

量子液晶の物性科学

News Letter Vol.3

2020年9月発行

目次

1. 第1回 QLC 若手研究奨励賞の受賞者より	1
1-1 QLC 若手研究奨励賞を受賞して	石田 浩祐 1
1-2 重い電子系における「超伝導相と多極子秩序相」のミクロな理論機構	田財 里奈 2
2. QLC チャンネルより	3
2-1 鉄系超伝導で超伝導状態を「光で作る」ことに成功	鈴木 剛、岡崎 浩三 3
2-2 ほぼ室温で超伝導を示す LaH ₁₀ は量子固体だった	有田 亮太郎 4
2-3 鉄系超伝導体における新しい量子液晶状態	芝内 孝禎 5
2-4 1兆分の1秒で起こる超高速な磁性の変化を元素別に解明	山本 航平、和達 大樹 6
2-5 スピンマティック液体中のスピン流	佐藤 正寛 7
2-6 磁化がゼロでも現れる特異な磁気光学現象	佐藤 樹、有馬 孝尚 8
3. 公募研究キックオフミーティングシリーズ報告	9
3-1 A01 班公募研究キックオフミーティング報告	大串 研也 9
3-2 B01 班公募研究キックオフミーティング報告	花栗 哲郎 9
3-3 C01 班公募研究キックオフミーティング報告	求 幸年 10
3-4 D01 班公募研究キックオフミーティング報告	有馬 孝尚 10
4. 若手海外派遣報告	11
4-1 若手海外派遣報告書 バンクーバーでの短期滞在	松浦 康平、竹中 崇了、Qiu Mingwei 11
4-2 北京出張報告	林田 健志 12
4-3 「北京出張報告」	田中 桜平 13
4-4 北京大学出張報告 ～ SNU - PKU - U-Tokyo Joint Workshop に参加して ～	石田 浩祐 14
4-5 若手海外派遣報告書 オランダ・ナイメーヘン強磁場研究所	向笠 清隆 15
4-6 オランダ強磁場実験所 派遣報告書	佐藤 雄貴 16
4-7 国際会議 Quantum Complex Matter 2020 参加報告	清水 宏太郎 17
4-8 国際会議 Quantum Complex Matter 2020 に参加して	奥村 駿 17
4-9 Quantum Complex Matter 2020 への参加報告	石原 滉大 18
4-10 Quantum Complex Matter 2020 参加報告	石田 浩祐 18
5. その他	20
人事異動・受賞・アウトリーチ・メディア報道・プレスリリース	20
開催報告	22
支援プログラムの紹介	23
今後の予定	23
編集後記	24



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/>

QLC 若手研究奨励賞を受賞して

石田浩祐（東京大学大学院 新領域創成科学研究科）

この度、QLC 若手研究奨励賞に選出していただき、光栄に思います。本稿では、受賞内容に関連した内容について簡単に述べさせていただきます。

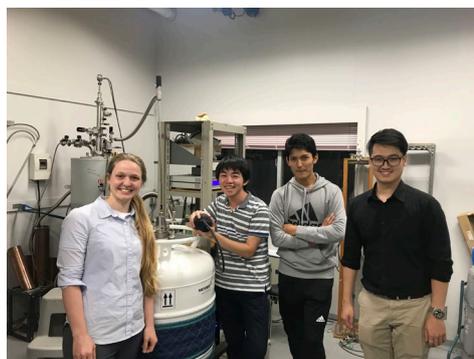
本学術領域の主眼である、「量子液晶（Quantum Liquid Crystals）」の概念は、銅酸化物高温超伝導体のストライプ相の研究において初めて登場したものと認識しています。母物質の Mott 絶縁体状態は電子系が並進対称性を破った、電子系の「固体」状態とみなせ、それに対しオーバードープ領域の金属状態は並進対称性を保持した、いわば電子系の「液体」状態とみなせます。これらの間では、電子系の「液晶」状態として電子系が回転及び並進対称性を破ったストライプ相や並進対称性は保持し回転対称性を破った電子ネマティック相が出現する、という理論的提案です。その後、この概念は量子ホール系で出現する電子ネマティック相やストライプ相にも適用されていきました。

2008 年に発見された鉄系超伝導体は、我々の電子ネマティック相の理解を大きく進めました。多くの鉄系超伝導体は、正方晶から直方晶への構造相転移を示し、格子系の回転対称性が 4 回から 2 回へ落ちます。この直方晶状態で電子系の面内異方性が非常に大きいことが見出され、現在ではこの構造相転移は電子ネマティック秩序相への不安定性が誘起するものであるという見方が確立しています。

この電子ネマティック相は回転対称性を破り「向きを示す」という点で液晶のネマティック相と共通点があり、その名前の由来にもなっています。しかしながら、固体の電子状態は結晶格子の上で実現するものであるため、電子ネマティック秩序の「向き」、すなわちどの方向に回転対称性を破るかには制約があり、どの方向にも向きが揃うネマティック液晶とはこの点で大きく異なっていました。

今回の研究では、鉄系超伝導体 $\text{Ba}_{1-x}\text{Rb}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ のある一部の組成 x において、あらゆる方向に対する電子ネマティック秩序の感受率が同じようなキュリーワイス的な温度依存性を示すことがわかり、この組成領域付近では揃う向きに制限がない、新たな電子ネマティック秩序への不安定性が存在することを提案しました。しかしながら、今回はあくまで新しい電子ネマティック秩序への不安定性が存在することが示唆されたもので、実際にその秩序が形成されているわけではありません。今後はこの秩序が実際に形成されるか否かについて明らかにしていく必要があると考えています。

実は私が今回のデータを取り解析をした時、それがこの新しい電子ネマティック秩序と関連している可能性があることまでは考えが及びませんでした。その直後に初めて参加したアメリカ物理学会で、スタンフォード大の学生と議論をしたときに、「そのデータはある理論家が考えている新しい電子ネマティック秩序と関係しているかもしれない」と指摘され、その理論家に紹介してくださったのがきっかけでした。当時は修士学生で、電子ネマティック秩序の研究に関し所属研究室のみでの議論では限界を感じはじめたころでした。今回の顛末は、積極的にいろんな人と議論することで新たな視点を得られるのだと身をもって体験できた、自分の中で重要な出来事でした。



スタンフォード大の学生たちが私たちの研究室を訪問した際の写真。何故ヘリウムトランスファー中に撮ったかは覚えていない。

本研究の対象物質である $\text{Ba}_{1-x}\text{Rb}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ は、産業技術総合研究所の石田茂之さんの指導、協力の下で実際に私が合成し、それをつくばから柏へ持ち帰って測定を行う、というスタイルで研究を進めました。お世話になりました産業技術総合研究所の永崎さん、伊豫さん、石田さんには深く感謝申し上げます。また、日頃からお世話になっている芝内教授を始めとする研究室の皆さん、そして今回の受賞対象となった研究の主たる共同研究者である卒業生の辻井優哉さんに感謝いたします。

重い電子系における「超伝導相と多極子秩序相」のミクロな理論機構

田財 里奈

この度は、第1回 QLC 若手研究奨励賞を頂きありがとうございます。私事ですが、今年3月に無事に博士の学位を取得いたしました。これまで、海外渡航や、研究会での発表の機会を頂くなど、QLCの皆様には大変お世話になりました。まだまだ半人前ですが(半人は盛りすぎましたすみません。)、これからも頑張っていきますので今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

それでは早速、私が行った研究について紹介したいと思います。私はこれまで「重い電子系の超伝導がどのようなメカニズムで発現するのか？」を解明するための理論研究を行ってきました。超伝導状態とは、2電子間に引力が働くことで、ペア凝縮した状態ですが、強相関電子系では、電子同士に強いクーロン斥力が働くため、超伝導ペアがある場所で存在しない=nodalギャップ構造を持つと考えられました。強相関電子系の代表物質は、希土類とアクチノイド元素から成る「重い電子系」と呼ばれる物質群です。1971年、重い電子系で初めての超伝導体として $\text{Ce}_2\text{Cu}_2\text{Si}_2$ が発見されました。発見当初から長らく、典型的な nodal 超伝導(dx_2-y_2 波)であると考えられてきました。ところが発見から30年以上経った最近、 $\text{Ce}_2\text{Cu}_2\text{Si}_2$ ノードが無い full gap 超伝導であることが解明されました[1,2]。この発見を機に「なぜクーロン斥力が大きな強相関係で full gap 超伝導が出現するのか？」を解明することが、理論の重要課題となりました。

この問題を解決する為、本研究では、重い電子系 $\text{Ce}_2\text{Cu}_2\text{Si}_2$ の伝導 $4f^1$ 電子系を記述する $J=5/2$ の2軌道周期アンダーソンモデルの解析を行いました(図1)。重い電子系の大きな特徴の一つが、強いスピン軌道相互作用の存在です。これによってスピンと軌道の自由度が絡み合い、電磁気学で良く知られた磁気双極子を超え、全角運動量 $J(=L+S)$ で特徴付けられる高次の多極子自由度が生き残ります。本研究では、多極子自由度がもたらす磁気・電気多極子揺らぎを考慮した超伝導計算を行いました。更に本研究の大きな特徴は、従来の平均場理論では無視された高次の多体効果を考慮した点です。これは場の量子論の言葉で vertex(結節点) 補正と呼ばれます。本研究の結果を図2左に示しました。色はギャップ方程式の固有値で超伝導転移温度に比例します。小さな電子格子相互作用(クーロン斥力の約10分の1)が存在する時、実験の full gap 超伝導を再現することに成功しました[3]。また、得られた full gap 領域は、磁気揺らぎが大きい程広くなりました。この事実は、従来の理論常識と全く逆です。本研究では、vertex 補正を考慮することによって、電子格子相互作用と磁気多極子揺らぎが協力するという新しい機構を見出しました(図2右)。更に本機構は、超伝導転移だけでなく、磁気多極子揺らぎが干渉して電気4極子揺らぎを増強するという「多極子揺らぎ間の量子干渉効果(図3)」を引き起こし、重い電子系特有の多極子秩序転移の機構まで説明できる事も見出しました[4]。[1] S. Kittaka *et al.*, PRL (2014). [2] Y. Mizukami *et al.*, Sci. Adv (2017). [3] R. Tazai *et al.*, PRB 98, 205107 (2018). [4] R. Tazai *et al.*, PRB 100, 241103(R) (2019)

