

準結晶におけるトポロジカル超伝導

カナダ サスカチュワン大学 物理・応用物理学専攻および quanTA Ph.D. 課程 1 年目
東京理科大学 理学研究科 応用物理学専攻 D2 (デュアルディグリープログラム)
堀 眞弘

Topological Superconductivity in Quasicrystals

1st year in Ph.D. course at Department of Physics and Engineering Physics, and Centre for Quantum Topology and Applications (quanTA), University of Saskatchewan, Canada.

2nd year in Ph.D. course at Department of Applied Physics, Tokyo University of Science, Japan.
(Dual Doctorate Program)

Masahiro Hori

#e-mail: mhorijapan@gmail.com

準結晶は周期性を持たないにも関わらず、バルクの超伝導を示す。準結晶における超伝導は、BCS 理論での理解を超えた性質を示す可能性がある。一方、近年は超伝導体におけるトポロジカル量子現象の研究が盛んである。トポロジカルな超伝導体の端にはエネルギーがゼロのマヨラナ準粒子が出現すると言われている。マヨラナ準粒子は量子コンピュータへの応用可能性が指摘されており、トポロジカル超伝導の研究が盛んに行われている。ところが、トポロジカル超伝導の理論は主に結晶を対象にしており、周期性がなくブロッホの定理が使えない系は未解明である。そこで我々は、準結晶におけるトポロジカル超伝導を研究している[1-4]。

まず我々は、二次元準結晶においてトポロジカル超伝導が実現し得ることを理論的に示した[1-3]。次に、二次元準結晶を積層した系で新奇なトポロジカル超伝導が実現されると考え、準結晶積層系(図1)を考察した[4]。その結果、ワイル超伝導が実現することを明らかにした。一般に、トポロジカル超伝導にはエネルギーギャップをあけるものとあけないものがあり、あけないものの例は、エネルギーがゼロになるノードを持つものである。ノードを持つものは、トポロジカル量子現象を伴う場合がある。ノードを持つトポロジカル超伝導のうち、ワイル準粒子が現れるものをワイル超伝導と呼ぶ。従来、ワイル超伝導は結晶においてのみ実現すると考えられてきたが、先に述べた我々の結果はこれを覆すものである。なお、二次元準結晶を周期的に積層したような構造を持つ Ta-Te 系物質において超伝導の報告があり[5]、本研究で提案する準結晶ワイル超伝導の新しい舞台になることも期待される。

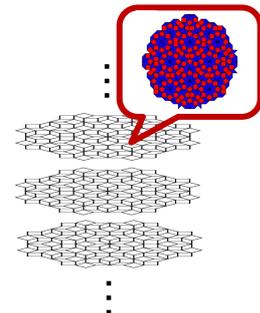


図 1: アンマン・ビーンカー準結晶の積層系

本セミナーでは、まず単層二次元ペンローズ準結晶やアンマン・ビーンカー準結晶におけるトポロジカル超伝導を議論し、準結晶の端に現れるマヨラナ準粒子の性質を紹介する。次に、上記準結晶の積層系におけるワイル超伝導やマヨラナアークの性質を議論する。

謝辞: 本研究は JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2151 の助成を受けた。

- [1] **M. Hori**, サスカチュワン大学 修士論文. <https://harvest.usask.ca/handle/10388/13865>
- [2] **M. Hori**, R. Ghadimi, T. Sugimoto, T. Tohyama, and K. Tanaka, JPS Conf. Proc. **38** (2023) 011062.
- [3] **M. Hori**, R. Ghadimi, T. Sugimoto, T. Tohyama, and K. Tanaka, JPS Conf. Proc. **38** (2023) 011065.
- [4] **M. Hori**, R. Okugawa, K. Tanaka, and T. Tohyama, to be submitted.
- [5] Y. Tokumoto *et al.*, arXiv:2307.10679.