

量子スピン系に内在するマヨラナダイナミクスとそのトポロジー

那須 讓治 / 東京工業大学 理学院 助教

1973年にAndersonによって提案された量子スピン液体は、それからおよそ半世紀が経過するにもかかわらず、現在もお強相関電子系及び磁性分野での最前線の研究課題として、多くの研究者の興味を惹きつけています。量子スピン液体とは、磁性絶縁体において、格子点に局在する電子のスピン自由度が量子効果により極低温まで秩序化を示さない特異な磁気状態です。近年、有機化合物・遷移金属化合物において続々と候補物質が発見され続けています。その一方で、この状態を実現させるためには、強い量子揺らぎと磁気相互作用のフラストレーションが重要と考えられており、理論的にそれらを同時に取り扱うことは非常に困難であることから、量子スピン液体は強相関電子系の理論研究の難題のひとつとして位置付けられてきました。

2006年にKitaevによって提案された量子スピン模型と、その模型がスピン軌道相互作用の強い強相関電子系で実現されるという2009年のJackeli-Khaliullinの研究は、量子スピン液体の研究の潮流を大きく変えつつあります。Kitaev模型と呼ばれるこの模型は、2次元以上においても量子スピン液体が基底状態であることを厳密に示すことができる稀有な模型であり、その舞台としてイリジウム酸化物やルテニウム化合物などが精力的に研究されています。理論的には、この局在スピン模型は、局在スピンの自由度が分数化して生じた Z_2 ゲージ場と結合する創発的な遍歴マヨラナ粒子系とみなすことができます。このことは、遍歴フェルミ粒子系の概念を量子スピン系であるKitaev模型に適用できることを意味します。我々はこれを利用し、電子系で用いられてきた計算方法を流用することで、この有限温度の性質やそのダイナミクスを近似なしに計算することに成功しました[1-5]。また、この模型に磁場を印加すると、内在する創発マヨラナ粒子系のトポロジーが変化することが知られており、最近では、それがどのように熱輸送特性に影響を与えるかに興味を持って研究をしています。

- [1] J. Nasu et al., Phys. Rev. Lett. **113**, 197205 (2014).
- [2] J. Nasu and Y. Motome, Phys. Rev. Lett. **115**, 087203 (2015).
- [3] J. Nasu et al., Phys. Rev. B **92**, 115122 (2015).
- [4] J. Nasu et al., Nat. Phys. **12**, 912 (2016).
- [5] J. Yoshitake et al., Phys. Rev. Lett. **117**, 157203 (2016).



なす・じょうじ

1983年生まれ 山形県出身。
2006年東北大学理学部卒業。
2011年 東北大学 博士(理学)取得。その後、東北大学大学院理学研究科助教、日本学術振興会特別研究員を経て、2014年より現職。