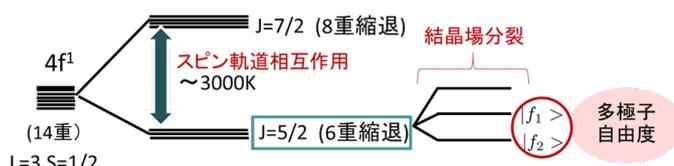


図1: $4f^1$ 電子系で表される基底状態では、強いスピン軌道相互作用が存在する為、多極子自由度が生き残る。

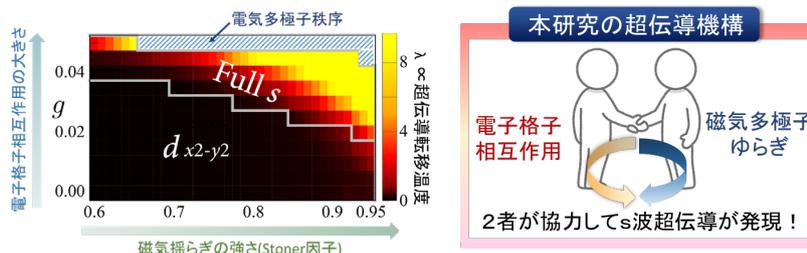


図2:(左) 超伝導固有値相図。従来では得られなかった full gap s 波超伝導が出現。(右) 電子格子相互作用と磁気多極子揺らぎが協力しs波超伝導が発現する事を提唱。

図2左に示しました。色はギャップ方程式の固有値で超伝導転移温度に比例します。小さな電子格子相互作用(クーロン斥力の約10分の1)が存在する時、実験の full gap 超伝導を再現することに成功しました[3]。また、得られた full gap 領域は、磁気揺らぎが大きい程広くなりました。この事実は、従来の理論常識と全く逆です。本研究では、vertex 補正を考慮することによって、電子格子相互作用と磁気多極子揺らぎが協力するという新しい機構を見出しました(図2右)。更に本機構は、超伝導転移だけでなく、磁気多極子揺らぎが干渉して電気4極子揺らぎを増強するという「多極子揺らぎ間の量子干渉効果(図3)」を引き起こし、重い電子系特有の多極子秩序転移の機構まで説明できる事も見出しました[4]。[1] S. Kittaka *et al.*, PRL (2014). [2] Y. Mizukami *et al.*, Sci. Adv (2017). [3] R. Tazai *et al.*, PRB 98, 205107 (2018). [4] R. Tazai *et al.*, PRB 100, 241103(R) (2019)

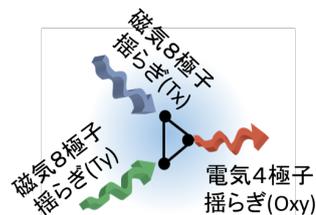


図3: 多極子揺らぎ間干渉効果。

鉄系超伝導で超伝導状態を「光で作る」ことに成功

D01 班 鈴木剛、岡崎浩三

2018年にノーベル物理学賞が与えられたチャープパルス増幅に代表されるように、近年、超短パルスレーザー技術が著しく進歩してきたことにより、光で物質の性質（物性）を制御する試みがなされるようになってきています。光照射によって電気を通さない絶縁体を、電気を通す金属にする、あるいは、有限の電気抵抗を持つ金属を、電気抵抗ゼロの超伝導にするなど、性質を自在に制御できるようになれば、非常に高速に動作するスイッチの実現など、様々な応用の可能性が考えられます。このような背景の中、ごく最近、銅酸化物高温超伝導体において、転移温度よりも高い温度で、光照射によって超伝導状態が実現することが報告されており、世界中から広く注目を集めています。しかし、光照射により発現する超伝導状態の報告は、銅酸化物に限られており、さらに電子構造の直接観測のような直接証拠と呼べるものがありませんでした。そこで、本研究では、銅酸化物に次ぐ高い超伝導転移温度を示す鉄系超伝導に注目し、中でも圧力などの様々な外場により状態が著しく変化するFeSeを測定対象として選定しました。また、高次高調波レーザー時間・角度分解光電子分光法を用いることで、光励起後の過渡的なバンド構造を直接観測し、超伝導状態の兆候を発見したのでここに報告します。

FeSeのバンド構造は、正孔と電子の二種類から成り、それぞれ運動量空間では、 Γ 点とM点に存在します。本手法では、高いエネルギーの光源を用いているので、広い運動量空間を捉えることができ、この正孔バンドと電子バンド両方のダイナミクスを観測することができます。図1(左)に光照射後の正孔バンドと電子バンドにおける、エネルギーシフトの時間変化を示します。光照射後に、正孔バンドは約0.04 eV低くなる一方で、電子バンドはほぼ変わらないという非対称な振る舞いを示しています。これは、図1(右)に示したように、超伝導ギャップに相当するオフセットが現れたことを示唆しています。さらに、この超伝導状態は800 ps (1 ps = 1/1,000,000,000,000 s) 実現していることも観測され、これは、銅酸化物よりも10倍以上長いという、超伝導において好ましい特徴を持つことも分かりました。

本研究において見出された鉄系超伝導における光誘起超伝導は、コンピュータの集積回路素子や太陽電池に組み込むことで、発熱の抑制や送電コストの削減など、将来の技術課題解決の糸口になることが期待されます。今後「光」で物性を制御する研究が、ますます盛んになることを願っています。

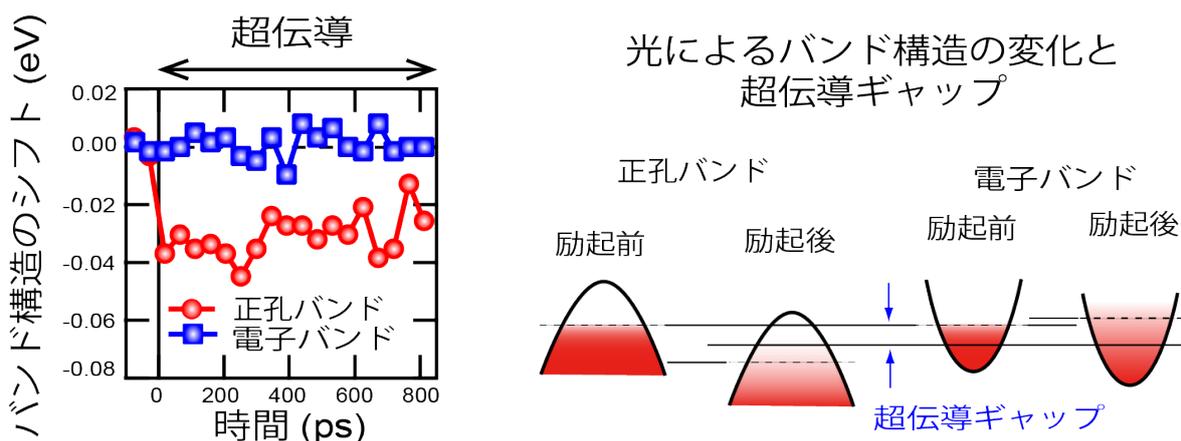


図1: (左)バンド構造変化と(右)超伝導ギャップの模式図

<https://youtu.be/dCR2GTQOCgc>

鈴木剛 (東京大学・物性研究所・助教)
岡崎浩三 (東京大学・物性研究所・准教授)

ほぼ室温で超伝導を示す LaH₁₀ は量子固体だった

C01 班 有田亮太郎

2003 年にノーベル物理学賞を授与された Vitaly L. Ginzburg は、その受賞講演で物理学および天文学における 30 の重要課題を挙げている。素粒子物理学から宇宙物理学までの幅広い分野の中から彼が二番目と三番目に挙げた問題が高温・室温超伝導体の発見と金属水素の実現であった。この二つの問題は長く固体物理の「聖杯」と見なされてきたが、近年、高圧下の水素化合物を舞台にして急速な発展を見せている[1]。

金属水素を実現するには結晶格子の間隔をボーア半径よりも短くすることが求められるが、これほどの極限環境では様々な異常物性が現れることが考えられる。なかでも興味深いのが高温超伝導の可能性である。BCS 理論によれば、超伝導転移温度はフォノンの振動数に比例する。フォノンの振動数は原子核の質量が小さければ高くなるので、究極の軽元素である水素を固体化すれば超伝導に有利になることが期待される。また、水素には内殻電子がなく、伝導電子が原子核と直接相互作用をすることから、電子格子相互作用も大きくなることが期待され、このことも超伝導にとって有利に働くと考えられる。しかしながら、金属水素を実現するには 400GPa とも 500GPa とも言われる高圧が必要とされ、完全な実験的確認が得られていない。

一方、水素よりも重い元素を混ぜて合金化し、その化学圧力効果を利用するアプローチが考えられる。この方向での最近の進展として、LaH₁₀ において転移温度が 250K の高温超伝導が発見された[2,3]。この高温超伝導の実現には図 1 の下半分で示したような対称性の高い構造が保たれる必要がある。ここで大きな球は La 元素を、小さな球は水素原子を表す。では、この対称性の高い構造はいったいどれくらいの圧力で実現するだろうか？通常、固体の構造に関する理論計算をする場合は、原子核を古典粒子として扱う。この古典近似に基づいた計算を行うと、対称性の高い構造を実現するには 200GPa を越える圧力が求められる。一方、実験では約 100GPa 低い圧力で実現することがわかっている。

そこで、原子核も量子的に扱う第一原理計算を行い、LaH₁₀ の構造を調べた[4]。その結果、水素原子のゼロ点振動の効果を考慮した計算を行うと、対称性の高い状態が安定化されることがわかった。つまり、LaH₁₀ は量子性を考慮しなければその構造が理解できない量子固体であることがわかった。さらにフォノンの非調和性も考慮して第一原理的に超伝導転移温度を見積もると実験の圧力依存性が正確に再現できることもわかった(図 2)。

[1] J. A. Flores-Livas, L. Boeri, A. Sanna, G. Profeta, R. Arita, and M. Eremets: Phys. Rep., 856 1(2020).

[2] A. P. Drozdov *et al.*, Nature 569 528 (2019).

[3] M. Somayazulu *et al.*, Phys. Rev. Lett. 122 027001 (2019).

[4] I. Errea *et al.*, Nature 578 66 (2020).

