

量子液晶の物性科学

News Letter Vol.8

2023年1月発行

目次

1. 第2期公募研究キックオフミーティング報告	芝内孝禎 1
2. QLCチャンネルより	
Beyond 5Gの実現に新たな光 キラル磁気超構造が示す集団共鳴運動の観察に成功 島本雄介、戸川欣彦 5	
3. 最近の研究から	
新奇な電子物性・革新的な電子機能を示す結晶性固体の物質開拓	岡本佳比古 6
三角格子上で死んだはずのスピンが示す量子臨界性	清水康弘 7
磁気スキルミオンで熱流を曲げる	有馬孝尚 8
4. その他	
●若手海外派遣報告	
イタリア出張報告書	木村健太 9
Highly Frustrated Magnetism (HFM) 2022 in Paris, France	Rico Pohle 10
フランス・パリでの放射光 X線弾性散乱会議参加報告	三澤龍介 11
バンクーバー滞在報告	六本木雅生、小河弘樹 12
M ² S (バンクーバ) への海外派遣報告	田財里奈 13
国際会議参加とフランクフルトでの短期滞在実験	杉浦榮理 14
オランダでの国際学会参加及びケルン大学への派遣報告書	渡辺義人 15
フランスの夏の学校 SUCCESS-2022 参加報告	影山遼一、大西朝登 16
●人事異動・受賞報告・アウトリーチ・メディア報道・プレスリリース	17
●開催報告	19
●支援プログラムの紹介	21
●今後の予定	21
●編集後記	21



新学術領域研究 令和元年度～5年度

量子液晶の物性科学

Quantum Liquid Crystals

<http://qlc.jp/>

第 2 期公募研究キックオフミーティング報告

B01 班 芝内 孝禎

本領域の研究がスタートして今年度で 4 年目に入っておりますが、今年度よりスタートしました第 2 期公募研究では、A01 班が 7 名、B01 班が 11 名、C01 班が 5 名、D01 班が 3 名の計 26 名の研究代表者に参画していただいております。2022 年 6 月 17 日（金）および 18 日（土）の日程で、第 2 期公募研究キックオフミーティングを開催し、各公募研究メンバーが本領域で目指す研究についてご紹介いただきました。今回は、東京大学柏キャンパス内、物性研究所 6 階大講義室、およびオンライン（Zoom）を用いたハイブリッド開催となりました。2 日間でのべ 175 名（現地参加：48、オンライン参加：127）の参加があり、活発な議論がなされました。今まで、コロナ禍のため、オンラインのみの会議が多く、第 1 期公募研究ではキックオフミーティングをはじめ、現地で集合する機会はほとんどなかったですが、第 2 期公募研究では、対面での議論を活発化させていきたいと思っておりますので、ご協力のほどよろしくお願いいたします。

なお、キックオフミーティングのプログラムは次ページ以降に掲載しております。また、下記キックオフミーティングのホームページでもご覧いただけます。各公募研究の内容につきましては、本領域ニュースレターの Vol.7 にて紹介されておりますので、そちらも合わせてごらんいただければと存じます。また、ミーティングの様子を下記写真でご紹介させていただきます。

本「量子液晶」領域では、バラエティに富んだ研究手法および研究対象の公募研究の参画により、今後研究を加速させたいと考えておりますので、関係者の皆様のさらなるご協力を是非よろしくお願いいたします。



ミーティング HP: <http://qlc.jp/2022/04/07/2nd-por-kickoffmeeting/>

芝内孝禎（東京大学・新領域創成科学研究科・教授）

新学術領域研究「量子液晶の物性科学」
第 2 期公募研究キックオフミーティング プログラム

Friday, June 17th.

Opening

10:00-10:10 領域代表：芝内孝禎 / SHIBAUCHI, Takasada (University of Tokyo)
“はじめに”

Session 1:

Chair : OHGUSHI, Kenya

10:10-10:15 **計画 A01** 班長：大串研也 / A01 Group Leader : OHGUSHI, Kenya (Tohoku University)
“A01 説明”

10:15-10:35 **公募 A01** 勝藤拓郎 / KATSUFUJI, Takuro (Waseda University)
“軌道自由度による超構造を用いた量子液晶状態の探索”
(Search for quantum liquid crystals using superstructures with orbital degrees of freedom)

10:35-10:55 **公募 A01** ヒルシュベルガー マックス / HIRSCHBERGER, Max (University of Tokyo)
“Planar Hall effect related to formation of short-period spin textures”

10:55-11:15 **公募 A01** 打田正輝 / UCHIDA, Masaki (Tokyo Institute of Technology)
“分子線エピタキシー成長による人工ネマティック構造の創製”
(Creation of artificial nematic structures by molecular beam epitaxy)

11:15-11:35 **公募 A01** 松野丈夫 / MATSUNO, Jobu (Osaka University)
“界面に誘起されるトポロジカル磁気構造の微視的機構解明”
(Microscopic mechanism of topological magnetic structures induced at interfaces)

11:35-11:55 **公募 A01** 佐々木孝彦 / SASAKI, Takahiko (Tohoku University)
“分子ダイマーダイポールが創成する量子パイ電子液晶”
(Quantum π -electrons liquid induced by molecular dimer dipole)

11:55-12:15 **公募 A01** 内田幸明 / UCHIDA, Yoshiaki (Osaka University)
“光磁気効果測定による液晶中のスピン拡散の機構解明”
(Elucidation of the mechanism of spin diffusion in liquid crystals by measuring magneto-optical effects)

--- break ---

Session 2:

Chair : HANAGURI, Tetsuo

13:30-13:35 **計画 B01** 班長：花栗哲郎 / B01 Group Leader : HANAGURI, Tetsuo (RIKEN)
“B01 説明”

13:35-13:55 **公募 B01** 井原慶彦 / IHARA, Yoshihiko (Hokkaido University)
“カゴメ遍歴磁性体における強磁場誘起量子液晶相の微視的研究”
(Microscopic study for field-induced quantum liquid crystal state in itinerant kagome magnet)

13:55-14:15 **公募 B01** 今城周作 / IMAJO, Shusaku (University of Tokyo)
“パルス強磁場中超音波測定を用いた FFLO 状態におけるネマティック性の検証”
(Investigation of nematicity in the FFLO state using ultrasound measurements
in pulsed high magnetic fields)

- 14:15-14:35 **公募 B01** 米澤進吾 / YONEZAWA, Shingo (Kyoto University)
“ネマティック電子液晶が形成するカイラル超伝導の磁気光学カー効果”
(Magneto-optical Kerr effect study on chiral superconductivity formed by nematic electron liquid crystals)
- 14:35-14:55 **公募 B01** 末次祥大 / SUETSUGU, Shota (Kyoto University)
“量子スピン液体における回転対称性の破れとトポロジカル相転移”
(Topological transition and rotational symmetry breaking in quantum spin liquids)
- 14:55-15:15 **公募 B01** 浅場智也 / ASABA, Tomoya (Kyoto University)
“3 色超格子におけるヘリカル超伝導相の探索”
(Exploring helical superconductivity on tricolor superlattices)
- 15:15-15:35 **公募 B01** 鄭国慶 / ZHENG, Guo-qing (Okayama University)
“磁場による電子対液晶状態の制御及び物性の精密測定”
(Magnetic-field tuning of spin triplet superconductivity and precise measurements)

--- break ---

Session 3:

Chair : KONTANI, Hiroshi

- 16:00-16:05 **計画 C01** 班長：紺谷浩 / C01 Group Leader : KONTANI, Hiroshi (Nagoya University)
“C01 説明”
- 16:05-16:25 **公募 C01** 速水賢 / HAYAMI, Satoru (University of Tokyo)
“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”
(Electronic nematic phase under the breaking of time-reversal, spatial inversion, and gauge symmetries)
- 16:25-16:45 **公募 C01** 川崎猛史 / KAWASAKI, Takeshi (Nagoya University)
“キララル古典異方粒子系におけるトポロジカル相の制御”
(Control of topological phases in chiral anisotropic particle systems)
- 16:45-17:05 **公募 A01** 平井大悟郎 / HIRAI, Daigorou (Nagoya University)
“スピン軌道相互作用に由来するスピン液晶相の解明と物質開発”
(Material search and investigation of spin-nematic state induced by spin-orbit interaction)
- 17:05-17:25 **公募 B01** 中島正道 / NAKAJIMA, Masamichi (Osaka University)
“精密反射率測定によるネマティックドメイン及びそのダイナミクスの観測”
(Observation of a nematic domain and its dynamics by precise reflectivity measurement)
- 17:25-17:45 **公募 B01** 黒田健太 / KURODA, Kenta (Hiroshima University)
“CeSb の「悪魔の階段」で発現する異方的な電子状態”
(Emergence of anisotropic electronic states in devil's staircase of CeSb)
- 17:45-18:05 **公募 B01** 寺嶋太一 / TERASHIMA, Taichi (NIMS)
“層間抵抗測定と面内磁場を活用した鉄系超伝導体ネマチック相の電子状態研究”
(Electronic nematic state in iron-based superconductors studied via interlayer resistivity measurements in magnetic fields)

- 18:05-18:25 **公募 D01** 岡村嘉大 / OKAMURA, Yoshihiro (University of Tokyo)
“トポロジカルスピン構造に由来した磁気光学応答”
(Magneto-optical responses derived from topological spin structures)

Saturday, June 18th.

