

統計物理学研究室

1. メンバー

教授：根本 幸児	011-706-3441	nemoto@statphys.sci.hokudai.ac.jp
教授：北 孝文	011-706-2687	kita@phys.sci.hokudai.ac.jp
准教授：速水 賢	011-706-2694	hayami@phys.sci.hokudai.ac.jp
助教：奥田 浩司	011-706-3442	okuda@statphys.sci.hokudai.ac.jp

研究員：桐越 研光

DC1：渡部 風太

MC1：瀧口 由宇

B4：長浜 康峻

B4：山越 鍛

MC1：小峰 啓吾

B4：若月 奎人

B4：神田 修平

MC1：村田 智幸

B4：印田 朱音

2. 研究成果

根本 幸児:

ネットワーク上の多体相互作用系としての公共財ゲームの相転移

「人はなぜ協力するのか」「人はなぜ利他的に行動しうするのか」—この基本的な問いに対して、ゲーム理論の枠組みを用いた研究が経済学、社会学、数理生物学等の諸分野で行われてきた。特に 90 年代以降、ゲーム理論モデルにネットワーク構造を導入し、つながりが協力行動の促進にもたらす効果を調べる研究が進められてきた。ネットワーク上の公共財ゲームは、人間社会で観察されるグループでの協力を抽象化したゲーム理論モデルである。ネットワーク上のノードは人に対応しており、それぞれ「協力」「裏切り」とラベリングされた状態(戦略)をとる。各ノードは、同じグループに属する近接ノードの状態の組み合わせに応じて利得を得る。そして、自身の利得がより大きくなるよう戦略を更新する。ネットワーク上の公共財ゲームは、統計物理学におけるスピンモデルの一種と見なすことができる。このモデルはパラメータに応じて、全ノードが「協力」あるいは「裏切り」戦略をとる吸収状態と、両戦略が共存する非平衡定常状態をとる。非平衡相転移を示す数理モデルとして、このモデルは統計物理学の分野でも研究が進められてきた。

現状におけるネットワーク上の公共財ゲーム研究の課題は、理論的な解析手法の欠落によりダイナミクスや転移点を数式で表現することができないことである。これは、このモデルが多体相互作用をもつことに由来する。以下の理由から、平均場近似やペア近似といった従来の近似手法を用いることができない。平均場近似では相互作用の不均質性を表現できず、ネットワーク構造が協力を与える影響を分析できない。また、相互作用に関わるノードの多さから、二体相互作用の分析に用いられてきたペア近似の適用は困難である。

そのため、先行研究では乱数を用いた数値計算手法であるモンテカルロ(MC)シミュレーションが用いられてきた。しかし、この従来手法では転移点が数値的にしか分からず、モデルの数理構造がブラックボックスになる。ネットワークのどのような特徴が協力行動の促進するのかを理解するためには、ネットワーク上の公共財ゲームを理論的に解析できる新たな研究手法を開発し、このモデルの相転移の性質を明らかにしなければならない。

M1の滝口君は、ネットワーク上のイジングモデルや感染症モデルを解析するために近年提案されたApproximate Master Equation(AME)法を拡張して用い、公共財ゲームのダイナミクスを連立常微分方程式で記述した。この近似手法は最近接ノードの状態まで考慮するため、平均場近似やペア近似よりも近似の精度が高いことが特徴である。AME法は高精度である一方で、近似がネットワークのランダム性に基いていることもあり、公共財ゲームのような多体相互作用系にも拡張可能である。AME法を拡張することでネットワーク上の公共財ゲームを理論的に解析する方法を提供し、このモデルを統計物理学の枠組みで分析することが可能になると期待される。

北 孝文:

1. ラティンジャー=ワード汎関数による相互作用結節点の繰り込み理論

超伝導相や強磁性相などの秩序相を場の量子論を用いて記述するには、自己無撞着理論、すなわち、秩序変数に関する非線型方程式で決める理論を構成する必要がある。そのような理論として、熱力学ポテンシャル Ω を繰り込まれたグリーン関数 G の汎関数として表現する「ラティンジャー=ワード理論(LW理論)」がある。ラティンジャー=ワード理論は、ハートリー=フォック理論やBCS理論などの平均場理論をその最低次近似として再現する。そして、近似の精度を上げて相関効果を系統的に取り込むことができるという望ましい性質を持っている。しかし、LW汎関数 $\Omega[G]$ においては、グリーン関数は繰り込まれるものの、相互作用結節点は裸の(=繰り込まれない)ままであり、多粒子系の集団揺らぎを記述するには最適ではない、という難点があった。一方、相互作用結節点を繰り込む理論としては、よく知られたドドミニシス=マーティン理論がある。しかし、彼らの理論は、弱結合極限で繰り込まれた結節点 Γ が裸の結節点 $\Gamma^{(0)}$ に移行しない、という矛盾を内包している。この事実は、彼らの「ファインマン図形のトポロジカル構造に分類による結節点の繰り込み法」が正しくないことを示唆している。そこで新たに、「LW汎関数からのルジャンドル変換による結節点の繰り込み理論」を構成した。得られた熱力学ポテンシャルは、繰り込まれたグリーン関数 G と結節点 Γ の汎関数 $\Omega[G, \Gamma]$ として表され、 G と Γ について停留性を持ち、弱結合極限で Γ が $\Gamma^{(0)}$ に移行する、という望ましい性質を持つ。この汎関数 $\Omega[G, \Gamma]$ は、ランダウのフェルミ液体論への集団励起の取り込みや、集団揺らぎの効果を含んだ秩序相の記述において、大きな役割を担うと期待できる。

2. BEC相における南部=ゴールドストーン(NG)・モードの性質

BEC相におけるNGモードの性質を、筆者が新たに開発した自己無撞着摂動展開法により解

析した。この摂動展開法には、ゴールドストーンの定理を自動的に満足するという望ましい性質がある。その結果、BEC相で現れる3点バーテックスの効果により、NGモードが有限の寿命を持つようになることを明らかにした。また、対応するNGモードのスペクトル関数をボゴリューボフ近似で評価すると、ボゴリューボフ分散が消失してその周りで2ピーク構造を持つことも示した。この事実は、NGモードに関する従来の見解に変革をもたらす可能性を秘めている。[T. Kita, J. Phys. Soc. Jpn. **92**, 054004 (2023)]

3. 磁気トロイダル多極子秩序の理論的研究

磁気トロイダル多極子秩序を有する候補物質の同定、生じる物性現象の微視的理解という2つの観点から以下の研究内容に取り組んだ。1点目は、磁気トロイダル多極子秩序を有する候補物質を明らかにするため、磁性体を特徴づける122の磁気点群の既約な各表現において、どのような空間変調を有する磁気トロイダル多極子が属するのかを分類した。これにより、磁気トロイダル多極子秩序を有する候補物質を磁気点群対称性から直ちに明らかにできるようになった。加えて微視的な電子自由度を網羅的に表現する自由度として、電気・磁気・電気トロイダル多極子においても同様の分類を行うことで、磁性体中・外部磁場中におけるバンド変調や伝導現象等と微視的な電子自由度の結びつきを対称性の情報を利用して見通しよく調べることができるようになった。2点目として、磁気トロイダル多極子秩序中における物性現象の微視的理解を目的とし、幾つかの磁気トロイダル多極子秩序を示す系を対象に、非線形伝導等の物性現象において不可欠な微視的要素を抽出・比較した。具体的な系の一つは、一様な磁気トロイダルモーメントを有するジグザグ鎖上の反強磁性秩序である。そこで生じる電気磁気効果、非線形伝導と磁気トロイダル双極子・八極子の結びつきを明らかにしたのち、多バンド有効模型を用いて上記の現象に不可欠な模型パラメーターを明らかにすることで、非線形伝導と電気磁気効果において重要なスピン軌道相互作用の違いを明らかにした。

速水 賢:

1. 強磁性-反強磁性2層系におけるスキルミオン結晶

トポロジカルに非自明な渦状のスピン構造を示す磁気スキルミオン結晶は、様々な電磁応答現象を引き起こす起源となることから注目を集めている。こうした磁気スキルミオン結晶が示す多彩な物性をより深く理解するためには、これらの状態が実現する結晶構造や電子状態を明らかにする必要がある。我々は、その中でも結晶構造における多層自由度を用いることによって磁気スキルミオン結晶を実現する可能性に着目した。特に、単層ではそれぞれ強磁性秩序および反強磁性秩序を示す2つの層を組み合わせた強磁性-反強磁性2層構造からなるスピン模型に対して、基底状態下での変分計算および有限温度下でのモンテカルロ計算を行うことで、有限波数で特徴づけられるらせん磁性相および磁気スキルミオン結晶相が安定に発現するパラメタ領域を明らかにした。特に、2層間における強磁性相互作用と反強磁性相互作用の競合が重要な役割を果たすことを見出した。本結果は、積層構

造を利用することによって磁気スキルミオン結晶を生成する理論指針を与えるものである。

2. 多重Q磁気秩序を統一的に理解するための有効スピン模型構築

複数のらせん構造を重ね合わせた多重Q磁気構造により特徴づけられる磁気スキルミオン結晶は、特異な電子状態や輸送現象を引き起こす起源となることから注目を集めている。これまでに、こうした磁気スキルミオン結晶に対する安定化機構の理論解析は空間反転対称性の有無に着目して行われてきた。例えば、空間反転対称性が破れた結晶系では、強磁性相互作用とジャロシンスキー・守谷相互作用の競合が磁気スキルミオン結晶の安定性に重要な役割を果たしており、空間反転対称性をもつ結晶系では、強磁性・反強磁性交換相互作用の競合や、フェルミ面不安定性に起因した多重スピン相互作用がその安定性に重要であるということが明らかにされている。さらに最近では、結晶構造に依存した磁気異方性が磁気スキルミオン結晶の新しい安定化機構のひとつとして提案されている。一方、磁気異方性に由来する相互作用の形は、結晶構造に大きく依存するが、それらの影響は個別の状況に応じてのみ議論されていた。本研究では、正方晶系と六方晶系および三方晶系に属する24個の結晶点群に対して、磁性表現論を駆使することで波数依存性をもつ異方的相互作用の分類を行った。その結果、結晶がもつ種々の対称操作に応じて6つの規則が存在することを見出した。また、摂動論から導出した有効模型を解析することで、異方的相互作用の符号や大きさを電子状態や結晶場パラメータによって大きく制御できることを示した。さらに、これらの効果を取り込んだ有効スピン模型を構築し、数値シミュレーションを行うことで、異方的相互作用が磁気スキルミオン結晶を含む多様な多重Q磁気秩序の源になっていることを明らかにした。

奥田 浩司:

1. 有限時間熱機関の研究

非平衡現象の理論的研究として、有限時間熱機関の研究をおこなった。物理学では、熱機関の効率は熱力学の基本的課題として古くから扱われており、熱機関の効率の上限がCarnot 効率で与えられることは良く知られている。通常 Carnot 効率が実現されるのは、準静的極限の場合だけである。しかし、準静的（可逆）熱機関は無限の時間をかけて有限の仕事を取り出すという点で、パワー（仕事率）が0であり、現実的な熱機関としては役に立たない。現実の熱機関は、有限時間で動作することで効率を犠牲にする代わりに有限のパワーを得ていると考えられる。そこで、準静的でない有限時間で動作する熱機関の性質を調べることは熱力学の重要な課題である。

この分野の理論的な興味として、Shiraishi ら(2016)は、マルコフ過程に従う熱機関という十分に一般的な枠組みの中で、効率とパワーの間にはトレードオフ関係がある、つまり、効率を Carnot 効率に近づけようとすればパワーが0に近づいてしまうことを示した。平衡熱力学からは、準静的熱機関であれば Carnot 効率が得られることが示されるのみでありそ