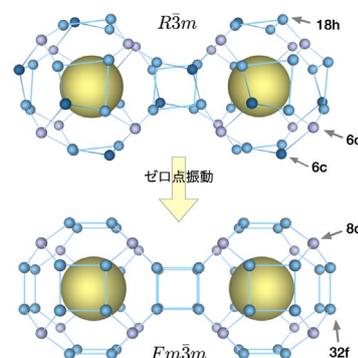


図 1: LaH₁₀ の結晶構造。水素原子を古典的に扱う計算では対称性の低い上半分の構造が安定であるが、量子性を考慮すると対称性の高い下半分の構造が実現する。

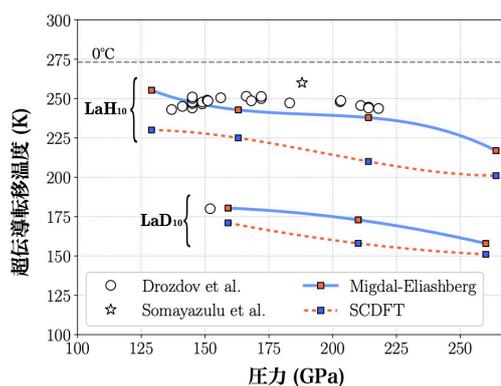


図 2: LaH₁₀ の超伝導転移温度。実験値と理論値がよい一致を見せる。

<https://youtu.be/WZj9K8f8Y6U>

有田亮太郎 (東京大学・工学系研究科・教授)

鉄系超伝導体における新しい量子液晶状態

B01 班 芝内孝禎

液晶では、棒状の分子が流動性を保ちながら向きを揃えるネマティック状態を示すことが知られていますが、結晶中の電子は流動性を持つ金属の状態である方向に流れやすいという特殊な状態を取ることがあることがわかってきました。この金属状態は、量子多体効果により結晶の対称性を破るため、量子液晶状態と呼ぶことができます。結晶が正方形のように 4 回対称性を持つ場合、量子液晶状態の向きは正方形の辺方向か、対角線方向かの 2 つの場合がありうるということが知られていました (図 1 左挿入図)。これは、棒状分子の液晶がどの方向にも向きを揃えることができることとは異なっています。

今回我々は、A01 班の永崎グループと共同で、鉄系超伝導体 $\text{Ba}_{1-x}\text{Rb}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ の高置換領域で、今までにはない特徴を持つ新しい量子液晶状態の兆候を発見しました。量子液晶状態を特徴づけるネマティック感受率の測定を、辺方向と対角線方向で行ったところ、置換量 $x=0.75$ 近傍で両方の感受率の温度依存性が同様に発散的な振る舞いを示すことが明らかになりました (図 1 右)。これは、一方の感受率のみが発散する他の置換量とは異なり、どの方向にでも向きを揃えることができることを意味しており (図 1 左)、古典液晶の利点を共有する新しい量子液晶状態が実現できることを示したものです。

量子液晶の簡単な解説とともに、この新しい量子液晶状態に関する研究成果について、大学院博士課程の石田浩祐氏が QLC チャンネル動画にてわかりやすく説明しております。

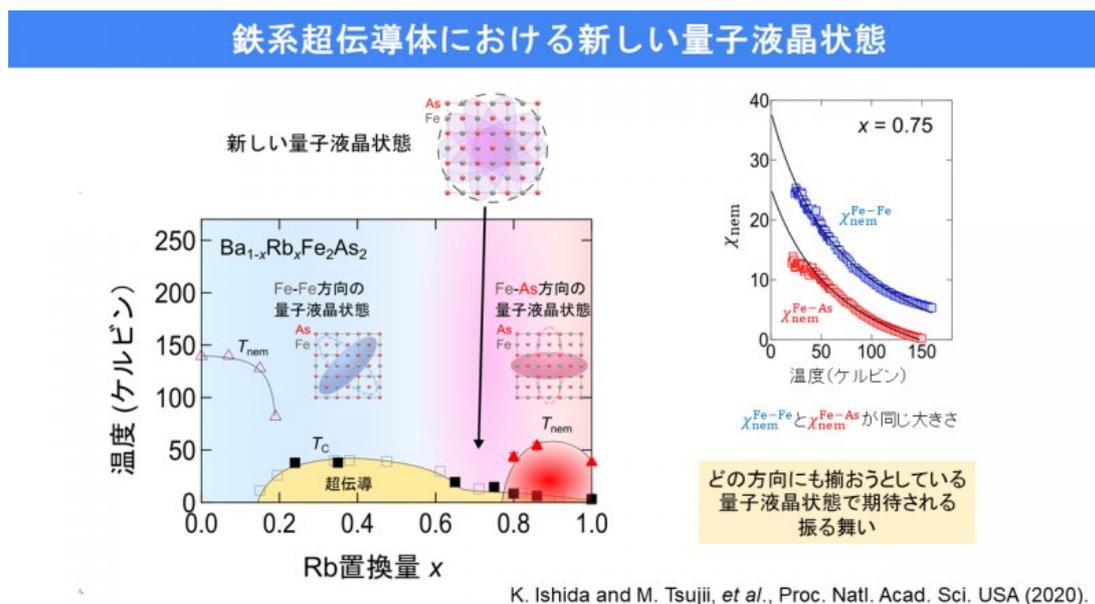


図 1: (左) 鉄系超伝導体 $\text{Ba}_{1-x}\text{Rb}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ の Rb 置換量 x を変化させた際の電子状態相図。(右) $x=0.75$ におけるネマティック感受率の温度依存性。

プレスリリース : http://www.k.u-tokyo.ac.jp/info/entry/22_entry839/

論文情報 : K. Ishida, M. Tsujii, S. Hosoi, Y. Mizukami, S. Ishida, A. Iyo, H. Eisaki, T. Wolf, K. Grube, H. v. Löhneysen, R. M. Fernandes, and T. Shibauchi, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **117**, 6424-6429 (2020) [<https://doi.org/10.1073/pnas.1909172117>].

<https://youtu.be/G0kU18WABVw>

1兆分の1秒で起こる超高速な磁性の変化を元素別に解明

B01 班 山本航平、和達大樹

我々は、X線自由電子レーザー (XFEL) SACLA の硬 X 線のビームライン BL3 において、強磁性合金 FePt 薄膜の時間分解 X 線磁気円二色性 (時間分解 XMCD) 測定に成功しました[1]。FePt 薄膜は、鉄 (Fe) と白金 (Pt) の両方が磁性を示すことが知られています。XMCD を波長の短い硬 X 線を用いて測定することにより、白金サイトの磁性を選択的な情報を得られることが知られています。今回、XFEL で得られるフェムト秒 (1000 兆分の 1 秒) 程度の時間幅の硬 X 線パルスを用いて、FePt に光を当てることによって引き起こされるフェムト秒スケールでの磁化の動きをとらえました。その結果、鉄サイトの方が白金サイトに比べて高速に消磁されることが示されました。本研究は、硬 X 線磁気円二色性の時間分解測定により、世界で初めて非磁性元素である白金の 1 ピコ秒 (1 兆分の 1 秒) 以下の超高速な磁性変化の初めての直接観測例です。

近年、光誘起磁化ダイナミクスは、その非自明な過程の解明という理学的な観点のみならず、磁性の光制御という応用の観点からも重要です。多くの磁性体の光誘起スピンドイナミクスが調べられてきた結果、さまざまな新奇な光誘起の磁化ダイナミクス現象が発見されてきました。たとえば、光によってスピンの向きを反転・制御する全光学的磁化反転は、強い注目を集めています。この現象は、外部磁場を使わない非接触的なスピン制御を nm スケール実現できることから、磁気記録媒体への応用も期待されています。FePt はこの現象を示す物質のうちでも強磁性体のものとして興味を持たれています。

FePt では白金が、薄膜に対して垂直方向に磁化を向けるという性質の発現に重要な役割を担っており、FePt の光誘起磁化ダイナミクスの理解のためには白金サイトの情報が不可欠です。しかし XMCD を利用した元素選択的な時間分解測定は、比較的波長の長い軟 X 線を用いた Fe などの 3d 元素に着目した研究が行われてきました。しかし、白金などに関しては、十分な XMCD 強度が軟 X 線領域では得られないため、時間分解 XMCD を利用した白金の磁性ダイナミクスに関する研究例はこれまでありませんでした。そこで、我々は数 10 フェムト秒の硬 X 線パルスが得られる SACLA BL3 において、ポンププローブ法を用いた、時間分解 XMCD を行いました。

図 1 のような実験装置により、図 2 に示す結果が得られました。青が白金サイトの、赤が鉄サイトの磁化の変化を示します。強磁性 FePt 薄膜において鉄と白金で異なる時間スケールのダイナミクスを示すということがわかりました。我々はこの結果は、白金サイトと鉄サイトの間のスピンのやり取りとして理解できると提案しています。すなわち、最初にレーザーが照射されると、状態密度の点から励起エネルギー程度の領域にあるが優先的に励起されます。励起されたマジョリティスピンは *super diffusive current* として白金サイトに流れ込み、結果としてこのような元素依存性が実現した可能性があると考えています。このような機構は本手法による白金サイトの超高速な光誘起ダイナミクスの測定によって見いだされたものであり、FePt 薄膜中の光誘起磁化反転などの光による磁性制御の発展に資すると思われます。

[1] K. Yamamoto, H. Wadati et al., *New J. Phys.* 21, 123010 (2019).

<https://youtu.be/rd5gAkuISdY>



図 1: 実験装置。

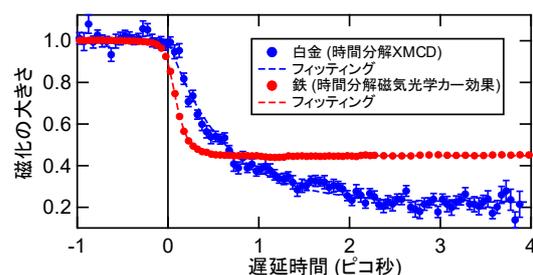


図 2: 時間分解 XMCD 測定で観測された磁化の時間変化の様子。

山本航平 (分子科学研究所・助教)

和達大樹 (兵庫県立大学・大学院物質理学研究科・教授)

スピネマティック液体中のスピ流

C01 班 佐藤正寛

この記事では、我々の実験・理論の共同研究成果[1]「スピネマティック液体状態における熱的スピ流の生成とその理論」について解説する。本新学術領域 2019 年度成果報告集で、この成果を既にある程度解説している。ここでは、その解説文では触れなかった情報にスペースを割きたい。

スピネマティック (spin nematic: SN) 秩序状態とは、スピン(双極子)秩序を持たず、スピン四極子秩序 ($\langle S_r^+ S_{r'}^+ + S_r^- S_{r'}^- \rangle$ など) を持つ状態を指す[2]。SN 演算子は図 1 のように棒状の秩序変数と解釈することができる。棒状の液晶分子とのアナロジーから、この秩序相をスピネマティック相と呼ぶ。スピン秩序を検出することは比較的容易であるが、四極子秩序を直接検出するには例えばスピン 4 点関数の観測であり、これは容易ではない。すなわち、量子スピン液体同様、SN 相は検出しにくい「見えない」磁気状態と言える。そのような量子多体状態の特徴はしばしばそのダイナミクスの中に現れ得る。