Session 4:

Chair : KOBAYASHI, Kensuke

- 09:30-09:35 **計画 D01** 班長：小林研介 /
D01 Group Leader : KOBAYASHI, Kensuke (University of Tokyo)
“D01 説明”
- 09:35-09:55 **公募 D01** 小野瀬佳文 / ONOSE, Yoshinori (Tohoku University)
“対称性が破れた磁性体における熱・スピン新機能”
(Novel spin or thermal functionalities in symmetry-broken magnets)
- 09:55-10:15 **公募 D01** 新見康洋 / NIIMI, Yasuhiro (Osaka University)
“スピン流を用いたスピン液晶の磁化制御”
(Magnetization switching of spin liquid crystals using spin current)
- 10:15-10:35 **公募 B01** 塩見雄毅 / SHIOMI, Yuki (University of Tokyo)
“スピン流でプローブする鉄系超伝導体の電子ネマティック秩序”
(Electronic nematicity probed by spin currents in iron-based superconductors)
- 10:35-10:55 **公募 B01** 石川孟 / ISHIKAWA, Hajime (University of Tokyo)
“パルス強磁場磁化・歪み測定によるスピンネマティック相の検証”
(Investigation of spin nematic state via magnetization and
magnetostriction measurements in strong pulsed magnetic field)
- 10:55-11:15 **公募 C01** 赤城裕 / AKAGI, Yutaka (University of Tokyo)
“磁性体におけるスピン液晶スキルミオンの開拓”
(Exploring spin nematic Skyrmions in quantum magnets)
- 11:15-11:35 **公募 C01** 大同暁人 / DAIDO, Akito (Kyoto University)
“超伝導電流による広義電子対液晶の物性探索・制御”
(Search and control of pair liquid crystals by supercurrent)
- 11:35-11:55 **公募 C01** 水島健 / MIZUSHIMA, Takeshi (Osaka University)
“超伝導液晶における非平衡現象”
(Nonequilibrium phenomena of superconductors with liquid crystal order)

Closing

- 11:55- 評価委員 / Evaluation Committee Members Comments
“コメント”
領域代表：芝内孝禎 / SHIBAUCHI, Takasada (University of Tokyo)
“おわりに”

Beyond 5G の実現に新たな光 キラル磁気超構造が示す集団共鳴運動の観察に成功

D01 班 島本 雄介、戸川 欣彦

キラル磁気ソリトン格子 (Chiral Soliton Lattice: CSL) の集団素励起に関する研究成果[1]について、Youtube QLC チャンネルに解説動画を投稿しました。キラル磁性結晶に発現する CSL は、スピンがらせん状にねじれた部位 (ソリトン) が周期的に整列した磁気秩序です。その周期は磁場強度に応じて変化することから、CSL は周期変調が可能な磁気超格子とみなすことができます。磁気超格子の並進対称性の破れに応じて CSL フォノンと呼ばれる素励起が出現することが理論研究[2]で予言されましたが、これまで実験で観測されたことはありませんでした。我々は、マイクロ波分光法を用いて CrNb_3S_6 結晶の高周波特性を精査し、CSL フォノンを観測することに成功しました。さらに、実験データの解析から反対称性交換相互作用 (ジャロシンスキー・守谷相互作用) とハイゼンベルグ型交換相互作用の大きさを見積もることに成功しました。実験データの詳細については、「量子液晶」ニュースレター Vol.5 (2021 年 7 月) にも記載しておりますので、そちらも併せてご覧いただければと思います。

本研究成果は、サブテラヘルツ帯域まで磁気共鳴の周波数を変調するための新たな指導原理となります。日本では数 GHz から数十 GHz の周波数帯域を利用する第 5 世代移動通信システム(5G)の商用化が進んでいますが、無線通信をさらに大容量化するには周波数帯域を大幅に拡張することが求められています。2020 年には総務省が 5G の次の世代である Beyond 5G として 100 GHz 以上の周波数帯域の活用の戦略策定を開始しています。最近では、次世代情報通信技術の研究開発を支援する基金が情報通信研究機構に新設されることが発表される[3]など、研究はますます活発になっています。

マイクロ波を共鳴吸収する磁性材料は、共鳴周波数の可変性を活かしてバンドパスフィルターに利用され、高周波計測装置に実装されています。磁性材料は高周波技術開発に必要不可欠です。しかしながら、既存の強磁性材料の動作可能周波数は数 GHz から 70 GHz 程度に留まっており、次世代通信技術の開発には全く新しい磁気共鳴原理の活用が求められています。

CSL フォノンは従来の強磁性共鳴より高周波かつ広帯域な範囲で現れます。また、小さな磁場変化で共鳴周波数を変調することが可能です。実験に用いたネットワーク・アナライザの上限周波数は 40 GHz であり本実験での検出限界を与えていましたが、理論解析から 3 つ目の高次モードは 100 GHz を超えて成長すると見積もられます(図 1)。元素置換した CrTa_3S_6 結晶ではその物質パラメーターから CSL フォノンの周波数がさらに高くなり、高次モードは 550 GHz に到達すると予測されます。このように CSL を発現する磁性体はサブテラヘルツ帯域で動作可能な高周波磁性材料として次世代通信システムの技術開発に大きく貢献すると期待されます。今後、物質探索を進めていくことで、室温動作や減衰特性の向上が期待できます。

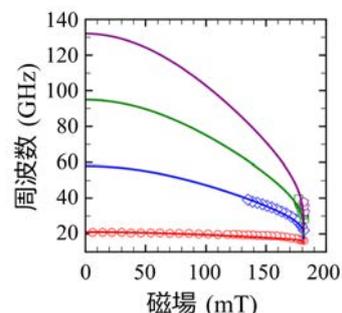


図 1. CSL フォノンの実験データと理論曲線.

<https://youtu.be/nwMaBgwIjbM>

参考文献

- [1] Y. Shimamoto, Y. Matsushima, T. Hasegawa, Y. Kousaka, I. Proskurin, J. Kishine, A. S. Ovchinnikov, F. J. T. Goncalves, and Y. Togawa, Phys. Rev. Lett. **128**, 247203 (2022) [<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.247203>]
[2] J. Kishine and A. S. Ovchinnikov, Phys. Rev. B **79**, 220405(R) (2009).
[3] 情報通信研究機構「Beyond 5G/6G White Paper」(2022 年 3 月公開) [<https://beyond5g.nict.go.jp/download/index.html>]
Press Release available in Japanese [https://www.omu.ac.jp/info/research_news/entry-00903.html]
English [<https://www.omu.ac.jp/en/info/research-news/entry-17673.html>]

研究室 HP: <https://www.pe.osakafu-u.ac.jp/pe1/>

島本 雄介 (大阪公立大学・工学研究科・博士研究員)

戸川 欣彦 (大阪公立大学・工学研究科・教授)

新奇的な電子物性・革新的な電子機能を示す結晶性固体の物質開拓

A01 班 岡本 佳比古

私事で申し訳ありませんが、2022 年 4 月に名古屋大学工学研究科から東京大学物性研究所に異動いたしました。現在、新しい研究室の立ち上げを行っているところです。これまでにない変わった電子物性や革新的な電子機能を示すような、結晶性固体の新物質を開拓するサイトとして、研究室を確立できるように努力します。これまでの研究では d 電子系を主な対象としてきましたが、もう少し広く、なるべく結晶性固体の全体を見渡して物質開拓を行いたいとも思っています。本新学術領域の分担者としては、量子液晶の完全解明に繋がるような、変わった超伝導体やフラストレート磁性体を見つけられるよう、努力いたしますので、引き続きよろしくお願いたします。図 1 は本年度初めて行った大学生向けの研究室紹介に使ったスライドです。このように様々な出口を見据えて、興味深い物質を発見していきたいですが、本稿では、そのうち超伝導体と磁性体に関する最近の成果を紹介いたします。



図 1. 研究室の紹介スライドから。

三元スカンジウムテルル化物 Sc_6MTe_2 における超伝導

我々は最近、六方晶の結晶構造をもつ Sc_6MTe_2 が、7 種類の遷移金属 $\text{M} = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Ru}, \text{Rh}, \text{Os}, \text{Ir}$ の場合にバルク超伝導を示すことを見出しました[1]。このうち $\text{M} = \text{Fe}$ では、最も高い超伝導転移温度 $T_c = 4.7 \text{ K}$ をもつ強結合超伝導を示します。このような超伝導の発現にとって Fe の $3d$ 電子が寄与している可能性が高く、電子相関や磁性の役割に興味をもたれます。一方、 $\text{M} = \text{Os}$ と Ir ではパウリリミットを超える高い上部臨界磁場 H_{c2} が観測され、これには $5d$ 元素の強いスピン軌道結合が寄与している可能性が高いです。このように、本物質系は $3d, 4d, 5d$ 遷移金属の全ての場合に超伝導を示し、 $3d$ や $5d$ 電子の特徴が超伝導特性に現れる点でユニークな d 電子系超伝導体の新しいファミリーであり、今後の展開に期待しています。