の逆は言えないので、Shiraishi らの結果は非平衡熱機関の基本的性質を示したものと言える。しかし一方で、具体的な熱機関のモデルの研究において、有限パワーで Carnot 効率の熱機関が実現できるという結果がいくつか出てきている。例えば、Holubec ら(2017)は、ブラウン粒子を用いた有限パワーカルノーサイクルにおいて Carnot 効率を実現できることを示唆している。

この結果に着目して、D3 学生の三浦孝祐君、東京大学の泉田勇輝氏とともにブラウン粒子カルノーサイクルの研究をおこなった。我々は、2つの等温過程を連続的に繋げる有限時間断熱過程をカルノーサイクルに導入し、この系のエントロピー生成を解析的に計算することにより、任意の温度差のときに緩和時間が小さい極限で Carnot 効率と有限パワーが両立可能であることを示すことができた。さらに、この系で成立する効率とパワーの間のトレードオフ関係式を導出し、両立可能であるとの結果はトレードオフ関係式と矛盾していないことを理論的に示すことができた。

2. Wasserstein 距離によるエントロピー生成の下限の研究

上の研究にも関わらず、熱力学的系を有限時間で変化させようとするれば、通常はエントロピー生成が避けられない。簡単な系ではエントロピー生成の下限が定量的に評価されており、例えば、overdamped Langevin 方程式で記述される Brown 粒子系においては、最初と最後の分布を固定したときの変化のエントロピー生成について、その下限が分布間の Wasserstein 距離と呼ばれる量を用いて表されることが分かっている (Nakazato & Ito (2021))。この研究は D1 学生の渡部風太君とともに、上の結果をより一般的な場合に拡張すべく underdamped Langevin 方程式系でのエントロピー生成の下限についての研究を行っているが、まだ十分な結果は得られていない。

3. 成果発表 (レフェリー制のあるジャーナルには * 印を付ける)

<原著論文>

1. M. O.T. Kita, " *Legendre Transformation of the Luttinger-Ward functional from the Bare Interaction vertex to the Renormalized one*", *J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 114002 (2022).
2. T. Kita, " *Legendre Transformation of the Luttinger-Ward functional from the Bare Interaction vertex to the Renormalized one*", *J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 114002 (2022).

3. M. Yatsushiro, H. Kusunose, and S. Hayami,
"Multipole classification in 122 magnetic point groups for unified understanding of multiferroic responses and transport phenomena",
*Phys. Rev. B **104**, 054412 (2021),
4. J. Nasu and S. Hayami, "*Antisymmetric Thermopolarization by Electric Toroidicity*", *Phys. Rev. B **105**, 245125 (2022).
5. S. Hayami, "*Skyrmion crystal with integer and fractional skyrmion numbers in a nonsymmorphic lattice structure with the screw axis*", *Phys. Rev. B **105**, 224411 (2022).
6. S. Hayami and R. Yambe, "*Skyrmion crystal under D_{3h} point group: Role of out-of-plane Dzyaloshinskii-Moriya interaction*", *Phys. Rev. B **105**, 224423 (2022).
7. S. Hayami, "*Square skyrmion crystal in centrosymmetric systems with locally inversion-asymmetric layers*", *J. Phys.: Condens. Matter **34**, 365802 (2022).
8. S. Hayami, M. Yatsushiro, and H. Kusunose, "*Nonlinear spin Hall effect in PT -symmetric collinear magnets*", *Phys. Rev. B **106**, 024405 (2022).
9. S. Hayami and M. Yatsushiro, "*Nonlinear nonreciprocal transport in antiferromagnets free from spin-orbit coupling*", *Phys. Rev. B **106**, 014420

(2022).

