai and A. Tomiya [J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 114007 (2024). Published October 31, 2024]

Multifractality and Hyperuniformity in Quasicrystalline Bose–Hubbard Models with and without Disorder

M. Hori, T. Sugimoto, Y. Hashizume, and T. Tohyama
[J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 114005 (2024). Published October 25, 2024]

Theory of Tunneling Spectroscopy in Unconventional p -Wave Magnet-Superconductor Hybrid Structures

K. Maeda, B. Lu, K. Yada, and Y. Tanaka [J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 114703 (2024). Published October 23, 2024]

Theory of Magnetoacoustic Resonance to Probe Multipole Effects Due to a Crystal Field Quartet

M. Koga and M. Matsumoto [J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 114701 (2024). Published October 9, 2024]

Coherence Length of Electronic Nematicity in Iron-Based Superconductors

Y. Kageyama, A. Onishi, C. Bareille, K. Ishida, Y. Mizukami, S. Ishida, H. Eisaki, K. Hashimoto, T. Taniuchi, S. Shin, H. Kontani, and T. Shibauchi
[J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 103702 (2024). Published September 11, 2024]

Atomic Imaging of BaTiO_3 by Multiple-Wavelength Neutron Holography

K. Yamakawa, H. Nakada, K. Kimura, K. Oikawa, M. Harada, Y. Inamura, K. Ohoyama, and K. Hayashi
[J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 104601 (2024). Published September 5, 2024]

Magnetoelectric Coupling Based Caloric Effect in Multiferroic GdFeO_3

R. Ikeda, T. Kurumaji, Y. Tokunaga, and T. Arima
[J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 094709 (2024). Published August 30, 2024]

News and Comments

各月の注目論文の背景、意義についての専門家による解説論文。前号以降の注目論文は以下の通り(2025年2月28日現在)。

Discovery of First Néel-type Magnetic Skyrmion Lattice in f-Electron Systems

Takeshi Matsumura [JPSJ News Comments **22**, 01 (2025). Published February 28, 2025]

Accelerating Monte-Carlo Simulation by Small Transformer

Tomi Ohtsuki [JPSJ News Comments **21**, 23 (2024). Published December 27, 2024]

New Type of Superconductor Hybrid Junctions Featuring an Altermagnet

Yositake Takane [JPSJ News Comments **21**, 22 (2024). Published December 25, 2024]

Multifractality and Hyperuniformity in Quasicrystals

Akihisa Koga [JPSJ News Comments **21**, 21 (2024). Published December 23, 2024]

Electrons Emancipated from a Crystal Lattice to be Nematic

Tetsuo Hanaguri [JPSJ News Comments **21**, 20 (2024). Published December 3, 2024]

A New Method for Investigating the Ionic Polarization of Ferroelectric Materials

Osamu Yamamuro [JPSJ News Comments **21**, 19 (2024). Published November 26, 2024]

Unlocking Hidden Multipole Degrees of Freedom: A Breakthrough Method to Probe Multipoles in Crystal Field Quartets

Tatsuya Yanagisawa [JPSJ News Comments **21**, 18 (2024). Published November 14, 2024]

High Field Physics of Chiral Gauge Field

Hiroaki Ishizuka [JPSJ News Comments **21**, 17 (2024). Published November 5, 2024]

A New Pathway of Solid-State Cooling with a Multiferroic

Yoichi Nii [JPSJ News Comments **21**, 16 (2024). Published October 17, 2024]

How to Engineer Mirror Symmetry Using Light

Takashi Oka [JPSJ News Comments **21**, 15 (2024). Published October 3, 2024]

Probing the Sense of Spin Twisting in Magnetic Skyrmion Lattice by Resonant X-ray Scattering

Taro Nakajima [JPSJ News Comments **21**, 14 (2024). Published September 3, 2024]

JPSJ Outstanding Referee

JPSJの閲読審査に多大なる貢献をしてくださった方々を"JPSJ Outstanding Referee (JPSJ閲読者賞)"として表彰しております。2025年3月の受賞者は以下の方々です(五十音順、敬称略)。

ウィロックス ラルフ
(東京大学)

木野 日織
(統計数理研究所)

田中 宗
(慶應義塾大学)

大串 研也
(東北大学)

小林 晃人
(名古屋大学)

田仲 由喜夫
(名古屋大学)

各種お問い合わせ先

JPSJ : jpsj_edit@jps.or.jp

JPS Conference Proceedings : jps-cp@jps.or.jp

JPS Hot Topics : jpsht@jps.or.jp