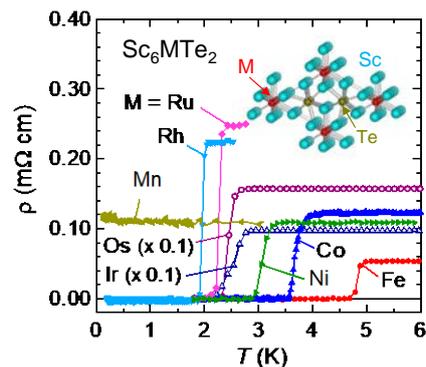


図 2. Sc_6MTe_2 多結晶試料の電気抵抗率。

Cr 化合物磁性体における磁場誘起歪 磁場中で金属強磁性体の形や体積が変化する現象は磁歪と呼ばれ、ありふれた現象ですが、反強磁性体において磁場中で大きな歪を示す物質はほとんど知られていません。我々は、Cr が磁性を担う反強磁性体 $\text{LiInCr}_4\text{S}_8$ と AgCrS_2 において、9 T の磁場を加えることで最大で 700 ppm を超える大きな磁場誘起歪現象を見出しました[2]。これらの物質では、金属強磁性体の場合と異なり大きな歪の実現にとって反強磁性体秩序が重要な役割を担います。そのため大きな歪は低温の反強磁性秩序温度付近でのみ現れますが、最近我々は、Cr テルル化物において、9 T の磁場を加えたときに室温を含む幅広い温度領域で 1000 ppm を超える体積変化を実現しました。これはインバー合金に匹敵する巨大な体積変化であり、Cr 化合物磁性体が新しい磁歪材料候補として大きなポテンシャルをもつことを示します[3]。

参考文献

- [1] Y. Shinoda, Y. Okamoto, Y. Yamakawa, D. Hirai, and K. Takenaka, submitted.
- [2] T. Kanematsu, Y. Okamoto, and K. Takenaka, *Applied Physics Letters* **118**, 142404 (2021) [DOI: 10.1063/5.0046522].
- [3] Y. Kubota, Y. Okamoto, T. Kanematsu, T. Yajima, D. Hirai, and K. Takenaka, arXiv.2211.13388.

研究室 HP: <https://yokamoto.issp.u-tokyo.ac.jp/>

三角格子上で死んだはずのスピンの量子臨界性

B01 班 清水 康弘

電子間の強いクーロン反発のために電子が動けない状態では、自転自由度であるスピンの整列するか否かで基底状態が決まる。整列したほうが、エネルギー的にも気分的にも落ち着くだろう。整列しないと量子ゆらぎに支配された量子スピン液体とよばれる新たな量子秩序状態へと凝縮する可能性がある。実際の物質では、その前に大きな落とし穴が待ち構えている。Valence bond solid(VBS)とよばれるスピンの死んだ非磁性状態である。通常は格子変形を伴い、2つのスピンの対をつくって安らかに眠る。ただし、三角格子などの幾何学的フラストレーション系では、いくつかの valence bond が縮退する。相転移を現象論的に記述する Landau-Ginzburg-Wilson 理論によると、異なる秩序変数をもつ状態間の相転移は一次転移となる。一方、VBS から量子ゆらぎによって起こる相転移は二次転移となり、非束縛スピノンの分数励起が支配的な量子スピン液体相が現れること [deconfined quantum criticality(DQC), 図 1(a)]が提案されている [1]。それを実証する候補物質が、有機分子からなる擬一次元三角格子 κ -(ET)₂B(CN)₄ ($J'/J=2$)である[図 1(b)]。

一次元方向の交換相互作用は $J=236$ K であるが、 $T_c=5$ K 以下でようやく VBS 状態に落ち込む[2]。VBS を安定化するスピンギャップは、磁場をかけると瞬く間に消えて常磁性状態へと移る。内部磁場をみる核磁気共鳴(NMR)実験から、高磁場相は反強磁性的な秩序($T_N=2$ K)をもつことが示された[3]。核スピン格子緩和率 $1/T_1$ も、連続的なスピンギャップの消失に伴う DQC 的な振る舞いを示す[図 1(b)]。このような臨界現象は、ブラックホールからのホーキング放射のホログラフィーと共通した共形場理論で記述されるが、壮大な宇宙の問題が量子磁性体でコンパクトに研究できるのは魅力的である。多様な量子液晶で見られる階層構造も究極的には、ホログラフィックな現象として理解できるかもしれない。

一次元方向の交換相互作用は $J=236$ K であるが、 $T_c=5$ K 以下でようやく VBS 状態に落ち込む[2]。VBS を安定化するスピンギャップは、磁場をかけると瞬く間に消えて常磁性状態へと移る。内部磁場をみる核磁気共鳴(NMR)実験から、高磁場相は反強磁性的な秩序($T_N=2$ K)をもつことが示された[3]。核スピン格子緩和率 $1/T_1$ も、連続的なスピンギャップの消失に伴う DQC 的な振る舞いを示す[図 1(b)]。このような臨界現象は、ブラックホールからのホーキング放射のホログラフィーと共通した共形場理論で記述されるが、壮大な宇宙の問題が量子磁性体でコンパクトに研究できるのは魅力的である。多様な量子液晶で見られる階層構造も究極的には、ホログラフィックな現象として理解できるかもしれない。

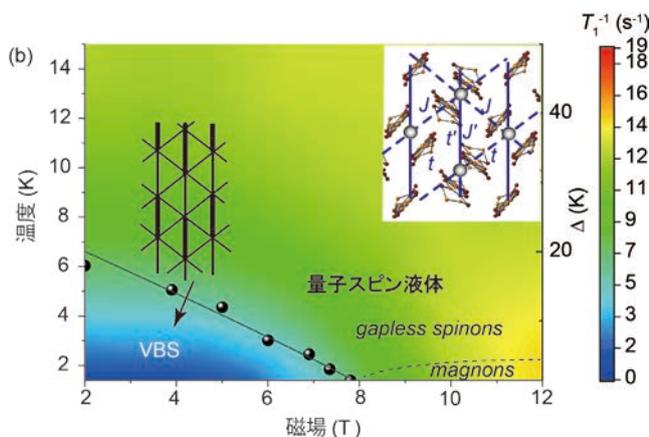
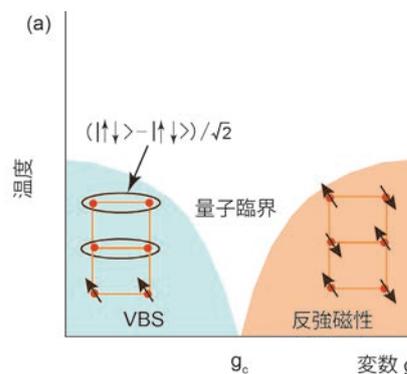


図 1: (a)valence bond solid と反強磁性秩序の間で起こる量子相転移。(b) κ -(ET)₂B(CN)₄ の $1/T_1$ とスピンギャップの磁場依存性。挿入図は、結晶構造および VBS 状態。

参考文献

- [1] T. Senthil, A. Vishwanath, L. Balents, S. Sachdev, M. P. A. Fisher, *Science* **303**, 1490 (2004).
- [2] Y. Yoshida *et al.* *Nature Physics* **11**, 679-683 (2015)[DOI: 10.1038/NPHYS3359].
- [3] Y. Shimizu *et al.* *Phys. Rev. Research*, **3**, 023145 (2021) [DOI: 10.1103/PhysRevResearch.3.023145].