SN 秩序発現を促す条件として、フラストレーション・強磁性結合・低次元性が挙げられる(2019 年度成果報告)。最近接強磁性結合 J_1 と次近接反強磁性結合 J_2 を持つスピン鎖モデルはこれを満たす系であり、このモデルで記述できる一連の銅酸化物磁性体が存在する。我々は、代表的な J_1 - J_2 磁性体である LiCuVO_4 のスピンゼーベック効果 (spin Seebeck effect: SSE) の実験を行い、磁場中の LiCuVO_4 で実現する SN 液体相の特徴を探索した。SSE は、磁性体と金属の接合系に温度勾配を加えて熱的スピ流を生成させる現象[3]である。磁性体中のスピ流は界面の交換相互作用を介して金属に注入され、そのスピ流の一部が逆スピンホール効果により電流に変換され、電気信号としてスピ流が検出される。

SN 液体相では gapless マグノンペアと gap を持つマグノンが共存することが理論的に知られている[4,5]。マグノンペアとマグノンの角運動量は各々 $2\hbar$ と \hbar なので、SN 液体の SSE で

はマグノンペアによるスピ流が支配的だと一見予想される。しかし、実験結果の図 2(a) は、むしろマグノンによるスピ流のみで説明可能である。マグノン gap は低磁場領域で磁場とともに単調増加することが知られており、キャリア密度が磁場とともに減少し、磁場増加で SSE 電圧が減少する訳である。では何故マグノンペアは SSE に貢献しないのか？マグノンの角運動量は界面の交換相互作用 1 回の作用で金属側の伝導電子に受け渡されるが、マグノンペアのそれは高次のプロセスで初めて伝導電子に伝わる。それ故、ほとんどのマグノンペアは界面で反射されてしまうのだ。

図 2 のように、磁性体の種類に応じて様々な SSE の振舞いが明らかにされてきた。本研究により、SSE は、その応用面ばかりでなく、未知の磁性を発掘する道具としての有効性が示されたと言える。

[1] D. Hirobe, *et al*, PRL **123**, 117202 (2019). [2] 桃井勉, 日本物理学会誌 vol. **65**, p345 (2010 年 5 月号). [3] 齋藤&村上「スピ流とトポロジカル絶縁体」(共立, 2014 年). [4] T. Hikihara, *et al*, PRB **78**, 144404 (2008). [5] M. Sato, *et al*, PRB **79**, 060406(R) (2009); PRB **83**, 064405 (2011).

秩序変数	スピンの回転	周期	イメージ
双極子 (スピン) $S_r^\pm = S_r^x \pm iS_r^y$	$S_r^+ \rightarrow S_r^+ e^{i\theta}$	2π	矢印 S極 N極
四極子 (スピネマティック) $S_r^+ S_{r'}^+$	$S_r^+ S_{r'}^+ \rightarrow S_r^+ S_{r'}^+ e^{2i\theta}$	π	棒

図 1: x-y 面内のスピンとスピネマティック(SN)演算子の比較。S^z軸周りの回転に対する変換性が異なり、スピンは矢印、SN 演算子は鏃のない棒とみなせる。

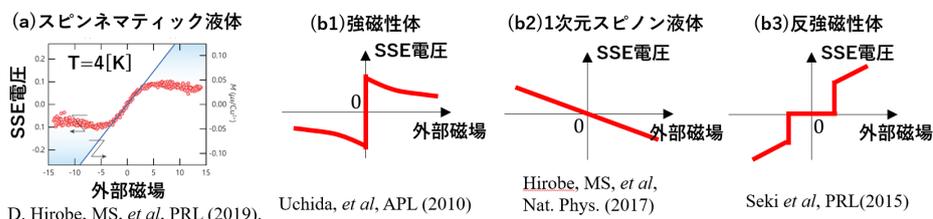


図 2: 異なる磁性体のスピナーゼーベック効果(SSE)スピ流の外部磁場依存性。(a) LiCuVO_4 のスピネマティック液体相における SSE 電圧。(b1)強磁性体、(b2) $S=1/2$ 反強磁性スピン鎖、(b3)反強磁性体の SSE 電圧。磁性体の種類に応じて磁場依存性が大きく異なる。

<https://youtu.be/GqFln5B8O14>

佐藤正寛 (茨城大学大学院・理工学研究科・准教授)

磁化がゼロでも現れる特異な磁気光学現象

D01 班 佐藤樹、有馬孝尚

光が物質中を進む際、その一部は物質によって吸収され、残りは物質を通り抜けます。この割合はそれぞれ、吸収率や透過率と呼ばれ、物質の種類や光の波長（色）で決まっています。ここで、ある方向に進む光と、逆向きに進む光では、通常、吸収率や透過率は全く同じになります。しかし、物質を構成する原子の配列が鏡に映したものと重ならないような（このような性質をキラルと称します）物質に静磁場を作用させると、磁場に平行に進む光と磁場と反平行に進む光が、波長が同じでも異なる吸収率を持つことがあります。このような磁気光学効果は、「磁気キラル二色性」、あるいは、単に「光の方向二色性」と呼ばれます。磁気キラル二色性は、キラルな物質に静磁場を印加した場合のほか、キラルな物質自体が磁石としての性質を有する場合についても観測されてきました。しかし、いずれの場合でも、キラルな物質であることと、磁化を有することの2点が必要不可欠だと思われてきました。

私たちは、チタンとマンガンの複合酸化物 MnTiO_3 が、キラルでなく磁化を持たないにもかかわらず、磁気キラル二色性を示す可能性があると考えました。そこで、 MnTiO_3 の単結晶を作製し、光の透過率を測定したところ、確かに、磁気キラル二色性が観測されたのです。では、キラルでなく磁化もないのに、なぜ磁気キラル二色性が生じるのでしょうか。

このからくりは、次のように説明することができます。この複合酸化物の内部にあるマンガン原子は6個の酸素に囲まれています。この6個の酸素の配列は、右ねじ型か左ねじ型にねじれていて、鏡に映すと元と重なりません。マンガン原子の半数が右ねじ型にねじれて並んだ6個の酸素で囲まれていて、残りの半数が左ねじ型にねじれて並んだ6個の酸素で囲まれているのです。さらに興味深いことに、マンガン原子は一つ一つが小さな磁石（スピン）をもっています。右ねじ型に

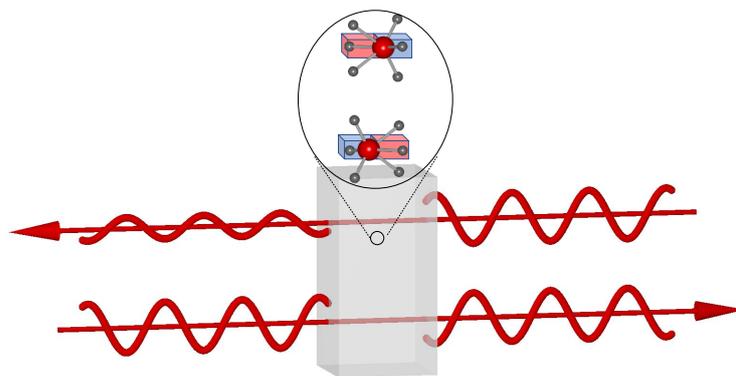


図 1: MnTiO_3 における磁気キラル二色性の発現機構を模式的に示す。結晶の一部を拡大した上部の図において、赤い大きな球はマンガン、小さな球は酸素、赤と青の直方体はマンガン原子の磁石の向きをそれぞれ示す。

ねじれて並んだ6個の酸素で囲まれているマンガン原子のスピンと、左ねじ型にねじれて並んだ6個の酸素で囲まれているマンガン原子のスピンが、温度を下げると逆を向きたがるのです。これはスピンの液晶状態とも言うべき状態であり、このスピンの向きの関係が波長以上の領域にわたって揃うことで、磁気キラル二色性が出現するのです。

磁気キラル二色性を持つということは、結晶に表側と裏側の区別が存在することを意味します。私たちは、この物質に電場と磁場をうまく作用させることでマンガン原子の磁石を全て反転させて、結晶の表と裏を入れ替えることにも成功しました。

今回の研究によって、磁化が全くない物質においても、磁気キラル二色性という一種の磁気光学現象が出現しうることが明らかになりました。これによって、磁気キラル二色性を探索する物質群の範囲が広がるものと期待されます。

<https://youtu.be/Jrh70Jufnp4>

佐藤樹（東京大学・新領域創成科学研究科・博士課程2年）
有馬孝尚（東京大学・新領域創成科学研究科・教授）

A01 班公募研究キックオフミーティング報告

東北大学 大串 研也

2020 年 5 月 19 日に、オンラインで A01 班公募研究キックオフミーティングを開催しました。領域内外から 100 名を超える参加者に恵まれ、とても有意義な研究会となりました。5 名の公募研究者から、分子系の液晶や有機物質を含む幅広い物質群に関する、最新の研究成果と今後の展望をお伺いすることができました。今後、実りある共同研究が進むことを楽しみにしております。研究会のエンディングには、第 1 回 QLC 若手研究奨励賞の発表があり、石田浩祐さん（東大新領域）と 田財里奈さん（名大理）が受賞されました。お二方の、より一層のご活躍を祈念しております。

今回は、領域初となるオンライン研究会となりました。さしたるトラブルなく終えることができたのは、事務局の皆様のご尽力のおかげであり、深く感謝しております。オンライン形式のメリットの一つは、交通にまつわる時間や経費が不要である点だと思います。一方で、どうしても質問するのを躊躇する側面もあるように感じました。オンサイトの研究会では、コーヒープレークで立ち話をして交流をはかっていたことを思えば、今後、そうした場をどのように確保するかは課題として残ったかもしれません。

