

山田研究会「量子液晶概念を基盤とした新奇物性科学の若手学際研究」

東京大学大学院新領域創成科学研究科教授 芝内 孝禎

2025年11月18日（火）、19日（水）の2日間にわたり、山田研究会「量子液晶概念を基盤とした新奇物性科学の若手学際研究」を開催しました。本研究会では、2019-2023年度の新学術領域研究「量子液晶の物性科学」での中心課題でありました「対称性の破れに着目した物質科学を基盤とした新奇物性科学」をさらに促進することを目的としたものです。棒状や円盤状の分子系では、気体・液体・固体の三態の他に、液晶とよばれる状態が現れますが、近年、様々な量子物質において液晶に類似した電子状態が次々と観測され始めています。このような電子状態は、スピン系・強相関金属・超伝導の各分野で独立に研究されてきましたが、この新学術領域では、これらを「スピン液晶」・「電荷液晶」・「電子対液晶」と整理し、いずれも量子多体効果によって現れる点に着目し、「量子液晶」という新概念によって統一的に取り扱うことで、物性科学の大きな進展につながりました。今回の山田研究会では、特に若手研究者の育成の重要性に鑑み、様々な異なる研究対象における、対称性の破れた電子状態に関連する最先端の研究を行っている若手の理論家と実験家が集う機会を提供することで、新たな学際的アイディアの創出を目指したものです。公益財団法人山田科学振興財団の主宰、2025年度から始まりました学術変革領域研究(A)「関連設計で挑む量子創発」の後援という形で、仙台近郊の秋保温泉のホテル「クレセント」にて行いました。

世話人は、芝内（東大新領域）、木村剛教授（東大工）に加え、若手の石田浩祐助教（東北大金研）、田財里奈助教（京大基研）が務め、登録料および宿泊費をサポートする形として、当初40名の想定で参加者を募集しましたが、予想を超える46名の応募があり、何とか希望者全員に参加いただきました。参加者の内訳は教授2名、准教授4名、講師3名、助教14名、ポスドク研究員4名、大学院生19名と、若手が中心の非常に活発とした研究会となりました。17名の招待講演者による講演と、27件のポスター発表を通して、理論、実験を交えて、活発な議論が行われました。対象物質は、超伝導体、磁性絶縁体、有機導体、トポロジカル物質、2次元物質など、と多岐にわたり、取り扱われたテーマとしても、高温超伝導、トポロジカル超伝導、多極子秩序、キラリティ、ループ電流、スピン液体、マヨラナ準粒子、非相反伝導、スピン・ネマティック、交替磁性、フラットバンド、など物性物理学における重要課題が目白押しで、異なる分野間の交流が行われた学際的な研究会となりました。

連日の熊出没の情報により、あまり外に出歩くことはできませんでしたが、初日の夜には食事後に懇談会が開催され、全員が参加して夜遅くまで様々な情報交



図：研究会の様子

換が行われました。また、本研究会では相部屋の合宿形式としたため、物性若手研究者の横の繋がりを作るのに一役買ったのではないかと考えています。研究会終了時には、木村教授より、本研究会をサポート頂いた山田科学振興財団について少し説明していただき、財団が行っている研究助成等の周知が行われました。若手研究者の積極的な利用につながれば幸いです。

最後に、本研究会をサポート頂きました山田科学振興財団、特に建設的なコメントを頂きました財団理事の北岡良雄大阪大学名誉教授、および学術変革領域研究総括班の皆様には感謝いたします。また、世話人の石田、田財の両氏には、スムーズな研究会運営に多大な貢献をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

プログラムは以下の通りです。

研究会ホームページ <https://sites.google.com/view/yamada-qlc-202511>

1 日目 (11月18日(火))

13:00 芝内孝禎(東大新領域) はじめに

セッション1 座長: 田財里奈(京大基研)

13:05 石田浩祐(東北大金研) 応力・歪み精密制御技術で切り拓く新奇量子物性

13:30 松下太樹(阪大基礎工) スピン三重項超伝導体における内因的な輸送現象と光学応答

13:55 長田礎(東大工) 二層ニッケル酸化物薄膜の構造制御と超伝導

休憩

セッション2 座長: 木村剛(東大工)

14:35 渡邊光(東大理) 軸性秩序系におけるラマン光学活性の理論

15:00 佐藤拓朗(分子研) キラリティが駆動する有機強相関スピン物性

15:25 田財里奈(京大基研) カゴメ超伝導体のループ電流の理論研究

休憩

セッション3 座長: 青山拓也(広島大先進理工)

16:05 今村薫平(東大新領域) 磁場角度分解比熱測定から見るキタエフ磁性体におけるマヨラナ励起

16:30 那須譲治(東北大理) 磁性絶縁体における温度勾配に駆動されたトポロジカル輸送現象

17:00 ポスターセッション(～18:30) (ポスター27件)