研究室 HP: http://i-ken.phys.nagoya-u.ac.jp/index_j.html

清水康弘 (名古屋大学・理学研究科・講師)

磁気スキルミオンで熱流を曲げる

D01 班 有馬 孝尚

古典的な液晶では、さまざまな配向欠陥が知られています。例えば、図 1 左のようにある点の周りで細長い分子が回転するように配列することがあります。同じように電子の磁気モーメントにおいても、配向欠陥が生じることがあります。例えば、図 1 右のように、多くの磁気モーメント (矢印) が上を向いているのにある場所の付近のみでは下を向いていて、そこを取り囲む領域では矢印が周回するようなのものが知られています。このような磁気モーメントの配列欠陥は、物理学者の T. Skyrme が提唱した連続場中の粒子モデルにちなんで、磁気スキルミオンと呼ばれています[1]。

この磁気スキルミオンの上を電子が運動するとき、その電子が持つスピンと下地の磁気スキルミオンの間に相互作用が働きます。その結果、電子に対して横向き力が働き、結果として電子が曲がって進むようになります (ホール効果)。

では、動ける電子がない絶縁体では、磁気スキルミオンはどのような物性機能を持つのでしょうか。一般的に、絶縁体中を伝わるものとして、熱や音や光が考えられます。本研究では、熱の流れに対する磁気スキルミオンの効果を調べることにしました。

実験対象には GaV_4Se_8 という物質を選びました。私たちは、以前、この物質が低温磁場下で磁気スキルミオンが 20 ナノメートル (0.02 ミクロン) 程度の間隔で三角格子を組んでいることを発見しています[2]。熱が曲がって進む現象 (熱ホール効果) の測定には特殊な技術が必要ですので、専門家である東京大学物性研究所の山下先生にお願いすることにしました。単結晶を冷やして外部磁場を印加し、一方向に熱を流して、それと平行な方向と垂直方向に出現する温度勾配を測定していただきました。その結果、図 2 に示すように、磁気スキルミオンの三角格子が現れる温度と磁場の領域のみで、大きな熱ホール効果が観測されることを発見しました[3]。

磁性を示す絶縁体においては、熱は、格子振動あるいは電子スピンの歳差運動によって運ばれることが知られています。私たちは、熱ホール効果の起源は電子スピンの歳差運動であると考えています。

参考文献

[1] T. H. R. Skyrme, *Nuclear Phys.* **31**, 556 (1962).

[2] Y. Fujima, N. Abe, Y. Tokunaga, and T. Arima, *Phys. Rev. B* **95**, 180410(R) (2017).

DOI:10.1103/PhysRevB.95.180410.

[3] M. Akazawa, H.-Y. Lee, H. Takeda, Y. Fujima, Y. Tokunaga, T. Arima, J. H. Han, M. Yamashita, *Phys. Rev. Research* **4**, 043085 (2022). DOI:10.1103/PhysRevResearch.4.043085.

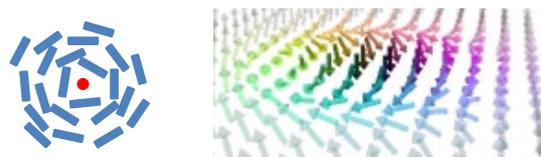


図 1: 液晶における渦状の欠陥 (左) と強磁性体における磁気スキルミオン欠陥 (右)。

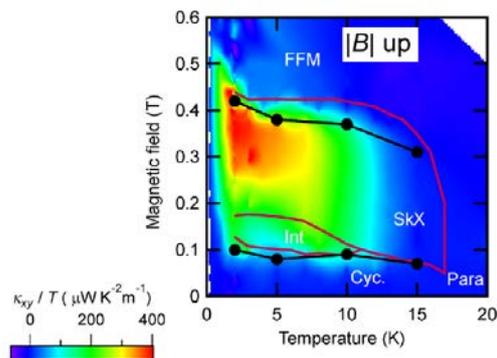


図 2: GaV_4Se_8 の熱ホール効果の大きさを温度 (横軸) と磁場 (縦軸) の平面において色で表した[3]。図中の FFM, SkX, Cyc, Para は、それぞれ、強制強磁性、磁気スキルミオン格子、サイクロイド、常磁性を意味している。

研究室 HP: <http://symm.k.u-tokyo.ac.jp/index.html>

有馬孝尚 (東京大学・新領域創成科学研究科・教授)

イタリア出張報告書

木村 健太

この度、新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の若手海外派遣制度にご支援いただき、イタリアで開催された国際会議「15th International Conference on Modern Materials and Technologies (CIMTEC2022)」に参加し、招待講演を行いましたので報告いたします。この会議は 2 部構成となっており、6 月 20～24 日には 15th International Ceramics Congress が、6 月 25～29 日には 9th Forum on New Materials がそれぞれ開催されました。私は後半部に参加しました。会議の開催地となったペルージャはローマの北約 150km に位置しており、とても閑静で落ち着いた都市でした。私の滞在したホテルは高台にあり、そこから見えるペルージャの街並みは素晴らしいものでした (図 1)。

それでは本題に入ります。CIMTEC は世界各国の物質科学コミュニティに属する研究者が集う国際会議です。私の参加した 9th Forum on New Materials では、オープニングセレモニーやその後のプレナリー講演への参加者はおおよそ 300 人程度だったと思います。新型コロナウイルス渦中という状況下にも関わらずこれだけの人が集まったということから、CIMTEC は規模の大きな会議だということが窺えました。対象とするトピックは非常に広範囲でした。例えば、会議初日には、国際原子力機関(IAEA)による脱炭素社会に向けた核燃料サイクル等に関するプレナリー講演がありましたし、会議 2 日目以降の各セッションにおいても、磁性体、強誘電体、発光物質、光触媒、熱電物質、生体物質、構造物質、ポリマー、メタマテリアル、二次元ナノ物質など、多種多様な物質系に関する様々な発表が行われました。また、多くのセッションの題目には「Applications」という用語が含まれており、全体的には応用を指向とした発表が多かったように思います。私が主に参加したセッション“Recent Achievements in Multiferroic and Magnetoelectric Materials”においても、磁性の電圧制御を原理とする低消費電力メモリ(MERAM)の室温動作の実証など、応用を明確に意識した研究の発表がいくつもありました。

私の招待講演では、磁性体における特殊な光学応答に関する研究成果を紹介しました (図 2)。具体的には、光の進行方向の反転により光の吸収具合が変化するという「非相反光吸収」という現象に関して、巨大な非相反光吸収を示す物質の発見や、この現象を用いた反強磁性磁区構造の可視化について紹介しました。セッション終了後、私の次の講演者であった先生から興味深い発表であったとお声がけいただき、これをきっかけにその先生のご研究内容を詳しく聞くことができました。その先生のグループでは、分子性強誘電体の合成に 3D プリンタ技術を用いているようです。様々な研究分野で 3D プリンタの利用が急速に普及していますが (本会議でも 3D プリンタに関するセッションがありました)、物質合成への利用が既に始まっていることに関しては、私は恥ずかしながら知りませんでした。自身の研究成果を海外研究者に発信できたという点だけではなく、国外研究のトレンドを知ることができたという点においても、本国際会議への参加は大変有意義なものでした。本国際研究集会への参加の機会を与えて下さった新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の関係者各位に心より感謝申し上げます。



図 1. ペルージャの街並み

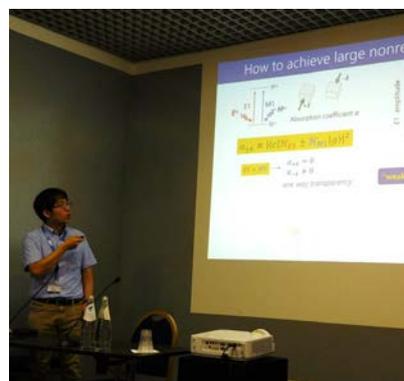


図 2. 筆者の発表の様子

Highly Frustrated Magnetism (HFM) 2022 in Paris, France

C01: Rico Pohle

The HFM is a series of conferences with more than 20 years of history. Organized every 2nd year, alternately in Asia, Europe and America, its particular focus lies on frustrated magnetism in quantum and classical systems, observed in both experiment and theory.

Thanks to the “QLC Overseas Visiting Program for Your Researchers and Students”, I was able to attend the “11th International Conference on Highly Frustrated Magnetism 2022”, organized in Paris, France. The conference was held from 20th to the 25th of June 2022, at the “Campus des Cordeliers” as part of the Sorbonne University, right in the city center of Paris.

With ~260 participants on-site, and ~70 people attending online, the conference enjoyed high popularity and was a great success. The whole first day was allocated for tutorials, aiming at students and researchers new to the field. With a general introduction to magnetic frustration, neutron scattering techniques, advanced numerical methods, and experimental probes (ESR, μ SR, NMR), the audience had been prepared for the coming 5 days of intense conference schedule. Topics covered at the HFM ranged from triangular, kagome, Kitaev, and pyrochlore systems to skyrmions, nematics, quasi-1D and thermal or anomalous Hall effects. Oral presentations were given in a single session (no parallel sessions), which guaranteed for 66 high-quality talks, complemented with 158 posters on site and 43 posters online.

On day 3, I presented my research results in form of a poster under the title “*Spin liquid and nematic states in the spin-1 honeycomb Kitaev model with bilinear biquadratic interactions*”. The purpose of our study is to show that the competition between spin-liquid and spin-nematic phases in spin-1 magnets can promote exotic states of matter, as e.g., a 1D chain phase, with dominant magnetic correlations in a dimensionally reduced sub-space, and an extensively degenerate chiral spin liquid made of noncoplanar spin configurations [1]. Intensive discussions during and after my poster session with experts in my field gave me new ideas for current and future projects.

Travel restrictions due to the COVID-19 pandemic forced us into physical isolation for nearly 3 years, by now. Attending the HFM in person reminded me of how exciting and important face-to-face discussions are. I hope remnants of the pandemic will be under control soon, such that international travel becomes freely possible again. Then, hopefully, easier travel allows even more participants to physically attend the next HFM, scheduled for 2024 in India.