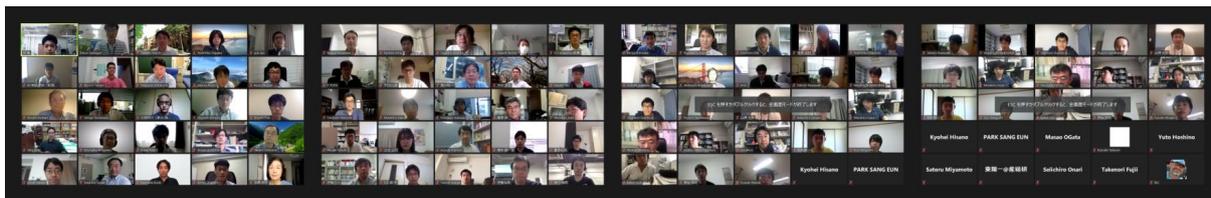


2020 年 5 月 19 日の A01 班公募研究キックオフミーティングにおける集合写真

B01 班公募研究キックオフミーティング報告

理研 CEMS 花栗哲郎

2020 年 6 月 23 日に B01 班公募研究キックオフミーティングを開催しました。前回に引き続き、Zoom を利用してのオンライン開催となりました。B01 班のミッションは精密物性計測ですが、それぞれ特徴を持った実験手法を提案して採択された 5 名の公募班員と、本新学術領域研究で活動されるポスドク 1 名が、これまでの研究内容と、今後の研究計画に関して発表しました。ミーティングは、芝内領域代表の全体説明からはじまり、前半は、東大総合の塩見雄毅氏が金属における圧電効果である磁気圧電効果を利用した電荷液晶の研究について、京大理の米澤進吾氏が光ファイバーセンサーを利用した多軸歪測定について、阪大基礎工の細井優氏が局所磁気測定による鉄系超伝導体におけるカイラル超伝導の検証について、それぞれ発表されました。短い休憩を挟んで、後半は、青学大理工の孫悦氏が、FIB を用いて鉄系超伝導体を微細加工し超伝導状態やネマティシティの特徴に迫る研究に関して、上智大理工の足立匡氏がミュオンを利用して量子液晶物質の電子状態を明らかにする計画について、それぞれ紹介されました。最後に、京大化研廣理グループのポスドクの林寛氏が、これまで行ってきた NV センターの研究と、今後の THz-STM 開発に関して説明されました。およそ 120 名が参加して活発な質疑が行われ、有意義なミーティングとなりました。



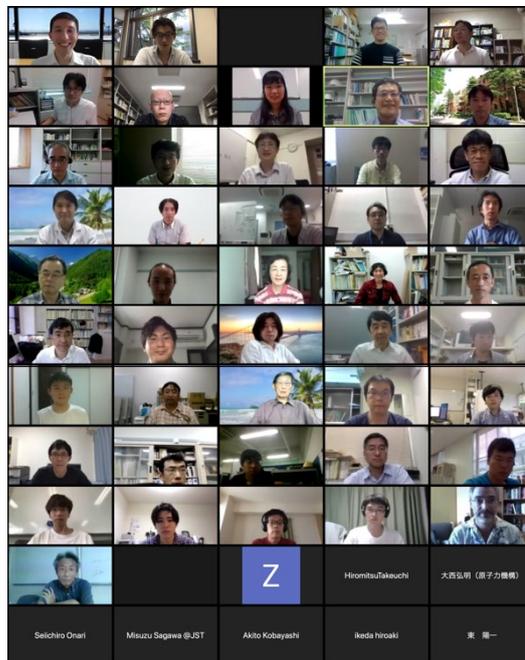
ミーティング終了後の「集合写真」

C01 班公募研究キックオフミーティング報告

C01 班 求 幸年

7月9日にC01班公募研究キックオフミーティングがオンラインにて開催されました。芝内領域代表による概要説明の後、新たにC01班に加わった公募研究の代表者4名とポスドク2名の方々から、それぞれが本領域で目指す研究の紹介が行われました。100名弱が参加する中、活発な質疑応答が行われ、C01班内外に広がる研究の発展可能性が議論された有意義な会となりました。

プログラムは以下の通りです(以下敬称略)。赤城裕(東大院理)“量子スピン液晶におけるトポロジカル励起と創発現象”、川崎猛史(名大院理)“古典的異方粒子系における相転移ダイナミクス”、柳瀬陽一(京大理)“現代的多極子理論による高次多極子・ネマティック相とエキゾチック超伝導の研究”、水島健(阪大院基礎工)“空間対称性を自発的に破った超伝導・超流動の動的応答”、田財里奈(名大院理)“汎関数くりこみ群を用いた量子液晶状態の研究”、渡部洋(立命大総合科学技術研究機構)“銅氧化物高温超伝導体のストライプ秩序と超伝導・多軌道効果の重要性”



D01 班公募研究キックオフミーティング報告

D01 班 有馬孝尚

研究項目D01「量子液晶の制御と機能」の公募研究キックオフミーティングを8月4日の午後オンラインで開催しました。芝内領域代表のあいさつの後、第1期公募研究に採択された3名の研究者から以下の発表がありました。

- ・伊藤弘毅(東北大)「強相関 π 電子がつくる電荷秩序・強誘電ドメインの形成機構解明と光機能探索」
- ・井上悠(産総研)「ネマティック超伝導体の薄膜化によるドメイン制御とマヨラナ粒子の観測」
- ・金澤直也(東大工)「トポロジカルスピン構造のゆらぎと巨大異常ホール効果」

それぞれの発表の中で新しい研究手法や興味深い物性が紹介され、今後の展開が楽しみなキックオフとなりました。

また、最後に、領域評価委員の田島節子先生よりコメントをお願いいたしました。量子液晶という観点で電子の自己組織化を捉えることで、どのような新しい物質が開発され、どのような新しい学問が展開するのかについて、期待を込めた激励をいただきました。

本キックオフミーティングには80名の参加者があり、それぞれの発表について活発な議論が展開されました。すべての参加者に感謝いたします。



若手海外派遣報告書 バンクーバーでの短期滞在

B01 班 松浦 康平
竹中 崇了
Qiu Mingwei

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、2019 年 8 月 20 日から 9 月 4 日、2019 年 9 月 19 日から 9 月 29 日および 2019 年 11 月 18 日から 11 月 29 日にかけてカナダの加速器施設 TRIUMF に出張して研究を行いましたので、ご報告をいたします。この施設は Vancouver の British Columbia 大学(UBC)のキャンパス南部にあり、 μ SR 測定を行える数少ない施設の一つです。また近くの海岸まで散策に行けるなど、非常に快適な環境にあります。

我々は以前、この施設でゼロ磁場下の μ SR 測定を行い、鉄系超伝導体 FeSe において時間反転対称性の破れた特異な超伝導が実現している直接的な証拠をはじめ得ることに成功しました。この FeSe は電子液晶状態を示すことが知られており、これを反映して結晶構造が直方晶の状態を超伝導を示します。今回の派遣では、電子液晶状態と時間反転対称性の破れた超伝導状態との関連を深く理解するため、セレンを硫黄で置換することで正方晶の結晶構造で超伝導を示すようになる $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ 試料での μ SR 測定を行いました。本派遣での一連の実験の結果、正方晶の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が明らかになりました。近年、この正方晶試料における超伝導状態で様々な特異な物性が報告されており、これを説明するために Ultra-nodal gap と呼ばれる従来の分類を超えた新たなギャップ構造を有する新奇超伝導が実現する可能性が提案されています。時間反転対称性が破れることは Ultra-nodal gap の必要条件であり、本研究の結果はこの理論を支持します。

本研究を遂行するため、TRIUMF のビームタイムをアレンジしてくださった Columbia 大学の植村泰朋先生、British Columbia 大学の小嶋健児先生をはじめ、TRIUMF の研究員の方々にお礼申し上げます。同じビームタイムに参加していた Columbia 大学の Q. Sheng さん、McMaster 大学の J. Beare さん、British Columbia 大学の Y. P. Cai さん、中国科学院の G. Q. Zhao さん達には測定を手伝って頂いただけでなく、測定の間もデータの解釈について議論をしていただきました。

最後に、この様な有意義な海外渡航の機会を与えて頂いた、新学術領域研究会「量子液晶の物性科学」の皆様及び、その関係者の方々に深く感謝申し上げます。



UBC の Garden



ビーチからの夕日



検出器の調整を行う松浦氏



希釈冷凍機を用いた μ SR 測定の検出器部分

松浦康平 (東京大学・新領域創成科学研究科・博士後期課程 3 年)

竹中崇了 (東京大学・新領域創成科学研究科・博士後期課程 3 年)

Qiu Mingwei (東京大学・新領域創成科学研究科・修士課程 2 年)

北京出張報告

東京大学大学院新領域創成科学研究科（木村研究室） 林田 健志

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を賜り、2020年1月11日～12日に北京にて開催された国際冬の学校「SNU-PKU-U-Tokyo Joint Workshop on Strongly Correlated Materials」に参加し、口頭発表を行いましたのでご報告いたします。同学校はソウル国立大、北京大、東大の物理系の大学院生の交流を進めるために昨年度から始まったもので、昨年度はソウル国立大で開催されたそうです。

今年度は、北京大学物理学院にて開催されました。物理学院は北京大学メインキャンパスに対して大通りを挟んで反対側にあります。キャンパスツアーとして、メインキャンパスの方にも案内して頂きましたが、敷地は非常に広大で、歴史的な建物から近代的な建物まで数多く存在し、また休日ということもあり、凍った池でスケートを楽しむ人たちも見られました。11日の夜には北京大およびソウル国立大の学生と夕食をともにし、研究内容や普段の生活について様々な話をし、よい交流の場となりました。

本題に入ります。本会議ではソウル国立大、北京大、東大の強相関物質の研究を行う大学院生が集まり、口頭発表、ポスター発表を行い、議論を交わしました。発表された研究内容は、超伝導物質やマルチフェロイック物質、トポロジカル物質と多岐にわたり、また多くの発表が研究内容の導入から行われたため、異分野の研究への理解を深めることができました。

私の発表内容は「フェロアキシタル」と呼ばれる結晶の持つ回転歪みに関するものであり、磁性に関連する発表が多い中で、やや浮いた内容となっていたかもしれませんが、興味を持って話を聞いていただき、貴重な意見をいただきました。また、今回の冬の学校は私にとって初めて参加する国際会議であり、初めての英語での口頭発表ということで不安も大きかったのですが、会議が温かい雰囲気の中で進行されていたこともあり、緊張しすぎることなく発表を行うことができました。ホストを務めてくださったProf. Yan Zhangをはじめとする北京大学のスタッフおよび学生の皆様に深く感謝申し上げます。

最後に、本会議への参加の機会を与えてくだ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。



北京大学物理学院



筆者発表の様子

林田健志(東京大学大学院・新領域創成科学研究科・木村研究室)

「北京出張報告」

田中桜平

この度、新学術領域研究「量子液晶の物性科学」若手海外派遣制度の支援のもと、2020年1月11日、12日に北京大学にて開催された「SNU-PKU-U-Tokyo Joint Workshop on strongly correlated Materials」に参加し、ポスター発表をいたしましたので、ご報告いたします。

本会議は、東京大学、北京大学、ソウル大学の三大学に所属する強相関電子系の研究者による共同のワークショップで、各大学から集った学生間の交流を通じ、将来の共同研究のきっかけを生み出すことを目的としたものです。期間中は、鉄系超伝導体におけるネマティック現象や、磁性体におけるトポロジカル現象など、強相関電子系にまつわる多彩なトピックについて、学生が代わる代わる発表を行い、両日ともに活発な議論が行われました。

