

トポロジカルバンドの自発形成と相転移ダイナミクス

川口 由紀 / 名古屋大学 工学研究科 准教授

この公募研究では、冷却原子気体、特にボース粒子系に関する理論研究を行っています。近年、光格子ポテンシャル中の冷却原子気体を用いて、バンド構造のトポロジーが実験的に観測されるようになってきました [1]。ただし、これらの研究では周期ポテンシャル中の1粒子ハミルトニアンバンド構造のトポロジーを検出しており、ボソン/フェルミオンの統計性による違いは見られません。一方、ボース粒子がボース・アインシュタイン凝縮を起こすとフェルミ粒子系の超伝導状態とは異なった性質が見出されます。凝縮状態からの励起スペクトルは、超伝導と同様に Bogoliubov 理論により解析でき、粒子正孔対称性を持った1粒子ハミルトニアンを対角化することでバンド構造とそれに対するトポロジカル数が定義できます [2]。ただし、統計性の違いを反映して、ボース粒子系では Bogoliubov 変換がパラユニタリー変換となり、固有値方程式は非エルミートとなるという特徴があります。このため、励起スペクトルに複素数が出現するという特異な状態が起こり得ます。複素固有値のモードが存在すると系は動的不安定となり、エネルギーを保存したまま励起が指数関数的に増大することが知られています。今回の研究では、ボース粒子系の Bogoliubov ハミルトニアンからトポロジカル不変量を一般的に定義し、動的不安定モードが存在するときにも適用可能な理論を構築しました [3]。また、この結果を、スピン軌道相互作用する1次元系に適用することで、バルクエッジ対応が存在することが数値的に確認できました。

上記の研究に加え、実空間におけるトポロジカル構造についての研究にも取り組んでおり、磁気スルミオン間に働く相互作用ポテンシャルの解明や、2成分原子気体の相分離現象における磁壁のダイナミクスの研究も行っています。

- [1] M. Aidelsburger, et al., Nat. Phys. 11, 162 (2015); L. Duca, et al., Science **347**, 288 (2015).
- [2] G. Engelhardt and T. Brandes, Phys. Rev. A **91**, 053621 (2015); S. Furukawa and M. Ueda, New J. Phys. **17**, 115014 (2015).
- [3] T. Ohashi, S. Kobayashi, and YK, in preparation.



かわぐち・ゆき

1977 年大阪府生まれ。2005 年京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了。学振 PD、東京工業大学助教、東京大学助教等を経て、2015 年より現職。趣味(?) は子育て。