References

[1] R. Pohle, N. Shannon, & Y. Motome, arXiv:2212.10040.



Group photo of participants at the Highly Frustrated Magnetism (HFM) conference from 20th - 25th of June 2022, opposite side of the entrance to the “Campus des Cordeliers”, Sorbonne university, Paris, France.

Group HP: <http://www.motome-lab.t.u-tokyo.ac.jp/>

Rico Pohle (Univ. of Tokyo • Department of Applied Physics • Project Researcher)

フランス・パリでの放射光 X 線弾性散乱会議参加報告

三澤 龍介

この度、新学術研究「量子液晶の物性化学」若手海外派遣制度のご支援を賜り、2022 年 6 月 28 日～7 月 2 日にフランス・パリにて開催された国際学会「the 5th international conference on Resonant Elastic X-ray Scattering (略称: REXS)」に参加および口頭による発表を行いましたのでご報告いたします。

会議は 5 区、パリの中でも特に古い建物が現存し、古くから学生街として知られる区域に位置する旧パリ第六大学(Université Pierre-et-Marie-Curie, 現ソルボンヌ大)の講堂で執り行われました。19 世紀の石造りアパートマンや学生のための古びたカフェに囲まれた中に、最新鋭の建築技術を生かした現代的なキャンパスがそびえる風景は大変刺激的でした。日本とは異なって、夏季は夜の 10 時ごろまで明るいこともあり、宿の周辺でも町は遅くまで学生の活気に包まれていました。会議最終日の夜には、セーヌ川のクルージングツアーに参加し、フルコースを楽しみながら会議の参加者とキャリアパスや日常生活について話し交流を深めました。

本会議では、放射光を用いた共鳴 X 線弾性散乱に関わる研究者が集まり、口頭発表やポスター発表を通して議論を交わしました。開催初日の午前中には、共鳴弾性散乱の理論的側面および実験手法に関する基本的な内容と最新の研究を概観する School セッションが設けられており、自らの研究分野の位置づけの再確認だけでなく、研究者としてのアウトリーチを考えるうえで大変参考になる情報を得ることができました。会議中で発表された内容は、コヒーレント光を用いたナノスケールでの磁気構造の 3 次元イメージングや、レーザー照射下での Co-Pt 薄膜の超高速な磁化の消失現象のフェムト秒時間分解観測、磁気構造の高空間分解能測定において、時間分解能を飛躍的に高める 2 次元画像の処理アルゴリズムのデモンストレーションなど多岐にわたり、最新測定技術を用いた共鳴弾性散乱の発展性について理解を深めることができました。また放射光実験施設 SOLEIL の見学を通して、最新の放射光回折実験設備に触れ、その運用についての知見を得ることができました。

私の発表は、反強磁性体 $\text{Pb}(\text{TiO})\text{Cu}_4(\text{PO}_4)_4$ における磁気四極子型の反強磁性ドメインを、円偏光軟 X 線を用いた共鳴 X 線回折における磁気散乱と ATS 散乱の干渉効果を利用して観測するというものでした。会議の専門とする内容に合致していたこともあり、特に実験的な側面から貴重な議論の機会をいただくことができました。私にとってコロナ禍以後久しぶりのオンサイトでの国際学会であり、初めて参加する専門的な学会であったために大変緊張した発表ではありましたが、温かく迎えてくださりフィードバックをいただいたことはよい経験となりました。

最後に、本国際研究集会への参加の機会を与えて下さった新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の関係者各位に心より感謝申し上げます。



図 1 旧パリ第 6 大学

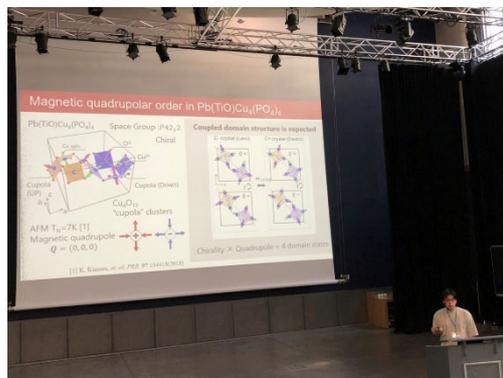


図 2 筆者発表の様子

バンクーバー滞在報告

B01 班 六本木 雅生、小河 弘樹

新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の若手海外派遣の支援を受けまして、2022 年 6 月 12 日から 7 月 23 日にかけてカナダ・バンクーバーに滞在し、バンクーバーのブリティッシュコロンビア大学(UBC)にある加速器施設 TRIUMF において鉄系超伝導体 $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ の μSR 測定を行ったほか、バンクーバー市街地の Vancouver Convention Centre において行われた M2S 国際会議に出席したため、報告いたします。

2018 年・2019 年に、東京大学の松浦氏らによって、TRIUMF において鉄系超伝導体 FeSe、および FeSe のセレンの一部を硫黄で置換した $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ の μSR 測定が行われ、超伝導状態において時間反転対称性が破れていることを示唆する結果が得られました。FeSe では電子系が自発的に回転対称性を破る電子液晶状態となることから直方晶状態での超伝導を示し、このような状態では双晶境界において時間反転対称性が破れる可能性が議論されています。また、置換の割合が一定以上になると正方晶の超伝導を示すようになる $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ の μSR 測定では、正方晶試料においても時間反転対称性の破れた超伝導が実現していることを示唆する結果が得られました。

今回の滞在では、FeSe のセレンの一部をテルルで置換した $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ においても超伝導状態において同様に時間反転対称性が破れているかどうかを確認するため、 μSR 測定を行いました。その結果、ゼロ磁場での μSR 測定からは、直方晶の $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ において時間反転対称性の破れを示唆する超伝導転移温度以下での内部磁場の発生が見られました。9 月に追加のビームタイムがあるため、正方晶の試料においても時間反転対称性が破れた超伝導が実現しているかどうかについて更なる情報が得られることを期待いたします。

また、3 年に一度開催される、超伝導分野における最大の会議の一つである M2S 国際会議に出席いたしました。六本木氏は発表も行い、超伝導研究の最先端に関する知見を深めることができました。本研究を遂行するにあたり、実験の機会を用意してくださった芝内先生、及びアメリカ・コロンビア大学の植村泰朋先生や、本実験やカナダでの滞在を全面的にサポートしてくださった UBC の小嶋健児先生をはじめ、様々な方のお世話になりました。UBC の Yipeng Cai さんには、実験手法について教えて頂いたほか、車での送迎など様々な部分でサポートして頂きました。また、同じく UBC の Mohamed Oudah さんは、我々が用意したサンプルと同様の組成をもつ試料を合成しており、それらと我々が用意した試料を合わせて実験を行うことを快諾して下さりました。中国科学院の Guoqiang Zhao さんには、測定や解析において手厚いご協力を頂きました。この場をお借りしてお礼申し上げます。最後に、このような有意義な機会を与えていただいた新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。



図 1:共同研究者の皆様 (TRIUMF 受付前にて撮影)



図 2: μSR 測定の実験装置

六本木雅生 (東京大学・新領域創成科学研究科・博士後期課程 1 年)

小河弘樹 (東京大学・新領域創成科学研究科・修士課程 1 年)

M²S(バンクーバ)への海外派遣報告

C01 班 田財 里奈

新学術領域「量子液晶の物性科学」の若手海外派遣の支援を受け、2022 年 7 月 17 日から 7 月 23 日の間、カナダ（バンクーバ）で開催された国際学会(M²S)に参加させて頂きましたので、ご報告させて頂きます。今回の海外出張は、私にとって新型コロナの流行が始まって以来、約 2 年ぶりの海外渡航でした。日本ではコロナの第 7 波の始まりの最中であつたので、渡航前は、本当に出張できるのか？と疑心暗鬼でした。でも、実際に渡航してみると、カナダではそれほどコロナに関する制約も少なく、会場でも自由に議論や発表が行える雰囲気、とても有意義な日々を過ごすことができました。

今回私は、カゴメ超伝導 AV_3Sb_5 における非従来型電荷秩序と超伝導相の関係についてというタイトルでポスター発表を行いました。ポスター発表は、ランチを食べ終わった人から随時行うということで、少し慌ただしいスケジュールではありましたが、国内外の理論・実験研究者の方々と活発に議論することが出来て、とても有意義な時間を過ごすことができました。ただ、カゴメ系の口頭発表のセッションは、キャンセルにより講演数が予定より減っており、その点は少し残念でした。また、ランチの時間は基本的に同じ会場で皆で食べるので、研究会の会期中を通して、たくさんの海外の大学院生や、若手研究者の方達とお話することができました（写真 1 は会場の外で最終日に撮りました）。時には数少ない女性同士で集まって、女子会？をしたり、院生や PD の人達とお互いの国の研究状況や就職情報を交換したり、楽しく時間が過ぎるのがあつという間でした。会期中の 1 日では、ブリティッシュコロンビア大学 (UBC) の実験施設に行つて、STM や ARPES などの最新の実験機器を見学してきました（写真 2）。一番印象に残っているのは、外界の揺れからの影響を減らすために、六角形に建物の地面を切り取っていたことです。何故だかは理解できていないですが、この形が 1 番良いとのことでした。