筆者のポスター発表では、キタエフスピン液体候補物質における比熱測定の結果を紹介し、キタエフスピン液体状態において理論的に期待される励起の異方性と、実験結果との対応関係について議論しました。発表内容に対して、学生や先生方からさまざまな意見を受け、自分が当時構想していた論理を客観的に見直し、脆弱な部分を認識、改善するよいきっかけとなりました。これまでの研究を論文にまとめるうえでも非常に役立つ貴重なやり取りができたと思います。

また、初日の夜には、現地のレストランで他大学の学生と卓を囲み、北京料理をいただきました。日中の最先端研究に関する高度な発表内容とは打って変わって、普段の学生生活の違いや学問に望む態度について意見を交換し、密な交流を交わすことができました。

出張の締めくくりとして、ワークショップ終了後には、現地北京大学の研究室のご厚意に甘えて、複数の研究室の実験設備を見学させていただきました。たくさんの管状炉が一室を埋め尽くすほどに並んでいる様子や、分子線エピタキシー法による薄膜作製装置と角度分解光電子分光装置を組み合わせた複合的な実験装置が多数の学生で管理・運用されている様子などは、日本の実験施設でもなかなか見られない光景で、大いに刺激を受けました。

今回の出張では、海外の最先端研究の雰囲気を感じ強く刺激を受けました。この経験を糧に、今後とも研究に邁進していきたいと思えます。

最後に、本ワークショップへの参加を誘ってくださった芝内先生と、この出張をサポートしてくださった新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の関係者の皆様方に感謝申し上げます。



図 1:ワークショップ終了後に見学させていただいた研究棟の外観

北京大学出張報告 ～ SNU - PKU - U-Tokyo Joint Workshop に参加して ～

石田浩祐

今回、新学術領域研究「量子液晶の物性科学」若手海外派遣制度の支援を受け、1月11日・12日に北京大学で開催された3大学ワークショップに参加させていただきましたのでここに報告させていただきます。

このワークショップは北京大学・ソウル大学・東京大学の3大学で行われており、ホストが毎回交代して開催されています。前回は韓国で行われ、今回は北京大学物理学院で開催されました。滞在中は「Zhongguan Xinyuan Global Village PKU」という会場から徒歩5分程度のところにあるホテルに宿泊しました。このホテルは大学直轄のホテルで、到着前はゲストハウスのような所だろうと想像していたのですが、専用のレストランもある立派なホテルだったため驚きました。食事はどれもボリュームがあり美味しいものでした。

ワークショップは口頭発表とポスター発表に分かれていて、すべて発表は学生かポスドクによるものでした。私はワークショップの最初の口頭発表者で少し緊張したのですが、なんとか切り抜けることができました。ワークショップ自体は非従来型超伝導体、励起子絶縁体、トポロジカル物質など多岐にわたるもので、どの発表も世界的なホットトピックに対して新しい知見を示す、レベルの高いものでした。個人的にも鉄系超伝導体の ARPES の結果で初めて知る内容のものが大変参考になりました。

ワークショップの後には北京大学の学生に実験室を案内してもらいました。Raman 散乱実験、ARPES、試料合成、極低温輸送測定などの実験グループを見学しましたが、どの実験室も広く、余裕をもってスペースを使っており少し羨ましく感じました。滞在した時期はちょうど春節の前だったので、実験を中断しているグループが多かったのですが、日曜日にも関わらずたくさんの学生がいるのには驚きました。聞くと基本的に学生は大学構内の宿舎に泊まっており、家賃も安く、すぐ実験室に来られるとのこと。彼らに実験室と自宅がすぐそこにあると心が休まない時もあるのではないかと聞いてみたところ、あまりそういったことが考えないようで自分との違いを感じました。

北京大学のキャンパスは非常に広く、中には広大な池がありました。この時期の北京は非常に寒く（北海道よりも寒い）、池が凍っておりスケートをしている人たちがいました。今回の滞在中では時間がなくいけなかったのですが、近くには清華大学という中国トップの大学があり、その大学も敷地が非常に広いそうです。

今回の滞在中を通して、中国・韓国の学生と交流でき、また昨今研究に勢いがある中国の大学の雰囲気を感じ取ることができたのは非常にいい経験となりました。次回は東京大学がホストで、柏キャンパスで開催される予定だそうです。次回のワークショップでも今回出会った学生たちと交流し、より親睦を深められたらいいと思っています。今回はこのような機会を与えていただきありがとうございます。



図 1:今回参加したワークショップが開催された
北京大学物理学院

若手海外派遣報告書 オランダ・ナイメーヘン強磁場研究所

向笠清隆

東京大学の向笠清隆です。新学術領域研究会「量子液晶の物性科学」若手海外派遣の支援を受け、オランダ(Nijmegen)に2月5日～2月12日の1週間滞在しましたので、ご報告させていただきます。

オランダ・ナイメーヘン強磁場研究所は、最大38 Tの定常磁場を発生することができる世界でも有数の強磁場施設です。また、現在超伝導マグネットと銅マグネットを組み合わせたハイブリッドマグネットが建設中で、今後最大45 Tの定常磁場が実現される予定です。

今回、京都大学松田研究室の笠原助教、佐藤さんと、強磁場下での鉄系超伝導体 FeSe の熱輸送測定に取り組みました。38 Tの定常磁場と³He 冷凍機を組み合わせた極限環境下での熱輸送測定は、強磁場研究所 Nigel Hussey 教授と松田研究室の共同研究グループだけが有する技術で、今回一緒に実験をさせていただく中で多くのことを学ばせていただきました。実際に磁場を出すことができるマグネットタイムは2月19日～2月25日で、その前2週間が準備期間としてあてられていました。私が滞在した2月5日～2月12日は準備期間の最初の1週間で、測定用プローブの真空リークテストや、³He 温度での冷却テスト、配線チェック等、磁場下での測定に向けた準備を行いました。私自身は磁場下での測定を行うところまで滞在することができませんでしたが、初めて海外の研究施設で実験を行った経験は非常に貴重なものでした。今後、鉄系超伝導体 Fe(Se, Te)における電子液晶相の量子臨界性の研究を、定常磁場下で行いたいと考えているため、今回の滞在の経験はとても有益なものになると考えています。

最後に、実験中多くのことを指導していただいた笠原助教、佐藤さんに深く感謝申し上げます。途中で体調をくずしてしまい、ご迷惑をおかけしました。また、強磁場研究所の方々、この様な有意義な海外渡航の機会を与えて頂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深く感謝申し上げます。



38 T マグネット



強磁場研究所入口



Nijmegen 駅の様子

オランダ強磁場実験所 派遣報告書

佐藤 雄貴

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、2020 年 2 月 5 日～2 月 26 日の約 3 週間に渡ってオランダ（ナイメーヘン）にある Radboud 大学の強磁場研究所 (High Field Magnet Laboratory: HFML) に滞在し、強磁場実験を行ってまいりましたのでご報告いたします。

滞在したナイメーヘンはオランダ最古の都市としても知られ、教会を中心に古風な街並みが残っています。一方で大学の周辺は近代的な建物が立ち並び、特に HFML のある建物は昨年併設する自由電子レーザー施設との改修がなされとても綺麗な外観をしています。HFML は European Magnetic Field Laboratory という欧州の強磁場施設の連合の一つで、外部からのユーザーでも利用申請によってその研究課題が重要であると認められれば施設を利用することができます。HFML では最大 38 テスラという定常磁場を発生させることが可能で、現在は最大 45 テスラのハイブリッドマグネットの整備も進められているところです。このような強い定常磁場を発生させることのできる研究所は、HFML をはじめ世界でも一部に限られています。

今回私たちは同研究所において、鉄系超伝導体 FeSe における極低温・強磁場下での熱伝導率測定に取り組んでまいりました。FeSe では電子系のもつフェルミエネルギーと超伝導ギャップのエネルギースケールが同程度であり、いわゆる BCS-BEC クロスオーバー領域にあると考えられる物質です。これまで私たちは HFML での実験を通じて、この物質の面内に磁場をかけた際に、極低温・強磁場下で従来とは異なる磁場誘起の新しい超伝導状態が実現していることを見出してきました。この状態は「FFLO 状態」と呼ばれる超伝導秩序変数が空間的に変調した状態であると考えられ、これは電子対液晶状態とみなすことができます。今回の出張では、この状態の詳細を調べるための様々な実験に取り組んでまいりました。強磁場施設では磁場を利用することのできるマシンタイムは滞在期間の中でも限られており、その限られた時間の中で有意義なデータを得るための最大限の努力が求められます。そのため滞在中はマシンタイム外にも実験準備に追われ、非常にタイトなスケジュールを過ごしました。しかしこのような世界でも限られた場所でしかできない実験は、非常に挑戦的でとてもやりがいを感じることができます。そのため予想通り（予想外）の結果が得られたときの喜びもひとしおです。

余談ではありますが、この出張とはほぼ時を同じくして新型コロナウイルスが世界で大流行を初めていました。オランダには滞在当時感染者はまだいませんでしたが、日本の大型客船の情報などが毎日ニュースで報道されており、入出国の制限等がかからないかは常に心配の種でした。しかも私自身、渡航直後に体調を崩してしまい、もしかして！と危惧しましたが、一日安静にしたところ無事快調し事なきを得ました。慣れない土地での滞在は体調を崩しやすいので身体には気を付けたいものです。

最後にこの場をお借りして、この実験への派遣支援をしていただいた新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の関係者各位、並びに Radboud 大学の受け入れ研究者の方々に深く感謝申し上げます。



滞在したホテル周辺の街並み



実験所の外観



実験中の様子

佐藤 雄貴（京都大学・理学研究科・博士後期課程 2 年）

国際会議 Quantum Complex Matter 2020 参加報告

清水 宏太郎

この度、新学術領域「量子液晶の物性科学」総括班からのご支援を賜り、2020 年 6 月 8 日~12 日にかけて開催された国際会議 Quantum Complex Matter 2020 に参加し、研究成果に関する口頭発表を行いましたのでご報告致します。

本会議は 2018 年にはじまり、今回で二回目の開催となる国際会議です。今回は、昨今の情勢を鑑みてオンライン開催となりました。開催国であるイタリアに合わせた中央ヨーロッパ時間の 11:00~17:00 で講演が行われ、本新学術領域代表の芝内教授をはじめとして、超伝導や磁性、量子液晶を含む強相関電子系分野、トポロジカル物性、スピントロニクスなど、様々な分野から一線の研究者が講演を行いました。磁性に関する研究を行っている私にとって、従来型/非従来型超伝導など量子液晶に関する講演を聴くことができ、大変刺激的な 5 日間となりました。

