

トポロジカル材料科学と革新的機能創出
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

松尾 貞茂

理化学研究所 創発物性科学研究センター
基礎科学特別研究員

並列二重ナノ細線と超伝導体の接合を用いた無磁場でのマヨラナ粒子の実現

§ 1. 研究成果の概要

本研究計画は二つのナノ細線間に形成される非局所的な超伝導相関を基にしたマヨラナ粒子の実現に主眼を置いている。本年度はこの非局所的な超伝導相関に関する物理を解明するため、一つの超伝導電極を共有する二つのジョセフソン接合を二本のナノ細線それぞれに作成し、そのうち一つが超伝導ループに埋め込まれたデバイスの測定を行った。その結果、ループ外の接合のスウィッチング電流が磁場に対して振動することがわかった。これは二つの接合が超伝導電極を介してコヒーレントに結合していることの実験的証拠であり、非局所的な超伝導相関を位相差により制御可能であることを示している。さらに、近年疑義が生じている単一細線を用いたマヨラナ粒子の実現手法に関して、自己形成型の単一ナノ細線ジョセフソン接合を流れる超伝導電流の磁場による増強現象を詳細に測定した。その結果、ゲート電圧に対して増強の起きる閾磁場が変化しないこと、閾磁場よりも小さな磁場領域で磁場掃引方向に対して明瞭なヒステリシスが観測されることを見出した。これらは超伝導体内に侵入した磁束による準粒子捕捉で電子温度が冷却されていることにより超伝導電流の増強が起きており、マヨラナ粒子による現象ではないことを意味している。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Evidence of half-integer Shapiro steps originated from non-sinusoidal current phase relation in a short ballistic InAs nanowire Josephson junction”, Phys. Rev. Research 2, 033435 (2020)
- 2) “Evaluation of the vortex core size in gate-tunable Josephson junctions in Corbino geometry”, Phys. Rev. B 102, 045301 (2020)