上記の様に、会期中はとても楽しく有意義に過ごすことができました。しかし、日本に帰国する時には、様々なハプニングに見舞われた人が多かつたようです。新型コロナに罹患してしまい、滞在延長になってしまつたり、日本に帰つてきてから陽性になつたり、というお話を風の便りに幾つか聞きました。新型コロナ以前よりも、海外の研究会に参加する不便は多いですが、やはりオンサイトで直接顔を合わせて議論したり、会話をすることの大切さというものにも気づくことが出来ました。今回の研究会参加へのご支援を頂き、ありがとうございました。



写真 1: 学会会場を出てすぐの港で撮影した写真。

会場はとても寒かつたので、外が暖かくて助かつた。



写真 2: ブリティッシュコロンビア大学 (UBC) の実験室ツアーに参加時の集合写真。高級な STM や ARPES を間近で見ることができて、貴重な経験となりました。

田財里奈（京都大学・基礎物理学研究所・助教）

国際会議参加とフランクフルトでの短期滞在実験

A01 班 杉浦 栞理

新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の若手海外派遣の支援を受けて、国際会議 ISCOM2022 (2022 年 9 月 25 日～9 月 30 日) およびフランクフルト大学での短期滞在実験 (2022 年 10 月 1 日～10 月 31 日) を行ってきましたのでご報告をいたします。

○ 国際会議 ISCOM2022 へポスター講演での参加

フランス南西部、ル・プリギユンの町にて開催された ISCOM2022 にポスター講演で参加をしてきました。ISCOM は 1990 年代半ばの初開催から隔年で開かれている有機物質分野での中心的なシリーズ国際会議で、国籍も身分も関係なく『閑静な郊外で 5 日間をひたすらに有機伝導体を舞台とした研究に関する議論に明け暮れる』というのが特徴です。新型コロナ感染症の世界的感染拡大による 1 年の延期を乗り越え 14 回目の開催となった今回も、講演中はもちろんのこと、会期中常に掲示されたポスターの前や会場前のソファ、毎食後のテーブルなど、至る所で熱い議論が交わされる様子を見ることができました。今回はポスターでの参加でしたが、講演時間のみならず会期中じっくりと私自身の最新の実験結果について多くの方と議論をすることができ、大変有意義な一週間となりました。

○ ゲーテ大学フランクフルト、Müller 研究室での短期滞在実験

フランスでの国際会議を終えた後ドイツ・フランクフルトへと移動し、ゲーテ大学フランクフルトの Müller 研究室にて一ヶ月の短期滞在を行いました。今回の滞在の目的は受け入れ先研究室が有する精密ノイズ測定を学び、私自身の研究テーマである有機超伝導体を用いた実験を行うことでした。経験の無い手法に最初は戸惑いもありましたが、J. Müller 教授をはじめ研究室の皆さんと議論を重ね、実験を繰り返すことで無事に実験データを得ることができました。(図 3) 今回得られた結果は、より詳細な解析や議論の後、学会等で発表する予定です。

日本とは異なる環境に身を置いたひと月は、私の研究生活においてとても刺激的な時間となりました。毎週開かれる研究室でのお茶会 (Coffee Time) では各々のマグカップを手に、研究室メンバーからの差し入れお菓子や手作りカップケーキを楽しみながら近況報告をしたり困りごとの相談をしたり。古くからの文化が今日の形で研究スタイルにも溶け込んでいることを感じました。研究に関することのみならず、異国での生活に関することまで相談に乗ってくださった J. Müller 教授をはじめ、実験を手伝ってくださった T. Thyzel さん、研究室の皆さんにはこの場をお借りして御礼申し上げます。最後に、有意義な海外渡航の機会を与えてくださった新学術領域研究会「量子液晶の物性科学」の皆様方に深く感謝申し上げます。



図 1: 海外の研究者と3年ぶりに交流。



図 2: ひと月を過ごしたゲーテ大学物理学科の実験棟。

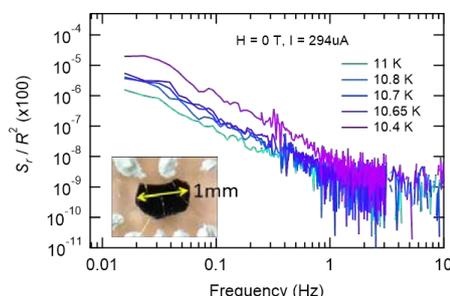


図 3: 滞在中に得られた実験データ(ノイズスペクトル)の一部。今後学会等で発表予定。

オランダでの国際学会参加及びケルン大学への派遣報告書

東大新領域物質系専攻 (有馬・徳永研究室) 渡辺 義人

この度、新学術領域研究「量子液晶の物性科学」若手海外派遣の支援を受け、2022 年 7 月 22 日から 10 月 1 日までの約 9 週間ヨーロッパに滞在し、研究活動を行ってきましたのでその報告をいたします。

最初の一週間は 7 月 24 日から 7 月 29 日までの日程でアムステルダム (オランダ) で開催された International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2022 (SCES2022) に参加し "Bose-Einstein Condensations in quasi-2D Diluted $S = 3/2$ Quantum Magnets" のタイトルでポスター発表をしてきました。海外学会参加の経験が少ない筆者にとって海外の研究者と直接議論する経験はととても刺激的でした。

SCES2022 終了後はアムステルダムから列車で 2 時間程の距離にあるドイツのケルン市に移動しました。ケルンでは理論家である Simon Trebst 教授と Ciarán Hickey グループリーダーの指導のもと、厳密対角化と擬フェルミオン汎関数くりこみ群という二つの数値計算手法を相補的に用いて、ハニカム格子上的量子スピン模型 $J_1J_2J_3$ モデル (J_n : 第 n 次近接の磁気相互作用) の磁気相図を詳しく調べました。ハニカム格子は各サイトの配位数が 3 と小さいことに起因して強い量子効果が期待できる系です。そのため近年では Kitaev スピン液体などの量子スピン液体状態が実現する場として注目されています。筆者等が今回調べた $J_1J_2J_3$ モデルはいくつかの Kitaev モデル候補物質について、実際には Kitaev モデルよりもより現実に即した記述を与えるものとなっていると考えられます。既存の研究では反強磁性的な最近接相互作用 J_1 の場合に注目が集まっていたましたが、本研究では強磁性的な J_1 を持つ場合に着目し、限られた (J_2, J_3) のパラメータ領域において、基底状態から励起状態へのエネルギーギャップが存在しないギャップレス量子スピン液体相が実現していることの傍証を得ました。帰国後も連絡を取り合い研究を進め、現在は出版を目指して論文を執筆中です。

普段実験を中心に行なっている筆者にとって理論家の先生方の指導のもと数値計算手法を学ぶ日々はととても刺激的でした。最初の 2 週間程を使用してグループメンバーが行なっている数々の数値計算手法を学び、その後上述の二つの数値計算手法を用いた研究を開始しました。2 ヶ月という短い時間で手法を学び何かを達成できるか不安はありましたが、滞在期間中頻繁に計算結果共有の場を設け適宜フィードバックをいただけたおかげで学術的にも意義のある結果を得ることができ満足のいく滞在となりました。

研究活動以外では、滞在していたアパート周辺には自然豊かな公園が多かったため、休日に趣味のランニングに勤しみました。Simon 先生にその話をしたところ偶然にも先生も同じ場所をよく走っていることが判明しましたので、以降はランニング中に偶然遭遇することを密かに期待していたのですが、残念ながら叶いませんでした。初めての海外生活ということもあり、電車やバスの乗り方やスーパーでの買い物の仕方など簡単なことでも初めのうちは勝手が分からず苦労しましたが、一度慣れるとケルンの街は買い物する場所も多く非常に生活しやすい環境であったと思います。

最後に、今回の滞在を可能にくださった新学術領域研究「量子液晶の物性科学」と、滞在を後押ししていただいた指導教員の有馬孝尚教授、訪問を快諾くださった Simon Trebst 教授、Ciarán Hickey グループリーダーおよび同研究グループメンバーにこの場を借りてお礼を申し上げます。



図 1: Institute for Theoretical Physics 所属の方々との写真。ケルン大学創立者である Albertus Magnus 像の前で撮影。

フランスの夏の学校 SUCCESS-2022 参加報告

影山 遥一、大西 朝登

この度、新学術領域「量子液晶の物性科学」若手海外派遣制度のご支援のもと、2022 年 8 月 28 日 から 9 月 9 日まで 2 週間ほど、フランスの Les Houches で開催された夏の学校「SUCCESS-2022」に参加させていただきました。この夏の学校の正式名称は「School on UV and X-ray spectroscopies of correlated-electron systems」ということで、様々な強相関電子系における分光法の活用について勉強しました。また、我々はポスターおよび口頭発表も行い、外国の若手研究者と活発に議論を交わしました。

