

2022 年度冬学期 第3回 駒場物性セミナー

量子スピン系における対称性に守られた量子臨界相と gapless SPT 相

講師 古谷 峻介 氏(東大総合文化)

日時 2022 年 11 月 11 日(金) 午後 4 時 50 分

場所 対面(16号館 829室・いつもと違う部屋に注意)およびオンラインによるハイブリッド

オンライン参加希望でセミナーML未登録の方は、駒場物性セミナーのHPから参加登録をお願いします

アブストラクト

量子多体系の基底状態の性質の探究は物性物理の主要な研究テーマの一つであり、例えば最近 20 年間で飛躍的に進展したトポロジーによる基底状態の分類研究等が挙げられる。基底状態の最も基本的な性質のひとつは励起ギャップの有無である。たとえば自由電子系では、フェルミ準位がバンドを横切れば gapless (金属)であると容易に判定できるが、相互作用が強い場合には判定が非自明になる。安定性の非自明な例として 1 次元量子多体系において実現する量子臨界相が挙げられる [1]。量子臨界相は量子相転移点直上のような臨界的な性質を持ちつつ、安定的な相として実現する。よく知られた朝永・Luttinger 液体は量子臨界相の代表例と言える。臨界的であるため、この相は gapless である。また、臨界性から、無限小の摂動によって基底状態が不安定になることが素朴には期待されるが、そのような期待に反して、量子臨界相の一部のクラスは相として安定的に存在する。この分類に属する臨界相は対称性に守られた量子臨界相と呼ばれる [1]。本講演では量子多体系における gapless 量子相の安定性という観点から、対称性に守られた量子臨界相と gapless SPT 相の研究についてご紹介する。まず、講演の前半では 1 次元量子スピン系における対称性に守られた量子臨界相の安定性と分類について、場の理論のアノマリーにもとづいてできるだけ平易に議論する。この量子臨界相の分類から、Haldane “予想” や Lieb-Schultz-Mattis 定理 [2] が場の理論の大域的な性質として帰結することを見る。その後、対称性に守られた量子臨界相のうち、系の端に対称性に守られた状態を伴う例 [3, 4] について述べる。これらの例は Haldane 相に代表される SPT 相 (symmetry-protected topological 相) の gapless 版とも呼ぶべき性質を持っており、最近 10 年間で研究が進みつつある gapless SPT 相と呼ばれるトポロジカル相でもあることを議論する。

[1] S. C. Furuya and M. Oshikawa, Phys. Rev. Lett. 118, 021601 (2017).

[2] E. Lieb, T. Schultz, and D. Mattis, Ann. Phys. 16, 407 (1961).

[3] Y. Hidaka, S. C. Furuya, A. Ueda, and Y. Tada, arXiv:2205.15525 (to be published in Phys. Rev. B).

[4] S. C. Furuya and K. Morita, arXiv:2207.02485.

○物性セミナーのページ「駒場物性セミナー」で検索！

物性セミナー世話人 加藤雄介 塩見雄毅 福島孝治 前田京剛 簗口友紀