私は会議初日の 6 月 8 日に、キラルな金属磁性体において空間的な異方性に伴って生じる一次元、二次元、及び三次元的な磁気構造の間の相転移に関する理論研究について発表を行いました。本研究では、特に三次元的な磁気構造としてヘッジホッグ格子と呼ばれる 3 つもしくは 4 つの螺旋構造を重ね合わせることで得られる特異な磁気構造に着目しています。この磁気構造には、ヘッジホッグ (反ヘッジホッグ) という欠陥を有しており、ベリー位相を通じて創発する有効磁場が磁気モノポール (反モノポール) を構成することから、二次元的な磁気構造であるスキルミオンとは定性的に異なる物性応答が期待されているトポロジカルな磁気構造です。本研究では、このヘッジホッグ格子が異方性に伴って二次元の渦や一次元の螺旋に転移し、加えてヘッジホッグと反ヘッジホッグの対消滅が生じることを明らかにしました。これらの結果は、異方性によって磁気構造の次元性とトポロジカルな性質が操作可能であることを理論的に提案するものです。オンラインではありましたが、参加者からの質問も頂き、大変有意義な発表となりました。私にとって初めての国際会議での口頭発表でしたので大変緊張しましたが、指導教員である求幸年教授をはじめ、共同研究者の方々に支えられ、無事に発表を終えることができました。

最後に、本国際会議での口頭発表というまたとない貴重な機会を与えてくださった、芝内孝禎教授をはじめとする、新学術領域「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。

清水宏太郎 (東京大学・工学系研究科・物理工学専攻・修士課程二年)

国際会議 Quantum Complex Matter 2020 に参加して

奥村 駿

この度、新学術領域研究「量子液晶の物性科学」若手海外派遣制度の支援を受け、2020 年 6 月 8 日~12 日に行われた国際会議「Quantum Complex Matter (QCM) 2020」に参加し、研究成果に関する招待講演を行いましたので報告いたします。本会議では、超伝導や磁性をはじめとした、固体物理学の多様かつ複雑な物性を対象に、理論・実験の双方の立場から最先端のトピックについて発表が行われました。今回は、新型コロナウイルスの感染拡大を受け、開催地ローマへの渡航は行わずオンラインでの参加となりましたが、連日繰り広げられた活発な議論に大いに刺激を受けました。

筆者は、「Topological Magnetic Textures with Monopoles in Chiral Metals」というタイトルで、最近の研究成果について 20 分間の招待講演をさせていただきました。真空中では存在し得ない磁気単極子を磁性体中で安定化させるという内容の理論研究で、磁気単極子と反単極子の対消滅による磁場誘起トポロジカル転移の可能性を提案しました。磁気単極子を示す三次元的な磁気構造は、まさに“Quantum Complex Matter”ということも多く聴講者に興味を持っていただけたと思います。筆者の研究成果を

広く発信する貴重な場となっただけでなく、発表に対して有意義な質問やコメントをいただいたことで、今後の研究に重要な示唆が得られました。

最後に、このような発表の機会を与えていただき、参加費の支援をしていただいた新学術領域研究「量子液晶の物性科学」の皆様、その関係者の方々に深く感謝を申し上げます。

奥村 駿 (東京大学・工学系研究科・博士課程 3 年)

Quantum Complex Matter 2020 への参加報告

石原 滉大

この度、新学術領域研究「量子液晶の物性科学」のご支援を賜り、6月8日から12日にかけて開催された Quantum Complex Matter 2020 (QCM2020) に出席し、口頭発表を行いましたので報告いたします。

この国際会議はイタリアのローマで開催される予定でしたが、新型コロナウイルスの影響により現地での開催が困難となったため、急遽オンラインで開催されることとなりました。このような状況下でも会議の実施を可能にくださった QCM2020 関係者の皆様には心より感謝申し上げます。

筆者は「Low-Energy Quasiparticle Excitations in a Half-Heusler Superconductor with $j = 3/2$ Fermions」というタイトルで口頭発表を行いました。具体的な内容としては、全角運動量 $j = 3/2$ の電子がクーパ対を形成する Half-Heusler 超伝導体 LuPdBi を対象として、電子線照射によるキャリアと散乱体の導入を行い、それらの超伝導特性 (超伝導ギャップ構造や上部臨界磁場の温度依存性など) への影響を実験的に観測しました。その結果、電子線照射による超伝導特性の変化はパリティ混成したシングレット・セプテット状態という非常に特殊な超伝導状態によって説明可能であることを示しました。QCM2020 での超伝導関係の発表のほとんどが銅酸化物高温超伝導体や鉄系超伝導体を対象とするものであったため、筆者の発表は少しマイナーな物質を対象としたものではありませんでしたが、本発表を通して筆者の研究成果を発信し、共有することができたと感じています。学生である筆者にとってこのような国際学会での口頭発表の機会は多くないため、今後の研究生生活にもつながる貴重な経験ができました。今後も積極的に学会等に参加し、多くの研究者と議論や情報共有をしていきたいと思えます。

最後に、本国際学会への参加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」の関係者各位には心より感謝申し上げます。

石原滉大 (東京大学・新領域創成科学研究科・物質系専攻・博士後期課程 1 年)

Quantum Complex Matter 2020 参加報告

石田浩祐

今回、新学術領域「量子液晶の物性科学」の助成を受け、6月8日から12日までの5日間、国際会議 Quantum Complex Matter 2020 に参加させていただきましたのでここに報告させていただきます。この会議は当初イタリアの Frascati National Laboratory で開催される予定でしたが、新型コロナウイルスの影響により現地開催は中止となり、オンラインで開催されることとなりました。会議の registration の締め切りが 2 月末までとなっており、その後の世界状況をみていると開催は難しいのではないかと予想していましたが、会議の主催者側の意向でオンライン会議という形で開催されることとなりました。

この会議では超伝導体やトポロジカル物質など、物性分野の様々な物質に対する実験及び理論研究に関する発表があり、間に休憩を挟まないタイトなスケジュールとなっているのもあってかなり濃い会議でした。会議はイタリア現地時間の 11 時半からだったので、日本時間では 18 時半からという普

段の会議と比べるとかなり遅い時間のスタートでした。会議が終わるのが日本時間の 23 時半ごろで、自宅で聞いているものの終わった後はかなりへトへトになってしまいました。

今回は鉄系超伝導体 $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ における電子ネマティック秩序に関する研究について口頭発表をしました。初めて会議で発表する内容だったのですが、発表後は質問が多数され、鉄系超伝導体の研究を行っている方だけでなく、他分野の方にも興味を持ってもらえたようで手ごたえを感じることができました。これが初めてのオンラインの国際会議の発表だったのですが、会場での発表と違い聴衆の反応をその場の雰囲気から掴むということができないのが難しいことだと発表をしてみてわかりました。ずっとディスプレイに向かって喋っているのですが、発表の 20 分間は何も反応がないのでなんだか不安になってきてしまいます。今学期オンラインで講義をされている先生方はこの点で苦勞されているのではないかと思いますし、最近流行している Youtuber などは 1 時間以上画面に向かって喋っており、あれはそう簡単にはできないことだとわかりました。

コロナウイルスの関係で、しばらくこのようなオンラインで開催される国際会議が増えることと思います。研究者ネットワークが途切れないようにするためにもこのような機会を設けることは非常に重要だと思いました。発表をし、質疑応答を受ける、というのは通常の会議と変わらず行えるのですが、発表に対する聴衆の反応をつかむことや、共同研究への発展などは会場での会議の方が行いやすいように感じます。コロナウイルスが終息し、またこれまで通りの形式の国際会議に参加できることを楽しみにしています。

石田浩祐 (東京大学・新領域創成科学研究科・博士課程 3 年)

人事異動

工藤一貴准教授が 4 月 1 日付で岡山大学 異分野基礎科学研究所から大阪大学 大学院理学研究科 教授に異動しました。

当領域の PD・特任研究員として、B01 班に林寛氏（京都大学 化学研究所 特定助教）が、C01 班に田財里奈氏(名古屋大学大学院 理学研究科 特任助教)と渡部洋氏（立命館大学 総合科学技術研究機構 専門研究員）が、4 月 1 日付で着任しました。また、C01 班に古谷峻介氏（茨城大学大学院 理工学研究科 研究員）が、9 月 1 日付で着任しました。

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 有馬・徳永研究室の阿部伸行助教が日本大学の PI（助教）として転出し、後任に車地崇助教が 8 月 1 日付で着任しました。

井上悠氏が 8 月 1 日付で東北大学 学際科学フロンティア研究所 助教から産業技術総合研究所 電子光基礎技術研究部門 研究員に異動しました。

学術調査官が 8 月 1 日付で緒明佑哉准教授(慶應義塾大学 理工学部)から佐々木洋平講師(摂南大学 理工学部)に変更になりました。

受賞報告

有馬孝尚教授が第 17 回本多フロンティア賞を受賞しました。
受賞対象業績は「磁気対称性に基づく非相反物質機能の開拓」です。
<http://hondakinenkai.or.jp/awards/hfrontier.html>

赤城裕助教、求幸年教授が日本物理学会第 25 回（2020 年）論文賞を受賞しました。
論文題目 Spin Chirality Ordering and Anomalous Hall Effect in the Ferromagnetic Kondo Lattice Model on a Triangular Lattice
掲載誌 J. Phys. Soc. Jpn. 79, 083711 (2010)
<https://www.jps.or.jp/activities/awards/ronbunsyo/ronbun25-2020.php>

和達大樹教授が英国物理学会の IOP Publishing Outstanding Reviewer Award 2019 を受賞しました。Journal of Physics: Condensed Matter 誌における査読者として評価されたものです。
<https://publishingsupport.iopscience.iop.org/questions/journal-of-physics-condensed-matter-2019-reviewer-awards/>

横山優一氏(和達研究室卒業生、現：高輝度光科学研究センター博士研究員)が第 36 回井上研究奨励賞を受賞しました。
<http://www.inoue-zaidan.or.jp/b-01.html?eid=00041>

川崎猛史講師が令和 2 年度文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞しました。
業績名は「過冷却液体の動的不均一性と構造に関する理論的研究」です。
https://www.mext.go.jp/content/20200402-mxt_sinkou02-00187_0002.pdf

内田幸明准教授が令和 2 年度文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞しました。
業績名は「ソフトマターにおける光と磁気の相互作用に関する研究」です。
https://www.mext.go.jp/content/20200402-mxt_sinkou02-00187_0002.pdf

花栗哲郎氏が 2019 年度理研栄峰賞を受賞しました。
https://www.riken.jp/pr/news/2020/20200319_1/index.html

清水康弘講師が BCSJ Award を受賞しました。

<https://www.journal.csj.jp/doi/pdf/10.1246/bcsj.20190279>

池田浩章教授が JPSJ Outstanding Referee に選出されました。

<https://journals.jps.jp/page/jpsj/referees/outstanding>

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: [岡山大学オープンキャンパス](#)にて模擬実験、研究室紹介, (岡山大学, 2019/8/10-11)