開催地である Les Houches はアルプス山脈、モンブランの麓の町で、著名な避暑地である Chamonix の隣町でもあります。4000 m 級の山嶺に囲まれたロッジはとても快適で、そこから見える景色はとても美しいものでした。早朝、講義室に向かう道のりでは瑠璃色と茜色の境界が、雪化粧された山巔と透明な空気を淡く染め上あげているのが見えました。夜、講義や議論が終わって自室に帰るとき、ふと空を見上げると淡く輝く天の川が、木々の隙間から満点の星空に橋を掛けていました。そうした中で講義を受け、議論や発表を行った日々はとても刺激的でした。

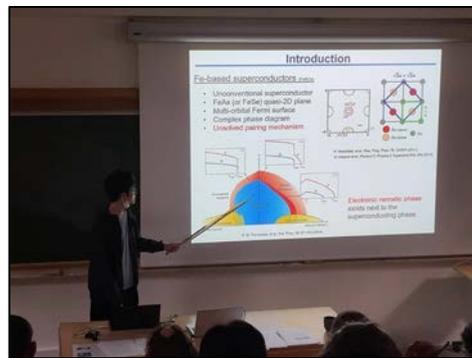
我々は ISSP の岡崎研究室との共同研究で、岡崎研が所有するレーザー励起光電子顕微鏡（レーザー PEEM）を用いて、鉄系超伝導体における電子ネマティック相の実空間観察の研究を行っております。ポスター及び口頭発表では、spectroscopy の夏の学校であることも相まって、物性そのものについてだけでなく実験手法の観点からも様々なご意見をいただき、今後の研究の参考になりました。また、夏の学校の参加者の多くは放射光実験や ARPES、XAS といった、我々の行ってきた PEEM とはまた別の視点を持つ実験の専門家であったため、議論を進めるうちに研究室の中からでは見えてこない様々な見識が深まっていく実感がありました。

夏の学校の 2 週間の間、朝から夕方まで行われた講義では、様々な国から理論、実験の最先端で活躍していらっしゃる専門家にご講義をいただきました。強相関電子系の物性物理や放射光、レーザーによる分光法の基礎だけでなく、酸化物ヘテロ構造やモアレ物質への応用や、HAX-PES やスピン分解 ARPES、Ambient pressure PES や Momentum microscopy といった様々な実験手法について、豊富な話題に触れることができました。

本スクールの主催者である Andrés F. Santander-Syro 様、Silke Biermann 様、Patrick Le Fèvre 様、Ralph Claessen 様には深く感謝を申し上げます。また、本スクールにお誘いいただいた ISSP 岡崎研究室のスタッフの皆様、手続きを行ってくださった東大新領域芝内研究室のスタッフの皆様にも深く感謝いたします。最後に、有意義な海外渡航の機会を与えていただいた、新学術領域研究会「量子液晶物性科学」の皆様及び、その関係者の方々に心から感謝申し上げます。



講義室に向かうときに見えたアルプス山脈の朝



口頭発表の様子

●人事異動

当領域の PD・特任研究員 (C01 班) 田財里奈氏が、2022 年 10 月 1 日付で京都大学基礎物理学研究所 助教へ転出しました。

当領域の PD・特任研究員 (C01 班) 林寛氏が、2022 年 12 月 1 日付で金沢大学 特任助教へ転出しました。

●受賞報告

和達大樹教授が“令和 4 年度兵庫県立大学研究活動教員表彰、優秀研究活動賞”を受賞しました (2022/7/27)。
<https://www.u-hyogo.ac.jp/research/hyousyou/backnumber/2022.html>

塚本萌太氏 (小林研博士 1 年) が“日本物理学会 2022 年秋季大会学生優秀発表賞 (領域 3)”を受賞しました (2022/10)。
https://www.jps.or.jp/activities/awards/gakusei/2022_student_presentation_award.php#r3

山本航輝氏 (小林研修士 2 年) が 2nd International Symposium on Trans-Scale Quantum Science (TSQS2022) においてポスター賞を受賞しました (2022/11/11)。
<https://www.tsqs2022.org/assets/pdf/PosterAwardsWinners.pdf>

有田亮太郎教授が highly cited researcher (Clarivate Analytics) に選ばれました (2022/11/15)。
<https://clarivate.com/highly-cited-researchers/>

今城周作特任助教が“第 4 回 (2022 年度) 強磁場フォーラムフロンティア奨励賞”を受賞しました (2022/11/25)。
<https://mgsl.issp.u-tokyo.ac.jp/himag-forum/frontier.html>

清水宏太郎氏 (求研博士 2 年) が第 16 回物性科学領域横断研究会において、最優秀若手奨励賞を受賞しました (2022/11/26)。
<https://www.rs.tus.ac.jp/ryoikioudan/program.html>

●アウトリーチ

A01 班 計画研究

工藤一貴, 小中高向け授業・実験・実習: “Saturday Afternoon Physics 最先端の物理を高校生に一宇宙から極微の世界まで—「物質の世界への旅立ち—新しい超伝導体を創る—” (大阪大学大学院理学研究科, 2022/10/22)

A01 班 公募研究

佐々木孝彦, 小中高向け授業・実験・実習: “江戸川区子ども未来館物理ゼミ「ガリレオは何を見つけたの」”, (東京都江戸川区子ども未来館, 2022/10/2)
https://www.city.edogawa.tokyo.jp/miraikan/koza/20221002_garireo.html

佐々木孝彦, 一般向け講演会・セミナー: “みやぎ県民大学「超伝導の科学と技術」”, (宮城県・東北大学金属材料研究所, 2022/10/3)
<http://www.e-imr.imr.tohoku.ac.jp/archives/469>

B01 班 計画研究

清水康弘, 小中高向け授業・実験・実習: “愛知サイエンスフェスティバル 2022 サイエンストーク&体験「巨大な量子をつくる」”, (名古屋大学大学院理学研究科, 2022/10/10)
<https://aichi-science.jp/event/detail.html?id=2780>

B01 班 公募研究

今城周作, 一般向け講演会・セミナー:” パルス磁場中超音波測定によって FFL0 超伝導状態における異方性の検出に成功”, (QLC チャンネルビデオ, 2022/11/8)

<https://youtu.be/g7Sbn5IL0bk>

D01 班 計画研究

島本雄介, 戸川欣彦, 一般向け講演会・セミナー:” Beyond 5G の実現に新たな光 キラル磁気超構造が示す集団共鳴運動の観察に成功”, (QLC チャンネルビデオ, 2022/6/30)

<https://youtu.be/nwMaBgwIjbM>

●メディア報道

A01 班 公募研究

平井大悟郎, “名大、リン化ルテニウムが 0°C 付近で金属から絶縁体に変化する理由を解明”, (TECH+ powered by マイナビニュース, 2022/9/22)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220922-2460867/>

平井大悟郎, “名古屋大学などが無機固体の新結合発見、センサーやスイッチング素子への応用期待” (日経 XTECH, 2022/10/18)

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/02122/00070/>

平井大悟郎, “Unveiling the mechanism of the metal-to-insulator transition in ruthenium phosphide suggests a new way of looking at solids”, (EurekAlert AAAS, 2022/11/29)

<https://www.eurekalert.org/news-releases/972823>

平井大悟郎, “The Mechanism of the Metal-to-Insulator Transition in Ruthenium Phosphide”, (Lab Manager, 2022/11/29)

<https://www.labmanager.com/news/the-mechanism-of-the-metal-to-insulator-transition-in-ruthenium-phosphide-29320>

B01 班 公募研究

今城周作, “東大、強磁場中でも生き残る空間的に変調した超伝導を有機物中で発見”, (日本経済新聞, 2022/10/3)

https://www.nikkei.com/article/DGXZRSP641191_Q2A930C2000000/

今城周作, “「磁気的な悪魔の階段」の手前に磁気的に隠れた状態が存在、東大が発見”, (TECH+ powered by マイナビニュース, 2022/10/4)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20221004-2470691/>

今城周作, “「磁気的な悪魔の階段」の手前に磁気的に隠れた状態が存在、東大が発見” (Mapion ニュース, 2022/10/4)

<https://www.mapion.co.jp/news/column/cobs2489536-1-all/>

今城周作, “東大、特殊な超伝導状態「FFL0」の空間変調性の証拠を発見”, (TECH+ powered by マイナビニュース, 2022/10/5)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20221005-2471833/>

今城周作, “東大、特殊な超伝導状態「FFL0」の空間変調性の証拠を発見”, (BIGLOBE ニュース, 2022/10/5)

https://news.biglobe.ne.jp/it/1005/mnn_221005_8270988222.html

今城周作, “東大、特殊な超伝導状態「FFLO」の空間変調性の証拠を発見”, (Mapion ニュース, 2022/10/5)
<https://www.mapion.co.jp/news/column/cobs2490274-1-all/>