10. S. Hayami, "*Stability of Skyrmion Crystal Phase in Centrosymmetric Distorted Triangular-Lattice Antiferromagnets*", *J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 093701 (2022).
11. S. Okumura, S. Hayami, Y. Kato, and Y. Motome, "*Magnetic Hedgehog Lattice in a Centrosymmetric Cubic Metal*", *J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 093702 (2022).
12. S. Hayami and M. Yatsushiro, "*Nonreciprocal Transport in Noncoplanar Magnetic Systems without Spin-Orbit Coupling, Net Scalar Chirality, or Magnetization*", *J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 094704 (2022).
13. M. Yatsushiro and S. Hayami, "*Mean-field Study of Antiferromagnetic and Antiferroquadrupolar Orderings in Tetragonal CeCoSi*", *J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 104701 (2022).
14. K. Okigami, R. Yambe, and S. Hayami, "*Engineering a Skyrmion Crystal in Ferromagnetic/Antiferromagnetic Bilayers Based on Magnetic Frustration Mechanism*", *J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 103701 (2022).
15. S. Hayami, "*Ferroaxial moment induced by vortex spin texture*", *Phys. Rev. B **106**, 144402 (2022).
16. S. Hayami, R. Oiwa, and H. Kusunose, "*Electric Ferro-Axial Moment as Nanometric Rotator and Source of Longitudinal Spin Current*", *J. Phys. Soc. Jpn.

- 91**, 113702 (2022).
17. K. Kobayashi and S. Hayami, "*Skyrmion and vortex crystals in the Hubbard model*", *Phys. Rev. B **106**, L140406 (2022).
18. S. Hayami, "*Zero-field skyrmion, meron, and vortex crystals in centrosymmetric hexagonal magnets*", *J. Magn. Magn. Mater. **564**, 170036 (2022).
19. S. Hayami and H. Kusunose, "*Magnetic Toroidal Moment under Partial Magnetic Order in Hexagonal Zigzag-Chain Compound Ce_3TiBi_5* ", *J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 123701 (2022).
20. R. Yambe and S. Hayami, "*Effective spin model in momentum space: Toward a systematic understanding of multiple- Q instability by momentum-resolved anisotropic exchange interactions*", *Phys. Rev. B **106**, 174437 (2022).
- H. Kusunose and S. Hayami, "*Generalization of microscopic multipoles and cross-correlated phenomena by their orderings*", *J. Phys.: Condens. Matter **34**, 464002 (2022).
21. Kosuke Miura, Yuki Izumida, and Koji Okuda, "Achieving Carnot efficiency in a finite-power Brownian Carnot cycle within arbitrary temperature difference", *Phys. Rev. E, 105, 034102 (2022).

<会議抄録等>

1. 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明, 「ミクロな多極子による電子物性の表現論(その6)」*固体物理 **56**, 333 (2021).
2. 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明, 「ミクロな多極子による電子物性の表現論(その7)」*固体物理 **56**, 507 (2021).

<著書>

《単著》

北 孝文「統計力学から理解する超伝導理論(第2版)」(サイエンス社, 2021年4月)

《共著》

《編著》

4-1. 学術講演(国際学会・国際シンポジウム)(発表者に*印を付ける)(開催年月日を入れる)

<基調講演>

<招待講演>

1. M. Ohuchi, H. Ueki, E. S. Joshua, W. Kohno, H. Morita, and T. Kita*, “Charging and Thermal Hall Effect in Superconductors”, *International Conference on Frontiers of Quantum and Mesoscopic Thermodynamics* (14–20 July 2021, Prague, Czech Republic).

<一般講演>

《ポスター発表》

1. *K. D. Nguyen, T. Nakajima, S. Hayami, S. Gao, Y. Yamasaki, H. Sagayama, H. Nakao, R. Takagi, Y. Motome, Y. Tokura, T.-h. Arima, S. Seki: 「Zoology of multiple-Q spin textures in centrosymmetric tetragonal magnet GdRu₂Si₂」 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo Convention Center, 2022年8月18-24日)
2. *S. Okumura, S. Hayami, Y. Kato, and Y. Motome: 「Quadruple-Q Hedgehog Lattices in Itinerant Magnets」 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo Convention Center, 2022年8月18-24日)
3. *Y. Kato, S. Hayami, and Y. Motome: 「Magnetic Field-Temperature Phase Diagrams and Spin Excitation Spectra for Topological Multiple-Q Magnetic Orders」 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo Convention Center, 2022年8月18-24日)
4. *S. Hayami: 「Skyrmion Crystals in Centrosymmetric Multi-Layer Systems」 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo Convention Center, 2022年8月18-24日)
5. *H. Yoshimochi, R. Takagi, S. Hayami, J. Ju, N. D. Khanh, H. Saito, H. Sagayama, H.