木村健太, 木村剛, 一般向け講演会・セミナー: ”[反強磁性体に内在するドメインを偏光顕微鏡で可視化](#)”, (QLC チャンネルビデオ, 2020/7/10)

青山拓也, 大串研也, 一般向け講演会・セミナー: ”[梯子型鉄系化合物における軌道秩序](#)”, (QLC チャンネルビデオ, 2020/8/3)

B01 班 計画研究

芝内孝禎, 広報誌・パンフレット: ”[新学術領域「量子液晶の物性科学」発足にあたって](#)”, (量子液晶の物性科学 News Letter Vol.1, 2020/01/09)

笠原成, 小中高向け授業・実験・実習: [京都大学 ELCAS 物理学コース](#)にて物理学実習のまとめとプレゼン指導, (京都大学 ELCAS, 2020/1/11)

石田浩祐, 芝内孝禎, 一般向け講演会・セミナー: ”[鉄系超伝導体において新たな量子液晶状態](#)”, (QLC チャンネルビデオ, 2020/03/25)

山本航平, 和達大樹, 一般向け講演会・セミナー: ”[光で起きる 1 兆分の 1 秒以内の超高速な磁性の変化を元素別に解明](#)”, (QLC チャンネルビデオ, 2020/04/8)

C01 班 計画研究

Nic Shannon, 一般向け講演会・セミナー: ”[Theory of Quantum Matter Unit at the Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University](#)”, (APS (Webs Edge Education) TV film, 2020/3/2)

有田亮太郎, 一般向け講演会・セミナー: ”[ほぼ室温超伝導を示す高圧下ランタン水素は量子固体だった](#)”, (QLC チャンネルビデオ, 2020/03/17)

佐藤正寛, 一般向け講演会・セミナー: ”[スピンネマティック液体中のスピン流](#)”, (QLC チャンネルビデオ, 2020/05/22)

D01 班 計画研究

石坂香子, イベント参加・出展: [THE RISING STARS Women in Engineering Workshop](#)にてプレナリー講演, (Seoul National University (東大、清華大、香港科技大、シンガポール国立大ほか), 2019/10/25)

小林研介, 一般向け講演会・セミナー: [第 37 回 \(2019 年度\) 大阪科学賞表彰式・記念講演](#), (大阪科学技術センター, 2019/11/13)

鈴木剛, 一般向け講演会・セミナー: ”[鉄系超伝導で超伝導状態を「光で作る」ことに成功](#)”, (QLC チャンネルビデオ, 2020/03/10)

鈴木剛, 岡崎浩三, 辛埴, 広報誌・パンフレット: [物性研だより第 59 巻第 4 号 “鉄系超伝導で超伝導状態を「光で作る」ことに成功”](#), (東大物性研だより, 2020/03/16)

佐藤樹, 有馬孝尚, 一般向け講演会・セミナー: ”[磁化がゼロでも現れる特殊な磁気光学現象](#)”, (QLC チャンネルビデオ, 2020/6/26)

メディア報道

A01 班 計画研究

岡本佳比古, [“名大、低温用の熱電素子材料を発見”](#), (Optronics online, 2019/07/29)

岡本佳比古, “低温冷却素子に高性能材料 名古屋大”, (化学工業日報, 2019/07/30)

岡本佳比古, “名古屋大など 正三角形の分子形成 固体物質で初の発見”, (科学新聞, 2020/7/3)

B01 班 計画研究

和達大樹, [“東大など、光照射によって試料の磁性が瞬間的に消失する現象を元素別に観測することに成功”](#), (日本経済新聞, 2019/11/22)

芝内孝禎, [“東大ら、鉄系超伝導体において量子液晶状態実現”](#), (Optronics online, 2020/03/10)

芝内孝禎, [“東大と産総研、鉄系超伝導体で電子の集団がどの方向にも揃う新しいタイプの量子液晶状態が実現できることを発見”](#), (日本経済新聞, 2020/03/10)

芝内孝禎, [“東大・産総研、”鉄系超電導で新機能発見。次世代通信に応用期待”](#), (鉄鋼新聞, 2020/03/10)

芝内孝禎, [“鉄系超伝導体で新たな量子液晶状態を実現”](#), (EE Times Japan, 2020/03/11)

C01 班 計画研究

有田亮太郎, [“高圧下ランタン水素実は「量子固体」”](#), (電波新聞, 2020/02/14)

有田亮太郎, “ほぼ室温超伝導を示すランタン水素は量子固体”, (科学新聞, 2020/02/21)

佐藤正寛, [“東大と茨城大、レーザー中の散逸量子系を記述する一般公式を発見”](#), (日本経済新聞, 2020/7/4)

D01 班 計画研究

小林研介, “大阪科学賞に栗栖・小林両教授”, (読売新聞, 2019/09/26)

小林研介, “大阪科学賞に阪大と東大教授”, (朝日新聞, 2019/09/26)

小林研介, “大阪科学賞に栗栖氏・小林氏”, (日経産業新聞, 2019/09/26)

小林研介, “大阪科学賞：大阪科学賞に栗栖氏、小林氏”, (毎日新聞, 2019/09/27)

小林研介, “大阪科学賞に阪大の栗栖氏ら”, (朝日新聞, 2019/10/02)

プレスリリース

A01 班 計画研究

木村剛, [“磁性体に内在するミクロな四重極磁石の空間分布を可視化”](#), (東京大学大学院新領域創成科学研究科, 2020/7/9)

岡本佳比古, [“固体物質における正三角形の分子の形成をとらえた!”](#), (名古屋大学, 2020/6/22)

B01 班 計画研究

芝内孝禎, [“鉄系超伝導体において新たな量子液晶状態”](#), (東京大学大学院新領域創成科学研究科, 2020/3/10)

C01 班 計画研究

有田亮太郎, [“ほぼ室温超伝導を示す高圧下ランタン水素は量子固体だった”](#), (東京大学工学部, 2020/2/7)

佐藤正寛, [“レーザー中の散逸量子系を記述する一般公式を発見～周期駆動系の非平衡統計力学の進展～”](#), (茨城大学, 2020/7/6)

D01 班 計画研究

有馬孝尚, [“磁化がゼロでも現れる特殊な磁気光学現象”](#), (東京大学大学院新領域創成科学研究科, 2020/5/28)

開催報告

第 11 回 QLC セミナーを理化学研究所 (和光キャンパス) にて開催しました。

講師：Prof. Yasutomo J. Uemura (Columbia University)

日時：2020年1月9日(木) 13:30~14:30

場所：理化学研究所 和光キャンパス 研究本館 154-156 室

タイトル : Dynamic Superconductivity Responses Detected by Photo-excited Optical Conductivity and Vortex Nernst Effect — Phenomenology based on transient and equilibrium superfluid density —

アブストラクト : <http://qlc.jp/2019/12/12/11thqlcseminar/>

担当 : 花栗哲郎 (理研)

第 12 回 QLC セミナーを茨城大学 (水戸キャンパス) にて開催しました。

講師 : 村上 修一 氏 (東京工業大学理学院物理学系)

日時 : 2020 年 1 月 27 日 (月) 16:00~

場所 : 茨城大学水戸キャンパス E 棟 7 番講義室

タイトル : D トポロジカル物質科学の展開

アブストラクト : <http://qlc.jp/2020/01/15/rescheduled12th-qlc-seminar/>

担当 : 佐藤正寛 (茨城大)

第 13 回 QLC セミナーを兵庫県立大学 (播磨理学キャンパス) にて開催しました。

講師 : 山神 光平氏 (東京大学 物性研究所)

日時 : 2020 年 1 月 27 日 (月) 16:20~17:20

場所 : 兵庫県立大学理学部 播磨理学キャンパス 研究棟 732 号室

タイトル : 共鳴非弾性 X 線散乱を用いた強相関ニッケル酸化物の電子状態研究

アブストラクト : <http://qlc.jp/2019/12/25/13thqlcseminar/>

担当 : 和達大樹 (兵庫県立大)

第 14 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 : Prof. Eun-Gook Moon (Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Korea)

日時 : 2020 年 1 月 30 日 (木) 13:30~

場所 : 兵庫県立大学理学部 播磨理学キャンパス 研究棟 732 号室

タイトル : 名古屋大学 (東山キャンパス) 理学館 6 階 614 号室

アブストラクト : <http://qlc.jp/2020/01/27/14thqlcseminar/>

担当 : 紺谷浩 (名古屋大)

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。多くの若手の方々により、海外短期滞在、海外出張、国際会議参加などに利用されました。本ニュースレターに、報告書が掲載されていますので、ご覧ください。

今後の予定

量子物質開発フォーラムをオンライン開催します。

日時 : 2020 年 10 月 1 日 (木) ~2020 年 10 月 2 日 (金)、両日とも 13:00~16:30 を予定

会場 : Zoom を利用したオンラインミーティング

招待講演者 : 山本隆文 (東工大フロンティア研)、菅大介 (京大化研)

「量子液晶」ニュースレター Vol. 3 (2020 年 9 月)

講演時間：招待講演「発表 25 分+質問 5 分」、一般講演「発表 12 分+質問 5 分」
言語：発表は日本語（スライドは英語）

事前参加登録：要。以下の Google フォーム より、各締切期日までにご登録ください。

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSen1Mno-81f2D0QnNtJg21tslksRiRNOO27oGpyJxS7zQD-tg/viewform?usp=sf_link

講演申込締切：2020 年 9 月 11 日（金）（定員に達し次第締め切ります）

参加申込締切：2020 年 9 月 25 日（金）

編集後記

「量子液晶の物性科学」ニュースレターは、7 月と 1 月の年 2 回の発行予定としています。しかしながら、3 月 26 日、27 日に開催予定だった領域研究会がコロナ禍の影響で中止になり、これに代わる本領域メンバーによる成果報告として、2019 年度成果報告集をニュースレター Vol.2 として 4 月に発行しました。これを受け、本ニュースレターは 9 月発行という変則的なスケジュールとさせて頂きました。

今年度始めには、17 の公募研究課題が採択されました。本ニュースレターで報告されているように、公募研究キックオフミーティングシリーズがオンラインで開催され、各回、活発な議論が展開されました。また、本ニュースレターを読んで頂くとおわかりになるかと思いますが、本領域ではコロナ禍にありながら確実に成果も上がっています。今後益々研究が進展していくことが期待されます。

量子液晶ニュースレター編集局： 小林研介(東京大学・大阪大学) 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3号

2020年9月 発行

領域事務局：office@qlc.jp

領域ホームページ：<http://qlc.jp/>