●プレスリリース

A01 班 計画研究

島川祐一, “無磁場下において超伝導ダイオード効果の制御に成功—超低消費電力の不揮発性メモリなどの実現に期待—”, (京都大学, 2022/7/1)

<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2022-07-01>

大串研也, “光による磁気スイッチの新たな原理を発見 超低消費電力・超高速光磁気メモリなどの実現に期待”, (東北大学大学院理学研究科, 2022/8/24)

<https://www.sci.tohoku.ac.jp/news/20220824-12249.html>

A01 班 公募研究

平井大悟郎, “固体中で作られる新しいタイプの分子を発見 ~超伝導発現機構の解明に期待~”, (名古屋大学, 2022/9/21)

<https://www.nagoya-u.ac.jp/researchinfo/result/2022/09/post-326.html>

B01 班 計画研究

花栗哲郎, “電子が質量を失って液晶になる物質を発見 —固体内で絡み合う電子が織りなす新物性に期待—”, (理化学研究所, 2022/12/7)

https://www.riken.jp/press/2022/20221207_2/index.html

B01 班 公募研究

今城周作, “強磁場中でも生き残る空間的に変調した超伝導を有機物中で発見”, (東京大学物性研究所, 2022/10/3)

<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/news2.html?pid=16626>

C01 班 計画研究

佐藤正寛, “2次元物質を用いたスピン流版太陽電池 —新しい光スピントロニクス機能の実現に向けて—”, (千葉大学, 2022/9/1)

https://www.chiba-u.ac.jp/others/topics/info/post_1095.html

紺谷浩, “電子が質量を失って液晶になる物質を発見 —固体内で絡み合う電子が織りなす新物性に期待—”, (名古屋大学, 2022/12/9)

<https://www.nagoya-u.ac.jp/researchinfo/result/2022/12/post-368.html>

D01 班 計画研究

小林研介, “ナノダイヤモンド磁場イメージング — 量子計測×機械学習の新展開”, (東京大学大学院理学系研究科, 2022/9/1)

<https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2022/8041/>

●開催報告

第 32 回 QLC セミナーを名古屋大学 (東山キャンパス) にて開催しました。

講師: 石田浩祐 氏 (Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe)

日時: 2022 年 8 月 29 日 (月) 10:30~

場所: 名古屋大学 (東山キャンパス) 理学館 506 室、および Zoom を併用したハイブリット開催

タイトル: Criticality of Lifshitz transition in Sr_2RuO_4 probed by stress-strain relationship

アブストラクト: <http://qlc.jp/2022/08/09/32ndqlcseminar/>

担当: 紺谷浩 (名古屋大学)

第 8 回 QLC 若手コロキウムをオンライン開催しました。

日時: 2022 年 9 月 26 日 (月) 13:30~15:10

講演者 1: 時本純 氏 (東京理科大学理学部第一部応用物理学科)

タイトル: Randomized 特異値分解による 2 次元モット絶縁体の光励起状態の研究

講演者 2: 鬼頭俊介 氏 (理化学研究所 CEMS)

タイトル: 放射光 X 線回折を用いた強相関電子系物質における電子軌道観測

講演者 3: 渡邊杜 氏 (大阪大学大学院理学研究科)

タイトル: Unique magnetoresistance and Hall effects in classical triangular antiferromagnet Ag_2CrO_2 thin films

講演者 4: HU, Yajian 氏 (京都大学理学研究科)

タイトル: Time-reversal symmetry breaking in charge density wave of CsV_3Sb_5 detected by polar Kerr effect

講演者 5: 林田健志氏 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)

タイトル: 非相光学効果を用いた Cr_2O_3 における反強磁性ドメインの観測

アブストラクト: <http://qlc.jp/2022/07/25/8thqlcyoungcolloquium/>

担当: 渡部洋 (立命館大学)、和達大樹 (兵庫県立大学)

第 33 回 QLC セミナーを名古屋大学 (東山キャンパス) にて開催しました。

講師: 井澤公一 氏 (大阪大学大学院基礎工学研究科)

日時: 2022 年 10 月 12 日 (水) 14:00~

場所: 名古屋大学 (東山キャンパス) 理学館 B 館 B5 講義室、および Zoom を併用したハイブリッド開催

タイトル: トロイダル金属における非線形輸送現象

アブストラクト: <http://qlc.jp/2022/09/09/33rdqlcseminar/>

担当: 紺谷浩 (名古屋大学)

第 34 回 QLC セミナーを東北大学 (片平キャンパス) にて開催しました。

講師: 児玉佑樹 氏 (原子力機構中性子センター)

日時: 2022 年 11 月 16 日 (水) 15:00~16:30

場所: 東北大学多元物質科学研究所 (片平キャンパス) 西一号館 2 階セミナー室

タイトル: スピン 1/2 三角格子反強磁性体の磁化過程と磁気励起

アブストラクト: <http://qlc.jp/2022/11/14/34thqlcseminar/>

担当: 紺谷浩 (名古屋大学)

第 16 回物性科学領域横断研究会がオンライン開催されました。

日時: 2022 年 11 月 25 日 (金) ~26 日 (土)

場所: オンライン

(HP 掲載先) <https://www.rs.tus.ac.jp/ryoikioudan/index.html>

令和 4 年度 新学術領域研究「量子液晶の物性科学」領域研究会を名古屋大学 (東山キャンパス) およびオンラインを利用したハイブリッド開催しました。

日時: 2022 年 12 月 8 日 (木) ~10 日 (土)

場所: 名古屋大学 (東山キャンパス) 坂田・平田ホール、およびオンラインを利用したハイブリッド開催プログラム:

http://qlc.jp/wp-content/uploads/2022/12/FYR04-QLCmeeting_program_20221207.pdf

第 4 回 QLC 若手研究奨励賞を授与しました。

堀真弘さん (Tokyo University of Science)

” Topological Superconducting States in Two-Dimensional Quasiperiodic Systems”

関根大輝さん (Tohoku University)

“Real space imaging of multipolar domains in MnTiO₃”

(HP 掲載先) <http://qlc.jp/2022/07/11/fyr04qlcmeeting/>

第 2 回量子物質開発フォーラムを東北大学 (青葉山北キャンパス) およびオンライン を利用したハイブリッド開催しました。

日時: 2023 年 1 月 6 日 (金) ~7 日 (土)

場所: 東北大学大学院理学研究科 合同 C 棟 2 階 青葉サイエンスホール (青葉山北キャンパス)、Zoom を利用
したハイブリッド型

プログラム:

http://qlc.jp/wp-content/uploads/2022/12/2nd-Quantum-Materials-Forum_program-20221226.pdf

(HP 掲載先) <http://qlc.jp/2022/11/30/2ndquantum-materials-forum/>

●支援プログラムの紹介

総括班では、若手育成支援プログラムとして、(1) 海外派遣支援、(2) 交換プログラム、(3) 若手研究奨励賞、
国際活動支援プログラムとして、(1) 国際会議開催および支援、(2) 海外研究者招聘・国際ビデオ講義、(3) シ
ンポジウム提案、研究活動支援プログラムとして、(1) 研究会主催、(2) QLC セミナー、(3) 共同研究支援、な
どの支援プログラムを実施しています。

●今後の予定

International Conference on Quantum Liquid Crystals 2023 (QLC2023) を北海道 大学にて開催します。

日時: 2023 年 8 月 8 日 (火) ~10 日 (木)

場所: 北海道大学 工学研究院 オープンホール

*最新情報は下記 HP 掲載先をご確認ください。

(HP 掲載先) <http://qlc.jp/2022/11/22/qlc2023/>

●編集後記

Covid-19 の影響を大きく受けることとなった本新学術領域研究ですが、昨年より、国内外の研究交流が再び活性
化しつつあります。本号では、本学術領域の若手メンバーが参加した海外派遣報告を特集しました。若手研究者
の方々が、海外での研究参加や学会発表を通して、オンラインでは味わえないリアルな研究交流を楽しんできて
くれたことが伝わってきます。また、昨年 12 月には名古屋大学で領域研究会が、今年 1 月には東北大学で量子
物質開発フォーラムが、ハイブリッド形式で開催され、対面式での発表・議論の機会も多くなってきました。こ
れらの会議の様子は次回のニュースレターで報告いたします。今後も研究交流の機会が増えることを願うととも
に、本ニュースレターがその一助となるよう努めていきたいと思いをします。

量子液晶ニュースレター編集局:

小林研介(東京大学) kensuke@phys.s.u-tokyo.ac.jp

永崎洋(産総研) h-eisaki@aist.go.jp

岡崎浩三(東大物性研) okazaki@issp.u-tokyo.ac.jp

量子液晶の物性科学

文部科学省科学研究費補助金「新学術領域研究」（令和元年度～5年度）

新学術領域研究

「量子液晶の物性科学」ニュースレター 第8号

2023年1月 発行

領域事務局：office@qlc.jp

領域ホームページ：<http://qlc.jp/>