物性研究所短期研究会

研究会報告「熱場の量子論とその応用」(TQFT2025)

物性理論研究部門　岡　隆史

１．研究会の概要

2025 年 9 月 3 日(水)から 5 日(金)の 3 日間にわたり、東京大学物性研究所本館 6 階大講義室(A632)にて、短期研究会「熱場の量子論とその応用」(TQFT2025)を開催した。本研究会は、熱・化学平衡系および非平衡量子場系を対象とする「熱場の量子論」をキーワードに、物性物理・素粒子・原子核・宇宙物理・量子光学といった幅広い分野の研究者が一堂に会し、最新の研究成果や新しい問題意識を共有することを目的としている。参加者数はオンラインを含めると約 100-120 名であった。

世話人は、稲垣知宏(広島大)、江尻信司(新潟大)、岡隆史(東大物性研)、柏浩司(福岡工大)、北沢正清(京大基研)、古城徹(KEK)、関口雄一郎(東邦大)、瀬名波栄問(Van Lang 大)、田島裕之(東大理)、橘基(佐賀大)、谷崎佑弥(京大基研)、仲野英司(高知大)、中村真(中央大)、野中千穂(広島大)、日高義将(京大基研)、本郷優(新潟大)、森田健(静岡大)の 17 名が務めた。

２．プログラムの構成

研究会では、招待講演 4 件、一般口頭講演 14 件、ポスター発表 46 件(2 セッション)が行われた。招待講演として、向田享平氏(KEK)による「宇宙の再加熱」、齊藤圭司氏(京大)による「古典・量子系における熱力学的限界と普遍性」、竹内一将氏(東大)による「大自由度カオス系の有効自由度を決める：Lyapunov ベクトルによるアプローチ」、西村淳氏(KEK)による「量子系の実時間発展における Lefschetz thimble 法の応用」の 4 件が行われ、いずれもそれぞれの分野の最前線を俯瞰する充実した内容であった。

一般口頭講演では、物性研からも杉山祐紀氏が「膨張する量子ホールエッジ系のバルクカレント」、中野裕義氏が「低次元流体の定常流を予言する上での揺らぐ流体力学の必要性」、川畑幸平氏が「量子測定下の非ユニタリーダイナミクスの対称性とトポロジー」について講演を行った。そのほか、有限密度 QCD の流体ダイナミクス、冷却原子系におけるマグノン輸送、共鳴物理の WKB 解析、Lindbladian PT 相転移、離散時間結晶、測定誘起相転移、有限温度ゲージ理論、AdS ワームホール、高密度クォーク物質など、多岐にわたるトピックが議論された。また、昨年度ポスター賞受賞者による招待講演として、川本大志氏(京大基研)と湊修平氏(東大)がそれぞれ受賞研究の発展について報告した。

ポスターセッションは 2 日間にわたり計 46 件の発表が行われ、格子ゲージ理論、ホログラフィー、超流動・超伝導、非平衡ダイナミクス、トポロジカル物質、量子情報など、本研究会の学際的な性格を反映した幅広いテーマの研究が活発に議論された。

３．研究会の特色と参加者の反応

本研究会の最大の特色は、異なる分野の研究者が「熱場の量子論」という共通の枠組みのもとに集まる分野横断的な性格にある。研究会後のアンケート(回答者 70 名)では、分野横断研究会としての評価について、全回答者が「評価できる」または「大変評価できる」と回答しており、本研究会の方向性が参加者から高く支持されていることが示された。講演に対する質問もとても活発であった。

今回は物性研での開催ということもあり、参加者の分野別構成では物性物理分野が最も多く、次いで素粒子・原子核物理分野の参加者が続いた。開催時期については約 9 割が「ちょうどよい」と回答した一方、素粒子分野の国際会議(ppp2025)と日程が重なっていたとの指摘もあり、今後の日程調整の参考としたい。

個人記述のコメントでは、物性研での研究会開催について好意的な意見が多く寄せられた。開催場所については、基研、理研、KEK、物性研のローテーションとする提案も挙がっており、本研究会が複数の研究機関にまたがるコミュニティとして定着していることがうかがえる。また、一般口頭講演が招待講演より難しかったとのコメントもあり、分野横断研究会としてのアクセシビリティの向上は今後の課題の一つである。

４．おわりに

3 日間にわたる研究会を通じて、物性物理と素粒子・原子核物理の境界領域における活発な議論が行われた。特に、

量子測定やLindbladian系などの非ユニタリーダイナミクス、有限温度・有限密度のゲージ理論、非平衡統計力学といったトピックが複数の講演にまたがって取り上げられ、分野を超えた共通の問題意識が浮き彫りになった。本研究会が、今後のさらなる分野横断的な共同研究の発展に寄与することを期待する。

最後に、共同利用係や理論系研究室の秘書をはじめとする物性研究所のスタッフの皆様に、研究会の開催にあたり多大なるご支援をいただいたことを感謝申し上げる。

集合写真

ポスター学生発表賞の様子