- Nakao, T.-h. Arima, Y. Tokura, T. Nakajima, S. Seki: 「Multiple-step topological phase transitions in a centrosymmetric tetragonal magnet GdRu₂Ge₂」 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo Convention Center, 2022年8月18-24日)
6. *K. Okigami, R. Yambe, and S. Hayami: 「Skyrmion crystal in a centrosymmetric bilayered system consisting of ferromagnetic and antiferromagnetic layers」 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo Convention Center, 2022年8月18-24日)
 7. *R. Yambe and S. Hayami: 「Constructing effective anisotropic spin models for multiple-Q states by symmetry argument and microscopic analysis」 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo Convention Center, 2022年8月18-24日)
 8. *Y. Kato, S. Hayami, and Y. Motome: 「Magnetic field-temperature phase diagrams and spin excitation spectra for topological multiple-Q magnetic orders」 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2022 (Amsterdam, 2022年7月24-29日)
 9. *K. Okigami, R. Yambe, and S. Hayami: 「Engineering skyrmion crystal in centrosymmetric ferromagnetic/antiferromagnetic bilayers」 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2022 (Amsterdam, 2022年7月24-29日)
 10. *R. Yambe and S. Hayami: 「Classification of anisotropic exchange interactions in momentum space toward understanding multiple-Q instability」 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2022 (Amsterdam, 2022年7月24-29日)
 11. *Y. Kato, S. Hayami, and Y. Motome: 「Magnetic field-temperature phase diagrams and spin excitation spectra for multiple-Q magnetic orders」 11th International Conference on Highly Frustrated Magnetism 2022 (Paris, 2022年6月20-24日)
 12. *R. Yambe and S. Hayami: 「Effective anisotropic spin model in momentum space: Application to search for multiple-Q orderings」 11th International Conference on Highly Frustrated Magnetism 2022 (Paris, 2022年6月20-24日)
 13. *S. Okumura, S. Hayami, Y. Kato, and Y. Motome: 「Quadruple-Q magnetic hedgehog lattices in itinerant magnets」 11th International Conference on Highly Frustrated Magnetism 2022 (Paris, 2022年6月20-24日)

4-2. 学術講演（国内学会・国内その他）（発表者に * 印を付ける）

<招待講演>

1. *速水 賢: 「ミクロな多極子からみたカイラリティ自由度」ISSPワークショップ「カイラル物質科学の新展開」(東京大学物性研究所、2022年12月22-24日)

<一般講演>

《口頭発表》

1. 八城愛美*, 「磁気トロイダル秩序中における非線形伝導現象」電流駆動現象が拓く新しい物質科学、2021年11月26日、北海道
2. *速水 賢: 「ミクロな多極子から見た強軸性モーメント」第1回アシンメトリ量子研究会(大阪大学、2022年8月9-10日)
3. *速水 賢: 「時間・空間反転およびゲージ対称性の破れを伴う電子液晶相の研究」新学術(量子液晶)第2期公募研究キックオフミーティング(オンライン、2022年6月18-19日)
4. *宮本大輝, 高尾祥平, 多田勝哉, 小路山竜平, 細井優, 下澤雅明, 井澤公一, 八城美愛, 速水賢, 大貫惇睦, 青木大: 「新規トロイダル金属HoAgGeの非線形横伝導率測定」日本物理学会2022年秋季大会(東京工業大学、2022年9月12-15日)
5. *吉持遥人, 高木里奈, 周芝苑, 速水賢, Nguyen Duy Khanh, Seno Aji, 齋藤開, Deepak Singh, Priya Baral, Leonie Spitz, Victor Ukleev, Jonathan White, Sonia Francoual, Jose R. L. Mardegan, 佐賀山基, 中尾裕則, 有馬孝尚, 十倉好紀, 中島多朗, 関真一郎: 「複数のスキルミオン相を生じる空間反転対称な正方晶物質GdRu₂(Si_{1-x}Gex)₂における磁気相図の全貌の解明」日本物理学会2022年秋季大会(東京工業大学、2022年9月12-15日)
6. *小林海翔, 速水 賢: 「ハバード模型におけるスキルミオン相とメロン・アンチメロン相」日本物理学会2022年秋季大会(東京工業大学、2022年9月12-15日)
7. *桐越研光, 速水 賢: 「PT対称なノンコリニア反強磁性金属における内因性非線形ホール効果」日本物理学会2022年秋季大会(東京工業大学、2022年9月12-15日)