夕食、懇談会

2 日目 (11月19日(水))

セッション4 座長: 芝内孝禎(東大新領域)

9:00 古川哲也(東北大金研) 有機強相関トポロジカル絶縁体候補物質 α -(BETS)₂I₃における非相反伝導

9:25 北村想太(東大工) 振動磁場中の非平衡物性

9:50 メイヨーアレックス 浩(阪大基礎工・CSRN) 高圧合成を活用した黒リン由来トポロジカル材料の開拓

休憩

セッション5 座長: 渡邊光(東大理)

10:30 POHLE Rico(静岡大理) From Spin Nematic Order to Nematic Spin Liquids

10:55 青山拓也(広島大先進理工) ピエゾ磁気効果を用いた交替磁性の研究

11:20 野本拓也 (東京都立大理) 第一原理計算に基づく磁気構造予測に関する研究
昼食

セッション6 座長: 石田浩祐 (東北大金研)

13:00 成塚政裕 (理研) NbSe₂/graphene ひねり積層系における超伝導ギャップの波数空間変調

13:25 金子竜也 (阪大理) 局在スピンの結合を有するファンデルワールス磁性体における電子相関効果

13:50 三石夏樹 (名大理) 5族遷移金属テルライド MTe_2 ($M = V, Nb, Ta$) の特異な電子構造 — 電荷密度波・フラットバンド・トポロジーの観点から —

14:15 木村剛 (東大工) おわりに

ポスター

1 永井隆之 (東大工) 水素濃度勾配をもつ Sm1111 薄膜における非相反電気伝導

2 荒川慶人 (東大新領域) 空間・時間反転対称性が共に破れた反強磁性金属のドメイン観測

3 永島拓也 (東大新領域) 正方晶高置換 Fe(Se, S) における磁場侵入長測定

4 石飛尊之 (原研) 秩序変数に基づく結晶・磁気構造の物理学的な記述法

5 高橋雅大 (理研) 量子スピン液体における磁性不純物の多極子相関

6 増田英俊 (東北大金研) 金属らせん磁性体 YMn₆Sn₆ におけるキラリティーの電流・磁場による制御と偏極中性子回折による検出

7 榊原寛史 (鳥取大工) バイレイヤーニッケル酸化物薄膜の超伝導状態に対する理論的研究

8 近藤玲央名 (東大新領域) Fe(Se, S) における高置換試料の合成と相図の作成

9 三木健矢 (東北大金研) 原子極限における電子のカイラリティーとヘリシティ

10 森仁志 (東北大金研) MgB₂ 系超伝導体における異方的ギャップ関数の第一原理計算

11 植田大雅 (東大工) 分子挿入 NbSe₂ における秩序-無秩序転移に起因した超構造の発現

12 中沢正剛 (名大理) カゴメ格子金属で観測されたカイラリティー状態の起源

13 村田佑真 (名大理) カゴメ超伝導体の CDW 相における多重量子相転移に対する微視的理論

14 井上大輔 (名大理) 二層ニッケル酸化物薄膜における超伝導理論: 電荷・スピン揺らぎを媒介とした非従来型機構

15 永田珠己 (東北大理) ハニカム化合物 Ru(Br_{x-1}I_x)₃ 単結晶の磁気トルク測定

16 市川真 (京大理) 時間依存 Ginzburg-Landau 方程式に基づく光誘起超伝導電流の時間発展と非相反性

17 石黒伊織 (名大理) FeTeS の低エネルギー電子状態観測

18 二川雄太 (広大先進理工) TbPO₄ における磁気熱量効果の研究

19 釘貫智允 (東北大理) Strongly correlated electronic properties in 4d transition metal oxyhalides MoOCl₂

20 新美蓮 (広大先進理工) 振動数領域における対称性とフロケ・トポロジカル状態

21 谷口タケル (東北大理) Single Crystal Growth and XMCD Measurements for Altermagnet Candidate Materials CuFeS₂

22 國津颯 (名大理) レーザー角度分解光電子分光を用いたカゴメ金属 CsCr₃Sb₅ の低温電子状態観測

23 山崎勇樹 (東大工) 多成分超伝導体における集団励起モードのラマン応答

24 吉野勇人 (東大新領域) 円偏波マイクロ波誘電体共振器を用いた FeSe 系における

フラックスフローHall 効果測定

25 杉浦栞理 (東北大金研) 層状有機超伝導体における渦糸量子相転移

26 南條拓希 (東北大理) 2/1 近似結晶 $\text{Ga}_{50.2}\text{Pd}_{35.3}\text{Tb}_{14.5}$ のピエゾ磁気効果

27 赤城裕 (お茶女大) CP^2 Skyrmion crystals in spin-1 quantum magnets