

トポロジカル材料科学と革新的機能創出
2019年度採択研究者

2020年度 年次報告書

町田 理

理化学研究所 創発物性科学研究センター
上級研究員

トポロジカル超伝導体におけるマヨラナ粒子の検出と制御

§ 1. 研究成果の概要

本研究課題では、超高エネルギー分解能走査型トンネル顕微鏡技術とマヨラナ準粒子に固有の特徴を駆使し、トポロジカル超伝導体におけるマヨラナ準粒子の検出と制御を目標としている。特に一次元及び二次元トポロジカル超伝導体の端(エッジ)で現れるマヨラナ準粒子の外部磁場による制御の実現を目指している。

本年度は、前年度に設計した一次元・二次元トポロジカル超伝導体作製に必要な超高真空チャンバの導入、及び外部磁場によるマヨラナ準粒子制御を見据えたベクトルマグネットの導入も行った。これらの実験設備の導入と並行して、マヨラナ準粒子の新たな舞台として期待されているトポロジカル絶縁体・超伝導体のヘテロ接合の作製を行いその電子状態を超高エネルギー分解能走査型トンネル分光によって調べた。その結果、超伝導ギャップ内にわずかに有限の状態が残留し、これが基板のトポロジカル絶縁体のバルク金属状態からの染み出しによるものであることを明らかにした。このギャップ内状態がマヨラナ準粒子のコヒーレンスを低下させる可能性があるため、得られた実験結果は、マヨラナ準粒子によるトポロジカル量子計算を行う上で、トポロジカル絶縁体基板のバルク絶縁性が極めて重要であることを示唆している。さらに、トポロジカル超伝導が期待されている Si(111)表面に成長させた Tl_3Pb 単層膜の作製にも成功し、その電子状態を調べた。 Tl_3Pb 単層膜のフェルミレベルがフェルミ面のトポロジーの相転移であるリフシッツ転移点近傍に位置しており、この系の超伝導がわずかなキャリア濃度制御で非従来超伝導から従来超伝導への相転移を制御できる可能性を示した。