《ポスター発表》

1. *山家 椋太, 速水 賢: 「ハニカム格子遍歴磁性体で発現する多彩なスキルミオン結晶相」ISSPワークショップ「カイラル物質科学の新展開」(東京大学、2022年12月22-24日)
1. *速水 賢: 「Skyrmion crystals in centrosymmetric systems with staggered Dzyaloshinskii-Moriya interaction」令和4年度 新学術領域研究「量子液晶の物性科学」領域研究会(名古屋大学、2022年12月8-10日)
2. *桐越 研光, 速水 賢: 「Microscopic Mechanism for Intrinsic Nonlinear Hall Effect in Noncollinear Antiferromagnetic Metals」令和4年度 新学術領域研究「量子液晶の物性科学」領域研究会(名古屋大学、2022年12月8-10日)
3. *沖上和希, 山家 椋太, 速水 賢: 「Engineering a Skyrmion Crystal in

Ferromagnetic/Antiferromagnetic Bilayers Based on Magnetic Frustration Mechanism」令和4年度 新学術領域研究「量子液晶の物性科学」領域研究会（名古屋大学、2022年12月8-10日）

4. *山家 椋太, 速水 賢: 「Sublattice-dependent skyrmion crystals in an itinerant honeycomb magnet」令和4年度 新学術領域研究「量子液晶の物性科学」領域研究会（名古屋大学、2022年12月8-10日）
5. *桐越 研光, 速水 賢: 「反強磁性金属の内因性非線形ホール効果」第1回アシンメトリ量子研究会（大阪大学、2022年8月9-10日）

5. 国際学会および国際シンポジウムの組織で（開催年月日を入れる）

<主催（委員長）>

<組織・運営委員>

<座長>

6. 在外研究

7. 科研費、助成金等の取得状況

北 孝文

1. 「超流動相における異常長距離相関の理論的研究」科学研究費補助金基盤研究(C)（一般）（2019年～2022年）

速水 賢

1. 「らせん構造に立脚した新規トポロジカル磁性体の理論的研究」国立研究開発法人科学技術振興機構 さきがけ「トポロジカル材料科学と革新的機能創出」領域（2020～2023年度）
2. 「拡張多極子による交差相関物性・量子伝導の系統的理解と機能物質探索への展開」科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2021～2024年度)
3. 「時間・空間反転およびゲージ対称性の破れを伴う電子液晶相の研究」科学研究費補助金 新学術領域研究（研究領域提案型）「量子液晶の物性科学」公募研究（2022～2023年度）
4. 「スピン軌道結合系イリジウム酸化物の逐次新奇相転移と電流誘起交差相関物性の解明」科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2022～2025年度)、研究代表者：松平 和之 教授（九州工業大学）
5. 「中性子散乱による量子磁性研究の新展開」科学研究費補助金 基盤研究 (A) (2022～2026年度)、研究代表者：佐藤 卓 教授（東北大学）

8. その他

1. 八城愛美:

日本物理学会領域 8 学生優秀発表賞

「磁性体中における多極子の分類論」(2021 年 3 月 31 日)

作成上のお願ひ

1. 成果発表や学術講演の関係は例年どおり、年(1月～12月)です。
2. 「7. 科研費、助成金等の取得状況」には、シンポジウム開催経費・設備更新費など、取得した全ての経費を含みます。
3. その他には、受賞、表彰、外国の科学アカデミー会員、学会および学外の研究組織の役職、特異な研究活動などを書いてください。

部門長 根本 幸児

運営委員 末廣 一彦